

Archit. civ. 221.^o (Atl. 77.^e)

Die
Hauszimmerkunst

in allen ihren Theilen.

Ein Handbuch

für Baumeister, Ingenieure und angehende Architekten.



Von

H. Müller,
Baucommissair in Bremen.

Mit einem Atlas von 98 Steintafeln.

Erster Theil.

Die geradlinigen Holzverbindungen und Dachverbindungen.

Leipzig, 1858.

A. Förstner'sche Buchhandlung.
(Arthur Felix.)

36817.42

Handwritten title, likely a name or title, appearing as a mirror image.

Handwritten text, likely a date or location, appearing as a mirror image.

Handwritten text, possibly a name or title, appearing as a mirror image.

Handwritten text, possibly a name or title, appearing as a mirror image.

Small handwritten text, possibly a name or title, appearing as a mirror image.

Small handwritten text, possibly a name or title, appearing as a mirror image.

Small handwritten text, possibly a name or title, appearing as a mirror image.

Small handwritten text, possibly a name or title, appearing as a mirror image.

Small handwritten text, possibly a name or title, appearing as a mirror image.

Small handwritten text, possibly a name or title, appearing as a mirror image.

Small handwritten text, possibly a name or title, appearing as a mirror image.

Small handwritten text, possibly a name or title, appearing as a mirror image.

V o r w o r t.

Hiermit übergebe ich dem Publikum ein Werk, betitelt „die Hauszimmerkunst in allen ihren Theilen“.

Bei der Zahl der Werke über diesen Gegenstand, namentlich solcher, die in kleinerem Umfange und in mehr gedrängter Kürze eine Reihe von Zimmerconstructionsarten vorführen, neben den größeren von Romberg und Emy, könnte es fast den Anschein haben, als sei es überflüssig, den vorhandenen noch ein neues hinzuzufügen. Wenn ich mich dennoch von der Bearbeitung des vorliegenden, aus zwei Theilen bestehenden Werkes, nicht habe abhalten lassen, so kann die Rechtfertigung zur Herausgabe eines neuen Lehrbuches zunächst in der von mir angestrebten praktischen Auswahl, Anordnung und Behandlung des Stoffes gesucht werden.

Darnach bin ich bemüht gewesen, in diesem Werke möglichst vollständig alles das zu liefern, was dem angehenden Baumeister und Architekten zu wissen nothwendig ist, ohne jedoch dabei mit Aengstlichkeit zu verfahren und eine größere Anzahl einer und derselben Constructionsart zu liefern, wodurch bei der gewählten Maßstabgröße die Anzahl der Figurentafeln nicht unbedeutend würde vermehrt worden sein. Auch habe ich es vorgezogen, die verschiedenen Constructionsarten in möglichst einfachen Linien darzustellen, und somit architektonischen Schmuck oder sonstige Verzierungen möglichst vermieden, wodurch bei manchen Figuren jedenfalls eine größere Deutlichkeit erlangt worden ist.

Ferner habe ich nicht allein ältere, sondern auch die neuesten Constructionsarten mit aufgenommen, und es dadurch möglich gemacht, daß zwischen den Constructionsarten älterer und neuerer Zeit Vergleiche angestellt werden können. Hierdurch glaube ich aber auch dem angehenden Baumeister, dem die vielen Werke und Zeitschriften, in welchen die verschiedenen Constructionsarten zerstreut zu finden sind, nicht immer gleich zu Gebote stehen, einen erheblichen Vortheil gewährt zu haben, indem er nicht allein der Mühe des Suchens überhoben wird, sondern auch gleichzeitig verschiedene Constructionsarten zusammengestellt findet, von denen die eine oder die andere doch zu seinem Zwecke passend sein wird.

Die zu künstlichen Constructionsarten, die am Ende doch nur in Spielerei ausarten und wohl für Modelle passen, aber in der Wirklichkeit nicht gut ausführbar sind, habe ich ganz unberücksichtigt gelassen, dagegen die in neuerer Zeit entstandenen Systeme möglichst gründlich erörtert, was mir um so nothwendiger schien, als manche in neuerer Zeit ausgeführte Constructionsarten nicht in der Weise beurtheilt werden, wie sie es verdienen, wodurch Anfänger sehr leicht irre geleitet werden können.

Auch ist die Art und Weise der Berechnung des Sparrenschubs angeführt, was insofern nothwendig ist, als man dadurch unbedingt besser in den Stand gesetzt wird, eine Construction richtiger beurtheilen zu können. Es soll damit keineswegs ausgedrückt werden, daß nur die Theorie

maßgebend sei, im Gegentheil, die Theorie ist ohne Praxis etwas Verfehltes und lassen sich die dabei eingeschlichenen Irrthümer nicht immer in der genügenden Weise entdecken; auch treten in der Ausführung gar manche Umstände ein, die man bei einer theoretischen Berechnung nicht immer gehörig berücksichtigen oder in die Rechnung mit aufnehmen kann. Die Theorie liefert uns aber annähernde Resultate, die für die Praxis immer von großer Wichtigkeit sind und uns die Fehler und schwachen Stellen einer Construction besser und leichter erkennen lassen.

Die einzelnen Gegenstände sind möglichst in einer bestimmten Folge abgehandelt. Der erste Theil enthält die einfachsten Verbindungen, Balkenlagen, Decken und alle Arten von Dächern mit geradlinigen Flächen. Der zweite Theil dagegen handelt von den Bogendächern, Kuppeln, Thurmverbänden, vom Schiften, von den Fundirungsarbeiten, soweit solche beim Hausbau vorkommen, und von den Arbeitsgerüsten.

Den Treppenbau, der übrigens an vielen Orten mehr Sache des Tischlers ist, habe ich nicht mit aufgenommen, weil eine Menge kleiner und größerer Werke darüber existiren, so daß es jedenfalls überflüssig gewesen wäre, den Inhalt des vorliegenden Werkes dadurch noch zu vergrößern.

Ein Atlas von 98 Tafeln (mit den Doppelnummern 7 A und 56 A) dient dem Werke zur Erläuterung. Zur Erleichterung des Auffuchens der Figurenzahlen im Texte, sind dieselben da, wo sie ihre Erklärung finden, auch noch am Rande angeführt. Ein ausführliches Register befindet sich am Schluß des Werkes.

Große Freude sollte es mir gewähren, wenn dieses Werk, als seinem Zwecke entsprechend, von angehenden Baumeistern und Architekten als ein willkommenes Hilfsmittel beim Studium der Zimmerkunst befunden würde.

Bremen, 1857.

H. Müller.

Inhaltsverzeichnis des ersten Theils.

Erstes Capitel.

Von den Holzverbindungen.

§ 1. Allgemeines. — § 2. Von der Zusammensetzung und Verbindung der einzelnen Hölzer unter- und miteinander.

Zweites Capitel.

Von den Holzwänden.

§ 3. Allgemeines. — § 4. Die Riegel- oder Bundwand. — § 5. Die gesprengte Holzwand. — § 6. Die gesprengte Bretterwand. — § 7. Die Blockwand. — § 8. Die Bohlenwand.

Drittes Capitel.

Von den Balkenlagen, Fußböden und Decken.

§ 9. Von den Balkenlagen im Allgemeinen. — § 10. Von den Balkenlagen insbesondere. — § 11. Von den Auswechselungen. — § 12. Von den Mauerlatten und dem Auflager der Balken. — § 13. Von der Anordnung der Balkenlagen in Gebäuden. — § 14. Von den Verankerungen. — § 15. Von den Fußböden. — § 16. Von den Decken.

Viertes Capitel.

Von den erforderlichen Unterstüzungen der Balkendecken und deren Anordnungen.

§ 17. Von den erforderlichen Unterstüzungen der Balkenlagen. — § 18. Von den armirten und verzahnten Balken. — § 19. Weitere Balkenverstärkungen. — § 20. Das Biegen der Hölzer. — § 21. Ueber Anordnung der erforderlichen Unterstüzungen einer Balkenlage.

Fünftes Capitel.

§ 22. Von den Casettendecken.

Sechstes Capitel.

Von den Hänge- und Sprengwerken.

§ 23. Von den Hängewerken. — § 24. Von den Sprengwerken. — § 25. Statische Berechnung der einfachen Hänge- und Sprengwerke.

Siebentes Capitel.

Von den Dächern.

§ 26. Allgemeines. — § 27. Von den Dachgerüsten in ihrer Zusammensetzung. — § 28. Von den Dachstühlen. — § 29. Von den liegenden Dachstühlen. — § 30. Von den gebrochenen Dächern oder den sogenannten Mansarde- dächern. — § 31. Von den Feltendächern. — § 32. Von den flachen Dächern. — § 33. Von den Dächern mit erhöhten Frontmauern. — § 34. Von den Pultdächern. — § 35. Von den Dächern mit ungleichen Neigungs- flächen.

Achtes Capitel.

§ 36. Von den Endigungen geradliniger Dachgerüste, von der Anordnung der Aufzieblinge und der Dachrinnen.

Neuntes Capitel.

Von den Dachfenstern und Windeerkern.

§ 37. Von den Dachfenstern. — § 38. Von den Windeerkern und Blinden.

Behntes Capitel.

§ 39. Von dem Belatten und Einziehen der Dachflächen.

Elftes Capitel.

§ 40. Statische Berechnungen verschiedener Holzverbindungen.

Zwölftes Capitel.

Das Knotensystem.

§ 41. Allgemeines. — § 42. Das Knotensystem.

Dreizehntes Capitel.

Von den Dachgerüsten mit Hängewerk.

§ 43. Allgemeines. — § 44. Die Dachgerüste mit einfachem Hängewerk. — § 45. Die Dachgerüste mit doppeltem Hängewerk. — § 46. Von den Dachgerüsten mit dreifachem Hängewerk. — § 47. Verschiedene Dachverbindungen älterer und neuerer Zeit. — § 48. Von den Zeltdächern.

Vierzehntes Capitel.

§ 49. Anwendung des Laves'schen Systems zu Dachconstructions.

Fünfzehntes Capitel.

Dachconstructions von Holz und Eisen.

§ 50. Allgemeines. — § 51. Dachconstructions von Holz und Eisen.

Sechzehntes Capitel.

Dachgerüste mit größeren Hängewerken.

§ 52. Allgemeines. — § 53. Dachgerüste mit vierfachem Hängewerk. — § 54. Dachgerüste mit fünf Hängesäulen. — § 55. Dachgerüste mit sechs Hängesäulen. — § 56. Das Crezierhaus zu Moskau.

Siebenzehntes Capitel.

§ 57. Bandhauers System des Quadrat-Hohlbaues.

Erstes Capitel. Von den Holzverbindungen.

§ 1. Allgemeines.

Das Holz ist jedenfalls eins der wichtigsten und unentbehrlichsten Baumaterialien. Man findet es in den meisten bewohnten Gegenden, und an vielen Stellen ist es fast das einzige zum Bau zu verwendende Material. Es läßt sich ohne überaus große Schwierigkeiten zu den bedeutendsten Constructionen anwenden; einmal wegen der leichteren Bearbeitung desselben, und ferner, weil es bis zu einer bestimmten Gränze eine bedeutende Elasticität und Tragkraft besitzt, wodurch es möglich wird, dasselbe in ziemlich bedeutenden Längen zu Bauzwecken verwenden zu können, ohne eben vieler Stützpunkte zur Unterstützung desselben zu bedürfen.

Ein großer Nachtheil aber, den das Holz mit sich führt, besteht darin, daß dasselbe sehr leicht der Zerstörung unterworfen ist, namentlich durch Einwirkung abwechselnder Nässe und Trockenheit, oder mangelhafter Entziehung äußerer schädlicher Einwirkung, wovon weiter unten noch mehrfach die Rede sein wird. Es ist daher bei Anwendung des Holzes zu Bauzwecken hierauf hauptsächlich und zunächst Rücksicht zu nehmen, weil mit der Zerstörung des Holzes auch gleichzeitig die ausgeführte Construction leiden und somit ihrer baldigen Zerstörung entgegengehen würde.

Bei der Zusammensetzung und Zusammenstellung eines Zimmerwerks wird nun eine größere oder geringere Anzahl kürzerer oder längerer, vierkantiger oder passend beschnittener oder behauener Hölzer, die alle möglichen Neigungen gegen einander haben können, so mit einander verbunden, daß die Enden der einen auf Längenspunkte der anderen treffend, sich gegenseitig unterstützen oder verstreben.

Bei den vielfach verschiedenen Constructionen, die aus solchen Verbindungen entstehen, können nun die einzelnen Verbandstücke, woraus ein Zimmerwerk zusammengesetzt wird, auf mehrfache Art unter und mit einander verbunden oder zusammengefügt werden, und zwar:

1. in wagerechten Ebenen, wobei die Hölzer neben-, auf- oder übereinander liegend mit einander verbunden sind;
2. in senkrechten Ebenen, wobei die Hölzer aufeinander oder nebeneinander stehend oder ineinander greifend zusammengesetzt oder verbunden werden;
3. können die Hölzer gegen einander eine geneigte Lage erhalten und mit einander verbunden sein; oder
4. die Hölzer können nach gekrümmten Linien mit einander verbunden werden.

Bei allen diesen Verbindungen und Zusammensetzungen hat man jedoch immer darauf zu sehen, daß das Holz möglichst stark in den einzelnen Theilen bleibe und überhaupt die Verbindungen möglichst einfach hergestellt werden. Je complicirter eine Construction angeordnet wird, desto schwieriger ist ihre Aufrichtung, und desto weniger entspricht sie auch ihrem Zwecke, weil beim Eintrocknen des

Holzes diese künstlichen Verbindungen leicht abgesprengt, und die ohnehin schwachen Punkte der Construction noch mehr dadurch geschwächt werden. Wir haben daher im folgenden § auch nur die einfacheren und gebräuchlicheren Verbindungen angeführt.

§ 2.

Von der Zusammensetzung und Verbindung einzelner Hölzer unter- und miteinander.

A. Sollen Hölzer, welche in einer wagerechten Ebene liegen, mit einander verbunden werden, so können dabei folgende Verbindungen in Anwendung kommen.

1. 2 1. Der stumpfe Stoß. Fig. 1 und 2.

Man bedient sich desselben gewöhnlich bei Hölzern, die in wagerechter Ebene und in einer Fluchtlinie liegen, und welche von der Seite her nach horizontaler Richtung keinen Druck auszuhalten haben. Auch bei Rahmstücken wird dieser Stoß nicht selten angewendet. Das Zusammenstoßen der beiden Hölzer muß aber in diesem Falle, sowie überhaupt immer, über einem Ständer oder einer sonstigen festen Unterstüzung stattfinden, und müssen alsdann die beiden Hölzer, um sie in ihrer Lage zu erhalten, und damit sie nicht nach ihrer Längenrichtung auseinander gehen, mittelst eiserner Klammern oder Schienen mit einander verbunden werden.

3 2. Das gerade rechtwinkelige Blatt; Fig. 3 A in der Seitenansicht und B in der Ansicht von oben.

In c ist die Ansicht des unteren Blattes und in d die des oberen; die Länge des Blattes ist durch punktirte Linien angedeutet. Das Blatt wird doppelt verbohrt.

Man bedient sich dieses Blattes gewöhnlich beim Zusammenfügen der Mauerlatten und sonstiger geringer horizontalliegender Hölzer. Auch bei Unterzügen (Trägern) wendet man ein solches Blatt an, wenn dieselben aus mehreren Längen zusammengesetzt werden müssen, welches Zusammenfügen aber immer nur über einer Säule oder einem Ständer, oder einer Mauer stattfinden darf. In diesem letzteren Falle erhält das Blatt jedoch nur eine geringe Länge und fällt das Verbohren hierbei ganz weg. Dagegen werden die verblatteten Hölzer mittelst eiserner Klammern oder Ankerschienen fest mit einander verbunden.

4 3. Das schräg eingeschnittene gerade Blatt. Fig. 4.

Dasselbe wird ebenfalls verbohrt und durch hölzerne Nägel verbunden. Die schräg geschnittenen Stirnflächen haben den Zweck, ein Abheben des Holzes zu verhindern.

5 4. Das schräge Blatt. Fig. 5.

Zur Länge des Blattes nimmt man gewöhnlich die doppelte Stärke des Holzes. Wendet man dieses Blatt bei schwächeren Hölzern an, so wird dasselbe ebenfalls verbohrt. Bei stärkeren Hölzern fällt dagegen das Verbohren mit hölzernen Nägeln weg und wird alsdann eine feste Verbindung mittelst eines durchgezogenen eisernen Schraubenbolzens hergestellt.

6 5. Das Hakenblatt oder der Hakenkamm. Fig. 6.

A in der Seitenansicht, B in der Ansicht von oben; b das untere und c das obere Blatt.

Die Länge dieses Blattes beträgt ca. $2\frac{1}{2}$ mal die Stärke des Holzes; bei a wird fast $\frac{1}{3}$ der Dicke des Holzes von oben nach unten winkelfrecht, und bei d ebenso viel von unten nach oben abgesteckt; alsdann werden von a nach dem oberen Punkte bei d, und vom unteren Punkte bei a nach dem Punkte d gerade Linien gezogen und dieselben halbirt. Die Halbierungspunkte dieser geraden Linien werden durch eine gerade Linie mit einander verbunden und das Blatt nach dieser Zeichnung ausgearbeitet.

7 6. Das Hakenblatt mit dem Keile. Fig. 7.

Die Construction dieses Blattes ist ganz ähnlich derjenigen des vorigen, nur wird, um durch das Eintreiben des Keiles a ein Abspringen des Holzes zu vermeiden, das Blatt länger gemacht, und zwar nimmt man gewöhnlich die 4fache Stärke des Holzes zur Länge des Blattes. Wegen des Zwischenraumes, der vor dem Eintreiben des Keils bei den beiden übereinander gelegten Hölzern vorhanden ist, können die Enden des Blattes bei d und e winkelfrecht auf die schrägen Flächen desselben eingeschnitten werden, wodurch dann, sobald der Keil a gehörig eingetrieben ist, ein Abheben der Hölzer von einander verhindert wird.

7. Das gerade Hakenblatt. Fig. 8.

8.

A in der Seitenansicht; B in der Ansicht von oben; a das obere und b das untere Blatt.

Die Länge des Blattes nimmt man ungefähr gleich $2\frac{1}{2}$ mal der Stärke des Holzes, wovon die eine Hälfte für den Haken und die andere für den Einschnitt bleibt. Man theilt die Stärke des Holzes gewöhnlich in 8 Theile; nimmt hiervon 5 Theile für die Stärke des Hakens und die übrigen 3 Theile für die Stärke des Einschnitts.

8. Das gerade Hakenblatt mit dem Keil. Fig. 9.

9

Dasselbe ist dem eben vorher beschriebenen ganz ähnlich. Die Stirnenden des Blattes sind hier schräggeschnitten angeordnet, um, sobald der Keil a eingetrieben ist, ein Abheben der Hölzer von einander zu verhindern.

9. Das verdeckte Hakenblatt. Fig. 10.

10

A ist die Seitenansicht; B die Ansicht von Oben, und zwar a das untere Blatt mit dem Blatte c an der Seite, wodurch das Hakenblatt verdeckt wird; b ist das obere Blatt.

10. Das schwalbenschwanzförmige Blatt mit Brüstung. Fig. 11.

11

A ist die Ansicht von der Seite, B die Ansicht von Oben; ferner bezeichnet a das Blatt und b die Brüstung.

Die Länge dieses Blattes wird gewöhnlich gleich der Stärke des Holzes genommen.

Die in den Figuren 6 bis 11 angedeuteten Längenverbindungen finden ihre Anwendung gewöhnlich da, wo es darauf ankommt, einer nach der Längenrichtung der Hölzer wirkenden Zugkraft Widerstand zu leisten.

Es giebt zwar noch eine weitere Anzahl von Längenverbindungen; wir haben es aber vorgezogen, nur die besten und zweckmäßigsten hier anzugeben, indem die andern zu sehr künstlich sind und die Kämme dabei so sehr klein ausfallen, daß bei der geringsten Einwirkung einer Kraft von der Seite her ein Abspringen derselben zu befürchten ist. Zu diesen letzteren gehören namentlich: der verdeckte einfache Hakenkamm, der verdeckte doppelte Hakenkamm, der verborgene Hakenkamm und der verborgene Hakenkamm mit schrägen Schnitten. — Die oben angeführten Längenverbindungen sind jedenfalls die einfachsten und gewähren bei ihrer Anwendung auch am meisten Sicherheit. Am wenigsten sicher unter den angeführten Verbindungen ist jedoch das schwalbenschwanzförmige Blatt mit Brüstung, weil bei demselben im Ganzen zu wenig Holz stehen bleibt und demnach von dieser Verbindung ein bedeutender Widerstand nicht zu erwarten ist.

Man bedient sich ferner auch in einzelnen Fällen bei Zusammensetzung von Schwellen, wenn diese aus mehreren Längen zusammengesetzt werden müssen:

11. der Zusammenstoßung mit einem eingesetzten Stücke. Fig. 12.

12

Es bezeichnet hier a das eingesetzte Stück, welches an beiden Enden nach der Schräge be abgeschnitten und alsdann von der Seite her eingeschoben wird. Das Ausheben des eingesetzten Stückes wird durch die Schrägen be verhindert.

Ferner

12. der Zusammenstoßung mit dem eingesetzten Haken; Fig. 13.

13

Es bezeichnet hier a den eingesetzten Haken.

13. Der Zusammenstoßung mit dem eingesetzten Haken und mit Keilen; Fig. 14.

14

Es ist hier a der eingesetzte Haken mit schrägen Schnitten an seinen Stirnen; b b sind die Keile.

Von diesen drei zuletzt erwähnten Verbindungen ist die in Fig. 14 angedeutete den beiden andern jedenfalls vorzuziehen, weil, sobald die Keile eingetrieben sind, die beiden Langhölzer dicht gegen einander gepreßt werden und ein Ausheben des eingesetzten Hakens wegen der schrägen Schnitte d e nicht leicht möglich wird. Zur Länge des eingesetzten Stückes nimmt man die 3- bis 4fache Stärke des Holzes. Diese eingesetzten Haken müssen von hartem, nicht leicht abspaltendem Holze gemacht werden, weil, wenn der Haken abspringt, der beabsichtigte Zweck ganz und gar verloren geht.

Ferner hat man:

14. die Ueberblattung eines Querholzes auf einem Längenholze; Fig. 15.

15

Es ist hier A die obere Ansicht des Längenholzes; B die obere Ansicht des Querholzes, in welchem die Länge des Blattes durch die punktirte Linie angedeutet wird; C ist die Seitenansicht des Querholzes.

- 16 15. Die schwalbenschwanzförmige Ueberblattung eines Querholzes auf einem Längenhölze; Fig. 16.
Es bezeichnet hier A die obere Ansicht des Längenhölzes; B die obere Ansicht des Querholzes und C die Seitenansicht desselben.
- 17 16. Die schwalbenschwanzförmige Ueberblattung mit Brüstung; Fig. 17.
A ist die obere Ansicht des Längenhölzes; B die obere Ansicht des Querholzes, worin die punktirte Linie bei a die Brüstung anzeigt; C ist die Seitenansicht des Querholzes mit der Brüstung a.
Was die Länge dieses Blattes betrifft, so nimmt man dieselbe ungefähr $\frac{1}{6}$ kürzer, als die Stärke des Holzes beträgt; die Brüstung erhält zur Länge ungefähr $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{6}$ der Stärke des Holzes.
- 18 17. Die hakenförmige Ueberblattung; Fig. 18.
A ist die obere Ansicht des Längenhölzes; B die obere Ansicht und C die Seitenansicht des Querholzes. Die Länge dieses Blattes wird gleich der Stärke des Holzes genommen.
Diese Ueberblattung, sowie auch die in den Figuren 15, 16 und 17 dargestellten Ueberblattungen finden ihre Hauptanwendung bei der Verbindung der Schwellen, Rahmstücken und ähnlicher Hölzer.
- 19 18. Die Verkämmung zweier Hölzer an der Ecke; Fig. 19.
A ist die Oberansicht des Längenhölzes; B die Oberansicht des Querholzes; C die Ansicht des Stückes A vom Ende. Die in C angedeutete punktirte Linie bezeichnet die größere Dicke des Rammes vom Querholze nach hinten zu, welches aus der Seitenansicht D desselben noch näher ersichtlich ist. Diese Verbindung findet hauptsächlich ihre Anwendung bei schwächeren Hölzern.
- 20 19. Die Verkämmung an der Ecke mit dem Hakenkamm; Fig. 20.
Es ist hier A die Oberansicht des Längenhölzes; B die des Querholzes; C ist die Ansicht des Stückes A vom Ende und D die Seitenansicht des Stückes B.
Diese Verkämmung findet ihre Anwendung bei Verbindung der Schwellen, Rahmstücken und ähnlicher Hölzer an der Ecke.
Dieser Verbindung steht aber hinsichtlich ihrer Dauer nach
- 21 20. die in Fig. 21 dargestellte ausgeschnittene Verkämmung zweier Hölzer an der Ecke.
Es ist hier A die Ansicht des unteren Rammes von Oben, wo der Kamm bei a ausgeschnitten ist; B ist die Ansicht des oberen Holzstückes, in welcher die punktirten Linien die Form der unteren Seite des Kammausschnittes zeigen; C ist die Ansicht des Holzes A vom Ende und D ist die Seitenansicht des Holzes B.
Diese Verkämmung hat den großen Nachtheil, daß bei einem noch keineswegs starken Druck der Kamm gar zu leicht abspringt und alsdann die beabsichtigte Verbindung dadurch gänzlich aufgehoben wird.
- 22 21. Die rechtwinkelige Ueberblattung zweier sich überschneidender Hölzer; Fig. 22.
A ist die Ansicht von Oben in der Zusammensetzung; B ist die Ansicht eines einzelnen Stückes nach Wegnahme des anderen und C ist der Durchschnitt nach der Richtung der Linie ab.
- 23 22. Die rechtwinkelige Ueberblattung zweier sich überschneidender Hölzer mit Verfassung; Fig. 23.
A ist die Ansicht von Oben in der Zusammensetzung; B ist der Durchschnitt nach ab.
- 24 23. Die schiefwinkelige Ueberblattung; Fig. 24.
A ist die Ansicht von Oben in der Zusammensetzung; B ist ein einzelnes Stück von Oben und C ist die Ansicht eines einzelnen Stückes von der Seite.
Diese in den Figuren 22, 23 und 24 angedeuteten Ueberblattungen oder Ueberschneidungen finden häufig ihre Anwendung bei Balkenlagen und bei Zangenverbindungen. Uebrigens wendet man diese Ueberschneidungen auch häufig bei Verbindungen in senkrechten Ebenen an, und zwar bei Anordnung von Winkelbändern, Zangen oder dergleichen Hölzern, die dazu dienen sollen, ein Verschieben aufrecht stehender Hölzer aus ihrer bestimmten Stellung oder Lage zu verhindern.
25. 26 In den Figuren 25 und 26 sind ein Paar solcher Verbindungen angedeutet und nennt man diese Verbindungen „eingeblattete Winkelbänder“. Damit aber dergleichen Winkelbänder nicht von der Seite aus ihrer Verbindung herausfallen, werden sie mit hölzernen, besser aber mit eisernen Nägeln befestigt. In besonderen Fällen wendet man aber auch eiserne Schraubenbolzen dazu an.

B. Zur zweiten Hauptart der Holzverbindungen gehören die Verbindungen von Balken, Rahmstücken, Schwellen, Ständern und Riegeln bei Fachwerksgebäuden, sowie auch Verkämmungen, Versagungen und Verzäpfungen bei aufrechtstehenden Holzverbindungen.

Eine Verbindung von Rahmstücken, Balken und Schwellen bei mehrstöckigen Fachwerksgebäuden ist aus Fig. 27 ersichtlich.

27

Es ist hier A die vordere Ansicht, wo a das Rahmstück des unteren Stockwerks mit den darauf verkämmten Balken b, c u. s. w. vorstellt; f bezeichnet die auf diese Balken aufgeäminte Schwelle des zweiten Stockwerks und wird dieselbe Saumschwelle genannt. B zeigt die Schwelle von unten mit den Einschnitten für die Rämme der Balken b und c; in C sind die Balken b, c von oben mit den Rämmen dargestellt. Der Ramm b an der Ecke ist nach der Art, wie in Fig. 20 angedeutet, jedoch in flächerer Gestalt. D zeigt das Rahmstück a von oben mit den Vertiefungen b, c, die auf verschiedene Art eingerichtet werden können. E zeigt die Balkenköpfe von unten, wo sie mit ihren Rämmen in die Vertiefungen des Rahmstücks greifen. F ist die Seitenansicht des Balkens b an der Ecke mit der Endansicht des Rahmstücks a und der Schwelle f; dieser Balken wird gewöhnlich Giebel- oder Ortbalken genannt.

In Fig. 28 ist eine Verkämmung der Balken auf Trägern, Unterzügen und anderen Hölzern, 28 über welche sie hinwegliegen, dargestellt, und zwar sind in A die Unteransichten der Balken a, b, c mit verschiedenen Rämmen, und in B die Oberansicht des Trägers mit den Vertiefungen a, b, c für die verschiedenen Rämme dargestellt. Es ist ferner a eine Verkämmung mit Versagung auf beiden Seiten, die am meisten Anwendung findet. b ist eine Verkämmung mit dem sogenannten Kreuzramme und c ist eine Verkämmung an der Ecke mit dem Hakenramme.

In Fig. 29 ist eine gewöhnliche Verzäpfung dargestellt.

29

A ist ein wagerecht liegendes Holz; der mit punktirten Linien eingeschlossene Raum a deutet das Zapfenloch an, in welches der an dem senkrechten Stücke B befindliche Zapfen a gesteckt wird. C ist der Durchschnitt des aufgezapften Stückes A, und D ist die Seitenansicht des senkrechten Stückes B.

Der Zapfen erhält gewöhnlich den dritten Theil des Holzes zur Stärke und muß daher die Breite des Zapfenloches ebensoviel betragen. Was die Höhe des Zapfens betrifft, so ist diese davon abhängig, ob derselbe verbohrt werden soll oder nicht. Im ersteren Falle muß derselbe eine Höhe von mindestens 3 Zoll erhalten; dagegen genügt im letzteren Falle eine Höhe von 2 Zoll.

Gewöhnlich giebt man dem Zapfen die ganze Breite des Holzes zur Länge; kann und darf dieses aber nicht stattfinden, wie dieses z. B. bei den Eckständern von Fachwerksgebäuden der Fall ist, wo man das Holz sowohl an der Schwelle als auch am Rahmstücke stehen läßt, um nicht allein den Zapfen zu verdecken, sondern auch hauptsächlich, um ein Ausweichen des Ständers zu verhindern, so bedient man sich des in Fig. 30 dargestellten, sogenannten geächselten Zapfens. 30 Derselbe erhält gewöhnlich die halbe Breite des Holzes zur Länge.

Des geächselten Zapfens bedient man sich aber auch da, wo man, wenn horizontal liegende Hölzer auf vertical stehende Ständer oder Pfähle aufgezapft werden, eine möglichst ungeschwächte Tragkraft der horizontal liegenden Hölzer erhalten will, wie dieses namentlich bei unterstützten Unterzügen und auch bei Pfahlrostschwellen der Fall ist. In diesen Fällen wird aber der Zapfen von beiden Seiten geächsel.

In Fig. 30 ist A das wagerechte Stück mit dem, durch die punktirten Linien angedeuteten Zapfenloche a; B das verticale Stück mit dem geächselten Zapfen a; C die Endansicht des Stückes A, und D die Seitenansicht von B.

Eine andere Art der Verzäpfung, welche aber vornehmlich nur bei horizontal liegenden Hölzern angewendet wird, bei welchen das eine Holz durch das andere getragen werden soll, als z. B. bei Wechselln und Balken, ist der Brustzapfen Fig. 31.

31

A ist der Durchschnitt des mit dem Zapfenloche a versehenen Stückes; B ist die Seitenansicht des Stückes mit dem Brustzapfen b; C die Ansicht des Stückes A mit dem Zapfenloche a von Oben, und D die Ansicht des Stückes B mit dem Brustzapfen b von Oben.

Der Zapfen wird hier so angeschnitten, daß unter demselben an dem Stücke A oder C noch beinahe die Hälfte des vollen Holzes stehen bleibt, um die Last des Stückes B oder-D desto sicherer

tragen zu können. Damit aber der Zapfen b des Stückes B oder D nicht allein die Last zu tragen erhält, so bleibt über dem Zapfen b das Holz etwa auf $1\frac{1}{2}$ Zoll länger stehen, wie solches auch aus der Figur näher ersichtlich ist.

32 Der in Fig. 32 angedeutete schwalbenschwanzförmige Zapfen findet seine Hauptanwendung in denjenigen Fällen, wo senkrechte Hölzer durch wagerechte in ihrer Stellung erhalten werden sollen.

A ist ein senkrechtcs Stück Holz mit dem, durch die punktirten Linien ac und bd angedeuteten Zapfenloche. B ist die Ansicht des eingezapften Stückes mit dem Zapfen e. C ist der Durchschnitt des Stückes A, und D die obere Ansicht des Stückes B mit dem Zapfen e.

Um das Zapfenloch zu diesem Zapfen zu erhalten, muß die Länge cd der vorderen Seite des Zapfens e gleich gemacht werden, und wird db dann nach der Schräge des Zapfens ausgearbeitet. Der Zapfen e wird nun in das Zapfenloch eingesteckt und mit seiner schrägen Seite an die Seite db des Zapfenloches angeschoben. Die übrig bleibende Oeffnung des Zapfenloches bei ac wird mit einem hölzernen Keil f ausgefüllt, wodurch das Herausziehen des Zapfens e aus dem Zapfenloche verhindert wird. Die Stärke des Zapfens wird gleich $\frac{1}{3}$ der Stärke des Holzes.

Man bedient sich dieser Zapfenverbindung auch bei horizontal liegenden Hölzern, jedoch nur in solchen Fällen, wo es auf Tragkraft der Verbindung nicht besonders ankommt, indem hier einmal nur ein Drittel der jedesmaligen Holzstärke beibehalten bleibt, ferner aber der Balken auch durch das größer gearbeitete Zapfenloch mehr geschwächt wird.

Eine andere Zapfenverbindung, welche jedoch nur bei starken Hölzern Anwendung findet, ist der 33 in Fig. 33 dargestellte Blattzapfen.

Hierbei theilt man die Holzdicke in vier gleiche Theile, und giebt davon einen Theil dem Zapfen und einen Theil dem Blatte zur Stärke, welches genau in den Ausschnitt des Balkens passen muß.

A bezeichnet hier den Durchschnitt eines wagerechten Holzes mit dem Zapfenloche a und dem Ausschnitt d für das Blatt b. B ist ein senkrechtcs Stück Holz mit dem Zapfen c, welcher dem Zapfenloche a, und mit dem Blatte b, welches dem Ausschnitte d entsprechen muß.

34 Bei noch stärkeren Hölzern bedient man sich des Doppelzapfens, Fig. 34.

Das wagerechte Holz, dessen Durchschnitt in A dargestellt ist, wird mit einem doppelten Zapfenloche a a versehen; das senkrechte Holz B wird dagegen mit einem den Zapfenlöchern a entsprechenden Doppelzapfen b b versehen. Um die Stärke der Zapfen zu finden, theilt man die Dicke des Holzes in fünf gleiche Theile und giebt einem jeden einzelnen Zapfen einen dieser Theile zur Stärke.

35 Der doppelte Blattzapfen, Fig. 35, welcher schon sehr starkes Holz erfordert, findet seine Anwendung da, wo ein Ständer a einen Balken b unterstützen und außerdem noch in einen quer über diesen Balken liegenden andern Balken c verzapft werden soll.

A zeigt diese drei Stücke in ihrer Verbindung von einer Seite und B von einer andern Seite, wo der Balken b an beiden Seiten so weit ausgeschnitten ist, als die jedesmalige Stärke der beiden Blätter beträgt. Die Stärke jedes dieser Blätter wird gewöhnlich gleich dem vierten Theil der Stärke des Holzes, so daß also der Balken b an der ausgeschnittenen Stelle eine Stärke behält, die gleich der halben Stärke des Ständers a ist.

36 In Fig. 36 ist ein sogenannter Seitenzapfen dargestellt. Derselbe findet seine Anwendung da, wo ein Ständer, Säule oder Stiel a nicht ganz unter einen Balken b trifft, sondern nur zum Theil. Der Theil des Ständers, welcher nicht unter den Balken trifft, bleibt an der Seite als Blatt stehen.

37 Endlich ist in Fig. 37 noch eine Verzäpfung dargestellt, die wohl bei Grundbalken ihre Anwendung findet.

A ist die Ansicht eines Grundbalkens mit dem Zapfen a b c d des darunter stehenden durchgezapften Pfahls. Um ein Abheben des Grundbalkens zu verhindern, ist der Zapfen bei e e verkeilt. B ist die Seitenansicht von A, worin e e Keile, die punktirten Linien fg aber den durch die Keile auseinander getriebenen Zapfen des Pfahles h bezeichnen, und woraus sich alsdann die Form des Zapfenloches sehr leicht ergibt.

C. Zur dritten Hauptart der Verbindungen gehören:

38 Der schräge Zapfen, Fig. 38.

Derselbe ist bei allen nicht winkelrechten Zapfenverbindungen erforderlich, als namentlich bei Dächern, Verstrebungen und Winkel- oder Kopfbändern. Auf der Seite, wo der stumpfe Winkel sich befindet, also auf der äußeren Seite, wird das Zapfenloch winkelrecht eingestämmt, auf der inneren Seite dagegen jedesmal in der Richtung des einzuzapfenden Holzes, und ist hiernach auch die Form des Zapfens bestimmt.

Es ist hier A die Ansicht des Stückes mit dem Zapfen a, und B das Stück, in welchem das Zapfenloch hergestellt wird, wie durch die punktirten Linien bei b angedeutet ist.

Ferner der Jagdzapfen, Fig. 39.

39

Dieses Zapfens bedient man sich bei schon stehenden Verbindungen, in welche Winkel- oder Kopfbänder eingesetzt werden sollen. Der obere Zapfen a am Winkelbände ist der gewöhnliche schräge Zapfen, wie der in der vorigen Figur angegebene. Der untere Zapfen b hingegen ist der sogenannte Jagdzapfen. Bei Anbringung des Winkelbandes wird das obere Ende mit seinem Zapfen a zuerst eingesetzt, und um dann den unteren Zapfen b einbringen zu können, muß die Stirn c d desselben nach einem Kreisbogen gearbeitet werden, dessen Mittelpunkt in a liegt. Das Band wird auf diese Weise eingejagt, woher dieser Zapfen auch seinen Namen hat. Um das Herausfallen des Bandes zu verhindern, wird der untere Zapfen verbohrt.

Die einfache Versagung, Fig. 40.

40

Man wendet dieselbe hauptsächlich da an, wo ein Holz sich gegen ein anderes in schräger Richtung stark anstemmen soll. In diesem Falle werden von dem dazu bestimmten Holzstücke a die scharfen Ecken bei gh verschnitten. Die Richtung des Schnittes gh wird eine solche, daß sie den äußeren stumpfen Winkel, den die beiden Hölzer miteinander bilden, halbirt. Die Versagung erhält die Breite der Strebe a und wird, wenn die Strebe aus schwächerem Holze besteht, entweder in der Mitte, wie es namentlich bei Kopfbändern der Fall ist, oder, wie hier angedeutet, mit einer Seite bündig in das untere Holz eingearbeitet. Die Tiefe der Versagung beträgt ca. $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{7}$ der Stärke des unteren Holzes b. Da aber größtentheils diese Streben auch gleichzeitig Zapfen erhalten, so wird auf der Seite, wo der stumpfe Winkel sich befindet, das Zapfenloch nach der Richtung der Versagung gh eingestämmt, auf der inneren Seite dagegen nach der Richtung des einzuzapfenden Holzes, und erhält sonach die Stirn des Zapfens dieselbe Richtung wie die Versagung. Die Stärke des Zapfens wird gleich $\frac{1}{3}$ der Stärke des Holzes.

Die doppelte Versagung, Fig. 41.

41

Diese findet hauptsächlich dann ihre Anwendung, wenn die mit einander zu verstrebbenden Hölzer einen sehr kleinen Winkel bilden. Bei dieser wird übrigens ebenso verfahren, wie bei der einfachen Versagung, nur daß die Länge gl in zwei gleiche Theile getheilt und die Versagung dann, wie in der Figur angegeben, ausgearbeitet wird. Die Linie gh der Stirn der Versagung wird bestimmt, wie bei der einfachen Versagung, und alsdann mn parallel mit gh gezogen. Diese doppelte Versagung wird ebenfalls mit einem Zapfen versehen, und fällt die Stirn desselben jedesmal mit der Stirn der Versagung in eine Richtung. Der Zapfen erhält jedoch nicht die doppelte Form der Versagung, sondern er wird ein einfacher Zapfen, welcher beide Versagungen begränzt, wie bei der einfachen Versagung, und zwar nach der in der Figur angegebenen Form gpol.

Die einfache Mauerversagung, Fig. 42.

42

A ist der untere Theil einer in die Mauer versetzten Strebe, worin hd rechtwinkelig auf ab oder auf die Stirn der Mauer, ed aber parallel mit derselben ist. B ist der obere Theil der Strebe und ist derselbe mit einer sogenannten Klaue ef versehen, die in einen Träger ghik eingreift.

Die doppelte Mauerversagung, Fig. 43.

43

Diese wird ganz ähnlich construirt wie die einfache, indem jedes einzelne Holz a und b wie bei der vorigen Versagung angeordnet wird.

Diese beiden letztgenannten Verbindungen finden ihre Anwendung hauptsächlich bei gesprengten Brücken; wenig oder selten findet man sie aber beim Landbau angewendet, indem hier nicht immer die Mauern eine solche Stärke haben, daß sie ein hinreichendes Widerlager bieten, wodurch die Streben in genügender Weise unterstützt werden können.

In den Figuren 44 und 45 sind noch Klauenverbindungen dargestellt, und zwar zeigt die erstere eine Klaue, wodurch ein Stück Holz von einer Seite her unterstützt wird. In Fig. 45 ist die

Unterstützung eines Holzes durch zwei Streben dargestellt, welche beide in das zu unterstützende Holz mit Klauen eingreifen.

Endlich gehört zu dieser Classe von Verbindungen noch das sogenannte Schiften, wovon aber erst später beim Abbinden der Dächer die Rede sein wird.

Was schließlich die vierte Hauptart der Zusammensetzungen von Hölzern betrifft, so wird darüber bei der näheren Beschreibung der Bohlendächer und Kuppeln weiter die Rede sein.

Nachdem hier die gebräuchlichsten und am meisten zur Anwendung kommenden Holzverbindungen näher angegeben sind, kommen wir nun zu deren Anwendung für die mannigfaltigsten Zwecke bei den verschiedenen Constructionen, und zwar betrachten wir zunächst die Holzwände, alsdann die Balkenlagen, und hierauf die verschiedenen Dächer.

Zweites Capitel.

Von den Holzwänden.

§ 3.

Allgemeines.

Unter einer Wand verstehen wir nicht allein einen Theil der äußeren Einschließung eines Gebäudes, sondern auch die im Innern desselben angeordneten verticalen Abtheilungen, welche aus zusammengefügt oder gegeneinander gespannten, oder auch aus miteinander verbundenen Hölzern bestehen.

Was nun die Form oder Gestalt der Wandverbindungen betrifft, so können diese von verschiedener Art sein, und unterscheidet man namentlich:

1. Die Riegel- oder Bundwand.
2. Die gesprengte Holzwand.
3. Die gesprengte Bretterwand.
4. Die Blockwand.
5. Die Bohlenwand.

Diese fünf Hauptarten von Holzwänden sollen in den nächsten Paragraphen weiter besprochen werden, und zwar nur in Rücksicht auf ihre einfache, nackte Construction. Wer dagegen die Holzarchitektur in ihren Formen und mit ihren vielen reichen Verzierungen kennen lernen will, den verweisen wir auf die Werke von Bötticher, Graffenried und Stürler, wovon des Ersteren Werk über Holzarchitektur des Mittelalters, das der Letzteren namentlich über die der Schweizerhäuser handelt.

§ 4.

Die Riegel- oder Bundwand.

Dieselbe besteht aus einer Schwelle (Platte, Sohle), aus Stielen (Ständern, Säulen), Schub- oder Sturmbändern, Riegeln und Rähmen, und wird je nach ihrer Höhe ein-, zwei-, auch dreimal verriegelt. — Beträgt z. B. die Höhe der Wand nur bis zu 8 Fuß, so ist eine einmalige Verriegelung genügend. Bei einer größeren Höhe und bis zu 12 Fuß muß die Wand schon zweimal verriegelt werden; bei einer noch größeren Höhe muß aber eine dreifache Verriegelung stattfinden.

⁴⁶ In Fig. 46 ist eine einmal verriegelte Wand dargestellt, und zwar bei A im Aufsriß und bei B im Grundriß.

Die Schwelle a, welche auch Platte oder Sohle genannt wird, erhält immer eine größere Breite

als das übrige Holz der Wand und wird, wie bei *b* ersichtlich ist, mit einer Abwässerung nach Außen hin versehen, damit das Wasser auf derselben sich nicht sammeln und aufhalten, sondern schnell abfließen kann. In vielen Fällen giebt man aber der Schwelle keine größere Breite, sondern läßt dieselbe bündig mit den Ständern äußerlich sein, oder man macht den Vorsprung der Schwelle im Innern, und läßt dann die Enden der Fußbodendielen darauf ruhen. Wird eine Schwelle aus mehreren Stücken zusammengesetzt, so geschieht die Zusammensetzung meistens mit einem Blatte oder irgend einem Hafenkamm. Der Stoß der Schwelle muß aber immer unter einem Ständer stattfinden. Sehr häufig stößt man die Schwelle auch stumpf zusammen und legt dann an beiden Seiten eiserne Schienen an, welche mit Schrauben oder Nägeln an die Schwellenstücke befestigt werden. An der Ecke bei *b* ist die Schwelle der Giebelwand mit der Hauptschwelle *a* durch einen Hafenkamm, wie in den Figuren 19, 20 und 21 angegeben, verbunden. Die Verbindung einer inneren Querschwelle mit der Hauptschwelle *a* wird dadurch hergestellt, daß die erstere mit einer hakenförmigen Ueberblattung (Fig. 18) auf die letztere aufgeblattet wird. Hierdurch erreicht man, daß die Hauptschwelle mit den inneren Schwellen in gewisser Art verankert und somit ein Ausweichen derselben dadurch verhindert wird.

Die Stiele oder Ständer *d, d*, erhalten, je nach der Stellung, die sie in einer solchen Holzwand einnehmen, besondere Benennungen, und zwar hat man:

„gewöhnliche Ständer, Bundständer oder Bundstiele, und Eckständer oder Eckstiele.“

Die gewöhnlichen Ständer sind diejenigen, welche, außer daß sie die oberen Theile des Gebäudes unterstützen, auch hauptsächlich noch zur Ausfüllung der Wand dienen. Die Bundständer erfüllen denselben Zweck; man giebt ihnen aber stets eine größere Breite, als den gewöhnlichen Ständern, weil sie nur immer auf eine Mittel- oder Querswand treffen, und die Riegel dieser Wand ebenfalls in die Bundständer eingelocht und diese dadurch mehr geschwächt werden, als die gewöhnlichen Ständer. Hieraus folgt unmittelbar auch, daß eine Querschwelle nur immer unter einem Ständer auf die Hauptschwelle treffen muß.

In ganz untergeordneten Gebäuden findet wohl eine solche Anordnung Statt, daß die inneren Wände nicht auf einen Bundständer treffen, und daß die Riegel derselben dann innerhalb der Fächer der Holzwand auf irgend eine andere Weise befestigt werden. Eine solche Anordnung ist aber immer sehr fehlerhaft und führt mancherlei Nachtheile mit sich, weshalb man sie stets vermeiden sollte, und zwar um so mehr, als bei Errichtung solcher Holzwände durch eine richtige Construction die Baukosten derselben durchaus nicht vermehrt werden.

Die Eckständer sind diejenigen, welche auf die Ecken des Gebäudes treffen. Auch diese müssen nothwendig eine größere Stärke als die gewöhnlichen Ständer erhalten, weil sie durch das Einzapfen der Riegel von zwei Seiten her bei der gewöhnlichen Stärke zu sehr geschwächt werden würden.

Die Ständer stehen mit einem gewöhnlichen, ungefähr 2 Zoll hohen Zapfen in der Schwelle, und werden nur die Eckständer mit einem geächselten Zapfen versehen, um durch das stehenbleibende Hirnholz der Schwelle das Ausweichen des Ständers nach Außen hin zu verhindern. Die Ständerzapfen werden mit der Schwelle nicht verbohrt, indem ein Herausziehen derselben aus der Schwelle nicht stattfinden kann.

Was die Stellung der Ständer betrifft, und zwar in Beziehung auf ihre Entfernung von einander, so wird zunächst die Stellung der Eckständer durch die Länge der Wand bedingt. Die Stellung der Bundständer ist von der Stellung der inneren Scheidewände abhängig und wo diese auf die Umfangswände treffen, muß jedesmal ein Bundständer aufgestellt werden. Ferner muß an jeder Seite einer Thür oder eines Fensters ein Ständer angeordnet werden. Die dann noch übrigen Zwischenräume werden so eingerichtet, daß die Entfernung der Ständer von einander nicht unter 3 Fuß und nicht über 6 Fuß beträgt.

Die Riegel *g, g* werden wagerecht zwischen die Ständer gelegt und in dieselben mit einem gewöhnlichen Zapfen eingezapft und verbohrt. Hierbei ist jedoch zu bemerken, daß die Zapfen zweier in einer wagerechten Ebene liegenden Riegel nicht durch den ganzen Ständer reichen und so mit ihren Stirnen zusammenstoßen dürfen, sondern es muß zwischen beiden Zapfenstirnen Holz stehen bleiben, weil sonst der Ständer gar zu sehr dadurch geschwächt werden würde. Da aber bei geringeren, untergeordneten Gebäuden, zu deren Umfangswänden im Ganzen immer nur schwächeres Holz verwendet wird, dieses Durchlochen der einzelnen Ständer an den bezüglichen Stellen nicht zu vermeiden sein

würde, so ist es besser, um diese Nachtheile zu verhüten, die Kiegel nicht alle in einer und derselben wagerechten Ebene durchgehen zu lassen, sondern dieselben abwechselnd etwas höher und etwas niedriger einzusetzen, wodurch dann ein Aufeinandertreffen der Zapfenlöcher jedenfalls vermieden wird.

Die Hauptbestimmung der Kiegel ist einmal, die Ständer in ihrer lothrechten Stellung zu erhalten und in der Mitte sie am Ausweichen zu verhindern, ferner aber der späteren Ausfüllung der einzelnen Fächer die nöthigen Anhaltspunkte zu verschaffen. Was endlich die Breite und Stärke der Kiegel betrifft, so ist diese gleich derjenigen der gewöhnlichen Ständer. Das Sturm- oder Schubband *h* dient dazu, ein Verschieben nach der Länge zu verhindern, und wird sowohl in die Schwelle, als auch in das Rahmstück mit dem gewöhnlichen schrägen Zapfen eingezapft. Im Grundriß *B* ist das Zapfenloch für dasselbe bei *i* angedeutet. Ein solches Schubband bei Wänden von geringerer Ausdehnung, außer demjenigen an der Ecke, auch noch in der Mitte zwischen den übrigen Ständern anzubringen, ist überflüssig. Erhält dagegen eine solche Wand eine bedeutende Länge, so ist es nicht allein sehr zweckmäßig, sondern sogar nothwendig, in der Mitte der Wand noch zwei oder mehre gegen einander strebende Schubänder nach angegebener Weise anzubringen.

Sehr fehlerhaft ist es immer, ein solches Sturmband mit seinem oberen Ende in den Eckständer einzuzapfen, indem dann der obere geächselte Zapfen des Eckständers von zwei Seiten her, nach zwei, unter einem rechten Winkel, oder irgend einem anderen Winkel sich schneidenden Richtungen, im Fall einer Verschiebung oder auch nur Bewegung der Wände, einen sehr bedeutenden Druck auszuhalten hat, und das wenige übrig bleibende Hirnholz des Rahmstücks an der Ecke diesem Drucke Widerstand leisten muß. Die Kiegel werden entweder in diese Schubänder verzapft und damit verbohrt, wie in der Zeichnung angegeben, oder, was auch eben so gut ist, sie werden in den Eckständer und in den zunächststehenden Ständer eingezapft und mit dem Schubbande überschritten. Das Rahmstück *k*, in welches die Ständer und Schubänder eingezapft und verbohrt werden, wird, wenn es aus mehreren Stücken besteht, stumpf zusammengestoßen; es wird durch die darauf verkämmten Balken *m* gehalten. Das Zusammenstoßen der Rahmen darf aber immer nur über einem Ständer stattfinden, und müssen die Stücke alsdann noch durch an den Seiten angenagelte eiserne Schienen aufs Festeste mit einander verbunden werden.

Die Balken *m*, welche hier nur angedeutet sind, um ihre Verbindung mit der Wand zu zeigen, werden so eingetheilt, daß auf jede Giebel- oder Querwand ein Balken zu liegen kommt. Bei der Querwand vertritt der Balken die Stelle des Rahmens und werden die Ständer in denselben eingezapft. Bei der Giebelwand vertritt der Balken, welcher außerhalb mit der Wand bündig gelegt wird, ebenfalls die Stelle des Rahmens; außerdem aber auch gleichzeitig die Stelle einer Schwelle für die noch darüber aufzustellende Wand, so daß also sowohl die Ständer der unteren Wand, als auch diejenigen der oberen Wand in diesen Balken eingezapft werden. Ein solcher Balken heißt der Ort- oder Giebelbalken.

Entsteht dadurch, daß man auf jede Querwand einen Balken legt, eine zu ungleichförmige Einteilung der übrigen Balken, so kann man auch die Querwand mit einem eigenen Rahmen versehen, welcher sich gegen Wechsel stützt, die in zwei neben einander liegende Balken von unten her eingelassen sind. Der Rahmen einer solchen Querwand wird alsdann mit dem Rahmen der äußeren Hauptwand durch ein Hakenblatt verbunden, oder auch dadurch, daß man ersteren in letzteren einzapft und verbohrt. Hierbei sind aber immer noch Eisenverbindungen erforderlich.

Ist die Wandhöhe so bedeutend, daß eine zweimalige Verriegelung angewendet werden muß, so besteht diese ganz aus denselben Theilen, wie die vorerwähnte, nur mit dem Unterschiede, daß wegen 47 der größeren Wandhöhe eine zweimalige Verriegelung angeordnet wird. In Fig. 47 ist eine zweimal verriegelte Wand dargestellt, und zwar zeigt *A* dieselbe im Aufriß und *B* im Grundriß.

Ist die Höhe einer Wand noch bedeutender, so wendet man, wie bereits oben erwähnt wurde, eine dreimalige Verriegelung an. Die Wand wird dann ebenfalls aus denselben Theilen zusammengesetzt, wie oben beschrieben ist, nur auch hier mit dem Unterschiede, daß, wegen der größeren Höhe 48 der Ständer, diese dreimal verriegelt werden müssen. Eine solche Wand ist in Fig. 48 dargestellt, und zwar zeigt *A* dieselbe im Aufriß und *B* im Grundriß.

Es ist in dieser Fig. *A*, *a* die Schwelle mit der nöthigen Abwässerung; *b* der Rahmen; *c* der Eckständer und *d* ein Thorständer, welche beiden letzteren stärker angenommen werden müssen, als die

gewöhnlichen Ständer e. Die Gründe, warum die Eckständer stärker zu nehmen sind, sind schon oben angeführt. Was aber die Thorständer betrifft, so sind dieselben hier deshalb stärker zu nehmen, weil außer der übrigen Belastung auch noch die Thorflügel daran gehängt werden. f ist das Schub- oder Sturmband; g, g die Riegel; h der Sturz des Thorweges, welcher sowohl zum Anschlag der Thorflügel, als auch zur Unterstüzung und Verstärkung des Rähmen, auf welchen die Balken m verkämmt werden, dient. Ferner hat der Sturz auch noch den Zweck, die Thorständer in sofern zu unterstützen, daß die Zapfen derselben durch die einseitig angehängte Last der Thorflügel weniger leiden, was dadurch auch im hohen Grade erreicht wird. Zu mehrerer Unterstüzung des Rähmen und des Sturzes h ist hier noch das Kopf- oder Winkelband k angeordnet, welches sowohl in den Thorständer als auch in den Sturz mit Versagung eingezapft wird.

Die größere Stärke der Eckständer, so wie die der Bundständer, bringt bei untergeordneten Gebäuden eben keine Uebelstände hervor, indem es dabei wenig Nachtheil hat, ob das Holz derselben an der inneren Seite vor den anderen Hölzern etwas vorsteht oder nicht. Dagegen in Wohngebäuden würde das Vorstehen der Ecken im Innern ein sehr schlechtes Ansehen gewähren, und müßte daher das vorstehende Holz im Winkel herausgearbeitet werden. Um aber diese Arbeit zu ersparen, giebt man den bezüglichen Ständern nur nach einer Seite hin eine größere Breite, und behält sonst die die Stärke des übrigen Holzes auch hier bei.

Soll ein Gebäude aus mehreren Stockwerken bestehen, so werden die Wände für jedes einzelne Stockwerk besonders abgebunden, und erhalten daher dieselben jedesmal auch besondere Schwellen. Die Schwellen der Wände der oberen Stockwerke werden auf die Deckenbalken des jedesmal darunter befindlichen Stockwerkes verkämmt und heißen dieselben Saumschwellen. Diese Saumschwellen sind jedoch nur in den Frontwänden erforderlich, weil dieselben in den Giebeln durch die Ortbalken vertreten und dort die Ständer der oberen Stockwerkswand in den jedesmaligen Ortbalken eingezapft werden, was auch bereits oben erwähnt wurde. Uebrigens gilt bei den oberen Stockwerkswänden ganz dasselbe, was bereits oben von den Wänden angeführt ist. Was jedoch die Saumschwellen betrifft, so erhalten diese keine größere Breite, als die darin einzuzapfenden Ständer, weil durch das Vorstehen dieser Schwellen, sowohl im Innern, als auch im Außern, nur Uebelstände hervorgerufen werden würden. Dagegen erhalten diese Schwellen eine größere Höhe, weil sie durch das Aufkämmt auf die darunter liegenden Balken nothwendig geschwächt werden. Die Stirnseiten der Balken werden mit dem Rähmen und der Saumschwelle bündig gelegt. Besteht die Saumschwelle aus mehreren Stücken, so darf dieselbe nur unter einem Ständer und auf einem Balken zusammengestoßen werden. Der Stoß der Saumschwelle darf aber nicht mit dem Stoße des darunter befindlichen Rähmen auf einem Balken zusammentreffen, sondern es müssen diese Stöße gehörig verwechselt werden. Die Saumschwellen können stumpf gegen einander gestoßen werden, man muß aber dann die Verbindung durch eine aufgenagelte eiserne Schiene herstellen.

In Fig. 49 ist eine aus zwei Stockwerken bestehende Fachwerkswand dargestellt, und bezeichnet 49 a die untere Schwelle, b den Rähmen der unteren Wand, c die Deckenbalken, d den Ortbalken, e die Saumschwelle, f den Rähmen der Wand des oberen Stockwerks und g die Dachbalken mit dem Ortbalken h, welche letzteren ebenfalls auf den Rähmen verkämmt werden.

In Betreff der Schwellen bleibt noch Folgendes zu bemerken übrig.

Da dieselben, wenn sie häufiger Abwechslung von Feuchtigkeit und Trockniß ausgesetzt sind, sehr bald verfaulen, dieses aber für das Gebäude vom größten Nachtheil ist, so ist es durchaus erforderlich, daß die Schwellen wenigstens $1\frac{1}{2}$ Fuß über die umgebende Terrainhöhe erhöht und auf ein massives und vollkommen wagerecht abgeglichenes Fundament gelegt werden, wodurch die unmittelbare und fortwährende Einwirkung der Erdfeuchtigkeit, so wie das Ansprigen des von den Dächern herunter träufelnden Regen- oder Schneewassers abgehalten wird.

Um aber auch ferner zu verhüten, daß die bei eintretender Veränderung der Witterung ausschwitzende Mauerfeuchtigkeit nicht unmittelbar auf das Schwellenholz einwirke und dieses dadurch allmählig zerstört werde, so wendet man sehr zweckmäßig eine Asphaltschicht an, womit die Oberfläche der Fundamentmauern bedeckt und abgeglichen wird.

Obgleich die Schwellen im eigentlichen Sinne nicht dazu bestimmt sind, die Wände oder das Gebäude zu tragen, so darf man dieselben dennoch nicht fortlassen, weil sonst sehr leicht der Uebel-

stand entstehen kann, daß die Ständer durch irgend einen Seitendruck, oder auch durch lothrechten Druck, zumal wenn das Fundamentmauerwerk stellenweise etwas nachgeben sollte, aus ihrer lothrechten Stellung gebracht werden. Die Schwellen dienen daher vorzugsweise dazu, die einzelnen Ständer am Ausweichen aus ihrer Stellung zu verhindern, und ist daher bei Fachwerksgebäuden die Anordnung derselben immer durchaus erforderlich. Nebenbei erreicht man dann durch die Anordnung der Schwellen noch den großen Vortheil, daß der Druck der Gebäudelast mittelst der Schwellen gleichförmiger auf die Grundmauern vertheilt wird.

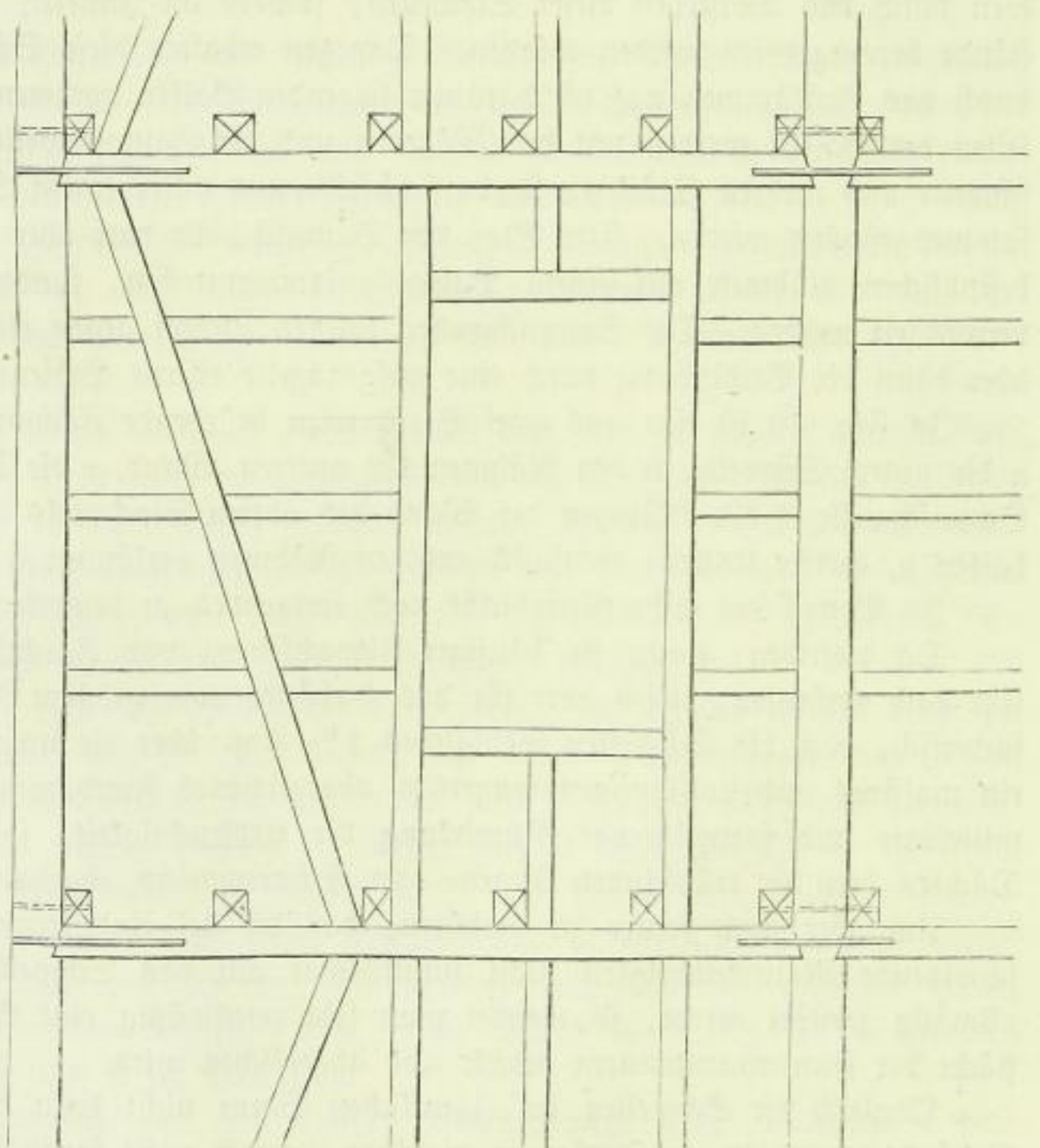
Weiter oben wurde angeführt, daß die Grundschwellen eine größere Breite erhalten, als die übrigen Wandhölzer. In der Ausführung findet man es aber sehr häufig, daß dieses nicht geschieht, sondern daß die Schwellen von derselben Stärke genommen werden wie die übrigen Hölzer. Dieses ist aber keineswegs zu empfehlen; denn da dieselben durch die Zapfenlöcher für die Stiele immer schon sehr erheblich geschwächt werden, so können sie bei schwächeren Dimensionen den Einwirkungen nicht in dem Maße widerstehen, als solches zur Erhaltung des Gebäudes erforderlich ist. Am allerwenigsten sollte man dieses befolgen bei Gebäuden, die keine weiteren inneren Verbindungen haben, also um so leichter ausweichen können. Bei Gebäuden, wo die äußeren Wände noch durch Querswände im Inneren verbunden sind, und wo also die Schwellen durch die damit verbundenen Querschwellen am Ausweichen verhindert werden, kann es noch eher geschehen, daß die Schwellen aus demselben Holze, woraus die Wandständer bestehen, hergestellt werden.

Die bei den Fachwerkswänden entstehenden Fächer werden entweder mit Ziegelsteinen ausgemauert, oder mit Stäckwerk ausgefüllt, oder man bekleidet die Wände auf einer oder auf beiden Seiten mit Dielen.

Werden die einzelnen Wandfächer mit Ziegelsteinen ausgemauert, so werden an die Ständer, und zwar an der inneren Fachseite, kleine Leisten festgenagelt, oder auch die Ständer ausgerillt, damit die gemauerten Fächer nicht leicht herausgeworfen werden oder gar von selbst herausfallen können, indem die Adhäsion des Mörtels zum Holze zu gering ist, als daß darauf irgend zu rechnen sein würde. Die Anordnung von Leisten ist jedoch zweckmäßiger, als das Ausrillen der Ständer.

Wir haben nunmehr noch eines Vorschlags zu gedenken, welcher von Egel in Försters Bauzeitung 1841 gemacht wurde, und wodurch derselbe eine größere Festigkeit der Fachwerksgebäude zu erreichen glaubt.

Nachdem derselbe nämlich die gewöhnlichen Fachwerkswände im Allgemeinen beschrieben hat, geht er zu den Mängeln über, welche den Fachwerkswänden ankleben, und sagt von den oben beschriebenen Wandconstructions, daß sie einmal eine geringe Dichtigkeit haben, ferner aber die äußere Temperatur sehr leicht ins Innere des Hauses leiten, und daß diese Eigenschaften das Resultat ihrer geringen Dicke und einer unendlichen Menge von kleinen Rigen sei, welche durch das Austrocknen des Mauerwerks in diesem, und noch mehr durch das Austrocknen der Holzbestandtheile, zwischen diesen und dem Füllungsmauerwerk entstehe.



Diesen Mängeln will derselbe nun dadurch abhelfen, daß er das Schwinden der Ständer, Streben und Riegel auf ein Minimum reducirt, indem er die Wandriegel aus 2zölligen, die Zwischenständer, Fenster- und Thürständer aus 3zölligen Bohlen, die Streben, Fenster- und Thürriegel aus 4zölligem Halbholze anfertigt, der ganzen Wand aber zugleich eine Dicke von mindestens 7 Zoll giebt.

Es sollen hier aus dem Grunde schwächere Hölzer angewendet werden, weil stärkere Hölzer mehr schwinden und daher schädlich sind, und weil ferner dieselben in keiner Art zur Festigkeit des Gebäudes beitragen, indem ein Ausbeugen der Hölzer in der Richtung der Wand wegen des Füllgemäuers nie denkbar ist, senkrecht auf die Wandfläche aber nicht stattfinden wird, da in dieser Richtung die Dimensionen der Hölzer keine Veränderung erleiden, sondern im Gegentheil verstärkt werden.

Es entsteht aber die Frage — wird dasjenige, was der Verfasser beabsichtigt, durch diese Construction erreicht? —

Betrachten wir die Construction in umstehender Skizze näher, so geht daraus hervor, daß die Eck- und Bundständer in einem Stücke mindestens durch zwei Stockwerke gehen sollen. Statt der Rahmen und Schwellen sind Riegel angeordnet, welche mit Versagung in die durch mehre Stockwerke gehenden Bund- und Eckständer eingezapft sind. Zwischen diesen Riegeln und den Hauptständern wird die oben beschriebene Ausfüllung mit den schwächeren Hölzern angeordnet.

Was die durchgehenden Ständer betrifft, so werden diese an den Stellen, wo die Riegel eingezapft sind, jedenfalls sehr stark geschwächt, wenn sie auch durch die damit verbundenen durchgehenden Balken am Ausweichen vorläufig gehindert werden. Anders ist es aber noch mit den Eckständern; diese werden durch den angeschraubten Balken nur nach einer Richtung hin gehalten, nach der anderen Seite hin werden dieselben nur durch umgelegte eiserne Bänder am Ausweichen verhindert. Es ergiebt sich hierdurch also, daß bei der Schwächung der Eckständer durch die eingeschnittenen Versagungen und durch die Zapfenlöcher, diese Ecken unbedingt als sehr schwache Stellen zu betrachten sind. Allein setzt man solches auch ganz bei Seite, und betrachtet die Ausfüllung, welche aus schwächerem Holze hergestellt wird, so ist doch von vorn herein anzunehmen, daß das Holz, wiewgleich in schwächeren Dimensionen angewendet, ebenfalls schwinden wird. Die nächste Folge davon ist, daß auch hier die eingemauerten Füllungen sich lösen und mit ihrem ganzen Gewicht auf die zunächst darunter befindlichen Riegel drücken. Außer dieser Last, welche vermittelt der Füllungsständer auf die Hauptriegel verpflanzt wird, kommt noch die der Balkenlage auf dieselben. Diese Hauptriegel werden nun zwar durch die schwächeren Ständer der Füllung unterstützt, diese haben aber ebenfalls wieder einen bedeutenden Theil der Füllmauer zu tragen.

Die ausgemauerten Fächer lösen sich durch das Schwinden der Hölzer; die Hauptriegel aber werden durch die nöthigen Zapfenlöcher zu den Zwischenständern nicht unerheblich geschwächt. Auf diesen Riegeln ruhen nun ferner die Balken des Stockwerks; jede Erschütterung auf diesen Balkenlagen theilt sich augenblicklich den äußeren Wänden mit, für welche es aber um so nachtheiliger ist, da ihre Unterstüzung nur durch schwächere Hölzer bewirkt wird, und ferner für diese Zwischenfelder keine Einrichtung weiter getroffen werden kann, ein Ausweichen derselben zu verhindern, als durch die an den Riegeln befindlichen Zapfen, mit welchen sie in die Bund- und Eckständer eingesetzt sind. Ueberhaupt werden, da ein Schwinden der Hölzer gar nicht zu verhindern ist, diese Verzapfungen, welche eine Hauptverbindung der Construction ausmachen, sehr bald locker werden. Die eisernen Schienen, welche vorgelegt werden sollen, verhindern dieses Lockerwerden gar nicht, sondern haben nur den Zweck, die Wand nach der Länge zusammenzuhalten. Die also entstehenden Erschütterungen können um so wirksamer werden, je größer die Weiten zwischen zwei durchgehenden Ständern sind.

Der größte Nachtheil, welcher sich hier ergeben kann, ist, wenn ein eisernes über die Riegel gelegtes Band springt oder schadhast wird, oder die Nägel in denselben nachgeben. Findet dieses Statt so muß die Wand nothwendig auseinander gehen, weil der Eckständer in seiner Mitte zu sehr geschwächt wird und bei seiner Länge augenblicklich in der Mitte ausbauchen muß. Dasselbe läßt sich auch bei den Bundständern annehmen. Ferner würde auch die Erneuerung eines Eck- oder Bundständers sehr schwierig sein.

Es werden also die beabsichtigten Vortheile durch diese Anordnung keineswegs erreicht, im Gegen-

theil bietet die bisher übliche Construction der Fachwerkwände weit mehr Sicherheit. Auch in Betreff der Minderkosten wird diese Construction keine Vortheile gewähren.

Schließlich wollen wir noch Folgendes in Betreff der Stärke der verschiedenen Hölzer zu einer Fachwerkwand anführen. Man sollte die Ständer, Riegel, Rähmen und Schwellen nie unter 6 und 7 Zoll nehmen, welches Maß auch mit der Breite der Steine ziemlich zutrifft. Erhält das Gebäude mehre Stockwerke, so müssen die unteren Wände, zumal wenn die oberen Balkenlagen mehr als gewöhnlich belastet werden, aus stärkeren Hölzern hergestellt werden. Ein bestimmtes Maß läßt sich nun nicht wohl vorschreiben, weil die Benutzung der Gebäude sehr verschieden sein kann; es muß daher dieses immer dem Ermessen des Baumeisters überlassen bleiben und kann im Fall, daß das zu verwendende Holz nicht in der verlangten Stärke zu erhalten wäre, die Wand dadurch sehr erheblich verstärkt werden, daß die Ständer näher an einander gerückt werden. Für eine tüchtige Querverbindung muß natürlich ebenfalls Sorge getragen werden, um ein Ausweichen der Wände aus ihrer lothrechten Stellung zu verhindern.

§ 5.

Die gesprengte Holzwand.

Häufig wird durch innere Eintheilung oder Einrichtung der Gebäude die Anordnung von Scheidewänden in den oberen Stockwerken bedingt, welche aber von unten her nicht durch andere Wände unterstützt werden und somit dann der nöthigen festen Unterlage entbehren. Da aber durch die Last einer solchen Wand, namentlich wenn sie auch außer dem Zweck der Trennung zweier Räume noch den erfüllen soll, eine darüber befindliche Balkenlage zu unterstützen, und sie auf einem oder mehreren nicht hinreichend unterstützten Balken ruht, jedenfalls eine Senkung dieser benannten Theile entstehen würde, welches immer unter allen Umständen nachtheilig wäre, so muß eine Wand in der Art hergerichtet werden und eine solche Zusammensetzung in ihren Theilen erhalten, daß eine Senkung nicht eintreten kann oder doch möglichst verhindert werde. Dieses kann nun in folgender Weise geschehen.

50 Steht nämlich die Wand Fig. 50 auf einem Balken a, so vertritt dieser gleich die Stelle der Schwelle; steht aber die Wand der Quere nach über mehren Balken, so muß selbige eine besondere Schwelle a erhalten. Wird ferner in einer solchen Wand eine Thür angebracht, so muß diese möglichst in der Mitte liegen; auf beiden Seiten derselben stehen die Ständer b, b, welche in dieser Verbindung „die Hängesäulen“ genannt werden. Diese Ständer erhalten eine größere Breite als gewöhnlich; ebenso erhält auch der Riegel c, welcher hier Spannriegel genannt wird, eine größere Stärke und wird mit Versagung in die Ständer b, b eingezapft. Unten an diese Ständer werden Hängeeisen d angebracht, welche um den Balken oder die Schwelle a herum, auf beiden Seiten der Ständer in die Höhe gehen und mit eisernen Klammern und Nägeln an dieselben befestigt werden.

Die Ständer b, b werden durch die zu beiden Seiten befindlichen schrägen Streben e, e getragen, indem dieselben mit ihren Enden mit Versagung und Zapfen sowohl in die Ständer als auch in die Schwelle eingesetzt sind, so daß der auf die Ständer wirkende Druck vermittelst dieser schrägen Streben auf die Endpunkte der Schwelle abgeleitet wird. Es versteht sich nun natürlich von selbst, daß eine solche Schwelle an ihren Enden von unten her genügend unterstützt sein muß.

Innerhalb einer Thür wird, sobald eine Schwelle a erforderlich ist, diese ausgeschnitten, soweit es die Oeffnung der Thür erforderlich macht; jedoch wird die Schwelle nicht ganz durchschnitten, weil sonst leicht ein Auseinanderweichen der beiden Schwellenstücke stattfinden könnte. Im Fall aber solches nicht zu vermeiden ist, muß man die getrennten Schwellenstücke oder doch jedenfalls die beiden Stützpunkte der Streben durch eine genügende Eisenverbindung zusammenhalten. Meistentheils schneidet man aber die Schwelle nur um einige Zolle aus und füttert dann, um einen Vorsprung im Fußboden zu vermeiden, die Balkenlage auf und legt auf diese Auffütterung alsdann die Fußbodendielen.

Die übrigen Ständer, die Riegel und das Rahmstück, welche nur zur Herrichtung der ganzen Wand dienen, werden in der gewöhnlichen Art angebracht.

Bei kleineren gesprengten Wänden, die nur als Trennungswände dienen sollen, werden die Streben und die übrigen Zwischenständer auf das halbe Holz mit einander überschnitten, die nöthigen Riegel aber auf gewöhnliche Weise eingezapft. Erhält eine solche Wand keine Thür, so genügt es,

wenn man in der Mitte der Wand einen Ständer oder eine Hängesäule anbringt, welche auf beiden Seiten von den in dieser mit Versagung eingezapften Streben gehalten wird und wobei alsdann der Spannriegel *c* wegfällt. In Fig. 82 ist die Construction einer solchen Wand dargestellt und 82 werden wir weiter unten noch darauf zurückkommen.

Um die Last einer solchen Wand nicht zu vergrößern, so wird dieselbe auf beiden Seiten mit Brettern bekleidet, und ist es zur weiteren Verstärkung der Wand sehr zweckdienlich, wenn man die Bretter nicht nach horizontaler Richtung, sondern von beiden Seiten her in schräger Richtung, gleichlaufend mit den Streben an die Ständer und übrigen Hölzer festnagelt.

Durch Anordnung einer solchen Wand läßt sich, wie schon erwähnt, ein doppelter Zweck erreichen; nämlich einmal eine Trennung zweier Räume, und ferner aber kann man, da auf beiden Seiten einer solchen Wand immer feste Stützpunkte vorhanden sein müssen, sie dazu benutzen, daß die darunter liegenden Balken vermittelst Schraubenbolzen oder Hängeeisen an die Schwelle derselben befestigt und außerdem noch die darüber liegenden Balken durch dieselbe unterstützt werden, wie solches in den Figuren 81 und 81 A näher angedeutet ist. 81

In diesem letzteren Falle muß aber stärkeres Holz zu der eigentlichen Sprengwand verwendet werden, und darf man dieselbe dann nicht mehr als bloße Trennungswand betrachten. Da aber die übrigen Hölzer einer solchen Wand, außer den zu dem Hängewerke erforderlichen Hölzern, nur den Zweck haben, daß die Bretterbekleidung daran befestigt wird, so kann man sich zu den noch erforderlichen Ständern und Riegeln schwächerer Hölzer bedienen, die dann aber auf beiden Seiten der Wand anzubringen sind. Hierbei fällt dann auch ein Ueberschneiden der Streben mit den Ständern weg und werden diese letzteren, wo sie mit den Streben zusammentreffen, in diese eingeklattet und mit einem großen eisernen Nagel daran befestigt. Die Riegel werden jedoch auf die gewöhnliche Weise eingezapft.

§ 6.

Die gesprengte Bretterwand.

Eine solche ist in Fig. 51 dargestellt und zwar in A im Aufriß und in B im Grundriß. 51

Dieselbe besteht aus zwei Lagen Brettern, die jede für sich in einander gefügt werden, und von denen die eine Lage aus senkrechten, dagegen die andere Lage aus in schräger Richtung stehenden Brettern bestehen und in diesen Richtungen beide Lagen zusammengenagelt werden. Die schräge Richtung der Bretter ist durch die Linien *aa*, *aa* und die senkrechte der anderen Lage durch die punktierten Linien *bb*, *bb*, bezeichnet.

Zur Befestigung der Wand werden an die Decke und auf den Fußboden, lothrecht über einander und nach der Richtung der Wand, Latten festgenagelt und hieran zuerst die senkrechten Bretter befestigt und darüber alsdann diejenigen nach schräger Richtung.

Die Thür erhält ein Futter und auf beiden Seiten der Wand eine Bekleidung, wie aus der Zeichnung zu ersehen. Das Futter erhält an der äußeren Kante herum einen Falz, in welchen die senkrechten Bretter eingreifen und dann festgenagelt werden. Die nach schräger Richtung angenagelten Bretter stoßen gegen das Futterholz.

Dergleichen Bretterwände finden eine häufige Anwendung und sind in einigen Gegenden unter dem Namen „spanische Wand“ bekannt. Sie bringen keine große Last hervor und sind ferner sehr leicht herzustellen. Sie werden aus rauhen Brettern angefertigt und entweder berohrt und bepuzt, oder, was jedenfalls vorzuziehen ist, mit Leinwand überzogen und mit Tapeten überklebt, indem durch das Aufwerfen des Kalkmörtels die Bretter wieder Feuchtigkeit anziehen und später beim Austrocknen sich werfen, wodurch sehr unangenehm in die Augen fallende Risse und Sprünge im Kalkpuß entstehen.

§ 7.

Die Blockwand.

Diese in Fig. 52 A im Aufriß und B im Grundriß dargestellte Wand ist nur noch in sehr holz- 52 reichen Gegenden gebräuchlich. Sie besteht aus unmittelbar auf und über einander wagerecht liegen-

den Hölzern, die entweder auf allen vier Seiten vollkantig behauen werden oder auch nur auf zwei Seiten, nämlich auf den Lagerseiten beschlagen sind.

Die Wand erhält ebenfalls eine Schwelle a mit einer Abwässerung, wodurch schon von vorn herein eine größere Stärke der hierzu zu verwendenden Hölzer bedingt ist. Die Hölzer der äußeren Querwände werden an ihren Enden schwalbenschwanzförmig ausgearbeitet und zwischen die ebenso geformten Einschnitte der Hölzer in den Frontwänden, wie bei b angedeutet ist, eingelegt. Um aber ein Ausweichen der Hölzer nach der Seite hin zu verhindern, werden die Schwalbenschwänze schräg ausgearbeitet, wie in C ersichtlich ist. Die inneren Quer- oder Scheidewände werden auf dieselbe Art mit den Frontwänden verbunden (s. bei c), nur daß man hier den gewöhnlichen Schwalbenschwanz anwendet, wie bei D näher angedeutet.

Die Fenster und Thüren erhalten senkrecht stehende Stiele. Dieselben sind in die unteren und oberen Balkenhölzer mit Zapfen eingesetzt; an der inneren Seite erhalten diese Stiele Nuthen, und werden an den gegenstoßenden horizontalen Balken Federn gearbeitet, mit welchen sie in die Nuthen eingelassen werden, um so ein Ausweichen der nicht durchgehenden Balken- oder Schurzhölzer zu verhindern. Die Thürständer werden mit ihrem unteren Ende in die Schwellen eingezapft.

Um hier ein baldiges Verfaulen der Schwellen zu verhindern, ist ebenfalls eine erhöhte Fundamentmauer erforderlich, die aber meistens aus Bruchsteinen hergestellt wird. Diese Mauer muß eine solche Einrichtung erhalten, daß keine Ansammlung von Wasser bei der Schwelle stattfinden kann, und ist daher eine Abwässerung derselben von vorn herein anzuordnen.

Um ferner die Hirnenden der Schurzhölzer gegen das Eindringen der Feuchtigkeit zu schützen, bekleidet man dieselben mit Brettern. Desgleichen werden auch die Thür- und Fenstereinfassungen mit Brettern bekleidet (s. bei e).

Diese Construction findet selbst in den holzreichsten Gegenden im Allgemeinen nur noch wenig Anwendung, sondern man wendet gewöhnlich die Fachwerksconstruction an, ähnlich wie sie oben beschrieben ist.

§ 8.

Die Bohlenwand.

53 Die Bohlenwand, welche in Fig. 53 A und B im Aufsriß und im Grundriß dargestellt ist, besteht ebensowohl, wie bei der gewöhnlichen Kiegelwandverbindung, aus der Schwelle a mit einer Abwässerung, aus Bundständern, Eckständern und Mittelständern, sowie aus Fenster- und Thürständern, welche so weit aus einander gestellt werden, als es die Steifigkeit der zwischen geschobenen Bohlen gestattet; ferner aus den Kiegeln e innerhalb der Thüren und Fenster, welche von der äußeren Kante der Bohlen ab ebenfalls etwas abgewässert werden müssen, damit sich daselbst kein Wasser ansammeln kann, und endlich aus dem Rahmstück d.

Die Ständer werden etwa $\frac{3}{4}$ Zoll tief und der Stärke der Bohlen entsprechend breit ausgenuthet. In diese Nuthen werden dann die Bohlen e, e eingeschoben. Damit dieselben möglichst dicht auf einander schließen, so werden sie gehörig gerade gestrichen und alsdann gefedert.

Bei Gebäuden findet diese Construction im Ganzen selten Anwendung, mehr aber bei Planken und leichten Spundwänden, wo dann die einzelnen Pfosten eingegraben oder eingerammt, und die einzelnen Bohlen eingeschoben werden.



Drittes Capitel.

Von den Balkenlagen, Fußböden und Decken.

§ 9.

Von den Balkenlagen im Allgemeinen.

Unter Balken, im engeren Sinne des Wortes, versteht man diejenigen Verbandhölzer, welche in horizontaler Lage und in gewissen Entfernungen von einander gelegt, durch Mauern oder Wände oder auch durch stärkere unterstützte Holzstücke getragen werden und zum Gerippe der Decken und Fußböden, so wie auch zur Aufstellung des Daches darüber, dienen. Mehre solcher Hölzer, neben einander in bestimmten Entfernungen und in einer wagerechten Ebene gelegt, bilden eine Balkenlage.

Man unterscheidet:

1. Die Stagenbalkenlage, welche zum wagerechten Abschluß der einzelnen Stockwerke und als Gerippe der Decken und Fußböden dient.
2. Die Dachbalkenlage, worauf der Dachboden liegt und in deren einzelne Balken in der Regel die Sparren mit ihren Zapfen eingesetzt werden.
3. Das Senkgebälk. Dieses vertritt meistens die Stelle der Dachbalkenlage, nur mit dem Unterschiede, daß die Sparren des Daches mit ihren Enden nicht in die Balken eingezapft werden, und somit also auch nicht unmittelbar mit denselben in Verbindung stehen.

Ein solches Gebälk kommt hauptsächlich immer in denjenigen Fällen zur Anwendung, wenn die innere Höhe des obersten Stockwerks niedriger wird, als im Aeußeren die Architektur anzeigt; ebenso kommt das Senkgebälk bei flachen Dächern sehr häufig zur Anwendung, so wie auch endlich sehr häufig ein Senkgebälk angeordnet wird, um einen höheren Bodenraum zu gewinnen.

4. Das Kehlgebälk. Dieses kommt immer nur im Dache selbst vor und dienen die einzelnen Balken einmal hauptsächlich dazu, die Dachsparren aus einander zu spreizen und sie dadurch gleichzeitig zu unterstützen, so wie auch ferner noch zur Aufnahme des Fußbodens über demselben.

Bei Anordnung einer Balkenlage können noch mancherlei Umstände eintreten, wodurch die Lage des einen oder des anderen Balkens näher bestimmt wird, was namentlich stattfindet bei durchziehenden Schornsteinröhren, Treppenöffnungen, einfallenden Lichten, Windelufen und dergleichen Anlagen, worauf aber bei Anordnung der Balkenlage Rücksicht genommen werden muß, damit die Hauptbalken, welche zum Tragen bestimmt sind, ein festes und sicheres Lager erhalten. Da aber wegen dieser Umstände nicht immer ganze Balken angewendet werden können, und daher in einer Balkenlage Hölzer von sehr verschiedenen Längen vorkommen können, so unterscheidet man bei denselben folgende Constructionshölzer:

1. Ganze Balken, die in der ganzen Länge durchgehen und mit ihren Enden auf zwei einander gegenüberliegenden äußeren Mauern ruhen. Diese können aber wieder sein:
 - a. Bund- oder Wandbalken, die einer darunter befindlichen Fachwerkswand gleichzeitig als Rahmen dienen; oder sie können auch auf einer inneren massiven Mauer liegen, die nicht weiter als bis unter diesen Balken aufgeführt wird.
 - b. Streichbalken, die auf beiden Seiten einer in die oberen Stockwerke hinauf gehenden massiven Mauer anliegen.
 - c. Ort- oder Giebelbalken, welche erstere nur bei Fachwerksgebäuden vorkommen und diejenigen Balken sind, die zwischen den Giebelwänden eingelegt werden, und der darunter befindlichen Wand als Rahmen, der darüber weiter aufzuführenden Wand aber als Schwelle

dienen. Die Giebelbalken sind diejenigen Balken, welche zunächst der äußeren Giebelmauern, und zwar unmittelbar daran liegen.

- d. Binderbalken, auf denen die Quer- und Längenverbindungen des darüber aufzustellenden Daches angebracht werden, und die demnach die Unterstützungshölzer der Dachstühle und anderer Hauptverbindungen im Dache zu tragen haben.
 - e. Leerbalken, welche zwischen die in d erwähnten Binderbalken zur Completirung der Balkenlage gelegt werden.
2. Wechselbalken. Dieselben ruhen entweder mit ihren beiden Enden in Balken, indem sie in diese mit Brustzapfen eingezapft werden, oder sie ruhen mit ihrem einen Ende auf einer vollen Mauer, und mit ihrem anderen Ende sind sie in Balken eingezapft. Diese Wechselbalken sind dazu bestimmt, die Zwischen- oder Stichbalken, welche nicht ganz durchgehen und mit ihrem einen Ende in jene eingezapft sind, zu tragen.
 3. Stichbalken, welche mit ihrem einen Ende auf einer vollen Mauer oder Wand ruhen, mit dem anderen Ende aber in einen Balken oder Wechsel eingezapft sind.
 4. Gradbalken oder Gradstiche. Diese kommen nur bei Dach- und Kehlgebälken vor und liegen nach einer diagonalen Richtung des Gebäudes auf einer Ecke desselben. Sie ruhen mit einem Ende auf der Mauer- oder Wanddecke, mit ihrem anderen Ende sind sie aber in Balken eingezapft.
 5. Mauerlatten, welche als Auflager der Balken dienen.

§ 10.

Von den Balkenlagen insbesondere.

Was die Anordnung einer Balkenlage betrifft, so ist zunächst die Entfernung, in welcher die Balken von einander gelegt werden sollen, und in sofern Auswechselungen erforderlich sind, auch diese, zu berücksichtigen.

Die Entfernung der Balken von einander oder die Balkenweite, welche immer von der Mitte eines Balkens bis zur Mitte des zunächst liegenden Balkens gerechnet wird, hängt von mehreren Umständen ab, und zwar einmal von der Stärke oder Dicke der Bedielung und der darauf zu bringenden Belastung; ferner davon, ob eine Balkenausfüllung angewendet werden soll oder nicht; und endlich bei einer Dachbalkenlage richtet sich in den gewöhnlichen und meisten Fällen die Balkenweite nicht allein nach der Stärke der Bedielung und der darauf zu bringenden Belastung, sondern auch nach der Sparrenweite, welche aber wieder abhängig ist von der Stärke der Verschalung oder Belattung der Sparren.

In den gewöhnlichen Fällen wird die Balkenweite gleich $3\frac{1}{4}$ bis 4 Fuß angenommen, und zwar findet dieses meistens in Wohngebäuden und sonstigen leichteren Gebäuden Statt, die nicht mit schweren Lasten oder schweren Stückgütern beladen werden. Eine solche Weite ist für diese angeführten Fälle auch vollkommen genügend, indem die Fußbodendielen an und für sich bei einer Stärke von etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll schon eine hinreichende Steifigkeit besitzen, und diese dadurch noch vergrößert wird, daß bei Legung des Fußbodens die Dielen unter sich mit einander verspundet werden. In manchen Bauernhäusern, wo die Böden nur mit Heu und Stroh bepakt werden, findet man die Balkenweiten bis sogar zu 5 Fuß, wo aber dann natürlich die Sparrenweite von der Balkenweite verschieden ist. In Wohngebäuden würde diese Balkenweite jedenfalls zu groß sein, indem ein Durchbiegen der Fußbodendielen, selbst wenn sie mit einander verspundet sind, unausbleiblich sein würde, was den Nachtheil hätte, daß die Backen der Nuthen der einzelnen Dielen, oder die eingeschobenen Federn, leicht abspringen würden. Dieses kann aber in den benannten Häusern nicht stattfinden, weil daselbst die Dielen nicht gespundet werden.

In Gebäuden dagegen, deren Böden sehr schwer belastet werden, wie dies namentlich in Packhäusern (Speichern) der Fall ist, darf die Balkenweite nie über 3 Fuß betragen, weil sonst der Fußboden gar zu sehr leidet und es sich sehr häufig schon bei dem angegebenen Maße ereignet, daß beim Umstülpen von Fässern oder Kisten die Fußbodendielen zwischen den Balkenfächern stumpf durchgestoßen werden, trotzdem man sie in solchen Gebäuden noch stärker anwendet, als oben angeführt wurde.

Wird eine Balkenausfüllung angewendet, welche hauptsächlich in Wohngebäuden, aber auch zuweilen in Stallgebäuden Anwendung findet, sobald in den oberen Stockwerken derselben Wohnungen eingerichtet werden sollen, so darf die Balkenweite auch nicht so bedeutend sein, wie oben bei den gewöhnlichen Fällen angenommen ist, indem sich sehr leicht alsdann ein Ausweichen des Windelbodens ereignen könnte. Man nimmt in diesem Falle die Balkenweite höchstens = $3\frac{1}{2}$ Fuß. Ein anderer Grund, warum man bei Anwendung einer Balkenausfüllung die Balkenweite geringer nimmt, besteht darin, daß durch diese Balkenausfüllung jedenfalls eine nicht unbedeutende Belastung hervorgebracht wird, welche aber dadurch für jeden einzelnen Balken geringer wird, wenn man die Balken näher zusammenlegt, und somit eine größere Anzahl von Balken erhält, über welche die Last der Ausfüllung vertheilt wird. Dieses ist wohl zu berücksichtigen, indem die Balkenlage außer dieser Last noch eine zweite zu tragen erhält, die sich aus der Benutzung des darüber befindlichen Stockwerks ergibt.

Fällt bei einer Dachbalkenlage durch die Anordnung der Balken die Sparrenweite zu bedeutend aus, so muß man, wenn nicht andere Vorkehrungen getroffen werden, durch die es möglich wird, die Sparrenweite zu vermindern, wovon weiter unten die Rede ist, die Latten oder die Verschalungsbretter von größerer Stärke wählen, damit ein Durchbiegen derselben durch die Bedeckungslast, welche im Winter möglicherweise durch Schnee noch bedeutend vermehrt werden kann, nicht stattfindet. Namentlich hat man hierauf Rücksicht zu nehmen bei Ziegel- und Schieferdächern, sowie auch bei Asphalt-, Dornischen- u. dgl. Dächern. Bei den Metaldächern hat man, wenn sie sonst nur tüchtig und gut ausgeführt sind, soviel nicht davon zu fürchten, wenigstens nicht für den ersten Augenblick. Dessenungeachtet aber darf man auch bei diesen Dächern die Sparrenweite nicht zu groß, und zwar nicht über 4 Fuß nehmen, weil sich sonst in der Dachfläche sehr leicht Säfte bilden, die für die Folge sehr nachtheilig werden können.

§ 11.

Von den Auswechselfungen.

Die Auswechselfungen in einer Balkenlage können durch mehrfache Umstände bedingt werden, als z. B. durch Treppenanlagen, Schornsteine, Windelufen und ähnliche Anlagen; ferner aber können auch die Auswechselfungen angewendet werden, wenn man nicht so viel langes Holz hat, als zu einer vollen Balkenlage mit durchgehenden Balken erforderlich ist, oder auch, wenn man, um Kosten zu sparen, kürzeres Holz anwendet; dieses Letztere findet aber immer nur bei Dachbalkenlagen untergeordneter Gebäude, oder bei solchen Gebäuden Statt, wo die Balken nicht mit dichten Fußböden belegt werden.

Kommen bei Treppenanlagen Balkenauswechselfungen vor, so werden die beiden ganzen, durchgehenden Balken so weit von einander entfernt gelegt, als es die ganze Treppenbreite erforderlich macht, und der Wechsel selbst wird so weit zurückgelegt, daß sich der obere Treppenarm dagegen lehnt. In Fig. 59 ist eine solche Auswechselfung dargestellt. Um aber die Weite der Auswechselfung bestimmen zu können, ist es daher nothwendig erforderlich, daß die später herzustellende Treppe genau im Grundriß, also in ihrer ganzen Anlage angegeben werde.

Häufig kommt es aber auch vor, daß die Treppenarme nicht gleiche Länge erhalten, aber wegen der erforderlichen Durchgangshöhe der über dem einen Treppenarme befindliche Theil der Balkenlage weiter zurückgezogen werden muß, als der andere Theil, gegen welchen der zweite Treppenarm sich lehnt, solches gestattet. In diesem Falle wird dann ein Theil der Stichbalken in den Wechsel eingezapft, der andere Theil derselben wird aber mit dem Wechsel überschritten, wie in Fig. 85 angedeutet ist. Da aber hierdurch nicht allein der Wechselbalken, sondern auch die überschrittenen Stichbalken bedeutend geschwächt werden, so ist es immer sehr zweckmäßig, diese bezüglichen Hölzer noch durch einen Träger zu unterstützen, und zwar in möglichster Nähe des Wechsels, wodurch demselben ein bedeutender Theil der sonst auf ihn wirkenden Last abgenommen wird.

Die Wechsel werden an ihren Enden mit Brustzapfen versehen und mit diesen in die Balken eingesetzt und verbohrt. Um ein möglicherweise entstehendes Auseinanderweichen der Balken zu verhindern, in welche der Wechsel eingesetzt ist, so wird derselbe auf jedem seiner Enden mit dem

anliegenden Balken noch durch eine eiserne Spizklammer fest verbunden. Auf dieselbe Weise findet auch die Verbindung der Stichbalken mit dem Wechsel Statt, und werden die Stichbalken ebenfalls mit Brustzapfen in den Wechsel eingezapft und verbahrt. Man nimmt sowohl zu den Wechselfen, als auch zu den Seitenbalken, worin die Wechsel eingesetzt werden, immer das stärkste Holz.

Anstatt der Brustzapfen wendet man zuweilen auch bei Auswechselfungen folgende Verbindungen an; man schneidet nämlich an dem Wechsel nur eine Brüstung an, also eigentlich nichts weiter, als ein etwa 2 1/2 Zoll langes Blatt, und macht dieses Blatt gleich der halben Höhe des Holzes. Eine diesem Blatte gleiche Vertiefung arbeitet man in dem Balken aus, in welche Vertiefung alsdann der Wechsel eingelegt wird. Um dann die Stücke zusammen zu verbinden, setzt man von oben, wie 56 in Fig. 86 angedeutet ist, schwalbenschwanzförmige Stücke ein, welche sowohl in den Wechsel, als auch in den Hauptbalken eingreifen. Diese eingesetzten Stücke müssen von hartem, sehr trockenem Holze gearbeitet werden. Ebenso zweckmäßig, ja noch vorzuziehen, würde hier eine Verbindung mittelst eiserner Klammern sein.

Auswechselfungen bei Schornsteinen kommen zwar auch sehr häufig vor, jedoch könnten dieselben in manchen Fällen füglich ganz vermieden werden, und zwar dadurch, daß man nicht immer mit so großer Aengstlichkeit auf einer durchaus gleichen Balkeneintheilung bestände. Wo aber dennoch solche Auswechselfungen vorkommen, müssen sie dergestalt eingerichtet werden, daß man mit dem Schornsteingemäuer nicht allein bequem durchkommen kann, sondern daß noch rings um dasselbe, zwischen dem Holze und dem Mauerwerk, mindestens 3 Zoll Zwischenraum bleibe. Das hier Gesagte wird 60 aus Fig. 60 anschaulich; übrigens findet das bei Treppenauswechselfungen in Hinsicht der Anordnung Gesagte im Allgemeinen auch hier seine Anwendung.

Bei Dachbalkenlagen, auf denen keine Bedielung angebracht wird, und die daher keinen anderen Zweck haben, als daß das Dach darüber aufgestellt werden könne, kann man, um eine sehr beträchtliche Ersparung an langen Hölzern zu erzielen, mit Nutzen die Auswechselfungen in Anwendung bringen. Es werden nämlich die Haupt- oder sogenannten Binderbalken ganze, durchgehende Balken, die mit ihren beiden Enden auf zwei einander gegenüberliegenden äußeren Mauern liegen; die Leer- oder Zwischenbalken dagegen werden keine durchgehende, sondern kurze Stichbalken, welche mit einem Ende auf der äußeren Mauer ruhen, und mit ihrem andern Ende in Wechsel eingezapft werden, die in einer gewissen Entfernung von der äußeren Mauer in die Hauptbalken mit 61. 69 Brustzapfen eingesetzt sind. Diese Anordnung ist aus den Figuren 61 und 69 näher ersichtlich.

Damit aber die Binderbalken durch das Einzapfen der Wechsel nicht zu sehr geschwächt werden, was jedenfalls geschehen würde, wenn, wie in den ebenerwähnten Figuren angedeutet, die auf beiden Seiten eines Balkens eingesetzten Wechsel d d sich unmittelbar einander gegenüber befänden, so werden dieselben versetzt, wie solches in Fig. 87 näher dargestellt ist. Hierbei ist aber nothwendig erforderlich, daß sowohl die Wechsel d mit den Hauptbalken b b, als auch die Stichbalken c wieder mit den Wechselfen d durch eiserne Klammern fest verbunden werden.

Was die Auswechselfungen zu den Treppenöffnungen und bei Schornsteinanlagen betrifft, so gilt bei den Dachbalkenlagen zwar im Allgemeinen dasselbe, was bereits darüber oben angeführt wurde. Da aber hierbei alsdann, sobald diese Auswechselfungen an einer der äußeren Mauern stattfinden, die Balkenstiche zum Aufstellen der Sparren sehr häufig wegen ihrer zu geringen Länge ganz wegfallen, so muß zu dem Behufe ein Wechsel auf die Mauer gelegt werden, in welchen die Sparren mit ihrem unteren Zapfen eingesetzt werden. Ein solcher Wechsel wird ebenfalls mit seinen 58 beiden Enden in die zunächst liegenden ganz durchgehenden Balken eingezapft. In Fig. 88 ist diese Anordnung näher dargestellt, und bezeichnen hier b b die durchgehenden Hauptbalken und d den Wechsel. Man kann aber auch, wenn es sonst die Einrichtung erlaubt und Raum hinreichend dazu vorhanden ist, diesen Wechsel so weit nach Innen rücken, daß noch Stiche in denselben eingezapft 68 werden können, wie dieses in Fig. 68 bei a angedeutet ist. Diese Stiche müssen jedoch gehörig fest mit dem Wechsel verbunden werden, welches wieder am besten durch Anwendung eiserner Klammern zu beschaffen sein wird.

Es können aber ferner noch Balkenauswechselfungen bei Fensteranlagen vorkommen und sogar nothwendig bedingt sein. Gehen die Fenster z. B. durch mehre Stockwerke, wie dieses namentlich häufig bei Kirchen- und Theatergebäuden, oder auch nicht selten bei solchen Gebäuden, welche Zwi-

schengeböse erhalten, der Fall ist, so ist bei denjenigen Balken, die in die Fensteröffnungen treffen, nothwendig eine Auswechslung derselben erforderlich. Ein solcher Fall ist in den Figuren 93 A, B 93 und C dargestellt, und zwar bei A im Durchschnitt, bei B im Aufriß, wo durch die punktirten Linien die Lage der Balken bezeichnet ist, und bei C im Grundriß.

Es wird hier der Wechsel a mit seinen Enden auf die Pfeilermauern des Fensters gelegt und die ausgewechselten Balken b b mit Brustzapfen in denselben verzapft.

In den Figuren 94 A, B und C ist ein Fall angedeutet, wo das Auslegen der Balken auf 94 die Mauer über der Fensteröffnung durch die Anordnung eines Entlastungsbogens unmöglich gemacht wird. In diesem Falle wird ein Wechsel a, wie in B und C angedeutet, vor der Mauer in die beiden zunächst liegenden durchgehenden, auf der Mauer liegenden Balken b b, mit Brustzapfen eingesetzt. Die ausgewechselten Balken c c werden ebenfalls mit Brustzapfen in den Wechsel a eingezapft. Liegen bei dieser Anordnung die Balken auf einer bedeutenden Entfernung ohne Unterstützung von unten her frei, so ist diese eben angedeutete Verbindung jedenfalls zu verwerfen, indem einmal die Balken b b durch das Einzapfen des Wechsels geschwächt werden, ferner aber auch die Unterstützung, welche die Balken c c an ihren Enden durch das Einzapfen in den Wechsel a erhalten sollen, zu mangelhaft ist, als daß diese Balken sich, ohne erheblich durchzubiegen, in ihrer Lage würden erhalten können. Unter solchen Umständen ist die in Fig. 95 A und B angedeutete Construction 95 jedenfalls vorzuziehen. Es werden hier nämlich die auszuwechselnden Balken c c durch einen Träger a unterstützt, welcher an die durchgehenden Balken b b mittelst zweier starker eiserner Schraubenbolzen oder Schraubenbügel angehängt wird. Wenn nun auch der im Innern vorliegende Träger a daselbst sehr störend einwirkt, so ist doch aber nicht zu verkennen, daß durch diese Anordnung die Balken c c ein festes Auflager erhalten, und ferner auch die übrigen Balken in keiner Weise geschwächt werden, zumal wenn man statt der Schraubenbolzen Schraubenbügel nimmt, die um die Balken b b gelegt werden und den Träger a vollständig umfassen.

Soll in untergeordneten Räumen, die schon vorhanden sind, noch ein Zwischengebälk eingerichtet werden, welches nur zum Tragen leichter Lasten bestimmt ist, so läßt sich dieses auf die einfachste Weise beschaffen, wie in Fig. 97 C näher dargestellt ist. Es werden nämlich eiserne Haken mit 97 Trägern (Stützen) in die Mauer eingegypset, oder auch einfache, jedoch starke eiserne Haken in die Fugen des Mauerwerks eingeschlagen; hinter diese Haken wird dann ein etwa 3 Zoll breites, und 4 bis 5 Zoll hohes Holz gelegt, welches dann dem Zwischengebälk b als Auflager dient.

Bei Gebälken zu Emporen oder Gallerien wendet man häufig die in den Figuren 96, 97 A 96. 97 und 97 B angedeuteten Constructionen an.

In Fig. 96 liegt nämlich der Balken b auf einer Mauerlatte c, welche letztere hier soviel höher angeordnet ist, um das hölzerne Untergesims daran befestigen zu können. Die Hauptbalken b werden mit der Mauer verankert.

Die in Fig. 97 A angedeutete Construction ist ganz anderer Art. Es liegt hier ein Streichbalken a auf einer aus der Mauer hervortragenden, übrigens sicher befestigten Console. In den Streichbalken a werden die Balken b mit Brustzapfen eingezapft. Um aber hier ein Ausweichen zu verhindern, und überhaupt, um die Verbindung mehr zu befestigen, werden die Balken b, wenigstens immer der vierte Balken, mit der Mauer verankert.

Die in Fig. 97 B dargestellte Construction, durch welche derselbe Zweck erreicht werden soll, ist jedenfalls am wenigsten zu empfehlen; denn die Balken a, welche mit der Mauer durchaus fest verankert sein müssen, indem hier die Anker selbst noch zum Tragen der Balken dienen sollen, ruhen hier auf einem mit der Mauer verankerten Holze b, welches nur um einige Zoll in die Mauer eingelassen ist. Diese Anordnung ist einmal wegen der vielen Verankerungen sehr kostbar und bietet ferner, wenn die Gallerie dazu dienen soll, viele Menschen aufzunehmen, keineswegs eine genügende Sicherheit dar.

Von diesen drei zuletzt angeführten Beispielen ist die in Fig. 96 angedeutete Construction jedenfalls die solideste und am einfachsten auszuführende, weil hier die Balken unmittelbar auf der Mauer ruhen. Bei den beiden andern Fällen ist jedoch, ehe man die Balken legen kann, eine Unterstützung von unten her so lange erforderlich, bis die Mauer darüber eine solche Höhe erreicht hat,

daß ein Ueberwuchten der Consolen, oder der mit der Mauer verankerten Hölzer b Fig. 97 B nicht mehr zu erwarten steht.

Bei Auführung neuer Gebäude lassen sich übrigens derartige Constructions, wie die zuletzt angegebenen, ganz vermeiden; denn in höchst seltenen Fällen wird es unzulässig sein, daß man die Balken in die Mauer legt. Wenn nun auch in besonderen Fällen nicht die sämtlichen Balken in die Mauer gelegt werden können, so wird dieses doch mit mehreren geschehen können, und lassen sich dann die noch zwischenzulegenden Balken in zwischengelegte Wechsel einsetzen, durch welche Anordnung eine solche Anlage jedenfalls einfacher und weniger kostbar wird.

§ 12.

Von den Mauerlatten und dem Auflager der Balken.

Bei den Fachwerksgebäuden vertreten die Rähmen der Holzwände die Stelle der Mauerlatten (s. Fig. 54 A, B und C) und werden hier die Balken entweder auf die Rähmen verkämmt, oder auch nur einfach darauf aufgedolzt. Allein es ist hier das Verkämmen der Balken auf die Rähmen jedenfalls immer vorzuziehen, weil dadurch den Wänden ein weit sicherer und besserer Halt gegeben wird, als dieses durch das Aufdollen erreicht werden kann, indem das Aufdollen nur darin besteht, daß ein Pflock von hartem Holze in ein dazu vorgebohrtes Loch in den Rähmen eingetrieben wird. Dieser Pflock, welcher etwa 2 Zoll stark ist, steht etwa 1½ Zoll hervor, womit derselbe wieder in ein in dem Balken vorgebohrtes Loch eingreift.

Bei massiven Gebäuden würde es in mancher Hinsicht ebenso zweckmäßig sein, die Mauerlatten ganz zu beseitigen, indem durch die Anordnung derselben die Mauern keineswegs an Stabilität gewinnen, sondern meistens eher dadurch verlieren. Aber dennoch ist es beim Aufbringen der Balken in sofern immer vortheilhaft, wenn Mauerlatten vorhanden sind, weil dadurch das Legen der Balken sehr bedeutend erleichtert wird, indem jeder einzelne Balken sofort seine richtige Lage erhalten kann.

In manchen Fällen kann es aber sogar nothwendig sein, daß Mauerlatten angeordnet werden, als z. B., wenn die Fensterpfeiler in einer Frontmauer nur schmal, dagegen die Oeffnungen in derselben sehr breit sind, und ferner auch, wenn die Balken unmittelbar auf den Bögen über diesen Oeffnungen zu liegen kommen. In diesem Falle würde, wenn keine Mauerlatten vorhanden wären, der Druck auf die Fensterbögen sehr ungleich wirken. Dieses wird aber durch die über den Bogen gestreckte Mauerlatte, wenn dieselbe auch keine große Stärke erhält, zum großen Theil verhindert, indem durch dieselbe die Last oder der Druck, welchen der Balken auf den Bogen ausübt, auf eine größere Fläche vertheilt wird. Dieses ist namentlich von großem Vortheil, so lange das Mauerwerk noch frisch ist, d. h. so lange der in den Fugen befindliche Mörtel noch nicht bis zu einem gewissen Grade erhärtet ist.

Die Mauerlatten werden je nach den Umständen entweder von Kreuzholz, oder auch von Halbholz angefertigt, und bedürfen selten einer größeren Höhe als 3 bis 6 Zoll, indem sie immer ihrer ganzen Länge nach aufliegen. Man sollte überhaupt die Mauerlatten, namentlich in den Stagenbalkenlagen, nie höher als 2½ bis 3 Zoll machen, damit sie nur zu einer vollen Steinschicht des weiter aufzuführenden Mauerwerks passen. Erhalten die Mauern durch zwei oder mehrere Stockwerke gleiche Stärke, so tritt bei Anwendung der Mauerlatten der nachtheilige Umstand ein, daß dieselben einen Theil der Mauer ausmachen und somit das Holz derselben mit bemauert wird. Die Mauer erhält dann an dieser Stelle in ihrer ganzen Länge eine wagerechte Unterbrechung, die für die Stabilität der Mauer, namentlich wenn die Mauerlatte erst angegriffen ist, jedenfalls von Nachtheil wird. Es ist daher weit zweckmäßiger, daß man bei gleicher Mauerstärke durch mehrere Stockwerke in vollen Mauern nur Klöße zum Unterlager der Balken anwendet, dagegen über Fensterbögen Mauerlatten in solcher Länge, daß sie sich jedesmal über den ganzen Bogen erstrecken. Die Anordnung der Klöße ist aber, im Fall die Mauerlatten wegfallen, durchaus erforderlich, damit die Balken, welche immer nur von weicherem Holze sind, nicht mit dem frischen Mauerwerke in unmittelbare Berührung kommen.

Auf den inneren Mauern ist es, sobald dieselben durch mehrere Stockwerke gehen, immer weit

zweckmäßiger, anstatt der Mauerlatten nur Klöße unter die Balken zu legen, damit durch die Mauerlatten, namentlich bei Mauern von geringerer Stärke, der Mauerverband nicht gänzlich gestört werde.

Die Mauerlatten werden mit dem einfachen Blatte gestoßen und verbahrt. Das Zusammenstoßen darf jedoch nur auf vollen Mauern, nicht aber über Fenster- und Thürsturzen geschehen, sobald an dieser Stelle noch Balken zu liegen kommen, weil sonst sehr leicht dadurch ein ungleichmäßiger Druck auf den Bogen, und in Folge dessen ein Durchdrücken desselben erfolgen kann, wodurch der beabsichtigte Zweck einer Vertheilung des Drucks auf eine größere Fläche ganz verloren gehen würde.

In den Stagenbalkenlagen ist es nicht erforderlich, daß die Balken auf die Mauerlatten verkämmt werden, sondern es genügt vollkommen, daß man die Balken aufdellt, indem weder das Eine, noch das Andere zur Stabilität des Gebäudes irgend weiter beiträgt, sondern beide Anordnungen hauptsächlich nur dazu dienen, dem auf der Zulage hergerichteten Balken bei Legung der Balkenlage gleich seine richtige Lage geben zu können. Das Aufdellen verdient daher wegen der größeren Einfachheit der Arbeit den Vorzug.

Was die Anwendung der Mauerlatten bei einer Dachbalkenlage betrifft, und zwar bei einer solchen, wo die Balkenköpfe über die Mauern wegragen und also dazu dienen sollen, ein hölzernes Dachgesims oder Stirnbrett daran zu befestigen, so ist es immer sehr zweckmäßig, in solchem Falle eine breitere Mauerlatte anzuwenden. Dieselbe wird dann mit der äußeren Mauerkante bündig gelegt, wo dagegen diese in den Stagenbalkenlagen nur sehr schmal und höchstens 5 Zoll breit angeordnet, und mit der inneren Mauerkante bündig gelegt wird, wie aus den Figuren 56 und 57 56. 57 näher zu ersehen ist.

Wird dagegen ein massives Gesims angeordnet, daß also die Balkenköpfe nicht über die Mauern wegragen können, so wird die Mauerlatte unter der Dachbalkenlage ebenfalls mit der inneren Mauerkante bündig gelegt, und auch nur möglichst schmal angeordnet, wie in Fig. 58 angedeutet ist.

Hat die Mauer, worauf die Dachbalkenlage gelegt werden soll, eine bedeutende Stärke, so wendet man mit Vortheil zwei oder drei schwächere Mauerlatten an, wie in Fig. 83 und 84 angedeutet 83. 84 ist. Hierbei ist ebenfalls ein Verkämmen der Balken auf die Mauerlatten nicht durchaus erforderlich, sondern genügt auch hier ein Aufdellen der Balken vollständig. Ein anderer Fall ist es aber, wenn mehre Stichbalken in einer solchen Balkenlage vorkommen; hierbei ist das Verkämmen der Balken auf die Mauerlatten nicht allein sehr zweckmäßig, sondern sogar nothwendig, indem dadurch ein Ausweichen der Stichbalken nach Außen hin nicht unwesentlich verhindert wird.

Auch die Mauerlatten der Dachbalkenlagen werden, wenn sie aus mehreren Längen bestehen, ebenfalls mit dem gewöhnlichen Blatte zusammengestoßen und verbahrt; es darf aber dieses Zusammenstoßen auch nur auf der vollen Mauer, und nicht über Thür- oder Fenstersturzen geschehen, zumal der Druck des Balkens durch die darüber befindliche und darauf wirkende Sparrenlast noch bedeutender wird, als dieses gewöhnlich bei den Stagenbalken in Wohnhäusern der Fall ist. Bei Anwendung mehrerer schmälere Mauerlatten dürfen die Stöße der einzelnen Mauerlatten nicht auf einer Stelle zusammentreffen, sondern sie müssen verschossen werden, d. h. sie müssen in verschiedenen Balkenfächern abwechseln. Auch legt man in diesem Falle, vorausgesetzt, daß die Balkenköpfe über die äußeren Mauern hinwegragen, die Mauerlatten sowohl mit der äußeren, als auch mit der inneren Mauerkante bündig, oder höchstens 1 Zoll von den Kanten zurück.

In Betreff des Auflagers der einzelnen Balken in den verschiedenen Stockwerken ist zu bemerken, daß die Balken nie unter 6 Zoll auf der Mauer ausliegen sollten. Hat man sehr starke Mauern, so kann man dieses Auflager bedeutender nehmen; allein man nimmt es nie über 12 Zoll. Man findet nun zwar in manchen Fällen, daß aus falscher Dekonomie das Auflager der Balken bedeutend geringer, und häufig nur sogar zu 3 Zoll angenommen wird. Dieses ist aber nie zu empfehlen, denn die Balken kommen dadurch zu sehr auf die Kanten der Mauern zu liegen, und ist es nicht selten der Fall gewesen, daß bei einem Ausweichen der Mauern und einem Durchbiegen der Balken, diese letzteren sich aus der Mauer herausgezogen haben. Diesem muß aber unter allen Umständen vorgebeugt werden und kann solches nur dadurch geschehen, daß man den Balken ein größeres Auflager giebt. Bei $\frac{1}{2}$ füssigen Scheidewänden muß man, wenn Stichbalken auf dieselben zu

liegen kommen, den Balken ein Auflager in der ganzen Stärke der Mauer geben, weil solche schwache Mauern noch weit eher geneigt sind auszuweichen.

Da ferner die Balkenköpfe in den verschiedenen Stockwerksbalkenlagen meistens von allen Seiten dicht anschließend bemauert werden, so folgt sehr häufig daraus, daß die Balkenköpfe nach kurzer Zeit schon anfangen zu verfaulen, wodurch natürlich dann auch sehr bald Senkungen der einzelnen Balken entstehen und diese sich sichtbar machen an der Oberfläche der Fußböden, sowie auch an den Decken. Um nun solche Uebelstände zu verhindern, hat man mancherlei Mittel vorgeschlagen, wovon hier die vorzüglichsten angeführt werden sollen.

Einmal ist vorgeschlagen, die Balkenköpfe, soweit sie in der Mauer stecken, mit einem Theerüberzuge zu versehen, um auf solche Weise die Einwirkung der Mauerfeuchtigkeit von Außen her auf die Balkenköpfe zu verhindern. Wenn dieses auch scheinbar zum Theil durch einen solchen Anstrich erreicht wird, so entsteht dadurch aber wieder der sehr große Nachtheil, daß die im Holze noch vorhandene Feuchtigkeit weniger ausziehen kann, sondern größtentheils darin verbleibt, namentlich wenn man einen solchen Theerüberzug verwendet, wodurch eine Kruste gebildet wird, wie dieses mit dem Gastheer oder Steinkohlentheer der Fall ist. In Folge dessen entsteht sehr leicht eine Stockung im Holze, welche eine baldige Fäulniß im Innern desselben nach sich zieht, wovon man sich beim Abbruch älterer und neuerer Gebäude nicht selten überzeugen kann.

Ein anderer Vorschlag, die Balkenköpfe gegen Fäulniß zu schützen, besteht darin, daß man dieselben ringsum mit Metall bekleidet. Da aber eine solche Anwendung immer, und um so mehr noch bei größeren, mehre Stockwerke enthaltenden Gebäuden sehr kostbar werden würde, so hat man dieses Mittel bis jetzt wohl nur sehr selten oder fast gar nicht angewendet. Es ist aber mit Sicherheit anzunehmen, daß durch eine Metallbekleidung der Balkenköpfe diese gegen unmittelbare äußere Einwirkung in hohem Grade geschützt werden, ohne daß dadurch eine fernere Ausdünstung des Holzes verhindert würde.

Ein anderes, mehrfach in Vorschlag und auch zur Anwendung gebrachtes Mittel besteht darin, daß man die Balken an den Enden anbohrt und in diese Bohrlöcher eine Mischung von Salz und Thran schüttet. Wenn dieses Mittel auch zur Conservirung des Holzes beitragen mag, so wird dadurch aber wieder der nachtheilige Umstand hervorgerufen, daß die sich verflüchtigen Salztheilchen von dem die Balkenköpfe unmittelbar begränzenden Mauerwerke aufgesogen werden, und in Folge dessen die sehr schwer wieder zu beseitigenden, unangenehmen feuchten Mauerstellen entstehen, die bei jeder Witterungsveränderung deutlicher hervortreten. Man kann daher dieses Mittel bei ganz untergeordneten Gebäuden wohl anwenden, aber nie sollte dieses der Fall sein bei besseren Gebäuden, und namentlich nicht bei Wohngebäuden.

Am einfachsten und besten erreicht man den beabsichtigten Zweck dadurch, daß man rings um den Balkenkopf eine wenigstens einen Zoll breite Luftschicht im Mauerwerk ausspart. Das dem Holze zugewendete Mauerwerk muß mit offenen oder hohlen Fugen gemauert werden, damit einmal aller Kalk vom Holze fern gehalten und der Luftzutritt auf keine Weise gehindert werde. Den Balkenkopf bedeckt man in solchem Falle mit einem gewöhnlichen Schieferstein. Wenn nun auch der Schieferstein von der Veränderung des hygrometrischen Zustandes der Atmosphäre ebenfalls Einwirkungen erleidet, so sind die hierdurch hervorgebrachten Wirkungen des Schiefersteins auf das Holz des Balkenkopfes dennoch von keinem weiteren Nachtheil, weil dadurch das Ausdünsten der Feuchtigkeit im Holze keineswegs verhindert wird und auch die Luft um den Balkenkopf herum immer freien Zutritt hat. Uebrigens läßt es sich auch sehr leicht bewerkstelligen, daß oberhalb des Balkenkopfes noch eine freie Luftschicht erhalten wird, indem es nur erforderlich ist, den Schieferstein einen Zoll höher zu legen, was ohne Nachtheil geschehen kann.

Das hier zuletzt angeführte Verfahren läßt sich auch mit Vortheil bei Dachbalkenlagen anwenden, wenn die Balkenköpfe bei massiven Gebäuden mit den Gesimsen vermauert werden.

In Frankreich hat man beim Abbruch sehr alter Gebäude gefunden, daß die Balkenköpfe innerhalb der Mauern mit Korkholz umgeben waren, und zeigte sich dabei das Holz, soweit es innerhalb der Mauern gesteckt, vollständig gesund, wogegen der übrige Theil sehr stark vom Wurmstraf angegriffen war. Es ist die Zweckmäßigkeit der Anwendung des Korkholzes wohl zu erkennen, indem dasselbe, zwischen die Mauer und den Balkenkopf eingeschoben, die freie Ausdünstung des Holzes

nicht hindert, wohl aber die Einwirkung der aus der Mauer sich entwickelnden Feuchtigkeit auf das Balkenholz, indem das Korkholz mehr oder weniger undurchdringlich dagegen ist.

Endlich ist auch zur Ausführung gebracht, daß das den Balkenkopf zunächst umgebende Mauerwerk in Lehm gemauert, und außerdem der Balkenkopf selbst mit einer Lehmschicht umgeben wurde. Dieses Mittel ist vielfach auch als wirksam befunden worden.

Am leichtesten tritt die Fäulniß der Balkenköpfe an solchen Stellen ein, wo durch Undichtigkeit die Feuchtigkeit von Außen zugeführt wird, die aber wegen der Luftentziehung nicht wieder abtrocknen kann. Dieses findet namentlich Statt bei Dachbalkenlagen, welche in massiven Gesimsen bemauert und worüber undichte Dachgossen befindlich sind. In solchem Falle helfen aber alle oben angeführte Mittel gar nichts, sondern wenn nicht sonst die Dichtigkeit der Dachgasse gehörig hergestellt wird, stellt sich sehr bald eine Fäulniß der Balkenköpfe ein. Dieses findet man leider sehr häufig, und kann nicht genug auf diese Nachtheile aufmerksam gemacht werden.

§ 13.

Von der Anordnung der Balkenlagen in Gebäuden.

Beim Entwurf zu Balkenlagen auf regulären Gebäuden versteht es sich von selbst, daß an der inneren Seite eines jeden Giebels ein Balken angeordnet werden muß, wie auch dieses in den Figuren 64, 66 und 68 näher angedeutet ist. Bei Fachwerksgebäuden liegt ein solcher Balken un-^{64. 66} mittelbar auf der Giebelwand und bildet, wie schon früher angeführt wurde, für die darunter be-⁶⁸ findliche Wand das Rahmstück, und für die darüber aufzuführende Wand die Schwelle (Fig. 64 B). Ferner müssen auf alle Quermände, die mit den Balken parallel laufen, sobald solche von Holz hergestellt werden, Balken gelegt werden, die dann jenen Wänden als Rähmen dienen, wenn man nicht vorzieht, den Wänden besondere Rähmen zu geben und diese mit von unten in die Balken eingelassenen Wechsell zu verkämmen. Nehmen wir aber den ersteren Fall an, und soll dann über einen solchen Balken wiederum eine Scheidewand von Holz oder Fachwerk aufgestellt werden, so vertritt der Balken die Stelle einer Schwelle, und werden die Wandständer in diesen eingezapft. Bei massiven Gebäuden werden aber nur auf solche mit den Balken parallel laufende Scheidemauern, die nicht ins Stockwerk darüber geführt werden, Balken gelegt. Soll dagegen eine solche massive Scheidewand durch mehre Stockwerke durchgeführt werden, so müssen zu beiden Seiten derselben, und zwar dicht daran, Balken gelegt werden, um sowohl die Fußböden, als auch die Deckenverschälungen befestigen zu können.

Nachdem die Lage dieser Balken bestimmt ist, werden die dazwischen zu legenden Balken nach den bereits oben angeführten allgemeinen Bestimmungen eingetheilt. Hierbei ist jedoch nicht erforderlich, daß man sich durchaus streng an eine ganz gleiche Balkeneintheilung hält, sondern es kann diese, wenn man sonst nur dadurch die vielen Auswechselungen bei Schornsteinen in einer Balkenlage vermeidet, ohne Schaden immer um mehre Zolle verschieden sein. Ueberhaupt muß man die Auswechselungen in einer Balkenlage immer so viel als nur irgend möglich ist, zu vermeiden suchen, indem sie, wo man sie anwendet, durchaus niemals zur größeren Stabilität eines Gebäudes beitragen. Namentlich müssen sie möglichst bei Dachbalkenlagen vermieden werden, und dieses noch um so mehr, wenn nicht besondere Vorkehrungen im Dache selbst angeordnet sind, wodurch der in seinen Folgen sehr leicht gefährlich werdende Sparrenschub, von dem später die Rede ist, aufgehoben, oder doch unschädlich gemacht wird.

Erhält ein Gebäude im Dach keine Giebel, sondern soll das Dach mit Walmen versehen werden, so ist außer dem bisher Angeführten auch noch die Anordnung der Stichbalken an den abzuwalmenden Seiten des Daches zu berücksichtigen, so wie ferner die Lage derjenigen Balken zu bestimmen, worauf die Dachgebinde zu stehen kommen, an welche die Walme anfallen. Ueber die Ermittlung der Richtung der Stichbalken, sowie über die Bestimmung der Walme selbst, ist jedoch später erst die Rede, und haben wir hier nur die Anordnung der Stichbalken im Allgemeinen zu berücksichtigen.

Um die Stichbalken anbringen zu können, läßt man den Giebelbalken fehlen, und werden dann die Stichbalken, mit Ausnahme der auf den Ecken liegenden Gradstiche, unter einem rechten Winkel

mit der Seitenfronte in den zunächst liegenden Balken mit Brustzapfen eingesetzt. Die Stichbalken ruhen dann mit ihrem äußeren Ende auf der Seitenfrontmauer und werden hier auf die angeordnete Mauerlatte verkämmt; mit ihrem anderen Ende sind sie eingezapft und ruhen somit in dem Balken. Die auf den Ecken des Gebäudes erforderlichen Gradstiche werden nach einer in jedem einzelnen Falle besonders auszumittelnden Linie, die von der Neigung der Walme und der übrigen Dachflächen abhängig ist, auf die Ecken des Gebäudes gelegt, und ebenfalls mit Brustzapfen in den zunächst liegenden Hauptbalken eingezapft. Da aber durch die vielen Zapfenlöcher ein solcher Hauptbalken immer sehr geschwächt, und außerdem durch die vielen Stichbalken nicht unerheblich belastet wird, so muß dieser Balken nicht allein eine bedeutendere Stärke erhalten, sondern er muß auch von unten her unterstügt oder, wenn solches die Einrichtung des Gebäudes unzulässig machen sollte, bei einer einigermaßen erheblichen Länge dieses Balkens, von oben her durch irgend eine Vorrichtung getragen werden. In den Figuren 65 und 68 A ist die Anordnung solcher Balkenlagen allgemein dargestellt, und bezeichnen hier a, a die Gradstiche und b, b die übrigen Stichbalken.

Was die Entfernung der Stichbalken von einander betrifft, so gilt hier dasselbe, was oben von der Balkenweite der übrigen Balken angeführt ist.

Bei schiefwinkligen Gebäuden gilt in Hinsicht des Ausliegens, sowie des Nebenliegens der Balken gegen Mauern, Wände, Treppen und Schornsteinröhren, alles bisher Angeführte. Nur was die Lage und Richtung der zwischenzulegenden Balken gegen einander betrifft, so ist darüber noch Folgendes zu bemerken.

Sind die beiden Fronten eines Gebäudes von verschiedenen Längen, jedoch mit einander parallel, und ist der Unterschied der Längen der Frontseiten nicht bedeutend, so kann man sich häufig sehr einfach dadurch helfen, daß man die Balken an der längeren Frontseite etwas weiter auseinander legt, als an der gegenüberliegenden kürzeren Seite, so daß die Balken zu einander keine parallele, sondern eine nach einer Seite hin convergirende Lage erhalten, wie dieses in Fig. 100 näher dargestellt ist. Diese Anordnung ist durchaus ohne Nachtheil, wenn sonst die innere Einrichtung solches zuläßt. Aber auch selbst dann würde diese Anordnung noch in manchen Fällen anwendbar sein, wenn man neben den rechtwinklig auf den Frontmauern stehenden Scheidemauern Streichbalken von Halbholz legte, welche dann nur den Zweck haben, daß die Fußböden und Deckenverschalungen daran befestigt werden können. Ist dagegen der Unterschied zu bedeutend, so daß die Balkenweiten zu sehr verschieden ausfallen würden, so kann man von beiden Seiten her die Balken mit den Seitenmauern parallel legen, und alsdann in der Mitte des Gebäudes, oder an einer anderen passenden Stelle Stichbalken anordnen, welche mit der einen oder der anderen Hälfte der Balken parallel, oder auch rechtwinklig auf die Frontmauer gelegt werden, wie in Fig. 100 b angedeutet ist. Diese Anordnung bezieht sich übrigens nur auf Stockwerkbalckenlagen, bei Dachbalkenlagen würde sie nicht anzuwenden sein.

Weit besser und zweckmäßiger ist es aber, daß man die Balken, nachdem die Giebelbalken dicht an die Giebelmauern gelegt sind, rechtwinklig auf die Frontmauern des Gebäudes legt, und die erforderlichen Stichbalken zur Ausfüllung der Balkenlage anbringt, wo es am besten und einfachsten paßt. Eine solche Anordnung ist in Fig. 100 a dargestellt. Diese Anordnung ist in sofern auch immer am zweckmäßigsten, weil in Wohngebäuden die durchlaufenden Scheidemauern meistens rechtwinklig auf die vorderen Mauern aufgeführt, und somit nicht von den einzelnen Balken durchschnitten werden. Ueberhaupt, abgesehen davon, daß die Balkenlagen zur Verankerung der äußeren Mauern dienen, hat man wesentlich zu berücksichtigen, daß dieselben dazu dienen, die Fußböden und Deckenverschalungen zu halten, und daß diese an ihren Enden nicht ohne Auflager sein dürfen; es muß daher an jeder Mauer, gegen welche die Enden der Fußboden- oder Verschalungsbretter stoßen, parallel mit derselben ein Stichbalken liegen, woran diese Bretter befestigt werden können. Würden die Mauern von den Balken unter irgend einem Winkel durchschnitten, so wäre man dann genöthigt, längs dieser Mauern eine Menge kleiner Wechselhölzer in die Balken einzulassen, um die Fußboden- und Verschalungsbretter daran befestigen zu können. Hierdurch würden die Baukosten aber nur vergrößert werden.

Hat dagegen das Gebäude eine, den in den Figuren 100 c, d, e, f oder g angedeuteten Umrisßen ähnliche Grundform, oder ist überhaupt die Grundform des Gebäudes durchweg schiefwinklig und

unregelmäßig, so legt man immer die Balken rechtwinklig auf die vordere Frontmauer, jedoch mit Ausnahme der Giebelbalken, welche mit den Giebelmauern parallel und unmittelbar daran gelegt werden. Die zur Ausfüllung der Balkenlage erforderlichen Stichbalken werden entweder mit den Giebelbalken oder mit den anderen Hauptbalken parallel gelegt, je nachdem die übrige Eintheilung und Einrichtung des Gebäudes dieses am besten zuläßt.

Soll ein Dach über ein schiefwinkliges Gebäude von unregelmäßiger Form mit Walmen versehen werden, so erhalten, wie dieses auch bei allen regelmäßigen recht- oder schiefwinkligen Gebäuden der Fall ist, die erforderlichen Stichbalken eine Lage, die rechtwinklig zu der bezüglichen Frontseite ist. Die Richtungen der Gradstiche müssen aber in jedem einzelnen Falle dann besonders bestimmt werden, wovon später die Rede sein wird.

Bei Fachwerksgebäuden, deren Grundform schiefwinklig ist, ist es manchmal sehr zweckmäßig, und wenn die Giebelwände gebrochene Linien bilden, sogar nothwendig, daß in den Giebelwänden keine Ortbalken, sondern statt derselben ebenfalls Stichbalken angewendet werden, die in den zunächst liegenden ganz durchgehenden Balken auf die übliche Weise mit einem Brustzapfen eingesetzt sind. Man hat alsdann zwar den Nachtheil, daß bei diesen Giebelwänden Rähmen und Schwellen besonders angebracht werden müssen und also ein größerer Holzaufwand erforderlich wird; allein in Rücksicht auf Festigkeit erlangt man auch wieder einen sehr großen Vortheil, und zwar den, daß man hierbei nicht zur Ausfüllung der Balkenlage längere Stichbalken in den Ortbalken einzapfen muß, wodurch die Construction keineswegs befestigt, sondern immer nur ein mangelhafter Verband hergestellt werden würde. In Fig. 100 h ist eine Balkenlage mit Ortbalken dargestellt; in der gebrochenen 100 Ecke müssen die beiden Balken überschnitten werden. Man ersieht hieraus leicht das Nachtheilige einer solchen Anordnung. In Fig. 100 i ist dagegen eine Balkenlage dargestellt, wo statt der Ortbalken Stichbalken angeordnet sind. Es werden hier die Rähmen der unteren Wände an den Ecken mit einander verkämmt, und alsdann die Stichbalken wieder auf den Rähmen der Giebelwand verkämmt. Die Stichbalken werden mit dem Hauptbalken durch eiserne Klammern verbunden, so daß ein Ausziehen derselben aus den Zapfenlöchern nicht zu befürchten ist. Die Schwelle der darüber aufzuführenden Wand wird wieder auf die Stichbalken verkämmt, ganz in der Weise, wie bereits früher angedeutet wurde.

Es lassen sich im Allgemeinen wohl Regeln über die gegenseitige Lage der Balken bei schiefwinkligen Gebäuden geben, die auch schon in dem Bisherigen ausgesprochen sind; allein durchaus feste und bestimmte Regeln darüber aufzustellen, die für alle Fälle passen, ist nicht möglich, indem die vorkommenden Fälle zu mannichfaltig und verschieden sein können. Es muß dieses daher in jedem besonderen Falle mehr oder weniger dem vernünftigen Ermessen des Baumeisters anheimgestellt bleiben; es muß derselbe aber sich stets aller Künsteleien und zu künstlicher Verbände enthalten, indem diese nur zu kleinlichen Verbindungen führen würden, die bei Herstellung von Modellen wohl anwendbar, aber für die wirkliche Anordnung immer verwerflich sind.

Schließlich soll hier noch bemerkt werden, daß es bei Anordnung von Balkenlagen sehr zweckmäßig ist, die Balken nicht alle mit ihrem Stammende nach einer Seite hin zu legen, sondern Stammende und Zopfende der Balken müssen abwechseln, so daß neben dem Stammende eines Balkens immer das Zopfende des nächsten Balkens liegt.

§ 14.

Von den Verankerungen.

Man unterscheidet hauptsächlich zweierlei Arten von Verankerungen; einmal solche, wodurch die Mauern mit der Balkenlage verankert werden sollen; und ferner solche, wodurch Gebälke an die Mauern verankert werden.

Im ersteren Falle werden die Mauern mittelst eiserner Anker mit einzelnen Balken verbunden. Es läßt sich wohl schon im Voraus erkennen, daß man zu diesen Ankerbalken keine Stichbalken oder Wechselhölzer nehmen darf, sondern es müssen diejenigen Balken, woran die Mauern verankert werden sollen, solche sein, welche durch die ganze Tiefe oder Breite des Gebäudes reichen, weil, wenn an dem einen Ende des Balkens ein Maueranker befestigt ist, desgleichen auch ein solcher am anderen

Ende desselben Balkens angebracht werden muß. Aber nicht immer hat man bei Verankerungen Balken, an deren Enden man die Anker befestigt, wie z. B. bei Giebelmauern, wo die Balken parallel zur Mauer liegen. In diesem Falle reichen die Anker über mehre Balken und werden an diese dann durch Nägel und Krampen (Krammen) oder Schrauben befestigt.

An welcher Stelle bei Auführung eines Gebäudes eine Ankerung nöthig ist, ist immer sehr schwer zu bestimmen; gewöhnlich nimmt man aber zwischen jedem Fenster, also auf jedem Pfeiler, einen Anker an, vorausgesetzt, daß auf diese Stelle kein Stich- oder Wechselbalken trifft. Allein bei Gebäuden, die von vielen Zwischenmauern durchschnitten sind, ist solche Verankerung kaum erforderlich, vorausgesetzt, daß bei der Fundirung und der weiteren Ausführung des Gebäudes die nöthige Sorgfalt verwendet worden ist, was aber leider nur zu häufig nicht geschieht. An den Ecken der Gebäude sollte man aber die Ankerung nie fehlen lassen, indem diese immer weit eher zum Ausweichen geneigt sind, als irgend andere Stellen des Gebäudes.

Die Anker sind nun entweder sogenannte Schoßanker oder Haken- oder Winkelanker.

Die Schoßanker wendet man ausschließlich bei Stagenbalkenlagen an, und zwar bringt man dieselben immer auf einem vollen Pfeiler an, aber niemals über einem Fenster- oder Thürbogen. Diese Anker erhalten, je nachdem die Stärke der Mauern es erfordert, eine Länge von 4 bis 7 Fuß. Am vorderen Ende sind sie mit einer starken Dese versehen, durch welche ein starkes eisernes Schoß gesteckt wird; am hinteren Ende dagegen sind sie $\frac{1}{2}$ Zoll umgekrämpt und der Länge nach mit mehren Nagellöchern versehen. Dieses hintere Ende wird an die Seite des Balkens mit starken, eigens dazu angefertigten eisernen Nägeln festgenagelt, und werden sowohl diese Nägel, als auch die am Ende gegen die Krämpe einzutreibende starke eiserne Kramme auf den Zug eingetrieben. Statt der Nägel wendet man auch nicht selten Schraubenbolzen an, womit die Anker an den Balken befestigt werden. Das durch die am vorderen Ende des Ankers befindliche Dese zu schiebende Schoß, welches meistens eine lothrechte Stellung erhält, wird gewöhnlich $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fuß lang und von hinreichend starkem quadratischen Eisen hergestellt. Dasselbe springt, sobald die Mauer im Außern abgeputzt wird, um seine Stärke in die Mauer hinein und muß vollständig und fest bemauert werden. Werden aber die äußeren Mauern ausgefugt, so muß der Anker mindestens um 3 Zoll in die Mauer hineinspringen, damit der vorzublenkende Stein noch hinreichende Stärke behält. Ein solcher Anker ist in 62. 69 den Figuren 62 und 69 näher dargestellt.

Da aber diese Anker in der Weise, wie sie hier eben beschrieben sind, bei Giebelmauern nicht anzuwenden sind, die Giebelanker aber dennoch Schoßanker sein müssen, so ordnet man sie dergestalt aus Platteisen an, daß sie am vorderen Ende ebenfalls mit einer Dese zum Durchschieben des nöthigen Ankerschosses versehen werden, mit ihrem anderen Ende aber über mehre, wenigstens über zwei Balken reichen, auf welche sie festgenagelt werden. Das hintere Ende des Ankers wird umgebogen, und zwar in einer solchen Länge, daß sich das umgebogene Ende gegen den Balken legt, wie in 89 Fig. 89 angedeutet.

Statt der Schoßanker wendet man auch zweckmäßig solche an, die an ihrem vorderen Ende, statt mit einer Dese, mit einer Schraubenspindel und darauf zu schraubenden Mutter versehen sind. Nachdem dann die Anker an die Balken befestigt sind, steckt man eine gußeiserne Platte von mindestens einem Fuß im Durchmesser bei hinreichender Stärke auf das vordere Ende, schraubt die Mutter vor und mauert alsdann dicht gegen die gußeiserne Scheibe. Diese Scheibe oder Platte liegt dann vor dem Mauerwerke; soll aber die Verankerung nicht sichtbar sein, so nimmt man ein starkes Kreuz aus Schmiedeeisen und setzt dieses so weit zurück, daß beim Verputzen der Mauer die Schraubenmutter nicht mehr sichtbar bleibt. Dieses Kreuz muß ebenfalls vollständig und fest bemauert sein. In Fig. 97 97 A ist diese Verankerung dargestellt.

Dieser Scheibenanker bedient man sich vorzüglich auch dann, wenn in älteren Gebäuden noch Verankerungen der Mauern erforderlich werden, indem man dabei im Stande ist, die Scheibe sehr dicht gegen die Mauer zu bringen. In solchen Fällen ist es aber dann auch sehr zweckmäßig, die Anker mittelst Schraubenbolzen an die Ankerbalken zu befestigen, außerdem aber auch noch die nöthigen Nägel und Krammen einzutreiben, damit die Anker überall fest anliegen. Hat man keine durchgehenden Balken, woran die Anker befestigt werden können, so wendet man ganz durchgehende eiserne Anker an, die aus mehren Enden bestehen und später zusammenschraubt, und somit fest angezogen werden können.

Die sogenannten Haken- oder Winkelanker werden nur bei Dachbalkenlagen angewendet. Dieselben haben anstatt einer Dese und eines durchzuschiebenden Ankerschosses ein unter einem rechten Winkel mit dem an den Balken zu nagelnden Schenkel gebogenes heruntergehendes Eisen, welches dicht gegen die äußere Kante der Mauer lehnt und an den Balken mittelst eiserner Nägel und Krammen festgenagelt wird (s. Fig. 63).

63

Es ist übrigens leicht einzusehen, daß diese Anker nur sehr wenig Widerstand leisten, indem keine große Kraft erforderlich ist, den Schenkel, welcher gegen die Mauer liegt, zu verbiegen. Ein Anderes ist es mit den Schos- oder Scheibenankern. Hier ist nicht allein eine weit größere Kraft erforderlich, den Anker zu verbiegen, sondern selbst auch dann, wenn das Schos verbogen ist, leistet er noch immer weit mehr Widerstand, als ein Winkelanker, indem dieser in der Biegung sehr leicht bricht. Es ist daher die Anwendung solcher Winkelanker bei massiven Gebäuden mehr oder weniger überflüssig; dagegen bei Fachwerksgebäuden sind dieselben wieder sehr zweckmäßig, zumal wenn man die heruntergehenden Arme mit Nagellöchern versieht und dieselben an die Ständer festnagelt.

Sollen die Verankerungen dazu dienen, um Gebälke an die Mauern zu verankern und so ein Ausweichen der ersteren zu verhindern, wie dieses namentlich bei Herstellung von Gallerien, Emporen und dergl. Anlagen der Fall ist, so bedürfen die hierzu erforderlichen Anker keiner solchen Stärke, wie in den obigen Fällen. Im Uebrigen gilt das Obengesagte in Betreff der Anordnung im Allgemeinen auch hier, und sind die Anordnungen der bezüglichen Verankerungen aus den Figuren 96, 96 97 A und 97 B zu entnehmen.

97

Die Anker müssen nothwendig aus einem guten und zähen, aber nicht spröden Eisen hergestellt werden, indem sie in allen Fällen einer nicht unbedeutenden Zugkraft zu widerstehen haben.

§ 15.

Von den Fußböden.

Man unterscheidet gewöhnlich zweierlei Arten von Fußböden:

1. hölzerne Fußböden;
2. hölzerne Fußböden, die mit einem Stein- oder Estrichpflaster bedeckt werden.

Was die hölzernen Fußböden betrifft, so unterscheidet man auch wieder gewöhnliche Fußböden und Parquet- oder getäfelte Fußböden. Die ersteren werden sowohl von Zimmerleuten als auch von Tischlern hergestellt, je nachdem in den einzelnen Städten und Ländern solches die Handwerkerprivilegien bestimmen. Die Parquetfußböden gehören dagegen ganz in das Fach der Tischlerei; sie bestehen aus einzelnen, aus mehreren verschiedenen Hölzern zusammengesetzten und verleimten Platten, die an ihrer Oberfläche sehr sauber abgeputzt und dann polirt oder seltener geölt werden.

Die mit einem Stein- oder Estrichpflaster belegten hölzernen Fußböden finden hauptsächlich ihre Anwendung in Küchen und Corridoren, auf Balkenlagen der oberen Stockwerke.

Zu den gewöhnlichen hölzernen Fußböden verwendet man Bretter (Dielen) von Tannen-, Föhren- oder Fichtenholz; die Stärke dieser Dielen beträgt zwischen 1 $\frac{1}{2}$ und 2 Zoll und hängt davon ab, wie der daraus herzustellende Fußboden benutzt werden soll und wie groß die Balkenweite ist. Die zu verwendenden Dielen müssen gut ausgetrocknet sein, dürfen nicht zu große und namentlich keine losen Aeste haben, und müssen von gleichmäßiger Stärke sein. Damit die Dielen dicht gegen einander schließen, wie dieses bei Fußböden immer der Fall sein muß, so werden die Kanten der Dielen genau abgerichtet oder, wie man gewöhnlich sagt, „gestrichen“. Um ferner den Fußböden mehr Festigkeit zu geben und um überhaupt auch die Dichtigkeit derselben zu vermehren und ein Durchfallen von Sand und Staub zu verhindern, werden die Dielen an den gestrichenen Kanten mit Nuthen und Federn (Schlesen, Leisten, welche etwa $\frac{1}{4}$ Zoll dick und 1 Zoll breit sind) versehen. Das Letztere ist hauptsächlich nothwendig in den oberen Stockwerken, so wie auch bei den Dachböden.

Im unteren Stockwerke, wenn die Fußbodendielen auf Lagerhölzer gelegt werden, und also keine Balkenlagen vorhanden sind, ist es nicht weiter erforderlich, daß die Dielen mit Federn und Nuthen versehen werden, sondern es werden dann die Dielen an ihren Kanten nur accurat gestrichen und bei Legung dicht gegen einander getrieben. Auch hierzu muß gut ausgetrocknetes Holz ver-

5*

wendet werden, weil sonst, wenn die Räume geheizt werden oder der Sonnenwärme ausgesetzt sind, oder überhaupt in denselben eine trockene Luft vorhanden ist, die Dielen zusammentrocknen und unangenehm sichtbare Fugen entstehen, die je nach dem geringeren Grade der Trockenheit der Dielen sich größer oder kleiner zeigen. Die zu den Fußböden im unteren Stockwerke erforderlichen Lagerhölzer, welche immer nothwendig sind, sobald keine Balkenkeller angeordnet werden, müssen aus durchaus gesundem und kernigem Eichenholze, im Querschnitt mindestens 5 und 6 Zoll stark, bestehen; diese Hölzer werden in trockenen Sand gelegt und an den Seiten und unterwärts gehörig bestampft. Die Entfernung derselben von einander beträgt $3\frac{1}{2}$ bis höchstens 4 Fuß von Mitte zu Mitte.

In untergeordneten Lokalen werden die Dielen nicht weiter behobelt, sondern man verwendet sie, mit Ausnahme des erwähnten Verstreichens der Kanten und der Anordnung von Ruthen und Federn, mit dem auf der Oberfläche noch sichtbaren Sägeschnitt. In Zimmern, Kammern und Corridoren von Wohn- und solchen Gebäuden, die schon eleganter ausgestattet werden, werden die zu verwendenden Dielen an der Oberfläche ganz sauber abgehobelt und die Dielen von gleicher Dicke zugerichtet. Die Dielen müssen auf jedem Lagerholze oder Balken mit wenigstens zwei hinreichend langen eisernen Nägeln oder Schrauben befestigt, und die Köpfe derselben in die Dielen hinein vertieft werden. Die hierdurch entstehenden Löcher werden bei den gehobelten Fußböden mit Kitt ausgefüllt. Sind die Dielen, was nicht selten der Fall ist, einen Fuß breit, so sind zur Befestigung auf jeden Balken oder jedes Lagerholz drei eiserne Nägel erforderlich. Seltener werden zur Befestigung der Dielen Holzschrauben angewendet. Eine sehr mangelhafte Befestigung erhält man, wenn man, um die Nagellöcher nicht sichtbar zu machen, die Dielen nur an den Kanten in den Ruthen nagelt, so daß jede Diele auf jeder Unterlage nur einmal befestigt wird, und an der anderen Kante die Diele durch die Feder der nächst anliegenden Diele gehalten werden soll; springt dann eine Ruthe ab, was sehr leicht geschehen kann, so ist die Diele auch nicht mehr fest.

Ferner hat man bei Legung der Fußböden vor allen Dingen darauf zu sehen, daß die Lagerhölzer nach allen Seiten hin eine vollkommen wagerechte Lage erhalten; wo diese aber nicht ist, muß man sie durch Holzauffütterungen herstellen, was sehr häufig bei Balkenlagen vorkommt, zumal wenn man zu den Balken nicht beschnittenes, sondern behauenes Holz verwendet. Ebenso müssen auch die Dielen sämmtlich von gleicher Dicke sein, einmal um ein Vorstehen einzelner Dielen zu verhindern, und ferner um ein besseres und dichteres Eingreifen der Federn in die Ruthen zu erzielen, indem diese letzteren bei allen Dielen in einer gleichen Entfernung von der Oberfläche oder Bundseite derselben eingestrichen sind. Haben die Dielen keine gleichmäßige Dicke, so werden die stärkeren an den Stellen, wo sie auf Balken oder Lagerhölzer zu liegen kommen, an der unteren Fläche so weit abgeschrupft (abgezwickelt, abgedächfelt), bis sie daselbst eine mit den anderen Dielen gleichmäßige Dicke erhalten haben.

Beim Legen der Fußböden verfährt man auf folgende Weise. Die erste Diele wird genau an die Wand gepaßt, und nachdem dieses geschehen, wird sie auf jeden Balken oder jedes Unterlager mit einem Nagel festgenagelt; an der vorderen Kante wird sie aber nur geheftet. Hierauf werden mehre, höchstens aber 4 Dielen gegengelegt und genau von Dicke zugerichtet; alsdann werden eiserne Klammern oder Treibbolzen in die Fußbodenlager oder Balken eingesetzt, davor ein schmales Holz gelegt, und nunmehr zwischen diesem und der letzten Diele ein Keil eingeschoben und gehörig angetrieben; ein solcher Keil besteht gewöhnlich aus einem Abschnitt des Fußbodenholzes. Solche Vorrichtungen werden auf mehren Balken zugleich hergestellt und nunmehr sämmtliche Keile gleichmäßig eingetrieben, wobei man aber darauf zu sehen hat, daß die Federn der einzelnen Dielen genau in die dazu gehörigen Ruthen passen. Sind dann die Dielen ganz dicht an einander getrieben, so wird über jedem Balken ein Schnurschlag gemacht, nach welcher Linie die Nägel eingeschlagen werden. Die äußerste Diele wird aber nur an der Seite festgenagelt, wo die anderen Dielen schon fest gegenliegen; die äußere Seite dagegen, wo noch Dielen gegengelegt werden, wird nur geheftet und später, wenn die ferneren Dielen wieder fest gegengetrieben sind, ganz festgenagelt. Beim Antreiben der Keile kommt es sehr häufig vor, daß die gegen einander getriebenen Dielen in der Mitte sich etwas heben; dieses hat aber durchaus keinen Nachtheil, sondern im Gegentheil den Vortheil, daß beim Festnageln der Dielen diese um so dichter gegen einander zu liegen kommen.

Soll in einem größeren Zimmer ein Fußboden gelegt werden und haben die vorhandenen Dielen

nicht eine solche Länge, daß sie ganz durchreichen, sondern zusammengesetzt werden müssen, so darf man die Dielen der verschiedenen Stöße nicht verschieben, sondern muß die Dielen von gleicher Länge machen, und in der Länge derselben einen Stoß ganz durchlegen und zwar bis auf die Mitte eines Unterlagers; gegen diesen Stoß, der an seiner Hirnseite ganz genau und sauber abgeschnitten werden muß, wird dann der nächst zu legende Stoß wieder ganz dicht angeschoben. Ein Verschieben der verschiedenen Stöße würde große Unregelmäßigkeiten im Fußboden hervorbringen, indem die Dielen selten ganz einerlei Breite haben. Sind die Dielen nicht viel zu kurz, so kann man sich, um zu kleine Stöße zu vermeiden, sehr gut dadurch helfen, daß man an beiden Seiten Frieße legt, zu welchem Ende dann in die beiden Endbalkenfelder Wechsel einzulegen sind, worauf diese Frieße zu liegen kommen.

Die Parquetfußböden gehören, wie schon oben erwähnt, ganz zur Tischlerei und sollen hier daher auch nicht näher beschrieben werden. Es ist hier aber zu erwähnen, daß, wenn der Fußboden aus einzelnen Tafeln zusammengesetzt wird, vorher ein Fehlboden hergestellt werden muß. Dieser besteht aus rauhen, ungehobelten Dielen, die in der oben angeführten Weise zusammengesetzt und auf die Balken befestigt werden.

Schließlich haben wir noch das Nöthige über diejenigen hölzernen Fußböden anzuführen, die mit einem Stein- oder Estrichpflaster bedeckt werden sollen.

Diese Art Fußböden, die, wie schon oben erwähnt wurde, nur in Küchen und Corridoren der oberen Stockwerke hauptsächlich ihre Anwendung finden, müssen nothwendig von Eichenholz hergestellt werden, indem weichere Holzarten sehr bald hierbei verfaulen würden. Man nimmt daher hierzu gewöhnlich etwa 2 Zoll starke eichene Bretter. Dieselben werden an ihren Kanten gestrichen und ebenfalls mit Nuthen und Federn versehen zusammengesetzt.

Sollen diese Fußböden mit einem Steinpflaster bedeckt werden, so wird eine dünne Schicht Lehm, aber kein Kalk, weil dieser zerstörend auf das Holz einwirkt, darauf gebracht, und zwar nur so stark, daß die einzelnen Steine ein festes Lager erhalten und die Unebenheiten der unteren Flächen der Steine ausgefüllt werden.

Soll dagegen ein Estrichpflaster darüber hergestellt werden, so wird eine dünne Schicht trockenen Sandes auf den Fußboden ausgebreitet und hierauf der Estrichboden 1 bis $1\frac{3}{4}$ Zoll dick gegossen. Soll endlich ein Asphaltpflaster darüber hergestellt werden, so ist es eben so zweckmäßig, oder wenigstens kann es ohne Nachtheil geschehen, daß man statt der eichenen Bretter Latten verwendet, welche dicht neben einander aufgenagelt werden; darüber wird eine etwa 1 Zoll hohe Lehmschicht ausgebreitet und abgeglichen, und nachdem diese vollständig getrocknet, kommt darüber eine Asphaltlage.

§ 16.

Von den Decken.

In geringeren Gebäuden trennt man, wenn nicht besondere Umstände solches bedingen, die einzelnen Stockwerke durch ganz einfache Balkendecken, die nur aus der Balkenlage und aus dem darüber gelegten hölzernen Fußboden bestehen. Tritt aber der Umstand ein, daß eine weitere Trennung erforderlich ist, wodurch die im unteren Stockwerke sich entwickelnden Dünste von den oberen Stockwerken entfernt gehalten werden sollen, wie dieses namentlich bei Stallgebäuden und vornehmlich dann der Fall ist, wenn in den oberen Stockwerken Wohnungen angebracht, oder auch Räume zur Aufbewahrung der Fütterung eingerichtet werden sollen, oder will man die oberen Stockwerke mehr oder weniger gegen Eindringen der Kälte schützen, so wendet man im Allgemeinen meistens die hölzernen Decken an.

Man unterscheidet mehre Arten von Decken:

1. die Decken von Lehmfächern.

Von diesen giebt es wieder zweierlei Arten, und zwar ganze und halbe Windelböden. Die ersteren bestehen aus zwischen die Balken eingeschobenen Latten, die mit Lehmstroh umwickelt sind; letztere dagegen sind solche, die aus schwächeren, zwischen die Balken eingeschobenen Schalbrettern bestehen, die oberhalb mit Lehm bedeckt und verstrichen sind.

Bei den ganzen Windelböden werden die Balken an den Seiten, etwa 2 bis 3 Zoll von der

Unterfante derselben', mit 1 bis 1½ Zoll tiefen Rillen versehen, in welche die sogenannten Stakhölzer eingeschoben werden. Diese Stakhölzer, welche aus Latten bestehen, werden mit Lehmstroh umwickelt und dicht an einander geschoben. Die unteren sichtbaren Balkenfächer werden dann durch angetragenen fetten bindenden Lehm ausgeglichen. Oberhalb dieser Stakhölzer wird der Raum zwischen den Balken mit Schutt oder trockenem Sande bis zur Oberfante der Balken ausgefüllt. Obgleich Decken dieser Art sehr billig herzustellen sind und sehr viel Wärme geben, so haben sie doch auch wieder mehrfache große Nachtheile. Einmal sind sie sehr schwer und trocknen nur sehr langsam aus; ferner haftet durchaus kein Kalkbewurf darauf. Ein sehr bedeutender Nachtheil ist jedoch der, daß sie vermöge ihrer Last sehr leicht einbrechen und dieses um so eher, wenn es einregnet und die Feuchtigkeit auf solchem Bindelboden sich sammelt, indem dann das eindringende Wasser sowohl von der Ausfüllung, als auch von dem um die Stakhölzer gewickelten Lehmstroh eingesogen, und dadurch die Last sehr bedeutend vermehrt wird. Man wendet daher den ganzen Bindelboden sehr selten an, und findet ihn hauptsächlich nur noch in untergeordneten Gebäuden auf dem Lande.

Weit zweckmäßiger, und vielfach auch in neuerer Zeit angewendet, ist der gewöhnliche oder halbe 116 Bindelboden, Fig. 116 A und B.

Dieser unterscheidet sich von dem ganzen Bindelboden dadurch, daß der Falz höher, und zwar nur etwa 3 bis höchstens 4 Zoll von der Oberfante der Balken entfernt, ausgearbeitet wird, und die Stakhölzer nur in dem Falle mit Lehmstroh umwickelt werden, wenn keine Verschalung zu einer Kalk- oder Gypsdecke angebracht wird. Gewöhnlich, und wohl in den meisten Fällen, wo der halbe Bindelboden angeordnet wird, wird auch eine Kalk- oder Gypsdecke in Ausführung gebracht. Bei dieser Decke werden in die Falze Brettstücke oder geklöbte Hölzer eingeschoben, und zwar dicht an einander. Die Fugen zwischen den Brettstücken werden oberhalb mit Lehmstroh ausgestrichen, oder auch mit dünnen Brettstücken belegt, und dann der Raum zwischen den Balken bis an die Oberfante derselben mit Lehm oder trockenem Sande ausgefüllt. Auf die Balken wird dann der hölzerne Fußboden gelegt. Ein nachtheiliger Umstand bei dieser Anordnung ist der, daß, im Fall der obere Fußboden undicht wird und beim Reinigen und Waschen desselben Wasser durchdringt, die Ausfüllung die durchdringende Feuchtigkeit aufnimmt. Da aber diese dann sehr schwer wieder verdunstet, so muß sie nothwendig unter Einfluß von Wärme nachtheilig auf das umgebende Holzwerk einwirken, und hat man schon mehrfach die Fälle gehabt, daß dadurch der Schwamm erzeugt wurde.

Statt der Falze, wodurch die Balken immer geschwächt werden, ist es jedenfalls eben so vortheilhaft, daß man zur Unterstützung der eingeschobenen Bretter starke Latten an die Balken nagelt, worauf die Bretter gelegt werden.

2. die Bretterdecken.

Die Fächer zwischen den Balken werden mit zwei Lagen Brettern ausgefüllt, die in Falzen liegen, und zwar so, daß die Fugen der unteren Bretterlage durch die oberen vollständig gedeckt werden, 116 wie in Fig. 116 C und D angedeutet. Eine solche Decke ist, streng genommen, nichts Anderes, als der halbe Bindelboden, nur mit dem Unterschiede, daß im vorliegenden Falle Bretter statt des geklöbten Holzes genommen werden, und überhaupt die Arbeit regelmäßiger ausgeführt wird. Man nennt diese Decken auch Einschiebendecken. Um die Bretter in die Falze der Balken hineinschieben zu können, ist bei a in einem der Balken eine Vertiefung angeordnet, in welcher die Bretter hinunter gelassen und dann in den Falzen bis an die gehörige Stelle geschoben werden können. Die Falze erhalten eine solche Höhe, als die Dicke zweier Bretter beträgt; die obere Lage von Brettern bedeckt die Fugen der unteren. Um aber die Fugen ganz zu dichten, wird eine dünne Lehmschicht darüber ausgebreitet und darüber trockner Sand geschüttet.

Durch die hier nothwendig einzuhauenden Falze werden die einzelnen Balken immer sehr be- 116 deutend geschwächt, und wendet man daher sehr häufig und mit Vortheil die in Fig. 116 F ange- deutete Anordnung an. Man nagelt nämlich längs der inneren Seite der Balken starke, kantige Latten oder Leisten mit hinreichend großen eisernen Nägeln fest, worauf die Bretter, welche genau zwischen die Balken eingeschnitten sind, gelegt werden, und verfährt dann weiter mit der Ausfüllung, wie bereits angegeben wurde.

Oder man nimmt zu den Verschalungsbrettern stärkere Dielen wie gewöhnlich, und nagelt dieselben gehörig fest an die Balken. Hierauf legt man dann zwischen den Balken eine zweite Lage

$\frac{1}{2}$ zölliger Dielen, welche sich mit den unteren Dielen kreuzen, bringt hierüber eine dünne Lehmischeit zur Dichtung der Fugen und darüber eine mehre Zolle hohe Sandschicht, wie in Fig. 116 E bei d 116 angedeutet ist. Es ist jedoch keineswegs zu verkennen, daß diese zuletzt angeführte Construction gegen die beiden eben vorher erwähnten sehr zurücksteht.

Zu den Bretterdecken, die später berohrt und mit Kalkmörtel verputzt werden, nimmt man gewöhnlich $\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll starke Dielen, welche an jeden Balken mit drei eisernen Nägeln angenagelt werden. Diese Dielen, welche gewöhnlich trocken sind oder doch bei der stattfindenden Zugluft sehr bald austrocknen, ziehen sich sehr leicht wieder, sobald der feuchte Kalk daran gebracht wird, und zeigt sich dieses nicht selten sehr bedeutend im Kalkputz, welcher dann starke und viele Sprünge bekommt. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, müssen die zur Verschalung der Decken angewendeten Dielen vorher gespalten, und in diesem gespaltenen Zustande gehörig fest untergenagelt werden.

In Pferdeställen wendet man mit Vortheil gehobelte Bretterdecken an, die aus einzelnen Brettern bestehen, welche an ihren Kanten genau gestrichen und mit Nuthen und Federn, in der Art wie bei gewöhnlichen Fußböden, versehen sind. Die Bretter werden dann ebenfalls angetrieben, wie dieses oben bei den Fußböden beschrieben ist, nur ist diese Arbeit mit mehr Schwierigkeiten verbunden, weil hierzu Gerüste erforderlich sind, von welchen aus die Bretter möglichst dicht unter der Balkendecke gehalten werden, um dieselben antreiben zu können.

Es sollen hier nun noch verschiedene andere Decken angeführt werden.

In Fig. 119 A ist eine mit Mauersteinen ausgewölbte Balkendecke dargestellt.

119

Die Balken dienen den eingemauerten Bögen hier als Widerlager und erhalten daher unten eine größere Breite als oben. Zwischen diese Balken sind dann in den einzelnen Fächern scheinrechte Bögen von Ziegelsteinen eingewölbt, und darüber ein Pflaster von Ziegelsteinen hergestellt.

In Fig. 119 B ist noch eine andere mit Ziegelsteinen gewölbte Balkendecke dargestellt. Hierbei 119 liegen die Balken über Eck, und bilden somit die beiden oberen Balkenseiten die Widerlager für die Gewölbe in den Balkenfächern. Die hier entstehenden Gewölbefläche werden ausgemauert und bis zur Oberkante der Gewölbe abgeglichen, und darüber alsdann ein steinerner Fußboden gelegt.

Diese beiden zuletzt angeführten Decken sind zwar sehr feuersicher, sie erfordern aber gleichzeitig auch ein verhältnißmäßig sehr starkes Holz, weil die einzelnen Balken durch die eingewölbten Decken eine sehr bedeutende Last zu tragen erhalten. Außerdem ist der große Nachtheil damit verbunden, daß beim Eintrocknen des Holzes die Gewölbwiderlager nachgeben, und somit die einzelnen Gewölbe sehr schadhast werden. Der größte Nachtheil, den diese Constructionen mit sich führen, besteht aber unbedingt darin, daß das von drei Seiten dicht bemauerte Holz sehr bald zu stocken anfängt, und besonders wird dieses in solchen Räumen stattfinden, wo viele feuchte Dünste sich entwickeln, wie namentlich in Viehställen. Unter solchen Umständen wird sehr bald der Schwamm sich erzeugen. Es sind daher diese Decken nicht zu empfehlen. Wohl aber sind derartige Decken sehr zweckmäßig, wenn auch mit einem größeren Kostenaufwande, anzuwenden, wenn man statt der hölzernen Balken solche von Eisen herstellt.

In Fig. 141 ist eine aus kürzeren Hölzern zusammengesetzte Decke dargestellt, und zwar in A 141 ein Theil der Ansicht von Oben, und in B ein Durchschnitt derselben nach der Linie ab in A.

In den Ecken liegen auf den Mauern die starken Balkenstücke e, e. Diese tragen die Balken d, d, welche mit einem kurzen Blatte und einer schrägen Brüstung in dieselben eingelassen sind. Die Balken d, d tragen wieder die Balken e, e und diese wieder die Balken f, f, in welche noch die Balken g, g eingelassen sind. In den weiteren Zwischenräumen werden dann in die erwähnten Balken die schwächeren Deckenhölzer h, h eingelassen, und zwar ebenfalls mit Blatt und schräger Brüstung. Wenn gleich zu einer solchen Construction kein sehr langes Holz erforderlich ist, und somit deren Anwendung auf den ersten Blick sehr vortheilhaft erscheinen möchte, zumal in denjenigen Fällen, wo langes Holz kostbar ist, so sollte man sich dennoch dieser Construction oder ähnlicher nicht bedienen, indem erstlich eine solche Decke einen größeren Aufwand an Tagelohn erfordert, ferner aber auch bei Legung von Fußböden darüber viel Fußbodenholz verschnitten wird. Endlich aber werden noch durch die vielen Einschnitte zu den eingelegten Zwischenhölzern die Haupthölzer sehr bedeutend geschwächt und ist, wenn nicht besonders starkes Holz angewendet wird, sobald der Boden darüber zu Wohnräumen benutzt werden soll, ein bedeutendes Durchbiegen der Decke vorausichtlich. Ferner kommt noch hinzu, daß eine solche Decke nur über Räumen zulässig ist, die keine bedeutende Ausdehnung haben.

142 In Fig. 142 ist eine aus mehreren kurzen Hölzern zusammengesetzte Decke anderer Art dargestellt, und zwar in A die obere Ansicht derselben, und in B im Durchschnitt nach der Linie a b in A.

Auch hier liegen in den Ecken starke Balken c, c, welche die vier Balkenstücke d, d tragen. Diese letzteren tragen wieder die vier Balken f, f, die in der Mitte über einander geblattet sind und ein Schloß bilden, in welchem der Knopf g befestigt ist, der zur Verzierung der Decke dienen soll. Die übrigen kleinen Zwischenhölzer sind in die erwähnten Haupthölzer, wie in der Zeichnung angedeutet, eingelassen, jedoch so, daß die Oberfläche derselben mit denen der stärkeren Balkenhölzer bündig liegen und ein ebener Fußboden darüber gelegt werden kann.

Diese Decke hat zwar zum großen Theil dieselben Mängel, welche die vorher erwähnte Decke mit sich führt, allein bei Anwendung dieser zuletzt erwähnten Decke ist doch in sofern ein Zweck vorhanden, daß durch dieselbe eine eigenthümlich verzierte Decke hergestellt werden soll.

Man stellt auch Decken her aus dicht an einander liegenden Balken, wenn die Last, welcher eine solche Decke widerstehen soll, dieses erforderlich macht. Um aber dann die Balken noch mehr zu verstärken und überhaupt die Kraft eines jeden einzelnen Balkens durch die des angrenzenden zu vermehren, bringt man zwischen je zwei Balken immer Spunde oder hölzerne Dübel an, die in jeden derselben um wenigstens 2 Zoll tief eingreifen, wodurch dann in gewisser Beziehung die auf einen einzelnen Balken wirkende Kraft oder Last gleichzeitig auf mehrere neben einander liegende Balken vertheilt wird. Die Balken durchweg mit Ruthe und Spund zu versehen, würde gar zu viel Holz erfordern, obgleich dadurch der beabsichtigte Zweck jedenfalls vollkommener erreicht werden würde.

Die dicht an einander liegenden Balken ruhen mit ihren Enden in Mauern oder auf Trägern, wie die anderen Balken, und sind in dem Falle, wo sie nur mit einander verdübelt werden, nothwendig mit einem Fußboden zu bedecken. In dem Falle aber, wo sie mit einander verspundet sind, ist dieses weniger erforderlich.

Die Construction einer solchen Decke ist zu einfach, als daß es zu deren Erklärung noch einer Zeichnung bedürfte. Uebrigens kommen diese Balkendecken auch in der Civilbaukunst sehr selten, fast gar nicht vor.

143 In Fig. 143 ist noch eine Bretterdecke dargestellt, und zwar A im Durchschnitt und B in der Unteransicht.

In bestimmten Entfernungen werden gehobelte Dielen an die Sparren und Kehlbalcken festgenagelt. Die Entfernungen zwischen denselben sind alle gleich groß, aber nur so groß, daß sie mit anderen an den Seiten ausgekehrten Dielen nicht allein vollständig gedeckt werden, sondern daß auch diese letzteren Dielen noch so weit über die Dielen der ersten Lage greifen, daß sie gehörig festgenagelt werden können. Die Anordnung ist aus den bezüglichen Figuren leicht verständlich und bedarf daher keiner weiteren Erläuterung.

115 In Fig. 115 H und K ist ein Theil einer zu Amsterdam ausgeführten 60 Fuß langen und eben so breiten Decke aus drei geschränkten Lagen von 1 1/2 Zoll starken, verspundeten Brettern ohne Balken dargestellt. Die Bretterdecke wölbt sich um $\frac{1}{144}$ der Länge und Breite. Die zweite Lage ist auf die untere mit eisernen Nägeln festgenagelt, und ebenso die dritte Lage auf die zweite. Die Bretterstöße wechseln in derselben ab. Die Bretterlagen liegen an den Kanten herum in dem Falze eines Balkenrahmens, der in den Ecken gut verbunden und verankert ist. Dieser Balkenrahmen ist außerdem in seiner Mitte noch mehrfach mit der Mauer verankert.

Diese Bretterdecke gehört jedenfalls zu denjenigen Kunststücken der Zimmerwerkskunst, welche keine Nachahmung verdienen. Denn erstlich ist eine solche Decke sehr kostspielig, indem dazu nur ausgesuchtes Holz verwendet werden kann und eine vielfache Nagelung stattfinden muß. Ferner muß ein sehr starkes Widerlager an allen Seiten hergestellt werden, damit die Decke ihre Spannung, welche man ihr anfänglich gegeben, behalte; allein diese Spannung geht schon zum Theil dadurch wieder verloren, daß die Bretter eintrocknen. Endlich aber kann man den Raum darüber gar nicht weiter benutzen, und man muß außerdem noch zum Schutz gegen äußere Einflüsse ein sehr künstliches Dach darüber herstellen, wenn man nicht vorzieht, unmittelbar über der Decke noch eine Balkenlage anzuordnen.

Es bleibt nun noch übrig, das Nöthige über die Casettendecken anzuführen; da aber diese meistens nur in großen Räumen hergestellt werden, zu deren Ueberspannung aber künstliche Unterstützungen der Balkendecken nothwendig sind, so soll zunächst von diesen letzteren die Rede sein.

Viertes Capitel.

Von den erforderlichen Unterstüzungen der Balkendecken und deren Anordnungen.

§ 17.

Von den erforderlichen Unterstüzungen der Balkenlagen.

In den früheren §§ war nur die Rede von der Anordnung und Eintheilung einer Balkenlage, und zwar wurde die Lage der einzelnen Balken gegen einander bestimmt. Es bleibt aber noch ein sehr wichtiger Theil zu bestimmen übrig, nämlich die Stärke der zu verwendenden Hölzer und ihre Tragsfähigkeit, oder, da diese nicht allein von der Höhe und Breite des Balkens, sondern auch von der Entfernung der Stüzpunkte der Hölzer abhängen, die Bestimmung derjenigen Entfernung, bis zu welcher ein Balken von bestimmten Breiten- und Höhenabmessungen zwischen seinen Unterstüzungspunkten frei liegen kann, ohne einen nachtheiligen Einfluß auf diese Unterstüzungspunkte, oder, da diese gewöhnlich Theile eines Gebäudes sind, auf dieses letztere selbst auszuüben.

Da hier nur von horizontal liegenden Hölzern die Rede ist, so kommt also auch hauptsächlich nur die relative Festigkeit dieser Hölzer in Betracht.

Hierbei haben wir drei Fälle zu unterscheiden: Es kann einmal der zu belastende Balken an einem Ende eingefügt und an seinem anderen Ende mit einem Gewichte beschwert sein; oder er kann mit seinen beiden Enden frei auf Unterstüzungen ruhen; oder drittens: der Balken kann an seinen beiden Enden nicht allein unterstügt, sondern auch daselbst noch befestigt sein. Es ist nun von vorn herein sehr leicht einzusehen, daß die aus den drei hier angenommenen Fällen hervorgehenden Resultate ganz verschieden von einander sein müssen, indem die Hölzer von der darauf wirkenden Last auch ganz verschieden angegriffen werden.

Ist z. B. die Länge eines an einem Ende eingefügten Balkens = L und das am anderen Ende des Balkens angehängte Gewicht = P , so wirkt dasselbe an einem Hebelsarme L und man hat daher das Moment = LP ; da aber dieses Moment, als das größte, nur auf denjenigen Punkt wirkt, wo der Balken eingefügt ist, so kann, im Falle ein Bruch stattfinden sollte, dieser nirgends anders stattfinden, als nur an der eingefügten Stelle. Bezeichnet man daher den Widerstand, welchen der Balken bis zum Zerbrechen leistet, mit F , so hat man unmittelbar vor dem Bruche

$$F = P.L$$

Ein anderes Resultat erhält man, wenn der Balken mit seinen beiden Enden auf Stüzpunkten ruht. Ist dann das in der Mitte angehängte Gewicht = P und die Entfernung der Stüzpunkte = L , so ist, da jeder der beiden Stüzpunkte nur das halbe Gewicht, also $\frac{1}{2} P$ zu tragen hat, ferner aber der Hebelsarm der Last P in Beziehung auf jeden Stüzpunkt nur $\frac{1}{2} L$ ist, wenn man den Widerstand mit F bezeichnet, mit welchem der Balken dem angehängten Gewichte P zu widerstehen hat,

$$F = \frac{1}{4} P.L$$

Ist aber der Balken an seinen beiden Enden fest eingefügt, so trägt derselbe noch einmal so viel, als wenn er in den Endpunkten frei ausliegt; denn in diesem Falle ist die größte Biegung nicht nur in der Mitte, sondern auch an den Enden, und es muß deshalb der Balken in der Mitte und an den Enden zugleich zerbrechen. Bezeichnet nun auch hier F den Widerstand, mit welchem der Balken von der Länge L dem angehängten Gewichte P zu widerstehen hat, so erhält man

$$F = \frac{1}{8} P.L.$$

Man erhält ferner von den obigen verschiedene Resultate, wenn man annimmt, daß die Last P , anstatt auf einem Punkte angehängt, über den ganzen Balken gleichförmig vertheilt sei. Denn ist die Last gleichförmig auf den Balken vertheilt, so trägt derselbe noch einmal so viel, weil sich annehmen läßt, daß die eine Hälfte von P von den Stüzpunkten unmittelbar aufgenommen wird und

nur die andere Hälfte von P in der Mitte wirkt. Es werden sich sonach unter dieser Bedingung die oben angeführten Werthe in folgende verwandeln; nämlich

$$\begin{aligned} \text{für den ersten Fall} \quad F' &= \frac{1}{2} P.L \text{ statt } F = P.L, \\ &= \text{zweiten} = F' = \frac{1}{8} P.L = F = \frac{1}{4} P.L, \\ &= \text{dritten} = F' = \frac{1}{16} P.L = F = \frac{1}{8} P.L. \end{aligned}$$

Erfordert daher, bei gleichförmiger Vertheilung des Gewichtes, ein Balken im ersten Falle zum Zerbrechen eine Gewalt = 10, so würde im zweiten Falle schon eine Kraft = 40 und im dritten Falle eine Kraft = 80 zum Zerbrechen des Balkens erforderlich sein.

Aus vielfältigen genauen Untersuchungen, welche Eytelwein über die relative Festigkeit der Bauhölzer angestellt, hat derselbe folgenden Ausdruck für die relative Festigkeit der Hölzer gefunden, welcher Ausdruck nicht allein sehr bequem für die Anwendung ist, sondern auch eine vollkommene Sicherheit gewährt.

Bezeichnet nämlich U die Belastung in der Mitte eines Balkens nebst dem halben Gewichte desselben, welche dieser Balken mit voller Sicherheit tragen kann; ferner c die größte Senkung des Balkens, welche dieser Belastung im ersten Augenblick entspricht; b die Breite, h die Höhe und l die Länge des Balkens, sämmtlich in preussischen Maßen ausgedrückt, so ist

$$U = \frac{4 N}{20} \cdot \frac{bh^2}{l} = \frac{1}{5} N \cdot \frac{bh^2}{l}$$

und $c = \frac{1}{48} \frac{FU}{e^2 \cdot bh^3}$

Bezeichnet nun P die zum Zerbrechen eines Balkens erforderliche Last und ist der Balken mit dem einen Ende eingemauert, dagegen am anderen Ende desselben die zum Zerbrechen erforderliche Last angebracht, so erhält man unter übrigens gleicher Geltung der obigen Größenbezeichnungen

$$P = N \cdot \frac{bh^2}{l}, \text{ also } IP = N \cdot bh^2.$$

Liegt dagegen der Balken an beiden Enden frei auf und ist das zum Zerbrechen desselben erforderliche Gewicht in der Mitte dieses Balkens angebracht, so würde man dasselbe, mit Einschluß des halben Gewichtes des Balkens, oder

$$P = 4 N \cdot \frac{bh^2}{l} \text{ erhalten, also } IP = 4 N \cdot bh^2.$$

Ist aber der Balken an beiden Enden so befestigt oder eingemauert, daß die Enden nicht nachgeben können, so würde das in der Mitte des Balkens aufgehängte, zum Zerbrechen desselben erforderliche Gewicht mit Einschluß des halben Balkengewichtes

$$P = 8 N \cdot \frac{bh^2}{l} \text{ sein, also } IP = 8 N \cdot bh^2.$$

Diesen letzteren Ausdruck erhält man auch, wenn man annimmt, die zum Zerbrechen erforderliche Last sei gleichförmig über einen an beiden Enden frei aufliegenden Balken vertheilt.

Endlich giebt Eytelwein auch für den Fall, wenn der Balken an einem Ende frei aufliegt und dessen anderes Ende fest eingemauert ist, einen Ausdruck für die zum Zerbrechen erforderliche Kraft, und zwar ist dann

$$P = 6 N \cdot \frac{bh^2}{l}, \text{ und } IP = 6 N \cdot bh^2.$$

Findet aber in diesem Falle eine gleichförmige Vertheilung der Last Statt, so ist

$$P = 12 N \cdot \frac{bh^2}{l}, \text{ und } IP = 12 N \cdot bh^2.$$

Da es nun für die Ausführung immer sehr wichtig ist, diejenige Belastung zu kennen, mit welcher ein Balken für die Dauer beschwert werden darf, ohne für das Gebäude von Nachtheil zu werden, so hat Eytelwein nach vorhandenen Beispielen und unter Bezugnahme auf obige Formeln gefunden, daß für diejenige Belastung, welche ein Balken mit voller Sicherheit zu tragen vermöge, der zwanzigste Theil derjenigen Last anzunehmen sei, unter welcher der Balken brechen würde. Zur näheren Bestimmung dieser Last dienen die oben angegebenen Formeln, in welchen N einen

Brechungscoefficient bezeichnet, der aus vielfachen Versuchen ermittelt und in der folgenden Tabelle für verschiedene Holzarten angegeben ist.

Was den Ausdruck $c = \frac{1}{48 e^2} \cdot \frac{l^3 U}{bh^3}$ betrifft, so bezeichnet derselbe die Größe der Durchbiegung, bis zu welcher der Balken unter der Last U im ersten Augenblick der Belastung sich in seiner Mitte senken wird. Die Größe dieses Ausdrucks ist von dem Coefficienten e^2 der absoluten Elasticität des Balkens abhängig und ist der Werth desselben ebenfalls in der folgenden Tabelle für verschiedene Holzarten angegeben.

Holzarten.	$\frac{l^3 U}{bh^3} = 48 e^2$	$\frac{l^3 P}{bh^3} = 4 N$
Kiefernholz	7551195	7177
Sommereichen . .	9502509	7285
Steineichen	9533310	10020
Rothtannen	5318916	4828
Weißtannen	7551320	7100
Rothbuchen	9520904	10363
Weißbuchen	7524168	7904
Erlenholz	7671347	8298

Hiernach unterliegt es nun keiner großen Schwierigkeit, die Tragkraft eines Balkens oder die Last, welche derselbe mit Sicherheit für lange Zeit tragen kann, zu bestimmen, wie auch ebenso zu einer gegebenen Last und der freiliegenden Länge eines Balkens seinen Querschnitt zu bestimmen.

Soll z. B. ein zwischen seinen Unterstüßungspunkten 18 Fuß weit freiliegender kieferner Balken, dessen Breite gleich 8 Zoll ist, mit einer gleichförmig verbreiteten Last = 5000 Pfund belastet werden und diese Last mit völliger Sicherheit tragen können, so hat man nach Obigem:

$$U = \frac{8}{20} N \cdot \frac{8 N}{20} \cdot \frac{bh^2}{1} = \frac{8 \cdot h^2}{12 \cdot 18}$$

Es ist aber U gleich der Belastung und dem halben Gewichte des Balkens, oder

$$U = 5000 + \frac{1}{2} \frac{8 \cdot h}{12 \cdot 12} \cdot 18 \cdot 30^*) = 5000 + 15 h;$$

$$\text{also } 5000 + 15 h = \frac{8 N}{20} \cdot \frac{8 h^2}{12 \cdot 18}$$

Nimmt man nun der einfacheren Rechnung wegen $4 N = 7200$ statt 7177, so erhält man

$$5000 + 15 h = \frac{8}{3} h^2$$

oder $80 h^2 - 45 h - 15000 = 0$, und hieraus

$$h = \frac{45}{160} + \sqrt{\left(\frac{45}{160}\right)^2 + \frac{30000}{80}} = 13,7 \text{ Zoll.}$$

Es sei ferner ein kieferner Balken, dessen Breite = 8 Zoll, dessen Höhe = 12 Zoll und dessen freiliegende Länge zwischen seinen beiden Unterstüßungspunkten = 15 Fuß ist.

Welche gleichförmig vertheilte Last kann ein solcher Balken mit völliger Sicherheit tragen?

Das halbe Gewicht des Balkens ist = $\frac{1}{2} \cdot \frac{8}{12} \cdot 15 \cdot 30 = 150$ Pfund, und hat man daher nach Obigem die Gleichung

$$U + 150 = \frac{2 \cdot 7200}{20} \cdot \frac{8 \cdot 12^2}{12 \cdot 15}$$

oder $U + 150 = 48 \cdot 8 \cdot 12 = 4608$ Pfund, und hieraus

$$U = 4608 - 150 = 4458 \text{ Pfund.}$$

Bei dieser Belastung würde nach obiger Formel und nach den in der Tabelle angeführten Werthen die Biegung des Balkens im ersten Augenblick der Belastung betragen

$$c = \frac{1}{48 e^2} \cdot \frac{l^3 U}{bh^3} = \frac{(12 \cdot 15)^3 \cdot 4458}{7551195 \cdot 12^3 \cdot 8} = 0,257 \text{ Zoll.}$$

*) Der Cubikfuß Holz = 30 Pfund schwer angenommen.

Aus der allgemeinen Formel $U = \frac{1}{2} N \cdot \frac{bh^2}{l}$ geht nun zugleich hervor, daß die Tragkraft eines Balkens von bestimmter Länge bei Zunahme der Höhe seines Querschnittes wächst; ebenso folgt aber auch daraus, daß die Tragkräfte zweier Balken von gleicher Länge und gleicher Breite, aber von verschiedenen Höhen, sich zu einander verhalten wie die Quadrate ihrer Höhen; ferner bei gleicher Länge und gleicher Höhe, aber bei verschiedenen Breiten, verhalten sich die Tragkräfte der Balken zu einander wie ihre Breiten.

Ist daher bei gleicher Länge und Breite zweier Balken die Höhe des einen Balkens $= h$, dagegen die des andern $= 2h$, so verhalten sich ihre Tragkräfte zu einander wie $h^2 : 4h^2$ oder wie $1 : 4$, und es kann also der zweite Balken viermal so viel tragen, als der erstere. Ist der Balken unter übrigens sonst gleichen Verhältnissen dreimal so hoch, so leistet er neunmal so großen Widerstand.

Verhalten sich die Breiten zweier gleich langen und hohen Balken wie $1 : 2$, so verhalten sich auch die Tragkräfte derselben wie $1 : 2$, und kann also der doppelt so breite Balken nur das Doppelte von dem tragen, was der andere Balken mit Sicherheit trägt.

Man sieht hieraus zur Genüge, daß die Tragkraft eines Balkens von gegebener Länge nur durch Vergrößerung seines Querschnittes vermehrt werden kann, und zwar findet dieses um so bedeutender Statt, je mehr man die Höhe des Balkens vergrößert.

Nach Cytelwein verhält sich ferner die relative Festigkeit eines Cylinders zu der eines Balkens von gleicher Länge, dessen Querschnitt ein um die Kreisfläche des Cylinders beschriebenes Quadrat ist, wie $0,7363108 : 1$. — Ist aber bei gleicher Länge beider Hölzer der Querschnitt des Cylinders dem des quadratischen Balkens gleich, so verhalten sich die Festigkeiten derselben zu einander wie $1,057856 : 1$, woraus also hervorgeht, daß unter diesen Umständen die relative Festigkeit des Cylinders größer ist, als die des quadratischen Balkens. Hieraus folgt aber auch wieder unmittelbar, daß der quadratische Balken, welchen man aus einem Cylinder schneiden kann, weniger Tragkraft besitzt, als dieser.

In Folgendem soll näher untersucht werden, welcher der stärkste Balken ist, den man aus einem cylindrischen Baumstamme schneiden kann.

- 89 Es sei ABCD, Fig. 89, der Querschnitt des Stammes, aus welchem der Balken geschnitten werden soll; $AB = d$ sei der Durchmesser desselben; ferner $AC = BD = b$ die Breite und $AD = BC = h$ die Höhe des Balkens; alsdann ist $b^2 + h^2 = d^2$ oder $h^2 = d^2 - b^2$; und das Brehungsmoment
- $$IU = N \cdot bh^2 = Nb(d^2 - b^2).$$

Es kommt nun darauf an, den Factor $d^2 - b^2$ so groß als möglich zu bestimmen.

Setzt man daher $b \pm x$ für b , wo x eine sehr kleine Größe bezeichnet, so erhält man

$$b(d^2 - b^2) = (b \pm x)d^2 - (b \pm x)^3 = bd^2 \pm xd^2 - b^3 \mp 3b^2x - 3bx^2 \mp x^3$$

und in sofern man x^3 als eine sehr kleine Größe vernachlässigt, erhält man

$$b(d^2 - b^2) = bd^2 \pm xd^2 - b^3 \mp 3b^2x - 3bx^2 \text{ und hieraus}$$

$$3bx^2 \pm 3b^2x \mp xd^2 = 0$$

$$\text{oder } 3bx^2 \mp x(d^2 - 3b^2) = 0.$$

Damit aber der Werth $b(d^2 - b^2)$ in jedem Falle größer ausfällt, als der $(b \pm x)d^2 - (b \pm x)^3$, so muß die Differenz $3bx^2 \mp x(d^2 - 3b^2)$ nicht Null, sondern immer einen positiven Werth liefern, man mag nun b um x vergrößern oder verkleinern. Dieses ist aber nur dann möglich, wenn der Factor $d^2 - 3b^2 = 0$ wird, in welchem Falle dann die Differenz einen positiven Werth $3bx^2$ liefert.

Setzt man daher $d^2 - 3b^2 = 0$, so erhält man die gesuchte Breite, oder

$$b = d\sqrt{\frac{1}{3}}.$$

Die entsprechende Höhe ergibt sich dann leicht:

$$h = d\sqrt{\frac{2}{3}},$$

und es ist also das Verhältniß der Höhe zur Breite, oder

$$h : b = \sqrt{2} : \sqrt{1}.$$

Um daher den der größten Festigkeit entsprechenden Querschnitt zu finden, theilt man den Durchmesser AB in drei gleiche Theile, errichtet in den Theilungspunkten f und g auf beiden Seiten des Durchmessers die Normalen fC und gD , verbindet dann die in der Peripherie sich ergebenden

Durchschnittspunkte C und D mit den Punkten A und B durch gerade Linien und man erhält den Querschnitt ADBC.

$$\begin{aligned} \text{Es ist hier } Af : AC &= AC : AB \\ \text{und } Ag : AD &= AD : AB \\ \text{oder } AC^2 &= Af \cdot AB = \frac{1}{3}d \cdot d = \frac{1}{3}d^2 \\ \text{und } AD^2 &= Ag \cdot AB = \frac{2}{3}d \cdot d = \frac{2}{3}d^2. \end{aligned}$$

(Zweite Auflösung.)

Es sei $AB = d$ der Durchmesser; ferner $AC = x$ und $AD = y$. Damit nun der Balken ein stärkster werde, muß xy^2 den größtmöglichen Werth erhalten, also ein Maximum werden.

$$\text{Es ist nun } y^2 = d^2 - x^2, \text{ also } xy^2 = xd^2 - x^3.$$

Damit dieser Ausdruck ein Maximum werde, muß beim Differenziren dieser Gleichung die erste Ableitung gleich Null, die zweite Ableitung aber einen negativen Werth liefern.

Man hat daher:

$$\begin{aligned} \frac{\delta(xy^2)}{\delta x} &= d^2 \delta x - 3x^2 \delta x = 0 \\ \frac{\delta^2(xy^2)}{\delta x^2} &= -6x. \end{aligned}$$

Aus $(d^2 - 3x^2) \delta x = 0$ ergibt sich nunmehr

$$d^2 = 3x^2 \text{ und hieraus } x = d/\sqrt{3},$$

$$\text{also } y^2 = d^2 - \frac{d^2}{3} = \frac{2}{3}d^2,$$

$$\text{folglich } y = d/\sqrt{2}.$$

Wenn nun nach den oben angegebenen Formeln die erforderliche Stärke der Balken sich in jedem einzelnen Falle auch sehr leicht berechnen läßt, so findet eine solche Berechnung doch im Allgemeinen wenig Anwendung, und hilft man sich gewöhnlich mit praktischen Erfahrungssätzen aus.

Bei den gewöhnlichen, fast täglich vorkommenden Fällen, wohin namentlich die Balkenlage in gewöhnlichen Wohngebäuden zu zählen ist, kann man sich auch sehr bequem des Erfahrungssatzes bedienen, daß Balken, welche keine weitere Belastung zu tragen haben, als die in Wohngebäuden vorkommende, um das 18- bis 20fache ihrer Höhe ohne alle mittlere Unterstützung frei liegen können.

Hiernach würde also in einem Wohngebäude ein Balken von 10 Zoll Höhe und einer verhältnißmäßigen Breite höchstens $10 \cdot 20 = 200$ Zoll $= 16\frac{2}{3}$ Fuß freiliegen dürfen, ohne daß ein nachtheiliges Durchbiegen desselben zu befürchten wäre. Daß aber solcher Erfahrungssatz nicht in allen Fällen anwendbar sein möchte, zeigt obiges Beispiel, wo bei einem 18 Fuß freiliegenden, mit 5000 Pfund belasteten Balken die Höhe desselben gleich 14 Zoll gefunden wurde.

Da aber nicht selten der Fall vorkommt, daß die Anordnung im Innern von Wohngebäuden es bedingt, die Balken über oben angegebene Maß freizulegen, und man nicht immer im Stande ist, so starkes Bauholz aufzutreiben, als darnach erforderlich wäre, so nimmt man seine Zuflucht zu künstlich verstärkten Balken.

Ehe wir jedoch diesen § schließen, müssen wir noch auf einen aus obigen Formeln hergeleiteten Schlusssatz zurückkommen, nämlich, daß die Tragkräfte zweier Balken von einerlei Höhe und einerlei Länge sich verhalten wie die Breiten derselben, und daß sonach ein Balken, der die doppelte Breite eines anderen Balkens hat, auch das Doppelte tragen würde, was dieser andere Balken trägt. Wenn dieser Satz in der Theorie auch vollständig anerkannt wird, so kann dieses aber nicht durchweg in der Praxis geschehen. Nach der Theorie muß ein ganzer Balken dasselbe tragen, als seine beiden Hälften, wenn der Balken seiner Länge nach durchschnitten ist. Dieses ist aber nicht der Fall, denn ist der Balken durchschnitten, so tragen seine beiden Hälften zusammen nicht so viel, als der Balken vorher getragen. Warum, ist leicht einzusehen, denn die große Tragfähigkeit und Elasticität des Balkens rührt einmal von der innigen Verbindung der Holzfasern unter einander her, und ferner jedenfalls in hohem Grade von der Bildung der geschlossenen Jahresringe. So lange nun die Jahresringe geschlossen sind, trägt der Balken eine größere Last, als ein quadratischer Balken, dessen Querschnitt mit dem des cylindrischen Balkens gleich ist. Die Ursache hiervon liegt

darin, daß bei dem quadratischen Balken ein großer Theil der Jahresringe zerschnitten ist, und derjenige Theil des Balkens, in welchem die Jahresringe noch ihren vollen Schluß haben, dadurch erheblich verkleinert ist. In weit höherem Grade findet dieses aber Statt bei einem Balken, welcher seiner Länge nach in der Mitte getrennt ist, und bei dem sonach die sämtlichen Jahresringe durchschnitten werden und der innige Zusammenhang gänzlich zerstört wird. Wäre das Holz ein gleichförmiger Körper von sehr dichtem Gefüge, wie z. B. das Eisen, so würde in dieser Beziehung obige Theorie unbedingt darauf anzuwenden sein; allein abgesehen von den verschiedenartigen Bestandtheilen, welche verbunden mit der reinen Holzfasern den Baum bilden, so hat jeder einzelne Stamm noch immer zweierlei Holz, nämlich das Kernholz und den äußeren Splint, wovon das erstere das härteste und vollkommen ausgebildete Holz ist, wogegen das andere das unvollkommenere ist und sich durch seine hellere Farbe und seine größere Weichheit von dem ersteren sehr wesentlich unterscheidet; man kann daher das Holz nicht als einen Körper von gleichmäßigem Gefüge betrachten. Bei der Belastung solcher durchschnittener Hölzer leisten die unteren Holzfasern gegen die Ausdehnung, welche sie erleiden, und die oberen Holzfasern gegen das Zusammendrücken nicht denjenigen Widerstand, wie solches bei einem cylindrischen Baumstamme stattfindet. Ein solcher Widerstand kann nur an einer Seite, wo die Jahresringe nicht getrennt sind, stattfinden; es entsteht daher beim Belasten eine Tendenz zum Ausbiegen nach der Seite hin, wo die Jahresringe ganz getrennt sind, und nicht selten ist es schon vorgekommen, daß bei einer Belastung eines solchen getrennten Balkens das Kernholz sich vom Splint gänzlich abgelöst hat. Es ist daher immer unrichtig, wenn man glaubt, eine gleiche Tragkraft dadurch zu erzielen, wenn der Balken zu zwei Hälften der Länge nach durchschnitten wird. Viel unrichtiger ist es aber noch, wenn man glaubt, die Tragkraft dadurch zu vergrößern, daß man den Balken durch die Mitte der Länge nach trennt und dann wieder durch Schraubenbolzen die Theile mit einander verbindet.

§ 18.

Von den armirten und verzahnten Balken.

Von den vielfachen Armirungen, die man zur Verstärkung der Balken oder Träger angewendet hat, sollen hier mehre der vorzüglichsten näher angeführt werden.

Die einfachste Art, die Tragkraft eines Balkens zu vergrößern, besteht darin, daß man an seinen beiden Enden Sattelhölzer unterlegt. Diese Sattelhölzer oder sogenannten Laschen werden unmittelbar platt unter die Balkenenden gelegt und an dieselben mittelst 7 bis 8 Zoll langer starker eiserner Nägel befestigt. Diese Sattelhölzer erhalten eine Länge von 4 bis 5 Fuß bei einer Stärke von 4 bis 5 Zoll. Werden diese Hölzer stärker angeordnet, so kann man zur Befestigung derselben an die Balken nicht mehr Nägel, sondern man muß dann Schraubenbolzen anwenden, um sie mit dem Balken zu verbinden. Diese Anordnung ist in Fig. 101 näher dargestellt. Dieser Construction bedient man sich sehr häufig bei älteren Gebäuden, sobald die Balkenköpfe in der Mauer versault sind, und daher die Balken die darauf zu bringende Last nicht mehr mit hinreichender Sicherheit tragen können. Man nennt diese Hölzer aber dann nicht Sattelhölzer, sondern Basten. Diese Anordnung ist aber nur da zulässig, wo die Balken unterhalb nicht verschalt sind.

Ist eine Balkendecke verschalt, so sind die Basten nicht mehr anwendbar, denn es würde das ungleiche Hervortreten eines einzelnen Balkens oder mehrerer sehr unangenehm in die Augen fallen. In solchem Falle hilft man sich dadurch, daß man an beiden Seiten des Balkens starke Halbhölzer mittelst Schraubenbolzen und langer eiserner Nägel daran befestigt. Diese Anordnung ist aber nur dann wirklich zweckentsprechend, wenn man die Armirung so weit fortführt, daß sie mit dem andern Ende ebenfalls auf einem unteren Stützpunkte ruht. Ist dieses nicht zu erreichen, so ist es ebenso vortheilhaft, wenn man statt der Schraubenbolzen eiserne Bänder anwendet, die um den Balken und die Armirung gelegt werden, und ferner diese Seitenhölzer noch mit mehreren Spizbolzen oder langen eisernen Nägeln an den Balken befestigt.

75 Eine zweckmäßigere Verstärkung der Balken durch Sattelhölzer ist die in Fig. 75 näher dargestellte. Die Sattelhölzer werden hier mit dem Balken verzahnt und alsdann mittelst durchgehender Schraubenbolzen mit demselben verbunden. Die Verzahnung darf aber hier nur gering sein und

nicht mehr als höchstens $1\frac{1}{2}$ Zoll betragen, weil sonst der Balken dadurch unnöthigerweise geschwächt werden würde. Diese Construction wendet man mehrfach und mit Vortheil bei Dachbalken an, und namentlich bei den Binderbalken; wenn dieselben an ihren Enden durch Einzapfungen und Versagungen bedeutend geschwächt werden, wie dieses sehr leicht der Fall werden kann bei Anordnung von Hängewerken.

Eine sehr einfache Armirung eines Balkens besteht darin, daß man auf beiden Seiten desselben 2 bis 3 Zoll starke und 6 bis 7 Zoll hohe Hölzer an denselben festnagelt, die in der Mitte der Länge des Balkens unter einem möglichst kleinen Winkel gegeneinander stoßen. Diese Hölzer werden mit hinreichend starken, 6 bis 7 Zoll langen eisernen Nägeln, die nach der Spitze hin etwas eingezackt sind, an den Balken festgenagelt. Statt dieser Nägel bedient man sich zuweilen durchgehender Schraubenbolzen, was in manchen Fällen, namentlich wenn die frei liegende Weite des Balkens sehr bedeutend ist und zu der Construction stärkere Hölzer verwendet werden, sogar nothwendig wird. An den Enden reichen diese Armirungen bis gegen die Mauern; sie stützen sich aber nicht unmittelbar gegen dieselben, sondern sie finden ihre Stützpunkte in den Verbindungspunkten der Armirungen mit dem Balken selbst. Wollte man diese Armirungen direct gegen die Mauern stützen, so würden diese letzteren im Falle eines Durchbiegens des Balkens einen starken horizontalen Druck erleiden, was aber unter allen Umständen möglichst vermieden werden muß. In Fig. 90 ist eine solche Armirung näher dargestellt.

Dieser einfachen Armirung bedient man sich ferner sehr zweckmäßig, um Erschütterungen oder Schwankungen der Balken zu verhindern, ohne daß es gerade erforderlich wäre, die Tragkraft derselben zu vergrößern. In solchem Falle nun, wo die Armirung nur dazu dienen soll, Schwankungen der einzelnen Balken zu verhindern, werden an die eine oder auch an beide Seiten jedes Balkens Schwarten (Schwaben) von nicht zu geringer Stärke und von der ganzen Länge des Balkens mittelst 5- bis 7zölliger eiserner Nägel an denselben befestigt. Hierbei ist es erforderlich, daß man die Schwarten zuerst an beiden Enden festnagelt und dieselben in der Mitte ein Geringes nach Auswärts und nach Oben hin biegt, und erst dann in der Mitte die übrigen Nägel eintreibt, so daß diese Schwarten selbst eine gehörige Spannung erhalten.

Um Schwankungen der Balken zu verhindern, und um überhaupt eine Spannung in der Balkenlage hervorzubringen, bringt man auch zwischen je zwei Balken Kreuze von Holz an, wie in Fig. 106 angezeigt ist. Durch die Anordnung solcher Kreuze verhindert man namentlich ein Schwanken nach der Seite hin, was aber in den gewöhnlichen Fällen auch schon zum großen Theil durch die Befestigung des Fußbodens und der Deckenverschalung erreicht wird.

Die Tragkraft eines Balkens läßt sich auch dadurch sehr erheblich vergrößern, daß man an beiden Seiten desselben Bohlen von 3 bis 4 Zoll Stärke und von der Höhe des Balkens anbringt, welche die Länge des Balkens haben und mit demselben durch eine ungerade Anzahl Schraubenbolzen, gewöhnlich fünf, fest verbunden werden. Diese Construction wurde bereits oben angeführt und namentlich für den Fall, daß in älteren Gebäuden die Köpfe der Balken in den Mauern versfault seien und man den Balken wieder bis zu einem gewissen Grade Tragkraft geben wolle.

Eine complicirtere Armirung eines Balkens und gleichzeitig der Uebergang zu den verzahnten Balken ist in den Figuren 91, 91 A und B dargestellt.

Dieser armirte Balken besteht aus einem Mittelbalken A, der durch einen darauf verbundenen Verstärkungsbalken B verstärkt wird. Dieser Balken B, der hier aus zwei Stücken besteht, die in der Mitte des unteren Balkens stumpf gegeneinander stoßen, greift an beiden Seiten mit doppelten Versagungen in den Balken A und wird mit demselben mittelst durchgehender Schraubenbolzen fest verbunden. Statt dieser Schraubenbolzen kann man sich auch, da der Balken A mit dem Verstärkungsbalken B ganz gleiche Breite hat, eiserner Zugschraubenbänder bedienen. In der Mitte stoßen die beiden Stücke, woraus der Balken B besteht, wie schon erwähnt, stumpf gegeneinander, und wird, damit die beiden Hirnseiten sich nicht in einander drücken können, eine dünne Blechplatte dazwischen gelegt. Um aber ferner eine möglichst große Spannung hervorzubringen, muß man, ehe der Balken zusammengesetzt wird, dem unteren Balken A einige Zoll Sprengung geben, was sich leicht dadurch erreichen läßt, daß man demselben in der Mitte ein höheres Lager als an den Enden giebt und die Enden alsdann herunterdrückt. Da aber hierdurch die beiden oberen Stücke um ein

Geringes länger erforderlich sind, so hat man bei Ausarbeitung derselben gleich Anfangs Rücksicht darauf zu nehmen.

Die Seitenbalken D und D' werden mit dem armirten Balken durch die Hängebügel w, w verbunden. Diese Hölzer dienen nur dazu, um die Fußbodenhölzer, worauf alsdann der Fußboden gelegt wird, zu tragen. Die Stärke dieser Fußbodenhölzer richtet sich nach der Weite der aus einander liegenden armirten Balken, und werden diese Hölzer jedesmal, wo sie auf dem Hauptbalken zusammentreffen, durch oben aufgenagelte eiserne Schienen der Länge nach mit einander verbunden, wie aus Fig. 91 B näher ersichtlich ist.

102 In den Figuren 102 D, E, F und G ist eine andere Balkenverstärkung dargestellt.

Hier liegen zwei schmale aber hochkantige Balken c und d in einer geringen Entfernung neben einander. Zwischen denselben sind zwei Hölzer e, e in jedem derselben eingelassen. Diese eingelassenen Hölzer stützen sich gegen zwei kurze, an jedem Ende in die Balken eingefegte Querhölzer f, f, und in der Mitte gegen zwei eingelassene Hölzer g. Diese Hölzer g werden durch den Keil h fest gegen die beiden Streben e, e eingetrieben, so daß durch die schiefe gesprengte Lage der Hölzer e, e die Balken selbst bedeutend an Stärke gewinnen. Die beiden Balken c und d werden durch Schraubenbolzen mit einander verbunden.

Bei dieser Anordnung müssen zunächst die eingefegten Querstücke von hartem und dabei sehr trockenem Holze hergestellt werden, weil sonst beim Schwinden dieser Hölzer die eingefegten Sprengstreben weichen würden. An ein späteres Nachtreiben des von oben eingefegten Keils ist wohl nicht zu denken; denn liegen erst Balken und Fußböden darüber, so ist kein Raum mehr vorhanden, um ein weiteres Eintreiben des Keils zu bewirken. Es muß daher der Keil gleich von vorne herein so stark angetrieben werden, als die erforderliche Sprengung es nothwendig macht. Je stärker nun der Keil angetrieben wird, desto stärker werden die Streben gesprengt, vorausgesetzt, daß sie Raum dazu haben, eine Krümmung anzunehmen. Bei genauer Arbeit ist dieses aber wohl nicht der Fall, und sollen dann die Streben Sprengung erhalten, so kann dieses nicht anders geschehen, als daß die Seitenbalken ebenfalls eine geringe Sprengung annehmen. Daß dieses aber durch das Eintreiben des Keils nicht bewirkt werden kann, liegt klar auf der Hand, denn es werden hier eher die eingefegten Querhölzer g, g zersprengt werden. Genügt es daher, daß nur der Keil scharf angetrieben wird, um eine Spannung zu erhalten, so kann man diese Construction wohl anwenden; im Uebrigen bleibt sie immer zu künstlich und erfordert eine Menge Holz, die zu ihrer Zweckmäßigkeit nicht im Verhältnisse steht.

Wir wollen nunmehr verschiedene verzahnte Balken näher anführen.

Die einfachste Art derselben sind solche, wo zwei Balken auf einander gelegt und diese dann durch eine ungerade Anzahl Schraubenbolzen mit einander verbunden sind. Zu diesen Balken nimmt man solches Holz, welches 2 bis 3 Zoll Sprengung hat. Diese Träger wendet man jedoch höchstens nur bis zu 30 Fuß freiliegender Weite und dann auch nur zu solchen Zwecken an, wo der Träger keine bedeutende Last zu tragen erhält.

Was die eigentlichen verzahnten Träger betrifft, so werden diese meistens aus einer ungeraden Anzahl Stücke zusammengesetzt, und dann zwar so, daß oberhalb in der Mitte jedesmal eine Fuge trifft. Der untere Theil des verzahnten Balkens erhält immer eine natürliche Sprengung und wird dann der obere Theil scharf in den unteren Theil hineingearbeitet, wodurch die Spannkraft des Trägers bedeutend erhöht wird. Fehlt dem unteren Balken die natürliche Sprengung, so wird eine solche künstlich hervorgebracht, indem man demselben, wie schon erwähnt wurde, in der Mitte ein höheres Lager als an den Enden giebt, und diese letzteren herunterdrückt. Um aber dann bei einer späteren Belastung des doppelten Balkens ein Abrutschen der oberen Stücke zu verhindern, werden beide Theile, sowohl der obere als auch der untere Balken mit zahnsförmigen Einschnitten versehen, die gerade in einander passen; alsdann werden sie auf einander gelegt, und der obere Theil in den unteren eingetrieben und mit einer genügenden Anzahl eiserner Schraubenbolzen fest mit einander verschraubt.

Um einen solchen verzahnten Balken zu construiren, verfährt man folgendermaßen.

70 Man nimmt so viele halbe Zolle, als die Länge ab des verzahnten Balkens, Fig. 70, Fuße enthält, und giebt solche der Höhe af, so daß also, wenn $ab = 30$ Fuß ist, die Höhe $af =$

$\frac{ab}{2} = 15$ Zoll wird. Zur Sprengungshöhe gh nimmt man ferner den sechzigsten Theil der Länge ab , so daß also gh hier gleich 6 Zoll wird. Die Höhe eines Zahns vw ist gleich dem vierten Theil der Sprengungshöhe gh , also hier gleich $1\frac{1}{2}$ Zoll, und die Länge desselben gleich dem achten Theil der ganzen Länge des verzahnten Balkens.

Ist aber die Länge des Balkens bedeutend größer als hier angenommen, so würde dadurch auch die Länge eines Zahnes wachsen; in solchen Fällen aber richtet man sich nicht genau nach den hier gegebenen Vorschriften, sondern man ordnet alsdann die Zähne so an, daß sie keine größere Länge als höchstens 5 Fuß erhalten. Ueberhaupt muß die Länge der Zähne immer zwischen 3 und 5 Fuß bleiben.

Die Aufzeichnung geschieht nun in folgender Weise:

Zuvörderst nimmt man die zuvor bestimmte Höhe ak , halbirt sie und addirt dazu die halbe Höhe eines Zahns; die Summe giebt dann die Höhe des zu verarbeitenden Holzes, welches daher in diesem Falle gleich $8\frac{1}{4}$ Zoll gefunden wird.

Ist nun der untere Balken bei a , g und b in die gehörige Lage gebracht, was sehr leicht durch Unterlagen oder sonst herzustellende Einrichtungen geschehen kann, so theilt man die Länge ab in eine gerade Anzahl gleicher Theile, hier in acht Theile; setzt dann von der Oberkante des Balkens auf jedem einzelnen Theilungspunkte nach unten hin die Höhe des Zahns mit $1\frac{1}{2}$ Zoll ab und zieht von der Oberkante des mittelsten Theiltrisses nach den angezeichneten Punkten der auf beiden Seiten desselben zunächst befindlichen Theiltrisse gerade Linien; alsdann zieht man von der Oberkante dieser letzteren Theiltrisse nach den unteren Punkten der jedesmal zunächst befindlichen äußeren Theiltrisse gerade Linien, u. s. w., wodurch man die Gestalt der einzelnen Ausschnitte am unteren Balken angegeben erhält. Ganz diesem gleich verfährt man mit den oberen Hölzern, und nachdem die Zähne ausgeschnitten und scharf und genau ausgearbeitet sind, werden die ausgezahn timer Hölzer in die gezwängte Stellung gebracht, wie in der Figur angegeben, und mittelst durchgehender eiserner Schraubenbolzen fest mit einander verbunden.

Die Gestalt der Hirnseite eines Zahns erhält man dadurch, daß man mit der Länge des Zahns aus dem zunächst dahinter liegenden Punkte des folgenden Zahns einen Kreisbogen verzeichnet, der natürlich in der hier stattfindenden Kürze als gerade Linie betrachtet werden kann. Um ein Zueinanderdrücken der Hirnseiten der Zähne zu verhindern, ist es zweckmäßig, wenn man Streifen dünnen Eisenblechs dazwischen legt; ebenso muß auch zwischen die an einander stoßenden Hirnseiten der oberen Hölzer eine Blechplatte gelegt werden.

Ein sehr einfach verzahnter Balken, der auch vielfältig in Balkenlagen benutzt wird, ist der in Fig. 74 dargestellte. Dieser Balken besteht aus zwei ganzen, auf einander gelegten und mit einander verzahnten Balken, die jedoch einzeln so vorgerichtet sind, wie oben angegeben, und von denen jeder die erforderliche Sprengung erhält.

Eine andere Art von doppelten Trägern zeigt Fig. 71. Hierbei sind anstatt der Zähne, Keile angeordnet. Der untere Balken erhält hier ebenfalls eine solche Sprengung, wie oben angegeben. Die Keillöcher werden von Mitte zu Mitte mindestens 3 Fuß von einander entfernt angeordnet. Sobald nun die Balken, aus welchen ein solcher Träger zusammengesetzt werden soll, in die gehörige Lage gebracht und durch Schraubenbolzen fest mit einander verbunden sind, werden, bevor der Träger von seinem Lager abgehoben wird, die Keile in die Löcher, welche nach hinten sich etwas verengen, scharf hinein getrieben, wodurch eine Verspannung der oberen Hölzer mit den unteren hergestellt wird.

Dieser letzteren Construction hat man mehrfach den Vorzug vor der oben erwähnten geben wollen, und zwar hauptsächlich aus dem Grunde, weil beim Zusammentrocknen der Hölzer, welches aber hauptsächlich nur in der Breite und Stärke stattfindet, bei der oben angeführten Construction leicht die einzelnen Zähne abspringen sollen, was dagegen bei den verkeilten Balken nicht zu befürchten sei. Allein, wenn dieses auch in einzelnen, doch nur höchst seltenen Fällen vorkommt, so findet wieder bei den verkeilten Balken der sehr große Nachtheil Statt, daß durch das Einlegen der Keile Hirnholz gegen Langholz wirkt, was bei weitem eher in einander drücken wird, als wenn Hirnholz gegen Hirnholz drückt. Allein auch abgesehen hiervon, so ist ferner noch zu berücksichtigen, daß die Keile in der Breite ebenfalls zusammentrocknen, wodurch also die beabsichtigte Wirkung,

eine festere Verspannung der Hölzer unter sich, ebenfalls zum großen Theil verloren geht. Man kann dann zwar die Keile in solchen Fällen wieder nachtreiben, allein die Erfahrung hat hinlänglich bewiesen, daß ein solches Nachtreiben der Keile ohne alle Wirkung ist.

Hiernach ist also bei den verkeilten Balken weit eher ein Verschieben der Hölzer über einander, und in Folge dessen ein Durchschlagen des zusammengesetzten Balkens möglich, als bei den verzahnten Balken. Ueberhaupt kommt auch bei den verkeilten Balken ein weit stärkerer Horizontaldruck auf die durchgezogenen Schraubenbolzen, als dieses bei den verzahnten Balken der Fall ist, indem, sobald die Keile der Breite nach etwas eingetrocknet sind, die durch die eingetriebenen Keile erhaltene Spannung sofort aufhört und diese alsdann nur einzig noch durch die Schraubenbolzen erhalten werden muß. Man findet auch nicht selten, daß die für die Schraubenbolzen durchgebohrten Löcher sich entweder erweitert haben, oder daß die Schraubenbolzen selbst stark verbogen sind. Wo es daher darauf ankommt, eine Verbindung von bedeutender Tragkraft herzustellen, darf man sich der verkeilten Balken nicht bedienen. Auch selbst in solchen Fällen, wo die Balken einer starken Zugkraft zu widerstehen haben, sollte man sich, wenn dieselben aus mehreren Stücken zusammengesetzt werden müssen, immer nur der verzahnten Balken bedienen, indem diese, wenn man die Zähne abwechselnd nach umgekehrter Richtung herstellt, immer einer größern Zugkraft widerstehen werden.

102 In den Figuren 102 A, B, C sind noch einige verzahnte und verkeilte Balken dargestellt, deren Construction jedoch nach dem Bisherigen aus den Figuren selbst zur Genüge ersichtlich ist und die deshalb keiner weitem Erklärung bedürfen.

Nicht selten kommt der Fall vor, daß sehr weite Räume mit einem Dache überspannt werden sollen, ohne daß man im Stande ist, die dazu erforderlichen Dachbalkenhölzer in ganzer Länge erhalten zu können. Darf der Unterraum mit Ständern besetzt werden, so daß man für die kürzeren Balken Unterstützungspunkte schaffen kann, so ist die Anordnung der Balkenlage keiner großen Schwierigkeit unterworfen, indem man dann nur nöthig hat, die zusammengestoßenen Balken der Länge nach durch eiserne Schienen mit einander zu verbinden, damit sie nicht ausweichen können. Anders ist es aber, wenn der Unterraum ganz frei bleiben muß und demnach unterwärts keine Ständer- oder Unterstützungswände angebracht werden können. In diesem Falle muß man seine Zuflucht ebenfalls zu verzahnten Balken nehmen. Da aber hierbei, wenn die Spannweite sehr bedeutend ist, der untere Balken wegen der größeren Länge nicht aus einem Stücke bestehen kann, so muß derselbe ebenfalls aus mehren Stücken, und zwar immer aus einer ungeraden Anzahl Stücken zusammengesetzt werden; der obere Balken dagegen wird aus einer geraden Anzahl Stücken zusammengesetzt. Der untere Balken wird dann an solchen Stellen zusammengesetzt, wo derselbe nachher von der Verbindung im Dache unmittelbar getragen oder unterstützt wird. Die einzelnen Stücke des unteren Balkens werden entweder mit einem Hakenblatte, oder mit dem schrägen Blatte zusammengestoßen, welches letztere jedoch immer den Vorzug verdient, weil dadurch das Holz weniger geschwächt wird; beim Hakenblatte dagegen kann es sich sehr leicht ereignen, daß durch irgend eine Pressung, welche der Balken erleidet, der Haken abspringt und somit nicht allein die beabsichtigte Wirkung ganz verfehlt, sondern auch das Holz selbst dadurch sehr bedeutend geschwächt wird.

Nachdem nun die einzelnen Hölzer in der gehörig gesprengten Lage zusammengestoßen sind, werden die Verzahnungen nach oben beschriebener Weise hergestellt, wobei die einzelnen Zähne jedoch, wie schon oben angeführt wurde, nie eine größere Länge als höchstens 5 Fuß erhalten. Die Stücke des oberen Balkens werden in der Mitte des Trägers stumpf zusammengestoßen. Hierauf werden die verschiedenen Hölzer gehörig zusammen und in einander greifend gelegt, was dadurch noch wesentlich erleichtert wird, wenn man für den Augenblick des Zusammenlegens den unteren Balken in der Mitte noch etwas aufkeilt. Haben dann die sämtlichen Hölzer ihre richtige Lage, so werden sie mittelst Schraubenbolzen fest mit einander verbunden, und zwar wird durch jeden einzelnen Zahn, wenigstens durch jeden zweiten, in der Mitte desselben ein Schraubenbolzen gezogen. An denjenigen Stellen aber, wo die einzelnen Stücke des unteren Balkens zusammengesetzt werden, und wenn der obere Balken aus mehr als zwei Stücken zusammengesetzt wird auch an diesen Verbindungsstellen, werden noch besondere
72 Schraubenbänder angelegt, wie dieses in Fig. 72 angedeutet ist. Zwischen den Stegen dieser Schraubenbänder und dem Balken werden oberhalb oder unterhalb, je nachdem der Stoß ober- oder unterhalb ist, nach der Richtung des Balkens starke eiserne Schienen gelegt, die mit Krammen und Nägeln

an den Balken befestigt werden. Diese Schienen erhalten eine Länge von etwa 3 Fuß und dienen hauptsächlich dazu, ein Auseinanderziehen der zusammengestoßenen Hölzer in allen Fällen zu vermeiden. Beim mittleren oberen Stoß werden diese Bänder nicht angebracht.

In Fig. 73 ist ein, ebenfalls aus mehreren Stücken zusammengesetzter verzahnter Balken dargestellt, bei welchem aber der obere Balken aus einer ungeraden Anzahl Stücken, hier aus drei Stücken, der untere dagegen nur aus zwei Stücken besteht. Die verschiedenen Stöße der einzelnen Hölzer sind hier stumpf und ebenso haben auch die Zähne auf den beiden Hälften nicht einerlei Richtung, wie dieses bei den bisher angedeuteten Fällen stattfand. Dessen ungeachtet ist aber die Vorzeichnung der Zähne wie oben angegeben, nur in veränderter Ordnung.

Wo es im Allgemeinen weniger auf die Tragkraft der verzahnten Balken ankommt, vielmehr durch dieselben nur eine Querverbindung hervorgebracht werden soll, ist diese zuletzt erwähnte Construction der in Fig. 72 dargestellten vorzuziehen, und zwar aus dem Grunde, weil hier eine größere Anzahl von Hirnflächen entsteht, gegen welche sich die einzelnen Hölzer bei ihrem Zuge nach horizontaler Richtung stemmen. Wo es dagegen mehr auf die Tragkraft des verzahnten Balkens ankommt, verdient die erstere Construction (Fig. 72) den Vorzug, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil man bei dieser Anordnung dem Balken eine bessere und anhaltendere Sprengung geben kann; denn die beiden oberen Balkenhölzer, welche in der Mitte stumpf zusammengestoßen werden, stemmen sich gegen die Zähne des unteren Balkens und können sonach nicht weichen.

In den Figuren 107—107 G ist ein armirter Balken dargestellt, wobei die zu beiden Seiten des Hauptbalkens g angebrachten Armirungshölzer mit dem Hauptbalken verzahnt und durch Schraubenbolzen fest mit demselben verbunden sind.

Fig. 107 zeigt die Hauptansicht des Balkens; Fig. 107 A ist die Ansicht des Hauptbalkens g von oben; B ist eine Ansicht des ganzen Balkens von oben; D ist ein Durchschnitt nach der Linie ab; E ein Durchschnitt nach der Linie cd, und F ein Durchschnitt nach der Linie es; G ist eine perspectivische Ansicht des Hauptbalkens g.

Der Hauptbalken g reicht durch die ganze Breite des Raumes; an seinem Ende ist derselbe auf beiden Seiten etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll tief ausgeschoren und daselbst mit Verzahnungen versehen, wie dieses aus G zu ersehen ist. Die zu beiden Seiten des Balkens g anzubringenden Halbhölzer werden in der Mitte stumpf gegen einander gestoßen, an der Seite, mit welcher sie an den Balken zu liegen kommen, ebenso tief ausgeschoren wie der Balken selbst und auch wie dieser mit Verzahnungen versehen. Der mittlere Theil dieser Halbholzarmirung wird daher um $1\frac{1}{2}$ Zoll tief an der inneren Seite ausgearbeitet und behalten diese Armirungshölzer nur da, wo die Verzahnungen angeordnet sind, ihre volle Stärke, wie dieses auch aus den Figuren 107 B, D, E, F näher ersichtlich ist. Die Armirungshölzer werden mit dem Balken durch Schraubenbolzen verbunden. Daß diese hier angeführten Arbeiten sehr genau hergestellt werden müssen, ist leicht einzusehen. Uebrigens läßt sich leicht erkennen, daß, obgleich ein solcher Träger eine bedeutende Tragkraft besitzt, diese dennoch mit Anwendung derselben Quantität Holz hätte vermehrt werden können, wenn man die Hölzer über einander verzahnt, und die Schraubenbolzen nach verticaler, anstatt nach horizontaler Richtung durchgezogen hätte; ferner ist zu dem vorliegenden Träger ein bedeutendes Quantum Holz erforderlich, und ebenso werden auch durch die vermehrte Arbeit, welche die Herstellung desselben erfordert, die Kosten desselben um ein Erhebliches vergrößert.

In den Figuren 108—108 C ist einer der Träger der Decke in dem großen Saale des Rathhauses zu Amsterdam dargestellt, und zwar in Fig. 108 die Seitenansicht desselben; Fig. 108 A ist die Ansicht von oben; die Figuren 108 B und C sind Durchschnitte nach den Linien ab und cd.

Dieser Träger ist aus vier auf- und neben einander liegenden Balken g, g zusammengesetzt, und zwar sind immer je zwei und zwei, sowohl nach verticaler als auch nach horizontaler Richtung mit einander verzahnt und durch verticale und horizontale Schraubenbolzen fest mit einander verbunden. Wo die einzelnen Stücke zusammenstoßen, ist dieses durch Schwalbenschwänze geschehen. Diese Stöße treffen aber sowohl bei zwei auf einander, als auch bei zwei neben einander liegenden Balken g, g nie auf einer Stelle zusammen, sondern es sind dieselben versetzt. Die vier mit einander verbundenen Balken g, g umschließen vier kleine Balken h, h, nämlich von der Mitte an gerechnet auf jeder Seite zwei. Diese Balken sind von den übrigen Balken g, g auf halbe Stärke des Holzes eingefaßt, wie

dieses aus den Figuren 108 B und C zu ersehen ist. Selbige bilden Streben, von denen zwei in der Mitte des Trägers zusammenstoßen. Die Lage dieser Streben h, h ist aus Fig. 108 zu ersehen, wo sie durch punktirte Linien angedeutet sind.

Um die Deckenbalken auflegen zu können, sind zu beiden Seiten des Trägers Hängeeisen l, l angebracht, in welche die Hölzer k k eingelegt sind, und worauf die Deckenbalken ruhen.

111 In den Figuren 111—111 C ist einer der Träger im großen Saale des Rathhauses zu Maastricht dargestellt. Fig. 111 ist die Seitenansicht des Trägers; Fig. 111 A ist die Ansicht desselben von oben; Fig. 111 B ist ein Durchschnitt nach ab, und Fig. 111 C ein Durchschnitt nach cd.

Dieser Balken ist ebenfalls aus vier auf- und neben einander liegenden Balken m, m zusammengesetzt und je zwei und zwei nach horizontaler Richtung mit einander verzahnt, und sowohl durch verticale als auch durch horizontale Schraubenbolzen mit einander verbunden. Diese vier mit einander verbundenen Balken m, m umschließen zwei Balken h, h, die in der Mitte des Trägers zusammenstoßen. Diese beiden inneren Balkenhölzer sind nach horizontaler Richtung mit den vier umschließenden Balken verzahnt, wodurch die Stützpunkte dieser als Streben dienenden Balken h, h noch bedeutend vermehrt werden.

Um die Deckenbalken auflegen zu können, sind auch hier zu beiden Seiten des Trägers Hängeeisen angebracht, in welche die zur Unterstützung der Deckenbalken dienenden Hölzer n, n gelegt werden.

112 In Fig. 112 und 112 A ist ein Träger mit Seitenverstärkungen in der Seitenansicht und in Ansicht von oben dargestellt.

Derselbe besteht aus dem Hauptstücke a und den beiden Seitenstücken b, b, welche mit dem Hauptbalken verzahnt sind und durch horizontale Schraubenbolzen damit verbunden werden. Die Verzahnungen sind nach ihrer Höhenrichtung nicht vertical, sondern etwas geneigt, wie die Fugen bei einem scheinrechten Bogen. Dasselbe ist in der Zeichnung durch punktirte Linien angedeutet.

Bei diesem Träger wird eine größere Tragkraft dadurch hervorgebracht, daß hier Seitenverstärkungen angeordnet sind, wodurch der Träger erheblich verbreitert wird. Durch diese Seitenverstärkungen werden namentlich die Seitenschwingungen aufgehoben. Uebrigens erfordert ein solcher Träger sehr viel Holz, und kommt noch hinzu, daß, wenn derselbe eine bedeutende Länge erhalten soll, sehr starkes Bauholz dazu verwendet werden muß. Ferner ist aus der Zeichnung leicht ersichtlich, daß bei Ausarbeitung des Trägers eine Menge Holz in die Spähne gearbeitet wird. Man kann daher diese Construction keineswegs zu denjenigen zählen, die zu empfehlen sind, und dieses um so weniger, da man mit einem geringeren Holzaufwande stärkere und tragfähigere verzahnte Balken herstellen kann.

110 Der in den Figuren 110—110 C dargestellte Träger besteht aus dem unteren Balken oder sogenannten Zugbalken a, aus dem Ueberzuge b, und aus den Streben c, c; ferner aus den Stielen e, e, und den beiden verticalen Zangen f, f. Fig. 110 C.

Der Hauptbalken a wird durch die an jedem Ende mit demselben durch Verzahnungen und mittelst Bolzen verbundenen Zangen d, d verlängert. Der Ueberzug b, der parallel mit dem unteren Zugbalken a liegt, und aus mehreren Stücken zusammengesetzt ist, ruht auf den Stielen e, e, welche in denselben verzapft sind. Diese Stiele sind in den Zugbalken ebenfalls eingezapft, zwischen den Zangen d, d sind sie aber mit denselben überschnitten und dann mittelst Schraubenbolzen damit verbunden. Durch die Stiele e, durch den Ueberzug b und den unteren Zugbalken a gehen verticale Schraubenbolzen, um die beiden letzteren Hölzer möglichst fest mit einander zu verbinden; dagegen sind an dem, zwischen die Zangen eingeblatteten Stiele Schraubensänder angebracht, wodurch an dieser Stelle ein Abheben des Ueberzugs verhindert wird. Die Streben c, c, welche hier Hauptstreben sind, und in welche die Stiele e, e verblattet werden, greifen mit doppelten Versagungen in die Zangen d, d des Zugbalkens; oberhalb greifen sie ebenfalls mit Versagung in die verticalen Zangen oder Hängesäulen f, f, die mit dem Ueberzuge b und mit dem Zugbalken a überschnitten sind, wie aus C ersichtlich ist. Diese auf jeder Seite des Trägers vorhandenen Streben c, c werden bei jedem Stiele e durch Schraubenbolzen mit einander verbunden und bilden somit gleichzeitig Zangen, wodurch die ganze Verbindung zusammengehalten wird. Um endlich die Verstrebung noch zu verstärken, sind hier die Gegenstreben oder Bänder g, g angeordnet. Die Stiele h, h an den beiden Enden des Trägers bestehen aus drei durch Schraubenbolzen mit einander verbundenen Hölzern, welche mit den Zangen d und mit Ueberzuge b verblattet sind.

Diesem Träger muß ebenfalls bei Herstellung die weiter oben besprochene Sprengung gegeben werden, und ist dieses hier um so nothwendiger, als beim Eintrocknen der Hölzer die anfängliche Sprengung schon um etwas verloren geht. Dieses wird aber auch noch ferner stattfinden, sobald die Hirnseiten der Verstrebungen, wo sie auf Langholz treffen, sich in die Langfasern desselben doch mehr einkneifen werden, als zu verhindern ist.

Wenn gleich dieser Träger eine sehr bedeutende Tragfähigkeit besitzt, so möchte derselbe dennoch wohl nicht in Wohngebäuden als zweckmäßig anwendbar erscheinen, indem die Höhe desselben zu bedeutend wird und demnach bei Anwendung viel Raum in der Höhe verschwendet werden würde.

Man könnte hier noch mehrere Beispiele von verzahnten Trägern anführen, allein die hier mitgetheilten genügen vollkommen, indem dies die hauptsächlichsten Arten von Constructionen sind, welche zwar noch mancher kleinen Modification unterworfen werden können, ohne daß aber dadurch eine neue Construction daraus entsteht.

In Betreff der Figuren 102 B und C wäre noch Folgendes zu erwähnen:

102

Fig. 102 B zeigt einen verschränkten Balken. Derselbe ist jedenfalls am besten da anzuwenden, wo er einem bedeutenden Zuge widerstehen soll; weniger vortheilhaft ist er aber da anzuwenden, wo seine relative Festigkeit in Anspruch genommen wird, weil er durch das Ausschneiden der Verschränkungen im Ganzen zu bedeutend geschwächt wird. Bei den verzahnten Balken werden die einzelnen Hölzer durch das Einschnitten derselben zwar auch geschwächt, es bleibt dabei aber dennoch eine größere Masse Holz stehen, und ferner ergeben sich durch diese Zahneinschnitte eine Menge Stützpunkte, wodurch die gegebene Sprengung auch für die Folge erhalten bleibt.

Fig. 102 C zeigt einen verkeilten Balken, bei welchem die Keile eine geneigte Lage haben. Obgleich die Keile dem Schwinden ebenfalls unterworfen sind und daher auch hier ein Uebereinanderrutschen der Balken stattfinden kann, so wird dieses bei der vorliegenden Anordnung der Keile doch noch mehr verhindert, indem die Keile sich gleich ecken werden. Hierdurch wird nun zwar für den ersten Augenblick ein weiteres Weichen verhindert werden, allein dieser Widerstand kann nicht von langer Dauer sein, indem die Balken nunmehr nur mit einer schmalen Kante gegen die Keile drücken. Mangelhaft ist daher auch diese Construction und kann ein ferneres Nachtreiben der Keile auch hier nichts weiter helfen.

Was schließlich die Tragfähigkeit eines verzahnten Balkens betrifft, so pflegt man denselben gewöhnlich als einen, aus einem einzigen Stamme erzeugten Balken anzusehen und so auch seine Tragfähigkeit zu berechnen. Hiernach würde also ein verzahnter Balken bei doppelter Höhe nicht nur das Zweifache, sondern das Vierfache, und bei dreifacher Höhe nicht nur das Dreifache, sondern das Neunfache von dem zu tragen im Stande sein, was ein Balken von derselben Länge aber einfacher Höhe tragen könnte. Auf eine solche Annahme läßt sich aber mit Sicherheit nicht rechnen, wenigstens nicht auf die Dauer; denn, wenn auch die Verzahnung und die übrige Bearbeitung des Balkens noch so genau ausgeführt und dadurch die Tragfähigkeit desselben jedenfalls sehr bedeutend vermehrt wird, so kann doch ein künstlich zusammengefügter, stark verspannter Balken nie die Tragfähigkeit erhalten, als ein aus einem Stamme erzeugter von derselben Höhe und Breite, weil sich bei einem verzahnten Balken die Hirnflächen der einzelnen Zähne doch immer in einander drücken können und überhaupt auch die innige Verbindung fehlt, welche nur durch die starke Cohäsion der Holzfasern zu einander hervorgebracht wird. Die Vorsicht schreibt es daher vor, in der Ausführung sich auf die Voraussetzung der obengenannten Vermehrung der Tragfähigkeit des Balkens nicht so unbedingt zu verlassen, sondern man geht jedenfalls sicherer, wenn man bei der Bestimmung der Tragfähigkeit eines verzahnten Balkens nur immer $\frac{2}{3}$ der berechneten Vermehrung derselben annimmt, vorausgesetzt, daß die Arbeit, so wie auch das verwendete Material nichts zu wünschen übrig lassen.

Bei den verkeilten Balken dagegen kann man nie mehr als höchstens die zweifache Tragfähigkeit annehmen, weil, wie auch schon oben angedeutet worden ist, im Falle des Eintrocknens der Keile die vorhanden gewesenen gegenseitigen Stützpunkte der Balken verloren gehen.

§ 19.

Weitere Balkenverstärkungen. (Tafel 7 A.)

Im vorigen § ist das Nöthige über die verzahnten und armirten Balken angeführt, und bleibt jetzt nur noch übrig, die offenen oder linsenförmigen Träger zu besprechen.

Dieses Constructions-system, wengleich schon älter, wurde doch zuerst vom Oberbaurath Laves hier in Deutschland eingeführt und zur Anwendung gebracht, so daß, wenn ihm auch das Verdienst der Erfindung nicht zukommt, er sich doch jedenfalls das Verdienst erworben hat, dieses System nicht allein hier zuerst bekannt gemacht, sondern auch durch Versuche mehrfach eingeführt zu haben.

Das Princip dieser Construction besteht hauptsächlich in der Verbindung der bei Baustoffen vorkommenden zwei Hauptkräfte, nämlich:

Der rückwirkenden Festigkeit oder des Widerstandes gegen das Zerdrücken, wie solche bei allen Arten von Gewölbebogen und deren Widerlagern in Anspruch genommen wird (siehe Tafel 7 A, 1 Fig. 1) und der absoluten Festigkeit oder des Widerstandes gegen das Zerreißen, welche bei den in diesem Jahrhundert vielfach ausgeführten Hänge- oder Kettenbrücken als Hauptbedingniß eintritt 2 (Fig. 2).

Durch die Anwendung dieses Constructions-systems läßt sich mit verhältnißmäßig geringen Mit- 3 theil ein bedeutendes Tragvermögen horizontalliegender Verbindungen erlangen, wie aus Fig. 3, Taf. 7 A, ersichtlich ist. Bei diesem Binder strebt der nach oben gewölbte Bogen oder Balken rückwirkend gegen das Zusammenziehen der Endpunkte a und g des unterhalb angebrachten, und an den Enden durch Bolzen, oder Bügel, oder Verzahnungen befestigten Hängebogens a h i k l m g, welcher hier als Kettenzug anzusehen ist. Dieser Kettenzug verhindert aber gleichzeitig, daß die obere Curve an ihren Enden ausweichen kann, indem außer den Befestigungen an ihren Endpunkten noch innerhalb derselben Hängesäulen oder Stützen bh, ci u. s. w. zwischen den Curven angebracht sind, welche beide dadurch in ihrer Gestalt erhalten werden, und wodurch gleichzeitig auch verhindert wird, daß die einmal hervorgebrachte Spannung verloren gehe. Diese Stützen vereinigen nun mit den Streben eh, ck, ke und me beide Curven, deren Wirken sich gegenseitig aufhebt, zu einem für sich bestehenden Ganzen, welches demnach weder einen Seitendruck auf die Pfeiler, wie bei Gewölben, noch ein Einwärtsziehen, wie bei Kettenbrücken, bewirken kann, sondern an seinen Enden nur senkrecht auf die Auflagepunkte drückt. Es ist aber leicht einzusehen, daß die Festigkeit dieser Construction im hohen Grade von der Festigkeit und Unwandelbarkeit der Verbindung der Endpunkte abhängig ist.

Dieses System ist nun sowohl in Eisen, als in Holz und Eisen, als auch in Holz ausgeführt; und da hier nur die Rede von Holzconstructions sein soll, so werden wir die aus anderem Material als aus Holz herzustellenden linsenförmigen Balken unberücksichtigt lassen. Es sollen hier daher zunächst verschiedene nach diesem System aus Holz ausgeführte Constructions beschrieben werden, und darnach wollen wir das System näher ins Auge fassen, in wiefern es mit Vortheil anwendbar ist.

Der am leichtesten und wohlfeilsten herzustellende Träger nächst dem aus einem einfachen Balken 4 bestehenden, läßt sich durch das in Fig. 4 bezeichnete Verfahren, unter Anwendung dieses Constructions-principis erlangen. Ein Balken ab wird mittelst einer Säge von c bis d, wie die punktirte Linie andeutet, aufgeschnitten, und nachdem man zur Sicherung, daß der Schnitt nicht bis an die Enden aufreißt, eiserne Zugbänder lm umgelegt hat, werden in diesen Einschnitt Keile eingesetzt und diese nach und nach durch Spreizen ef, gh, ki ersetzt, die nöthigenfalls noch durch eiserne 5 durchgehende Schraubenbolzen in ihrer Stellung erhalten werden. In Fig. 5 ist die Anordnung des Zugbandes lm nach vergrößertem Maßstabe dargestellt.

Sind jedoch die Spannweiten, welche überdeckt werden sollen, zu groß, so daß man keine Hölzer von solcher Länge und Stärke erhalten kann, welche die zum Ausschneiden erforderliche Holzstärke besitzen, so muß man einen solchen Träger aus zwei gebogenen Balken herstellen, die an ihren Enden dann mit Versatzung in einander greifen und mittelst zweier eiserner Zugbänder fest verbunden wer- 6 den, wie solches in Fig. 6 angedeutet ist.

Ist aber die zu überspannende Weite größer als eine Holzlänge, so müssen sowohl die oberen als auch die unteren Balken aus zwei oder mehr Längen zusammengesetzt werden. Der obere

Balken wird dann mit einem Blatte zusammengestoßen und zwar über einer Hängesäule, damit eine feste Verbindung hergestellt werden kann. Der untere Balken dagegen wird stumpf zusammengestoßen und auf jeden Stoß oberhalb wie auch unterhalb werden verzahnte Hölzer aufgelegt, und diese mit dem Balken verbunden, wie solches in den Figuren 7 und 8 angedeutet ist. Diese Verbindungen er- 7.8 folgen ebenfalls nur an denjenigen Stellen, wo Hängesäulen vorhanden sind.

Sollen solche Binderbalken an ihren Enden eine horizontale Auflage erhalten, so wird nach Fig. 9 ein Sattelholz angebracht, welches mit dem unteren Balken verzahnt und durch die beiden 9 Zugbänder, welche zur Verbindung der beiden Balken erforderlich sind, ebenfalls mit umfaßt und so mit dem Träger verbunden wird.

Betrachten wir diese Construction näher, so ergiebt sich augenblicklich, daß die größte Stabilität und Tragfähigkeit der nach diesem Systeme construirten Träger hauptsächlich auf einer unverschiebbaren Verbindung der Balkenenden beruht, weil nur dann das Bestreben einer Ausstreckung des oberen Balkens durch das Zusammenziehen der Endpunkte des unteren Balkens größere Rückwirkung, und der aufwärts gebogene Balken auf dem abwärts gebogenen sichere Widerlagspunkte findet. Eine solche unverschiebbare Verbindung kann hier aber unmöglich auf die Dauer hergestellt werden; denn erstlich muß das Holz, wenn es gebogen werden soll, noch frisch, aber keineswegs ausgetrocknet sein; ferner aber hat der obere Balken zu wenig Stützpunkte. Es dienen nun zwar die an den Enden angebrachten eisernen Ringe dazu, die Hölzer zusammen zu halten; allein erstlich trocknet das Holz zusammen, ferner kneist sich das Eisen auch in das weichere Holz ein, und die nothwendige Folge davon ist, daß die Verbindung an den Enden schlotterig werden muß. Ein anderer Umstand, der bei dieser Construction sehr hervortritt, ist der, daß auf die Elasticität des Holzes zu sehr Rücksicht genommen werden muß; durch dieselbe soll sowohl das obere, als auch das untere Holz die Kraft, sich und eine übrige Belastung zu tragen, unveränderlich behalten. Diesem tritt aber sehr entgegen, daß das Holz, je älter es wird, an Elasticität und daher auch an Spannkraft verliert.

Laves hat zwar die Tragkraft verschiedener Balkenconstructionen in Modellen geprüft und daraus gefunden, daß die Senkung bei verzahnten Hölzern weit stärker sich herausgestellt habe, als bei den nach obigem Systeme ausgeführten Modellen. Hierdurch wird aber nichts weiter bewiesen, als daß obiges System sehr zweckmäßig anzuwenden sein würde, wenn man sich von vorne herein darüber vergewissern könnte, daß die mit einander verbundenen Hölzer ein für allemal in unverschiebbarer Lage erhalten werden könnten, und ferner, daß das Holz auch permanent seine Elasticität behielte. Die in den Figuren 7 und 8 angedeutete Zusammensetzung ist aber durchaus nicht zu empfehlen; denn es werden durch die fortwährend erhaltene Spannung und durch das Eintrocknen des Holzes die Fugen dieser Verbindungen sich sehr bald öffnen, und es wird dann gleichzeitig auch die gehörige Spannung aufhören; überhaupt wird dadurch von vorne herein die Spannkraft sehr bedeutend vermindert werden. Will man daher von diesem Systeme Anwendung machen, so muß man nothwendig suchen, die erforderlichen Balkenhölzer immer in einer Länge zu erhalten. Wird der eine oder der andere Balken aus mehreren Stücken zusammengesetzt, so ist es schon nicht möglich, die Krümmung so herzustellen, daß die Curve als eine stetige zu betrachten sei, indem die kurzen Hölzer, welche zur Verbindung aufgelegt und mit dem Hauptbalken verzahnt werden, der Krümmung sich nicht fügen werden. Man kann daher dieses System auch nur bis zu gewissen Weiten anwenden, die sich nach der Länge der vorhandenen Balkenhölzer richten.

Die Annahme, daß durch ein stärkeres Auseinanderspreizen der an beiden Enden verbundenen Balken, die Tragkraft so bedeutend vermehrt werde, daß, je nachdem den dazwischen zu stellenden Keilen oder Spreizen die einfache oder doppelte Dicke der Höhe des Balkens ab Fig. 4 gegeben werde, dadurch 4 auch die Tragkraft des auf diese Weise armirten Balkens auf das Doppelte oder Dreifache erhöht werde, d. h., daß bei gleicher Belastung der armirte Balken sich nur um die Hälfte oder ein Dritteltheil des Maßes senken würde, als der nicht armirte, diese Annahme ist wohl nicht unbedingt als richtig anzuerkennen, indem die Balken, sollen sie ihre Elasticität behalten, nur bis zu einem gewissen Grade gebogen werden dürfen. Dieser Grad ist aber keineswegs bei allen Balkenhölzern gleich, sondern sehr verschieden, und hängt theilweise von der Beschaffenheit des Holzes selbst ab, theils aber auch von dem Grade der Trockenheit. Ferner aber hängt er auch von der Stärke des Holzes ab, und zwar, je größer die Höhe des Holzes ist, desto geringer wird die Biegung sein.

Ein anderer Umstand, der hier noch zu erwähnen ist, besteht darin, daß diese linsenförmigen Balken sich sehr schlecht zu Deckenbalken eignen, indem, wenn die Decke unterhalb eine gerade Fläche bilden soll, eine bedeutende Menge Holz zur Herstellung derselben erforderlich ist, wodurch aber der beabsichtigte Zweck einer größeren Billigkeit total verloren geht. Dasselbe gilt auch, wenn der Raum darüber mit einem Fußboden belegt werden soll.

Es soll hier durchaus nicht in Abrede gestellt werden, daß dieses Constructions-system bei anderer Materialanwendung mit Vortheil sich anwenden läßt; allein bei Gebäuden scheint die Zweckmäßigkeit nicht so sehr groß, zumal diese Construction in Holz ausgeführt nie vortheilhaft angewendet werden kann, wenn bedeutende Weiten zu überspannen sind, zu denen die Träger aus mehreren Längen zusammengesetzt werden müssen. Ferner aber bei solchen Weiten, wo man mit einer Holzlänge ausreicht, ist es sicherlich eben so zweckmäßig, die Balken in ihrer natürlichen Gestalt zu verwenden, als sie zu krümmen, indem vorauszusetzen ist, daß solche Balken dann durch Verbindungen im Dache die nöthigen Unterstüzungen erhalten. Kann dieses aber nicht stattfinden, und will man zwei über einander liegende Räume durch eine Balkenlage trennen, die aber in der Mitte von unten her keine Unterstüzung erhalten kann, so ist es doch immer noch zweckmäßiger, sich der verzahnten oder armirten Balken zu bedienen, indem diese bei ihrer sonstigen sicheren Tragfähigkeit nicht mehr Holz erfordern als die linsenförmigen Träger.

Viele Aehnlichkeit mit der eben erwähnten Construction haben die Bogenhängwerke, weshalb dieselben hier unmittelbar folgen sollen.

Die Bogenhängwerke bestehen aus einem gebogenen Balken, dessen Enden oder Schenkel durch einen Hängewerkstramen, welcher aus einem einzelnen Balken oder aus einem verzahnten Träger bestehen kann, zusammengehalten werden. Damit aber der gebogene Balken oder der obere Bogen seine Gestalt nicht verändern kann, und überhaupt um einen größeren Widerstand hervorzubringen, so sind noch Hängesäulen angeordnet, welche den Bogen mit dem Tragbalken verbinden. Diese Hängesäulen bestehen aus eisernen Stangen, die rund sind und je nach dem Erforderniß eine Stärke von 1 bis 1½ Zoll erhalten. Diese Stangen gehen durch den Holzbogen, durch den Tragbalken und durch ein dazwischen aufrecht gestelltes Holz, dessen Seitenflächen mit den Seitenflächen des Bogens und des Tragbalkens jedesmal in einer Ebene liegen. Diese Stangen sind an einem Ende mit einem starken angeschmiedeten Knopf versehen, am anderen Ende dagegen mit einer Schraubenspinde¹⁰ und einer darauf zu schraubenden Mutter. In Fig. 10 ist ein solches Bogenhängwerk dargestellt. Die Schenkel des Bogens werden mit Versagungen in den Tragbalken eingesetzt, und um das Eindringen der Hölzer in einander zu verhindern, werden zwischen die gegen einander stoßenden Hirnseiten Blechstreifen gelegt. Bei dieser Anordnung ist aber nothwendig, daß der Bogenbalken an seinen Enden möglichst große Stützflächen erhalte. Dieses ist um so nothwendiger, als der Winkel, welchen der Bogen mit dem Tragbalken bildet, immer nur sehr klein ist und daher die Enden des Bogenbalkens um so stärker auf das Hirnholz des unteren Tragbalkens wirken. Es ist nun die Paralleleohäsion des Holzes zwar sehr bedeutend, allein bei stattfindenden Erschütterungen wirken die Versagungen des Bogenbalkens wie Hebel auf die Hirnseiten der Versagungen des Tragbalkens und suchen das hinter denselben vorhandene Holz loszubrechen. Es ist daher nothwendig, daß die Bogen mit doppelten Versagungen in den Tragbalken eingelassen und außerdem noch durch starke¹² eiserne Schraubenzugbänder mit demselben fest verbunden werden. In Fig. 12 ist eine solche Verbindung dargestellt.

Diese Verbindung hat jedenfalls große Vorzüge vor den nach dem obigen Constructions-systeme hergestellten Verbindungen, und zwar einmal, weil hier die Elasticität des unteren Balkens nicht so in Anspruch genommen wird, und ferner läßt sich hier eine weit bessere und sichere Verbindung der Bogenschkel mit dem Tragbalken bewirken; endlich erhält man bei diesen Bogenhängwerken auch gerade Deckenflächen, so daß also, im Fall Decken darunter hergestellt werden sollen, keine besondern Constructions mehr erforderlich sind.

¹³ In Fig. 13 ist eine andere Verbindung des Bogens mit dem Tragbalken dargestellt. Um hier eine wirksamere Stützfläche zu erhalten, ist außer dem Schraubenzugbande, welches die beiden Hölzer zusammenhält, noch ein besonderer eiserner Bügel angeordnet, welcher sich dicht gegen die Stirn der Versagung des Bogens legt und dessen beide Arme mit dem Tragbalken durch einen Schraubenbolzen

und mehre eingeschlagene Krammen fest verbunden sind. Diese Verbindung ist sehr zweckmäßig, ja sogar nothwendig, wenn der Tragbalken nicht lang genug ist, um der Verfassung des Bogens Hirnholz genug zu bieten.

In Fig. 11 ist ein anderer Träger mit Bogenhängwerk dargestellt. Der Bogen stemmt sich mit 11 seinen Schenkeln gegen zwei Hölzer, die mit dem Tragbalken verzahnt und mittelst Schraubenbolzen mit demselben verbunden sind. An denjenigen Stellen, wo die Bogenschenkel gegen die erwähnten Sattelhölzer stoßen, sind eiserne Bügel angeordnet, die den unteren Tragbalken und beide obere Hölzer zugleich umfassen, und hauptsächlich dazu dienen, ein Ausweichen oder Ausheben des Bogens zu verhindern. Die Anordnung dieses Bügels ist aus Fig. 14 deutlich zu ersehen. Im Uebrigen sind hier 14 zwischen dem Bogen und dem Tragbalken ebenfalls Hänge- oder Stützsäulen angeordnet, und zwar in ganz ähnlicher Art, wie bereits oben angedeutet.

Diese Art von Trägern findet man vielfach bei hölzernen Brücken angewendet, wo sie sich als sehr vortheilhaft und zweckmäßig erwiesen haben. Es ist auch leicht einzusehen, daß diese Träger eine sehr bedeutende Tragkraft haben; denn soll hier das Hängewerk dem Drucke weichen, so kann es, vorausgesetzt, daß die Schenkel des Bogens mit dem Tragbalken so verbunden sind, daß ein Ausweichen oder Abheben des ersteren nicht stattfinden kann, nur dadurch geschehen, daß der Bogenbalken in den Räumen zwischen den Hängesäulen ausbiegt. Diesem kann man aber von vorn herein dadurch vorbeugen, daß man die Hängesäulen etwas näher zusammenrückt und somit deren Zwischenräume verkleinert.

Um die Tragkraft eines solchen Bogenhängwerks zu überschlagen, kann man füglich, da alle Hölzer fest mit einander verspannt sind, dasselbe als einen aus einem Stücke bestehenden Balken ansehen und die Tragkraft nach der Formel $= \frac{1}{2} N \cdot \frac{bh^2}{l}$ bestimmen, wobei gleich die gehörige Rücksicht auf Sicherheit genommen ist.

In Fig. 15 ist ein Träger dargestellt, der sich den oben erwähnten linsenförmigen Trägern an- 15 reiht, nur mit dem Unterschiede, daß hier der obere Bogen durch ein doppeltes Hängewerk ersetzt wird, und ein horizontaler Tramen angeordnet ist, in welchen die Streben des Hängewerks versagt sind, und in welchem desgleichen der untere abwärts gefehrte Bogen seine Befestigung erhält. Hier stellt der mittlere horizontale Tramen gleichsam die neutrale Ase der Verbindung vor. In Fig. 16 ist die 16 Verbindung der eingesetzten Stiele und der Hängesäulen mit dem Tramen und der Strebe ersichtlich. Die Figur bedarf keiner weiteren Erklärung, indem die Verbindung der einzelnen Theile leicht erkennlich daraus ist. Uebrigens ist nur zu bemerken, daß diese Construction, wie auch schon der Augenschein ergiebt, eine große Menge Holz und eine bedeutende Raumhöhe erfordert, welcher letztere Umstand dieselbe auch sehr wenig anwendbar in Gebäuden macht, indem die dadurch erforderliche Mehrhöhe nicht für die inneren Räume als nutzbar gewonnen wird, sondern einzig und allein der Construction zu Gute kommt. Soll dann unterwärts noch eine gerade Decke angeordnet werden, so geht noch mehr Raum verloren.

Der in Fig. 17 dargestellte Träger besteht aus zwei parallelen, horizontal gelegten Balken, die 17 durch kurze Hölzer und mittelst durch dieselben und durch beide Balken reichender Schraubenbolzen mit einander fest verbunden sind. Die beiden Stützsäulen an den Enden stehen vertical, wogegen die anderen Zwischenhölzer in convergirenden Richtungen stehen, die sich aber bei ihrer Verlängerung alle in einem Punkte schneiden. Dieser Träger hat in sofern eine bedeutende Tragfähigkeit, sobald man im Stande ist, den oberen Balken an seinen Enden gehörig fest verankern zu können. Wenn ohne dieses der Balken zwar auch eine große Tragfähigkeit besitzt, so würde derselbe unter einer größeren Last doch bis zu einem gewissen Grade sich durchbiegen, weil man nicht im Stande sein würde, das Einkneifen der durchgezogenen Schraubenbolzen oben und unten in das Holz, so wie endlich auch ein Verbiegen derselben zu verhindern. Im Uebrigen erfordert ein solcher Träger auch immer eine bedeutende Höhe, welches ihn zur Anwendung im Innern von Gebäuden weniger practicabel macht.

Wir haben jetzt noch das Nöthige über das Biegen der Balken anzuführen, welches aber im folgenden § erfolgen soll.

§ 20.

Das Biegen (Krümmen) der Hölzer. (Tafel 7 A.)

Das Krümmen der Hölzer kann sowohl in lothrechter, als auch in wagerechter Stellung erfolgen. Das Krümmen in lothrechter Stellung kommt vorzüglich dann in Anwendung, wenn mehre gekrümmte Hölzer über einander liegen sollen. Das Krümmen in wagerechter Lage findet dagegen Statt, wenn die Curven nur aus einfachen Hölzern bestehen. Da nun in der Hauszimmerkunst Curven von mehren über einander liegenden gekrümmten Hölzern selten vorkommen, so glauben wir auch das Beschreiben dieser Arbeit hier süglich ganz übergehen zu können, und wird es vollkommen genügen, wenn wir die Art des Krümmens der Hölzer in wagerechter Ebene näher anführen.

Um die Hölzer in wagerechter Lage zu biegen, wendet man folgendes Verfahren an:

- 18 Man schlägt in etwa 20 Zoll Entfernung von einander drei Pfähle a, b, c Fig. 18 so tief ein, daß man versichert sein kann, daß sie nicht durch die zur Krümmung der Hölzer anzuwendende Kraft seitwärts gebogen werden. Alsdann ebnet man den Boden völlig wagerecht ab durch untergelegte Hölzer und verbindet die drei Pfähle a, b, c durch eine Gurtung. In Entfernungen von 5 bis 6 Fuß von den eben erwähnten Pfählen ab, und zwar zu beiden Seiten derselben, werden wagerechte Hölzer gelegt, deren Oberfläche mit der der erwähnten Gurtung in einer Ebene liegt; diese Hölzer werden auf den unteren wagerechten Holzboden befestigt, jedoch so, daß zwei Hölzer, welche eine Zwinge bilden, jedesmal einen solchen Raum zwischen sich lassen, als die Stärke des zu krümmenden
- 19 Balkens beträgt. Diese Anordnung zeigt Fig. 19. Die Länge dieses Zwischenraumes richtet sich immer nach der Krümmung, welche die beiden eingespannten Balken erhalten sollen. Durch diese Zwingen, welche natürlich unverrückbar sein müssen, werden die zu krümmenden Balken eingeschoben, und zwar so, daß der eine gegen den Pfahl a und der andere gegen den Pfahlkopf c liegt. Hierauf werden zu beiden Seiten des Pfahlkopfs b hölzerne Keile zwischen den Pfahlkopf und die Balken eingetrieben, um diese in ihrer Mitte fest zu verspannen. Die Zwingen erhalten eine solche Anordnung, daß ihre inneren Endpunkte in der verlangten Bogenlinie liegen.

Nunmehr werden die beiden Balken an ihren Enden so von einander abgezogen, daß sie sich bei a nach der vorgeschriebenen Krümmung von einander entfernen. Dieses geschieht mittelst starker Ketten oder Taue, die an besonders zu diesem Zwecke eingerammte Pfähle befestigt werden, und zwar mittelst langer Hebebäume. Ebenso wendet man auch Keile an, die, nachdem die Balken an ihren Enden etwas auseinander gezogen worden sind, eingetrieben werden.

Ist dann der Balken, welcher immer um mehre Zolle länger genommen werden muß, als man ihn zu einem Bogenträger nöthig hat, gekrümmt, so wird er gehörig festgespannt und abgelängt. Will man ihn nun mit einem geraden oder ebenfalls gekrümmten Balken zu einem linsenförmigen Träger verbinden, so wird derselbe in dem gespannten Zustande dagegen geschoben, die Verfassungen an den Enden angeschnitten, diese zusammengebracht und durch Schraubenbolzen, Bügel oder Schraubensänder fest verbunden. Ehe dieses letztere aber geschehen kann, werden innerhalb der beiden Curven die Stützen oder Hängesäulen eingesetzt, welche vorher genau abgepaßt und zugeschnitten sind, so wie ferner dann gleichzeitig die eisernen Schraubenbolzen durchgebracht. Ist dann der Träger auf diese Weise vollständig hergestellt, so werden die Zwingen weggenommen und der Träger herausgehoben.

Sollen die Hölzer in verticaler Ebene gekrümmt werden, so werden dazu besondere Gerüste gebaut, deren Oberfläche genau die Curvenlinie erhält, welche man den Holzbögen geben will. Diese Arbeit, wengleich eben so leicht auszuführen, als das Krümmen in wagerechter Ebene, hat nur den Nachtheil, daß man den Tragbalken nicht bequem darunter bringen kann, wenigstens ist dieses immer mit Schwierigkeiten verbunden, indem man den gekrümmten Balken abheben und dann aufs Neue nochmals krümmen muß, um ihn mit dem Tragbalken zu verbinden.

Wie lang der einzelne Balken sein muß, damit er nach der Krümmung mit der nöthigen Zapfenverfassung oder sonst nöthigen Schiftung noch die gehörige Länge habe, ist leicht zu bestimmen, da die Sehne und Höhe des Bogens bekannt sind, und daraus leicht der Durchmesser und der zugehörige Centriwinkel sich berechnen läßt. Es unterliegt also die Bestimmung dieser Theile durchaus keiner

Schwierigkeit. Ebenso ist es auch durchaus keiner Schwierigkeit unterworfen, bei Herstellung und Anordnung der Zwingen die Ordinaten des Kreisbogens zu bestimmen, nach welchem der Balken gekrümmt werden soll.

§ 21.

Ueber Anordnung der erforderlichen Unterstüzungen einer Balkenlage.

Hat ein Gebäude überhaupt keine größere Breite oder Tiefe, als höchstens 16 bis 18 Fuß, so ist nach dem Bisherigen keine weitere Unterstüzung der Balken im Inneren erforderlich, wenn sonst nur eine genügende Stärke der Balken, und zwar eine solche, wie sie aus den weiter oben angegebenen Formeln hervorgeht, angenommen wird. Sind aber die Außenmauern oder Wände, worauf die Balken mit ihren Enden ruhen, weiter von einander entfernt, so hängt es von dieser Entfernung und der auf die Balken zu bringenden Belastung, so wie auch ferner von der zu wählenden Holzstärke ab, ob eine einfache, zwei- oder dreifache Unterstüzung angeordnet werden muß.

In Wohngebäuden kommt es gemeiniglich nicht vor, daß die Balken eine solche frei liegende Länge erhalten, wodurch eine weitere Unterstüzung der Balken noch erforderlich würde. Ist es aber dennoch der Fall, und ist die Entfernung der Unterstüzungspunkte der Balken so groß, daß man mit gewöhnlichen starken Balken nicht ausreicht, so muß man sich schon der armirten Balken bedienen. Es darf jedoch dann die frei liegende Länge nicht mehr als höchstens 30 Fuß betragen, in welchem Falle aber auch schon immer starkes Holz zu verwenden ist, indem bei solchen weiten Räumen ein Durchbiegen der Balken, oder ein starkes Erschüttern derselben, nicht allein schädlich für die Decke, sondern auch für das Gebäude selbst ist. Statt der armirten Balken wendet man jedoch auch ebenso häufig verzahnte Balken an, weil diese wegen der vielen Stüzflächen, welche sie durch die Zahneinschnitte erhalten, noch größere Sicherheit darbieten. Beträgt übrigens die frei liegende Länge der Balken noch mehr als 30 Fuß, so kann man sich, wenn keine Unterstüzungen innerhalb der äußeren Mauern anzubringen sind, nur der verzahnten Träger bedienen. Es liegt übrigens durchaus keine Ersparniß darin, wenn man diese Balken anwendet, und wäre es ein großer Unverstand des Baumeisters, wollte er diese Balken da anwenden, wo es die Einrichtung und Anordnung des Gebäudes gestattet, unterhalb einer solchen Balkenlage Unterstüzungen anzubringen oder dieselbe oberhalb anzuhängen. Ist z. B. im unteren Stockwerk ein großer Saal herzustellen, so würde unnöthig der Bau vertheuert werden, wenn man die Kellerbalkenlage aus verzahnten oder armirten Balken bestehen lassen wollte, indem es hier gar nichts verschlägt, ob im Keller Unterstüzungswände aufgestellt werden, und ist es jedenfalls noch immer viel billiger, wenn man daselbst eine genügende Anzahl solcher Unterstüzungen anbringt und sich dann nur einfacher Balken bedient. In manchen Fällen freilich ist die Anwendung verzahnter oder armirter Balken ganz unvermeidlich, und zwar dann, wenn zwei große Säle über einander liegen und beide ganz freie Räume bilden sollen. In diesem Falle ist es wieder vortheilhafter, wenn man nicht durchweg verzahnte Träger, sondern diese nur in bestimmten Entfernungen von einander legt, und die Zwischenräume dann mit schwächeren Hölzern überdeckt, welche den darüber herzustellenden Fußboden tragen. Eine solche Anordnung ist zuweilen auch zweckmäßig bei Dachbalkenlagen anzuwenden, wenn diese große Räume überdecken, wo dann die verzahnten Balken oder Träger die Haupt- oder Binderbalken vorstellen. Man kann aber auch, wenn die Deckenbalkenlage eines großen Saales die Dachbalkenlage bildet, die Anordnung so treffen, daß dieselbe ihre Unterstüzungen von Oben her erhält, und sich dann ebenfalls nur einfacher, jedoch ganz durchstreckender Balken bedienen.

Bei Ställen, Schuppen, Pachthäusern und ähnlichen Gebäuden, wo im Innern selten oder gar keine Unterstüzungsmauern vorhanden sind, werden die Balkenlagen gewöhnlich durch sogenannte Unterzüge (Träger) unterstügt. Diese Unterzüge, welche wohl zu unterscheiden sind von den Ueberzügen, indem erstere unterhalb der Balkenlage, letztere dagegen oberhalb der Balkenlage angeordnet werden, bestehen gewöhnlich aus einem starken Rahmholze (Balken), welches auf untergestellten Säulen oder Ständern, oder auch auf gemauerten Pfeilern, oder endlich in zwei einander gegenüber liegenden Mauern ruht, worauf unmittelbar die Balken gelegt werden.

Ein solcher Unterzug oder Träger wird, ehe die Balken gelegt werden, angeordnet und sofort gehörig unterstügt. Dieses ist jedenfalls viel vortheilhafter, als wenn man die Balkenlage vorher auf

provisorisch angebrachten Trägern, oder sogenannten Losträgern ruhen läßt, und die eigentlichen Träger erst später unterbringt, nachdem die Balkenlage schon vollständig gelegt ist. Die darüber zu legenden Balken werden entweder auf den Unterzug verkämmt oder einfach darauf verdollt. Ersteres ist jedoch immer vorzuziehen, indem dadurch einem Ausweichen des Unterzugs nach der Seite hin weit kräftiger vorgebeugt wird, als dieses durch das einfache Aufdollen würde erreicht werden können. In ganz untergeordneten Gebäuden genügt übrigens auch das Aufdollen der Balken, namentlich, wenn der Träger nur an seinen beiden Enden unterstützt und hier vermauert ist.

Zu mehrerer Unterstüzung der Unterzüge einestheils, anderntheils aber auch, um ein Verschieben nach der Länge zu verhindern, bringt man sogenannte Kopf- oder Winkelbänder an, die sowohl 76 in den Unterzug, als auch in den Ständer mit Versagung eingezapft werden, wie dieses in Fig. 76 77 und 77 bei a angedeutet ist.

Da die Unterzüge die Balken an denjenigen Stellen unterstüzten sollen, wo sie am meisten zum Herunterbiegen geneigt sind und wo der Druck der Belastung am stärksten wirkt, so ist schon selbstredend, daß diese Unterzüge, da sie ebenfalls wagerecht und auf gewissen Entfernungen frei liegend sind, eine hinreichende Stärke erhalten müssen und diese daher keineswegs willkürlich angenommen werden kann. Zur näheren Bestimmung der Stärke eines Trägers kann man, nachdem die Belastung, welche derselbe zu tragen erhalten soll, festgestellt ist, wieder der obigen in § 17 näher angegebenen Formeln sich bedienen. Hierbei ist dann noch zu bemerken, daß die Ständer selten, oder fast nie über 16 Fuß von einander entfernt aufgestellt werden. In Backhäusern und Speichern, wo die Unterzüge einen sehr bedeutenden Druck auszuhalten haben, stellt man die Ständer höchstens 14 Fuß von Mitte zu Mitte von einander entfernt unter die Unterzüge.

Ist man genöthigt, die Unterzüge aus mehreren Stücken zusammenzusetzen, was bei längeren Gebäuden fast immer der Fall ist, so darf das Zusammenstoßen derselben stets nur über einem Ständer oder einer Säule geschehen, und werden die beiden Stücke alsdann entweder stumpf gegen einander gestoßen, oder mit einem kurzen, höchstens 3 Zoll langen Blatte zusammengeblattet. Ein langes Blatt, oder das schräge Hakenblatt, welches man hin und wieder in Anwendung gebracht findet, ist jedenfalls zu verwerfen, weil dadurch beide Stücke nur geschwächt werden. In allen Fällen sind aber die beiden Stücke, wo sie zusammengestoßen werden, noch durch eiserne Schienen gehörig 78 mit einander zu verbinden. In Fig. 78 bei b ist das Zusammenstoßen zweier Rahmstücke dargestellt.

Erhält ein Gebäude mehre Stockwerke über einander, wo in jedem Stockwerke eine ebenerwähnte Unterstüzung der Balken angebracht wird, oder wird eine Balkenlage durch zwei oder mehre Unterzugsreihen unterstützt, so müssen, sobald die Unterzüge aus mehreren Stücken zusammengesetzt werden, die Stöße derselben wechseln, d. h. sie dürfen im ersteren Falle nicht lothrecht über einander in einer Linie, und im zweiten Falle nicht in einer quer durch das Gebäude mit dem Balken parallel laufenden Linie liegen.

Was die Unterstüzung der Unterzüge durch Ständer oder Säulen betrifft, so kann man wohl bei ganz untergeordneten Gebäuden, wo eine solche Unterstüzung erforderlich ist, oder auch in solchen Fällen, wo die zu unterstüzende Last nicht bedeutend ist, die Ständer bis unmittelbar unter die Unterzüge reichen lassen, in welche sie dann mit einem Zapfen eingreifen, um das Herausfallen der Ständer zu verhindern. Diese Anordnung ist jedoch nur da anwendbar, wo, wie bereits angedeutet, keine bedeutende Lasten unterstützt werden sollen. Um dann die Tragkraft der Unterzüge noch um etwas zu vermehren, gleichzeitig aber auch um ein Verschieben nach der Länge zu verhindern, bringt man Winkelbänder an, wenn die Höhe es gestattet, oder sonst keine anderen Umstände eintreten, wodurch solches verhindert werden kann. Diese Winkelbänder erhalten gewöhnlich eine solche Stellung, daß sie so weit an den Unterzugsständer herabreichen, als sie oben von demselben entfernt sind, so daß der Neigungswinkel des Bandes gleich 45 Grad wird. Oft aber erhalten diese Bänder auch eine solche Stellung, daß die Länge, so weit sie am Ständer herabreichen, sich zu derjenigen Entfernung, in welcher sie oben von den Ständern ab in das Rahmstück eingesetzt sind, wie 4 : 3 verhält, so 103 daß also, wenn die Länge el Fig. 103 in vier gleiche Theile getheilt wird, eg drei solcher Theile erhält.

Diese Winkelbänder werden mit Zapfen und einfachen Versagungen in die Ständer und in das Rahmstück eingesetzt, wie in Fig. 103 a und b dargestellt ist. Werden die Winkelbänder gleichzeitig

bei Aufrichtung der übrigen Verbindung in dieselbe eingefest, was immer geschehen sollte, so werden die Schnitte oder Stirnseiten *ab* der Versagungen (Fig. 103 a) winkelrecht mit dem Ständer und mit dem zu unterstützenden Balken oder Rahmen hergestellt. Werden solche Winkelbänder aber erst später, nach Aufrichtung der übrigen Construction, eingefest, so wird die Versagung nur am oberen Ende so hergestellt, wie eben angeführt wurde; am unteren Ende des Bandes wird dagegen die Stirn der Versagung und des Zapfens winkelrecht auf die Richtung des Winkelbandes angeordnet, und wird daher dieser Zapfen ein sogenannter Jagdzapfen, wie in Fig. 103 b bei *c* angedeutet ist.

Bei schon stehenden Unterstüzungswänden oder Stuhlwänden wendet man, namentlich wenn es darauf ankommt, eine nachträgliche Längenverbindung hervorzubringen, d. h. einem Verschieben nach der Länge vorzubeugen, eingeblattete Winkelbänder an, in der Art, wie solche in Fig. 25 Taf. 1 näher dargestellt sind. Diese dienen dann weniger zur Unterstüzung des Rahmens, vielmehr dazu, um einen Längenverband herzustellen.

Weit zweckmäßiger geschieht die Verbindung des Ständers mit dem Unterzuge, wenn man den Ständer nicht unmittelbar bis unter den zu stüzenden Unterzug reichen läßt, sondern über dem Ständer ein Sattelholz, oder sogenannte Lasche, anbringt, worin der Ständer mit einem geächselten Zapfen eingefest wird. Dieses Sattelholz kommt dann unmittelbar und dicht unter den Träger zu liegen. Werden Winkelbänder angeordnet, so erhält das Sattelholz eine solche Länge, daß die einzubringenden Bänder gleichzeitig in dasselbe eingefest werden können und an jedem Ende noch wenigstens 6 Zoll Stirnholz vor den Winkelbändern stehen bleibt, wie solches auch in den Figuren 76, 78 und 103 näher angedeutet ist.

Durch die Anordnung dieser Sattelhölzer erreicht man einen doppelten Zweck: einmal, daß man dadurch die Unterstüzung des Trägers nach seiner Länge vergrößert, in Folge dessen auch unbedingt die Tragkraft vergrößert wird; ferner aber vermeidet man, wenn zu diesem Sattelholze, wie gewöhnlich geschieht, ein hartes Holz (Eichenholz) verwendet wird, daß das Hirnholz des Ständers, so wie auch das der Bänder, sich nicht in so bedeutendem Grade in die Langfasern des Sattelholzes eindrückt, wie dieses ohne Anwendung des Sattelholzes dann jedenfalls in den Träger der Fall sein würde. Um aber bei Anordnung der Sattelhölzer ein Ausweichen dieser Verbindung zu verhindern, ist es sehr zweckmäßig, wenn man jedes Sattelholz mit dem darüber liegenden Unterzuge mittelst zweier Schraubenbolzen fest verbindet.

Wenn nun auch eine solche, mit einem Sattelholze versehene Ständerverbindung der zuerst erwähnten in hohem Grade vorzuziehen ist, so ist aber doch nicht zu verkennen, daß dieselbe trotz dieses Vorzugs, bei mehrstöckigen, schwer belasteten Gebäuden, wohin namentlich Packhäuser gehören, angewendet, immer sehr bedeutende Nachtheile hervorrufen kann, und auch wirklich hervorruft, indem außer den unteren Ständern, welche jedesmal in das bezügliche Sattelholz sich eindrücken, auch die oberen Ständer mit ihren unteren Enden jedesmal wieder auf Langholz gestellt werden, und daher bei Belastung einzelner oder sämtlicher Böden ein jedesmaliges Eindringen des Hirnholzes sämtlicher Ständer in die Langfasern der bezüglichen, damit in Berührung kommenden horizontalen Hölzer stattfindet. Dieses Eindringen kann, namentlich bei mehrstöckigen Gebäuden, sehr bedeutend werden; wie nachtheilig aber eine solche Senkung der über einander liegenden Balkenlagen in ihrer Mitte für das Gebäude selbst werden kann, ist leicht einzusehen. Der Verfasser hatte Gelegenheit, bei einem vierstöckigen Speicher, wo die Ständer ebenfalls mit Sattelhölzern versehen waren, eine Senkung in der obersten Balkenlage zu bemerken, welche zwischen 9 bis 12 Zoll betrug; diese Senkung rührte hauptsächlich vom Eindringen der Ständer in die unterliegenden Balken oder Träger her. Selbst in die von Eichenholz hergestellten Sattel waren die Ständer $\frac{1}{2}$ bis $\frac{5}{8}$ Zoll tief mit ihren Hirnseiten eingedrückt.

Um daher diesen sehr bedeutenden und nachtheiligen Uebelstand zu vermeiden, und den Druck bei einer jedweden Belastung einzelner oder sämtlicher Böden immer direct auf die Fundamente der Unterzugständer zu verpflanzen, ohne daß aber die Unterzüge der einzelnen, nicht belasteten Böden hiervon einen Druck zu erleiden hätten, wendet man doppelte, oder auch verschränkte Ständer an. Diese Ständer bestehen aus zwei lothrechten, dicht neben einander stehenden Hölzern, die entweder mit einander verschränkt, oder auch durch eingelegte Keile, oder, ohne diese letzteren, mittelst durchgehender Schraubenbolzen fest mit einander verbunden sind. Die Ständer mit einander zu verschränken, ist zwar sehr

zweckmäßig, weil dadurch eine unverschiebbare Verbindung erhalten wird; allein es ist nicht durchaus erforderlich und überdies erfordert es bedeutend stärkeres Holz. An der Stelle, wo diese Ständer mit dem Unterzug in Berührung kommen, werden die beiden Stücke, woraus ein solcher Ständer besteht, so weit ausgeschnitten, und zwar aus jedem die Hälfte von dem, als was die Stärke des Unterzugs beträgt, so daß also dann der Unterzug auf jedem der beiden Stücke des doppelten Ständers zur Hälfte aufliegt. Die dann hierüber weiter aufzustellenden Ständer, welche ebenfalls doppelt sind, treffen auf das Hirnholz der unteren Ständer, und müssen dieselben am unteren Ende eben so weit ausgeschnitten werden, daß sie mit ihren Hirnseiten nicht auf die Langfasern des Unterzugs drücken. In Fig. 79 ist eine solche Anordnung, und zwar mit doppelten verschränkten Ständern dargestellt. Um aber hierbei ein Eindringen der Hirnseiten der auf einander stehenden doppelten Ständer in einander zu vermeiden, werden jedesmal dünne Bleiplatten, oder besser Eisen- oder Kupferblechplatten, dazwischen gelegt.

Es ist hieraus leicht zu ersehen, daß bei einem Belasten der oberen, so wie überhaupt sämtlicher Balkenlagen, der Druck stets unmittelbar auf die Fundamente der Pfeiler verpflanzt wird und ein Eindringen des Hirnholzes in das Langholz der Unterzüge nur immer bei einer einzelnen Balkenlage stattfinden kann, ohne daß aber dadurch in den oberen Stockwerken weitere Senkungen verursacht werden können.

Um auch das unmöglich ganz zu verhindernde Eindringen der Ständer in die Langfasern der einzelnen Unterzüge thunlichst zu vermindern, bringt man unter die Unterzüge, jedesmal wo sie auf einem Ständer liegen, Sattelhölzer von hartem Holze (Eichenholze) an. Diese Sattelhölzer brauchen nur kurz zu sein, und ist es nicht mehr erforderlich, als daß sie auf jeder Seite des Ständers einen Fuß vorstehen, so daß also die ganze Länge dieser Sattelhölzer etwas über 3 Fuß beträgt. Die Stärke dieser Hölzer nimmt man gewöhnlich zu 5 bis 6 Zoll an und erhalten sie immer die ganze Breite der Unterzüge. Macht man diese Sattelhölzer länger, und will man dadurch gleichzeitig auch noch die Tragkraft des Unterzugs etwas vergrößern, so muß man diesen Sattelhölzern eine größere Höhe geben und ihre Enden alsdann mit dem Unterzuge durch Schraubenbolzen verbinden; oder man behält die oben angegebene Stärke von 6 Zoll bei, und ordnet Winkelbänder an, welche in die Ständer und in die Sattelhölzer mit gewöhnlichen $1\frac{1}{2}$ Zoll hohen Versagungen eingreifen.

Die Stirnseiten dieser Winkelbänder kneifen sich immer etwas in das Langholz der Ständer und Sattel ein, ohne daß man bei der gewöhnlichen Anordnung im Stande ist, diesem Uebelstande abzuhelpen. Ebenso ist es auch schwierig, ein solches Winkelband bei Schadhastwerden zu erneuern. Diesen Mängeln abzuhelpen, möchte die in den Figuren 104, 104 a und b dargestellte Verbindung der Winkelbänder mit dem Ständer und dem Sattelholze dienen.

Am oberen Ende werden nämlich die Winkelbänder mit einer, einen Zoll tiefen Versagung in das Sattelholz eingesetzt, und wird die vordere Schnittfläche, oder die Stirn der Versagung, rechtwinklig auf die Länge des Sattelholzes angeschnitten. Am unteren Ende wird die Stirn des Winkelbandes rechtwinklig auf die Länge des doppelten Ständers geschnitten, und die hintere Stirnseite des Bandes parallel mit der lothrechten Richtung des Ständers. Der doppelte Ständer wird in der Breite des Winkelbandes, unterhalb rechtwinklig auf den Ständer, oberhalb jedoch nach der jedesmaligen Richtung der Bänder, von beiden Seiten in der Mitte ausgeschnitten, und zwar auf jedem einzelnen Ständer zur Hälfte. Alsdann werden die Bänder mit ihren oberen Versagungen in die Sattelhölzer eingesetzt; unterhalb werden sie jedoch auf ein vorher in die Deffnung des Ständers eingelegtes Stück Eichenholz von circa 3 Zoll Stärke, unter welches noch ein zweites schwächeres Eichenholz gelegt wird, aufgesetzt, und hierauf in ihre richtige Stellung gebracht. Nachdem dieses geschehen, werden, um die beiden Bänder zur Tracht zu bringen, zwischen die beiden erwähnten Stücken Eichenholz von beiden Seiten her gleichzeitig flache Keile von Eichenholz eingetrieben, wie in Fig. 104 a dargestellt.

Eine solche Construction gewährt den großen Vortheil, daß man einmal die Winkelbänder, und unmittelbar dadurch auch das Sattelholz, an seinen Enden, bei einem etwaigen Durchbiegen desselben, nach Entfernung der Belastung, immer wieder durch Nachtreiben der unteren Keile in die Höhe bringen kann; ferner aber läßt sich auch sehr leicht ein schadhast gewordenes Winkelband durch ein neues wieder ersetzen, was jedoch bei der gewöhnlichen Art der Anordnung der Winkelbänder sich keineswegs so leicht bewerkstelligen läßt.

Um bei Anwendung der doppelten Ständer gleichzeitig eine gehörige Verbindung zu erhalten, werden die einzelnen Unterzüge vorher besonders unterstügt, da die doppelten Ständer, wenn sie in einer Länge durch mehre Stockwerke gehen sollen, doch erst später aufgestellt und angebracht werden können. Es muß aber dann bei Legung der Balken auch gleich Rücksicht darauf genommen werden, und müssen daher die Unterzüge vorher schon aufs Solideste unterstügt, und die Balken um mehre Zolle gesprengt gelegt werden, damit, wenn später die Ständer untergestellt werden, ein Einsinken der Balken von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll in der Mitte ohne allen Nachtheil geschehen kann. Die Ständer werden dann abwechselnd durch zwei, höchstens durch drei Stockwerke in Eins durchgeführt und können, wenn zwei Balkenlagen gelegt sind, bis dahin schon immer aufgestellt werden, was nicht allein die Arbeit des Aufstellens erleichtert, sondern wodurch man auch solide Stüzpunkte für die ferneren Abstüzungen der oberen Unterzüge erhält. Diese beschriebene Anordnung der Ständer ist in Fig. 105 näher dargestellt.

105

Häufig tritt der Fall ein, und namentlich, wenn ein Unterzug gerade in die Mitte eines Gebäudes zu liegen kommt, daß man denselben nicht bis in die Giebelmauer legen kann, als z. B. dann, wenn in der Mitte des Giebels Lufenöffnungen vorhanden sind. Da aber dennoch die Balken bis zum Giebel hin unterstügt werden müssen, so macht man die Anordnung der Art, daß man den Unterzug bis auf den der Giebelmauer zunächst stehenden Ständer gehen läßt. Von hier aus führt man dann zu jeder Seite des Unterzugs divergirend gegen die Giebelmauer zwei Hölzer von der Höhe des Unterzugs, welche mit diesem letzteren durch Schraubenbolzen verbunden werden, und mit ihrem anderen Ende in der Giebelmauer aufliegen. Diese Hölzer erhalten jedes mindestens die halbe Stärke des Unterzugs. Damit aber diese beiden Unterzüge an ihrem Ende, wo sie mit dem Hauptunterzuge verbunden sind, gehörig unterstügt werden, so wird ein starkes Sattelholz der Quere nach auf den Ständer aufgezapft, welches dann die beiden Seitenträger mit unterstügt. Diese Anordnung ist aus den Figuren 109 A und B ersichtlich.

109

Da die Ständer im unteren Stockwerk mit ihren unteren Enden meistens entweder auf Mauerwerk oder auf Grauwerkplintensteinen stehen, so ist es nicht allein sehr zweckmäßig, sondern sogar erforderlich, um ein Aufziehen der Mauerfeuchtigkeit in die Holzporen zu verhindern, wodurch nur ein frühzeitiges Schadhastwerden der unteren Enden der Ständer, und in Folge dessen eine baldige Senkung derselben entstehen würde, daß man auf die Plintensteine dünne Bleiplatten legt, welche den Querschnitt des Ständers auf allen Seiten mindestens $\frac{1}{2}$ Zoll überragen. Innerhalb jeden Stockwerks müssen die doppelten Ständer durch mindestens zwei starke eiserne Schraubenbolzen zusammen verbunden werden. Beträgt die Stockwerkshöhe bis zu 12 Fuß, so muß man schon drei solcher Schraubenbolzen anwenden.

Es ist nicht immer nothwendig, daß solche Unterzüge, von denen oben die Rede war, von Unten her durch untergestellte Ständer unterstügt werden; sondern man kann auch besondere Hängewerke im Dache herstellen, wovon weiter unten die Rede ist, und durch Hängeeisen oder durch Hängesäulen diese Unterzüge mit dem Hängewerke im Dache verbinden.

Ebenso kann man auch eine Balkenlage, wenn die innere Einrichtung der Räume es sonst zuläßt, oder eine Trennung der oberen Räume angeordnet wird, durch eine dazu erforderliche Holzwand, welche eine gesprengte Wand wird, unterstützen, indem man unterhalb der Balken einen Unterzug anbringt, welcher an seinen Enden Stüzpunkte in Mauern oder auf Wänden findet, in der Mitte aber mit den Hängesäulen der gesprengten Wand durch Hängeeisen verbunden wird. Es versteht sich hierbei von selbst, daß die Balken sich mit der Richtung der gesprengten Wand und des angehängten Unterzugs kreuzen müssen.

Will man in diesem Falle keinen Unterzug, so kann man die Balken auch an die Schwelle der gesprengten Wand mittelst starker Schraubenbolzen anhängen, wo dann aber die Schwelle ein Ueberzug heißt, im Gegensatz zu dem oben erwähnten Träger. Bedeutend einfacher und billiger ist jedoch der vorerwähnte Fall, wo man an die Hängesäulen der gesprengten Wand einen Unterzug mittelst eiserner Schraubenbänder anhängt. In beiden Fällen muß aber die gesprengte Wand aus starkem Holze hergestellt werden. In den Figuren 81 und 82 sind diese Fälle dargestellt.

81. 82

Hinsichtlich der Unterstüzung der Balken können noch verschiedene andere Fälle vorkommen.

Es kann einmal eine Unterstüzung der Balkenlagen in decorativer Hinsicht dienen, auch durch die

Architektur sogar bedingt sein. In diesem Falle vertreten dann die Unterzüge, wodurch die Decke in Hauptfelder eingetheilt wird, die Stelle von Architraven, und werden, wenn Ständer erforderlich sind, diese als Säulen, oder als architektonisch verzierte Pfeiler behandelt. In den Figuren 120, 120 a und b, 121, 121 a und b sind derartige Fälle, so weit sie hierher gehören, angedeutet, und geht aus den bezüglichen Figuren die Art und Weise zur Genüge hervor, wie solche Fälle in constructiver Hinsicht zu behandeln sind.

Häufig kann aber auch der Fall eintreten, daß eine einzelne Unterstützung der Balken von Unten her nicht stattfinden kann, ohne daß dadurch bedeutende Störungen hervorgebracht werden, wie namentlich in Wohn- oder Gesellschaftszimmern. Alsdann kann man sich dadurch helfen, daß man, wie schon oben angeführt wurde, die Balkenlage aus verzahnten, oder armirten Balken bestehen läßt, oder, wenn der darüber vorhandene Raum willkürlich benutzt werden kann, daß man über die Balken starke Hölzer, oder armirte oder verzahnte Träger (Ueberzüge) legt, die mit ihren Endpunkten auf Mauern, oder sonst festen Stützpunkten liegen, und daran jeden einzelnen Balken mittelst eines starken Schraubenbolzens anhängt. Diese Ueberzüge können, wie schon erwähnt, einfach, armirt oder verzahnt sein, und hängt dieses sowohl von der Entfernung ihrer Stützpunkte von einander, als auch von der Last ab, welche sie zu tragen erhalten sollen. Eine solche Anordnung ist in Fig. 80 näher dargestellt.

Fünftes Capitel.

§ 22.

Von den Casettendecken.

Bei diesen Decken nennt man die Vertiefungen zwischen den einzelnen Balkenfeldern, welche dadurch entstehen, daß man die Unterzüge hervortreten läßt, Casetten, und diejenigen Theile, wodurch diese Felder von einander getrennt werden, heißen Frieße.

Die Casetten sind, wie schon oben im Allgemeinen angedeutet, vertiefte Felder, welche eine runde, rautenförmige, oblonge oder quadratische Form erhalten können, wobei man aber immer am angemessensten verfährt, wenn man die einfachsten Formen wählt, und diese sind unstreitig die oblongen und quadratischen. Was die Tiefe der Casetten betrifft, so ist diese immer mehr oder weniger von der Höhe der Räume selbst abhängig, und zwar in der Art, daß, je höher die Räume sind, desto tiefer auch die Casetten sein können. Bestimmte Regeln darüber lassen sich nicht aufstellen, sondern bleibt dieses zu bestimmen immer dem Geschmacke des Baumeisters überlassen. In Folgendem sollen nun verschiedene Arten dieser Decken näher beschrieben werden.

118 Die in den Figuren 118 und 118 A dargestellte Decke ist die einfachste in dieser Art. Da die Balken b, b in ziemlichen Entfernungen von einander liegen, so sind hier die Riegelhölzer a, a in dieselben eingelassen. Unterhalb werden diese Riegelhölzer verschalt, und ebenso auch die vorstehenden Balken, welche alsdann die Frieße bilden. Da aber hierbei keine weiteren Quereintheilungen der Balkenfelder stattfinden, so sind die vertieften Felder durch Malerei in kleinere Abtheilungen zu bringen, und werden die Casetten sonach hier gemalt.

117 Bei der in den Figuren 117 und 117 A dargestellten Deckenconstruction sind die Balkenfelder durch die Riegelhölzer a, a in quadratförmige Felder eingetheilt. Diese Riegelhölzer werden in den gehörigen Entfernungen von einander mit Zapfen in die Balken eingeschleift. An den Seiten der Balken und der eingeschobenen Riegelhölzer werden Gliederungen angeordnet, welche entweder von Holz ausgekehlt sind, oder auch von Gypsmörtel hergestellt werden können. Auf den Riegelhölzern liegt der Deckel der Casette, und darüber werden alsdann die Fehlbretter gelegt, worauf die Ausfüllung kommt, wenn eine solche angeordnet wird.

Bei der in den Figuren 113 A, B, C und D dargestellten Deckenconstruction ist die Decke in 113 quadratförmige Felder eingetheilt. Die verzahnten Balken a, a sind hier in bestimmten Entfernungen von einander liegend angeordnet. Zwischen diese sind in derselben Entfernung von einander die Bohlen- oder Halbholzstücke b, b in die verzahnten Träger eingelassen, und um ein Auseinanderweichen dieser Hölzer zu verhindern, sind sie durch schwalbenschwanzförmig ausgeschnittene Querhölzer, welche in diese Bohlenstücke eingelassen sind, verbunden, wie solches aus den Figuren C und D ersichtlich ist. Um ferner ein Durchbiegen dieser eingesetzten Bohlenhölzer zu verhindern, gehen durch die Querhölzer Schraubenbolzen, die durch die oberhalb der verzahnten Balken liegenden Fußbodenhölzer durchgehen und daselbst verschraubt sind. Die Fußbodenhölzer erhalten eine Stärke von 6 und 7 Zoll. An der Unterfläche dieser Hölzer werden die Casettenverschalungen mittelst Holzschrauben oder Nägel befestigt. Die Frieße werden ebenfalls mit Dielen bekleidet; diese Bekleidungen bestehen entweder aus gehobelten und ausgefehlten, sauber zusammengeschnittenen Dielen, oder wenn die Casettenfelder und Frieße mit Gypsmörtel verputzt werden sollen, aus rauhen Dielen.

In den Figuren 114 E, F und G ist eine andere Decke dargestellt. Es liegen hier nach der 114 Breite des Saals die Hauptbalken a, a, wodurch die Decke in lange viereckige Felder eingetheilt wird. Auf diesen Hauptbalken liegen die schwächeren Deckenbalken b, b, die so weit von einander entfernt liegen, als die Breite der einzelnen Casetten betragen soll. Um nun die Form der Casetten zu erhalten, sind in die Balken b, b wieder die Querhölzer c, c eingezapft, wie in G angegeben. An die kleineren Zwischenfrieße, sowie an die Hauptfrieße, werden die aufrechten Verschalungen genagelt, und hierauf dann die Deckel der Casetten zwischen die quadratförmig von den Hölzern b und c gebildeten Felder eingelegt. Diese Deckel sind hier, wie aus der Zeichnung hervorgeht, als eingerahmte Füllungen dargestellt. Dieselben lassen sich auch von Gypsmörtel herstellen, jedoch ist ersteres unter allen Umständen vorzuziehen.

Die in den Figuren 122 A (A und B) im Durchschnitt und in der Unteransicht dargestellte 122 A Decke ist durch die Balken a, a der Quere nach in Felder eingetheilt. Diese Felder sind wieder durch schmale Leisten in quadratförmige sehr flache Casetten eingetheilt. Die Construction dieser Decke ist folgende:

Zwischen die Balken a, a, welche ausgefalzt werden, sind starke Bretter b, b eingeschoben, welche zum Theil noch durch die Friesbekleidungen der Balken a, a getragen werden. An der Unterfläche dieser Einschiebendecke sind die eingerahmten, von Holz angefertigten Casetten befestigt. Ebenso sind auch die Gliederungen der Frieße von Holz angefertigt. Sollen diese Casetten aus Kalkputz hergestellt werden, so müssen die Balken, so wie auch die Zwischenfelder, mit schmalen Wurflatten benagelt und hierauf der Putz angetragen werden.

Die in den Figuren 122 B (A, B, C, D und E) dargestellte Decke unterscheidet sich in Hinsicht 122 B ihrer Construction nur wenig von der in Fig. 113 dargestellten.

Nachdem hier die Entfernung der verzahnten Balken c, c von einander bestimmt ist, werden die Halbholzstücke a, a zwischen dieselben so eingesetzt, daß dadurch die Decke in quadratförmige Felder eingetheilt wird. Damit aber die Hölzer a, a nicht schwanken oder durchbiegen, werden je zwei neben einander liegende Hölzer durch ein verticales Holz b an die über die Hauptbalken gestreckten Fußbodenhölzer c angehängt, wie dieses aus C, D und E ersichtlich ist. Auf diese Hölzer a, so wie auf die Bekleidungen der Hauptbalken, werden dann die jedesmal in einem Stücke zusammen gerahmten und aus vier sehr flachen Casetten bestehenden Füllungen gelegt und mit Nägeln darauf festgeheftet. Die Friesverzierungen an den Hauptbalken und an den Querhölzern a werden ebenfalls von Holz hergestellt.

Die in den Figuren 122 C (A, B und C) dargestellte Deckenconstruction zeigt eine im Königs- 122 C bau in München zur Ausführung gekommene Decke. In Förster's Bauzeitung, Jahrgang 1837, ist diese Decke, wie folgt, näher beschrieben.

Es bezeichnen hier a, a die Balken des Dachstuhles oder auch des Sturzbodens; b den sogenannten Fehlboden (welcher jedoch, wie weiter unten gesagt werden wird, erst wenn die Austrocknung des Stucks an den Plafonds erfolgt ist, gelegt werden darf); c die schwalbenschwanzförmig einen halben Zoll tief in die Seiten der Balken eingelassenen und mit 3, auch 4 langen Nägeln befestigten Träger; d die Querlatten zur Befestigung der kleineren Stuckaturlatten; e die an den Seiten der Träger

angebrachten Schalbretter; f die in die Schalbretter eingelassenen und daran befestigten horizontal liegenden Schallatten; g die Schalbretter der tiefer herabhängenden Casetten; h die Schallatten zu diesen Casetten; i die aufgetragene Stuckmasse, und k die kleinen Stuckatlatten.

Diese verschiedenen Bestandtheile werden folgendermaßen verbunden. Zuerst befestigt man die Träger e und hängt sie nicht der Länge der Balken nach, sondern senkrecht auf diese Richtung der Reihe nach auf, und bildet so zuerst die nach der Quere der Balken laufenden Linien, und zwar so, daß die Flächen der Träger noch um $\frac{1}{4}$ Zoll von den nachmals durch den Stuck daran zu bildenden Flächen abstehen, zu welchem Ende man sich am besten einer aus Brettern geformten Lehre oder eines Profils bedient, welches nach der Zeichnung der zu den betreffenden Trägern gehörigen Gliederung des Plafonds angefertigt ist, und welches man an diese Träger legt. Sobald eine Reihe solcher Träger angehängt und befestigt ist, werden die Schalbretter (e und g) in der entgegengesetzten Richtung der Jahresringe angenagelt, wobei zu bemerken ist, daß solche Schalungsbretter nicht über 6 Zoll hoch genommen werden dürfen, und daher, wenn die Höhe der Bekleidung mehr als 6 Zoll ausmachen sollte, mehre nicht ganz 6 Zoll breite Bretter verwendet werden müssen, damit die Schwindung derselben keine Wirkung auf die aufgetragene Masse äußern könne.

Hierauf werden die Schalungslatten (f und h) in die Schalbretter eingelassen und mit Schrägnägeln so befestigt, daß sie sich bei den späteren Arbeiten nicht verrücken können. Diese Latten bilden den Grund der Horizontalflächen, während die Schalbretter den Grund für die verticalen geben.

Die Schallatten werden von 15 zu 15 Zoll Entfernung, oder auch etwas enger oder weiter angebracht, und in dem Falle, als die Länge einer solchen Schalungslatte groß, z. B. 7 bis 8 Fuß, werden müßte, entweder durch Kreuzverspannungen oder durch Unterzüge, wie bei d angedeutet ist, haltbar gemacht.

Hiermit ist die Zimmerarbeit beendet, und nachdem dieselbe so lange als möglich, allenfalls durch ein halbes oder ein ganzes Jahr, dem Luftzuge zur möglichsten Austrocknung des Holzwerks ausgesetzt war, benagelt der Stuckateur sämtliche so formirte Holzflächen mit beiläufig $\frac{5}{4}$ Zoll breiten und $\frac{1}{3}$ Zoll dicken Latten mittelst sogenannter Schloßnägeln von $\frac{1}{4}$ Zoll Länge, und bohrt den ganzen Plafond auf die gewöhnliche Weise durch Befestigung mit Draht und Nägeln, die, im Durchschnitte genommen, auf 6 Zoll Entfernung eingeschlagen werden.

Bei den Ecken, welche zu umrohren sind, hat der Arbeiter darauf zu sehen, daß sich das Rohr daselbst umbiege und nicht endige, weil es sonst nicht die nöthige Haltbarkeit haben würde; ebenso, daß die Stuckatlättchen bei den Verschalungen nicht unmittelbar an dem Holze anliegen, sondern auf Polster- oder Futterlatten angeheftet werden, die in entgegengesetzter Richtung der Jahresringe des Holzes zu befestigen sind, damit die Bewegungen des Holzes keinen Einfluß auf die Stuckmasse äußern können, und die Feuchtigkeit bei Auftragung der Stuckmasse von dem Holzwerk abgehalten, auch die Masse selbst besser an die Lättchen gebunden werde, indem sie auch die Rückseite derselben größtentheils einhüllt. Die Stuckaturmasse wurde, wie bereits erwähnt, mit Inbegriff der Lättchen $\frac{1}{4}$ Zoll hoch für die Flächen der Decken angetragen, und die Zierglieder und Simsungen noch besonders darauf gezogen.

In Fällen, wo sehr niedere Casetten vorkamen, wurde kein Holzgerippe gebildet, sondern die Plafondtheile wurden von Gyps in möglichst dünnen Platten ausgegossen und an dem Plafond angeschraubt, wozu die nöthigen Wechsel zwischen den Sturzbodenbalken vorher angebracht waren. Auch bei Versetzungen von Rosetten mußte auf diese Weise auf die Einlegung von solchen Wechseln Bedacht genommen werden. Wenn Rundungen oder kreisförmige Rippen vorkamen, so wurde, wenn sie ziemlich flach waren, ein Kreuz von zwei über einander verbundenen Bretterlagen, welche man wie Bögen bei Bohlendächern aus kurzen Bretterstücken zusammensetzte, an den Plafond befestigt. War der Kranz hoch, so schob man in das untere, zwei Zoll dicke Brett in nicht sehr weit von einander abstehenden, sternförmig liegenden Einschubnuthen entsprechende große Träger ein und verfuhr ganz im Princip der Construction von Casetten gerader Flächen.

Allgemeine Rücksichten, welche bei Formirung solcher Decken zu nehmen sind, sind noch folgende.

Bei den Hängetheilen ist es in Bezug auf ihre Zusammensetzung Regel, daß die Nagelung der daran zu befestigenden Verschalung nicht im Hirnholz, sondern allezeit im Langholze stattfindet, daher

jene Extremitäten, welche Hirnholz darbieten, mit besonderen Quersteifen belegt werden müssen, auf denen dann das Nageln geschieht.

Was die Holzgattungen betrifft, so nimmt man zu den Trägern trocknes Fichtenholz von festem Buchse; für die Länge- und Querverschalungen von beträchtlicher Länge wählt man zöllige Falzbretter aus Fichtenholz von schlankem Buchse ohne Aeste, und vermeidet jedes Abholz. In dem Fall, wo Längenholz, zur Vermeidung des Hirnholzes, der erwähnten Aufnagelung wegen genommen werden muß, wählt man Leisten von bestem Eichenholze, worin die Nägel am meisten festhalten.

Je leichter das ganze Holzgerippe, unbeschadet seiner Haltbarkeit und Dauer, construirt werden kann, desto besser ist es, da die nie ruhenden Bewegungen des Holzes sonst leicht Risse oder gar Sprünge in der Stuckmasse erzeugen könnten, weshalb noch insbesondere darauf zu achten ist, daß die Kraft der Stuckmasse die Kraft der Bewegung des Holzes überwinde, was dadurch möglich wird, daß die Stuckmasse durch feine Holzstückchen, welche wieder durch die Bewegungen der Holzmasse nicht verschoben werden können, in mittelbarer Verbindung mit dem Holzgerippe steht. Würde dieses vernachlässigt, so kämen die Folgen bei eintretender Temperaturveränderung, welche sich besonders an den Decken geheizter Zimmer in großen Contrasten äußert, unfehlbar zu Tage. Zur Vermeidung größerer Schwere der Holzgerippe und wegen zweckmäßiger Verbindung überhaupt vermeide man, so weit es nur immer angeht, die Bretterschalungen, und wähle dafür Lattenschalungen.

Es wurde schon erwähnt, daß der Fehlboden so spät als möglich gelegt werden müsse, keineswegs aber darf dieses früher geschehen, als bis das Stuckmaterial gehörig ausgetrocknet ist. Außerdem ist aber noch zur besseren Erhaltung des Holzwerks darauf zu sehen, daß in den durch die Cassetturen gebildeten hohlen Räumen eine Lüftung angebracht werde, welches aber auf eine Art geschehen muß, daß die Luftöffnungen nicht in die Augen fallen, und Insekten und andere Thierchen nicht hineinkriechen können.

In Fig. 122 D ist die Balkenconstruction einer anderen, im Königsbau in München ausgeführten Decke dargestellt. In Förster's Bauzeitung, Jahrgang 1837, heißt es darüber, wie folgt:

Dieser im Allgemeinen ganz einfache Gegenstand erhielt bei einigen besonderen Lokalverhältnissen des Königsbaues dadurch ein erhöhtes Interesse, daß durch derlei Balkenwerke die unterhalb daran gehängten, auf das Kostbarste und Kunstreichste geschmückten, mit ihren mannichfaltigen Cassetturen nur durch complicirte Constructionen zu bildenden Plafonds kleinerer und größerer Säle getragen und geschützt werden mußten, während die Fußböden der darüber befindlichen Räume künftig Erschütterungen zu erleiden hatten, welche den unten befindlichen Plafonds, bei Ermangelung vorbeugender Schutzmittel, einen baldigen Untergang gedroht hätten. Auch sah man sich, wie es bei Palästen nicht zu vermeiden ist, neben den obigen Rücksichten nicht selten noch gezwungen, für derlei constructive Schutzmittel sich auf den Platz zu beschränken, welchen die auf höheren Principien beruhenden Formverhältnisse und die beabsichtigte Decoration, als der hauptsächlichste Endzweck, übrig ließen.

Diesen Schwierigkeiten war unter anderen das Gebälk unterworfen, welches die Decke des Thronsaales im ersten Stock und zugleich den größten Theil des Fußbodens im darüber befindlichen sogenannten Blumensaale zu tragen hatte. Daß der erwähnte Plafond zu den reichsten und wichtigsten gehört, spricht sich schon durch die Bestimmung des Lokals aus. Der obere Saal wird Blumensaal genannt, weil daselbst während des Winters eine dem Raume angemessene Anzahl Drangenbäume nebst verschiedenen anderen Gewächsen in Kübeln aufgestellt und bei den stattfindenden Hoffesten so geordnet werden, daß die Versammlung an runden unter diesen Laubdächern aufgestellten Tafeln soupiren kann. Während des Sommers werden diese Gewächse auf die neben befindlichen Plattformdachungen ins Freie gebracht. Die allgemeine Vorsicht bei einer so großen Belastung und die unvermeidlichen öftmaligen Umstellungen und Transporte dieser 6 bis 9 Centner wiegenden Drangerie-Kübel, so wie momentan entstehende Erschütterungen, verlangten hier entschieden sichere Vorkehrungen.

Die Breite der Säle beträgt $35\frac{2}{3}$ Fuß im Lichten, weshalb eine einfache Balkenlage, obgleich von mächtiger Dicke, die Mittheilung der Erschütterungen von oben nach unten selbst dann nicht dem Bedürfnisse entsprechend verhütet haben würde, wenn auch unterhalb unterstützende Spannungsvorrichtungen hätten angewendet werden können, zu welchen jedoch die gegebene Höhe für die Balkenlage nicht den benötigten Raum gewährte, und allzu niedere Sprengwerke, aus zwei oder drei Streben

construirt, ohnedies immerhin nur eine geringe, nie aber eine ruhige Tragkraft geben können, was auch bei den verzahnten Doppelbalken, wenn sie eine etwas beträchtliche Länge erhalten müssen, der Fall ist.

122 D Ohne Vergleich kräftiger bewiesen sich die zur fraglichen Balkenlage Fig. 122 D (A und B) angewendeten Hängewerke oder Bogengesprenge, aus einem Untertheile a und einem darüber befindlichen gebogenen Balken b bestehend, welche an beiden Enden durch gesicherte Verzahnungen und dazwischen mit Schraubenbändern verbunden sind. An den Stellen der letzteren wurden a und b noch durch kurze Einschubstücke c in der betreffenden Entfernung von einander gehalten.

Der Wichtigkeit der Aufgabe gemäß und weil es wegen des geringen Höhenbedarfs dieser genannten Bogengesprenge füglich geschehen konnte, so wurden dieselben solchergestalt neben einander in den gegebenen Raum geordnet, daß abwechselungsweise das eine der Gesprenge niedriger, das andere etwas höher zu liegen kam, wonach beide Lagen ohne Verbindung, also von einander gänzlich unabhängig, die tiefer liegende für sich allein den Plafond des unteren, die höhere ebenso den Fußboden des oberen Saales zu tragen bekam. Der Höhenunterschied mußte hierbei so viel betragen, daß der Fehlboden e in G, welcher sich unterhalb des Fußbodens befindet, frei genug über die Bogenstücke der tiefer liegenden Gesprenge sich hinwegziehen konnte.

Damit der genannte Fehlboden in den Zwischenweiten der Bogengesprenge, so wie der oberhalb liegende Fußboden die horizontale Auflage erhalten konnten, so wurden die beiderseitigen Senkungen der Bogenstücke b mittelst eigener Balken d aus zwei Theilen, welche der Bogenlinie entsprechend behauen und darauf gepaßt wurden, ausgeglichen, dann diese Stücke mit Holzschrauben an ihrem Zusammenstoß in der Mitte befestigt und die äußeren Enden in die Mauern gelegt. Die unteren oder Deckengesprenge erhielten keinerlei Auffütterung, sondern wurden nur durch einfache Verspannungen da, wo es geschehen konnte, gegen das Wenden verwahrt, weil sie meistens erst nach längerer Zeit durch die Constructionstheile des Plafonds die bleibenden Versicherungen erhielten. In Ermangelung von Mauerabsätzen wurden die sämtlichen Gesprengauflagen in den Mauern ausgespart und mit eichenen Ladenstücken belegt, welche letzteren wieder, wo es nöthig schien, entweder auf trockenen Hausstein oder auf gefirniste Bleitafeln zu liegen kamen. Für die vorliegende Länge eines solchen Gesprenges war die Sohle zu 11 Zoll breit und 13 Zoll hoch, das Bogenholz 9 Zoll breit und 8 Zoll hoch zubereitet. Eine mächtige Dicke der Sohle ist, behufs einer absoluten Straffheit der Gesprenge, jedenfalls sehr zuträglich, besonders aber bei bedeutenderen Längen, oder wenn sie einseitig belastet werden müssen, indem in letzterem Falle die nachtheilige Wirkung auf das Bogenstück, welches auf der weniger oder nicht belasteten Seite aufwärts strebt, hauptsächlich durch die Widerstandsfähigkeit der Sohle verhindert wird. Die Dimensionen der Bogenstücke jedoch, ob schon sie gleichfalls je größer, desto wünschenswerther sind, hängen dennoch nur von der feinen und zähen Beschaffenheit des Holzes ab, in sofern nämlich die Beugung ohne allzu große Gefahr des Bruchs zu bewerkstelligen ist. Die oben angegebene Stärke entsprach der Absicht genügend und man war bei dem, in der Zeichnung ersichtlichen Beugungsmaße hinsichtlich der mehr als erforderlichen Tragkraft hinlänglich versichert und während des Beugens der Balken nur selten der Unannehmlichkeit eines Bruchs ausgesetzt. Uebrigens machte man hierbei die Wahrnehmung, daß eine größere Beugung da, wo sie zulässig ist, zwar allerdings eine noch größere Tragkraft bezweckt, hingegen aber die ruhige Straffheit vermindert, weil die Elasticität des Holzes durch die vermehrte Krümmung der Bogentheile zwischen den Schraubenbändern freieren Spielraum bei eintretenden Bewegungen gewinnt.

Oben haben wir bemerkt, daß, wenn die zu krümmenden Balken eine genügende Elasticität behalten sollen, die Biegung derselben nur bis zu einem gewissen Grade zulässig ist; überschreitet man diese Gränze, so verliert der Balken seine Elasticität, indem ein Theil der inneren Holzfasern nothwendig sich stauchen wird, die äußeren Holzfasern dagegen wieder so sehr angespannt und ausgedehnt werden, daß sie bei geringer äußerer Veranlassung auseinander reißen. Wenn man daher auch durch eine größere Biegung im ersten Augenblicke eine größere Tragkraft bezweckt, so ist diese doch immer nur scheinbar, und gewinnt die Elasticität dabei keineswegs freieren Spielraum.

Diese hier angeführten Beispiele werden vollkommen genügen, die Anordnung und Ausführung von Casettendecken im Allgemeinen deutlich zu machen. Man hätte hier zwar noch mehr Beispiele

sehr künstlicher Casettendecken mit runden oder elliptischen Casettenfeldern anführen können, allein derartige Decken finden selten Anwendung und halten wir es auch für angemessener, in einem Lehrbuche nicht Constructionen anzuführen, die wenig oder gar keine Anwendung finden, weil sie in ihrer Zusammensetzung gar zu künstlich ausfallen würden.

Sechstes Capitel.

Von den Hänge- und Sprengwerken.

§ 3.

Von den Hängewerken.

Unter Hängewerken versteht man bei den Zimmerarbeiten diejenigen Verbindungen, wo die Balken und Decken, wenn sie von unten her nicht durch verticale Säulen (Ständer oder Pfeiler) mit darüber gelegten Unterzügen oder durch Scheidewände unterstützt werden können, an darüber angebrachte Säulen, die durch schrägstehende Hölzer (Streben) in ihrer lothrechten Stellung hängend erhalten werden, mittelst eiserner Bänder und Schraubenbolzen befestigt werden, so daß ein Losgeben oder Herunterbiegen der Balken an dieser Stelle nicht stattfinden kann.

Stellt Fig. 123 a a einen Balken dar, der so weit frei liegt, daß er sich in der Mitte, ohne eine 123 weitere Unterstützung daselbst, vermöge seiner eigenen Last durchbiegen würde, so ist, wenn von unten her die erforderliche Unterstützung nicht angebracht werden kann, um dieses Durchbiegen zu verhindern, von oben her eine solche Anordnung zu treffen, daß der Balken davon getragen werde. Dieses erreicht man nun dadurch, daß man zwei schräge Hölzer (Streben) b c, b c in ein senkrecht über der Mitte des Balkens befindliches Holz (Hängesäule) d e eingreifen läßt, wodurch dann, da diese Streben mit ihren unteren Enden auch in den Balken eingreifen, diese Hängesäule d e schwebend erhalten wird. Mit dieser Hängesäule wird alsdann der Balken auf irgend eine Art verbunden, wovon weiter unten die Rede sein wird.

Ein solches Hängewerk ist daher im strengsten Sinne nur eine Verstärkung des Balkens durch Vergrößerung seiner Höhe vermittelt der beschriebenen Vorrichtung. Da aber, wenn mehrere Balken zu unterstützen sind, dadurch, daß man über jedem einzelnen Balken ein solches Hängewerk errichtete, nicht allein die Kosten des Baues unverhältnißmäßig vermehrt würden, sondern auch der Raum über der Balkenlage ganz und gar nicht zu benutzen sein würde, so wird eine solche Vorrichtung nur immer über dem 4ten oder 5ten Balken angeordnet. Um aber die Zwischenbalken alsdann auch zu unterstützen, so werden Unterzüge mittelst Hängeeisen an die Hängesäulen befestigt, auf welchen Unterzügen alsdann die Zwischenbalken ruhen und dadurch ebenfalls ihre Unterstützung finden. Die Anordnung des Unterzugs ist in Fig. 124 bei l angedeutet. 124

Es kann aber auch der Fall eintreten, daß solche Unterzüge zum Tragen der Deckenbalken ohne besondere Störung nicht angeordnet werden können, wie dieses namentlich in Wohnräumen und überhaupt solchen Räumen, deren Decken anderweitigen decorativen Schmuck erhalten sollen, der Fall ist. In solchen Fällen wendet man dann die sogenannten Ueberzüge an, welche oberhalb der Balken liegen und woran diese mit eisernen Schraubenbolzen angehängt werden. Diese Ueberzüge werden selten direct mit den Hängesäulen verbunden, sondern sie werden gewöhnlich durch die Hängewerkbalken, die mit den Hängesäulen durch Hängeeisen verbunden sind, getragen, und liegen dann gewöhnlich zur Seite der Hängesäulen, wie dieses in den Figuren 126 126 und 127 angedeutet ist, wo h die Hängesäule, a den Balken, und b den Ueberzug bezeichnet. Durch 127 diese Anordnung kommt der mittlere Stützpunkt der Zwischenbalken etwas aus der Mitte, was

aber ganz ohne Nachtheil geschehen kann, zumal wenn der Bodenraum darüber keine bedeutende Belastung zu tragen erhält.

Was die Construction eines Hängewerks betrifft, so ist darüber noch Folgendes zu bemerken.

Der Balken *aa* bei einem Hängewerke muß immer aus starkem Holze bestehen, damit er dem bedeutenden Seitenschube der Streben in hinreichendem Uebersmaße widerstehen könne. In diesen Balken werden die Streben mit Versagungen und Zapfen eingesetzt, wie in Fig. 128 gezeigt ist. Die Streben dürfen jedoch nicht zu nahe am Ende des Balkens in diesen eingesetzt werden, damit noch Holz genug stehen bleibt, um nicht durch den Schub der Streben losgerissen zu werden. Obgleich die Parallel-Cohäsion des Holzes sehr bedeutend ist, so läßt man doch immer mindestens einen Fuß volles Holz vor den Versagungen stehen, und in manchen Fällen, namentlich wenn die Streben eine sehr flache Lage erhalten, noch mehr; denn bei zufälligen Erschütterungen, welche bei einem Zimmerwerke nicht zu verhindern sind, wirken die Streben mit ihren Versagungen alsdann als Hebel auf die Stirnseiten der Balkenversagung. Ist aber dann das volle Holz vor der Versagung nur gering, so kann sehr leicht ein Absprengen desselben erfolgen.

Kann man ferner die Hängesäulen oberhalb weit genug über die Streben wegragen lassen, wie dieses in den Figuren 129 und 129 A angedeutet ist, so werden die Streben ebenfalls mit Versagungen und nur kurzen Zapfen in die Hängesäulen eingesetzt, wie in der Figur angedeutet ist. Kann aber die Hängesäule nicht länger werden, als bis zur Oberkante der Streben, wie in Fig. 129 D angedeutet ist, so behält die Hängesäule an ihrem obersten Ende zwar ihre volle Breite, wird aber, soweit die Streben gegen dieselbe lehnen, nach unten hin ausgeschnitten und zwar so, daß der Kopf der Hängesäule eine keilförmige Gestalt erhält, Fig. 129 B. Damit aber ein Ausweichen der Streben nach den Seiten hin nicht stattfinden kann, erhalten die Streben kurze geächselte Zapfen, womit sie in die, in die Hängesäule eingestemmt Zapfenlöcher eingreifen.

Bei Hängewerken untergeordneter Art, d. h. bei solchen, wo die daran zu hängende Last nicht sehr bedeutend ist, genügt diese eben angeführte Zusammensetzung der Streben mit den Hängesäulen vollkommen. Bei bedeutenderen Hängewerken, und namentlich bei flachliegenden, bringt man dagegen noch sogenannte eiserne Maulkörbe an, wie in Fig. 129 D näher angedeutet ist. Diese Maulkörbe bestehen aus eisernen Schraubenbändern, die mit der Hängesäule mittelst eines durch dieselbe gehenden Schraubenbolzens verbunden sind. Die Schraubenbänder greifen oberhalb der Streben, da sie auf beiden Seiten der Hängesäule angebracht werden, durch eiserne Stege oder Schienen, die auf die Streben gelegt werden; an ihrem oberen Ende sind diese Bänder mit Schraubengewinden versehen, damit die Stege durch darauf zu schraubende Muttern möglichst fest angeschraubt werden und somit die Streben nach oben hin nicht ausweichen können, sondern gleichzeitig mit der Hängesäule herunter gezogen werden.

Statt einer einfachen Hängesäule wendet man auch nicht selten eine doppelte, aus zwei mit einander verbundenen Hölzern bestehende an; Fig. 126 A. Die beiden Hölzer werden durch Schraubenbolzen fest mit einander verbunden. Um ein möglicherweise stattfindendes Verschieben der einzelnen Stücke der Hängesäule zu verhindern, ordnet man dieselben entweder mit einander verschränkt an, oder man bringt Keile von hartem Holze (Eichenholz) dazwischen, wie in Fig. 130 angedeutet ist. Allein es genügt auch vollkommen die in Fig. 126 A angedeutete Anordnung.

Bei Anwendung der doppelten Hängesäulen greifen die Streben entweder mit Zapfen und Versagung in dieselben ein, wie in Fig. 126 B dargestellt ist, oder es wird die Hängesäule ganz durchlocht, und man läßt die Streben innerhalb derselben unmittelbar gegen einander stoßen, so daß also dann die Hängesäule auf den Streben hängt, wie in den Figuren 124, 125 und 126 A angedeutet ist. Hierbei werden die doppelten Hängesäulen dicht oberhalb und dicht unterhalb der Streben mit Schraubenbolzen durchzogen. Es geht hieraus aber leicht hervor, daß solche doppelte Hängesäulen in der Art, wie hier angedeutet, nur dann zweckmäßig Anwendung finden können, wenn sie über die Streben nach oben hin mindestens noch einen Fuß wegragen. Ist dieses aber nicht der Fall, und behält man oberhalb der Streben nicht so viel volles Holz, daß man sich bei der beschriebenen Anordnung darauf mit Sicherheit verlassen kann, so findet die in Fig. 129 B dargestellte Anordnung hierbei zweckmäßig Anwendung, wornach unmittelbar zwischen den Köpfen der beiden Streben die beiden Hölzer, woraus die Hängesäule besteht, durch einen Schraubenbolzen fest mit einander verbunden werden.

Diese eben beschriebenen einfachen Hängewerke lassen sich immer nur dann anwenden, wenn die beiden Unterstützungspunkte des Hängewerkbalkens nicht mehr als höchstens 45 Fuß von einander entfernt sind, und vorausgesetzt, daß die Balken nicht weiter belastet werden. Ist die Entfernung aber bedeutender, so muß man statt der einfachen Hängewerkbalken verzahnte Balken anwenden und desgleichen auch zu den Zwischenbalken solcher verzahnter Balken sich bedienen; oder man wendet ein doppeltes Hängewerk an, was jedenfalls der geringeren Kosten wegen vorzuziehen ist.

Ein solches doppeltes Hängewerk (Fig. 131) besteht auch wieder aus dem Hauptbalken *ab*, den beiden schrägen Streben *ac* und *bd*, aus der wagerechten Strebe oder dem sogenannten Spannriegel *ef* und den beiden Hängesäulen *g, g*.

Wendet man bei einem solchen Hängewerke einfache Hängesäulen an, so greifen die Streben mit Zapfen und Versagungen in die Hängesäulen, wie in Fig. 131 A dargestellt ist. Wendet man aber statt der einfachen Hängesäulen doppelte an, die entweder verkeilt, verschränkt oder platt gegen einander gelegt, mit einander verbolzt werden, so werden dieselben wieder ganz durchlocht und man läßt dann die wagerechte Strebe und die schrägen Streben innerhalb der Hängesäulen stumpf gegen einander stoßen, wie in Fig. 130 näher dargestellt ist.

Da aber ein solches doppeltes Hängewerk, wie auch schon aus der Zeichnung hervorgeht, kein durchaus unverschiebbares System bildet, und dieser Umstand bei einer ungleichen Belastung der beiden Hängesäulen um so bedeutender und nachtheiliger hervortritt, so ist es jedenfalls zweckmäßig, bei Anwendung dieses Systems dem erwähnten Mangel möglichst abzuwehren. Dieses läßt sich nun auf eine sehr einfache Weise am wirksamsten dadurch bewerkstelligen, daß man die in Fig. 133 angedeuteten vier Winkelbänder anordnet. Durch diese Anordnung wird das System nicht allein möglichst unverschiebbar gemacht, sondern es wird gleichzeitig auch eine gegenseitige Unterstützung der einzelnen Hölzer, woraus das Hängewerk besteht, erhalten, und ein Durchschlagen der Streben und Spannriegel dadurch möglichst verhindert.

Das doppelte Hängewerk wendet man an, wenn die Unterstützungspunkte des Hängewerkbalkens 60 bis 65 Fuß von einander entfernt sind. Bei noch größeren Weiten reicht aber auch ein doppeltes Hängewerk nicht mehr aus, und man ordnet dann, je nachdem die Entfernung bedeutender wird, Hängewerke mit 3, 4, 5, 6 bis sogar 7 Hängesäulen an, und die beiden Systeme des einfachen und doppelten Hängewerks bilden dann die Grundlage für die größten Hängewerke, indem diese nur aus jenen beiden Systemen zusammengesetzt werden.

Von diesen größeren und zusammengesetzteren Hängewerken wird aber erst später gesprochen werden, wenn von der Verbindung derselben mit Dächern die Rede ist.

Die Hängewerke bedürfen immer eines sehr sichern Auflagers an ihren Enden. Da aber selten die Mauern eines Gebäudes in einer solchen Stärke aufgeführt werden, daß die Hauptbalken so weit aufliegen, als die Breite der Hauptstreben (bei größeren Hängewerken), den Balkenkopf mit eingerechnet, beträgt, und diese Balken an ihren Enden durch die Zapfenlöcher und Versagungen zu den Streben immer bedeutend geschwächt werden, was in einem um so höheren Grade stattfindet, je flacher der Neigungswinkel der Streben wird, so bringt man unter die Enden der Balken Sattelhölzer an, die mit denselben verzahnt und durch Schraubenbolzen fest mit einander verbunden werden. Diese Anordnung ist in Fig. 134 dargestellt.

Um ferner, namentlich bei sehr flachen Neigungswinkeln der Streben, ein Auspringen derselben aus den Hauptbalken zu verhindern, zieht man rechtwinklig auf die Richtung der Strebe durch diese und den Hauptbalken einen Schraubenbolzen (s. Fig. 135). Da aber hierdurch das Zapfenholz der Strebe sehr leicht beschädigt, und jede Beschädigung oder Schwächung am Fuße der Strebe, wenn auch nicht immer gleich zu Anfang, nur nachtheilig werden kann, so ist es jedenfalls bei Weitem vorzuziehen, statt dieser Schraubenbolzen Zugbänder anzuwenden, die gehörig fest verschraubt und ebenfalls rechtwinklig auf die Länge der Strebe angebracht werden. Sind Sattelhölzer unter die Balken angeordnet, so befassen die Zugbänder auch gleichzeitig diese mit. Eine solche Anordnung ist in Fig. 136 näher dargestellt.

Was die Befestigung der Balken oder Träger (Unterzüge oder Ueberzüge) an die Hängesäulen betrifft, so geschieht dieses mehrentheils mittelst der sogenannten Hängeeisen, deren es verschiedene Arten giebt.

In Fällen, wo es erlaubt ist, die Hängesäulen noch unterhalb der Balken hervorragen zu lassen, was aber nur bei doppelten Hängesäulen stattfinden kann, werden diese in der Stärke der Träger, und zwar aus jedem Holze zur Hälfte, ausgeschnitten, und umfassen diese Hölzer alsdann den Hauptbalken. Unterhalb dieses Balkens wird durch die doppelte Hängesäule noch ein Schraubenbolzen durchgezogen; in diesem Falle muß jedoch die Hängesäule mindestens einen Fuß unterhalb des durchgehenden Balkens ihr volles Holz haben. Eine solche Anordnung ist in Fig. 126 A bei b näher angedeutet. Werden bei dieser Verbindung auch die Hängeeisen gespart, so entsteht doch dadurch der sehr große Nachtheil, daß man, sobald die Verbindung sich um etwas zusammensetzt, was bei einem jeden Zimmerwerke stattfindet und gar nicht verhindert werden kann, weil die Hölzer sich in einander pressen, dann nicht wieder im Stande ist, die Balken oder Träger in die Höhe zu bringen. Denselben Nachtheil haben aber auch die sogenannten Bügelhängeisen, die um den Träger oder Balken herumgelegt, und deren beide Schenkel mittelst Schraubenbolzen an die Hängesäule befestigt werden. Diese zuletzt erwähnte Anordnung ist in den Figuren 126, 126 A a und c, 127 131 und 131 bei h angedeutet.

Weit zweckmäßiger ist es dagegen, wenn, wie in den Figuren 123 und 127 A angedeutet ist, an jeder Seite der Hängesäule ein besonderes Hängeisen angebracht wird, welche beide dann wieder mittelst durchgehender Schraubenbolzen an die Hängesäule verbunden und befestigt werden. Am unteren Ende werden diese Hängeisen mit tief eingeschnittenen Schraubengewinden versehen und darauf eine starke eiserne Schiene bis dicht unter den Balken oder Träger geschoben und mittelst Schraubmuttern, die zu den Schraubengewinden der Hängeisen passen, festgeschraubt. Sind die Hängesäulen doppelt, so wird die in den Figuren 130 und 132 dargestellte Anordnung gewählt. Vermöge dieser Anordnung ist es nicht schwierig, durch Nachschrauben der Muttern die Senkung der Balken, welche durch das Ineinanderdrücken der einzelnen Constructionshölzer entstanden, zum großen Theil wieder aufzuheben. Es darf hierbei jedoch die Hängesäule nicht bis unmittelbar auf den darunter befindlichen Balken stoßen, sondern dieselbe muß um mehre Zolle davon entfernt sein. Ferner müssen die Schraubengewinde an den Hängeisen so viel länger eingeschnitten sein, als möglicherweise das Aufschrauben stattfinden soll.

Bei Anwendung einfacher Hängesäulen gehen die Hängeisen mit ihren unteren Enden entweder durch den Balken oder Träger, wie in den Figuren 123 und 127 A angedeutet ist, oder, was jedenfalls ebenso zweckmäßig ist, es wird der Balken von dem Hängeisen umspannt und getragen, und der Träger zur Seite der Hängesäule gelegt, wie in Fig. 126 dargestellt ist, wo a den Balken und b den Träger bezeichnet, in welchem Falle man alsdann die einzelnen Zwischenbalken mittelst Schraubenbolzen wieder an den Träger anhängen muß. Es versteht sich hierbei von selbst, daß dieses nur der Fall ist, wenn man Ueberzüge anordnet.

Eine andere Art, die Hängeisen mit der Hängesäule zu verbinden, besteht in Folgendem. Man legt das Hängeisen, in welches am oberen Ende ein länglich viereckiges Loch gearbeitet ist, in die Fuge der doppelten Hängesäule; correspondirend mit dem Loche in dem Hängeisen, wird durch beide Stücke der Hängesäule ein gleiches Loch durchgestemmt und durch dasselbe alsdann von beiden Seiten her keilförmige Eisen in dieses Loch eingetrieben, wodurch zugleich das Hängeisen getragen wird, indem dasselbe auf den durchgesteckten eisernen Keilen hängt. Das Hängeisen geht dann ferner durch den Balken oder Träger, und ist am unteren Ende mit einem Schraubengewinde versehen. Ehe aber die zugehörige Schraubmutter aufgesetzt und angeschraubt wird, wird eine eiserne, etwa $\frac{1}{4}$ Zoll dicke und 3 Zoll im Durchmesser haltende Scheibe vorgelegt, und diese dann bis dicht unter den Balken festgeschraubt. Diese Anordnung ist in Fig. 137 b dargestellt. Tritt bei dieser Anordnung eine Senkung der Balken ein, so sollen die in die Hängesäule und in das Hängeisen eingelegten, über einander befindlichen Keile durch Nachtreiben von beiden Seiten her diese Senkung wieder ausgleichen. Damit aber diese Keile sich nicht zu sehr in das Holz eindrücken, so werden die durchgestemmtten Löcher vorher mit Eisenblech ausgefüllert.

Eine ähnliche Construction ist die in Fig. 137 a dargestellte, wobei jedoch statt eines einfachen Hängeisens ein Bügelhängeisen angewendet ist.

Was diese zuletzt angeführten beiden Arten von Hängeisen betrifft, so sind dieselben zwar stark genug herzustellen, um einer daran zu hängenden Belastung für die Dauer einen hinreichenden Wider-

stand entgegensetzen zu können, allein es ist nicht möglich, sobald eine Senkung der Balken in Folge des Zusammenpressens der Hölzer des Hängewerks erfolgt ist, diese Senkung durch Nachtreiben der vorerwähnten Keile wieder zu heben, indem die zu hebende Last und die dabei zu überwindende Reibung zu groß ist, als daß man dieselben durch das Vorschlagen mit einem großen Hammer in hinreichendem Grade sollte überwinden können. Es giebt aber auch noch andere Umstände, welche das Vorschlagen mit großen Hammern nicht gestatten, und zwar sind dieses namentlich die dadurch entstehenden Erschütterungen, welche auf die einzelnen Verbindungen der Hölzer jedenfalls immer einen nachtheiligen Einfluß ausüben würden.

Es sind daher auch diejenigen Hängeisen vorzuziehen, die an ihren unteren Enden mit Schraubengewinden versehen sind und durch weiteres Anschrauben der Muttern eine Hebung des Balkens oder Trägers möglich machen. Dieses kann nun zwar auch bei der in Fig. 137 b dargestellten Construction stattfinden, allein ein solches Hängeisen ist aus dem Grunde dennoch verwerflich, als man, wenn es einmal angebracht ist, später nicht untersuchen kann, ob es schadhast geworden ist oder nicht.

Die Hängewerke werden größtentheils nur mit Dächern in Verbindung gebracht, seltener aber für sich allein bestehend zur besonderen Unterstützung einer Balkenlage; es sei denn, daß eine sogenannte gesprengte Wand angeordnet wird, die jedenfalls auch zu den Hängewerken gehört. Von den gesprengten Wänden ist aber bereits § 5 die Rede gewesen und sind in den Figuren 50, 81 und 82 derartige Fälle dargestellt; und soll hier nur noch bemerkt werden, daß dasjenige, was hier über die Hängewerke ins Besondere angeführt ist, auch bei den gesprengten Wänden Geltung hat.

In Fig. 144 ist noch eine angehängte Fachwerkscheidewand dargestellt. Diese von R. Wiegmann in Försters Bauzeitung mitgetheilte Construction beruht auf dem Grundsatz, statt der rückwirkenden Festigkeit der Baumaterialien wo möglich deren absolute Festigkeit in Anspruch zu nehmen. Es heißt daselbst ferner:

„Es ist eine alte Erfahrung, daß gesprengte Wände auch bei der sorgfältigsten Zusammenfühlung der Hölzer doch mehr oder weniger sich setzen, wodurch dann Risse entstehen, welche bis zur gänzlichen Austrocknung des dazu verwendeten Holzes nicht zu beseitigen sind. Dieser Uebelstand allein schon macht eine Construction wünschenswerth, welche möglichst unabhängig von dem Grade der Trockenheit des Holzes wäre. Ließe sich dieselbe sogar an bereits stehenden gewöhnlichen Fachwerkswänden ohne Schwierigkeit anbringen, so wären ihre Vortheile um so größer. Es kommt aber nicht selten bei Reparaturen und Veränderungen alter Häuser vor, daß in den unteren Stockwerken, zur Vergrößerung der Zimmer, Scheidewände weggenommen werden müssen, welche den darüber befindlichen zur Unterstützung dienen müssen. In diesem Falle nahm man bisher auch die oberen Wände weg und substituirte dafür gewöhnliche Sprengewände. Zur Beseitigung des zuerst erwähnten Uebelstandes bei den gesprengten Wänden überhaupt und ins Besondere zur gehörigen Befestigung der auf freiliegenden Balken stehenden Fachwerkswände wird hier eine Construction vorgeschlagen, welche in der Ausführung sich auf das Vollkommenste bewährt hat, und welche zugleich den Vortheil bietet, daß die alten Scheidewände, ganz wie sie sind, beibehalten werden können, und daß mithin weder auf den Wiederaufbau, noch auf das Austrocknen der neuen gewartet zu werden braucht — ein Umstand, der in schlechter Jahreszeit oder in Fällen, wo es überhaupt auf Zeitersparniß ankommt, von nicht geringer Wichtigkeit ist; u. s. w.“

Die von Wiegmann bei einer Fachwerkswand angewendete Construction, welche sich selbst frei trägt, ist folgende: er ließ, bevor die darunter befindliche Scheidewand weggenommen wurde, an jeder Seite der stehenbleibenden Wand zwei Hängeisen von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{8}$ Zoll Dicke bei 2 Zoll Breite in der Art an den oberen und unteren Balken — resp. Wandrahmen und Schwelle befestigen, daß dadurch die beiden Dreiecke a d e und b e f abgeschlossen wurden. Die Hängeisen endigten oben und unten mit $\frac{3}{4}$ Zoll langen, scharf ausgeschliffenen Schraubengewinden, an welchen die durchlocherten Verbindungsplatten g und h vermittelst der Schraubenmutter scharf angezogen wurden. Es erforderte bei dieser Construction nur das Ausbrechen eines so großen Theils der Fußböden und Deckenverchalungen, daß das Einhauen der Einschnitte in die Balken möglich war. Die Hängeisen

wurden soweit in das Holzwerk eingelassen, daß sie von dem Wandputz später verdeckt werden konnten.

Da diese Wände keinen anderen Zweck haben sollen, als sich selbst zu tragen, so sind sie ihrer Einfachheit wegen den gesprengten Wänden jedenfalls vorzuziehen. Wollte man dagegen diese Wände dazu anwenden, daß sie außer ihrer eigenen Last gleichzeitig noch Balkenlagen unterstützen sollten, so würden sie nicht die gehörige Sicherheit gewähren und muß man alsdann seine Zuflucht zu den früher erwähnten gesprengten Wandconstructions nehmen.

Im Allgemeinen ist über die Hängewerke noch Folgendes zu bemerken.

Da ein jedes Hängewerk, nachdem es aufgerichtet ist, in seiner Mitte sich senkt, was gar nicht zu vermeiden ist, indem dieses von dem Ineinanderdrücken der gegen einander gestellten Hölzer herührt und selbst bei ganz genauem Zusammenarbeiten der Fugen stattfindet, so müssen, da dieses auch in der Folge, wenngleich nur in einem geringeren Grade, noch immer stattfinden wird, die Balken, ehe sie durch die Hängeisen mit den Hängewerken in Verbindung gebracht werden, schon eine solche Lage erhalten, daß sie in ihrer Mitte mehre Zolle Sprengung haben, damit die jedenfalls entstehende Senkung, sobald die Rüstung weggeräumt wird, ohne Nachtheil geschehen könne. Man muß also jede derartige Construction etwas überhöhen.

Bei den verschiedenen Dachconstructions, wovon weiter unten die Rede sein wird, werden wir finden, daß Hängewerke auch noch in anderer Weise construirt worden sind.

§ 24.

Von den Sprengwerken.

Wird die künstliche Ueberspannung eines Raumes im Gegensatz zu den im vorigen § beschriebenen Constructions durch Verstrebung von unten her beschafft, so nennt man eine solche Vorrichtung ein Sprengwerk.

Bei Landbauten kommen die Sprengwerke im Ganzen seltener zur Anwendung, indem sie immer ein bedeutendes Widerlager erfordern, welches entweder nur durch eine bedeutende Verstärkung der Stützmauern selbst, oder durch kostbare Verankerungen derselben beschafft und hergestellt werden kann. Dagegen finden die Sprengwerke bei Brückenausführungen eine desto häufigere Anwendung. Es sollen nun die Sprengwerke, so weit sie bei Landbauten zur Anwendung kommen können, hier näher beschrieben werden.

Ein einfaches Sprengwerk besteht aus zwei Streben a, a und einem dicht unter dem Balken liegenden Spannriegel b , gegen dessen Enden die Streben sich stützen, wie in Fig. 138 angedeutet ist. Der Spannriegel wird mit dem Balken durch Schraubenbolzen verbunden. Die Sprengstreben stehen mit ihren unteren Enden mit einer Versagung in der Mauer. Da aber hierbei ein nicht unbedeutender Druck gegen die Mauern, und zwar nur immer gegen einen Punkt derselben, ausgeübt wird, so stellt man, um diesen Druck auf eine größere Fläche der Mauer zu vertheilen, lothrechte Ständer gegen dieselbe. In diese Ständer, welche auf Consolen oder hervorragenden Steinen stehen und bis unter die Balken reichen und in dieselben verzapft sind, werden die Sprengstreben mit starken Ver-
138 A sagungen eingezapft, wie dieses in Fig. 138 A bei c näher dargestellt ist.

Durch ein solches Sprengwerk wird immer nur ein einzelner Balken unterstützt; will man aber eine aus mehreren Balken bestehende Balkenlage durch solche Sprengwerke unterstützen, so würde, wenn man jeden einzelnen Balken auf die oben angegebene Weise besonders unterstützen wollte, dadurch eine solche Balkenlage sehr vertheuert werden. Man legt daher in solchem Falle gegen beide Enden der Spannriegel rechtwinklig auf die Richtung der Balken, oder parallel mit den Stützmauern, Unter-
138 B züge d, d Fig. 138 B, gegen welche die Sprengstreben a, a sich stützen. Ist die zu überspannende Weite nicht sehr bedeutend, so läßt man auch häufig den Spannriegel ganz weg und läßt die Sprengstreben von beiden Seiten her unmittelbar in einen in der Mitte unter die Balken angebrachten
138 C Unterzug d eingreifen, wie in Fig. 138 C angegeben ist. Diese Sprengwerke wiederholen sich dann auf jedem 3ten oder 4ten Balken, je nachdem die zu unterstützende Last es erfordert.

Daß aber die in den Figuren 138 B und C dargestellten beiden Constructions keineswegs sehr zu empfehlen sind, ist leicht einzusehen; denn nicht allein die Sprengstreben, sondern ebenso auch der

Spannriegel drücken mit ihren Hirnseiten gegen die Langfasern der dazwischen gelegten Unterzüge, und findet somit ein sehr bedeutendes Einpressen in diese Statt. Dieser Uebelstand wird aber durch die in Fig. 145 dargestellte Construction gehoben. Bei dieser Construction drücken die Streben a, a unmittelbar gegen den Spannriegel b , und stützt sich also Hirnholz gegen Hirnholz. An beiden Enden des Spannriegels, also unmittelbar auf den gestützten Punkten, liegen die Träger e, e . Zu mehrerer Festigkeit werden die Träger e, e und der Spannriegel b mit dem Balken d mittelst durchgehender Schraubenbolzen verbunden. Dieses ist aber auch sehr nothwendig; denn im Falle einer ungleichmäßigen Vertheilung der Last würde der Sprengbock sich zu leicht verschieben können, welches aber nur zum größten Nachtheil für die Construction selbst stattfinden würde.

In Fig. 146 ist ein anderes Sprengwerk dargestellt, dessen Construction folgende ist.

146

Der Hauptbalken d wird zunächst durch die beiden Streben a, a , welche hier die Hauptstreben bilden, unmittelbar unterstützt. Diese Streben stehen mit einer Versagung in der Mauer und sind ebenfalls mit Versagungen in den Balken d eingezapft. In diese Hauptstreben sind wieder die Streben e, e mit einer doppelten Versagung eingelassen, und unterstützen diese letzteren Streben alsdann den Spannriegel. Um ein Ausweichen der einzelnen Hölzer nach den Seiten hin zu verhindern, sind die Streben e, e sowohl mit den Streben a, a , als auch mit dem Hauptbalken d mittelst Schraubenbolzen verbunden. Der Spannriegel b ist mit dem Hauptbalken d ebenfalls durch Schraubenbolzen verbunden.

Diese hier angeführten Beispiele genügen vollkommen zur Erklärung der Sprengwerke, und zwar um so mehr, als man die complicirteren Sprengwerksconstructions beim Landbau höchst selten in Anwendung bringt, da man dieselben durch einfachere und weniger kostbare Constructions vollständig ersetzen kann.

Die Sprengwerke führen außerdem noch sehr wesentliche Nachtheile mit sich. Einmal ist, im Falle einer Senkung des Sprengwerks, welche unausbleiblich ist, indem diese aus der Zusammenpressung der sich gegenseitig stützenden Hölzer entsteht, diese Senkung in keiner Weise aufzuheben. Bei einer durch ein Hängewerk unterstützten Balkenlage dagegen ist eine solche Senkung durch ein weiteres Anschrauben der Muttern an den Schraubenspindeln der Hängeeisen wieder auszugleichen. Ferner ist aber auch der Schub der Streben gegen die Seitenmauern sehr bedeutend, und müssen diese, namentlich wenn sie freistehend sind, um dem Schub oder Seitendruck der Streben in genügender Weise Widerstand leisten zu können, entweder sehr stark sein, oder doch besondere Vorkehrungen (als Verankerungen, oder starke Vor- oder Strebepfeiler) angeordnet werden, welche beiden Fälle aber stets einen bedeutenderen Materialaufwand, also auch einen bedeutenderen Kostenaufwand erforderlich machen. Endlich aber sind solche unterhalb der Decke stark hervortretende Constructionshölzer nicht selten sehr hinderlich, und in Wohnhäusern, wenn die Räume nicht sehr hoch sind, fast unmöglich.

§ 25.

Statische Berechnung der einfachen Hänge- und Sprengwerke.

Nachdem in den beiden vorigen §§ die Hänge- und Sprengwerke, so weit es hier erforderlich gewesen, in ihren Anordnungen näher beschrieben worden sind, sollen noch einige statische Berechnungen derselben folgen.

Es sei AB Fig. 139 ein an beiden Enden unterstützter Balken eines Hängewerks; AC und BC sind die Streben, und CD die mit dem Balken verbundene Hängesäule. Ferner sei die auf dem Balken gleichförmig verbreitete Last, mit Einschluß des Eigengewichtes desselben, auf jedem laufenden Fuß $= g$. Ist nun die Länge $= a$ Fuß, so findet man, da die Hängesäule gerade in die Mitte des Balkens trifft, die Last, mit welcher die Hängesäule heruntergezogen wird, $= \frac{1}{2} ag$.

Diese Last wird durch die beiden Streben AC und BD aufgehoben und zerlegt sich daher in zwei nach den Richtungen dieser Streben wirkende Seitenkräfte. Ist nun der Neigungswinkel der Streben $= \alpha$ und zerlegt man die Last $\frac{1}{2} ag$, ohne weitere Rücksicht auf das Gewicht der Hölzer des Hängewerks zu nehmen, nach den erwähnten Richtungen in Seitenkräfte, so erhält man die Kraft, mit welcher jede der beiden Streben nach der Richtung ihrer Länge gegen ihren unteren Stützpunkt gedrückt wird, oder $Q = \frac{1}{2} ga \cdot \text{Cosec } \alpha$.

Diese Kräfte üben aber jedesmal auf die unteren Stützpunkte A und B ein doppeltes Bestreben aus, einmal nämlich diese Punkte nach horizontaler Richtung von einander zu entfernen und dann dieselben nach verticaler Richtung herunter zu drücken. Um nun die Größe dieser Kraftwirkungen auf jedem der beiden unteren Stützpunkte zu erhalten, hat man die in jedem Stützpunkte nach der Richtung der Strebe wirkende Kraft $\frac{1}{2} ag \cdot \text{Cosec } \alpha$ nach horizontaler und verticaler Richtung wieder in Seitenkräfte zu zerlegen. Bezeichnet man zu dem Ende die horizontale Seitenkraft mit H und die verticale mit V, so findet man aus der Zerlegung

$$H = \frac{1}{2} ag \text{ Cosec } \alpha \cdot \text{Cos } \alpha = \frac{1}{2} ag \text{ Cotang } \alpha \text{ und}$$

$$V = \frac{1}{2} ag \text{ Cosec } \alpha \cdot \text{Sin } \alpha = \frac{1}{2} ag.$$

Hiernach erleidet also ein jeder Stützpunkt des Hängewerks einen verticalen Druck, der gleich der Hälfte der an die Hängesäule angehängten Last ist. Außerdem erleidet aber auch jeder der beiden Stützpunkte A und B von der Balkenlast schon einen Druck, der gleich $\frac{1}{2} ag$ ist, so daß also hiernach der ganze Verticaldruck, welchen ein jeder der beiden Stützpunkte erleidet,

$$= \frac{1}{2} ag + \frac{1}{2} ag = ag \text{ oder gleich der Hälfte der ganzen Last ist.}$$

Aus dem Werthe $H = \frac{1}{2} ag \cdot \text{Cotang } \alpha$ geht hervor, daß der horizontale Druck, mit welchem die Strebe an ihrem unteren Ende auszuschieben strebt, nicht allein von der Last, sondern auch unmittelbar von der Größe des Neigungswinkels der Streben abhängig ist. Setzt man z. B. die Höhe der Hängesäule = h, so erhält man leicht

$$\text{Cotang } \alpha = \frac{\text{Cos } \alpha}{\text{Sin } \alpha} = \frac{\frac{1}{2} a}{h} = \frac{a}{2h}$$

und bringt man diesen Werth für Cotang α in obigen Ausdruck, so erhält man

$$H = \frac{1}{2} ag \text{ Cotang } \alpha = \frac{1}{2} \frac{a^2 g}{h}$$

Hieraus geht das oben Gesagte noch deutlicher hervor, und es folgt daraus, daß mit einer Zunahme von h, womit auch gleichzeitig ein Wachsen des Neigungswinkels verbunden ist, der gefundene Werth H sich verkleinert, und, wenn h gleich unendlich groß, also für $\alpha = 90^\circ$, die Größe H gleich Null werden würde; indem dann die Strebe in eine verticale Richtung übergeht, und der horizontale Schub gänzlich aufhört.

Aus diesem angeführten Beispiele läßt sich daher leicht ersehen, wie vortheilhaft es ist, wenn man den Streben eines Hängewerks einen möglichst großen Neigungswinkel geben kann.

139 A Ueber einen in Fig. 139 A an beiden Enden unterstützten Balken AB eines Hängewerks sind die Streben AC und BD, der Spannriegel CD, und die mit dem Balken verbundenen Hängesäulen CE und DF angebracht. Die Belastung des Balkens AB, mit Einschluß des Gewichts desselben, welche hier als über den ganzen Balken gleichförmig verbreitet angenommen wurde, ist auf jedem laufenden Fuße des Balkens gleich g; die Länge des Balkens gleich b; ferner $AE = BF = c$.

Zuvörderst ist hier der Druck zu bestimmen, den jeder der beiden Punkte E und F erleidet, und womit jede der beiden Hängesäulen vertical abwärts gezogen wird. Nach Eytelwein erhält man diesen in E und F vertical abwärts wirkenden Druck

$$= \frac{b^3 + c^3 - 2bc^2}{8c(b - 2c)} \cdot g.$$

und ferner den von der Balkenlast herrührenden Druck auf jeden der beiden Stützpunkte A und B

$$= \frac{6b^2c - b^3 - c^3 - 6bc^2}{8c(b - 2c)} \cdot g.$$

Bezeichnet man der Einfachheit wegen die erstere Kraft mit Q und zerlegt dieselbe in C nach den Richtungen CA und CD, so erhält man, wenn der Neigungswinkel der Strebe = α und die Höhe der Hängesäule = h ist, diejenige Kraft, welche in die Richtung von CA fällt und nach dieser Richtung wirkt,

$$= Q \text{ Cosec } \alpha = \frac{Q\sqrt{c^2 + h^2}}{h}$$

und die zweite aus der Zerlegung hervorgehende Seitenkraft, die in die Richtung des Spannriegels, oder mit derselben zusammenfällt,

$$= Q \text{ Cotang } \alpha = Q \frac{c}{h}.$$

Diese letztere $Q \operatorname{Cotang} \alpha$ wird durch die gleiche, entgegengesetzt wirkende Seitenkraft, von der anderen Hängesäule herrührend, vollständig aufgehoben. Dagegen pflanzt sich die Seitenkraft $Q \operatorname{Cosec} \alpha$ nach der Richtung CA auf den unteren Stützpunkt A der Strebe fort. Zerlegt man nun diese nach der Richtung CA wirkende Seitenkraft im Punkte A wieder nach horizontaler und verticaler Richtung in Seitenkräfte, bezeichnet erstere mit H und letztere mit V, so erhält man

$$H = Q \operatorname{Cosec} \alpha \cdot \operatorname{Cos} \alpha = Q \operatorname{Cotang} \alpha = Q \frac{c}{h},$$

und $V = Q \operatorname{Cosec} \alpha \cdot \operatorname{Sin} \alpha = Q$; oder

$$H = \frac{b^3 + c^3 - 2bc^2}{8c(\frac{3}{2}b - 2c)} \cdot g \cdot \frac{c}{h} = \frac{b^3 + c^3 - 2bc^2}{4h(3b - 4c)} \cdot g,$$

$$\text{und } V = \frac{b^3 + c^3 - 2bc^2}{4c(3b - 4c)} \cdot g.$$

Aus dem für H gefundenen Werth folgt nun unmittelbar, daß, wenn die Punkte E und F, worüber die Hängesäulen angeordnet werden sollen, bestimmt sind, der horizontale Schub der Streben bei übrigens einerlei Belastung und unveränderter Balkenlänge um so geringer wird, je größer man die Länge der Hängesäulen annimmt, d. h. je größer der Neigungswinkel der Streben wird; dagegen ist der verticale Druck V hiervon ganz und gar unabhängig, nur daß derselbe durch die dadurch vergrößerte Länge der Hängesäulen nothwendig etwas vermehrt werden wird, aber nicht mehr, als das Gewicht dieser vergrößerten Länge beträgt. Was jedoch den Spannriegel betrifft, so wird der Druck, welchen derselbe von beiden Enden her zu erleiden hat, bei Verhöhung der Hängesäulen in demselben Grade geringer, als der horizontale Schub am Fuße der Streben geringer wird.

Es werde ferner ein an beiden Enden aufliegender Balken AB, Fig. 139 B, unterhalb durch die Sprengstreben CD und EF mit Hilfe eines Spannriegels CE, also durch ein Sprengwerk, gestützt; man soll hier den horizontalen Druck bestimmen, welchen die unteren Stützpunkte der Streben zu erleiden haben.

Es sei die Länge des Balkens $= a$; die Entfernung $AC = BE = c$; ferner der Neigungswinkel der Streben gegen den Horizont $= \alpha$, und das Gewicht auf jedem laufenden Fuß vom Balken mit Einschluß des Eigengewichts desselben $= g$; so findet man, ebenfalls nach Eytelwein, den Druck, welchen jeder der hier als Stützpunkte zu betrachtenden Punkte C und E zu erleiden hat,

$$= \frac{a^3 + c^3 - 2ac^2}{4c(3a - 4c)} \cdot g.$$

Diese Kraft, welche hier wieder mit Q bezeichnet werden möge, kann man sich als eine in jedem der Punkte C und E wirkende Kraft vorstellen. Betrachten wir nun die im Punkte C als wirkend angenommene Kraft, so übt diese sowohl auf die Strebe DC, als auch auf den Spannriegel CE ein Bestreben aus, beide Theile aus ihrer Lage zu schieben. Zerlegt man daher die Kraft Q in eine horizontale und in eine nach der Richtung der Strebe wirkende Seitenkraft, bezeichnet erstere mit H und letztere mit F, so findet man leicht:

$$H = Q \operatorname{Cotg} \alpha = \frac{a^3 + c^3 - 2ac^2}{4c(3a - 4c)} \cdot g \cdot \operatorname{Cotang} \alpha;$$

$$\text{und } F = Q \operatorname{Cosec} \alpha = \frac{a^3 + c^3 - 2ac^2}{4c(3a - 4c)} \cdot g \cdot \operatorname{Cosec} \alpha.$$

Diese letztere Kraft F pflanzt sich nach der Richtung der Strebe auf deren unteren Stützpunkt fort und äußert auf diesen ein Bestreben, einmal nach horizontaler, und dann nach verticaler Richtung abwärts, denselben fortzuschieben. Zerlegt man daher diese Kraft F im Punkte D nach horizontaler und verticaler Richtung in Seitenkräfte, bezeichnet erstere mit P und letztere mit V, so ergibt sich wieder sehr leicht:

$$P = Q \cdot \operatorname{Cosec} \alpha \cdot \operatorname{Cos} \alpha = Q \operatorname{Cotang} \alpha = \frac{a^3 + c^3 - 2ac^2}{4c(3a - 4c)} \cdot g \cdot \operatorname{Cotang} \alpha \text{ und}$$

$$V = Q \operatorname{Cosec} \alpha \cdot \operatorname{Sin} \alpha = Q = \frac{a^3 + c^3 - 2ac^2}{4c(3a - 4c)} \cdot g.$$

Aus dem Werthe für P folgt nun auch wieder unmittelbar, daß, je größer der Winkel α , oder je länger die Streben CD und EF bei unveränderter Länge des Spannriegels werden, um so ge-

ringer wird auch der horizontale Schub gegen das Widerlager, oder gegen die unteren Stützpunkte der Streben. Ganz in demselben Verhältnisse nimmt in diesem Falle auch der horizontale Druck ab, welchen der Spannriegel von beiden Seiten her zu erleiden hat.

Aus den hier angeführten Rechnungsfällen geht nun zur Gnüge hervor, daß es sowohl bei den Hängewerken, als auch bei den Sprengwerken immer am vortheilhaftesten ist, den Streben einen möglichst großen Neigungswinkel zu geben, indem dadurch der horizontale Schub, mit welchem sie die unteren Stützpunkte fortzuschieben streben, bedeutend vermindert wird. Der hierdurch vermehrte Verticaldruck ist zu unbedeutend, und besteht, wie schon erwähnt, nur in dem Mehrgewichte der dadurch nothwendig werdenden Mehrlänge der Streben und Hängesäulen, was aber nicht weiter in Betracht zu ziehen ist und ohne allen Nachtheil ganz unberücksichtigt bleiben kann.

In obigen Fällen wurde angenommen, daß die Belastung gleichförmig über den ganzen Balken vertheilt sei. Da es aber häufig vorkommen kann, daß einige Punkte des angehängten Balkens besonders belastet werden, wogegen auf anderen Stellen die Belastung nur sehr gering ist, so können natürlich die oben gefundenen Werthe darauf keine Anwendung finden, und es soll daher in Folgendem noch ein besonderer, hierauf bezüglicher Rechnungsfall angegeben werden.

139 A Ist nämlich der Balken AB Fig. 139 A in seiner Mitte noch mit einem Gewichte P belastet, so ist nach Eytelwein der Druck, mit welchem jede der beiden Hängesäulen vertical abwärts gezogen wird, wenn g das eigene Gewicht und die gleichförmig vertheilte Belastung eines laufenden Fußes des Balkens bezeichnet, und obige Längenbezeichnungen auch hier beibehalten werden,

$$Q = \frac{2(\frac{3}{2}b^2 - c^2)P + (b^3 + c^3 - 2bc^2)g}{8c(\frac{3}{2}b - 2c)} = \frac{(3b^2 - 4c^2) \cdot P + 2(b^3 + c^3 - 2bc^2) \cdot g}{8c(3b - 4c)}$$

und würde man hiernach also den horizontalen Druck, den der Spannriegel von jeder Seite her von den Streben zu erleiden hat, so wie auch denjenigen Horizontaldruck, welchen die Streben auf ihren unteren Stützpunkt ausüben, erhalten

$$= Q \operatorname{Cotg} \alpha = \frac{(3b^2 - 4c^2) \cdot P + 2(b^3 + c^3 - 2bc^2) \cdot g}{8c(3b - 4c)} \cdot \operatorname{Cotang} \alpha.$$

Bezeichnet nun h die Höhe der Hängesäulen, so hat man, wie oben $\operatorname{Cotang} \alpha = \frac{c}{h}$, und substituirt man diesen Werth für $\operatorname{Cotang} \alpha$, so erhält man

$$Q \cdot \operatorname{Cotang} \alpha = Q \frac{c}{h} = \frac{(3b^2 - 4c^2) \cdot P + 2(b^3 + c^3 - 2bc^2) \cdot g}{8h(3b - 4c)}.$$

Hieraus folgt auch wieder unmittelbar, daß der Werth des Ausdrucks von h abhängig ist, und daß also durch Verlängerung der Hängesäulen, und in Folge dessen die Vergrößerung des Neigungswinkels der Streben, auch hierbei der Horizontaldruck der Streben verkleinert wird.

Es folgt aber auch ferner aus dem Ausdruck $Q \frac{c}{h}$, daß der Werth desselben bei einerlei h auch von c abhängig ist, und mit einer Zunahme von c gleichzeitig wächst, so daß also, wenn die Stützpunkte der Streben eines Hänge- oder Sprengwerks gegeben sind, der horizontale Druck gegen die Widerlager um so größer wird, je länger die Streben werden, indem hier bei einerlei Höhe eine Verlängerung der Streben nur dadurch stattfinden kann, daß man die beiden oberen Stützpunkte näher zusammenrückt, also den dazwischen gelegten Spannriegel verkürzt, wodurch aber der Neigungswinkel unbedingt verkleinert wird. Es ist daher bei doppelten Hängewerken, so wie auch bei Sprengwerken, die Bestimmung von c nicht willkürlich anzunehmen, sondern es ist, unter Berücksichtigung der nothwendigen Unterstützungen des Balkens, c immer möglichst klein zu bestimmen, wodurch, wenn die Höhe des Hängewerks einmal gegeben ist, ein möglichst großer Neigungswinkel der Streben erhalten wird.

Siebentes Capitel.

V o n d e n D ä c h e r n .

§ 26.

Allgemeines.

Unter Dach im Allgemeinen versteht man den obersten, in mehr oder weniger abhängigen Flächen gebildeten Theil eines Gebäudes, der zum Auffangen und zur Abführung des Regen- und Schneewassers dient und überhaupt gegen den Einfluß der Witterung von Oben her ebenso schützen soll, wie diese Sicherung von den Seiten her durch die dichten Umfangswände des Gebäudes bewirkt wird. Es geht hieraus zur Genüge die große Wichtigkeit des Daches hervor, wie solches nicht allein zum Schutze der Bewohner, sondern auch zur Erhaltung des Gebäudes mit allen seinen Theilen unumgänglich nothwendig ist.

Man unterscheidet bei jedem Dache zwei Haupttheile:

1. das inwendige Dach oder das sogenannte Sparrwerk, d. h. die Hölzer, woraus das Dachgerüst zusammengesetzt ist, und zwar in ihrer Zusammensetzung;
2. das auswendige Dach oder die Bedeckung, welche die dichte Oberfläche bildet und dazu dient, das darauf fallende Regen- und Schneewasser abzuleiten.

Im Allgemeinen ist die Anordnung des inneren Daches oder des Dachgerüsts von der Bedeckung, welche das Dach erhalten soll, in sofern abhängig, als davon die Größe der Neigungswinkel der Dachflächen, und somit in gewisser Hinsicht auch die Construction des Daches, d. h. des Sparrwerks, abhängig ist.

Das Bedeckungsmaterial kann entweder bestehen aus Metall (Kupfer-, Eisen-, Zink- oder Messingblech, oder Bleiplatten); aus dünn gespaltenen Schiefersteinen; aus künstlich geformten und gebrannten Ziegelsteinen; ferner auch aus einer Lehmschicht nach der Vorschrift des Commissionsrath Dorn, aus einer Asphaltlage, aus Harzplatten, präparirtem Papier, Steinpappen und dergl. mehr.

Die Metaldächer erfordern zwar nur einen geringen Neigungswinkel der Dachflächen, doch schließt dieses keineswegs aus, daß man denselben nicht einen bedeutend größeren Neigungswinkel geben könne, wie wir dieses namentlich bei vielen alten Kirchendächern finden. Bei neueren Gebäuden, wo Metallbedachungen angewendet worden sind, hat man den Neigungswinkel der Dachflächen nicht unter 5, und nicht über 30 Grad genommen.

Die Schieferdächer dagegen erfordern schon immer einen Neigungswinkel von mindestens 30 Grad. Man findet zwar in manchen Lehrbüchern diesen Neigungswinkel bedeutend geringer angegeben, allein einen geringeren, wie der von uns angegebene ist, bei Schieferbedachungen anzuwenden, ist jedenfalls fehlerhaft. Der Verfasser hatte mehrfach Gelegenheit es zu beobachten, daß Schieferdächer, mit geringeren Neigungswinkeln der Dachflächen, bei anhaltendem Regen, wenn auch nicht geradezu durchregneten, doch an der inneren Seite immer so naß waren, daß das Wasser förmlich davon herabtröpfelte.

Rondelet in seinem Werke „Art de batir“ spricht sich gleichlautend darüber aus. Es heißt im 3ten Bande der Uebersetzung von Hefß:

„In einem Klima, wie das von Paris, eignet sich der Schiefer nicht für solche Dächer, welche weniger als 30 Grad Neigung haben. Man hat bemerkt, daß bei feuchter Witterung und sehr feinem Regen die untere Seite der Schiefer auf flachen Dächern fast ebenso durchnäßt ist, als die obere, weil der feine Regen eher unter den Schiefeln aufsteigt, als abfließt, indem sein Gewicht die Adhäsion an die doppelten Flächen der Ueberdeckung, welche als Haarröhrchen wirken, nicht zu überwinden vermag. Der nämliche Nachtheil

„findet bei dem Schmelzen des Schnees Statt. Diese Wirkung ist bei Schiefeln größer, als bei Ziegeln, und noch größer bei Glasbedeckungen. Ueberhaupt, je ebener und dichter das Bedeckungsmaterial ist, desto mehr steigt das Wasser zwischen seinen Flächen zurück, und desto größer muß die Ueberdeckung oder das Gefälle des Daches sein, das damit bedeckt werden soll; u. s. w.

Die mit künstlich geformten Ziegelsteinen (Dachziegeln, Dachpfannen, Blattpfannen, Zungen und dergl. mehr) bedeckten Dächer erfordern ebenfalls einen Neigungswinkel von mindestens 30 Grad. Einen eben solchen Neigungswinkel erfordern auch die Stroh- und Rohrdächer, so wie auch diejenigen Dächer, welche mit Holzschindeln belegt werden sollen, welche letztere aber nur in sehr holzreichen Gebirgsgegenden Anwendung finden.

Was endlich alle Arten Dorn'scher Lehmächer, Asphaltdächer, Harzplattendächer und ähnliche Dächer betrifft, so werden diese am vortheilhaftesten für ihre Haltbarkeit so flach als möglich gelegt, weshalb diese Arten von Dächern den kleinsten Neigungswinkel erhalten.

Die Dachformen können in ihrer äußeren Gestalt sehr mannichfaltig sein. Die große Verschiedenheit derselben rührt aber einestheils von der Verschiedenheit der Grundflächen her, über welchen sie aufgerichtet werden sollen, anderentheils entsteht diese aber auch aus der Gestalt der Dachgerüste, und unterscheidet man dann in Bezug hierauf folgende Arten:

1. Gerade Dächer mit geraden Profillinien.
2. Gebrochene Dächer, deren Profillinien aus geraden Linien zusammengesetzt sind.
3. Gebogene und geschweifte Dächer, deren Profillinien aus krummen (gebogenen) Linien bestehen, und wohin also alle Kuppel- und Bohlenbogendächer zu rechnen sind.

Wir haben hier zunächst die beiden ersten Arten zu betrachten, und diese haben wieder mehrere Unterarten, je nach der Verbindung und Zusammenstellung der einzelnen Dachflächen. Man unterscheidet hierbei:

I. Satteldächer.

Diese haben zwei Dachflächen, die sich oben in der Mitte in einer geraden Linie schneiden, so daß also, wenn die Grundform des Gebäudes ein regelmäßiges Viereck oder Parallelogramm ist, das Dachprofil ein gleichschenkliges Dreieck bildet. Ist aber die Grundform des Gebäudes kein rechtwinkliges Viereck, oder überhaupt kein Oblongum, so kann darüber zwar ein Satteldach errichtet werden, allein es trifft dann die Durchschnittslinie der beiden Dachflächen nicht in die Mitte, und bilden die einzelnen Dachprofile auch keine gleichschenklige Dreiecke, wie dieses später noch genauer angegeben werden wird. Die Durchschnittslinie der beiden Dachflächen nennt man den First oder auch die Firstlinie.

Bei den Satteldächern unterscheidet man wieder:

- a) Giebelhäuser, die auf beiden Enden durch lothrechtstehende Giebelwände abgeschlossen werden.
- b) Walmdächer, die an beiden Enden ebenfalls abgedacht sind. Man hat hiervon im Allgemeinen auch wieder zweierlei Arten:
 1. ganze Walmdächer oder solche, die vollständig bis auf das herumlaufende Hauptgestimise abgedacht oder abgewalmt sind;
 2. Krüppel- oder Kröpel-Walme, bei denen nur der obere Theil des Daches an den Enden abgewalmt ist, wogegen der untere Theil des Daches durch gerade, lothrechte Wände abgeschlossen wird.

II. Pultdächer.

Diese haben nur eine abhängende Dachfläche; an der Rückseite aber lehnen sie gegen eine lothrechtstehende Wand, so daß deren Dachprofil allemal ein rechtwinkliges Dachprofil bildet und die Hypothemuse desselben die Dachfläche vorstellt. Die obere Durchschnittslinie der lothrechten Wand mit der Dachfläche heißt ebenfalls der First.

III. Zeltdächer.

Bei diesen laufen alle Dachflächen oben in einer Spitze zusammen und bilden daher eine Pyramide, deren Grundfläche die Grundform des Gebäudes hat. Diese Grundform ist meistens ein Quadrat oder ein reguläres Viereck, welches sich der Quadratform möglichst nähert; seltener aber ist diese Form ein Rechteck oder Oblongum. Ist die Grundform ein Kreis, so erhält man daraus ein

Regeldach, das wieder zu einer Kuppel oder Haube wird, je nachdem die äußeren Profillinien des Daches gebogene, dem Kreise oder der Ellipse sich nähernde Linien bilden, oder mit Ein- und Ausbiegungen versehene krumme Linien sind. Die Grundform eines Zeltdaches kann auch jedes beliebige reguläre Vieleck bilden.

IV. Altandächer.

Dieses sind entweder ganz ebene oder flache Dächer, so daß man bequem darauf herum gehen kann, oder solche, deren oberer Theil nur eine solche Ebene bildet, an welche sich dann von allen Seiten her die abhängenden Dachflächen anschließen. In diesem letzteren Falle bilden sie abgekürzte Pyramiden, deren Grundflächen dem Grundplane des Gebäudes entsprechend sind.

Außerdem unterscheidet man aber noch insbesondere die Dächer nach Verschiedenheit des Verhältnisses der Dachhöhe zur Gebäudetiefe; bezeichnet nämlich B die Balkenlänge, H die Höhe des Daches, L die Länge der Sparren, so unterscheidet man:

1. Kirchendächer, bei denen $H = B$, also die Höhe des Daches gleich der Balkenlänge ist; Fig.

140 a. Man erhält hier $L = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot B^2} = \frac{B}{2} \sqrt{5}$. 140 a

2. Altdeutsche Dächer, bei denen $L = B$ ist und also das Profil des Daches ein gleichseitiges Dreieck bildet; Fig. 140 b. Man erhält hier $H = \frac{1}{2} B \sqrt{3}$. 140 b

3. Altfranzösische Dächer; Fig. 140 c. Bei diesen ist $L = \frac{3}{4} B$, also $H = \frac{B}{4} \sqrt{5}$. 140 c

4. Neudeutsche Dächer; Fig. 140 d. Bei diesen Dächern ist $H = \frac{1}{2} B$ und der Winkel im First $140 d$ $= 90^\circ$, also der Neigungswinkel der Dachflächen $= 45^\circ$. Man nennt diese Dächer gewöhnlich Winkeldächer. Dieselben sind für Ziegelbedachung fast allgemein eingeführt. Man erhält hier $L = B \sqrt{\frac{1}{2}}$.

5. Italienische Dächer; Fig. 140 e. Bei diesen ist $H = \frac{1}{3} B$. Dieselben finden in neuerer Zeit $140 e$ sehr viele Anwendung und benutzt man sie sowohl für Ziegel-, als auch für Schieferbedachung. Der Neigungswinkel der Dachflächen ergibt sich hier $= 33^\circ 45'$.

6. Flache Dächer, deren Höhe H nur $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2} B$ beträgt und nicht selten noch niedriger angenommen wird.

7. Antike Dächer; Fig. 140 f, deren Höhe $= \frac{1}{3} B$ beträgt. 140 f

8. Platte oder Altan-Dächer, welche nur nach dem Bedürfnis für den Wasserablauf etwas abhängig gemacht werden.

Aus dem Bisherigen geht nun zur Genüge hervor, daß man den Dächern sehr verschiedene Formen geben kann. Aber wenn es auch im Allgemeinen gleichgültig ist, welche Form und Gestalt einem Dache gegeben werden soll, so müssen dabei doch immer alle diejenigen Hauptanforderungen vollständig erfüllt werden, die an ein Dach gemacht werden.

Zu diesen Hauptanforderungen sind namentlich zu rechnen:

A. Eine möglichst schnelle und vollständige Abführung des Wassers, und eine vollständig hinreichende Gewährung des Schutzes gegen äußere Einflüsse der Witterung.

B. Eine möglichst einfache Construction des Dachgerüsts bei genügender Festigkeit, damit keine unnütze und überflüssige Verwendung des Holzes stattfinde und auch die Mauern durch dasselbe nicht überflüssig belastet werden, wodurch in manchen Fällen eine Verstärkung der Mauern würde bedingt werden können.

C. Die Herstellung einer solchen Zimmerwerksverbindung, daß kein Theil derselben einen unmittelbaren und directen Seitendruck auf eine oder mehrere der Mauern des Gebäudes ausüben könne, sondern der vom Dache herrührende Druck auf die Mauern nur lothrecht wirke, und sonach die Stabilität derselben dadurch nur noch vermehrt werde.

D. Eine möglichste Vermeidung der Kehlen, Einbauten und Unterbrechungen der Dachflächen.

Nachdem wir im Allgemeinen die Formen der Dächer hier angeführt und zugleich diejenigen Hauptanforderungen bezeichnet haben, welche bei Entwerfung einer Dachconstruction zu berücksichtigen sind, so sollen nunmehr die verschiedenen Dachconstructions hinsichtlich ihrer Zusammensetzung näher betrachtet werden.

§ 27.

Von den Dachgerüsten in ihrer Zusammensetzung.

Unter Sparren versteht man diejenigen schrägliegenden oberen Hölzer eines Dachgerüsts, welche dazu dienen, die Verschalung oder Belattung zu tragen, worauf das Deckmaterial zur Dichtung von Oben befestigt oder aufgehängt wird. Denkt man sich dann zwei solcher Sparren, die an den Endpunkten eines Balkens in diesen mit Zapfen eingesezt, nach Oben aber in einer Spitze über der Mitte des Balkens zusammengesetzt sind und daselbst gegen einander streben, so heißt eine solche Verbindung ein Sparren- oder Dachgebinde.

Mehre solcher Dachgebinde, die in einer gewissen Entfernung von einander aufgestellt sind, bilden das Dachgerüste oder Gespärre (Sparwerk). Da aber die Sparren, wie schon erwähnt wurde, die Verschalung oder Belattung zur Aufnahme der Bedeckung zu tragen haben und außerdem durch das Dichtschließen der ganzen Dachfläche noch mannichfachen äußeren Einflüssen, als namentlich von Wind, Schnee oder Regen herrührend, widerstehen müssen, so stellt es sich schon gleich als erstes Haupterforderniß heraus, daß dieselben eine feste und unverschiebbare Stellung erhalten müssen. Dieses erreicht man nun zunächst dadurch, daß die Sparren mit ihrem Fuße vermittelst eines Zapfens in den Dachbalken eingesezt werden, wie in Fig. 147 bei a, a angegeben ist. Im Firstpunkte werden sie dagegen mittelst einer sogenannten Scheere oder eines Schlißzapfens (Fig. 148) verbunden, so daß also ein Dreieck entsteht, welches als solches in seiner Ebene als unverschiebbar angesehen werden kann. Dagegen seitwärts, nach einer der Längenrichtungen des Daches, wird ein solches Gebinde immer schwanken, und sind daher zur Verhütung dieser Seitenschwankungen noch besondere Vorkehrungen erforderlich, die weiter unten angegeben werden sollen. Da aber ferner die Sparren bei ihrer Länge und nur geringen Stärke nicht immer im Stande wären, der Einwirkung der auf sie wirkenden Last oder Kraft zu widerstehen, ohne sich in einem solchen Falle leicht durchzubiegen oder schlimmsten Falles gar zu brechen, so werden dieselben von Innen her dadurch gegen das Einbiegen gesichert, daß man den sogenannten Kehlbalcken (Spannbalken) b Fig. 147 anbringt, wodurch die Sparren aus einander gespreizt werden und sich demnach auch nicht so leicht durchbiegen können. 148 A Dieser Kehlbalcken wird nach Fig. 148 A in die Sparren eingezapft und verbohrt.

Durch das Einbringen des Kehlbalckens soll aber nicht allein das Einbiegen der Sparren verhindert werden, sondern es wird auch dadurch gleichzeitig das Gleichgewicht des Sparrenzuges hergestellt, damit dieselben nicht so leicht aus ihren Zapfenlöchern, worin sie am Ende der Balken einstecken, ausweichen können. Was ferner die Stelle betrifft, wo der Kehlbalcken angebracht werden muß, so ist diese durchaus nicht willkürlich anzunehmen, sondern hängt dieses immer von der Gestalt des Daches, und jedenfalls auch von der Länge der Sparren ab. Denn legt man den Kehlbalcken zu hoch, d. h. bringt man ihn zu nahe dem First an, so bewirkt er leicht, daß die Sparren am First sich von einander entfernen, indem die dann nicht unterstützte untere Länge des Sparrens zu groß wird, so daß derselbe durch die darauf gehängte oder gelegte Last zum Durchbiegen gebracht werden kann. Bringt man denselben aber zu niedrig an, so wird einmal der Hauptbodenraum im Dache zu sehr beschränkt, ferner aber wird dadurch auch der Sparrenschub wieder sehr vergrößert. Hieraus läßt sich also ersehen, daß es keineswegs gleichgültig ist, an welcher Stelle oder in welcher Höhe man den Kehlbalcken anbringt. In Betreff des ersterwähnten Nachtheils ergiebt sich, wenn man die Kraft berechnet, mit welcher die Sparren am First gegen einander nach horizontaler Richtung drücken, daß es jedenfalls am vortheilhaftesten ist, den Kehlbalcken nicht höher als $\frac{2}{3}$ von der ganzen Dachhöhe anzubringen. Wir kommen hierauf weiter unten noch specieller wieder zurück.

Hiermit wäre nun die Anordnung der einfachsten Dachverbindungen gezeigt worden, welche höchstens nur noch dadurch vereinfacht werden könnte, daß man den Kehlbalcken wegließe, was jedoch nur unter bestimmten Verhältnissen stattfinden kann, indem dieses einmal durchaus von der Länge der Sparren, ferner aber auch von der Lage derselben abhängig ist.

Statt des erwähnten Kehlbalckens kann man auch zur Unterstützung der Sparren die Streben b, b 149 anwenden, wie in Fig. 149 dargestellt ist. Diese Streben werden rechtwinklig, auf die Richtung der Sparren, in diese mit Zapfen eingesezt; mit ihrem unteren Ende aber werden sie in die Dachbalken

mit Versatzungen eingezapft. Die Streben und Sparren werden verbohrt und ein hölzerner Nagel eingetrieben.

Diese Construction gewährt in Hinsicht des Sparrenschubes sehr großen Vortheil, wie später gezeigt werden wird. Dagegen wird durch diese Anordnung der Bodenraum wieder sehr beschränkt, weshalb man sich derselben bei dicht belegten Böden auch nur selten bedient. Vorzüglich aber eignet sich diese Construction für Scheunen und ähnliche Gebäude, deren Böden nicht mit Dielen belegt werden und die zur Aufbewahrung von Heu oder Stroh dienen, und wird hierbei auch häufig angewendet, wenigstens mit weit größerem Vortheil, als ein nicht weiter unterstützter Kehlbalcken, indem dieser, bei späterem Zusammendrücken des Heues oder Strohs, das darüber liegende Heu oder Stroh aufhält und unter der Last desselben nicht selten sich durchbiegt. Soll aber diese Strebenverbindung auch in solchen Gebäuden angewendet werden, deren Böden dicht belegt werden und zu anderen Zwecken dienen sollen, so werden die Streben, um den Bodenraum nicht zu sehr zu beschränken, was stattfinden würde, wenn man jedes einzelne Gebinde durch zwei solcher Streben unterstützte, nur in jedem 4ten oder 5ten Sparrengebände angeordnet. Die Streben werden aber dann nicht in die Sparren eingezapft, sondern es werden auf diese Streben Rähmen verzapft, wodurch die sämtlichen Sparren unterstützt werden. Die Sparren werden auf diese Rähmen verkämmt. In diesem Falle trifft aber die Bockwand, wie solche Verstrebung alsdann genannt wird, nicht immer unter einem rechten Winkel auf die Richtung der Sparren, sondern sie erhält meistens eine etwas steilere Stellung.

Was die Einzapfung des Sparrens in den Balken, oder die Verbindung des Sparrens mit dem Balken betrifft, so kann diese auf mehrerlei Weise hergestellt werden. Es soll hier jedoch zunächst nur die einfachste Art dieser Verbindung angeführt werden, welche darin besteht, daß man den Sparrenzapfen ohne Versatzung lothrecht auf den Dachbalken stirnt, wie solches in Fig. 147 bei a angedeutet ist.

Ist aber nur wenig Balkenhirnholz vorhanden, so stirnt man den Sparrenzapfen auch immer winkelrecht auf die Länge des Dachbalkens; der Zapfen wird aber alsdann geächfelt und der Sparren, mit einer Versatzung nach Innen zu, in den Balken eingesetzt, wie solches in Fig. 218 näher angedeutet ist. Endlich wird auch in einzelnen Fällen, um das Balkenhirnholz möglichst zu schonen, die Stirn des Sparrenzapfens fast winkelrecht auf die Länge des Sparrens hergestellt, in ähnlicher Weise, wie dieses bei den Streben der Hängewerke geschieht.

Die erstere Art der angeführten Verbindungen wird gewöhnlich bei steileren Sparren angewendet und ist auch die allgemein übliche. Wo aber das Balkenhirnholz vor der Zapfenstirne mehr geschont werden muß, wie dieses namentlich bei flachstehenden Sparren der Fall ist, wird die Zapfenstirn winkelrecht auf die Länge des Sparrens geschnitten oder geächfelt. Der geächfelte Zapfen mit der Versatzung wird aber nur dann angewendet, wenn eine solche Abstimmung, wie die zuletzt erwähnte, nicht genügt, und bei der Herstellung eines vollständigen Zapfens zu wenig Balkenhirnholz stehen bleiben würde.

Wenn auch die bisher beschriebenen Sparrenverbindungen, einzeln genommen, jedem Sturme, welcher von einer Seite des Daches herkommt, widerstehen werden, da die Dreiecke, welche die einzelnen Sparrengebände bilden, unverschiebbar sind, so kann doch immer, wenn, wie schon oben erwähnt, mehre solcher Gebände zu einem ganzen Sparrenwerke vereinigt werden, ein Umwerfen derselben durch den Sturm nach der Länge des Daches sehr leicht erfolgen, und ist es daher nothwendig, bei Aufstellung eines solchen Sparrenwerks gleichzeitig auch auf eine gehörige Verbindung nach der Länge des Daches Rücksicht zu nehmen.

Zum Theil wird diese Längenverbindung schon dadurch erhalten, daß das Sparrenwerk äußerlich zum Behufe Aufhängens des Bedeckungsmaterials belattet oder verschalt wird. Dieses verhindert zwar ein Umstürzen des Daches, allein dadurch wird dasselbe noch keineswegs so befestigt, daß es allen Stürmen, die nach irgend einer Längenrichtung darauf wirken, gehörig widerstehen und nicht verschoben werden könnte. Es ist daher nothwendig, daß noch eine besondere Längenverbindung hergestellt werde, und ist eine dahin zielende Vorrichtung im Längendurchschnitt Fig. 147 A dargestellt. 147 A Es bezeichnen hier A, A die Dachbalken, B die Sparren, und C die Kehlbalcken. Die Längenverbindung wird hier durch das sogenannte Strebeschwert oder die Schwertschwape hergestellt. Dieses Schwert besteht gewöhnlich aus einer 2 bis 3 Zoll dicken, 4 bis 6 Zoll breiten, und 30 bis 40 Fuß

langen Schwape oder Schwarte, die, mit der breiten Seite der unteren Fläche der Sparren zugekehrt, vermittelst starker eiserner Nägel an jeden einzelnen Sparren befestigt wird. Um dem Angriffe des Sturmes am besten widerstehen zu können, erhalten die Strebeschwerter die in der Zeichnung angeordnete Stellung, wobei aber zu berücksichtigen ist, daß dieselben mit ihrem unteren Ende entweder gegen einen Dachbalken oder auf die Mauer sich stützen müssen. An der gegenüberliegenden Seite des Daches erhält das daselbst ebenfalls anzubringende Strebeschwert eine, der eben erwähnten gerade entgegengesetzte Richtung.

Damit der Kehlbalken nicht durch seine eigene Schwere durchbiege und somit die auf die Sparren wirkende Belastung noch vermehre, also eine der beabsichtigten entgegengesetzte Wirkung hervorbringe, so darf derselbe bei seiner gewöhnlichen Stärke von 6 Zoll Breite und etwa 7 bis 8 Zoll Höhe nicht länger als höchstens 14 Fuß zwischen seinen Unterstützungspunkten frei liegen. Erhält der Kehlbalken aber eine größere Länge, oder soll überdies der Boden darüber noch bedeckt und außerdem belastet werden, so muß nach Maßgabe seiner Länge der Kehlbalken eine oder mehrere senkrechte oder auf sonstige Weise zu beschaffende Unterstützungen erhalten, wovon in den beiden folgenden §§ die Rede sein soll.

Um das Dachbedeckungsmaterial auf die äußere Fläche der Sparren befestigen zu können, werden quer über die Sparren, in wagerechter oder geneigter Richtung, Latten oder Bretter auf dieselben festgenagelt. Da aber das Gewicht der verschiedenen Deckmaterialien auch wieder sehr verschieden ist, die auf die Sparren zu nagelnden Latten oder Verschalungsdielen aber gewöhnlich von ziemlich einerlei Stärke sind und bei zu großer Entfernung der Sparren von einander, dieselben sich durchbiegen würden, was aber nur zum großen Nachtheil der Dachbedeckung geschehen könnte, so folgt daraus, daß die Entfernung der Sparren von einander oder die Sparrenweite nicht durchaus willkürlich anzunehmen, sondern mehr oder weniger von dem zu wählenden Deckungsmaterial abhängig ist.

Die Erfahrung lehrt nun, daß die Sparrenweite, worunter man immer die Entfernung der Sparren von Mitte zu Mitte versteht, nie mehr als höchstens 4 Fuß betragen darf und in diesem Falle selbst schon besonders starke Latten oder Bretter angewendet werden müssen. Für gewöhnlich beträgt die Sparrenweite nicht mehr als 3 bis 3½ Fuß, mit welchem Maße man auch bei allen Arten von Dachdeckungen unter Anwendung der gewöhnlichen Latten oder Verschalungsbretter vollkommen ausreicht.

§ 28.

Von den Dachstühlen.

Erhalten die Kehlbalken eines Daches eine zu große Länge, als daß sich dieselben in freier Lage, ohne durchzubiegen, würden erhalten können, und soll überdies der über den Kehlbalken befindliche Raum im Dache noch als Bodenraum benutzt werden, unter welchen Umständen, wie schon oben erwähnt wurde, die Kehlbalken jedenfalls einer Unterstützung bedürfen, so wendet man die sogenannten Dachstühle an, wodurch die Kehlbalken von unten her unterstützt werden.

Diese Unterstützungen können darin bestehen, daß man nach der Länge des Daches einen Unterzug unter die Kehlbalken, und zwar in deren Mitte anbringt, und diesen Unterzug auf jedem 4ten oder 5ten Balken durch einen lothrecht auf den Dachbalken aufgestellten Ständer unterstützt, wie in 150 Fig. 150 und 150 A näher dargestellt ist. Es bezeichnen hier, sowohl im Querdurchschnitt als auch 150 A im Längendurchschnitt, A die Balken, B die Sparren, C die Kehlbalken, D den Unterzug (Träger oder Stuhlrahmen) und E die Unterstützungsstände oder Stuhlsäulen; die ganze Vorrichtung heißt ein einfacher stehender Dachstuhl.

Da, wie oben erwähnt, der Unterzug immer nur auf dem 4ten oder 5ten Balken durch einen Ständer unterstützt wird, dieser Ständer aber in dem jedesmaligen unteren Hauptbalken eingezapft wird, und gleichzeitig auch die Sparren in die zugehörigen Hauptbalken eingezapft werden, so heißt dasjenige Gebinde, in welchem ein Ständer den Dachstuhlrahmen unterstützt, ein Binder oder Hauptgebände; dagegen die Zwischengebände, in denen ein solcher Ständer fehlt und deren Kehlbalken durch den Rahmen des Dachstuhls unterstützt werden, heißen Leergebände. Hiernach sind also die in Fig. 150 A mit I, I bezeichneten Gebände die Binder oder Hauptgebände, die übrigen daselbst angedeuteten Gebände aber Leergebände.

Kann der Rahmen eines Dachstuhls seiner Länge nach nicht aus einem Stücke hergestellt werden, so wird er aus mehreren Stücken zusammengesetzt und mit dem einfachen Hakenkamm zusammengestoßen. Dieses Zusammenstoßen darf aber immer nur über einem Ständer stattfinden. Der Ständer wird in den Rahmen mit einem Zapfen eingesetzt, Fig. 151; ebenso wird aber auch am 151 Fuße des Ständers ein kurzer Zapfen angechnitten, mit welchem derselbe in den darunter befindlichen Dachbalken eingesetzt wird. Sobald die Rahmen von Oben her einen bedeutenden Druck auszuhalten haben, werden die einzelnen Stücke derselben nicht mit dem Hakenkamm, sondern mit ganz kurzen Blättern über einem Ständer zusammengestoßen, wie in Fig. 78 bei b dargestellt ist, und gilt dann das § 21 bereits-Gesagte auch hier.

Um den Rahmen in den Zwischenweiten noch ferner zu unterstützen, und gleichzeitig auch, um Dreiecksverbindungen nach der Länge des Daches zu erhalten, damit auch nach dieser Richtung hin das System an Widerstand gegen Verschieben gewinne, werden, wie in Fig. 150 bei a, a und in 150 Fig. 151 bei b, b in größerem Maßstabe dargestellt ist, Kopf- oder Winkelbänder angebracht, welche 151 sowohl in den Ständer, als auch in den Rahmen mit Versagung eingezapft werden. Was die Stellung der Winkelbänder betrifft, so kann diese unter sehr verschiedenen Neigungswinkeln stattfinden, gewöhnlich ist aber der Neigungswinkel dieser Bänder gleich 45 Grad. Uebrigens soll über die vortheilhafteste Stellung dieser Winkelbänder weiter unten noch gesprochen werden.

Die Kehlbalken werden auf den Rahmen aufgekämmt oder auf denselben aufgedollt. Das Verkämmen verdient aber stets den Vorzug, indem beim Eintrocknen des Holzes, welches immer stattfinden wird, sobald das Holz der unmittelbaren Einwirkung der äußeren Witterung entzogen ist, die eingeschlagenen Dollen lose und wackelig werden, und also ihrem Zwecke nicht mehr vollständig entsprechen können. Bei den Mauerlatten findet nun zwar dasselbe statt, und haben wir der Einfachheit wegen das Aufdollen dabei empfohlen; allein in diesem Falle hat es auch nicht den geringsten Nachtheil, indem man nach Legung der Balken die Mauerlatten auf vollen Mauern füglich wieder beseitigen könnte.

Obgleich durch die Anordnung eines einfachen stehenden Dachstuhls ein Längenverband des Daches hergestellt wird, so ist es dennoch immer sehr zweckmäßig, außerdem noch die oben erwähnten Strebeschwerter anzubringen, indem ein einfacher stehender Dachstuhl nicht in dem Maße die Sicherheit gewährt, daß man diese Verschwertung ganz außer Acht lassen könnte. Ueberhaupt gewährt ein einfacher stehender Dachstuhl keine allzu große Sicherheit; denn da der Kehlbalken nach beiden Seiten hin, über den Rahmen hinaus, um so längere Hebelsarme erhält, je weiter er übersteht, so erfolgt auch um so eher bei irgend einer Senkung der Sparren, daß der Kehlbalken an seinen Enden nach unten gebogen wird, und vermöge seiner Federkraft bei irgend einer Erschütterung oder Bewegung sich leicht wieder in die alte Lage schnellen kann, wodurch aber nicht selten ein Herausheben der Sparren aus ihren Zapfenlöchern herbeigeführt wird. Dieser Uebelstand tritt aber noch um so stärker hervor, wenn die Sparrenzapfen verfault oder sonst stark beschädigt sind. Daß aber in einem solchen Falle die Längenverbindung, welche durch den einfachen stehenden Stuhl hergestellt ist, nicht viel mehr nützt, und überhaupt ein Verschieben der Construction nach der Längenrichtung alsdann nicht genügend mehr verhindert wird, ist leicht einzusehen. Hat man aber die Strebeschwerter in gehöriger Weise angebracht, so verhindern dieselben nicht allein ein solches Ausheben der einzelnen Sparren, es müßte denn sein, daß die einzelnen Nägel losrissen, was aber nicht leicht vorkommt, sondern sie stellen auch den Verband nach der Länge des Daches ganz vollständig her.

Da, wie aus dem eben Angeführten genügend hervorgeht, durch den einfachen stehenden Dachstuhl überhaupt nur eine mangelhafte Unterstützung des Kehlbalkens hergestellt wird, so wendet man denselben nur selten an. Dagegen bedient man sich, wenn eine Unterstützung der Kehlbalken erforderlich und die Länge derselben nicht zu bedeutend ist, meistens und mit großem Vortheil des doppelten stehenden Dachstuhls, der in den Figuren 152 und 153 näher dargestellt ist. Dabei wird 152 der Kehlbalken, wie aus den Figuren ersichtlich ist, von den Stuhlrahmen D D, und diese wieder von 153 den Stuhlsäulen E E unterstützt, und es ist daher der doppelte stehende Stuhl nichts weiter, als eine zweimalige Anwendung des einfachen stehenden Dachstuhls.

Was nun die Stellung des doppelten Stuhls betrifft, so ist es immer am zweckmäßigsten, wenn nämlich die freiliegende Länge des Kehlbalkens es gestattet, daß man denselben möglichst nahe den

Sparren zurück, wodurch einmal die bei dem einfachen stehenden Stuhl entstehenden nachtheiligen Hebelsarme, welche aus den, über die Rähmen bis nach den Sparren reichenden Enden des Kehlbalkens bestehen, um so kürzer, und daher auch um so weniger nachtheilig werden; ferner aber gewinnt man noch durch dieses Näherrücken der Stuhlwände gegen die Sparren an nutzbarem Raum im Dache. Dieses Näherrücken der Stuhlwände gegen die Sparren hat aber auch wieder seine Grenzen, und ist der äußerste Punkt, bis zu welchem solches geschehen kann, der, welchen man erhält, wenn
154 von der inneren Oberkante a der abgeschrägten Stirnfläche des Kehlbalkens (Fig. 154) eine lothrechte Linie gefällt wird, in deren Verlängerung die Außenfläche des Rähmen zu liegen kommt. Wollte man die Wand den Sparren noch näher rücken, so würde der Kehlbalken wegen seiner abgeschrägten Fläche nicht genügend mehr tragen können und würde dieses um so mehr der Fall sein, sobald der Kehlbalken noch auf den Rähmen verkömmt würde. Es würde überhaupt, und namentlich bei flacheren Dächern, eine jedenfalls unsolide und leicht zerbrechliche Construction durch die erwähnte Anordnung hergestellt werden. Da aber der Kehlbalken nur immer bis zu einer gewissen Länge freiliegen darf, ohne ein Durchbiegen desselben befürchten zu müssen, so kann es sehr häufig der Fall sein, daß die Stuhlwände nicht in der eben festgesetzten Art aufgestellt werden können; man rückt alsdann, namentlich wenn die Kehlbalken länger werden, die Stuhlwände nach der Mitte hin bis zu der nothwendigen Entfernung zusammen, und läßt die Kehlbalken nach den äußeren Seiten hin mit ihren Enden darüber hinwegstehen, wie in Fig. 153 dargestellt ist.

Wenn auch hierbei die über die Rähmen wegstehenden, bis zu den Sparren reichenden Enden des Kehlbalkens in manchen Fällen nicht unbedeutende Hebelsarme werden, so können dieselben doch nie in dem Maße gefährlich werden, wie solches bei dem einfachen stehenden Stuhl der Fall ist, indem sie nie eine bedeutende Länge erhalten und die Biegung eines in geringer Länge überstehenden Kehlbalkens nicht so bedeutend werden kann, daß oben angeführte Uebelstände zu befürchten sein würden.

Werden die Kehlbalken wegen größerer Tiefe des Gebäudes noch länger, so muß unter die Kehlbalken, in der Mitte derselben, noch eine dritte Stuhlwand aufgestellt werden, wie in Fig. 155 an-
155 gegeben ist. Eine solche Anordnung heißt dann ein dreifacher stehender Stuhl, bei welchem übrigens die Verbindung und Befestigung der einzelnen Verbandhölzer in und mit einander ganz ebenso ist, wie bei dem einfachen stehenden Dachstuhl. Es ist daher ein dreifacher stehender Dachstuhl nur eine dreimalige Anwendung eines einfachen Dachstuhls.

Da aber in dem zuletzt erwähnten Falle auch gleichzeitig die Länge des Dachbalkens, und sonach auch die der Sparren wächst, so ist zur Unterstützung dieser letzteren ein Kehlbalken oft nicht mehr ausreichend. Es muß alsdann noch ein zweiter Kehlbalken, der sogenannte Hahn-
balken oder Haynbalken, angewendet werden, wie in den Figuren 153 und 155 dargestellt und dieser zweite Kehlbalken durch b bezeichnet ist.

Manchmal ist es auch der Fall, daß die Balken, in welche die Stuhlsäulen eingezapft werden, keine vollständig genügende Unterstützung von Unten her haben, d. h. daß die Balken erst in einiger Entfernung von diesen Stuhlsäulen ab von Unten her unterstützt werden; alsdann ordnet man für die Stuhlwände Schwellen an, welche über sämtliche, oder doch wenigstens über drei Balken, gestreckt werden, so daß die von den Stuhlwänden und dem Dache herrührende Last auf sämtliche, oder
153 doch auf mehre Balken jedesmal gleichmäßig vertheilt wird. Diese Anordnung ist in Fig. 153 bei a, a näher angedeutet. Müssen hierbei die Schwellen aus mehren Stücken zusammengestoßen werden, so geschieht dieses nicht unter einer Stuhlsäule, sondern auf einem Zwischenbalken, indem sonst die beabsichtigte Vertheilung des Drucks über mehre Balken nicht erreicht würde.

Manche Baumeister sind der Ansicht, um den Verband nach der Quere zu verstärken, müsse man Winkelbänder anbringen, die, wie bei c, c Fig. 153 durch punktirte Linien angedeutet, in die Stuhlsäule und in den darüber liegenden Kehlbalken mit Versagung und Zapfen eingesetzt sind. Obgleich diese Anordnung nicht verwerflich ist, sondern in manchen Fällen, wie wir weiter unten sehen werden, sogar nothwendig erscheint, weil dieses oft das einzige Mittel ist, einen Querverband zu verstärken, so ist dieses doch bei den bisher angeführten Dachconstructions nicht weiter nöthig, indem die Sparren mit dem Dachbalken und dem Kehlbalken schon feste, unverschiebbare Dreiecke bilden und somit ein Verschieben nach der Seite hin hier nicht weiter stattfinden kann.

Liegen in einem Dache mehre Kehlbalken übereinander, und müssen auch die oberen Kehlbalken

ihrer Länge wegen unterstützt werden, so stellt man die Stuhlwände gewöhnlich über einander auf, wie in Fig. 189 angedeutet ist, und bedient man sich alsdann der einfachen Ständer. Statt der einfachen, doppelte Ständer anzuwenden, würde überflüssig sein, es wäre denn, daß die Böden im Dache noch sämmtlich schwer belastet werden sollten, was aber selten der Fall ist. In Wohngebäuden findet solches wohl nie Statt, aber in Speichern und Lagerhäusern kann es vorkommen, und läßt man dann die in den unteren Räumen angeordneten doppelten Ständer bis zu der zuletzt zu unterstützenden Kehlbalckenlage durchgehen, oder man läßt, wenn dadurch der Stützpunkt des obersten Kehlbalckens den Sparren zu nahe gebracht werden würde, über der nächst unteren Kehlbalckenlage die äußeren Hölzer der doppelten Ständer fehlen, und führt die inneren Hölzer der Ständer in die Höhe, auf welche dann die Unterzüge aufgezapft werden.

Es versteht sich von selbst, daß bei diesen höheren Dächern auch alle Hölzer eine größere Stärke erhalten müssen. Man giebt in solchen Fällen den Sparren am unteren Ende eine Stärke von ungefähr 8 bis 9 Zoll, und an ihrem oberen Ende eine Stärke von mindestens 5 bis 6 Zoll. Die Kehlbalcken, wenn sie noch stark belastet werden sollen, erhalten eine Stärke von mindestens 8 bis 10 Zoll. In gleichem Verhältnisse müssen auch die Stärken der Dachstuhlhölzer zunehmen. Die obersten Kehlbalcken erhalten dann in der Regel eine Stärke von 6 und 7 Zoll. In den gewöhnlichen Fällen erhalten die Dachstuhlrahmen eine Stärke von 7 und 9 Zoll, bei welcher Stärke sie hinreichend im Stande sind, die gewöhnlichen Belastungen in Wohnhäusern zu tragen. Die Stuhlsäulen erhalten hierbei eine Stärke von 7 und 8 Zoll; die nöthigen Winkelbänder werden dagegen in 4- und 5zölliger Stärke angeordnet.

Die große Einfachheit des stehenden Dachstuhls hinsichtlich seiner Construction, und die Leichtigkeit seiner Bearbeitung und Aufstellung, sowie auch die große Solidität, welche er bei gehöriger Anordnung darbietet, haben ihm in neuerer Zeit vielfache Anwendung verschafft, und sind dadurch die im folgenden § näher beschriebenen liegenden Dachstühle mehr oder weniger verdrängt worden.

Ehe wir aber zu der näheren Beschreibung der liegenden Dachstühle übergehen, soll hier noch eine Bemerkung wegen der Eintheilung des Dachgebälkes im Grundriß eingeschaltet werden, die nicht bloß für die bereits angeführten Fälle, sondern auch für die folgenden ein für alle Male gültig ist; nämlich:

„Bei ganz einfachen Bauwerken, als Scheunen, Ställen, Speichern u. dergl., überhaupt auch bei solchen Gebäuden, in denen keine Feuerstellen angeordnet werden, ist es möglich, die Dachbalken und Dachgebinde in ganz gleichen Entfernungen von einander zu legen und aufzustellen; dagegen ist es bei solchen Gebäuden, wo mehrfache Querwände, Schornsteine oder Treppenöffnungen die Eintheilung der Balken bedingen, selten möglich, eine durchaus gleiche Eintheilung derselben zu erhalten. In diesen Fällen ist es dann nothwendig, daß man zuerst diejenigen Balken bestimmt, deren Lage durch die oben angegebenen Umstände bedingt wird und die als Binderbalken dienen sollen, welche dann immer ganze Balken sein müssen. Die Zwischenbalken theilt man alsdann so ein, wie es nach Maßgabe ihrer Entfernung, welche durch das Deckmaterial und die Fußbodendielen bedingt wird, angehen kann; jedoch darf die Balken- und Sparrenweite nie über 4 Fuß betragen.“

§ 29.

Von den liegenden Dachstühlen.

Eine mehr eingebildete als wirkliche Bequemlichkeit oder Erforderniß, einen ganz freien Bodenraum zu erhalten, so wie auch namentlich eine große Vorliebe, möglichst künstliche Constructionen in Ausführung zu bringen, mag wohl die Hauptursache und Veranlassung zu den sogenannten liegenden Dachstühlen gewesen sein. Keineswegs ist aber die Anordnung eines solchen so nützlich und zweckmäßig, als manche Werkleute der Meinung sind; auch erfordert dieselbe einen erheblichen Mehraufwand an Materialien, wie dieses aus den nachfolgenden Beispielen näher hervorgehen wird.

Die liegenden Dachstühle bestehen, wie in den Figuren 156, 156 A und B dargestellt ist, aus 156 einer Dachstuhlschwelle a, einem Stuhlrahmen b, der liegenden oder geneigten Stuhlsäule c, den 156 ^A/_B Bändern d, d', d' und aus dem Spannriegel f. Was den Spannriegel f betrifft, so ist die Anord-

nung desselben hier deshalb nothwendig, um die liegenden Stuhlwände beim Aufstellen und Richten in ihrer schrägen Lage erhalten zu können, bis die Kehlbalcken g aufgelegt sind, was bei Weglassung des Spannriegels sich nicht so leicht erreichen läßt. Aber nicht allein dieses, sondern noch ein anderer Umstand von größerer Wichtigkeit macht die Anordnung des Spannriegels erforderlich; nämlich der, daß bei Weglassung des Spannriegels die Stuhlwände hauptsächlich nur durch die aufgekämmten Kehlbalcken in ihrer Lage erhalten werden müßten. Hierdurch würden aber diese Verkämmungen zu sehr leiden, und auf die Dauer, namentlich unter Berücksichtigung, daß das Holz eintrocknet, würde der liegende Stuhl durch diese Verkämmungen allein nicht gehörig in seiner Stellung erhalten werden können. Zur Sicherung der Construction ist daher die Anordnung des Spannriegels erforderlich.

Die liegenden Stuhlsäulen werden bis höchstens 16 Fuß von einander entfernt aufgestellt, so daß immer wenigstens 3 Leergebinde zwischen je zwei Hauptgebänden befindlich sind, wie solches aus den Figuren 156 B und 158 B näher ersichtlich ist. Die Stuhlsäulen werden gewöhnlich aus starkem Halbholze hergestellt; dieselben müssen an ihrem oberen Ende eine Breite von mindestens 12 bis 14 Zoll, bei einer Stärke von 8 bis 9 Zoll erhalten, damit das Rahmstück b Fig. 160 darauf gezapft und vor diesem an der Stuhlsäule noch ein Blatt h Fig. 160 A erhalten werden kann, welches Blatt dann mit einem kurzen Zapfen noch in den Kehlbalcken eingreift. Hauptsächlich sucht man aber dieses Blatt zu erhalten, um den Spannriegel f Fig. 159 darin mit einer Verfassung einzapfen zu können.

Die Kehlbalcken sämtlicher Dachgebände ruhen auf den Stuhlrahmen und werden auf diese verkämmt. Erhalten die Kehlbalcken aber eine solche Länge, daß ein Durchbiegen derselben zu befürchten ist, was hier um so eher stattfinden kann, da dieselben an ihren abgeschragten Enden unterwärts noch ausgekämmt werden, so muß der Spannriegel so viel niedriger angeordnet werden, daß zwischen diesem und dem Kehlbalcken noch ein Träger gelegt werden kann, der dann auf dem Spannriegel ruht. Diese Anordnung ist in den Figuren 157 und 158 näher angedeutet, und in den Figuren 160 und 161 in größerem Maßstabe dargestellt. Ist der Kehlbalcken nach Verhältniß der Tiefe des Gebäudes nur so lang, daß derselbe von einem Stuhlrahmen bis zum anderen sich hinlänglich frei tragen kann, so ist es jedenfalls immer besser, die in Fig. 159 angegebene Construction zu wählen, indem sonst der Bodenraum dadurch in seiner Höhe noch mehr beschränkt werden würde. Liegen aber die Kehlbalcken zwischen den beiden Stuhlrahmen so weit frei, daß sie ohne Durchbiegen sich nicht erhalten, was dann möglicherweise ein Ausheben der Sparren zur Folge haben könnte, so werden, wie schon erwähnt, Träger angeordnet, die auf den Spannriegeln des liegenden Dachstuhls ruhen. Diese Unterstüzung ist aber keineswegs so sicher, denn der Spannriegel wird bei einer bedeutenderen Länge und bei der aufgelegten Belastung ebenfalls durchbiegen, wenn man in seiner Mitte nicht noch eine Unterstüzung von Unten her anbringt. Diese Unterstüzung wird nun, entweder durch in die Stuhlsäulen und in den Spannriegel eingesetzte Bänder, oder durch untergestellte Ständer bewirkt.

Was die Breite der Stuhlsäule an ihrem unteren Ende betrifft, so muß diese 9 bis 10 Zoll betragen, damit sie nicht allein mit einem hinreichend starken Zapfen m Fig. 160 A in die Dachstuhlschwelle eingesetzt, sondern auch noch mit einem Blatte p versehen werden kann, welches in den darunter befindlichen Dachbalcken g Fig. 160 eingreift. Man setzt auch, in Ermangelung von hinlänglich starkem Holze zur Stuhlschwelle, die Stuhlsäule mit einem starken Zapfen unmittelbar in den Dachbalcken ein, wie in Fig. 162 angedeutet ist, wo s die Stuhlsäule und t den Sparren bezeichnet. Es wird dann die Stuhlsäule ebenfalls dicht an den Sparren gestellt, und, um an Balkenhirnholz dafür zu gewinnen, wird der Zapfen der Stuhlsäule an der äußeren Seite, der Zapfen des Sparrens dagegen an der inneren geächfelt, wie dieses in der Figur durch punktirte Linien näher angedeutet ist.

Bei der Herstellung des liegenden Stuhls wird die Unterkante des Rahmens b, und die Oberkante der Stuhlschwelle a Fig. 160 rechtwinklig mit der hinteren (äußeren) Seite der Stuhlsäule angenommen. Die Vorderseite des Stuhlrahmens b wird parallel mit der Hinterseite desselben, die Stuhlschwelle a dagegen wird an der Vorderseite rechtwinklig auf die Dachbalckenlage bearbeitet.

Die Bänder d Fig. 159 und 160, welche zur Unterstüzung des Spannriegels dienen und gleichzeitig auch einen Verband nach der Quere hervorbringen sollen, werden in der Regel von schwächerem

Holze hergestellt und in die Stuhlsäulen, so wie in den Spannriegel mit Versäzungen eingezapft. Will man aber ein solches Band *q* Fig. 161 gleichzeitig auch mit dem Kehlbalcken in Verbindung 161 bringen, so wird dasselbe mit dem Spannriegel überschritten und in die Stuhlsäule und in den Kehlbalcken eingeblattet. Da aber durch das Ueberschneiden des Bandes mit dem Spannriegel *p* nicht bloß der Spannriegel, sondern auch das Band, sehr geschwächt wird, da aus dem Spannriegel so viel, als die Hälfte der Stärke des Bandes beträgt, herausgeschnitten werden muß, so ist die in Fig. 160 angedeutete Construction bei weitem vorzuziehen, und um so mehr in solchen Fällen, wo der Kehlbalcken zwischen den Stuhlrahmen noch unterstützt werden soll, was, wie schon oben angeführt, durch Träger *l* geschieht, die unmittelbar auf dem Spannriegel ruhen. Durch die Ueberschneidung mit dem Bande *q* wird aber der Spannriegel für diese Anordnung zu sehr geschwächt und leistet derselbe alsdann keinen größern Widerstand, als ein solcher leisten würde, der eine Stärke hätte, wie die an der ausgeschnittenen Stelle beträgt. Will man aber dennoch ein solches überschrittenes Band anwenden, um einmal den Spannriegel zu unterstützen und ferner auch, um die Verbandhölzer im Hauptgebände mit und unter einander zu verbinden und zu verstreben, welches letztere durch die Anordnung dieses Bandes namentlich mit erreicht werden soll, so ist es jedenfalls zweckmäßiger, anstatt eines solchen einfachen Bandes ein doppeltes anzuordnen. Man schneidet alsdann, soweit das Band darüber hinweggeht, aus dem Spannriegel auf jeder Seite einen Zoll tief aus; das Uebrige wird aus dem doppelten Bande genommen. Damit aber auch dieses nicht zu sehr geschwächt werde oder zu starkes Holz erforderlich mache, so läßt man zwischen beiden Stücken des doppelten Bandes einen Zwischenraum von einigen Zollen. Aus der Stuhlsäule wird ebenfalls an jeder Seite nur einen Zoll tief ausgearbeitet. An der Unterkante des Spannriegels, so wie auch in die Stuhlsäule, wird eine Versäzung eingearbeitet, in welche ein Theil des Hirnholzes des Bandes eingreift. Mit dem Kehlbalcken wird das Band einfach überblattet und alsdann mittelst eiserner Schraubenbolzen mit dem Kehlbalcken, der Stuhlsäule und dem Spannriegel fest verbunden.

Was das Ueberschneiden der Bänder betrifft, so wie überhaupt das Ueberschneiden anderer Verbandhölzer mit einander, so ist dasselbe niemals sehr zu empfehlen, und am allerwenigsten bei solchen Verbandhölzern, deren relative Festigkeit bedeutend in Anspruch genommen wird. Denn ist einmal die Stärke der verschiedenen Verbandhölzer festgesetzt und es soll dann ein Ueberschneiden derselben stattfinden, so werden sie jedenfalls an den Stellen der Ueberschneidung geschwächt, und behalten nur noch eine Tragfähigkeit oder Festigkeit wie jedes andere Stück Holz von gleicher Länge, welches eine Stärke gleich der an der ausgeschnittenen Stelle hat. Will man daher eine Construction anwenden, bei welcher die Hauptverbandhölzer überschritten werden sollen, so ist die Stärke derselben, welche sie einzeln erhalten müssen, nach den Stellen der Ueberschneidungen zu bemessen und die Tiefe der Ausschnitte zuzugeben. Da aber hierbei häufig sehr starkes Holz erforderlich werden würde, so nimmt man in diesem Falle besser doppelte Hölzer, und wird aus beiden Hölzern alsdann so viel herausgeschnitten, daß die noch übrig bleibende Holzstärke der beiden Stücke zusammengenommen mindestens der, durch Rechnung oder auf sonstige Weise, bestimmten Stärke gleich ist.

Anstatt der, bei den stehenden Dachstühlen an den Seiten derselben in die Rahmen gestellten Kopfbänder, werden bei den liegenden Dachstühlen die sogenannten Kreuzbänder *d' d'* Fig. 156 B 156 B zwischen den Dachstuhlensäulen angeordnet, und dienen dieselben theils dazu, das Rahmstück zu unterstützen, hauptsächlich aber auch um einen Verband nach der Länge des Daches zu erhalten. Von diesen Kreuzbändern reichen die oberen auf jeder Seite der Stuhlsäulen von der Mitte derselben bis in das Rahmstück hinauf; die unteren Bänder stehen in den Dachstuhlschwellen, sind aber ebenfalls auch in der Mitte der Stuhlsäulen in diese eingezapft. Bei den Zapfenlöchern für die Bänder in den Stuhlsäulen ist darauf zu sehen, daß sie nicht mit demjenigen Zapfenloche in der Stuhlsäule zusammentreffen, in welches das zur Unterstützung des Spannriegels erforderliche Band eingesetzt wird, indem dadurch die Stuhlsäule sehr bedeutend geschwächt werden würde; sondern es muß dieses letztere Zapfenloch, je nachdem das Band kürzer oder länger gemacht werden kann, entweder ober- oder unterhalb der Zapfenlöcher zu den Kreuzbändern angeordnet werden. Die Zapfenlöcher zu den Kreuzbändern werden gewöhnlich so hergestellt, daß in ein Zapfenloch jedesmal ein heruntergehendes und ein heraufgehendes Kreuzband eingesetzt werden kann. Die Stirnenden der beiden zusammenstoßenden Kreuzbänder werden in der Art rechtwinklig auf die Richtung der Stuhlsäule abgeschnitten,

daß diese mit ihren Zapfenstirnen innerhalb des Zapfenloches dicht zusammenstoßen. Die Zapfen dieser Bänder werden nur etwa 2 Zoll lang und nicht verbohrt, sondern mit eisernen Nägeln von der Seite her an die Stuhlsäule befestigt. In der Schwelle und in dem Rahmen aber werden die Zapfen länger, und im letzteren auch verbohrt. Die Stuhlschwelle wird auf die darunter liegenden Dachbalken verkämmt.

163 In Fig. 163 ist ein Theil von einer abgebundenen Stuhlwand wagerecht, und zwar die innere Seite derselben oben gelegt gedacht, dargestellt. Es bezeichnet hier a die Schwelle mit den vorgezeichneten Verkämmungen; b das Rahmstück; c die Stuhlsäulen; d das Zapfenloch zu dem bis unter den Spannriegel gehenden Kopfbande; e das Zapfenloch mit Verfassung zum Spannriegel, und f die Kreuzbänder.

Durch die Anordnung des Spannriegels wird die Höhe des Bodens immer schon bedeutend beschränkt, und findet dieses noch mehr Statt, wenn der Spannriegel auch noch um die Stärke des darüber zu legenden Trägers gesenkt werden muß. Man hat daher schon von vorn herein darauf Rücksicht zu nehmen und den Kehlbalcken so hoch zu legen, daß durch die Anordnung des Spannriegels kein weiteres Hinderniß entstehe, sondern eine freie gerade Bewegung unter demselben zulässig ist.

Aus dem Bisherigen geht zur Genüge hervor, daß die Herstellung eines liegenden Dachstuhls immer einen sehr bedeutenden Aufwand an starkem Holz erfordert, ohne daß dadurch viel mehr erreicht wird, als ein Verband des Daches nach der Längsrichtung; denn liegen die Kehlbalcken nur so weit frei, daß sie ohne Unterstützung sich erhalten können, so ist ein liegender Dachstuhl ganz überflüssig, zumal da man einen Verband nach der Länge des Daches auch vollständig durch die Anordnung der Strebeschwerter erhalten kann. Ist dagegen die freiliegende Länge der Kehlbalcken so groß, daß sie sich, ohne durchzubiegen, nicht erhalten können, so muß auch beim liegenden Stuhl eine anderweitige Unterstützung in der Mitte der Kehlbalcken angeordnet werden. Deshalb wendet man auch in neueren Zeiten den liegenden Dachstuhl nur noch selten an, zumal man durch Anwendung der stehenden Dachstühle die Unterstützung der Kehlgebälke in weit einfacherer und sicherer Weise erhalten kann. Seine Hauptanwendung findet der liegende Dachstuhl gegenwärtig wohl nur noch bei den Mansarde-Dächern, die im folgenden § beschrieben werden sollen.

§ 30.

Von den gebrochenen Dächern oder den sogenannten Mansarde-Dächern.

Diese Dächer haben ihren Namen von dem Erfinder derselben, Mansard, welcher bis zur Mitte des 17. Jahrhunderts als königlicher Baumeister in Paris lebte. Sie bestehen aus zwei Theilen, oder eigentlich aus zwei über einander gestellten Dächern, also aus einem unteren und einem oberen Dache.

Diese Dächer, so unzuweckmäßig und unvortheilhaft sie uns auch jetzt erscheinen mögen, waren zur Zeit ihrer Erfindung jedenfalls dem Bedürfnisse angemessen; denn bei der bedeutenden Vermehrung der Bevölkerung der Hauptstadt Paris, und bei dem Umstande, daß die leicht gebauten Häuser der Stadt keine Erhöhung durch aufgesetzte gemauerte Stockwerke ertragen konnten, war es dennoch erforderlich, für eine größere Anzahl von Wohnungen zu sorgen. Dieses erreichte man nun durch diese Mansarde-Dächer, indem man dadurch im unteren Theile des Daches ein unvollständiges Geschloß zu Wohnungseinrichtungen erhielt. Man sieht demnach hieraus, daß diese Dächer nicht ihren Ursprung darin hatten, daß man eine künstlichere Dachconstruction ausführen wollte, sondern es war mehr ein nothwendiges Bedürfniß. Daß aber diese Dächer später noch ihre Anwendung fanden, und zwar selbst bei neu erbauten Häusern, kann wohl nur dem Umstande zugeschrieben werden, daß die Zimmermeister des vorigen Jahrhunderts den Glauben hatten, nur dann etwas Gutes und Tüchtiges zu Tage gebracht zu haben, wenn eine möglichst große Menge Holz in ein Dach hineingearbeitet worden war. Doch wir wollen zur näheren Beschreibung der Mansarde-Dächer zurückkehren.

Was die Form oder das Verhältniß der beiden Theile dieser Dächer zu einander betrifft, so hat man förmlich ein Studium daraus gemacht, um ein möglichst schönes Verhältniß hervorzubringen, und sind daher auch sehr viele Vorschriften darüber entstanden, welche alle hier anzugeben, zu weit führen würde, zumal da diese Dächer jetzt immer weniger in Anwendung kommen. Es wird daher ge-

nügen, wenn wir hier eine Methode angeben, diese Dächer zu proportioniren. Weiter unten werden wir dann noch einmal darauf zurückkommen, und zwar bei der Gelegenheit, wo von dem Sparrenschube der Dächer die Rede ist.

Um ein Mansarde-Dach zu verzeichnen, setzt man zuerst die Höhe fest, welche der untere Theil des Daches bis zur Unterkante des Spannriegels erhalten soll. Es sei diese Höhe z. B. gleich $9\frac{1}{2}$ Fuß, so wird dieselbe von a nach b Fig. 169 aufgetragen und dazu von b nach c noch so viele 169 Zolle, als die Höhen des Spannriegels und des Kehlbalckens zusammen ausmachen; alsdann wird die obere Linie des Kehlbalckens bis an die lothrechten Linien df und ge verlängert, und von f nach h und von g nach k so viel mal 4 Zolle zurückgesetzt, als die Linie df oder ge Fuße enthält. Verbindet man dann d mit h und e mit k durch gerade Linien, so geben diese Linien dh und ek die Stellung der unteren Sparren, oder den Abhang des unteren Daches an. Was aber die Stellung der oberen Sparren betrifft, so hängt diese hauptsächlich von der Wahl des Deckungsmaterials ab. Sollte sich aber bei einer größeren Breite des Gebäudes die Höhe des oberen Daches, welche immer in gewisser Hinsicht von der Breite des Gebäudes abhängig bleibt, zur Höhe des unteren Daches unverhältnißmäßig herausstellen, so liegt es hier immer in der Willkühr des Baumeisters, ein solches Mißverhältniß mehr oder weniger zu heben, indem man den unteren Theil des Daches nur um einige Fuß höher macht, wodurch dann die Grundlinie des oberen Daches jedenfalls verkleinert wird, und sich sonach dann auch eine geringere Höhe für dasselbe ergibt.

Was die Construction der Mansarde-Dächer betrifft, so kann man dabei sowohl liegende, als auch stehende Dachstühle, einzeln und auch zusammen in Verbindung, in Anwendung bringen.

In Fig. 164 ist der Binder eines gebrochenen Daches mit einem liegenden Dachstuhl dargestellt. 164 Es bezeichnet daselbst a den Hauptbalck; b, b die unteren Sparren; c den Hauptkehlbalck; d, d die Rähmen und k, k die Schwellen des liegenden Stuhls; e, e die Stuhlsäulen; f den Spannriegel, g, g die Winkelbänder und h, h die Zapfenlöcher für die Kreuzbänder m, m, welche in Fig. 164 A sichtbar sind; Fig. 164 B stellt den Grundriß des Daches dar.

Die Sparren des unteren Daches werden in die Hauptbalck a und in die Hauptkehlbalck c mit Zapfen eingesetzt, nachdem der liegende Stuhl vollständig aufgestellt ist. Ist die freiliegende Weite des Hauptkehlbalckens, wie auch hier angenommen wurde, zu groß, als daß derselbe sich ohne durchzubiegen erhalten könnte, so werden zur Unterstützung derselben die Träger n, n auf die Spannriegel gelegt und diese letzteren wieder dadurch unterstützt, daß man die Kopfbänder g, g, oder auch überschnittene Bänder, anbringt, wie im vorigen § bei der Beschreibung der liegenden Stühle angeführt wurde. Ist aber die Weite dennoch zu bedeutend, so daß bei dieser Anordnung der Spannriegel, so wie auch der Kehlbalck, sich ohne durchzubiegen nicht würden erhalten können, so bringt man in der Mitte noch einen stehenden Stuhl an. Die Stuhlsäule wird dann mit einem kurzen Zapfen in den Spannriegel eingezapft, und auf diesen letzteren, lothrecht über der Stuhlsäule, wird der Träger q gelegt, welcher in diesem Falle den Rähmen der Stuhlwand bildet und namentlich zur Unterstützung der Hauptkehlbalck dient. Die zur Herstellung des Längenverbandes, so wie auch zur ferneren Unterstützung dieses Rähmen dienenden Winkelbänder werden mit Versagungen in die Stuhlsäulen und den Rähmen eingesetzt, ganz in der Art, wie dieses bei Beschreibung des stehenden Stuhls angeführt wurde. Kann aber eine solche Unterstützung nicht stattfinden, oder wird überhaupt der untere Dachraum ganz frei verlangt, so muß die nothwendige Unterstützung von Oben her beschafft werden, d. h. man bringt im oberen Theil des Daches ein Hängewerk an, mit welchem das Kehlgebälk, so wie die einzelnen Spannriegel, verbunden werden. Von dieser Anordnung wird jedoch erst weiter unten die Rede sein.

In den Figuren 165 A und B ist die Unterstützung des Spannriegels in der Mitte durch eine 165 $\frac{A}{B}$ lothrechte Säule nach vergrößertem Maßstabe gezeichnet, und haben die bezeichnenden Buchstaben hier die gleiche Bedeutung mit denen in Fig. 164. In Fig. 166 ist die gebrochene Ecke des Daches 166 ebenfalls nach vergrößertem Maßstabe gezeichnet, und haben auch hier die Buchstaben mit den gleichnamigen in Fig. 164 ganz gleiche Bedeutung, und bedürfen daher diese Figuren keiner weiteren Erklärung, indem die Construction und Zusammensetzung der einzelnen Theile nach dem bereits Vorgetragenen deutlich daraus hervorgeht.

167 A—C In den Figuren 167 A, B und C ist ein Mansarde-Dach dargestellt, welches außer dem liegenden noch einen doppelten stehenden Dachstuhl enthält. Die Anordnung eines doppelten stehenden Stuhls ist jedoch nur dann nothwendig, wenn entweder der Hauptkehlbalken eine sehr bedeutende Länge erhält, oder wenn der obere Dachboden eines solchen Daches noch zum Lagern schwererer Lasten benutzt werden soll, in welchem Falle alsdann eine dazu völlig genügende Unterstützung hergestellt werden muß.

Wendet man bei einem Mansarde-Dache statt des liegenden Stuhls einen stehenden Dachstuhl 166 B an, so fällt, wie aus den Figuren 166 B und 168 A ersichtlich ist, der Spannriegel weg; dagegen 168 A werden aber die äußeren Stuhlwände mit Kopfbändern versehen, die in den Hauptkehlbalken und in die Stuhlsäule mit Versatzung eingezapft werden. Die Sparren des unteren Daches werden ebenfalls, wie beim ersten Falle angeführt, in den Hauptbalken und in den Hauptkehlbalken eingezapft, wo dann die schräge Stellung dieser unteren Sparren dazu beitragen muß, den Verband nach der Quere zu sichern. Um den Verband nach der Länge zu sichern, sind die einzelnen Stuhlwände mit den nöthigen Winkelbändern versehen, welche in die Dachstuhlrahmen und in die Stuhlsäulen eingesetzt sind.

Bei Dächern von geringer Ausdehnung hat man auch die Dachstühle im unteren Dache ganz weggelassen. Es werden alsdann die unteren Sparren entweder in die Hauptbalken mit Zapfen 168 B gesetzt und oben in einen unter die Hauptbalken gelegten Rahmen eingezapft, wie in Fig. 168 B 166 A angedeutet und in Fig. 166 A nach vergrößertem Maßstabe gezeichnet ist; oder man verkämmt auch auf die unteren Dachbalken eine Schwelle, worin dann die Sparren mit Zapfen eingesetzt werden, so daß also in diesem letzteren Falle das obere Dach von zwei complet abgebundenen Sparrenwänden getragen wird. Bei dieser Anordnung der Construction wird immer der dritte Sparren mit einem Winkelbände *k* versehen, welches vom Sparren aus bis zum Hauptkehlbalken reicht und dazu dient, ein Verschieben nach der Seite hin zu verhindern. Die Hauptkehlbalken werden auf die Rahmen der Sparrenwände verkämmt.

Um bei dieser Construction auch einen Verband nach der Länge zu erhalten, müssen die oben mehrfach erwähnten Strebeschwerter unmittelbar unter die Sparrenwände angebracht werden, da die zwischen die Sparren anzubringenden Kreuzbänder, wegen ihrer nur wenig schrägen Lage, die sie würden erhalten können, zu wenig Sicherheit gewähren.

Nachdem wir hier die hauptsächlichsten Constructionen von Mansarde-Dächern angeführt haben, bleibt noch zu bemerken, daß bei diesen Dächern immer darauf zu sehen ist, daß der Hauptkehlbalken an beiden Enden so weit über die unteren Dachflächen vorstehe, daß unter dem daran zu befestigenden Gesimse oder Stirnbrette noch eine Reihe Dachziegel nebst einer Dachlatte angebracht werden können.

Obgleich unter den Mansarde-Dächern auf eine viel leichtere und bequemere Weise Zimmer herzustellen sind, als dieses bei anderen Dächern der Fall ist, so ist doch auch nicht zu verkennen, daß die Mansarde-Dächer einmal einen sehr bedeutenden Holzaufwand erfordern, wofür man schon nothdürftig eine in Mauerwerk aufgeführte Etage erhalten kann; anderntheils sind aber auch bei Herstellung von Zimmern viele Dachfenster erforderlich, die, selbst bei der vorsichtigsten Ausführung, in der Folge zu Regenlöchern werden und vielfache Reparaturen nach sich ziehen, welche aber bei einer in Mauerwerk aufgeführten Etage ganz und gar vermieden werden. Es ist daher weit vortheilhafter, wenn auch anfänglich mit etwas größerem Kostenaufwande verbunden, anstatt eines Mansarde-Daches noch ein niedriges Stockwerk in Mauern aufzuführen und darüber ein gewöhnliches gerades Dach aufstellen zu lassen.

§ 31.

Von den Feltendächern.

169 A Denkt man sich über einem Balken *a, a* Fig. 169 A zwei Sparren *b, b* zu einem gewöhnlichen Satteldache aufgerichtet und diese Sparren entweder durch die beiden Dachstützen *c, c*, oder, wie in 169 B Fig. 169 B dargestellt ist, durch einen Kehlbalcken verbunden, und diesen durch einen doppelten stehenden Stuhl unterstützt, so entsteht ein einfaches Dachgerüst. Denkt man sich nun ferner ein ganz

gleiches Dachgerüst in einer Entfernung von 9 bis 10 Fuß von dem ersteren, so hat man zwei Hauptbinder, zwischen welchen die Leergebinde fehlen. Um diese Leergebinde nun zu ersetzen, liegen über den Hauptbindern, und zwar unmittelbar auf den Hauptsparren *b, b*, die sogenannten Fetten *f, f* wie Rähmen nach der Länge des Daches. Damit diese Fetten nicht heruntergleiten können, werden sie nicht allein auf die Hauptsparren verkämmt, sondern auch durch Knaggen *g, g* unterstützt, die auf die Sparren mit hinreichend großen eisernen Nägeln dicht unter jeder Fette festgenagelt werden. Ueber diesen Fetten liegen dann endlich die oberen Sparren oder Fettensparren *k, k*, welche wieder auf die horizontal liegenden Fetten verkämmt werden.

Diese Dächer unterscheiden sich von den bisher beschriebenen Dächern dadurch, daß sie nur Hauptgebinde haben, welche in größeren Entfernungen sich wiederholen, und die Zwischengebinde ganz fehlen, welche durch die horizontal liegenden Fetten ersetzt werden, über welche dann die Fettensparren verkämmt sind, s. Fig. 179 A, B.

Was die Entfernung der Hauptgebinde von einander betrifft, so hängt diese zunächst hauptsächlich von der Wahl des zu verwendenden Deckungsmaterials ab; alsdann aber auch in einem hohen Grade von der Stärke der zu verwendenden Fetten. Man nimmt die Stärke der Fetten gewöhnlich zu 6 und 7 Zoll an, und bei dieser Stärke kann man die Hauptgebinde, und zwar bei Ziegeldächern 12 bis 13 Fuß, bei Asphalt- und Metaldächern bis zu 15 Fuß, und bei Stroh- und Rohrdächern bis zu 17 Fuß von Mitte zu Mitte aus einander legen.

Da bei diesen Dächern, wie schon oben erwähnt, gar keine Leergebinde vorkommen, und in Folge dessen auch keine Zwischenbalken erforderlich sind, in welche die Leergebinde eingesetzt werden, so geht daraus hervor, daß nur bei einem jedesmaligen Hauptgebinde ein durchgehender Balken erforderlich ist, vorausgesetzt, daß der zu überdachende Raum keiner geschlossenen Decke bedarf, wie dieses z. B. in Reitbahnen, Scheunen und dergl. Gebäuden mehr, der Fall ist. Aber auch selbst dann, wenn das Gebäude eine geschlossene Decke erhalten soll, kann man, da die Hauptbalken durchgehen müssen, die erforderlichen Zwischenbalken aus kürzeren Hölzern bestehen lassen, die durch, an die Hauptbalken angehängte Träger unterstützt werden; oder man kann die zur Herstellung der Decke erforderlichen Hölzer, zumal wenn der Raum im Dache nicht als Bodenraum benutzt werden soll, sondern das Balkengerippe nur zur Befestigung der Decke dient, aus Halbholz, oder überhaupt aus schwächeren Hölzern herstellen, und dieselben dann nach der Länge des Daches von einem Hauptbalken zum andern reichen lassen, so daß sie ihre unmittelbare Unterstützung durch die Hauptbalken selbst erhalten. Man hat in diesem Falle nur darauf zu sehen, daß die Hauptbalken so befestigt werden, entweder durch aufgestellte Ständer (Säulen) von unten her, oder, wenn der untere Raum ganz frei bleiben soll, durch Hängewerk im Dache selbst, daß sie unter der Deckenlast nicht durchbiegen. Auch schon deshalb kann man zu den Zwischenbalken schwächeres Holz anwenden, wenn nicht durch andere Umstände das Gegentheil bedingt wird, als namentlich, wenn der Boden belastet werden soll, weil sie einmal gar keinen Sparrenschub auszuhalten haben, und überhaupt keinen Hauptbestandtheil der Dachconstruction ausmachen, und somit zu deren Festigkeit nichts weiter beitragen, sondern im Gegentheil von derselben noch in ihrer Lage erhalten werden müssen. Daß daher unter Umständen die Fettendächer bedeutend billiger hergestellt werden können, als andere gewöhnliche Dächer, liegt klar auf der Hand, und ist dieses noch um so mehr der Fall, wenn man berücksichtigt, daß zu den Fettendächern verhältnismäßig nur wenig starkes Holz, und zwar nicht anders, als zu den Hauptgebinden, erforderlich ist. Wo überhaupt im Innern ein großer freier und offener Raum gebildet werden soll, der keiner geschlossenen Decke bedarf, wie bei Reitbahnen, Exercirhäusern, Schaubühnen und ähnlichen Gebäuden, sind diese Fettendächer immer vorzuziehen. Ebenso ist auch bei Dächern mit Hängewerken diese Constructionsort mit Vortheil anzuwenden, weil solche Dachgerüste sich ungleich leichter und bequemer mit Fettendächern, als mit jeder anderen Art Dächer verbinden lassen, wie weiter unten noch näher gezeigt werden wird.

Was die Construction der Fettendächer betrifft, so ist darüber Folgendes zu bemerken. Wenn der Hauptbalken *a* Fig. 170 eines Binders zugerichtet ist, so werden die Hauptsparren *b* mit starken Zapfen in denselben eingesetzt. Da aber die einzelnen Sparren vermöge der gewählten Construction immer einen bedeutend größeren Schub auf ihre unteren Stützpunkte ausüben, und überhaupt auch diese Hauptsparren den größten Theil des Daches unmittelbar zu tragen haben, welcher sich dagegen

bei den anderen, gewöhnlichen Dächern mit auf die dazwischen gestellten Leergebinde vertheilt, so müssen die Zapfenlöcher in den Hauptbalken, in welche die Sparren zu stehen kommen, nicht allein um so mehr vom äußersten Ende desselben entfernt liegen, sondern es müssen außerdem auch die Sparren mit Versagungen in die Balken eingesetzt werden, damit die Zapfen der Sparren nicht allein den bedeutenden Schub auszuhalten haben.

Am oberen Ende werden die Hauptsparren mit einander überblattet und verbohrt, wie in Fig. 170 A dargestellt ist, und ragen dieselben zu beiden Seiten nach Oben so viel hervor, daß die oberste Fette ein sicheres Lager zwischen beiden Sparren erhält. Die Fette wird dann nach dem Firstwinkel des Daches bearbeitet und diagonal hineingelegt. Damit sie aber der Länge nach nicht über die Binder verschoben werden kann, wird sie etwa einen Zoll tief über die sich kreuzenden Hauptsparren überschritten, so daß sie demnach ganz fest ruht und auf diese Weise gleichzeitig einigermaßen den Längenverband des Daches an der Spitze der Hauptsparren bildet.

Häufig werden aber auch die Hauptsparren mit einem gewöhnlichen Schlißzapfen an ihrem oberen Ende verbunden, und dann die Fetten auf beiden Seiten des Daches gelegt, wie in Fig. 170 B angedeutet ist. Hierdurch wird zwar eine Fette nach der ganzen Länge des Daches mehr erforderlich; allein in manchen Fällen ist dieses dennoch der in Fig. 170 A dargestellten Verbindung vorzuziehen. Denn ist der Winkel an der Spitze des Daches (der Firstwinkel) größer als 90 Grad, also ein stumpfer Winkel, so ist, da die Fette eine genügende Stärke erhalten muß, die Form ihres Querschnittes sich aber hier nach der Richtung des Daches und nach dem Winkel, welchen die beiden Sparren mit einander bilden, richtet, schon immer ein bedeutend stärkeres Holz erforderlich, um eine regelrechte Fette daraus herstellen zu können, wobei dann gewöhnlich viel Holz in die Spähne gehauen werden würde. Es ist daher in solchen Fällen immer vortheilhafter, auf beiden Seiten des Daches, zunächst des Firstes, Fetten zu legen, wozu alsdann jedenfalls bedeutend schwächeres Holz verwendet werden kann, welches immer weit leichter zu erhalten ist als schwereres, während nach Verhältniß ersteres auch weit billiger ist als letzteres. Diese obersten, so wie auch die übrigen Fetten werden dann, wie bereits angeführt wurde, auf die Hauptsparren verkrännt und außerdem noch durch Knaggen, die auf die Hauptsparren festgenagelt sind, unterstützt, und somit am Heruntergleiten verhindert. Es bilden nun diese Fetten zwar eine Längenverbindung des Daches, jedoch nicht in der Art, daß dadurch jede Einwirkung nach der Längenrichtung des Daches unschädlich gemacht würde, und es sind daher zur Erreichung dieses Zweckes noch weitere Vorkehrungen erforderlich, von denen unten die Rede sein wird.

In Bezug auf die unterste Fette ist noch zu bemerken, daß man dieselbe nicht höher an den Hauptsparren hinauflegt, als höchstens 2 Fuß von der Oberkante des Dachbalkens entfernt, so daß die unter der letzten Fette auf den Hauptsparren zu befestigende Knagge noch eben Platz genug hat, wie in Fig. 170 ersichtlich ist, wo c die unterste Fette und d die stützende, auf den Hauptsparren festgenagelte Knagge bezeichnet. Legte man diese unterste Fette noch höher hinauf, so würden die über sie hinweg ragenden, nach unten gehenden Fettensparren zu weit frei ohne Unterstützung zu liegen kommen, und durch die Last der Bedeckung, welche sie zu tragen erhalten, leicht einbiegen können.

Die oberen oder sogenannten Fettensparren werden quer so über die Fetten gelegt, daß jeder derselben einen Zoll tief mit jeder Fette überschritten ist. Damit aber diese Fettensparren dennoch nicht ausgehoben werden können, so werden sie immer an der Stelle, wo sie eine Fette überkreuzen, mit derselben verbohrt und vernagelt. Am oberen Ende werden die Fettensparren mit einem Schlißzapfen zusammengefügt und verbohrt.

Da die Fetten ununterbrochen nach der ganzen Länge des Daches fortlaufen, so ist es selbstredend, daß die Eintheilung der oberen oder Fettensparren durchaus unabhängig von der Eintheilung der Hauptsparren ist, so wie ferner es auch durchaus nicht erforderlich ist, daß über einem Hauptsparren jedesmal ein Fettensparren liege. Die Entfernung der Fettensparren von einander ist abhängig von der Stärke der Verschalungslatten und der darauf zu hängenden Bedeckung, und gilt also in dieser Beziehung das in § 27 über die Entfernung der Sparren Gesagte auch hier.

Ist die Länge des Gebäudes zu bedeutend, als daß die Fetten jedesmal aus einem Stück bestehen könnten, und müssen dieselben daher aus mehreren Stücken zusammengesetzt werden, so geschieht

dieses wie bei den Rähmen der stehenden Dachstühle, und zwar mit dem einfachen Hakenfamm. Das Zusammenstoßen muß aber immer auf einem Hauptsparren erfolgen, und werden die zusammenge-
stoßenen Fetten mittelst eiserner Klammern oder aufgenagelter eiserner Schienen fest mit einander ver-
bunden. Es versteht sich hierbei aber wieder von selbst, daß die Stöße der verschiedenen Fetten nicht
alle auf einen und denselben Hauptsparren treffen dürfen, sondern abwechselnd angeordnet werden
müssen, weil sonst die Fettensparren in der Nähe dieser Stöße sich leicht senken würden, und über-
haupt auch der Verband der ganzen Construction erheblich leiden könnte. Es ist daher ein Ver-
wecheln der Stöße auf die verschiedenen Hauptsparren ein Haupterforderniß zur Erlangung einer
dauerhaften Construction.

Da ferner, obgleich auch die auf die Hauptsparren gekämmten Fetten schon in gewisser Be-
ziehung eine Längenverbindung hervorbringen, diese Verbindung doch keineswegs der Art ist, daß
sie den Wirkungen von Windstößen, die mehr nach der Längsrichtung des Daches auf dasselbe
treffen, solchen Widerstand entgegensetzen kann, daß das Dach nicht in Schwankungen geräth, wobei
die Zapfen der Hauptsparren sehr bedeutend leiden würden und im schlimmsten Falle in den Zapfen-
löchern gar abbrechen könnten, so ist es immer sehr zweckmäßig und in manchen Fällen sogar noth-
wendig, daß man auch hier Schwerter unterhalb der Hauptsparren anbringt, welche bei den Giebel-
sparren oberhalb anfangen, und abwechselnd hinauf und herunter gehen. Besser aber ist es noch,
wenn man die Hauptsparren durch Kreuzstreben mit einander verbindet. Diese Kreuzstreben werden,
wo sie sich treffen, mit einander überschneiden und an ihren Enden mit Zapfen in die Hauptsparren
eingesetzt; ferner werden dieselben dann auch noch mittelst eiserner Schraubenbolzen an die Fetten be-
festigt. Hierdurch erhält man eine Construction, bei welcher jeder Längenschub fast unmöglich ge-
macht wird. Zu diesen Streben verwendet man 4- und 6zölliges Holz, welche Stärke vollkommen
genügend ist, da die Streben an mehreren Stellen mit den Fetten verbolzt werden und dadurch auch
eine vollständig genügende Steifigkeit erhalten.

In den Figuren 179, 179 A und B ist ein Fettendach im Quer- und Längendurchschnitt und 179
im Grundriß dargestellt. Es ist hier ein doppelter stehender Dachstuhl zur Unterstützung der Kehl- 179 ^A/_B
balken der Hauptsparren angeordnet. Um hier einen Längenverband zu erhalten, sind die beiden
Dachstuhlwände vollständig mit Rähmen und Kopfbändern versehen, wodurch, da die einzelnen Fetten
auf die Hauptsparren verkämmt werden, eine weitere Anordnung zur Sicherung des Längenverbandes
überflüssig wird. Man kann übrigens hier auch die Rähmen des doppelten stehenden Stuhles ganz
weglassen, und ist es genügend, da die Kehlbalken unterstützt werden müssen, daß man einfache Stiele
darunter stellt, die sowohl in den Hauptbalken, als auch in den Kehlbalken mit Zapfen eingesetzt
werden. Es ist aber dann, um einen Längenverband zu erhalten und ein Verschieben nach der Länge
zu verhindern, die Anordnung der Schwerter oder Kreuzstreben durchaus erforderlich. Wählt man
hierzu die Kreuzverstreben, so wird dadurch jedenfalls die Construction mehr vertheuert, als wenn
man sich einfach des doppelten stehenden Stuhles bediente, indem zu ersteren bedeutend mehr Holz
erforderlich ist, als zu letzterem. Allein hierbei kommt in Frage, ob ein unter einem Fettendache an-
geordneter Dachboden zur Lagerung von Stückgütern oder Rauchfutter dienen soll. Ist das Erstere
der Fall, so ist jedenfalls wegen der größeren Billigkeit die Anordnung eines doppelten stehenden
Stuhles vorzuziehen; dagegen wenn das Letztere der Fall ist, und der Boden zur Aufbewahrung von
Heu und Stroh dienen soll, so möchte die Anordnung der unmittelbaren Verstreben des Daches
vorzuziehen sein, weil dann die Stuhlrähmen sehr hinderlich sind und das Heu oder Stroh,
bis unter den First aufgepackt, sich zu sehr auf diese Stuhlrähmen hängen und dadurch ein weiteres
Zusammensenken verhindern würde, was zwar dem Futter keinen Nachtheil verursacht, aber für die Con-
struction, namentlich wenn die Hauptgebände sehr bedeutend von einander entfernt sind und die Stuhl-
rähmen, weil sie keine weitere Last des Daches zu tragen haben, zu schwach angeordnet sein sollten,
jedemfalls von erheblichem Nachtheil werden könnte.

In den Figuren 180 und 180 A ist ebenfalls ein Dachverband über einem hohlen Raum ohne 180
abgeschlossene Balkendecke angegeben, ohne ein Fettendach zu sein. Aus der Vergleichung beider Dach- 180 A
constructions ergibt sich sehr bald, daß bei dieser letzteren immer ein größerer Aufwand von starkem
Holze erforderlich ist, als bei dem Fettendache. Es ist aber nicht zu verkennen, daß auch gleichzeitig
bei diesem Dache der Vortheil stattfindet, über dem Kehlbalken einen vollständig abgeschlossenen Boden

auf eine sehr leichte Weise erhalten zu können, der nicht allein sehr zweckmäßig, sondern in manchen Fällen auch sogar nothwendig sein kann, je nachdem das Gebäude benutzt werden soll. Es ist nun zwar gewiß, daß die Fettendächer weniger starkes Holz erfordern, als die übrigen hohen Dächer; damit kann aber noch keineswegs als ausgemacht betrachtet werden, daß nunmehr auch diese Dächer sich vorzugsweise für alle Gebäude eignen, denn zu hohen Dächern, in denen mehre Böden über einander angeordnet werden sollen, würden sie weniger passend sein. Es ist daher vorab immer zu ermitteln, ob es der Einrichtung und der besonderen Benutzung des Gebäudes angemessener ist, ein Fettendach darüber zu errichten, oder zu einem anderen Dache seine Zuflucht zu nehmen.

169 A—C In den Figuren 169 A, B, C sind noch einige andere Beispiele von Fettendächern angegeben. Das in Fig. 169 C dargestellte Fettendach ist mit einem liegenden Dachstuhl verbunden. Es wird hierbei durch die Anordnung des liegenden Dachstuhls zwar ein vollständiger Längenverband des Daches erhalten, es ist aber auch sehr leicht einzusehen, daß diese Verbindung einen sehr bedeutenden Aufwand an Holz erforderlich macht, ohne daß dadurch die Construction an und für sich verhältnißmäßig solider und sicherer wird, als man dieselbe auf oben angegebene, viel einfachere Weise erhält. Es wird überhaupt durch die Anordnung eines liegenden Stuhls der Sparrenschub weder aufgehoben, noch verringert, so daß also der einzige Vortheil, den man durch diese Anordnung erreicht, nur in einem gehörigen Längenverbande besteht, welcher aber, wie schon erwähnt, auf eine einfachere Weise eben so fest und sicher erhalten werden kann, wenn man nämlich den doppelten oder dreifachen stehenden Stuhl, oder die oben angeführten Kreuzstreben zur Anwendung bringt.

Soll ein Fettendach unter einem sehr flachen Neigungswinkel construirt werden, so ist es besser, da in diesem Falle die Versäzungen der Hauptsparren leicht zu flach werden können, daß man dieselben doppelt macht, so daß also jeder Sparren eine doppelte Versäzung erhält. Da aber dennoch die Zapfen der Hauptsparren vermöge des Schubs leicht aus den bezüglichen Zapfenlöchern gehoben werden können, so zieht man in solchem Falle am unteren Ende des Sparrens durch diesen und den zugehörigen Balken einen starken eisernen Schraubenbolzen. Statt eines solchen Schraubenbolzens wendet man auch, und zwar mit größerem Vortheil, ein eisernes Zugband an, welches sowohl den Sparren, als auch den Balken umfaßt und alsdann gehörig festgeschraubt werden kann. Ein solches Zugband ist einem Schraubenbolzen immer vorzuziehen, indem durch die Anordnung des ersteren der Zapfen am Sparren, so wie auch dessen Versäzung, durchaus nicht leiden. Diese Zugbänder erhalten ganz dieselbe Anordnung, wie bei den Hängewerken beschrieben und in Fig. 136 näher angedeutet ist.

In denjenigen Fällen aber, wo die Fettendächer zu flach ausfallen würden, bedient man sich mit weit größerem Vortheil der gewöhnlichen flachen Dächer, die im folgenden § näher beschrieben werden.

§ 32.

Von den flachen Dächern.

Die flachen Dächer werden unter jedem Neigungswinkel ausgeführt, und unterscheiden sich dieselben hauptsächlich dadurch von den gewöhnlichen steileren Dächern, daß die Sparren nicht mit Zapfen in die Balken eingesetzt, sondern auf Fetten oder Rähmen aufgeklauet oder aufgekämmt werden, weshalb man sie, streng genommen, auch zu den Fettendächern zählen könnte.

Das flache Dach kann entweder unmittelbar auf dem Hauptgebälk liegen, in welchem Falle aber kein Bodenraum entsteht; oder aber es kann ein Dachboden erforderlich oder bedingt werden, wie es in den meisten Fällen stattfindet, wobei dann die Sparren nicht unmittelbar auf den Balken oder den darüber gekämmteten Fetten ruhen, sondern von besonderen Holzwänden unterstügt werden. Bei dieser Anordnung kann selbst die Construction dennoch sehr einfach hergestellt werden.

171.172 In den Figuren 171 und 172 sind zwei Fälle angegeben, wo das flache Dach unmittelbar auf dem Hauptgebälke liegt. Es sind hier a die Dachbalken, über welche quer nach der Länge des Gebäudes die Fetten b, b gelegt und darauf verkämmt werden. Auf diese Fetten b, b werden alsdann die Sparren c, c ebenfalls verkämmt und, damit sie nicht abgehoben werden können, auf dieselben

festgenagelt. Da zu den Sparren nur schwaches, meistens nur 5- und 6zölliges Holz verwendet wird, und dieselben eine beinahe wagerechte Lage erhalten, so darf man die Fetten (Rahmen) *b, b* nicht weiter von einander entfernt legen, als bis zu der Weite, in welcher die Sparren, ohne durchzubiegen, sich mit ihrer Last noch völlig frei tragen können. Es darf daher die Entfernung der Fetten von Mitte zu Mitte nicht mehr als höchstens 9 bis 10 Fuß betragen, oder es muß schon stärkeres Holz zu den Sparren verwendet werden.

Um das zum Abfluß des Wassers erforderliche Gefälle des Daches herzustellen, wird die über der Mitte des Balkens liegende Fette die höchste; dagegen werden die an den Enden der Balken liegenden Fetten die niedrigsten. Erhält das Dach ein stärkeres Gefälle, so werden unter die mittlere Fette kurze Trempel gestellt, welche sowohl in den Balken, als auch in die Fette mit Zapfen eingesetzt werden. Die Sparren werden im First mit einander verblattet und verbohrt. Daß bei einem solchen Dache, wo das Gefälle sehr gering ist und höchstens nur 5 bis 6 Fuß betragen mag, der Sturm weder ein Verschieben des Daches nach der Länge, noch nach der Breite verursachen kann, ist leicht einzusehen, indem die Höhe des Daches zu gering ist und daher die Dachflächen dem Sturm keine Angriffsflächen darbieten, zumal die Richtung des Sturmes auch fast wagerecht läuft und mit dem Horizont selten einen größeren Winkel als 5 Grad bildet.

Da nun in den meisten Fällen der unmittelbar unter dem Dache befindliche Raum zu Bodenraum eingerichtet wird, so wählt man, um die durchliegenden Balken zu vermeiden, wodurch jedenfalls sehr erheblich an Kosten gespart wird, andere Constructions, die aber wieder sehr mannichfaltig sein können und von denen in Folgendem einige näher beschrieben werden sollen.

Auf dem Dachbalken *a*, Fig. 173, werden die stehenden Dachstühle *b, b* mit ihren Rahmen *c, c* 173 aufgestellt; auf diese Rahmen kommen dann die Kehlbalcken zu liegen, die auf jene verkämmt werden. Die Kehlbalcken werden mit den Sparren verblattet, indem ein Zapfen hier gar zu schräg werden würde. Die Sparren selbst werden im First ebenfalls zusammengeblattet und verbohrt. Auf die Seitenmauern werden die Rahmen, oder eigentlich Mauerlatten *f, f* gelegt und darauf die Sparren mit ihren unteren Enden aufgeklauet. Um ein Verschieben des Daches nach der Länge hin zu verhindern, werden in die Ständer und Rahmen der Stuhlwände nach der Richtung derselben die üblichen Kopfbänder eingesetzt. Um aber ferner auch ein Verschieben nach der Quere zu verhindern, worauf hier nothwendig auch etwas Rücksicht genommen werden muß, bringt man die Kopf- oder Winkelbänder *g, g* an, die in die Ständer der Stuhlwand und in den jedesmal über einem Ständer liegenden Kehlbalcken eingesetzt werden. Man kann auch, um einen Verband nach der Quere zu erhalten, die in Fig. 175 ange deutete Construction anwenden. Dieselbe besteht darin, daß man 175 die Bänder *m, m* anbringt, welche mit dem Balken und Kehlbalcken verblattet und mit den Ständern überschritten werden; sie werden dann mit diesen verschiedenen Hölzern entweder verbohrt, oder durch große eiserne Nägel daran befestigt.

Eine andere, denselben Zweck erzielende Construction, ist in Fig. 174 dargestellt, und besteht diese 174 darin, daß zur Herstellung eines vollständigen Querverbandes in jedem Hauptgebände die Bänder *h, h* angeordnet sind. Diese Bänder werden sowohl in die Sparren, als auch in die Hauptbalken, mit Zapfen und Verfassung eingesetzt und mit den Sparren verbohrt, um ein möglicherweise stattfindendes Herausfallen der Bänder aus den Sparren zu verhindern.

Bei den in den Figuren 176 und 177 dargestellten Dachverbindungen sind die eben erwähnten 176.177 Querverbindungen nicht angebracht, sondern es sind daselbst an der inneren Seite der äußeren Seitenmauern, und zwar unmittelbar daran, die Stuhlwände *n, n* besonders angeordnet, auf deren Rahmen die Sparren aufgeklauet werden. Die in den Figuren 173, 174 und 175 dargestellten Dachverbindungen verdienen aber jedenfalls vor diesen den Vorzug; denn wenn gleich der Sturm keinen großen Einfluß auf diese flachen Dächer ausüben kann, so wirken doch sämtliche Sparren vermöge ihrer schrägen Lage auf ein Verschieben der Stuhlwände, resp. der äußeren Seitenmauern, welchem Verschieben dagegen in den oben angeführten Fällen durch die Anordnung der Kehlbalcken und Bänder entgegengewirkt, und somit die Tendenz zum Verschieben dadurch aufgehoben wird.

In Fig. 178 ist ein anderer Fall dargestellt. Hier wird das Dach in seiner Mitte durch eine 178 Stuhlwand unterstützt. Zunächst hinter den Seitenmauern sind die Stuhlwände *n, n* angeordnet, auf deren Rahmen die Sparren aufgeklauet oder verkämmt werden. Damit aber die Sparren wegen ihrer

größeren Länge sich nicht durchbiegen können, und damit hier ein vollständiger Querverband hergestellt werde, so sind in jedem Sparrengebände die Bänder *p, p* angeordnet, welche sowohl in die Sparren, als auch in die Balken, mit Versatzungen und Zapfen eingesetzt sind. Daß die Stuhlwände auch hier auf die übliche Weise der Länge nach mit Winkelbändern versehen sein müssen, versteht sich von selbst. Ebenso ist es auch selbstredend, daß in sämtlichen hierauf bezüglichen Zeichnungen die Hauptbalken in ihrer Mitte als hinreichend und fest unterstützt anzunehmen und anzusehen sind, indem sonst dieselben ohne solche Unterstützungen zum großen Nachtheil der Dachverbindungen jedenfalls sich durchbiegen würden.

Was den Kehlbalken bei diesen flachen Dächern betrifft, so wird er wegen des sehr langen Zapfens, welchen er erhalten müßte, wenn er in den Sparren verzapft werden sollte, nicht so hergerichtet, wie es bei den steileren Dächern der Fall ist, sondern er wird, wie auch schon erwähnt wurde, mit den Sparren überblattet und durch starke eiserne Nägel an dieselben befestigt. Da aber bei der sehr flachen Lage der Sparren auch die gewöhnliche Verbindung derselben an ihrem oberen Ende durch Schlißzapfen sehr unbequem werden würde, so überblattet man dieselben ebenfalls mit einander und vernagelt sie dann; oder man stößt auch die Sparren oben stumpf gegen einander, und damit sie nicht von einander getrennt werden können, nagelt man, wie in den Figuren 171 und 172 angedeutet ist, auf jeder Seite derselben ein Brettstück, welches nicht leicht spaltet, mit eisernen Nägeln fest. Diese Anordnung steht jedoch der Ueberblattung nach, indem durch diese letztere die Sparren besser mit einander verbunden werden und sich gleichzeitig auch gegenseitig besser stützen, was namentlich sehr in Betracht kommt, wenn in der Mitte keine Fette liegt, worauf die Sparren ruhen.

Es leuchtet von selbst ein, daß diese Dächer in Hinsicht ihrer Construction, ganz abgesehen von der erforderlichen Bedeckung, sehr einfache sind und außerdem den großen Vortheil haben, daß der Boden unter einem flachen Dache weit mehr Raum darbietet, als dieses bei den oben beschriebenen Satteldächern der Fall ist. Ferner ist auch der dadurch erhaltene Bodenraum weit bequemer und besser zu erhellen, indem man die zur Erhellung dienenden Fenster in den Ringmauern des Bodens anbringen kann.

181 In Fig. 181 ist die Construction eines flachen Daches über einem Schuppen dargestellt. Es sind hier *a, a* Ständer, worauf die Fetten oder Rähmen *b, b* aufgezapft, und in welche die Winkelbänder *c, c* eingesetzt sind, um ein Verschieben nach der Länge zu verhindern. Um eine Verbindung nach der Quere herzustellen, sind die Riegel *d, d, d* in die Ständer eingezapft. Da aber trotz dieser Anordnung die Verbindung nach dieser Richtung hin sich würde verschieben können, so sind, um dieses vollständig zu verhindern, die Bänder *e, e* angebracht. Die Sparren *f, f* sind auf die Rähmen *b, b* verkämmt und an ihrem oberen Ende mit einander verblattet. *g, g* sind die äußeren Mauern, welche hier keine bedeutende Stärke erhielten, weil weder ein Druck, noch irgend eine Last von Seiten der Dachconstruction darauf wirkte, und sie nur dazu dienten, von den Seiten her das Gebäude zu dichten.

Auch bei dieser Construction ist der Holzaufwand keineswegs bedeutend, sondern immer nur gering zu nennen, indem, wenn eine Balkenlage hätte angeordnet werden sollen, die jetzt vorhandenen inneren Wände doch auch hätten hergestellt werden müssen.

Diese bis jetzt angeführten Constructionen genügen vollständig, um die Art und Weise der Anordnungen flacher Dächer zu zeigen. Uebrigens werden wir bei späteren Beispielen noch zu sehen bekommen, daß die flachen Dächer mit großem Vortheil auch über complicirtere Constructionen sich herstellen und damit zweckmäßig vereinigen lassen.

§ 33.

Von den Dächern mit erhöhten Frontmauern.

Wenn gleich, streng genommen, die im vorigen § beschriebenen Dächer zum größten Theil auch zu dieser Art von Dächern mit erhöhten Frontmauern gerechnet werden können, so ist es doch erforderlich, daß man die in Folgendem näher zu beschreibenden Dächer für sich abhandelt, indem sie wegen der steileren Dachflächen und der daraus jedenfalls erfolgenden größeren Einwirkung des

Sturmes auf dieselben, so wie auch wegen des bei diesen Dächern stattfindenden bedeutenden Sparrenschubs, eine weit zusammengefügtere Construction erfordern, als die flachen Dächer, bei welchen letzteren sowohl der Sparrenschub, als auch die Einwirkungen des Sturmes im Ganzen sehr unbedeutend sind und daher auch nur sehr einfache Constructionen erforderlich machen.

Ein Dach mit erhöhten Frontmauern, wovon nun in diesem § die Rede sein soll, wird größtentheils durch die äußeren Architekturverhältnisse im Vergleich zu den inneren Höhenverhältnissen bedingt, und wird erforderlich, wenn die ersteren größer und höher sind, als die letzteren. Ferner aber wendet man diese Dächer auch mehrfach aus dem Grunde an, um einen höheren Bodenraum zu gewinnen. Aus diesem geht nun im Allgemeinen schon hervor, daß die eigentliche Dachbalkenlage so angeordnet wird, daß die Sparren nicht in die Balken eingesetzt werden, wie dieses bei den gewöhnlichen steilen Dächern der Fall ist, sondern es setzen sich die Sparren erst in einer gewissen Entfernung von der Balkenlage auf die äußeren Mauern, so daß also hier auf die Unterstützung der Sparren besondere Rücksicht genommen werden muß.

Wir wollen nun zur näheren Beschreibung der Constructionen solcher Dächer übergehen. Diese können, wie aus den hier mitgetheilten Beispielen schon ersichtlich, in sehr verschiedener Weise ausgeführt werden.

In den Figuren 182 und 183 ist die Anordnung eines steilen Daches mit erhöhten Front- 182.183
mauern, oder eines sogenannten Stelzendaches im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt, und ist daraus ersichtlich, daß, wie auch schon angedeutet, die Dachsparren nicht, wie es bei den übrigen steilen Dächern der Fall ist, in den Dachbalken stehen. Auf dem Dachbalken a, a stehen die schrägen Stiele b, b, welche mit Zapfen in den Balken eingesetzt sind; auf diesen Stielen liegen die Rähmen c, c; diese Rähmen sind auf die Stiele verzapft und mit denselben verbohrt. Auf diesen Rähmen liegen die Kehlbalcken d, und sind diese auf die Rähmen verkämmt. Um einen Verband nach der Länge des Daches herzustellen, werden die Winkelbänder f, f in die schrägen Stiele und in den Rähmen c eingesetzt und verbohrt. Um ferner den Verband nach der Quere des Daches herzustellen, sind die Bänder k, k angeordnet, welche in die Stiele und in den jedesmal darüber liegenden Kehlbalcken mit Verzäunungen eingezapft und alsdann verbohrt werden. Bei der Anordnung dieser letzteren Bänder ist jedoch darauf zu sehen, daß die zu denselben gehörigen Zapfenlöcher in den schrägen Stielen nicht mit denen der Bänder f, f an einer Stelle zusammentreffen, indem dadurch die Stiele zu sehr geschwächt werden würden, was namentlich aber bei dieser Construction von größtem Nachtheil werden könnte. In die Sparren g, g greift der Kehlbalcken mittelst gewöhnlicher verbohnter Zapfen ein. Unterhalb werden die Sparren in die Stiche h, h mit Zapfen eingesetzt. Die Stiche in den Hauptgebänden werden mit ihrem einen Ende in die zugehörigen schrägen Stiele eingesetzt, mit ihrem anderen Ende dagegen ruhen sie auf der erhöhten Frontmauer. Damit aber auch die Leergebinde in ähnliche Stiche eingesetzt werden können, legt man von einem Hauptgebände zum anderen, auf jeder Seite des Daches, die Wechsel l, l, welche in die erwähnten Stiche h, h der Hauptgebände mit Brustzapfen eingesetzt werden. In diese Wechsel werden dann die zu den Leergebinden erforderlichen Stiche eingezapft. Um ein Ausweichen dieser Stiche zu verhindern, werden die Stiche in den Hauptgebänden mit den schrägen Stielen durch, um diese letzteren gelegte eiserne Bänder, fest verbunden. Die Stiche in den Leergebinden werden mit den bezüglichen Wechseln l durch eiserne Spizklammern, oder durch übergrenagelte eiserne Schienen, fest verbunden. Diese Stiche dienen noch ferner dazu, das hölzerne Dachgesimse daran befestigen zu können.

Um einen solchen Dachverband möglichst einfach herzustellen, hat man die in den Figuren 184 184
und 185 dargestellte Construction vorgeschlagen, wo anstatt der schrägen Stuhlwände, wie im vorigen 185
Beispiele angegeben wurde, ein doppelter stehender Stuhl angewendet wird. Um hierbei die Stichbalken, in welche die Sparren eingesetzt werden, überflüssig zu machen, sind an beiden Seiten des Gebäudes dicht hinter den erhöhten Frontmauern niedrige, senkrechte Stuhl- oder Fachwände angeordnet, auf deren Rähmen die Sparren aufgeklauet werden. Allein es geht schon aus der Zeichnung hervor, daß diese Construction dem Sturm von der Seite her im Ganzen nur sehr geringen Widerstand leistet und leicht von demselben nach der Seite hin verschoben werden kann, es wäre denn, daß die Mauern eine solche Stärke erhielten, daß sie dem Seitenschube der Sparren im vollständigsten Uebermaße Widerstand leisten könnten. Dieses ist aber selten oder fast nie der Fall, und

am wenigsten bei höheren Gebäuden. Um daher ein Verschieben nach der Seite hin zu verhindern, 186 oder doch um einen besseren Querverband zu erlangen, ordnet man, wie in Fig. 186 näher angedeutet ist, die Kopfbänder *r, r* an, welche in jede Stuhlsäule und in den unmittelbar darüber befindlichen Kehlbalken mit Versagungen eingezapft und mit diesem verbahrt werden. Jedoch ist, wie weiter unten noch näher gezeigt werden wird, die Anordnung dieser Kopfbänder noch keineswegs genügend, das Dach vollkommen gegen die Einwirkungen des Sturmes von der Seite her zu schützen, weil die dadurch hervorgebrachten Dreiecksverbindungen zu klein sind, und überhaupt auch dadurch noch keineswegs die unmittelbare Wirkung des Daches auf die Seitenmauern des Gebäudes aufgehoben wird, sondern jede entstehende Seitenbewegung des Daches unmittelbar auf die Mauern als Seitenschub wirken wird.

Daß solcher Seitenschub nicht unbedeutend ist, davon hat der Verfasser sich bei einer ähnlichen Dachconstruction zu überzeugen Gelegenheit gehabt. Bei dieser Construction fehlten die Fachwände an den Mauern; es waren aber dafür in jedem Hauptbinder schräge Bänder angeordnet, welche in den Hauptbalken und in den Kehlbalken eingezapft waren. In diese Bänder waren wieder horizontale Stiche eingesetzt, welche auf der erhöhten Frontmauer ruhten. Zwischen diese Stiche waren ferner Wechsel eingelegt, in welche wieder die Stiche zu den Leergebinden eingesetzt waren. Das Kehlgebälk war durch einen doppelten stehenden Stuhl unterstützt und waren die Rähmen derselben von den Enden der Kehlbalken etwa 5 Fuß entfernt. Bei einer näheren Untersuchung ergab sich, daß die sämtlichen Stiche in den schrägen Bändern der Hauptgebände ausgewichen waren, und betrug das Ausweichen zwischen $\frac{3}{4}$ bis $\frac{5}{4}$ Zoll. Dieses hätte jedenfalls in weit geringerem Grade stattgefunden, wenn auf die schrägen Bänder ein Rähmen verzapft und dadurch auch die Zwischengebände unterstützt worden wären.

187 In Fig. 187 ist eine andere Verbindung dargestellt, bei welcher im Inneren des Daches ebenfalls ein doppelter stehender Dachstuhl angeordnet ist, auf dessen Rähmen die Kehlbalken verkämmt werden. Unmittelbar hinter den Seitenmauern ist unter jedem einzelnen Sparren ein Trempel *d* angeordnet, welcher sowohl in den Dachbalken, als auch in den Sparren, und zwar in letzteren mit einer Versagung, eingezapft und verbahrt wird. Um den Seitenschub der Sparren aufzuheben, oder doch so weit zu vermindern, daß die nachtheilige Wirkung des Sparrenschubes auf die Seitenmauern möglichst gering werde, sind die doppelten Streben *s, s* angeordnet. Diese Streben werden über die Dachbalken geblattet und reichen fast bis zum unteren Kehlbalken an die Sparren hinauf, wo sie ebenfalls über die Sparren geblattet sind. Dieselben werden sowohl mit dem Dachbalken, als auch mit dem Sparren durch Schraubenbolzen verbunden. Da aber eine solche Anordnung bei jedem einzelnen Gebinde, sowohl bei den Hauptgebänden, als auch bei den Leergebinden, erforderlich ist, so läßt sich leicht erkennen, daß zu einer solchen Construction ein sehr bedeutender Holzaufwand erforderlich ist. Diese Anordnung ist in den Figuren 188 und 188 a nach einem vergrößerten Maßstabe 188 a dargestellt, und haben die bezüglichen Buchstaben hier dieselbe Bedeutung wie in Fig. 187.

Statt der Trempel *d, d* in der vorerwähnten Construction ordnet man auch, zumal wenn ein 189 hölzernes Dachgesimse hergestellt werden soll, die in Fig. 189 angedeuteten Stichbalken *d* an. Diese liegen mit ihren äußeren Enden auf den erhöhten Frontmauern; nach Innen sind sie mit den doppelten Streben *s* überschritten und verbolzt. Die Sparren stehen dann mit gewöhnlichen Zapfen in diesen kleinen Stichbalken *d*. Diese Construction ist der in Fig. 187 dargestellten jedenfalls vorzuziehen, weil hier, namentlich wenn die schrägen Streben hoch an den Dachsparren hinaufreichen, Dreiecksverbindungen hergestellt werden, durch welche der Sparrenschub vermindert und mehr auf den unteren Dachbalken fortgepflanzt wird, wodurch die erhöhte Mauer weniger Horizontalschub auszuhalten hat, dagegen einen stärkeren Verticaldruck erleidet. Allein wenn diese Construction auch eine größere Sicherheit gewährt, so ist dieselbe dennoch wegen des sehr bedeutenden Holzaufwandes immerhin zu vermeiden, da diese Dreiecksverbindungen sich bei jedem Sparrengebände wiederholen müssen.

Um bei dieser Construction eine Holzersparung eintreten zu lassen, hat man die Streben *s* aus einfachen Hölzern angeordnet, und diese dann, jedesmal nur im Hauptgebände, in den Sparren und in den Hauptbalken eingezapft. Desgleichen ist der Stichbalken *d* in diese schräge Strebe eingezapft, und alsdann sind von einem Hauptgebände zum anderen Wechsel angeordnet, in welche die Stiche zu den Leergebinden eingesetzt werden. Die geringere Sicherheit, welche diese Anordnung gegen ein Verschieben gewährt, haben wir schon oben näher an einem Beispiel nachgewiesen, welches wir zu beobachten selbst Gelegenheit hatten.

Eine einfache, und auch den Einwirkungen des Sturms von der Seite her in hohem Grade widerstehende Construction, ist die in Fig. 190 dargestellte Dachconstruction. Auf dem von Unten 190 her unterstützten Dachbalken *a a* stehen die Stuhlwände *e, e, e*, deren Ständer, wie üblich, mit kurzen Zapfen in den Balken eingesetzt werden. Diese Stuhlwände sind regelrecht abgebunden und mit Rähmen *d, d, d* versehen. Zur Herstellung des Längenverbandes sind in die Ständer und Rähmen die nöthigen Kopfbänder *h* eingesetzt. Auf die Rähmen sind die Kehlbalcken verkämmt. Die Kehlbalcken sind mit den Sparren mittelst gewöhnlicher verbohrtter Zapfen verbunden. Am unteren Ende werden die Sparren mit geächselten Zapfen versehen, mit welchen sie in die Stichbalcken *g* eingesetzt werden. Diese Stichbalcken ruhen mit ihren äußeren Enden auf der erhöhten Frontmauer, mit ihrem anderen Ende werden sie aber in die jedesmaligen Stiele *e, e* der Stuhlwände eingezapft und mittelst eiserner Bänder fest verbunden, wie dieses in Fig. 191 nach vergrößertem Maßstabe 191 dargestellt ist. Da aber diese Stichbalcken jedesmal nur in einem Hauptgebände in die bezüglichen Stiele der beiden äußeren Stuhlwände eingezapft werden können, indem bei den Leergebinden diese Stiele fehlen, so werden zwischen die in den Hauptgebänden angeordneten Stichbalcken die Wechsel *k* eingelegt, worin dann die zu den Leergebinden erforderlichen Stichbalcken wieder eingezapft und mit denselben durch eiserne Klammern verbunden werden.

Um aber ein Verschieben des Daches durch Sturm nach der Breite des Gebäudes zu verhindern, welches hier noch immer würde stattfinden können, indem keine hinreichend feste Verbindung der Sparren mit dem Balken zum Dreieck stattfindet, und ferner auch die hohe Dachfläche dem Sturme eine sehr große Angriffsfläche darbietet, so sind in jedem Hauptgebände auf beiden Seiten des Daches die doppelten Streben *l, l* angebracht, welche, wie aus Fig. 192 näher ersichtlich, über alle damit zu- 192 sammen treffenden Hölzer überschnitten und an diesen Stellen mit denselben durch eiserne Schraubenbolzen verbunden werden. Diese Streben reichen bis hoch an den Sparren hinauf und sind mit denselben ebenfalls überschnitten. Obgleich nun durch diese Streben eine gehörige Querverbindung hergestellt wird, so kann hier doch möglicher Weise der Umstand hervortreten, daß die Ständer der beiden äußeren Stuhlwände nicht auf fest unterstützten Unterlagen, sondern auf einem zwischen den Unterstützungspunkten der Dachbalkenlage befindlichen Balkentheile stehen. Um daher hier ein Durchbiegen der einzelnen Balken, und somit überhaupt ein Senken des Daches zu verhindern, ist es sehr zweckmäßig, daß die beiden äußeren Stuhlwände unterschwelt werden und somit die vom Dache her rührende Last, soweit sie auf diese bezüglichen Stuhlwände wirkt, auf sämtliche Dachbalken vertheilt wird. Wenn nun auch dadurch ein größerer Aufwand an Holz erforderlich wird, so ist diese Construction dennoch den in den Figuren 184—189 dargestellten Dachconstructions bei weitem vorzuziehen, indem sie in einem weit höheren Grade die gehörige Sicherheit gewährt.

In Betreff der Anordnung der mehrfach erwähnten Streben ist noch zu bemerken, daß diese nur dann wirklichen Nutzen gewähren, wenn sie an den Sparren möglichst hoch hinaufreichen. Sind dieselben zu kurz, so daß ihre Stellung zu sehr der verticalen Richtung sich nähert, so wird der beabsichtigte Zweck dadurch keineswegs erreicht und es bedarf nur einer geringen Veranlassung, das Dach in Erschütterung zu bringen.

In den Figuren 193—195 ist ein Theil eines Daches mit erhöhten Frontmauern über einem 193 noch breiteren Gebäude, wie beim vorhin erwähnten Beispiele, im Querdurchschnitt, im Grundriß 194 und im Längendurchschnitt dargestellt. Das Dach wird hier durch einen doppelten stehenden Dach- 195stuhl, welcher auch im oberen Kehlgebälke angebracht ist, und durch die zu beiden Seiten des Daches angebrachten schrägen Stuhlwände unterstützt. Die Sparren stehen am Fuße mit Zapfen in kleinen Stichbalcken, die in jedem Hauptgebände mit den Stielen der schrägen Stuhlwände verbunden, in den Leergebinden aber in-dazwischen gelegte Wechsel eingezapft und mit starken eisernen Spitzklammern daran befestigt sind.

Nach dem Bisherigen bedarf es keiner weiteren Erklärung dieser Construction, nur soll hier noch bemerkt werden, daß diese Construction im Jahre 1841 bei der Infanterie-Caserne in Bremen zur Ausführung gekommen ist und seit dieser Zeit vielfache Proben ihrer Solidität abgelegt hat, indem sie bei der sehr freien Lage des Gebäudes schon sehr oft den heftigsten Süd-West- und Nord-Weststürmen exponirt gewesen ist, ohne daß in Folge dessen sich auch nur die geringsten Nachtheile am Gebäude gezeigt hätten.

196 In Fig. 196 ist dieselbe Construction noch einmal dargestellt; es ist jedoch dabei vorausgesetzt, daß das Dachgestimse ein steinernes werde. Da aber hierbei die Stichbalken wegfallen, so werden dicht hinter den erhöhten Frontmauern kleine Fachwände aufgestellt, auf deren Rähmen die Sparren aufgeklauet werden. Die Ständer dieser Wände können jedoch nicht auf den jedesmaligen Binderbalken gestellt werden, ohne daß dadurch die schrägen Stuhlwände geschwächt würden, indem diese alsdann entweder ausgeschnitten oder vorgerückt werden müßten. Es werden daher diese Ständer auf den, dem Binderbalken zunächstliegenden Balken aufgestellt und in denselben mit einem kurzen Zapfen eingesetzt.

Man könnte hier die schrägen Stuhlwände auch allenfalls mit Dachstuhlschwellen versehen wollen, die auf die Dachbalken verkämmt und worin die Stuhlsäulen mit Zapfen eingesetzt würden. Allein dieses ist durchaus nicht erforderlich, sondern es genügt vollkommen, die Stuhlsäulen mit Zapfen und Versagungen in die Binderbalken einzusetzen. Es kann hierbei weder ein Verschieben nach der Seite, noch nach der Länge hin stattfinden, indem ersteres durch die schräge Stellung der äußeren Stuhlwände, und letzteres durch Anordnung der Winkelbänder in sämtlichen Stuhlwänden vollkommen verhindert wird.

Auch finden Dächer mit erhöhten Frontmauern bei solchen Constructionen Anwendung, die mit Hängewerken verbunden sind, wie wir weiter unten sehen werden.

§ 34.

Von den Pultdächern.

Die sogenannten Pult- oder Taschendächer sind solche Dächer, die nur auf einer Seite eine abhängige Dachfläche haben und mit dieser sich an eine gerade, lothrechte Wand anlehnen, so daß sie eigentlich nur halbe Dächer sind. Dergleichen Dächer kommen mehr in Städten als auf dem Lande vor, und finden dann gewöhnlich nur bei Seiten- und Hintergebäuden Anwendung, wo die Dachflächen verschiedener Umstände halber nach der inneren Seite abfallen müssen.

Was die Form der Pultdächer betrifft, so hat man sowohl steile als auch flache Pultdächer, Mansarden-Pultdächer und Pultdächer mit erhöhten Frontmauern, von denen in Folgendem verschiedene hierher gehörige Beispiele näher angeführt werden sollen.

197 In Fig. 197 ist ein gewöhnliches steiles Pultdach dargestellt. Es ist hier a a der Dachbalken, b der Sparren, welcher durch den Rähmen c, rechtwinklig gegen den Sparren gelegt, unterstüzt, und der Rähmen wieder durch den schrägen Stiel d, welcher in derselben Richtung liegt, gehalten wird; f ist die aus Ständer- und Kiegelwerk errichtete hintere hohe Wand des Daches, welche hier nach Außen mit Mauerwerk verblendet angenommen ist. Die Sparren sind auf die gewöhnliche Weise in die Dachbalken eingezapft; an der oberen Spitze des Daches dagegen werden die Sparren auf den Rähmen, welcher die hintere hohe Wand abschließt, aufgeklauet. Endlich werden die Sparren auf den Rähmen (Fette) e verkämmt.

Bei dieser Anordnung ist die schräge Unterstützungswand unter den Sparren durchaus nothwendig; denn wollte man sie nicht anwenden, so würde der einseitige Schub des Daches gegen die hohe Wand zu bedeutend werden und sehr leicht deren Umsturz herbeiführen können. Es ist aber nicht zu verkennen, daß diese Anordnung, einmal das Richten des Daches erschwert, ferner aber durch den schrägen Stiel der schon an sich beschränkte Bodenraum nur noch mehr beengt werden würde.

198 In Fig. 198 ist ein Pultdach mit einem Kehlgebälk und einem stehenden Stuhl verbunden dargestellt. Der Kehlbalken wird in den Sparren gewöhnlich eingezapft, mit seinem anderen Ende aber auf einen Kiegel oder Rähmen der hinteren hohen Wand verkämmt. Die Sparren werden mit ihren oberen Enden in derselben Weise auf den oberen Rähmen der hohen Wand aufgeklauet, wie bei der vorhergehenden Figur angedeutet ist. Durch die Anordnung des stehenden Stuhls wird aber der einseitige Schub des Daches nicht aufgehoben, wenigstens nicht in dem Maße, wie solches erforderlich ist.

199 In Fig. 199 ist ein Dach von denselben Abmessungen wie das eben erwähnte dargestellt. Um hier den einseitigen Schub des Daches aufzuheben, ist eine schräge Stuhlwand unter dem Kehlbalken angeordnet. Hierdurch wird zwar dieser beabsichtigte Zweck mehr erreicht, als beim vorigen Beispiel;

dagegen wird aber durch diese Anordnung der Bodenraum sehr bedeutend beschränkt, und ferner muß auch hier der Rahmen der Stuhlwand mit den Kehlbalcken durch Schraubenbolzen oder Hängebänder verbunden werden, um ein Herunterfallen zu verhindern, indem diesem durch die bloße Verkämmung der Kehlbalcken auf den Rahmen nicht genügend vorgebeugt wird. Auch erschwert das Aufstellen der schrägen Wand das Richten des Daches sehr erheblich.

Von den bisher angeführten Pultdachconstructions verdient jedenfalls die in Fig. 197 dargestellte den Vorzug, weil hier auf die einfachste Weise dem einseitigen Schube des Daches begegnet wird. Ist man einmal in die Nothwendigkeit versetzt, ein Pultdach anzuordnen, so muß man schon auf Kosten des Bodenraumes die Construction so herstellen, daß keine nachtheilige Folgen daraus entstehen.

In Fig. 200 ist ein größeres Pultdach, ebenfalls mit einem stehenden Dachstuhl, dargestellt. Um hierbei aber den einseitigen Schub des Daches zu vermindern, welches durch den stehenden Stuhl nicht erreicht wird, ist oberhalb des Kehlgebälks unter den Sparren ein Rahmen *c* angeordnet, worauf die Sparren verkämmt werden. Dieser Rahmen wird durch die schrägen Stiele *d* unterstützt, und ist die Stellung dieser Stiele rechtwinklig auf die Richtung der Sparren. Der Rahmen ist auf die Stiele verzapft und mit denselben verbohrt. Die Stiele sind in den jedesmaligen Binderbalcken mit Versagung eingezapft. Obgleich durch die hier angeordnete schrägliegende Wand der Bodenraum sehr beschränkt wird, so ist diese Anordnung, bei der Größe des Daches und der daraus entstehenden Vergrößerung des Sparrenschubs, zur Aufhebung desselben doch durchaus erforderlich. Ueberhaupt lassen sich die Pultdächer wegen des einseitigen Sparrenschubes nie so einfach herstellen, als die gewöhnlichen Satteldächer.

In Fig. 201 ist ein anderes, größeres Pultdach, mit einem liegenden Dachstuhl verbunden, dargestellt. Bei einiger Aufmerksamkeit läßt sich aber sehr leicht erkennen, daß durch diese Anordnung der einseitige Schub des Daches in keiner Weise aufgehoben, sondern im Gegentheil durch den liegenden Stuhl noch erheblich vergrößert wird, weshalb eine solche Unterstüzung nicht nur durchaus überflüssig, sondern auch im höchsten Grade unzweckmäßig ist.

In Fig. 202 ist ein flaches Pultdach dargestellt. Um hier die Wirkung des Schubes der Sparren auf die Stuhlwände, welcher hier ohnehin wegen der flachen Lage der Sparren nur unbedeutend ist, gänzlich unschädlich zu machen, so ist hier eine Strebe *b* angeordnet, welche in den unteren Balken mit einer Versagung eingezapft ist. Diese Strebe *b* ist mit den Stuhlsäulen überschnitten und mittelst Schraubenbolzen damit verbunden. Die Sparren werden auf die Rahmen der Stuhlwände verkämmt.

In Fig. 209 ist ein anderes flaches Pultdach dargestellt. Zur Unterstüzung der Sparren sind unmittelbar hinter die Seitenmauern Stuhlwände aufgestellt, auf deren Rahmen die Sparren verkämmt werden. Um die Sparren ferner in ihrer Mitte zu unterstützen und um auch gleichzeitig die Wirkung des Sparrenschubs aufzuheben oder doch gänzlich unschädlich zu machen, sind die beiden Streben *e*, *e* angeordnet, welche in den Binderbalcken *a*, *a* mit Versagungen eingezapft sind und an ihrem oberen Ende das wagerechte Holz *b*, worauf die Sparren ebenfalls aufgekämmt werden, mittelst Klauen unterstützen.

In Fig. 203 ist die erforderliche Unterstüzung des Kehlbalckens bei einem Pultdache mit erhöhten Frontmauern durch einen ähnlichen Boock, wie in Fig. 209 angegeben, hergestellt. Die Sparren sind an ihrem oberen Ende auf den Rahmen der hölzernen Wand, die an die hintere massive hohe Wand lehnt, aufgeschnitten. Am unteren Ende sind die Sparren ebenfalls auf den Rahmen der hinter der erhöhten Frontmauer angeordneten hölzernen Wand aufgeklauet. Der Kehlbalcken ist auf die gewöhnliche übliche Weise in den Sparren eingezapft und der Zapfen verbohrt. Die Figur bedarf keiner weiteren Erklärung.

In Fig. 204 ist ein anderes Pultdach mit erhöhten Frontmauern dargestellt, bei welchem aber ein vollständiger liegender Dachstuhl angeordnet ist. Die Sparren werden an ihrem oberen Ende auf den Rahmen der hohen Wand aufgeklauet; an ihrem unteren Ende werden sie aber nicht allein auf den Rahmen *d* der niedrigen Ständerwand *c* verkämmt oder aufgeklauet, sondern sie stehen auch noch mit Zapfen in kleinen Stichbalcken, die auf der erhöhten Frontmauer mit ihren äußeren Enden liegen; in den Hauptgebänden sind diese Stichbalcken in die Ständer der ebenerwähnten Wand *c* und

in den Leergebinden, in zwischen jene eingesezte Wechsel, eingezapft, wie aus dem bezüglichen Grund-
 204 A riß Fig. 204 A näher ersichtlich ist. Diese Stichbalken dienen dann gleichzeitig zur Befestigung des
 später anzubringenden hölzernen Dachgesimses. — Ganz abgesehen von dieser zuletzt erwähnten Ver-
 bindung, welche, wenn auch nicht gerade in der vorgezeichneten Gestalt, doch jedenfalls erforderlich
 wird, sobald ein hölzernes Dachgesims angeordnet werden soll, so ist doch sehr leicht zu erkennen,
 daß die in Fig. 203 dargestellte Construction vor dieser zuletzt erwähnten schon wegen ihrer größeren
 Einfachheit den Vorzug verdient.

In den Figuren 205, 206, 207 und 208 sind noch verschiedene Fälle von Mansarde-Pultdächern
 dargestellt, die im Allgemeinen keiner weiteren Erklärung bedürfen, indem nach dem Bisherigen die
 Construction jedes einzelnen Falles sehr leicht erklärlich ist. Was jedoch die beiden in den Figuren
 205 205 und 207 angedeuteten Fälle betrifft, so ist dabei noch zu bemerken, daß die Streben s, s, welche
 206 in Fig. 205 bis auf die untere Schwelle der hinteren hohen Wand herunterreichen und auf dieselbe
 207 aufgeklauet werden, in Fig. 207 dagegen in einen Wandständer der hinteren hohen Wand mit einer
 208 Verzapfung eingezapft und durch ein umgelegtes eisernes Band festgehalten werden, mit dem jedesmaligen
 Spannriegel und Kehlbalken überschnitten und damit verbolzt werden müssen. Auf die Rähmen, welche
 auf diese Bänder s, s verzapft sind, werden die Sparren verkämmt; ferner aber werden auch, um
 einen Längenverband im oberen Theile des Daches zu erhalten, in die Streben und Rähmen dieser
 schrägen Stützwände Winkelbänder eingesezt. Diese Stützwände vermindern unbedingt den einseitigen
 Schub des Daches sehr bedeutend und bringen gleichzeitig durch die Verbindung mit den Spann-
 riegeln und den Kehlbalken Dreiecksverbindungen im unteren Theile des Daches hervor, wodurch auch
 der Schub des unteren Daches, welcher hier schon durch den Schub des oberen Daches etwas auf-
 gehoben wird, noch geringer sich äußern kann.

Diese hier angeführten Beispiele werden genügen, um die Anordnung der Pultdächer kennen
 zu lernen. Wir werden aber später noch einmal auf dieselben zurückkommen, indem man Pult-
 dächer auch mit Hängewerk verbunden, also selbst bei größeren Dächern, in Anwendung ge-
 bracht hat.

Um das Eindringen von Rässe am oberen Ende der Sparren zu verhindern, muß, im Fall die
 210 hohe Hinterwand massiv verblendet wird, an die Sparrenköpfe ein Brett l Fig. 210 genagelt werden.
 Damit dieses Brett sich aber nicht ziehen und werfen kann, wird oben auf die massive Hintermaue-
 rung noch ein anderes Brettstück k horizontal gelegt. Dieses Brett wird an seiner inneren Kante
 auf den Rähmen der inneren hohen Holzwand festgenagelt, an seiner äußeren Kante wird es aber
 mit dem Brette l zusammengenagelt. Dieses letztere Brett l muß jedoch um einige Zolle tiefer über
 das Brett k wegragen, damit die daselbst entstehende Fuge zwischen dem Brette k und der darunter
 befindlichen Mauer vollkommen gedeckt wird.

211 In Fig. 211 ist eine andere, denselben Zweck erzielende Construction dargestellt. Die massive
 Blendmauer wird bis zur Oberkante der Sparrenköpfe aufgeführt, so daß dieselben, da sie zum Theil
 noch auf dieser massiven Mauer aufliegen, durch dieselbe gleichzeitig auch mit verblendet werden.
 Diese Mauer wird dann mit einer Reihe horizontal gelegter, sich an den Enden deckender Firstziegel
 belegt, welche Firstziegel dann gleichzeitig auch einen Theil der obersten Reihe Dachziegel bedecken, so
 daß dadurch ein vollständiger und dichter Verschluß des Daches an seinem oberen Ende erreicht wird.
 Diese letztere Construction ist in jedem Falle immer der zuerst erwähnten vorzuziehen, indem bei dieser
 (Fig. 210) die Dichtung nur durch eine hölzerne Deckleiste beschafft werden kann, welche aber trotz
 aller Befestigung, die übrigens doch immer nur mangelhaft geschehen kann, sich sehr leicht wirft.

Besteht dagegen die hohe Wand nur aus Fachwerk mit ausgemauerten Fächern, und ist die-
 selbe außerhalb nicht mit massivem Mauerwerk verblendet, so werden die Sparrenköpfe durch ein
 Brett bekleidet, welches zum Theil noch den oberen Rähmen bedeckt; oberhalb steht dieses Brett auch
 noch um einige Zolle über die Oberkante der Sparrenköpfe vor, damit eine Deckleiste darauf befestigt
 werden kann, welche die oberste Ziegelreihe zum Theil noch bedeckt und somit das Dach an seinem
 203 A oberen Theil dichtet, wie in Fig. 203 A, nach vergrößertem Maßstabe, näher dargestellt ist.

Aus dem Bisherigen läßt sich leicht erkennen, daß die hohen Pultdächer sehr viel Mangelhaftes
 haben; denn erstlich können steile, oder hohe Pultdächer nur bei mäßigen Tiefen der Gebäude ange-
 wendet werden, weil sonst bei größeren Tiefen die hohe Rückwand ungemein anwachsen würde.

Ferner spricht aber auch noch der Umstand sehr gegen die Anwendung der steilen Pultdächer, daß sie einen ungleichen Seitendruck, und zwar nur von einer Seite her, ausüben, und daß die hohe Wand dem Sturme eine bedeutende Angriffsfläche darbietet, weshalb auch die Anlage solcher Dächer an Stellen, wo dergleichen Gebäude der unmittelbaren Einwirkung des Sturmes ausgesetzt sein würden, durchaus nicht anzurathen ist. Endlich ist auch die Raumbenutzung eines hohen Pultdaches immer nur höchst mangelhaft, und sind die oberen Böden über dem Kehlgebälk fast gar nicht zu benutzen.

Was dagegen die Anlage flacher Pultdächer betrifft, so ist dieselbe unter allen Umständen vortheilhaft, indem außer den allgemeinen Vorzügen, welche überhaupt schon flache Dächer darbieten, ein solches flaches Pultdach sich noch durch große Einfachheit auszeichnet. Ebenso ist der bei diesen Dächern entstehende Seitenschub nur sehr unbedeutend, und erhält die hintere hohe Wand auch nur eine geringe Höhe, so daß von der Einwirkung des Sturmes auf dieselbe hier nicht die Rede sein kann.

§ 35.

Von den Dächern mit ungleichen Neigungsflächen.

Um bei Gebäuden nach der Hauptfronte die hohe Dachfläche der gewöhnlichen steilen Satteldächer zu vermeiden und auch gleichzeitig dem Gebäude das Ansehen zu geben, als habe dasselbe ein Stockwerk in Mauern mehr, ferner aber auch, um im Innern noch erheblich an Platz zu gewinnen, wendet man solche Dächer mit ungleichen Neigungsflächen an, wovon in den Figuren 212 bis 216 mehrere Beispiele dargestellt sind. Man erhält im Außern durch diese Anordnung an der Vorder- oder Hauptfronte scheinbar immer ein Stockwerk mehr.

Um ein solches Dach auszuführen, führt man nämlich die Vordermauer bis zur Höhe des Kehlbalkens auf und macht diesen nach der äußeren Seite hin um so viel länger, daß er mit diesem Ende auf die erhöhte Frontmauer zu liegen kommt; mit dem anderen Ende dagegen wird er in den jedesmaligen Sparren der hinteren Dachfläche auf die gewöhnliche Weise eingezapft.

Diese Art von Dächern findet trotzdem mehrfache Anwendung, obgleich dieselben hinsichtlich ihrer Construction gar nicht die Sicherheit gewähren, wie die gewöhnlichen Satteldächer, indem bei diesen Dächern mit ungleich geneigten Flächen ein zu ungleicher Schub der Dachflächen entsteht, wodurch die erhöhte vordere Mauer sehr leicht ausgeschoben wird, wie dieses weiter unten bei Berechnung des Sparrenschubs noch näher nachgewiesen werden soll.

In Folgendem sollen nun mehrere hierher gehörige, in den Figuren 212 bis 216 dargestellte Fälle, näher beschrieben werden.

In Fig. 212 ist der einfachste hierher gehörige Fall dargestellt, wie man ihn mehrfach ausgeführt findet. Um den ungleich größeren Schub der hinteren, längeren Dachfläche zu verringern, hat man den stehenden Dachstuhl *a* angeordnet. Allein durch diese Anordnung wird der ungleiche Schub des Daches durchaus nicht aufgehoben, sondern nur in geringem Grade vermindert, und wirkt trotz dieser Anordnung der größere Schub der längeren Dachfläche doch noch fortwährend auf die vordere Mauer, und übt auf diese das Bestreben aus, selbige aus ihrer lothrechten Stellung zu drängen. Selbst dann hört dieses nicht auf, wenn Wände angeordnet sind, um die sich ergebenden größeren Räume in Zimmer oder Kammern einzutheilen. Der Verfasser hatte mehrfach Gelegenheit, dieses zu beobachten, und fand in einzelnen Fällen ein sehr bedeutendes Ueberweichen der vorderen Mauer, so daß nachträglich noch Anordnungen getroffen werden mußten, dem weiteren Ausdrängen vorzubeugen. Es ist daher die in Fig. 212 dargestellte Construction in jeglicher Hinsicht zu verwerfen.

Um nun diesen ungleichen Schub aufzuheben, sind mehrfache Anordnungen in Vorschlag und zur Ausführung gebracht.

Bei der in Fig. 213 dargestellten Construction, ist zu diesem Zwecke, unterhalb des Kehlbalkens, in jedem Hauptgebände die Strebe *b* angeordnet, und diese sowohl in den zugehörigen Hauptbalken, als auch in den Kehlbalken mit Versagungen eingezapft. Um ein Herausfallen der Strebe aus dem Kehlbalken *c*, oder auch nur ein Loswerden dieser Verbindung zu verhindern, ist es sehr zweckmäßig, daß man durch die Strebe *b* und den Kehlbalken *c* einen Schraubenbolzen durchzieht.

Daß durch Anordnung dieser Strebe *b* die obenerwähnte Wirkung des Sparrenschubs vermindert wird, liegt auf der Hand; allein sie ist noch nicht genügend, die ungleiche Wirkung vollständig aufzuheben, welches doch ein für alle Mal durchaus erforderlich ist.

Um daher dieses noch mehr zu erreichen, hat man außer der in der vorigen Figur angedeuteten
 214 Strebe, unmittelbar hinter der erhöhten Frontmauer, eine Stuhlwand *c* angeordnet, wie in Fig. 214 näher angegeben ist. Hierbei ist die Anordnung des Winkelbandes *d*, welches sowohl in den Wandständer, als auch in den Kehlbalcken eingezapft und verbahrt ist, sehr zweckmäßig, indem dadurch einem Verschieben dieser Stuhlwand möglichst vorgebeugt wird. Außer den schon erwähnten Anordnungen hat man ferner noch, und zwar in jedem Hauptgebäude, oberhalb des Kehlbalckens die Strebe *e* angeordnet, wodurch aber im Ganzen nicht viel gewonnen wird und man dadurch nur den oberen Bodenraum erheblich beschränkt.

Vollständiger, und offenbar am zweckmäßigsten und einfachsten wird die Aufhebung des ungleichen
 215 Sparrenschubs durch die in Fig. 215 dargestellte Anordnung erreicht. Es ist hier nämlich in jedem Hauptgebäude die Strebe *f* angeordnet. Dieselbe wird unten in den Hauptbalcken *a* mit einer Verzäpfung eingezapft, mit den beiden Kehlbalcken *b* und *c* überschritten und durch Schraubenbolzen mit denselben verbunden. Auf diese Streben ist ein Rahmen (Fette) *g* verzapft, welcher dicht unter den Sparren liegt und auf welchen die Sparren aufgeschnitten sind. Außerdem sind zur Unterstützung des Hauptkehlbalckens *b* die beiden Stuhlwände *e*, *e* angeordnet. Durch die Anordnung der Strebe *f*, welche man hier als Gegensparren zu denen der größeren Dachfläche ansehen kann, wird nicht allein eine vollständige Dreiecksverbindung in den Hauptgebäuden hergestellt, sondern es wird auch dadurch der vorhandene größere Sparrenschub der hinteren Dachfläche aufgehoben, oder doch auf den unteren Dachbalcken zum großen Theil abgeleitet, indem durch die Anordnung der Fette *g* sämtliche Sparren unterstützt werden, was aber bei den vorhergehenden Beispielen nicht der Fall ist, weil bei diesen nur die Hauptgebäude eine solche Verstrebung erhalten. Die Anordnung des Winkelbandes *d* ist hier zwar zweckmäßig, allein nicht durchaus erforderlich, indem bei der Anordnung der schrägen Wand *f* ein Verschieben nach der Quere nicht mehr stattfindet.

Der in Fig. 216 dargestellte Fall, wo das hintere Dach ein Mansarde-Dach ist, bedarf keiner
 216 weiteren Erläuterung, indem die Figur nach dem bereits Vorgeführten vollkommen verständlich ist. Es soll hier bloß noch bemerkt werden, daß die angedeutete Strebe *b* jedesmal nur in dem Hauptgebäude erforderlich ist, indem der Seitenschub, welcher hier nur von dem unteren Theil des Daches herrührt, keineswegs so bedeutend ist, wie bei den eben beschriebenen Dächern, sondern im Gegentheil hier ebenso gut als eine Verstrebung der Construction angesehen werden kann.

Obgleich man also vollkommen im Stande ist, die Ungleichheit des Seitenschubes bei dieser Art von Dächern ganz unschädlich zu machen, so ist eine solche Construction doch immer verwerflich, wenigstens keineswegs zu empfehlen, indem man beinahe mit denselben Kosten, wie sie ein solches Dach mit ungleichen Neigungsflächen bei einer gehörig sichern Verstrebung verursacht, ein vollständiges Stockwerk herzustellen im Stande ist. Es werden aber selbst die Mehrkosten für letztere dadurch wieder aufgehoben, daß man durch die Herstellung eines vollen Stockwerks immer sehr bedeutend an Raum gewinnen würde, was in allen Fällen wohl berücksichtigt zu werden verdient.

Achstes Capitel.

§ 36.

Von den Endigungen geradliniger Dachgerüste nach unten, von der Anordnung der Aufschieblinge und der Dachrinnen.

Da bei den gewöhnlichen Dächern die Sparren nicht bis vorn an das Stirnende der Dachbalken reichen, sondern die Zapfenlöcher in den Dachbalken, in welche die Sparren mit ihren Zapfen eingesetzt werden, immer in einer gewissen Entfernung vom Ende her hergestellt werden müssen, damit noch so viel Hirnholz stehen bleibt, dem Schube der Sparren vollkommen widerstehen zu können, so ist, da hierdurch die Sparren und Balken äußerlich einen Winkel bilden, und sonach die Dachfläche nicht außerhalb der Balkenköpfe treffen würde, um das Dachwasser vollständig ableiten zu können, eine darauf bezügliche Anordnung erforderlich, die im Allgemeinen in Folgendem besteht. Man füllt nämlich den äußeren Winkel, welchen jeder Sparren mit dem Balken bildet, mit Holz aus, und zwar so, daß die ganze Dachfläche eine gering unterbrochene, möglichst fortlaufende Fläche bildet, die mit ihrer unteren Kante bis an den äußersten Rand der einzelnen Dachbalken reicht. Hierzu bedient man sich der sogenannten Aufschieblinge oder feilsförmig bearbeiteter Hölzer, die mit dem unteren oder breiten Ende bis an den äußersten Rand des Dachbalkens, mit dem anderen, schräg bearbeiteten feilsförmigen Ende aber auf die äußere Fläche der einzelnen Sparren aufgenagelt werden.

Jeder einzelne Sparren erhält einen solchen Aufschiebling. Da aber die äußere Fläche dieses Aufschieblings mit der des Sparrens nicht in eine Linie fallen kann, sondern mit dem Sparren immer einen Winkel bildet, der, je kleiner man den Aufschiebling nimmt, um so kleiner wird und um so mehr sich dem Winkel nähert, welchen die äußere Sparrenfläche mit dem Balken bildet, was aber um so nachtheiliger ist, als dadurch an dieser Stelle im Dache ein sogenannter Wassertasche entsteht, wo das herunterfließende Wasser aufgehalten, oder doch, da es plötzlich eine andere Richtung annehmen muß, der Abfluß verzögert wird und es vom Winde alsdann leicht in die kleinsten Fugen eingetrieben wird, so ist es immer am vortheilhaftesten, die Aufschieblinge möglichst hoch an die Sparren hinaufreichen zu lassen. Durch eine solche Anordnung wird dann, je höher man den Aufschiebling an die Sparren hinaufreichen läßt, der mit dem Sparren gebildete Winkel größer, und die Biegung in der Dachfläche also auch unmerklicher.

Was die Aufschieblinge betrifft, so können dieselben auf sehr verschiedene Art angebracht werden, und ist wie die Art der Anbringung so auch die Form der Aufschieblinge selbst, abhängig von der Form des Daches und von der Construction des Gesimses. In manchen Fällen lassen sich die Aufschieblinge aber auch ganz vermeiden, wie dieses z. B. bei allen Fettendächern, so wie auch bei den flachen Dächern, der Fall ist, wobei keine Aufschieblinge angebracht werden können, und nur darauf zu sehen ist, daß durch die Verbindung des Gesimses mit den Sparren keine Nässe eindringen kann. Denn dieses würde, da ein schnelles Abtrocknen nicht stattfinden kann, und überhaupt solche Fehler auch selten gleich anfangs entdeckt werden, ein baldiges Verfaulen der unteren Sparrenenden herbeiführen und in Folge dessen sehr leicht ein baldiger Ruin der Construction entstehen oder doch solche Mängel sich einstellen, deren Verbesserung einen erheblichen Kostenaufwand erfordern könnte.

Nach diesen allgemeinen Andeutungen sollen hier nun verschiedene Fälle angeführt werden, um das Gesagte deutlicher zu machen.

Die gewöhnlichste Art, wie man die Aufschieblinge oder Knaggen anordnet, ist in den Figuren 217 217
und 226 näher dargestellt. 226

Um die äußerste Kante des Balkens mit dem zurückgesetzten Sparren in eine ausgleichende, wenn auch gebrochene Fläche zu bringen, wird der Aufschiebling a auf den Sparren und den Balken festgenagelt und darüber die Dachlatten oder Verschalungsbretter befestigt. Die sich später

in der äußeren Fläche zeigende Unterbrechung, welche immer stattfinden wird, wenn man die Aufschieblinge nicht bis zum First des Daches auslaufen läßt, kann, namentlich bei Dachlatten, noch sehr leicht etwas ausgeglichen werden, wenn man die in Fig. 217 mit b bezeichnete Latte etwas stärker nimmt als die übrigen. Dieses sollte man überhaupt immer thun, indem es nur vortheilhaft sein kann, die spätere Dachfläche in möglichst wenig gebrochener Richtung zu erhalten.

Soll die Balkenstirn nur mit einem sogenannten Stirnbrette bekleidet werden, wie in Fig. 217 angedeutet ist, so muß dasselbe so weit über die Oberkante der Balken in die Höhe ragen, als die Stärke der auf die Sparren genagelten Latten oder Verschalungsbretter beträgt, damit keine neue Unterbrechung in der Dachfläche entstehe; und wenn Dachziegel oder Schiefer zur Bedeckung angewendet werden, daß dieselben in der untersten Reihe auch hierdurch gleichzeitig ein gehöriges Auflager erhalten.

Soll dagegen eine Metallbedeckung oder eine Asphaltlage angewendet werden, so wird das Stirnbrett in solcher Art befestigt, daß die Oberkante desselben mit der Oberkante der Balken zusammenfällt, und man läßt alsdann die Schalungsbretter um etwa einen Zoll über das Stirnbrett hinwegstehen. Das Metallblech, welches auch selbst bei Anwendung von Asphalt an den Kanten herum erforderlich ist, wird dann darüber hinweggedeckt und an die untere Fläche dieser überstehenden Schalendiele befestigt, jedoch so, daß sich daselbst keine Vertiefung bildet, in welcher das Wasser sich ansammeln und aufhalten könnte, welche Stellen überhaupt bei flachen Eindeckungen, als bei Metall- und Asphaltdächern, immer sehr nachtheilig werden würden.

Werden die Sparren nicht mit Zapfen in die Balken eingesetzt, sondern stehen sie, wie dieses in 229.230 den Figuren 229 und 230 angedeutet ist, in Saumschwellen oder Sparrsohlen, so werden bei steileren Dächern die Aufschieblinge auch ganz in derselben Weise angeordnet, wie dieses aus Fig. 229 deutlich zu ersehen ist. Ist dagegen das Dach nur flach, so können natürlich keine Aufschieblinge angebracht werden, sondern es werden dann zur Ausgleichung des Daches außerhalb der Sparrsohle auf die vortragenden Kopsenden der Balken Knaggen genagelt, deren Oberkante mit der oberen Flucht der Sparren in eine gerade Linie ausläuft, wie dieses in Fig. 230 angedeutet ist. Bei solchen Arten von Dächern, die nicht ganz flach sind, wie in dieser letzten Figur angegeben, ist diese Anordnung jedenfalls sehr zweckmäßig, indem man dadurch die sehr langen Sparrenzapfen vermeidet; ferner aber erhält man auch durch die Herstellung der erwähnten Knaggen außerhalb der Sparrsohle den Vortheil, daß der Wassersack wegfällt und eine vollständige ebene Fläche entsteht, welche bei Anwendung von Aufschieblingen nicht in der Art würde erreicht werden können.

Treten die Balkenenden bedeutender vor der Mauer heraus, so ist zwar die Anordnung der Aufschieblinge in ähnlicher Weise; es müssen aber dieselben alsdann eine größere Länge erhalten und demnach auch weit höher an die Sparren hinaufreichen, als in den bisherigen Fällen angenommen 232 worden. Dieser Fall ist in Fig. 232 näher angedeutet.

In den bisher angeführten Fällen war die Anordnung eines hölzernen Gesimses oder Stirnbrettes angenommen; soll dagegen ein massives Gesimse angeordnet werden, so kann natürlich die bisher beschriebene Anordnung nicht mehr in der Weise Anwendung finden. Es lassen sich dann zwei Hauptfälle denken, einmal, daß die Dachbalken noch oberhalb des Gesimses liegen, oder umgekehrt, daß das Gesimse höher reicht als die Dachbalkenlage, wovon mehre hierher gehörige Fälle in Folgendem angegeben werden sollen.

Liegen die Dachbalken oberhalb des Gesimses, so muß vor allen Dingen dafür Sorge getragen werden, daß die Balken keinerlei Druck auf den hervorragenden Theil des massiven Gesimses ausüben können. Es läßt sich dieses sehr leicht erreichen, indem man die Balken wenigstens einen Zoll höher als die Oberkante des Gesimses legt, so daß also, selbst wenn die Balken noch über die Hauptmauer, woran sich das Gesimse befindet, hinwegragen, dasselbe von diesen Balken doch unmittelbar keinerlei Druck von oben her erleidet. Freilich dürfen aber die Balken nicht bis zur Vorderkante des Gesimses reichen, weil sonst jedenfalls wieder die Anordnung eines hölzernen Gesimses oberhalb des massiven Gesimses erforderlich werden würde. Zwei verschiedene Fälle sind in den Figuren 225 und 231 als Beispiele dargestellt.

225 In Fig. 225 ist der Sparren, um noch an Balkenhirnholz zu gewinnen, mit einem geächselten

Zapfen in den Balken eingesetzt, und ist die Balkenstirn so weit abgeschrägt, daß die Oberkante der auf die Sparren und Balkenstirnen zu nagelnden Latten oder Verschalungsdielen mit der äußersten Oberkante des Gesimses in einer Ebene liegt. Da aber hierbei die Balkenstirn nicht nach der verlängerten Fluchtlinie der Sparren abgeschnitten werden darf, weil sonst das stehenbleibende Balkenhirnholz leicht zu gering werden würde, um dem Sparrenschube in hinreichendem Grade widerstehen zu können, so ist hier ebenfalls ein kleiner Aufschiebling angeordnet, dessen obere Fläche mit der schrägen Stirnfläche des Dachbalkens in eine Ebene fällt.

In Fig. 231 reicht dagegen der Dachbalken nur bis zur äußeren Kante der Hauptmauer, und fällt die innere Kante des Sparrenfußes mit der inneren Mauerfläche in eine Ebene. Da aber bei massiven Gesimsen die Mauern immer schon eine größere Stärke erhalten müssen, so wird dadurch, daß die Balkenstirn mit der vorderen äußeren Mauerfläche in eine lothrechte Ebene zu liegen kommt, schon genügend an Balkenhirnholz gewonnen. Was aber die Aufschieblinge betrifft, so müssen diese, da die Sparren noch mehr zurücktreten, nothwendig länger angeordnet werden, um den Einsprung des Sparrens so auszugleichen, daß für das Dach selbst der dadurch hervorgerufene Nachtheil möglichst gering werde. Um in diesem Falle aber dem Aufschieblinge auch einen festen Stand zu geben, wird derselbe auf dem Dachbalken, welchen er bis zum Gesimse überragt, aufgeklauet, und sowohl an den Sparren, als auch an den Balken, mit hinreichend großen eisernen Nägeln festgenagelt. Zu diesen Aufschieblingen darf aber nicht zu schwaches Holz verwendet werden, weil dieselben eine nicht unbedeutende Belastung erhalten, unter welcher sie bei Anwendung von zu schwachem Holze sehr leicht sich durchbiegen würden, woraus aber für das Gebäude sehr große Nachtheile entstehen könnten, als namentlich Beschädigungen an der Dachbedeckung und Undichtwerden derselben. Solche nachtheilige Einflüsse müssen aber unter allen Umständen vom Gebäude entfernt gehalten werden, indem sie gar leicht bald noch größere Nachtheile nach sich ziehen.

Was den zweiten, in Fig. 239 dargestellten Hauptfall betrifft, so erhält hierbei der Aufschiebling keinen Aufstand auf dem Dachbalken, sondern es wird derselbe mit seinem unteren Ende auf die erhöhte Mauer des Gesimses aufgestellt. Da aber derselbe in diesem Falle an seinem unteren Ende nicht gehörig befestigt, sondern nur unterstützt werden kann, und bei der nicht unbedeutenden Last, die ein solcher Aufschiebling hier wegen seiner größeren Länge zu tragen erhält, sich nicht allein durchbiegen, sondern auch aus seiner Verbindung mit dem Sparren, welche durch eingetriebene eiserne Nägel hergestellt ist, nachlassen könnte, so wird zwischen dem Sparren und dem Aufschieblinge eine Stütze angebracht, welche sowohl in den Sparren, als auch in den Aufschiebling eingezapft und mit beiden verbohrt wird. Die Stellung einer solchen Stütze kann verschieden gewählt werden, und zwar nimmt man entweder die in Fig. 239 bei m angedeutete Stellung derselben an, oder die Stütze erhält eine lothrechte Stellung auf dem Dachbalken. Da aber der Aufschiebling immer eine solche Befestigung erhalten und überhaupt so construirt werden muß, daß er an seinem unteren Ende durchaus keinen Seitenschub auf das Mauerwerk ausüben kann, so ist es sehr zweckmäßig, wenn man am oberen Ende des Aufschieblings, an einer oder auch an verschiedenen Stellen, wo derselbe noch eine Stärke von mindestens 3 Zoll hat, sowohl den Sparren als auch den Aufschiebling, jeden um $1\frac{1}{2}$ Zoll tief und etwa 3 bis 4 Zoll breit, rechtwinklig ausschneidet und in die entstehende Oeffnung sodann ein genau abgepaßtes Stück Eichenholz hineintreibt, ähnlich wie bei den verkeilten Balken. Durch diese Anordnung wird ein Herabrutschen des Aufschieblings auf der Sparrenfläche verhindert.

Um die Aufschieblinge zu vermeiden und überhaupt im Aeußeren eine ganz ebene Dachfläche zu erhalten, sind verschiedene Constructions vorgeschlagen und auch theilweise zur Ausführung gebracht worden, und sollen hier einige der hauptsächlichsten Fälle näher angeführt und durch Beispiele erläutert werden.

Die einfachsten Constructions, wodurch die Aufschieblinge vermieden werden können, sind in den Figuren 218 und 222 dargestellt, und zwar für ein Gebäude in Ständerwerk, und für ein massives Gebäude mit massivem Hauptgestimse. 218.222

Nachdem nämlich die Neigung der Dachsparren bestimmt ist, schneidet man die Balkenstirn nach eben dieser Richtung an. Hierauf wird der Sparren, um ihm einen möglichst sicheren Stand zu geben, mit Zapfen und nach Innen gekehrter Versagung in den Balken eingesetzt. Da aber, wenn

man dem Zapfen die ganze Breite des Sparrenholzes zur Länge geben wollte, gar kein Hirnholz des Balkens stehen bleiben würde, so wird der Sparrenzapfen von Außen nach Innen geächfelt, wie dieses auch in den bezüglichen Figuren durch punktirte Linien näher angedeutet ist. Der Sparren, dessen äußerste untere Kante jedoch nie über die lothrechte Verlängerung der äußeren Mauerfläche wegragen darf, erhält alsdann eine solche Stellung, daß seine obere Seite mit der abgechrägten Balkenstirn ganz in eine Linie fällt. Bei der in Fig. 222 dargestellten Construction ist noch ferner zu bemerken, daß der Balken, so weit er auf dem massiven Gesimse liegt, unterhalb mindestens einen Zoll tief abgeplattet werden muß, um jeden möglicherweise entstehenden Druck auf das überragende Gesimse zu verhindern, indem dasselbe nie stark genug ist, einen solchen Druck auszuhalten.

Die in den beiden Figuren 218 und 222 dargestellten Constructionen finden jedoch im Allgemeinen nur wenig Anwendung, und dann nur größtentheils bei untergeordneten Gebäuden. Es hat aber auch die erstere Construction den Nachtheil, daß man kein hölzernes Traufgesimse anbringen kann, sondern die zur Befestigung desselben erforderlichen Hölzer, welche sonst die Stirnenden der über die Mauer wegragenden Dachbalken abgeben, hier erst besonders angebracht werden müssen, wodurch aber in vielen Fällen sehr große Schwierigkeiten hervorgerufen werden würden. Dagegen kann bei solchen Gebäuden, wo keine Traufgesimse erforderlich sind, diese angegebene Art der Endigung der Dächer unter Umständen sehr zweckmäßig und holzersparend sein.

Bei größeren Gebäuden, wo durch die Vergrößerung des Daches und durch die Mehrhöhe desselben auch nach Verhältniß der Sparrenschub wächst, würden die beiden erwähnten Constructionen nicht genügen, und bringt man daher bei Anwendung derselben unterhalb der Sparren noch eine Schwelle oder Fette *g* (Fig. 219) an, auf welche die Sparren aufgekämmt werden. Diese Fette *g* wird aber auch gleichzeitig auf die Dachbalken verkämmt und durch alle drei Hölzer, nämlich durch den Sparren, durch die Fette und den Balken, auf jedem 3ten oder 4ten Sparren ein eiserner Schraubenbolzen gezogen.

Eine andere Construction, bei welcher ebenfalls die Aufschieblinge ganz vermieden werden, ist in 227, 228 den Figuren 227 und 228 dargestellt, und zwar sowohl für ein Fachwerksgebäude, als auch für ein massives Gebäude mit massivem Hauptgesimse. Hierbei werden die Stirnenden der Dachbalken mit schrägen Zapfen versehen, welche dieselbe Schmiege erhalten wie die Neigung der Dachfläche ist. Die Sparren werden mit hierzu passenden Zapfenlöchern versehen, und ist die Breite derselben gleich $\frac{1}{3}$ der Sparrenstärke, so daß also auch die an den Balken anzuschneidenden Zapfen keine größere Stärke erhalten als den dritten Theil der Sparrenstärke; die Zapfen werden alsdann mit dem Sparren verbohrt. Da aber diese Zapfen einen sehr bedeutenden Druck, sowohl nach der Richtung ihrer Länge, als auch, bei entstehenden Bewegungen oder Erschütterungen im Dache, nach der Richtung von der Seite her, auszuhalten haben, und wegen ihrer geringen Stärke sehr leicht schadhast werden können, so werden die Sparren in derselben Art, wie in den beiden vorhergehenden Beispielen angeführt wurde, auf Fetten verkämmt, die auf den Dachbalken liegen und auf diese ebenfalls verkämmt sind. Hierbei ist aber ferner noch erforderlich, daß nicht nur jeder einzelne Sparren mit der darunter liegenden Fette, sondern auch jeder 3te oder 4te Sparren mit der Fette und dem darunter liegenden Dachbalken durch einen Schraubenbolzen fest verbunden werde. Zur Befestigung der Zwischensparren kann man sich sehr zweckmäßig der sogenannten Spitzbolzen bedienen, welche oben mit einem starken Knopf versehen sind und deren Spizen eingezackt werden. Wenngleich hiernach anzunehmen ist, daß auf diese Weise die Construction genügend gesichert werde, so ist doch auch nicht zu verkennen, daß sie einen bedeutenden Kostenaufwand für eiserne Bolzen erfordert, welcher Aufwand aber, da die Bolzen hier jedesmal sehr lang werden müssen, wohl in Anschlag zu bringen ist, und zwar um so mehr, wenn das Gebäude eine größere Ausdehnung erhält.

220-224 Die in den Figuren 220, 221, 223 und 224 dargestellten Constructionen haben viele Aehnlichkeit mit den in den Figuren 218, 219 und 222 dargestellten Constructionen, nur ist bei jenen, um mehr Balkenhirnholz zu gewinnen, unter jeden Sparren ein sogenannter Unterschiebling angebracht, der mit einem Zapfen und einer Verfassung in den Dachbalken eingesetzt wird. Diese Unterschieblinge werden mit den Sparren durch mehre Schraubenbolzen verbunden; außerdem erhält aber der Sparren auch noch eine Verfassung, mit welcher er in dem Dachbalken steht.

221 In Fig. 221 ist die Verbindung des Sparrens mit dem Dachbalken vermittelt eines Schließ-

zapfens hergestellt; außerdem ist aber der Sparren, so wie auch der Unterschiebling, in den Dachbalken versetzt. Diese, so wie auch die übrigen eben erwähnten drei Constructionen sind aber wegen der erforderlichen Unterschieblinge nicht allein sehr holzverschwendend, sondern auch der vielen hierzu erforderlichen Schraubenbolzen wegen sehr kostspielig, weshalb solche Constructionen auch nur sehr selten bei Neubauten Anwendung finden werden. Dagegen sind diese Constructionen bei älteren Gebäuden mit Vortheil anzuwenden, wenn die Sparren am Fuße schon bedeutend gelitten haben, und daher eine Reparatur oder vielleicht gar sonst eine Erneuerung derselben erforderlich werden würde.

Bei den Fettendächern sind die Aufschieblinge, wie auch schon angeführt wurde, ganz entbehrlich, und geht dieses auch noch aus Fig. 242 näher hervor. Es tritt der Fettensparren so weit her- 242 aus, um das darunter befindliche Hauptgesimse vollständig zu überdecken, und wird dann an die Stirn der Fettensparren noch ein Deckglied des Hauptgesimses befestigt. Ist das Hauptgesimse massiv, so fällt natürlich dieses Deckglied weg, es wäre denn, daß durch dasselbe gleichzeitig zum Theil die Dachrinne vorgestellt würde.

Bei den ganz flachen Dächern sind die Aufschieblinge ebenfalls ganz und gar entbehrlich, wie dieses auch aus den Figuren 245 und 249 deutlich ersichtlich ist. Aber auch bei weniger flachen 245.249 Dächern kann man dieselben ohne irgend einen Nachtheil vermeiden, und sollen davon mehrere hierher gehörige Fälle näher angeführt werden.

In Fig. 235 ist ein Fall angegeben, wo der Sparren mit einem geächselten Zapfen in den 235 Balken eingesetzt und außerdem noch auf die Fette g verkämmt ist. Um diese Construction in Anwendung bringen zu können, muß vor allen Dingen die Verbindung des übrigen Daches so hergestellt sein, daß kein Durchbiegen der Sparren in irgend einer Weise zu befürchten steht. Denn fände dieses Statt, so könnte es sich sehr leicht bei einer Erschütterung oder sonstigen starken Bewegung im Dache, ereignen, daß die Sparren aus den Zapfenlöchern gehoben würden. Diesem ließe sich zwar dadurch vorbeugen, daß durch einen jeden Sparren, so wie durch die Fette g und den jedesmaligen Dachbalken, ein Schraubenbolzen gezogen würde; durch diese Anordnung würde aber die Construction wieder sehr erheblich vertheuert werden, weshalb dieselbe nicht zu empfehlen ist, wenn die Sparren oberhalb der Balkenlage nicht gehörig fest zu unterstützen sind, und somit ein Durchbiegen derselben nicht verhindert werden kann.

In Fig. 248 ist die Endigung eines Daches mit erhöhter Frontmauer dargestellt. Es bezeichnet 248 hier a den Dachbalken, b die Stuhlsäule, c den Stichbalken, d den Sparren. Die Anordnung erhellt zur Genüge aus der Figur, und bedarf es daher keiner weiteren Erklärung; es soll hier nur noch bemerkt werden, daß der Sparren mit einem geächselten Zapfen in dem Stichbalken e steht.

In Fig. 247 ist ein ähnlicher Fall dargestellt, nur mit dem Unterschiede, daß hier die Stich- 247 balken so weit über die Mauer wegragen, daß ein hölzernes Traufgesimse an dieselben befestigt werden kann.

In Fig. 253 ist ein weit ausladendes Holzgesimse dargestellt. Der Sparren, welcher auf einer 253 im Innern befindlichen Fachwand c ruht und zu dem Ende auf deren Rahmen verkämmt ist, tritt so weit über die Mauer hervor, als die Ausladung des Gesimses betragen soll. Der Sparren ist in der Unteransicht ausgeschnitten und darüber das Deckbrett (Leckbrett) m aufgenagelt. An der vorderen Seite ist eine, mehrere Zolle breite, gehobelte Leiste befestigt, wodurch die Sparrenköpfe bedeckt werden. Um den inneren Dachraum gegen äußere Einwirkungen zu schützen, wird zwischen je zwei Sparren das Brett n befestigt, durch welches dann der offene Zwischenraum ganz gedichtet wird. Die untere Seite des Leckbretts m wird mit einer dünnen gehobelten Diele bekleidet. Das auf das Leckbrett zu befestigende und zu deckende Blech wird über die Vorderkante des Gesimses gekrämpft, wie in der Figur angedeutet ist.

Bei der in Fig. 252 angedeuteten Anordnung ruht der Sparren b zum Theil auf einer Fach- 252 wand c, und zum Theil noch auf der massiven Umfangsmauer. Um an der Mauer herunter das Eindringen von Rässe zu verhindern, wird die Metallbedeckung um etwa 1 1/2 Zoll tief in die Fuge des Mauerwerks eingelassen und von oben dann sorgfältig wieder verpußt. Uebrigens ist das vollständige Dichten dieser Fuge immer sehr schwierig, zumal wenn die Lage des Daches der Art ist, daß der Wind den Regen gegen diese Fuge treiben kann. Ist das Letztere der Fall, so ist es immer

sehr zweckmäßig, wenn man auf die Metallbedeckung längs dieser Mauer noch einen etwa $\frac{3}{4}$ Zoll hohen Rücken oder Streifen auflöthet, welcher dicht gegen das Mauerwerk gelegt und später mit überputzt wird. Besteht die Bedeckung aus Ziegeln oder Schiefeln, so wird in dem Mauerwerk eine etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll tiefe und 2 bis 3 Zoll hohe Nille eingehauen, in welche dann die Köpfe der Dachziegel oder der Schiefersteine mit vollem Kalke eingeschoben und äußerlich wieder mit Mörtel sorgfältig verputzt werden.

Was die Abführung des Regenwassers betrifft, so sind hierzu Dachrinnen erforderlich, die entweder von Holz, Metall oder Stein angefertigt und mit einem nur sehr geringen Gefälle, nach einer oder nach beiden Seiten des Gebäudes hin, an der Unterkante der Dächer angebracht werden.

Die gewöhnlichsten, aber zugleich auch die häßlichsten Dachrinnen sind diejenigen, welche, von Holz oder Metall auf eisernen Stützaken ruhend, in einer sehr wenig geneigten Richtung vor den Balkenstirnen angebracht werden. Besteht nun die Bekleidung der Balkenstirnen aus einem ein-
217.232 fachen Stirnbrette, wie in den Figuren 217 und 232 angedeutet ist, so entsteht kein weiterer Uebelstand daraus. Allein sobald ein Hauptgesims angebracht wird, und die Gliederungen desselben durch die rohe Form einer solchen blechernen Hängerinne, die wegen des Abfließens des Wassers nothwendig in einer geneigten Richtung davor gehängt werden muß, zum Theil verdeckt werden, so entsteht dadurch ein für das Auge jedenfalls sehr unangenehmer und störender Anblick. Es ist aber auch wieder nicht zu verkennen, daß solche angehängte Dachrinnen, wenn gleich sie immer eine Mißzierde sind, dennoch einen sehr großen Vortheil gewähren, welcher darin besteht, daß sie nicht allein das Wasser vollständig ableiten, sondern daß auch beim Ueberlaufen oder einem sonstigen Schadhastwerden derselben niemals ein für das Gebäude selbst nachtheilig wirkender Uebelstand daraus entstehen kann, indem das überlaufende oder sich durchsickernde Wasser immer in einiger Entfernung vom Gebäude herunterfließen wird. Dadurch finden nun diese Hängerinnen, trotz ihres schlechten Aussehens, dennoch häufige Anwendung, und zwar hauptsächlich bei untergeordneten Gebäuden; seltner aber finden sie Anwendung bei Wohngebäuden, und bei diesen dann gewöhnlich nur an Hinterfronten oder an solchen Seiten, die an Gängen oder schmalen Hofplätzen liegen und durch Architektur nicht weiter hervorgehoben werden sollen.

Um nun die architektonischen Formen des Hauptgesimses nicht zu verunzieren und theilweise durch eine vorgehängte blecherne Rinne zu verdecken, so läßt man die Rinne selbst einen Theil des Gesimses, und zwar die obersten Glieder desselben, ausmachen, und befestigt zu diesem Ende die Dachrinne oberhalb des Gesimses, und zwar an der Dachfläche selbst, in welchem Falle dann diese Rinne
234.238 nach der Form der obersten Deckglieder des Gesimses hergestellt wird. Eine solche Anordnung ist in 242.247 den Figuren 234, 238, 242 und 247 mehrfach dargestellt.

Wenn gleich durch diese Rinnen die architektonischen Formen des Hauptgesimses nicht verloren gehen, so treten dafür doch auch manche andere Uebelstände wieder hervor; namentlich daß die Befestigung solcher Rinnen sehr schwierig ist und im Fall des Ueberlaufens oder Einregnens die Balken sowohl als auch die Mauern dadurch ganz besonders leiden; ferner aber muß die Dachrinne, um das Wasser fortzuführen, ein, wenn auch nur sehr geringes Gefälle erhalten, welches im Aeußeren einem geübten Auge niemals entgehen und daher ebenfalls einen störenden Anblick gewähren wird.

233 Um diesen zuletzt angeführten Uebelstand zu vermeiden, kann man die in Fig. 233 angedeutete Construction anwenden. Es wird nämlich das oberste Deckglied des Hauptgesimses von Holz angefertigt und dahinter die blecherne Dachrinne angebracht, welcher man alsdann das nöthige Gefälle geben kann, ohne daß es äußerlich sichtbar wird. Allein, wie schon erwähnt, haben diese Dachrinnen den Nachtheil, daß beim Schadhastwerden derselben die darunter befindlichen Balken und Deckenverschalungen, so wie auch das Mauerwerk, leicht durchnäßt werden, weshalb bei dieser Art von Rinnen stets die größte Sorgfalt angewendet werden muß und dieselben sehr stark und dauerhaft gearbeitet sein müssen.

Diese zuletzt erwähnten Rinnen nennt man gewöhnlich Karnies- oder Gesimsrinnen.

243 Eine andere Anordnung, wodurch man diese erwähnten Uebelstände aufzuheben glaubte, ist in Fig. 243 dargestellt. Allein dadurch, daß man die Rinne auf das Dach selbst verlegt, wie hier angegeben, bringt man einmal ein sehr schlechtes Ansehen hervor, ferner aber sind die Rinnen in

dieser Art sehr schwierig zu befestigen, weshalb man sie im Allgemeinen auch nur sehr selten angewendet findet.

In Fig. 241 ist die Anordnung einer Dachrinne dargestellt, wobei man jedesmal aus dem Aufschieblinge das zur Herstellung der Tiefe und des Gefälles der Dachrinne nöthige Holz heraus-schneidet. Diese Anordnung führt aber dieselben Nachtheile mit sich, wie die erwähnten Karnies- oder Gesimsrinnen, weshalb im Fall ihrer Anwendung die Dachrinnen ebenfalls auf's Sorgfältigste und Dauerhafteste gearbeitet sein müssen.

In Fig. 239 ist eine Dachrinne von Sandstein angenommen. Um das vom Dache abfließende Wasser in die Rinne ableiten zu können, wird am unteren Ende der Dachfläche auf die Aufschieblinge ein sogenanntes Leckbrett o genagelt, dessen obere Fläche mit der übrigen Belattung oder Verschalung des Daches in eine Ebene fällt und ebenso auch mit der inneren Kante der Rinne zusammentrifft, worauf in dieser letzteren Beziehung bei Anordnung der Aufschieblinge Rücksicht genommen werden muß. Dieses Leckbrett wird meistens mit Metallblech bekleidet, welches letztere um einige Zoll über den inneren Rand der Rinne wegragt und an die innere Wandung derselben dicht angebogen wird. Anstatt des Bleches wendet man aber auch sehr häufig eine doppelte Lage von Schiefersteinen an, wobei jedoch dann Rücksicht darauf zu nehmen ist, daß man die Aufschieblinge so viel zurücksetzt oder ausschneiden läßt, als die Stärke der Schiefer beträgt, damit deren äußere Oberfläche auch mit dem inneren Rand der Rinne zusammenfällt. Da aber bei diesen Rinnen sehr leicht ein Ueberlaufen des Wassers, namentlich wenn dieselben mit Schnee angefüllt sind und ein plötzliches Thauwetter eintritt, oder wenn auf sonstige Weise der Ablauf verhindert wird, nach Innen zu stattfinden kann, so ist es zweckmäßig, den äußeren Rand der Rinne um etwa 1 bis 1½ Zoll niedriger zu machen, als den der Dachseite zugekehrten. Man muß aber auch ein Ansammeln von Schnee in der Rinne selbst so viel als möglich zu verhindern suchen, was sich dadurch am leichtesten bewerkstelligen läßt, daß man sogenannte Rinnenbretter legt, wodurch die Rinne zwar zugedeckt wird, jedoch nur in der Art, daß das Wasser vom Dache her gleichwohl ungehindert in die Rinne abfließen kann. Dies geschieht am einfachsten dadurch, daß man an das Metallblech auf alle 3 bis 4 Fuß kleine Desen von demselben Metall anlöthet, worin dann quer über die Rinne und auf den äußeren Rand derselben Eisen gelegt werden, auf welchen die Bretter ruhen. Diese Bretter bedecken aber nicht die ganze Rinne, sondern es bleibt an beiden Kanten ein Zwischenraum von etwa ½ Zoll, so daß bei Schneeanfassungen der geschmolzene Schnee abfließen kann.

Diese zuletzt erwähnte Anordnung des Rinnenbrettes ist namentlich nothwendig bei der in Fig. 246 dargestellten Construction, wo eine steinerne oder auch hölzerne Rinne das Wasser von zwei neben einander liegenden Dächern aufnehmen und ableiten soll. Bei einer ähnlichen, wie der in Fig. 245 dargestellten Rinnenvorrichtung müßten solche Rinnenbretter unmittelbar auf den beiden Dachflächen ruhen, und zwischen den letzteren und den Rinnenbrettern dürfte nur so viel Zwischenraum gelassen werden, daß das auf den Dachflächen sich sammelnde Wasser ungehindert abfließen kann. Einer weiteren Erklärung bedürfen diese beiden Figuren nicht, indem die Anordnung genügend aus den Zeichnungen erhellet.

Folgendes, wenn auch nicht zu den Zimmerarbeiten gehörend, muß hier aber noch bemerkt werden. Diejenigen Dachrinnen nämlich, welche aus Stein angefertigt werden, bestehen immer aus einzelnen Stücken, die mit einem Steinfitt oder mit Cementmörtel zusammengesetzt werden. Trotz der größten Vorsicht, die bei der Zusammensetzung einer Rinne beobachtet wird, kommt es doch zuweilen vor, daß in den Fugen ein Leck sich findet, durch welchen dann das Wasser in das darunter liegende Mauerwerk dringt, dieses durchnäßt und nicht selten ein Versaulen der nächst unterliegenden Balkenköpfe zur Folge hat. Um solchen Uebelstand nun von vorn herein unschädlich zu machen, legt man unter jede Fuge der Rinne eine kleine Rinne von Metall, die, wenn es möglich ist, nach Außen ihren Ablauf hat. Kann solches aber nicht stattfinden, wie z. B. bei der in Fig. 246 dargestellten Construction, so giebt man diesen kleinen Rinnen nach einer Seite hin das Gefälle und hängt unmittelbar unter jede einen Blechkasten, worin das durchsickernde Wasser zusammenfließt und von Zeit zu Zeit ausgegossen werden kann.

Die in Fig. 236 dargestellte Rinnenvorrichtung ist bei einem flachen Dache anwendbar. An der inneren Seite der aufgeführten Frontmauer wird eine sorgfältig zusammengesetzte und dicht verkittete

steinerne Rinne gelegt, unter deren Fugen aber ebenfalls die eben erwähnten kleinen Rinnen von Metall gelegt und die Wasserfaſten angebracht werden. Die Oberfläche des Gefimſes, welches hier maſſiv iſt, wird nach dem Rande dieſer Rinne hin etwas abgewäſſert. Die Oberfläche der Dachverſchalung trifft mit der inneren Kante dieſer Rinne zuſammen, und wird das Blech, womit die Dachfläche eingedeckt wird, mehre Zolle tief nach der Rinne hin, an die innere Wandung derſelben, dicht angebogen. Dieſe Anordnung führt aber, wie leicht erſichtlich iſt, einen ſehr großen Uebelſtand mit ſich; denn im Fall ein Ueberlaufen der Rinne ſtattfindet, kann das Waſſer nicht anders, als in das Innere des Gebäudes abfließen, ohne daß dieſes durch irgend welche Vorkehrungen verhindert werden könnte. Es iſt daher nothwendig und unbedingt auch weit zweckmäßiger, die Rinne höher zu legen und die Oberfläche des Gefimſes, anſtatt nach der Rinne hin, von dieſer ab nach Außen hin abzuwäſſern, und dann den äußeren Rand der Rinne, wie bereits angeführt worden, um mindestens 1 Zoll niedriger zu machen. In Folge dieſer Anordnung muß dann, wie ſich von ſelbſt verſteht, auch das Dach um ſo viel höher gelegt werden als die Rinne höher gelegt iſt, was übrigens ohne alle Schwierigkeit geſchehen kann. Bei dieſer Anordnung laſſen ſich die oben erwähnten Rinnenbretter ebenfalls ſehr zweckmäßig anwenden, um die Anſammlung von Schnee in der Rinne zu verhindern.

237 Eine ſehr zweckmäßige Rinnenvorrichtung iſt in Fig. 237 dargeſtellt. Hierbei liegt der Rinnenfaſten auf der äußeren Seite der Mauer, und iſt derſelbe vorn mit einem hölzernen Deckgliede des Hauptgefimſes verdeckt. Es wird hier nicht allein der Rinnenfaſten, in welchem das zur Abführung des Waſſers nöthige Gefälle hergeſtellt wird, ſondern auch die Oberfläche des hölzernen Deckgefimſes bis zur Vorderkante mit Blech bekleidet. Der Rinnenfaſten muß vollſtändig mit Holz ſo ausgefüllt werden, als die innere Form der Rinne geſtaltet ſein ſoll, damit die Metallausfüllung ſpäter überall möglichſt dicht aufliegt. Die Anordnung dieſer Conſtruction bedarf keiner weiteren Erklärung.

240 In Fig. 240 iſt eine andere Rinnenvorrichtung dargeſtellt. Es iſt hier a der Hauptbalken; c der Dachrahmen zur Unterſtützung des Sparrens d, welcher wieder durch den Ständer b, der auf dem Hauptbalken ſteht, unterſtützt wird; e iſt ein Querholz, welches mit einem Ende in der Mauer liegt, mit dem anderen Ende aber an den Ständer b feſtgenagelt wird und dazu dient, den Rinnenfaſten f zu tragen. Ein ſolches Querholz muß immer wenigſtens auf jeden dritten Balken angebracht und daher auf jeden zugehörigen Balken ein Ständer b geſtellt werden, in welchen das Querholz zu mehrerer Feſtigkeit etwa 1 bis 1½ Zoll tief eingelaffen wird. Der Rinnenfaſten, welcher an der äußeren Seite niedriger iſt als an der inneren, dem Dache zugekehrten Seite, wird vollſtändig mit Holz nach der, der Rinne zu gebenden inneren Form ausgefüllt und dann ganz mit Blech ausgegedeckt. Dieſes Blech reicht nach der äußeren Seite um mehre Zolle über die nach Außen abgeſlachte Oberfläche des anliegenden Mauerwerks, welches zweckmäßig mit einer Aſphalt- oder Maſtirlage zu bedecken iſt. An der inneren Seite wird die Blechbekleidung der Rinne mit der Dachbedeckung verbunden.

244 In Fig. 244 iſt eine Holzgefimſ-Verbindung dargeſtellt. Hierbei ſind die Aufſchieb-linge vermieden, und iſt derjenige Theil, wo die Dachrinne hergeſtellt werden ſoll, nach der Form und dem Gefälle der Dachrinne mit Holz ausgefüllt, woran ſich ſpäter die Blechbedeckung dicht anlegt. Die Blechausfüllung der Rinne geht an der äußeren Seite herauf und wird hier in die Fugen des Mauerwerks befeſtigt und der Abpuß dann bis dicht auf das Blech hergeſtellt, damit dem Waſſer keine Stelle zum Eindringen übrig bleibt. Die nähere Anordnung des Gefimſes geht aus der Figur ſelber hervor, nur ſoll hier noch bemerkt werden, daß die Gefimſhölzer, woran das Gefimſe befeſtigt iſt, nur 3 Fuß von einander entfernt anzuordnen ſind.

251 In Fig. 251 iſt die Conſtruction eines Gefimſes von Gußzink dargeſtellt. Dieſe Conſtruction iſt dem Notizblatte des Architektenvereins entlehnt, woſelbſt es heißt:

„Es iſt hier a das Rahmholz über der vorderen Dachwand, b ſind die Dachsparren, „c die Latten zum Aufhängen der Dachſteine. Es iſt ferner d d' das Profil des Zinkgefimſes „einen ſchwachen Viertel-Zoll ſtark und in Stücken von 5 Fuß Länge gegoſſen. Dieſe Gefimſſtücke liegen theils auf der Mauer, theils werden ſie durch die Eiſen e getragen. Dieſe „Eiſen ſind an dem einen Ende an die Sparren genagelt und am anderen Ende mit dem „Gefimſe durch übergelegte Zinkbleche verbunden, die an die Gußplatte gelöthet ſind. Das

„Ganze hat eine solche Stabilität, daß man auf der Kante des Rinnleistens gehen kann. In dieses Gesims wurden die Wasserrinnen aus Zinkblech hineingelegt, wie dieses aus der Zeichnung zu ersehen ist; sie sind an der vorderen Kante über das Gesims gefalzt und hinten auf die Latten c genagelt. Die Höhe des Gesimses wurde auf die Neigung der Rinnen für den Abfluß des Wassers verwendet. Bei dieser Anordnung ergiebt sich der Vortheil, daß, wenn die Rinne schadhaft wird, das eindringende Wasser dem Gesimse keinen Schaden thut, denn es fällt auf die Gußzinkplatte und kann da durch Oeffnungen, die für diesen Zweck durchgebohrt sind, abfließen. Zugleich befördern diese Oeffnungen einen vortheilhaften Luftzug unter der Rinne und geben auch etwas Licht, so daß man den ganzen Raum bis an die Vorderwand d der Hängeplatte vom Dachboden aus sehr bequem übersehen kann. Die hervorstehenden Rippen f und d' verhindern ferner, daß das Wasser nach dem Innern der Gebäude auf das Mauerwerk fließen kann. Die Modillons sind ebenfalls aus Zink gegossen und an der Platte festgelöthet; diese Befestigung war schon in der Fabrik geschehen, und konnte deshalb das Versetzen des Gesimses sehr schnell beendet werden. Der laufende Fuß dieses Gesimses kostet incl. der Befestigung 1 Thlr. 7¹/₂ Sgr. und das Stück der Modillons mit Blatt, ebenfalls incl. Befestigung, 25 Sgr.“

In den Figuren 254, 254 A und B ist die Construction eines schweren Holzgesimses dargestellt. 254 Die Anordnung im Allgemeinen bedarf keiner weiteren Erläuterung, indem die Verbindung der einzelnen Theile hinreichend aus der Zeichnung hervorgeht. Nur was die Befestigung der Consolen betrifft, so ist hier noch zu bemerken, daß dieselben aus starken, doppelt zusammengelegten Bohlen ausgeschnitten und an die in dieselben eingelassenen Träger a mittelst starker eiserner Nägel befestigt werden; außerdem ragen sie auch noch um mehre Zolle in die Mauer hinein. Die Träger a werden in die Stichbalken b eingezapft, jedoch mit durchgehenden Zapfen, und in den Stichbalken mittelst Schraubenbolzen befestigt. 254 ^A/_B

In Fig. 250 ist eine Rinnenvorrichtung dargestellt, wie sie am Königsbau in München ausgeführt ist. 250 Das in der oberen Hauptrinne sich sammelnde Wasser wird durch Abfallröhren, die innerhalb der Mauern angebracht sind, abgeführt. Durch diese Anordnung werden die Rinnen, welche keineswegs zur Verschönerung beitragen, ganz und gar versteckt, und möchte daher in dieser Hinsicht die Anordnung Nachahmung verdienen. Betrachtet man aber die Anordnung näher, so entsteht die Frage, ob dieselbe auch in allen Fällen zweckmäßig sei? — Sehr leicht kann es sich ereignen, daß, namentlich wenn der Raum zu beschränkt ist, um recht weite Dachrinnen anordnen zu können, die Rinne sich entweder verstopft oder im Winter, bei abwechselndem Frost-, Schnee- und Thauwetter, dicht friert, wodurch natürlich bei der dann stattfindenden Ausdehnung die Rinne selbst sehr leicht leiden kann; es läßt sich aber dann nur schwer ermitteln, ob die Rinne schadhaft geworden oder nicht, und wird solches erst dann wirklich bemerkt, wenn das umgebende Mauerwerk bereits eine solche Menge Feuchtigkeit angezogen hat, daß es an der inneren oder äußeren Seite auf der Oberfläche sichtbar wird. Ferner, bedarf eine solche innerhalb der Mauer angebrachte Rinne einer Reparatur, so ist man nicht im Stande, dieselbe auszuführen, ohne daß gleichzeitig andere bedeutende Reparaturarbeiten erforderlich werden, und zwar dadurch, daß das Mauerwerk entweder an der inneren oder an der äußeren Seite vor der Rinne entfernt werden muß, um daran kommen zu können. Ein anderer Fall ist es, wenn man erstlich so viel Raum hat, die Rinne so anordnen zu können, daß das Mauerwerk nicht ringsum unmittelbar anschließt, und ferner, wenn man auf verschiedenen Stellen von Innen zu der Rinne gelangen und solche dann untersuchen kann. Ist dieses aber nicht der Fall, sondern ist der Raum so beschränkt, daß das Mauerwerk ringsum dicht anschließen muß, so ist es jedenfalls immer vorzuziehen, selbst wenn auch zum Nachtheil der äußeren Architektur, was aber wohl selten stattfinden möchte, daß man die Rinnen in tiefen Einschnitten anbringt, wo man dieselben jeden Augenblick näher untersuchen kann, ob sie schadhaft geworden oder nicht, und wo dann ihre Reparatur oder gar Erneuerung weit leichter auszuführen ist. Bei dem vorliegenden Falle sind in den Zwischenräumen der Plafonds und Fußböden, welche zugänglich sind, in der Mauer Oeffnungen gelassen, damit man im Falle, daß eine Ausbesserung an den Röhren nöthig würde, zu denselben gelangen kann.

Die in Fig. 255 dargestellte Gesimsconstruction ist ebenfalls am Königsbau in München zur 255

Ausführung gebracht. Um hier die nöthigen Steigungen und die ungleichen Höhen der Dachrinnen zu maskiren, und um zugleich zur möglichsten Vermeidung der Dachtraufe den Ablauf des Wassers in die Rinne, so weit es anging, an das äußerste Ende des Hauptgesimses zu bringen, wurde eine, in gleicher Höhe und gleicher Entfernung an der äußeren Contur des Gesimses fortgehende Wand ausgeführt, welche hinter sich eine Art fortlaufenden Canal *b* bildet. Zu dem Ende wurde an dem Saume des Hauptgesimses ein Blech von 6 Zoll Breite vom stärksten Kupfer, wovon 1 Quadratfuß 3 Pfd. wiegt, aufgelegt und mit Schrauben in eingegossene, so weit als möglich an die äußere Linie des Gesimses gesetzte Blöckchen von Blei, in einer Entfernung von 6 zu 6 Zoll, befestigt. Auf dieses Blech wurde ein zweites Blech von 8 Zoll Breite gelegt, welches oberhalb an die Verschalung festgenagelt, unten in einen durchlaufenden Eisendraht von 5 Linien Dicke eingerollt und an dem erwähnten Saumbleche mit kupfernen Zapfen vernietet wurde. Hierüber wurde noch ein drittes Blech von mehr als 3 Fuß Breite gelegt und dasselbe vorn am Gesimse um den eisernen Draht über das zweite Blech gerollt und oberhalb auf die Verschalung genagelt. Da die bloße Unterlegung von Schalbrettern an diesem Orte nicht für ausreichend angesehen wurde, so wurden starke Leisten *c* an die Sparren genagelt und darauf die Schalbretter befestigt. Die Leisten wurden von Eichenholz genommen und gehen aufwärts bis zu den Riegeln *a*.

Nachdem der Saum auf diese Art hergestellt worden war, wurde das eiserne Gerippe *b* an den oberen Enden der Rinnenhaken festgenagelt und hierauf mit Kupfer sorgfältig verkleidet und dieses mit dem Deckkupfer verbunden. Der unter der Falzung des Deckkupfers mit dem Saumbleche liegende Riegel *a* diente dazu, um beim Hämmern eine solidere Unterlage zu erhalten. Die Verkleidung der Rinne ist vorn mit der Dachdeckung oder Saumbekleidung nicht weiter verbunden, sondern liegt hier frei auf, damit das sich erzeugende Schweißwasser, oder auch das durch Stürme hinaufgetriebene Regenwasser, frei wieder über den Saum abfließen kann.

256 In Fig. 256 ist die Gesimsconstruction dargestellt, welche am neuen Charitégebäude in Berlin ausgeführt ist. Das Hauptgesimse ist aus gebranntem Thon gefertigt, der obere Theil aber mit Zink abgedeckt. Ebenso ist die darüberstehende Attike mit Zink bekleidet, und in ihr liegt, wie aus der Figur hervorgeht, die Wasserrinne, welche in derselben das gehörige Gefälle erhalten kann, ohne im Aeußeren die wagerechte Linie des Gesimses zu stören. Sonst bedarf es keiner weiteren Erläuterung, indem die Construction aus der Figur deutlich zu entnehmen ist.

277 N—Q In den Figuren 277 N, O, P, Q sind noch einige Beispiele von Gesimsen dargestellt, die aber nach dem Bisherigen sich sehr leicht erklären und daher keiner näheren Beschreibung bedürfen.

Nachdem vorher eine Anzahl von Beispielen über Gesimsconstructions angeführt worden sind, woraus die verschiedenen Anordnungen zur Genüge zu entnehmen sind, sollen nunmehr noch einige Schlußbemerkungen folgen, die sich speciell auf die Ausführung hölzerner Gesimse beziehen.

Die kleineren Gesimse, welche höchstens bis zu 2½ Zoll Ausladung erhalten, werden mittelst der verschiedenen Karnieshobel mit den erforderlichen Gliederungen versehen und aus schmalen Brettern oder Bohlen hergestellt. Sind die Ausladungen aber größer und die Gesimse hoch, so werden sie, wo es möglich ist, zwar auch aus Brettern und Bohlen ausgearbeitet, aber dann mit Federn und Nuthen zusammengesetzt und an die dazu bestimmten vorragenden Balken oder Holzstücke mit Nägeln befestigt.

Das Untergesimse wird zweckmäßig durch massive Construction hergestellt; doch läßt man in den gewöhnlichen Fällen bei kleineren Wohnhäusern auch diese aus Holz bestehen, und rückt, um ein solches Untergesimse befestigen zu können, die Mauerlatte so weit heraus, daß sie mit der äußeren Mauerseite bündig liegt. Durch das Untergesimse wird die Mauerlatte dann ganz bedeckt, indem jenes noch um etwa 1 Zoll auf die Mauer reicht.

Die Gesimse aus vollem Holze auszuarbeiten, ist durchaus unzweckmäßig, indem das volle Holz beim Eintrocknen leicht aufreißt. Will man die Unteransicht der Hängeplatte in die Vorderfläche nicht mit einer Nuth einsetzen, welche Arbeit immer größere Mühe macht, so müssen beide Theile unter einander durch Nägel verbunden werden.

Werden die Gesimse der Länge nach aus mehreren Stücken zusammengesetzt, so muß der Stoß immer auf einem Balken oder Sparren erfolgen, und müssen beide Stücke ganz genau zusammengearbeitet werden.

Neuntes Capitel.

Von den Dachfenstern und Windeckerfen.

§ 37.

Von den Dachfenstern.

Wenn gleich bei Herstellung eines Daches zunächst immer dahin getrachtet werden muß, die verschiedenen Dachflächen möglichst eben herzustellen und somit die Ecken und Einsprünge zu vermeiden, weil dadurch nicht allein Schneehöhlen entstehen, sondern es auch immer schwieriger ist, solche unterbrochene Dachflächen gegen Eindringen von Nässe gehörig zu schützen, wie dieses namentlich bei Dachfenstern und dergleichen Anlagen der Fall ist, so treten doch häufig Umstände ein, welche diese jedenfalls nachtheiligen Anlagen unentbehrlich machen. Dieses ist namentlich der Fall, wenn ein Dachboden einen starken Luftzug erhalten soll, oder wenn Windvorrichtungen an der Dachseite, und nicht im Giebel angebracht werden; ebenso wenn der Dachboden durch eine Anzahl von Fenstern erhellt werden soll, was vorzüglich dann nöthig ist, wenn man unter dem Dache noch Wohnungen einrichten will. Außerdem ordnet man auch Dachfenster oder Dachluken an, um zu der äußeren Dachfläche, und namentlich zu den Dachrinnen, zum Behufe des Reinigens derselben, gelangen zu können. Es sind daher diese Anlagen in vielen Fällen als ein nothwendiges Uebel anzusehen, und sollen in Folgendem verschiedene hierher gehörige Fälle näher angeführt werden.

Wir haben verschiedene Arten von Dachfenstern zu betrachten. Die einfachsten und gewöhnlichsten, die mit Ziegeln oder auch mit Rohr oder Stroh eingedeckten Dachfenster bestehen aus einer Unterschwelle a, Fig. 258 B, welche auf die Sparren aufgekämmt und entweder mit starken eisernen Nägeln 258 B darauf befestigt, oder durch an die Sparren genagelte Eisen gehalten wird, welche letztere unten nach dem Querschnitt der Schwelle a umgekrümpt und gebogen sind, und in welche dann die Schwelle eingelegt ist, wie in der Figur gezeigt wird. Auf dieser Schwelle stehen zwei Stiele b, b Fig. 258 A, welche, 258 A so wie die Schwelle und das Rahmstück c, die mit einander verzapft sind, einen Falz von etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll Tiefe und Breite erhalten, worin das Fenster oder die Luke vor dem Dachkerker einschlägt. An dem vorgedachten Rahmstück und den Dachsparren g ist der Riegel oder Einzügel d befestigt, und zwar in der Art, daß er auf das Rahmstück verkämmt und in den Sparren eingezapft, mit letzterem noch durch einen eisernen Bügel fest verbunden ist. Auf diesen Einzügeln d stehen alsdann die Dachfenstersparren f, indem sie in dieselben in gewöhnlicher Art eingezapft sind, und lehnen mit ihren oberen Enden an die Hauptsparren g, an welche sie mit einigen großen eisernen Nägeln befestigt werden. Die Riegel d werden an ihrer Stirnseite mit einem sogenannten Stirnbrett bekleidet, welches gleichzeitig noch die obere Kante des Rahmstücks um einige Zolle überdeckt. Die Seitenflächen dieser Dachfenster werden, nachdem dieselben durch eingesezte Riegelhölzer in mehre kleine Felder getheilt worden, mit Ziegelsteinen ausgemauert.

Bei diesen Dachfenstern ist vorzüglich darauf zu sehen, daß die Sparren f nicht zu kurz ausfallen, damit die darüber herzustellende Dachfläche nicht zu wenig Abhang erhalte, vorzüglich aber auch, damit an der Stelle, wo diese Dachfläche an das Hauptdach anläuft, nicht ein zu kleiner Winkel oder ein sogenannter Wassersack entstehe, wovon in § 36 bei den Aufschieblingen die Rede war. Dieses würde ein zu leichtes Eindringen der Nässe zur Folge haben. Es ist daher am besten, wenn es sonst nur irgend möglich ist, die Sparren bis an den First des Daches hinaufreichen zu lassen. Die Dachfenster werden im Uebrigen auf die gewöhnliche Weise eingelattet, wovon weiter unten noch näher die Rede sein soll.

Diese eben beschriebenen Dachfenster bringen aber, wenn gleich sie an und für sich die einfachsten und zweckmäßigsten sind, wegen der hohen schmalen Dachfläche immer eine arge Mißzierde hervor.

Um dieses zu vermeiden, und um denselben eine zierlichere Gestalt zu geben, wendet man die in 257 A Fig. 257 A und B dargestellte Construction an, wobei sich die Dachfenster nur durch die Art der Ein- 257 B deckung von den eben erwähnten unterscheiden.

Es werden hier nämlich auf die Einzüge *d* kurze Balken *e, e* nach der Breite des Dachfensters gelegt und darauf verkämmt und befestigt. Die obere Fläche dieser Hölzer ist nach beiden Enden hin von der Mitte aus etwas abgeschragt; darüber wird eine passende Bretterverschalung hergestellt, und alsdann die Dachfläche mit Metall eingedeckt. Diese Art von Dachfenstern findet bei Wohngebäuden viele Anwendung. Statt der Metallbedeckung wendet man auch sehr häufig eine Ziegelbedeckung an. In diesem Falle muß jedoch das Dach des Dachfensters eine größere Höhe erhalten, und setzt man dann entweder die erforderlichen Sparren mit Zapfen in kurze und nur schwache Balken, welche auf die Einzüge *d, d* gelegt und darauf gekämmt sind, oder es werden, da die Breite der Dachfenster meistens nur gering ist, die Sparren in diesem Falle auch unmittelbar auf die Einzüge *d, d* aufgeklauet und mit langen eisernen Nägeln darauf befestigt. An ihrem oberen Ende werden die Sparren durch den gewöhnlichen Schligzapfen mit einander verbunden und verbohrt. Wenn gleich hier der Sparrenschub wegen der geringen Länge der Sparren nur gering sein kann, so ist es doch immer besser, man wählt die erstere Anordnung mit Balken, zumal die Seitenwände der Dachfenster nicht der Art construirt werden, daß sie noch einen Seitenschub aushalten sollen.

Soll ein Dachboden einen starken Luftzug erhalten, wie es namentlich bei Trockenböden der Fall sein muß, so ordnet man eine fortlaufende Dachfensterreihe an, die mit der in Fig. 257 näher dargestellten Construction viele Aehnlichkeit hat, nur daß sie hierbei alsdann nach kleineren Abmessungen 263 ausgeführt wird. Die Anordnung einer solchen fortlaufenden Dachfensterreihe ist in den Figuren 263 263 A und 263 A näher dargestellt. Die Dachfensteröffnungen werden entweder durch Lufen oder Fenster zeitweilig dicht geschlossen, oder man ordnet auch feste oder bewegliche Jalousien an, je nachdem es der beabsichtigte Zweck erforderlich macht. Da aber bei diesen Dachfenstern das Dach derselben immer über die vordere Fläche vorragen muß, um mehr oder weniger ein Einregnen zu verhüten, so werden, um gleichzeitig auch an Holz zu sparen, die Dachfenstersparren auf den Riegel *d* aufgeklauet und sowohl auf diesen letzteren als auch auf die Hauptsparren an ihrem oberen Ende mit starken eisernen Nägeln festgenagelt, um so ein Heruntersinken der Dachfenstersparren unter der Bedeckungslast zu verhindern, was bei der bedeutenden Ausdehnung dieser Dachflächen nach der Breite hin sehr leicht sich ereignen könnte, zumal die vordere Wand des Dachfensters solches wenig verhindern wird. Im Fall des Heruntersinkens der Dachfläche und Ausweichens der vorderen Wand, würde dadurch natürlich ein sehr bedeutender Nachtheil für die Construction herbeigeführt werden, weshalb es nothwendig ist, diese Arbeit mit großer Vorsicht auszuführen. Ebenso muß auch die Schwelle *e* auf jeden einzelnen Sparren verkämmt und darauf mittelst eiserner Nägel festgenagelt werden. Auf jeden Aten Sparren wenigstens muß ein eiserner Bügel festgenagelt werden, worin die Schwelle des Dachfensters außerdem ruht.

268 Der in den Figuren 268 und 268 A angedeutete Fall findet hauptsächlich dann seine Anwen- 268 A dung, wenn auf dem obersten Kehlgebälk eine Winde angebracht wird, und der zur Anordnung eines Winderades erforderliche Raum nicht in genügender Höhe mehr vorhanden ist, oder wenn man Luftabzüge herstellen will, ohne gerade einen starken Luftzug hervorzubringen. Bei einem solchen Aufbau ist in den gewöhnlichen Fällen die Anordnung von Schwellen nicht weiter erforderlich, sondern man setzt die Ständer *a, a* des Aufbaues mit Zapfen und Versäzung in die Hauptsparren *b, b*. Auf diese Ständer wird ein Rahmen *c* aufgezapft, worauf die Balken *d* gelegt und verkämmt werden. In der Mitte, wo diese Balken auf der Spitze des Hauptdaches ruhen, werden dieselben nach der Form der Dachspitze etwas ausgeschnitten. Der Riegel *f* wird mit den Balken *d, d* überschritten und dient nur dazu, um die Sparren *e, e* aufsetzen zu können. An den Seiten, rechtwinklig zur Längenrichtung des Daches, werden diese Aufbauten gewöhnlich mit Brettern verschalt und dann mit Metall bekleidet. Uebrigens können diese Seitensfelder auch mit Ziegeln ausgemauert werden. Die beiden anderen Seiten werden entweder mit Lufen, Fenstern oder Jalousien versehen.

Bei allen Dachfenstern, welche aus der Dachfläche vortreten, gilt es immer als Regel, daß dieselben gerade über die unteren Fenster zutreffen, um nicht gegen die Symmetrie zu verstößen. Es stehen aber selten die Hauptsparren so, daß die Wangen oder Seitenmauern der Dachfenster bei dieser

Anordnung gerade auf jene zu stehen kommen, und es müssen daher in solchem Falle Nebensparren aufgesetzt werden. Da aber hierbei es sich auch sehr leicht treffen kann, daß der Hauptsparren mitten ins Dachfenster zu stehen kommt, so ist auch gleichzeitig dann auf die Beseitigung desselben Rücksicht zu nehmen. Man erreicht nun den beabsichtigten Zweck am einfachsten dadurch, daß man den im Wege stehenden Sparren, so weit als es erforderlich ist, auswechselt. Zu diesem Behufe wird in die beiden zunächst stehenden Hauptsparren ein starker Riegel mit Versägung eingezapft, und zwar in der Höhe, bis zu welcher der Sparren ausgewechselt werden soll. In diesen Riegel wird dann der obere abgeschnittene Sparren mit einem Blatte oder, wenn diese Anordnung gleich von vorn herein bei Aufstellung des Daches hergerichtet wird, mit einem Zapfen eingesetzt. Der untere Theil des ausgeschnittenen Sparrens wird ebenfalls durch einen, in die beiden zunächst stehenden Sparren eingezapften Riegel, auf ähnliche Weise in seiner Stellung erhalten. Eine solche Anordnung, wie die 262 B eben beschriebene, ist in den Figuren 262 B und 264 A und B näher angedeutet, wo a den unteren 264 A und b den oberen Riegel bezeichnet. In diese Riegel a und b werden dann die erforderlichen Neben- 264 B sparren c, c eingesetzt. Daß eine solche Anordnung jedoch nur bei kleineren Dachfenstern genügt, versteht sich wohl von selbst; sind die Dachfenster größer, und ist die Anordnung von Nebensparren erforderlich, so müssen diese letzteren auf kurzen Fetten ruhen, die mit den auf beiden Seiten zunächst stehenden Sparren, und zwar an der unteren Fläche derselben, durch Schraubenbolzen fest verbunden werden. Auf diese Fetten werden dann die Nebensparren verkämmt und ebenfalls durch Schraubenbolzen damit verbunden. Die in Fig. 262 A dargestellte Anordnung zeigt ein Dachfenster, welches 262 A über drei Sparren reicht, von denen der mittlere auf die eben angegebene Weise ausgewechselt ist. Wird ein solches Dachfenster noch größer, so daß also mehrere Sparren ausgewechselt werden müssen, so müssen auch die Fetten eine größere Länge erhalten und auf jeder Seite mindestens an zwei Sparren mit Schraubenbolzen verbunden werden, damit die dadurch entstehende Belastung auf mehrere Sparren vertheilt wird.

Bei den bisher erwähnten Dachfenstern muß die untere Schwelle um so viel vorstehen, daß die darunter befindliche Reihe Dachziegel sammt den Dachlatten noch genügenden Raum darunter haben.

Da bei diesen hochstehenden Dachfenstern doch nicht immer das Durchdringen des Regen- und Schneewassers an den Wangen derselben zu verhindern ist, so hat man sich auch mehrfach der sogenannten Fledermäusedächer bedient, deren Construction folgende ist.

Auf die Sparren s Fig. 274 wird eine Schwelle a, 6 bis 7 Zoll hoch und 8 bis 9 Zoll breit, 274 verkämmt und mit großen eisernen Nägeln oder Schraubenbolzen darauf befestigt. In diese Schwelle werden die Stiele b mit ihren Falzen, zum Einsetzen der Fensterflügel, und oben darüber das Rahmstück c c c, woran ein Gesims gearbeitet sein kann, aufgezapft, und alsdann werden in die sich ergebenden Ecken e, e entweder Fensterrahmen eingesetzt, oder es werden dieselben mit Brettern gedichtet.

Das Rahmstück c c c wird aus mehreren Stücken zusammengearbeitet und über die Stiele b, b gestoßen. Man kann auch dieses Rahmstück aus dreizölligen Bohlen nach den Schnitten f und g Fig. 274 A zusammensetzen und dann später ein Gesims daran nageln, oder auch dasselbe ganz weg- 274 A lassen. Auf dieses Rahmstück werden die Sparren aufgeklautet und mit starken Nägeln darauf befestigt. Bei diesen Fenstern ist nur darauf zu sehen, daß niemals über die Mitte derselben ein Sparren zu stehen komme, sondern daß dieselben, wie in Fig. 274 A bei i, i zu sehen, von der Mitte gleich weit entfernt bleiben, weil es sonst nicht gut möglich ist, der Eindeckung oberhalb die gehörige Abrundung zu geben.

Da, wo die Dachfenstersparren gegen die Dachfläche laufen, werden, wenn dieselben nicht gerade auf die Sparren des Hauptdaches treffen, Latten oder besser starke Riegelhölzer mit einem Blatte und einer kleinen Brüstung in die Hauptsparren eingelassen und festgenagelt, und darauf alsdann die Sparren der Dachfenster befestigt, wie in Fig. 274 C angedeutet ist. 274 C

Bei der Anordnung dieser Art Dachfenster ist vor allen Dingen darauf zu sehen, daß die runde Linie des oberen Rahmstückes an keinem Orte eine zu steile Linie bilde, indem hiervon die Dichtigkeit des Dachfensters später wesentlich abhängig ist.

Gilly giebt nun eine nach Erfahrungen als die bestbefundenste Form an, welche folgendermaßen construirt wird (Fig. 274 B). Zuerst bestimmt man die Höhe des Fensters, welche sich nach 274 B der mehr oder minder flachen Lage des Hauptdaches richtet und aus einem Profile sehr bald gefunden

werden kann. Diese Höhe ab , nämlich von der Unterkante der Schwelle bis zur Oberkante des Rahmstückes über dem Fenster, theile man in 5 gleiche Theile, und setze aus a nach c und aus a nach d vierzehn solcher Theile, ziehe die Linie bd und theile solche in e in zwei gleiche Theile, errichte auf der Mitte zwischen b und e eine Normale fg und ebenso zwischen d und e die Normale hi . Da, wo nun die Linie fg mit der Verlängerung von ba sich schneidet, ist der Mittelpunkt g , aus welchem der Bogen ehl beschrieben wird. Mit derselben Deffnung des Zirkels suche man den Punkt i , und ziehe aus i den Bogen ehd . Die so erhaltene doppelt gekrümmte Linie läuft überall sanft und flach aus.

Solche Dachfenster haben den Vorzug, daß man sie an jedem Orte auf dem Dache anbringen kann, ohne daß es nöthig ist, die Sparren auszuwechseln. Ein Umstand aber, der sie trotz ihrer Zweckmäßigkeit nicht überall eingeführt hat, ist der, daß diese Fenster sich mit Holzziegeln gar nicht eindecken lassen, sondern hierzu nur die sogenannten Biberschwänze (Zungen), Schiefer oder Metall anwendbar sind.

Ist das Fenster sehr lang oder breit, so ist es sehr zweckmäßig, wenn außer den beiden Stielen b, b Fig. 274 A noch ein Mittelposten a eingesetzt wird, welcher nicht sehr breit zu sein braucht und gleichzeitig als Mittelposten für die anzuhängenden Fensterflügel oder Lufen dienen kann.

Soll eine größere Lufe in Form eines Fledermausfensters gemacht werden, so würde wegen der Höhe derselben das Dach entweder zu weit auslaufen, oder an den Seiten zu steil werden müssen. Um daher beides zu vermeiden, werden auf die Balken nahe an der Fronte, wie gewöhnlich, zwei 274 D Stiele aa auf eine Schwelle bb Fig. 274 D gesetzt und oben mit einem rundgeschweiften Bogenstück cc bedeckt. Da aber die Schweifung $dced$ an einem Dachfenster nur sehr flach sein darf, die Spitzen dd aber an die Dachfläche anstoßen müssen, so werden die Seitenstücke cd des Bogens nach dem Dache zurück, und die Schwellen bd auf die Dachfläche aufwärtsgehend angeordnet, und vereinigen sich dann beide Linien auf der Dachfläche in dem Punkte d . Im Grundrisse würde demnach eine 274 E solche Lufe die in Fig. 274 E angegebene Form erhalten, wo ef die Unterkante des Daches, ag die Schwellen und aa die runde Zarge cc in Fig. 274 D vorstellen.

Bei dieser Anordnung werden die Schwellen bd nicht auf die Sparren verkämmt, sondern auf dieselben überschritten und auf jeden Sparren mit einem starken eisernen Nagel festgenagelt. Die Ecken oder Seitenflügel bcd der Dachfenster werden mit Brettern benagelt, die entweder gehobelt und gespundet und mit einem schützenden Farbeanstrich versehen sind, oder mit Blech bekleidet werden.

Man könnte hier noch verschiedene Formen von Dachfenstern angeben; es werden aber die bisher angeführten vollständig genügen, und läßt sich daraus hinreichend ersehen, worauf es bei Auf- führung der Dachfenster vorzüglich ankommt.

Die zweite Art der Dachfenster sind diejenigen, welche mit der Dachfläche gleichliegend sind, und 261 also nicht hervortreten.

261 A—F In den Figuren 261, 261 A bis F ist ein solches, mit der Dachfläche gleichliegendes Dachfenster dargestellt. Diese Dachfenster bedürfen einer sehr künstlichen Zusammensetzung, wenn sie vor dem Einregnen gesichert werden sollen; sie gewähren aber in sofern auch wieder Vortheil, daß sie einmal ein sehr bedeutendes Licht geben, und anderntheils auch die Dachfläche nicht so unterbrechen, wie die oben beschriebenen. Die Construction dieser Dachfenster ist nun folgende.

An jeden der beiden Sparren a, a Fig. 261, 261 B, C und D, zwischen welche das Dachfenster angebracht werden soll, wird ein Brett b von etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll Dicke und von der Höhe, wie aus den Figuren B und D hervorgeht, befestigt. Unmittelbar daran, jedoch weiter an den Sparren hinauf, wird ein anderes Holz c von etwa 3 Zoll Stärke und von der Höhe, wie aus Fig. 261 hervorgeht, ebenfalls an jeden der beiden Sparren befestigt. Diese letzteren Hölzer c, c , welche somit etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll vor den Brettern b, b vorstehen, wie aus C ersichtlich ist, dienen dem aufgezogenen Dachfenster zum Auflager. In Fig. 261 und 261 D ist d ein um eine eiserne Stange x beweglicher Rahmen. Dieser Rahmen ist in Fig. 261 E für sich allein dargestellt, und erhält derselbe eine äußere Breite gleich der der Zwischenweite der Sparren. Die Stange x , um welche dieser Rahmen sich drehen kann, geht durch die beiden Sparren a, a , wenn das Dachfenster gleich bei Aufrihtung des Daches angeordnet wird; sonst aber wird diese Stange in den Futterbrettern b, b befestigt, was übrigens auch ganz ohne Nachtheil geschehen kann. Der Rahmen d dient dazu, das Fenster e , sobald solches

herunter- und vorgeschoben und in die in Fig. 261 angedeutete Lage gebracht ist, in derselben zu erhalten. Um aber diesen Rahmen auch, was durchaus nothwendig ist, in der gehörigen unterstützenden Stellung erhalten zu können, und um überhaupt ein Herunterfallen desselben ein- für allemal zu verhindern, so ist ein eiserner Hebel p Fig. 261 angeordnet. Dieser Hebel besteht, wie in Fig. 261 F näher ersichtlich ist, aus einer horizontalen starken viereckigen eisernen Stange, die an beiden Enden runde Zapfen hat, welche in eigends dazu in den Futterbrettern b angebrachten und befestigten eisernen Pfannen ruhen. An einem Ende dieser Stange ist eine Hebelvorrichtung y angebracht, welche aus einem langen und einem kurzen Hebelarme besteht; am anderen Ende dieser Stange ist nur ein kurzer Hebel angebracht, welcher nicht allein dieselbe Richtung, sondern auch dieselbe Länge des am anderen Ende der Stange angebrachten kurzen Hebelarmes erhält. Liegt nun das Fenster e auf dem Rahmen d und soll es geschlossen werden, so erhält die Hebelvorrichtung die in Fig. 261 angedeutete Stellung; soll aber das Fenster e geöffnet werden, so wird der längere Hebelarm p daselbst nach Oben gezogen, wodurch aber der kurze Hebelarm eine Bewegung nach Unten hin macht, in Folge dessen der Rahmen d sich senken muß. Sobald nun der Rahmen d eine solche Lage hat, daß die obere Kante desselben mit der oberen Kante des Futterbrettes b (Fig. 261 B) in einer Ebene liegt, womit gleichzeitig eine Senkung des Fensters e verbunden ist, so wird dieses nach Oben hin aufgezogen und ruht daselbst auf den Hölzern ee, wie in Fig. 261 C angedeutet ist.

Um einen gehörigen dichten Verschuß beim Vorschieben und Verschließen des Fensters e zu gewinnen, so wird dieses Fenster an den Seitenkanten ausgefälszt und diese Falze durch die Leisten g, g bedeckt, welche, wie in Fig. 261 B und D angedeutet, auf die Futterbretter b, b befestigt werden. Mit der unteren Kante ruht das Fenster auf dem Querbrette h; oberhalb dagegen paßt dasselbe in den Falz der Bohle m. Zur vollständigen Dichtung und Sicherung gegen Eindringen von Regen werden die Bretter h und m, so wie auch die Deckleisten g, g, vollständig mit Metallblech bekleidet. Das Blech, womit die Bohle m bedeckt wird, reicht um einige Zolle auf den Fensterrahmen e hinauf, ferner aber auch nach den äußeren Seiten hin über die Krämpen der Dachsteine. Um aber das Abfließen des vom oberen Dache kommenden Wassers über das Fenster zu verhindern, wird über der Bohle m noch eine Dachrinne befestigt, welche dieses Wasser auffängt und nach beiden Seiten hin auf die neben liegenden Dachsteine ableitet.

Daß übrigens diese Art von Dachfenstern nicht sehr empfehlenswerth ist, läßt sich leicht erkennen; denn einmal sind sie sehr complicirt, und deshalb schon sehr theuer; anderentheils aber gewähren sie auch keine vollständige Sicherheit gegen Eindringen von Kälte, namentlich bei starkem Schneefall und plötzlichem Thauwetter; endlich sind sie auch sehr leicht Beschädigungen ausgesetzt, es wäre denn, daß man die Fenster mit starkem Drahtgitter überzöge, welches aber wieder viele Unzuträglichkeiten hervorbringen würde.

In den Figuren 270 und 270 A ist ein Fall dargestellt, welcher bei Gebäuden, die in der Aus- 270 führung begriffen sind, sehr häufig vorkommt und hauptsächlich angewendet wird, um im Dache noch 270 A Raum für eines oder mehrere Zimmer zu gewinnen. In diesem Falle wird die vordere Frontmauer bis zur Kehlbalkehöhe des Daches aufgeführt; die Kehlbalke werden innerhalb dieses Aufbaues um so viel länger angeordnet, daß sie auf die erhöhte vordere Frontmauer zu liegen kommen. Es können aber hierbei die Sparren dann nicht bis auf die Dachbalken reichen, sondern sie werden, so weit sie im Innern dieses Aufbaues liegen, in der erforderlichen Länge abgeschnitten und in die Kehlbalke mit Zapfen eingesetzt, wie in Fig. 270 näher angedeutet ist. Bei einer solchen Anordnung wird aber immer eine Unterstützung der Kehlbalke durch einen stehenden Stuhl oder durch eine von Unten aufgeführte innere Scheidewand vorausgesetzt, indem sonst die Kehlbalke, zum Nachtheil des ganzen Daches, sich nicht gehörig würden erhalten können, sondern bei der nicht unbedeutend frei liegenden Länge und der etwa in der Mitte derselben von den Sparren herrührenden Belastung, sich stark durchbiegen würden, in Folge dessen eine Senkung im Dache entstehen müßte. Um die Sparren über diesen Aufbau aufstellen zu können, werden, wie aus Fig. 270 A ersichtlich ist, in die, den Seitenmauern dieses Aufbaues im Innern zunächst gelegenen Kehlbalke, Stiche eingesetzt, die mit ihrem anderen Ende dann auf diesen Seitenmauern ruhen.

§ 38.

Von den Windeerkern und Winden.

Die Windeerker unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Construction im Ganzen wenig von den gewöhnlichen Dachfenstern, nur daß sie höher sind und daß in der Mitte ein herausliegender Balken angebracht wird, welcher auf irgend eine Weise unterstützt und mit Vorkehrungen versehen ist, um daran die zu hebenden Lasten heraufziehen zu können. In Folgendem sollen mehrere hierher gehörige Fälle näher besprochen werden.

259 ^A/_B In Fig. 259 A und B ist ein gewöhnlicher Windeerker mit einem Ausleger oder Windebalken dargestellt. Es bezeichnet hier a die Schwelle, welche auf die beiden unterliegenden Dachbalken b, b verkämmt wird. In dieser Schwelle stehen die beiden Hauptständer c, c des Erkers mit Zapfen, und ist darüber das Rahmstück d aufgezapft. Die Einzügel e, e, welche mit den Sparren durch eiserne Bügel fest verbunden werden, sind auf den Rahmen d verkämmt. Auf diese Hölzer e, e werden die kleinen Dachbalken f, f des Windeerkers verkämmt, und darüber das Dach desselben auf die gewöhnliche Weise aufgestellt. Auf den Dachbalken f, f ruht ferner der Ausleger oder Windebalken g, welcher ebenfalls auf die Dachbalken verkämmt ist. Am vorderen Ende ist dieser Ausleger mit einem starken eisernen Haken versehen, woran die Windvorrichtung aufgehängt wird. Um diesen Ausleger gegen äußere Einwirkungen zu schützen, so wird derselbe, so weit er heraussteht, mit einem kleinen Wetterdache versehen, welches aus zwei der Länge nach gegen einander geneigten und zusammengenagelten Brettern besteht, wie in Fig. 259 B ersichtlich ist. Am hinteren Ende ruht dieser Ausleger auf einem Sattelholze, welches mit den Kehlbalcken durch Schraubenbolzen verbunden wird. Der Ausleger wird mit diesem Sattelholze ebenfalls entweder verbolzt, oder durch einen starken eisernen Bügel mit demselben verbunden.

260 ^A/_B Der in den Figuren 260 A und B dargestellte Fall unterscheidet sich von dem vorigen dadurch, daß hier der Ausleger nicht auf den Dachbalken des Erkers ruht, sondern auf einem, in die vorderen Ständer des Erkers mit Versägung eingezapften starken Riegel h. Im Innern ruht dieser Ausleger auf dem Stuhlrahmen des stehenden Dachstuhles. Die kurzen Dachhölzer f, f sind in die Einzügel k, k eingebattet. Die darauf zu befestigende Bretterverschalung erhält nach beiden Seiten hin eine nur geringe Neigung, indem hierbei die Bedeckung als aus Metall oder Asphalt bestehend, angenommen ist. Um ein Heben des Windebalkens zu verhindern, ist darüber ein Querholz gelegt, welches in der Mitte in der Breite des Auslegers einige Zolle ausgeschnitten ist. An den Enden ist dieses Querholz dann mit dem auf jeder Seite zunächst liegenden Kehlbalcken durch Schraubenbolzen verbunden, so daß also dadurch auch gleichzeitig erreicht wird, daß der Windebalken seine Lage nicht verändern kann.

Man stellt diese Windeerker auch mit beweglichen Auslegern (Windebalken) her. In diesem Falle ist zwar die Construction des Erkers selbst ganz ähnlich, wie bei den vorhin erwähnten beiden Fällen, aber der Ausleger ruht in eisernen Bügeln, welche an darüber befindliche Hölzer des Erkers durch starke eiserne Nägel oder durch Schraubenbolzen befestigt werden. Diese Bügel umschließen den Ausleger nicht fest, sondern sie werden in solcher Größe hergestellt, daß der Ausleger sich bequem darin fortschieben und wieder hereinziehen läßt. Daß übrigens derartige Windvorrichtungen nur zum Aufwinden leichter Gegenstände benutzt werden können, versteht sich wohl von selbst, indem die hierbei zu benutzende Windvorrichtung, welche gewöhnlich aus zwei mehrscheibigen Blöcken mit durchgeschorenem Taue besteht, einen zu bedeutenden Kraftaufwand erfordern würde, wenn schwerere Gegenstände damit aufgewunden werden sollten, als solcher durch Aufziehen aus freier Hand könnte hervorgebracht werden. Es dienen daher diese Winden auch größtentheils nur zum Aufwinden leichter Gegenstände, namentlich solcher aus der Hauswirthschaft.

Sollen dagegen schwerere Gegenstände heraufgezogen werden, so bedient man sich dazu besonderer Windvorrichtungen. Hierbei kommt es jedoch auch wieder darauf an, ob die Winde an der Seite des Daches oder im Giebel eines Gebäudes angeordnet werden soll, und haben wir daher zwei Hauptarten zu unterscheiden, in sofern, als die Construction der einen Art von derjenigen der anderen wesentlich verschieden ist, wie dieses aus den nachfolgend beschriebenen Figuren, in welchen mehrere der hauptsächlichsten hierher gehörigen Fälle dargestellt sind, näher ersichtlich ist.

In den Figuren 265 A und B ist eine Windvorrichtung in der Ansicht und im Durchschnitt 265 $\frac{A}{B}$ dargestellt, welche an der Seite eines Daches angeordnet ist.

Es ist hier zunächst ein Windecker erforderlich, wie bereits bei den eben vorhergehenden Fällen beschrieben; da aber hier der Windebalken c mit dem darin befindlichen Träger (Taufe), welcher über die Scheibe d läuft und woran die Lasten in die Höhe gezogen werden, nothwendig bedeckt werden muß, weil dieses Trägertau durch die darauf fallende Masse sonst sehr bald verfaulen oder doch sehr stark leiden würde, so ist das Dach dieses Erkers so weit herausgebaut, als der Windebalken aus der vorderen Wand des Erkers hervorragt. Es treten hier nämlich die beiden Einzügel b, b des Windeckers über den Rahmen a der vorderen Wand vor und sind an ihrem vorderen, äußersten Ende in ein Riegelholz f eingezapft, welches noch durch verschraubte Ankereisen mit den Einzügeln fester verbunden wird. Die vortretenden Einzügelhölzer b, b werden von Unten her durch die Bänder g, g unterstützt, welche sowohl in die Ständer, als auch in die Einzügel, mit Versägung eingezapft sind. Auf das Rahmstück a ist noch ein anderes Holz h gelegt, welches in die Hölzer b, b eingezapft oder eingeblattet ist. Der Windebalken, welcher im Innern durch ein, auf dem Kehlgebälk liegendes Sattelholz m unterstützt wird, ruht äußerlich auf den Riegeln h und f, und ist mit dem letzteren, f, noch besonders durch einen Schraubenbolzen fester verbunden. Die Sparren dieses Windeckers werden auf die Einzügel b, b aufgeklautet und mittelst langer eiserner Nägel darauf festgenagelt. Das Windetau oder der sogenannte Träger, welcher über die Scheibe d läuft, zu welchem Ende der Windebalken in der hinreichenden Länge und Breite von Oben nach Unten ganz durchlocht wird, windet sich im Innern des Daches um eine Welle, die mit einem Winderade versehen ist.

Die in Fig. 266 dargestellte Windvorrichtung ist der vorigen ähnlich, nur daß hier der vorstehende Theil des Windeckers außer von Unten her auch in den oberen Stockwerken durch Bänder g, g unterstützt wird. Dieser von Unten her unterstützte, und ringsum durch Wände abgeschlossene Aufbau soll dazu dienen, die Waaren im Trocknen auf einen oder den anderen Boden heraufwinden oder von demselben herablassen zu können. Die Einrichtung und Anordnung dieses Aufbaues ist leicht aus der Zeichnung zu entnehmen und bedarf daher keiner weiteren Erklärung. Nur ist hier noch zu bemerken, daß dieser Aufbau wegen der größeren Leichtigkeit im Aeußeren mit Brettern zu bekleiden ist; wollte man die einzelnen Fächer hier mit Mauerziegeln ausmauern, so würde solches nur zum größten Nachtheil des Gebäudes stattfinden können, indem die Last, welche hier mittelst der Stützen g gegen die Fachwerksstützwand wirkt, alsdann zu bedeutend werden würde, als daß dieselbe genügenden Widerstand leisten könnte.

In den Figuren 267 A und B ist eine andere Windvorrichtung im Durchschnitt und in der Ansicht 267 $\frac{A}{B}$ dargestellt, welche äußerlich am Giebel eines Gebäudes angebracht, gedacht ist. Da hier nicht allein die Windvorrichtung selbst bedeckt und gegen äußere Einwirkungen der wechselnden Witterung geschützt, sondern auch eine gehörige Unterstüzung derselben außerhalb der Mauer, woran selbige angebracht werden soll, hergestellt werden muß, so ist die Anordnung in folgender Art:

Auf das oberste Kehlgebälk werden zwei starke Ausleger a gelegt, welche gewöhnlich um 5 bis 6 Fuß aus der Mauer herausragen. Diese Ausleger werden auf die einzelnen Kehlbalken e, e, e verkämmt und mit einem oder zweien derselben durch Schraubenbolzen oder umgelegten eisernen Bügeln verbunden. Am äußeren Ende wird über diese beiden Ausleger nach der Breite ein starker Riegel b gelegt, welcher mit beiden Auslegern verkämmt und mittelst durchgehender Schraubenbolzen damit verbunden wird. Im Innern des Daches wird auf diese Ausleger ein Querholz d gelegt und darauf verkämmt, und werden diese Hölzer ebenfalls durch Schraubenbolzen verbunden. Die beiden Hölzer b und d, welche von gleicher Höhe angeordnet werden, müssen beide in einer wagerechten Ebene liegen, indem darauf die Pfannenlager zu den Zapfen der Welle f des Winderades befestigt werden. An dieser Welle f befindet sich das Winderad g, über welches ein Windetau ohne Ende, der sogenannte Läufer, geht. Am äußeren Ende der Welle ist der Träger h befestigt, welcher sich beim Aufwinden von Gegenständen um die Welle aufwickelt, beim Herablassen derselben dagegen sich abwickelt. Damit das Winderad eine genügende Größe erhalten kann, giebt man, um das äußere Windedach nicht unnöthig vergrößern zu müssen, den beiden Auslegern eine gegen einander divergirende Richtung. Man kann übrigens die Ausleger auch parallel mit einander in der erforderlichen Entfernung von einander anordnen, wodurch aber dann die äußere Windekappe oder das Windedach um

so viel größer wird. Gewöhnlich geschieht dieses Letztere. Zu mehrerer Unterstützung der Ausleger werden die beiden Streben *c, c* angebracht, welche hier aus 2 Zoll im Quadrat starken eisernen Stangen bestehen. Diese Stangen erhalten an ihrem oberen Ende ausgeschmiedete gebogene Lappen, mit denen sie dicht unter die Ausleger treffen, und mit welchen sie dann durch Schraubenbolzen und starken eisernen Nägeln verbunden werden. Am unteren Ende erhalten sie dagegen 4 bis 5 Zoll lange Kloben, die in das Mauerwerk oder in die Sandstein-Einfassung der Windeluke greifen und darin mit Gyps oder Blei vergossen werden.

Um das Windedach herzustellen, sind an beiden Seiten über den Auslegern schwächere Hölzer angeordnet, welche in den Riegel *b* eingelassen und im Mauerwerk des Giebels befestigt sind. Auf diese Hölzer, welche zwar in der Zeichnung nicht weiter sichtbar sind, deren Oberfläche aber mit der des Riegels in einer Ebene liegt, werden die Sparren, die ebenfalls nur aus schwächeren Hölzern bestehen, aufgeklaue und festgenagelt. Die Bedeckung solcher Windedächer oder Windekappen wird nur von Metall hergestellt, einmal, um die Construction nicht unnütz zu belasten, und ferner auch, um die vielen Reparaturen zu vermeiden, welche erforderlich sein würden, wenn man hierzu eine Ziegelbedeckung anwendete.

269 In den Figuren 269, 269 A und B ist eine Windevorrichtung dargestellt, die in Folgendem
269 ^A/_B besteht:

Auf das oberste Kehlgebälk werden wieder zwei Ausleger *a, a* gelegt, die auf die Kehlbalken verkämmt und mit denselben durch Schraubenbolzen verbunden werden, und so weit aus der Mauer herausragen, als die äußere Windekappe aus der Mauer heraustreten soll. Auf diesen Auslegern, am äußersten Ende derselben, ruht ein starkes Querholz *b*, welches mit denselben mittelst durchgehender Schraubenbolzen fest verbunden wird. Im Innern befindet sich ein Riegel *c*, welcher mit gewöhnlichen Zapfen in die Ausleger *a, a* eingesetzt ist. Endlich ist noch in der Mitte zwischen den Hölzern *a, a* der eigentliche Windeausleger *d* angeordnet. Derselbe ist am äußeren Ende mit dem Querholze *b* durch ein Schraubenband verbunden, im Innern aber mit dem Riegel *c* überschritten. Auf den beiden Auslegern *a, a*, und zwar nach der Breite, ruht die Welle *f* mit den beiden Winderädern *g, g*. An dem einen dieser beiden Winderäder befindet sich eine hölzerne, circa 4 Zoll dicke Scheibe *h*, über welche ein eisernes Bremsband hängt, mittelst dessen man beim Herunterlassen von Lasten die Winde von jedem Boden aus beliebig stopfen kann.

269 C Die Einrichtung dieser Bremse, welche in Fig. 269 C nach vergrößertem Maßstabe dargestellt ist, ist folgende. An dem Hebelarm derselben ist oberhalb eine kleine Dose *x* angebracht, in welcher eine dünne Leine befestigt ist, die über eine bewegliche, an einen der zunächst liegenden Sparren befestigte Rolle geht und mit einem Gewichte versehen ist, welches eben hinreicht, um den Arm der Bremse zu heben. Am äußersten Ende *y* dieses Armes ist ein stärkeres Tau befestigt, welches durch sämtliche Böden geht und bis zum Unterraume des Gebäudes reicht, so daß durch straffes Anziehen dieses Taus die Winde von jedem Boden aus gestopft werden kann. Das Gewicht, welches an der dünnen Leine befestigt wird, zieht beim Loswerden des eben erwähnten Zugtaues den Hebelarm wieder in die Höhe und öffnet somit die Bremse. Die Bremse ist mit einem der Ausleger *a* durch zwei eiserne Zapfen verbunden.

Was die fernere Einrichtung der Winde betrifft, so geht das Windetau oder der Träger *t* über eine Scheibe *m*, welche in dem Windebalken *d* sich befindet und mittelst eines durchgesteckten starken eisernen Bolzens in demselben gehalten wird. Dieser Träger wickelt sich, je nachdem Lasten heraufgezogen oder herabgelassen werden sollen, auf die Welle *f* auf oder von derselben ab. Da aber bei dieser Anordnung die Welle immer einen sehr bedeutenden Zug nach einer Seite hin auszuhalten hat, so
269 D ist darauf bei Anordnung der Zapfenlager dieser Welle Rücksicht zu nehmen. In Fig. 269 D ist ein solches Zapfenlager nach vergrößertem Maßstabe dargestellt; es sind hier sowohl die Pfanne, als auch der Pfannendeckel, in das Holz eingelassen, und ist der letztere mittelst Schraubenbolzen mit dem Balken verbunden.

Um hier das Windedach aufstellen zu können, sind schwächere Hölzer *n, n* Fig. 269 A angeordnet, welche in den Riegel *b* eingezapft werden und mit ihrem anderen Ende in der Giebelmauer ruhen. Die Ausleger werden auch hier äußerlich durch die Stangen *s, s* unterstützt, deren Anordnung ganz in derselben Weise ist, wie beim vorigen Beispiele angegeben wurde. Das Uebrige erhellet aus der Zeichnung.

Die in den Figuren 271 und 271 A dargestellte Windvorrichtung hat mit der vorigen viele 271 A
 Ähnlichkeit, nur ist die Anordnung hier der Art, daß das Windetau sich auf eine besonders an-
 geordnete Trommel aufwickelt, die durch ein kleines Zahnrad, welches in ein an der Trommel be-
 findliches größeres Zahnrad eingreift, in Bewegung gesetzt wird. Das kleine Zahnrad sitzt auf einer
 eisernen Welle, an welcher die Winderäder ebenfalls befestigt sind, die hier übrigens von Eisen her-
 gestellt werden. Die Bremscheibe, welche auch hier mit einem der Winderäder durch Schraubenbolzen
 verbunden ist, ist von Holz. Die Einrichtung dieser Bremse ist jedoch ganz dieselbe, wie im vorigen
 Beispiele angegeben wurde.

In den Figuren 272 und 273 ist die Winde mit der Bremsvorrichtung nach vergrößertem Maß- 272.273
 stabe dargestellt. Das Uebrige erhellet nach dem Bisherigen zur Genüge aus den angegebenen
 Figuren.

In den Figuren 275 A und B ist eine Windvorrichtung dargestellt, die in einem in Berlin er- 275 $\frac{A}{B}$
 bauten Magazingebäude zur Anwendung gekommen.*)

Die Windvorrichtung besteht aus einem eisernen Triebwerke. Die gußeiserne Scheibe, worüber
 das Windetau läuft, ist an einem eisernen Wagen aufgehängt, welcher auf Bahnschienen oberhalb
 des Auslegers läuft und mittelst eines Triebwerkes am inneren Ende des Auslegers und von einer
 Zahnstange hin und her bewegt wird. Die Oeffnung über dem Ausleger wird durch eine Klappe
 geschlossen, nachdem die Kasse eingezogen; daneben ist angedeutet: eine Eisenplatte nebst Bolzen zur Er-
 gänzung der an dieser Stelle für den Durchgang des Wagens nöthigen Trennung des Sturzholzes.
 Die Schwellbohlen der Lufentüren sind mit den Balken verschraubt, stark mit heißem Theer getränkt,
 und in der vorderen Ansicht wie die Fortsetzung der anstosenden Ziegelschicht gebildet.

In den Figuren 276 A und B ist eine, in den Docks zu Marseille angebrachte, selbstwirkende 276 $\frac{A}{B}$
 Vorrichtung zum Herablassen der Waaren aus den oberen Stockwerken der Magazine dargestellt.**)
 Ein Seil mit eingeflochtenen eisernen Dehren windet sich fünffach um die Trommel a und läuft so-
 dann über die beiden Rollen b, b. Seine beiden Enden hängen, mit Zangen oder Koppelhaken ver-
 sehen, an der Außenseite der Magazine, und zwar so, daß, während das eine herabsteigt, das andere
 aufgewunden wird. An dem entgegengesetzten Ende der Welle steht mit der gedachten Trommel ein
 hölzernes Rad c in Verbindung, um welches ein Seil ohne Ende doppelt geschlungen ist und durch
 alle Stockwerke hinabhängt. Die Beweglichkeit dieses Rades ist durch eine mittelst eines Gewichtes
 d regulirte Bremse f gleichmäßig gehemmt. Je nachdem nun die Last, welche an einem der Enden
 des erstbeschriebenen Seiles herabgelassen werden soll, größer oder geringer ist, als die durch die Bremse
 erzeugte Richtung, hat der Arbeiter, welcher die Vorrichtung bedient, sich entweder an die eine oder
 an die andere Seite des Seiles zu hängen, das heißt, durch sein eigenes Gewicht die Reibung der
 Bremse entweder zu vermehren oder zu vermindern, und dadurch die Geschwindigkeit zu bestimmen,
 mit welcher die Last herabsteigen soll.

Uebrigens dient diese Vorrichtung nicht allein zum Herunterlassen der Lasten, sondern sie wird
 auch sehr zweckmäßig zum Aufwinden benutzt, zu welchem Zwecke namentlich das um das Rad c
 geschlungene Seil ohne Ende dient.

*) Architektonisches Album, Heft V.

**) Försters Bauzeitung. Jahrgang 1841.

Zehntes Capitel.

§ 39.

Von dem Belatten und Einschalen der Dachflächen.

Es versteht sich von selbst, daß die in diesem Abschnitte näher anzugebenden Arbeiten nicht alle überein und in gleicher Art auszuführen sind, sondern es richtet sich das Belatten oder Einschalen der Dachflächen durchaus nach der Art der Bedeckung, welche ein Dach erhalten soll. Es ist aber keineswegs unsere Absicht, hier einen vollständigen Bericht der verschiedenen Dachdeckerarbeiten zu geben, sondern wir begnügen uns damit, wie es der vorgeschriebene Titel dieses Werkes ausdrückt, nur diejenigen Arbeiten näher abzuhandeln, welche vom Zimmermann besorgt werden, und werden die verschiedenen Dachbedeckungen nur an den bezüglichen Stellen näher anführen, es dem Leser überlassend, wenn er sich über Herstellung der Dachbedeckungen weiter unterrichten will, andere Werke, die über diesen Gegenstand besonders handeln, darüber nachzusehen. Unter anderen möchte hierzu sehr zweckmäßig die fünfte Abtheilung des dritten Bandes von Wolfram's Lehrbuch der gesammten Baukunst sein, worin über die Lehre von den Dachbedeckungen ausführlich die Rede ist.

Bei ganz untergeordneten Gebäuden, als bei Schuppen und Schauern, so wie zur Bedeckung von Baugerüsten, kommen sehr häufig die Bretterbedeckungen in Anwendung.

Die einfachste Bretterbedeckung besteht darin, daß man quer über die Sparren, und zwar am unteren Ende des Daches zuerst, ein Brett auf dieselben festnagelt. Das zweite Brett, welches aufgenagelt wird, greift etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll auf das unterste, erste Brett, und wird mit diesem auf der Kante auf den Sparren festgenagelt. Das dritte Brett greift wieder etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll auf das zweite Brett des Daches und so weiter fort bis zum First des Daches. Ist das Dach ein Satteldach, so hat man darauf Rücksicht zu nehmen, von welcher Seite her vorherrschend der Regen kommt. Das oberste Brett an dieser Seite ordnet man nach Oben überstehend an, und läßt die Bedeckung der anderen Seite des Daches unter dieses Brett stoßen, und nagelt die beiden obersten zusammen-

277 A stoßenden Bretter an einander fest, wie in Fig. 277 A näher angedeutet ist.

Haben die Bretter nicht solche Länge, daß das Dach in seiner ganzen Länge damit bedeckt werden kann, so werden die Bretter sämmtlich auf einem Sparren zusammengestoßen, und die dadurch entstehende Fuge wieder durch ein nach der Richtung des Sparrens aufgenageltes Brett gedichtet.

277 B In Fig. 277 B ist eine andere Bretterbedeckung dargestellt. Bei dieser gehen die Bretter nicht nach der Quere, sondern sie gehen nach der Richtung der Sparren herunter. Um aber die Bretter in dieser Richtung befestigen zu können, wird zunächst am First des Daches nach der Quere ein starkes Brett oder eine starke Latte auf die sämmtlichen Sparren genagelt. In etwa 4 bis 5 Fuß Entfernung von dieser wird ebenfalls wieder quer über sämmtliche Sparren ein solches Brett genagelt, und so weiter. Am unteren Ende der Sparren muß gleichfalls ein solches Brett auf dieselben festgenagelt werden. Auf diese Querhölzer werden dann die Bedeckungsbretter, und zwar nach der Richtung der Sparren, genagelt. Um die zwischen den einzelnen Brettern entstehenden Fugen zu dichten, werden etwa 3 Zoll breite Leisten darüber genagelt, oder man legt auch die unteren Bretter etwas weiter von einander und nagelt dann über die dadurch entstandenen Zwischenräume eine zweite Lage von Brettern nach derselben Richtung, wie die der unteren. Da derartige Dachbedeckungen doch immer nur für kurze Zeit bestehen sollen, so ist diese letztere Art jedenfalls billiger als diejenige mit aufgenagelten Leisten, indem man hierzu nicht allein viel Holz zertrennen muß, sondern überhaupt auch mehr Holz dazu erforderlich ist.

277 C Man hat auch die Bretter an ihren Kanten abgesehägt und sie dann unmittelbar gegen einander gestoßen, wie in Fig. 277 C näher angedeutet ist; allein diese Anordnung ist wenig nütze, indem sie sehr wenig gegen Eindringen des Regens schützt, zumal wenn die Bretter etwas schwinden

oder sich werfen, was immer der Fall ist, sobald sie längere Zeit einer starken Sonnenhitze ausgesetzt gewesen sind.

Eben so wenig ist auch eine Bretterbedeckung, bei welcher die Bretter durch Federn und Nuthen zusammengesetzt sind, zweckmäßig, indem beim Zusammentrocknen der Bretter die Fugen sich öffnen und die Federn aus den Nuthen gehen.

Statt der Bretter wendet man auch Bohlen an. Diese werden an ihren Kanten genau gehobelt und zwar so, daß sie, wenn sie dicht an einander gelegt werden, eine keilförmige Fuge bilden, die oben einen schwachen Achtel-Zoll weit ist. Diese Bohlen, welche übrigens von Kernholz sein müssen, werden dicht an einander auf die Sparren gelegt und auf dieselben festgenagelt. Darauf werden die Fugen mit heißem Theer ausgestrichen, mit Berg kalfatert und mit heißem Pech überzogen. Nachdem so sämtliche Fugen gedichtet sind, wird die Dachfläche mehrfach mit einem heißen Theeranstrich überzogen. Dem letzten Anstrich von Theer wird ein Zusatz von Pech oder Harz beigemischt, und dieser erst dann aufgetragen, sobald der vorletzte vollständig trocken ist. Um diesen letzten Anstrich länger zu erhalten, kann man ihn, ehe er trocken ist, mit feinem trockenem Sande oder mit Hammer-schlag bestreuen. Diese Art der Bedeckung, welche in Fig. 277 D näher dargestellt ist, eignet sich im 277 D Ganzen weniger zu Dächern, aber sehr zweckmäßig ist dieselbe bei Balcons oder leichten Terrassen anzuwenden, die begangen werden. Der Theeranstrich muß häufig wiederholt werden, namentlich wenn die Bohlendecke der unmittelbaren Einwirkung der Sonne ausgesetzt ist.

Eine andere Art Dächer sind die Spliessen- und Schindeldächer.

Die Spliessen werden aus Kienholz gespalten und mit einem Messer möglichst glatt zugeputzt; sie sind im Durchschnitt 3 Fuß lang, 4 bis 5 Zoll breit und selten über $\frac{1}{4}$ Zoll dick. Die Weite der Lattung beträgt hierbei 16 Zoll von Oberkante zu Oberkante, wobei 3 Fuß lange Spliessen die unteren um 4 Zoll überdecken (s. Fig. 277 E). Dieselben liegen doppelt über einander, so daß 277 E jedes folgende Paar zwischen zwei vorhergehenden 1 Zoll tief eingeschoben wird, um sie so annageln zu können, daß jeder Nagel auf jeder Schicht vier Spliessen zugleich faßt. Die Nägel, denen jedesmal vorgebohrt werden muß, sind von gutem Kien- oder Eichenholz; dieselben erhalten eine Länge von 6 Zoll und werden oben mit einem Kopfe versehen. Jedes Spliessenpaar wird einmal am unteren Ende dicht an der Kante auf die Latte genagelt, wie obige Figur zeigt, und das zweite Mal auf die dazwischen liegende Latte, welches letztere jedoch nur geschieht, um das Werfen der Spliessen zu verhindern (s. Fig. 277 F). 277 F

Die Deckung mit Schindeln oder Falzschindeln, die nach Fig. 277 G seitwärts in einander ge- 277 G schoben werden, erfordert, daß jede Schindel 3 bis 4 Zoll breit ist, auf der einen Kante eine spitz zulaufende Nuth von beinahe 1 Zoll Tiefe erhält, und an der anderen Kante zugespitzt wird. Die Schindeln erhalten an der Seite der Nuthen eine Stärke von $\frac{3}{4}$ Zoll, und ist ihre Länge etwa 2 Fuß. Die Lattung wird von Oberkante zu Oberkante etwa 16 Zoll, so daß die Schindeln unten mindestens 6 Zoll über einander decken. In der Mitte befindet sich noch eine untergelegte Latte unter jeder Schindelreihe, auf welche die Schindeln ebenfalls genagelt werden, um ein Werfen derselben zu verhüten. Jede Schindel wird am unteren Ende, wo sie auf der unteren aufliegt, auf die Latten mit einem Nagel aufgenagelt, am oberen Ende aber wird nur die sechste Schindel angenagelt. Die zum Festnageln der Schindeln zu benutzenden Nägel sind ebenfalls von Holz; jedoch wird immer die dritte Schindel in der Reihe mit zwei eisernen Nägeln von etwa 2 Zoll Länge und mit einem zweiflügeligen Kopf festgenagelt.

In Fig. 277 H ist eine Eindeckung mit Dachspähnen in Ziegelform dargestellt. Die hierzu ver- 277 H wendeten Spähne sind 8 Zoll lang, 4 Zoll breit und etwa $\frac{3}{8}$ Zoll dick. Diese Spähne werden nach oben hin etwas dünner bearbeitet, damit sie sich dichter auf einander legen können. Zu dieser Bedeckung ist aber vorher eine Einschalung des Daches erforderlich, welche aus schmalen Brettern hergestellt wird, die mit eisernen Nägeln auf die Sparren festgenagelt werden. Die Spähne werden, um ihnen eine Schwärze zu geben, in einer aus Kupferwasser und Braunschwamm bestehenden Beize gekocht, in welche auch Eisenfeilspähne oder verrostetes Eisen geschüttet werden; eine andere Methode, um den Spähnen eine dunkle Färbung zu geben, besteht darin, daß man sie eine Zeit lang in eine Mistpfütze legt.

Uebrigens kann man auch, wo das Holz in großem Ueberschuß vorhanden ist, sich zu den Spliessen- und übrigen Schindeldächern einer Einschalung bedienen.

Die zweite Art der Dächer, welche wir zu betrachten haben, sind die Stroh- und Rohrdächer.

Bei Stroh- und Rohrdächern wird die Lattenweite so angeordnet, daß jeder Halm dreimal auf die Latten gebunden werden kann. Demnach beträgt die Lattenweite, bei $3\frac{1}{2}$ Fuß langem Stroh, etwa 12 Zoll von Oberkante zu Oberkante. Bei längerem Stroh, so wie bei Rohr, kann aber diese Weite 14 bis 15 Zoll betragen. Zu dieser Einlattung nimmt man gewöhnlich nur ordinäre Latten, die auf jeden Sparren mit einem starken Lattennagel festgenagelt werden. Die Traufplatte oder die unterste Latte kommt auf das untere Ende des Aufschieblings; die nächst darauf folgende aber wird in einer Entfernung von etwa $4\frac{1}{2}$ Zoll aufgenagelt, um einen zum Durchgreifen mit der Hand hinreichenden Zwischenraum zu erhalten; erst dann können die oben bestimmten Lattenweiten eintreten. Auf der Morgen- und Mittagsseite des Daches, welche zuerst eingedeckt werden muß, rückt die Oberkante der obersten Latte um $4\frac{1}{2}$ Zoll vom First abwärts und bildet somit mit der nächst unteren einen kleineren Zwischenraum, als den oben angegebenen. Auf der Abend- oder Wetterseite kommt aber die Lattenoberkante in die Firstlinie selbst. Da an den Giebeln die Dachflächen 14 bis 16 Zoll vortreten, um die Giebelsparren gegen Verfaulen zu schützen, so werden daselbst sogenannte Windbretter 277 I oder Windsfedern seitwärts befestigt (s. Fig. 277 I). Gegen diese Windsfedern wird die Stroh- oder Rohrbedeckung angelegt.

Was die Pappdächer oder die Dächer mit Dachpappen betrifft, welche in neuerer Zeit mehrfach zur Ausführung gekommen sind, — ob mit Nutzen, wollen wir nicht weiter untersuchen — so erlauben dieselben von allen Dachdeckungsarten jedenfalls die leichteste Construction des Dachgespärres, da die Last des Daches sehr gering ist und kleine Erschütterungen für dasselbe ohne allen Nachtheil sind. Die beste Neigung für Pappdächer hat man gefunden, wenn man denselben $\frac{1}{9}$ bis $\frac{1}{8}$ ihrer Basis zur Höhe giebt. Eine geringere Höhe der Dächer hat sich als nachtheilig herausgestellt. Die Weite der Sparren von Mitte zu Mitte richtet sich nach der Breite der Papptafeln und muß mindestens 1 Zoll weniger betragen, als die Breite der Papptafeln. Auf die Sparren wird eine dünne Schalung von $\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll starken Brettern am besten gespundet, mit starken, möglichst langen Nägeln genagelt, um das schädliche Werfen und Ziehen der Bretter zu verhüten. Eine solche Spundung ist an vorstehenden und frei überragenden Dachflächen durchaus erforderlich, weil sonst bei 277 K starken Stürmen die Dächer sehr leicht beschädigt werden können (s. Fig. 277 K). Die Bretterkanten müssen auf der Oberfläche der Schalung bis zur Ebenheit derselben nachgehobelt werden, damit keine derselben vor der anderen vorstehe. Die Stöße können nur immer auf einem Sparren stattfinden. Längs und mitten über jeden Sparren wird eine $1\frac{3}{4}$ Zoll breite, $1\frac{1}{2}$ Zoll starke, in den oberen Kanten rundlich verbrochene Latte a mit 5 Zoll langen Nägeln quer über die Schalung fest aufge- 277 L nagelt (Fig. 277 L). Hierüber werden alsdann die präparirten Papptafeln gelegt und festgenagelt.

Die Harzplattendächer bestehen ebenfalls aus pappartigem Packpapier, welches in heißem Steinkohlen- oder Nadelholztheer, dem ein bestimmtes Quantum Harz beigemischt ist, ganz und gar getränkt wird. Die Neigung der damit zu belegenden Dachflächen beträgt gewöhnlich $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{5}$ der Grundlinie zur Höhe, wobei dann die Sparrenstellung in keinem Falle über 4 Fuß von Mitte zu Mitte betragen darf. Die darüber zu bringende Schalung, aus $\frac{5}{4}$ Zoll starken, trockenen und astfreien Brettern bestehend, wird, um jede Biegung bei dem Betreten des Daches oder beim Werfen des Holzes zu verhindern, möglichst festgenagelt und dann zur Herstellung einer hier durchaus notwendigen ganz ebenen Fläche je nach Bedürfnis theilweise gehobelt. Gut ist es, anstatt des bloßen Säumens der Bretter, die beiden Kanten schmiegen oder messern zu lassen, weil bei gegenseitigem Uebereinandergreifen ein einzelnes Brett sich weniger leicht um seine Kante drehen kann, und somit eine festere Unterlage hervorgebracht wird. Zur Bildung der Traufe werden die Schalungsbretter um 3 bis 4 Zoll über die Vorderkante des Gesimses oder über die vorragenden Sparren vorgestoßen.

Die Dorn'schen Dächer, so wie die Asphalt- und Mastirdächer, erhalten ein noch weit geringeres Gefälle, und reicht es hin, wenn man denselben auf jeden Fuß einen halben Zoll Gefälle giebt. Als Unterlage des hierbei erforderlichen Lehmestrichs dienen quer über die Sparren gelegte und darauf festgenagelte Latten, die entweder geklobt oder geschnitten sind. Das Letztere ist, wenn auch etwas kostspieliger, doch wegen der größeren Regelmäßigkeit immer vorzuziehen. Zwischen den Schnitlatten verbleibt ein Zwischenraum von etwa $\frac{1}{3}$ Zoll zum Festsetzen und Halten des Lehms. Bretter können

zu diesem Zwecke nicht angewendet werden, indem diese sich bald werfen würden; will man sie aber dennoch anwenden, so müssen sie der Länge nach in schmale Streifen von 3 bis höchstens 4 Zoll Breite getrennt werden, damit das Verwerfen verhindert werde.

Bei der Einlattung dieser Dächer hat man darauf zu sehen, daß die Latten nicht sämmtlich auf einem und demselben Sparren gestossen werden, weil dadurch später in der Bedeckung sich immer Risse und Sprünge bilden, durch welche das Wasser in das Innere eindringen kann. Es müssen daher, wenn die Dachfläche größer ist, als daß mit einer Lattenlänge auszureichen wäre, die Stöße auf die verschiedenen Sparren vertheilt und an einer Stelle nicht länger als höchstens 2 Fuß, angebracht werden.

Statt die Latten oder getrennten Brettstücken querüber auf die Sparren zu legen und festzunageln, hat man dieselben auch in Falze an den Oberkanten der Sparren zwischen diese eingelegt, wie bei Fehlböden oder Windelböden zwischen den Stockwerksgebälken, doch so, daß ihre Oberflächen in die Oberfläche der Sparren zu liegen kommen. Statt der Falze kann man auch starke Latten an die Sparren nageln, worauf dann die Zwischenlatten gelegt und festgenagelt werden. Durch diese Anordnung werden aber eine Menge Fugen gebildet, die Veranlassung geben, daß in der Bedeckung an diesen Stellen Risse entstehen, weshalb diese Anordnung der Verschalung einer Dachfläche keineswegs zu empfehlen ist.

Was hierbei die Weite der Sparren betrifft, so ist zu bemerken, daß die darüber gelegte Verschalung keine Einbiegung erleiden darf; es muß daher die Weite so bestimmt werden, daß die Last der Eindeckung und die später zufällig hinzukommenden Belastungen auf die Einbiegung der Latten keinen Einfluß haben. Die zu verwendenden Latten oder Brettstücken müssen von möglichst gleichmäßiger Dicke sein, weil sonst die Oberfläche sehr leicht höckerig und uneben wird.

Bei den Ziegeldächern richtet sich die Einlattung nach der Größe der zu verwendenden Dachziegel, und nach der Form derselben.

Die Deckung der sogenannten Biberschwänze geschieht auf zweierlei Art.

Bei der einfachen Deckung werden die Latten quer über die Sparren von Oberkante zu Oberkante $7\frac{1}{2}$ bis 8 Zoll weit gelattet, wobei dann die einzelnen Dachsteine sich etwa 5 bis 6 Zoll weit überdecken. Soll dagegen die doppelte Eindeckung angewendet werden, so geschieht dieses auch wieder auf zweierlei Art, und zwar entweder so, daß die Latten um 2 Zoll weniger als die halbe Länge eines Ziegels, also etwa 5 bis $5\frac{1}{2}$ Zoll weit von Oberkante zu Oberkante aus einander genagelt werden, so daß auf jede Latte eine Reihe Dachsteine zu liegen kommt, welche die nächst untere größtentheils bedeckt und so weit reicht, daß der obere Deckstein den dritten unteren noch etwa um 3 bis 4 Zoll überdeckt; oder wendet man die zweite Art der Eindeckung an, welche man das Kronen- oder Ritterdach zu nennen pflegt, so wird, bei einer Länge der Dachsteine von 15 Zoll, 11 bis 12 Zoll, bei solchen von 14 Zoll Länge aber nur 11 Zoll weit von Oberkante zu Oberkante gelattet, wo dann auf jeder Latte zwei Reihen Dachsteine übereinanderliegend aufgehängt werden.

Werden die gewöhnlichen Dachpfannen (Hohlziegel) angewendet, so sollte man nie weiter latten als höchstens 12 Zoll von Oberkante zu Oberkante, damit die Dachpfannen sich gehörig überdecken und somit bei stürmischem Regenwetter das Eintreiben des Regens um so besser und wirksamer verhindern.

Die untere Latte wird gewöhnlich nahe dem unteren Ende des Aufschieblings auf diesen festgenagelt, so daß der Dachstein, wenn er hier aufgelegt wird, den anderen Stützpunkt von dem noch weiter heraustretenden Gesimse erhält. Die zweite nächstfolgende Latte wird in geringer Entfernung von der unteren Latte, wie oben angegeben, aufgenagelt, um einestheils an dieser Stelle eine stärkere Ueberdeckung zu erhalten, ferner aber gleichzeitig dadurch die Traufe mehr zu beschweren, damit der Wind nicht so leicht die untere freiliegende Reihe von Dachsteinen heben könne. Anstatt der untersten Latte wendet man auch zuweilen ein breites Brett an, um eine mehr überstehende Traufe zu erhalten, zumal wenn kein Gesimse angeordnet wird, auf welchem die untere Reihe Dachsteine ruhen kann, und ein Herausrücken der Traufe als zweckmäßig oder nothwendig erscheint.

Bei der Einlattung der sogenannten Fledermausdachfenster ist ferner zu bemerken, da die einzelnen Latten in ununterbrochener Linie fortgehen, daß die Lattung auf denselben etwas enger gemacht werden muß, als auf der geraden Dachfläche. Da nun dieselbe Steinreihe der Bedeckung auch über das Dachfenster fortgeführt werden muß, so hat man auf der höchsten Linie des Dachfensters die

Eintheilung der Latten zu machen, und zwar eben so viele gleiche Zwischenweiten anzunehmen, als auf der geraden Dachfläche. Da aber hierbei die Latten fast sämmtlich eine gewundene Form erhalten, diese aber mit den gewöhnlichen Latten nicht zu erhalten ist, so nimmt man hierzu sogenannte Spalierlatten, welche zwar dieselbe Dicke erhalten müssen, aber schmaler werden. Das Einlatten dieser Dachfenster muß mit Vorsicht geschehen und müssen sämmtliche Nagellöcher vorgebohrt werden, damit die Latten nicht spalten.

Bei solchen schiefwinkligen Gebäuden, wo die Sparren auf einem Ende des Gebäudes länger sind, als auf dem anderen, muß natürlicherweise auch auf einem Ende weiter gelattet werden, als auf dem anderen. Hierbei ist dann darauf zu sehen, daß man ein solches Mittelmaß wählt, daß die Ziegelreihen auf der weitesten Lattung sich noch gehörig decken. Wenn gleich es auch leicht einzusehen ist, daß eine solche Art der Eindeckung nicht die beste werden kann, besonders wenn die Verschiedenheit der Sparrenlänge sehr bedeutend ist, so läßt es sich doch nicht immer vermeiden, weil der gegebene Grund des Gebäudes nicht immer von unserer Wahl abhängt, und man ihn daher nicht willkürlich ändern kann.

Bei massiven Giebeln hat die Verbindung der Dachflächen mit den Mauern keine Schwierigkeiten, indem entweder dieselben nicht weiter aufgeführt werden, als bis unter die Dachflächen, und alsdann mit einer oder mehreren Reihen Dachsteinen bedeckt werden, die eine Fortsetzung der übrigen Dachflächen bilden; oder man führt die Giebel über die Dachflächen hinaus und läßt die Dachsteine in eine, etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll tiefe, in die Giebelmauer ausgehauene Nille greifen.

Bei Fachwerksgebäuden dagegen wird gegen die Giebelsparren eine Windsfeder genagelt, welche etwa $2\frac{1}{2}$ Zoll die Oberkante der Latten überragt; auf diese Windsfeder wird dann eine 4 bis 5 Zoll breite Deckleiste mit der vorderen Fläche der Windsfeder bündig aufgenagelt, unter welche dann die 277 M Dachsteine hinuntergeschoben werden. Diese Anordnung ist in Fig. 277 M dargestellt.

Zur Bedeckung der Dächer mit Schiefer kann man die Sparren sowohl verschalen, als auch mit Latten benageln. Die Latten, welche alsdann von Oberkante zu Oberkante höchstens 6 Zoll entfernt aufgenagelt werden, sind in sofern einer Verschalung vorzuziehen, als man an der Bedeckung entstehende Fehler leichter entdecken kann. Die Lattung oder die Verschalung wird sowohl nach horizontaler, als auch nach schräger Richtung quer über die Sparren genagelt, was immer davon abhängig ist, ob die Deckung nach horizontaler, oder nach schräg laufender Richtung ausgeführt werden soll.

Bei der Metallbedeckung ist eine dichte Verschalung erforderlich. Diese kann nun aus Brettern, oder, was eben so zweckmäßig ist, aus kantigen Latten hergestellt werden, wobei man aber darauf Rücksicht zu nehmen hat, daß die Latten sämmtlich einerlei Stärke haben, damit in der Verschalung nicht vortretende Stellen entstehen, die bei der später aufzubringenden Metallbedeckung leicht nachtheilig werden könnten. Die Latten werden nicht dicht gegen einander genagelt, sondern es bleiben Zwischenräume von höchstens $\frac{2}{3}$ Zoll. Durch diese Anordnung erreicht man den Vortheil einer guten Circulation der Luft unter den Blechplatten und bewirkt gleichzeitig, daß das Wasser, welches durch die Abkühlung der unter das Dach tretenden Ausdünstungen sich entwickelt, leichter wieder verdunsten kann, ohne nachtheilig auf Holz und Metall zu wirken.

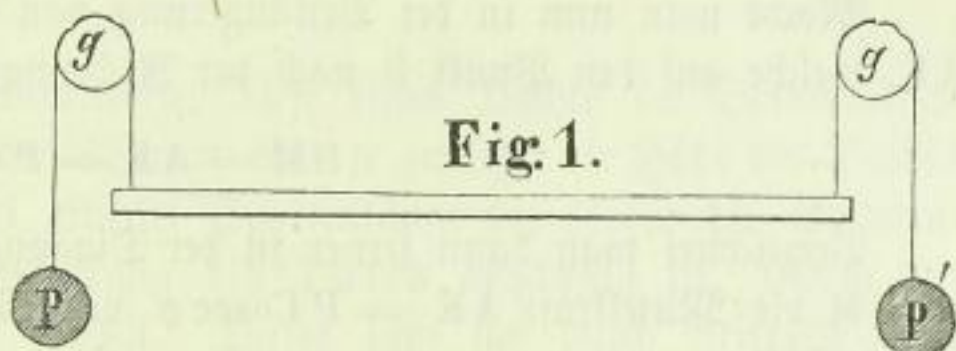
Fünftes Capitel.

§ 40.

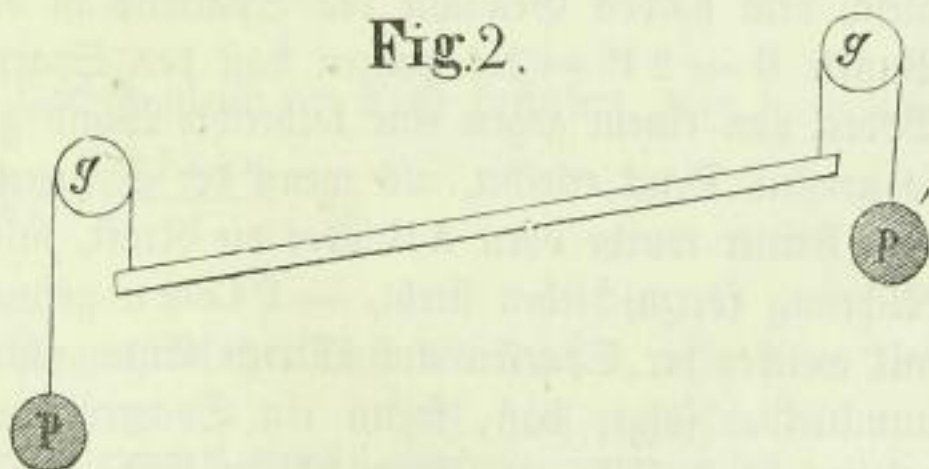
Statische Berechnungen verschiedener Holzverbindungen.

Nachdem wir die verschiedenen einfachen und geradlinigen Dachverbindungen in ihrer Zusammensetzung näher beschrieben haben, sollen nun, ehe wir zu denjenigen Dächern übergehen, welche mit Hängewerk in Verbindung gebracht sind, einige statische Berechnungen der verschiedenen bisher vorgestellten Dachconstructions hier folgen. Obgleich solche Berechnungen auch durchaus keine gültigen und genauen Resultate liefern, indem in der Praxis manche Umstände eintreten, die in einer Rechnung nicht mit berücksichtigt oder auch nur annähernd bestimmt angenommen werden können, so werden wir doch dadurch in den Stand gesetzt, eine vorliegende Construction richtiger und besser beurtheilen zu können; denn die Rechnung liefert uns immer Anhaltspunkte, die schwachen Stellen einer Construction leichter zu erkennen.

1. Denkt man sich einen prismatischen, horizontal liegenden Balken (Fig. 1), welcher überall einen gleichmäßigen Querschnitt hat und von gleichmäßigem Gewichte ist, und welcher mit seinen beiden Enden auf festen Unterlagern ruht, so wird jedes dieser beiden Unterlager von dem halben Gewichte des Balkens gedrückt, oder, mit anderen Worten, jedes der beiden Unterlager, worauf der Balken ruht, hat die halbe Last desselben zu tragen. Ebenso wird aber auch dann noch ein vollkommenes Gleichgewicht erhalten werden, wenn man an beiden Enden des Balkens anstatt der Unterlager sich Schnüre befestigt denkt, die, ohne weitere Rücksicht auf Reibung zu nehmen, über Scheiben g, g gehen, und an deren heruntergehenden Enden Gewichte P und P' befestigt sind, die einander gleich sind und deren jedes einzelne gleich dem halben Gewichte des Balkens ist.



Dasselbe Gleichgewicht wird aber auch ferner noch statifunden, wenn der Balken (Fig. 2) nicht mehr horizontal, sondern in einer geneigten Lage aufgehängt ist, vorausgesetzt, daß der Balken frei hängt und die Schnüre parallel ziehen, ohne auch hier Rücksicht auf deren Schwere und auf die Reibung der Rollen zu nehmen.



Denkt man sich nun aber diesen Balken AB (Fig. 3) an eine glatte, senkrechte Fläche gelehnt, so müssen seine Enden durch zwei sowohl dem Gewichte, als der Richtung nach gleiche Kräfte, womit sie früher von den Schnüren gezogen wurden, unterstützt werden, d. h. von den Enden wird auf jeden der beiden Stützpunkte ein verticaler Druck ausgeübt, welcher gleich dem halben Gewichte des Balkens selbst oder $= P = P'$ ist. Stellt man sich diese Kräfte oder halben Lasten durch zwei gleiche senkrechte Linien AE und BD vor, so ist die Richtung der Kraft AE zur Mauer parallel und kann demnach von der Mauer nicht erhalten werden, sondern sie übt auch noch eine andere Wirkung gegen die Mauer aus.

Nimmt man zu dem Ende den Sparren als gewichtslos, aber starr an, und denkt sich in der Mitte desselben im Punkte G ein Gewicht $= 2P$ angehängt, welches gleich dem ganzen Gewichte des Sparrens ist, und ferner den Winkel ABC , unter welchem der Sparren gegen die senkrechte Wand AC gestellt ist, gleich α , so entstehen hier folgende drei Fragen:

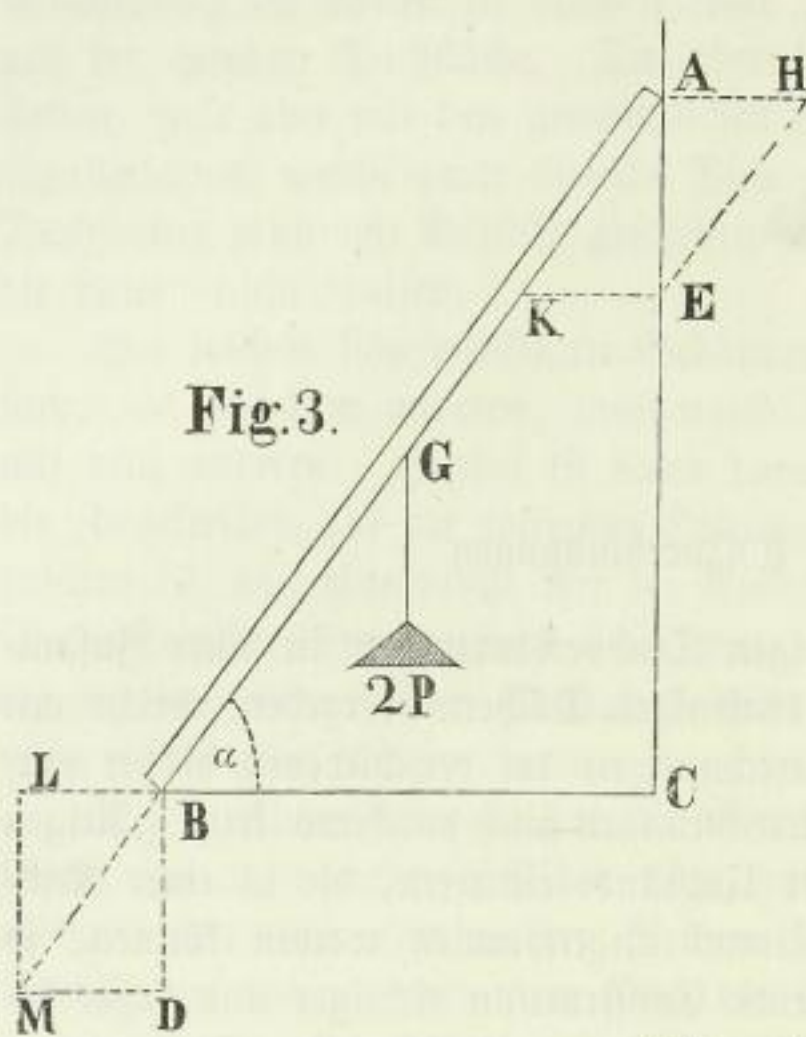


Fig. 3.

1. Wie groß ist der horizontale Druck, welchen die Wand AC von dem schräg gestellten Sparren zu erleiden hat? — indem, wie schon erwähnt, der im oberen Stützpunkte A wirkende verticale Druck mit der Wand parallel wirkt und daher von derselben nicht erhalten werden kann.
2. Wie groß ist der Druck oder die Kraft, mit welcher der Sparren in seinem unteren Stützpunkte B nach horizontaler Richtung auszuweichen strebt? — und endlich
3. welchen Druck erleidet der Stützpunkt B nach verticaler Richtung von diesem Sparren?

Da, wie schon vorher erwähnt, von der Last $2P$ auf jeden der beiden Stützpunkte A und B ein verticaler Druck gleich P stattfindet, so nehme man $AE = P$ und zeichne das Parallelogramm AHEK, so geben die Seiten AH und AK die beiden aus dem verticalen Druck $AE = P$ entstehenden Seitenkräfte, und zwar erhält man

$$AH = AE \cdot \cotg \alpha = P \cotg \alpha \text{ und}$$

$$AK = AE \cdot \operatorname{Cosec} \alpha = P \operatorname{Cosec} \alpha.$$

Macht man nun in der Verlängerung von AB, $BM = AK$, so zeigt BM die Größe der Kraft AK, welche auf den Punkt B nach der Richtung des Sparrens drückt, und man erhält:

$$BM = AK = P \operatorname{Cosec} \alpha = P \cdot \frac{1}{\sin \alpha}.$$

Verzeichnet man dann ferner zu der Diagonale BM das Parallelogramm BLMD, so bezeichnen, da BM die Mittelkraft $AK = P \operatorname{Cosec} \alpha$ vorstellt, die Seiten BL und BD die Seitenkräfte, und man erhält

$$BL = P \cdot \operatorname{Cosec} \alpha \cdot \cos \alpha = P \cdot \cotg \alpha \text{ und}$$

$$BD = P \cdot \operatorname{Cosec} \alpha \cdot \sin \alpha = P.$$

Es erleidet also hiernach der Punkt B von der sich in der Richtung des Sparrens fortpflanzenden Kraft AK einen Druck nach horizontaler Richtung $= P \cotg \alpha$ und einen nach verticaler Richtung $= P$. Da aber außerdem der Punkt B von dem Sparren schon einen Druck erleidet, welcher gleich dem halben Gewichte des Sparrens ist oder $= P$, so ist daher der Gesamtverticaldruck im Punkte B $= 2P$ = der ganzen Last des Sparrens, und es folgt hieraus also, daß der horizontale Boden von einem gegen eine lothrechte Wand gelehnten Sparren nach verticaler Richtung einen eben so großen Druck erleidet, als wenn der Sparren eine lothrechte Stellung hätte.

Ferner wurde oben AH oder die Kraft, mit welcher der Sparren den Punkt A nach horizontaler Richtung fortzuschieben strebt, $= P \cotg \alpha$ gefunden; desgleichen wurde aber auch BL oder die Kraft, mit welcher der Sparren am unteren Ende auszugleiten strebt, $= P \cotg \alpha$ gefunden, woraus nun unmittelbar folgt, daß, wenn ein Sparren unter irgend einem Winkel gegen eine verticale Wand gelehnt ist, derselbe an seinem oberen Ende mit einer gleichen horizontalen Kraft diese Wand umzuwerfen strebt, als womit er am unteren Ende nach horizontaler Richtung auszugleiten strebt.

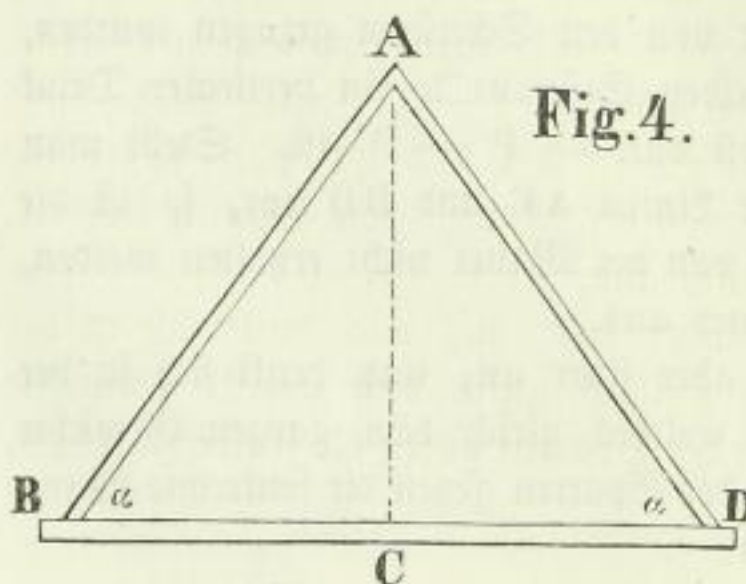


Fig. 4.

2. Lehnt man statt der im vorigen Beispiele angenommenen festen verticalen Fläche oder Mauer von der anderen Seite her einen gleich langen und schweren Sparren DA unter demselben Winkel α dem Sparren BA (Fig. 4) entgegen, so läßt sich sehr leicht einsehen, daß die Sparren hier wechselseitig die Stelle der verticalen Wand AC vertreten, und daß sich daher die bei A entstehenden horizontalen Pressungen, welche sich hier unter Beibehaltung der im Vorigen angenommenen Bezeichnung beide gleich $P \cotg \alpha$ ergeben und einander entgegengesetzt wirken, gegenseitig aufheben. Ebenso ergibt sich auch

hier leicht der horizontale Druck in jedem der beiden Punkte D und B gleich $P \cotg \alpha$, wo dann P immer nur das halbe Gewicht jedes Sparrens bezeichnet. Ebenso erhält man auch hier in jedem der beiden Punkte B und D den Verticaldruck gleich $2P$.

Bezeichnet man die halbe Tiefe des Daches oder $BC = CD$ mit a , die Länge des Sparrens $AB = BD$ mit b , und die Höhe des Daches oder CA mit h , ferner das Gewicht eines laufenden Fußes des Sparrens mit g , so ist

$$P = \frac{1}{2}bg.$$

$$\text{und } \cotg \alpha = \frac{a}{h} = \frac{a}{\sqrt{b^2 - a^2}}.$$

Bezeichnet man nun die horizontale Kraft, mit welcher der Sparren an seinen Enden auszuschieben strebt, oder den Sparrenschub mit S , so erhält man

$$S = P \cdot \cotg \alpha = \frac{1}{2}bg \cdot \frac{a}{h} = \frac{ab}{2\sqrt{b^2 - a^2}} \cdot g.$$

Da aber ferner $b = \frac{a}{\cos \alpha}$ ist, so ergibt sich, wenn man diesen Werth für b substituirt,

$$\begin{aligned} S = P \cdot \cotg \alpha &= \frac{ag}{2\sqrt{\frac{a^2}{\cos^2 \alpha} - a^2}} \cdot \frac{a}{\cos \alpha} = \frac{1}{2} \cdot \frac{a^2g}{\sqrt{\frac{a^2 \cos \alpha^2}{\cos^2 \alpha} - a^2 \cos^2 \alpha}} = \frac{1}{2} \frac{a^2g}{a\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}} \\ &= \frac{1}{2} \frac{ag}{\sqrt{\sin^2 \alpha}} = \frac{ag}{2 \sin \alpha}. \end{aligned}$$

Hieraus geht unmittelbar hervor, daß bei unveränderter Tiefe eines Daches der Sparrenschub um so größer wird, je kleiner der Neigungswinkel der Sparren oder je geringer die Höhe des Daches ist. Ebenso geht aber auch daraus hervor, daß bei einerlei Sparrenlänge die Größe des Sparrenschubs von dem Gewichte des Sparrens und der Bedeckung des Daches abhängig ist, indem mit der Zunahme von g auch gleichzeitig S unmittelbar wächst. Dieses läßt sich durch Beispiele leicht näher zeigen.

Ohne weitere Rücksicht auf die Anordnung von Kehlgebälken und sonstigen Verbindungen zu nehmen, erhält man bei alten Kirchendächern, bei denen die Höhe doppelt so groß ist, als die Tiefe, also $h = 4a$, den Sparrenschub oder

$$S = \frac{1}{2}bg \cdot \frac{a}{h} = \frac{bg}{8} = \frac{1}{8}\sqrt{a^2 + 16a^2} \cdot g = \frac{a}{8}\sqrt{17} \cdot g = \frac{4,12315}{8} \cdot a \cdot g$$

oder $S = 0,51539 \cdot ag$.

Bei den altdeutschen Dächern ist die Höhe des Daches gleich der Tiefe desselben, also $h = 2a$,

$$\text{mithin } S = \frac{1}{2}bg \cdot \frac{a}{h} = \frac{1}{4}\sqrt{a^2 + 4a^2} \cdot g = \frac{\sqrt{5}}{4} \cdot ag = \frac{2,23606}{4} \cdot ag$$

oder $S = 0,55901 \cdot ag$.

Bei den altfranzösischen Dächern ist die Sparrenlänge gleich der Tiefe des Daches, also $b = 2a$,

$$\text{folglich } S = \frac{1}{2}bg \cdot \frac{a}{h} = \frac{a^2}{h} \cdot g = \frac{a^2}{\sqrt{4a^2 - a^2}} \cdot g = \frac{a}{\sqrt{3}} \cdot g = ag \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{1,73205}{3} ag$$

oder $S = 0,57735 \cdot ag$.

Beim neudeutschen Dache ist die Höhe gleich der halben Tiefe, also $h = a$, und daher

$$S = \frac{1}{2}bg \cdot \frac{a}{h} = \frac{1}{2}bg = \frac{1}{2}g\sqrt{2a^2} = ag \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{1,41421}{2} \cdot ag$$

oder $S = 0,70710 \cdot ag$.

Beim italienischen Dache ist $h = \frac{1}{2}a$, also

$$S = \frac{1}{2}bg \cdot \frac{a}{h} = bg = g\sqrt{a^2 + \frac{1}{4}a^2} = ag \frac{\sqrt{5}}{2} = \frac{2,23606}{2} \cdot ag$$

oder $S = 1,11803 \cdot ag$.

Ist aber bei einem Dache $h = \frac{1}{4}a$, so erhält man

$$S = \frac{1}{2} b g \cdot \frac{a}{h} = 2 b g = 2 g \sqrt{a^2 + \frac{1}{16} a^2} = a g \frac{\sqrt{17}}{2} = \frac{4,12315}{2} \cdot a g$$

oder $S = 2,06157 \cdot g a$.

Dagegen erleidet der verticale Druck in den Punkten D und B dadurch nie eine Abänderung, sondern der Werth desselben ist immer ganz unabhängig von dem Neigungswinkel des Daches, und man erhält dafür in allen Fällen

$$V = 2P = b \cdot g,$$

also gleich dem ganzen Gewichte des Sparrens mit der Bedeckungslast.

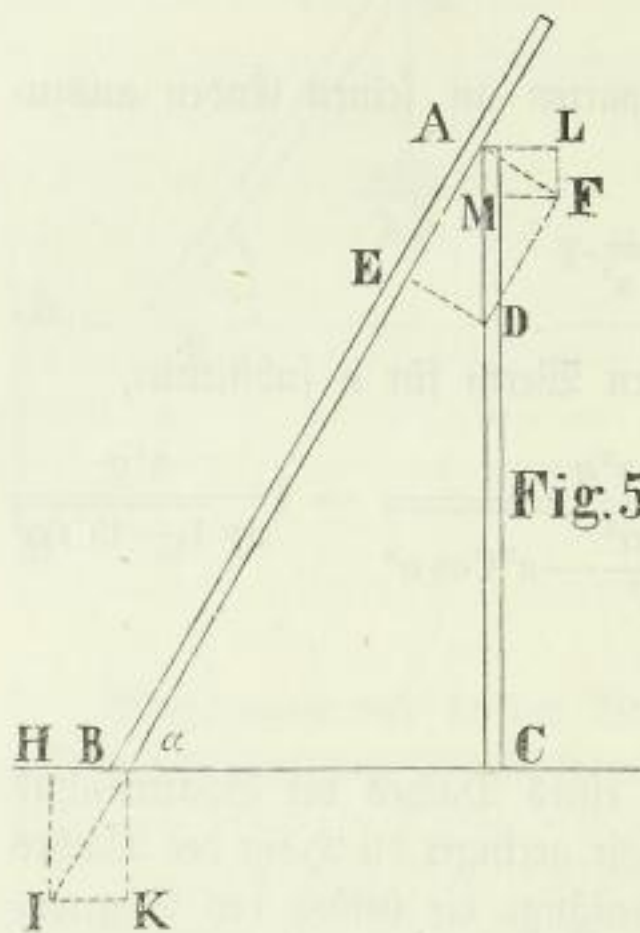


Fig. 5.

3. Nimmt man an, ein schrägstehender Sparren, unter dem Neigungswinkel α , lehne sich nicht gegen eine lothrechte Wand, wie oben unter 1. angenommen wurde, sondern liege mit seinem oberen Ende auf derselben und stehe mit seinem unteren Ende auf einem horizontalen Boden (Fig. 5), so entstehen hier jedenfalls Wirkungen anderer Art, indem nun nicht mehr der verticale Druck im oberen Stützpunkte mit der Wand allein parallel, sondern auch auf dieselbe unmittelbar wirkt.

Hierdurch entsteht nun ebenfalls wieder ein doppeltes Bestreben, und zwar einmal ein solches, welches auf den Umsturz der Wand wirkt, und dann ein solches, welches sich in der Richtung des Sparrens auf dessen unteren Stützpunkt fortpflanzt.

Nimmt man zu dem Ende das Gewicht des ganzen Sparrens gleich $2P$, so daß also im Punkte A sowohl, als auch im Punkte B, jedesmal ein verticaler Druck gleich P wirkt, so hat man, um die einzelnen Wirkungen dieser Kräfte zu ermitteln, zunächst die in A wirkende Last oder Kraft P in Seitenkräfte zu zerlegen. Die

Richtung der Kraft P fällt aber mit der der Wand zusammen, und man hat daher dieselbe nach den Richtungen AF und AE in Seitenkräfte zu zerlegen, weil der Sparren, auch wenn er auf der Wand aufliegt, dennoch ein Bestreben ausübt, die Mauer umzuschieben, gleichzeitig aber auch in seiner Richtung auf den unteren Stützpunkt wirkt. Zeichnet man zu dem Ende das Parallelogramm $AFDE$ und nimmt $AD = P$ an, so erhält man

$$AF = AD \cos \alpha = P \cos \alpha$$

und $AE = AD \sin \alpha = P \sin \alpha$.

Die Kraft $AE = P \sin \alpha$ pflanzt sich nach der Richtung des Sparrens auf dessen unteren Stützpunkt fort; die Kraft $AF = P \cos \alpha$ dagegen wirkt unmittelbar auf den Stützpunkt A.

Zerlegt man nunmehr $AF = P \cos \alpha$ nach horizontaler und verticaler Richtung in Seitenkräfte, und zeichnet zu dem Ende wieder das Parallelogramm $ALFM$, indem man die Diagonale AF als Mittelkraft annimmt, so erhält man

$$AL = AF \sin \alpha = P \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha = \frac{1}{2} P \cdot \sin 2\alpha$$

und $AM = AF \cos \alpha = P \cdot \cos^2 \alpha$.

Die Kraft $AE = P \sin \alpha$ pflanzt sich nach der Richtung des Sparrens auf dessen unteren Stützpunkt B fort, und setzt man in der verlängerten Richtung des Sparrens $BI = AE$, zerlegt BI nach horizontaler Richtung und nach verticaler, indem man das Parallelogramm $BHIK$ zeichnet, so erhält man

$$BH = P \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \frac{1}{2} P \cdot \sin 2\alpha;$$

und $BK = P \sin \alpha \cdot \sin \alpha = P \cdot \sin^2 \alpha,$

so daß also der Gesamtverticaldruck in B gleich

$$V = P + P \sin^2 \alpha = P(1 + \sin^2 \alpha) \text{ ist.}$$

Der Horizontaldruck im Punkte A wurde gleich $\frac{1}{2} P \cdot \sin 2\alpha$ gefunden; desgleichen auch im Punkte B gleich $\frac{1}{2} P \cdot \sin 2\alpha$, woraus also hervorgeht, daß auch hier der horizontale Druck am oberen Ende des Sparrens gleich dem Drucke am unteren Ende desselben, jedoch entgegengesetzt, ist.

Der Werth $P \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha$ läßt sich leicht umformen, indem man mit $\frac{\sin \alpha}{\sin \alpha}$ multiplicirt;

man erhält dann

$$P \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha = P \cdot \sin \alpha^2 \cdot \cotang \alpha.$$

Vergleicht man nun diesen Ausdruck mit dem oben unter 1. gefundenen für den Horizontaldruck, bei welchem letzteren angenommen wurde, daß der Sparren anlehne, so ergibt sich gleich, daß der daselbst gefundene Ausdruck $P \cdot \cotang \alpha$ jedenfalls größer ist, indem die Differenz

$$P \cotang \alpha - P \cotang \alpha \cdot \sin \alpha^2 = P \cotang \alpha (1 - \sin \alpha^2) = P \cotang \alpha \cdot \cos \alpha^2 \text{ ergibt.}$$

Hieraus erhellet, wie vortheilhaft die Anwendung der Säule AC ist, um den Sparrenschub zu vermindern, und namentlich vortheilhaft stellt sich dieses bei flacheren Dächern heraus.

Wir haben oben den horizontalen Schub bei einem nicht angelehnten Sparren $P \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \frac{1}{2} P \cdot \sin 2\alpha$ gefunden. Da aber dieser Werth auch immer bei einem Pultdache stattfindet, so soll hier näher untersucht werden, welchen Einfluß in diesem Falle der Winkel ausübt.

Aus $\frac{1}{2} P \sin 2\alpha$ folgt unmittelbar, daß $\sin 2\alpha$ seinen größten Werth erhält für $\alpha = 45$ Grad, indem dann $\sin 2\alpha = \sin 90^\circ = 1$, und folglich der horizontale Schub $= \frac{1}{2} P$ wird. Für $\alpha = 45$ Grad wird daher bei ungeänderter Sparrenlänge an einem Pultdache der größte horizontale Schub entstehen.

Aus der Gleichung $P \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \frac{1}{2} P \cdot \sin 2\alpha$ wird ferner erhalten

$$P \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \frac{1}{2} b g \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha, \text{ oder,}$$

$$\text{da } b = \frac{a}{\cos \alpha} \text{ ist,}$$

$$\frac{1}{2} b g \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \frac{1}{2} a g \cdot \sin \alpha.$$

Aus diesem zuletzt gefundenen Ausdruck $\frac{1}{2} a g \cdot \sin \alpha$ für den horizontalen Schub geht nun ferner im Allgemeinen hervor, daß bei Pultdächern von gleicher Tiefe der Sparrenschub größer wird, sobald der Neigungswinkel der Sparren größer, oder, mit anderen Worten, sobald die Dachhöhe vergrößert wird. Es müssen daher, den unter 2. entwickelten Formeln geradezu entgegengesetzt, die Sparren eines Pultdaches zur Verminderung des Druckes gegen die Wandstiele und zur Verminderung des Sparrenschubes so flach gelegt werden, als es die übrigen Umstände irgend gestatten.

4. Aus der unter 1. für den horizontalen Schub am unteren und oberen Ende eines schrägstehend angelehnten Balkens gefundenen Größe

$$P \cdot \cotang \alpha = P \cdot \frac{a}{h} = BL \text{ (Fig. 3)}$$

läßt sich sehr leicht die Proportion bilden

$$BL : P = a : h,$$

oder, in Worten ausgedrückt:

bei einem schrägstehend angelehnten Balken verhält sich der horizontale Druck, welchen derselbe gegen seinen unteren oder oberen Stützpunkt ausübt, zum halben Gewichte desselben, wie die Basis zur Höhe, an welcher der Balken angelehnt ist. Hiernach läßt sich also mit Leichtigkeit der jedesmalige horizontale Druck ermitteln, sobald das Gewicht des Balkens, die Basis und die Höhe des Dreiecks, welches der Balken mit der verticalen Wand und der Grundebene bildet, bekannt sind.

5. Aufgabe. Ein lothrecht stehender Stiel AB (Fig. 6) ist auf dem Boden bei B befestigt; winkelmrecht auf seine Längenrichtung wird derselbe in A von einer Kraft P nach der Richtung AP gezogen; es sei ferner in der Verticalfläche, welche durch diese Richtung geht, eine Strebe DE angebracht. Es sollen nun die verschiedenen Pressungen bestimmt werden, welche durch die Wirkung der Kraft P hervorgerufen werden.

Auflösung. Es sei $AB = h$; $DE = b$ und $\angle DEB = \alpha$.

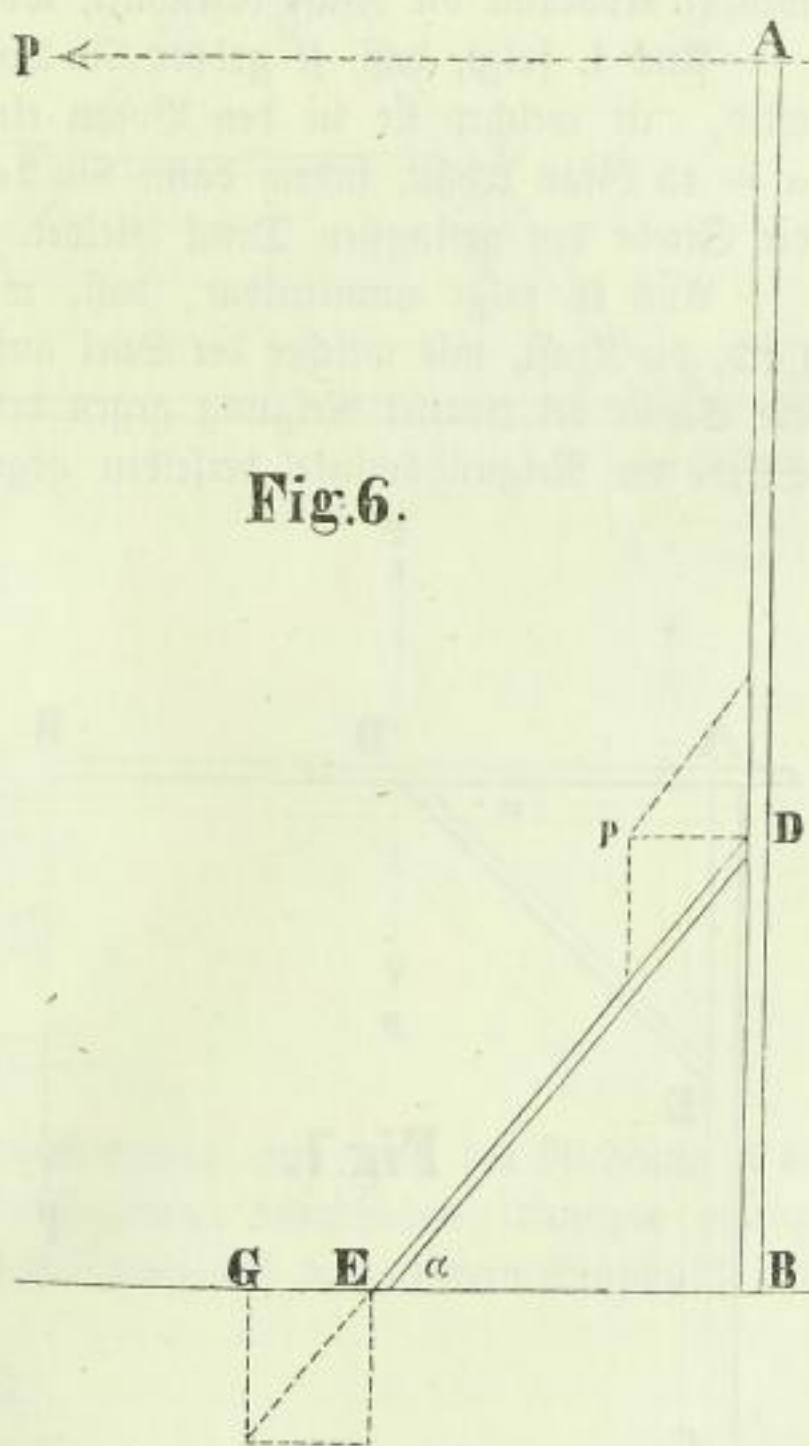


Fig. 6.

Da der Punkt B als fest zu betrachten ist und überhaupt AB als ein Hebel angesehen werden kann, welcher im Punkte A von einer Kraft angegriffen, dagegen in D unterstützt wird, so hat man für's Gleichgewicht die Bedingungsgleichung

$$BA \cdot P = BD \cdot p,$$

wobei p denjenigen Druck bezeichnet, welchen der Punkt D im ersten Augenblick des Angriffs der Kraft P im Punkte A erleidet und welcher winkeltrecht auf die Länge des Stieles sich äußert, vorausgesetzt, daß der Stiel AB starr sei und keine Biegung erleide.

$$\text{Man hat daher } p = \frac{BA}{BD} \cdot P$$

oder, da $BA = h$, und $BD = DE \cdot \sin \alpha = b \sin \alpha$ ist,

$$p = \frac{h}{b \cdot \sin \alpha} \cdot P.$$

Diese Kraft p übt aber ein doppeltes Bestreben aus, und zwar einmal die Strebe DE nach ihrer Richtung fortzuschieben, und ferner den Stiel BA vertical aufwärts zu heben. Man hat daher, um die Größen dieser Wirkungen zu erhalten, die Kraft p nach den Richtungen DE und DA in Seitenkräfte zu zerlegen.

Aus der Zerlegung ergibt sich die Seitenkraft nach der Richtung DE = $p \sec \alpha$, und die nach der Richtung DA = $p \cdot \tan \alpha$.

Da aber $p = \frac{h}{b \sin \alpha} \cdot P$ ist, so erhält man

$$\text{I. } p \cdot \sec \alpha = \frac{h}{b \cdot \sin \alpha} \cdot \sec \alpha \cdot P = \frac{h \cdot P}{b \sin \alpha \cdot \cos \alpha} = \frac{h \cdot P}{\frac{1}{2} b \sin 2\alpha} = \frac{2hP}{b \cdot \sin 2\alpha}$$

welcher Ausdruck die Größe der Kraft angiebt, mit welcher die Strebe DE nach ihrer Richtung geschoben wird. Ferner erhält man

$$\text{II. } p \cdot \tan \alpha = \frac{h}{b \sin \alpha} \cdot \tan \alpha \cdot P = \frac{h \cdot P}{b \cdot \cos \alpha} = \frac{hP}{b} \cdot \sec \alpha,$$

welcher Ausdruck die Kraft bezeichnet, womit der Stiel AB vertical aufwärts gezogen wird.

Aus I. folgt, daß, je größer $\sin 2\alpha$ bei unveränderter Länge der Strebe, desto geringer die Kraft wird, mit welcher sie in den Boden eingedrückt wird. Da nun $\sin 2\alpha$ seinen größten Werth für $\alpha = 45$ Grad erhält, indem dann $\sin 2\alpha = \sin 90^\circ = 1$ wird, so folgt daraus, daß für $\alpha = 45^\circ$ die Strebe den geringsten Druck erleidet.

Aus II. folgt unmittelbar, daß, wenn die Länge des Stieles als unveränderlich angenommen wird, die Kraft, mit welcher der Stiel aufwärts gehoben wird, sich um so mehr vergrößert, je kleiner die Strebe bei einerlei Neigung gegen den Horizont ist. Je kleiner dagegen bei einerlei Länge der Strebe der Neigungswinkel derselben gegen den Horizont wird, desto kleiner wird auch die Kraft, womit der Stiel durch die Wirkung der Kraft P aufwärts strebt.

6. Aufgabe. Der horizontale Balken AB (Fig. 7) sei in A mit dem lothrechten Ständer verbunden und werde mit seiner angehängten Last P durch ein Winkelband DE unterstützt. Es sollen nun diejenigen Kräfte bestimmt werden, welche auf das Winkelband wirken.

Auflösung. Es sei $AB = a$, $DE = b$ und $\angle ADE = \alpha$, so hat man, wenn man den lothrechten Druck in D mit p bezeichnet, die Bedingungsgleichung

$$AB \cdot P = AD \cdot p,$$

$$\text{oder } a \cdot P = b \cdot \cos \alpha \cdot p, \text{ und hieraus}$$

$$p = \frac{a \cdot P}{b \cdot \cos \alpha}.$$

Ist nun Q die Kraft, mit welcher das Band nach der Richtung ED widersteht, so kann diese Kraft in Seitenkräfte zerlegt werden, und zwar nach einer Richtung Dp'

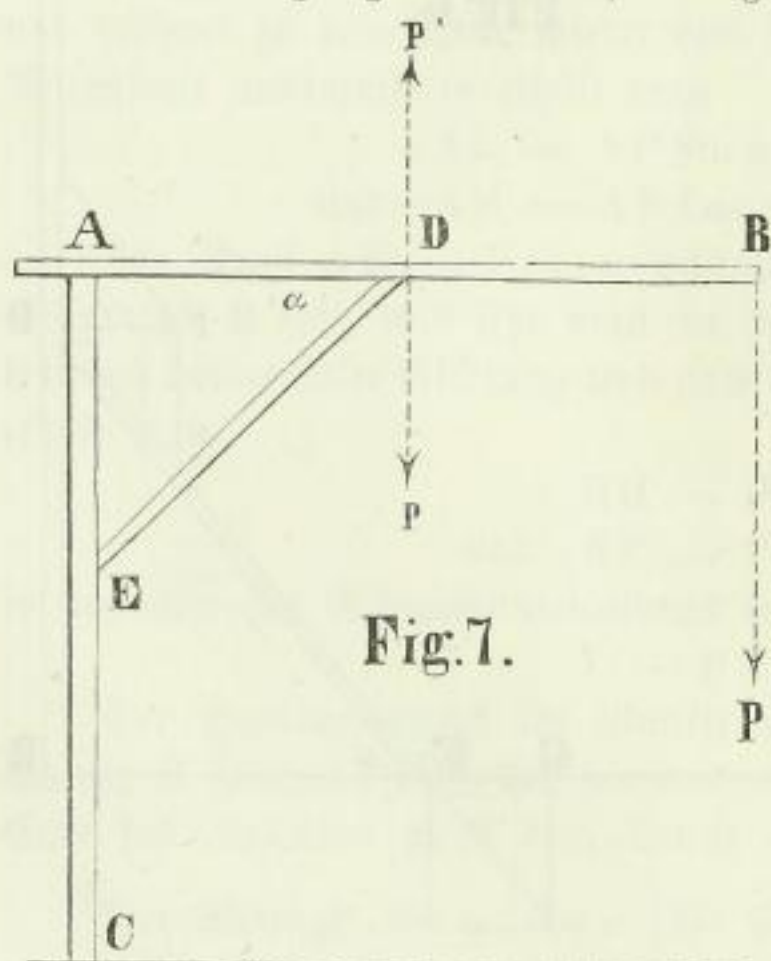


Fig. 7.

winkelrecht auf AB und nach der Richtung DB . Die Seitenkraft Dp' ergibt sich dann leicht $= Q \sin \alpha$ und die nach der Richtung $DB = Q \cos \alpha$. Da aber zwischen den verschiedenen Kräften Gleichgewicht stattfinden soll, so muß also, da die Kräfte p' und p in einem und demselben Punkte D , jedoch nach gerade entgegengesetzten Richtungen, wirksam sind, im Falle des Gleichgewichts $p' = Q \sin \alpha = p$ sein.

Man findet demnach die Kraft, mit welcher das Winkelband nach der Richtung DE gedrückt wird, oder:

$$I \quad Q = \frac{p}{\sin \alpha} = \frac{a \cdot P}{b \cos \alpha \sin \alpha} = \frac{2 a P}{b \sin 2 \alpha}$$

Dieser Ausdruck wird bei unveränderter Beibehaltung der Größen a , b und P am kleinsten, wenn $\sin 2 \alpha$ einen größten Werth erhält, welches für $\alpha = 45^\circ$ stattfindet, wo dann $\sin 2 \alpha = \sin 90^\circ = 1$ wird. Hieraus folgt also, daß unter mehreren Winkelbändern von einerlei Länge dasjenige den geringsten Druck nach der Richtung seiner Länge erleidet, welches bei übrigens sonst gleichen Umständen unter einem Winkel von 45 Grad angebracht ist.

Die Kraft, mit welcher der Balken AB nach der Richtung AB gezogen wird, erhält man ferner

$$II \quad Q \cos \alpha = \frac{a \cdot P}{b \cdot \sin \alpha}$$

Hierbei kann aber das eben Gesagte keinerlei weitere Anwendung finden, und würde dieser Ausdruck nur dann bei unveränderten a , b , P am kleinsten werden, wenn $\sin \alpha$ am größten würde, wodurch aber gleichzeitig wieder ein größerer Druck auf das Winkelband hervorgerufen werden würde.

7. Aufgabe. Ein Dachgespärre BAD Fig. 8, welches in den Balken BD eingezapft ist, sei mit einem Kehlbalken EF versehen; man suche den Sparrenschub und diejenige Kraft, mit welcher der Kehlbalken von der Belastung des Daches zusammengepreßt wird.

Auflösung. Es sei die halbe Länge des Balkens $= a$, die Höhe des Daches $= h$, die Länge des Sparrens $= b$; ferner sei die Entfernung $AE = c$, und der Winkel $ABC = \alpha$; das Gewicht eines laufenden Fußes des Sparrens sei $= g$, also das Gewicht des ganzen Sparrens $= b g$.

Da bei diesem Dachgespärre drei Stützpunkte A , E und B entstehen, auf welche die Last des Sparrens sich vertheilt, so hat man zunächst diejenige Last zu bestimmen, welche jeder einzelne Stützpunkt zu tragen erhält. Bezeichnet man nun den Druck in A mit Q , den in E mit Q' , und den in B mit Q'' , so erhält man nach Eytelwein den verticalen Druck, welcher aus der Vertheilung der Last auf die drei Punkte A , E und B entsteht, wie folgt:

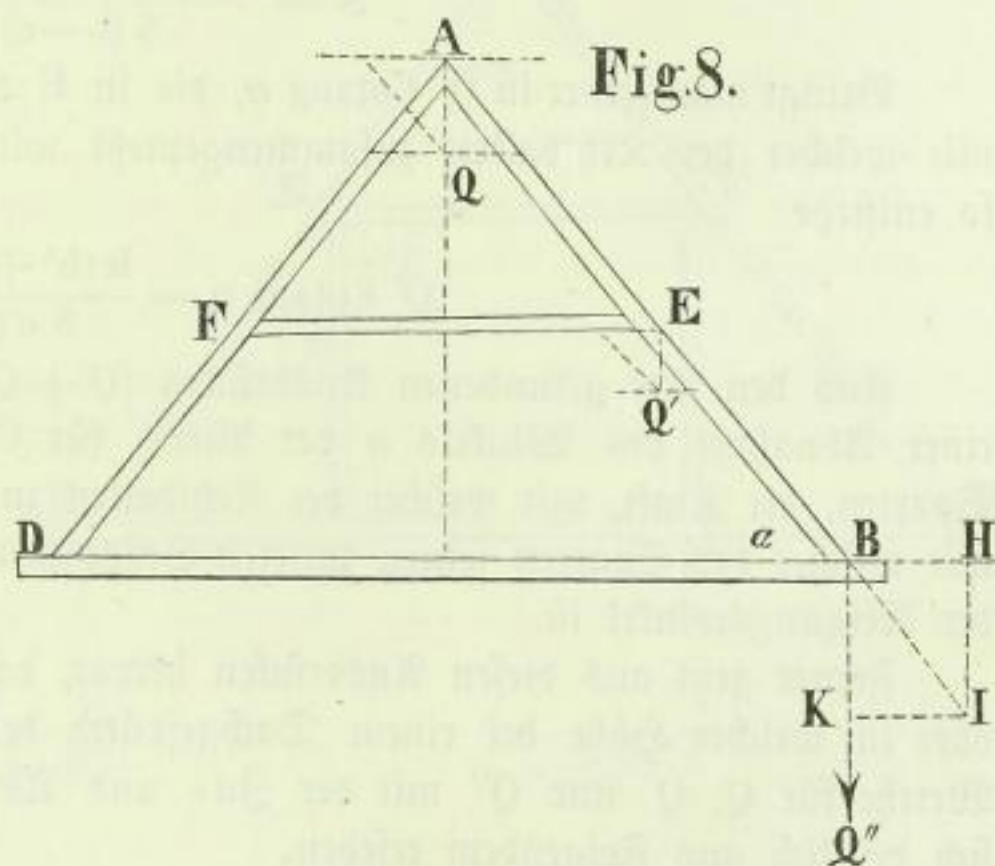
$$Q = \frac{c^2 + 3 b c - b^2}{8 c} \cdot g$$

$$Q' = \frac{b (b^2 + b c - c^2)}{8 c (b - c)} \cdot g$$

$$Q'' = \frac{3 b^2 - 5 b c + c^2}{8 (b - c)} \cdot g$$

Zerlegt man nun den Druck Q in A nach horizontaler Richtung und nach der Richtung AB , so wird der horizontale Druck vom Gegendruck des zweiten Sparrens aufgehoben, dagegen pflanzt sich der nach der Richtung AB entstehende Druck in dieser Richtung auf den unteren Stützpunkt des Sparrens fort, und man erhält diesen Druck

$$= Q \operatorname{Cosec} \alpha = \frac{Q}{\sin \alpha}$$



Der Druck Q' in E wird nach denselben Richtungen zerlegt, und man erhält den horizontalen Druck nach der Richtung E F

$$= Q' \operatorname{Cotang} \alpha = Q' \frac{\operatorname{Cos} \alpha}{\operatorname{Sin} \alpha},$$

und denjenigen nach der Richtung E B

$$= Q' \operatorname{Cosec} \alpha = \frac{Q'}{\operatorname{Sin} \alpha}.$$

Die beiden in der Richtung des Sparrens sich fortpflanzenden Pressungen in den Punkten A und E geben zusammen einen Druck nach der Richtung B I auf den unteren Stützpunkt B

$$= Q' \operatorname{Cosec} \alpha + Q \operatorname{Cosec} \alpha = (Q' + Q) \frac{1}{\operatorname{Sin} \alpha}.$$

Zerlegt man diesen Druck in B nach horizontaler und verticaler Richtung, und bezeichnet den horizontalen Druck mit S, und den nach verticaler Richtung mit V, so erhält man sogleich

$$S = (Q' + Q) \frac{1}{\operatorname{Sin} \alpha} \cdot \operatorname{Cos} \alpha = (Q' + Q) \operatorname{Cotang} \alpha, \text{ und}$$

$$V = (Q' + Q) \frac{1}{\operatorname{Sin} \alpha} \cdot \operatorname{Sin} \alpha = Q' + Q.$$

Zu V kommt ferner noch der im Punkte B schon vorhandene, oben ausgemittelte verticale Druck Q'' , so daß also der Gesamtverticaldruck in B sich ergibt

$$= Q' + Q + Q'' = b g,$$

gleich der ganzen Last des Sparrens.

Bringt man in den für S gefundenen Werth, die Werthe für Q und Q' in Rechnung, so erhält man

$$S = \frac{5 b^2 - c^2 - 3 b c}{8 (b - c)} \cdot g \cdot \operatorname{Cotang} \alpha.$$

Bringt man ferner in $Q' \operatorname{Cotang} \alpha$, die in E nach horizontaler Richtung wirkend gefundene Kraft, mit welcher der Kehlbalken zusammengedrückt wird, für Q' oben gefundenen Werth in Rechnung, so entsteht

$$Q' \operatorname{Cotang} \alpha = \frac{b (b^2 + b c - c^2)}{8 c (b - c)} \cdot g \cdot \operatorname{Cotg} \alpha.$$

Aus den hier gefundenen Ausdrücken $(Q + Q') \operatorname{Cotg} \alpha$ und $Q' \operatorname{Cotg} \alpha$ folgt unmittelbar, da bei einer Abnahme des Winkels α der Werth für $\operatorname{Cotang} \alpha$ wächst, daß bei unveränderter Länge der Sparren, die Kraft, mit welcher der Kehlbalken zusammengedrückt wird, so wie auch diejenige Kraft, mit welcher der Sparren seinen unteren Stützpunkt auszuschieben strebt, um so größer wird, je kleiner der Neigungswinkel ist.

Ferner geht aus diesen Ausdrücken hervor, daß es keineswegs gleichgültig ist, an welcher Stelle oder in welcher Höhe bei einem Dachgespärre der Kehlbalken angebracht wird, indem die obigen Werthe für Q, Q' und Q'' mit der Zu- und Abnahme von c ebenfalls sich ändern. Dieses läßt sich deutlich aus Folgendem ersehen.

Ist z. B. $c = \frac{1}{4} b$, so erhält man

$$S = \frac{55}{8} b g \cdot \operatorname{Cotang} \alpha, \text{ und}$$

$$Q' \operatorname{Cotg} \alpha = \frac{11}{8} b g \cdot \operatorname{Cotg} \alpha.$$

für $c = \frac{1}{2} b$, erhält man

$$S = \frac{71}{8} b g \cdot \operatorname{Cotg} \alpha$$

$$Q' \operatorname{Cotg} \alpha = \frac{11}{8} b g \cdot \operatorname{Cotg} \alpha$$

für $c = \frac{3}{4} b$, erhält man

$$S = \frac{105}{8} b g \cdot \operatorname{Cotang} \alpha$$

$$\text{und } Q' \operatorname{Cotg} \alpha = \frac{11}{8} b g \cdot \operatorname{Cotang} \alpha.$$

Ferner hat aber auch die Entfernung, bis zu welcher der Kehlbalken dem First des Daches nahe gebracht werden darf, ihre Grenzen, wie aus folgender Untersuchung deutlich hervorgeht.

Die Kraft, mit welcher die Sparren im Firstpunkt bei A gegen einander nach horizontaler Richtung pressen, ist

$$= Q \operatorname{Cotg} \alpha = \frac{c^2 + 3 b c - b^2}{8 c} \cdot g \cdot \operatorname{Cotang} \alpha.$$

Dieser Druck verschwindet aber oder wird gleich Null, sobald
 $c^2 + 3 b c - b^2 = 0$ wird.

In diesem Falle erhält man

$$c = -\frac{3b}{2} \pm \sqrt{\frac{9}{4}b^2 + b^2} = \frac{1}{2}b (-3 + \sqrt{13}) = \frac{1}{2}b (0,6055) = 0,3027 \cdot b = \frac{3}{10}b.$$

Wird c noch kleiner als $\frac{3}{10}b$, so wird der horizontale Druck der Sparren gegen einander negativ, d. h. die Sparren haben dann das Bestreben, bei A von einander sich zu entfernen. Es folgt also, daß der Kehlbalken höchstens bis zu $\frac{3}{10}$ der ganzen Dachhöhe angebracht werden darf, wenn die Sparren im Firstpunkt sich nicht von einander entfernen sollen.

Aus dem Bisherigen ersieht man ferner, daß der Sparrenschub bei einem Dachgespärre, welches mit einem Kehlbalken versehen ist, größer wird, als wenn der Kehlbalken nicht vorhanden wäre. In (2) wurde der Sparrenschub eines schräg angelehnten Balkens ohne Kehlbalken $= \frac{1}{2} b g \operatorname{Cotang} \alpha$ gefunden, wogegen im vorliegenden Falle das Minimum des Sparrenschubes $= \frac{3}{10} b g \operatorname{Cotang} \alpha$, also $\frac{3}{10} b g \operatorname{Cotg} \alpha$ größer gefunden wurde. Auch folgt, wie oben schon angegeben, daß der Sparrenschub größer wird, je mehr der Kehlbalken von der Spitze des Daches entfernt ist.

8. Aufgabe. Es ist hier (Fig. 9) die Länge des Sparrens ebenfalls $= b$; die Länge A E $= c$; das Gewicht eines laufenden Fußes des Sparrens $= g$, und der Neigungswinkel des Sparrens $= \alpha$. Bezeichnet man ferner den Druck in A mit Q, denjenigen in E mit Q' und den in B mit Q'', so hat man, wie in (7)

$$Q = \frac{c^2 + 3 b c - b^2}{8 c} \cdot g.$$

$$Q' = \frac{b (b^2 + b c - c^2)}{8 c (b - c)} \cdot g.$$

$$Q'' = \frac{3 b^2 - 5 b c + c^2}{8 (b - c)} \cdot g.$$

Zerlegt man hier den Druck Q in A nach horizontaler Richtung und nach der Richtung des Sparrens A B, so wird der hier entstehende horizontale Druck $Q \operatorname{Cotg} \alpha$ vom Gegendruck des zweiten Sparrens A D vollständig aufgehoben.

Der nach der Richtung A B sich ergebende Druck

$$Q \operatorname{Cosec} \alpha = Q \frac{1}{\operatorname{Sin} \alpha}$$

pflanzt sich in der Richtung A B auf den unteren Stützpunkt B fort.

Der Druck Q' im Punkte E, welcher mit der Richtung E E' des stehenden Stuhls zusammenfällt, wird nach der Richtung des Sparrens und nach der Richtung E I, welche winkelrecht auf den Sparren ist, in Seitenkräfte zerlegt. Man erhält dann die in E B wirkende und nach dieser Richtung auf den Punkt B sich fortplanzende Kraft $= Q' \operatorname{Sin} \alpha$; ferner die in der Richtung E I erhält man $= Q' \operatorname{Cos} \alpha$.

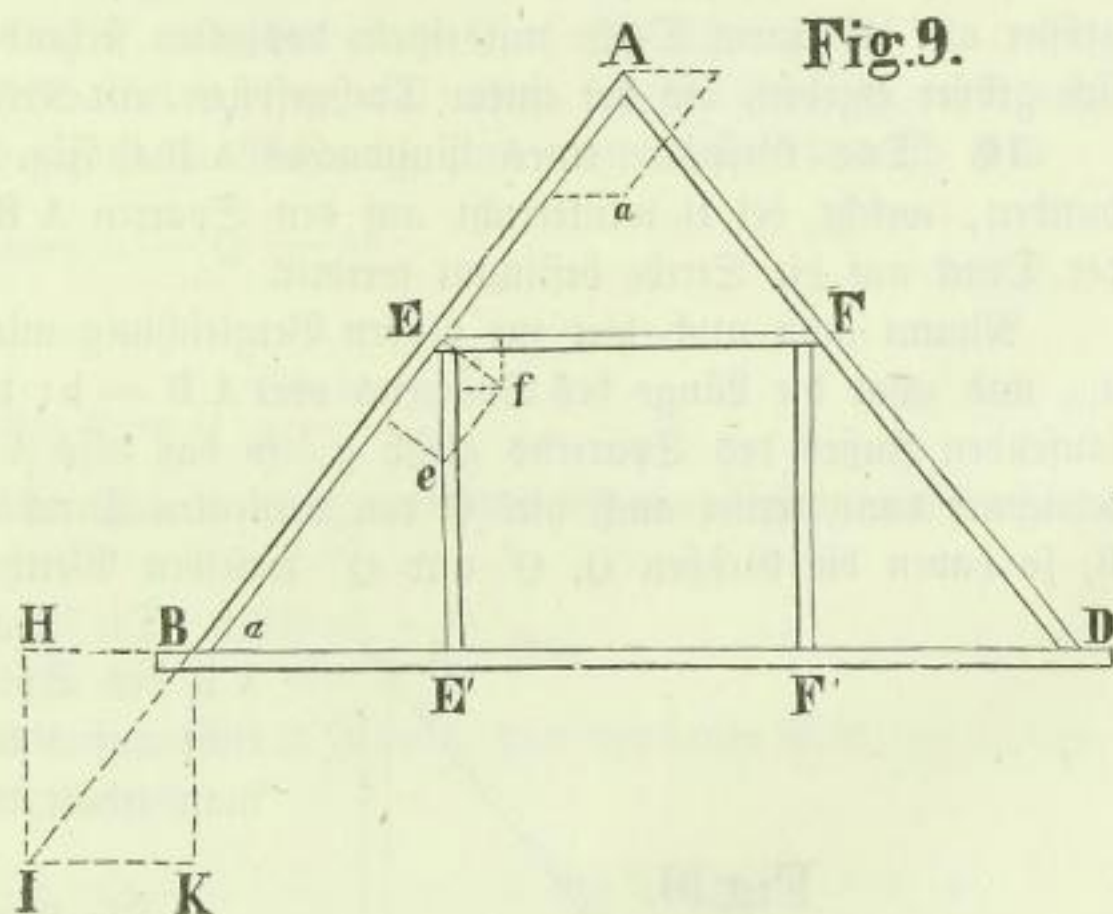
Zerlegt man nun diese letztere nach verticaler und horizontaler Richtung wieder in Seitenkräfte, so erhält man den Verticaldruck, welchen der Ständer E E' erleidet,

$$= Q' \operatorname{Cos} \alpha \cdot \operatorname{Cos} \alpha = Q' \operatorname{Cos}^2 \alpha;$$

ferner den Horizontaldruck oder die Pressung auf die Längenrichtung des Kehlbalkens

$$= Q' \operatorname{Cos} \alpha \cdot \operatorname{Sin} \alpha = \frac{1}{2} Q' \operatorname{Sin} 2 \alpha.$$

Aus $Q' \operatorname{Cos}^2 \alpha$, welcher Ausdruck für den Verticaldruck in E gefunden wurde, geht unmittelbar hervor, daß dieser Druck wächst, je kleiner der Neigungswinkel α wird. Dagegen folgt aus $\frac{1}{2} Q' \operatorname{Sin} 2 \alpha$, daß die Horizontalpressung in E um so geringer wird, je kleiner der Winkel α ist.



Die bei A und E aus der Zerlegung der Kräfte Q und Q' gefundenen, nach der Richtung des Sparrens auf dessen unteren Stützpunkt B sich fortpflanzenden Kräfte sind

$$= Q \operatorname{Cosec} \alpha + Q' \sin \alpha.$$

Zerlegt man die Summen dieser in B wirksam gedachten Kräfte wieder nach horizontaler Richtung B H und nach verticaler Richtung B K in Seitenkräfte, so erhält man erstere oder den Sparrenschub

$S = (Q \operatorname{Cosec} \alpha + Q' \sin \alpha) \cos \alpha = Q \cotg \alpha + Q' \sin \alpha \cos \alpha = (Q + Q' \sin \alpha^2) \cotang \alpha;$
und den Verticaldruck oder

$$V = (Q \operatorname{Cosec} \alpha + Q' \sin \alpha) \sin \alpha = Q + Q' \sin \alpha^2.$$

Hierzu kommt noch der in B wirkende, aus der Vertheilung gefundene Verticaldruck Q'', so daß also der Gesamtverticaldruck in B

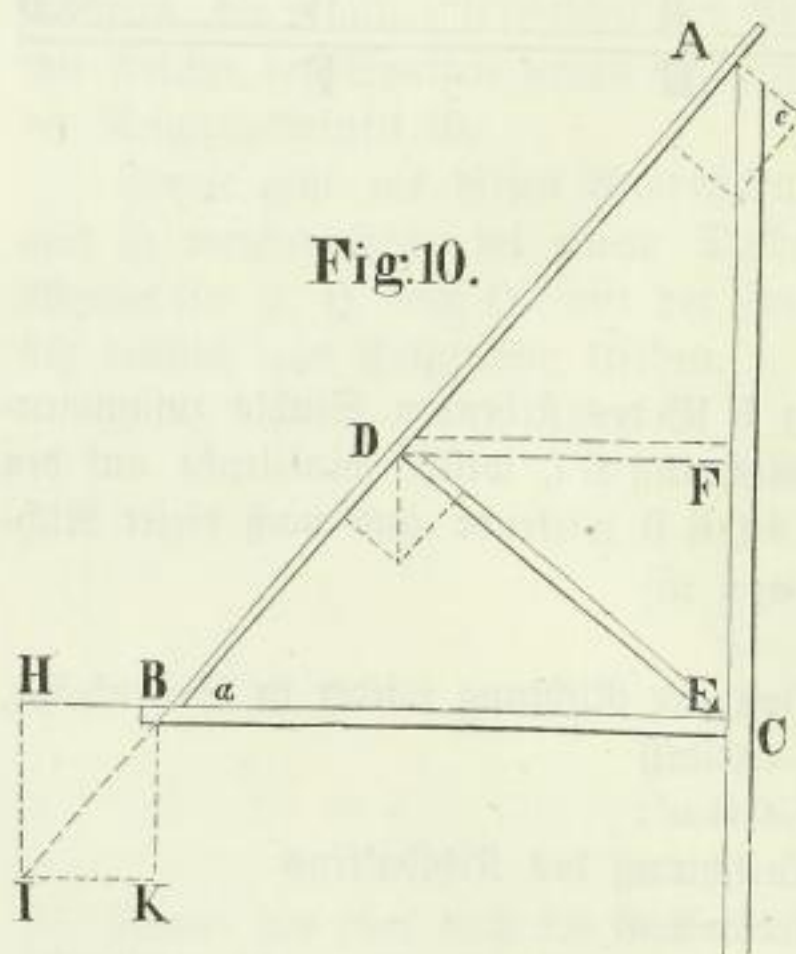
$$= Q + Q' \sin \alpha^2 + Q'' \text{ ist.}$$

Vergleicht man den in voriger Aufgabe (7) für den Sparrenschub gefundenen Ausdruck $(Q + Q') \cdot \cotg \alpha$ mit dem hier gefundenen $(Q + Q' \sin \alpha^2) \cdot \cotg \alpha$, so ergibt sich hieraus augenblicklich, daß bei einem Dache mit Stuhlsäulen der Sparrenschub geringer ist, als bei einem Dache ohne diese Anordnung, indem Q' unter allen Umständen immer größer ist als $Q' \sin \alpha^2$, weil $\sin \alpha^2$ stets nur eine gebrochene Zahl ist. Dieser Unterschied wird aber um so größer, je kleiner der Neigungswinkel α wird.

9. Ist ein Dachgespärre mit einem liegenden Dachstuhl versehen, so findet das in (7) Angeführte auch hierauf Anwendung, weil der Druck ebenso wie bei einem Sparren mit Kehlbalken ohne stehenden Stuhl gefunden wird. Außerdem entsteht hier aber noch der Schub vom liegenden Stuhl, so daß also der Sparrenschub bei der Anordnung eines liegenden Dachstuhls nicht allein erheblich größer als bei einem Dache mit einem doppelten stehenden Stuhl wird, sondern auch die Resultate sich größer ergeben, als bei einem Dachgespärre mit Kehlbalken ohne Stuhl.

10. Das Gespärre eines Kultdaches A B C Fig. 10 ist mit einer schrägen Strebe D E verbunden, welche bei D winkelrecht auf den Sparren A B steht. Es soll hier der Sparrenschub und der Druck auf die Strebe bestimmt werden.

Nimmt man auch hier zur bessern Vergleichung mit dem Bisherigen die oben bezeichneten Maße an, und zwar die Länge des Sparrens oder $A B = b$; die Entfernung $A D = c$; das Gewicht eines laufenden Fußes des Sparrens gleich g , so daß also $A B = b g$; ferner den Winkel $A B C = \alpha$; bezeichnet dann ferner auch hier Q den verticalen Druck in A, Q' denjenigen in D, und Q'' den in B, so haben die Größen Q, Q' und Q'' dieselben Werthe, wie oben (7).



Die Kraft Q in A zerlegt sich nach der Richtung A B des Sparrens und nach der Richtung A e winkelrecht auf A B, wie oben in (3) ausgeführt wurde, und man erhält die nach der Richtung A B wirkende Seitenkraft

$$= Q \sin \alpha.$$

Die Kraft Q' in D zerlegt sich nach den Richtungen D B und D E. Die nach D B entstehende Seitenkraft erhält man

$$= Q' \sin \alpha;$$

die nach D E entstehende

$$= Q' \cos \alpha.$$

Der Gesamtdruck nach der Richtung A B in B ist daher

$$= Q \sin \alpha + Q' \sin \alpha = (Q + Q') \sin \alpha.$$

Zerlegt man diesen Druck nach horizontaler und verticaler Richtung in Seitenkräfte, bezeichnet erstere mit S und letztere mit V, so erhält man

$$S = (Q + Q') \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \frac{1}{2} (Q + Q') \sin 2 \alpha,$$

oder wenn man für Q und Q' die Werthe substituirt,

$$S = \frac{5 b^2 - 3 b c - c^2}{16 (b - c)} \cdot g \cdot \sin 2 \alpha.$$

Ferner erhält man

$$V = (Q + Q') \sin \alpha \cdot \sin \alpha = (Q + Q') \sin^2 \alpha.$$

Der Werth von c fällt zwischen Null und b , und da innerhalb dieser Gränzen der Werth von S desto kleiner wird, je kleiner man c annimmt, indem dadurch der Nenner sich jedenfalls vergrößert, so muß, zur Verminderung des Sparrenschubs, die Strebe DE so weit nach Oben angebracht werden, als es die übrigen Umstände gestatten. Es findet also dasjenige, was in (7) über die Anordnung des Kehlbalckens bei einem Satteldache gesagt wurde, gewissermaßen auch hier Statt.

Ferner geht aus dem für S gefundenen Ausdruck hervor, daß die Größe desselben auch wesentlich von dem Neigungswinkel des Daches abhängig ist, und zwar daß S um so geringer wird, je kleiner der Neigungswinkel ist, wodurch das in (3) ausgesprochene Gesetz auch hier wieder Anwendung findet.

Der Verticaldruck in B wurde oben gefunden

$$V = (Q + Q') \sin^2 \alpha;$$

hierzu kommt aber noch der verticale Druck Q'' in B , so daß also der Gesamtdruck in B

$$= (Q + Q') \sin^2 \alpha + Q'' \text{ ist.}$$

Der nach der Richtung DE wirkende Druck $Q' \cos \alpha$ zerlegt sich in E nach horizontaler und verticaler Richtung in Seitenkräfte. Die erstere nach horizontaler Richtung findet man

$$= Q' \cos \alpha \cdot \sin \alpha = \frac{1}{2} Q' \sin 2 \alpha,$$

welcher Ausdruck bei Verkleinerung des Neigungswinkels α ebenfalls kleiner wird. Die nach verticaler Richtung wirkende Seitenkraft findet man aus der Zerlegung

$$= Q' \cos \alpha \cos \alpha = Q' \cos^2 \alpha,$$

so daß also der Gesamtverticaldruck auf den Balken BC

$$= (Q + Q') \sin^2 \alpha + Q'' + Q' \cos^2 \alpha = Q \sin^2 \alpha + Q' + Q'' \text{ sich ergibt.}$$

Bringt man anstatt der Strebe einen Kehlbalck DF an, so zerlegt sich die Kraft Q' in D nach der Richtung AB des Sparrens und nach horizontaler Richtung, und man erhält die nach DB

$$= Q' \operatorname{Cosec} \alpha = Q' \frac{1}{\sin \alpha}$$

und die letztere auf den Kehlbalck wirkende

$$= Q' \operatorname{Cotg} \alpha = Q' \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}.$$

In diesem Falle würde dann der auf den unteren Stützpunkt des Sparrens sich fortplanzende Druck

$$= Q \sin \alpha + Q' \frac{1}{\sin \alpha} = \frac{Q \sin^2 \alpha + Q'}{\sin \alpha} \text{ sein.}$$

Zerlegt man diese Kraft im Punkte B wieder nach horizontaler und verticaler Richtung in Seitenkräfte, so erhält man erstere oder den Sparrenschub

$$= \frac{Q \sin^2 \alpha + Q'}{\sin \alpha} \cdot \cos \alpha = Q \sin \alpha \cdot \cos \alpha + Q' \operatorname{Cotg} \alpha = \frac{1}{2} Q \sin 2 \alpha + Q' \operatorname{Cotg} \alpha;$$

und den Verticaldruck

$$= \frac{Q \sin^2 \alpha + Q'}{\sin \alpha} \cdot \sin \alpha = Q \sin^2 \alpha + Q'.$$

Um nun zu untersuchen, um wie viel in diesem letzteren Falle der Sparrenschub größer ist, als in dem Falle, wenn man eine schräge Stütze, wie oben erwähnt, anbringt, so hat man

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} Q \sin 2 \alpha + Q' \operatorname{Cotg} \alpha - \frac{1}{2} (Q + Q') \sin 2 \alpha = Q' \operatorname{Cotg} \alpha - \frac{1}{2} Q' \sin 2 \alpha = Q' \operatorname{Cotg} \alpha \\ & - Q' \cos \alpha \sin \alpha = Q' \left(\frac{\cos \alpha - \cos \alpha \cdot \sin^2 \alpha}{\sin \alpha} \right) = Q' \operatorname{Cotg} \alpha (1 - \sin^2 \alpha) = Q' \operatorname{Cotg} \alpha \cdot \cos^2 \alpha. \end{aligned}$$

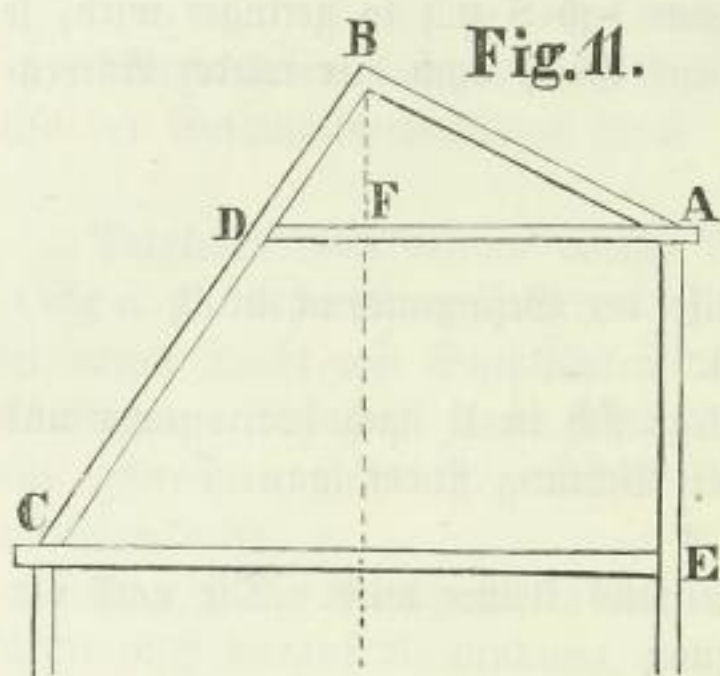
Hieraus läßt sich also erkennen, daß bei Anordnung der schrägen Stütze der Sparrenschub geringer wird, als bei Anordnung eines Kehlbalckens.

II. In § 35 haben wir schon bei Gelegenheit der Beschreibung der Dächer mit ungleichen Neigungsflächen auf den ungleichen Schub der Dachflächen aufmerksam gemacht, und soll hier nunmehr ein solcher Fall speciell berechnet werden.

Es sei ABC Fig. 11 ein solches Dachgespärre mit Sparren von ungleicher Länge und haben

wir den Sparrenschub, sowohl bei A und C, wie auch die Pressung des Kehlbalkens und die verschiedenen Wirkungen, welche aus diesen ungleichen Pressungen entstehen, näher zu bestimmen.

Es sei zu dem Ende die Länge des Sparrens $BC = b$, und die Entfernung des Kehlbalkens AD vom First des Daches oder $BD = c$; ferner das Gewicht des laufenden Fußes eines Sparrens gleich g ; der Neigungswinkel $BCE = \alpha$, und der Winkel $BAD = \beta$; endlich sei die Länge des Sparrens $AB = a$, so ist das Gewicht des großen Sparrens $BC = b g$, und dasjenige des Sparrens $AB = a g$.



Der Sparren BC wird hier an den drei Stellen B , D und C unterstützt, und bezeichnet Q den Druck in B , Q' denjenigen in D , und Q'' den in C , so hat man wie oben

$$Q = \frac{c^2 + 3bc - b^2}{8c} \cdot g;$$

$$Q' = \frac{b(b^2 + bc - c^2)}{8c(b - c)} \cdot g;$$

$$Q'' = \frac{3b^2 - 5bc + c^2}{8(b - c)} \cdot g.$$

Den verticalen Druck von AB erhält man dagegen in $A = \frac{1}{2} a g$ und in B ebenfalls $= \frac{1}{2} a g$.

Zerlegt man den Druck Q in B nach der Richtung des Sparrens und nach horizontaler Richtung in Seitenkräfte, so erhält man die erstere

$$= Q \operatorname{Cosec} \alpha = Q \frac{1}{\sin \alpha};$$

und die nach horizontaler Richtung

$$= Q \operatorname{Cotang} \alpha.$$

Zerlegt man ferner die Kraft $\frac{1}{2} a g$ in B nach der Richtung des Sparrens BA und nach horizontaler Richtung in Seitenkräfte, so erhält man die erstere

$$= \frac{1}{2} a g \operatorname{Cosec} \beta$$

und die nach horizontaler Richtung

$$= \frac{1}{2} a g \cdot \operatorname{Cotang} \beta = \frac{1}{2} a g \frac{\cos \beta}{\sin \beta}.$$

Es sei nun ferner $AF = d$ gleich der halben Tiefe des Gebäudes, oder gleich der halben Dachweite CE , so ist

$$a = \sqrt{d^2 + c^2 \sin^2 \alpha};$$

und da ferner $a \cos \beta = d$, und $\sin \beta = \frac{c \sin \alpha}{a}$ ist, so erhält man

$$\frac{1}{2} a g \frac{\cos \beta}{\sin \beta} = \frac{d g}{2 c \sin \alpha} = \frac{d \sqrt{d^2 + c^2 \sin^2 \alpha}}{2 c \sin \alpha} \cdot g.$$

Es ist aber ferner $d = b \cos \alpha$ also

$$\frac{d \sqrt{d^2 + c^2 \sin^2 \alpha}}{2 c \sin \alpha} \cdot g = \frac{b \cos \alpha \sqrt{b^2 \cos^2 \alpha + c^2 \sin^2 \alpha}}{2 c \sin \alpha} \cdot g = \frac{b}{2 c} \cdot \operatorname{Cotg} \alpha \cdot \sqrt{b^2 \cos^2 \alpha + c^2 \sin^2 \alpha} \cdot g,$$

oder da $\sqrt{b^2 \cos^2 \alpha + c^2 \sin^2 \alpha} = \sqrt{AF^2 + BF^2} = a$ ist,

$$\frac{b}{2 c} \cdot \operatorname{Cotg} \alpha \sqrt{b^2 \cos^2 \alpha + c^2 \sin^2 \alpha} \cdot g = \frac{a b}{2 c} \cdot \operatorname{Cotg} \alpha \cdot g.$$

Der Horizontaldruck des Sparrens BC im Punkte B ist aber

$$= Q \operatorname{Cotg} \alpha = \frac{c^2 + 3bc - b^2}{8c} \cdot g \operatorname{Cotg} \alpha;$$

folglich müssten im Falle des Gleichgewichts die beiden Pressungen einander gleich sein und deren Differenz Null liefern, welches aber nicht der Fall ist, sondern man erhält die Differenz

$$= \left(\frac{a b}{2 c} - \frac{c^2 + 3bc - b^2}{8c} \right) \cdot g \cdot \operatorname{Cotg} \alpha = \frac{(4a + b - 3c)b - c^2}{8c} \cdot g \cdot \operatorname{Cotg} \alpha.$$

Der Druck Q' im Punkte D zerlegt sich nach horizontaler Richtung DA und nach der Richtung DC des Sparrens, und erhält man die Horizontale nach $DA = Q' \cotg \alpha$,
und diejenige nach der Richtung $DC = Q' \operatorname{Cosec} \alpha$.

Die Kraft $Q' \cotg \alpha$ wirkt auf den Kehlbalken DA und hat das Bestreben, denselben nach der Richtung DA fortzuschieben; gleichzeitig wirkt am Ende A dieses Kehlbalkens eine Kraft nach derselben horizontalen Richtung vom Sparren BA herrührend, welche aus der Zerlegung sich hier
 $= \frac{1}{2} a g \cotg \beta$ ergibt,

oder wie schon oben entwickelt

$$\frac{1}{2} a g \cotg \beta = \frac{a b}{2 c} \cdot \cotg \alpha \cdot g.$$

Es ist daher die Summe der nach einerlei horizontaler Richtung auf den Kehlbalken DA wirkenden Kräfte

$$= Q \cotg \alpha + \frac{a b}{2 c} \cotg \alpha \cdot g = \left(\frac{b(b^2 + bc - c^2)}{8 c (b - c)} + \frac{a b}{2 c} \right) g \cdot \cotg \alpha = \frac{b(b^2 + bc - c^2) + 4ab(b - c)}{8 c (b - c)} \cdot g \cdot \cotg \alpha.$$

Dieser Kraft muß die Stabilität der Mauer EA , so wie der bei D eingeschlagene hölzerne Nagel Widerstand leisten. Wenn nun auch im Allgemeinen schon aus Vorstehendem die Unsolidität einer solchen Construction hervorgeht, so soll nichts desto weniger in Folgendem dieses noch mehr hervorgehoben werden.

Im Firstpunkt B wurde bei Bestimmung der Horizontalpressungen der Sparren BC und AB ein Kraftüberschuß von Seiten des Sparrens AB gefunden, welcher

$$= \frac{(4a + b - c) b}{8 c} \cdot g \cdot \cotg \alpha \text{ ist}$$

und nach horizontaler Richtung wirkend den Sparren BC zu heben strebt.

Im Punkte D des Sparrens BC wurde ferner eine horizontal wirkende Kraft von der Last Q' herrührend, gefunden

$$= \frac{b(b^2 + bc - c^2)}{8 c (b - c)} \cdot g \cdot \cotg \alpha.$$

Beide Kräfte wirken an einem und demselben Sparren nach horizontalen, jedoch einander entgegengesetzten Richtungen, und in Bezug auf den Punkt C als Drehachse auch an verschiedenen Hebelarmen. Da nun beide Kräfte unter einem Winkel α auf diesen Sparren wirken, so hätte man (vorausgesetzt, daß der Punkt A fest wäre und somit keine Drehung des ganzen Systems erfolgen könnte) das Moment der im Punkte B wirkenden Kraft

$$= b \cdot \frac{4ab + b^2 - c^2 - 3bc}{8 c} \cdot g \cdot \cotg \alpha \sin \alpha = b \cdot \frac{4ab + b^2 - c^2 - 3bc}{8 c} \cdot g \cdot \cos \alpha;$$

ferner das Moment der in D nach entgegengesetzter Richtung wirkenden Kraft

$$= (b - c) \cdot \frac{b(b^2 + bc - c^2)}{8 c (b - c)} \cdot g \cdot \cotg \alpha \sin \alpha = \frac{b(b^2 + bc - c^2)}{8 c} \cdot g \cdot \cos \alpha.$$

Im Falle des Gleichgewichts müßte nun die Differenz dieser beiden Momente gleich Null sein,

$$\text{oder } b \cdot \frac{4ab + b^2 - c^2 - 3bc}{8 c} \cdot g \cdot \cos \alpha - \frac{b(b^2 + bc - c^2)}{8 c} \cdot g \cdot \cos \alpha = 0;$$

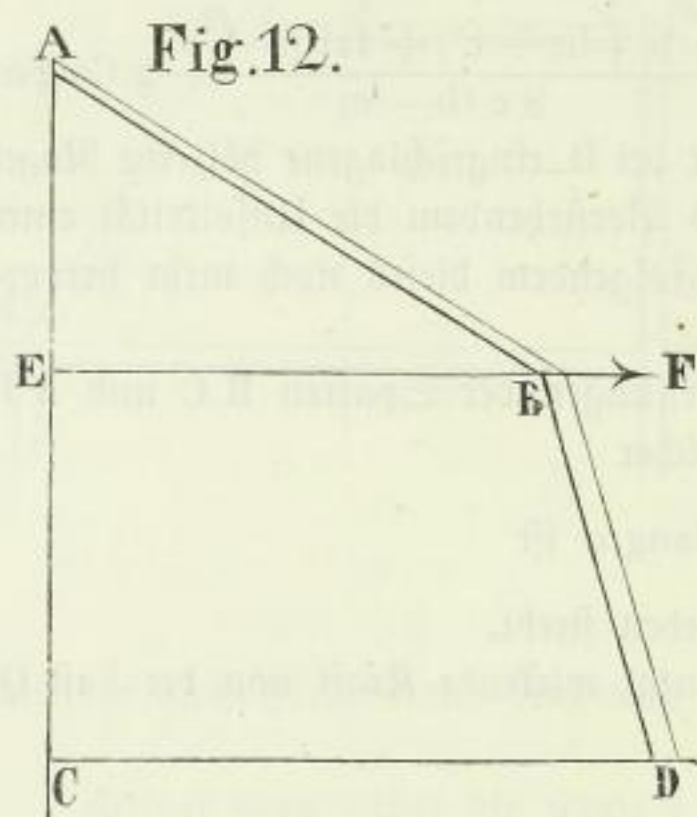
Dieses findet aber nicht Statt, sondern die Differenz liefert einen positiven Werth, nämlich

$$= \frac{b^2(a - c)}{2 c} \cdot g \cdot \cos \alpha.$$

Der Punkt A der Construction ist aber nicht als fest anzusehen, sondern ebenfalls wandelbar. Es hat hier die Stützmauer des Kehlbalkens AD im Punkte A nicht allein die horizontalen Pressungen des Kehlbalkens und des Sparrens AB , wie wir sie oben entwickelt haben, auszuhalten, sondern sie hat auch demjenigen Horizontaldruck zu widerstehen, welcher aus der ganzen Dachfläche BC resultirt. Der Widerstand, welchen der Sparren AB im Punkte A erhält, hängt von der Festigkeit des Kehlbalkens DA ab, welcher wieder mit dem Sparren BC verbunden ist und in D den Horizontaldruck auszuhalten hat, welcher aus der Last Q' resultirt. Der größere Horizontalschub des Sparrens AB kann im Punkte B nicht wirken, weil der untere Stützpunkt A gleichzeitig durch die Last des hinteren Daches CB mit fortgeschoben wird. Wenn wir daher in Obigem die einzelnen

Wirkungen durch Rechnung bestimmt, und deren Resultate zu einander in Vergleich gestellt haben, so geschah dieses nur, um darauf hinzuweisen, wie bedeutenden Widerstand bei einer solchen Construction der Punkt A zu leisten hat. Es ist daher durchaus erforderlich, bei einer solchen Construction, wie die vorliegende, zunächst dahin zu sehen, daß der Schub der ganzen hinteren oder hohen Dachfläche aufgefangen und auf einen tiefer liegenden Punkt, als der Punkt A, abgeleitet werde; dieses ist hauptsächlich deshalb nothwendig, um die Tendenz zur Drehung um den unteren Stützpunkt C aufzuheben.

12. Aufgabe. Zwei Sparren A B und B D sollen auf einem wagerechten Boden C D gegen eine verticale Wand A C so aufeinandergestellt werden, daß sie im Gleichgewichte bleiben. Man suche die Winkel, welche die Sparren mit dem Horizonte einschließen müssen, um Gleichgewicht zu erhalten: vorausgesetzt, daß der untere Sparren auf dem wagerechten Boden nicht ausweichen kann.



Auflösung. Es sei die Länge des Sparrens A B = a und das Gewicht jedes laufenden Fußes desselben gleich g; die Länge des Sparrens B D sei = b, und das Gewicht jedes laufenden Fußes desselben gleich γ . Es sei ferner der Winkel A B E = α und der Winkel B D C = β , so erhält man, weil a g das Gewicht des Sparrens A B bezeichnet, den Sparrenschub in B nach der Richtung B F = $\frac{1}{2} a g \text{ Cotang } \alpha$.

Der verticale Druck, welcher vom Sparren A B auf den Punkt B entsteht, ist gleich a g.

Da aber dieser verticale Druck nicht von einem lothrecht stehenden Körper unterstützt wird, sondern durch einen ebenfalls gegen den Horizont geneigten Sparren B D, so zerlegt sich dieser Druck wieder nach zwei Richtungen, und zwar einmal nach der horizontalen Richtung B E und dann nach der Richtung des Sparrens selbst. Man erhält daher die horizontale Kraft nach der Richtung B E = a g Cotang β ,

welche Kraft aber der nach der Richtung B F wirkend gefundenen Kraft $\frac{1}{2} a g \text{ Cotg } \alpha$ gerade entgegengesetzt ist.

Die zweite aus dieser Zerlegung hervorgehende Seitenkraft nach der Richtung B D ist

$$= a g \text{ Cosec } \beta.$$

Von dem Sparren B D, dessen Gewicht = b γ ist, entsteht ferner ebenfalls nach der horizontalen Richtung B E ein Druck

$$= \frac{1}{2} b \gamma \text{ Cotang } \beta; \text{ und}$$

ferner nach der Richtung B D des Sparrens selbst ein Druck

$$= \frac{1}{2} b \gamma \text{ Cosec } \beta,$$

so daß also der Gesamtdruck, welcher sich nach D in der Richtung B D fortpflanzt, erhalten wird

$$= a g \text{ Cosec } \beta + \frac{1}{2} b \gamma \text{ Cosec } \beta = (a g + \frac{1}{2} b \gamma) \text{ Cosec } \beta.$$

Der hieraus in D entstehende Sparrenschub ist

$$= (a g + \frac{1}{2} b \gamma) \text{ Cosec } \beta \cdot \text{Cos } \beta = (a g + \frac{1}{2} b \gamma) \text{ Cotang } \beta.$$

Kann nun der Sparren B D an der Stelle, wo er auf der wagerechten Ebene C D steht, nach der Richtung C D hin nicht ausweichen, so kann und wird zwischen den aufeinandergestellten Sparren nur dann ein Gleichgewicht bestehen, wenn die horizontalen Pressungen in B, welche nach entgegengesetzten Richtungen wirken, sich einander aufheben. Dieses findet aber nur dann Statt, wenn diese einander entgegengesetzt wirkenden Kräfte gleich sind. Man erhält daher die Bedingungsgleichung

$$\frac{1}{2} a g \text{ Cotg } \alpha = a g \text{ Cotg } \beta + \frac{1}{2} b \gamma \text{ Cotg } \beta,$$

oder wenn man $g = \gamma$ annimmt,

$$a \text{ Cotg } \alpha = 2 a \text{ Cotg } \beta + b \text{ Cotg } \beta = (2 a + b) \text{ Cotg } \beta; \text{ und hieraus}$$

$$\text{Cotg } \alpha = \frac{2 a + b}{a} \cdot \text{Cotg } \beta,$$

oder setzt man für $\text{Cotg } \alpha = \frac{1}{\text{tg } \alpha}$ und für $\text{Cotg } \beta = \frac{1}{\text{tg } \beta}$, so erhält man $\text{tang } \beta = \frac{2 a + b}{a} \cdot \text{tang } \alpha$.

Aus der Bedingungsgleichung für's Gleichgewicht läßt sich nun folgendes Gesetz ableiten:

„wenn mehrere schief auf und über einander gestellte Prismen sich das Gleichgewicht halten sollen, so muß der horizontale Druck in allen Winkelpunkten derselbe sein wie am obersten Punkte des obersten Prismas.“

Man findet ferner aus der Zerlegung in dem Punkte B einen verticalen Druck, vom Sparren AB herrührend, $= \frac{1}{2} ag \operatorname{Cosec} \alpha \cdot \sin \alpha + \frac{1}{2} ag = ag$;

ferner findet man den verticalen Druck in D

$$= ag \operatorname{Cosec} \beta \cdot \sin \beta + \frac{1}{2} by \operatorname{Cosec} \beta \cdot \sin \beta + \frac{1}{2} by = ag + by,$$

woraus wieder hervorgeht, daß der verticale Druck am Ende eines jeden Prismas aus dem Gewichte dieses Prismas selbst und demjenigen aller vorhergehenden Prismen besteht.

Ferner geht aber auch aus der Gleichung

$$\operatorname{tang} \beta = \frac{2a+b}{a} \cdot \operatorname{tang} \alpha$$

hervor, daß die Bestimmung beider Winkel im Falle des Gleichgewichts durchaus nicht mehr willkürlich ist, sondern daß, sobald drei Größen der Gleichung gegeben sind, die vierte von diesen abhängig ist.

Erhalten endlich beide Sparren gleiche Längen und gleiches Gewicht, so daß also $a = b$ ist, dann verwandelt sich diese letztere Gleichung in

$$\operatorname{tang} \beta = 3 \operatorname{tang} \alpha.$$

13. Es sollen nunmehr einige Methoden zur Verzeichnung der sogenannten Mansarde-Dächer untersucht werden, in wiefern dieselben dem in der vorigen Aufgabe bestimmten Gesetze entsprechen, ohne jedoch weiter Rücksicht auf den bei BE anzubringenden Kehlbalcken zu nehmen.

I. Beschreibt man über CD einen Halbkreis (Fig. 13), theilt denselben in vier gleiche Theile und verbindet die Theilungspunkte durch gerade Linien, so erhalten die Sparren gleiche Länge, und die Höhe des Daches ist gleich der halben Breite desselben.

In diesem Falle erhält man den Winkel α oder $\sphericalangle ABE = 22^\circ 30'$ und den Winkel β oder $\sphericalangle BCD = 67^\circ 30'$. Nimmt man nun ferner an, daß die Sparren gleiches Gewicht haben, so würde die Bedingungsgleichung sein

$$3 \operatorname{tang} 22^\circ 30' = \operatorname{tang} 67^\circ 30';$$

dieses ist aber nicht der Fall, sondern es ist

$$3 \operatorname{tang} 22^\circ 30' = \operatorname{tang} 51^\circ 10' 30''.$$

Sollen daher die Sparren gleiche Länge erhalten, und ferner die Höhe des Daches gleich der halben Breite sein, so hat man, wenn x die Länge der Sparren bezeichnet, ferner h die Höhe und a die halbe Breite des Daches, folgende drei Gleichungen:

$$1) x \sin \alpha + x \sin \beta = h;$$

$$2) x \cos \alpha + x \cos \beta = a;$$

$$3) 3 \operatorname{tang} \alpha = \operatorname{tang} \beta.$$

Aus 1) und 2) folgt unmittelbar

$$x = \frac{h}{\sin \alpha + \sin \beta} = \frac{a}{\cos \alpha + \cos \beta} \text{ und hieraus}$$

$$h \cos \alpha + h \cos \beta = a \sin \alpha + a \sin \beta, \text{ oder}$$

$$h \cos \alpha - a \sin \alpha = a \sin \beta - h \cos \beta, \text{ oder,}$$

da $\sin \alpha = \operatorname{tang} \alpha \cdot \cos \alpha$ und $\sin \beta = \operatorname{tang} \beta \cdot \cos \beta$ ist,

$$h \cos \alpha - a \operatorname{tang} \alpha \cdot \cos \alpha = a \operatorname{tang} \beta \cdot \cos \beta - h \cos \beta$$

oder $\cos \alpha (h - a \operatorname{tang} \alpha) = \cos \beta (a \operatorname{tang} \beta - h).$

$$\text{Es ist aber ferner } \cos \alpha = \frac{\sin \alpha}{\operatorname{tang} \alpha} = \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha \cdot \operatorname{Sec} \alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tang}^2 \alpha}}$$

$$\text{und ebenso } \cos \beta = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tang}^2 \beta}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 9 \operatorname{tang}^2 \alpha}} \quad (3),$$

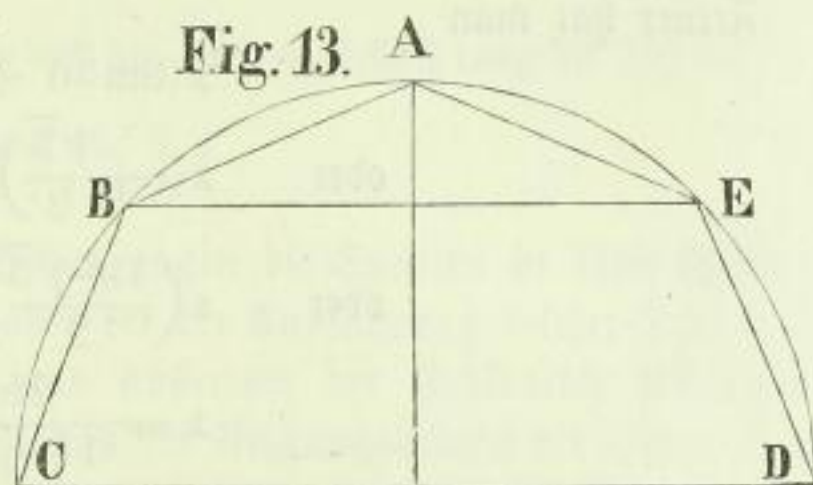


Fig. 13. A

folglich, wenn man diese Werthe für $\text{Cos } \alpha$ und $\text{Cos } \beta$ substituirt und ferner für $\text{tang } \beta$ den Werth der Bedingungsgleichung nimmt, so entsteht

$$(h - a \text{ tang } \alpha) \frac{1}{\sqrt{1 + \text{tang } \alpha^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 9 \text{ tang } \alpha^2}} (3 a \text{ tang } \alpha - h),$$

oder

$$\frac{(h - a \text{ tang } \alpha)^2}{1 + \text{tang } \alpha^2} = \frac{(3 a \text{ tang } \alpha - h)^2}{1 + 9 \text{ tang } \alpha^2},$$

oder, wenn man diesen Ausdruck entwickelt,

$$h^2 - 2 a h \text{ tang } \alpha + a^2 \text{ tang } \alpha^2 + 9 h^2 \text{ tang } \alpha^2 - 18 a h \text{ tang } \alpha^3 + 9 a^2 \text{ tang } \alpha^4 = 9 a^2 \text{ tang } \alpha^2 - 6 a h \text{ tang } \alpha + h^2 + 9 a^2 \text{ tang } \alpha^4 - 6 a h \text{ tang } \alpha^3 + h^2 \text{ tang } \alpha^2,$$

oder

$$4 a h \text{ tang } \alpha + 8 h^2 \text{ tang } \alpha^2 - 12 a h \text{ tang } \alpha^3 = 8 a^2 \text{ tang } \alpha^2,$$

oder

$$a h + 2 h^2 \text{ tang } \alpha - 3 a h \text{ tang } \alpha^2 = 2 a^2 \text{ tang } \alpha$$

oder,

$$3 a h \text{ tang } \alpha^2 + (2 a^2 - 2 h^2) \text{ tang } \alpha - a h = 0,$$

oder

$$\text{tang } \alpha^2 + \frac{2(a^2 - h^2)}{3 a h} \text{ tang } \alpha - \frac{1}{3} = 0,$$

und hieraus

$$\text{tang } \alpha = -\frac{a^2 - h^2}{3 a h} \pm \sqrt{\left(\frac{a^2 - h^2}{3 a h}\right)^2 + \frac{1}{3}}.$$

Da aber im vorliegenden Falle $a = h$ ist, und demnach $a^2 - h^2 = 0$ wird, so erhält man gleich

$$\text{tang } \alpha = \sqrt{\frac{1}{3}},$$

und also

$$\text{tang } \beta = 3 \text{ tang } \alpha = 3 \sqrt{\frac{1}{3}}.$$

Hieraus erhält man dann

$$\text{tang } \alpha = \text{tang } 30^\circ, \text{ also } \alpha = 30^\circ,$$

und $\text{tang } \beta = \text{tang } 60^\circ, \text{ also } \beta = 60^\circ.$

Ferner hat man

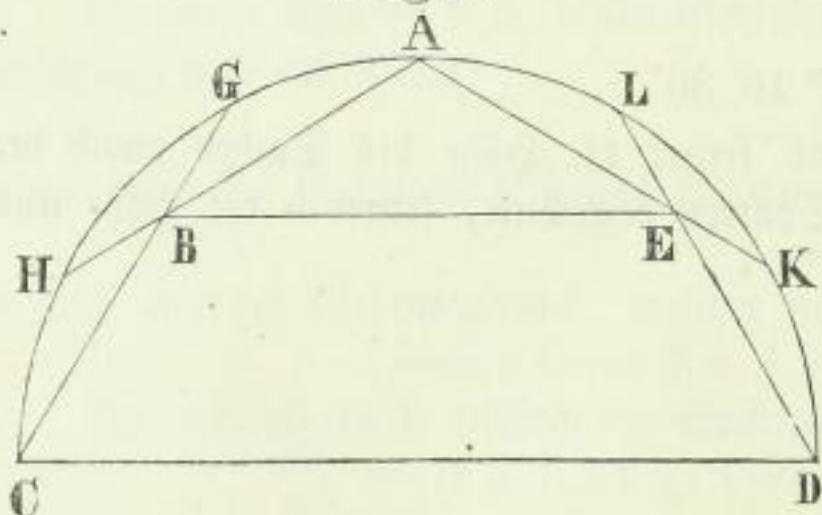
$$x (\text{Sin } 30^\circ + \text{Sin } 60^\circ) = h = a,$$

oder $x \left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}\right) = h = a,$

oder $x \left(\frac{1 + \sqrt{3}}{2}\right) = h,$ und hieraus

$$x = \frac{2h}{1 + \sqrt{3}}.$$

Fig. 14.



Die Construction ist daher jetzt folgende:

Man beschreibe über CD (Fig. 14) einen Halbkreis, theilt denselben in 6 gleiche Theile und verbindet die Theilungspunkte C und G , H und A , D und L , und K und A durch gerade Linien, wodurch die Punkte B und E erhalten werden, so daß also dann $CBAED$ die verlangte Figur ist.

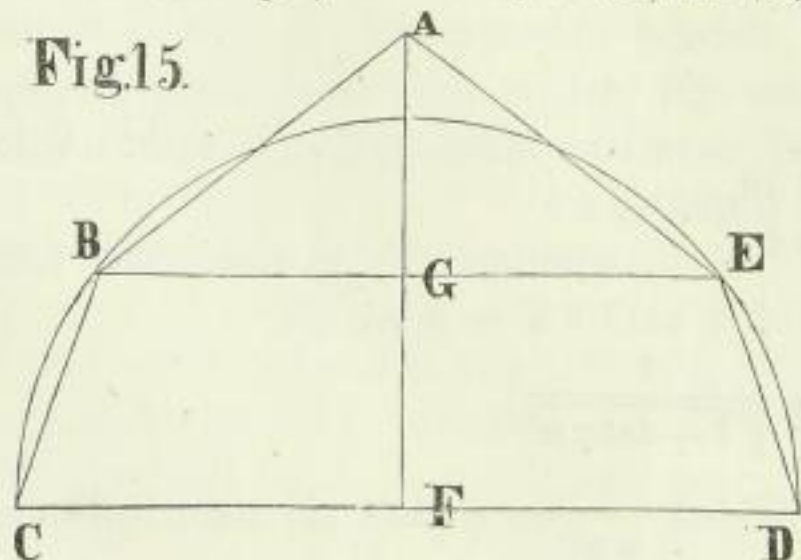
Es ist $DL = CG =$ der Seite eines regulären Sechsecks, folglich $\angle BCD = \angle EDC = 60^\circ.$

Ferner ist aus denselben Gründen $\angle BAE = 120^\circ,$ und daher $\angle ABE = \angle AEB = 30^\circ.$

II. Die Höhe des Daches verhalte sich zur halben Breite desselben, wie $6 : 5,$

$$\text{also } h : a = 6 : 5.$$

Fig. 15.



Die Construction ist folgende:

Man beschreibe über dem Balken CD (Fig. 15) einen Halbkreis, errichtet im Mittelpunkt F auf CD eine Normale FA und macht $FA = \frac{1}{2} a;$ ferner mache man $FG = GA = \frac{1}{2} a,$ lege durch G die Linie BE parallel $CD,$ so geben die beiden Durchschnittspunkte B und E dieser Linie mit der Peripherie des Halbkreises die Brechungspunkte des Daches. Zieht man dann die Linien CB und $DE,$ so wie BA und $EA,$ so erhält man daraus die Form des Daches.

Die Bedingungsgleichungen sind hier:

$$AB \sin \alpha + BC \sin \beta = \frac{2}{3}a \text{ und } AB \sin \alpha = BC \sin \beta$$

$$AB \cos \alpha + BC \cos \beta = a \text{ und}$$

$$\tan \beta = \frac{2AB + BC}{AB} \cdot \tan \alpha \text{ (f. 12).}$$

Hierbei wird vorausgesetzt, daß das Gewicht eines jeden laufenden Fußes bei beiden Sparren sich gleich sei.

Es ergibt sich nun sehr leicht $BG = \frac{2}{3}a$ und aus einer ferneren Entwicklung, so wie aus der Figur selbst,

$$\tan \beta = 3.$$

Ferner erhält man leicht $BC = a\sqrt{\frac{2}{3}}$.

Es ist jetzt noch zu untersuchen, ob aus den gefundenen Werthen sich auch obige Bedingungsgleichung $\tan \beta = \frac{2AB + BC}{AB} \cdot \tan \alpha$ ergibt.

Aus $\tan \beta = 3$ ergibt sich die Größe des Winkels BCF oder $\beta = 71^\circ 34'$;

ferner aus $AB \sin \alpha = BC \sin \beta = \frac{3a}{5}$ erhält man, da $AB = a$ sich ergibt,

$$\sin \alpha = \frac{3}{5};$$

aus $AB \cos \alpha = BG = \frac{2}{3}a$ erhält man $\cos \alpha = \frac{4}{5}$,

$$\text{also } \tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{3}{4} = \tan 36^\circ 52' 11''.$$

Nach obiger Bedingungsgleichung ist nun

$$\tan \beta = \frac{2a + a\sqrt{\frac{2}{3}}}{a} \cdot \tan 36^\circ 52' 11'' = (2 + \sqrt{\frac{2}{3}}) \tan 36^\circ 52' 11'' = 2,632 \tan 36^\circ 52' 11'',$$

oder $2,632 \tan 36^\circ 52' 11'' = \tan 63^\circ 8' 1''$,

anstatt, wie vorher gefunden wurde, $\beta = 71^\circ 34'$.

Man sieht demnach hieraus, daß unter den obigen Bedingungen die Sparren in ihrer Stellung sich nicht völlig im Gleichgewicht befinden würden. Da aber bei der Ausführung solcher Dächer der obere Theil derselben gewöhnlich mit Kehlbalken versehen und außerdem der Kehlbalken BE immer angeordnet wird, so ist es hierbei auch weniger erforderlich, daß die Neigungswinkel der beiden Dachflächen so bestimmt werden, daß sie der Gleichung

$$\tan \beta = \frac{2AB + BC}{AB} \cdot \tan \alpha$$

entsprechen, indem, wenn der Kehlbalken BE angebracht ist, der Sparrenschub des oberen Daches nicht mehr direct auf die Sparren des unteren Daches wirkt, sondern durch den Kehlbalken BE aufgehoben wird. Dagegen wirkt aber das obere Dach mit seiner ganzen Last auf die unteren Sparren, wovon in Folgendem weiter die Rede sein soll.

14. Aufgabe. Den Sparrenschub bei einem Mansarde-Dach zu bestimmen.

Auflösung. Es sei der obere Sparren (Fig. 15) = c Fuß; die Länge des unteren Sparrens = d Fuß; ferner sei die Höhe des ganzen Daches = h und die Länge des unteren Balkens = l ; $\angle ABE$ sei = α und $\angle BCD$ = β ; das Gewicht des laufenden Fußes des Sparrens sei = g , so wirkt von dem oberen Dache das Gewicht desselben auf die Sparren BC und ED nach verticaler Richtung. Es entsteht daher in B und E jedesmal ein verticaler Druck = cg , wozu das halbe Gewicht des Kehlbalkens jedesmal noch mit hinzuzurechnen ist. Denkt man sich außerdem das halbe Gewicht des Sparrens BC im Punkte B nach verticaler Richtung wirkend, angebracht, desgleichen auch in E, so zerlegt sich dieser verticale Druck in B, welcher = $cg + \frac{1}{2}dg$ ist, nach horizontaler Richtung und nach der Richtung des Sparrens, welches gleichzeitig auch im Punkte E stattfindet.

Man erhält die horizontale Seitenkraft nach der Richtung BE oder EB aus der Zerlegung

$$= (c + \frac{1}{2}d) \cdot g \cdot \cot \alpha,$$

und die nach der Richtung BC sich fortpflanzende Seitenkraft

$$= (c + \frac{1}{2}d)g \cdot \csc \alpha.$$

Zerlegt man diese letztere, nach C sich fortpflanzende Kraft $(c + \frac{1}{2}d)g \cdot \csc \alpha$ wieder nach horizontaler und verticaler Richtung in Seitenkräfte, so erhält man erstere oder den Sparrenschub

$$S = (c + \frac{1}{2}d)g \cdot \text{Cotang } \beta,$$

und die verticale Seitenkraft oder

$$V = (c + \frac{1}{2}d)g \cdot \text{Cosec } \beta \cdot \text{Sin } \beta = (c + \frac{1}{2}d) \cdot g.$$

Ist nun

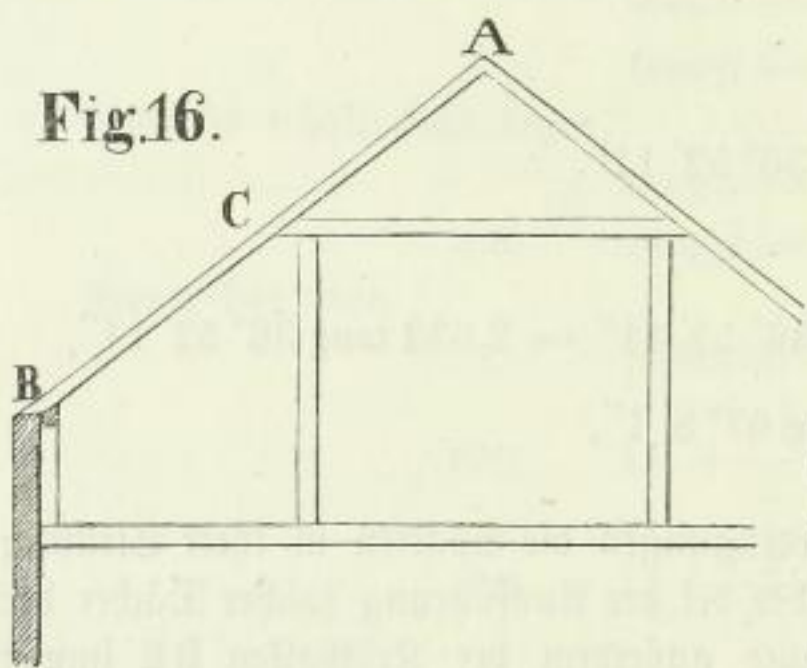
$$\text{Cotg } \alpha = \frac{2c+d}{c} \cdot \text{Cotg } \beta \text{ (f. 12.),}$$

also $\text{Cotg } \beta = \frac{c \text{ Cotg } \alpha}{2c+d}$, so erhält man, wenn man diesen Werth für $\text{Cotg } \beta$ substituirt,

$$S = \frac{(2c+d)}{2} g \cdot \frac{c \text{ Cotg } \alpha}{2c+d} = \frac{c \cdot g}{2} \cdot \text{Cotg } \alpha.$$

Hieraus geht also hervor, daß zwei über einander gestellte Sparren eines gebrochenen Daches, wenn ihre Stellung so ist, daß sie sich ohne den Kehlbalken BE im Gleichgewicht erhalten würden, einen eben so großen Sparrenschub äußern, als wenn der oberste Sparren allein und ohne Verbindung mit dem unteren wirkte. Ebenso geht auch unter diesen Umständen daraus hervor, daß der Sparrenschub bei einem Mansarde-Dach, dessen Sparren zusammen genommen eine Länge haben, welche der Länge des Sparrens eines Satteldaches gleichkommt, bedeutend geringer ist, als bei diesem letztgenannten. (Vergl. 7.)

Fig. 16.



15. Aufgabe. Den Sparrenschub eines Daches mit erhöhten Frontmauern, wie in nebenstehender Figur angedeutet, zu bestimmen (Fig. 16).

Die Dachsparren stehen hier nicht in dem Balken, sondern sie sind mit ihrem unteren Ende B auf ein Rahmholz aufgeklauet oder verkämmt. Das Kehlgebälk wird durch einen doppelten stehenden Stuhl unterstügt. Die Länge des Sparrens sei = b ; die Entfernung des Kehlbalkens von der Spitze A des Daches, also AC, sei gleich c ; ferner der Neigungswinkel des Daches = α .

Nimmt man das Gewicht eines laufenden Fußes des Sparrens = g , so ist das Gewicht des ganzen Sparrens = bg , und vertheilt sich dieses Gewicht auf die drei Stützpunkte A, C, B, so erhält man den

$$\text{Druck in A} = \frac{c^2 + 3bc - b^2}{8c} \cdot g = Q,$$

$$\text{in C} = \frac{b(b^2 + bc - c^2)}{8c(b-c)} \cdot g = Q',$$

$$\text{in B} = \frac{3b^2 - 5bc + c^2}{8(b-c)} \cdot g = Q''.$$

Nach 8. erhält man den Sparrenschub in B oder

$$S = (Q + Q' \text{Sin } \alpha^2) \text{Cotg } \alpha;$$

und ferner den Verticaldruck in B oder

$$V = Q + Q' \text{Sin } \alpha^2 + Q''.$$

Die Kraft S wirkt unmittelbar auf den Umsturz der Mauer, und widersteht diese nur durch ihre eigene und durch die Stabilität der dahinter befindlichen Holzwand, deren Stabilität noch durch den verticalen Druck in B, = $Q + Q' \text{Sin } \alpha^2 + Q''$, vermehrt wird.

Bisher war bei allen Bestimmungen des Sparrenschubes nur die Rede von dem Gewichte des Daches selbst, und waren unter Berücksichtigung desselben die Einwirkungen bestimmt, welche durch diese Last und durch die Lage der Hölzer gegen einander auf die Dachverbindung hervorgebracht würden. Dieses genügte auch, indem man bei den bisherigen Fällen doch immer die dritte Seite der Dreiecksverbindung, nämlich die Basis, als vorhanden annehmen konnte. Bei dem vorliegenden Falle fällt aber diese Annahme ganz weg, indem hier von der Bildung eines festen Dreiecks durchaus nicht die Rede sein kann, weil das ganze Dach auf vier Reihen verticaler Holzwände ruht, die mit einander parallel stehen. Es ist daher hierbei um so nothwendiger, daß man die Einwirkung des Windes näher in Betracht zieht, zumal diese nur immer von einer Seite her erfolgt und um so bedeutender wird, je größer die Geschwindigkeit des Windes ist.

Drückt nun V die Geschwindigkeit des Windes in der Secunde aus, so ist nach Boltmann's Versuchen die Kraft des Windes oder der Druck gegen eine unbewegliche verticale Fläche $= 0,0017 \mathcal{L} \times V^2$ pro Quadratsfuß, welche Kraft mit p bezeichnet werde.

Die Breite der Dachfläche, welche ein einzelner Sparren zu tragen hat, sei $= a$, so ist der Quadrat-Inhalt der zugehörigen Fläche für jeden einzelnen Sparren $= a \cdot b$, und mithin hätte man die Wirkung des Windes auf diese Fläche $= a \cdot b \cdot p$, vorausgesetzt, daß die Richtung des Windes auf diese Fläche unter einem rechten Winkel trafe. Allein der Wind bewegt sich immer mehr nach horizontaler Richtung, und zwar meistens unter einem Winkel von 5 bis 12 Grad gegen den Horizont, und es wird daher, weil die Richtung des Windes nicht vertical auf die Dachfläche trifft, ein Theil von der Kraft des Windes der Richtung des Sparrens folgen, der andere Theil dieser Kraft aber einen Druck auf die Dachfläche ausüben, welcher dadurch bestimmt wird, daß man die Kraft p nach der Richtung des Daches und nach einer rechtwinklig darauf genommenen Richtung zerlegt. Ist nun γ der Winkel, unter welchem die Richtung des Windes auf die Dachfläche trifft, so hätte man die auf das Dach wirkende Kraft $= a \cdot b \cdot p \cdot \sin \gamma$.

Bei schwachem Winde kommt diese nur von einer Seite auf das Dach wirkende Kraft nicht weiter in Betracht; dagegen bei heftigen Winden ist der entstehende Druck sehr erheblich.

Es lassen sich nun zwar sehr schwierig bestimmte Berechnungen darüber aufstellen, indem einmal die Kraft des Windes nicht immer gleichförmig, sondern stoßweise wirkt, und ferner auch die Richtung abwechselt. Es liegt aber auf der Hand, daß man diesen Druck nicht als eine gleichförmig über die Dachfläche vertheilte Last annehmen kann, sondern es ist eine fortschiebende Kraft, die darauf hinwirkt, das System in Bewegung zu bringen und umzustürzen.

Denken wir uns zu dem Ende, der Neigungswinkel des Daches sei $= 45^\circ$, der Winkel, welchen die Richtung des Windes mit dem Horizont bildet, sei $= 10^\circ$, so trifft der Wind unter einem Winkel von 55° auf die Dachfläche. Nehmen wir ferner die Geschwindigkeit des Windes in der Secunde $= 60$ Fuß, so würde man hier den rechtwinklig auf die Dachfläche wirkenden Druck

$$= a \cdot b \cdot p \cdot \sin \gamma = a \cdot b \cdot 5,0132 \mathcal{L}$$

erhalten.

Dieser Druck äußert zunächst das Bestreben, vorausgesetzt, daß das System ein fest verbundenes Ganze bildet, die dem Winde zugekehrte Seite niederzudrücken, dagegen die entgegengesetzte zu heben, also das ganze System um irgend einen Punkt zu drehen. Es ist aber wieder sehr schwierig, die Lage dieses Drehpunktes zu ermitteln; denn wenn wir auch die Verbindung der Sparren mit dem Kehlbalken als fest annehmen, so sind doch nie die verticalen Unterstützungen des Sparrengebindes als feststehend anzunehmen, weil, im Fall einer Verschiebung oder bei beginnender Drehung, bei C und B die Stützen gleich nachgeben, und somit die Drehung auch sofort aufhört und nur noch ein Fortschieben stattfindet. In diesem Falle erleidet dann der gegenüber liegende Fußpunkt des Sparrengebindes den ganzen Schub.

Diese Andeutungen werden genügen, um daraus zu erkennen, wie wichtig es ist, bei einer Dachconstruction nicht nur auf einen genügenden Längenverband, sondern vor allen Dingen auch auf einen festen Querverband Rücksicht zu nehmen.

Zwölftes Capitel.

Das Knotensystem.

§ 41.

Allgemeines.

Das Knotensystem, welches nach seinem Erfinder auch das Moller'sche System heißt, soll nach dessen Meinung den Zweck haben, durch dasselbe nicht nur eine bessere Vertheilung der Lasten zu erzielen, sondern auch die Construction selbst dadurch tragfähiger zu machen, indem man in derselben durch die Verbindung der Hölzer mit einander feste Punkte hervorbringt, welche Punkte von ihm Knoten genannt werden.

Um nun dieses System gründlicher kennen zu lernen, wollen wir zunächst anführen, was der Erfinder selbst über die Entstehung seiner Erfindung in der Einleitung zu seinen Beiträgen zur Constructionsllehre sagt:

„Ueber die Grundsätze, nach welchen die meisten der darin enthaltenen Bauconstructions entworfen und ausgeführt sind, und welche ich das Netz- oder Knotensystem nennen möchte, bemerke ich vorläufig kürzlich Folgendes:

„Der charakteristische Unterschied zwischen den Constructionen der Alten und denen des Mittelalters besteht bekanntlich in der oft bewundernswürdigen Leichtigkeit der letzteren. Seit vielen Jahren mit dem Studium dieser Gebäude beschäftigt, glaube ich das leitende eigenthümliche Princip derselben darin gefunden zu haben, daß alle langen Linien von Mauern, Gewölben, Dachhölzern u. s. w. verhältnißmäßig sehr schwach genommen, dagegen in kurzen Zwischenräumen durch unverschiebliche feste Punkte oder „Knoten“ netzförmig abgeschlossen sind, während bei den Bauwerken der Alten diese Theile meistens ohne solche stärkere Abschlüsse, aber gleichförmig dick und weit massiver, als bei den sogenannten gothischen Gebäuden, gehalten sind.“

„Um die Vorzüge einer solchen Abschließung langer und schwacher Linien lebhaft zu fühlen, darf man sich nur die Enden eines großen Netzes oder Gewebes parallel und ohne Seitenverbindung denken. Die geringste Kraft bewirkt ihr Zerreißen, während dieselben Fäden, in ein Netz verbunden und durch kleine Knoten in kleine Maschen oder Felder getheilt, eine mehr als hundertfältige Stärke erhalten. Ein anderes Beispiel bietet uns selbst die Natur in der Bildung der Gräser und Rohre dar. Wie wäre es z. B. möglich, daß eine so dünne und überdem hohle Masse, als ein Kornstengel ist, sich auf eine Höhe von oft 6 bis 7 Fuß nicht nur selbst erhalten, sondern noch eine schwere Mehre tragen könnte, wenn nicht dieser Halm in kurze Stockwerke getheilt und die Abtheilungen durch sehr feste Knoten gebildet würden? Aber nicht nur hierbei, wo es besonders auffallend ist, sondern bei unzähligen anderen Formationen aus der Thier- und Pflanzenwelt wird man diese netz- oder knotenförmige Verbindung antreffen. Die Bestimmung der Stärke der einzelnen Theile, aus welchen die Construction besteht, wird bei diesem System äußerst leicht, indem man nur zu finden braucht, wie groß die Last ist, welche auf das unterste Glied des Netzverbandes wirkt, um diesem hiernach die gehörige Stärke zu geben, welche durch Versuche über die Tragkraft des gewählten Materials gefunden wird.“

„Es ist hier also von keiner neuen Erfindung die Rede, sondern von der Wiederanwendung eines sehr vortheilhaften und längst bekannten Principes. Das alte Bekannte ist aber nicht benutzt, nicht angewendet worden. Ob es verdient, zum Gesetz erhoben zu werden, darüber wer-

den Sachkenner entscheiden, wenn sie die nach demselben entworfenen Constructionen geprüft haben werden.“

„Es muß auffallend erscheinen, daß dieses Constructionssystem, ungeachtet seiner Vorzüge, doch so gänzlich in Vergessenheit gerathen konnte. Bis zur Wiedereinführung des sogenannten guten Geschmacks im 16. Jahrhundert finden wir es und zwar bei den letzten Gebäuden im sogenannten gothischen Styl noch sehr vollkommen angewendet, wie z. B. bei dem Münster zu Ulm, der Kirche zu Eßlingen, der zu Meissenheim u. s. w. Nach dieser Periode scheint, zugleich mit den übrigen Formen der gothischen Baukunst, auch die ganze damit verbundene Constructionsweise verlassen zu sein. Außer der Veränderung des Geschmacks in der Baukunst ging damals noch eine andere nicht unwichtige Veränderung unter den Baumeistern vor. — Die früheren Meister arbeiteten nach ihren eigenen Plänen, sie waren Architekten und Handwerksmeister in einer Person. Später, als die sogenannte italienische oder antike Bauart Mode wurde, trennte sich der Stand der Baumeister von dem der Handwerker. Die ersteren wurden vornehmer und gelehrter, verloren dabei aber an praktischer Geschicklichkeit und suchten ihre größte Kunst in Anwendung der antiken Säulenordnungen; die Handwerker dagegen verloren an Intelligenz und sanken oft zum gedankenlosen Schlendrian herab. Dieses mußte um so mehr der Fall sein, da jene Meister des Mittelalters ihre Grundsätze nicht in Schriften aufbewahrt hatten.“

„In dem vorigen Jahrhundert wurde dem constructiven Theile der Baukunst hin und wieder, vornehmlich durch Militär- und Wasserbaumeister, die verdiente wissenschaftliche Behandlung, und gegenwärtig herrscht unter den gebildeten Nationen Europas ein rühmlicher Wettstreit in der Ausführung der kunstreichsten und zugleich nützlichsten Bauwerke.“

„Nach meiner Ueberzeugung würde die Anwendung der hier empfohlenen alten Constructionart jetzt weit größere Resultate haben, als dieses im Mittelalter möglich war, da die mathematischen und Naturwissenschaften den Baumeistern des Mittelalters fast unbekannt waren, und es scheint nicht unwahrscheinlich, daß es hierdurch möglich werden wird, Werke auszuführen, welche in Hinsicht auf die Verbindung von Leichtigkeit und Festigkeit alles bisher in der Art Bekannte übertreffen.“ U. s. w.

Wir wollen hier nun gleich einige allgemeine Bemerkungen folgen lassen.

Der Erfinder des Knotensystems spricht hier von festen Knoten oder doch von Nachbildung fester Knoten, die in der Natur bei den einzelnen Körpern und Gegenständen vorhanden sind und ohne welche sich dieselben nicht würden erhalten können. Hierbei läßt er jedoch ganz außer Acht, daß diese in der Natur gebildeten festen Knoten durch das In- und Durcheinander-Wachsen der Fasern und durch die große Cohäsion der einzelnen Theile zu einander erhalten werden, wir aber nicht im Entferntesten im Stande sind, diese organischen Verbindungen herzustellen. Man denke sich z. B. den Zweig eines Baumes, mit welcher Festigkeit hält derselbe am Stamme fest. In welcher Weise wollen wir solche Knotenpunkte nachbilden? Wir können wohl zwei Körper mit einander verbinden, indem wir ihre Oberfläche in möglichst innige Berührung zu einander bringen und zu dem Ende zwischen beide Oberflächen noch eine Substanz bringen, die an beiden haftet und die Unebenheiten der beiden auf einander treffenden Oberflächen vollständig ausfüllt. Die Kraft, mit welcher dann diese beiden Körper zusammenhalten, bezeichnen wir mit dem Namen „Adhäsion“. Daß aber diese Kraft mit der Cohäsionskraft der organisch verbundenen Körper in der vorliegenden Beziehung nicht in Vergleich gestellt werden kann, ist klar zu Tage liegend. Betrachten wir aber ferner einmal die Bildung der festen Knoten, welche das Knotensystem hat, und wodurch dessen Festigkeit bedingt werden soll, so besteht diese, wie unten noch näher gezeigt werden wird, darin, daß die Hölzer an denjenigen Stellen, wo sie mit einander verbunden werden sollen, mit einander überschneiden und durch Nägel oder Schraubenbolzen verbunden werden. Wenn dadurch in einer Beziehung nun auch eine Verbindung mehrerer Hölzer erhalten wird, so ist doch auch nicht zu verkennen, daß in anderer Beziehung die Hölzer an solchen überschrittenen Stellen wieder sehr bedeutend geschwächt werden und daher schon aus diesem Grunde wieder bedeutend stärkere Hölzer verwendet werden müssen.

Doch gehen wir vorläufig im Allgemeinen weiter. Der Erfinder des Knotensystems sagt, es sei hier von keiner neuen Erfindung die Rede, sondern von der Wiederanwendung eines sehr vor-

theilhaftigen und längst bekannten Principis u. s. w., und giebt zur besseren Nachweisung in seiner Constructionslehre eine Vergleichung einiger Dachconstructions des Mittelalters, die wir in den Figuren 278—287 wiedergeben.

278-287 Fig. 278 zeigt einen Binder der St. Elisabethkirche in Marburg; Fig. 279 zeigt einen Binder der St. Stephanskirche zu Mainz; Fig. 280 einen Binder der St. Custorkirche zu Coblenz; Fig. 281 einen solchen der Jesuitenkirche in Coblenz; Fig. 282 zeigt einen Binder der Kirche der Reformirten zu Marburg; die Figuren 283 und 284 zeigen Binder der Hauptkirche zu Bingen; Fig. 285 zeigt einen Hauptbinder und einen Theil des Längendurchschnitts des Daches der Schloßkirche zu Meissenheim; Fig. 286 zeigt einen Binder des Münsters zu Freiburg, und Fig. 287 einen Binder des Doms zu Canterbury.

Diese eben angeführten Dachconstructions sollen nun dazu dienen, das vom Erfinder Angeführte näher zu beweisen und zu bekräftigen. Allein betrachten wir diese Constructions näher, so finden wir zunächst nichts darin, was man nicht auch bei jeder anderen guten Construction, jedoch in anderer Weise, ausgedrückt findet. Es läßt sich aber auch leicht erkennen, daß sie sehr steile Dächer bilden und daher der Sparrenschub hier bedeutend geringer ist, als bei flacheren Dächern; ferner aber wirkt wegen der steileren Stellung der Sparren die Bedeckung nicht so bedeutend auf dieselben und bringt nicht so leicht ein Durchbiegen der Sparren hervor, wie dieses bei flacheren Dächern der Fall ist. Es können daher bei steileren Dächern die Sparren schon immer eine geringere Stärke erhalten, als wenn der Neigungswinkel des Daches unter 45 Grad beträgt; und ebenso sind bei den steileren Dächern auch weniger Unterstützungspunkte der Sparren erforderlich. Ein Hauptumstand aber, welcher nachtheilig auf das Dach einwirken kann, und daher jedenfalls in hohem Grade Berücksichtigung verdient, ist der Einfluß, welchen der Wind auf das Dach ausübt. Um diesen nun unschädlich zu machen, sind wegen der großen Höhe des Daches und wegen der großen Fläche, welche dasselbe dem Winde darbietet, obgleich die Sparren mit dem unterliegenden Dachbalken ein unverrückbares Dreieck bilden, noch innere Verstrebenungen erforderlich. Diese Verstrebenungen dienen nun erstens dazu, das Dach zu unterstützen, ferner aber auch, um die im Dache durch den Wind hervorgerufenen Erschütterungen aufzuheben und so den Nachtheil zu verhüten, welcher dadurch an der Dachbedeckung entstehen könnte. Die Wirkungen, welche durch diese Winderschütterungen auf die unteren Mauern hervorgebracht werden, lassen sich dadurch aber nicht ganz aufheben. Man hat nun solche Verstrebenungen theils dadurch hervorgebracht, daß man stehende Dachstühle anordnete und diese mit den nöthigen Kopfbändern versah; oder man hat Hängewerke angeordnet, an deren Seiten man horizontale Zangen befestigte, die nicht allein die Hölzer des Hängewerks, sondern auch mit diesen die Sparren des Daches in Verbindung brachten; oder endlich hat man auch in jedem einzelnen Gebinde besondere Verstrebenungen angeordnet, wie dieses aus den eben angeführten Figuren ersichtlich ist.

Ein anderer Umstand, wodurch die Anwendung schwächerer Hölzer gerechtfertigt erscheint, ist ferner der, daß man zu den Dachhölzern größtentheils nur Eichenholz verwendete, wovon sich auch hauptsächlich die lange Dauer solcher Constructions hereschreibt.

Wir wollen nunmehr das Knotensystem selbst näher untersuchen.

§ 42.

Das Knotensystem.

Vergleichen wir die eben angeführten, noch aus dem Mittelalter herstammenden Constructions mit den nach der neuen Erfindung oder dem sogenannten Knotensysteme ausgeführten Constructions, so läßt sich aus diesen letzteren schwerlich eine Aehnlichkeit in Betreff des angewendeten Principis erkennen, und dieses am allerwenigsten bei denen, die in ganz neuerer Zeit ausgeführt worden sind. Doch ehe wir weiter darauf eingehen, wollen wir noch die von Rößler angegebenen Unterscheidungen des Knotensystems von anderen Constructions näher kennen lernen.

Derselbe sagt sehr richtig, daß die wesentlichsten Bedingungen, welche jede gute Dachconstruction erfüllen soll, in Folgendem bestehen müssen, und zwar:

1. müssen die einzelnen Theile des Daches dergestalt in einer festen Verbindung mit einander sein,

daß das Ganze unwandelbar bleibt und durchaus keine Verrückung oder Verschiebung der Theile stattfinden kann.

2. Bei der Verbindung der einzelnen Theile ist ferner darauf Rücksicht zu nehmen, daß alle äußeren Einwirkungen, welche auf die physische Dauer der Hölzer nachtheiligen Einfluß ausüben können, möglichst abgehalten werden.
3. Bei genügender Festigkeit des Daches soll möglichst wenig Holz verwendet werden, weil durch eine unnütze Holzverschwendung nicht nur die Kosten vermehrt werden, sondern hierdurch auch ein unnützer, dem Gebäude keineswegs vortheilhafter Druck veranlaßt wird.

Diesen verschiedenen Bedingungen soll nun, wie Rößler weiter sagt, durch das Knotensystem in folgender Weise entsprochen werden:

a. Durch Anwendung möglich langer Linien, welche jedoch in kurzen Zwischenräumen durch unverrückliche feste Punkte abgeschlossen werden. Diese festen Punkte werden Knoten genannt und hat hiernach das ganze Constructionssystem auch seine Benennung und heißt das Knotensystem. Es wird auf diese Weise möglich, ohne der Festigkeit des Daches zu schaden, Holzstücke von verhältnißmäßig geringer Stärke anzuwenden, und hierdurch diejenige unnütze Verschwendung von Material zu vermeiden, welche mit den seither üblich gewesenen Dachconstructions nothwendig verbunden war. Herr Moller vergleicht dieses System sehr richtig mit der Bildung der Gräser und Rohre, indem es z. B. einem Kornstengel nicht möglich wäre, bei einer Höhe von oft 6 bis 7 Fuß nicht nur sich selbst zu erhalten, sondern auch noch eine schwere Aehre zu tragen, wenn nicht dieser Halm in kurze Stockwerke getheilt und diese Abtheilungen durch feste Knoten getrennt wären.

b. Möglichste Vermeidung der Zapfenlöcher und aller Verbindungsarten, wodurch die Holzstücke geschwächt werden, oder ihr Verderben herbeigeführt wird. Da, wo Zapfenlöcher nicht wohl zu vermeiden sind, sind dieselben unten geschlitzt, damit das an den Hölzern herablaufende Wasser ablaufen kann. Um die Holzstücke möglichst wenig zu schwächen, sind dieselben nie ganz überschritten (bündig), sondern sie behalten fast ihre ganze Stärke und überblatten sich nur soviel, als nöthig ist, um das Verschieben zu verhindern.

c. Die sonst sehr üblich gewesenen, und leider noch nicht überall verbannten Aufschieblinge an dem Fuße der Dächer sind weggelassen, indem sie dem von dem Dache herabfließenden Wasser Veranlassung geben, zwischen dem Aufschieblinge und dem Sparren einzudringen, die Zapfenlöcher zu füllen, und dann den alsbaldigen Ruin des Daches herbeizuführen.

In Betreff der Aufschieblinge sind wir mit Herrn Rößler in gewisser Beziehung einverstanden, indem dieselben sehr leicht zu mangelhaften Dacheindeckungen Veranlassung geben können, sobald sie nicht mit der gehörigen Vorsicht angeordnet werden. Werden diese Aufschieblinge aber so angeordnet, daß die äußere Dachfläche eine beinahe gerade, nur sehr wenig gebrochene Linie bildet, und werden sie ferner so auf die Sparren befestigt, daß ein Abrutschen auf den Sparren nicht möglich ist, so findet man nicht einzelne, sondern man findet sehr viele Fälle, wo diese Aufschieblinge sich nicht bloß gut erhalten, sondern auch den beabsichtigten Zweck vollkommen erfüllt haben, und zwar nicht allein bei neueren Gebäuden ist dieses der Fall, sondern auch bei älteren, die schon mehre Jahrhunderte dem Winde und Wetter Widerstand geleistet haben. Die Aufschieblinge, wenn sie sonst gehörig befestigt sind, haben nur dann einen nachtheiligen Einfluß, wenn ihre obere Fläche mit der oberen Fläche der Sparren einen zu kleinen Winkel bildet und sonach an dieser Stelle ein sogenannter Wasserack entsteht, wo dann das Wasser beim Abfluß von der oberen Dachfläche, statt in der durch die Aufschieblinge hervorgebrachten veränderten Richtung weiter abzufließen, sich hier plötzlich staut und dann in den Zwischenräumen der Dachdeckung durchspritzen oder auch gar sich theilweise in die Höhe ziehen und so leicht in das Innere dringen kann. Dieser Nachtheil hört aber ganz auf, sobald man die Aufschieblinge möglichst hoch an die Sparren hinaufzieht.

Rößler sagt ferner — „durch Anwendung möglichst langer Linien, u. s. w.“ —. Dieser Ausdruck ist aber in der That sehr dunkel, und sollte man fast glauben, daß durch die Erfindung des Knotensystems erst längeres Holz zur Anwendung gekommen wäre. Untersuchen wir alle bekannten Constructions geradliniger Dächer, so werden wir finden, daß das Gesagte hierauf nicht anzuwenden ist. Nur bei den krummlinigen Dächern wird das Holz in kürzeren Linien angewendet,

was aber durch die gekrümmte Oberfläche der Construction bedingt wird. Es scheint fast, als sei es Herrn Rößler gänzlich unbekannt, daß man selbst bei den größten Dächern die Constructionshölzer immer möglichst in ganzer Länge anwendet und nur im Fall gänzlichen Mangels an hinreichend langen Hölzern zur Anwendung kürzerer Hölzer schreitet und schreiten muß. Was nun die festen Punkte oder Knoten betrifft, die nur dem Knotensystem eigen sein sollen und den wesentlichsten Theil des Systems ausmachen, so wollen wir über ihre Festigkeit erst weiter unten das Nöthige anführen, vorab aber hier die Frage aufwerfen: ob durch die Herstellung dieser festen Punkte wirklich erreicht wird, Holzstücke von verhältnißmäßig geringerer Stärke anwenden zu können und somit diejenige unnütze Verschwendung an Material zu vermeiden, welche nach der Meinung Rößlers mit den seither üblich gewesenen Dachconstructionsnothwendig verbunden gewesen sein soll? — Wie weit man ein Holz, ohne weitere Unterstützung in seiner Mitte, frei legen darf, lehrt uns nicht nur die Erfahrung, sondern die Statik giebt uns auch die auf Erfahrung begründeten, hierauf bezüglichen Gesetze. Soll nun bei einer Dachconstruction möglichst langes Holz angewendet werden, so sind zur Befestigung und Verbindung der Hölzer unter sich wieder andere Constructionstheile nöthig, wodurch erstere gleichzeitig auch unterstützt werden. Nennen wir nun diese Verbindungsstellen Knoten. Das Maß der Entfernung solcher Knoten an einem Stücke Holz hängt von der relativen Festigkeit desselben ab. Die relative Festigkeit ist aber wieder in hohem Grade von der Stärke des Holzes abhängig. Verwendet man nun zu einer Construction schwächeres Holz, so sind dafür wieder eine größere Anzahl Stützpunkte oder feste Punkte (Knoten) herzustellen, damit das Holz eine genügende Tragkraft erhalte und Festigkeit genug besitze, äußeren Einwirkungen genügenden Widerstand leisten zu können. Es liegt daher jedenfalls ein offener Widerspruch in der ganzen Aufstellung: einmal sagt Rößler, den verschiedenen Bedingungen einer guten Dachconstruction werde entsprochen durch Anwendung möglichst langer Linien, die in kurzen Zwischenräumen durch feste Punkte abgeschlossen werden; hierdurch will er ferner es möglich machen, Holzstücke von verhältnißmäßig geringerer Stärke anwenden zu können, und dadurch die seither übliche unnütze Verschwendung von Material vermeiden, trotzdem er nothwendig die Anzahl der Unterstützungen oder der festen Punkte vermehrt.

Betrachten wir aber einmal die in neuerer Zeit vielfach ausgeführten Sattel-, Fellen- oder flachen Dächer, zu deren Unterstützung man stehende Dachstühle angeordnet hat, wo finden wir da unnütze Verschwendung an Material? — Vielleicht darin, daß die Rahmen der stehenden Dachstühle unmittelbar auf die Ständer aufgezapft, und um einen Verband nach der Länge hervorzubringen, die nöthigen Kopf- oder Winkelbänder angeordnet sind? — Es ist in der That lächerlich, bei der Ausführung des Knotensystems von Holzersparung zu reden, und wird sich dieses bei den weiter unten anzuführenden Beispielen auch leicht nachweisen lassen. Ferner ist, wie auch schon oben erwähnt, die Vergleichung des Knotensystems mit der Bildung der Gräser und Rohre eine durchaus unpassende.

Weiter heißt es in der Aufstellung Rößlers: „möglichste Vermeidung der Zapfenlöcher und aller Verbindungsarten, wodurch die Holzstücke geschwächt werden, oder ihr Verderben herbeigeführt wird, u. s. w.“ Was die Schwächung der Holzstücke betrifft, ob durch Ueberschneidung oder Verzapfung, darüber werden wir weiter unten noch nähere Untersuchungen anstellen, vorab soll hier nur von dem Verderben des Holzes die Rede sein. Nach Herrn Rößlers Aeußerung sollte man fast glauben, daß er es nur mit undichten Dächern zu thun gehabt habe, und daß die Undichtigkeit eine Eigenthümlichkeit des Knotensystems sei; ferner: daß es daher nothwendig erforderlich sei, bei Dächern nach diesem Systeme darauf Rücksicht zu nehmen, daß das eindringende Wasser über die Holzflächen ablaufen könne. Allein zu was soll es nützen, daß man da, wo die Zapfenlöcher nicht wohl zu vermeiden sind, dieselben unten schließt, damit das an den Dachhölzern herablaufende Wasser abfließen könne. Es liegt doch klar auf der Hand, daß wenn das Wasser in die Verbindungsstellen der Hölzer eindringt, es ganz einerlei ist, ob die Verbindung aus einer Unterblattung oder aus einer Verzapfung besteht. In beiden Fällen wird das Wasser in die Fugen eindringen und sich den Holzflächen mittheilen, und namentlich dann in die Hirnholzflächen eindringen. Ein Abfließen des eindringenden Wassers wird man nur theilweise dann erhalten, wenn das Wasser nicht bloß durchsickert, sondern in der Gestalt eines Strahls eindringt, wo dann aber das Wasser nicht durch die eingeschlizten Zapfenlöcher, sondern an den äußeren Flächen der Hölzer herablaufen wird. Dasjenige Wasser aber,

welches in die Verbindungsstellen eindringt, wird sich gleich in das Holz einziehen und so dessen Verderben herbeiführen, gleichviel, ob eine Verzapsung oder Ueberblattung angeordnet ist.

Nach diesen allgemeineren Betrachtungen wollen wir nun zur näheren Untersuchung des Knotensystems übergehen und zunächst diejenigen Constructionen ins Auge fassen, welche Herr Rößler uns giebt.

Derselbe sagt: „es müssen die einzelnen Theile des Daches dergestalt in einer festen Verbindung mit einander sein, daß das Ganze unwandelbar bleibt und durchaus keine Veränderung oder Verschiebung der Theile stattfinden kann.“ — Dieses können wir unbedingt als Grundregel ansehen, welche bei Entwurf einer jeden Zimmerconstruction beobachtet werden muß. Es ist daher hiernach nicht allein darauf zu sehen, daß eine Dachverbindung nach der Quere eine solide Verbindung erhalte, sondern es muß auch die Anordnung eine solche werden, daß eine Verschiebung nach der Länge des Daches nicht stattfinden kann. Betrachten wir nun zunächst, unter Zugrundelegung dieser allgemein gültigen Regel, die in Fig. 295 dargestellte Construction eines Satteldaches nach dem Knoten- 295 system, wie uns solche Herr Rößler vorführt.

Die Ständer a, a des doppelten Stuhls sind in die über die Balken gestreckten Schwellen mit Zapfen eingesetzt; am oberen Ende sind diese Ständer in die Sparren b, b mit Versagungen eingezapft; (wir nehmen an, daß sie eingezapft sind, obgleich nach Rößlers Ansicht die Hölzer durch Verzapsungen geschwächt werden). Statt eines Kehlgebälkes ist in jedem Hauptgebinde eine doppelte horizontal liegende Zange c angeordnet, die in Fig. 296 im Grundriß näher angedeutet ist. 296 Diese nur in den Hauptgebinden vorkommenden Zangen sind mit den Stuhlsäulen a, a überschnitten und mit den Sparren b, b verblattet. Auf diesen doppelten Zangen ruhen zu beiden Seiten des Daches, äußerlich der erwähnten Stuhlsäulen, die Fetten d, d, die zur Unterstützung der Zwischen sparren dienen. Diese Verbindung ist in Fig. 297 nach vergrößertem Maßstabe dargestellt. 297

Um die doppelten Zangen c, die aus zwei neben einander liegenden Hölzern bestehen, zusammen zu halten, werden dieselben, nachdem sie in die richtige Lage gebracht, an ihren Enden in der Nähe der Stuhlsäulen ganz durchlocht und in diese übrigens genau ausgearbeiteten Löcher alsdann Brettstücken von nicht leicht spaltendem Holze von passender und hinreichender Stärke durchgesteckt. Diese Brettstücken werden an beiden Enden wieder durchlocht und in diese Löcher alsdann Keile eingetrieben, wodurch die neben einander liegenden Hölzer der doppelten Zange c möglichst nahe zusammengebracht und zusammengehalten werden. Allein um über die Anordnung solcher hölzerner Keile nicht viel Worte zu verlieren, wollen wir von vornherein bemerken, daß die Vertheidiger und Anhänger des Knotensystems diese Anordnung auch schon als unbewährt gefunden haben und daher auch nur Schraubenbolzen angewendet wissen wollen.

Die auf diesen horizontalen Zangen liegenden Fetten sind nach verticaler Richtung, und zwar von Oben nach Unten durchlocht, so, daß die darin einzutreibenden Keile sich unmittelbar an die Seitenflächen der doppelten Zange anschließen, wodurch einestheils ein Verschieben der Fetten nach der Länge des Daches verhindert, anderntheils aber auch der Zusammenhalt der doppelten Zangen an ihrem Ende vermehrt werden soll.

Die Verbindung der Dachsparren mit den Dachbalken ist folgende:

Die Dachbalken werden an den Stirnenden nach der Richtung der Sparren abgeschragt und in einer Breite gleich der halben Breite der Sparren, und in einer Tiefe gleich der Höhe derselben, in der angedeuteten Richtung ausgeschlizt. Der Sparren wird an der bezüglichen Stelle nur von einer Seite her ausgeschnitten, und das oberhalb des Ausschnitts stehen bleibende Hirnholz des Sparrens wird in den Dachbalken versetzt, wie in Fig. 298 nach vergrößertem Maßstabe dargestellt ist. Um 298 aber die Sparren an ihrem unteren Ende noch wirksamer zu unterstützen, so sind die Dachschwellen e, e angeordnet; diese sind auf die Dachbalken verkämmt und die Sparren alsdann entweder auf diese Schwellen aufgeklauet oder verkämmt. Um endlich noch ein Ausheben der Sparren zu verhindern, so werden dieselben mit dem Dachbalken verbohrt.

Es entsteht hier nun die Frage: kann eine solche Construction die oben angeführten Bedingungen erfüllen oder nicht?

Bei näherer Betrachtung fällt hier sogleich in die Augen, daß der bei allen Dächern so nothwendig erforderliche Verband nach der Längenrichtung des Daches ganz fehlt, es sei denn, daß dieser

Verband durch die durchstreckenden und in jedem Hauptgebände festgekeilten Fetten d hergestellt werden soll. Aber auch bei dieser Annahme treten Umstände ein, welche durchaus zu berücksichtigen sind. Trocknet nämlich das Holz ein, was immer stattfindet, sobald dasselbe der unmittelbaren Einwirkung der äußeren Witterung entzogen wird, so muß auch nothwendig sofort ein Loswerden der Keile erfolgen. Dieses hat nun in Bezug auf die in den Hauptgebänden vorhandenen Zangen keinen weiteren Nachtheil, indem von vornherein diese Verkeilung zur größeren Befestigung der horizontalen Zangen nichts beiträgt; dagegen ist dieser Umstand in Bezug auf die Verkeilung der Fetten bedeutend nachtheiliger, vorausgesetzt, daß man annehmen kann, daß diese Keile zur Festigkeit der Construction und überall zur Herstellung eines Längenverbandes wirklich beitragen werden. Nehmen wir nun auch das Außerordentliche an, daß diese Keile wirklich dazu dienen, die Fetten unverschiebbar zu machen und somit einen Verband nach der Länge des Daches herzustellen, so könnte dieses doch nur so lange stattfinden, als das Holz sich noch in frischem und feuchtem Zustande befindet; sobald aber dasselbe eintrocknet, und sonach auch die Keile sich lösen, hört die Unverschiebbarkeit der Fetten schon von selbst auf und kann eine entstehende Bewegung nach der Länge des Daches durch diese Keile alsdann gar nicht mehr verhindert werden, zumal auch die Keile selbst durch das Eintrocknen lose werden. Ein Nachtreiben der Keile kann ebenfalls nicht bewerkstelligt werden, man müßte denn, wenn dieses mit Nachdruck geschehen sollte, an den bezüglichen Stellen für den Augenblick die Dachbedeckung abnehmen. Allein, wenn dieses auch als zulässig erachtet werden möchte, so lassen doch die durchgestemmten Keillöcher in den Fetten ein hinlängliches und genügendes Nachtreiben der Keile nicht zu, indem nicht bloß die Keile selbst, sondern auch die Zangen nach der Breite eintrocknen; man müßte daher, um die Keile wieder fest zu erhalten, die doppelten horizontalen Zangen aus einander keilen, was aber nicht allein vielfache Nachtheile nach sich ziehen würde, sondern auch dem beabsichtigten Zwecke geradezu entgegen wäre. Wollte man aber gleich anfangs die Keillöcher so einrichten, daß ein Nachtreiben der Keile wirklich stattfinden könnte, so würde man schon gleich von vornherein ein wackeliges System herstellen, indem die eingesteckten Keile die zugehörigen Löcher nicht vollständig ausfüllen würden. Abgesehen aber von diesen eben angeführten Nachtheilen — was würden solche Keile nützen, sobald eine Bewegung nach der Längsrichtung des Daches entstände? — Weit eher dienen dazu die aufgenagelten Latten oder Schalungsbretter, worauf die Dachbedeckung befestigt wird, einen Längenverband herzustellen. Die Keile, selbst wenn sie einen oder auch mehre Fuß vorstehen, sind gar nicht im Stande, einem Verschieben oder Umfallen des Daches entgegen zu wirken, denn dieselben werden in solchem Falle unbedingt auseinander gebogen und abgebrochen, und dieses um so leichter, als beim Zusammentrocknen des Holzes dieselben schon lose geworden sind. Hierdurch erreicht man daher in keiner Weise einen Verband nach der Länge des Daches. — Soll bei der vorliegenden Construction ein genügender Längenverband hergestellt werden, so müssen unter allen Umständen Strebeschwerver angeordnet werden, welche an jeden einzelnen Sparren mit einem starken eisernen Nagel oder Schraubenbolzen befestigt werden. Diese Strebeschwerver würden in die Schwellen e und in die Fetten d mit Verzagungen einzuzapfen sein.

Ein Verschieben nach der Breite des Daches kann hier nicht leicht stattfinden, indem eine Dreiecksverbindung zwischen den einzelnen Sparrengebänden und dem jedesmaligen zugehörigen Dachbalken hergestellt ist. Nichts desto weniger haben wir aber noch einen andern Gegenstand, welcher die Unterstützung der Sparren betrifft, zu betrachten, der durchaus berücksichtigt werden muß. Wir haben oben gesagt, daß ein Verschieben nach der Breite nicht leicht stattfinden könne, dieses schließt aber noch keineswegs aus, daß durch eine mangelhafte Unterstützung nicht andere Umstände hervorgerufen werden, welche der ganzen Construction von größtem Nachtheile werden können.

Um dieses gehörig untersuchen zu können, soll hier über die vorliegende Construction eine statische Berechnung folgen, wobei ich besonders bemerken muß, daß in einem Aufsatze über das Knotensystem in Romberg's Bauzeitung, Jahrgang 1848, wo ich durch statische Berechnungen die practische Unzulänglichkeit der nach diesem Systeme ausgeführten Constructionen darzulegen versuchte, diese Rößler'schen Zeichnungen zu Grunde gelegt waren, wie auch hier wieder geschieht. Ich hatte dabei, weil Rößler keine Maße weiter angegeben, dieselben willkürlich, jedoch bedeutend zu stark angenommen, weshalb ich nunmehr hier diejenigen Stärken annehmen will, welche Architect F. Fink in Darmstadt in seiner Erwiderung auf oben bezeichneten Aufsatz angegeben hat.

Die Sparren erhalten hiernach eine Stärke von 5 und 5 Zoll; die Stärke der Fetten ist 7 und 7 Zoll.

Ein jeder einzelne Sparren hat hier drei Stützpunkte; der erste befindet sich im First und wird durch den Gegensparren hergestellt; der zweite wird durch die Fette d und der dritte durch die Dachschwelle e gebildet. Die Entfernung der beiden oberen Stützpunkte von einander ist 11,25 Fuß, und die der Fette d von der Schwelle e gleich 11,75 Fuß, beide Entfernungen auf die Richtung der Sparren gemessen, so daß also die ganze Länge des hier in Betracht kommenden Sparrentheils gleich 23 Fuß ist. Nimmt man nun ferner die Entfernung der Sparren von Mitte zu Mitte gleich 3,5 Fuß, und die Entfernung der Hauptgebinde von Mitte zu Mitte gleich 14 Fuß, so hat ein jeder einzelne Dachsparren das Gewicht einer Dachfläche von $23 \times 3,5 = 80,5$ Quadratfuß zu tragen. Besteht nun die Dachbedeckung aus Dachziegeln, und nimmt man das Gewicht derselben inclusive der Belattung gleich 10 Pfund für den Quadratfuß an, so beträgt das ganze Gewicht für obige Dachfläche 805 Pfund. Hierzu kommt aber noch das Gewicht des Sparrens selbst, dessen Stärke hier, wie bereits angeführt = 5 und 5 Zoll ist, mit $23 \times 0,416 \times 0,416 \times 31 \text{ \textit{u}} = 123,389 \text{ \textit{u}}$. *) Es ist sonach das Gesamtgewicht, welches man auf jeden einzelnen Sparren als gleichmäßig vertheilt sich denken kann, gleich $805 + 123,389 = 928,389 \text{ \textit{u}}$. Da nun die Länge des Sparrens gleich 23 Fuß ist, so erhält man unter den gemachten Voraussetzungen das Gewicht für den laufenden Fuß des Sparrens = $40,364 \text{ \textit{u}}$. Denkt man sich nun diese Belastung in ihrer Wirkung auf die drei Stützpunkte des Sparrens, bezeichnet den Druck im First mit Q, denjenigen auf die Fette mit Q', und den auf die Schwelle e mit Q'', so erhält man nach Anwendung der oben angegebenen Ausdrücke nach Cytelwein

$$\begin{aligned} \text{den Druck } Q &= 167,51 \text{ \textit{u}}, \\ &= \quad Q' = 580,85 \text{ \textit{u}}, \\ &= \quad Q'' = 180,02 \text{ \textit{u}}. \end{aligned}$$

Der Neigungswinkel des Daches ergibt sich hier nahe = $39^\circ 40'$.

Denkt man sich nun das Gewicht $Q' = 580,85 \text{ \textit{u}}$ in den Punkt d nach vertical herabhängender Richtung wirksam, und zerlegt diese Last nach der Richtung des Sparrens und nach einer darauf rechtwinklig genommenen Richtung in Seitenkräfte, bezeichnet erstere mit s und letztere mit r, so erhält man

$$\begin{aligned} s &= 580,85 \sin 39^\circ 40' = 370,77 \text{ \textit{u}} \\ \text{und } r &= 580,85 \cos 39^\circ 50' = 447,12 \text{ \textit{u}}. \end{aligned}$$

Hiernach erleidet also die Fette d von jedem der drei Zwischensparren einen Druck nach der Richtung der Seitenkraft $r = 447,12 \text{ \textit{u}}$, und demnach ist der Gesamtdruck auf die Fette d zwischen je zwei Hauptgebinden = $3 \times 447,12 = 1341,36 \text{ \textit{u}}$. Rechnet man hierzu ferner das Eigengewicht der Fette mit $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot 14 \cdot 31 = 147,68$, so beträgt das Gesamtgewicht, unter welchem die Fette sich biegen wird, $1341,36 + 147,68 = 1489,04 \text{ \textit{u}}$. Denkt man sich dieses Gewicht als gleichmäßig über die Fette d vertheilt, so erhält man die Höhe des Bogens, bis zu welchem die Fette sich durchbiegt,

$$\text{oder } \alpha = \frac{1}{48 e^2} \cdot \frac{l^3 P}{b h^3} = \frac{1}{48 e^2} \cdot \frac{(14 \cdot 12)^3 \cdot 1489 \text{ \textit{u}}}{7 \cdot 7^3} = 0,37 \text{ Zoll. **)}$$

Es treten nun außerdem noch manche Umstände ein, welche dieses Durchbiegen vergrößern können und auch wirklich vergrößern. Zunächst wollen wir das Schwinden des Holzes anführen. Dieses ist keineswegs so unbedeutend, daß es unberücksichtigt bleiben kann, indem dieses fast 5 Procent beträgt, also hier etwa 0,35 Zoll betragen würde, so daß also bei der hier stattfindenden Annahme der Belastung das Zurückweichen und Durchbiegen der Fette d mindestens 0,72 Zoll, also fast $\frac{3}{4}$ Zoll betragen würde.

Ferner ist aber noch auf die Einwirkung des Windes Rücksicht zu nehmen, und zwar um so mehr, als der Wind nicht als eine stetige, permanent wirkende Last drückt, sondern stoßweise auf die Dachfläche einwirkt und somit die dem Winde zugekehrte Dachfläche in Schwingungen versetzt, die um so nachtheiliger werden, je leichter die Fette, wenn auch nur sehr gering, zurückzudrücken ist.

*) 1 Cubikfuß Holz = 31 \textit{u} wiegend.

**) $48 e^2 = 7551195$.

Dieses Letztere findet aber unbedingt Statt, da nicht nur die Fette, sondern auch der Ständer a eintrocknet. Dieses Zurückschieben der Fette d, so wie das Durchbiegen derselben, hat aber gleichzeitig auch ein Durchbiegen der Sparren zur Folge, indem die Sparren bei ihrer Länge und nur geringen Stärke sich nicht unter der darauf hängenden Dachdeckungslast in der ursprünglichen Lage erhalten können. Da aber in solchem Falle der obere, im First vorhandene Stützpunkt, als feststehend zu betrachten ist, und da auch derjenige am unteren Ende, wo der Sparren auf der Dachschwelle ruht, nicht weiter nachgiebt, als das Eintrocknen der Hölzer beträgt, — diese Schwelle aber einen festen Drehpunkt bildet, um welchen der Sparren beim größeren Durchbiegen in der Mitte sich nothwendig drehen muß — so ist eine unbedingte Folge, daß die Wirkung des Windes, welche, wie schon erwähnt, nie gleichmäßig, sondern immer stoßweise erfolgt, ein starkes Federn der Sparren hervorbringen muß, welches nicht allein nachtheilig auf die untere Verbindung der Sparren mit dem Dachbalken wirken, sondern auch eine fortwährende Beschädigung der Dachbedeckung hervorbringen muß, so daß also nicht ohne Grund Herr Köstler darauf aufmerksam zu machen Ursache hatte, die Anordnung so zu treffen, daß das an den Hölzern herablaufende Wasser frei ablaufen könnte.

299 Vergleicht man dagegen mit der eben näher beschriebenen die in Fig. 299 dargestellte Dachconstruction, so ergiebt sich sehr leicht, daß die oben erwähnten Nachtheile bei dieser letztern keineswegs stattfinden, und zwar aus folgenden Gründen:

Die Rähmen der Dachstühle erleiden hier nur einen verticalen Druck von Oben nach Unten, indem die Sparren nicht unmittelbar durch die Dachstühle, sondern durch die eingelegten Kehlbalken unterstützt werden, diese letzteren aber alsdann durch die Dachstuhlrahmen ihre Unterstützung erhalten. Die Kehlbalken nehmen daher den von den Sparren herrührenden horizontalen Druck auf, welcher Druck aber zu gering ist, als daß derselbe ein Zusammenpressen der Kehlbalken bewirken könnte. Da ferner die Kehlbalken nicht allein die Sparren unterstützen, sondern dieselben auch aus einander spreizen, so kann, sobald die Kehlbalken nur eine richtige Lage erhalten, weder durch die Dachdeckungslast, noch durch die Einwirkung des Windes ein Durchbiegen der Sparren hervorgebracht werden. Was ferner den Längenverband betrifft, so wird derselbe durch die in die Ständer und Rähmen der Dachstühle eingebrachten Winkelbänder genügend hergestellt. Ein Mangel, welcher bei dieser Construction bedingungsweise stattfindet, der aber keineswegs so bedeutend ist, als ihn die Anhänger des Knotensystems hinstellen wollen, ist die Endigung der Dachfläche, indem hier zur Herstellung einer ununterbrochenen Dachfläche die sogenannten Aufschieblinge angeordnet sind. Wir haben bereits in § 36 das Nöthige darüber angeführt. Es lassen sich übrigens bei vorliegender Construction ohne Nach-
300 theil für ihre Solidität die Aufschieblinge sehr gut vermeiden, und ist in Fig. 300 ein solcher Fall beispielsweise nochmals angedeutet. Bei der Köstlerschen Dachconstruction Fig. 295—298 würde es jedenfalls dem Zwecke entsprechender sein, die Dachschwelle e ganz wegzulassen, indem diese daselbst einen Drehpunkt hervorbringt, an welchem der Sparren selbst beim Durchbiegen und Federn als Hebelarm wirkt. Bei der in Fig. 299 dargestellten Construction kann aber ein solches Durchbiegen und Federn nicht stattfinden, indem die Sparren drei feste Unterstützungspunkte erhalten, die nicht weiter ausweichen können.

307 Betrachten wir ferner die in Fig. 307 dargestellte Construction eines Satteldaches mit erhöhten Frontmauern, so ergiebt sich, daß die Verbindung der Ständer a, a im Hauptgebäude mit der doppelten Zange e ganz ähnlich der in Fig. 295 dargestellten Verbindung ist. Da aber wegen Erhöhung der Frontmauern die Sparren nicht unmittelbar mit dem Dachbalken verbunden werden können, so sind innerhalb der erhöhten Frontmauern, und zwar dicht daran, die auf die Hauptbalken verkämmten Schwellen e, e, in welche die Ständer k, k eingezapft sind, angeordnet. Die Ständer sind
306 dann mit den Sparren in der Art verbunden, wie solches in Fig. 306 nach vergrößertem Maßstabe dargestellt ist. Außerdem sind aber noch jedesmal die kleinen Stiche g, g angeordnet, die mit den Ständern schwalbenschwanzförmig verblattet sind. Mit den Sparren sind diese Stiche ebenfalls verblattet, und um endlich ein Herausfallen der einzelnen Hölzer aus ihren Verbindungen mit einander zu verhindern, so werden sie an den Verbindungsstellen mit einander verbohrt und vernagelt.

Was den Längenverband dieser Figur betrifft, so gilt hier ganz dasselbe, was bereits oben bei der in Fig. 295 dargestellten Construction angeführt ist, nur in noch höherem Grade, wie aus Folgendem leicht hervorgehen wird. Was den Querverband betrifft, so fehlt hier derselbe fast ganz,

oder ist doch nur in einem sehr geringen Grade vorhanden. Die Sparren stehen hier nicht mit den Dachbalken in Verbindung, mithin wird der Schub, welchen dieselben ausüben, auch nicht von denselben aufgehalten. Zur Aufhebung des Schubes und zur Herstellung eines festen Fußpunktes der Sparren sollen die kleinen Dreiecke dienen, welche hier die Sparren mit den Trempeln und den kurzen Stichbalken bilden. Einmal sind aber diese Dreiecke zu klein, und ferner ist ihre Basis die erhöhte Frontmauer, welche ebenfalls verschiebbar ist, oder wenigstens durchaus nicht in dem Grade Widerstand leisten kann, als hier zur Erhaltung des Daches erforderlich ist. Das Dach ruht hier auf vier Reihen verticaler Stützen, die ohne alle Dreiecksverbindungen nach der Quere angeordnet sind. Die vier kleinen Dreiecke, die hier die Stelle der festen Knoten vertreten sollen, sind als in der Luft schwebend zu betrachten, und beim Eintrocknen der Hölzer, welches, wie wir oben angedeutet haben, keineswegs so unbedeutend ist, sondern bis 5 Procent beträgt, verlieren sie ihre Festigkeit und werden locker. Aber selbst wenn dieses auch nicht der Fall wäre, und sie ihre Festigkeit ganz und gar behielten, so würden sie dennoch nicht genügenden Widerstand leisten können, und namentlich würde dieses der Fall sein bei den Zwischensparren, wo die Kehlbalken ganz fehlen, und also nur die beiden kleinen Dreiecke am Fußpunkt der Sparren Widerstand leisten. Der Schub, welchen hier die Sparren auf ihren unteren Fußpunkt ausüben, würde unmittelbar auf die erhöhte Frontmauer wirken und wäre diese es dann, welche demselben allein zu widerstehen hätte. Da aber diese in allen Fällen immer zu schwach sein wird, so würde die Folge davon sein, daß das Dach im First sich aus einander geben würde. Ferner aber würde auch die Einwirkung des Windes die Construction in fortwährender Bewegung erhalten und würden hierdurch schon die Dreiecke sich lösen und die Bolzenlöcher sich erweitern, so daß also auch keineswegs die Erhaltung der festen Dreiecke hier vorausgesetzt werden kann. Die Figur bedarf keiner weiteren Erläuterung, denn schon aus der bloßen Anschauung läßt sich das Mangelhafte der dargestellten Construction erkennen.

Wir wollen nunmehr die in Fig. 301 dargestellte Dachverbindung näher ins Auge fassen. Es sind hier zur Unterstützung des Daches die schrägen Streben *a, a* angeordnet, deren Verbindung mit den Sparren in Fig. 302 A, B, C und in Fig. 303 nach vergrößertem Maßstabe dargestellt ist. Diese Streben kommen nur jedesmal in den Hauptgebinden vor. Sie stehen mit Zapfen in den Hauptbalken und sind am oberen Ende ausgeschliffen, wie Fig. 303 zeigt, wo *a* die Strebe und *b* den Sparren mit seinem Ausschnitt bezeichnet. Der Kehlbalken *c* ist an seinen Enden, wo er mit den Sparren verbunden ist, ausgeschliffen, dagegen mit den erwähnten schrägen Streben *a, a* überschnitten. Zur Unterstützung der Zwischensparren dienen die Fette *d, d*, welche zum Behufe der Festkeilung des Kehlbalkens und der Streben, an diesen Stellen von Oben nach Unten keilförmig durchlocht werden. Ferner sind kurze Stiche *e* angebracht, die auf den erhöhten Frontmauern ruhen und mit den schrägen Streben überschnitten sind. Diese Stiche sind alsdann mit den Sparren verblattet. Um aber diese Stichbalken in den Zwischengebinden befestigen zu können, sind Wechsel in die Stichbalken der Hauptgebinde eingelassen und damit die Stiche der Zwischengebinde überschnitten.

Um diese Construction hinsichtlich ihrer Festigkeit gehörig beurtheilen zu können, ist es erforderlich, vorab den Druck zu ermitteln, den diese Construction in ihren Stützpunkten erleidet.

Die ganze Länge des Sparrens ist hier = 27,5 Fuß; nimmt man nun die Sparrenweite von Mitte zu Mitte = 3,5 Fuß und das Gewicht eines Quadratfußes der Dachbedeckung gleich 10 \mathcal{L} an, so ist die Belastung für jeden einzelnen Sparren, außer dessen Eigengewicht = $27,5 \times 3,5 \times 10 = 962,5 \mathcal{L}$. Hierzu kommt noch das Eigengewicht des Sparrens, welches bei einer Stärke von 6 und 6 Zoll sich ergibt = $27,5 \times 0,5 \times 0,5 \times 31 = 213,125 \mathcal{L}$; mithin erhält man das Gesamtgewicht eines Sparrens = $962,5 + 213,125 = 1175,625 \mathcal{L}$, welches Gewicht man sich über den ganzen Sparren gleichmäßig vertheilt denken kann, und wornach man alsdann das Gewicht eines laufenden Fußes des Sparrens = $\frac{1175,625}{27,5} = 42,75 \mathcal{L}$ erhält.

Die Entfernung des Firstpunktes *g* von dem Unterstützungspunkte durch die Fette *d* ist nach der Länge des Sparrens gemessen gleich 14 Fuß, und die Entfernung des Punktes *d* von dem unteren Stützpunkte des Sparrens ist gleich 12 Fuß. Bezeichnet man nun den Druck im Firstpunkte *g* mit *Q*, den im Punkte *d* mit *Q'*, und denjenigen auf dem unteren Stützpunkte mit *Q''*, so erhält man nach ausgeführter Druckvertheilung nach Cytelwein

$$\begin{aligned} Q \text{ im Punkte } g &= 233,586 \text{ } \mathcal{H}, \\ Q' \text{ im Punkte } d &= 697,979 \text{ } \mathcal{H}, \\ Q'' \text{ im unteren Stützpunkte} &= 244,060 \text{ } \mathcal{H}. \end{aligned}$$

Denkt man sich nun die drei gefundenen Größen Q , Q' , Q'' in den Punkten d , g und m nach verticaler Richtung wirksam, und zerlegt diese Lasten in jedem einzelnen Punkte in Seitenkräfte, so ergibt sich, da der Neigungswinkel des Daches hier $= 38^\circ 39'$ *) ist, Folgendes:

Zerlegt man die im Punkte g vertical wirkend gedachte Last Q nach horizontaler Richtung und nach der Richtung des Sparrens in Seitenkräfte, bezeichnet erstere mit G und letztere mit G' , so erhält man

$$\begin{aligned} 1) G &= 233,586 \cotg 38^\circ 39' = 292,08 \text{ } \mathcal{H}. \\ 2) G' &= 233,586 \operatorname{Cosec} . 38^\circ 39' = 374 \text{ } \mathcal{H}. \end{aligned}$$

Die hier gefundene Kraft G wird durch die entgegengesetzt horizontal wirkende gleiche Kraft des Gegensparrens aufgehoben; dagegen pflanzt sich die Kraft G' in der Richtung des Sparrens auf dessen unteren Stützpunkt fort.

Zerlegt man ferner die im Punkte d vertical wirkend gedachte Kraft Q' nach der Richtung des Sparrens und nach einer darauf rechtwinklig genommenen Richtung; bezeichnet erstere mit D und letztere mit D' , so erhält man.

$$\begin{aligned} 3) D &= 697,979 \sin . 38^\circ 39' = 435,93 \text{ } \mathcal{H}. \\ 4) D' &= 697,979 \cos 38^\circ 39' = 545,1 \text{ } \mathcal{H}. \end{aligned}$$

Die Kraft $D' = 545,1 \text{ } \mathcal{H}$ wird unmittelbar durch die Fette d unterstützt, dagegen pflanzt sich die Kraft $D = 435,93 \text{ } \mathcal{H}$ nach der Richtung des Sparrens auf dessen unteren Stützpunkt fort, so daß also die Summe der auf den unteren Stützpunkt sich fortpflanzenden Kräfte $= 374 + 435,93 = 809,93 \text{ } \mathcal{H}$ ist.

Zerlegt man diese Kraft in Bezug auf den Punkt m nach horizontaler und verticaler Richtung in Seitenkräfte, bezeichnet erstere mit H und letztere mit V , so ergibt sich

$$\begin{aligned} 5) H &= 809,93 \cos 38^\circ 39' = 632,53 \text{ } \mathcal{H}. \\ 6) V &= 809,83 \sin 38^\circ 39' = 505,85 \text{ } \mathcal{H}. \end{aligned}$$

Hiernach erleidet also jeder einzelne Stichbalken einen horizontalen Zug $= 632,53 \text{ } \mathcal{H}$; der verticale Druck dagegen, welchen jeder einzelne Sparren auf die unterstützende Mauer ausübt ist gleich $505,85 \text{ } \mathcal{H}$. Hierzu kommt aber noch das gefundene Gewicht Q'' , in welchem das Gewicht des über den Stichbalken hinwegragenden Sparrentheils mit inbegriffen ist, so daß also der Gesamtdruck auf den Punkt m

$$= 505,85 + 244,060 = 749,9 \text{ } \mathcal{H} \text{ ist.}$$

Beträgt nun ferner die Entfernung der Hauptgebände von Mitte zu Mitte 14 Fuß, so daß also zwischen je zwei Hauptgebänden drei Zwischengebände aufgestellt sind, so hat die Fette d zwischen je zwei Stützpunkten derselben einen Druck rechtwinklig auf die Richtung der Sparren auszuhalten, welcher $= 3 \cdot 545,1 = 1635,3 \text{ } \mathcal{H}$ ist (s. 4).

Untersuchen wir nun zunächst die Tragkraft der Fette d unter Annahme, daß die Last auf derselben gleichförmig vertheilt sei, so erhalten wir bei einer Stärke der Fette von 7 und 7 Zoll die Tragkraft derselben in Bezug auf die Richtung der darauf einwirkenden Kraft

$$= 718 \cdot \frac{7 \cdot 7^2}{14 \cdot 12} = 1465,9 \text{ } \mathcal{H},$$

woraus hervorgeht, daß die Fette mehr als genügende Sicherheit gegen Bruch gewährt, indem, wenn man die darauf gleichförmig vertheilt angenommene Last auf die Mitte reducirt und auch das halbe Gewicht der Fette in Betracht zieht, das bezügliche Gewicht nur $= 817,65 + 116,58 = 934,23 \text{ } \mathcal{H}$ beträgt.

Untersuchen wir aber ferner, bis zu welcher Tiefe die Fette unter der darauf wirkenden Last sich durchbiegen werde, so erhalten wir, wenn wir die Höhe dieses Bogens mit α bezeichnen,

$$7) \alpha = \frac{1}{48 e^2} \cdot \frac{(12 \cdot)^3 \cdot 1751,88}{7 \cdot 7^3} = 0,45 \text{ Zoll.}$$

*) Die Sekunden sind hier als nicht erheblich weggelassen.

Obgleich, wie schon erwähnt, die Fette vollkommene Sicherheit gegen Bruch gewährt, so findet dennoch ein Durchbiegen Statt, wie sich aus der Formel (7) ergibt. Wenn dieses Durchbiegen hier- nach auch nur sehr gering erscheint, so ist solches dennoch nachtheilig, indem die Verbindung der Art ist, daß bei einem Durchbiegen der Fetten gleichzeitig auch ein Durchbiegen der Sparren erfolgt, weil diese von jenen unmittelbar unterstützt werden. Ferner ist hierbei aber auch noch auf das Schwinden der Hölzer Rücksicht zu nehmen, weil beim Austrocknen der einzelnen Hölzer die Fetten noch mehr zurückgedrängt werden.

Eine weitere Untersuchung ist jetzt darüber anzustellen, ob der untere Stützpunkt der Sparren eine hinlängliche Festigkeit hat und gegen jedes Ausweichen vollkommen gesichert ist.

Oben (5) wurde gefunden, daß jeder einzelne Sparren mit einer Kraft $H = 632,53 \text{ \AA}$ den zu- gehörigen Stichbalken in horizontaler Richtung nach Außen zu schieben strebt, und somit also ein jeder zwischen die Stichbalken der Hauptgebäude eingelegte Wechsel einen horizontalen Zug von drei Sparren, also einer Kraft $= 3 \cdot 632,53 = 1897,59 \text{ \AA}$ Widerstand zu leisten hat.

Nimmt man nun an, daß der Wechsel eine Stärke von 8 und 8 Zoll erhalte, ferner, daß die Stich- balken 3 Zoll tief mit dem Wechsel überschnitten würden, so würd ja alsdann die Widerstand lei- stende Holzstärke nur 5 Zoll hoch anzunehmen ist, wenn c die Höhe des Bogens bezeichnet, bis zu welchem der Wechsel durchbiegen wird,

$$8) \quad c = \frac{1}{48 e^2} \cdot \frac{(12 \cdot 14)^2 \cdot 1897,59}{5 \cdot 8^3} = 0,46 \text{ Zoll sich ergeben.}$$

Gleichzeitig muß auch ein Durchbiegen dieser Wechsel nach verticaler Richtung stattfinden und zwar um so eher, weil diese Wechsel sowohl auf der oberen als auch auf der unteren Seite an ver- schiedenen Stellen ausgeschnitten werden, und also das in einer Länge durchlaufende, nicht durch Ein- schnitte unterbrochene Längenholz höchstens eine Stärke von 3 Zoll bei der Breite von 8 Zoll be- halten kann.

Aus diesem ergibt sich also, daß auch der untere Stützpunkt der Sparren nachgeben wird, und zwar wird dieses um so mehr stattfinden, je mehr das Holz eintrocknet.

Es ist nun ferner noch zu untersuchen, ob auch die schräge Strebe durch die nach zwei ent- gegengesetzten Richtungen und an zwei Stellen wirkenden Kräfte in ihrer Stellung eine Veränderung erleidet, die auf die übrige Verbindung nachtheilig einwirken kann.

Oben haben wir gefunden, daß ein jeder Sparren auf den zugehörigen Stichbalken eine Kraft nach horizontaler Richtung ausübt, welche $= H = 632,53 \text{ \AA}$ ist; da aber auf jede einzelne Strebe die Wirkung von 4 Sparren kommt, so erhält man demnach in jedem Hauptgebäude an dessen Stich- balken eine nach horizontaler Richtung wirkende Kraft

$$= 4 \cdot 632,53 = 2530,12 \text{ \AA.}$$

Zerlegt man diese Kraft nach einer rechtwinklig auf die Strebe angenommenen Richtung und nach der Richtung der Strebe selbst in Seitenkräfte, bezeichnet erstere mit R und letztere mit R' , so erhält man, da der Neigungswinkel der Strebe hier $= 53^\circ 7' 40''$ ist, wofür aber der einfachen Rechnung wegen der Winkel $= 53^\circ 7'$ angenommen werden soll,

$$9) \quad R = 2530,12 \sin 53^\circ 7' = 2024,1 \text{ \AA,}$$

$$10) \quad R' = 2530,12 \cos 53^\circ 7' = 1522 \text{ \AA.}$$

Zerlegt man ferner die im Punkte d der eben erwähnten gerade entgegengesetzt wirkende Kraft $4 D = 4,545,1 = 2180,4 \text{ \AA}$ (4) nach einer rechtwinklig auf die Strebe genommenen Richtung und nach der Richtung der Strebe selbst, bezeichnet zu dem Ende die erstere mit S und die letztere mit S' , so erhält man, da die Kraft $4 D$ mit der Strebe einen Winkel $= 75^\circ 32'$ bildet,

$$11) \quad S = 2180,4 \sin 75^\circ 32' = 2111,3 \text{ \AA,}$$

$$12) \quad S' = 2180,4 \cos 75^\circ 32' = 544,7 \text{ \AA.}$$

Hieraus läßt sich leicht erkennen, daß die Kraft S in Bezug auf Drehung um den Punkt l der Kraft R vollständigen Widerstand leistet, indem, wenn man die Momente dieser beiden Kräfte in Bezug auf Drehung um den Punkt l bildet,

$$\text{das Moment der Kraft } S = 12,5 \cdot 2111,3 = 26392,25 \text{ \AA}$$

und

$$\text{das Moment der Kraft } R = 4,5 \cdot 2024,1 = 9108,45 \text{ \AA}$$

sein würde und somit das Moment der Kraft S beinahe um das Dreifache größer ist, als das Moment der Kraft R .

Untersuchen wir nun ferner, inwiefern die Strebe durch die Wirkung der Kraft R nach Außen hin eine Biegung erleiden wird, so finden wir, da die Stärke der Strebe gleich 8 und 8 Zoll und die Tiefe der Ueberschneidung des Stichbalkens gleich 3 Zoll ist, die Biegung der Strebe, wenn c' die Höhe dieser Biegung bezeichnet,

$$13) \quad c' = \frac{1}{48 e^2} \cdot \frac{(12 \cdot 12,5)^3 \cdot 2111,3}{5 \cdot 8^3} = 0,368 \text{ Zoll.}$$

Auch hieraus folgt, daß die Strebe eine Biegung erhalten wird. Das hier gefundene Resultat ist zwar an und für sich nur gering, allein hält man es mit den übrigen gefundenen Resultaten zusammen, so gewinnt dasselbe um so mehr an Bedeutung, weil man hier mehrfache Umstände, die nothwendig eintreten werden, ganz außer Acht gelassen hat. Hierhin ist zuerst das Schwinden der Hölzer zu rechnen. Wir haben oben erwähnt, daß das Schwinden der Hölzer bis 5 Procent betragen könne; bringen wir dieses in Rechnung, so verändern sich jedenfalls die gefundenen Größen a , c und c' und werden größer. Gleichzeitig lösen sich aber mit dem Schwinden der Hölzer auch die hier angedeuteten festen Knoten, so daß die ganze Festigkeit der Construction alsdann hauptsächlich nur noch auf der Festigkeit der Schraubenbolzen beruht. Dieses ist aber immer eine sehr precäre Sache, denn bei der Weichheit der verwendeten Hölzer und der stets wiederkehrenden Erschütterungen erweitern sich die Bolzenlöcher sehr leicht. Dieser Nachtheil tritt hier um so stärker hervor, weil ein genügender Querverband fehlt und das Dach in Folge dessen zu starken Erschütterungen ausgesetzt ist, welche noch um so bedeutender werden, da hier zugleich auch aller Längenverband fehlt.

304 Eine andere Construction, welche uns Rößler nach demselben Systeme vorführt, ist in Fig. 304 dargestellt. Hier ist ein Kehlgebälk e angenommen, welches durch die Rähmen r, r unterstützt wird. Die Rähmen werden durch die Ständer a , mit denen sie überschritten sind, unterstützt und dadurch in ihrer Lage erhalten, daß die Kehlbalken darauf verkämmt werden. Um ferner aber ein Verschieben dieser Rähmen nach der Länge, und um ein Auseinanderfallen der einzelnen Hölzer aus ihren Verbindungen zu verhindern, sind auch hier die bereits früher erwähnten Verkeilungen, welche nach Rößler dem Knotensysteme eigenthümlich sind, angewendet. Die Verbindung dieser Hölzer mit einander ist
305 in Fig. 305 nach vergrößertem Maßstabe angegeben. Die in Fig. 306 angedeutete Verbindung
306 soll zwar denselben Zweck erfüllen, unterscheidet sich aber von der in Fig. 305 angedeuteten Construction dadurch, daß bei jener die Kehlbalken in den Hauptgebänden nur einfach angeordnet sind, wogegen bei dieser dieselben doppelt sind. In beiden Fällen wird aber der Rähmen r einzig und allein nur durch die Verkeilung des darüber gelegten Kehlgebälks mit demselben in der erforderlichen Lage erhalten. Eine nähere Beschreibung dieser Construction ist nicht nöthig, indem diese genugsam aus den dargestellten Figuren zu entnehmen ist, worin a die Ständer, b die Sparren, c die Kehlbalken und r die Rähmen bezeichnen.

Betrachtet man diese Construction näher, so ergibt sich auch hier gleich wieder, daß dieselbe ebenso, wie die bereits angeführten, an demselben, dem Knotensysteme einmal eigenthümlichen Fehler leidet, nämlich an dem Mangel eines gehörigen Längenverbandes. Die den Längenverband hier verstärken sollende Verkeilung ist ganz nutzlos, und sind die dafür sprechenden Gründe schon genugsam ausgeführt worden. Es tritt aber bei dieser Construction noch ein anderer sehr nachtheiliger Umstand hervor. Trocknet nämlich das Holz der Stärke nach ein, was, wie schon oben angeführt wurde, bis zu 5 Procent stattfinden kann, so entbehrt auch sofort der Rähmen r einen Theil seiner Befestigung, indem der Kehlbalken im Hauptgebände dadurch, daß er mit dem Ständer a überschritten ist und somit von demselben unterstützt wird, und ferner wegen der Befestigung am Sparren, nicht nachsinken kann. Dasselbe findet auch Statt bei den Kehlbalken der Zwischengebände; denn, obgleich diese auch von den beiden Rähmen unterstützt werden, so ist die Anordnung dennoch in der Weise, daß die Rähmen in den Unterstützungspunkten zwar noch unterstützt, jedoch nicht in der nothwendig festen Lage mehr erhalten werden, sondern es werden in Folge des Schwindens der verschiedenen Hölzer diese Verbindungen sehr wackelig und lose. Da nun ferner diese Rähmen kaum ein Drittheil ihrer Breite in den Ausschnitten der Ständer aufliegen und mittelst eines durch den Kehlbalken gesteckten

Holzkeils dicht an den Ständer gehalten werden sollen, so kann es sich bei heftigen Windstößen nur zu leicht ereignen, daß durch die im Dache entstehenden Erschütterungen die zur Feststellung der Rähmen eingetriebenen Keile brechen, und die Rähmen aus ihren Lagern herauskippen, ganz abgesehen von denjenigen Nachtheilen, die durch den gänzlichen Mangel eines Längenverbandes überhaupt schon hervorgerufen werden.

Untersuchen wir nun einmal, inwiefern den am Eingang dieses § aufgestellten drei Bedingungen einer dauerhaften Dachconstruction, durch die bisher beschriebenen nach dem Knotensysteme, ein Genüge geleistet werde, so ergiebt sich sehr leicht aus dem Bisherigen, daß der beabsichtigte Zweck, welchen man durch dieses System zu erreichen glaubt, jedenfalls als ein ganz verfehlter zu betrachten ist. Denn erstlich sind die Verbindungen der einzelnen Theile unter einander nicht so, daß man sie als feste Knoten ansehen, und noch viel weniger ihnen eine Unwandelbarkeit zuschreiben könnte, indem durch das geringste Schwinden der Hölzer nach der Stärke, die sogenannten festen Knoten sich sogleich lösen, durch die durchgezogenen Schraubenbolzen aber verhindert wird, daß die Hölzer so weit nachgeben, um die sich pressenden Fugen wieder zu schließen und so die Spannung zu erhalten. Hieraus folgt aber zweitens, da die Constructionen nicht in sich fest verbunden sind, und daher die ganze Verbindung durch äußere Einwirkungen häufigen Erschütterungen ausgesetzt ist, daß, abgesehen von den übrigen daraus entstehenden Nachtheilen, die darauf zu befestigende Dachdeckung sehr leicht schadhast wird und in Folge dessen die Einwirkung der äußeren Einflüsse nicht in dem Maße abhalten kann, wie dieses nothwendig erforderlich ist. Hinsichtlich der dritten Bedingung glauben die Anhänger des Knotensystems, durch Anwendung desselben eine Holzersparniß erzielen zu können. Allein es ist nicht schwer, die Unrichtigkeit dieser Annahme nachzuweisen, indem man nur die zu einer solchen Construction erforderliche Holzmenge der Länge nach zu berechnen braucht, wobei aber auf die Stärke der zu verwendenden Hölzer ebenfalls sehr Rücksicht zu nehmen ist, da bei diesen Constructionen so vielfache Unterscheidungen vorkommen, und namentlich bei solchen Hölzern, die zum Tragen bestimmt sind, oder doch sonst bedeutenden Widerstand zu leisten haben. Dieses wird bei den weiter unten mitzutheilenden Constructionen noch deutlicher hervortreten.

Ein anderer Umstand, welcher bisher sowohl von dem Erfinder, als auch von den Anhängern des Knotensystems ganz unerwähnt geblieben, ob auch unberücksichtigt, lassen wir dahingestellt sein, betrifft die Aufrichtung eines solchen Daches. Wer nur irgend in der Praxis bewandert ist, wird leicht erkennen, wie schwierig es ist, solche an und für sich gar nicht großen Dächer aufzustellen. Ueberhaupt lassen sich solche Dächer ohne vollständige Gerüste nicht wohl aufrichten. Die Wegräumung der zum Aufrichten dienenden Gerüste ist aber wieder mit einiger Gefahr verbunden, indem, wenn dieses nicht mit großer Vorsicht ausgeführt wird, sehr leicht der Fall eintreten kann, daß das Dach nach der Länge hin verschoben wird, weil eben ein gehöriger Längenverband fehlt.

Wir wollen nunmehr zur näheren Betrachtung derjenigen Constructionen übergehen, wo das Knotensystem auf Hängewerksverbindungen Anwendung findet.

In § 23 haben wir bereits die einfachen und doppelten Hängewerke in ihrer Verbindung genau beschrieben, allein die Anordnungen, welche wir dort angegeben haben, sind in manchen Theilen so wesentlich verschieden von denjenigen, welche bei dem Knotensysteme in Anwendung kommen, daß vorab noch mehres darüber anzuführen ist.

Bei der älteren und gewöhnlichen Anordnung der Hängewerke sind es hauptsächlich die rückwirkenden und absoluten Festigkeiten der Hölzer, welche in Anspruch genommen werden. Nach der Anordnung des Knotensystems wird aber außer den erwähnten Festigkeiten der Hölzer auch noch in einem hohen Grade ihre relative Festigkeit in Anspruch genommen, und zwar in der Art, daß grade die relative Festigkeit derjenigen Hölzer in Anspruch genommen wird, welche eigentlich getragen oder von dem Hängewerke unterstützt werden sollen. Nach der älteren Anordnung suchte man den Streben oberhalb des zu unterstützenden Balkens, und zwar in diesem selbst, feste Stützpunkte zu geben, so daß hierdurch nur hauptsächlich die absolute Festigkeit des Hängewerkstramens in Anspruch genommen wurde. Den Anhängern des Knotensystems genügen aber diese Stützpunkte nicht, sondern sie trennen den Hängewerkstramen nach der Länge, lassen die Streben hindurchgehen und unterhalb desselben gegen die Seitenmauern sich stützen, so daß also diese letzteren nicht allein einen verticalen Druck von der Last des Daches herrührend, erhalten, sondern außerdem noch einen sehr bedeutenden Seitendruck

auszuhalten haben, welchen die durchgehenden Streben des Hängewerks unmittelbar dagegen ausüben. Diese Anordnung wird deshalb gewählt, weil man die Festigkeit der Versäzungen der Streben in den Hängewerksbalken bezweifelt.

Eine andere abweichende Eigenthümlichkeit dieses neuen Systems besteht darin, daß bei doppelten Hängewerken die Streben, welche die mittleren Hängesäulen tragen sollen, häufig ganz des Gegendrucks entbehren, welcher bei den Hängewerken nach der älteren Methode durch den Spannriegel oder Brustriegel hergestellt wird. Statt dieses Spannriegels werden horizontale doppelte Zangen angeordnet, welche die Hängesäulen oberhalb der Streben umfassen, und welche mit den Hängesäulen durch Bolzen verbunden werden, so daß also auf jeder Seite die Hängesäule an diesem Bolzen hängt, und die doppelte Zange wieder von der Strebe unterstützt wird. Die Streben gehen zwischen den Tramen oder Hauptbalken, welcher hier aus zwei neben einander liegenden Halbholzstücken von gleicher Stärke besteht, durch, die dann durch Schraubenbolzen wieder mit einander verbunden sind.

Nachdem wir hier im Allgemeinen einige wesentliche Abweichungen von der sonst üblichen Methode, Hängewerke zu construiren, angedeutet haben, sollen nunmehr verschiedene specielle Fälle angegeben und näher besprochen werden.

288 Betrachten wir zunächst die in Fig. 288 dargestellte Dachconstruction, welche bei einem Güterschoppen auf dem Bahnhofe in Bremen zur Ausführung gekommen ist. In Romberg's Bauzeitung, Jahrgang 1848, lieferte ich eine statische Berechnung dieser Dachconstruction, welche hier aufgenommen werden soll, indem es darnach leichter wird, ein Urtheil über diese und ähnliche Constructions zu fällen.

Im Innern des Daches ist, wie aus der Figur näher hervorgeht, ein doppeltes Hängewerk angeordnet, dessen Streben durch die hier als Zangen angewendeten, doppelten neben einander liegenden Halbholzstücken hindurchgehen und unterwärts derselben in lothrechte, dicht gegen die Seitenmauern gestellte Trempel eingezapft sind, welche letztere auf aus der Mauer ragenden Consolen von Sandstein stehen. Am oberen Ende greifen die Streben mit Versäzungen zum größten Theil in die, die Stelle der Spannriegel vertretenden, ebenfalls doppelt angeordneten Zangen, zum geringen Theil aber nur in die Hängesäulen ein, welche hier in die doppelten Zangen eingelattet und durch Schraubenbolzen damit verbunden sind, so daß also eigentlich nur eine Unterstützung der Zangen, an welche die Hängesäulen befestigt sind, stattfindet. Die erwähnten, auf den Consolen ruhenden Trempel sind in die unteren doppelten Zangen eingelattet.

Die oberen, die Stelle der Spannriegel vertretenden Zangen sind gleichzeitig auf beiden Enden über die jedesmaligen Sparren eines Hauptgebindes übergelattet und an dieser Stelle verbolzt.

Ueber den Hängesäulen liegen Rähmen, auf welchen die Sparren der Zwischengebände ruhen; die Sparren sind auf diese Rähmen verkämmt. Zu demselben Zwecke liegen auch über den oben erwähnten Trempeln Rähmen.

Das Dach ist auf beiden Seiten über die Seitenmauern hin verlängert. Um die Sparren daselbst zu unterstützen, ist am unteren Ende ein Rähmen angebracht und mit dem jedesmaligen Sparren des Hauptgebindes durch einen Bolzen verbunden. Die Zwischensparren sind auf diesen Rähmen verkämmt. Was die Unterstützung dieser Rähmen betrifft, so ist diese in jedem einzelnen Hauptgebände durch folgende Anordnung hergestellt:

Es ist nämlich in jedem Hauptgebände, außerhalb der Seitenmauern, ein auf einer aus der Mauer ragenden Console ruhender lothrechtler Trempel aufgestellt, welcher mit seinem oberen Ende in ein dicht unter dem Sparren und in dessen Richtung liegendes Holz eingezapft ist. Dieses schräg liegende Holz ist aber am unteren Ende wieder in den erwähnten Rähmen eingezapft, und zur unmittelbaren Unterstützung jenes Holzes ist ein Winkelband angeordnet, welches in dieses und in den lothrechten Trempel mit Versäzungen eingezapft ist. Endlich ist noch eine doppelte Zange angeordnet, welche durch die Mauer gehend, mit dem inneren und dem äußeren Trempel, so wie ferner mit dem Winkelbände, dem schräg liegenden Holze und mit dem Sparren überlattet und theilweise mit diesen Hölzern verbolzt ist.

Zwischen je zwei Hauptgebänden, deren Entfernung von Mitte zu Mitte 15 Fuß 6 Zoll beträgt, liegen immer drei Leergebände. Die lichte Entfernung der beiden Seitenmauern von einander

beträgt 39 Fuß 6 Zoll, und die Höhe derselben vom Fußboden bis zur Unterkante der unteren doppelten Zange 18 Fuß. *) Der Neigungswinkel der Dachfläche ist gleich 22° .

Um den Seitendruck, so wie überhaupt die daraus entstehenden Wirkungen bestimmen zu können, ist es vorab nothwendig, das Gewicht der Constructionshölzer, so wie auch dasjenige der Bedachung, zu ermitteln.

Die Länge der einzelnen Sparren beträgt hier 39 Fuß bei einer Stärke von 6 und 6 Zoll; mithin ist der Cubikinhalte eines jeden einzelnen Sparrens gleich 9,75 Cubikfuß. Das Gewicht eines einzelnen Sparrens beträgt sonach $9,75 \times 31 = 302,25 \text{ \textit{fl.}}$

Die Zwischenweite der Sparren beträgt von Mitte zu Mitte 3 Fuß 10 1/2 Zoll oder 3,875 Fuß, und da jeder einzelne Sparren immer zwei halbe Zwischenweiten der Dachbedeckung zu tragen hat, so ist demnach die zu jedem einzelnen Sparren gehörige Bedachungsfläche gleich $3,875 \times 39 = 151,125$ Quadratfuß. Das Dach ist mit 1 1/4 Zoll starken Dielen eingeschalt, mithin der Cubikinhalte der Dachverschalung gleich $151,125 \times 0,104 = 15,717$ Cubikfuß, und sonach das Gewicht derselben gleich $15,717 \times 31 = 487,227 \text{ \textit{fl.}}$

Hierzu kommt ferner noch das Gewicht der Schieferbedachung; rechnet man für den Quadratfuß derselben nur 3 \textit{fl.}, so beträgt das Gewicht für die erwähnte Fläche $151,125 \times 3 = 453,375 \text{ \textit{fl.}}$ Hiernach ist also das Gewicht eines einzelnen Sparrens mit Einschluß der zugehörigen Bedeckungslast $= 302,25 + 487,227 + 453,375 \text{ \textit{fl.}} = 1242,852 \text{ \textit{fl.}}$

Da aber dieses Gewicht auf den ganzen Sparren gleichmäßig vertheilt ist, so ergibt sich das Gewicht eines laufenden Fußes des Sparrens gleich $\frac{1242,852}{39} = 31,868 \text{ \textit{fl.}}$

Wie aus der Zeichnung ersichtlich ist, so sind auf jeder Seite des Daches vier Stützpunkte a, b, c und d, von welchen das Dach getragen wird. Da nun der Punkt c als Hauptstützpunkt zu betrachten ist, indem von der Festigkeit dieses Punktes diejenige der übrigen Stützpunkte, und somit auch die Festigkeit der ganzen Construction abhängt, und weil ferner die Unterstützungen der auf beiden Seiten der Mauer vorhandenen übrigen Stützpunkte a, b und d von einander mehr oder weniger unabhängig sind, so kann man auch bei Ausmittlung des Drucks auf die einzelnen Stützpunkte der Sparren, der leichteren Berechnung wegen, einen jeden Sparren als aus zwei Stücken bestehend ansehen, wo dann der eine Theil in den Punkten a, b und c, und der andere Theil in den Punkten c und d unterstützt wird.

Bei dieser Annahme findet man, da die Entfernung zwischen a und b, nach der Richtung der Sparren gemessen, 7 Fuß 3 Zoll, und die zwischen b und c, nach derselben Richtung gemessen, 14 Fuß 4 Zoll beträgt, die verschiedenen Wirkungen des Druckes in den Punkten a, b und c, und zwar den Druck in a $= 31,07 \text{ \textit{fl.}}$; den Druck in b $= 471,26 \text{ \textit{fl.}}$ und den Druck in c $= 185,47 \text{ \textit{fl.}}$

In Betreff des über die Mauer hinwegragenden Theiles des Sparrens, welcher in den Punkten c und d unterstützt wird, erhält man, da die Entfernung dieser beiden Punkte 14 Fuß 4 Zoll beträgt und außerdem die Sparren über den Punkt d noch um 3 Fuß 1 Zoll hinwegragen,

$$\text{den Druck in c} = \frac{1}{2} \cdot 14,333 \cdot 31,868 = 228,38 \text{ \textit{fl.}}$$

$$\text{den Druck in d} = (\frac{1}{2} \cdot 14,333 + 3) \cdot 31,868 = 323,98 \text{ \textit{fl.}}$$

Denkt man sich diese verschiedenen Gewichte in den zugehörigen Punkten a, b, c und d als lothrecht wirkend angebracht, so entstehen in jedem dieser Punkte, da der Sparren eine geneigte Lage erhält, Wirkungen, welche dieselben nach gewissen Richtungen fortzuschieben streben. Um die Größen dieser verschiedenen Wirkungen zu ermitteln, hat man eine jede einzelne der eben gefundenen, in den Punkten a, b, c und d lothrecht wirkenden Kräfte nach bestimmten Richtungen zu zerlegen.

Wie schon oben angeführt, ist der Neigungswinkel der Dachfläche gleich 22° ; zerlegt man daher die im Punkte a als wirkend gefundene Kraft nach horizontaler Richtung und nach der Richtung des Sparrens in Seitenkräfte, bezeichnet erstere mit A und letztere mit A', so erhält man

$$1. \quad A = 31,07 \cotg 22^\circ = 76,90 \text{ \textit{fl.}} \text{ und}$$

$$2. \quad A' = 31,07 \operatorname{Cosec} 22^\circ = 82,94 \text{ \textit{fl.}}$$

Die Kraft A wird von der gleich großen horizontal wirkenden Seitenkraft des Gegensparrens

*) Das hier angeführte Maß ist Bremer Maß.

vollständig aufgehoben; dagegen pflanzt sich die Kraft A' nach der Richtung des Sparrens auf dessen unteren Stützpunkt fort.

Zerlegt man ferner die im Punkte b als wirkend ermittelte Kraft in Seitenkräfte, und zwar nach der Richtung des Sparrens und nach einer darauf rechtwinklig genommenen Richtung, bezeichnet erstere mit B und letztere mit B' , so erhält man

$$3. B = 471,26 \sin 22^\circ = 176,53 \text{ \textit{H}} \text{ und}$$

$$4. B' = 471,26 \cos 22^\circ = 436,94 \text{ \textit{H}}.$$

Die erstere Kraft B pflanzt sich in der Richtung des Sparrens fort und zeigt daher an dieser Stelle die Größe des Bestrebens an, um abzugleiten; die letztere Kraft B' dagegen wirkt unmittelbar auf den Stützpunkt b . Da aber die Kraft B' den Punkt b sowohl nach verticaler, als auch nach horizontaler Richtung fortzuschieben strebt, so zerlegt man, um diese einzelnen Wirkungen ihrer Größe nach zu erhalten, die Kraft B' nach horizontaler und verticaler Richtung wieder in Seitenkräfte. Bezeichnet man alsdann erstere mit B'' und letztere mit B''' , so erhält man

$$5. B'' = 436,94 \sin 22^\circ = 163,68 \text{ \textit{H}} \text{ und}$$

$$6. B''' = 436,94 \cos 22^\circ = 405,12 \text{ \textit{H}}.$$

Die im Punkte c wirkende Kraft äußert nach denselben Richtungen auf den Punkt c ein Bestreben, wie die im Punkte b wirkende Kraft. Zerlegt man daher die Kraft im Punkte c in Seitenkräfte und bezeichnet dieselben, analog mit den in b gefundenen Seitenkräften, mit C , C' , C'' , C''' , so erhält man

$$7. C = 413,85 \sin 22^\circ = 155,03 \text{ \textit{H}};$$

$$8. C' = 413,85 \cos 22^\circ = 383,71 \text{ \textit{H}};$$

$$9. C'' = 413,85 \cos 22^\circ \cdot \sin 22^\circ = 143,74 \text{ \textit{H}};$$

$$10. C''' = 413,85 \cdot (\cos 22^\circ)^2 = 355,77 \text{ \textit{H}}.$$

Aus den bisherigen Zerlegungen in Seitenkräfte ergab sich in den Punkten a , b und c jedesmal eine in der Richtung des Sparrens sich fortpflanzende Kraft, und zwar

$$\text{im Punkte } a \text{ die Kraft } A' = 82,94 \text{ \textit{H}};$$

$$= \quad = \quad b \quad = \quad = \quad B = 176,53 \text{ \textit{H}};$$

$$= \quad = \quad c \quad = \quad = \quad C = 155,03 \text{ \textit{H}}.$$

Diese drei Kräfte, deren Summe gleich $414,5 \text{ \textit{H}}$ ist, wirken vereint auf den untersten Stützpunkt d , und es zeigt die Größe dieser Summe somit dasjenige Bestreben an, womit ein jeder einzelne Sparren abzugleiten strebt. Da aber zu einem Hauptgebäude, woran der Rahmen d befestigt ist, jedesmal vier Sparrengebäude gehören, so hat hiernach der Stützpunkt d im Hauptgebäude selbst einen Druck nach der Richtung des Sparrens auszuhalten gleich $4 \times 414,5 = 1658 \text{ \textit{H}}$.

Außerdem wirkt aber im Stützpunkt d bei jedem einzelnen Sparren eine vertical herabwirkende Kraft, welche oben gleich $323,98 \text{ \textit{H}}$ gefunden wurde; mithin erhält man im Stützpunkte d des Hauptgebüdes einen vertical herabwirkenden Druck gleich $4 \times 323,98 = 1295,92 \text{ \textit{H}}$.

Da aber im Hauptgebäude der Punkt d nicht unmittelbar unterstützt wird, sondern diese Unterstützung um einige Fuß nach Innen davon entfernt ist, so ist zunächst zu ermitteln, welche Wirkung bei dieser Anordnung durch die Kraft $1295,92 \text{ \textit{H}}$ auf den zurückliegenden Stützpunkt hervorgebracht wird.

Die Länge des Sparrentheiles cd ist gleich $14,333$ Fuß, die Länge $df = 4,5$ Fuß, also $cf = 9,833$ Fuß.

Aus der Kraft $1295,92 \text{ \textit{H}}$, welche im Punkte d des Hauptgebüdes wirksam ist, entspringt sonach in f eine Verticalpressung von Oben nach Unten

$$= \frac{14,333}{9,833} \cdot 1295,92 = 1888,98 \text{ \textit{H}};$$

dagegen entspringt hieraus im Punkte c eine Verticalpressung von Unten nach Oben, also gerade entgegengesetzt, $= \frac{4,5}{9,833} \cdot 1295,92 = 593,06 \text{ \textit{H}}$.

Da nun der Neigungswinkel des Sparrens gleich 22° und derjenige der Strebe gleich 45° ist, so zerlegt sich der erstere Verticaldruck oder die Kraft $1888,98 \text{ \textit{H}}$ in Seitenkräfte nach der Richtung des Sparrens und nach der Richtung der Strebe. Bezeichnet man nun erstere mit S und letztere

mit S' , so erhält man

$$11. S = \frac{1888,9 \sin 45^\circ}{\cos 23^\circ} = 1451 \text{ } \mathcal{L} \text{ und}$$

$$12. S' = \frac{1888,9 \sin 68^\circ}{\cos 23^\circ} = 1902,6 \text{ } \mathcal{L}.$$

Um den Seitendruck zu finden, welcher vom übrigen Theile des Daches auf die Seitenmauern ausgeübt wird, ist zunächst wieder derjenige Druck zu ermitteln, den jedes einzelne Hängewerk, dessen Streben, wie schon oben angeführt, unmittelbar gegen die Seitenmauern wirken, von der Dachlast zu erleiden hat.

Wie aus der Zeichnung näher ersichtlich, so ist es der im Punkte b von der Dachlast herührende Verticaldruck, welcher hier in Betracht kommt, indem derselbe durch die Anordnung der über den Hängesäulen liegenden Rähmen unmittelbar auf jedes Hängewerk verpflanzt wird. Da aber zwischen je zwei Hauptgebänden drei Leergebinde liegen und im Hauptgebände selbst noch ein viertes Sparrengebände vorhanden ist, so wird also vermittelst der Rähmen, und zwar auf jeder Seite des Daches, eine Last auf jedes einzelne Hängewerk verpflanzt, die gleich $4 \cdot B' = 1620,48 \text{ } \mathcal{L}$ ist, und da nun auf jeder Seite des Hängewerks eine solche Last wirkt, so ist also die Gesamtlast, welche auf jedes einzelne Hängewerk wirkt, $= 2 \times 1620,48 = 3240,96 \text{ } \mathcal{L}$.

Es wirken aber ferner noch die einzelnen Verbandhölzer eines Hängewerks durch ihr eigenes Gewicht, und ist daher dieses vorab zu ermitteln.

Die mittlere Länge der oberen horizontalen doppelten Zange, welche die Stelle des Spannriegels in jedem Hängewerke vertritt, beträgt 20 Fuß, und da eine jede eine Stärke von 8 und 9 Zoll hat, so ist demnach der Cubikinhalte einer solchen doppelten Zange gleich $2 \times 20 \cdot \frac{8}{12} \cdot \frac{9}{12} = 20 \text{ Cubikfuß}$ und daher das Gewicht derselben gleich $20 \times 31 = 620 \text{ } \mathcal{L}$.

Die Stärke der beiden Rähmen ist jedesmal gleich 8 und 10 Zoll, und ihre Länge gleich 15 Fuß 6 Zoll, mithin der Cubikinhalte eines jeden Rähmen gleich $15,5 \times 0,666 \times 0,833 = 8,599 \text{ Cubikfuß}$, und daher das Gewicht der beiden Rähmen zusammen gleich $2 \times 8,599 \times 31 = 533,13 \text{ } \mathcal{L}$.

Der Cubikinhalte einer jeden Hängesäule ist, da ihre Länge gleich 6 Fuß, und ihre Stärke gleich 8 und 8 Zoll ist, gleich $6 \times 0,666 \times 0,666 = 2,66 \text{ Cubikfuß}$, und demnach das Gewicht beider Hängesäulen zusammengenommen gleich $2 \times 2,66 \times 31 = 164,92 \text{ } \mathcal{L}$.

Die Länge des Balkens, welcher hier aus zwei neben einander liegenden und durch Bolzen verbundenen Hölzern von 5 und 10 Zoll Stärke besteht, ist gleich 46 Fuß, und daher der Cubikinhalte eines solchen doppelten Balkens gleich $46 \times 0,833 \times 0,833 = 31,918 \text{ Cubikfuß}$, und demnach das Gewicht desselben gleich $31,918 \times 31 = 989,458 \text{ } \mathcal{L}$. Hiernach beträgt das Gewicht des laufenden Fußes des Balkens gleich 21,5 \mathcal{L} .

Dieser Balken liegt an beiden Enden auf den Seitenmauern und wird im Innern noch dadurch unterstützt, daß er mit den Streben des Hängewerks jedesmal verbolzt ist. Außerdem ist derselbe noch mit den Hängesäulen verbunden; allein da die angehängte Last unmittelbar auf die Streben zurückwirkt, so sind hier nur die vier bezeichneten Punkte anzunehmen.

Es beträgt nun die Entfernung der beiden äußersten Unterstützungspunkte von einander 39 Fuß 6 Zoll, und der Abstand jedes inneren Stützpunktes von der zugehörigen Seitenmauer 6,25 Fuß.

Nach Eytelwein erhält man den Druck auf jeden der beiden inneren Stützpunkte, also auf jede der beiden Streben $= 540,51 \text{ } \mathcal{L}$, und denjenigen auf jeden der beiden äußeren $= 116 \text{ } \mathcal{L}$.*

Diese hier gefundenen Werthe erhält man auch mit sehr geringen Abweichungen nach den Formeln, welche Moseley in seinen mechanischen Principien der Ingenieurkunst und Architektur aufstellt. Diese Formeln sind:

* Die Formeln nach Eytelwein sind:

$$Q = \frac{8b^3 + c^3 - 4bc^2}{8c(3b - 2c)} \cdot g.$$

$$Q' = \frac{24b^2c - 8b^3 - c^3 - 12bc^2}{8c(3b - 2c)} \cdot g.$$

Es ist hier $b = 19,75 \text{ Fuß}$; $c = 6,25 \text{ Fuß}$; $g = 21,5 \text{ Fuß}$.

$$Q = \frac{b(2-n)}{8 \cdot n} \cdot \frac{4+2n-n^2}{3-2n} \cdot g; \text{ und}$$

$$Q' = \frac{b}{8n} \cdot \frac{-8+24n-12n^2-n^3}{3-2n} \cdot g.$$

$$\text{Es ist hier } n = \frac{c}{b} = \frac{100}{316}.$$

Hieraus geht nun hervor, daß der Druck auf die äußeren Stützpunkte ein negativer wird. Da aber der Balken, wie schon erwähnt, innerhalb der beiden inneren Stützpunkte angehängt ist, so kann man, wie bei der Bestimmung der eben gefundenen Werthe vorausgesetzt wurde, den Balken nicht durchaus als einen biegsamen Körper annehmen, sondern es wird hier zulässig sein und überhaupt auch kein sehr abweichendes Resultat ergeben, wenn man den Balken als einen starren, unbiegsamen Körper annimmt. In diesem Falle erhält man den Druck auf jeden der beiden äußeren Punkte gleich 137,06 \mathcal{L} , und den Druck auf jeden der beiden inneren Stützpunkte gleich 357,43 \mathcal{L} . Zu dieser letzteren Annahme ist man ferner noch dadurch berechtigt, daß die Balken über die Seitenmauern hinwegliegen und mit dem Sparren wieder durch Bolzen verbunden sind, also das Gewicht dieser Theile dem negativen Druck als Gegengewicht entgegenwirkt.

Endlich haben wir nun noch das Gewicht der Streben zu ermitteln. Dieselben erhalten eine Länge von 16 Fuß bei einer Stärke von 8 und 8 Zoll, und es ist daher der Cubikinhalte einer jeden gleich 7,096 Cubikfuß, und daher das Gewicht einer solchen = $7,096 \times 31 = 219,97 \mathcal{L}$. Da aber die Strebe mit dem Balken verbolzt ist, so hat man zu dem eben gefundenen Gewichte der Strebe noch das Gewicht desjenigen Theils des Balkens, welcher durch die Strebe unmittelbar unterstützt wird, hinzu zu addiren, so daß also das Gesamtgewicht der Strebe hiernach $219,97 + 357,43 = 577,4 \mathcal{L}$ beträgt. Von diesem Gewichte kann man, ohne bedeutend zu fehlen, annehmen, daß die eine Hälfte im Anfallpunkte der Strebe, die andere dagegen im Stützpunkte derselben wirke, und hat man dann auf jedes einzelne Hängewerk einen Gesamtdruck gleich

$$3240,96 + 620 + 533,13 + 164,92 + 288,7 + 288,7 = 5136,41 \mathcal{L},$$

so daß nun, da jedes Hängewerk zwei Hängesäulen hat, der Druck auf jede einzelne Hängesäule sich gleich $\frac{5136,41}{2} = 2568,2 \mathcal{L}$ ergibt.

Durch diese auf jede einzelne Hängesäule wirkende Kraft erleidet nun nicht allein der Spannriegel, sondern es erleiden auch ebenfalls die Streben, vorausgesetzt, daß sie ein festes Widerlager haben, eine bedeutende Einwirkung. Denkt man sich daher an jeder Hängesäule eine Last von 2568,2 \mathcal{L} angehängt, wodurch dieselbe nach verticaler Richtung abwärts gezogen wird, so zerlegt sich, um die Größe der einzelnen Wirkungen auf die Streben und auf den Spannriegel zu ermitteln, diese Last in Seitenkräfte nach horizontaler Richtung und nach der Richtung der Strebe. Bezeichnet man nun erstere mit H und letztere mit H' , so erhält man, da der Winkel der Strebe mit dem Horizonte gleich $38^\circ 22'$ ist,

$$13. \quad H = 2568,2 \operatorname{Cotg} 38^\circ 22' = 3244,1 \mathcal{L};$$

$$14. \quad H' = 2568,2 \operatorname{Cosec} 38^\circ 22' = 4137,5 \mathcal{L}.$$

Die erstere Kraft H würde von der gleich großen entgegengesetzt wirkenden Kraft, von der zweiten Hängesäule herrührend, vollständig aufgehoben werden, wenn die Anordnung des Hängewerks der Art wäre, daß die Streben einen gehörigen Gegendruck hätten, wogegen sie jetzt nur mit einer Verfassung in die obere doppelte Zange eingreifen. Wir wollen aber dennoch annehmen, daß diese Kraft H durch eine gleich große entgegengesetzt wirkende Horizontalkraft vollständig aufgehoben würde. — Was dagegen die Kraft H' betrifft, so pflanzt sich dieselbe in der Richtung der Strebe auf deren unteren Stützpunkt fort und wirkt in dieser Richtung auf die Seitenmauern und deren Umschub. Außer dieser wirkt aber ebenfalls, und zwar von Außen her, die unter 11. gefundene Kraft $S = 1451 \mathcal{L}$ auf den Umsturz der Mauer. Zerlegt man diese Kräfte nicht weiter, sondern berechnet die Momente derselben in Hinsicht auf die von ihnen beabsichtigte Umwerfung der Mauer, so ist das Moment der Kraft H' (s. Fig. 288 A) gleich $H' \cdot mn$, und das Moment der Kraft S gleich $S \cdot np$ in Bezug auf n als Drehpunkt.

Es ist nun, da die Entfernung des Angriffspunktes der Kraft H' vom Drehpunkte n gleich

14 Fuß ist, $mn = 14 \sin 51^\circ 38' = 10,976$,
also das Moment der Kraft H' in Bezug auf das Umwerfen der Seitenmauer oder

$$15. H' \cdot mn = 10,976 \cdot 4137,5 = 45413,2 \text{ \textit{Z}}.$$

Es ist ferner, da die Entfernung des Angriffspunktes der Kraft S vom Drehpunkte n gleich 18 Fuß ist,

$$np = 18 \cdot \sin 68^\circ = 16,689',$$

mithin das Moment der Kraft S oder

$$16. S \cdot np = 16,689 \cdot 1451 = 24215,739 \text{ \textit{Z}}.$$

Nehmen wir nun ferner an, daß die Seitenmauern von ganz gleichmäßiger Structur seien, also daß jede Mauer als ein völlig gleichförmiger, aus einem Stücke bestehender Körper betrachtet werden könnte, so ist, da die Länge des in Frage kommenden Mauertheils gleich 15,5 Fuß beträgt, wovon der eine Theil von 3 Fuß 6 Zoll Länge eine Stärke von 2 Fuß 6 Zoll, der andere Theil aber nur eine Stärke von 2 Fuß hat, der Cubikinhalte der Mauer bei einer Höhe von 18 Fuß gleich $(3,5 \times 2 \cdot 5 + 12 \times 2) \cdot 18 = 157,5' + 432'$. Der erstere Theil hat in Beziehung auf den Drehpunkt n einen Hebelarm = 1,25', der letztere dagegen einen Hebelarm = 1,5'; nimmt man nun den Cubikfuß Mauerwerk wegen Abzug der Fensteröffnungen durchschnittlich zu 100 \textit{Z} Schwere an, so würde das Stabilitätsmoment der ganzen Mauer oder

$$17. M = 157,5 \times 100 \times 1,25 + 432 \times 100 \times 1,5 = 84487,5 \text{ \textit{Z}} \text{ sein.}$$

Außerdem haben wir oben Kräfte gefunden, durch welche die Stabilität der Mauer noch vermehrt wird, indem sie theils den auf den Umsturz der Mauer wirkenden Kräften gerade entgegen gesetzt sind, theils aber auch auf die Mauer vertical drücken. Zunächst haben wir die oben unter 12. gefundene Kraft $S' = 1902,6$ näher zu betrachten. Diese Kraft wirkt in der Richtung des Strebebandes; zerlegt man dieselbe nicht weiter, sondern bestimmt nur das Moment derselben in Hinsicht auf den Umschub der Mauer nach der inneren Seite hin, so ist das Moment dieser Kraft = $S' \cdot ng$. Es ist nun, da der Angriffspunkt dieser Kraft vom Drehpunkte n um 9 Fuß entfernt, und der Neigungswinkel des Strebebandes gleich 45 Grad ist,

$$ng = 9 \sin 45^\circ = 6,3639, \text{ also}$$

$$18. ng \cdot S' = 12107,95 \text{ \textit{Z}}.$$

Ferner aber kommen auch die vertical abwärts auf die Mauer wirkenden Kräfte der Stabilität der Mauer noch zu Hülfe. Wir haben oben (10) die Kraft $C' = 355,77 \text{ \textit{Z}}$ gefunden; da diese Kraft aber nur für einen einzelnen Sparren gilt, und zu einem Hauptgebände immer vier Sparren gehören, so hat man also die Gesamtkraft im Hauptgebände = $4 \cdot 355,77 = 1423,08 \text{ \textit{Z}}$. Dieser Kraft wirkt aber, wie oben gefunden wurde, eine von unten nach oben vertical wirkend entstehende Kraft gleich 593,06 \textit{Z} entgegen, und ist es daher bloß die Differenz dieser beiden Kräfte, welche der Stabilität der Mauer zu Statten kommt, und beträgt diese Differenz $1423,08 - 593,06 = 830,02 \text{ \textit{Z}}$.

Nimmt man nun an, da diese Kraft durch ihre Schwere vertical auf die Mauer wirkt, daß sie im Schwerpunkte derselben wirksam sei, so hätte man das Moment derselben = $1,5 \times 830,02 = 1245,03 \text{ \textit{Z}}$.

Es ist daher die Summe der Stabilitätsmomente der Mauer, nach obigen Annahmen

$$= 84487,5 + 12107,95 + 1245,03 = 97840,48 \text{ \textit{Z}}.$$

Die Summe der Momente dagegen, welche auf den Umsturz der Mauer wirken, ist gleich

$$45413,2 + 24215,739 = 69628,9 \text{ \textit{Z}},$$

und somit wäre hier ein Stabilitätsüberschuß

$$= 97840,48 - 69628,9 = 28211,58 \text{ \textit{Z}}.$$

Bei der Bestimmung dieses Stabilitätsüberschusses ist nun aber wohl zu berücksichtigen, daß die Seitenmauern nicht als durchaus starre Körper zu betrachten sind, sondern daß, da sie aus vielen kleineren Körpern zusammengesetzt sind, die nur durch den dazwischen gelegten Mörtel mit einander verbunden werden, die Stabilität der Mauern nach Oben hin immer mehr abnimmt. Ferner sind die Stützpunkte der Construction nicht durch Querverbindungen so mit einander verbunden, daß der Druck des Hauptgebändes auf eine größere Fläche vertheilt wird. Deshalb haben wir schon weiter oben angeführt, daß eine statische Berechnung durchaus keine so genauen Resultate ergiebt, daß sie unmittelbar für die Praxis anwendbar wären, indem zu viele Umstände obwalten, die bei einer

solchen Berechnung unberücksichtigt bleiben und überhaupt auch nicht einmal annähernd in dieselbe mit aufgenommen werden können. Nichts desto weniger giebt sie uns aber Anhaltspunkte, welche uns in den Stand setzen, eine Construction besser beurtheilen zu können.

288 Betrachten wir nunmehr die Figur 288 näher, so ergiebt sich leicht, daß die hier angeordnete Unterstüßung des Daches in der Mitte nur als eine mangelhafte bezeichnet werden kann.

Bei Anordnung eines Hängewerks ist zunächst immer zu berücksichtigen, daß die, durch das Zueinanderpressen der gegen einander gestützten Hölzer entstehende Senkung, unschädlich gemacht werde, was man gewöhnlich dadurch zu erreichen sucht, daß man die Construction um einige Zolle überhöht. In vorliegendem Falle haben wir es nun eigentlich mit keinem Hängewerke zu thun, sondern es ist die Anordnung von der Art, daß eine doppelte horizontale Zange durch zwei schräg stehende Hölzer unterstüßt wird, wo dann ferner zwischen den beiden Hölzern dieser doppelten Zange zwei Hängesäulen eingeschnitten und an dieselben mit Schraubenbolzen angehängt sind. Es fehlt hier also durchaus die nöthige Verspannung des Hängewerks. Die schrägen Streben, welche, wie wir oben gesehen haben, einen sehr bedeutenden Druck erleiden, pflanzen diesen unmittelbar in der ihnen eigenen Richtung gegen die Seitenmauern fort. Diese Streben sind, etwa in ihrer Mitte, mit der unteren doppelten Zange, welche hier die Stelle des Hauptbalkens vertritt, überschnitten und verbolzt, und sollen die hierdurch entstehenden Verbindungspunkte feste Knoten vorstellen. Die Festigkeit dieser beiden Punkte beruht nun unbedingt auf der Unwandelbarkeit der Dreiecke, welche auf jeder Seite durch die Streben mit den Hängesäulen der unteren doppelten Zange und den Seitenmauern gebildet werden. Diese Dreiecke sind aber nicht als unwandelbar anzusehen, denn die Festigkeit der Endpunkte geht schon durch das Eintrocknen der Hölzer selbst verloren; ferner aber ist Holz ein zu weicher Körper, als daß die Langfasern des Holzes dem Eindringen und Einkneifen des Hirnholzes widerstehen könnten. Endlich wird die Festigkeit dieser Dreiecke auch noch dadurch bedeutend vermindert, daß die relative Festigkeit der unteren doppelten Zange zu sehr in Anspruch genommen wird, indem vermittelst der Hängesäulen ein großer Theil der Last des Daches direct auf dieselbe verpflanzt wird, wodurch nothwendig ein Durchbiegen entstehen muß, in Folge dessen sich die Enden heben, weil die Verbindungspunkte der Zange mit den Streben weniger nachgeben können. Bei einer genauen Inaugenscheinnahme dieser Construction, fand ich die Dachfläche bei b und d so bedeutend eingesenkt, daß es ohne alle weitere Untersuchung wahrzunehmen war. Ferner hatten sich in der ganzen Länge des Gebäudes bei a die Dachflächen von einander getrennt, und zwar um fast 2 Zoll, welches hauptsächlich daher rühren mochte, daß die Widerlager der Construction nachgegeben hatten, nämlich daß die Seitenmauern um etwas aus ihrer lothrechten Stellung gewichen waren.

Untersuchen wir überhaupt, zu welchem Zwecke bei Anordnung von Hängewerken die Streben nicht unmittelbar in die Enden des anzuhängenden Balkens mit Zapfen und Versagungen eingesetzt werden, sondern warum man es vorzieht, die Streben unterhalb dieses Balkens gegen die Seitenmauern zu stützen, so sind wir gar nicht im Stande, irgend einen vernünftigen Grund dafür anzugeben. Die Befürchtung, daß die Versagungen abspringen würden, ist in der That zu wenig stichhaltig, als daß sie irgend einer Berücksichtigung werth wäre. Bei größeren Constructionen kommt solches wohl in Rücksicht, aber in den vorliegenden Fällen ist es in der That zu absurd, solche Gründe aufzustellen. Und selbst angenommen, es könnte hier eintreten, so lassen sich diese Versagungen durch Eisenverbindungen so verstärken, daß ein Ausweichen der Streben gänzlich verhindert wird, wie wir weiter unten noch sehen werden.

293 Vergleichen wir dagegen die in Fig. 293 dargestellte Construction, welche über einem Maschinenhause auf dem Bahnhofe zu Hannover ausgeführt ist, mit der eben beschriebenen in Fig. 288, so läßt sich sehr leicht erkennen, daß, trotzdem bei jener die zu überspannende Weite bedeutend größer ist, die Construction dennoch weit sicherer und solider ist, und auch weit mehr Tragfähigkeit besitzt, als die in Fig. 288 dargestellte, weil hier der Schub der Streben des Hängewerks unmittelbar von dem zu unterstützenden Balken aufgenommen, und somit dessen absolute Festigkeit in Anspruch genommen wird, welche übrigens so groß ist, daß sie nicht weiter in Betracht gezogen zu werden braucht. Dadurch nun, daß der Schub der Streben von dem Balken aufgenommen wird, kann derselbe keine Wirkung gegen die Seitenmauern äußern, sondern es entsteht hier nur ein verticaler Druck auf die Seitenmauern, welcher der ganzen Dachlast und der zufälligen Belastung gleich ist. Es ge-

hört daher diese Construction auch nicht zum Knotensystem, wenigstens ist sie, streng genommen, nicht dahin zu rechnen, indem sie, mit Ausnahme der an beiden Seiten angebrachten schrägen doppelten Bänder, nichts weiter Eigenthümliches hat, wodurch sich sonst das Knotensystem in seiner ferneren Ausbildung in Bezug auf Anordnung der Hängewerke auszeichnet.

Dasselbe kann man auch von dem mittleren Theil der in Fig. 294 dargestellten Dachconstruction 294 sagen, welche über einem auf dem Bahnhofe zu Bücheburg erbauten Güterschoppen zur Ausführung gekommen ist. Was die zu beiden Seiten angeordneten Ueberdachungen betrifft, so liegt klar auf der Hand, daß diese eine weit zweckmäßigere Anordnung erhalten hätten, wenn man den unteren Bändern a, a eine steilere Stellung gegeben hätte. Diese Bänder sollen dazu dienen, die vorragenden Ueberdachungen zu stützen; dieser Zweck wird aber nur mangelhaft erreicht, weil die Bänder zu flach liegen und die vordere Verfassung, mit welcher sie in den Balken greifen, zu spitz wird. Durch diese flache Lage des Bandes wird die verticale Pressung auf den vorderen Endpunkt desselben bedeutend vergrößert, dagegen die Pressung, welche das Band nach seiner Richtung erleidet, geringer. Man hat diesen Nachtheil nun dadurch aufzuheben versucht, daß man die doppelten Bänder b, b angeordnet hat; allein diese Bänder haben nicht den großen Nutzen und vermindern nur wenig die Wirkung der verticalen Pressung, welche das Band a zu erleiden hat.

Betrachten wir ferner die in Fig. 289 dargestellte Dachconstruction über einem Wagenschoppen 289 auf dem Bahnhofe zu Wunstorf, so läßt sich wahrlich kein stichhaltiger Grund denken, warum man hier den durchgehenden Balken getrennt hat, und die Streben des Hängewerks durchgehen und bis gegen die Seitenmauern reichen ließ, also auf diese Weise den Druck des Hängewerks vermittelt der Streben unmittelbar gegen die Seitenmauern verpflanzte, wo man dagegen diesen Seitendruck weit einfacher in einen Verticaldruck auf die Mauern hätte verwandeln können, wenn man den Balken nicht durchgetrennt und die Streben des Hängewerks unmittelbar in denselben mit Verfassung eingezapft hätte.

Wir haben bis jetzt noch in keinem Werke, worin das Knotensystem abgehandelt wird, einen Grund angegeben gefunden, warum diese Anordnung der sonst bei Hängewerken üblichen Construction vorgezogen zu werden verdiente. Man umgeht dieses ganz, und anstatt solche Gegenstände gründlich zu erörtern, ergeht man sich lieber in allgemeinen Redensarten und spricht immer von festen Knoten, die aber nicht zu finden sind. — Ueberhaupt ist es auch dunkel, warum man diejenigen Hölzer der Länge nach durchtrennt, welche Hauptverbindungs-hölzer sind, als namentlich die unteren Balken und die Brustriegel bei Hängewerken, und diese durchgetrennten Hälften durch Bolzen wieder verbindet. Daß die Festigkeit der Hölzer dadurch nicht vergrößert wird, liegt klar auf der Hand; denn dadurch, daß man den Balken seiner Länge nach durchschneidet, trennt man gewaltsam den inneren Zusammenhang der Holzfasern, welche im Querschnitt immer ziemlich regelmäßige Ringe bilden, die wieder mit einander innig verbunden sind. Dieser innere Zusammenhang bedingt nicht allein die große Tragfähigkeit des Holzes, sondern auch seine Elasticität. Beide werden aber durch eine solche Trennung gewaltsam gestört. Zwar behält der aus zwei Hälften zusammengesetzte Balken immer noch eine bedeutende Tragkraft, allein nicht nur diese, sondern auch die ursprüngliche Elasticität des Balkens ist durch die Trennung vermindert. Noch mehr geschieht dieses aber dadurch, daß die durchgetrennten Hölzer wieder noch mit anderen überkreuzenden Hölzern überschnitten, und somit auch die noch vorhandenen durchlaufenden Langfasern zum Theil getrennt werden. Würden wohl die Gräser und Rohre im Stande sein, sich zu erhalten, wenn sie der Länge nach getrennt und erst wieder durch irgend eine äußere Verbindung zusammengebracht würden? —

Bei einem kleinen Satteldache über einem Raum von etwa 18 Fuß Weite, sahen wir, daß 8 und 9 Zoll im Querschnitt starke Balken der Länge nach durchgetrennt, die zwei Hälften wieder zusammengepaßt, die Sparren dazwischen eingelegt und mit jenen überschnitten, und nunmehr 4 Schraubenbolzen durchgezogen wurden, um die Balkenhälften wieder mit einander zu verbinden. Wir führen dieses hier als Curiosum an, und es ist in der That auch nur als solches zu betrachten; denn wem wird es einfallen, abgesehen von allen sonstigen Mängeln, welche eine solche Anordnung mit sich führt, bei einem so einfachen Falle die Construction durch die angedeutete Anordnung so unnütz zu vertheuern?

Rößler sagt, eine der wesentlichsten Bedingungen, welche durch das Knotensystem erfüllt werden, ist, daß bei genügender Festigkeit des Daches möglichst wenig Holz verwendet werde u. s. w.

- 291 Hierfür liefert uns aber die in Fig. 291 dargestellte Dachconstruction eines Güterschoppens in Hildesheim keinen Beweis. Denn vergleichen wir dieselbe mit der in Fig. 293 dargestellten Dachconstruction, so ergibt sich sehr leicht, daß, da beide von ziemlich gleicher Weite sind, erstere weit mehr Holz erfordert hat als letztere. Wir wollen hierbei nun nicht unerwähnt lassen, daß bei Anordnung der Fachwerksseitenwände die hier ausgeführte Dachconstruction einigermaßen gerechtfertigt erscheint, in sofern, als es hier erforderlich war, den Seitenschub des Daches möglichst weit nach
- 292 Unten hin zu verpflanzen. Allein betrachten wir die in Fig. 292 dargestellte Dachconstruction, so entsteht unwillkürlich der Gedanke, daß, weil vielleicht Holz in Ueberfluß vorhanden gewesen, deshalb auch Holz in Ueberfluß verwendet werden müssen.
- 290 In Fig. 290 ist die Dachconstruction eines Wagenschoppens auf dem Bahnhofe in Hannover dargestellt. Auch hierbei müssen wir wieder auf die Anordnung des Hängewerks zurückkommen. Der Hauptbalken der Dachconstruction, welcher auch hier wieder aus zwei neben einander gelegten Hälften besteht, findet an seinen Enden seine Unterstützung dadurch, daß er mit den Ständern verbolzt ist. Darüber liegt ein Rahmen, der zur Unterstützung der Dachsparren dient. Es haben also hier hauptsächlich die beiden Bolzen, durch welche der doppelte Balken mit den Ständern verbunden ist, den Balken in seiner Lage zu erhalten. Die Unterstützungen, welche derselbe durch die Verbindung mit den schrägen Streben erhält, sind keinesfalls in der Art anzusehen, daß der Balken dadurch wirklich eine solide Unterstützung erhielt, indem der von der Dachlast herrührende Druck in der Richtung der Streben wieder unmittelbar gegen die Ständer geleitet wird, welche durch die Verbindung mit den Sparren mittelst der unteren horizontalen Bänder schon immer eine starke Tendenz zum Ausweichen erhalten, die dadurch nur noch vermehrt wird, daß auch die Streben des Hängewerks sich gegen sie stützen. Dieses würde jedenfalls vermieden werden, hätte man den Balken nicht durch eiserne Schraubenbolzen an die Ständer angehängt, sondern die darüber liegenden Rahmen auf die Ständer gezapft, und darauf die Balken gelegt und in die Sparren eingezapft, und endlich die Streben des Hängewerks in die Balken unmittelbar mit Versatzung eingezapft. Einen weiteren Querverband hätte man dann noch durch Winkelbänder erreichen können.
- 312,313 Was ferner die in den Figuren 312 und 313 dargestellten Dachconstructionen der Güterschoppen auf den Bahnhöfen zu Uelzen und Celle betrifft, so findet das bisher Angeführte auch auf diese volle Anwendung, und bedürfen die Figuren keiner weiteren Erklärung.
- 314 In Fig. 314 ist die Dachconstruction des Locomotive-Reserve-Schoppens auf dem Bahnhofe zu Hannover dargestellt. Es ist hier ein einfaches Hängewerk angeordnet, dessen Streben auch wieder durch den Balken gehen und gegen die Seitenmauern sich stemmen, worüber weiter oben schon das Nöthige gesagt wurde. Zu beiden Seiten des Hängewerks sind horizontale Zangen angeordnet, welche nicht allein mit den einzelnen Hölzern des Hängewerks, sondern auch mit den Sparren durch Schraubenbolzen verbunden sind. Auf diesen Zangen liegen dann die Rahmen zur Unterstützung der Zwischen Sparren. Unterhalb dieser Rahmen sind noch Hängesäulen angeordnet, welche nur bis unter die Streben des Hängewerks gehen, und durch zu beiden Seiten aufgelegte und über die Streben verschnittene Hölzer mit der oberen doppelten Zange verbunden werden. Diese aufgelegten Hölzer sind mit der Hängesäule und der doppelten Zange durch Schraubenbolzen verbunden. Diese Hängesäulen scheinen hier hauptsächlich zu dem Zwecke angebracht zu sein, um die zur Herstellung eines nöthigen Längenverbandes erforderlichen Winkelbänder anordnen zu können.
- 315 In ganz ähnlicher Weise ist auch die in Fig. 315 dargestellte Dachconstruction eines Maschinenhauses auf dem Bahnhofe zu Harburg angeordnet, nur mit dem Unterschiede, daß hier die Seitenwände aus Fachwerk bestehen, und außerdem an beiden Seiten nur wenig geneigte Bänder angebracht sind, welche mit den Dachsparren, so wie mit den Balken und den vorgestellten Ständern durch Schraubenbolzen verbunden sind, und dazu dienen sollen, den Seitenschub zu vermindern und an den Ausliegepunkten eine bessere Befestigung zu erhalten. Was dieses Letztere betrifft, so wird der beabsichtigte Zweck nicht in dem erforderlichen Grade erreicht, indem einmal die Hölzer durch die Ueberschneidungen zu sehr geschwächt, ferner aber auch die dadurch hergestellten Dreiecksverbindungen getrennt werden, sobald nämlich der Balken in der Mitte sich senkt, wo dann derselbe an seinen Enden sich nothwendig heben muß, weil die Verbindungspunkte mit den Streben und Bändern hier Stütz- und Drehpunkte abgeben.

In Fig. 316 ist die Dachconstruction der Personenhalle auf dem Bahnhofe zu Harburg dargestellt. Die Verbindung besteht aus einer Zusammenstellung von Streben, Zangen und Hängebändern, die an den Stellen, wo sie zusammentreffen, mit einander überschneiden und durch eiserne Bolzen mit einander verbunden sind.

Die beiden Hauptstreben greifen oben in ein doppeltes verticales Hängeband und stehen am unteren Ende mit horizontalen doppelten Zangen in Verbindung. Diese unteren Zangen gehen aber nicht nach der Breite des Gebäudes durch, sondern reichen nur bis zum nächsten Bande, welches auch doppelt ist und womit die Zangenhölzer überschneiden und verbolzt sind. Diese zu beiden Seiten angebrachten Bänder stoßen unterhalb gegen einen auf einer aus der Wand herausragenden Consolle aufgestellten Ständer, welcher an seinem oberen Ende auf jeder Seite von der erwähnten doppelten Zange umfaßt wird und damit verbolzt ist. Am oberen Ende greift dieses schräge Band gegen die Hauptstrebe, mit welcher dasselbe überschneiden und verbolzt ist. Ein zweites, noch stärker geneigtes Band, welches ebenfalls doppelt ist und gegen den erwähnten Ständer sich stützt, ist mit dem erst-erwähnten Bande wieder überschneiden und reicht ebenfalls bis zu der oberen Hauptstrebe. Parallel mit den beiden oberen Hauptstreben gehen zwei andere Strebebänder, die ebenfalls aus einfachen Hölzern bestehen. Diese Bänder stützen sich gegen die schon erwähnten Ständer und sind oberhalb mit einem Zapfen in die Hauptstreben eingesetzt. Wo diese unteren Streben sich kreuzen, sind sie mit einander überschneiden und von der doppelten Hängesäule umfaßt, und mittelst eines Schraubenbolzens damit verbunden. Eine doppelte horizontale Zange verbindet diese vier Streben in einer gewissen Entfernung von Oben mit einander. Diese doppelte Zange ist aber nicht allein mit diesen Streben, sondern auch mit den übrigen zusammentreffenden Bändern und den zu beiden Seiten angebrachten geneigten Hängebändern überschneiden, so daß an dieser letzteren Stelle jedesmal drei Hölzer mit einander überschneiden sind. Das Uebrige der Anordnung erhellet aus der Zeichnung.

Wir wollen nunmehr die Construction in ihrer Zusammensetzung näher betrachten. Dieses System besteht aus einer Verbindung von Streben, Zangen und Hängebändern, die sich gegenseitig so in ihrer Lage erhalten sollen, daß, obgleich in der Construction keine Verbindung der gegenüber liegenden Fußpunkte stattfindet, trotzdem gegen die hier aus Fachwerk aufgeführten Seitenwände kein Seitendruck entsteht, indem diese gar nicht im Stande sein würden, solchem Drucke Widerstand leisten zu können. Betrachten wir zunächst als Haupttheile der Construction die auf beiden Seiten der mittleren Hängesäule angeordneten parallelen Streben, so stützen sich diese mit ihren unteren Enden gegen an die Seitenwände gestellte Ständer und üben also somit einen Druck unmittelbar gegen die Seitenwände aus, mit dem Bestreben, dieselben aus einander zu schieben. Um diese Wirkung aufzuheben, oder doch mehr unschädlich zu machen, hat man die Streben mit der Hängesäule durch eine horizontale doppelte Zange verbunden, die dann mit den einzelnen durchgehenden Hölzern verbolzt ist. Diese Zange, wenn gleich sie mit den Streben Dreiecksverbindungen herstellt, verhindert doch nicht das Durchbiegen, indem die Streben keine festen Fußpunkte haben, sondern diese nachgeben und also ein Auseinanderweichen der unteren Strebenfüße veranlassen. Diesem hat man durch die Anordnung der zu beiden Seiten angebrachten schrägen doppelten Bänder entgegenwirken wollen, indem man außer diesen schrägen Bändern noch auf jeder Seite einen horizontalen Stichbalken angebracht hat, welcher mit dem einen Ende auf der Mauer ruht und in welches die obere Hauptstrebe eingesetzt ist, mit dem anderen Ende aber mit dem schrägen Bande und dem unteren Strebebände verbunden ist. Diese schrägen Bänder sollen hauptsächlich dazu dienen, das Durchbiegen der Streben zu verhindern, sie nehmen aber gleichzeitig den von der Last des Daches herrührenden Druck auf und pflanzen ihn in der diesen Bändern eigenen Richtung gegen die Seitenmauern fort, so daß diese, wenn sie von den Hauptstreben auch keinen Seitendruck erlitten, dennoch immer von den Bändern einen bedeutenden Seitendruck zu erleiden haben. Dieser Seitendruck wird durch nichts aufgehoben, als durch den Widerstand, welchen die schwache Fachwerkswand entgegensetzt. Daß aber dieser Widerstand viel zu gering ist, liegt klar auf der Hand, und es muß nothwendig ein Ausbauchen der Seitenmauern stattfinden, was auch wirklich in hohem Grade der Fall gewesen ist.

In Försters Bauzeitung, Jahrgang 1851, heißt es:

„Beim Abbinden der wichtigeren Constructionen ist nicht versäumt worden, auf das Zusammenrocknen und Ineinandersetzen der Hölzer genügende Rücksicht zu nehmen, und

„ist deshalb die Zulage stets verhältnißmäßig überhöht, um Streben und Zangen in Spannung zu bringen. Bei der Hallenconstruction des Bahnhofes zu Hannover (Fig. 318) sind z. B. die Wandsäulen auf der Zulage 1 Zoll gegen die Mitte geneigt, das Dachwerk 1 1/2 Zoll überhöht, Hauptstreben und Zangen bogenförmig gespannt. Nach Vollendung der Bedachung hat die Construction die richtige Form angenommen und ist ein größeres Durchschlagen, ein Hinausschieben der Mauern bei den vielfach während des Richtens und auch in späterer Zeit angestellten Beobachtungen nicht bemerkt.

„Bei der Verzimmerung der Harburger Halle ist jene Vorsicht nicht genügend angewendet; dieselbe hat sich zusammengesetzt, so daß die Köpfe der Wandständer um 2 Zoll aus dem Lothe gewichen sind und die Wandständer vornehmlich da, wo die Hauptstreben sich gegensehen, um circa 2 Zoll sich durchgebogen haben, welchem Uebelstande man durch einige eingezogene eiserne Anker hat entgegenwirken müssen.

„Da die Verzimmerung im Ganzen vortrefflich ausgeführt ist, so darf man annehmen, daß ohne die oben angedeutete Hülfe die Ausweichung noch erheblicher geworden sein würde, und muß sich die Ueberzeugung aufdringen, daß es zweckmäßiger gewesen wäre, den Schub mehr nach unten zu leiten, d. h. die unteren Streben tiefer unten beginnen zu lassen, wenn gleich auch das leichtere Aussehen der Construction darunter gelitten hätte.“

Die hierin ausgesprochenen Widersprüche wollen wir nicht weiter erörtern. Die Annahme, daß bei einer genügenden Ueberhöhung der Construction der Personenhalle in Harburg ein solches Ausweichen nicht hätte stattfinden können, ist keineswegs richtig; denn wäre auch eine Ueberhöhung und eine bogenförmige Verspannung der Streben und Zangen angeordnet, so würde dennoch immer ein Zusammen-trocknen und Ineinandersetzen der Construction stattgefunden haben; ferner aber würde die bogenförmige Verspannung auch sogleich nachgegeben haben, indem der Widerstand, wodurch die Construction erhalten wird, hier viel zu gering und die Construction durchaus nicht in der Art zusammengesetzt ist, daß die einzelnen Hölzer sich in ihrer Spannung selbst erhalten können. Ueberhaupt sind die einzelnen Hölzer durch die vielen Ueberschneidungen so sehr geschwächt, daß ein Durchdrücken der Construction auch bei einer Ueberhöhung, nach längerer Zeit vielleicht bis zum Zusammenbrechen, stattgefunden hätte, wenn man nicht Vorkehrungen getroffen hätte, nämlich die Anbringung eiserner Anker, wodurch die fehlenden Widerlagspunkte ersetzt worden wären.

318 Bei der in Fig. 318 dargestellten Dachconstruction der Personenhalle zu Hannover würde ein stärkeres Zusammensetzen und Durchdrücken der Construction ebenfalls stattfinden, trotzdem bei dieser Anordnung, obgleich sonst sehr ähnlich, die Hölzer nicht in so hohem Grade überschritten oder verschnitten sind wie bei der Harburger Halle, wenn nicht die starken massiven Seitenmauern den von der Construction ausgeübten Seitendruck aufnahmen, und demselben einen hinreichenden Widerstand entgegensetzten. Nur die Widerlager sind es hier, durch welche die Construction erhalten wird. Beständen hier die Seitenmauern aus Fachwerk, wie bei der Harburger Halle, so hätten ebenfalls Vorkehrungen, ähnlich wie oben, getroffen werden müssen, um das Auseinanderweichen der Seitenmauern zu verhindern.

319 Bei der in Fig. 319 dargestellten Dachconstruction der Personenhalle des Bahnhofes zu Bremen sind es ebenfalls nur die starken Seitenmauern, welche die Construction erhalten, indem auch hier die Streben unmittelbar auf das Umschieben der Seitenmauern wirken.

Wenn nun diese und ähnliche Constructions auch gegenwärtig sich noch erhalten, so bieten sie doch für eine längere Dauer durchaus nicht die gehörige Sicherheit. Die Constructions werden durch die anfängliche Spannung erhalten; es ist aber hier keinerlei Anordnung getroffen, diese Spannung ferner zu erhalten, sondern nur die Seitenmauern sind es, gegen welche die Construction sich stemmt und wodurch sie ihre Stützpunkte erhält. Der Seitendruck wird durch Aufhören der anfänglichen Spannung, welches beim Eintrocknen der Hölzer nothwendig erfolgt, vergrößert. Wo daher die Seitenmauern keine genügende Stärke hatten, sind sie von der Construction übergeschoben, wie wir dieses bei der Halle zu Harburg nur zu deutlich haben wahrnehmen können. Die ganze Festigkeit der hier erwähnten Constructions beruht hauptsächlich auf der Festigkeit der Bolzen. Wenn nun auch nicht anzunehmen ist, daß diese Bolzen brechen, so kann doch der Fall eintreten, daß beim Zusammendrücken der Construction, an den Stellen, wo die Bolzen durchgezogen sind, die Hölzer

leicht schadhast werden, und kann dieses um so eher stattfinden, als die Hölzer an solchen Stellen durch Ueberschneidungen immer sehr bedeutend geschwächt sind. Hierzu kommt nun noch, daß die einzelnen Hölzer nicht selten, sondern sogar sehr häufig auch noch an beiden Seiten mit anderen Hölzern überschnitten sind, so daß nur wenige Zolle von einem solchen Holze übrig bleiben, wo die Holzfasern noch in ganzer Länge des Holzes durchlaufen. Solche Hölzer sind aber sehr häufig dazu bestimmt, bedeutende Lasten zu tragen und der Construction die nöthige Spannung zu erhalten. Es ist überhaupt eine Eigenthümlichkeit des Knotensystems, wenigstens die Anhänger haben es dahin ausgebildet, die zu verwendenden Hölzer zur Herstellung der vermeintlichen festen Knoten durch vielfache Ueberschneidungen und Anordnung vieler Bolzenlöcher zu schwächen. Die Festigkeit der hier vorhandenen Dreiecke beruht vornehmlich auf der Festigkeit der Bolzen. Wenn nun auch die Bolzen hinreichende Sicherheit gewähren werden, so kann man dasselbe doch nicht von den Hölzern sagen, denn erstlich ist das Holz ein weicherer Körper, und wird in den Bolzenlöchern bei jeder Erschütterung oder entstehenden Bewegung nachgeben; ferner kann es sehr leicht geschehen, wenn das Holz nicht durchaus gesund und an den Stellen der Bolzenlöcher vielleicht ästig ist, daß dasselbe vor den Bolzen ausspringt, wodurch dann die erwartete Festigkeit zerstört wird. —

In Försters Bauzeitung, Jahrgang 1851, wird bei Gelegenheit der Beschreibung der im Königreiche Hannover ausgeführten Bahnhöfe ferner gesagt:

„Bei den Berechnungen über die Festigkeit der ausgeführten Constructionen ist auf eine zweifüßige Schneelage, auf einseitige Belastung dadurch, und auf die einseitige Wirkung des Sturmes Rücksicht genommen. Von den außergewöhnlichen Constructionen wurden ferner zuvor Modelle in $\frac{1}{12}$ der wahren Größe angefertigt und bis zu drei- und vierfacher Sicherheit belastet; u. s. w.“

Es ist durchaus unzumässig, an Modellen die Festigkeit einer Construction zu prüfen, und jedenfalls ist es unrichtig, von der Festigkeit des Modells unmittelbar auf die Festigkeit der darnach ausgeführten Construction schließen zu wollen. Es treten bei der Ausführung zu verschiedenartige Einwirkungen und sonstige Umstände hervor, welche bei einem kleinen Modell durchaus nicht vorkommen und auch nicht in der Art berücksichtigt werden können, als es nothwendig ist, um von dem hierdurch erhaltenen Resultate auf die Festigkeit der Construction bei der Ausführung zu schließen. Nehmen wir z. B. nur das Eigengewicht der verschiedenen Constructionshölzer an, so kommt dieses bei Modellen auch in keinerlei Betracht, dagegen bei auszuführenden Constructionen muß es sehr berücksichtigt werden. Es wäre daher jedenfalls viel sicherer und besser gewesen, hätte man die einzelnen Dachbinder in der wirklichen Größe hergestellt und sie der nöthigen Prüfung unterworfen, es würden dann sicherlich ganz andere und keineswegs so günstige Resultate erhalten worden sein, als diese bei den Versuchen mit den Modellen sich ergeben hatten. Ueberhaupt ist die durch Modelle bestimmte Sicherheit immer höchst ungenügend und unbestimmt. Man kann in keinem Falle schließen, daß eine Construction von n facher Größe des Modells nun auch eine Last mit Sicherheit tragen könne, die n^2 mal so groß sei, als die beim Modell angewendete Belastung, sondern, wenn sich die Seite eines Modells zu der entsprechenden Seite der ausgeführten Construction wie $1:n$ verhält, so wächst die Kraft, welche die Theile aus einander zu ziehen, oder zu durchbrechen, oder durch Zusammendrücken bersten zu machen strebt, nicht in dem Verhältniß wie $1:n^2$, sondern wie $1:n$, während der Widerstand der Bruchflächen nur wie $1:n^2$ zunimmt. Ferner aber hat man wohl zu berücksichtigen, daß dieser Widerstand abnimmt, je älter das Holz wird, indem es dann mehr und mehr seine Elasticität verliert und spröder wird, wodurch seine relative Festigkeit sich jedenfalls auch vermindert.

Wir wollen nunmehr diejenigen Hängewerkconstructionen näher betrachten, welche uns Rößler in seinen „Vorlegeblättern für Handwerkszeichenschulen“ mittheilt. Wir würden sie keiner weiteren Beachtung werth halten, wenn nicht anzunehmen wäre, daß das Rößler'sche Werk manchem Anfänger und manchem Handwerker in die Hände fällt, welche durch die aufgestellten Grundsätze irregeleitet werden könnten.

In den Figuren 308, 309 und 310 sind verschiedene hierher gehörige Hauptverbindungsarten dargestellt. Bei näherer Betrachtung derselben ergibt sich aber auch hier sogleich, daß die Verbindung der Hängewerkshölzer mit einander in ganz verschiedener Art hergestellt wird, als dieses bei den in älterer, so wie auch in neuerer und neuester Zeit größtentheils zur Anwendung gekommenen Hängewerkverbindungen der Fall ist.

208 In Fig. 308 ist ein Hängewerk mit drei Hängesäulen dargestellt. Die mittlere Hängesäule *h* wird durch die beiden Streben *s, s* in ihrer hängenden Stellung erhalten. Diese Hängesäule dient dazu, einmal das Dach im First zu unterstützen, zu welchem Ende der Rahmen *r*, worauf die Sparren verkämmt werden, auf die Hängesäule gelegt ist. Ferner dient aber die Hängesäule dazu, die doppelte Zange *g*, welche hier die Stelle des Kehlbalzens vertritt und mit den beiden Streben *s, s*, sowie mit den Dachsparren überschnitten und verbolzt wird, in der Mitte zu unterstützen und somit das Durchbiegen derselben zu verhindern. Bis soweit ist die Construction ganz zweckmäßig zu nennen, vorausgesetzt, daß der untere Hauptbalken *a* eine genügende Unterstützung in seiner Mitte von Unten her findet, oder durch Hängeeisen an die mittlere Hängesäule angehängt werde. Die Anwendung der doppelten Zange *g* ist hier bei der Länge der Hängewerkstreben jedenfalls zweckmäßig, indem sie ein Schwanken und Durchbiegen der Streben verhindert und außerdem zur Unterstützung der Fetten *e, e*, worauf die Sparren ruhen und verkämmt werden, nothwendig ist.

Um hier aber den unteren Balken *a* zu unterstützen, welcher als in ganzer Länge freitragend angenommen ist, sind noch die beiden doppelten Hängesäulen *b, b* angeordnet. Dieselben werden, wie aus der Figur ersichtlich ist, durch die Strebebänder *s, s* und durch die doppelte Zange *g*, mit welchen Hölzern sie überschnitten und verbolzt sind, getragen. Diese Anordnung ist aber in keiner Weise zu empfehlen, denn, ohne auf Eintrocknen der Hölzer vorläufig Rücksicht zu nehmen, so ergibt sich schon aus der bloßen Ansicht der Figur, daß die Strebebänder *s, s*, außer ihrer eigenen Last und derjenigen des Hängewerks, in der Mitte, also an den schwächsten Stellen, nicht allein einen großen Theil der ganzen Dachlast, sondern auch noch den größten Theil der ganzen Balkenlage zu tragen erhalten.

Berücksichtigt man ferner, daß das Längensholz der Streben und der Zangen nach der Stärke jedenfalls eintrocknet, wodurch die Festigkeit der Construction schon an und für sich leidet, so ergibt sich sehr leicht, daß die Festigkeit derjenigen Bolzen, wodurch hier die doppelte Zange mit den Strebebändern verbunden ist, für die Festigkeit der ganzen Construction von der größten Wichtigkeit ist, so daß unbedingt eine sehr bedeutende Senkung des Daches entstehen wird, sobald einer dieser Bolzen bricht oder schadhaft und locker wird. Endlich aber wird die Festigkeit der Streben durch das mehrfache Verbohren, behufs Durchbringen der Bolzen, jedenfalls nicht unbedeutend geschwächt, was aber hier um so mehr als nachtheilig und fehlerhaft erscheinen muß und es auch ist, weil an den ohnehin schwächsten Stellen der Streben die Hauptlast der ganzen Verbindung aufgehängt wird. Dieses hier Gesagte wird sich noch mehr aus der nachfolgenden Berechnung ergeben.

Es beträgt hier die Länge des zwischen den Mauern frei liegenden Balkens 40 Fuß; nimmt man den Querschnitt desselben zu 8 und 10 Zoll an, so ist dessen Cubikinhalte $= 40 \times 0,666 \times 0,833 = 22,19$ Cubikfuß und folglich das Gewicht desselben gleich $22,19 \times 31 = 687,89$ \mathcal{L} . Liegen nun die einzelnen Balken 3,5 Fuß von Mitte zu Mitte aus einander, und beträgt ferner die Entfernung der Hauptgebände von Mitte zu Mitte 14 Fuß, so daß also zwischen je zwei Hauptgebänden drei Zwischengebände sich befinden, so kommt hiernach auf jeden einzelnen Hauptbinder mittelst der Ueberzüge eine Balkenlast, inclusive des Balkens des Hauptgebändes, gleich $4 \times 687,89 = 2751,56$ \mathcal{L} . Hierzu kommt ferner das Gewicht der Deckenverschalung und des Fußbodens, und nimmt man die Stärke der hierzu zu verwendenden Dielen im Durchschnitt gleich $1\frac{1}{2}$ Zoll, so erhält man den Cubikinhalte des Fußbodens, soweit derselbe die zu einem Hauptgebände zugehörige Fläche deckt, gleich $40 \times 14 \times 0,125 = 70$ Cubikfuß; denselben Inhalt erhalten wir auch für die zugehörige Deckenverschalung und beträgt sonach das ganze auf jeden Hauptbinder kommende Gewicht des Fußbodens und der Decke gleich $2 \times 70 \times 31 = 4340$ \mathcal{L} . Hiernach ist also das Gesamtgewicht gleich $2751,56 + 4340 = 7091,56$ \mathcal{L} , welches mittelst der Ueberzüge zum größten Theil auf die Hauptbinder übertragen wird.

Nehmen wir nun dieses Gewicht als gleichmäßig über den Binderbalken vertheilt, also auf jeden Fuß des Balkens 177,28 \mathcal{L} , so erhält man, da dieser Balken in vier Punkten unterstützt wird, und zwar durch die beiden äußeren Mauern und durch die beiden Hängesäulen *b, b*, und da ferner die Entfernung der beiden inneren Stützpunkte von einander gleich 13 Fuß ist, und somit die Entfernung derselben von den äußeren Mauern 13,5 Fuß beträgt, wenn *Q* den Druck auf die Seitenmauern, und *Q'* den Druck auf jeden der inneren Stützpunkte bezeichnet

$$Q = \frac{24 \cdot 20^2 \cdot 13,5 - 8 \cdot 20^3 - 13,5^3 - 12 \cdot 20 \cdot 13,5^2}{8 \cdot 13,5 (3 \cdot 20 - 2 \cdot 13,5)} \cdot 177,28 = 964,93 \text{ } \mathcal{L};$$

$$Q' = \frac{8 \cdot 20^3 + 13,5^3 - 4 \cdot 20 \cdot 13,5^2}{8 \cdot 13,5 (3 \cdot 20 - 2 \cdot 13,5)} \cdot 177,28 = 2580,48 \text{ } \mathcal{L}.$$

Der Druck auf jeden der beiden inneren angehängten Stützpunkte wird aber noch durch das Gewicht der Unterzüge vermehrt, und zwar wird derselbe, wenn man die Stärke dieser Unterzüge zu 10 Zoll Breite und 12 Zoll Höhe annimmt, um $14 \times 1 \times 0,833 \times 31 = 361,52 \text{ } \mathcal{L}$ vergrößert, so daß also nunmehr die Last an jedem der beiden inneren Stützpunkte sich ergibt

$$= 2580,48 + 361,52 = 2942 \text{ } \mathcal{L}.$$

Die Länge der Sparren ist zwischen dem unteren und dem oberen Stützpunkte gleich 25,5 Fuß, also bei einer Stärke von 6 und 6 Zoll das Gewicht eines jeden derselben gleich $25,5 \times 0,5 \times 0,5 \times 31 = 197,625 \text{ } \mathcal{L}$. Nimmt man nun an, das Dach werde mit Schiefeln gedeckt, in welchem Falle eine Bretterverschalung erforderlich ist, so ist der Cubikinhalt der zu einem Sparren zugehörigen Dachfläche bei einer Stärke der Bretter von $1\frac{1}{4}$ Zoll $= 25,5 \times 3,5 \times 0,104 = 9,282$ Cubikfuß, also das Gewicht derselben $= 9,282 \times 31 = 287,742 \text{ } \mathcal{L}$. Hierzu kommt noch das Gewicht der Schieferbedachung, für den Quadratfuß 3 \mathcal{L} gerechnet, mit $25,5 \times 3,5 \times 3 = 267,75 \text{ } \mathcal{L}$, so daß hiernach das Gesamtgewicht eines Sparrens, welches als gleichmäßig über denselben vertheilt anzusehen ist, $= 753,117 \text{ } \mathcal{L}$ beträgt, und ergibt sich hieraus das Gewicht eines laufenden Fußes des Sparrens gleich $753,117 : 25,5 = 29,53 \text{ } \mathcal{L}$.

Da nun die Entfernung des Stützpunktes β von demjenigen α gleich 13 Fuß ist, so erhält man die verschiedenen Wirkungen des Druckes in den drei Stützpunkten α , β und γ , wenn man ersteren mit A, den zweiten mit B und den in γ mit C bezeichnet, nach den bereits mehrfach erwähnten Formeln

$$A = 145,58 \text{ } \mathcal{L},$$

$$B = 470,70 \text{ } \mathcal{L},$$

$$C = 136,42 \text{ } \mathcal{L}.$$

Diese einzelnen Lasten, welche bei jedem einzelnen Sparren in den angegebenen Punkten wirksam sind, werden durch Vermittelung der Fetten auf die Hauptgebäude verpflanzt und man erhält sonach in β eine von vier Sparren herrührende Gesamtlast gleich $4 \times 470,7 = 1882,8 \text{ } \mathcal{L}$, welche Last aber noch durch das Gewicht der Fette c um $14 \times 0,66 \times 0,66 \times 31 = 189,05 \text{ } \mathcal{L}$ vermehrt wird, so daß also der Druck in c gleich $2071,8 \text{ } \mathcal{L}$ ist.

Es entsteht jetzt zunächst die Frage: „ob die doppelte Zange g , die durch die mittlere Hängesäule getragen wird und mit den beiden Hängesäulen h, h , sowie mit den Streben s, s überschnitten und verblattet ist, die Streben in genügender Weise unterstützt?“

Zerlegt man zu dem Ende den in c gefundenen Druck gleich $2071,8 \text{ } \mathcal{L}$ nach einer rechtwinklig auf die Strebe genommenen Richtung, und nach der Richtung der Strebe selbst, in Seitenkräfte, bezeichnet erstere mit G und letztere mit G' , so erhält man, da der Neigungswinkel der Strebe hier gleich $32^\circ 48'$ ist,

$$G = 2071,8 \cos 32^\circ 48' = 1741,4 \text{ } \mathcal{L};$$

$$G' = 2071,8 \sin 32^\circ 48' = 1124,9 \text{ } \mathcal{L}.$$

Zerlegt man nun ferner die Kraft $G = 1737,5 \text{ } \mathcal{L}$ wieder nach verticaler und horizontaler Richtung in Seitenkräfte, bezeichnet erstere mit G^v und letztere mit G^h , so erhält man

$$G^v = 1741,4 \cos 32^\circ 48' = 1463,8 \text{ } \mathcal{L};$$

$$G^h = 1741,4 \sin 32^\circ 48' = 943,7 \text{ } \mathcal{L}.$$

Hiernach erleidet also die Zange g von jeder Seite her eine horizontale Pressung gleich $941,22 \text{ } \mathcal{L}$, und ferner in jedem ihrer Endpunkte einen verticalen Druck gleich $1460,5 \text{ } \mathcal{L}$.

Es ist aber die Zange g in der Mitte mit der Hängesäule h überschnitten und durch einen Schraubenbolzen damit verbunden. Nimmt man nun die Stärke dieser Zange so an, daß die Höhe derselben gleich 8 Zoll und die ganze Breite gleich 12 Zoll sei, so hat man, da die Länge derselben gleich 22 Fuß ist, die zum Zerbrechen derselben erforderliche Kraft oder

$$P = 4 N \frac{b h^2}{c} = 7177 \cdot \frac{12 \cdot 8^2}{12 \cdot 22} = 20878,5 \text{ } \mathcal{L}.$$

Hierbei ist aber wohl zu berücksichtigen, daß dieses Resultat nur anzuwenden sein wird bei der angenommenen Stärke der Zange; da jedoch die Zange an fünf Stellen mit anderen Hölzern überschritten ist, diese Überschneidungen aber an beiden Seiten der einzelnen Zangenhölzer stattfinden, so daß das stehenbleibende und demnach ungeschwächte Mittelholz jedes Zangenhölzes noch eine Stärke von etwa 4 Zoll behält, so erhält man in diesem Falle also

$$P = 7177 \cdot \frac{8 \cdot 8^2}{12 \cdot 22} = 13919 \text{ \#}.$$

Das wirklich vorhandene Gewicht, welches auf beiden Enden der Zange nach verticaler Richtung wirkt und als in der Mitte wirksam angenommen werden kann, ist gleich $2 G' = 2 \cdot 1463,8 = 2927,6 \text{ \#}$, so daß man also in diesem Falle kaum eine fünffache Sicherheit erhält. Es läßt sich unter diesen Umständen also jedenfalls eine starke Biegung der doppelten Zange annehmen, wenn gleich sie mit den Streben s verbunden ist. Ferner ist aber auch noch zu berücksichtigen, daß diese doppelte Zange durch die mehrfach horizontal durchgezogenen Schraubenbolzen bedeutend geschwächt wird. Diese Zange kann und wird aber um so weniger ihren Zweck erfüllen, sobald die in der Zeichnung angedeuteten Hängesäulen b, b noch durch dieselbe mit getragen werden sollen; denn es wird dadurch das nach verticaler Richtung auf diese Zange wirkende Gewicht noch um das Gewicht der an die Hängesäulen angehängten Balkenlage, also um $2 \times 2942 = 5884 \text{ \#}$ vermehrt werden, und sonach das Gesamtgewicht, welches an dieser Zange wirkt, alsdann gleich $2927,6 + 5884 = 8811,6 \text{ \#}$ betragen. In diesem Falle hat man aber wenig oder gar keine weitere Sicherheit, zumal die Zange, wie auch schon erwähnt, auf mehreren Stellen, und zwar namentlich in der Mitte durch die durchgezogenen Schraubenbolzen, sehr bedeutend geschwächt wird. Es müssen daher die Hängesäulen, wie auch hier angedeutet worden ist, mit den Streben s, s verbunden werden. Dieses kann aber wiederum nicht anders geschehen, als daß die doppelte Hängesäule mit der Strebe verblattet und mittelst eines Schraubenbolzens an dieselbe angehängt werde. Da nun die Strebe s durch die doppelte Zange unterstützt wird und sich oben gegen die Hängesäule lehnt, also auf dieser Länge zweimal unterstützt wird, so ist zu untersuchen, welchen Druck der durch die Verbindung mit der Zange hergestellte Stützpunkt durch das Gewicht der Hängesäule erleidet.

Wir haben oben das an die Hängesäulen angehängte Gewicht der Balkendecke für jede Hängesäule gleich 2942 \# gefunden. Hierzu kommt aber noch das Gewicht der Hängesäule selbst mit $9 \times 08 \times 1,25 \times 31 = 279 \text{ \#}$, so daß demnach das Gesamtgewicht einer Hängesäule 3221 \# beträgt, welches auf die beiden erwähnten Stützpunkte der Strebe zu vertheilen ist.

Die Länge des bezüglichen Theils der Strebe ist gleich $11,5$ Fuß und die Entfernung des Aufhängepunktes der Hängesäule von dem unteren Stützpunkte $= 4,5$ Fuß. Da nun das ganze Gewicht, welches an jeder Hängesäule wirkt, gleich 3221 \# ist, so erhält man den Druck

$$\text{auf den oberen Stützpunkt} = \frac{4,5}{11,5} \cdot 3221 = 1260,3 \text{ \#};$$

$$\text{und denjenigen auf den unteren Punkt } e = \frac{7}{11,5} \cdot 3221 = 1960,6 \text{ \#}.$$

Dieses letztere Gewicht $1960,6 \text{ \#}$ wirkt unmittelbar auf den Stützpunkt e der Strebe, also auf die doppelte Zange nach verticaler Richtung, und fällt demnach mit der oben gefundenen Kraft $G' = 1463,8 \text{ \#}$ zusammen, so daß nunmehr an jedem Ende der doppelten Zange eine Last wirkt $= 1463,8 + 1960,6 = 3424,4 \text{ \#}$.

Wir finden also auch hier, daß durch die Anordnung der Hängesäulen auch in dem Falle, daß sie mit den Streben direct verbunden sind, diese an ihrer schwächsten Stelle eine übertriebene Belastung erhalten, und voraussichtlich eine starke Durchbiegung hier stattfinden muß. Außerdem werden die Streben noch durch die durchgezogenen Schraubenbolzen geschwächt. Es liegt nun auch nicht im Entferntesten ein einigermaßen triftiger Grund für diese Anordnung vor. Bei der hier stattfindenden Weite genügt die Anordnung einer einzigen Hängesäule vollständig, wogegen hier deren drei angeordnet sind. Läßt man die mittlere Hängesäule bis zu der Balkenlage heruntergehen und hängt daran die Balkenlage, so wird erlich eine Menge Holz gespart, ferner aber belastet man die Streben nicht unnützer Weise an ihren schwächsten Stellen, was doch immer nur zum größten Nachtheil der Construction stattfinden kann. Man kann daher diese Construction nur als eine sehr fehlerhafte bezeichnen.

Fig. 309 zeigt die Construction eines Daches mit erhöhten Frontmauern, in Verbindung mit 309 einer Hängewerkconstruction.

In dem Hauptbalken \bar{a} stehen die Streben b, b des unteren doppelten Hängewerks und vertreten hier die Stelle der bei einem Stelzendache erforderlichen schrägen Bänder, woran die Stichbalken n, n befestigt werden. Die Streben sind oberhalb in die Hängesäulen d, d mit Versagungen eingezapft. Die Stelle des Spannriegels vertritt hier eine doppelte Zange, die mit den Hängesäulen d, d und mit den Streben b, b überschritten und damit verbolzt ist. Da aber die Entfernung der beiden Hängesäulen von einander zu bedeutend ist, als daß sich die den Spannriegel vertretende doppelte Zange, ohne fernere Unterstützung und ohne in der Mitte durchzubiegen, vollkommen würde erhalten können, so ist zur Unterstützung dieser, sowie auch des oberen Theils des Daches noch ein einfaches Hängewerk darüber angeordnet. Dieses Hängewerk besteht aus den beiden Streben e, e , welche in die doppelte Zange eingeblattet und damit verbolzt sind; außerdem sind aber diese Streben noch auf die unteren Hängesäulen verzapft; an ihrem oberen Ende greifen sie in die Hängesäule g , welche den Spannriegel (die doppelte Zange) des unteren Hängewerks unterstützt.

Ohne auf eine weitere Beschreibung der Figur einzugehen, indem die Anordnung der Construction aus derselben hinreichend hervorgeht, soll hier dieselbe nur noch in Hinsicht ihrer Festigkeit näher untersucht werden.

Aus der Anschauung der Figur geht sogleich hervor, daß die beiden Streben b, b nicht allein den größten Theil der Balkenlast, sondern auch den größten Theil der Last des Daches zu tragen oder doch zu stützen haben. Soll daher diese Construction eine genügende Sicherheit gewähren, so muß vor allen Dingen das stützende Haupthängewerk des Daches äußerst solid construirt und unverrückbar sein, und ist es zu diesem Zwecke durchaus erforderlich, daß die sich verspannenden und gegen einander gespreigten Hölzer in einer stetigen und fortwährend gleichen Spannung gegen einander verhalten. Daß solches aber nur durch die Anordnung der Construction selbst hervorgebracht werden kann, versteht sich wohl von selbst.

Stellen wir nunmehr die Frage auf: ob die vorliegende Construction dieser Anforderung wirklich entsprechend sei? so wird diese Frage, ohne weitere statische Berechnungen darüber anzustellen, nur mit Nein zu beantworten sein. Denn betrachten wir die Construction vom rein practischen Standpunkte aus, so ergibt sich gleich, daß, sobald ein Eintrocknen der verschiedenen Hölzer eintritt, die vorliegende Construction überall nicht mehr die verlangte Sicherheit gewähren kann. Trocknet z. B. das Holz der Hängesäulen d, d und das der Streben b, b ein, so ist damit auch gleichzeitig ein Schwinden dieser Hölzer verbunden. Die Fugen der Hölzer, wo sie zusammenstoßen, öffnen sich; es kann aber ein Nachdrängen, und somit ein Wiederanschließen der Hölzer gegen einander, wodurch die Spannung bleibend erhalten wird, nicht stattfinden, weil die, durch die doppelte Zange und die damit in Verbindung stehenden Streben und Hängesäulen durchgezogenen Schraubenbolzen solches verhindern. Gleichzeitig öffnen sich durch das Schwinden der Hölzer die Fugen zwischen den Hängesäulen und den Hirnseiten der Ausschneidungen der doppelten Zange. In Folge dessen hört aber auch die vorhanden gewesene Spannung in diesem Theile der Construction auf, und wird, wenn die durchgezogenen Schraubenbolzen nicht nachgeben, der Spannriegel oder die doppelte Zange nur hauptsächlich noch durch die Streben getragen und unterstützt, anstatt daß die Anordnung in der Art bestehen sollte, daß die Hängesäulen durch die gegenseitige Spannung der Streben und des Spannriegels getragen und schwebend erhalten würden. Wären die Hängesäulen von Unten her getragene Stützen, so daß man sie als Stuhlsäulen betrachten könnte, so würde sich diese Anordnung wohl rechtfertigen lassen, obgleich es dann immer noch weit vortheilhafter sein würde, die jetzt als Streben dienenden Hölzer so anzuordnen, daß sie das Dach unterstützten. Dieses ist aber hier durchaus nicht der Fall, sondern es sind hier die Streben, welche nicht allein die Last des ganzen Daches, sondern auch noch die untere Balkenlage zu tragen haben. Es ist daher hier eine Senkung ganz unvermeidlich.

Was das über der doppelten Zange befindliche einfache Hängewerk betrifft, so sind die Streben e, e desselben in die doppelte Zange eingeblattet und auch oberhalb dieser Zange auf die unteren Hängesäulen mit Versagung verzapft. Da aber auch hier ein Schwinden der doppelten Zange entsteht, und somit das Lager, worin die Streben stehen, um Etwas, wenn auch nur um ein sehr Geringes

weicht, so folgt daraus nothwendig, daß sich die Last des Hängewerks gegen die Zapfen der unteren Hängesäulen drängt, wodurch aber, da die Richtungen dieser Kräfte von Innen nach Außen gehen, die Fugen zwischen dem Spannriegel und den Hängesäulen sich noch mehr öffnen müssen. Wenn nun dadurch auch die Fugen zwischen den respectiven Streben und Hängesäulen geschlossen werden, so wird doch die nothwendig erforderliche Spannung zwischen diesen Hölzern und der den Spannriegel vertretenden doppelten Zange noch mehr aufgehoben. Es tritt daher sowohl bei dem unteren als auch bei dem oberen Hängewerke zum Nachtheile des ganzen Daches unvermeidlich eine Senkung ein. Dadurch vergrößert sich aber auch wiederum der Sparrenschub, und erleiden somit die Streben *h, h* einen Seitenzug, welcher namentlich bei Windstürmen um so gefährlicher werden kann, als gleichzeitig auch der nur höchst mangelhafte Verband nach der Quere, durch das Eintrocknen und Schwinden der Hölzer durchaus nicht verstärkt, sondern noch mehr gelockert wird; dieser Uebelstand tritt hier sehr bedeutend hervor, da die Anordnung der Art ist, daß die durch das Schwinden der Hölzer verminderte gegenseitige Verspannung und Pressung nicht wieder herzustellen ist. Die Mangelhaftigkeit des Querverbandes beruht hier auf der Verbindung der ganzen Construction mit dem Hauptbalken, welche hier durch die beiden unteren Streben vermittelt wird, die mit der doppelten Zange und dem Hauptbalken ein leicht verschiebbares Viereck bilden. Es ist daher auch diese vorliegende Construction eine von denjenigen Constructionen, die wohl im Modelle, wo die Hölzer verleimt werden, herzustellen sind, aber durchaus nicht für die Ausführung passen.

310 Bei der in Fig. 310 dargestellten Construction ist der Kehlbalcken *h*, welcher in jedem Hauptgebäude doppelt, dagegen in den Zwischengebänden nur einfach ist, durch zwei Reihen Ständer *e, e* von unten her unterstützt. Oberhalb des Kehlgebälks ist ein einfaches Hängewerk angeordnet und in die Hängesäule *h* desselben ist die Firsfette *r* eingeklattet. Die Streben *d, d* dieses Hängewerks sind auf die Ständer *e, e* verzapft und drücken somit beim Schwinden des Holzes die Ständer nach Auswärts, wodurch aber die ohnehin nicht festliegenden Rahmen *g, g* nur noch wackeliger werden und bei äußerer Veranlassung sehr leicht herausfallen können. Da aber überhaupt das hier angebrachte Hängewerk zur Befestigung der Construction gar nichts beiträgt, wenigstens keine auch nur scheinbar triftige und einigermaßen vernünftige Gründe vorhanden sind, woraus sich die Zweckmäßigkeit und Nothwendigkeit dieser Anordnung ableiten ließe, sondern die Construction im oberen Theile dadurch nur ganz unnöthig beschwert wird, so ist dieses unnütze und überflüssig hinzugesetzte Hängewerk nicht anders, als eine pure Holzverschwendung anzusehen, die aber in keiner Hinsicht mit den von Herrn Köstler aufgestellten Bedingungen übereinstimmt.

311 In den Figuren 311, 311 A und B ist die Dachconstruction des neuerbauten Schlachthaus zu Constanz am Bodensee dargestellt. In Förster's Bauzeitung spricht der Erbauer, Dr. Bruckmann sich darüber folgendermaßen aus:

„Bei dem Dachstuhl, welcher das im Jahre 1838 neuerbaute Schlachthaus in Constanz am Bodensee zu bedecken bestimmt war, wurde nicht allein verlangt, daß der innere Raum des Gebäudes selbst durchaus von den Unterstützungen frei sein, sondern auch, daß der Dachstuhl außer sich selbst noch eine Belastung von mindestens 200 Centnern solle tragen können, welche ungleichmäßig über den ganzen Bereich desselben müsse vertheilt werden dürfen. — Man entschloß sich daher, den 48 Fuß im Lichten weiten Raum mit einem Hängewerke zu überspannen, und unter mehren dafür vorgeschlagenen Constructionen entschied man sich für die hier dargestellte.

„Diejenigen, welche mit dem, von Herrn Hofbaudirector Dr. Moller vorgeschlagenen und bereits vielfach mit Nutzen praktisch angewendeten Neg-, Knüpf- oder Knotensystem der Dachverbände bekannt sind, werden beim ersten Blick sehen, daß die Construction des in Rede stehenden Verbandes jenem System entnommen sei. Die Streben bestehen jede aus einem durchlaufenden Holze, um den nöthigen Einbeißungen des Hirnholzes in Längensholz und deren schädlichen Folgen vorzubeugen, was hier um so vollständiger geschehen ist, als der Fuß der Streben aus Eichenholz besteht, indem es bekannt ist, daß heterogene Holzarten sich viel weniger in einander einpressen, als die homogenen.

„Bei genauer Betrachtung des ganzen Verbandes läßt sich leicht ein System von unverschiebbaren Dreiecken nachweisen. Es sind statt der lästigen doppelten Hängesäulen nur

„einfache angewendet und sämtliche Constructionstheile, aus Tannenholz bestehend, welche „an den Knoten oder Knüpfstellen nur um $\frac{3}{4}$ Zoll mit einander überschritten sind, lassen „sich leicht richten, weil sie nur in einander geschoben zu werden brauchen, weshalb man sie „dann auch bei etwaigen späteren Reparaturen eben so leicht wieder aus einander nehmen „und durch neue ersetzen kann.

„Auf die Festigkeit eiserner Verbandstücke hat man wenig Bedacht zu nehmen brauchen, „da der Verband an und für sich kräftig genug ist, und die angebrachten Schraubenbolzen „sollen nur das Auskanten der Verbandstücke verhindern. Die durchlaufenden Streben aber „sind an den Stellen, wo sie sich vermöge ihrer Länge ein- oder ausbiegen könnten, fest- „geknüpft, um auch die geringsten Schwingungen des Dachstuhls zu verhüten und dem- „selben die gehörige Steifigkeit zu geben. Zu eben diesem Zwecke sind auch die durchlaufenden „Zangenhölzer n und o an den Bändern jedesmal doppelt, d. h. vorn und hinten ange- „bracht. Zur Verhinderung des Längenschubes wurde an der mittleren Hängesäulenreihe „bei g eine Strebebügel angebracht, welche in die Firstfette versagt ist.

„Man wird sich überzeugen, daß diese Construction eben so einfach und klar als fest „sei, daß dieselbe einen möglichst freien Dachraum darbiete und bei ihr keine Holzverschwen- „dung stattfinde, wie wir sie leider nur zu oft bei ähnlichen Constructionen zu bedauern „Gelegenheit finden. Der Dachstuhl selbst ist vortrefflich ausgeführt und hat bis jetzt allen „davon gehegten Erwartungen vollkommen entsprochen.

„Allerdings könnte man versucht werden, die Frage aufzuwerfen, ob es nicht zu viel „sei, bei einem Hängewerke von noch nicht 50 Fuß Spannung drei Hängesäulen anzu- „ordnen, da doch deren zwei gewiß hinreichend gewesen sein dürften. Dieser Einwurf möchte „sich jedoch durch das Programm von selbst heben, da in demselben ausdrücklich bestimmt „wurde, daß der Dachstuhl eine unregelmäßig vertheilte zufällige Belastung von 200 Centnern „zu tragen fähig sein müsse. Wenn nun auch eben keine Aengstlichkeit obwaltete, so war „doch immer eine große Vorsicht nothwendig und man erhielt durch die angeordneten drei „Hängesäulen eine fattere, gleichförmigere Spannung des Hauptgebälkes, als man sie durch „zwei solche erreicht haben würde. Indessen kann nicht in Abrede gestellt werden, daß unter „minder erschwerenden Umständen derselbe Raum mit zwei Hängesäulen, oder mit denselben „Hängesäulen ein weiterer Raum werde überspannt werden können.“

Stellen wir nun einen Vergleich an zwischen dem hier Angeführten und demjenigen, was die Zeichnung ergiebt, so wird sich schwerlich eine unbedingte Bestätigung des Ersteren durch das Zweite finden lassen, wie in Folgendem näher gezeigt werden soll.

In Betreff desjenigen, was der Erbauer über die Anordnung der Streben sagt, so ist die Anordnung der aufgelegten und mit dem Hauptbalken verdübelten Hölzer c, c keineswegs so zweckmäßig, wie derselbe glaubt. Wenn gleich auch durch die Anordnung dieser aus Eichenholz bestehenden Hölzer ein Eindringen oder Einbeissen der Hirnseiten der Streben in dieselben möglichst und vielleicht ganz verhindert wird, so wird dadurch doch noch keineswegs ein Verschieben dieser Hölzer auf ihren Lagern verhindert; denn durch das Eintrocknen der eingelegten Dübelhölzer verlieren die Hölzer c, c jedes drei Stützpunkte, und werden dann nur noch durch die einzelnen durchgesteckten Schraubenbolzen in der bestimmten Lage erhalten. Daß aber ein solcher einzelner Schraubenbolzen dem sehr bedeutenden Schube der Hängewerkstreben nicht in dem Maße mit Sicherheit Widerstand leisten kann, wie solches nothwendig erforderlich ist, liegt klar auf der Hand; denn außer diesem Schube hat der Schraubenbolzen auch noch von den Erschütterungen zu leiden, die durch Einwirkungen des Windes oder sonstiger zufälliger innerer Belastungen entstehen. Es ist daher ein sehr großer Irrthum, wenn der Erbauer meint, daß man auf die Festigkeit eiserner Verbandstücke wenig Bedacht hat zu nehmen brauchen, da der Verband an und für sich kräftig genug sei und man durch die angebrachten Schraubenbolzen nur das Auskanten der Verbandstücke habe verhüten wollen. Bei näherer Betrachtung der Figur stellt sich ganz unbedingt das Gegentheil von diesem heraus; denn die durch die Verbindung der Hölzer hergestellte Festigkeit würde ohne die Anwendung der vielen Schraubenbolzen nur sehr gering sein. Fehlt z. B. in den Hölzern c, c die durch dieselben und den Hauptbalken durchgehenden Schraubenbolzen, so würde beim Eintrocknen der Dübelhölzer sofort auch ein Ausweichen der Streben

stattfinden müssen, welches aber, wenn auch nur in geringem Grade, weit gefährlicher für die Sicherheit der Construction sein würde, als die geringen Einbeißungen, welche dadurch entstanden sein würden, wenn man die Streben unmittelbar in den Hauptbalken mit Versagungen eingefest hätte. Hierbei entsteht gleichzeitig auch noch die Frage: ob durch die Anordnung der Hölzer *c, c* und der dabei angewendeten Verdübelungen, der Hauptbalken an seinen Enden sehr erheblich geschwächt wird? — Soll eine solche Verdübelung gehörig nützen, so dürfen die Einschnitte nicht unter $1\frac{1}{2}$ Zoll Tiefe erhalten, weil dieselben sonst sehr leicht verkanten können, zumal die Hölzer *c, c* mit dem Hauptbalken nur jedesmal durch einen einzelnen Schraubenbolzen verbunden sind. Durch diese tiefen Einschnitte werden aber die Balken nothwendig wieder geschwächt, welches weniger der Fall sein würde, wenn die Anordnung und die Verbindung dieser Hölzer unter einander so wäre, daß sie sich gegenseitig verspannten, ähnlich, wie dieses bei den verzahnten Balken der Fall ist. Aus diesem läßt sich nun leicht erklären, daß der Nutzen, welchen der Erbauer durch diese Anordnung hervorzubringen bemüht war, mehr oder weniger illusorisch ist. Es wäre dagegen unter allen Umständen weit zweckmäßiger gewesen, die Streben bis in den Hauptbalken reichen zu lassen, und um dann diesen Balken, welcher durch die Einschnitte zu den Versagungen der Streben geschwächt worden wäre, wieder zu verstärken, hätte man Sattelhölzer anordnen müssen, welche mit dem Balken verzahnt und mittelst mehrerer Schraubenbolzen verbunden worden wären.

Ein zweiter Punkt, welcher hier weiter zu erörtern ist, ist die Verbindung der unteren Streben mit den äußeren Hängesäulen, oder die Herstellung des doppelten Hängewerks. Die Streben, welche an ihrem Kopfe mit Zapfen und Versagung versehen sind, greifen mit diesen in die Hängesäulen, welche aber wieder in die darüber liegenden Streben des einfachen Hängewerks eingezapft sind. Der hierbei erforderliche Spann- oder Brustriegel, wodurch die Spannung zwischen den Streben und Hängesäulen hervorgebracht und diese letzteren schwebend erhalten werden, besteht hier aus einer doppelten Zange *n*, die nach des Erbauers eigenen Angaben an den Knüpfstellen mit den übrigen Hölzern nur um $\frac{3}{4}$ Zoll tief überschnitten sind. Um eine genügende Befestigung dieser Zangenhölzer zu erhalten, sind sie an den Knüpfstellen mit den überschnittenen Hölzern durch Schraubenbolzen verbunden. Trocknen nun hierbei die mit diesen Zangen überschnittenen Hölzer, als die Streben und Hängesäulen, der Breite nach nur um ein Geringes ein, was ganz unausbleiblich ist, so öffnet sich auch gleichzeitig damit die Stoßfuge zwischen der Strebe und der Hängesäule, indem ein weiteres Nachdrängen der Streben wegen der durch diese doppelte Zange *n* durchgesteckten Schraubenbolzen nicht stattfinden kann. Es hört aber auch dann gleichzeitig die Spannung zwischen der doppelten Zange und der Hängesäule auf, vorausgesetzt, daß eine solche von Anfang an vorhanden war, was aber nicht wohl anzunehmen ist, da die sich verspannen sollenden Hölzer, nach des Erbauers eigener Angabe, nur $\frac{3}{4}$ Zoll weit berühren. Man kann daher auch die Verbindung der äußeren Hängesäulen mit den unteren Streben und der Zange *n* nicht mehr als ein doppeltes Hängewerk ansehen, sondern es besteht die Construction nur aus einem einfachen Hängewerk, an dessen Streben mittelst der doppelten Zange *n* die äußeren Hängesäulen *h, h* unmittelbar angehängt sind.

Wir haben jetzt ferner noch den eigentlichen Zweck dieser beiden Hängesäulen näher zu ermitteln. Nach der Ansicht des Erbauers sollten diese Hängesäulen zur Unterstützung der Balkenlage dienen. Dieser Zweck wird aber durchaus nicht durch diese Anordnung in einer sicherstellenden Weise erreicht, indem die Hängesäulen selbst nur an die doppelte Zange *n* angehängt sind. Diese doppelte Zange aber nicht allein, sondern noch die äußeren Streben werden durch die zu den Schraubenbolzen durchgebohrten Löcher jedenfalls erheblich geschwächt. Ein Anderes wäre es gewesen, hätte man durch diese Anordnung das Dach steifen wollen, wo dann zu diesem Zwecke die Anordnung sich einigermaßen hätte rechtfertigen lassen, in welchem Falle aber auch dann eine Unterstützung der Balkenlage von Unten her hätte angebracht werden müssen.

Der Erbauer spricht nun die Ueberzeugung aus, daß diese Construction eben so einfach und klar als fest sei; ferner daß dieselbe einen möglichst freien Dachraum darbiete und bei derselben keine Holzverschwendung stattfinde. In wiefern aber diese Behauptung von der Richtigkeit abweicht, läßt sich schon zur Genüge aus dem Bisherigen entnehmen. Abgesehen nun davon, daß bei einer so geringen Weite, wie im vorliegenden Falle, die Anwendung eines dreifachen Hängewerks eine offenbare Holzverschwendung ist, würde die Construction doch jedenfalls immer bedeutend einfacher und

auch solider geworden sein, wenn statt der vorliegenden Construction die eines Fetzendaches in Verbindung mit dem Hängewerk gewählt worden wäre und man statt der doppelten Zangen, die hier nur wenig zweckentsprechend und unbedingt als Holzverschwendend anzusehen sind, zur vollständigen Herstellung des unteren doppelten Hängewerks den nothwendig erforderlichen Spann- oder Brustriegel angeordnet hätte. Die mittlere Hängesäule hätte dann ebenfalls einfach angeordnet werden können, um, wie oben ausgesprochen worden, die lästigen doppelten Hängesäulen zu vermeiden. Es wäre dann diese Hängesäule nur bis zu dem Spannriegel des doppelten Hängewerks heruntergeführt worden; um das Durchschlagen des Spannriegels zu verhindern, wäre derselbe mit der Hängesäule durch einen eisernen Hängebügel zu verbinden gewesen. Außerdem hätte man ein zweites Hängeeisen bis zur unteren Balkenlage herunterführen können, um diese letztere mit der Hängesäule in Verbindung zu bringen. Die Fetten hätte man ferner unmittelbar auf die Streben des einfachen Hängewerks verkämmen, und durch untergenagelte Knaggen unterstützen können, und man hätte dann jedesmal nur eine Fette nöthig gehabt, statt daß deren jetzt zwei innerhalb der Endpunkte der Sparren angeordnet sind. Die oberste Fette und die unteren Fetten würden beibehalten, indem durch diese dem Dache eine gehörige Unterstützung gewährt wird.

Prüfen wir überhaupt die nach dem Knotensystem entworfenen und ausgeführten Constructionen, so finden wir die bei denselben vorhandenen Stützpunkte meistens nur in den durchgezogenen Schraubenbolzen, und so lange diese halten und dem Bruche widerstehen, glaubt man auch von der Haltbarkeit und Festigkeit einer Construction überzeugt sein zu können. Hierbei wird aber ganz und gar nicht berücksichtigt, daß diejenigen Trag- und Verbindungshölzer, welche die entstehenden Kräfte auf die benannten Stützpunkte fortpflanzen, so bedeutend verschnitten werden, daß sie nur einer verhältnißmäßig sehr geringen Kraftäußerung widerstehen können.

Wir wollen in dieser Beziehung noch einmal die in Fig. 319 dargestellte Dachconstruction der Personenhalle in Bremen näher betrachten.

Dieses System besteht aus zwei über einander und parallel mit einander liegenden Strebenpaaren, welche in der Mitte des überspannten Raumes in eine einfache Hängesäule eingreifen. Ueber die sämtlichen Streben, und über die mittlere Hängesäule ist eine horizontale doppelte Zange angeordnet, welche mit den erwähnten Hölzern um mehre Zolle überschneidet und alsdann mit denselben durch Schraubenbolzen verbunden ist.

Das innere oder untere Strebenpaar stützt sich unmittelbar gegen die Seitenmauern; das obere Strebenpaar steht in doppelten Stichbalken, die mit den unteren Streben durch Bolzen verbunden sind und mit ihren äußeren Enden auf den Seitenmauern ruhen. Aus der näheren Ansicht der Construction ergiebt sich hier gleich, daß das untere Strebenpaar und die erwähnte doppelte Zange diejenigen Theile der Verbindung sind, auf deren Widerstand die Festigkeit der Construction beruht. Könnte man nun voraussetzen, daß das Holz gar nicht mehr eintrocknete, so hätte man keine weitere Senkung zu befürchten, als die vom Einkneifen der Hölzer in einander herrührende. Allein es ist dieses eben nicht bloß der Fall, sondern auch das Eintrocknen der Hölzer muß hier berücksichtigt werden. Dadurch wird die Verbindung der Streben mit der mittleren Hängesäule gelüftet. Die Streben werden durch die doppelte Zange in ihrer Stellung erhalten. Diese Zange hat aber durch die bedeutenden Ueberschneidungen mit den übrigen Hölzern einen großen Theil ihrer relativen Festigkeit verloren, und dennoch muß sie in dieser Beziehung einen großen Widerstand leisten, indem durch die verticalen Zangen ein bedeutender Theil der Dachlast auf die Verbindungspunkte der horizontalen Zange mit den Streben übertragen wird. Durch das Eintrocknen der Hölzer, und durch das Einkneifen derselben in einander, entsteht aber nothwendig eine Senkung, welcher die horizontale Zange folgen muß, und wodurch die Verbindungspunkte, nämlich die Schraubenbolzen, sehr in Anspruch genommen werden. Bei der Stärke der Schraubenbolzen ist aber ein Nachgeben oder Brechen derselben nicht so leicht zu befürchten, desto mehr aber, durch die vielfachen Erschütterungen, welchen die Construction ausgesetzt ist, eine Erweiterung der Bolzenlöcher in den Hölzern. Da nun auch das Holz immer mehr seine ursprüngliche Elasticität verliert, die Einwirkungen darauf aber nie aufhören, so wird auch auf die Länge der Zeit der Widerstand der Verbindungen, und zwar zum größten Nachtheile der Construction, aufhören. Gegenwärtig sind es hauptsächlich die starken Seitenmauern, welche den Druck der Sprengstreben des Daches aufnehmen und dadurch die Construction in der Schwebe

erhalten. Dieses wird nun zwar auch fernerhin stattfinden; allein durch die Lockerung der Verbindungen der Hölzer, wodurch die ursprüngliche Verspannung der Construction ebenfalls erheblich verliert, wird auch der Sparrenschub vergrößert und die verschiedenen Festigkeiten der Hölzer noch immer mehr in Anspruch genommen.

Dieses finden wir noch besonders bestätigt in der weiter oben beschriebenen und in Fig. 316 dargestellten Dachconstruction der Personenhalle zu Harburg. Ueberhaupt findet man die Mangelhaftigkeit derartiger Constructionen in hohem Grade durch die vielfachen Reparaturen bestätigt, welche die Dachbedeckungen fortwährend erforderlich machen.

Wir wollen nunmehr noch einige andere, nach dem Knotensystem ausgeführte Constructionen näher anführen.

320 In Fig. 320 ist die Dachconstruction der Reitbahn an der Cavallerie-Caserne zu Buzbach dargestellt. Diese Construction, welche im Jahre 1828 unter der Leitung des großherzogl. hessischen Provinzial-Baumeisters Hofmann ausgeführt wurde, können wir nur in sofern dem Knotensystem angehörig betrachten, als hier die Anordnung der doppelten Zangen a, der Bänder b und c stattfindet; diese Construction leidet aber dieser Anordnung wegen keineswegs an den gerügten Mängeln des Knotensystems.

Die Construction besteht aus einem einfachen Hängewerke, welches aber allein bei der lichten Spannweite von 64 Fuß nicht hinreichend gewesen wäre, zumal die Streben des Hängewerks noch dazu bestimmt sind, die Ketten, worauf das äußere Dach ruht, zu tragen. Es war daher dafür zu sorgen, daß die Hängewerksstreben eine solche Unterstützung erhielten, daß sie unter der Last des Daches nicht durchbiegen konnten. Dieses suchte man zunächst dadurch zu erreichen, daß man die doppelten schrägen Bänder b, b anordnete, welche nicht mehr ausgeschnitten wurden, als erforderlich war, ein festes Anliegen zu erreichen. Diese Bänder stützen sich am unteren Ende gegen unmittelbar an die Wand gelehnte und auf ausgefragten Steinen ruhende doppelte Ständer, die an ihrem oberen Ende ausgeschnitten sind, um den Balken, die Streben und die Sparren gehörig zu verschließen, mit welchen Hölzern dann dieselben durch Schraubenbolzen verbunden sind. Durch diese Anordnung wird jedenfalls eine sichere Unterstützung der Streben erreicht. Um die Streben ferner noch zu unterstützen, ist die doppelte Zange a angeordnet, welche ebenfalls mit den verschiedenen Hölzern überschnitten und durch Schraubenbolzen verbunden ist. Statt dieser doppelten Zange hätte man übrigens eben so zweckmäßig auch Winkel- oder Strebebänder anordnen können, welche in die mittlere Hängesäule mit Verzapfung eingezapft worden wären. Diese Bänder hätten in die Streben ebenfalls mit Verzapfungen eingreifen müssen. In Fig. 320 A ist die doppelte Zange a dargestellt, und in Fig. 320 B der Hauptbalken d.

321 In Fig. 321 ist eine Dachconstruction dargestellt, welche für eine Maschinenwerkstätte projectirt worden und wobei die Aufgabe zu lösen war, einen beweglichen oberen Boden mit eisernen Rädern anbringen zu können, welcher auf zwei eisernen Schienen von einem Giebel bis zum anderen sich bewegen ließe, und worüber dann eine Winde aufzustellen wäre, die hinreichend stark sei, um die Arbeiter zu tragen, und Lasten, welche im unteren Theile bewegt oder gehoben werden sollten, daran zu hängen.

Um diesem Zwecke zu entsprechen, hat man die untere Balkenlage in der Mitte durchschnitten und den Seitendruck des Daches durch Verstreben in einen senkrechten Druck zu verwandeln gesucht.

In den gewöhnlichen Fällen würde eine solche Construction bei der Stärke der Seitenmauern Sicherheit genug gewähren, vorausgesetzt, daß das hohe Dach nicht starken Windstürmen exponirt sei, in welchem Falle bei dem Mangel einer durchgehenden Verbindung sehr leicht ein Verschieben der Construction entstehen könnte. Ferner aber würde eine solche Construction auch nicht von längerer Dauer sein, sobald schwere vorübergehende Lasten daran gehängt würden, was nothwendig nachtheilige Bewegungen der Construction zur Folge hätte. Es würden dann die Streben jedenfalls durchbiegen, trotzdem sie mehrfach mit horizontalen und verticalen Hölzern durch Schraubenbolzen verbunden, und somit Dreiecksverbindungen hervorgebracht sind. Es würde überhaupt bei einer an den beweglichen Boden angehängten schweren Last der Druck auf die Seitenmauern so groß werden, daß, wenn auch kein Ausschleichen oder Ausweichen der Seitenmauern, doch jedenfalls ein so starkes Einschneiden der Hölzer in einander entstehen würde, daß die einzelnen Schraubenbolzen einer sehr großen

Kraft widerstehen müßten. Bricht dann unglücklicherweise ein Bolzen oder springt das Holz vor demselben aus, so ist die Construction im höchsten Grade gefährdet.

Weit einfacher und zweckmäßiger würde man jedenfalls zum Ziele kommen, wenn man die Seitenmauern um so viel höher auführte, als die anzubringende bewegliche Winde solches erforderlich macht, alsdann durchgehende Balken anordnete und darüber ein starkes Hängewerk, welches einmal dazu diente, das Dach zu unterstützen, und ferner auch, um die untere Balkenlage, worüber die Schienen zu den Windewagen gelegt werden, daran zu hängen. Eine solche Construction, verbunden mit einem flacheren Dache, würde nicht nur weit weniger Holz, sondern auch weniger schmiedeeiserne Bolzen erfordern, und endlich würde dieselbe auch mehr Sicherheit gewähren, da in diesem Falle auf die Seitenmauern immer nur ein verticaler Druck wirkte.

In Fig. 321 A ist ein Theil des Längendurchschnitts dargestellt; Fig. 322 zeigt die Verbindung 321 A der Wandständer mit dem Sparren und der oberen Strebe; Fig. 322 A zeigt die Verbindung der 322 Hängesäulen mit den Sparren und oberen Streben, und Fig. 322 B die Verbindung der unteren 322 $\frac{A}{B}$ Streben mit der mittleren Hängesäule.

Fig. 321 a, a sind die Längenhölzer, welche zur Aufnahme der eisernen Schienen zu den Rädern des beweglichen oberen Bodens dienen. —

Fig. 323 zeigt die Dachconstruction über dem Zuschauerraum des Theaters zu Mainz, welches 323 nach dem Entwurfe des Baudirectors Moller ausgeführt und im Jahre 1833 vollendet wurde.

Der Zuschauerraum bildet einen Halbkreis von 130 Fuß Durchmesser, welche Form auch im Aeußeren beibehalten ist. Im Innern des Gebäudes, und zwar 21 Fuß von der äußeren Mauer entfernt und concentrisch mit dieser, befindet sich eine Mauer, auf welcher ein Halbkreis von Säulen aus festem Sandstein ruht, worüber ein Architrav aus Ziegelsteinen mit Widerlagern von Sandstein construiert ist. Der mittlere freie Raum hat eine zeltförmige Decke; dagegen wird die Decke zwischen den Säulen und der Umfangsmauer durch ein horizontales Gebälk gebildet. Dieses Gebälk ist mit einem Kranze von Andreaskreuzen, welche halb eingelassen sind, verstärkt.

Die Sparren haben eine Länge von 78 Fuß und sind, außer an ihren Endpunkten, dreimal unterstützt. Die Stützpunkte dieser Sparren sind durch horizontalliegende Hölzer (Fetten) hergestellt. Um diese drei mittleren Fetten zu unterstützen und mit einander zu verbinden, sind hier die langen Strebehölzer b, b angeordnet, welche oberhalb in eine Hängesäule greifen, die die oberste Fette trägt. Unterhalb dagegen sind die Streben in auf der Mauer liegende Stüchbalken versetzt. Diese Streben b, b sind wieder durch andere kürzere Streben unterstützt, die sich unterhalb in einen kurzen Balken oder Schuh von Eichenholz vereinigen, welcher Schuh auf der inneren Mauer ruht.

Um eine weitere Verbindung des Daches hervorzubringen, sind hier noch die doppelten Zangen c (s. ferner Fig. 324) angeordnet, welche die Streben und Sparren umfassen und in der Mitte des 324 Daches gleichzeitig auch mit der Hängesäule verbunden sind. An sämtlichen Stellen, wo diese Hölzer über einander treffen, sind Schraubenbolzen durchgezogen. Die kürzeren Unterstüßungsstreben d, d, d sind in die Streben b, b versetzt und durch kürzere doppelte Zangen e und f mit den Hauptstreben und Sparren vermittelst durchgezogener Schraubenbolzen verbunden.

Durch die Anordnung dieser kurzen Streben d, d, d, welche sich unter verschiedenen Richtungen gegen einen gemeinschaftlichen Punkt stützen und oberhalb durch die darüber gelegte Hauptstrebe b in ihrer Stellung erhalten werden, wird hier ein ungleicharmiges Hebelsystem erhalten, welches in dem gemeinschaftlichen Fußpunkt der Streben d, d, d seinen Drehpunkt erhält. Jede Seite des Daches bildet ein System für sich. Die Anordnung des doppelten Strebebandes g, welches gleichzeitig den Stüchbalken, worin die Hauptstrebe steht, so wie auch diese und den darüber gelegten Sparren umfaßt und mit diesen verschiedenen Hölzern durch Schraubenbolzen verbunden ist, dient nicht allein dazu, den Fußpunkt der Hauptstrebe zu befestigen, sondern den unteren Theil des ungleicharmigen Hebels mehr unbeweglich zu machen, und überhaupt den davon herrührenden Schub auf einen tieferen Punkt abzuleiten. Ein Herunterdrücken des unteren Theils des Daches kann hier nicht stattfinden, indem dies doppelte Strebeband g mit der äußeren Strebe d und mit dem unteren Balken ein Dreieck bildet, auf dessen Spitze die Strebe b ihren Stützpunkt hat. Der untere Theil der Strebe b findet seinen Stützpunkt in dem mit dem Strebebande g verbundenen Stüchbalken. Im oberen Theile des Daches wird durch das Zusammenstoßen der beiden Hälften im Firspunkt alle weitere Bewegung verhindert,

indem sie durch eine doppelte horizontale Zange fest mit einander verbunden werden, welche letztere gleichzeitig wieder mit einer Hängesäule verbunden ist, in welche die Streben *b* eingesetzt sind, so daß also hier zwei rechtwinklige Dreiecke gebildet werden, die eine gemeinschaftliche Cathete (die Hängesäule) haben, so daß also nunmehr eine Einsenkung des Firstes nicht mehr stattfinden kann. Den größten Theil des entstehenden Schubes nehmen die Streben *d, d, d* auf, welche ihn auf einen tiefer liegenden Punkt ableiten, wo aber der Schub, da die Streben *d, d, d* nach verschiedenen und entgegengesetzten Richtungen wirken, zum großen Theil aufgehoben und in einen verticalen Druck verwandelt wird.

Um alle Seitenbewegungen zu verhindern, hat man den unteren Theil des Binders mit der erhöhten Frontmauer durch Verankerungen verbunden, welche Verankerungen hier aber keineswegs erforderlich sind, da ein Zweck des Anhängens durchaus nicht vorliegt, sondern die erhöhte Frontmauer hier nur als Stützpunkt für den untersten Theil des Daches dient.

Um die Dachbinder unter sich zu verbinden, und somit ein Ausbiegen derselben nach der Seite hin zu verhindern, sind kurze Miegel *k, k* angeordnet, welche in der Mitte der Streben *d* über die Zangen *e* gelegt, und da, wo sie sich kreuzen, durch Schraubenbolzen verbunden sind. Auf jeder Säule des Halbkreises ruht abwechselnd ein ganzer und ein halber Binder, indem, wenn man sämtliche Binder bis in die Spitze des Daches verlängerte, diese oben alle hätten zugespitzt werden müssen, was aber zur Haltbarkeit nicht beigetragen hätte, und wodurch auch unnützlich eine erhebliche Menge langes Holz mehr erforderlich geworden wäre.

Die Decke des Auditoriums ist durch leichte Sparren gebildet, die auf den Architraven der Säulen ruhen und sich zeltförmig gegen den Ring des großen Leuchters erheben. Ferner ist über dieselben ein ringförmiges Holz angeschraubt und dieses vermittelt einiger Hängeeisen an die Dachbinder befestigt. 325-327 In den Figuren 325—327 ist die Dachconstruction der Halle auf dem Bahnhofe zu Heidelberg, im Quer- und Längendurchschnitt und im Detail dargestellt.

Der Dachstuhl dieses Gebäudes, nach den Angaben des Professors Eisenlohr ausgeführt, ruht auf massiven Pfeilern, die durch Bögen mit einander verbunden sind. Die einzelnen Dachbinder bestehen hier aus einer Verbindung von Streben und Bändern.

Die Streben des Hängewerks, welche oben in eine einfache Hängesäule greifen, stehen unten in Schuhen von Eichenholz, welche auf Tragsteinen ruhen. Um ein Ausweichen dieser Streben zu verhindern, sind dieselben mit schrägen Bändern verbunden. Diese Bänder, welche ebenfalls bis zur Hängesäule reichen, sind mit dieser, so wie auch unter einander, durch starke eiserne Winkel verbunden, die an die einzelnen Hölzer mittelst Schraubenbolzen befestigt sind. Am unteren Ende sind sowohl die Streben als auch die schrägen Bänder ausgezahlt, ein passender Keil von Eichenholz dazwischen gelegt, und alsdann die drei Hölzer jedesmal durch zwei durchgehende Schraubenbolzen mit einander verbunden, wie in Fig. 327 nach vergrößertem Maßstabe dargestellt ist. Aus der Darstellung ist leicht ersichtlich, daß diese unteren Bänder nur dazu dienen, den Schub, welchen die beiden Streben des Hängewerks ausüben, aufzuhalten, und kommt somit hauptsächlich nur ihre absolute Festigkeit in Betracht, die aber groß genug ist, so daß sie unberücksichtigt bleiben kann. Was hier aber jedenfalls sehr in Betracht zu ziehen ist, ist die Verbindung dieser Hölzer mit den Hölzern des Hängewerks.

Ähnliche Verbindungen finden wir schon mehre ausgeführt; allein statt der Bänder von Holz hat man Eisenstangen angewendet, die ein festeres Nachschrauben gestatten, wie wir bei weiter unten anzuführenden Beispielen noch näher sehen werden. Bei der vorliegenden Construction ist die Verbindung der Bänder mit den Streben jedesmal durch zwei Schraubenbolzen hergestellt, welche Bolzen den ganzen Druck auszuhalten haben, ohne aber hier im Stande zu sein, ein Nachziehen der Bänder bewerkstelligen zu können. Diese Verbindung scheint daher auf die Dauer eine solche Sicherheit nicht zu gewähren, als nothwendig zur Erhaltung der Construction erforderlich ist. Eine sehr zweckmäßige Anordnung hierbei würde gewesen sein, wenn man mit dem Bande noch einen eisernen Bügel verbunden hätte, dessen Steg gegen die Hirnseite des Fußes der Strebe gelegt wäre, während dessen Schenkel mit dem Bande durch zwei Schraubenbolzen verbunden wurden. Hierdurch wäre man doch im Stande gewesen, durch ein stärkeres Anschrauben der Muttern auf die Schraubenspindeln der beiden Schenkel, die Construction von vorn herein stärker zu spannen. Ferner aber würde durch diese Anordnung die Pressung auf den unteren, und jedenfalls schwächsten Theil des Bandes, vermindert worden sein.

Auf den Streben liegen Fellen, worauf die Dachsparren ruhen. Um aber ein Durchschlagen

der Streben zu verhindern und ferner auch die nöthige Verstärkung des Querverbandes zu erzielen, ist hier in jedem Binder eine horizontale doppelte Zange angeordnet, die mit den Hängewerkshölzern und den Sparren überschnitten und verbunden sind.

Zur Herstellung des Längenverbandes sind in die oberste Fette und in die Hängesäule Winkelbänder eingefügt. Ferner hat man aber auch noch Bänder in die mittleren Fetten, in die Streben und in die doppelte Zange eingefügt, so daß ein Theil dieser Bänder eine fast horizontale Lage erhält. Diese Bänder nützen aber wenig und beschweren nur die Construction; sie hätten daher füglich, ohne der Festigkeit der Construction Eintrag zu thun, ganz wegbleiben können.

In den Figuren 328—332 ist der Dachverband der Halle auf dem Bahnhofe zu Mannheim, 328-332 im Quer- und Längendurchschnitt, so wie im Detail dargestellt. Diese Construction ist ebenfalls von Professor Eisenlohr.

Das Dachwerk ruht auf einzelnen Pfeilern aus Backsteinen, welche 5,70 Meter von Mitte zu Mitte von einander entfernt sind und mit welchen die Dachbinder correspondiren. Die Construction des Hängewerks ist hier überhöht, weil zum Abzuge des Rauches und Dampfes noch ein Aufsatz angebracht und somit von selbst die Last, welche auf diesen Hängewerken ruht, vergrößert ist. Im Uebrigen ist die Construction des Hängewerks ganz ähnlich der vorher beschriebenen.

Bei den Versuchen, welche mit einem solchen Binder angestellt wurden, ergab sich, daß eine Belastung von 80 Centnern nicht nachtheilig auf denselben einzuwirken vermochte, wogegen bei den Dachbindern der Halle zu Heidelberg schon eine Belastung von 60 Centnern auf einen Binder eine Veränderung desselben hervorbrachte, indem die vier Streben und die horizontale doppelte Zange etwas durchzuschlagen angingen.

Zur Unterstützung der untersten Fetten dienen Sprengwerke, deren Streben sich gegen die Hauptpfeiler des Gebäudes stützen, wie aus Fig. 329 näher ersichtlich. Die Anordnung der Unterstützung der Fetten selbst ist aus den Figuren 330—332 ersichtlich. Auf dem Spannriegel der Sprengwerke liegen kurze Querhölzer, welche in die doppelt neben einander liegenden Fetten um mehre Zolle eingreifen und somit dieselben unterstützen und das Fettenpaar zu einem Ganzen verbinden.

Es bedarf hier keiner weiteren Erklärung, indem die Anordnung der Construction aus den bezüglichen Figuren zur Genüge zu entnehmen ist.

In den Figuren 333—335 ist die Dachconstruction der Fruchthalle zu Mainz dargestellt. In 333-Förster's Bauzeitung, Jahrgang 1839, heißt es darüber, wie folgt: 335 A

„Die Grundform des Gebäudes sollte in einem einfachen Parallelogramm bestehen; „der Verband des Dachwerks machte jedoch das Hervortreten einzelner Pfeiler und Säulen „nöthig, so daß außer dem mittleren Raume von 100 Fuß Breite und 200 Fuß Länge „noch zwei Absseiten entstanden, welche sehr passend zum Einstellen derjenigen Früchte benutzt „werden können, die von einem Markttage zum anderen unverkauft in den Säcken stehen bleiben.

„Die Ausführung ist möglichst ökonomisch, jedoch nicht so weit beschränkt, daß dem „Gebäude der Charakter eines öffentlichen Monuments benommen würde; hauptsächlich „strebte man aber beim Entwurfe dahin, mit den einfachsten Mitteln die größtmöglichsten „Erfolge zu erreichen.

„Bei der Construction des Dachverbandes machte man von dem Systeme des Dreiecks- „verbandes Gebrauch, dem einzigen Grundgesetze, welches, von dem einfachsten Principe „ausgehend, eine unendliche Mannigfaltigkeit der Entwicklung gestattet und, mit Vermeid- „dung eines für alle Fälle in Anwendung kommenden Schemas, die Lösung stets neu aus „der Natur der Aufgabe hervorgehen läßt.“

Der Verfasser sagt, die Ausführung sei möglichst ökonomisch u. s. w. Dieses ist in Bezug auf die ganze Construction jedenfalls richtig. Allein war die ursprüngliche Forderung wirklich nur, einen inneren Raum von 100 Fuß lichter Weite herzustellen und zu überdachen, so ist der Annahme des Verfassers in sofern zu widersprechen, daß, um die hier angegebene Construction ausführen zu können, das Gebäude nach beiden Seiten hin jedesmal noch um 20 Fuß erweitert werden mußte, um die für die Erhaltung der Dachconstruction nöthigen Widerlager anbringen zu können, wodurch also nunmehr ein Raum von circa 140 Fuß Weite mit einem Dache zu überdecken war, so daß in dieser Beziehung nicht mehr von einer möglichsten Ökonomie die Rede sein kann. Es mag aber wohl gleich

von vorn herein die Bestimmung vorgelegen haben, einen inneren lichten Raum von etwa 100 Fuß Weite mit Absseiten herzustellen.

Fig. 333 zeigt einen Querdurchschnitt und Fig. 334 einen Längendurchschnitt der Construction. Fig. 335 zeigt die obere Balkenlage der Absseiten, und Fig. 335 A die untere.

Bei der Anordnung der Absseiten tritt die Eigenthümlichkeit des Knotensystems, nämlich das vielfache Verschneiden der Hölzer, wieder sehr bedeutend hervor; denn um die hier angeordneten Streben, Bänder und Zangen an einander vorbeiführen und mit einander verbinden zu können, war es nothwendig erforderlich, daß die Hölzer sehr bedeutend ausgeschnitten wurden.

336. 337 In den Figuren 336 und 337 ist der Dachverband der Reitbahn des herzoglichen Palais in Wiesbaden dargestellt.

Es heißt darüber in Försters Bauzeitung, Jahrgang 1842:

„Der aus Bügen und Hangen bestehende, nach dem Systeme des Dreiecks construirte Dachstuhl ist an den Ueberschneidungen und Verplattungen verschraubt und der Länge nach durch Ketten verbunden. Weil derselbe nicht verschalt wurde, sondern ganz sichtbar blieb, so wurde er aufs Sorgfältigste ausgeführt und abgehobelt, die Kanten abgefacet und mit auf holzgelbem Grunde gezogenen rothen Linien auf allen sichtbaren Seiten eingefasst. Die aus reinen und abgehobelten Doppeldielen bestehende untere sichtbare Verschalung ist lichtblau angestrichen und mit einer zweiten Verschalung von ordinärem Dachbord, worauf die Schiefer liegen, bedeckt. Jeder Dachstuhl ruht mittelst zwei kurzer Schwellen von Eichenholz auf mit Bildhauerarbeit verzierten Tragsteinen o. Außerdem ruhet das Dachwerk mittelst Horizontalzangen *m n* auf zwei über das Mauerwerk gelegten Mauerlatten von Eichenholz. So schwierig auch das Aufschlagen dieses Dachstuhls anfänglich zu sein schien, so ging solches doch ganz leicht und schnell von Statten, indem jedesmal ein Binder auf der Erde fertig zusammengelegt und verbunden, an einem auf Schwellen stehenden, auf Rollen und Walzen beweglichen Standbaum, mittelst eines Flaschenzuges aufgezogen und an Ort und Stelle gebracht wurde.

„Auf diese Weise wurden jeden Tag zwei solche Dachbinder aufgezogen und an Ort und Stelle gebracht, was allein dadurch möglich wurde, daß alle Binder vorzüglich gearbeitet waren und genau zwischen die beiden Längenmauern paßten.“

Ueber die Festigkeit der hier gegebenen Construction hatten sich mehrfach Zweifel erhoben und ließ Moller zu dem Ende ein Modell in der Art anfertigen, daß die, die Umfangsmauern vorstellenden Theile, mit Charnierbändern auf der Grundfläche befestigt, aber beweglich waren, und sich bei der geringsten seitwärts auf sie wirkenden Kraft umlegen mußten. Hierauf wurde das Dachwerk des Modells stark belastet, wobei jedoch die erwähnten Umfangsmauern ihre senkrechte Lage beibehielten, woraus nun der Schluß gefolgert wurde, daß der Seitendruck des Sprengwerks in einen senkrechten verwandelt wäre.

Aus diesen Versuchen aber so unbedingt auf die Festigkeit der ausgeführten Construction schließen zu wollen, ist sehr gewagt und auch durchaus nicht sachgemäß. Wir haben schon oben darüber gesprochen und wollen hier nur noch anführen, daß ein Modell viel genauer und accurater zusammengearbeitet wird und werden kann, als dieses bei der Ausführung im Großen möglich ist. Auch benützt man zu den Modellen immer nur ganz trocknes und ausgesuchtes Holz, während bei der Ausführung trocknes Holz nie zu Gebote steht, wobei sich also schon von vorn herein annehmen läßt, daß, wenn das Holz erst verarbeitet und an seine Stelle gebracht, und dem ferneren unmittelbaren Einflusse der äußeren Witterung entzogen ist, es nothwendig eintrocknet, also die vorher scharf zusammengearbeiteten Fugen sich öffnen, und das Holz hierdurch auch an Elasticität verliert. Diese Umstände kommen aber bei einem Modelle nie vor und können demnach, trotz ihrer großen Wichtigkeit, hierbei gar keine Berücksichtigung finden. Die Anfertigung von Modellen ist in sofern immer sehr zweckmäßig, als sie dazu dienen, das auszuführende Werk zu veranschaulichen. Man kann aber unter keinen Umständen aus der Festigkeit solcher Modelle direct und unmittelbar auf die Festigkeit des darnach ausgeführten Zimmerwerks schließen, weil der Widerstand nicht in dem Verhältnisse zunimmt, wie die Kräfte, welche auf das Zerdrücken der Construction wirken.

Obgleich diese Construction sich während der ersten Jahre bewährt hat, so ist damit noch keines-

wegs erwiesen, daß dieses auch für lange Zeit der Fall sein werde, und zwar um so weniger, weil auch hier die einzelnen Hölzer, wo sie über einander treffen, sehr bedeutend ausgeschnitten, also bedeutend geschwächt sind. Betrachten wir z. B. die durchreichende doppelte horizontale Zange, so sind die Hölzer derselben an beiden Seiten ausgeschnitten, trotzdem dieselbe nicht allein einen bedeutenden Druck, sondern auch nach der Längenrichtung einen erheblichen Zug auszuhalten hat. So lange das Holz im frischen Zustande ist und noch seine volle Elasticität hat, werden diese Hölzer dem Drucke widerstehen können; sobald sie aber eintrocknen und in Folge dessen die Fugen sich öffnen, also der feste Schluß aufhört, muß auch nothwendig ein Durchschlagen und Nachgeben der einzelnen Hölzer sich einstellen, womit gleichzeitig aber auch ein frei werdender Seitendruck entsteht, und werden somit die Mauern dann nicht mehr bloß einen senkrechten Druck von der Construction zu erleiden haben.

Die in Fig. 317 dargestellte Dachconstruction eines Maschinenhauses auf dem Bahnhofe zu 317 Hannover gehört nicht dem Knotensystem, sondern einem andern System an, wovon erst später noch mehrere Beispiele angeführt werden. Wir haben diese Construction hier nur deswegen erwähnt, weil sie auf den Hannoverischen Bahnen, auf welchen bei den verschiedenen Hochbauten vorherrschend nur das Knotensystem zur Anwendung gekommen, als für sich allein stehend ausgeführt worden ist. Das Ausweichen der Bänder wird hier durch die Anordnung der eisernen Zugbänder gänzlich aufgehoben, und jedenfalls zeichnet sich diese Construction vor den übrigen hier angeführten durch ihre große Einfachheit aus.

Es ließen sich hier noch manche andere Beispiele von Dächern, die nach dem Knotensysteme ausgeführt worden sind, angeben, allein die bisher angeführten Constructionen werden vollständig genügen, die Eigenthümlichkeiten und das Fehlerhafte dieses Systems darzuthun, und wollen wir nun zum Schluß noch einige allgemeine Bemerkungen hier folgen lassen.

Die Anhänger des Knotensystems verwerfen mehr oder weniger die Verzäpfungen zweier Hölzer und halten für sicherer, die Verbindungen der Hölzer durch Ueberschneidungen herzustellen.

Es entsteht immer zunächst die Frage: ob eine Verbindung der Hölzer durch Verzäpfung möglich ist oder nicht? Haben wir z. B. eine vollständige Construction und wir wollen ihren Querverband noch verstärken, indem wir über die einzelnen Hölzer Zangen legen und diese an den Stellen, wo sie mit anderen Hölzern zusammentreffen, damit überschneiden und durch Schraubenbolzen verbinden, so kann hier natürlich von einer Verzäpfung keine Rede sein, weil dadurch der beabsichtigte Zweck nicht erreicht werden würde. Solche Hölzer dienen aber dann auch nur dazu, einem Verschieben der Construction vorzubeugen, sie sind jedoch durchaus nicht dazu bestimmt, eine Last zu tragen oder irgend einen seitlichen Druck auszuhalten, sondern es wird hauptsächlich ihre absolute Festigkeit in Anspruch genommen.

Soll aber ein Holz das andere wirksam unterstützen, wie z. B. ein Kehlbalken den Sparren, oder ein Winkel- oder Kopfband ein horizontal- oder schrägliegenderes Holz, so entsteht jedenfalls die Frage, ob es besser ist, die Unterstützungshölzer mit den zu unterstützenden Hölzern zu verblatten oder zu verzäpfen? Wir entscheiden uns unbedingt für das Letztere; — denn nimmt man z. B. einen Kehlbalken, der mit einem Sparren verblattet wird, so muß, wenn der erstere eine richtige und feste Lage erhalten soll, der Sparren doch jedenfalls an der Stelle, wo der Kehlbalken trifft, ausgeschnitten werden. Um den Kehlbalken, damit er nicht herausfalle, in seiner Lage zu erhalten, muß derselbe an den Sparren festgenagelt oder mit diesem durch einen Schraubenbolzen verbunden werden. Trocknet nun das Holz des Sparrens nach der Dicke ein, so ist natürlich, daß die Fuge, welche zwischen dem Sparren und dem Kehlbalken ist, sich nothwendig um so viel erweitern muß, als das Schwinden des Holzes beträgt, und so bleibt alsdann dem Sparren kein anderer Stützpunkt, als derjenige, welchen der eingeschlagene Nagel oder der durchgezogene Schraubenbolzen bildet. Ferner kommt aber noch hinzu, daß der Sparren in seiner Stärke, um dem Kehlbalken ein Auflager zu verschaffen, mindestens $\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll tief ausgeschnitten werden muß, also um so viel auch geschwächt wird. Hat man ferner nicht vollkantiges Holz zu den Sparren zu verwenden, so kommt nur ein geringer Theil vom Hirnholz des Sparrens zur Tracht, vorausgesetzt, daß das Holz nicht schwindet und dadurch die Fuge sich öffnet. Bei Verzäpfungen dagegen gewinnt man unbedingt an Hirnfläche; ferner kann beim Eintrocknen des Holzes das zu stützende Holz sich so viel, als das Eintrocknen beträgt, nachsenken und die wirksame Unterstützung hört nicht auf. Durch das Zapfenloch wird das Holz nicht so geschwächt als durch die Ueberschneidung, und dient auch der Zapfen nur

dazu, das Holz in seiner Stellung zu erhalten und am Ausweichen zu hindern, was dagegen bei den Verblattungen nur durch Nägel oder Schraubenbolzen zu erreichen ist. — Wo ist also da der große Vortheil zu finden, den solche Verblattungen gewähren? — Nirgends, und liegt der vermeintliche Vortheil nur einzig und allein in der Einbildung.

Nehmen wir ferner Winkel- oder Kopfbänder an, so unterstützen diese doch unbedingt viel wirksamer, wenn sie mit Zapfen und Versagungen in die zu unterstützenden Hölzer eingreifen. Ein so eingesehtes Band ist unverrückbar; dagegen hat ein eingeblattetes Band viel weniger Stirn, und beruht dessen Tragkraft hauptsächlich auf den durchgezogenen Bolzen oder eingetriebenen Nägeln. Es sind hierbei also immer nur einzelne Punkte, welche der einwirkenden Kraft zu widerstehen haben, wogegen beim Einzapfen die ganze Stirn, mit Ausnahme des hervortretenden Zapfens, sich gegen die Fläche stützt.

Es ist daher nur eine durchaus unbegründete Redensart, welche uns Rößler aufsticht, wenn er sagt, eine gute Dachconstruction wird nur erhalten bei möglichster Vermeidung der Zapfenlöcher, u. s. w. Ueberhaupt ist es auch dunkel, daß durch die Anordnung von Zapfenlöchern das Verderben der Hölzer herbeigeführt werden soll. Ein einsichtsvoller Baumeister wird nie anders Zapfenlöcher anordnen, als wo die Verbindung zweier Hölzer solches erforderlich macht; er wird aber keineswegs seine Construction so anordnen und ausführen, daß er schon von vorn herein darauf Rücksicht nehmen muß, daß das durch die Bedeckung dringende und an den Dachhölzern herablaufende Wasser abfließen könne. Keineswegs wird dieses Abfließen aber dadurch erreicht werden, daß man die Zapfenlöcher durchbohrt; denn bei der Porosität des Holzes wird das eindringende Wasser nicht ablaufen, sondern in das Holz einziehen.

Ein anderer Vortheil, welcher in der Anwendung des Knotensystems zu finden sein soll, besteht nach der Meinung der Anhänger dieses Systems darin, daß eine Menge Holz erspart werde. Die einzige Ersparung, welche wir bis jetzt gefunden haben, besteht hauptsächlich nur in der Nichtanwendung der Kopf- und Winkelbänder. Dieses ist aber durchaus nicht als eine Ersparung zu betrachten, denn wo sie nothwendig sind zur Herstellung eines festeren Verbandes, dort darf man sie nicht weglassen. Nun ist aber das Knotensystem der Art, daß die Anordnung von Winkelbändern nicht gut möglich ist, und wo sie dennoch angewendet wurden, hat man die Wesenheit des Knotensystems unberücksichtigt gelassen. Daß man die Winkelbänder durch eingeschlagene Holzkeile ersetzen will, können wir ganz auf sich beruhen lassen; ebenso, daß man dadurch feste Knoten herstellen will. Um die vielen Knoten zu erhalten, werden die Hölzer über einander verblattet und dann wieder mittelst Schraubenbolzen verbunden. Daß hierzu sehr viele Bolzen erforderlich sind, liegt klar auf der Hand; ebenso klar liegt aber auch zu Tage, daß durch die Anwendung der vielen Bolzen und durch die vielen Ueberschneidungen die Hölzer nicht verstärkt, wohl aber, und zwar in den meisten Fällen, erheblich geschwächt werden, und ferner, daß die Hauptstützpunkte der Construction die durchgezogenen Schraubenbolzen bilden und diese ein festes Einpressen der Hölzer gegen einander nicht zulassen, also von der Festigkeit der Schraubenbolzen auch zugleich die Festigkeit der Construction abhängt. — Wo liegt hier nun eine Ersparniß? — Kosten vielleicht die vielen Schraubenbolzen nichts, oder ist es vortheilhafter und billiger, anstatt ganzer Balken solche anzuwenden, die der Länge nach durchschnitten und dann wieder zusammengelegt und durch Bolzen mit einander verbunden werden?

Betrachten wir nun schließlicly nochmals die verschiedenen hier angeführten Fälle, so finden wir als Resultat, daß:

1. das Knotensystem keine hinlänglich sichere Längenverbindung der Construction darbietet;
2. die so sehr hervorgehobene feste Dreiecks- oder Netzverbindung durchaus nicht in dem erforderlichen Maße vorhanden ist, um eine Construction mit Sicherheit den verschiedenen darauf einwirkenden Umständen aussetzen zu können;
3. durch die Anwendung dieses Systems durchaus keine Holzersparniß erzielt wird, indem man die sämtlichen Constructionen noch viel einfacher und jedenfalls viel tragfähiger und stabiler, ohne größeren Holzverbrauch, herstellen kann; und daß ferner dieses System eine Unzahl eiserner Schraubenbolzen erforderlich macht, wodurch die Construction aber nur vertheuert wird.
4. Der unmittelbaren Einwirkung der Dachbedeckung ist eine größere Menge Hirnholz ausgesetzt, als zweckmäßig ist, indem, sobald das Wasser eindringt, dieses sogleich und weit eher in das

Hirnholz, als in das Langholz der Sparren einzieht, und veranlaßt, daß diese Hölzer, welche hier zur Herstellung der Dreiecksverbindungen dienen, nur um so eher verderben und also auch nothwendig die Stützpunkte der Construction leiden.

5. Ohne allen Grund legt man bei Hängewerken vielfach die Stützpunkte derselben unmittelbar gegen die Mauern und bringt somit einen Seitendruck gegen dieselben hervor, der, wenn er auf die Dauer erhalten werden soll, viel stärkere Seitenmauern erfordert, als solche bisher angewendet worden sind. Ueberhaupt wird hier der Grundsatz, bei einer Construction den wahren Druck möglichst zu vermindern, gänzlich unbeachtet gelassen.
6. Zur Herstellung der sogenannten Knoten wird das Holz ganz unnöthig geschwächt durch die vielen Ueberschneidungen und Verblattungen, welche erforderlich werden; und endlich
7. erfordert die Herstellung einer solchen Construction eine längere Arbeitszeit, indem die Hölzer eine weit genauere Bearbeitung verlangen, als dieses bei den anderen Constructionen erforderlich ist.

Dreizehntes Capitel.

Von den Dachgerüsten mit Hängewerk.

§ 43.

Allgemeines.

Im Vorhergehenden haben wir schon mehrer Dachgerüste in Verbindung mit Hängewerk Erwähnung gethan und ist dieses nur einzig und allein aus dem Grunde geschehen, weil wir nicht beabsichtigten, das Knotensystem in mehreren besonderen Abschnitten vorzutragen. Im gegenwärtigen Abschnitte soll nunmehr von den bezeichneten Dachgerüsten gründlich die Rede sein, wodurch manches im vorigen § Angedeutete noch deutlicher werden wird.

Tritt bei der Ausführung eines Dachgerüstes der Umstand ein, daß die Balken von Unten her auf keine Unterstüzung erhalten können, noch eine solche angeordnet werden darf, und demnach auch die erforderliche Unterstüzung des Dachgerüstes selbst von Unten her nicht beschafft werden kann; liegen überdies die Balken noch so weit frei, daß sie durch ihre eigene Last schon durchbiegen würden, so wendet man, um das Dachgerüste schwebend zu erhalten und gleichzeitig auch das Durchbiegen oder Durchschlagen der Balken zu verhindern, die bereits im sechsten Capitel näher beschriebenen Hängewerke an. Je nachdem nun die freiliegende Länge der Balken bedeutender wird, wendet man einfache, doppelte, dreifache, vierfache, fünffache u. s. w. Hängewerke an, und bestehen dann dieselben mit mehr als zwei Hängesäulen aus einer Zusammensetzung von einfachen und doppelten Hängewerken.

Beträgt z. B. die freiliegende Weite einer Balkendecke nicht mehr als höchstens 40 Fuß, so bedient man sich des einfachen Hängewerks, sowohl zur Unterstüzung des Daches, als auch zum Tragen der Balkendecke, wobei jedoch vorausgesetzt wird, daß diese letztere nicht noch außerdem belastet werden soll.

Ueberhaupt sollte in Gebäuden ein Hängewerk, das vornehmlich zur Unterstüzung des Daches angeordnet wird, nie weiter belastet werden, indem es an dem darüber befindlichen Dache schon vollständig zu tragen hat. Soll aber dennoch ein Hängewerk außer der Dach- und Deckenlast noch andere aufzubringende Lasten tragen können, so muß man dasselbe demgemäß gehörig verstärken, wovon weiter unten erst näher die Rede sein wird.

Beträgt die freiliegende Weite einer Balkendecke mehr, und zwar bis höchstens 56 Fuß, so wendet man ein doppeltes Hängewerk oder einen doppelten Hängebock an.

Beträgt die lichte Weite über 60 bis höchstens 75 Fuß, so wendet man ein dreifaches Hängewerk an, welches dann aus einem einfachen und einem doppelten Hängewerke zusammengesetzt wird.

Bei einer noch größeren Weite, und bis zu höchstens 90 Fuß, wendet man ein vierfaches Hängewerk an, welches aus zwei doppelten Hängeböcken zusammengesetzt wird.

Beträgt die freiliegende Weite über 90 Fuß und bis zu höchstens 115 Fuß, so wendet man ein fünffaches Hängewerk an, das aus einem einfachen und zwei doppelten Hängewerken zusammengesetzt wird.

Das größte bis jetzt zur Ausführung gekommene Hängewerk ist dasjenige, welches über dem Exercierhause zu Moskau errichtet ist, dessen Weite circa 150 Fuß beträgt und in welchem sieben Hänge Säulen angeordnet sind.

Die Hängewerke können nun sowohl bei Winkeldächern als auch bei Pultdächern, sowie bei Mansardedächern, flachen Dächern, Feltendächern, überhaupt bei allen im siebenten Capitel näher beschriebenen Dächern angewendet werden, wie in den folgenden §§ und weiter angeführten Beispielen näher gezeigt werden wird.

§ 44.

Die Dachgerüste mit einfachem Hängewerk.

341. 342 In den Figuren 341 und 342 ist ein einfaches Hängewerk mit einem Feltendache verbunden, über einem Raume von circa 25 Fuß lichter Mitte, im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Auf dem Balken a a stehen die Streben b, b des Hängewerks, welche mit Zapfen und Verfassung in den Balken eingesetzt sind. Am oberen Ende greifen diese beiden Streben ebenfalls mit Zapfen und Verfassung in die einfache Hängesäule c; der Balken ist mit der Hängesäule durch Hängeeisen verbunden und neben der Hängesäule liegt ein Ueberzug (Träger). Die oberste Fette d ruht auf der Hängesäule, auf welche sie verzapft ist. Die beiden anderen Fetten e, e liegen auf den Streben b, b des Hängewerks und bilden somit diese Streben gleichzeitig die Hauptsparren des Feltendaches. Zur besonderen Unterstützung der Streben sind hier noch die Bänder g, g angeordnet. Diese Bänder werden in die Hängesäulen mit Zapfen und Verfassung eingesetzt und verbohrt, dagegen sind sie in die Streben nur einfach verzapft angenommen, weil, da hier diese Bänder auf die Richtung der Streben rechtwinklig stehen, eine solche Verfassung ganz nutzlos sein würde und auch nicht angebracht werden könnte. Stehen aber diese Bänder nicht rechtwinklig auf die Richtung der Streben, sondern sind sie unter einem spitzen Winkel gegen dieselben aufgestellt, so erhalten die Bänder an ihren oberen Enden ebenfalls Verfassungen. Im vorliegenden Falle sind diese Bänder zwar überflüssig, es kommen aber dennoch Fälle vor, wo sie nicht allein zweckmäßig, sondern sogar nothwendig werden können.

Auf den Fetten ruhen die Feltensparren h, h in der Art, wie in § 31 bei den Feltendächern näher angeführt wurde.

Somit wäre der Verband des Daches nach der Quere vollkommen hergestellt und gesichert. Um nun auch ferner einen Verband nach der Länge des Daches zu erhalten, sind die Kopfbänder k, k Fig. 342 angeordnet, und diese Bänder mit Zapfen und Verfassung sowohl in die Hängesäulen als auch in die darüber liegende Fette d eingesetzt und verbohrt, so daß diese Bänder auch gleichzeitig noch die Fette d unterstützen.

Um das Anhängen der Zwischen- oder Leerbalken bewerkstelligen zu können, wird, wie schon erwähnt, ein Ueberzug (Träger) f dicht neben der Hängesäule auf die Hängewerkstrahlen gelegt, an welchen dann die Zwischenbalken mittelst eiserner Schraubenbolzen angehängt werden. Die Entfernung zwischen je zwei Hängewerken beträgt selten mehr als 15 Fuß von Mitte zu Mitte derselben, und richtet sich dieselbe in allen Fällen immer zunächst nach der Größe und Last der auszuführenden Constructionen, ferner aber auch nach der Stärke der zu verwendenden Hölzer.

343. 344 In den Figuren 343 und 344 ist ein anderes Feltendach mit einem einfachen Hängewerke verbunden, im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Es ist hier die freiliegende Weite des Balkens, worüber das Hängewerk aufgerichtet, bedeutend größer, dagegen die Höhe des Daches nach Verhältniß der Weite bedeutend geringer als beim vorigen Beispiele.

Um die Streben des einfachen Hängewerks, welche auch hier wieder die Stelle der Hauptsparren

des Fettendaches vertreten, zu unterstützen, damit sie unter der Last des Daches nicht durchbiegen können, was hier schon weit eher zu besorgen ist als bei der vorigen Figur, sind noch unterhalb derselben wieder besondere Strebebänder angeordnet. Diese Streben oder Unterstreben, wie man sie hier wohl richtiger bezeichnen kann, sind mit den Hauptstreben a a durch Schraubenbolzen verbunden und stehen ebenfalls mit Zapfen in dem Hauptbalken. Dagegen sind die Gegenstreben e, e mit Zapfen und Versagungen in die Hängesäule eingesetzt und spreizen unter jeder Hauptstrebe unmittelbar gegen die Hauptstrebe b, wodurch dann die Hauptstreben a, a die erforderliche Unterstützung erhalten.

Die Unterstützung der Zwischenbalken in ihrer Mitte geschieht durch den Träger e, welcher mit den einzelnen Hängesäulen unmittelbar durch Hängeeisen verbunden ist.

In Fig. 345 ist ein noch flacheres Fettendach dargestellt.

345

Es spreizen sich hier die beiden Streben des Hängewerks unmittelbar gegen einander, und statt der sonst üblichen Hängesäulen sind Hängeeisen angeordnet, deren Anordnung in Fig. 345 A nach 345 A vergrößertem Maßstabe dargestellt ist.

Es ist hier nämlich quer über jede einzelne Strebe, nahe am Kopfe derselben, eine eiserne Schiene gelegt, welche an beiden Enden durchlocht ist, wohinein, und zwar auf beiden Seiten der Streben, die Hängeeisen f, f und g, g gesteckt und oberhalb mittelst Schraubenmuttern festgeschraubt werden. Die Hängeeisen reichen bis über die Unterkante des Balkens herunter und sind daselbst mit hinlänglich langen Schraubenspindeln versehen. Unterhalb des Balkens wird jedes Paar Hängeeisen durch einen quer unter den Balken gelegten eisernen Steg verbunden, welcher durch Schraubenmuttern von Unten herauf festgeschraubt wird. Um ein Auseinanderweichen der beiden Hängeeisenpaare zu verhindern, werden dieselben oberhalb noch durch eiserne Bügel, durch welche die Hängeeisen greifen, verbunden. Die Bügel werden durch die oberen Schraubenmuttern festgehalten.

Auf den Streben, welche auch hier wieder die Stelle der Hauptsparren vertreten, liegen die Fetten und darüber die Fettensparren, die mit geächselten Zapfen in die Dachbalken eingesetzt werden. Um ein Ausweichen der Streben aus ihren Versagungen zu verhindern, was bei der flachen Lage sehr leicht stattfinden kann, bringt man entweder um den Balken und um die Strebe ein eisernes Zugband an, oder man zieht durch beide am unteren Ende der Strebe einen Schraubenbolzen durch. Das erstere ist jedoch immer vorzuziehen, weil dadurch das Holz nicht geschwächt werden kann, wie dieses weit eher bei Anwendung eines Schraubenbolzens stattfindet, indem es hier beim Durchbohren der Zapfen sehr leicht beschädigt wird.

Die Zwischenbalken werden mittelst Schraubenbolzen oder Hängebügel an einen Ueberzug angehängt, welcher auf den Hauptbalken liegt und auf diese verkämmt wird.

In den Figuren 346 und 346 A ist ein anderes Dach mit einem einfachen Hängewerke verbunden, im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

346 A

Die Hängesäulen, welche hier aus doppelten Hölzern bestehen, gehen bis zum First des Daches und ruhen daselbst die Sparren der einzelnen Hauptgebäude auf denselben, wie solches aus Fig. 346 A näher ersichtlich wird. Um ein Durchbiegen der Sparren in den Hauptgebänden zu verhindern, sind kurze Trempel d, d angebracht, welche in die Streben und in die bezüglichen Sparren eingezapft und in letztere verbohrt sind. Damit aber die Zwischengebäude auch unterstützt werden, sind zwischen je zwei Hängesäulen die Riegel r mit Zapfen und Versagungen in dieselben eingesetzt, wie aus Fig. 346 A näher hervorgeht. Auf diesen Riegeln ruhen dann die Kehlbalken der Leergebäude, welche auf diese Riegel verkämmt werden. In Fig. 346 ist die Lage der Kehlbalken durch punktirte Linien angedeutet. Am Fuße sind die Sparren mit geächselten Zapfen versehen, mit welchen sie in die Dachbalken eingesetzt sind.

Die Streben des Hängewerks werden mit dem Hauptbalken entweder durch Zugbänder oder durch Schraubenbolzen verbunden. Das Uebrige geht aus der Figur hervor und bedarf keiner weiteren Erläuterung.

In den Figuren 347, 347 A und B ist ein Pultdach in Verbindung mit einem Hängewerke, im Quer- und Längendurchschnitt und im Grundrisse dargestellt.

347 A

B

Die beiden Streben f, f des Hängewerks sind sowohl in den Hauptbalken a, als auch in den Kehlbalken g mit Zapfen und Versagungen eingesetzt. Auf diesem Kehlbalken g hängt die doppelte Hängesäule h, welche an ihrem oberen Ende so ausgeschnitten wird, daß der obere oder eigentliche

Kehlbalken und der Sparren des Hauptgebindes in derselben ruhen. Zur Unterstützung der Kehlbalken in den Leergebinden dient der Träger *m*, welcher von dem unteren Kehlbalken oder Riegel *g* der Hauptgebinde getragen wird, und welche Hölzer mit einander verkämmt werden. Die Kehlbalken der Leergebinde werden auf die Träger *m* verkämmt. Außerdem werden aber die Sparren, um den einseitigen Schub aufzuheben, noch durch den Rahmen *p* der schrägen Wand unterstützt, deren Ständer hier durch punktirte Linien angedeutet sind. Da aber diese schrägen Ständer nicht in den Hauptgebinden angebracht werden können, ohne entweder den Fuß der Strebe *f* zu schwächen oder doch eine andere Stellung derselben zu bedingen, so werden dieselben jedesmal in dem, dem Hauptgebinde rechts oder links zunächst liegenden Leergebinde angebracht und alsdann mit dem Kehlbalken dieses Gebindes überschritten und damit verbolzt. Zweckmäßiger ist jedenfalls die Anordnung, wenn man die Streben innerhalb der doppelten Hängesäule zusammenstoßen läßt, und zwar dicht unterhalb des Riegels *g*.

348 In den Figuren 348, 348 A und B ist ein Dach mit einem liegenden Stuhl in Verbindung
348^A_B mit einem einfachen Hängewerke, im Quer- und Längendurchschnitt, so wie im Grundriß dargestellt.

Das Hängewerk ist hier über den, durch einen liegenden Dachstuhl unterstützten Kehlbalken aufgestellt, und sind die Streben des Hängewerks auf die gewöhnliche Weise mit Zapfen und Versagung in die Kehlbalken eingesetzt. Die Hängesäule, welche hier doppelt ist, umschließt sowohl den Kehlbalken als auch den Spannriegel des liegenden Stuhls, so daß also auch gleichzeitig die Hängesäule vom Spannriegel noch etwas mit gehalten wird. Zur Unterstützung des Spannriegels sind die gewöhnlichen Winkelbänder angeordnet. Auf dem Spannriegel liegt ferner ein Träger zur Unterstützung der Kehlbalken in den Leergebinden.

Um den Spannriegel des liegenden Stuhls noch wirksamer zu unterstützen, als dieses durch die gewöhnlichen, in der Figur angeordneten Winkelbänder erreicht werden kann, bringt man statt dieser
349 das in Fig. 349 bei *b* angedeutete Band an, welches dicht neben der Stuhlschwelle in den Dachbalken eingezapft ist und an seinem oberen Ende mit einer Versagung in den Spannriegel eingezapft
350 und dann verbohrt wird. In Fig. 350 ist die Verbindung des Bandes mit dem Dachbalken nach vergrößertem Maßstabe dargestellt. Man kann auch, falls nur die Mauern eine genügende Stärke haben, das Band noch hinreichend zu unterstützen, dieses noch weiter nach der Mitte hinrücken, wie
350 A in Fig. 350 A angedeutet ist. In diesem Falle wird das Band aber mit Versagung in den Dachbalken eingezapft.

Es ist leicht zu erkennen, daß bei den in den Figuren 348 — 350 A angedeuteten Dachverbindungen eine bedeutend größere Menge Holz erforderlich ist, ohne daß aber dadurch die Festigkeit der Construction vergrößert wird. Man erreicht dadurch nur einen guten Längenverband, der aber, wie aus den bereits angeführten Beispielen zur Genüge hervorgeht, auf eine weit einfachere und jedenfalls holzersparendere Weise erlangt werden kann.

351 Eine sehr einfache Dachconstruction ist die in Fig. 351 dargestellte.

Es ist hier nämlich eine einfache Hängesäule *h*, welche durch die beiden Streben *t, t*, die in dem Dachbalken mit Zapfen und Versagung einstecken, schwebend erhalten wird. Auf diese Hängesäule ist ein Rahmen *m* aufgezapft und damit verbohrt. Durch diesen Rahmen werden die Kehlbalken sämtlicher Gebinde unterstützt. Um einen weiteren Verband nach der Länge zu erhalten, werden in den Rahmen und in die Hängesäulen Winkel- oder Kopfbänder eingesetzt.

Da aber durch eine solche Anordnung, wie die eben beschriebene, die Unterstützung der Kehlbalken zwar beschafft wird, aber nicht solcher Gestalt, daß sie in allen Fällen als genügend zu betrachten ist, aus Gründen, die bei der Beschreibung des einfachen stehenden Dachstuhls (§ 28) näher entwickelt wurden, so ist es jedenfalls zweckmäßiger, zumal es hier weniger auf die Unterstützung des Kehlbalkens, als auf die Unterstützung des Sparrenwerks selbst ankommt, welche Letztere man auch
352 schon durch die Anordnung der Kehlbalken erhält, die Anordnung des Hängewerks in der Art zu
352 A beschaffen, wie in der in Fig. 352 im Querschnitt und in Fig. 352 A im Längendurchschnitt dargestellten Construction angedeutet ist.

Die Hängesäule besteht hier aus doppelten Hölzern und reicht bis zum First, wo dann ein Rahmen darauf verzapft ist, wodurch die Sparren im Firstpunkt unterstützt werden. Die Strebebänder des Hängewerks, welche mit Zapfen und Versagung in den Dachbalken eingesetzt sind, spreizen unmittelbar gegen einander, und diese sowohl, wie auch der im Hauptgebinde vorhandene Kehlbalken,

welcher dicht auf den Streben liegt, sind von der Hängesäule umschlossen. Die Sparren stehen mit gewöhnlichen Zapfen in den Dachbalken. Durch die Anordnung der Kehlbalcken werden die Sparren aus einander gespreizt und dadurch sicherer in ihrer Stellung erhalten. Sollte bei dieser Anordnung noch eine weitere Unterstützung der Kehlbalcken erforderlich sein, so kann diese einfach dadurch erreicht werden, daß man dicht unterhalb der Kehlbalcken Riegel mit Versagungen in die doppelten Hängesäulen einzapft. Bei der vorhergehenden Figur haben wir eine solche Unterstützung der Kehlbalcken für nicht in allen Fällen genügend erklärt; allein im vorliegenden Falle wird dadurch, daß das Sparwerk im Firstpunkte unterstützt wird, die Construction schon in sofern sehr wesentlich verändert, daß nunmehr der Sparrenschub bedeutend geringer wird und also auch die Möglichkeit des Aufschnellens des Kehlbalckens, welches bei einem einfachen stehenden Stuhle zu befürchten ist, sich bedeutend vermindert.

Um in vorliegendem Falle einen tüchtigen Längenverband zu erhalten, ist es erforderlich, die schon mehrfach erwähnten Schwertschwaben an der unteren Seite der Sparren anzuordnen und festzunageln. Außerdem ist es aber nothwendig, um einer Verschiebung des Hängewerks in allen Fällen vorzubeugen, daß in die oberen Rähmen und in die Hängesäulen Winkelbänder eingesetzt werden, was aber in vorliegender Figur nicht weiter angedeutet ist.

In den Figuren 353 und 353 A ist die Construction eines flachen Daches mit erhöhten Front- 353
mauern, in Verbindung mit einem einfachen Hängewerke, im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt. 353 A

Die Hängesäule h ist hier einfach angeordnet; auf dieser ist ein Rähmen r verzapft, wodurch die Sparren im Firstpunkte unterstützt werden. Um ein Verschieben nach der Länge zu verhindern, sind die Winkel- oder Kopfbänder k, k in die Hängesäulen h und in den Rähmen r eingesetzt. Längs der erhöhten Frontmauern sind im Innern Stuhlwände angeordnet, auf deren Rähmen und auf den Rähmen r die Sparren verkämmt werden. Da aber die Ständer dieser Stuhlwände nicht auf die Binderbalcken gestellt werden können, indem man dadurch den Fuß der Streben des Hängewerks nur ganz ohne Noth schwächen würde, entweder durch Vorrücken der Streben, oder durch Ausschneiden derselben, so werden diese Ständer auf die, jedem Hängewerke zunächst rechts oder links liegenden Balken mit kurzen Zapfen eingestellt. In jedem Gebinde, wo diese Stiele treffen, werden Winkelbänder l in die Sparren und in die Stiele eingesetzt. Diese Construction paßt nur für eine Lichtweite von höchstens 32 Fuß, in welchem Falle man auch zu den Sparren schon immer sehr starkes Holz verwenden muß, weil die Unterstützungspunkte der Sparren zu weit von einander entfernt sind und dieselben sich zu leicht durchbiegen können, im Fall man ihre Stärke zu gering annimmt.

In Fig. 354 ist eine Dachverbindung mit einem Hängewerke in anderer Weise dargestellt. 354

In den Balken a, a sind die beiden Streben b, b mit Zapfen und Versagung eingesetzt; gegen dieselben spreizt sich der Spannriegel e, welcher unmittelbar unter dem Kehlbalcken f liegt und mit demselben verbolzt ist. Diese Hölzer umschließt eine aus doppelten, neben einander stehenden Hölzern hergestellte Hängesäule d. Die Hängesäule wird somit durch den Spannriegel e getragen, welcher dadurch noch verstärkt wird, daß er mit dem Kehlbalcken f, der an seinen Enden durch die Anordnung der Streben b, b ebenfalls noch unterstützt ist, verbolzt ist. Wenn gleich aber auch eine solche Unterstützung stattfindet, so darf dennoch der Spannriegel nicht zu lang werden, weil derselbe gerade auf seiner schwächsten Stelle, nämlich in der Mitte, die Last angehängt erhält, und somit bei zu großer Länge sich sehr leicht durchbiegen würde, was aber nur zum großen Nachtheil der Construction geschehen könnte.

Aus der Figur geht hervor, daß das Hängewerk nur zur Unterstützung der Balkenlage angeordnet ist, und wollte man durch dasselbe zugleich auch eine Unterstützung des Daches herstellen, so könnte dieses dadurch geschehen, daß man unter dem First des Daches auf die Hängesäulen einen horizontalen Rähmen legte und darauf verzapfte. Allein es ist sehr leicht einzusehen, daß diese Construction sich nur für geringe Weiten eignet, wobei eine fernere Unterstützung des Daches jedenfalls überflüssig sein wird. Aber auch selbst bei geringen Weiten ist die vorliegende Construction zur Anwendung doch nicht empfehlenswerth, indem bei einiger Belastung der Balkenlage sich auch jedenfalls ein Durchbiegen des Spannriegels einstellen wird, welches aber durch die Beseitigung der Last schwerlich wieder gehoben werden kann.

In Fig. 355 ist ein Fettendach dargestellt, bei welchem die Hauptsparren jedesmal aus einem 355
Sprengwerke bestehen und diese zusammen in Verbindung mit einer kurzen Hängesäule wieder ein

Hängewerk bilden, welches jedoch hier nicht zur Unterstützung einer Balkenlage, sondern nur zur Unterstützung des Daches selbst dienen soll.

Es sind hier die beiden Streben *b, b* in den Hauptbalken *a a* mit Zapfen und Verfassung eingesetzt. Oberhalb greifen diese Streben in die kurze einfache Hängesäule *c* mit Zapfen und Verfassung ein. Auf diese Hängesäule ist dann der Rahmen oder die Firnstette *f* aufgezapft und jedesmal verbohrt. Die Fetten *d, d* werden durch die kurzen Streben *e, e*, die in die längeren oder Hauptstreben *b, b* des Hängewerks mit versetzten Zapfen eingesetzt sind, in ihrer Lage erhalten, so daß diese Streben mit den Fetten *d, d* dann besondere Sprengwerke bilden. Damit aber diese Streben *e, e* wegen ihrer sehr flachen Lage gegen die Hauptstrebe *b* nicht ausweichen können, werden durch dieselben und durch die Hauptstreben *b, b* bei *s, s* Schraubenbolzen gezogen. Außerdem werden aber auch die Fetten *d* mit den Streben *b* mittelst durchgehender Schraubenbolzen verbunden, so daß an dieser Stelle eine Spannung erhalten und dadurch das System unverschiebbar gemacht wird. Am unteren Ende werden die Sparren auf die Schwellen *g* verkämmt; auf die übrigen Fetten werden die Sparren ebenfalls verkämmt.

Bei dieser Construction läßt sich aber auch die Hängesäule verlängern, und kann alsdann die Balkenlage, falls die Unterstützung durch die Mauer in der Mitte, von Unten her, wegfällt, daran gehängt und auf solche Weise die nöthige Unterstützung beschafft werden. Ueberhaupt würde die Verlängerung der Hängesäule und die Verbindung derselben mit dem Hauptbalken durch Hängeeisen schon deshalb sehr zweckmäßig sein, weil dadurch die Construction jedenfalls bedeutend an Stabilität gewinnen würde.

Uebrigens läßt sich nicht verkennen, daß die Verstärkung der Streben hier jedenfalls sehr überflüssig ist und ohne der Festigkeit des Daches von Nachtheil zu werden, hätte wegbleiben können.

357 Eine bedeutend einfachere und jedenfalls sehr solide Construction eines Fettendaches ist in den 357 A Figuren 357 und 357 A im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Die Streben des Hängewerks, welche auch hier gleichzeitig die Stelle der Hauptsparren des Fettendaches vertreten, stehen mit Zapfen und Verfassung in dem Hauptbalken. Oberhalb greifen sie ebenfalls mit versetzten Zapfen in die einfache Hängesäule. Damit aber hier ein Durchbiegen der Streben, welches durch die Fetten *f, f* und die hierauf unmittelbar wirkende Dachlast hervorgerufen werden könnte, verhindert werde, so ist ein Kehlbalcken *k* angeordnet, welcher in die Streben eingezapft und in seiner Mitte mit der Hängesäule durch ein Hängeeisen fest verbunden wird.

Soll das Hängewerk auch zur gleichzeitigen Unterstützung der Balkenlage angewendet werden, so ist es erforderlich, daß anstatt einer einfachen Hängesäule eine doppelte angewendet werde, durch welche dann der Kehlbalcken hindurchgeht. Uebrigens kann man auch die einfache Hängesäule beibehalten und lange Hängeeisen anordnen, die in Form eines Bügels um den unteren Balken herumgeführt und alsdann mit dem Kehlbalcken, so wie auch mit der Hängesäule durch Schraubenbolzen verbunden werden.

356 In den Figuren 356, 356 A und B ist ein Mansarde-Dach im Quer- und Längendurchschnitt 356 A und im Grundriß dargestellt.

Eine solche Anordnung findet, ganz abgesehen von der Holzverschwendung, welche ein solches Dach bedingt, nur dann eine vortheilhafte Anwendung, wenn bei einem Mansarde-Dache der untere Dachraum nicht durch Aufstellung von Ständern beschränkt werden darf, die Breite des Daches aber so bedeutend ist, daß der im unteren Theile des Daches angeordnete Spannriegel des liegenden Stuhls, so wie auch der Hauptkehlbalcken, sich ohne Unterstützung in ihrer Mitte nicht würden erhalten können.

Die Anordnung des Daches an und für sich bleibt ganz dieselbe, wie in § 30 beschrieben, nur wird im oberen Theile des Daches über dem Hauptkehlbalcken in jedem Binder ein einfaches Hängewerk errichtet, dessen Streben *b, b*, wie hier angedeutet, in den Hauptkehlbalcken *a* mit Zapfen und Verfassung eingesetzt sind und oberhalb sich gegen einander spreizen, worüber die doppelte Hängesäule *c* angeordnet wird. Diese Hängesäule geht bis zum Hauptkehlbalcken herunter und ist mittelst Hängeeisen mit dem Spannriegel *d* des liegenden Stuhls verbunden. Auf diesem angehängten Spannriegel ruht ein Träger *e*, welcher auf jenen verkämmt wird. Durch diesen Träger werden die Hauptkehlbalcken in ihrer Mitte unterstützt und darauf verkämmt. Zur Unterstützung des oberen

Daches ist ferner noch ein Rahmen *f* angeordnet, welcher auf die Hängesäulen verzapft wird und worauf die Sparren im First ruhen.

Die ganze Anordnung erhellet deutlich aus den bezüglichen Figuren.

Soll bei einem Mansarde-Dach das Hängewerk auf den unteren Hauptbalken aufgesetzt werden, wie in den Figuren 360 und 360 A im Quer- und Längendurchschnitt angedeutet ist, so läßt sich dieses nicht gut anders herstellen, als daß man zwei Binder neben einander stellt, jedoch so, daß noch 360 A ein eigens construirtes Hängewerk dazwischen Platz hat, wie solches in Fig. 360 A angedeutet ist. Das Hängewerk muß hier auch nothwendig einen eigenen Balken erhalten. Zur Unterstützung der Hauptkehlbalken werden in die Hängesäulen die Riegel *r, r* mit Versagung eingezapft. Zur weiteren Unterstützung der Riegel, und um den Längensverband noch zu verstärken, werden die Winkelbänder *k, k* in die Hängesäulen und in die Riegel mit Versagung eingezapft. Daß übrigens eine solche Construction einen sehr bedeutenden Mehraufwand an Holz erforderlich macht, ist aus den vorliegenden Figuren sehr leicht zu erkennen, und daher eine solche Anordnung zu verwerfen, zumal man auch mit weit einfacheren Mitteln eine eben so feste und solide, demselben Zwecke entsprechende Construction herzustellen im Stande ist.

In den Figuren 366, 367 und 368 ist die Construction eines Daches mit erhöhten Seiten- 366-368 mauern, im Quer- und Längendurchschnitt und im Grundriß dargestellt. Im oberen Theil des Daches ist hier zur Unterstützung desselben ein einfaches Hängewerk angeordnet.

Der Kehlbalcken *h*, worauf das im oberen Theile des Daches befindliche Hängewerk ruhet, wird an beiden Seiten des Daches durch die schrägen Stiele *e, e*, welche mit Zapfen in den verzahnten Hauptbalken eingesezt sind, unterstützt. Diese Stiele sind mit Versagungen in den Kehlbalcken eingezapft, und sind die Zapfen hier verbohrt. Ueber diesen Kehlbalcken ist ein einfaches Hängewerk angebracht, und wird dessen Hängesäule *h* durch die beiden, in den Kehlbalcken mit versagten Zapfen eingesezten Streben *d, d* schwebend erhalten, indem die Streben oberhalb in die Hängesäule ebenfalls mit Zapfen und Versagung eingreifen. Die Hängesäule ist mit dem Kehlbalcken durch ein Hängeisen verbunden. Oberhalb auf die Hängesäule ist der Rahmen oder die Firstfette aufgezapft und verbohrt. Auf den Streben *d, d* liegen die Fetten *g, g* und darüber sind die Fettensparren *l, l* gelegt und auf dieselben verkämmt. Zur weiteren Unterstützung der Streben *d, d* sind hier die Winkelbänder *k, k* angeordnet, welche in die Streben einfach verzapft, dagegen in die Hängesäule mit versagten Zapfen eingesezt sind. Endlich werden sowohl zur Unterstützung des oberen Rahmens *f*, als auch, um einen Verband nach der Länge hervorzubringen, die in Fig. 367 angedeuteten Winkelbänder *m, m* angeordnet.

In Fig. 369 ist die Verbindung der Streben mit der Hängesäule dargestellt. Fig. 369 A zeigt 369 die Verbindung des schrägen Stiels mit dem Kehlbalcken. 369 A

In Fig. 369 B ist eine ähnliche Verbindung dargestellt, nur mit dem Unterschiede, daß der 369 B schräge Stiel in einen Rahmen eingezapft wird, auf welchen letzteren man dann den Kehlbalcken verkämmt. Diese letztere Anordnung ist in dem Falle zweckmäßig, wenn ein vollständiges Kehlgebälk und darüber noch Bodenraum hergestellt werden soll; außerdem läßt aber diese Anordnung auch die Herstellung einer guten Längensverbindung zu, durch Einsetzen von Winkelbändern in den Rahmen und in die schrägen Stiele.

In Fig. 369 C ist die Verbindung des schrägen Stiels mit dem kleinen Stichbalken und der 369 C hierauf gekämmt untersten Dachfette dargestellt, deren Anordnung wir bei der Beschreibung obiger Figur nicht weiter erwähnt haben, indem diese hinreichend aus den bezüglichen Zeichnungen hervorgeht.

In den Figuren 370 und 370 A ist die Construction eines ähnlichen Daches mit erhöhten 370 Seitenmauern, in Verbindung mit einem einfachen Hängewerke, im Quer- und Längendurchschnitt 370 A dargestellt.

Es sind hier die Streben oder die eigentlichen Hauptsparren *d, d* des Fettendaches bis auf die kleinen Stichbalken *n* heruntergeführt und in diese mit Versagung eingezapft. Die Stichbalken *n* ruhen mit einem Ende auf der Mauer, mit ihrem anderen Ende dagegen sind sie in die schrägen Stiele *e* eingezapft und mittelst umgelegter eiserner Bügel mit denselben fest verbunden. Die schrägen Stiele sind in den Hauptbalken *a* eingezapft; oberhalb sind sie in die Streben *d* eingezapft, und zwar so, daß sie noch mit einer kleinen Brüstung den ebenfalls in die Streben eingezapften Kehlbalcken *b*

370B unterstützen, wie dieses aus der, in Fig. 370 B nach vergrößertem Maßstabe dargestellten Zeichnung noch deutlicher zu ersehen ist. Die schrägen Stiele werden mit den Streben noch durch eiserne Schraubenbolzen, oder besser durch darum gelegte Schraubenzugbänder, fest verbunden. Zur ferneren Unterstützung der Streben, welche oberhalb sich gegen die Hängesäule h stützen und dieselbe schwebend erhalten, ist noch der kurze Kehlbalken k angeordnet und dieser mit der Hängesäule h durch ein Hängeeisen verbunden, so daß dessen Lage nicht verändert werden kann.

Das Uebrige, so wie die ganze Anordnung, erhellet zur Genüge aus der Zeichnung und bedarf keiner weiteren Erklärung.

Diese zuletzt beschriebene Construction gewährt in Hinsicht ihrer Festigkeit durchaus nicht die Sicherheit, wie die in Fig. 366 dargestellte Construction, indem bei jener, wenn gleich die schrägen Stiele oder Bänder in die Streben verzapft sind und somit diese zum Theil noch dadurch unterstützt werden, diese Streben dennoch immer einen zu bedeutenden Druck auf die verhältnißmäßig nur sehr kurzen Stichbalken ausüben, wogegen bei der in Fig. 366 dargestellten Construction der größte Theil des entstehenden Drucks unmittelbar auf den darunter liegenden Hauptbalken geleitet wird.

362 In den Figuren 362 und 362 A ist eine andere Construction eines Daches mit erhöhten Seiten-
362A mauern, im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Der Kehlbalken, welcher hier nur jedesmal im Hauptgebände vorkommt, und worüber ein Hängewerk zur Unterstützung der obersten oder Firsfette angeordnet ist, wird hier durch zwei, aus doppelten Hölzern hergestellten und mittelst Schraubenbolzen verbundenen schrägen Stielen unterstützt. Auf diese schrägen Stiele sind die Ketten l, l aufgezapft, worauf dann die Sparren aufgeklauet werden. Die unteren Ketten sind auf die Stichbalken verkämmt, welche mit einem Ende auf der Mauer ruhen und mit ihrem anderen Ende in die doppelten schrägen Stiele eingesetzt sind. Die Anordnung des Ganzen erhellet zwar zur Genüge aus den Figuren, nur muß hier noch bemerkt werden, daß, wo die Stiele mit dem Kehlbalken zusammentreffen, die Anordnung so hergestellt werden muß, daß dieselben mit einer starken Versagung in den Kehlbalken eingreifen, so daß der Kehlbalken den Stuhlwänden gleichzeitig in etwas als Spannriegel dient. Wird darauf nicht Bedacht genommen, so ist leicht einzusehen, daß unter dem Drucke der Dachlast die Stiele sich noch mehr neigen, wenigstens eine bedeutende Tendenz dazu zeigen werden, was aber unter allen Umständen nur nachtheilig für die Construction sein würde. Fände z. B. eine solche stärkere Neigung Statt, so würde diese einzig und allein durch den aufgezapften Rahmen verhindert werden. Dieser Rahmen, welcher dabei aber jedenfalls seine ursprüngliche Lage verändern würde, ist nur auf die schrägen Stiele aufgezapft und verbohrt, und würden somit nur die Zapfen und die eingeschlagenen hölzernen Nägel der ferneren Drehung des Rahmens und dem weiteren Einbiegen Widerstand leisten. Die unterwärts in den Kehlbalken und in die Stiele angeordneten Winkelbänder vermehren zwar diesen Widerstand, allein ihre Lage ist zu flach, als daß sie hier von großer Wirkung sein könnten. Am sichersten wird man dem Ausweichen der beiden schrägen Stiele vorbeugen, wenn man dicht unter dem Kehlbalken einen Spannriegel anordnet, welcher in die doppelten Stiele mit einer Versagung eingreift und mit dem Kehlbalken durch Schraubenbolzen verbunden wird.

358 In Fig. 358 ist die Construction des Daches der neuen Hauptwache zu Hannover dargestellt.

Zur Unterstützung des Daches ist hier ein Hängewerk angeordnet, dessen Streben b, b in den Dachbalken a, a mit Zapfen und Versagung eingesetzt sind. Diese Streben spreizen sich unmittelbar gegen einander und ist darauf die doppelte Hängesäule h gehängt, welche bis zu dem darüber liegenden Sparren reicht.

Zur ferneren Unterstützung des ganzen Daches, und um zugleich den bedeutend ungleichen Schub desselben aufzuheben, sind die Bänder c und d angeordnet. Dieselben sind in die Hängesäule mit Zapfen und Versagung eingesetzt, mit den Streben b, b überschritten und mit diesen mittelst durchgehender Schraubenbolzen fest verbunden. Auf diese Bänder sind dann die Ketten f und g aufgezapft, und auf diese die Sparren verkämmt. Die hinter der vorderen erhöhten Frontmauer aufgestellte Ständerwand, auf deren Rahmen die kurzen Sparren der vorderen Dachfläche aufgeklauet sind, wird durch ein horizontales Band m mit der Strebe des Hängewerks verbunden. Das Ganze der Anordnung erhellet aus der Figur.

359 In Fig. 359 ist eine andere Construction zu demselben Dache dargestellt.

Es ist hier ein Kehlbalken angeordnet, in welchen der kurze Sparren der vorderen Dachfläche mit einem geächselten Zapfen eingesetzt ist, so daß derselbe nicht, wie bei der vorigen Figur stattfindet, einen Seitendruck auf die Seitenmauer, oder doch auf die dahinter befindliche Ständerwand direct ausüben kann. Hierdurch ist jedoch noch keineswegs der ungleiche Schub des Daches aufgehoben, sondern, um dieses zu erreichen, dienen folgende Anordnungen. Zunächst ist über dem Hauptbalken ein einfaches Hängewerk angeordnet, auf dessen Hängesäule ein Rähmen aufgezapft ist, welcher die Kehlbalken unterstügt und worauf dieselben verkämmt sind. Außerdem ist noch ein schräger Bock *s* angeordnet. Die Ständer dieses schrägen Bockes stehen mit Zapfen und Versagung in dem jedesmaligen Binderbalken, und werden auf den Rähmen dieses Bockes die sämtlichen Kehlbalken verkämmt. Um ein Ausweichen dieses Bockes zu verhindern, wird in jedem Hauptbinder der Rähmen mit dem Kehlbalken durch Schraubenbolzen verbunden.

Durch diese Anordnung wird dem ungleichen Seitendrucke jedenfalls sehr bedeutend entgegen gewirkt, und hat alsdann die vordere Wand nur einem verticalen Drucke Widerstand zu leisten.

In den Figuren 363 und 365 sind Pultdächer in Verbindung mit einfachen Hängewerken dargestellt. Die nähere Anordnung der Constructionen geht leicht aus den bezüglichen Figuren hervor und bedarf es daher keiner weiteren Erklärung. Nur muß hier noch bemerkt werden, daß die Verbindung des Rähmens mit der Hängesäule in Fig. 365 in der Weise geschieht, daß die Hängesäule mit einem Blattzapfen zu versehen ist, damit der Rähmen eine festere Lage erhält und dem Druck der Sparren mehr Widerstand entgegensetzen kann.

In Fig. 364 ist die Construction eines Kirchendaches, von Moller entworfen, dargestellt. 364

Diese Construction wird von dem Erbauer zwar als eine dem Knotensystem angehörige bezeichnet, allein wir glauben sie eben sowohl hierher rechnen zu können, indem bei genauer Betrachtung der Figur sich wenig Eigenthümliches des Knotensystems darin findet, es sei denn, daß man die Anordnung der doppelten horizontalen Zange als solches ansehen wollte. Allein eigenthümlich ist dieses wohl nicht zu nennen, richtiger ließe sich diese Construction eher als etwas sehr kühn bezeichnen. — Das Hängewerk wird hier durch die Anordnung der doppelten Zange erheblich verstärkt, was bei den größeren Abmessungen des Daches auch um so nothwendiger war. Aber dennoch sind hier für das Dach im Ganzen noch zu wenig Stützpunkte, und hätte man, ohne eben holzverschwendend zu sein, bei dieser Abmessung schon füglich ein doppeltes Hängewerk anwenden können.

Was nun die Figur selbst betrifft, so sind, um die zur Unterstüzung der Kehlbalken in den Leergebinden erforderlichen Träger anbringen zu können, und ferner auch, um die Streben des Hängewerks bei ihrer nicht unbedeutenden Länge am Durchbiegen zu verhindern, in der Höhe der Kehlbalken, in den Hauptgebinden, die doppelten Zangen *b, b* angeordnet. Dieselben werden an den Stellen, wo sie mit den Constructionshölzern des Hängewerks zusammentreffen, auf diese überschnitten und mit denselben sowohl, als auch mit den Sparren mittelst durchgehender Schraubenbolzen verbunden. Auf diesen Zangen ruhen die Träger *c, c, c*, welche auf erstere verkämmt werden. An diese Träger werden die Kehlbalken mittelst Schraubenbolzen angehängt. Zur ferneren Unterstüzung der Sparren im First liegt in der Hängesäule die Fette *d*. Das Uebrige ist aus den Figuren zu entnehmen.

In Fig. 371 ist die Dachconstruction eines Schuppens auf dem Quai de la Rapée zu Paris, 371 aus Emy's Lehrbuch entlehnt, dargestellt.

Diese Construction unterscheidet sich in ihrem Princip von der in Fig. 366 dargestellten dadurch, daß hier ein durchgehender Balken fehlt, auf welchem die Construction steht. Die Verbindung stützt sich unmittelbar auf die Seitenwände. Um nun hier den horizontalen Druck aufzuheben, sind die Zangen *m, m* angeordnet, welche auf beiden Seiten des Binders in der Mitte auf der Hängesäule sich kreuzen, und hier mittelst eines Schraubenbolzens mit der Hängesäule und unter sich verbunden sind. Diese Zangen sind mit dem Fuße des einen Sparrens, und mit dem anderen Sparren etwa in der Mitte der Länge desselben verbunden. Emy betrachtet diese Zangen als überflüssig; das sind sie aber durchaus nicht, weil sie hier die Stelle von Zugbändern vertreten und einem Ausweichen der Construction vorbeugen sollen, was ohne ihre Anordnung schwerlich würde erreicht worden sein.

372 Die in Fig. 372 und 372 A dargestellte Dachconstruction ist bei dem im Jahre 1839 abge-
372 A brannten italienischen Theater zu Paris, Théâtre Favart, ausgeführt gewesen.

Das Grundsystem dieser Construction ist dem in Fig. 370 ausgedrückten ähnlich. Da aber diese Verbindung ausgedehnter wurde, so hat man auf Verstärkung Bedacht nehmen müssen, um so mehr, da hier an dem Kehlbalke noch die Last des Schnürbodens angehängt werden sollte. Zu diesem Ende sind die beiden doppelten Zangen *m, m* angeordnet. Diese Zangen sind mit den Hauptsparren wieder durch die Stützen *o, o, o* verbunden, und außerdem noch über beide parallel laufende Hölzer eiserne Zugbänder angeordnet. Durch diese Anordnung wurde eine sehr bedeutende Erhöhung der Streben hervorgebracht, und dadurch der Vortheil erzielt, daß hier nur dann ein Ausweichen möglich wäre, wenn diese Strebenverbindung nachlassen würde. Diese Verbindung zwischen der Zange *m* und der äußeren Strebe kann aber nicht verschieben, indem die Stützen *o, o*, so wie auch die schräg liegenden Hölzer zwischen diesen beiden parallel laufenden Hölzern, solches nicht wohl zulassen. Soll aber ein Ausweichen der Construction stattfinden, so muß eine Verschiebung der Streben vorangegangen sein. Man hätte die doppelten Zangen *m* auch so viel tiefer legen können, daß sie auf den Hauptbalken zu stehen gekommen wären, wo man dann füglich die schrägen Bänder *p* hätte weglassen und die kurzen Stichbalken bis zu den doppelten Zangen fortführen können, wie durch punktirte Linien angedeutet ist. Alsdann hätte man aber den Vortheil verloren, den man jetzt dadurch erhält, daß vermittelst dieses schrägen Bandes *p* ein Theil der Last auf den Hauptbalken verpflanzt wird, wogegen bei Weglassung dieses schrägen Bandes der Stichbalken diesen Druck allein hätte auszuhalten gehabt. Ferner wären bei solcher Anordnung die Stützen *o* länger geworden, was zu einer größeren Stabilität kaum würde beigetragen haben.

Nicht selten kann man, wenn große, weite Dachräume zu überdecken sind, die Construction dadurch sehr wesentlich vereinfachen, daß man, wenn sonst die Bestimmung des Gebäudes es zuläßt, innerhalb noch in bestimmten Abständen Unterstützungspfeiler anbringt. Bei Schauspielhäusern, Exercierhäusern und Reitbahnen würden nun solche Unterstützungspfeiler nicht anzuwenden sein, und ist man dabei schon gezwungen, zu größeren Dachconstructionen seine Zuflucht zu nehmen. Dagegen bei Ankunfthallen auf Bahnhöfen, Fruchthallen und anderen Gebäuden, deren Unterraum durch die Aufstellung solcher Pfeiler unbeschadet beschränkt werden kann, liegt es jedenfalls im Interesse, der Construction die erforderlichen Stützpunkte auf diese Weise zu verschaffen, indem dadurch nicht allein bei der Anlage, sondern auch bei der späteren Unterhaltung eine bedeutende Ersparung erzielt wird.

373 Eine sehr zweckmäßige Anordnung in dieser Hinsicht zeigt die in Fig. 373 angegebene Dachconstruction der Personenhalle auf dem Bahnhofe der Sächsisch-Bairischen Eisenbahn in Leipzig. Diese Construction ist vom Architekten Bösch entworfen und ausgeführt.

Es heißt darüber in Romberg's Zeitschrift, Jahrgang 1846, wie folgt:

„Der zu überdeckende Raum der Personenhalle ist hier 46 Ellen oder 92 Fuß. Es ist bekannt, daß es durchaus keine Schwierigkeiten darbietet, einen Raum von dieser großen Ausdehnung mit einem Hängewerke zu überspannen; in Frankreich würde man, wie es in den meisten Hallen geschieht, eine Eisenconstruction gebrauchen. In Deutschland ist man aber noch so weit zurück, daß man sie zu den gewagten zählt, und in der That ist es gewiß in manchen Städten eine schwierige Aufgabe für die Architekten, ein solches Dach ausführen zu lassen. Die Bohlendächer in einer solchen Dimension ausgeführt, haben manche Schwierigkeiten; einmal sind dieselben fast außer Gebrauch gekommen, ferner erfordern sie im Innern, wenn sie zum Schmuck der Halle dienen sollen, die Anwendung kostspieliger Decorationen und sind in sofern nicht praktisch, als es durchaus nicht erforderlich ist, eine Personenhalle ohne innere Unterstüzung zu überspannen. Aus eben diesem Grunde rechtfertigt sich ein Hängewerk, welches die ganze Bahnhalle überspannt, nicht: da in diesem Falle auch starke Mauern erforderlich sind, welche bei Unterstüzung der Decke durch Stiele oder Säulen nicht erforderlich sind.

„Bei Beantwortung der Frage: — wie eine Personenhalle bei großer Ausdehnung am vortheilhaftesten zu überspannen sei, werden wir uns unbedingt dahin entscheiden, daß die Verwendung von inneren Stützen zur Tragung der Decke zulässig sei; bei Reitbahnen, Exercierhäusern, wo der innere Raum nach allen Richtungen hin benutzt werden soll, sind

„Stützen natürlich unzulässig und der Zweck des Gebäudes muß so sehr in den Vordergrund treten, daß man hier von dem nicht ästhetischen Eindruck, den jede zu große horizontale Decke, namentlich wenn der untere Theil durch Verschalung und Verputzung eine Fläche bildet, macht, absehen muß. Den unangenehmen Eindruck, den eine große horizontale Fläche macht, zu vermeiden, haben die Alten und in neuerer Zeit auch die Baumeister dadurch vermieden, daß man die ganze Dachconstruction zeigte. Bei der Personenhalle aber liegt nicht dieselbe Bedingung, wie bei einer Reitbahn oder einem Exercierhause vor; die Züge folgen den Schienen nach einerlei Richtung, und der Personen- wie Güterverkehr findet nur immer auf beiden Seiten Statt; es sind daher zwischen den verschiedenen Eisenbahngleisen Räume vorhanden, in welchen Stiele, Säulen, mit einem Worte Unterstützungen, Platz finden. Wenn die Anwendung von Deckenstützen zulässig ist, so ist sie es nicht unbedingt, und man hat hierin große Fehler gemacht, indem man diese Stützen unmittelbar vor die Perrons stellte und sie überhaupt in zu großer Zahl anbrachte. Man beging hierdurch einen doppelten Fehler, einmal hindert man den Verkehr, und sodann hebt man die Vorzüge der Holzconstruction auf, denn diese läßt die Ueberspannung eines größeren Raumes bei einer größeren Entfernung der Stützpunkte zu.

„Die Uebelstände durch die Anwendung so vieler Stützen hat der Architekt dadurch vermieden, daß er nur zwei Reihen Stützen anbrachte.

„Solcher Stützen oder Säulen sind nun in der Halle zwanzig vorhanden; sechszehn freistehend und vier, die sich mit einer Seite an den Wänden anlehnen. Es muß noch bemerkt werden, daß diese Säulen aus ganz vorzüglichem Holze bestehen, welches aus Böhmen bezogen wurde. Die Säulen stehen von Mitte zu Mitte 35 Fuß aus einander und tragen drei Hängewerke, jedes mit einer Hängesäule.“

Das Dach ist ein Fettendach, wo die Sparren *g* von den doppelten und verzahnten Trägern *d* getragen werden, welche letztere in Fig. 374 in der Längensicht, und in den Figuren 377 und 377 A nach vergrößertem Maßstabe dargestellt sind. Die Streben *i, i*, welche in der Spitze zusammenstoßen und hier mit einem eisernen Bande verbunden sind, heben jeden Seitenschub auf. Die Befestigung der Sparren, der Binder und derjenigen Zwischensparren, welche auf Stiehbalken stehen, geschieht nach Fig. 376 durch eiserne Bänder. Die Stiehbalken sind mit den Mauerlatten in der Mauer verankert, wie Fig. 375 zeigt. Die Balken *b* ruhen mit dem einen Ende ganz in den Säulen, und unter denselben sind Dübel von Eichenholz eingetrieben. Fig. 375 A zeigt die äußere Ansicht der Balken- und Sparrenköpfe.

Diese Construction zeichnet sich jedenfalls durch ihre Einfachheit und Zweckmäßigkeit aus, und bietet trotz aller Leichtigkeit doch eine vollständige Sicherheit dar, zumal wenn man noch die Vorsicht beachtet, die Träger, welche hier die Stelle der Dachfetten vertreten, über jeder Säule durch aufgelegte Eisenschienen mit einander fest zu verbinden.

In den Figuren 378 und 378 A ist eine ähnliche Anordnung dargestellt, nur mit dem Unterschiede, daß hier eine bedeutend größere Dachhöhe angenommen und gleichzeitig darauf gerechnet ist, daß die einzelnen sich hier ergebenden Bodenräume noch benutzt werden sollen, so daß die verschiedenen Hängewerke nicht allein das Dach zu tragen haben, sondern auch die darunter befindlichen Balkenlagen. Einer weiteren Erklärung der Figuren bedarf es hier nicht, indem das Nöthige zur Genüge daraus zu entnehmen ist.

In Fig. 389 ist eine Dachconstruction dargestellt, welche in gewisser Beziehung den beiden vorher erwähnten ähnlich ist, nur mit dem Unterschiede, daß hier die Seitenräume nicht so bedeutend sind, daß darüber Hängewerke zur Unterstützung der bezüglichen Dachtheile hätten angeordnet werden müssen.

In den Figuren 379 und 379 A ist ein leichter Dachverband mit einem einfachen Hängewerk über einem sehr breiten hölzernen Gebäude, im Querschnitt und Längendurchschnitt dargestellt; in Fig. 380 ist ein Theil des Binders im Grundriß gezeichnet. 380

Die Anordnung ist hier folgende:

Auf dem Fundamente liegt eine Schwelle, in welche die Wandständer *a* mit Zapfen eingesetzt sind. Diese Ständer tragen den Rahmen *b*, und sind zur Erhaltung eines Längenverbandes die

Winkelbänder *g* (Fig. 379 A) angeordnet. Auf die Rähmen *b, b* sind ferner die Binderbalken gelegt und darauf verkämmt. Auf diesen Binderbalken stehen die Hauptstreben *d*, welche die doppelte Hängesäule *e* schwebend erhalten, an welche letztere an jeder Seite die horizontale Zange *f* angebolzt ist. Diese Zangen *f* sind gleichzeitig auch mit den beiden Hauptstreben *d*, die zwischen ihnen durchgehen, mittelst Schraubenbolzen verbunden.

Die doppelte Hängesäule, welche nicht bis zum Balken heruntergeht, ist mit einem Hängeeisen *g* verbunden, welches den Balken *e* in der Mitte trägt. Auf den Hängesäulen liegt der Rähmen *b*, und bilden die in diesen und in die Hängesäulen eingesetzten Winkelbänder *i* den Hauptlängenverband des Daches. Da die Hauptstreben *d, d* sehr lang werden, so erhalten sie noch eine besondere Unterstützung durch die Kreuzbänder *k*, welche mit ihrem unteren Ende auf dem Balken *e* stehen, dann zwischen den Hölzern *l* und durch die doppelte Hängesäule *e*, wo sie mit einander überschneiden und verbolzt sind, durchgehen, und an ihrem oberen Ende mit den Streben überschneiden und verbunden sind. Weiter unten sind die Streben *d* mit den Bändern *k* und dem Balken *e* noch durch die doppelten, von beiden Seiten überschrittenen und verbolzten Zangen *l* verbunden, gegen welche die doppelten Bänder *m* angelegt sind. Diese Bänder bilden hierdurch zugleich den Querverband für die Wände, so daß sie durch einen Seitendruck nicht aus ihrer senkrechten Stellung weichen können.

Auf den Balken *e*, sowie auf die Streben werden nun die übrigen Längenhölzer (Fetten) des Daches verkämmt, welche von den vorgenannten Hölzern *l, l* und *k* am Herabrutschen gehindert werden. Auf diesen Fetten ruhen die Sparren, welche die Dachbedeckung tragen.

381 Fig. 381 zeigt ein sehr flaches Fattendach mit einem einfachen Hängewerk verbunden. Die Streben des Hängewerks werden hier von untenher durch Stützen unterstützt, welche sich gegen ein auf den angehängten Balken gelegtes und damit verbolztes Holz (Spannriegel) stemmen. Diese Verbindung ist eine sehr einfache, und kann bei dieser Anordnung nicht leicht ein Durchbiegen der Streben, worauf die Fetten liegen, stattfinden. Die Figur bedarf keiner weiteren Erklärung, indem sie sich hinreichend selbst erklärt.

388 * Eine andere Construction in Verbindung mit einem einfachen Hängewerke ist in den Figuren 388 A 388 und 388 A, im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Der Dachbalken geht hier in einer Länge durch und ist über dem mittleren Theil ein einfaches Hängewerk angeordnet, auf dessen Hängesäule die oberste Fette aufgezapft ist. Ferner sind zu beiden Seiten noch etwas geneigte Wände aufgestellt, welche zur Unterstützung der Sparren dienen, gleichzeitig aber auch den Sparrenschub sehr bedeutend vermindern. Zur Herstellung eines Längenverbandes des Daches sind sowohl in diesen schrägen Wänden, als auch in der mittleren Wand der Hängesäulen die nöthigen Winkelbänder angeordnet, wie solches aus Fig. 388 A näher ersichtlich ist.

397. 398 In den Figuren 397 und 398 ist ein älteres Kirchendach, im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Es sind hier zwei liegende Dachstühle über einander angeordnet und darüber ein einfaches Hängewerk hergestellt, dessen Hängesäule bis zu dem Spannriegel des untersten liegenden Stuhls heruntergeht und hier mit einem, auf dem Spannriegel liegenden Träger verbunden ist, an welchen die Spannriegel mittelst Schraubenbolzen angehängt sind. Die Hängesäule, welche hier nur einfach ist, geht aber nicht in einer Länge durch, sondern nur bis zu dem Kehlbalke, welcher hier den Hängewerkstramen bildet; unterhalb desselben ist sie dann fortgesetzt und mittelst eiserner Schienen an die obere Hängesäule befestigt, wie dieses aus Fig. 399 näher ersichtlich ist. Auf den unteren Träger sind die Kehlbalke verkämmt.

Da hier das Hängewerk im Binder selbst nicht angeordnet werden konnte, indem dann die Hölzer zu bedeutend mit einander hätten verschnitten werden müssen, so sind hier immer zwei Binder neben einander gestellt, mit so vielem Zwischenraum, daß dazwischen auf die Rähmen des oberen liegenden Stuhls die Hängewerkbalken gelegt werden konnten, wie dieses aus den Figuren 398 und 399 näher hervorgeht.

Da hier keine Hauptbalken durchgehen, sondern die hier durchgehenden Balken nichts weiter als Kehlbalke sind und die Sparren hier in kurzen Stichbalken stehen, die auf den inneren Holzwänden und den äußeren Mauern ruhen, so sind, um ein Ausweichen der Sparren und Stuhlsäulen des unteren liegenden Stuhls zu verhindern, die Zangen *n, n* angeordnet. Dieselben sind mit einander

überschnitten und an allen Stellen, wo sie mit anderen Hölzern zusammentreffen, sind sie ebenfalls mit diesen etwas überschnitten und durch Schraubenbolzen mit denselben verbunden. Diese Zangen würden ihrem Zwecke keineswegs entsprechen, sobald sie einen Druck aushalten sollten, wodurch ihre relative Festigkeit in Anspruch genommen würde, indem sie dann wegen der mehrfachen Ausschneidungen nur sehr geringen Widerstand würden leisten können; allein da sie hier nur eine Kraftwirkung nach der Richtung ihrer Länge auszuhalten haben, und hierbei ihre absolute Festigkeit hauptsächlich in Anspruch genommen wird, so bringen diese Ausschneidungen hier keine weiteren Nachtheile hervor.

Daß bei dieser Construction eine unverhältnißmäßig große Menge Holz erforderlich gewesen, ist leicht aus den Figuren zu entnehmen; denn nicht allein, daß schon die Anordnung der über einander aufgestellten liegenden Stühle eine sehr bedeutende Menge Holz erfordert, so wird dieses auch noch außerdem durch die Aufstellung der doppelten Binder in hohem Grade bedingt. Es ist daher auch diese Construction, trotz ihrer Festigkeit, nicht zur Nachahmung zu empfehlen.

In Fig. 400 ist ein Fettendach dargestellt, bei welchem die Hauptsparren oben in eine kurze 400 Hängesäule eingreifen und unterwärts in kurzen, auf der Mauer liegenden Hölzern, woran später das äußere Gesimse befestigt wird, stehen. Die hier angeordneten Kehlbalken würden schwerlich die Einwirkungen des Daches auf die äußeren Mauern aufheben, trotzdem diese Kehlbalken genügend unterstützt sind, wenn außerdem nicht die Zangen angeordnet wären, welche die Füße der Hauptsparren mit dem oberen Theil der gegenüberliegenden Sparren verbinden, und somit Dreiecksverbindungen hervorbrächten, welche ein Ausweichen der Sparren verhindern. Wir sehen auch hier wieder, daß die Zangenhölzer nur dann eine zweckmäßige Verwendung finden, wenn hauptsächlich ihre absolute, aber nicht ihre relative Festigkeit in Anspruch genommen wird, weil in letzterer Beziehung einmal die Hölzer nicht gehörigen Widerstand leisten, ferner aber die Endverbindungspunkte solcher Zangenhölzer dann in doppelter Beziehung in Anspruch genommen werden.

Die in den Figuren 401 und 402, im Quer- und Längendurchschnitt dargestellte Construction 401. 402 hat viele Aehnlichkeit mit der vorhergehenden, und bedarf daher keiner weiteren Erklärung.

In den Figuren 403, 404 und 405 sind drei Dachstühle der im Jahre 1823 abgebrannten 403. 404 Basilika von S. Paolo suor del mure zu Rom dargestellt. Obgleich die in Fig. 404 dargestellte 405 Construction nicht hierher gehört, so wollen wir sie doch hier anführen, weil alle drei Constructionen bei einem und demselben Gebäude angewendet gewesen sind.

Was die in Fig. 403 dargestellte Construction betrifft, so stehen hier, wie aus Fig. 403 A näher 403 A ersichtlich, immer zwei Binder neben einander, die nur so weit von einander entfernt sind, daß die Hängesäule dazwischen aufgehängt werden konnte. Die Hängesäule ist nur dadurch mit den beiden anliegenden Bändern, welche hier als Sprengwerke construirt sind, verbunden, daß durch dieselbe zwei starke Holzdübel, von quadratischer Form, in eigens dazu durchgearbeitete Löcher gesteckt sind, wo der untere Holzdübel dann auf den unteren Spannriegeln, und der obere auf den Stirnen der beiden neben einander aufgestellten Gebinde liegen. Unterhalb der Balken ist ebenfalls ein Holzdübel durch die Hängesäule gesteckt, welcher dazu dient, die beiden neben einander liegenden Balken in der Mitte zu unterstützen und somit hier die Stelle eines eisernen Hängebügels zu vertreten.

Bei der in Fig. 404 dargestellten Construction sind zwei Hängewerke, und zwar ein doppeltes und ein einfaches, mit einander verbunden. Die Verbindung der mittleren Hängesäule mit den beiden auch hier neben einander stehenden Gebinden, ist wie bei der vorigen Figur mittelst durchgesteckter Holzdübel bewerkstelligt. Die Hängesäulen des inneren oder doppelten Hängewerks sind aber mit dem Hauptbalken jedesmal durch eiserne Hängebügel verbunden. Diese Anordnung würde auch jedenfalls bei der mittleren Hängesäule vorzuziehen gewesen sein, wenn es hier darauf angekommen wäre, eine wirksamere Unterstützung der Balken zu erhalten. Wegen der sehr schweren Dachbedeckung aber, welche darin bestand, daß die Sparren mit Mauersteinen von 1 Fuß 7 Zoll Länge bedeckt waren, die ein Pflaster mit Mörtel in den Fugen bildeten, worüber dann erst die Ziegelbedeckung angebracht war, mußte schon eine sehr tüchtige Verstrebung im Innern des Daches angebracht werden. Da nun die Hängesäulen keinen weiteren Zweck hatten, als die beiden neben einander liegenden Balken am Durchschlagen zu hindern, so konnten für diesen Fall auch die durchgesteckten hölzernen Dübel vollkommen genügen. Jedenfalls war hier der Hauptzweck, eine vollständige Unterstützung der schweren Dach-

bedeckung zu erhalten, und dieses wurde vollkommen dadurch erreicht, daß man die sich strebenden Hölzer unmittelbar gegen einander stieß, so daß hier Hirnholz gegen Hirnholz wirkte.

Der in Fig. 405 dargestellte dritte Dachstuhl dieser Basilika war nicht doppelt, sondern nur einfach. In der Mitte wurde derselbe durch eine Mauer von Unten her unterstützt.

Bei diesen drei Constructionen waren die Verbindungen der einzelnen Hölzer nicht verzapft, sondern nur in einander versetzt, und die Hölzer aller dieser Dachstühle scharfkantig bearbeitet.

406 Ein mehrfach in Frankreich ausgeführter Dachverband ist der in Fig. 406 dargestellte.

Man hat hier, um ein Ausweichen der Streben des Hängewerks zu verhindern, ferner aber auch, um eine Unterstützung der Streben wieder zu erreichen, Kreuzzangen angeordnet, die, wo sie zusammentreffen, mit einander überschneiden sind. In ersterer Beziehung, nämlich ein Ausweichen der Streben zu verhindern, ist diese Anordnung der Kreuzzangen bei steileren Dächern, wie die vorliegende Figur eines zeigt, jedenfalls überflüssig, sobald nur vor den Streben im Hauptbalken soviel Hirnholz bleibt, daß ein Auspringen desselben nicht zu befürchten ist, wozu 9 bis 12 Zoll in den gewöhnlichen Fällen hinreichend sind. Nur in dem Falle ist die Anordnung dieser Kreuzbänder als zweckmäßig zu erachten, wenn der Hauptbalken nicht in einer Länge durchgeht, sondern aus zwei, in der Mitte zusammengestoßenen Stücken zusammengesetzt ist. In solchem Falle muß natürlich dahin getrachtet werden, die Wirkung des Schubes der Streben möglichst zu vermindern, was man durch die Anordnung der Kreuzbänder erreicht, wenn man es nicht vorzieht, horizontale eiserne Zugbänder anzuordnen, wodurch die Streben des Hängewerks am Fuße mit einander verbunden werden.

Was die Unterstützung der Streben betrifft, welche durch die Anordnung dieser Kreuzbänder erreicht werden soll, so kommt man jedenfalls weit einfacher und besser zum Zweck, wenn man statt derselben Winkelbänder anordnet, wie in Fig. 389 näher ersichtlich ist.

Ein anderer Uebelstand, welchen diese Zangen hier mit sich führen, besteht darin, daß der Dachraum dadurch bedeutend beschränkt wird.

407 In Fig. 407 ist ein sehr leichter Dachstuhl dargestellt, bei welchem die einzelnen Hölzer nicht aus Balken, sondern aus dreizölligen und fünfzölligen Bohlen bestehen.

Der Hauptbalken, sowie auch die Streben bestehen hier aus fünfzölligen Bohlen; die Streben sind in den Balken nur mit Versagung eingesetzt, weil durch die Anordnung von Zapfen das Holz bedeutend geschwächt werden würde, und sind, um ein Auspringen der Streben zu verhindern, um dieselben und um den Balken eiserne Zugbänder gelegt. Die Streben spreizen sich oberhalb gegen einander. Die Hängesäulen bestehen aus 3 Zoll starken Bohlen, die mit starken, mindestens 6 Zoll langen eisernen Nägeln an die Streben und an den Balken festgenagelt werden, und auf diese Weise den Balken unterstützen. Durch die beiden äußeren Bänder, welche ebenfalls an die Streben und an den unteren Balken angenagelt werden, erhalten die Streben in ihrer Mitte eine Unterstützung, und wird somit der Druck der Dachlast auch gleichzeitig auf den unteren Balken mit verpflanzt.

Für Gebäude zu untergeordneten Zwecken, oder auch für solche, die nur eine kurze Zeit stehen und dann wieder abgetragen werden sollen, ist eine solche Construction aus Bohlen oder auch noch schwächeren Hölzern, sehr gut anwendbar, indem nicht allein die Arbeit dadurch bedeutend erleichtert wird, sondern auch weit billiger herzustellen ist.

408 Ein sehr interessantes Beispiel dieser Art zeigt die in den Figuren 408, 408 A—D dargestellte Construction des großen Fest- und Concertsaales, welcher im Jahre 1841 zu dem Musikfeste in Hamburg vom Architekten F. G. Stammann entworfen und ausgeführt wurde.

Wir entnehmen darüber das Folgende aus Rombergs Bauzeitung, Jahrgang 1846.

Zu dem Musikfeste, welches in den ersten Tagen des Juli 1841 in Hamburg stattfand, fehlte zu einer großen musikalischen Aufführung und einigen Festlichkeiten, welche gehalten werden sollten, ein Gebäude von hinreichender Ausdehnung. Es stellte sich heraus, daß es das Vortheilhafteste sei, mit möglichst geringen Kosten ein leichtes Gebäude zu errichten, welches, da der bezeichnete Platz nur auf eine kurze Zeit hergegeben werden konnte, gleich nach dem Feste wieder abzubauen sein würde.

Ein solcher Bau wurde daher nach den hier mitgetheilten Zeichnungen in Holz ausgeführt, und das Ganze zu 10,000 Mrk. Hamb. Court. oder 4000 Thlr. preuß. Court. mit der Bedingung in Entreprise gegeben, daß derselbe nach dem Gebrauche wieder abgebrochen und das Material zurückgenommen wer-

den mußte. Der Bau begann in den ersten Tagen des Mai und stand Ende Juni fertig da. Anfang August desselben Jahres wurde das Gebäude wieder abgebrochen und hatte während der Zeit, bei einer sehr freien und hohen Lage, manchen Sturm und starkes Unwetter ohne den geringsten Nachtheil abgehalten.

Fig. 408 zeigt ein Querprofil; Fig. 408 A das Querprofil eines Binders; Fig. 408 B einen ⁴⁰⁸/₁₁ Theil des Längenprofils nach der Linie durch die Mitte genommen; Fig. 408 C zeigt die Dachspitze nach vergrößertem Maßstabe; Fig. 408 D die Verbindung der Dachbalken mit den Dachsparren.

Das Gebäude war 256 Hamburger Fuß lang, 100 Fuß breit, und ganz aus Kiefernholz aufgeführt.

Der Mitteltheil oder das Mittelschiff, 70 Fuß im Lichten breit, hatte bis unter die gerade Decke 43 Fuß lichte Höhe. Das Dach war 22 Fuß von der unteren Kante der Balken bis zur Firstlinie hoch. Die Umfassungswände bestanden aus doppelten Brettern, womit die 8 Fuß von einander entfernten Stiele auf der inneren und äußeren Seite übereinander genagelt waren.

Die Stiele standen, da das Terrain ungleich war, 5—6 Fuß tief in der Erde und waren durchschnittlich 8—9 Zoll stark. Unter jeden derselben wurde im Grunde, der ein früher aufgeschütteter, aber festgelagerter Lehmboden war, ein breites Bohlenstück gelegt, um das Einsinken in den Boden zu vermeiden. Bei der Aufstellung wurden die Stiele gleich genau in eine Höhe und Richtung gebracht. Oben waren dieselben mit einem Ausschnitte Fig. 408 D versehen, worauf die ganz aus Brettern von 1½, 2—3 Zoll Dicke und verschiedenen zufälligen Breiten fertig zusammengenagelten Gespärre und Balken mittelst eines zu verriegelnden Richtbaums gestellt, und mit 8 Zoll langen eisernen Nägeln an die Blätter der Stiele genagelt wurden.

Zur sicheren Verstrebung und Haltung dienten drei Paar lange Sturmbänder, welche gleichmäßig vertheilt, an die betreffenden Gespärre über Kreuz genagelt, über die Seitentheile hinreichten, dort mit als Sparren galten, und an die äußeren Stiele ebenfalls genagelt waren (s. Fig. 408 A). Außerdem befanden sich auf jeder Seite vier einzelne Sturmbänder a, die nicht bis unter das Hauptdach, sondern nur von den Hauptbalken aus über die Seitendächer mit als Sparren gingen (s. Fig. 408). Die übrigen Gespärre waren leer. Die Dreiecke, welche die Sturmbänder im Mitteltheile des Saales an der Decke bildeten, waren mit verschiedenen aus Pappe à jour geschnittenen und bemalten Verzierungen versehen und in jedem der Name eines älteren Musikers angebracht.

Lange Sturmlatten b unter den Sparren, an den Hängesäulen und auf den Balken dienten zur besseren Verstrebung des Ganzen (s. Fig. 408 B).

Die Balken, Sparren, Hängesäulen und Sturmbänder bestanden aus alten, guten föhrenen Schiffsplanken von Elbfähnen, von verschiedenen Dicken und Breiten, durchschnittlich 2—3 Zoll dick und 10—12 Zoll breit, an den Enden schmaler, in der Mitte breiter, aber alles Hölzer von einer Länge. Solche Schiffsplanken waren auch nach der Länge des Gebäudes, zu mehrer Verbindung und Stärkung, an die Stiele genagelt, und dienten zugleich wie Träger zur Unterstützung der Balken, Sparren u. s. w.

Zwischen den 16 Fuß von einander stehenden Stielen des Mittelbaues waren oben zum Tragen der Gespärre, die 8 Fuß von einander standen, kurze schwebende Stiele, oder eigentlich Hängesäulen c angebracht, welche an die der Länge nach durchgehenden Planken genagelt und mit Strebebändern d unterstützt wurden. Letztere waren wieder an die Hängesäulen und Hauptstiele e genagelt, an diesen noch durch darunter genagelte Brettstückchen f mit getragen, faßten sie an den Hängesäulen unter die Trägerplanken g und halfen so zugleich den ganzen Obertheil im Allgemeinen mit verstreben.

Die unteren Trägerplanken h, worauf die aus 2 Zoll dicken, 12 Zoll breiten Brettern bestehenden Balken i zur Gallerie lagen, waren ebenfalls mit Bändern k aus zweizölligen Brettern unterstützt; ebenso die Balken i zu den Gallerien (Fig. 408 A) durch die Bänder l, selbst wo sie neben einem Stiele lagen. In die durch diese Bänder gebildeten Dreiecke wurden Pappstücke genagelt, dieselben bemalt und mit Namen neuerer berühmter Tonkünstler versehen.

Die Balken waren von Unten mit über einander gestülpten dünnen Brettern benagelt, Fig. 408 D, wodurch der Mitteltheil eine gerade, jede Seite, der Lage der Balken gemäß, eine nach dem Mitteltheil des Saals ansteigende Decke erhielt. Die Fußböden bestanden aus 1½zölligen Brettern.

Die Bedeckung des Hauptdaches bestand aus 1zölligen Brettern, welche nach der Länge des

Gebäudes stumpf neben einander genagelt und mit Theerpappen überdeckt wurden. Dünne aufgenagelte Leisten hielten die aufgelegten Theerpappen, damit der Wind, dem das Gebäude sehr ausgesetzt war, die einzelnen Tafeln nicht losreißen konnte. Die Seitentheile waren dagegen mit Pfannen eingedeckt. Die mit den Balken zusammengenagelten Gespärre des Mittelbaues wurden beim Abbrechen im Zusammenhange heruntergenommen und wieder zum Dache über eine Reitbahn aufgestellt.

Wir haben schon oben angeführt, daß diese und ähnliche Constructionen sich vorzüglich zu Gebäuden eignen, die nur zu momentanen Zwecken aufgeführt werden, deren Dauer also nur kurze Zeit währen soll. Bei Gebäuden von längerer Dauer sind aber diese Bretterconstructionen nicht in Anwendung zu bringen, weil die Festigkeit derselben hauptsächlich nur von der Festigkeit der Vernagelung abhängig ist, und sobald diese nachläßt, auch unbedingt die Construction oder die ganze Holzverbindung nicht mehr den erforderlichen Widerstand leistet. Die eingeschlagenen eisernen Nägel ziehen sich durch die fast fortwährend stattfindenden Erschütterungen, und durch die Einbiegungen, welche die einzelnen Hölzer je nach der Einwirkung der Last erleiden, nach und nach los, oder verursachen, daß die Hölzer spalten, indem in beiden Fällen nur die eingeschlagenen Nägel es sind, welche hier Widerstand leisten. Ist das Holz weich, wie z. B. die Nadelhölzer, welche doch meistens verwendet werden, so ist dieses noch weit eher möglich, als bei härteren Holzarten, wie z. B. beim Eichenholze, wo die eingetriebenen Nägel sich sehr schwer wieder herausziehen lassen, und jedenfalls dazu eine bedeutend größere Kräfteanstrengung erforderlich ist, als bei den Nadelhölzern.

409 Fig. 409 zeigt die Dachconstruction der Personenhalle des Magdeburg-Leipziger Bahnhofes in Leipzig.

Im Innern des Gebäudes sind zwei Reihen hölzerner Ständer in angemessenen Entfernungen aufgestellt, welche gleichzeitig dazu dienen, mittelst der aufgelegten Fetten das Dach zu unterstützen. Der Quere nach gehen Balken durch, welche aus doppelten Hölzern bestehen, die mit einander verbolzt sind. Zwischen diesen Balkenhölzern gehen alsdann die Streben durch, welche oben die zur weiteren Unterstützung der Sparren erforderlichen Fetten tragen. Diese Streben sind mit Zapfen und Versagung in die Ständer eingesetzt. Die Ständer stehen hier nach der Länge des Gebäudes circa 15 Fuß von Mitte zu Mitte von einander entfernt, und ist hier ein genügender Längenverband durch die Anordnung der Winkelbänder in die Fetten und Ständer hergestellt.

410 In Fig. 410 ist ein flaches Dach in Verbindung mit einem einfachen Hängewerke dargestellt.

Die lichte Weite des zu überdeckenden Raumes beträgt hier etwa 32 Fuß. Bei der geringen Höhe des Daches müssen die Streben des Hängewerks natürlich eine sehr flache Lage erhalten, und ist es daher nothwendig, daß sie mit einer doppelten Versagung in den Balken eingesetzt werden, um mehr Hirnholz zu erhalten, gegen welches die Streben sich stützen. Um ein Ausheben derselben zu verhindern, sind eiserne Schraubenbänder um die Streben und den Balken gelegt, was hier den durchgezogenen Schraubenbolzen unbedingt vorzuziehen ist, weil durch ersteres Verfahren die Hölzer gar nicht weiter geschwächt werden, was bei der letzteren Anordnung jedenfalls mehr oder weniger stattfindet, und hierbei wohl berücksichtigt werden muß, daß durch die Länge der Versagungen der Balken ohnehin erheblich geschwächt wird. Die Hängesäule ist hier doppelt angeordnet, so daß die beiden Streben unmittelbar gegen einander pressen, welche Anordnung, der stärkeren Pressung wegen, jedenfalls der einfachen Hängesäule vorzuziehen ist.

Die zur Unterstützung der Sparren nöthigen Fetten müssen hier zu beiden Seiten der Hängesäule gelegt werden, indem die angenommene Höhe des Daches zu gering ist, als daß eine Fette auf die Hängesäule aufgezapft werden könnte.

Das Uebrige erhellt aus der Figur und bedarf keiner weiteren Erklärung.

411 — In den Figuren 411—418 ist der Dachstuhl der Allerheiligen-Kirche in München näher dargestellt.

Das Hauptgebälk konnte hier nicht in einer wagerechten Ebene fortgeführt werden, indem zwei Kuppelwölbungen durch das Hauptgebälk bis über das Kehlgebälk hinausgehen. Es mußten daher beide Gebälke zu diesem Zwecke ausgeschnitten werden.

Auf den Seitenmauern stehen die sogenannten Rüstböcke *m*, worauf die eigentlichen Mauerlatten *a*, *a* liegen, auf welchen die Hauptbalken verkämmt sind. Die Hauptbalken gehen, wie schon angedeutet, nur theilweise in ganzer Länge durch, und besteht ein bedeutender Theil dieses Hauptgebälkes aus

Stichbalken, um den Ausschnitt für die Kuppeln zu erhalten. Ueber diese Stichbalken sind Zangenhölzer *d, d* auf das Hauptgebälke so gelegt und an ihren Unterflächen ausgeschnitten, daß die Stichbalken unter sich durch ihre darüber passende Ueberschneidung in ihrer Lage erhalten und mit den durchgehenden Balken in Zusammenhang gebracht werden, indem die Stichbalken an ihren Enden mit den Zangen jedesmal durch einen Bolzen verbunden sind.

Die eingelegten Hölzer *e, e* zwischen den Hölzern des Hauptgebälks dienen dazu, um eine bessere Verbindung hervorzubringen, und zu verhindern, daß die einzelnen Stiche ausweichen, indem sie durch die Hölzer *e, e* gegen die durchgehenden Hauptbalken verstrebt werden.

Die Hängesäulen sind hier doppelt, und unmittelbar zu beiden Seiten derselben liegen Träger *g* zur Unterstüzung der Kehlbalcken. Außerdem liegen aber an den Enden der Kehlbalcken noch Fetten *g', g'*, welche von Unten her durch schräge Stiele unterstüzt werden. *f'* ist hier eine Firstfette, die über den Kuppeln noch durch besondere Sprengwerke unterstüzt wird, wie dieses aus dem Längendurchschnitt näher hervorgeht. Die Streben dieser Sprengwerke stützen sich unterhalb gegen die Hirnenden der Ueberzüge, die mit den Haupthängesäulen in Verbindung stehen und das Hauptgebälke in der Mitte tragen, indem die einzelnen Balken mittelst Schraubenbolzen an diese Ueberzüge angehängt sind.

Das Kehlgebälk ist über den Kuppeln ausgewechselt. Unter dem Kehlgebälk sind aber noch horizontale Zangen eingelegt, und zwar zwischen den mittleren und Seitenfetten *g* und *g'*, um eine vollständige Verstrebung nach horizontaler Richtung zu erzielen.

Das Uebrige geht leicht aus den bezüglichen Figuren hervor, zumal in allen diesen Figuren gleiche Verbandstücke mit gleichen Buchstaben bezeichnet sind.

Die in Fig. 419 dargestellte Dachconstruction hat viele Aehnlichkeit mit der in Fig. 343 dargestellten, und besteht der Unterschied in der Anordnung hauptsächlich nur darin, daß hier die Streben noch flacher liegen und in kurzer Entfernung von den Seitenmauern, innerhalb derselben, noch Unterstüzungen von Unten her angebracht sind. Bei dieser Figur sind keine weiteren Erläuterungen erforderlich, indem nach dem Früheren die Construction sehr leicht erklärlich ist.

Bei der in Fig. 420 dargestellten Dachconstruction ist zur Unterstüzung der Hängewerkstreben, anstatt der schrägliegenden Bänder, welche in die Hängesäule mit Versagung verzapft sind (s. Fig. 419), ein Spannriegel, also ein förmliches Sprengwerk in dem Hängewerke angeordnet. Dieses dient nur dazu, die Streben zu unterstüzen, damit dieselben unter der Dachlast, welche vermittelt der kurzen Stiele, welche die Dachfetten unterstüzen, auf diese übertragen wird, nicht durchbiegen, und so möglicherweise die Strebenfüße aus ihren Versagungen ausspringen können. Aber selbst wenn man auch annähme, daß ein solches Ausspringen bei Weglassung des unteren Sprengwerks nicht wohl stattfinden könne, so würde doch jedenfalls das Balkenhirnholz der Strebenversagung sehr leiden, und trotz des daselbst durchgezogenen Bolzens dasselbe sehr leicht abspalten können, indem im Falle einer Durchbiegung der Streben die Versagungsstirnen derselben unbedingt sehr stark als Hebel wirken würden.

In den Figuren 421 und 421 A ist die Dachconstruction des Kesselhauses der Runkelrübenzuckerfabrik zu Thale, im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Die Anordnung der Construction ist im Allgemeinen leicht aus den Figuren erklärlich, weshalb eine weitere Beschreibung derselben hier nicht nöthig ist. Nur darf die Anordnung der mittleren Haupthängesäule nicht unerwähnt gelassen werden. Diese besteht aus einer eisernen Hängestange, die oben durch einen gußeisernen Kasten reicht, und über demselben verschraubt ist. In diesen Kasten gehen die Köpfe der Hängewerkstreben; diese stoßen aber innerhalb desselben nicht gegen einander, sondern sie stützen sich gegen eine gußeiserne Wand, die im Innern des Kastens befindlich, und wodurch also eine Senkung weit weniger zu befürchten ist, indem ein Zueinanderpressen der Holzfasern hier gar nicht stattfinden kann.

Da wir weiter unten noch mehrfach auf diese gußeisernen Kasten näher zurückkommen, so soll es hier vorläufig bei der bloßen Andeutung bewendet bleiben.

In Fig. 422 ist ein Dachverband dargestellt, welcher mit dem in Fig. 348 dargestellten fast gleich ist und sich von demselben nur dadurch unterscheidet, daß hier der Spannriegel des liegenden Stuhls nicht aus einem Stücke besteht, sondern aus zwei Stücken, die eine gegen einander geneigte Lage er-

421 A

422

halten, und in der Mitte innerhalb der doppelten Hängesäule, unmittelbar unter dem Kehlbalke zusammenstoßen und sich gegen einander spreizen. Durch diese Anordnung wird gleichzeitig auch eine veränderte Lage des Trägers herbeigeführt, und kann dieser nunmehr nicht unter dem Kehlbalke liegen, sondern er muß oben darauf gelegt werden, und die einzelnen Kehlbalke der Zwischengebinde mittelst Schraubenbolzen daran gehängt werden; oder man muß die Träger aus einzelnen Stücken bestehen lassen, die zwischen je zwei Hängesäulen zu liegen kommen und in diese mit kurzen Zapfen und möglichst tief eingreifenden Versagungen eingesetzt werden. Daß diese Anordnung aber manigfache Nachtheile hat, abgesehen davon, daß sie keinen weiteren Nutzen gewährt, liegt klar auf der Hand. Denn erstlich müssen die Hängesäulen oder die Hauptgebinde näher zusammengedrückt werden, weil die Zwischenträger nur auf kurzen Hirnflächen in der Hängesäule ruhen, und daher einer großen Kraftwirkung keinen hinreichenden Widerstand leisten können. Ferner müssen alsdann zur Unterstützung dieser Träger nothwendig noch Winkelbänder angebracht werden, welche in die Hängesäule und in den Träger eingesetzt werden, wodurch aber wieder der Bodenraum unnöthig beschränkt werden würde. Endlich aber erfordert die Construction auch eine größere Menge Holz. Legt man aber den Träger auf die Kehlbalke, so ist eine große Menge von Schraubenbolzen erforderlich, um die Kehlbalke der Zwischengebinde an den Träger anhängen zu können.

Diese Nachtheile fallen bei der in Fig. 348 dargestellten und damit verglichenen Construction natürlich ganz weg, indem hier der Träger auf dem durch die Hängesäule unterstützten Spannriegel des liegenden Stuhls ruht und somit sämtliche Kehlbalke von Unten her unterstützt.

Betrachten wir endlich die doppelt geneigte Richtung des Spannriegels (Fig. 422), so wird dadurch keine bessere Verspannung des liegenden Stuhls hervorgebracht und auch keine weitere Unterstützung der Hängesäule dadurch erhalten, weil der liegende Stuhl nicht dazu geeignet ist, seitwärts darauf wirkenden Kräften erheblichen Widerstand entgegenzusetzen, und am allerwenigsten bei der hier angeordneten sehr flachen Neigung des Spannriegels, dessen doppelt geneigte Richtung fast horizontal wird. Ferner aber wird durch die geneigte Richtung der Spannstrebe der Winkel vergrößert, unter welchem dieselbe gegen die Stuhlsäule trifft, und daher in dieser Beziehung auch der Widerstand geringer. Es ist daher diese zuletzt angeführte Construction keineswegs der in Fig. 348 angegebenen vorzuziehen.

465. 466 In den Figuren 465 und 466 ist der Dachverband einer bei Berlin ausgeführten Kirche, im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Ueber dem Mitteltheil ist ein einfaches Hängewerk errichtet, dessen Hängesäulen die Firnstette tragen. Die zu beiden Seiten stehenden Ständer, auf welche ebenfalls jedesmal nach der Längsrichtung Setten verzapft sind, sind mit der mittleren Hängesäule nach der Quere noch einmal verstrebt, um einem von den Sparren ausgeübten Schube vollständig zu begegnen, und somit ein Ausweichen der einen oder der anderen Ständerwand zu verhindern. —

Die hier angeführten Beispiele werden vollständig genügen, um die Anwendung der einfachen Hängewerke bei Dachverbindungen kennen zu lernen, indem dieselben dabei auf vielfach verschiedene Weise ihre Anwendung gefunden haben.

Wir sehen daraus, daß es durchaus keine Schwierigkeiten hat, zur Unterstützung der Dächer und Balkenlagen Hängewerke anzuwenden, sowie auch, daß sie ihrem Zwecke vollständig entsprechen. Nur ist hierbei zu bemerken, daß es nie rathsam ist, sobald ein Hängewerk dazu dienen soll, nicht allein die untere Balkenlage zu tragen, sondern auch noch im Wesentlichen das Dach zu unterstützen, die Balkenlage zum Tragen schwerer Lasten zu bestimmen. Denn erstlich wirken die hierbei entstehenden Erschütterungen immer nachtheilig auf das äußere Dach, ferner aber sind die sich spreizenden Hölzer zu sehr in einander gedrückt, so daß dann eine Senkung ganz unausbleiblich ist, wodurch aber, da, wie hier angenommen ist, das Hängewerk zur Unterstützung des Daches ebenfalls dient, dieses letztere eine ungleichmäßige Unterstützung erhält, indem man gar nicht verhindern kann, daß ein Hängewerk sich nicht mehr als das andere zusammendrückt. In Hinsicht der Balkenlage, die an das Hängewerk angehängt ist, ist eine solche ungleiche Senkung von geringerem Nachtheil, indem man immer im Stande ist, diese durch ein stärkeres Anschrauben der Schraubenmutter an den Hängebändern wieder auszugleichen. Es ist daher durchaus nothwendig, daß, wenn man beabsichtigt, die Balkenlage zu belasten, man zu diesem Zwecke besondere Vorkehrungen trifft, dieselbe auf eine andere Weise zu unterstützen, oder doch jedenfalls diese Unterstützung unabhängig von der des Daches zu machen.

Schließlich müssen wir noch auf eine Aeußerung zurückkommen, die man vielfach von den Anhängern des Knotensystems hört, nämlich, daß durch die Anwendung dieses letzteren Systems die lästigen doppelten Hängesäulen vermieden würden. Allein fragen wir einmal, worin das Lästige der doppelten Hängesäulen besteht, so können wir uns in der That keine andere Antwort darauf geben, als daß diese Annahme nur in der Idee liegt. Denn es ist doch sicherlich fast einerlei, ob der Raum durch eine einfache oder durch eine doppelte Hängesäule beschränkt wird; wenigstens ist die größere Raumbeschränkung nicht von solcher Erheblichkeit, daß man die doppelten Hängesäulen als so lästig bezeichnen kann. Ferner aber gewähren uns die doppelten Hängesäulen den großen Vortheil, daß die Hauptverbindungs-hölzer, welche sich mit der Hängesäule durchkreuzen, durch diese in ganzer Länge durchgeführt werden können, wie namentlich die Kehlbalcken und Spannriegel. Bei Anwendung einfacher Hängesäulen kann man diese aber nur bis zu dem nächsten durchreichenden Holze gehen lassen, und muß, wenn eine solche Hängesäule unterwärts fortgesetzt werden soll, die Fortsetzung durch starke eiserne Hängeschienen mit der oberen eigentlichen Hängesäule verbunden werden. Oder man läßt die einfache Hängesäule bis Unten hin in einer Länge durchgehen und zapft die Kehlbalcken und sonstige gegenstoßende Hölzer in die Hängesäule ein, wodurch aber keineswegs eine größere Solidität der Construction erhalten wird.

In manchen Fällen ist es nicht möglich, sich der doppelten Hängesäulen zu bedienen, und zwar dann, wenn die Streben so hoch hinaufreichen, daß nicht mehr genügend Holz stehen bleibt, um der Zugkraft, welche am unteren Ende der Hängesäule wirkt, gehörigen Widerstand zu leisten, und wo also die Gefahr eintritt, daß die Streben an ihrem oberen Ende, wo sie gegen die Hängesäule sich stützen, ausweichen können. Hier ist es alsdann zweckmäßig und sogar nothwendig, daß man die Hängesäulen einfach anordnet, indem man dann leichter im Stande ist, die nöthige Eisenverbindung zur Verhinderung des Ausweichens der Streben an die Hängesäule zweckmäßig befestigen zu können (s. Fig. 129 D).

§ 45.

Die Dachgerüste mit doppeltem Hängewerk.

Die doppelten Hängewerke lassen sich, wie aus den nachstehend angeführten Beispielen hervorgeht, nicht bloß bei Mansardedächern, flachen und steilen Dächern, sowie bei Pultdächern und Dächern mit erhöhten Seitenmauern anwenden, sondern man findet auch die Anordnung der doppelten Hängewerke in der Art, daß die erforderliche Unterstützung der Hängesäulen nicht, wie früher angeführt wurde, durch die gegenseitige Verspannung der horizontalen Strebe mit den schrägen Streben, sondern durch Anwendung von liegenden Dachstühlen beschafft werden kann.

In Fig. 361 ist ein flaches Pultdach, mit einem doppelten Hängewerke verbunden, dargestellt. 361
Auf dem Balken a a stehen die Streben b, b, welche mit ihren unteren Enden in den Balken mit Versagungen eingezapft sind, und mit ihren oberen Enden bis mitten in die doppelten Hängesäulen c, c hineinreichen. Gegen diese Streben spreizt sich unmittelbar der Spannriegel d, welcher mit seinen Enden ebenfalls bis mitten in die Hängesäulen c, c hineinreicht. Die doppelten Hängesäulen, welche somit auf diesem, aus drei Hölzern bestehenden Spannsystem hängen, sind mit dem Balken a a auf gewöhnliche Weise durch Hängeeisen verbunden. Dicht neben den Hängesäulen liegen die Träger g, g, an welche die Zwischenbalcken mittelst eiserner Schraubenbolzen angehängt werden. Die kürzere doppelte Hängesäule umschließt den Sparren, und liegt unmittelbar neben derselben auf dem Spannriegel der zur Unterstützung der Zwischensparren erforderliche Träger e. Auf die zweite längere doppelte Hängesäule ist ein Rahmen f aufgezapft, auf welchen die Sparren verkämmt sind. An der hohen Mauer ist eine Holzwand aufgestellt, auf deren Rahmen die Sparren ebenfalls verkämmt sind. Um nach der Länge des Daches diesen Verband zu sichern, sind in die längere Hängesäule und in den darauf verzapften Rahmen Winkelbänder eingesetzt.

Die Hängesäulen sind, wie schon angeführt, aus doppelten Hölzern bestehend. Hätte man hier statt derselben einfache anwenden wollen, so hätte die untere Fette e nicht mehr auf den Spannriegel gelegt werden können, weil derselbe dann nur mit einer kurzen Versagung in die Hängesäule eingegriffen hätte. Die Fette hätte in diesem Falle auf die Hängesäule aufgezapft werden müssen.

Dadurch wäre aber das Kopfholz der Hängesäule verloren gegangen und die Befestigung der Strebe und des Spannriegels jedenfalls sehr schwierig geworden, und hätte man sich nothwendig hierzu des Eisens bedienen müssen, wenn man nicht vorgezogen, die Streben noch flacher anzuordnen, als sie gegenwärtig sind.

423 Eine einfache Construction eines flachen Satteldaches mit einem doppelten Hängewerke ist in 423 $\frac{A}{B}$ den Figuren 423, 423 A und B im Querschnitt, Grundriß und Längendurchschnitt dargestellt.

Die Hängesäulen bestehen hier aus einfachen Hölzern, in welche die Streben und der Spannriegel mit Versagungen und kurzen Zapfen eingreifen und dieselben in der Schwebe erhalten. Die Hängesäulen sind mittelst eiserner um die Balken gelegter Bügel mit diesen verbunden. Um die Binderbalken, welche hier ebenfalls nur einfach sind, an ihren Enden zu verstärken, weil sie daselbst durch die erforderlichen Versagungen und Zapfenlöcher zu den Hängewerksstreben nicht unbedeutend geschwächt werden, sind Sattelhölzer angeordnet, die mit dem Balken gehörig verbolzt sind, wie dieses die Zeichnung näher ergiebt. Die zur Unterstützung des Daches erforderlichen Träger liegen auf dem Spannriegel dicht neben den Hängesäulen. Die Sparren stehen mit ihren unteren Enden in Saumschwellen, in welche sie eingezapft sind. Die Saumschwellen sind auf die Balken verkämmt und mit denselben theils durch Schraubenbolzen, theils durch 12 Zoll lange Spizbolzen auf's Festeste verbunden. Die Kehlbalcken der einzelnen Gebinde sind auf die oberhalb des Hängewerks angebrachten Träger verkämmt.

Diese Construction wurde bei einer in Bremen erbauten, 160 Fuß langen und 56 Fuß im Lichten breiten Reitbahn angewendet.

Es liegen bei dieser Construction die Träger ebenfalls auf den Spannriegeln der Hängewerke, trotzdem die Hängesäulen hier nur einfach sind. Bei dem vorigen Beispiele sprachen wir uns gegen eine solche Anordnung aus. Dieses bezog sich jedoch nur auf die oben veränderte Anordnung, und zwar in sofern, weil, da durch die dadurch unterstützten Sparren ein Seitendruck gegen den Träger entsteht, welcher auch unmittelbar auf die Hängesäule gewirkt haben würde, ein solcher Umstand bei der leicht stattfindenden Verschiebbarkeit der doppelten Hängewerke aber sehr leicht gefährlich werden kann. In Fig. 423 findet aber durch die Anordnung des Kehlgebälks nur ein verticaler Druck Statt, und wird ferner dadurch, daß die Sparren mit dem unteren Balken jedesmal ein festes Dreieck bilden, die Verschiebbarkeit des hier angeordneten doppelten Hängewerks aufgehoben.

424 Die in den Figuren 424 und 424 A im Quer- und Längendurchschnitt dargestellte Construction 424 A hat viele Aehnlichkeit mit der vorerwähnten, nur daß im vorliegenden Falle die Höhe des Daches bedeutend größer ist. Es sind auch hierbei wieder die zur Unterstützung des Kehlgebälks erforderlichen Träger, weil es die Höhe zulässig machte, auf die Hängesäulen, die hier ebenfalls nur einfach angeordnet sind, aufgezapft. Um hier einen Längenverband des Daches herzustellen, sind Winkelbänder in die Hängesäulen und in die darauf verzapften Rähmen angeordnet, wie solches in Fig. 424 A näher ersichtlich ist.

425 In den Figuren 425 und 425 A, welche eine mit doppelten Hängewerken verbundene Dachcon- 425 A struction im Quer- und Längendurchschnitt darstellen, ist dieselbe Weite beibehalten, wie bei der vorigen Figur, es ist jedoch die Construction wesentlich verschieden davon. Die Hängesäulen sind hier doppelt und reichen bis zum oberen Kehlgebälke.

Was die Streben und den Spannriegel des Hängewerks betrifft, so gehen diese durch die Hängesäulen und stoßen in deren Mitte zusammen. Unmittelbar auf dem Spannriegel liegt der Kehlbalcken des Hauptgebindes, welcher ebenfalls in ganzer Länge durch die Hängesäulen geht und mit dem Spannriegel durch Schraubenbolzen fest verbunden ist. Zur Unterstützung der übrigen Hauptkehlbalcken in den Zwischengebinden sind die Ueberzüge d, d, unmittelbar neben den Hängesäulen liegend, angeordnet, an welche dann die Kehlbalcken mittelst Schraubenbolzen angehängt sind.

Zur Unterstützung des oberen Kehlgebälks sind Rähmen angeordnet, welche in dazu hergestellten Ausschnitten in den Hängesäulen ruhen und mit diesen mittelst durchgehender Schraubenbolzen fest verbunden werden, wie bei f angedeutet ist. Die oberen Kehlbalcken liegen auf diesen Rähmen nur auf, weil solches nicht nur vollkommen genügt, sondern auch durch das Aufkämmt oder Aufdollen der Kehlbalcken diese nur unnöthigerweise geschwächt werden würden, da sie nicht mit vollem Holze auf die erwähnten Rähmen zu liegen kommen.

382 In Fig. 382 ist die Construction des Daches der Reitbahn zu Kopenhagen dargestellt.

Man hat hier den Hauptkehlbalken des Mansarde-Daches mit dem Spannriegel des liegenden Stuhls als einen verzahnten Balken angeordnet, und zwar dieses in jedem Gebinde ausgeführt. Die unteren Balken sind hier ebenfalls verzahnt.

Was die Construction des Hängewerks betrifft, so befindet sich dasselbe nicht in der Vertical-ebene des Gebindes selbst, sondern unmittelbar neben dem Gebinde. Die Hängewerkstreben stehen daher auch nicht in einem durchstreckenden Balken, sondern sie stützen sich gegen die Schwellen des liegenden Stuhls, welche Schwellen aber auf die unteren Balken nur aufgekämmt sind, da bei der Last, welche von dem Dache darauf wirkt, wohl nicht ein Ausschleichen von Seiten der Streben des Hängewerks zu befürchten ist. Aber wenn dieses nun auch nicht in dem Grade zu befürchten steht, so ist eine solche Anordnung doch immer zu verwerfen. — Was ferner die Anordnung der Träger unter den Hauptbalken betrifft, so ist diese auch keineswegs zweckentsprechend, und zwar um so weniger, wenn dieses Gebälk dazu bestimmt ist, bedeutende Lasten zu tragen, indem die Träger nur als Riegel in die einfachen Hängesäulen mit Versagung eingezapft sind.

Diese Hängewerkconstruction würde sich überall zu schwach erweisen, wenn hier bei der lichten Weite von etwa 60 Fuß die untere Balkenlage nicht aus verzahnten Balken angeordnet wäre. Was aber die Hauptkehlbalkenlage betrifft, so wäre diese jedenfalls weit zweckmäßiger aus einfachen Balken angeordnet worden. Durch die große Menge Holz, die jetzt erforderlich gewesen, wird die Last nur unnöthig vermehrt, abgesehen von den bedeutenden Mehrkosten, welche durch diese Anordnung hervorgerufen worden sind. Es scheint aber, als hätte man durch die Anordnung des doppelten Hängewerks mehr den dadurch erhaltenen Querverband berücksichtigt, was jedoch immer hätte vorherrschend bleiben können, auch wenn das Hauptkehlgebälk aus einfachen Balken angeordnet worden wäre.

In den Figuren 395 und 396 ist ein Mansarde-Dach in Verbindung mit einem doppelten Hängewerk im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt, und dabei angenommen, daß die untere Balkenlage von Unten her durch Mauern genügend unterstützt werde, und ferner, daß der untere Dachboden einen möglichst freien Raum bilden und nicht durch Aufstellung von Ständern beschränkt werden solle. Es kommt hier also hauptsächlich auf eine Unterstützung des Spannriegels des liegenden Stuhls und des Hauptkehlgebälks an. Um eine solche Unterstützung herzustellen, ist über dem Kehlgebälk ein doppeltes Hängewerk mit einfachen Hängesäulen angeordnet, und sind diese mit dem Spannriegel (Brustriegel) des liegenden Stuhls des unteren Daches durch Hängeeisen verbunden. Auf dem Spannriegel liegen die Träger zur Unterstützung der Hauptkehlbalken. Die Kehlbalcken des oberen Daches werden durch Rähmen unterstützt, die auf die Hängesäulen aufgezapft sind. Um auch im oberen Theile des Daches einen Längenverband hervorzubringen (im unteren Theile des Daches wird dieser durch die Stuhlwände vollkommen erhalten), werden in die Hängesäulen und in die darauf gezapften Rähmen Winkelbänder eingesetzt, wie dieses aus dem Längendurchschnitt auch näher ersichtlich ist.

Wenn bei dieser Construction auch der Längenverband als vollkommen gesichert erscheint, so kann dieses doch keineswegs von dem Querverbände gesagt werden, weil hier im unteren Theile des Daches die gehörigen Dreiecksverbindungen fehlen. Die Winkelbänder in den Stuhlsäulen und Brustriegeln sind zu kurz, als daß sie bei der Größe des Daches einen genügenden Widerstand leisten könnten, im Fall eine solche Construction den Wirkungen von heftigen Windstößen exponirt sein sollte.

Muß dagegen auch gleichzeitig die untere Hauptbalkenlage durch ein Hängewerk getragen werden, so daß also die oben angenommene Unterstützung von Unten her wegfällt, und kann es sonach auch nicht weiter Bedingung sein, daß der untere Dachboden ein freier Raum bleibe, so ist die in den Figuren 427 und 427 A dargestellte Construction den beiden oben erwähnten bei weitem vorzuziehen, indem durch die Anordnung des doppelten Hängewerks auf der unteren Balkenlage nicht allein die beabsichtigte Unterstützung weit besser erzielt wird, sondern auch ein genügender Querverband im unteren Theile des Daches dadurch erhalten wird.

Diese Art von Constructionen, wie sie in den drei letzten Fällen angegeben sind, sind jedoch immer zu verwerfen, und ist es stets vorzuziehen, das Gebäude noch durch ein Stockwerk in Mauern zu erhöhen und darüber ein Winkel- oder Satteldach zu errichten, weil die dadurch erreichten Vortheile unver-

hältnißmäßig größer sind, als die geringen Mehrkosten, welche durch die Anordnung eines vollen Stockwerks verursacht werden.

383-387 In den Figuren 383—387 ist der Dachverband der Singakademie zu Berlin im Querschnitt und im Längendurchschnitt, im Grundriß und im Detail näher angegeben. Fig. 384 A stellt einen Theil des Längendurchschnitts nach der Linie *uv* in Fig. 383 vor.

In dem Hauptbalken *a* stehen die Streben *b, b* des Hängewerks, welche hier aus dreifachen Hölzern bestehen. Die mittleren dieser Hölzer gehen bis über den Spannriegel *i* hinaus, welcher ebenfalls aus dreifachen Hölzern besteht, und stoßen gegen die doppelte Hängesäule *d*, welche durch diese beiden Streben schwebend erhalten wird. Diese doppelte Hängesäule umschließt den Spannriegel *i*.

Die Verbindung des Spannriegels *c* mit den Streben *b* ist aus den Figuren 386, 386 A und 387 zu ersehen.

Es sind ferner *g, g* die Hängeeisen, welche oberhalb des Spannriegels *c* durch einen eisernen Steg greifen und daselbst festgeschraubt sind. Dieselben umschließen unterhalb den Hauptbalken *a*, wodurch dieser getragen wird. Unmittelbar neben den erwähnten Hängeeisen liegen auf dem Hauptbalken die Ueberzüge *h, h*, an welche die Zwischenbalken mittelst Schraubenbolzen angehängt sind. *k* sind Rahmstücke, welche in die oberen Hängesäulen mit Versagungen eingezapft sind und hier einen doppelten Zweck erfüllen. Einmal nämlich unterstützen diese Rahmstücke die Sparren im First, und zum andern wird mittelst der in die Hängesäulen und in die Rahmen eingesetzten Winkelbänder *m, m* ein Längendverband der Construction hervorgebracht.

Die Hauptbalken *a* werden an ihren Enden, womit sie auf der Mauer aufliegen, noch durch daran mit Schraubenbolzen befestigte Bohlen *n, n* verstärkt und verbreitert. Aus diesen Verstärkungsbohlen und aus dem Hauptbalken *a* sind dann die zu den Versagungen der Streben erforderlichen Einschnitte in der bestimmten Form und Breite ausgearbeitet, wie dieses in Fig. 385 nach vergrößertem Maßstabe angedeutet ist.

Auf den Streben *b, b* liegen die Fetten *l, l*, welche auf erstere verkämmt sind und durch eiserne Schraubenbänder, die über die Sparren reichen, gehalten werden. Die Sparren werden ebenfalls auf die Fetten verkämmt.

Eine weitere Erklärung der hier bezüglichen Figuren ist nicht erforderlich, indem das Uebrige hinreichend daraus erhellet.

390 In Fig. 390 ist eine Dachverbindung dargestellt, bei welcher die Sparren auf beiden Seiten des Gebäudes noch bedeutend überragen.

Ueber die Construction des Hängewerks ist wenig anzuführen und leicht erklärlich aus der Figur, und haben wir daher hier hauptsächlich nur den überstehenden Theil des Daches in Betracht zu nehmen.

Die Sparren gehen hier in ganzer Länge durch, ohne irgendwo zusammengestoßen zu sein. Dieselben sind auf die durchgehenden und nicht getrennten Balken aufgezapft und verbohrt, außerdem aber noch auf die unterste Fette verkämmt. An der äußeren Seite der Mauer ist ein Trempel, auf einer Console ruhend, aufgestellt, welcher mit seinem oberen Ende in den Dachbalken eingezapft ist. In den Trempel ist ein schräges Band mit Versagung eingezapft, auf dessen oberes Ende wieder eine Fette aufgezapft ist, die zur Unterstützung der überstehenden Dachsparren dient. Dieses Band ist mit dem Hauptsparren mittelst eiserner Schraubenbänder verbunden und wird dadurch am Ausweichen verhindert. Um nun auch diese Verbindung mit der Mauer zu verankern, so ist hier ein horizontales doppeltes Band angeordnet, welches am äußeren Ende auf der Fette ruht und den Sparren, mit welchem es durch einen Schraubenbolzen verbunden ist, umschließt. An der Mauer ist dasselbe ebenfalls so ausgeschnitten, wie der Querschnitt des an der Mauer stehenden Trempels, mit welchem das Band durch einen Schraubenbolzen verbunden ist, es erforderlich macht. Außerdem ist dieses Band mit der Mauer durch starke Maueranker verbunden.

428 In den Figuren 428, 428 A und B ist die Construction eines Bühnendaches dargestellt.

428 $\frac{A}{B}$ Die lichte Weite zwischen den Mauern beträgt hier 75 Fuß. In einer Entfernung von 7 Fuß auf jeder Seite von den Mauern sind doppelte Stiele angeordnet, welche einestheils dazu bestimmt sind, die Bühnengalerien zu tragen, wodurch diese gleichzeitig mit den Seitenmauern verbunden werden und dadurch die nöthige Stabilität erhalten, welche ihnen sonst bei der bedeutenden Höhe, welche sie

erhalten, ganz fehlen würde; ferner dienen sie dazu, die Binderbalken des Daches zu unterstützen. Auf den doppelten Stielen ist ein ebenfalls doppelter und verzahnter Rahmen b angeordnet. Der hierüber liegende Hauptbalken a ist ein verzahnter Balken, und ist darüber ein doppeltes Hängewerk mit zwei Spannriegeln c und d und zwei Paar nicht unter sich parallelen Sprengstreben e, e und f, f errichtet.

Die unteren oder inneren Streben e, e stehen an der Stelle in dem Binderbalken, wo derselbe von den doppelten Stielen unterstützt wird. Die Streben spreizen sich innerhalb der doppelten Hängesäulen h, h gegen den Spannriegel c, auf welchem Träger liegen, die die Hölzer des Schnürbodens unterstützen.

Die äußeren oder oberen Streben f, f stehen in dem Binderbalken nahe der Mauer und spreizen sich ebenfalls innerhalb der doppelten Hängesäulen gegen den Spannriegel d, auf welchem wieder Träger liegen, die das Kehlgebälk unterstützen.

Die Hängesäulen sind durch lange Hängeeisen mit dem Binderbalken verbunden, welcher durch an die Seiten desselben angenagelte Knaggen so weit verbreitert wird, daß eine Laufbrücke darüber hergestellt werden kann.

Auf den doppelten Stielwänden sind noch Stuhlwände errichtet, welche bis unter das Dach gehen, und die Sparren, welche auf die Rahmen der Wände verkämmt sind, unterstützen. In der Höhe des Schnürbodens sind starke Riegel in die Ständer der Stuhlwände mit Versagung eingelassen, und dienen diese Riegel dazu, die Schnürbodenhölzer zu unterstützen. Die Ständer dieser Wände stehen neben dem Hauptbalken auf dem verzahnten unteren Rahmen, und nicht auf dem Hauptbalken, weil sie sonst mit den Streben des Hängewerks sich gekreuzt hätten und beide Hölzer dann nothwendig mit einander hätten überschritten werden müssen, was aber nur zum Nachtheil der Construction hätte geschehen können.

Was nun die Anordnung des sogenannten Schnürbodens betrifft, so besteht dieser aus einzelnen Hölzern, die von Träger zu Träger reichen. In den Hauptgebänden sind außerhalb des Hängewerks doppelte, neben einander liegende Hölzer angeordnet. Diese sind an der Stelle, wo sie mit der Strebe des Hängewerks zusammentreffen, so weit ausgeschnitten, daß sie diese vollständig umschließen, und die Streben also durch Ausschneiden nicht geschwächt zu werden brauchen. Ferner sind diese doppelten Hölzer mit dem einfachen, durch die Hängesäule reichenden Holze des Schnürbodens verblattet und mittelst durchgehender Schraubenbolzen damit verbunden, wie dieses auch aus Fig. 428 B näher zu ersehen ist, wo der bezügliche Balken des Schnürbodens im Grundriß dargestellt ist.

Diese Construction war anfänglich dazu bestimmt, bei der neuen Bremer Bühne in Anwendung zu kommen; auf Verlangen des Theater-Maschinisten jedoch, welcher einen ganz freien Bühnenraum beanspruchte, und wo demnach die bezeichneten Stiele nicht beibehalten werden konnten, mußte eine andere Construction zur Ausführung gebracht werden, die wir weiter unten ebenfalls anführen wollen.

In Fig. 429 ist eine Dachverbindung dargestellt, wie solche beim neuen Gerichtshause in Elberfeld zur Ausführung gekommen ist (s. Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang II.).

Es ist hier ein doppeltes Hängewerk angeordnet, bei welchem die Streben ebenfalls doppelt sind. Die oberen Hölzer dieser Streben spreizen sich aber nicht gegen den mittleren Spannriegel, sondern gehen durch die Hängesäulen, sind dann oberhalb mit einander überschritten und in die Sparren eingezapft, und bilden somit ein Lager für die oberste Fette des Daches. Durch diese verlängerten Strebenhölzer, und durch ihre Verbindung oberhalb, erhält man jedenfalls einen sehr festen Stützpunkt für den Dachfirst. Gleichzeitig hat man aber auch dadurch einen sehr guten Querverband erreicht, indem bei dieser Anordnung ein Verschieben des doppelten Hängewerks nach der Quere des Gebäudes hin nicht stattfinden kann.

Bei der sonst sehr zweckmäßigen Anordnung dieser Construction, glauben wir doch, daß es vorzuziehen gewesen wäre, wenn die in die Streben verzapften und versagten Stiele der mittleren Fettenwände ebenfalls aus doppelten Hölzern angeordnet und diese dann bis zu dem Hängewerkstramen heruntergeführt und auf dieselbe Weise wie die Hängesäulen damit verbunden worden wären. Auf die Streben wären dann, um ein Abrutschen der einzelnen Stiele zu verhindern, starke, in die Streben versagte Knaggen genagelt worden, gegen welche sich die doppelten Stiele gelehnt hätten, und zwar in derselben Weise, wie wir sie bei mehreren weiter unten angeführten Beispielen angewendet finden werden.

430 In den Figuren 430 und 430 A ist ein Mansarde-Pultdach mit einem doppelten Hängewerk
430 A im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Das Hängewerk steht auf dem unteren Hauptbalken und reichen die Hängesäulen, welche hier aus doppelten Hölzern angeordnet und mit dem Kehlbalken überschnitten sind, bis zu den Sparren des oberen Daches. Unmittelbar neben den Hängesäulen liegen auf dem Spannriegel des Hängewerks die zur Unterstützung der Kehlbalken erforderlichen Träger. Um den Druck der Dachfläche des oberen Daches, welcher hier nur einseitig wirkt, von der hohen Wand abzuleiten, ist der schräge Bockstuhl *a* angeordnet. Die Ständer dieser Stuhlwand sind mit ihrem unteren Ende auf die Schwelle der hohen Wand mit einem Geißfuß aufgeschnitten und mit dem jedesmaligen anliegenden Kehlbalken überschnitten und durch einen Schraubenbolzen damit verbunden. Der obere Rahmen ist auf die Ständer dieses Bockstuhls aufgezapft und mit denselben verbohrt. Die Sparren sind auf diesen Rahmen verkämmt. Um aber ferner auch einem Verschieben nach der Länge möglichst vorzubeugen, und um überhaupt einen Längenverband im Dache herzustellen, sind die in Fig. 430 A angedeuteten Winkelbänder angeordnet, welche in die Ständer und in den Rahmen des Bockstuhls eingezapft werden (s. Triest's Sammlung von Entwürfen).

431 In den Figuren 431 und 431 A ist ebenfalls die Construction eines Mansarde-Daches mit einem
431 A doppelten Hängewerk im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt, jedoch in der Art, daß das Hängewerk nicht, wie gewöhnlich, nach der Breite, sondern nach der Länge des Gebäudes angewendet ist.

Das Hängewerk erhält seine Stützpunkte auf einem, nach der Länge des Gebäudes in der hinteren und in der vorderen Giebelmauer des Gebäudes liegenden Hauptbalken *g, g*. Das Hängewerk dient hier nicht allein dazu, die untere Balkenlage, — welche ebenfalls nach der Länge des Gebäudes geht und auf den beiden doppelten, aus flach neben einander liegenden Hölzern bestehenden, mit den Hängesäulen durch Hängeeisen verbundenen Trägern *h, h* ruht, — zu tragen, sondern es soll das Hängewerk auch dazu dienen, eine wesentliche Unterstützung des Daches herzustellen.

Es ist nämlich auf die Hängesäulen, welche hier nur aus einfachen Hölzern bestehen, ein Rahmen *a* aufgezapft und mit denselben verbohrt. Dieser Rahmen ruht mit seinen Enden in den Giebelmauern und durch denselben werden hauptsächlich die Sparren, zum geringeren Theil jedoch nur die Kehlbalken unterstützt. Um den einseitigen Druck der unteren Dachfläche vermittelst der Kehlbalken gegen die hohe Wand hier unschädlich zu machen, und gleichzeitig auch, um die unteren Sparren eines jeden Hauptgebindes an ihrem oberen Ende zu unterstützen, ist in jedem Hauptgebinde der schräge Stiel *b* angeordnet, welcher mit seinem Fußende auf den dicht neben der hinteren Mauer liegenden Balken aufgeschnitten, oben dagegen mit einer Versäzung in den Kehlbalken eingezapft ist. In diesen schrägen Stiel ist dann wieder das schräge Band *c* mit einer Versäzung eingezapft, mit dem Kehlbalken überschnitten und durch einen Schraubenbolzen damit verbunden. Um ein Ausweichen dieses Bandes irgend welcher Art zu verhindern, ist dasselbe mit dem schrägen Stiel *b* ebenfalls durch einen
432 A Schraubenbolzen verbunden, wie in Fig. 432 A angedeutet ist. Am oberen Ende ist dieses Band in
B den Sparren des unteren Daches eingezapft. Die Ueberschneidung des Bandes *c* mit dem Kehlbalken ist ebenfalls aus Fig. 432 A bei *a* und *b* näher ersichtlich.

Der obere Theil des Daches besteht aus Sparren, die mit ihrem oberen Ende auf den Rahmen der hohen Wand verkämmt sind. Am unteren Ende dieser Sparren greifen die Sparren des unteren Daches in diese mit Zapfen und Versäzung ein. Außerdem sind die oberen Sparren noch in die Fette *d* eingezapft, die in jedem Hauptgebinde mit dem Sparren durch Zugeisen fest verbunden ist. Die Verbindung des unteren Sparrens mit dem oberen ist in Fig. 432 B nach vergrößertem Maßstabe dargestellt.

Um auch in dem oberen Dache den einseitigen Schub gegen die hohe Wand aufzuheben, so ist daselbst ebenfalls ein schräger Bockstuhl *f* angeordnet und sind die Sparren auf den Rahmen dieses Stuhls verkämmt.

433 In den Figuren 433 und 433 A ist ein doppeltes Hängewerk mit liegenden Stühlen auf einem
433 A Gebäude von 60 Fuß äußerer Breite im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Es sind hier zwei liegende Stühle über einander angeordnet. Die Hängesäulen sind hier doppelt und umschließen die Spannriegel und die unmittelbar darauf liegenden Kehlbalken. Um den unteren Spannriegel des liegenden Stuhls noch wirksamer zu unterstützen, indem derselbe bei seiner

Länge, ohne durchzubiegen, sich nicht würde erhalten können, und dieses noch um so weniger, da auch die Hängesäulen und die daran befestigte Deckenlast durch diesen Spannriegel ebenfalls zum großen Theil mit getragen werden sollen, so sind hier noch die Strebebänder aa angeordnet, welche sowohl in den unteren Hauptbalken, als auch in den Spannriegel mit Versagungen eingezapft sind.

Wenn gleich diese Construction genügende Sicherheit darbietet, wie dieses durch viele alte noch jetzt vorhandene Beispiele erwiesen ist, so ist dieselbe dennoch nicht zur Nachahmung zu empfehlen, weil sie nicht allein sehr vieles, sondern auch sehr starkes Holz, namentlich zu den liegenden Dachstühlen, erforderlich macht.

Weit einfacher und jedenfalls eben so stark sind die in den Figuren 434, 435 und 435 A dargestellten Constructionen. Es findet zwar bei diesen auch noch die Anwendung des liegenden Stuhls 435 statt, jedoch nur einmal, und ist statt des oberen liegenden Stuhls ein gewöhnliches doppeltes 435 A Hängewerk mit Streben und einem Spannriegel angeordnet, wodurch die Hängesäulen getragen werden, wogegen im vorigen Falle die Hängesäulen hauptsächlich von den, durch die liegenden Stühle unterstützten Kehlbalken getragen wurden. In den beiden zuletzt erwähnten Fällen aber werden die Spannriegel des liegenden Stuhls und die darüber liegenden Kehlbalken durch die Hängesäulen getragen oder doch unterstützt, was jedenfalls viel richtiger ist, indem die Spannriegel eigentlich nur dazu dienen, die einander gegenüber liegenden Stuhlwände in ihrer Stellung zu erhalten und zu dem Ende nur mit verhältnißmäßig geringen Versagungen in die Stuhlsäulen eingezapft werden. Was die weiteren Anordnungen der einzelnen Verbandhölzer in den beiden vorliegenden Fällen betrifft, so sind diese leicht aus den bezüglichen Figuren erklärlich, und bedarf es daher keiner weiteren Erläuterung derselben.

In den Figuren 436 und 436 A ist die Anordnung eines flachen Daches mit einem doppelten 436 Hängewerk im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt, was aus den bezüglichen Figuren genügend 436 A deutlich wird, und daher keine weitere Erklärung derselben nöthig ist.

Die in Fig. 437 nur zur Hälfte dargestellte Construction ist von der vorigen bloß dadurch ver- 437 schieden, daß hierbei Kehlbalken angeordnet sind, statt daß, wie bei der vorigen Construction, die Sparren unmittelbar auf den über den Hängesäulen angebrachten Rähmen ruhen und auf dieselben verkämmt sind. Jedenfalls ist die Anordnung der Kehlbalken vorzuziehen, wenn dieselben auch etwas mehr Holz erforderlich machen, weil dadurch der Sparrenschub des Daches bedeutend vermindert wird.

Die Figuren 438, 438 A und B zeigen einen Dachverband mit einem doppelten Hängewerk 438 über einer Kirche, deren Mittelschiff eine innere Breite von $44\frac{1}{2}$ Fuß hat, im Querschnitt, Grund- 438 $\frac{1}{2}$ riß und Längendurchschnitt.

Auf den Hängesäulen, welche hier aus einfachen Hölzern bestehen, liegen die Rähmen r, r, auf welche die Kehlbalken des Daches verkämmt sind. Um die Sparren des Daches ferner zu unterstützen, sind auf beiden Seiten des Daches die nur sehr wenig geneigten Böcke h, h angeordnet. Die Ständer dieser Böcke sind aus doppelten Hölzern hergestellt und über die Streben des Hängewerks überschritten, wie in Fig. 439 nach vergrößertem Maßstabe dargestellt ist. Auf diese Ständer sind 439 die Rähmen d, d aufgezapft, welche aber wieder nach der Richtung des Daches durch schräge, in jedem Hauptgebäude unmittelbar unter den Sparren liegende Bänder c, c gestützt werden. Diese Bänder sind unten in die Dachschwelle verzapft, auf welche letztere auch die Sparren verkämmt sind. Die erwähnten Ständer h, h stehen in Riegeln, die auf den Zwischenmauern liegen und in den Hauptbalken, so wie in die auf beiden Seiten desselben zunächst liegenden Zwischenbalken eingezapft sind. Der Längenverband des Daches wird durch die Anordnung der Winkelbänder hergestellt, welche in die Hängesäulen und in die darauf liegenden Rähmen eingezapft sind. Ebenso sind auch in die Ständer und den Rähmen des auf jeder Seite angeordneten Bockes Winkelbänder eingesetzt, wie aus Fig. 438 B näher zu ersehen ist.

Aus Fig. 438 A geht hervor, daß nur in den Hauptgebänden ganz sich durchstreckende Balken angeordnet sind. Die Balken der Zwischengebäude werden dagegen über den inneren Mauern gestossen, und die zusammengestoßenen Balkenhölzer alsdann mittelst eiserner Schienen fest mit einander verbunden.

Was die in den Figuren 447 und 448 im Quer- und Längendurchschnitt dargestellte Con- 447 struction betrifft, so dient diese zu demselben Zwecke, wie die eben vorhergehende, und ist nur in der 448

Anordnung etwas verändert, indem einmal bei dieser letzteren Construction die Kehlbalcken fehlen, und somit die Sparren unmittelbar durch die auf die Hängesäulen verzapften Rähmen unterstützt und darauf verkämmt werden, ferner aber auch die Anordnung eines massiven Gesimses vorausgesetzt ist, weshalb die Endigung der Dachfläche sich anders gestaltet, als bei einem hölzernen Gesimse. Die Sparren stehen hier mit einem geächselten Zapfen in aufgelegten Sattelhölzern, die mit dem jedesmaligen zugehörigen Balken verzahnt und verbolzt sind.

Einer weiteren Erläuterung der Figur bedarf es nicht, indem die Anordnung des Ganzen aus den Zeichnungen deutlich hervorgeht. Uebrigens gilt hier bei Anordnung der Balkenlage dasselbe, was bei Beschreibung der vorigen Figur darüber gesagt wurde.

440-441 In den Figuren 440 und 441 ist die Construction eines Fettendaches mit doppeltem Hängewerk im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Das Hängewerk besteht hier aus den beiden Streben *s, s* und dem Spannriegel *g*, welche Hölzer mittelst kurzer Blätter gegen einander stoßen und über welche Verbindungspunkte die Hängeeisen *h* angeordnet sind, die hier die Stelle der sonst üblichen hölzernen Hängesäulen vertreten. Die Anordnung dieser Hängesäulen ist folgende: Auf dem Spannriegel liegt der Quere nach ein starker eiserner Steg, welcher eine solche Länge erhält, daß er auf beiden Seiten des Holzes noch etwa 3 Zoll übersteht. In diesem Stege befinden sich an den überstehenden Enden Löcher, durch welche die Hängeeisen, welche unterwärts den Hauptbalken umfassen, durchgesteckt und mittelst starker Schraubenmutter fest angeschraubt werden. Am unteren Ende dieser Hängeeisen befinden sich ebenfalls Schraubenmutter, welche vor den daselbst befindlichen Steg geschraubt werden. Die Stege haben an ihren Enden vortretende Ränder, mit welchen sie gegen das Holz fest anliegen.

Um das Verschieben dieses Systems bei einer ungleichen Belastung zu verhindern, so ist unterhalb des Spannriegels das Holz *k* mit demselben verdübelt und mittelst durchgehender Schraubenbolzen damit fest verbunden. Gegen dieses Holz stoßen an beiden Enden die Bänder *k, k*, welche in die Streben mit Versagung eingezapft und außerdem damit verbolzt sind, wodurch dieses System noch zwei Dreiecksverbindungen erhält. Zur Unterstüzung der Fette liegen auf den Streben des Hängewerks die Sparren *l, l* oder die eigentlichen Fettesparren. Diese Sparren sind im First durch einen Schligzapfen verbunden, und am unteren Ende mit Versagungen in den Hauptbalken eingezapft. Außerdem sind diese Hölzer auch noch mit den Streben *s, s* durch Schraubenbolzen verbunden, so daß also diese Construction ein nach der Quere unverschiebbares System bildet.

Um ein Hauptgesimse, welches hier von Holz angenommen wird, befestigen zu können, werden an beiden Seiten, von einem Hauptbalken bis zu dem nächsten, Wechsel *h* eingesetzt, in welche dann die Stichbalken in den Zwischengebänden eingezapft werden. Damit aber die Hauptbalken durch das Einzapfen der Wechselbalken nicht zu sehr geschwächt werden, müssen die Wechsel versetzt werden, so daß sie nicht alle in einer geraden Linie liegen, wovon in § 11 bei Anordnung der Balkenlagen bereits die Rede gewesen ist.

442 Die in den Figuren 442, 442 A und B im Quer- und Längendurchschnitt und im Grundriß 442 ^A/_B dargestellte Dachconstruction zeigt ein Dach mit erhöhten Frontmauern in Verbindung mit einem doppelten Hängewerke.

Die Streben *s, s* des Hängewerks, welches auf dem Hauptbalken aufsteht, vertreten hier gleichzeitig die sonst bei einem solchen Dache erforderlichen schrägen Bänder oder Stuhlsäulen. Die Stichbalken *g, g*, welche mit den Streben *s, s* verbunden sind, indem sie mit denselben überschnitten und verbolzt werden (s. Fig. 442 B), sind in jedem Hauptgebände doppelt angeordnet. In diese Stichbalken werden die Wechsel *h, h* eingelassen und in diese dann die Stichbalken *l, l* der Zwischengebände eingezapft. Auf dem Brustriegel *b* des doppelten Hängewerks liegen die Rähmen *e, e*, auf welchen die Kehlbalcken des Daches ruhen, welche auf diese Rähmen entweder aufgedollt oder verkämmt werden können.

Ein Umstand, welcher bei dieser Construction im Ganzen nicht genügend berücksichtigt ist, besteht darin, daß ein hinlänglicher Verband nach der Länge des Daches fehlt. Die Anordnung der Rähmen *e, e*, so wie auch die der unteren Balkenträger, macht eine weitere Berücksichtigung des Längenverbandes durchaus nicht entbehrlich.

443-445 In den Figuren 443, 444 und 445 ist eine andere Construction im Quer- und Längendurch-

schnitt, so wie im Grundriß dargestellt, durch welche dieselbe Weite überspannt werden soll, wie bei der in der vorigen Figur angegebenen Construction, bei welcher aber sowohl auf den Querverband, als auch auf den Längenverband genügende Rücksicht genommen ist.

Die Dachgespärre sind hier ohne Kehlbalken angeordnet, und gehen daher die doppelten Hängesäulen bis unter die Sparren; auf die Hängesäulen sind die Rähmen *c, c* angebracht, in welche die Hängesäulen mit einem Blattzapfen eingreifen und alsdann mit einander durch Schraubenbolzen verbunden werden. In diese Rähmen oder Fetten *c, c* und in die Hängesäulen *n* sind die Kopfbänder *d, d* eingesetzt, wodurch der Längenverband im unteren Theile des Daches schon genügend gesichert wird.

Um den Querverband noch zu verstärken, und also namentlich die leicht mögliche Verschiebbarkeit des doppelten Hängewerks aufzuheben, was bei der vorliegenden Construction durchaus nicht unnöthig erscheint, indem die Sparren nicht in durchgehenden Balken stehen, so sind hier die Kopfbänder *e, e* angeordnet. Diese Kopfbänder haben außerdem noch den Vortheil, daß sie beim Aufrichten des Hängewerks sehr zweckmäßig sind, indem dadurch diese Arbeit in sofern sehr bedeutend erleichtert wird, daß man zur richtigen Aufstellung keiner weiteren Lehre oder sonstigen ähnlichen Vorrichtung bedarf.

Da hier die Kehlbalken ganz fehlen, so ist zur ferneren Unterstüzung der Sparren oberhalb des Brust- oder Spannriegels des doppelten Hängewerks ein einfaches Hängewerk angeordnet, auf dessen Hängesäule, die mit dem Spannriegel durch ein einfaches Hängeeisen verbunden ist, ein Rähmen *r* aufgezapft ist, auf welchen dann die Sparrengebände im First verkämmt werden. Zur weiteren Herstellung eines Längenverbandes sind noch die in Fig. 444 mit *k* näher bezeichneten Kopfbänder angeordnet. Die Anordnung der unteren Stiehbalken ist dieselbe, wie bei der vorigen Figur. Die übrigen Anordnungen sind aus den bezüglichen Figuren leicht zu entnehmen, und bedarf es daher keiner weiteren Erklärung.

In den Figuren 449 und 449 A ist die Dachconstruction über dem Zuschauerraum des Theaters 449 in Bremen, im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt. 449 A

Die Balkenlage, welche durchgängig aus verzahnten Balken besteht, wird, außer daß sie auf den beiden Seitenmauern ruht, deren lichte Entfernung von einander 75 Fuß beträgt, im Innern noch durch die runde Umfangswand des Zuschauerraumes unterstüzt. Da diese Unterstüzung aber eine sehr ungleichmäßige ist, so sind hier die verzahnten Träger *b, b* angeordnet, welche theils auf der runden Umfangswand ihren Stützpunkt finden, ferner aber auch in der Proscaeniumsmauer und in der hinteren, den Zuschauerraum vom Vestibule abschließenden Mauer ruhen. Die verzahnten Balken sind sämmtlich mit diesen Ueberzügen durch Schraubenbolzen verbunden. Auf diese Weise wurden die zu den Hängewerken nothwendig erforderlichen Stützpunkte hergestellt. Die Anordnung des Hängewerks selbst bedarf hier keiner weiteren Erklärung, und wollen wir nur noch das Nöthige über die Unterstüzung des Daches anführen. Auf die verzahnten Träger *b, b* sind Bockwände gestellt, aus einzelnen Ständern und aus dem Rähmen *c* bestehend, welcher letztere unmittelbar die Sparren unterstüzt. Zwischen die Ständer sind Riegel *d* eingesetzt, auf welchen die Stiehbalken *e* ruhen und darauf verkämmt sind. Zur weiteren Verstärkung des Querverbandes sind in jeden Ständer und den darüber liegenden Sparren die Bänder *g, g* eingesetzt.

In Fig. 450 ist ein Fettendach in Verbindung mit einem doppelten Hängewerke dargestellt. 450

Die Fettensparren liegen hier unmittelbar auf den Streben des doppelten Hängewerks und sind mit diesen durch Schraubenbolzen verbunden. Am Fußende stehen die Streben und Fettensparren mit doppelten Versagungen in dem Hauptbalken. Um hier ein Ausheben der Hölzer unmöglich zu machen, sind durch dieselben und durch den Balken Schraubenbolzen gezogen.

Fig. 451 zeigt ein Mansarde-Pulldach in Verbindung mit einem doppelten Hängewerke. 451

Das doppelte Hängewerk ist hier über einem Balken errichtet, welcher gleichzeitig als Träger für die Balkenlage dient, indem die Deckenbalken nicht nach der Quere, sondern nach der Länge des Gebäudes gelegt und von dem erwähnten Hängewerkstramen getragen werden. Die Hängesäulen sind hier doppelt angeordnet und darauf nach der Längsrichtung des Gebäudes Rähmen gezapft, welche das obere Kehlgelbälk unterstüzen.

Die Sparren des unteren Daches sind am unteren Ende auf eine, auf die Träger verkämmt

Fette aufgekämmt, mit dem oberen Ende aber in den Kehlbalcken eingezapft, jedoch so, daß der Sparren sich auch gleichzeitig gegen den auf die Hängesäulen verzapften Rahmen lehnt. Diese Sparren sind in ihrer Mitte noch durch eine Bockwand unterstützt, deren Ständer unmittelbar neben den Hängewerken auf einen der übergestreckten Deckenbalcken gestellt und in denselben verzapft sind.

Die Ständer der mittleren Bockwand im oberen Theile des Daches sind in die zugehörigen Kehlbalcken eingezapft.

452 In den Figuren 452 und 452 A ist ein flaches Kirchendach mit erhöhten Frontmauern zur 452 A Hälfte im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt, wobei es aber keiner weiteren Erklärung bedarf, indem das Erforderliche zur Genüge aus den Zeichnungen zu entnehmen ist.

453 In den Figuren 453 und 453 A ist ein Theil des Daches über dem Concertsaal des Schau- 453 A spielhauses in Berlin, im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Die hier aufgestellten Hängewerke sind nicht nach der Quere, sondern nach der Längsrichtung des Gebäudes angeordnet.

Es sind hier drei doppelte Hängewerke angeordnet, die sowohl dazu dienen, die Decke zu tragen, als auch gleichzeitig das Dach zu unterstützen. Da diese Hängewerkswände in Bezug auf das Dach streng genommen nur als Stuhlwände zu betrachten sind, und daher für eine gehörige Querverbindung Sorge getragen werden mußte, so sind hier die im Querdurchschnitt angegebenen Kopfbänder angeordnet, welche in die Hängesäulen und in den jedesmal darüber liegenden Kehlbalcken und Sparren eingreifen.

Die Deckenbalcken sind hier an die Träger mittelst Schraubenbolzen angehängt, und diese Träger ruhen wieder auf den verschiedenen Hängewerkbalcken. An der Seite konnte man nicht zweckmäßig noch ein Hängewerk anordnen, weil dazu hier die Höhe fehlte; um daher auch hier die Deckenbalcken anhängen zu können, sind von der mittleren oder inneren Unterstützungswand bis zu der äußeren Mauer verzahnte Träger angeordnet, woran die Deckenbalcken angehängt wurden.

In den doppelten Hängesäulen sind starke Riegel eingelassen, die zur Unterstützung des Kehlgebälks und der Sparren dienen, zu welchem letzteren Behufe auch noch außerdem mehre Stuhlwände angeordnet sind.

456 In den Figuren 456 und 456 A ist die Dachconstruction über dem Zuschauerraum des früheren 456 A Königstädtischen Theaters zu Berlin, im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Bei dieser Construction hat man, um die Einwirkung der Last des Daches auf das doppelte Hängewerk möglichst zu vermindern, noch einen liegenden Stuhl angeordnet, durch dessen Rahmen das obere Kehlgebälk sehr wesentlich unterstützt wird. Der Spannriegel des Stuhls ist mit dem Spannriegel des doppelten Hängewerks verzahnt und durch Schraubenbolzen fest verbunden, so daß beide Hölzer sich gegenseitig unterstützen und verstärken. Die Hängesäulen sind hier doppelt und umschließen sowohl die beiden mit einander verzahnten Spannriegel, als auch den Kehlbalcken und darüber die Sparren.

Die Hängewerkstreben sind wieder mit den Stuhlsäulen und den Sparren des Hauptgebüdes durch doppelte, mit einander verschraubte Zangen verbunden, und diese Anordnung dient hauptsächlich dazu, um der auf der Stuhlsäule liegenden Fette a ein hinreichend festes Unterlager zu verschaffen, was hier dadurch erreicht wurde, daß man die drei über einander liegenden Hölzer durch die überschrittenen doppelten Zangen b, b mit einander in Verbindung brachte, wodurch diese Hölzer sich gegenseitig stützen.

Die Hängewerkstreben sowohl, als auch die Sparren, sind an ihren Fußenden durch Schraubenbolzen mit dem Deckenbalcken verbunden.

Auf dem doppelten Spannriegel liegen zwei Rahmen, über welche noch ein Paar kleine Stuhlwände errichtet sind, die zur Unterstützung des obersten Kehlgebälks dienen. Um ein Durchbiegen der Spannriegel zu verhindern, sind noch die Winkelbänder c, c angeordnet, und zur Verhinderung einer möglicherweise stattfindenden Verschiebung der Construction dienen außer den eben erwähnten Winkelbändern auch noch diejenigen d, d.

457-459 Die Figuren 457, 458 und 459 zeigen den Dachverband über der Bühne desselben Gebäudes, im Quer- und Längendurchschnitt, so wie einen Theil der Dachbalckenlage.

Es sind hier drei Hängewerke über einander angeordnet, und zwar zwei doppelte und ein ein-

faches. Die beiden doppelten Hängewerke stehen hier in unmittelbarer Verbindung, indem beide ein gemeinschaftliches Paar Hängesäulen haben.

Das unterste doppelte Hängewerk, welches einen hauptsächlichsten Theil der Construction bildet, ist ganz in derselben Weise, wie beim vorigen Beispiele erwähnt wurde, mit einem liegenden Stuhl in Verbindung gebracht. Der liegende Stuhl hat aber in dem vorliegenden Beispiele noch einen anderen Zweck, als bloß den oberen Theil des Daches zu unterstützen, er dient nämlich auch dazu, um das Stichgebälk, welches hier wegen Erhöhung der Seitenmauern nothwendig ist, daran befestigen zu können. In den Hauptgebänden sind die Stichbalken, welche aus zwei neben einander liegenden, mit der Stuhlsäule und der Hängewerkstrebe überschrittenen Hölzern bestehen, bis zu der doppelten Hängesäule geführt, hier aber dann mit einem einfachen, durch die doppelte Hängesäule bis an die Strebe gehenden Balken verschränkt und durch Schraubenbolzen weiter verbunden, wie dieses aus Fig. 459 näher ersichtlich ist.

Die Sparren der Zwischengebinde stehen in kurzen Stichbalken, die in Wechselhölzer eingezapft sind und mit ihren äußeren Enden auf einer hinter der erhöhten Frontmauer stehenden Holzwand ruhen, wie Fig. 457 näher zeigt.

Das Kehlgebälk oder der eigentliche Schnürboden findet seine Unterstützung durch die Rahmen des liegenden Stuhls und durch über die Spannriegel gestreckte Rahmen.

Das oberste Kehlgebälk wird dann durch ein doppeltes und außerdem noch durch ein einfaches Hängewerk unterstützt. Diese Anordnung, wenn gleich es den Anschein hat, als sei dabei eine Menge Holz verschwendet, ist in der Hinsicht zu rechtfertigen, weil an diesem Theile manche Rollen befestigt gewesen, über welche die Schnüre der Gardinen und anderer Soffiten gelaufen, und wobei man Erschütterungen hat verhindern wollen, welche bei Auf- und Niederziehen der Gardinen sehr leicht entstanden, und nicht allein für die Bedeckung des Daches nachtheilig gewesen sein würden, sondern auch leicht einen unregelmäßigen Gang der Maschinerien hätte zu Wege bringen können. In anderen Fällen hätte man das obere einfache Hängewerk füglich ganz weglassen können, ohne daß dadurch Nachtheile für die Construction entstanden wären.

Diese Construction wäre bedeutend vereinfacht worden, wenn man den verzahnten Hauptbalken an die Stelle der Stichbalken gelegt, wie dieses in Fig. 460 angedeutet ist. Man hätte alsdann den liegenden Stuhl, welcher jedenfalls sehr viel Holz erfordert, ganz weglassen können. An die Stelle des verzahnten Balkens, welcher zu einer Laufgalerie dient, hätte man eine an den höher gelegten verzahnten Balken angehängte Laufgalerie anordnen können. Die durch diese veränderte Anordnung erforderlichen Umänderungen an den Maschinerien und Rollen wären bei Errichtung unbedeutend gewesen, so daß also dieses kein Hinderniß hätte sein können.

In den Figuren 461 und 462 ist die Dachverbindung des Hamburger Schauspielhauses im Querschnitt und Längendurchschnitt dargestellt.

Die Dachconstruction wird von Unten her durch zwei doppelte, mit einander verzahnte Rahmen *a, a* unterstützt. Diese beiden Rahmen, welche nach der Länge des Gebäudes liegen, erhalten auf der Bühne ihre Unterstützung durch die daselbst aufgestellten hölzernen Stiele und die daselbst befindliche innere Trennungswand, über dem Zuschauerraum aber zunächst durch die vordere und hintere Begränzungswand und durch die runde Umfangswand desselben.

Auf diesen Rahmen und in den beiden Seitenmauern liegen die Hauptbalken *b*, welche aber nur an den Enden verdoppelt sind, dagegen innerhalb der beiden Hängesäulen, also in der Mitte, aus einem einfachen Balken bestehen. Ueber diesen Balken ist das Hängewerk errichtet, welches aus zwei doppelten, über einander aufgestellten Hängewerken besteht, die ein Paar gemeinschaftliche Hängesäulen haben.

Das untere Hängewerk dient namentlich dazu, den Schnürboden zu tragen, und ist der Spannriegel dieses Hängewerks mit dem Trägerbalken des Schnürbodens, so weit diese Hölzer zusammentreffen, verzahnt, welche Anordnung hier deshalb sehr zweckmäßig, ja sogar nothwendig ist, weil der Trägerbalken nicht wohl in einer Länge zu erhalten war, und derselbe hier zur nothwendigen gegenseitigen Verankerung der Seitenmauern dient.

Das obere Hängewerk, dessen doppelte Streben bis zu den Seitenmauern reichen, dient hauptsächlich dazu, die ganze Construction, so wie auch namentlich das Dach zu tragen, ohne daß aber

dadurch das untere Hängewerk überflüssig würde. Die Streben dieses Hängewerks bestehen aus doppelten, neben einander liegenden Hölzern. Am Fußende sind dieselben mit dem Hauptbalken überschnitten und beide Hölzer stehen mit einer an dem Ausschnitt befindlichen Versatzung in dem Hauptbalken. Die Streben sind mit dem Hauptbalken durch ein eisernes Schraubenband verbunden, wodurch ein Ausweichen derselben verhindert wird. Diese neben einander liegenden und durch Schraubenbolzen mehrfach mit einander verbundenen Strebenhölzer sind an der Stelle, wo sie mit dem Trägerbalken des Schnürbodens zusammentreffen, ausgeschnitten, und geht derselbe durch die Strebenhölzer. Am oberen Ende lehnen die Streben mit einer Versatzung gegen die doppelten Hängesäulen. Der Spannriegel, welcher nur aus einem einfachen Holze besteht, ist mit dem Kehlbalken des Hauptgebindes verzahnt. Ueber diesem Kehlbalken ist noch ein kleines Sprengwerk angeordnet, wodurch die oberste Fette (Firstfette) unterstützt wird.

Die unmittelbar über dem Plafond des Zuschauerraumes befindliche Balkenlage, womit gleichzeitig die Deckenhölzer verbunden sind, wird durch Ueberzüge mittelst durchgezogener Schraubenbolzen getragen, und sind diese Ueberzüge an die Hängesäulen durch Hängeeisen angehängt.

Das Uebrige erhellet zur Genüge aus den Figuren und ist daher eine weitere Erklärung nicht erforderlich.

463 In den Figuren 463 und 464 ist das Hängewerk über dem Odeon in München, im Quer-
464 und Längendurchschnitt dargestellt.

Dieses Hängewerk ist über einem großen Saal errichtet und besteht aus dem Balken a, den beiden Trägern b, b, dem Spannriegel c, den Streben d, d und den Hängeeisen f, f. Die Zwischensparren werden hier durch Fetten getragen, die mit den Streben durch eiserne Hängebügel verbunden sind. Um ein Durchbiegen der Streben zu verhindern, sind in den Bindern die Stiele h angeordnet.

Die Nebendächer, welche hier bedeutend steiler sind, werden durch Rähmen unterstützt, die auf schräg stehenden Stielen aufgezapft sind. Diese Nebendächer sind mit Ziegeln eingedeckt.

472 In den Figuren 472 und 473 ist die Dachconstruction des Exercierhauses des Kaiser-Alexander-
473 Regiments in Berlin, im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Die lichte Weite des Gebäudes beträgt 72 Fuß rheinl., bei einer Länge von 384 Fuß und einer Höhe von 25 Fuß bis unter die Balkendecke.

Der Binderbalken, welcher hier ein verzahnter und aus fünf Stücken zusammengesetzter Balken ist, wird in seiner Mitte durch das darüber aufgerichtete doppelte Hängewerk getragen. Dieses Hängewerk dient gleichzeitig dazu, das Dach zu unterstützen. Da aber durch die beiden Hängesäulen noch nicht die gehörige Unterstützung des Daches allein beschafft werden konnte, so sind auf beiden äußeren Seiten noch zwei andere Hängesäulen angeordnet, welche auf die Streben des doppelten Hängewerks aufgehängt sind. Zu diesem Zwecke sind aber auch gleich von vorn herein die Hölzer des Hängewerks eingerichtet, indem man sowohl die Streben als auch den Spannriegel des Hängewerks ebenfalls aus doppelten, mit einander verschränkten und durch Schraubenbolzen verbundenen Hölzern herstellte. Zur weiteren Sicherheit wurden auch noch die Streben a, a angeordnet, weil sonst doch mit der Zeit ein, wenn auch nur geringes Durchschlagen der Streben hätte entstehen können.

Die zwischen den Bindern aufgestellten Leergespärre stehen mit geächselten Zapfen in Stichbalken, welche bis zur äußeren Kante des Hauptgesimses vortreten und an ihrer Stirn nach der Dachflucht abgeseigt sind. Eine gleiche Abseigung haben auch die Köpfe der Binderbalken, wie aus der Figur näher hervorgeht. Um den Schub der Sparren gegen die Zapfenbrüstung in den Balkenköpfen zu vermindern, und jeder Gefahr, welche aus dem Ausfaulen der letzteren entstehen könnte, vollständig zu begegnen, sind hier parallel mit den Frontmauern über die Binderbalken zwei Streckschwellen gelegt, auf welche die Sparren aufgesattelt und mit großen eisernen Nägeln befestigt sind. Zur Unterstützung der Sparren dienen die auf die Hängesäulen aufgezapften Dachrähmen, welche zugleich den Längenverband dadurch bilden, daß in diese und in die Hängesäulen Winkelbänder eingesetzt sind. Die Sparren sind auf diese Dachrähmen ebenfalls aufgeschnitten und mit eisernen Nägeln darauf befestigt. Die Stichbalken sind in Wechsel eingezapft, welche zwischen den Binderbalken auf den Frontmauern liegen und in die Binderbalken nur 1 Zoll tief versetzt sind, um letztere nicht zu schwächen.

Auf die Binderbalken sind nach der Länge des Gebäudes gehobelte Deckenbalken gestreckt und

die Fache zwischen diesen durch Querriegel mit schwachen Brustzapfen in Casetten von $3\frac{2}{3}$ Fuß im Quadrat getheilt; die Casetten sind mit einem 6 Zoll breiten gefehlten Frieße und einem darunter befindlichen Karniese eingefast und innerhalb dieser Einfassung durch Leisten jede in 9 Felder eingetheilt. Die Leisten, welche nach der Tiefe des Gebäudes angebracht sind, decken die Fugen des über den Deckenbalken befindlichen Bohlenbelags, damit solche beim Nachtrocknen der Bretter nicht sichtbar werden. Der Belag selbst ist an der unteren Fläche gehobelt, und die Breite der Balken so bestimmt, daß sie der symmetrischen Eintheilung der Casetten entspricht (s. Fig. 474). 474

In den Figuren 475 und 476 ist der Dachverband des Universitäts-Gebäudes in Halle, im 475 Quer- und Längendurchschnitt dargestellt. Dieser Dachverband befindet sich über dem, 50 Fuß im 476 Lichten weiten quadratischen Treppenhause.

Es sind hier, wie aus Figur 476 ersichtlich, nur zwei Hängeböcke angeordnet. Wegen der geringen Höhe der Dachconstruction, welche im Ganzen nur $7\frac{1}{3}$ Fuß beträgt, konnte das Hängewerk auch keine große Höhe erhalten, und konnte somit wegen der großen Beschränktheit der Höhe der Kopf der doppelten Hängesäulen nur etwa 6 Zoll hoch bleiben, welche Höhe aber nicht bedeutend genug war, der Gewalt, welche ihn abzuspalten strebte, hinreichenden Widerstand zu leisten, weshalb eine Verstärkung durch Eisenverbindung hergestellt wurde. Es wurde zu dem Ende, um das Abspalten des Kopfes zu verhindern, über denselben in der ganzen Breite eine $\frac{1}{2}$ Zoll starke Eisenplatte gelegt, und darüber ein eiserner Bügel geschoben, dessen Schenkel an beiden Seiten der Hängesäule heruntergingen und unterhalb des Spannriegels mittelst eines durchgehenden starken eisernen Schraubenbolzens mit der Hängesäule verbunden wurden. Der Bügel bestand aus $\frac{3}{4}$ Zoll starkem, und 3 Zoll breitem Eisen.

Trotz dieser Anordnungen fand sich doch bei späterer Untersuchung, daß die sämtlichen Köpfe der Hängesäulen abgespalten und die Eisenplatten auf beiden Seiten des jedesmal übergelegten eisernen Bügels in die Höhe gebogen worden waren, und betrug die Senkung des Hängewerks einen vollen halben Zoll. Diese Senkung konnte man aber nicht allein der Zusammenpressung des Hirnholzes zuschreiben, sondern theilweise auch wohl der Ausdehnung des eisernen Bügels, und endlich auch dem Umstande, daß man bei aller Sorgfalt und Genauigkeit, die man beobachtet, bei dieser Anordnung es doch nicht erreichen kann, daß bei einer nach der Längenrichtung darauf einwirkenden Kraft das Bügelband nicht etwas nachgiebt. Dieses liegt daran, daß man nicht im Stande ist, vor der Einwirkung der Kraft es so fest anziehen zu können, daß es überall dicht anliegt. Jedenfalls hätte man dieses besser erreicht, wenn man statt des Bügels, an den Seiten der Hängesäulen Eisen mittelst Schraubenbolzen an diese befestigt hätte, an deren oberen Enden Schraubenspindeln angeschnitten gewesen wären; diese Schraubenspindeln hätten dann durch einen, über den Kopf der Hängesäule gelegten starken eisernen Steg greifen müssen, um dann durch hierauf aufgeschraubte Muttern auf's Festeste angeschraubt werden zu können. Hierdurch hätte man nun zwar das Zusammenpressen des Hirnholzes nicht verhindert, allein jedenfalls doch ein Nachgeben der Bügelbänder.

Später hat man über die Streben und Spannriegel eiserne Schienen und Bügel gelegt und diese unterwärts mit der Hängesäule durch starke Schraubenbolzen verbunden, wodurch natürlich die Construction sehr bedeutend verstärkt und ein weiteres Sezen derselben verhindert wird.

Die in Fig. 479 dargestellte Construction bedarf keiner weiteren Erklärung, indem nach dem 479 Bisherigen die Anordnung derselben aus der Figur leicht erhellet. Nur soll hier noch bemerkt werden, daß die Sparren jedesmal in einer Länge durchgehen und auf die Hauptbalken verzapft sind.

In Fig. 480 ist ein solcher Fall dargestellt, wo zwei neben einander liegende weite Räume durch 480 ein Dach bedeckt werden sollen. Die Räume sind hier in der Weite angenommen, daß die Deckenbalken ohne Unterstützung in ihrer Mitte sich nicht erhalten können, ohne bedeutend durchzuschlagen.

Da die zu überdachenden Räume aber verschiedene Weiten haben, so ist hier sowohl das einfache als auch das doppelte Hängewerk, jedes für sich ohne Verbindung mit einander in Anwendung gebracht. Diese Hängewerke dienen nicht allein dazu, die in ihrer Mitte angehängten Balken zu tragen, sondern auch gleichzeitig dazu, das Dach gehörig zu unterstützen, wie solches aus der Zeichnung auch zu entnehmen ist.

Die inneren Streben der beiden Hängewerke stehen hier nicht unmittelbar in den Balken, sondern in einem darüber gelegten und diese Balken mit einander verbindenden Sattelholze. Dieses Sattelholz

ist mit den darunter liegenden Balken verzahnt, und zwar so, daß ein Auseinanderziehen derselben nicht stattfinden kann. Diese Anordnung ist hier um so zweckmäßiger, weil die Balken auf der Mittelmauer zusammengestoßen sind und dieselben bei der freien Auslage hier jedenfalls bedeutend geschwächt worden wären, hätte man die Streben so weit hereingerückt, als erforderlich gewesen wäre, um ein genügend starkes Hirnholz vor den Enden der Streben zu erhalten. Ferner aber hätte immer noch eine Verankerung der beiden gegen einander gestoßenen Balken stattfinden müssen, welches nun gleichzeitig durch das erwähnte Sattelholz erreicht wird. Die übrige Anordnung erhellet leicht aus der Zeichnung.

481. 482 In den Figuren 481 und 482 ist ein Kirchendach im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Da hier das Dach eine sehr bedeutende Höhe hat, und das Kehlgebälk sehr hoch liegt, so ist noch eine anderweitige Unterstüzung der Sparren erforderlich, welche dadurch hergestellt ist, daß auf die Streben des Hängewerks hohe Fette gelegt sind, welche die Sparren unmittelbar unterstützen. Um ein Einbiegen der Streben zu verhindern, ist ein horizontaler Riegel, welcher durch beide doppelte Hängesäulen reicht, in jede der Streben eingezapft und unmittelbar unter jeder Strebe, gleichlaufend mit derselben, eine schräge Säule in den unteren Balken mit einer Versagung eingesetzt, welche mit ihrem oberen Ende in den Riegel eingezapft ist. Endlich sind noch unmittelbar unter der Fette die drei über einander liegenden Hölzer durch einen starken Schraubenbolzen verbunden, welcher Schraubenbolzen aber hauptsächlich den Zweck hat, die Fette in ihrer Lage zu erhalten.

483 Fig. 483 zeigt den Entwurf einer Dachconstruction mit Hängewerken über Räume von verschiedener Breite und Höhe.

Ueber den mittleren und größeren Raum ist ein doppeltes Hängewerk angeordnet. Die Hängesäulen erhalten hier eine verschiedene Länge, und da die eine Hängesäule gerade in die Mitte des Daches fällt, so ist dieselbe in solcher Höhe hier angeordnet, daß gleichzeitig die Firsfette des Daches darauf verzapft wird. Die andere Hängesäule dagegen wird nur so hoch, daß ihre Oberkante mit der oberen Fläche des Spannriegels in eine Ebene fällt, indem hier auf der Hängesäule noch ein Rähmen liegt, welcher zur Unterstüzung des Daches dient. Um aber hierbei nicht Gefahr zu laufen, daß bei dem Mangel an Hirnholz oberhalb der Strebe und des Spannriegels, die Hängesäule durch die daran gehängte Last unverhältnißmäßig heruntergezogen werde, und um ferner überhaupt eine möglichst solide Verbindung zu erhalten, so sind hier zwei eiserne Bügel angeordnet, welche aus zwei Schraubenbändern bestehen, die die Strebe und den Spannriegel umfassen und mit der Hängesäule, die hier übrigens nur einfach ist, durch einen starken Schraubenbolzen verbunden sind. Eine ähnliche Eisenverbindung ist auch bei dem einfachen Hängewerk über dem an der rechten Seite liegenden Raum angeordnet, indem auch hier die Hängesäule oberhalb des Punktes, wo die Streben anfallen, kein weiteres Hirnholz behält.

Die Balken über dem mittleren Raum sind schwerlich in solcher Länge, wie hier angegeben ist, zu erhalten, wenigstens würde dieses nur mit sehr bedeutendem Kostenaufwande stattfinden können. Es ist daher die Anordnung so getroffen, daß die Balken aus zwei gegen einander stoßenden Längen zusammengesetzt werden, wobei dann der Stoß über der inneren Mauer erfolgt. Es ist hierbei aber jedenfalls eine feste Verbindung der beiden zusammengestoßenen Balken erforderlich.

Läßt es bei einer solchen oder einer ähnlichen Construction, wie die vorliegende, die decorative Anordnung zu, daß statt der Ueberzüge sogenannte Unterzüge angewendet werden können, d. h. daß die Balkenträger unterwärts der Decke angeordnet werden, so würde es jedenfalls immer vorzuziehen sein, wenn man die Binderbalken oder die Balken in den Hauptgebänden aus verzahnten Balken bestehen ließe, indem dann in den Hauptgebänden eine solidere und bessere Verbindung erreicht werden würde, als wenn man die Balken über der inneren Mauer stoßen muß. In dem Falle nun, daß man in den Hauptgebänden verzahnte Balken anwendet, würden die Dachschwelle nicht in einer Länge durchgeführt werden können, wenn man nicht gleichzeitig die Zwischenbalken auch aus verzahnten Hölzern bestehen ließe. Da es aber ohne weiteren Nachtheil sein würde, wenn die Dachschwelle immer nur zwischen zwei verzahnte Träger eingelegt und in dieselben eingezapft werden, so kann man, wenn nicht sonstige Umstände es bedingen, die Zwischenbalken füglich von einfachen Hölzern anordnen, wodurch dann jedenfalls eine sehr bedeutende Ersparniß erzielt wird.

484 In Fig. 484 ist die Construction eines Daches mit verschiedenen Neigungswinkeln dargestellt.

Ueber dem mittleren Raume ist ein doppeltes Hängewerk angeordnet. Die Hängewerkstreben spreizen sich unmittelbar gegen den Spannriegel, und statt der Hängesäulen sind hier Hängeeisen angeordnet, die oberhalb durch eine auf dem Spannriegel und der Strebe liegende eiserne Platte greifen und darüber festgeschraubt sind. Auf jeder dieser Platten liegt ein Rahmen, welcher um $1\frac{1}{2}$ Zoll auf dieselbe überschritten ist, um ein Verschieben zu verhindern. Diese Rahmen bilden gleichzeitig Dachsetten, worauf die Sparren liegen. Ueber den Seitenbauten sind einfache Hängewerke angeordnet.

Die Vereinigung der beiden ungleich geneigten Dachflächen ist in Fig. 485 nach vergrößertem 485 Maßstabe dargestellt.

Die hier angegebenen Beispiele werden vollkommen genügen, einen Begriff zu geben von der Verbindung der doppelten Hängewerke mit verschiedenen Dachverbindungen und von dem, was hierbei zu beachten ist, und wollen wir nunmehr zu den dreifachen Hängewerken übergehen und an verschiedenen Beispielen erläutern, wie dieselben mit Dächern verbunden werden können. Wenn wir später noch mehre Beispiele anführen, die streng genommen in diesem § hätten abgehandelt werden müssen, so sind das Fälle, welche gleichzeitig auch mit dreifachen Hängewerken in Verbindung stehen, und hielten wir es daher für zweckentsprechender, obgleich nicht dahin gehörend, dieselben dort zusammen, statt hier als Bruchstücke wiederzugeben.

§ 46.

Von den Dachgerüsten mit dreifachem Hängewerk.

Die dreifachen Hängewerke bestehen, wie schon weiter oben angeführt wurde, aus einem einfachen und einem doppelten Hängewerk, welche beide aber so mit einander verbunden werden, daß sie sich gegenseitig unterstützen. Würde man die beiden Hängewerke trennen, oder in der Art anordnen wollen, daß jedes einzelne für sich bestehend die übrige Construction unterstützen sollte, so würde man den beabsichtigten Zweck ganz und gar verfehlen, indem dann entweder keine genügende Unterstützung hervorgebracht würde, oder die einzelnen Constructionshölzer der beiden Hängewerke zu weit frei zu liegen kommen und bei einiger Kraftwirkung darauf zu leicht durchbiegen oder im schlimmsten Falle auch brechen würden. Aus den folgenden Beispielen wird es daher leicht ersichtlich, wie nothwendig es ist, eine gehörige Verbindung der Constructionshölzer unter sich herzustellen.

In den Figuren 391 und 392 ist der Dachverband der Reitbahn zu Darmstadt, im Quer- und 391. 392 Längendurchschnitt dargestellt.

Die innere Construction besteht hier aus einem doppelten und einem darüber aufgestellten einfachen Hängewerk. Die Hängesäulen sind hier nicht aus doppelten Hölzern zusammengesetzt, sondern sie bestehen aus einfachen sehr starken Hölzern.

Die Streben des unteren doppelten Hängewerks stützen sich unterhalb nicht nur auf den Balken, sondern auch gegen eine über die Balken gekämmte Schwelle. Durch diese Anordnung verliert man den großen Vortheil, daß die Strebe mit einer möglichst großen Stirn sich gegen das Hirnholz der Balkenverfassung stützt, und es entsteht durch diese Anordnung der jedenfalls sehr zu berücksichtigende Nachtheil, daß die Streben keine hinreichend festen Stützpunkte erhalten, die doch bei derartigen Constructionen durchaus nothwendig sind. Berücksichtigt man noch das Eintrocknen der Schwellen, und ferner das Einkneifen des Hirnholzes der Streben in das Langholz der Schwellen, so sind dieses schon Ergebnisse, die jedenfalls bedeutend in die Wage fallen. Um nun die Stützpunkte dieser Streben zu versichern, hat man die Streben durch eiserne Bänder mit dem Balken verbunden. Hierdurch wird dem Auskippen der Schwellen zwar vollständig vorgebeugt, die oben erwähnten Nachtheile aber dadurch in keiner Weise gehoben.

Was die Anordnung des darüber aufgestellten einfachen Hängewerks betrifft, so hat man die Hängesäule aus einem einfachen, aber starkem Holze angeordnet, und sie der Länge nach aus zwei Enden zusammengesetzt, welche dann wieder durch eiserne Schienen mit einander verbunden sind. Die Hängesäulenden sind an der Stelle, wo sie mit dem Spannriegel des unteren Hängewerks und mit dem oberen Hängewerkbalken zusammentreffen, ausgeschnitten, so daß sie diese Hölzer um-

fassen. Am oberen Ende ist die Hängesäule ebenfalls ausgeschnitten und in diesen Ausschnitt die Firsfette gelegt.

Unterhalb des Spannriegels sind die drei Hängesäulen noch durch eingesezte Kreuze mit einander verbunden, wodurch die Tragfähigkeit zwar nicht vergrößert, aber ein sehr guter und tüchtiger Querverband erhalten wird, welcher bei dieser Anordnung, wo das doppelte Hängewerk bei der großen Weite für sich bestehend ist, jedenfalls sehr zweckmäßig, ja nothwendig ist. Diese Verstreben sind nach beiden Seiten hin noch weiter ausgedehnt, indem man noch schräge Bänder angeordnet hat, die mit ihren unteren Enden in die Hängesäulen des doppelten Hängewerks eingesezt sind. Diese Bänder sind dann mit den Streben überschnitten, und oberhalb dicht unter den Sparren ist eine Fette mit einem Blattzapfen darauf gezapft, welche zur Unterstützung der Sparren dient. Auf den unteren Hängesäulen liegen ebenfalls Fetten, so wie ferner auch auf den Streben des oberen einfachen Hänge-
393 werks, welche Fetten zur Unterstützung der Sparren angeordnet sind. In den Figuren 393 und
394 sind einige dieser Verbindungen in vergrößertem Maßstabe dargestellt.

Was den Längenverband betrifft, so ist dieser hier auf mehrfache Weise hergestellt. Einmal durch Kopfbänder, welche in die Hängesäulen und in die darüber gelegten Fetten eingesezt sind, und ferner durch Fußbögen, die in die Streben und in die untere Schwelle eingesezt sind. Um aber auch in der Mitte der Verbindung einen Längenverband zu erhalten, so hat man auf den Spannriegel des unteren Hängewerks nach der Länge des Gebäudes zwei horizontale Zangen gelegt, die mit der mittleren Hängesäule überschnitten sind. In die Hängesäule unterhalb ist ein schräges Band eingezapft, welches mit seinem oberen Ende zwischen die beiden erwähnten horizontalen Zangen greift und hier verbohrt ist.

Betrachten wir diese Construction noch weiter, so läßt sich wohl schwerlich verkennen, daß bei derselben nicht die größte Sparsamkeit beobachtet worden ist. Erstlich mußte zu den Hängesäulen sehr starkes Holz verwendet werden, wovon aber nach der Zurichtung wieder viel Holz in die Spähne fiel, so daß man nicht verschwenderischer gebaut haben würde, wenn man die mittlere Hängesäule doppelt angeordnet hätte. Man hätte in diesem Falle die doppelten horizontalen Zangen entbehren und statt derselben Riegel anwenden können, die mit Versatzung in die doppelte Hängesäule eingezapft wären, und hätte diese Anordnung vollkommen genügt, da sie zu nichts weiter dienen soll, als den Längenverband im unteren Theile des Daches zu vermehren.

426 Eine jedenfalls der oben erwähnten vorzuziehende Construction ist die in den Figuren 426 und
426 A 426 A, im Quer- und Längendurchschnitt dargestellte, welche die Construction des Daches der Reitbahn des Garde-Manen-Landwehr-Regiments zu Moabit bei Berlin *) zeigt. Die lichte Breite dieser Reitbahn beträgt 62 Fuß rheinl., und ihre Länge 122 Fuß.

Es sind in der ganzen Länge des Gebäudes sechs verzahnte Binderbalken angeordnet und über jeden ein dreifaches Hängewerk mit doppelten Hängesäulen errichtet, welche die Streben und Spannriegel umschließen. Auf diese Hängesäulen sind Rähmen aufgezapft, welche in ihrer Mitte durch eingesezte Winkelbänder noch unterstützt werden, wodurch gleichzeitig auch der nöthige Längenverband erhalten wird. Da aber zur weiteren Unterstützung der Sparren zu beiden Seiten des Gebäudes noch Anordnungen erforderlich wurden, so hat man auf die doppelten Streben, die mit einander verdübelt und durch Bolzen verbunden sind, zwei Hängesäulen aufgehängt, die durch ein mit den Streben verholztes Sattelholz am Heruntergleiten verhindert werden. Zu weiterer Sicherung ihrer Stellung sind diese Hängesäulen bis zu dem Binderbalken heruntergeführt und durch ein umgelegtes Schraubenband ebenfalls mit demselben verbunden. Auf diese Hängesäulen sind Rähmen aufgezapft, und in diese und in die Hängesäulen Winkelbänder zur Herstellung des Längenverbandes eingesezt. Unmittelbar hinter der Frontmauer ist eine niedrige Stuhlwand aufgestellt, auf deren Rähmen, so wie auf die übrigen Rähmen, die sämtlichen Sparren verkämmt sind.

454 Ein anderes Beispiel eines dreifachen Hängewerks ist in den Figuren 454 und 454 A und in
454 A Fig. 455 dargestellt, wo Fig. 454 den Querschnitt nach der Linie a b der Figur 454 A, und
455 Fig. 455 einen Querschnitt nach der Linie c d derselben Figur darstellt.

Die Dachfetten liegen hier unmittelbar auf den äußeren Streben des Hängewerks und werden

*) Zeitschrift für Bauwesen.

durch aufgenagelte Knaggen in ihrer Lage erhalten, wie aus Fig. 454 A ersichtlich ist. Eine weitere Erklärung der Figuren ist hier nicht erforderlich, indem sich diese bei näherer Betrachtung derselben sehr leicht von selbst ergibt.

In den Figuren 467 und 468 ist die Dachconstruction der Reitbahn der Lehr-Escadron in 467. 468 Berlin im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Das Dach ist hier nur sehr niedrig, und da keine Erhöhung der Frontmauer über den Binderbalken stattfindet, so konnte das Hängewerk auch nur von geringer Höhe angeordnet werden. Bei der mittleren Hängesäule konnte dieses von keinem weiteren Einfluß sein, indem man durch die Richtung der Streben des Hängewerks bei der Hängesäule noch eine hinreichende Menge Hirnholz gewann, wenigstens soviel, daß man voraussetzen konnte, daß die an diese Hängesäule angehängte und ferner von oben darauf einwirkende Last ein Herausdrücken des Hirnholzes oberhalb der Streben nicht bewirken würde. Weniger günstig stellte sich dieses aber bei den beiden anderen Hängesäulen heraus, indem diese wegen des darauf zu verzapfenden Rahmens nicht einmal bis zur Oberkante der äußeren Streben hinaufgehen konnten. Um daher diesem Umstande zu begegnen, hat man den Rahmen an der Stelle, wo er auf der Hängesäule liegt, durch zwei starke eiserne Bügel mit der Hängesäule fest verbunden, so daß nunmehr der Rahmen gleichsam die Stelle des Hirnholzes der Hängesäule oder doch deren Fortsetzung vertritt.

Um den Zwischensparren auf der Mauer einen Stützpunkt zu verschaffen, und gleichzeitig auch, um das hölzerne Gesimse befestigen zu können, liegen zwischen den Binderbalken, und zwar auf der Mauer, Wechsel, welche in erstere eingezapft sind. In diese Wechsel sind kurze Stiche eingezapft, die so weit über die Frontmauer hervorstehen, als es das davor anzubringende Gesimse erforderlich machte.

Die Länge des Gebäudes im Innern beträgt 150 Fuß, und die Breite 62 Fuß Rheinl.

In den Figuren 469 und 470 ist der Dachverband des Exercierhauses für das zweite Garde-Infanterie-Regiment in Berlin im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt. Die innere Länge des 469. 470 Gebäudes beträgt 389 Fuß, und die innere Breite $86\frac{1}{3}$ Fuß Rheinl.

Im Innern des Gebäudes sind vor den Mauern 14 Stirnpfeiler von je 3 Fuß 2 Zoll im Quadrat und 25 Fuß 10 Zoll von Mitte zu Mitte entfernt, angeordnet worden. Diese Pfeiler sind wieder mit der Hauptmauer durch Zwischenmauern verbunden, so daß sie mit Einschluß dieser Verbindungsmauer um $4\frac{1}{2}$ Fuß aus der Frontmauer hervortreten und demnach die freiliegende Weite der Binderbalken $77\frac{1}{3}$ Fuß beträgt.

Ueber diese Stirnpfeiler sind starke Ueberzüge, aus verzahnten Balken bestehend, gelegt, worauf die Binderbalken gleichzeitig mit ruhen (s. Fig. 471). Diese Ueberzüge sind bekleidet und bilden einen 471 zu den Pilastern (Steinpfeilern) passenden Architrav.

Die Anordnung des Hängewerks selbst ist leicht verständlich aus der Zeichnung und bedarf daher keiner weiteren Erklärung. Was aber die übrige Construction betrifft, so soll darüber hier noch das Nöthige angeführt werden.

Die Frontmauern sind hier höher aufgeführt, als die Decke des Gebäudes liegt, und mußte daher für die Sparren eine weitere Unterstützung hergestellt werden. Es sind zu dem Ende die doppelten Hängesäulen so angeordnet, daß darin gleichzeitig die Hauptsparren gelegt werden konnten. An der Mauer wurde ebenfalls ein doppelter Stiel aufgestellt, und oben in der Stärke des Sparrens ausgeschnitten. Auf die Mauer wurde ein kurzer Stichbalken gelegt, welcher soweit über die Mauer wegragt, als die Ausladung des Gesimses es nothwendig machte. Dieser Stichbalken wurde mit dem im Innern hinter der erhöhten Frontmauer stehenden doppelten Stiel verbunden. Der Hauptsparren wurde in diesen Stichbalken mit einem geächselten und versakten Zapfen eingesetzt (s. Fig. 471). Um ein Abrutschen dieses Sparrens zu verhindern und um denselben noch weiter zu unterstützen, wurde ein schräges Band angeordnet, welches in den Hauptbalken, so wie auch in den Sparren mit Versakung eingezapft ist. Ferner wurden in die mittlere Hängesäule Bänder eingesetzt, die oberhalb mit den Streben etwas überschritten waren und mit einem Blatte an den Sparren befestigt wurden. Auf diese so angeordneten Sparren wurden nach der Länge des Gebäudes Fetten verkämmt, und darauf die oberen Sparren gelegt, auf welche dann die Dachverschalung befestigt wurde.

Was die Anordnung der Decke betrifft, so wurden nach der Länge des Gebäudes Hölzer von

quadratischem Querschnitt auf die Binderbalken gestreckt und mit gleich breiten gespundeten Brettern belegt, deren Fugen an der unteren gehobelten Fläche mit gegliederten Leisten gedeckt wurden. Diese Leisten wurden durch ähnliche Querleisten durchschnitten, so daß sich flache Casetten bildeten.

Die Binderbalken wurden ebenfalls mit gehobelten Brettern bekleidet, wodurch nicht nur die Hängeeisen versteckt wurden, sondern auch die Binderbalken eine größere Breite erhielten, was des besseren Aussehens wegen nothwendig war.

477. 478 In den Figuren 477 und 478 ist die Dachconstruction des Theatergebäudes in Gotha im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Diese Construction ist zusammengesetzt aus einem einfachen Hängewerke und einem doppelten Sprengwerke, und gehört also streng genommen nicht in diesen Abschnitt. Nichtsdestoweniger soll aber hier das Nöthige darüber angeführt werden, weil dabei drei Hängesäulen angeordnet sind, von welchen die Construction zum Theil getragen wird.

Das einfache und hier das Haupthängewerk ist über einem aus drei Stücken zusammengesetzten einfachen Balken errichtet, welcher an seinen Enden, und zwar nur bis zu dem durch die von Unten her aufgeführten Gallerieständer hergestellten Stützpunkte verzahnt ist. An den Stellen, wo der Balken sonst zusammengesetzt ist, was unter den äußeren Hängesäulen stattfindet, sind Laschenhölzer untergelegt und durch diese und den zusammengestoßenen Balken jedesmal zwei Schraubenbolzen durchgezogen.

Die Sprengwerkstreben, welche jedesmal doppelt sind und den Gallerieständer umschließen, gehen herunter bis zu dem nächst unterliegenden Galleriebalken, in welchen sie mit Versagung eingesezt sind. Oberhalb stützen sich diese Streben gegen eine doppelte Hängesäule, welche jedesmal an der Stelle sich befindet, wo der durchgehende Hauptbalken zusammengesetzt ist. Der Spann- oder Brustriegel des Sprengwerks besteht hier nicht aus einem Stücke, sondern aus drei Stücken, wovon das obere horizontal liegt und durch die mittlere doppelte Hängesäule geht; die beiden anderen Stücke dieses Brustriegels stützen sich in geneigter Richtung gegen das erwähnte horizontale Holz und gegen die doppelten Hängesäulen. Zur weiteren Verbindung dieser Hölzer und um ein Ausweichen des einen oder anderen Holzes zu verhindern, sind über die Fugen starke Eisenschienen gelegt und festgenagelt.

Dicht oberhalb des eben beschriebenen Spannriegels ist eine doppelte Zange nach der ganzen Breite des Daches angeordnet, welche mit der mittleren ebenfalls doppelten Hängesäule überschnitten und auf die zu beiden Seiten befindlichen doppelten Hängesäulen verzapft sind. Zur Unterstüzung dieser Zangenhölzer in der Mitte dienen kurze horizontale Hölzer, die in den darunter befindlichen Spannriegel und in diese Zangenhölzer eingeschoben sind.

Das darüber hergestellte Dach ist ein Fettendach und erhellet dessen Construction hinreichend aus den beigegebenen Figuren.

Wir haben nunmehr die Construction des Hängewerks näher zu betrachten. Fassen wir zunächst das einfache Hängewerk ins Auge, welches hier den Haupttheil der Construction bildet, so fällt jedenfalls die Verbindung des Hängewerktramens auf, welche hier nicht der Art ist, daß der Tramen einen bedeutenden Widerstand leisten kann, weil derselbe aus drei Stücken zusammengesetzt ist, die wieder durch untergelegte Holzstücke, welche jedesmal durch zwei Schraubenbolzen mit dem Balken verbunden sind, zusammengehalten werden. Diese Bolzen werden nicht im Stande sein, einem starken, mit Erschütterungen verbundenen, horizontalen Zuge hinreichend zu widerstehen. Um daher eine solche Wirkung unschädlich zu machen, hat man unterwärts das oben beschriebene doppelte Sprengwerk mit den doppelten Hängesäulen angeordnet. Durch diese Anordnung wird zwar der Druck, welchen das Dach auf das einfache Hängewerk ausübt, keineswegs aufgehoben, jedoch der Zug an dem Hängewerkbalken insofern bedeutend vermindert, daß ein großer Theil des Drucks von dem doppelten Sprengwerke mit aufgenommen und auf tiefer liegende Stützpunkte verpflanzt wird. Hierdurch erhalten aber wieder die äußeren Seitenmauern einen erheblichen Seitendruck, welcher jedenfalls gefährlich werden könnte, wenn die Seitenmauern nicht durch gegengelehnte Baulichkeiten verstärkt würden; jedenfalls wird aber diese Anordnung mit der Zeit zu nicht unbedeutenden Reparaturen Veranlassung geben.

Bei der nicht unbedeutenden Höhe des Daches hätte man jedenfalls ebenso vortheilhaft und

ohne die Kosten des Baues dadurch zu vermehren, ein dreifaches Hängewerk über einen doppelten, in der ganzen Breite des Gebäudes durchgehenden verzahnten Balken errichten können, wo dann nur und ohne allen Nachtheil die beiden äußeren Hängesäulen der mittleren hätten etwas näher gerückt werden müssen. Dadurch wäre der Seitenschub, welchen jetzt die Sprengwerkstreben gegen die Seitenmauern ausüben, ganz und gar vermieden worden; der durchgehende doppelte verzahnte Balken hätte wegen der größeren Anzahl von Bolzen, die zur Verbindung der mit einander verzahnten Balken erforderlich gewesen, dem Zuge besser widerstanden, und wäre durch eine solche Anordnung endlich nur ein verticaler Druck auf die Mauern ausgeübt worden.

Die durchgehenden Binderbalken erhalten jetzt in einer gewissen Entfernung innerhalb von den Seitenmauern durch die aufgeführten Seitengallerieen Unterstützung, und zwar liegen diese Gallerieen über dem Zuschauerraume auf der runden Umfangswand desselben; auf der Bühne sind nun die Hauptständer nicht bis unter die Binderbalken, sondern nur bis zu der letzten Gallerie unter denselben aufgeführt und hier dann die Unterstützungsständer auf über die Galleriebalken gekämmte Schwellen zur Seite der Hauptständer aufgestellt. Diese Anordnung läßt auch leicht eine Senkung, wenn auch nur eine sehr geringe, zu, welche aber doch immer groß genug ist, um auf die ganze Construction nachtheilig einwirken zu können. Auch dieses wäre, wenigstens auf der Bühne, durch die oben vorgeschlagene Anordnung ganz vermieden worden und man hätte dann außerdem auch noch den Vortheil einer ganz freien Bühne erreichen können, welcher Vortheil namentlich bei kleineren nicht sehr breiten Bühnen immer sehr zu berücksichtigen ist.

In den Figuren 486 und 487 ist ein flaches Dach mit erhöhten Frontmauern in Verbindung 486. 487 mit einem dreifachen Hängewerk im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Die Hängesäulen, welche hier doppelt sind, sind über die Streben hinausgeführt und die Dachrahmen darauf verzapft. Um die beiden äußeren Hängesäulen in ihrer Stellung zu erhalten und um ein möglicherweise stattfindendes Abrutschen derselben ein für allemal zu verhindern, sind auf die oberen Streben Hölzer aufgesattelt, die in die Hängesäulen mit einer Versagung eingreifen. Diese Sattelhölzer sind gleichzeitig auch in die Streben versetzt und mit diesen dann durch zwei Schraubenbolzen jedesmal fest verbunden. Der Längenverband des Daches wird durch die in die Dachrahmen und in die Hängesäulen eingefesteten Winkelbänder (s. Fig. 487) hergestellt.

Bei der in Fig. 488 dargestellten Construction sind statt des Spannriegels des unteren doppelten 488 Hängewerks zwei Streben angeordnet, die sich in der Mitte des Hauptbalkens gegen einander und oben gegen die jedesmal zugehörigen unteren Streben spreizen, auf deren gegenseitigen Stützpunkt alsdann die äußeren Hängesäulen aufgehängt sind. Es ist also dieses als dreifach erscheinende Hängewerk aus drei einfachen Hängewerken zusammengesetzt. Da die Anordnung der Construction sehr leicht aus der Zeichnung hervorgeht, so bedarf es in dieser Beziehung keiner weiteren Erklärung. Wir haben hier aber zu untersuchen, da diese, so wie auch die vorige Construction gleiche Weiten überspannen, welche von beiden Anordnungen als die zweckmäßigste erscheint.

Aus Fig. 488 ergibt sich leicht, daß der Druck, welchen die beiden äußeren Hängesäulen erleiden, mittelst der Streben zum Theil auf die Mitte des Balkens und zum Theil auf dessen Endpunkte verpflanzt wird. In der Mitte des Balkens wird aber die Last wieder durch die mittlere Hängesäule aufgenommen, und mittelst der beiden Streben, wodurch dieselbe in der Schwebe erhalten wird, auf die Endpunkte des Balkens verpflanzt. Da aber die Last in der Mitte des Balkens noch durch den Druck der beiden inneren Streben der Seitenhängewerke vermehrt wird, so ist eine natürliche Folge, daß das mittlere Hängewerk eine größere Last zu tragen erhält. Wenn nun auch durch die Streben des einfachen oder mittleren Hängewerks dieser vergrößerte Druck auf die Enden des Balkens oder auf die Hauptstützpunkte des Hängewerks verpflanzt wird, so ist doch leicht einzusehen, daß zunächst dieses bezügliche Hängewerk den vergrößerten Druck zu erleiden hat. Anders verhält es sich, wenn der Druck, welchen die beiden inneren Streben auf die Balken ausüben, aufgehoben wird, dadurch, daß man einen horizontalen Spannriegel zwischen die beiden äußeren Streben der bezüglichen Hängewerke einsetzt, wie solches in Fig. 486 angedeutet ist. Es erleidet hierbei zwar der eingesetzte Spannriegel eine sehr bedeutende Pressung nach der Richtung seiner Fibern, so daß also dessen rückwirkende Festigkeit in Anspruch genommen wird; allein die rückwirkende Festigkeit des Holzes ist bedeutend genug, als daß darauf Rücksicht zu nehmen wäre. Eine andere

Frage ist, ob der Spannriegel bei der hier stattfindenden Länge in der Mitte durchbiegen kann. Diesem wird nun aber dadurch vorgebeugt, daß der Spannriegel in seiner Mitte durch die Hängesäule unterstützt wird. Der Druck auf die Endpunkte des Balkens bleibt bei dieser Anordnung ganz derselbe, aber der Druck, welchen das obere Hängewerk hier erleidet, ist bedeutend geringer als bei der Anordnung in Fig. 488, weil zwei Hängewerke für sich bestehend angeordnet sind, die den Druck direct auf die Endpunkte des Balkens verpflanzen. Ein anderer sehr wesentlicher Vortheil, welchen die Anordnung des Spannriegels noch darbietet, besteht darin, daß durch denselben gleichzeitig die äußeren Streben unterstützt werden und somit ein Durchbiegen derselben verhindert wird.

Daß bei der Anordnung in Fig. 488 der Balken nach seiner Längenrichtung nicht einen geringeren Zug erleidet, ist sehr leicht einzusehen; denn, wenn auch die beiden mittleren inneren Streben nach entgegengesetzten Richtungen der äußeren Streben wirken, so haben doch die beiden äußeren Streben des mittleren einfachen Hängewerks die ganze Last aufzunehmen und wirken somit vermöge ihrer geneigten Richtung in demselben Maße, den Balken nach seiner Länge aus einander zu ziehen, wie dieses stattfinden würde, wenn man statt der bezüglichen Streben einen Spannriegel anordnete.

Es läßt sich daher aus dem Angeführten sehr leicht erkennen, daß es bei derartigen Constructions immer vorzuziehen ist, die Anordnung so zu wählen, daß die Lasten nicht auf das Eine, sondern auf sämtliche Hängewerke möglichst vertheilt und diese wieder so angeordnet werden, daß sie zwar mit einander verbunden sind und sich gegenseitig stützen, aber auch wieder für sich bestehend die Wirkungen angehängter Lasten aufnehmen.

489. 490 In den Figuren 489 und 490 ist die Construction eines Fettendaches in Verbindung mit einem dreifachen Hängewerk im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Die äußeren Streben des Hängewerks dienen hier gleichzeitig dazu, die Fetten des Daches aufzunehmen und sind, um dieselben am Abbrechen zu verhindern, Knaggen unter denselben auf die Streben festgenagelt. Zur größeren Festigkeit werden diese Knaggen einen Zoll tief in die Streben versetzt. Das innere oder doppelte Hängewerk hat ebenso, wie das einfache, doppelte Hängesäulen. Die Streben und der Spannriegel stoßen hier aber nicht gegen einander, sondern sie sind nur in die 491 doppelten Hängesäulen versetzt, wie in Fig. 491 näher angegeben ist. Die doppelten Hängesäulen sind aber mit den oberen Streben überschritten, so daß oberhalb derselben wieder das volle Holz ist. Ueber den Kopf der beiden Hängesäulen des doppelten Hängewerks ist jedesmal ein eiserner Bügel gelegt, welcher durch Schraubenbolzen mit der Hängesäule verbunden ist, um ein möglicherweise entstehendes Auspringen des Hirnholzes oberhalb der oberen Strebe zu verhindern und gleichzeitig auch, um ein besseres Zusammenhalten der beiden Hölzer, woraus die Hängesäule besteht, zu erzielen. Die Streben der beiden Hängewerke werden, so weit sie auf einander liegen, durch drei Schraubenbolzen mit einander verbunden.

Die beiden äußeren Streben sind ebenfalls nur mit einer Versäzung in die mittlere doppelte Hängesäule eingreifend angeordnet, weil, wenn man die Streben hätte gegen einander stoßen lassen, nicht genügend Hirnholz der Hängesäule stehen geblieben sein würde. Zur weiteren Herstellung des Verbandes und um ein Durchbiegen dieser Streben zu verhindern, sind hier noch Winkelbänder angeordnet, die in die Hängesäule und in die Streben mit Zapfen und Versäzung eingesetzt sind.

Zur Herstellung eines Längenverbandes sind, wie aus Fig. 490 ersichtlich, Kreuze angeordnet, bei welchen die Hölzer mit einander überschritten und in die Hängesäulen mit Zapfen und Versäzung eingesetzt sind.

Eine weitere Erklärung dieser Construction ist nicht erforderlich, indem das Uebrige aus den beigegebenen Figuren erhellet.

492. 493 In den Figuren 492 und 493 ist ein flaches Dach mit erhöhten Frontmauern, in Verbindung mit einem dreifachen Hängewerk im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Bei den bisher mitgetheilten Constructions war die Anordnung immer in der Art, daß die Streben der beiden Hängewerke unter einander parallel waren und auf einander lagen, und zwar daß diejenigen des einfachen mittleren Hängewerks oberhalb befindlich waren. Bei der vorliegenden Construction sind aber die Streben der Hängewerke nicht parallel, und ferner liegt das einfache oder mittlere Hängewerk auch innerhalb.

Es erhalten hierdurch die Streben des äußeren doppelten Hängewerks eine steilere Stellung, als dieses der Fall gewesen sein würde, wenn man das einfache Hängewerk oberhalb angeordnet hätte; dagegen erhalten die Streben des einfachen Hängewerks noch eine mehr geneigte Stellung. Diese Streben erhalten jedoch wieder eine Unterstüzung durch die beiden äußeren doppelten Hängesäulen, so daß trotz ihrer flacheren Lage ein Ausbiegen nicht zu befürchten ist. Der einzige Umstand, welcher hier weniger vortheilhaft hervortritt, ist der, daß die inneren Streben nicht unmittelbar gegen das Hirnholz des Ausschnittes der Hängesäule, sondern gegen die Langfasern des Spannriegels des doppelten Hängewerks, auf welchem die mittlere Hängesäule hängt, wirken. Allein der hieraus entstehende Nachtheil ist nicht so bedeutend; es kann hier zwar immer ein Eindringen des Hirnholzes in das Langholz stattfinden, allein da die Last hier nicht so bedeutend wirkt, wie an den unteren Enden der Streben, so wird die daraus entstehende Senkung auch immer nur sehr gering werden können.

Der Querverband ist durch diese Anordnung ebenfalls in der Weise hergestellt, daß ein Verschieben nach dieser Richtung hin nicht stattfinden kann. Der Längenverband ist, wie aus Fig. 493 hervorgeht, durch Anordnung der in die Hängesäulen und in die Dachrahmen eingesetzten Winkelbänder hergestellt.

In den Figuren 494, 494 A und B ist der Dachverband über der Bühne des Schauspielhauses 494 zu Bremen im Quer- und Längendurchschnitt, so wie im Grundriß, dargestellt. 491 $\frac{A}{B}$

Die lichte Weite beträgt hier 75 Fuß und die Dachhöhe 11 Fuß.

Anfänglich war die Ausführung dieses Dachverbandes nicht beabsichtigt, sondern es waren in der ursprünglichen Anordnung auf der Bühne in Entfernungen von etwa 10 Fuß von den Seitenmauern, von Unten bis unter die Balken durchgehende doppelte Ständer angenommen, wie in Fig. 428 näher angedeutet ist. Von diesem Entwurfe mußte man jedoch abgehen, weil der Theater-Maschinist einen ganz freien Bühnenraum verlangte, wobei demnach die Ständer wegbleiben mußten und die Seiten- und Laufgalerien im Dache angehängt werden sollten.

Bei der geringen Höhe des Daches, und weil der Schnürboden auf der Dachbalkenlage angebracht werden sollte, mußte der Spannriegel des inneren Hängewerks so hoch gelegt werden, daß die Arbeiter bequem überall ankommen konnten. Es wurden daher die beiden Hängesäulen des doppelten Hängewerks nur 24 Fuß von einander entfernt. Der Hängewerksbalken, welcher verzahnt ist, wurde an seinen Enden dadurch verstärkt, daß man hier Sattelhölzer anordnete, die mit dem verzahnten Träger jedesmal durch zwei Schraubenbolzen fest verbunden wurden. Diese Verstärkungen erschienen hier nothwendig, weil einmal die Unterstüzungspunkte des Balkens durch die Hängesäulen bedeutend entfernt von den Seitenmauern angebracht wurden, und ferner weil der Balken durch die Versagungen zu den Streben in hohem Grade geschwächt wurde. In Fig. 495 ist diese Anordnung nach ver- 495 größertem Maßstabe dargestellt.

Die Hängewerksstreben wurden mit dem verzahnten Träger durch drei starke eiserne Schraubensänder, welche gleichzeitig die untergelegten Sattelhölzer umfaßten, fest verbunden, so daß selbst bei der sehr flachen Lage der Streben an ein Auspringen derselben nicht zu denken war. Die Streben, so weit sie auf einander liegen, wurden jedesmal durch drei Schraubenbolzen mit einander verbunden.

Die Hängesäulen sind hier nur einfach, und die Streben und der Spannriegel greifen mit Versagung und einem geächselten Zapfen in dieselben ein (s. Fig. 495 A bei a, b und c). Um aber bei 495 A dieser Anordnung und bei der bedeutenden Pressung, die hier stattfindet, die möglichste Vorsicht anzuwenden, so wurde noch über die äußeren Streben an der Stelle, wo sie mit den Hängesäulen des doppelten Hängewerks zusammentreffen, jedesmal ein starkes, gut geschmiedetes eisernes Bügelband gelegt, dessen Schenkel an die Hängesäule heruntergingen und unterwärts mit derselben durch einen Schraubenbolzen verbunden wurden. Ueber die Enden dieser Schenkel, welche umgekrämpt sind, wurde außerdem noch eine starke Krampe in die Hängesäule eingeschlagen. Ferner wurden an beiden Seiten starke eiserne Schienen, die nach der Richtung der unteren Strebe und des Spannriegels gebogen waren und demnach denselben Winkel bildeten, den diese beiden Hölzer unter sich bildeten, an diese Hölzer mit starken Nägeln und Krampen befestigt. An der Stelle, wo diese Eisen mit dem erwähnten Bügelbande sich kreuzen, ist ein starker Zapfen an dieselben angeschmiedet, welcher in ein dazu in dem Bügelbande hergestelltes Loch eingreift. Diese eben beschriebenen Anordnungen sind in

495 C Fig. 495 A nach vergrößertem Maßstabe dargestellt. In Fig. 495 C ist eine Schiene besonders dargestellt. Diese Schienen haben keinen anderen Zweck, als um in Verbindung mit dem Bügelbände die gegenseitige Lage der an dieser Stelle zusammentreffenden Hölzer noch mehr zu sichern.

Die mittlere Hängesäule ist ebenfalls nur einfach, und auch hier greifen die Streben mit Ver-
 495 B 495 B ist diese Anordnung nach vergrößertem Maße dargestellt.

Diese mittlere Hängesäule geht nur bis auf den Spannriegel des doppelten Hängewerks und ist durch zwei Hängeeisen mit dem Träger verbunden. Dicht unter dem Spannriegel sind die Hänge-
 eisen durchlocht und ist hier ein starker Schraubenbolzen durchgesteckt und durch eine aufgeschraubte Mutter am Herausfallen gehindert. Diese Anordnung dient dazu, den Spannriegel in seiner Mitte zu unterstützen, und wurde deshalb gewählt, damit der Spannriegel durch ein Bolzenloch nicht geschwächt werde.

Um bei Aufstellung eines Binders eine leichtere Arbeit zu haben, ferner aber, um einem Ver-
 rücken der Construction bei ungleicher Belastung möglichst vorzubeugen, wurden die in Fig. 494 an-
 gedeuteten Winkelbänder angeordnet.

Auf dem Spannriegel liegen zwei Rähmen, auf welchen die Kehlbalcken der Zwischengebinde
 ruhen. Außerdem erhalten die Sparren noch eine Unterstützung durch zwischen die Streben eingesetzte
 Riegel, welche in eisernen Bügeln liegen und vorher mit nur sehr kurzen Zapfen in die Streben ein-
 geschleift wurden.

495 ^D/_E In den Figuren 495 D und E ist die Zusammensetzung der unteren Balken des verzahnten
 Trägers dargestellt. Dieselben sind einfach mit dem schrägen Blatte zusammengesetzt; hierauf sind
 unterwärts zwei eiserne Schienen mit umgekrämpften Enden, die in das Holz eingreifen, angelegt
 und alsdann die zusammengestoßenen Balken mit dem oberen durch vier eiserne Schraubenbügel
 verbunden.

Beim Aufrichten des Daches wurden die verzahnten Träger, welche am Grunde ganz zusammen-
 gearbeitet waren, mittelst an den beiden Enden angebrachter Winden in die Höhe gewunden und hier
 dann an Ort und Stelle gebracht, welche Arbeit sehr schwierig war, indem im Innern des Gebäudes
 keine festen Gerüste vorhanden waren.

Nachdem das Gebäude gerichtet war, erhoben sich plötzlich einige Stimmen, die die Festigkeit
 der Construction bezweifelten, und in Folge dessen wurde beschlossen, einen Binder einer Probe zu
 unterwerfen. Da aber hierzu gar keine Vorkehrungen getroffen worden waren und der Versuch den-
 noch schnell vor sich gehen sollte und mußte, so nahm man lange Taue von 1 Zoll Durchmesser,
 welche um den Träger geschlungen und an deren Enden zwei Brücken von Holz befestigt wurden.
 Diese Brücken wurden mit Mauersteinen belastet. Diese Arbeit war aber sehr lästig wegen des häu-
 figen Umpackens, welches erforderlich wurde, weil die Taue sich so bedeutend auszogen. Endlich
 hatte man es bis zu einer Belastung von 45,000 *℔* gebracht und diese Last hing auch mehrere Stun-
 den, als plötzlich auf der einen Seite die Taue rissen und die hier angehängte Last herunterfiel, wo-
 gegen an der anderen Seite die Last ruhig hängen blieb. Trotz dieses ungünstigen Ereignisses hatte
 der Binder seine Gestalt nicht verändert, und auch die auf dem Dache arbeitenden Zimmergesellen,
 welche mit Einlatten des Daches beschäftigt waren und sich unmittelbar über dem versuchten Binder
 befanden, hatten von diesem Umstand nicht das Geringste verspürt. Von weiteren Versuchen wurde
 hiernach ganz abgestanden.

496 In den Figuren 496 und 497 ist eine Dachconstruction mit dreifachem Hängewerk im Quer-
 497 und Längendurchschnitt dargestellt, bei welcher der liegende Stuhl angewendet ist.

Das untere Kehlgebälk ist hier durch einen liegenden Stuhl unterstützt und darüber ist ein ein-

faches Hängewerk errichtet, dessen doppelte Hängesäule den Kehlbalcken umschließt und bis auf den Hauptbalcken heruntergeht. Zu beiden Seiten dieser mittleren Hängesäule sind noch zwei andere Hängesäulen, ebenfalls doppelt, angebracht, welche mit den Streben des ersteren Hängewerks und dem Kehlbalcken überschnitten sind und auf diesen Hölzern hängen. Um aber die Streben gegen Einbiegen zu schützen, welches wohl ohne allen Zweifel hier entstehen würde, wenn nicht besondere Vorkehrungen getroffen würden, sind oberhalb der Anhängpunkte der beiden äußeren Hängesäulen doppelte horizontale Zangen angeordnet, die mit der mittleren Hängesäule, mit den Streben und den Sparren überschnitten und mit diesen eben benannten Hölzern durch Schraubenbolzen verbunden sind. Bei dieser Anordnung würde die Last doch noch immer zu groß sein für das einfache Hängewerk, und es würde überhaupt auch, da die ganze Last größtentheils nur durch den liegenden Stuhl gestützt wird, bei einer ungleichen Belastung sehr leicht ein Verschieben der Construction stattfinden können, da, wie schon erwähnt, die Last, welche das Hängewerk zu tragen hat, vermittelt der Streben nicht direct auf die Stützpunkte des Hauptbalckens verpflanzt wird. Es ist zu dem Ende unterhalb des Kehlbalckens noch ein besonderes Sprengwerk angeordnet, dessen seitliche Streben mit Versagungen in dem Hauptbalcken stehen. Die Streben stoßen innerhalb der Hängesäulen unmittelbar gegen einander; in der mittleren Hängesäule liegen aber die beiden gegen einander stoßenden Strebenköpfe unmittelbar unter dem Kehlbalcken, so daß sie auch diesen noch unterstützen und in Folge dessen auch die mittlere Hängesäule noch weiter unterstützt wird. Die beiden äußeren Hängesäulen erhalten durch diese Anordnung auch eine sehr wesentliche Unterstützung; diese würde aber noch größer werden, wenn man die beiden oberen Streben aus einem dicht unter dem Kehlbalcken liegenden Holze bestehen ließe und den seitlichen Streben eine so viel steilere Stellung gäbe, als erforderlich sein würde, um sie dicht unter dem Kehlbalcken gegen den Spannriegel zu stoßen. Hierdurch würde jedenfalls auch die Aufstellung vereinfacht werden.

Neben der mittleren Hängesäule liegt über dem Kehlbalcken ein Träger, woran die Kehlbalcken der Zwischengebinde durch Schraubenbolzen angehängt sind. Das Uebrige erhellet aus den bezüglichen Figuren.

In den Figuren 498 und 499 ist die Verbindung eines Fettendaches mit einem dreifachen Hänge- 498 werke im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt. 499

Die Streben der beiden Hängewerke haben hier verschiedene Neigungen, und da die äußeren Streben oder diejenigen des einfachen Hängewerks gleichzeitig auch die Fetten des Daches zu tragen haben, so ist hier zwischen die Streben ein Kehlbalcken eingesetzt, unter welchem unmittelbar der Spannriegel des doppelten Hängewerks liegt, welcher mit demselben verzahnt und durch Schraubenbolzen fest verbunden ist. Zur ferneren Unterstützung der äußeren Streben sind oberhalb auf jeder Seite der mittleren Hängesäule schräge Bänder angebracht, welche in die Streben versagt und durch ungelegte eiserne Bügel damit fest verbunden sind. In die Hängesäule greifen diese Bänder ebenfalls mit einer Versagung ein. Diese Bänder erfüllen aber nicht vollkommen den beabsichtigten Zweck; denn einmal lassen sie ein Durchbiegen der Streben leichter zu, ferner aber, wenn eine Einsenkung der mittleren Hängesäule durch eine angehängte schwere Last entstände, würden diese erwähnten Bänder das Bestreben äußern, die Streben zu heben oder doch nach Außen zu biegen. Statt dieser Bänder kann man daher weit zweckmäßiger einen horizontalen Kehlbalcken, wie durch punktirte Linien angedeutet, anbringen, welcher durch die Hängesäule geht und in beide Streben mit Zapfen eingesetzt ist. Ein solcher Kehlbalcken reicht vollständig hin, die Streben in ihrer Stellung zu erhalten, ohne daß dieselben dadurch weiter erheblich geschwächt werden. Zur Verstärkung des Hängewerks, und zwar in dem Sinne, daß dasselbe noch eine bedeutend größere Last zu tragen im Stande sein wird, dienen weder der Kehlbalcken, noch die jetzt in der Zeichnung angegebenen Stützbänder, indem deren Stützpunkte in den schwächeren Stellen der Streben liegen und somit deren Ausbiegung nur noch befördern würden.

Die Fetten liegen hier auf Sattelhölzern, die auf die Streben gelegt und durch Schraubenbolzen mit denselben verbunden sind. Auf die drei Hängesäulen sind Fetten aufgezapft, und sind in diese und in die zugehörigen Hängesäulen Winkelbänder eingesetzt, um einen Längenverband herzustellen, wie solches in Fig. 499 ersichtlich ist.

Fig. 500 zeigt die Construction eines Fettendaches mit einem dreifachen Hängewerke, welche sich 500

von der in der vorigen Figur dargestellten Construction sehr wesentlich dadurch unterscheidet, daß über dem unteren doppelten Hängewerk noch ein einfaches Hängewerk angeordnet ist, so daß hier die mittlere Hängesäule durch zwei Paar Streben in verschiedener Höhe unterstützt wird.

Die äußeren Streben des mittleren einfachen Hängewerks stehen mit Versagungen in dem Hauptbalken und gehen in einer Länge durch bis zu dem oberen Ende der Hängesäule, wo dieselben mit Versagung in die doppelte Hängesäule greifen. Auf diesen Streben liegen die Dachsetten, und sind daher zu ihrer Unterstützung zwei Kehlbalcken angeordnet, welche durch die doppelte Hängesäule gehen und in die Streben eingezapft sind.

Der untere Kehlbalcken, in welchen das zweite Strebenpaar zur Unterstützung der mittleren Hängesäule eingesetzt ist, wird durch vier Rähmen unterstützt, die auf dem Spannriegel des inneren doppelten Hängewerks liegen, dessen Streben ebenfalls in den Hauptbalken mit Versagung eingesetzt sind. Die doppelten Hängesäulen dieses Hängewerks umschließen den Kehlbalcken und gehen bis unter die äußeren Streben des einfachen Hängewerks, wodurch diese zugleich noch unterstützt werden. Die Anordnung der verschiedenen Hängewerke braucht hier nicht weiter beschrieben zu werden, indem dieselbe aus der Figur genügend erhellet.

500 ^A/_B In Fig. 500 A ist ein Theil des Längendurchschnitts und in Fig. 500 B ein Theil des Grundrisses dieser Construction dargestellt, woraus das Weitere zu ersehen ist.

Es bleibt nur noch übrig, Einiges über die Anordnung der Balkenlage hier anzuführen.

Die Binderbalken sind hier nur durchgehend, sie bestehen jedoch aus verzahnten Balken. Die Zwischenbalken bestehen hier aber nur aus einfachen Stichbalken, die in Wechsellagen ruhen, welche in die Hauptbalken eingezapft sind. Um diesen Stichbalken aber im Aeußeren dieselbe Höhe zu geben, 501 wie die der Binderbalken, so erhalten diese Stichbalken Sattelhölzer, wie in Fig. 501 angedeutet ist, wodurch es ermöglicht wird, daß eine in einer Ebene durchstreckende Mauerlatte angewendet und ferner auch das äußere Gesimse, wenn solches aus Holz besteht, wie hier angenommen ist, ohne weitere Vorkehrungen leicht befestigt werden kann.

502 In den Figuren 502 und 503 ist die Dachconstruction des Opernhauses in Berlin im Quer- 503 und Längendurchschnitt dargestellt.

Die Anordnung des Dachverbandes bietet eben nichts Besonderes dar, nur läßt sich nicht verkennen, daß derselbe mit einem größeren Aufwande von Holz ausgeführt ist, als nothwendig gewesen wäre. Wie aus Fig. 503 hervorgeht, sind die Streben und Spannriegel, ebenso auch die Hängesäulen, in jedem Hauptgebäude doppelt, und zwar neben einander liegend, so daß also jedes Hauptgebäude hier doppelt ist. In Folge dieser Anordnung hat auch die Hängesäule eine bedeutendere Stärke erhalten müssen. Eine vollkommen hinreichende Festigkeit würde man aber auch erreicht haben, wenn man hier Streben und Spannriegel in jedem Hauptgebäude nur einmal, und dann in etwas stärkeren Dimensionen, angeordnet hätte, wo dann jedenfalls auch die Hängesäulen hätten schwächer angenommen werden können. Die Hängesäulen hätten zwar dann nicht den nöthigen Zwischenraum zu den Laufgallerien gestattet, wie hier angedeutet; allein es hätte ganz ohne allen Nachtheil geschehen können, daß die Hängesäulen bis zu einer Entfernung von 7 Fuß vom Fußboden der Laufgallerien ab abgeschnitten und hier dann durch starke Hängeeisen ersetzt wären, welche Hängeeisen hier nun zwar vorhanden, aber innerhalb mit einem starken Holzfutter versehen sind. Bei dieser Anordnung hätten dann nur die äußeren Ständer und die Kehlbalcken bis zu den Hängesäulen doppelt angeordnet zu werden brauchen, wodurch aber die Arbeit immer schon bedeutend vereinfacht worden wäre.

504 Fig. 504 zeigt einen Dachbinder, wie solcher bei dem abgebrannten Opernhaufe in Berlin ausgeführt gewesen. Die Balken, welche hier eine Länge von 97 Fuß hatten, waren verzahnte Balken. Dieselben wurden in der Mitte durch drei Hängesäulen getragen, welche mit dem Balken jedesmal durch doppelte Hängeeisen verbunden waren.

Die beiden äußeren Hängesäulen bildeten mit den beiden Spannriegeln und den beiden von einander unabhängigen Strebenpaaren einen festen Bock. Die beiden Spannriegel waren hier ebenfalls verzahnt, da sie über 31 Fuß lang waren und außerdem auch die Bestimmung hatten, die mittlere Hängesäule zu tragen. Der untere Spannriegel war zu mehrerer Verstärkung noch durch zwei in die äußeren Hängesäulen eingesetzte schräge Bänder unterstützt. Um aber gegen jedes dieser Bänder von der äußeren Seite her noch einen Gegendruck hervorzubringen, waren schräge Zangen angeordnet,

welche in die bezügliche Hängesäule mit Versäzung eingezapft (s. Fig. 505 bei a) und über die äußeren Hauptstreben überschnitten und damit verbolzt waren, so daß die Hauptstreben dadurch nicht geschwächt wurden, sondern durch diese Anordnung nur noch eine größere Steifigkeit erhielten. Der obere Spannriegel wurde in seiner Mitte noch durch die beiden gegen einander laufenden, auf dem unteren Spannriegel einstehenden schrägen Bänder unterstützt. Die mittlere Hängesäule, welche doppelt war, war mit beiden Spannriegeln überschnitten und mit dem obersten Spannriegel durch doppelte Hängebügel und Schraubenbolzen verbunden. Außerdem war der obere Spannriegel mit den beiden äußeren Hängesäulen durch an beiden Seiten des Binders angelegte eiserne Schienen, die durch Schraubenbolzen an die bezüglichen Hölzer befestigt waren, verbunden.

Da die äußeren Streben hier eine erhebliche Länge erhielten, so hatte man sie durch untergelegte und mit den Streben verbolzte Hölzer zu verstärken gesucht, welcher Zweck aber nur dann vollständig erreicht worden wäre, wenn man diese Unterhölzer hätte bis zu den Hängesäulen hinauf gehen lassen. Jetzt wurden sie durch die äußeren schrägen Zangen gestützt und vergrößerten so nur die Last, ohne eine weitere Verstärkung der Construction hervorzubringen.

Ueber dem obersten Spannriegel liegt das obere flache Dach.

In Fig. 505 sind die beiden Seiten einer äußeren Hängesäule und in Fig. 506 die mittlere 505
Hängesäule dargestellt. 506

Wir wollen hier gleichzeitig noch einige andere Constructionen anführen, die beim neuen Opernhaufe in Berlin zur Ausführung gekommen sind.

In den Figuren 507, 508 und 509 ist die Dachconstruction über dem großen Saale, welcher 507-509
im Opernhaufe sich befindet, im Längendurchschnitt und in zwei verschiedenen Querdurchschnitten dargestellt, und zwar zeigt Fig. 508 einen Querdurchschnitt nach der Linie ab des Grundrisses der Balkenlage über dem großen Saal (Fig. 510), und Fig. 509 einen Querdurchschnitt durch die Mitte. 510

Das Dach ist oben abgeflacht, ebenso wie bei dem oben beschriebenen Dachverbände, um keinen unangenehmen Eindruck hervorzubringen, was jedenfalls stattgefunden hätte, wenn das untere Dach in gleicher Neigung bis zum First fortgesetzt worden wäre.

In den drei mittleren Hauptbindern sind dreifache Hängewerke angeordnet und die Hängesäulen vertreten hier gleichzeitig auch die Stelle von Wandstielen, indem Rahmen darauf verzapft sind, welche unmittelbar zur Unterstützung des Daches dienen (Fig. 509). Zur ferneren Unterstützung der Sparren sind hier noch doppelte schräge Bänder e angeordnet, welche in die Hängesäulen mit Zapfen und Versäzung eingesetzt und mit den Streben überschnitten sind, ohne daß aber diese letzteren irgendwie dadurch geschwächt werden. Diese schrägen Bänder unterstützen ein dicht unter den Sparren liegendes Rahmholz g. Um aber gegen diese Bänder von der anderen Seite der Hängesäule wieder einen Gegendruck hervorzubringen, ist das Band q angebracht, welches aber nur einfach ist. Die schrägen Bänder e und f an der anderen Hängesäule haben den Zweck, die lothrechte Stellung derselben zu sichern.

Die beiden äußeren Binder haben nur doppelte Hängewerke, wie in Fig. 508 angedeutet. Bei diesen Hängewerken sind nicht nur die Streben, sondern auch die Spannriegel aus doppelten Hölzern hergestellt, und zwar letztere namentlich aus dem Grunde, weil in ihrer Mitte noch ein kurzer Stiel aufgestellt ist, welcher zur Unterstützung des darüber liegenden Rahmholzes dient. Zur Unterstützung der Sparren sind hier ebenfalls die doppelten schrägen Bänder e angeordnet, wie in Fig. 509. Ferner aber ist hier auch noch das doppelte schräge Band f angeordnet, welches mit der doppelten Strebe überschnitten ist und oberhalb in das Rahmholz h greift.

Die Streben des Hängewerks ruhen hier mit ihren Fußenden in aufgelegten Sattelhölzern, die mit dem Hauptbalken verzahnt und durch Schraubenbolzen verbunden sind. Außerdem sind aber die Streben mit dem unteren Balken noch durch besondere Schraubenbänder verbunden. Ohne allen Nachtheil hätte man diese Sattelhölzer weglassen und die Streben unmittelbar in den Hauptbalken einsetzen können, wodurch dann die Streben eine etwas steilere Richtung erhalten hätten. Hierdurch hätte man jedenfalls den Vortheil gewonnen, daß die Streben einen festeren und sichreren Stand erhielten als jetzt, wo beim Eintrocknen der Hölzer eine Senkung des Hängewerks, wenn auch nur in sehr geringem Maße, doch immer stattfinden wird. Sezen wir aber auch diesen Nachtheil, als zu geringfügig, außer Augen, so ist doch zu tadeln, daß, ohne einen weiteren Vortheil durch Anordnung dieser

Sattelhölzer erreicht zu haben, das Ganze dadurch nur vertheuert worden ist, indem außer dem größeren Quantum Holz und dem zur Bearbeitung verwendeten Arbeitslohn noch eine Menge Schraubenbolzen erforderlich gewesen sind. Wenn nun auch bei größeren Bauwerken die Defonomie nicht zu weit getrieben werden darf, indem dadurch sonst sehr leicht bedeutend nachtheilige Folgen hervorgerufen werden können, so läßt sich auch wieder nicht gut heißen, wenn man eine Construction nur durch Anbringung vieler Verbandhölzer befestigen will, wo man mit einfacheren Mitteln ganz dieselbe Festigkeit erreichen kann.

511-518 In den Figuren 511—518 sind die verschiedenen Dachverbindungen vom Augusteum in Leipzig dargestellt.

In Förster's Bauzeitung, Jahrgang 1836, heißt es darüber wörtlich:

„Die Dachverbindung hat aus vielen Rücksichten besondere Sorgfalt in Anspruch genommen. Die verschiedene Tiefe des Gebäudes bedingte die Firmlinie des Daches nach der Mitte der freistehenden, schmälern Giebelseite, so wie der mit einem Frontespice versehene, vorspringende Mittelbau die Direction der oberen Dachfläche auf die freie Balkenlage brachte, was die Anordnung eines besonderen Längenverbandes im Hängewerk des Mitteldaches und die Verschiedenheiten der Querbinder herbeiführte. Aus den beigegeführten Figuren werden die hauptsächlichsten Dachverbindungen dieses Gebäudes ersichtlich, wozu der Mann vom Fache keiner weiteren Erklärung bedarf. Der Frontespice ist mit Kupfer, die übrige Dachung aber mit Schiefer gedeckt, welcher aus den Brüchen bei Saalfeld bezogen wird und sich als ein vorzügliches Deckmaterial bewährt.“

Fig. 511 stellt einen Längendurchschnitt durch den First des Daches dar, in welchem gleichzeitig die Längenverstrebung der in der Mitte der Balkenlage befindlichen Hängesäulenreihe angegeben ist.

Fig. 512 zeigt einen Querdurchschnitt bei dem Binder a Fig. 511.

Fig. 513 zeigt einen Querdurchschnitt bei dem Binder b, Fig. 514 einen solchen bei dem Binder c, und Fig. 515 einen solchen bei dem Binder d.

Fig. 516 zeigt die Längenverstrebung der mittleren Hängesäulenreihe und Fig. 517 diejenige der äußersten oder dritten Hängesäulenreihe.

Aus diesen verschiedenen Querdurchschnitten geht leicht hervor, daß nicht dasselbe System bei allen Bindern gleichmäßig durchgeführt ist, sondern die in den verschiedenen Bindern angeordneten Hängewerke auch sehr verschieden angeordnet sind, so daß bei den Bindern c und d, namentlich in Bezug auf die äußeren Hängesäulen, die dabei angeordneten Längenverstreubungen sehr bedeutend zur Erhaltung der Tragkraft des Hängewerks mit beitragen müssen.

Wenn diese Längenverstrebung nun auch dazu dient, einen Längenverband herzustellen, so ist doch keineswegs anzunehmen, daß dadurch die Tragkraft des Hängewerks vermehrt werde; denn es sind hier die Stützpunkte der Verstreubungen zu weit von einander entfernt, und ferner sind auch die Winkel, unter welchen die Streben bei Verlängerung ihrer Richtung zusammentreffen, zu groß, als daß sie bei einer bedeutenden Krafteinwirkung dem Durchbiegen und überhaupt dem Verschieben widerstehen könnten. Auch ist die Länge der hier gebildeten Curve viel zu lang, als daß ein solches Resultat davon erwartet werden könnte.

Fig. 518 zeigt noch einen Querdurchschnitt durch einen der freistehenden schmälern Flügel des Hauptgebäudes.

519, 520 In den Figuren 519 und 520 ist ein Theil des Dachverbandes der Buchhändlerbörse in Leipzig im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Wenn gleich diese Construction im vorigen § hätte angeführt werden müssen, weil sie nur in Verbindung mit einem doppelten Hängewerk steht, so haben wir es in sofern doch vorgezogen, selbige hier folgen zu lassen, weil auch in diesem Falle, ähnlich wie bei der vorigen Verbindung, eine Längenverstrebung der beiden Reihen von Hängesäulen angeordnet ist, jedoch in viel einfacherer Art, ohne aber dadurch der Festigkeit der Construction irgend Eintrag gethan zu haben. Ueberhaupt kann man hier die Frage aufwerfen, — ob es nicht eben so zweckmäßig gewesen und ob man nicht weit einfacher den beabsichtigten Zweck, in Betreff der Dachverbindung des Augusteums, erreicht hätte, wenn man statt der in den Figuren 511—517 angedeuteten Dachverbindungen ähnliche, wie die in den Figuren 519 und 520 angegebenen, in Ausführung gebracht hätte, wobei dann, da die Höhe der Hängewerke überall gleich sein mußte, den Streben nur eine verschiedene Stellung hätte gegeben werden müssen. Hier-

bei hätte man auch eine gleiche Entfernung der Hängesäulen von einander überall beibehalten können, wodurch die Construction jedenfalls sehr bedeutend vereinfacht worden wäre.

Fig. 521 zeigt einen Dachverband, wie solcher bei dem neuen Residenzbau in München aus- 521
geführt wurde.

Die mittlere Hängesäule wird hier durch den aus zwei gegen einander verstreuten Hölzern bestehenden Spannriegel des doppelten Hängewerks getragen, und durch die beiden Seitenstreben wird der Druck auf die unterstützten Endpunkte des Hauptbalkens verpflanzt. Zur Unterstützung des oberen Theiles des Daches ist hier noch ein Sprengwerk angeordnet, dessen Sprengstreben mit Versäzungen in die oberen Streben des Hängewerks eingesetzt sind. Auf dem Spannriegel dieses Sprengwerks liegen zwei Dachrahmen, die das obere Dach hauptsächlich unterstützen.

In den Figuren 522 und 523 ist die Dachconstruction der Mehlhalle zu Straßburg im Quer- 522
und Längendurchschnitt dargestellt. 523

Der mittlere oder Haupttheil des Gebäudes, bei welchem die vorliegende Construction angewendet ist, hat eine Weite von 70 Fuß und eine Länge von 162 Fuß.

Das Dach ist an den Enden abgewalmt und hat sowohl in den Graden, als in der Mitte der Walmen ein Hängewerk, dessen äußere Hauptstreben sich gegen das Hängewerk des Anfallsgewindes lehnen. Die Balken der Hängewerke gehen in einer Länge durch und werden an ihren Enden noch durch Consolen und darauf gelegte Sattelhölzer unterstützt. Die Consolen sind von Sandstein. Zwischen diese Hauptbalken sind Wechsel eingesetzt, in welche wieder kurze Stichbalken zu den Zwischensparren eingesetzt sind; diese Stichbalken liegen auf der Mauer, und sind unter denselben keine Sattelhölzer angeordnet.

Bei näherer Betrachtung der Fig. 522 finden wir, daß die äußeren Streben des Hängewerks nicht unmittelbar in den Balken eingesetzt sind, sondern in Schwellen stehen, welche auf die Balken verkämmt sind. Die inneren Streben oder diejenigen des doppelten Hängewerks stehen unmittelbar in dem Balken. Die Anordnung solcher Schwellen ist nicht empfehlenswerth, indem man dadurch mehrfache Nachtheile erhält, die später entweder gar nicht oder doch nur sehr schwer zu beseitigen sind. Wenn nun auch bei der vorliegenden Anordnung ein Ausweichen der eingekämmtten Schwelle oder gar ein Abbrechen des Fußzapfens der Strebe nicht wohl stattfinden kann, weil das innere doppelte Hängewerk dieses verhindert, so entsteht doch eine ungleiche Senkung der beiden Hängewerke, welche dadurch herbeigeführt wird, daß, wenn das Holz der Schwelle eintrocknet, die Strebe um soviel nachsinken muß. Da aber die Verbindung mit dem inneren doppelten Hängewerk dieses nicht zuläßt, so ist die Folge davon, daß dieses eine größere Last zu tragen erhält, und zwar so lange, bis die Streben desselben sich so weit in das Holz des Balkens eingekniffen haben, daß dieses ungleiche Segen dadurch wieder ausgeglichen wird. Es wird hierdurch also jedenfalls gegen die Grundregel einer möglichst gleichmäßigen Lastvertheilung gefehlt, wenn nicht direct, so doch indirect. Ueberhaupt aber gewährt die Anordnung solcher Schwellen zu wenig Vortheil und vertheuert stets nur die Anlagekosten. Der Vortheil, der hier durch die Anordnung der Schwelle erreicht wird und in der Verankerung der Stichbalken besteht, ist aber zu unbedeutend, als daß dadurch obige Nachtheile aufgehoben würden. Es ist daher unter allen Umständen vorzuziehen, die Streben unmittelbar in den Balken einzustellen, weil dann die Construction besser und gleichmäßiger jeder Kraftäußerung widerstehen kann.

In den Figuren 524 und 525 ist die Dachconstruction der Reitbahn in München im Quer- 524
und Längendurchschnitt dargestellt. 525

Die lichte Weite des Gebäudes beträgt 74 Fuß. Um hier an Höhe für die Dachconstruction zu gewinnen, indem das Dach nur ziemlich flach angeordnet ist, wurden die Frontmauern des Gebäudes um 8 Fuß höher, als das Gebälk gelegt, aufgeführt. Die Hauptbinder sind 12 Fuß von einander entfernt und zu jedem derselben ist ein verschränkter Balken angeordnet. Zur Unterstützung des Daches und zum Tragen der Balkendecke ist ein dreifaches Hängewerk angeordnet; gleichzeitig ist aber zur ferneren Unterstützung des Daches ein liegender Stuhl angewendet. Auch hier sind die unteren Hängewerkstreben in Schwellen eingesetzt, und da bei der Anordnung nur einfache Schwellen angewendet sind und die Stuhlsäulen bei einfachen Streben mit diesen zusammengetroffen sein würden, so hat man doppelte Streben angeordnet, die sowohl gegen einander, als auch gegen die Hängesäulen hin, eine geneigte Stellung, also eine doppelt geneigte Stellung haben, wie aus Fig. 525

näher ersichtlich ist. Gegen diese Streben, welche innerhalb der äußeren doppelten Hängesäulen zusammentreffen, stützen sich diejenigen Streben, welche dazu dienen, die mittlere Hängesäule in der Schwebe zu halten. Diese oberen Streben sind ebenfalls doppelt, d. h. aus zwei neben einander liegenden und mit Bolzen verbundenen Hölzern bestehend, durch welche der oberste Kehlbalcken durchgeht und mit denselben, so weit als erforderlich, überschritten ist.

Zur Unterstützung des oberen Kehlgebälks sind in die mittleren Hängesäulen nach der Länge des Gebäudes Riegel eingesetzt, auf welche die Kehlbalcken der Zwischengebinde verkämmt sind. Zur Unterstützung dieser Riegel und ferner auch zur Herstellung eines Längenverbandes sind Winkelbänder in diese und in die Hängesäulen eingesetzt.

Das untere Kehlgebälk wird durch den liegenden Stuhl unterstützt, ferner aber durch Riegel, welche ebenfalls nach der Länge des Gebäudes in die verschiedenen Hängesäulen eingesetzt sind und durch die eingesetzten Winkelbänder noch weiter unterstützt werden.

Die Sparren des Daches stehen in Stichbalcken, welche in den Hauptgebinden aus doppelten neben einander liegenden Hölzern bestehen, die mit der Stuhlsäule überschritten und durch einen Schraubenbolzen damit verbunden sind. Die Stichbalcken der Zwischengebinde, welche aber nur einfach sind, sind in Wechsel eingezapft, die in die Stichbalcken je zweier Hauptgebinde eingesetzt sind.

Die Streben des Hängewerks, so wie auch die Stuhlsäulen, stehen, wie auch schon oben angeführt, in Schwellen, die auf die Balkenlage verkämmt sind.

Die Zwischenbalcken der Decke sind nur einfache Balcken, welche an über den verzahnten Binderbalcken liegende Träger mit Schraubenbolzen angehängt sind.

Das Dach ist an den Enden (Giebeln) abgewalmt. Die oberen Streben des Hängewerks unter der Walmsfläche nächst der Giebelmauer fehlen, und bildet der unmittelbar unter den Walmsparren liegende Rahmen den eigentlichen Spannriegel, welchem letzteren aber der durchgelegte, etwas tiefer gelegene Kehlbalcken, so wie der Spannriegel des liegenden Stuhls noch mehr zu Hülfe kommen. Außerdem wird die mittlere Hängesäule noch dadurch unterstützt, daß das Band, welches zur Erhaltung der Stellung der mittleren Stuhlsäule dient, unter dem Walmen sich gegen die Hängesäule stützt und der nöthige Gegendruck durch den zwischen je zwei Hängesäulen eingesetzten Riegel hervorgebracht wird.

Die übrige Anordnung erhellet aus der Zeichnung.

Wir können hier nicht unterlassen, die Bemerkung hinzuzufügen, daß diese Construction sich durchaus nicht durch Einfachheit auszeichnet, sondern daß in derselben eine Menge Holz verwendet ist, welches bei der vorliegenden Construction, so wie die Anordnung hier gewählt, zwar nothwendig war, allein bei einer veränderten einfacheren Anordnung, die unbedingt demselben Zwecke ebenso und noch besser würde entsprochen haben, gespart worden sein würde.

Man hätte z. B. den liegenden Stuhl und das Stichgebälk füglich ganz entbehren können, wenn das Hauptgebälk in der Höhe des jetzigen Stichgebälks angeordnet worden wäre, zumal noch Höhe genug im Dache gewesen sein würde, um über den durchgehenden doppelten Binderbalcken ein dreifaches Hängewerk anzuordnen. Hierdurch wären eine Menge jetzt erforderlicher Hölzer entbehrlich geworden, und vergegenwärtigt man sich die Construction in solcher veränderter Art, so wird man auch nicht schwer zu der Ueberzeugung gelangen, daß die durch eine solche Anordnung erlangte Unterstützung nicht minder sicher gewesen sein würde, als diejenige ist, welche durch die vorliegende Construction erlangt wird.

Zur besseren Erkennung des Obengesagten vergleiche man nur die in Fig. 467 dargestellte Dachconstruction der Reitbahn der königlichen Lehr-Escadron in Berlin, und die in Fig. 494 dargestellte Dachconstruction über der Bühne des Theaters in Bremen, welche letztere bei einer lichten Spannweite von 75 Fuß nur eine Höhe von 11 Fuß hat.

526.527 In den Figuren 526 und 527 ist eine Dachverbindung im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt, bei welchem das dreifache Hängewerk mit einem liegenden Dachstuhl verbunden ist.

Auf dem Hauptkehlgebälk, welches durch einen liegenden Dachstuhl unterstützt wird, ist ein einfaches Hängewerk errichtet, zu welchem die mittlere bis zum First des Daches hinaufreichende Hängesäule gehört. Die beiden äußeren Hängesäulen sind mit dem Kehlbalcken und dem Spannriegel des liegenden Stuhls überschritten und werden durch diese Hölzer getragen. Um aber dem Spannriegel und in Folge dessen auch dem Kehlbalcken die nöthige Unterstützung zu geben, sind auf jeder Seite

noch zwei schräge Bänder eingefügt, von welchen das eine sich in der Dachstuhl säule und das andere in dem Hauptbalken stützt. Durch beide Hölzer wird der Spannriegel des liegenden Stuhls unterstützt, und sind die äußeren doppelten Hängesäulen mit diesen Hölzern ebenfalls überschritten. Trotz dieser Unterstüzungen kann aber dennoch ein Durchbiegen und Nachgeben der Construction stattfinden, indem hier der größte Theil der Last auf zwei Punkte, nämlich da, wo die beiden äußeren Hängesäulen angebracht sind, vertheilt ist, welche beiden Punkte aber nicht direct in der Weise unterstützt werden, wie hier erforderlich ist. Die Unterstützung, welche hier durch die in die Stuhlsäulen eingefügten Bänder erhalten wird, ist ungenügend; weit besser wäre es, wenn dieses eine Band unterwärts in dem Balken stände, und das zweite innere Band alsdann mehr dazu dienen würde, den Verband nach der Quere noch zu verstärken. Außer diesen Mängeln hat diese Construction auch noch den Nachtheil, daß eine sehr bedeutende Mehrmenge von Holz und zwar schwerem Holze erforderlich ist. Dieses würde nicht der Fall sein, wenn man den liegenden Dachstuhl ganz weg ließe und statt dessen ein dreifaches Hängewerk anordnete, und zwar könnte dieses in der Weise geschehen, daß es mit einem Fattendache verbunden würde, oder falls die Kehlgebälke beibehalten bleiben sollten, daß man den unteren Kehlbalken durch ein doppeltes Hängewerk unterstützte und über demselben ein einfaches Hängewerk errichtete. In beiden Fällen würde eine geringere Holzmenge erforderlich sein, so wie man auch in beiden Fällen eine größere Tragfähigkeit der Construction erhalten würde. Es ist daher die vorliegende Construction keineswegs zur Nachbildung empfehlenswerth.

In den Figuren 528, 529 und 530 ist die Dachconstruction der protestantischen Kirche zu Mün- 528-530
chen im Querdurchschnitt und in zwei verschiedenen Längendurchschnitten dargestellt.

Die innere Grundform der Kirche ist eine elliptische, an deren langer Vorder- und Hinterfronte rechteckige Vorsprünge sind, in welchen die Hauptbalken länger werden und zwar um die in Fig. 528 verzahnt angegebenen Theile.

Diese verzahnten Theile der Hauptbalken werden zu jeder Seite von einem quer darauf stehenden dreisäuligen Hängebock m getragen, welcher in Fig. 530 besonders dargestellt ist. An die drei Hängesäulen dieses Hängebocks ist der aus vier Balken zusammengesetzte Träger (Ueberzug) mittelst starker eiserner Hängebügel angehängt. Die Hauptbalken sind mittelst durchgehender Schraubenbolzen an den Ueberzug angehängt. Die Binderbalken, über welche das Haupthängewerk des großen Daches jedesmal errichtet, sind außerdem mit dem einfachen Ueberzuge noch besonders verbunden und zwar in der Art, wie in Fig. 533 nach vergrößertem Maßstabe dargestellt ist.

Das Hängewerk des Hauptdaches besteht aus einem doppelten und einem darüber angeordneten einfachen Hängewerke. Der Spannriegel des unteren doppelten Hängewerks liegt dicht unter dem Kehlbalken des Hauptgebindes und ist mit demselben verdübelt und durch Schraubenbolzen verbunden. Zur weiteren Abstrebung hat man hier noch Kopfbänder angeordnet, welche in die Strebe und in den Spannriegel eingefügt sind. Die Hängesäulen sind hier doppelt und über den Kehlbalken und Spannriegel, so wie über das Kopfband überschritten; oberhalb ist jedesmal über die Hängesäulen ein starker eiserner Bügel gelegt, welcher mit der Hängesäule dann durch Schraubenbolzen fest verbunden ist.

Neben diesen Hängesäulen, und zwar an der äußeren Seite derselben, liegen Fetten, die zur Unterstützung des Kehlgebälks dienen. In Fig. 531 ist diese Anordnung nach vergrößertem Maßstabe 531
dargestellt. Die Kehlgebälke der Leergespärre liegen höher als die in den Hauptgebinden, und zwar um die Höhe der eben erwähnten Fetten, durch welche diese Kehlbalken unterstützt werden.

Ueber den Kehlbalken des Hauptgebindes ist ein einfaches Hängewerk errichtet, dessen doppelte Hängesäule aber vom First des Hauptdaches bis zu dem Hauptbalken herunter reicht und mit dem unteren Kehlbalken und dem Spannriegel des doppelten Hängewerks überschritten ist. In der Höhe des oberen Kehlgebälks ist eine doppelte Zange angeordnet, welche mit der Hängesäule überschritten ist und diese mit den Streben und den Sparren verbindet. Auf diese mittlere Hängesäule ist eine Firsfette aufgezapft und in diese und in die Hängesäulen Winkelbänder eingefügt (Fig. 529), wodurch ein Längenverband erhalten wird.

Auf dem unteren Kehlbalken, zu beiden Seiten und dicht neben der mittleren Hängesäule liegen zwei Rähmen, die zur Unterstützung des unteren Kehlgebälks dienen.

Die Hauptbalken bestehen aus drei Theilen, welche unter den beiden äußeren Hängesäulen zusammengestoßen sind.

- 532 In Fig. 532 ist die Verbindung der Hängesäulen mit dem Hauptbalken nach vergrößertem Maßstabe dargestellt. Die Hängeeisen sind am unteren Ende gekropft und eine Schraube daran geschnitten, mit welcher sie durch einen unter den Balken gelegten eisernen Steg (Platte) greifen, welcher dann durch aufgeschraubte Muttern fest gegen den Balken gepreßt wird. Oben sind diese Hängeeisen mit zwei Schraubenbolzen an die Hängesäule befestigt. Ferner ist quer über die Hängesäule eine eiserne Schiene eingelassen, durch welche die Bolzen zur Befestigung der Hängeeisen gehen. Diese Verbindung dient dazu, die beiden Hölzer der Hängesäule zusammenzuhalten, wodurch dann die zu diesem Zwecke unten durch die beiden Hölzer der Hängesäule gehenden Schraubenbolzen fast überflüssig werden möchten.

Was die Anordnung im Allgemeinen betrifft, so kann man dieselbe jedenfalls als eine sehr einfache bezeichnen.

- 533 In Fig. 533 ist ein flaches Fettendach in Verbindung mit einem dreifachen Hängewerke dargestellt. Bei dieser Anordnung fehlen die sonst üblichen hölzernen Hängesäulen und sind dafür hier eiserne Hängestangen angewendet, die in eisernen Stegen hängen, welche auf den Streben, und zwar an denjenigen Stellen liegen, wo dieselben gegen einander stoßen. Der Spannriegel des doppelten inneren Hängewerks ist mit der mittleren Hängesäule nicht weiter verbunden; um denselben aber dennoch in seiner Lage zu erhalten, was bei der Länge desselben ohne Unterstützung in seiner Mitte nicht möglich sein würde, so sind zwischen diesem Spannriegel und dem Hauptbalken Trempel angeordnet, und durch diese, den Spannriegel und den Hauptbalken Schraubenbolzen durchgezogen. Desgleichen sind auch unter den Stoßfugen des Spannriegels mit den beiden Streben solche Trempel angeordnet. Das auf diese Weise hergestellte System, welches sich dem in § 19 näher beschriebenen Systeme der linsenförmigen oder hohlen Balken anreihet, würde für sich allein in Verbindung mit dem doppelten Hängewerke schon genügen, den Hauptbalken am Durchschlagen zu verhindern, indem das doppelte Hängewerk den Balken an zwei Punkten unterstützt und durch die Anordnung der verticalen Trempel der Spannriegel verhindert wird, seine Lage zu verändern. Wäre hier also nur eine Unterstützung des Balkens erforderlich, so würde dazu die eben beschriebene Anordnung hinreichend genügen. Es ist aber noch ferner das obere Dach zu unterstützen, und zu dem Ende ist noch ein zweites äußeres Hängewerk angeordnet, welches mit dem inneren doppelten Hängewerk verbunden ist und mit diesem zusammen das dreifache Hängewerk bildet.

Es ist aus der Zeichnung leicht zu erkennen, daß diese Verbindung eine sehr große Sicherheit gewähren wird und keineswegs einen unverhältnißmäßig bedeutenden Holzaufwand erforderlich macht. Der Einwurf, welcher hier gemacht werden könnte, ist der, daß diese Construction nur einen sehr beschränkten Bodenraum giebt; allein in Gebäuden von solcher Ausdehnung, und wo die Anwendung derartiger Constructionen, wie die in diesem § abgehandelten, nothwendig wird, hat man selten nöthig, darauf Rücksicht zu nehmen. Ueberhaupt aber sollte man bei größeren Hängewerksconstructionen die erhaltenen Bodenräume niemals stark beschweren, indem erstlich dadurch ein stärkeres Einkneifen der Hölzer in einander hervorgerufen wird, welches nothwendig eine Senkung der Construction zur Folge haben muß; ferner aber erlangt man bei Belastung der Böden selten, daß dieselbe gleichmäßig stattfindet, und eine ungleichmäßige Belastung ist auf die Dauer ebenfalls wieder von größtem Nachtheil für die Construction.

- 534-536 In den Figuren 534, 535, 536 ist die Anordnung einer Dachconstruction im Quer- und Längendurchschnitt und im Grundriß dargestellt, welche ebenfalls drei Hängesäulen enthält, die durch zwei über einander aufgestellte Hängewerke getragen werden.

Die mittlere Hängesäule ist hier doppelt und besteht aus zwei nach der Quere des Daches neben einander gestellten Hölzern; dieselbe geht vom Hauptbalken bis zum First des Daches, woselbst eine Firstfette eingelegt ist. In der Höhe des Kehlbalkens wird dieselbe von einer doppelten horizontalen Zange umfaßt (s. Fig. 535 und 536), welche hier zugleich auch die Stelle des Kehlbalkens vertritt. In dieser doppelten Zange stehen ferner auch die beiden Streben, welche die Hängesäule schwebend erhalten. Diese doppelte Zange wird durch das untere Hängewerk unterstützt.

Dieses untere doppelte Hängewerk besteht aus zwei Hängesäulen, die durch zwei in den Haupt-

balken und in die Hängesäulen eingefegte Streben und durch zwei weniger geneigte, zwischen die Hängesäulen eingefegte Hölzer, welche die Stelle eines Spannriegels vertreten, in der Schwebe erhalten werden. Diese strebenden Hölzer sind immer mit Versatzungen eingefegt.

Ferner sind hier nach entgegengesetzten Richtungen zwei Gurthölzer angeordnet, und zwar auf jeder Seite der Construction eins, die, mit dem Hauptbalken verblattet, bis oberhalb zu den Sparren reichen und mit allen sich kreuzenden Hölzern überschnitten und mittelst Schraubenbolzen damit verbunden sind. Diese Gurthölzer vermehren durch die Verbindung mit den verschiedenen Hölzern die Zahl der Stützpunkte sehr erheblich, was hier auch um so nöthiger ist, da bei der großen Spannweite und der bedeutenden Höhe des Daches, das untere Hängewerk wohl schwerlich allein ausreichen würde, der daran gehängten Last Widerstand zu leisten. Es ist hier nun zwar durch die Anordnung des oberen Hängewerks Sorge dafür getragen, daß die Last, welche an der mittleren Hängesäule wirkt, auf die beiden äußeren Hängesäulen verpflanzt und damit in einer Beziehung den unteren, den Spannriegel vertretenden Hölzern ein bedeutender Druck abgenommen wird. Es ist hier aber ferner noch zu berücksichtigen, daß die Hauptstreben, nämlich diejenigen des unteren Hängewerks, in auf die Hauptbalken aufgekämmten Schwellen stehen, welche Anordnung aber keineswegs eine solche Sicherheit darbietet, als wenn die Streben unmittelbar mit Versatzung in den Hauptbalken stehen. Ueberhaupt ist kein triftiger Grund für die Anordnung dieser Schwellen vorhanden, und bilden sie, wo sie angeordnet sind, immer einen schwachen Punkt in der Construction, indem man, abgesehen vom Eintrocknen solcher Schwellen, nur immer Hirnholz gegen Langholz pressen läßt, und somit das Einkneifen der sich stützenden oder spreizenden Hölzer, anstatt es zu vermindern, dadurch vermehrt. Endlich wird durch die Anordnung solcher Schwellen in keiner Weise Material erspart, sondern es ist im Gegentheil bei größeren Constructionen eine sehr erhebliche Menge schweren Holzes mehr erforderlich, um eine solche Schwelle anordnen zu können.

In Fig. 537 ist eine Construction dargestellt, welche eigentlich zu den in § 44 besprochenen 537 Constructionen gehört.

Es ist hier ein einfaches Hängewerk angeordnet, dessen Hängesäule doppelt ist und unterwärts mittelst einer Hängestange mit dem Hauptbalken verbunden ist. Die Hängewerkstreben stützen sich in ihrer Mitte gegenseitig durch eingefegte Bänder, die innerhalb der doppelten Hängesäule mit einander überschnitten sind. Diese gegenseitige Unterstützung ist hier insofern zweckmäßig, weil die Streben des Hängewerks nicht allein den Zweck haben, die Hängesäule schwebend zu erhalten, sondern weil sie auch gleichzeitig die Dachsetten zu tragen haben.

Zu beiden Seiten der mittleren Hängesäule sind noch ein Paar andere Hängesäulen an die Streben angehängt, welche den Zweck haben, den Binderbalken noch weiter zu unterstützen und denselben am Durchschlagen zu hindern. Hierdurch wird aber den Streben eine unnöthige Last aufgehängt, was um so nachtheiliger werden kann, da die Streben gleichzeitig auch das äußere Dach direct unterstützen.

Diese Construction besteht aus einzelnen Hauptgebinden mit durchstreckenden Balken, welche letztere aber in den Zwischengebinden ganz fehlen.

In den Figuren 538 und 539 ist ein Fettendach mit einem dreifachen Hängewerke im Quer- 538. 539 und Längendurchschnitt dargestellt.

Diese Construction bietet weiter nichts Eigenthümliches dar, als daß der Spannriegel des doppelten Hängewerks hier aus drei Hölzern, und zwar aus zwei neben einander liegenden Hölzern und einem unmittelbar darunter liegenden Holze besteht, welche drei Hölzer mit einander durch Schraubenbolzen verbunden sind.

Durch diese Anordnung sollte der Zweck erreicht werden, einen Längenverband zu schaffen, indem in die Spannriegel nach der Richtung der Länge des Daches vier horizontale Hölzer eingelegt wurden. Ferner aber dienen die doppelten Hölzer des Spannriegels auch noch dazu, um schräge Gurtbänder darauf stellen zu können, die dann mit der Hängesäule und der jedesmal gegenüberliegenden Strebe überschnitten und damit verbolzt sind. Daß aber ein solcher Längenverband einfacher zu erhalten ist, haben wir oben schon bei verschiedenen Beispielen gesehen.

In den Figuren 546 und 547 ist der Querdurchschnitt und ein Theil des Längendurchschnitts 546. 547 der Dachconstruction über dem Bühnenhause des Dresdner Theatergebäudes dargestellt.

Die Hauptconstruction besteht hier aus einem dreifachen Hängewerke, welches über den aus doppelten Hölzern construirten Hauptbalken errichtet ist. Die Hängesäulen, welche hier ebenfalls aus doppelten Hölzern bestehen, reichen bis unter die Sparren und sind hier Dachsetten darauf verzapft, welche die Sparren der Zwischengebinde unterstützen.

Zur besseren Anordnung des Schnürbodens, an dessen Lagerhölzer auch gleichzeitig die Laufgalerien angehängt sind, ist auf jeder Seite des Hängewerks noch eine Hängesäule angeordnet, so daß im Ganzen hier fünf Hängesäulen vorhanden sind, und somit streng genommen diese Dachconstruction als eine solche mit einem fünffachen Hängewerke angesehen werden könnte.

Die Streben dieser beiden letzten Hängesäulen bestehen jede aus zwei neben einander liegenden Hölzern, die bis zur untersten Schwelle der Laufgalerie heruntergehen und hier innerhalb der Mauer in dieselbe eingesetzt sind, wodurch ein Ausweichen derselben verhindert wird, indem durch die bezügliche Schwelle die einander gegenüberliegenden Streben zusammengehalten werden, und nicht wie beim Gothaer Theater (Fig. 477) einen fast directen Druck gegen die Seitenmauern ausüben können. Die beiden Gegenstreben, welche von den erwähnten Hängesäulen bis zur Mitte des Daches gehen und hier unterhalb des doppelten Spannriegels des Haupthängewerks zusammenstoßen, sind jedoch nur aus einfachen Hölzern angeordnet.

Dieses noch besonders angeordnete doppelte Hängewerk dient nun sowohl zur Unterstützung der Sparren, indem auf die Hängesäulen ebenfalls Setten aufgezapft sind, als auch zum Tragen der Schnürbodenhölzer.

Die Schnürbodenhölzer, an welche gleichzeitig auch die Laufgalerien mittelst eiserner Bügel angehängt sind, ruhen auf horizontalen Gurten, die fast in ihrer ganzen Stärke in die Hängesäulen eingelassen sind. Da diese Gurte aber keine bedeutende Stärke erhalten konnten, indem sonst dadurch die Hängesäulen nachtheilig geschwächt worden wären, so sind zu beiden Seiten der Hängesäulen Gurte angeordnet, so daß also in jedem Gebinde doppelte Gurte sind, wie aus Fig. 547 bei a deutlich zu ersehen ist.

Eine weitere Erklärung der Anordnung ist hier nicht erforderlich, indem das Uebrige derselben hinreichend aus den Zeichnungen erhellet.

552 In Fig. 552 ist der Querdurchschnitt des Dachverbandes der Hamburger Börse dargestellt.

Die Hauptbalken bestehen hier aus einfachen Balken, die aber an ihren beiden Enden oberhalb eine Aufzettelung erhalten haben, um eine größere Höhe für das äußere Gesimse zu gewinnen. In diesen aufgesattelten Hölzern, welche mit dem unteren durchgehenden Balken gehörig verzahnt und durch Schraubenbolzen mehrfach verbunden sind, stehen die Streben des Hängewerks mit Versagungen. Diese Sattelhölzer gewähren genügende Sicherheit, indem sie in einer bedeutenden Länge hier angeordnet sind.

553 In Fig. 553 ist ein Dachverband dargestellt, welcher in seinen äußeren Umrissen und Hauptanordnungen dem in Fig. 521 dargestellten, bei dem neuen Residenzbau in München ausgeführten gleich ist. Um aber eine wirksamere Unterstützung der mittleren Hängesäule zu erhalten, sind hier noch die beiden Streben a, a angeordnet. Durch diese Anordnung würde bei jenem nicht nur eine vollkommene Unterstützung dieser Hängesäule erreicht werden, sondern man würde gleichzeitig auch noch den Vortheil erlangen, daß die oberen sehr flach liegenden Streben nur dem Drucke zu widerstehen hätten, welcher von den beiden äußeren Hängesäulen herrührt, indem durch die Anordnung der beiden Streben a, a die Last, welche von der mittleren Hängesäule herrührt, durch diese Streben direct auf die Endpunkte des Hauptbalkens verpflanzt würde, und demnach dann die beiden flach liegenden Streben nur die Stelle des zu dem doppelten Hängewerke erforderlichen Spannriegels zu vertreten hätten. Es würde gleichzeitig aber auch durch die Anordnung dieser Streben ein besserer Querverband erhalten werden, indem die Streben mit dem unteren Balken und der Hängesäule unverschiebliche Dreiecksverbindungen bildeten. —

Die in diesem § angeführten Beispiele werden vollkommen genügen, um dasjenige daraus entnehmen zu können, worauf es beim Entwurf solcher größerer Constructionen vornehmlich ankommt. Es hätten hier zwar noch verschiedene Beispiele angeführt werden können, allein es würden dann gar viele Wiederholungen mit nur geringen Abweichungen stattgefunden haben, wodurch aber, ohne eben einen großen Nutzen zu schaffen, der Umfang dieses Werkes bedeutend vergrößert worden wäre.

§ 47.

Verschiedene Dachverbindungen älterer und neuerer Zeit.

In diesem § sollen noch verschiedene ältere und neuere Constructionen mitgetheilt werden, die entweder zu der einen oder der anderen Classe der bisher abgehandelten Hängewerksconstructionen gehören.

In den Figuren 540 bis 545 sind die verschiedenen Dachverbindungen des Königsbaues in 540-545 München im Längendurchschnitt und in verschiedenen Querdurchschnitten dargestellt.

Man hat, um hier eine kräftige Unterstützung der Balkendecken zu erhalten, die nach der Quere angeordneten, aus den verschiedenen Querdurchschnitten ersichtlichen Hängewerke nicht immer nach der ganzen Breite des Gebäudes durchgehen lassen, sondern die in der Mitte durch Mauern sich ergebenden Stützpunkte gleichzeitig wieder als Stützpunkte für kleinere Hängewerke benutzt und auf diese Weise, wo es irgend möglich war, die Balkendecke über einen Zimmerraum für sich besonders aufgehängt. Außerdem hat man aber auch nach der Länge des Gebäudes ebenfalls Hängewerke angeordnet, auf deren Hängesäulen, da sie in der Mitte des Gebäudes sich befinden, die Firnstetten aufgezapft sind. Die anderen Setten des Daches werden durch die kleineren Hängewerke unterstützt und wird dadurch gleichzeitig wieder ein Verband nach der Länge des Daches erhalten.

Auf diese Art hat man jedenfalls mit einfacheren Mitteln den beabsichtigten Zweck erreicht; denn hätte man hier eine Construction ganz durchführen wollen, so wäre man immer bei der verschiedenen Lage der inneren Stützpunkte auf Schwierigkeiten gestoßen. Wäre es hier Bedingniß gewesen, den Bodenraum möglichst frei und nutzbar zu schaffen, so hätte man natürlich von den vorliegenden Constructionen absehen müssen. Dagegen kann man im gegenwärtigen Falle die hier getroffenen Anordnungen nur als zweckmäßig bezeichnen.

Fig. 540 zeigt einen Hauptlängendurchschnitt der Construction.

Fig. 541 zeigt einen Querdurchschnitt nach der Linie c d in Fig. 540; Fig. 542 zeigt einen Querdurchschnitt nach der Linie e f; Fig. 543 einen solchen nach der Linie g h und Fig. 544 einen Querdurchschnitt nach der Linie a b.

Fig. 545 zeigt einen Querdurchschnitt des Daches über dem rechten Flügel des Königsbaues.

In Betreff des äußeren Daches soll hier noch bemerkt werden, daß die Sparren hier auf horizontale Setten aufgeklauet sind und nicht in Balken stehen; überhaupt sind die Sparren so angeordnet, daß sie zwischen den Hauptbalken liegen, damit man in den Bindern ungehindert zu den Schrauben bei den Hängesäulen gelangen kann.

Fig. 548 zeigt die Construction eines Daches mit einem Aufbau.

548

Das Kehlgebälk wird hier durch einen liegenden Stuhl getragen. Der Spannriegel des liegenden Stuhls, auf welchem die Rahmen zur Unterstützung des Aufbaues und des Kehlgebälks liegen, wird außerdem noch durch ein Paar schräge Bänder unterstützt, was um so nothwendiger ist, da dieser Spannriegel nur mit Zapfen und kurzen Versagungen in die Stuhlsäulen eingelassen ist.

Diese Construction ist zwar sehr einfach, bietet aber doch nicht die Sicherheit dar, wie die in Figur 549 im Querdurchschnitt und in Fig. 550 im Längendurchschnitt dargestellte Dachcon- 549. 550 struction, bei welcher ebenfalls ein Aufbau angeordnet ist.

Es ist hier ein doppeltes Hängewerk angeordnet, dessen Hängesäulen aus doppelten Hölzern bestehen. Der Spannriegel des Hängewerks liegt unmittelbar unter dem Kehlbalken und zu beiden Seiten des Daches unmittelbar neben den Hängesäulen liegen über dem Kehlbalken Träger, woran die Kehlbalken der Zwischengebände mit Schraubenbolzen angehängt sind. Die Hängesäulen haben eine solche Länge, daß sie bis unter das Dach des Aufbaues reichen, woselbst ein Rahmen auf dieselben aufgezapft ist, auf welchen die Dachbalken des Aufbaues verkämmt werden. In der Höhe, wo die abgeschnittenen Sparren des Hauptdaches gegen die Wände des Aufbaues fallen, sind Riegel mit Versagungen und starken Zapfen in die Hängesäulen eingelassen, gegen welche Riegel die Sparren sich stützen und mit einem starken eisernen Nagel daran befestigt werden.

Da, wo das Hauptdach mit der Giebelfläche des Aufbaues zusammentrifft, wenn dieser nicht bis zu dem Hauptgiebel des Gebäudes fortgeführt wird, wird die eine äußere Hälfte der Hängesäule

nach der Richtung der Dachfläche in der Höhe des Sparrens abgeschragt, dagegen die andere Hälfte der Hängesäule bis zu dem Dachrahmen des Aufbaues fortgeführt, wie dieses auch in Fig. 550 bei a näher ersichtlich ist. Man kann auch die Hängesäule in ihrer ganzen Stärke beibehalten, wodurch dann der Giebel des Aufbaues um die halbe Stärke der Hängesäule herausgerückt werden würde. In diesem Falle müssen aber dann nach der Richtung der Dachflächen an die Giebelwand des Aufbaues Bohlen oder ähnliche Hölzer genagelt werden, um den Dachlatten oder der Dachverschalung des Hauptdaches ein Auflager zu geben.

551 Die in Fig. 551 dargestellte Construction zeigt die Anordnung eines Daches mit erhöhten Frontmauern und einem Aufbau. Die Hängesäulen des doppelten Hängewerks sind auch hier, wie im vorhergehenden Beispiele, doppelt; jedoch liegt hier der Spannriegel des Hängewerks um so viel tiefer, daß die Träger des Kehlgebälks unmittelbar auf den Spannriegel zu liegen kommen und somit das Kehlgebälk von Unten her unterstützen. Die übrige Anordnung ist leicht verständlich und bedarf es keiner weiteren Erläuterung.

558.559 In den Figuren 558 und 559 ist die Dachconstruction der Petrikirche zu Mainz im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Das Dach ist ein Winkeldach, d. h. der obere Firstwinkel ist hier gleich einem rechten Winkel oder 90 Grad. Das Dach überdeckt drei Schiffe, von denen das Mittelschiff eine lichte Breite von 45 Fuß 6 Zoll hessisches Decimal-Maß hat. Die beiden Nebenschiffe sind jedes 16 Fuß 5 Zoll im Lichten breit. Die Entfernung der Hauptbinder von einander beträgt von Mitte zu Mitte 14 Fuß 9 Zoll.

Das Hauptgebälk über dem Mittelschiffe liegt höher, als der Fußpunkt der Dachsparren, und wird an seinen Enden durch einen liegenden Dachstuhl unterstützt, welcher auf den Balkenlagen über den Seitenschiffen ruht. In der Mitte wird das Hauptgebälk durch zwei Träger (Unterzüge) getragen, die an zwei in jedem Hauptbinder vorhandenen Hängesäulen durch eiserne Bügel verbunden sind.

Ueber diesem Hauptgebälke sind noch zwei Kehlgebälke angeordnet, die durch liegende Dachstühle ebenfalls unterstützt werden. Die beiden Hängesäulen, welche hier nur einfach sind, werden durch zwei horizontale doppelte Zangen getragen, die in der Höhe des jedesmaligen Kehlgebälks angeordnet sind. Um aber hierbei ein Durchschlagen dieser horizontalen Zangen, welche auf den Rahmen der liegenden Dachstühle ruhen und in der Mitte durch Träger unterstützt werden, die auf den Spannriegeln liegen, zu verhindern, so sind hier noch schräge Bänder angeordnet, wodurch die Spannriegel noch besonders unterstützt werden.

Um hier den nöthigen sicheren Längenverband herzustellen, sind, wie aus Fig. 559 ersichtlich ist, über jedem der drei unteren Gebälke Verbindungen von Andreaskreuzen angeordnet, bei welchen die Hölzer mit einander überschritten wurden.

Den Seitenschub im unteren Theile des Daches hat man durch Anordnung von doppelten Zangen aufzuheben gesucht, durch welche die unteren kurzen Balkenlagen mit der Hauptbalkenlage verbunden werden; ferner durch Anordnung von Gegenstreben, welche mit den eben erwähnten doppelten Zangen überschritten sind und die Stuhlsäulen des unteren liegenden Stuhls unterstützen.

Diese Kirche ist in den Jahren 1748—56 erbaut.

560.561 In den Figuren 560 und 561 ist die Dachverbindung der in der Vorstadt Au bei München neu erbauten Kirche (Mariahilf-Kirche) im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Es sind hier zwei liegende Dachstühle über einander angeordnet, wodurch das Dach im unteren Theile unterstützt wird.

Die kurzen Balken, welche über den Seitenschiffen liegen und jedesmal auf einer inneren Pfeilerwand und der äußeren Mauer ruhen, sind mit den ganz durchgehenden, auf dem unteren Dachstuhl liegenden Balken durch Zangen a verbunden, und diese verhindern ein Ausweichen der unteren kurzen Balken und somit auch eine nachtheilige Einwirkung des Seitenschubes des Daches auf die Seitenmauern. Diese Zangen a sind doppelt und nicht, wie im Längendurchschnitt angedeutet ist, einfach, was hier nur deswegen geschehen, um die dahinter liegenden Constructionshölzer sichtbar zu machen. Auf den inneren Pfeilerwänden ruhen stehende Stühle, welche das durchgehende Hauptgebälk unterstützen. Um das obere Kehlgebälk zu unterstützen, sind unmittelbar neben den er-

wähnten Stuhlwänden doppelte verticale Ständer *b* angeordnet, welche das untere, so wie auch das obere Gebälk umschließen und bis zu den Sparren hinaufgeführt sind.

Im oberen Theile des Daches ist noch eine doppelte Hängesäule angeordnet, welche bis zu dem unteren Kehlgebälk heruntergeführt und hier mit einem horizontalen Träger verbunden ist, in welchen der aus zwei Theilen bestehende Spannriegel des oberen liegenden Dachstuhl eingezapft ist. Diese Hängesäule hätte füglich in anderer Weise unterstützt werden müssen, da durch dieselbe das Hauptkehlgebälk in der Mitte seine Unterstüzung erhalten soll. Die Hängesäule wird hier vornehmlich durch den oberen Kehlbalken, auf welchem sie hängt, getragen. Derselbe wird nun zwar durch zwei schräge Bänder unterstützt, aber dennoch liegt derselbe in seiner Mitte zu weit frei, als daß ein großer Widerstand davon erwartet werden könnte, und es wäre jedenfalls vorzuziehen gewesen, wenn man statt dieser Bänder zwei Streben angeordnet hätte, wodurch die Hängesäule unmittelbar unterstützt und dann der auf diese Streben fallende Druck auf die unterstützten Enden des Kehlbalkens abgeleitet worden wäre. Durch diese Anordnung wären dann bei den oberen Stuhlwänden doppelte Stuhlsäulen bedingt gewesen, was aber keinen bedeutenden Mehraufwand an Holz erforderlich gemacht haben würde. Man hätte aber auch bei dieser Veränderung diesen doppelten stehenden Dachstuhl entbehren können, wenn man an einer oder zu beiden Seiten der dann gehörig unterstützten Hängesäule über das obere Kehlgebälk Ueberzüge gelegt hätte, woran die Kehlbalken der Leergebinde mit Schraubenbolzen angehängt worden wären. Gegenwärtig aber erscheint jedenfalls die Anhäufung von Constructionshölzern im oberen Theile des Daches zu bedeutend gegen die geringe Anzahl von Stützpunkten im unteren Theile des Daches.

Eine einfache Construction eines Kirchendaches ist in den Figuren 562 und 563 im Quer- und 562 Längendurchschnitt dargestellt. Dieselbe wurde bei einer in Trier an der Mosel neu erbauten Kirche 563 ausgeführt.

Die Breite der Kirche, mit Ausschluß der um 4 Fuß vorspringenden Strebepfeiler, beträgt 64 Fuß. Die Kirche hat drei Schiffe, von denen das mittlere 33 Fuß und die beiden Seitenschiffe jedes 12 $\frac{1}{2}$ Fuß breit sind. Ueber dem mittleren Schiffe ist ein einfaches Hängewerk errichtet und von dem unteren Ende der Hängesäule gehen nach beiden Seiten hin Bänder aus, welche die Hauptsparren in ihrer Mitte unterstützen. Diese Bänder sind mit den Streben überschnitten. Gleichzeitig ist hier eine doppelte horizontale Zange in jedem Hauptgebände angeordnet, welche mit den sämtlichen Verbandhölzern des Binders etwas überschnitten und durch Schraubenbolzen fest mit denselben verbunden ist und dazu dient, eine größere Stabilität nach der Quere des Daches hervorzubringen. Das Dach ist ein Fettendach und die durchgehenden Balken sind nur in den Hauptgebänden angeordnet, wie solches in Fig. 563 auch näher ersichtlich ist.

Einer weiteren Erklärung bedarf es hier nicht, indem das Uebrige zur Genüge aus den Figuren ersichtlich ist.

In den Figuren 564 und 565 ist ein Dach von größerer Ausdehnung mit einem Aufbau im 564 Quer- und Längendurchschnitt dargestellt. 565

Da hier angenommen wurde, daß die untere Balkenlage in ihrer Mitte nicht von Unten her durch Mauern oder Wände unterstützt, gleichzeitig aber auch ein Aufbau angeordnet werden sollte, so war die Anordnung eines dreifachen Hängewerks erforderlich. Das hier angeordnete Hängewerk besteht nun aus zwei von einander unabhängigen Hängewerken, von welchen das doppelte Hängewerk doppelte Hängesäulen, das innere oder mittlere, einfache Hängewerk dagegen nur eine einfache Hängesäule hat. Dieses mittlere Hängewerk dient hauptsächlich nur zu dem Zwecke, die untere Balkenlage in ihrer Mitte zu tragen. Einen ferneren Zweck hat dasselbe noch, indem es auch dazu dienen soll, den Spannriegel des doppelten Hängewerks in seiner Mitte zu unterstützen und am Durchschlagen zu verhindern. Die Hängesäule greift hier mit einem kurzen Zapfen in den Spannriegel. Ueber dem Spannriegel ist ein Träger zur Unterstüzung des Kehlgebälks angeordnet, und um einen Längenverband zu erhalten, sind in die Hängesäule und in diesen Träger Winkelbänder eingesetzt.

Das Dach des Aufbaues wird ebenfalls durch ein einfaches Hängewerk unterstützt, indem auf dessen Hängesäule eine Firnstette aufgezapft ist. Auch in diese Firnstette und in die Hängesäulen sind Winkelbänder eingesetzt, um auch hier einen Längenverband zu erhalten.

Die Sparren des unteren Daches stoßen gegen Riegel, welche zwischen die Ständer des Aufbaues eingesetzt und mit welchen sie durch ein kurzes Blatt verbunden sind.

566 Fig. 566 zeigt einen Querdurchschnitt der Dachverbindung im Dom zu Erfurt.

Diese Construction ist in sofern sehr eigenthümlich, daß der Balken a nicht in ganzer Länge durchgeht, sondern an seinen Enden Sattelhölzer b angeordnet sind, die oberhalb mit dem Balken durch Verzahnung verbunden sind und bis auf die Mauer reichen. Die Enden des Balken a werden hier durch kurze Streben d unterstützt, die in kurze, auf Consolen ruhende Trempel e eingesetzt sind.

567.568 In den Figuren 567 und 568 ist der Dachverband der Synagoge zu Cassel im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Zur Herstellung der Decke sind hier Bohlenbögen angeordnet, die mit den kurzen Balken über den beiden Seitenschiffen verbunden sind. Auf den inneren Pfeilerwänden stehen zwei schräge Böcke, wodurch das Kehlgebälk unterstützt wird. Ueber dem Kehlgebälk ist ein einfaches Hängewerk angeordnet, dessen Hängesäule mit einem Träger verbunden ist, woran das Kehlgebälk in seiner Mitte angehängt ist. Das Uebrige ist leicht aus den Figuren zu entnehmen.

569 Eine interessante Dachverbindung, die aber eigentlich erst zu den im nächsten § zu besprechenden zeltförmigen Dächern gehört, ist die in Fig. 569 im Querschnitt dargestellte. Dieselbe ist bei einer Lokomotiven-Remise auf dem Pariser Stationsplatze der Eisenbahn von Paris nach Versailles ausgeführt.

In Förster's Bauzeitung, Jahrgang 1843, heißt es:

Diese Remise, wovon hier ein Hauptdurchschnitt und verschiedene Details des Zimmerwerks, die unten näher aufgeführt werden sollen, dargestellt ist, enthält mehre sehr interessante Detailsconstructionen und ist einfach und verständig combinirt, weshalb das ganze Gebäude, bis zum Gebrauch vollendet, nicht mehr als 40,000 franz. Francs gekostet hat.

Dasselbe bildet im Grundriß ein regelmäßiges Zwölfeck, erhält sein Licht durch Fenster, die, zu zwei und zwei gruppiert, auf jeder Seite des Polygons angebracht sind, ist mit einer Laterne für den Ausgang des Rauches und Dampfes bekrönt und mit Zink gedeckt.

Die Halbbinder der Dachconstruction, deren hier zwölf sind, stützen sich auf eben so viele Mauerpfeiler, welche auf beiden Seiten über die Mauerflucht vorspringen, wodurch die Dicke der Umfassungsmauer sehr vermindert werden konnte, da sie fast nichts zu tragen hat. Jeder Halbbinder ist noch von einer Säule, die beiläufig in der Mitte zwischen dem Mittelpunkte und der Umfassungsmauer des Gebäudes aufrucht, so gestützt, daß der, nach der Mitte des Gebäudes zu, freigetragene Theil des Daches durch den Theil desselben, welcher unmittelbar von dem Mauerwerk und den Säulen getragen wird und eine fast dreimal größere Dachfläche als jener darbietet, mehr als hinlänglich balancirt ist.

Bei Betrachtung der Functionen der verschiedenen Bestandtheile des Halbbinders erhellet, daß die Verbandhölzer desselben durchgängig Dreiecke bilden, und daß der Druck sich fast gänzlich aufhebt. Die Bundtrame des Gebälks liegen in einer Entfernung von 5 Meter vom Fußboden des Gebäudes; diese geringe Entfernung bringt aber keinen Nachtheil, weil die Bahn für die Lokomotiven unterhalb zwischen den Tramen sich befindet und das Dachgehölz noch hoch über den Lokomotiven liegt, so daß, wengleich der Bau von Holz ist, ein Anbrennen desselben nicht leicht stattfinden kann.

Die Binder sind am Gipfel nicht unmittelbar vereinigt, sondern lassen einen 5 Meter im Durchmesser haltenden Raum frei, der mit einer aus Eisen construirten und mit Glas gedeckten Laterne überdeckt ist, durch die nicht nur das Licht in der Remise vermehrt wird, sondern auch der nöthige Luftwechsel in derselben bewirkt werden kann. Es befinden sich nämlich zwischen der Mauerbank und den untersten Fellen des Dachstuhls Oeffnungen, durch welche die Luft einströmt, die an den Seiten der Laterne durchzieht, wodurch der Rauch und Dampf von den Maschinen sehr schnell entfernt wird.

Die Laterne ist gebildet aus senkrechten Stützen, die in den Bindersparren des Hauptgebäudes verschraubt und mit Andreaskreuzen verbunden sind; die Sparren der Laterne sind in \perp Form, zur Aufnahme der Gläser eingerichtet und liegen auf mehren Reihen Fellenstangen.

Zwischen jedem Geleise sind Gräben angelegt, in denen ein Arbeiter aufrecht stehend unter den Lokomotiven Arbeiten vornehmen kann. U. s. w.

570 Fig. 569 zeigt, wie schon erwähnt, den Hauptdurchschnitt der Construction; Fig. 570 zeigt einen
571 Theil des Plans des Gespärres; Fig. 571 einen Durchschnitt nach der Linie op dieser Figur, so wie

ferner Fig. 572 einen Durchschnitt nach der Linie *qr*, Fig. 573 zeigt die Verbindung bei *g* in Fig. 572-580 569 nach vergrößertem Maßstabe; Fig. 574 diejenige bei *B*; Fig. 575 die bei *A*; Fig. 576 zeigt einen Durchschnitt nach der Linie *uv*, also die Verbindung der Balken mit den inneren Ständern; Fig. 577 zeigt die Verbindung bei *E* und Fig. 577 A diejenige bei *F*; Fig. 578 diejenige bei *C* und Fig. 579 die bei *H*; Fig. 580 zeigt endlich die Verbindung der Streben mit der doppelten Zange bei *D*.

Ein anderes sehr interessantes Beispiel, welches ebenfalls zu den zeltförmigen Dächern zu rechnen ist, ist das in den Figuren 592—598 im Durchschnitt, in Grundrissen und in verschiedenen Details 592-598 dargestellte kegelförmige Dach, welches über einem Gasometer in Paris hergestellt ist. *)

Die Construction besteht der Hauptsache nach aus einem einfachen Hängewerke, bei welchem die Hängesäule die 16 Streben aufnimmt. Diese Hängesäule ist nicht bis zum unteren Hauptgebälk herabgeführt, sondern nur so weit, daß das Kehlgebälk, welches hier eigentlich die Stelle von horizontalen Bändern oder Spannriegeln vertritt, in dieselbe eingelassen und somit davon unterstützt wird. Die Hängesäule ist aus vier Hölzern zusammengesetzt, welche mittelst Schraubenbolzen fest mit einander verbunden sind (s. Fig. 598 I). Im Mittelpunkt dieser Hängesäule (dieses Mönchs) ist eine eiserne Hängestange angeordnet, welche bis zu dem Hauptgebälk heruntergeführt und hier mit einer starken eisernen Scheibe versehen ist, die nach Oben hin einen vorstehenden Rand hat, welcher in eine Vertiefung der an die halben Balken angebrachten eisernen Arme greift. Diese Anordnung ist in Fig. 598 D nach vergrößertem Maßstabe dargestellt, wo *a* die untere und *b* die obere Seite dieser horizontalen Verbindung bezeichnet.

Die Streben sind mit der Hängesäule noch durch lange Eisen verbunden, um welche letztere, so weit sie mit ihren Schenkeln an die Hängesäule hinaufreichen, ein starker eiserner Ring gelegt ist, wie in Fig. 598 E ebenfalls nach vergrößertem Maßstabe dargestellt ist.

Fig. 598 C zeigt die Verbindung des Kehlgebälks mit der Hängesäule.

Zwischen der mittleren Hängesäule und der Umfangswand ist auf jede einzelne Strebe noch eine zweite Hängesäule aufgehängt, welche aus doppelten Hölzern besteht, wie solches aus den Figuren 598 B und C näher zu sehen ist.

Um aber die einzelnen Streben noch zu unterstützen, sind bei jeder einzelnen doppelte Bänder angeordnet, die von den bezüglichen Ständern der Umfangswand ausgehen und mit dem Haupttramen und oben mit der Strebe überschnitten und mit den einzelnen Hölzern durch Schraubenbolzen verbunden sind, wodurch man an dem unteren Theile der Verbindung feste Dreiecke erhält. In Fig. 598 A ist die Verbindung der Strebe mit dem Hauptbalken ersichtlich und gleichzeitig auch wieder die Verbindung des Hauptbalkens mit einem Ständer der Umfangswand.

Die erwähnten Zwischenhängesäulen dienen dazu, die unteren Balken zu tragen, weil an dieser Stelle Auswechselungen angeordnet sind, wodurch die übrigen 16 Zwischenbalken getragen werden. In Fig. 598 F ist die Anordnung der Wechsel und Verbindung derselben mit dem Hauptbalken dargestellt und in Fig. 598 B diejenige der Zwischenbalken mit den Wechseln. Bei diesen sind die erwähnten Hängesäulen ebenfalls angeordnet, welche aber hier dazu dienen sollen, die Sparren des Daches, welche mit den Hängewerkstreben gleiche Lage haben, zu unterstützen. Zur besonderen Unterstützung dieser zuletzt erwähnten Hängesäulen sind noch zwischen den einzelnen Hängesäulen kurze Streben angeordnet, die in die Hängesäulen der Hauptgebäude eingesetzt sind und die Zwischenhängesäulen stützen, wie in Fig. 596 angedeutet ist.

Von diesen Hängesäulen führen doppelte Bänder bis zu dem oberen Theil der Streben und Sparren und dieselben sind in den Hauptgebänden mit dem jedesmaligen Kehlbalken überschnitten. In Fig. 598 H ist die Anordnung dieser Bänder nach vergrößertem Maßstabe dargestellt.

Fig. 595 ist ein Durchschnitt nach der Linie *cd* unter Bezugnahme des Grundrisses entwickelt, und Fig. 596 ein Durchschnitt nach der Linie *ef* in Fig. 592.

Fig. 593 zeigt verschiedene horizontale Durchschnitte der Construction, die bei einigem Nachdenken leicht erklärlich werden.

Fig. 594 zeigt einen Theil der Umfangswand im Grundriß und Fig. 597 einen Theil derselben in der Ansicht.

*) Förster's Bauzeitung, Jahrgang 1837.

Fig. 598 G zeigt einen Theil der Umfangswand nach vergrößertem Maßstabe, und zwar ist hier namentlich die Verbindung der doppelten Bänder mit einem Ständer berücksichtigt.

606, 609 In den Figuren 606 und 609 ist eine Dachverbindung mit Hängewerk über einer Kirche, deren Grundform ein Kreuz bildet, im Grundriß und in verschiedenen Durchschnitten dargestellt.

Diagonal über dem mittleren Raume liegen die beiden in Fig. 608 und 609 dargestellten Hängewerke, welche beide die mittlere Hängesäule gemeinschaftlich haben. Diese mittlere Hängesäule ist aus vier Hölzern zusammengesetzt, da von allen Seiten die Spannriegel der beiden doppelten inneren Hängewerke hindurchgehen. Die äußeren Hauptstreben, welche die mittlere Hängesäule schwebend erhalten, greifen mit einer starken Versagung in dieselbe. Damit beide Spannriegel in ganzer Länge durch die mittlere Hängesäule gelegt werden können, ist der eine Spannriegel um seine Holzstärke tiefer liegend angeordnet, wodurch dann auch gleichzeitig die beiden zugehörigen Hängesäulen, welche hier ebenfalls doppelt sind, etwas weiter aus einander gerückt werden. Die Spannriegel sind in der Höhe angeordnet, daß die fortgeführten Rahmen der Seitenflügel auf denselben ruhen und somit die Kehlbalcken der aufgeschifteten Gespärre dadurch unterstützt werden. Die äußeren Hängesäulen in den Diagonalgebinden sind mit den oberen Streben und mit den Sparren überschnitten, wodurch diese letzteren an dieser Stelle unmittelbar von den Hängesäulen sehr wirksam unterstützt werden, was hier um so nothwendiger ist, da diese Sparren Kehlsparrn bilden, auf welche sich die Sparren der Seitendächer aufsetzen. Die mittlere Hängesäule dient ferner den vier Hauptkehlsparrn als Anfallpunkt.

608 Fig. 608 zeigt eines der vier doppelten Hängewerke, welche den Mittelraum da begränzen, wo die vier Kreuzarme anfangen. Die Hängesäulen sind hier ebenfalls doppelt angenommen, wenn gleich einfache Hängesäulen auch hier genügen würden. Der Hängewerkstramen ist hier verzahnt und über diese und über die Diagonalbalken sind die Deckenbalken gestreckt.

Die Diagonalbalken, welche ebenfalls aus verzahnten Balken bestehen, sind so angeordnet, daß sowohl die unteren sich kreuzenden Hölzer, als auch die oberen, mit einander überschnitten sind. An allen vier Seiten der vierfachen mittleren Hängesäule sind eiserne Hängebänder angeordnet, wodurch die Diagonalbalken mit der Hängesäule verbunden werden.

Eine weitere Erklärung ist hier nicht erforderlich, indem die bezüglichen Figuren das Nöthige leicht ergeben. Nur soll hier noch bemerkt werden, daß die hier angedeutete Endigung der Dachflächen in diesem Falle nicht durchaus erforderlich ist, sondern dieselbe auf mehrfache Weise verändert werden kann, je nachdem es die Umstände und sonstigen Bedingungen erforderlich machen.

610-612 In den Figuren 610, 611, 612 ist ein abgeflachtes pyramidalförmiges Dach im Grundriß und in zwei verschiedenen Durchschnitten dargestellt.

Die Grundform des Daches ist ein Oblongum und ähnlich ist auch die Abplattung, so daß also die Dachflächen ringsum eine gleiche Neigung erhalten.

Nach der Quere hin sind hier zwei doppelte Hängewerke (Fig. 612) angeordnet, von welchen zwei nach der Länge des Gebäudes gelegte Träger getragen werden; diese Träger ruhen mit ihren Enden auf den beiden Frontmauern; an diese Träger sind die unteren Deckenbalken mit Schraubenbolzen angehängt.

Nach der Länge des Gebäudes ist auf jeden Träger nochmals ein doppeltes Hängewerk angeordnet (s. Fig. 611), welches aber mit den beiden anderen vorher erwähnten Hängewerken gemeinschaftliche Hängesäulen hat. Damit aber die Streben dieser letzteren Hängewerke nicht mit den zuerst erwähnten auf einer Stelle der Hängesäule zusammentreffen, so sind die zugehörigen Spannriegel in verschiedenen Höhen angelegt, wodurch erreicht wird, daß die Anfallpunkte der Streben auch in verschiedenen, jedoch mit den zugehörigen Spannriegeln correspondirenden Höhen angeordnet werden können.

Auf den vier Hängesäulen liegt ein aus vier starken Hölzern verbundener Rahmen, der an den beiden langen Seiten noch durch die Spannriegel der über den Trägern angeordneten Hängewerke unterstützt wird.

Auf diesem Rahmen liegen die Balken der Abplattung und gegen denselben fallen die Sparren des Daches an.

§ 48.

Von den Zeltdächern.

Unter Zeltdächern oder zeltförmigen Dächern versteht man, streng genommen, nur solche, die einen Kreis oder ein regelmäßiges Vieleck zum Grundriß haben und deren Gespärre geradlinig sind und oben in eine Spitze zusammenlaufen. Im Allgemeinen versteht man aber auch diejenigen Dächer von jeder beliebigen Grundform darunter, deren Dachflächen oben sämtlich in eine Spitze zusammenlaufen. Die hier anzuführenden Beispiele sollen aber der zuerst erwähnten Art angehören, da solche Dächer häufiger zur Anwendung kommen, als diejenigen, deren Grundform ganz unregelmäßig ist.

In den Figuren 613 und 614 ist die Construction eines Zeltdaches im Durchschnitt und im 613 Grundriß dargestellt, über einem Raume, dessen Grundform ein regelmäßiges Achteck bildet. 614

Es sind hier zwei sich rechtwinklig kreuzende Balken *a, a* angeordnet, die da, wo sie mit einander zusammentreffen, überschritten sind. Ueber jedem dieser Balken ist ein einfaches Hängewerk errichtet, welche beide aber eine gemeinschaftliche Hängesäule haben, die bei diesen Dächern und in dem Falle, wie sie hier angewendet ist, „der Mönch“ heißt. In je zwei dieser Balken sind wieder kurze Wechsel *b, b, b, b* und in diese dann Stichbalken *c, c* nach der Richtungslinie je zweier gegenüber liegender Ecken eingesetzt, welche Stichbalken mit ihren äußeren Enden auf der Umfangsmauer ruhen. In diese Stichbalken sind ebenfalls Streben eingesetzt, welche oben in den Mönch oder die Hängesäule mit Verfassung und Zapfen eingreifen. Die Hängesäule muß also einen der Grundform des Daches ähnlichen Querschnitt erhalten. Da aber die Stichbalken, in welche die Streben eingesetzt sind, dem Schube derselben nicht widerstehen würden, so sind je zwei in eine Richtung fallende Stichbalken durch eiserne Schienen mit einander verbunden, wie solches auch in Fig. 614 angedeutet und in Fig. 615 615 nach vergrößertem Maßstabe, unter gleicher Buchstabenbezeichnung, dargestellt ist.

Die Hängesäule wird mit den beiden Hauptbalken durch Hängeeisen verbunden.

Ueber den sich kreuzenden Hauptbalken liegt ein aus vier Trägern bestehender quadratförmiger Rahmen und sind die Träger auf jedem Hauptbalken nach der Diagonallinie zusammengeschnitten. Um aber ein Verschieben zu verhindern, so sind immer zwei zusammengeschnittene Stücke mit sehr kurzen Zapfen in einander gezapft, wie in Fig. 616 nach vergrößertem Maßstabe dargestellt ist. Außer- 616 dem werden aber auch die Träger an ihren Enden noch durch übergelegte und festgenagelte Eisen-schienen fest mit einander verbunden. An diese Träger sind die Stichbalken mit Hängebolzen angehängt. Die übrige Anordnung der Balkenlage geht zur Genüge aus Fig. 614 hervor, es bedarf daher keiner weiteren Erklärung derselben.

Die Streben werden in ihrer Mitte durch Winkelbänder, die in die Hängesäule eingesetzt sind, unterstützt. Ueber den Streben liegt ein achteckiger Fettenrahmen zur Unterstützung der Sparren, welche unten in die Balken und oben in die durchtragende Hängesäule eingezapft sind. Diese in die Hängesäule eingreifenden Sparren sind aber nur diejenigen, welche über den acht Ecken des Gebäudes stehen und demnach die Grad- und Hauptsparren bilden; die übrigen in den acht Feldern erforderlichen Zwischensparren dagegen sind Schiftparren, welche sich an die erwähnten Gradsparren seitwärts anschmiegen, worüber im 2ten Theile dieses Werkes das Weitere angeführt werden wird.

Ein anderes größeres Zeltdach mit Hängewerk ist in den Figuren 617 und 618 im Querschnitt 617 und Grundriß dargestellt. 618

In Fig. 618 sind *aa* und *bb* zwei sich im Mittelpunkte des Sechszehneckes, welches hier die Grundform bildet, kreuzende Hauptbalken, die mit einander überschritten sind, wie aus Fig. 617 leicht hervorgeht. Durch diese Ueberschneidung um die halbe Balkenhöhe verliert jeder dieser beiden Balken einen sehr bedeutenden Theil seiner Tragkraft, es ist daher zur Verstärkung dieser durch Ueberschneidung geschwächten Mitte des Hauptbalkenkreuzes ein zweites Kreuz, ebenfalls aus zwei mit einander überschrittenen Hölzern bestehend, aufgelegt und die Hölzer dann mit dem bezüglichen Hauptbalken durch mehre Schraubenbolzen verbunden (s. Fig. 617). In Fig. 620 ist diese Anordnung getrennt dargestellt, und zwar sind *a* zwei nach einerlei Richtung liegende Hölzer und desgleichen auch wieder *b*.

Ueber jedem dieser Hauptbalken, welche immer zwei einander gegenüber liegende Eckpunkte des

Sechszehneck verbinden, ist ein doppeltes Hängewerk errichtet, so daß also hier eine gemeinschaftliche Mittelhängesäule fehlt. Um aber hierbei zu vermeiden, daß die beiden sich rechtwinklig kreuzenden Spannriegel nicht durch Ueberschneidung geschwächt werden, was jedenfalls geschehen würde, wenn die beiden Spannriegel in einer und derselben Ebene zu liegen kämen, so ist der eine Spannriegel um 8 Zoll höher gelegt, was gleichzeitig auch eine etwas steilere Stellung der zugehörigen Streben zur Folge hat, welches letztere hier aber ohne allen Nachtheil geschehen kann. In Fig. 617 bezeichnet c den unteren und d den darüber liegenden, etwa 1 Zoll überschrittenen Spannriegel.

Zwischen dem Hauptbalkenkreuze a a, b b sind übereck Wechsel eingelegt, welche im Grundrisse unter den ihnen entsprechenden Kehlbalkenwechseln f, f, f, f sichtbar sind. In die Wechsel der Balkenlage sind die Hauptstichbalken h, h eingezapft und diese liegen jedesmal nach der Richtung der Diagonalen, so daß also diese Balken die Hauptgradbalken vorstellen. Die übrigen erforderlichen Stichbalken liegen jedesmal rechtwinklig auf einer Seite des Vielecks und sind seitwärts in die Gradbalken eingezapft und durch Schraubenbolzen mit denselben verbunden.

Die Kehlbalkenwechsel f, f sind mit ihrem einen Ende in den Spannriegel d eingezapft, mit ihrem anderen Ende aber liegen sie auf dem Spannriegel c und sind hier durch eiserne Schienen fest mit einander verbunden. Die Hauptkehlbalkenstücke l, l werden nach der Richtung der Gradbalken angeordnet, wie aus dem Grundrisse ersichtlich.

Zur nöthigen Unterstützung der Hauptstichbalken sind über die Hauptbalken, welche mit den Hängesäulen durch Hängeeisen verbunden sind, übereck die Träger g, g gelegt, woran die Stichbalken mit Schraubenbolzen angehängt werden.

Auf allen Gradbalken stehen Gradsparren, die gegen die Dachspitze laufen, wie solches in Fig. 619 näher angegeben ist. Da hier die Mittelsäule fehlt, so treffen die vier Hauptsparren in der Spitze unmittelbar zusammen und fallen die verschiedenen übrigen Gradsparren gegen diese an. Die übrigen Zwischensparren sind Schiftsparren, welche sich an die Gradsparren seitwärts anschmiegen. Um einem Verschieben der Sparren möglichst vorzubeugen, ist über die sechszehn Gradsparren ein starker eiserner Ring gelegt, der auf jeden einzelnen Sparren fest aufgeschraubt wird.

Aus dieser Construction ist ersichtlich, daß die Anwendung des doppelten Hängewerks bei Zeltäckern nicht so zweckmäßig ist, als die solcher Hängewerke, die eine Mittelsäule haben, weil bei jenen die Möglichkeit des Verschiebens nicht so leicht aufzuheben ist als bei diesen.

Eine andere Zeltäckconstruction mit erhöhter Mauer über einem kreisrunden Raum und mit einem dreifachen Hängewerk ist in den Figuren 620 und 621 im Durchschnitte und im Grundriß 621 dargestellt.

Es ist hier ebenfalls ein Balkenkreuz angeordnet, und zwar besteht dasselbe aus zwei verzahnten Balken. Ueber diesen Balken sind zwei dreifache Hängewerke errichtet, die aber eine gemeinschaftliche Mittelsäule haben, welche hier aus vier mit einander verbolzten Hölzern besteht. Damit die beiden Spannriegel der beiden rechtwinklig sich kreuzenden Hängewerke nicht mit einander überschneiden zu werden brauchen, wodurch sie nur im höchsten Grade geschwächt werden würden, so ist der eine Spannriegel hier fast um seine ganze Stärke höher gelegt als der andere, was auch hier ganz ohne Nachtheil geschehen kann, indem man nur den inneren Streben dieses anderen Hängewerks eine etwas flachere Lage zu geben nöthig hat, und zwar in der Art, wie in Fig. 627 näher angedeutet ist, oder indem man, unbeschadet der Stellung der Streben, den Spannriegel etwas senkt, wie in Fig. 620 angedeutet ist.

In die Hauptbalken a, a sind Wechsel b, b eingesetzt. In diese Wechsel sind wieder in jedem Quadranten, und zwar nach dessen Mittellinie, die Stichbalken e, e eingezapft, über welchen dann zwei dreifache Hängewerke errichtet werden, die ebenfalls die schon vorher erwähnte Mittelsäule oder den Mönch gemeinschaftlich haben, so daß in diese Mittelsäule die acht äußeren Streben der vier Hängewerke mit einer Versagung in eine Durchschnittebene eingreifen, wie solches in Fig. 625 nach vergrößertem Maßstabe dargestellt ist, und wo, um ein richtiges Anfallen der einzelnen Streben zu erhalten, die Hängesäule einen achteckigen Querschnitt erhält.

Die äußeren Hängesäulen dieser eben zuletzt erwähnten beiden Zwischenhängewerke können aber hier nicht wohl durch horizontale Spannriegel gestützt werden, sondern sie werden durch schräge Streben gestützt, die mit ihrem unteren Ende mit einer Zapfenversagung in die mittlere Hängesäule eingreifen und

mit ihrem oberen Ende gegen die äußeren doppelten Hängesäulen mit einer Versatzung anfallen, wie in Fig. 626 näher an gegeben ist. Damit diese Streben richtig gegen die mittlere Hängesäule sich stützen, 626 so muß auch hier die Querschnittform der Mittelsäule achteckig werden.

Damit die Stiebalken, auf welche diese zuletzt erwähnten Hängewerke gestellt werden, auch dem von den Streben herrührenden Zuge gehörig widerstehen können, so werden je zwei in eine Richtung fallende Stiebalken mit starken eisernen Schienen verbunden, welche an jene durch mehre Schraubenbolzen befestigt sind.

Die doppelten Hängesäulen sind so weit hinaufgeführt, daß durch sie der Dachrahmen unmittelbar unterstügt wird.

In die Wechsel *b* sind ferner zur Ausfüllung der Balkenlage die Stiebalken *d, d, d* eingezapft; da aber diese Wechsel durch das Einzapfen der vielen Stiebalken sehr bedeutend geschwächt werden, und überdies die Zwischenbalken in der frei liegenden Weite, wie hier angenommen, sich nicht würden gehörig tragen können, so sind die Träger *e, e* angeordnet, welche hier aus einfachen, aber starken Hölzern bestehen, die mit ihren Enden auf den Schenkeln des Hauptbalkenkreuzes ruhen und woran die sämtlichen Zwischenbalken mit Schraubenbolzen angehängt sind.

Ferner sind außerhalb der doppelten Hängesäulen, und zwar von Hängesäule zu Hängesäule, verzahnte Träger *l, l* gelegt, die zusammen einen Rahmen in Form eines Achtecks bilden. An diese verzahnten Träger sind die Zwischenbalken *d, d, d* wieder mit Schraubenbolzen angehängt.

Auf diese Träger sind in der Mitte zwischen je zwei Hängesäulen Ständer aufgestellt, die den oberen Dachrahmen, welcher von den Hängesäulen unterstügt wird, ebenfalls unterstützen und ferner es zulässig machen, daß dieser Dachrahmen die Form eines Sechszehneckes erhalten kann, indem nunmehr die einzelnen Hölzer dieses Rahmens über jedem Ständer und jeder Hängesäule gestoßen werden.

In die Zwischenbalken *d, d* sind zur weiteren Ausfüllung der Balkenlage noch kleine Wechsel *g, g* eingesetzt, in welche dann die kürzeren Stiebalken *h, h* eingezapft werden.

Auf den Hauptbalken, so wie auf den sämtlichen Hauptzwischenbalken stehen unmittelbar hinter der erhöhten Ringmauer die Ständer *i, i, i*, welche den unteren Dachrahmen tragen.

Die acht Hauptsparren über den Hängewerken sind oben in die höher geführte mittlere Hängesäule eingezapft und ferner zwischen je zwei dieser Sparren in der Mitte derselben jedesmal der mittlere Sparren bis zur Hängesäule hinaufgeführt, wie aus den Figuren 622 und 623 deutlich ersicht- 622 lich ist. In diese Sparren sind dann in geringer Entfernung von der Mittelsäule kurze Wechsel ein- 623 gesetzt, in welche wieder die mittleren Zwischen Sparren eingesetzt sind. Endlich ist noch einmal eine solche Auswechslung der Sparren weiter abwärts angeordnet. Wollte man die Sparren sämtlich bis oben hinaufführen, so müßten bei der großen Menge, welche hier in der Spitze zusammenlaufen würden, die Sparren auf einer sehr bedeutenden Länge oben von beiden Seiten zugespitzt werden. Sie würden alsdann zwar geschlossen an einander liegen, es würden aber außer den acht bis gegen die Hängesäule geführten Hauptsparren die sämtlichen übrigen Sparren oberhalb des oberen Dachrahmens keine genügende Unterstüzung mehr erhalten.

Der über jedem Wandständer liegende Sparren erhält noch ein schräges Band, welches in den Sparren und in den Ständer mit Versatzung eingesetzt wird, wie in Fig. 620 angedeutet. Hierdurch wird der Schub der Sparren nach Außen schon sehr wesentlich vermindert. Um denselben aber noch mehr zu vermindern, so ist über die Sparren ein starker eiserner Ring gelegt, der bis über die oberste Auswechslung der Sparren hinüberreicht und mit den einzelnen Sparren durch Schraubenbolzen verbunden wird. Diese Anordnung ist in Fig. 622 angedeutet.

In Fig. 624 ist *a* ein Sparren von Oben gesehen; *b* ein abgewechselter Sparren von der Seite, *c* ein Wechsel von der Seite und *d* derselbe von Oben gesehen.

Zu bemerken ist hier noch, daß die linke Hälfte der Fig. 620 die über den Wandständern liegenden Sparren mit angebrachten Winkelbändern entwickelt zeigt.

In den Figuren 628 und 629 ist die Construction eines Zeltbaches über einem achteckigen Raum 628 im Durchschnitt und im Grundriß dargestellt. 629

Es ist auch hier ein Balkenkreuz angeordnet, und zwar besteht dasselbe hier ebenfalls aus zwei sich rechtwinklig kreuzenden verzahnten Balken, wovon jeder zwei einander gegenüber liegende Eckpunkte des Achtecks verbindet. Ueber dieses Balkenkreuz sind zwei dreifache Hängewerke errichtet, die

ebenfalls, wie schon beim vorigen Beispiele erwähnt, eine gemeinschaftliche mittlere Hängesäule haben. Diese mittlere Hängesäule ist auch, wie bei obigem Beispiele, aus vier Hölzern zusammengesetzt, die mit einander verbolzt sind.

Um auch hier das Verschwächen der beiden sich ebenfalls rechtwinklig kreuzenden Spannriegel der inneren doppelten Hängeböcke zu vermeiden, so ist die Anordnung in derselben Weise getroffen, wie schon oben weiter ausgeführt wurde, und zwar so, daß der eine Spannriegel um seine ganze Holzdicke niedriger gelegt ist, als der andere, wie aus Fig. 628 zu ersehen ist.

Zwischen dem Hauptbalkenkreuz *aa bb* sind übereck die kurzen Wechsel *c, c* eingesetzt und in diese dann die Hauptstichbalken *d, d* eingezapft. Je zwei in eine Richtung fallende Stichbalken sind unter sich wieder durch starke eiserne Schienen fest mit einander verankert. Ueber diese in der Verlängerung sich rechtwinklig kreuzenden Hauptstichbalken sind wieder zwei dreifache Hängewerke errichtet, welche die schon vorhandene Mittelsäule ebenfalls als Hängesäule haben. Statt der zu den inneren Hängeböcken erforderlichen Spannriegel sind hier schräge Bänder angeordnet, welche in die mittlere Hängesäule stark versagt sind und oberhalb mit einer Versagung jedesmal gegen die bezügliche Hängesäule anfallen, wie solches auch bereits beim vorigen Beispiele näher angeführt wurde. Diese Anordnung ist aus Fig. 628 zu ersehen und in Fig. 631 noch besonders angedeutet.

Ehe wir nun zur weiteren Beschreibung der Anordnung des Daches gehen, soll hier erst noch die Anordnung der Balkenlage näher beschrieben werden.

Wie aus der Zeichnung leicht ersichtlich, sind die Zwischenbalken, welche mit ihren äußeren Enden auf der Umfangsmauer ruhen, theils in die Hauptbalken, theils in die Hauptstichbalken und in die eingelegten Wechsel eingezapft. Um nun diese Zwischenbalken zu unterstützen, sind zwischen den äußeren Hängesäulen und der Ringmauer Träger gelegt, welche einen achteckigen Rahmen bilden, der über einem Hauptbalken oder über einem Hauptstichbalken jedesmal zusammengestoßen ist, und wo dann die zusammengestoßenen Hölzer noch durch starke eiserne Klammern zusammen verbunden sind. An diesen Trägerfranz *f* sind die Zwischenbalken mittelst Hängebolzen oder Hängeeisen angehängt.

Zwischen den äußeren Hängesäulen und der mittleren Hängesäule ist ein zweiter Rahmen *g* gelegt, welcher ebenfalls über jedem Hauptbalken oder Hauptstichbalken zusammengestoßen ist. Ein Anhängen der Balken an diesen Rahmen ist nicht erforderlich, sondern es dient derselbe dazu, um die Unterstützungshölzer des Daches zu tragen. Endlich ist noch ein dritter Trägerrahmen *h* angeordnet, welcher viereckig ist und mit seinen Ecken auf den Schenkeln des Hauptbalkenkreuzes ruht. An diesen Rahmen sind die in die Wechsel eingezapften Hauptstichbalken und Zwischenbalken nochmals angehängt, welche Anordnung aus dem Grunde zu empfehlen ist, weil dann die einzuzapfenden Balkenhölzer keine starke Brüstungen an ihren Zapfenenden zu erhalten brauchen, indem sie, durch Schraubenbolzen oder Hängeeisen an diese Träger *h* angehängt, wirksamer unterstützt werden, als dieses durch die Verzäpfungen hätte erhalten werden können.

Das Hauptbalkenkreuz ist in der Mitte an die Mittelsäule durch Hängeeisen stark befestigt; außerdem sind auch mit den übrigen Hängesäulen die Hauptbalken und Hauptstichbalken durch Hängeeisen verbunden.

Was die Anordnung des Daches betrifft, so sind die äußeren Streben der verschiedenen Hängewerke hier gleichzeitig die Hauptsparren. In diese Hauptsparren sind oberhalb der horizontalen Spannriegel Kehlbalcken eingesetzt, welche bis zur mittleren Hängesäule gehen und in diese verzapft sind, wie ⁶³¹ aus den Figuren 631 und 632 noch näher ersichtlich ist. Zur Unterstützung dieser Kehlbalcken ist ein ⁶³² achteckiger Rahmen angeordnet, welcher mit dem oberen Spannriegel in einer Ebene liegt; da, wo derselbe mit ihm zusammentrifft, sind die Hölzer mittelst eiserner Bügel mit demselben verbunden und nur soweit darin verzapft, als erforderlich ist, um ein Verschieben zu verhindern. Die Hölzer dieses Rahmen stoßen nicht über einem der Hauptbalken oder Hauptstichbalken zusammen, sondern in der Mitte der Zwischenfelder, wo sie durch Ständer *n* unterstützt werden, die auf dem oben erwähnten Trägerrahmen *g* stehen (Fig. 628 und 629). Zur besseren Unterstützung dieser Ständer sind dieselben noch mit Fußstreben versehen, die sowohl in die Ständer, als auch in die unteren Rahmhölzer, mit Versagungen eingezapft sind. Dieser obere Rahmen wird aber auch noch durch den unteren Spannriegel des einen doppelten Hängewerks unterstützt (Fig. 632).

Zwischen die erwähnten Kehlbalcken sind Wechsel eingesetzt, wie aus der unteren Hälfte der Figur

629 ersichtlich ist, und in diese Wechsel, so wie auch in die Hauptkehlbalken, sind die Kehlbalcken der Zwischensparren eingezapft, welche durch den oben beschriebenen Rahmen m ebenfalls unterstützt werden.

Die Zwischensparren sind alle Schiftparren, welche sich an die Haupt- oder Gradsparren seitwärts anschmiegen.

In Fig. 630 ist angedeutet, wie die bis zur mittleren Säule hinaufgeführten Sparren mit den 630 Hauptsparren zusammentreffen.

Eine weitere Beschreibung dieser Construction ist hier nicht erforderlich, indem die Anordnung nach dem Bisherigen und aus den beigelegten Figuren hinreichend deutlich wird.

In den Figuren 633 und 634 ist ein zeltförmiges Dach im Durchschnitt und im Grundriß 633 dargestellt, bei welchem keine durchgehende Balken, wie bei den vorhergehenden Fällen, angeordnet sind. 634

Es liegt hier auf der Ringmauer ein dreifacher Bohlenkranz a, a, welcher, je nach der Größe des Durchmessers, aus 2½ bis 3 Zoll starken Bohlen angefertigt wird. Dieser Bohlenkranz wird mit der Mauer fest verankert.

Auf diesem Bohlenkranze ruhen die geradlinigen Sparren b, b, welche gegen die Mitte zusammenlaufen und oberhalb ebenfalls wieder in einen dreifachen Bohlenkranz c, c, der jedoch schwächer als der untere ist, eingreifen.

In diesem oberen Kranze c, c liegt ein horizontales Kreuz d, d, in welchem die Zwischenfelder noch durch kleine Stichbalken verkleinert werden können, wo dann dieses Sterngebälk von Unten verschalt wird und so den Spiegel der unteren Decke bildet, welche hier als kreisrunde ebene Fläche erscheinen wird. Ueber diesem oberen Kranze c, c stehen die Sparren g, g, welche in die Mittelsäule h eingreifen und so das Ganze schließen.

Die innere Fläche der Sparren wird verschalt, um die Decke des Raumes zu bilden.

In Fig. 636 ist die Anordnung des Bohlenkranzes nach vergrößertem Maßstabe dargestellt. 636

Da auf der Festigkeit und Unverschiebbarkeit dieses Kranzes die ganze Dauer des Daches beruht, so wird derselbe etwa alle 6 bis 8 Fuß durch eiserne Anker mit dem Mauerwerk verbunden, wodurch zunächst ein Verschieben des Kranzes verhindert wird. Was die Festigkeit des Kranzes betrifft, so wird diese am sichersten erhalten, wenn man den Bohlenkranz äußerlich mit einem eisernen Reif umschließt und diesen durch eiserne umgelegte Bügel mit dem Kranze fest verbindet, wie solches auch in der Figur angedeutet ist. Diese Anordnung erscheint hier um so nothwendiger, weil die Sparren eine sehr flache Lage erhalten und in Folge dessen auch einen bedeutenderen Sparrenschub ausüben; es muß daher der Bohlenkranz selbst durchaus fest gespannt sein, und ist dieses durch einen umgelegten eisernen Ring geschehen, so hat die innere Holzfüterung hinreichende Steifigkeit, um dem Drucke der Sparren zu widerstehen und ein Herausdrängen einzelner Stellen zu verhindern.

Da hier die Sparren von der äußeren Kante des Kranzes zurückstehen, so ist zur Ausgleichung der Dachfläche die Anordnung von Aufschieblingen erforderlich, was hier auch ohne allen Nachtheil stattfinden kann, indem dieselben dicht auf den Sparren liegen und somit eine Auffütterung derselben bilden.

Um das Hirnholz des Kranzes gegen äußere Einwirkungen zu schützen, so ist vor der äußeren Fläche desselben eine verticale Bretterverkleidung angeordnet, welche, ebenso wie die ganze Dachfläche und das Gesims, bei der Eindeckung mit Metall bekleidet wird.

Fig. 635 zeigt die obere Verbindung derselben Construction nach vergrößertem Maßstabe. b ist 635 der von Unten heraufgehende Sparren, welcher gegen den oberen Bohlenkranz c sich stützt. Um hier ein Ausweichen der Sparren zu verhindern, ist um den Kranz bei jedem Sparren ein eiserner Bügel gelegt, dessen Schenkel an den Sparren heruntergehen und mit starken eisernen Nägeln an denselben befestigt sind.

Um ein Verschieben dieses Kranzes zu verhindern, ist das horizontale, in einander geblattete Kreuz d, d in denselben eingesetzt. Dieses Kreuz wird in der Mitte aber wieder an die mittlere Säule durch Hängeeisen verbunden, damit dasselbe nicht weiter durchbiegen kann. Die Säule wird durch die oberen Sparren g, welche sich mit ihren unteren Enden gegen den Kranz c stützen, in der Schwebe gehalten. Von diesen Sparren greifen jedoch nur 4 Sparren, welche mit den Kreuzarmen jedesmal in einer Verticalebene liegen, in die Mittelsäule; die übrigen dazwischen liegenden Sparren werden wie gewöhnliche Schifter zwischen den vier Hauptsparren angeordnet.

637 In Fig. 637 ist noch eine andere Verbindung der unteren Sparren mit dem unteren Bohlenfranze dargestellt. Es sind hier die Sparren auf den Bohlenfranz nur aufgeklauet. Damit aber die Sparren sich nicht verschieben können, sind eiserne Bänder, $1\frac{1}{2}$ Zoll breit und etwa $\frac{1}{2}$ Zoll stark, um den Sparren sowohl, als auch um den Bohlenfranz gelegt und mit starken eisernen Nägeln an beide befestigt. Diese Eisenverbindung wird bei jedem Sparren angewendet. Um ferner den Bohlenfranz mit dem Mauerwerke zu verbinden, gehen bei jedem dritten Sparren von den eisernen Bändern eiserne Anker mit Quersplinten senkrecht herunter und etwa 3 Fuß tief in das Mauerwerk hinein.

Ein Paar sehr interessante Constructionen von Zeltbächern, die der Zeitschrift für Bauwesen ent- Taf. 56 A nommen sind, sind auf Tafel 56 A dargestellt.

1-5 In den Figuren 1—5 ist die Construction des Circus in Berlin dargestellt, welcher aber nicht mehr vorhanden ist, sondern bei einer Feuersbrunst niederbrannte. Nichts desto weniger soll die Construction hier mitgetheilt werden, zumal dieselbe in ihrer Anordnung sich sehr zweckmäßig für solche Gebäude eignet, die nicht für längere Zeit dienen sollen, deren Zweck also nur ein momentaner ist.

Es heißt in der oben angegebenen Zeitschrift:

Das Gebäude ist wie folgt ausgeführt:

Der gute Baugrund in der Gegend, wo das Gebäude ausgeführt gewesen, liegt 24 bis 30 Fuß tief unter der Oberfläche, darüber Torf und aufgeschütteter Boden. Als Fundament des Ganzen sind deshalb in den 16 Ecken der äußeren Wand und unter den 16 inneren Säulenstielen (zusammen 32) starke Pfähle P und P' bis zu hinreichender Festigkeit eingerammt. Ueber diese sind in der gewöhnlichen Weise zuerst die Grundschweller x gelegt, darüber die Diagonalschweller v (Fig. 1 A) und in diese die Stiele S und S' eingesetzt, die durch die Rähme R, die Spannriegel U, die Balken W und die Kopfbänder V verbunden sind. Ueber diesem Gebälk sind die 16 Pultdächer aufgesetzt, von welchen jedes den Raum zwischen zwei äußeren und inneren zusammengehörigen Stielen überdeckt und welches aus den in die Balken W versagten Bockstreben B, den Kopfbändern C, den Rähmen A und den darüber gelegten Sparren besteht. Durch Stiele S'', welche über den Stielen S' in die Balken W eingesetzt sind, mit den Rähmen H darüber und den schrägen Zangen E und F, von denen E einfache und F doppelte sind, und endlich durch die Hängebolzen K, werden die Deckenbalken I getragen, welche den oberen horizontalen Abschluß des inneren Raumes darstellen, indem gegen dieselben die obere Deckenschalung befestigt ist und sie selbst mit dem in der Mitte befindlichen Ring L, welcher in Fig. 3 besonders dargestellt ist, mittelst eiserner Zugbänder verbunden sind.

Der Raum über diesem Gebälk ist mit einem Zeltbache überdeckt, dessen Construction aus Fig. 1 näher ersichtlich ist. Der Kaiserstiel desselben ist über dem Gebälk abgeschnitten, auf einer Seite geschligt, und trägt den weiter herabreichenden Hängebolzen M, welcher bis zu der punktirten Höhe hineinreicht und in demselben mittelst durchgesteckter Bolzen befestigt ist. Auf diesen Hängebolzen sind von Unten zwei rechtwinklig sich kreuzende, in der Mitte flach geschmiedete und durchbohrte Zugbänder N Fig. 1 und 3 aufgestreift und durch eine breite, unten vorgeschraubte Mutter getragen, durch welche zugleich die Verbandstücke des Daches fest gegen einander zu ziehen sind.

Vom Kaiserstiel herab hängen vier eiserne Bänder x (Fig. 1 und 3), welche den oben erwähnten Ring L tragen, und Fig. 4 zeigt noch, wie diese Bänder den Ring umfassen, und wie die oben erwähnten Zugbänder mit ihrem einen Ende um den Ring gebogen und durch aufgestreifte kleine Ringe gegen Aufbiegen gesichert sind; am anderen Ende sind sie flach geschmiedet und mittelst Nase und Bolzen an den Balken befestigt.

Es bleibt hierbei in der Mitte ein freier Raum, welcher mit einem aus Latten gebildeten Stern überdeckt und, damit nicht Unreinigkeiten herunterfallen, mit einem Netz überhangen ist.

Die Deckenbalken I, so wie die Bänder F, waren verschalt, und diese Verschalung war bis zu dem Spannriegel U heruntergeführt.

Damit die ganze Last des Gebäudes auf die 32 festfundirten Punkte zurückgeführt werde, ist die Last des oberen Zeltbaches von den Stielen S'' vermöge der Zangen E und F theilweise auf die Balken W, von da aber auf die Stiele S und S', also auf die Grundpfähle P und P' übertragen.

Die Bockstreben unter den Sitzlagern sind möglichst über den unterstützten Punkten der Diagonalschweller eingesetzt (Fig. 1 A); die Außenwände des Circus sind sämmtlich gesprengt, und so ruht die ganze Last auf jenen 32 Grundpfählen, nur der geringe Theil ausgenommen, welcher noch auf

den vorderen Theil der Diagonalschwellen trifft; doch bieten hier die Lagerhölzer w hinreichende Sicherheit.

Fig. 2 zeigt die Ansicht eines Theils des Pultdaches von Oben.

Fig. 5 und 5 A zeigen die Anordnungen von Eichen. —

Ebenfalls sehr interessant ist die in den Figuren 7—12 dargestellte Dachconstruction des Circus Taf. 56 A Napoléon auf dem Boulevard des Filles du Calvaire zu Paris. 7-12

Der Grundriß des Gebäudes zeigt ein regelmäßiges Zwanzigeck, welches zwischen den entsprechenden Seiten eine lichte Weite von circa 126 Fuß Rheinl. hat.

Das darüber hergestellte Dach, welches ein Zeltdach ist, bildet in seiner sinnreichen Construction ein in sich festes Ganzes, gleichsam einen großen Deckel, welcher auf das Gebäude gelegt ist und, ohne Seitenschub zu üben, die Umfassungsmauern nur durch sein Gewicht belastet und so die verhältnißmäßig geringe Stärke derselben möglich macht.

Die einzelnen Binder bestehen, wie aus Fig. 7 ersichtlich, aus hohlen Balken, deren Verbindung durch verticale Hölzer und dazwischen eingefeste Kreuzverbindungen hergestellt ist. Die Langhölzer, so wie auch die Verbindungshölzer, sind hier doppelt, mit Ausnahme der eingefesteten Kreuze, welche hier aus einfachen Hölzern bestehen, mit den übrigen Hölzern aber überschnitten sind. Diese Kreuzstreben stützen sich aber auch wieder gegen dazwischen gelegte Hölzer, die die Richtung der Langhölzer haben und in denselben durch punktirte Linien angedeutet sind.

Diese Hauptbinder stützen sich oberhalb gegen die Laterne und am unteren Ende in einen auf der Mauer liegenden eisernen Kranz, welcher Kranz wieder aus einzelnen Bändern besteht, welche von Ecke zu Ecke längs jeder Seite des Zwanzigecks reichen und hier fest mit einander verbunden sind, und zwar in der Art, daß diese Bänder an ihren Enden verstärkt sind, und einen Haken bilden. Die Verbandschienen, welche über diese Bänder gelegt, sind ebenfalls mit einem solchen Haken versehen. Ueber diese und über die Bänder (Schienen) sind vier starke eiserne Ringe geschoben und dann in die Zwischenräume zwischen zwei Haken eiserne Keile eingeschoben, durch deren Antreiben das feste Anziehen der Hauptschienen bewirkt wurde.

Der eiserne Kranz besteht aus zwei solchen Schienenreihen, welche in gleicher Weise verbunden sind.

Zwischen je zwei Bindern sind zur Herstellung der Dachflächen leichte Sprengwerke aufgestellt, auf deren obere Fellen die Sparren gelegt sind.

Fig. 7 zeigt die Hauptansicht des Binders, und zwar so, daß man winkelrecht darauf sieht und die Mauer mit den darauf liegenden Verbandstücken gleichfalls winkelrecht durchschnitten ist.

Fig. 8 A zeigt die Ansicht des Dachverbandes von Oben, und zwar in ihrer ganzen Länge; Fig. 8 B zeigt die Ansicht desselben, wenn man sich die obere Bedeckung wegdenkt, so daß man also die unteren Deckenhölzer zu sehen bekommt.

Fig. 9 giebt den Querverband des Dachwerks zwischen den einzelnen Bindern bei c (Fig. 8).

Fig. 10 zeigt den Verband nach der Schnittlinie a b (Fig. 7) und Fig. 11 den Verband in einer Ecke des Zwanzigecks, und zwar als Ansicht von Außen.

Die einzelnen Verbandstücke des oberen Theils des Binders, wo die Laterne auf demselben steht, sind in Fig. 12 nach doppeltem Maßstabe und mit Seitenansicht gezeichnet, wodurch die Art des Verbandes an dieser Stelle deutlicher und verständlich wird.

Man findet sonst in Werken über Zimmerkunst auch einzelne Beispiele von Zeltdächern angegeben, wo die Zahl der Hängesäulen vermehrt ist, so daß anstatt dreifacher Hängewerke, wie wir angegeben haben, man fünffache Hängewerke angeordnet findet. Wir würden die Anzahl der Hängesäulen niemals über drei vermehren und demnach auch nicht größere als dreifache Hängewerke anordnen; denn vermehrt man die Anzahl der Hängesäulen, so entsteht auch nothwendig eine größere Anzahl von Streben und Spannriegeln. Es lassen sich aber in solchem Falle die erforderlichen Spannriegel nicht sämmtlich in einer Länge durchreichend anordnen, und am allerwenigsten in einer Ebene. Es würde dann nothwendig werden, daß außer zwei Spannriegeln, welche durchreichen können, die übrigen Spannriegel in die mittlere Hängesäule eingefest werden müßten. Hierdurch würde aber die nothwendige Kraft, welche eine solche Construction haben muß, um einem Durchdrücken zu widerstehen, von vornherein schon verloren gehen, denn das Hirnholz der gegen die mittlere Hängesäule gestoßenen Spannriegel würde sich in das Langholz der Hängesäule eindrücken, und außerdem würde auch, weil

der Spannriegel aus zwei Stücken besteht, in der Mitte ein Punkt vorhanden sein, welcher, wenn auch nur in geringerem Grade, bei irgend einer Belastung in Bewegung gerathen würde, und würde bei dieser Anordnung, je nachdem die Belastung auf einer oder der anderen Seite eine Wirkung ausübte, hierdurch eine Seite immer eine Bewegung erleiden. Außerdem würde aber eine solche Construction zu sehr complicirt werden, und schon von diesem Gesichtspunkte aus würde dieselbe nicht zu empfehlen sein, und zwar um so weniger, da das zuletzt beschriebene Beispiel uns gezeigt hat, daß man mit einfacheren Mitteln noch bedeutend größere Zeltdächer herstellen kann, als wir mittelst Anordnung von Hängewerken dazu im Stande sein würden. Auch selbst bei kleineren Zeltdächern wird sich dieses Princip vortheilhaft anwenden lassen.

Ehe wir zu der Beschreibung der größeren Hängewerke übergehen, sollen vorab die Anwendung des Laves'schen Systems zu Dächern, so wie diejenigen Constructionen näher angeführt werden, bei welchen das Eisen in größeren Massen angewendet wurde.

Vierzehntes Capitel.

§ 49.

Anwendung des Laves'schen Systems zu Dachconstructionen.

In § 19 wurde bereits das Nöthige über die Anordnung und Herstellung der linsenförmigen Träger gesagt, und bleibt hier nur noch die Anwendung dieses Systems zu Dachconstructionen zu erwähnen übrig.

Schon dort ist weiter ausgeführt, daß bei diesem Systeme die Tragfähigkeit nicht so sehr von der Stärke der zu verwendenden Hölzer abhängt, als vielmehr von der Unverschiebbarkeit der Verbindung der Balkenenden und von der Elasticität der Hölzer. So lange nun das Holz frisch ist und seine vollständige Elasticität behält, vorausgesetzt, daß beim Einbiegen der Hölzer diese Gränze nicht überschritten ist, wird nicht leicht ein Verschieben der Verbindung, sobald diese gehörig gesichert ist, und eben so wenig ein nachtheiliges Nachgeben stattfinden. Dieses hört aber auf, sobald die Verbindung der unmittelbaren Einwirkung der äußeren Witterung entzogen ist, indem dann das Holz eintrocknet und die bis dahin festschließende Verbindung an den Enden sich öffnet und somit ein Ueberschieben der Hölzer erfolgt. Durch das Eintrocknen geht aber auch ein großer Theil der Elasticität des Holzes verloren; das Holz wird spröder und zum Bruche weit mehr geneigt.

Diese Nachtheile sind es wohl zunächst, welche eine weitverbreitete Anwendung dieses Systems verhindert haben. Ferner kommt aber auch noch der Umstand hinzu, daß bei Anwendung solcher linsenförmiger Träger sehr bedeutende Auffütterungen zur Herstellung ebener oder wagerechter Flächen erforderlich sind, die, je nach der Ausdehnung, immer verhältnißmäßig einen sehr bedeutenden Kostenaufwand nöthig machen, so daß also der Zweck, Herstellung einer vereinfachten Verbindung, hier ganz verfehlt wird. Es hat daher dieses System auch im Ganzen nur sehr wenig Anwendung gefunden. Am meisten ist dasselbe noch im Königreiche Hannover angewendet, indem daselbst mehrere Dächer und Brücken nach diesem System ausgeführt wurden, ohne aber weitere Nachahmung zu finden. Auch in Leipzig sind einige Dächer nach diesem Systeme ausgeführt worden.

Einige dieser Constructionen sollen in Folgendem näher mitgetheilt werden.

581.582 In den Figuren 581 und 582 ist die Ueberdeckung eines Gasometers der Gasbeleuchtungsanstalt zu Leipzig im Querdurchschnitt und nach vergrößertem Maßstabe im diagonalen Durchschnitt dargestellt. *)

*) Förster's Bauzeitung, Jahrgang 1840.

Das Gebäude hat $49\frac{1}{2}$ Fuß im Quadrat und besteht aus Fachwerk, dessen Holzwerk äußerlich auf eine halbe Ziegellänge verblendet ist, wornach dann die Fachhausmauerung eine Ziegellänge oder 12 Zoll Stärke erhielt, welche Art und Weise der Herstellung der äußeren Wände aber keineswegs zu empfehlen ist, weil das Holz hier um so leichter verfaulen kann.

Querüber durch die Mitte wurde auf den beiden gegenüber liegenden Wänden ein Träger angeordnet, der aus zwei im Mittel 22 Zoll gesprengten, an den Enden mit einander verzahnten fichternen Hölzern von 12 Zoll quadratischem Querschnitte bestand. Derselbe wurde an jedem Ende mit zwei eisernen Zugbändern gebunden und erhielt an der Auflage ein verstärkendes Jochstück und einen Träger mit der Wandsäule verbindendes Band a. Die dazwischen gelegten Keile b, b wurden der Länge nach durchbohrt und durch diese und durch die Langhölzer eiserne Schraubenbolzen gesteckt und festgeschraubt. Die Spreizhölzer c, c wurden von beiden Seiten eingeschnitten und genagelt. Da die Gradsparrn bei ihrer bedeutenden Länge von etwa $37\frac{1}{2}$ Fuß die Belastung der Schifsparrn und so zum Theil auch die des Deckmaterials erhalten, so wurden dieselben aus einem Fuß hohen Hölzern ebenfalls gesprengt und die obere Curve durch schwache Futterhölzer in die Dachflucht gebracht (s. Fig. 582).

In den Figuren 583—585 ist die Dachverbindung des Exercierhauses zu Leipzig dargestellt. *) 583-585

Das Gebäude hat eine Länge von 160 Fuß und eine Tiefe von 48 Fuß; die äußeren Wände sind von Fachwerk hergestellt, aber nicht, wie beim vorigen Beispiele angegeben, mit Ziegelmauerwerk verblendet.

Die Frontwände erhielten unter jedem zweiten Binderbalken eine Verstrebung mittelst einer auf einer Ankerschwelle nach dem Innern des Gebäudes hereingesetzten Säule, welche durch Verriegelung und mittelst des überblatteten Sturmbandes e (Fig. 583) Wand- und Dachwerk verbindet.

Die Giebelwandbalken abgerechnet, sind 15 Binderbalken angeordnet, welche die Frontwände verankern und nach jenem Systeme gesprengt sind. Diese haben bei einer freien Lage von 47 Fuß nicht allein ihrem eigenen Gewichte zu widerstehen, sondern auch als Stützpunkte der Dachsetten oder Sparrenträger die Last der ganzen Bedachung zu tragen.

Zu den gesprengten Balken wurden gerade gewachsene fichtene und tannene Stämme, gehauen von 9 Zoll Breite und 10 Zoll Höhe, ausgesucht. Die Länge beträgt 49 Fuß, damit der Balkenkopf auf jeder Seite $\frac{1}{2}$ Fuß vor den Wandsäulen hervorstehen konnte. Von der Balkenhöhe von 10 Zoll wurde die größere Hälfte, $5\frac{3}{8}$ Zoll, für die obere Curve bestimmt, alsdann 4 Fuß vom Balkenende herein zur Schnittlinie ein Loch vorgebohrt, zur Verhütung des Nachspaltens 4 Fuß 3 Zoll vom Balkenende oder 3 Zoll in den Schnitt herein ein Zugband von $2\frac{1}{2}$ Zoll breitem und $\frac{1}{2}$ Zoll starkem Eisen durch Keile fest angetrieben und alsdann zu der Sprengung geschritten, welche hier 18 Zoll oder circa $\frac{1}{27}$ der Schnittlänge beträgt.

Es heißt daselbst in Bezug auf die weitere Bearbeitung der Hölzer:

Man schlägt im Mittel des Balkens einen Holzkeil in den Schnitt, von einer Stärke, daß man auf jeder Seite eine Zugwinde einsetzen kann, und windet nun allmählig die beiden Curven auseinander, indem man als Beihülfe die Keile f (Fig. 584) zugleich mit nachrückt. Obgleich die Zugbänder, den Schnitt zusammenspannend, das Bestreben nach weiterer Spaltung aufheben, so ist es doch anzurathen, jenen Keilen f noch einen Schraubenbolzen von beiläufig $\frac{3}{4}$ Zoll Eisenstärke zu geben und hierdurch den Zugbändern zu Hülfe zu kommen. Die übrigen Spreizstücke, welche zugleich zum Theil die Stützen der Sparren oder Setten sind, erhielten eine Stärke von 6 Zoll bei 5 Zoll Breite und sind zu beiden Seiten des Balkens angelegt und 3 Zoll mit demselben überschnitten.

Um jedes Ausweichen zu verhüten, werden sie durch halbzöllige schwache Schraubenbolzen verbunden.

Die Annahme, daß durch die umgelegten Zugbänder das Bestreben nach weiterer Spaltung aufgehoben werde, ist nicht so unbedingt richtig, wie hier gesagt ist, indem dabei zweierlei Umstände, die hier in allen Fällen stattfinden, als gar nicht vorhanden vorausgesetzt oder doch in keiner Weise weiter berücksichtigt sind. Erstlich findet bei dem Auseinanderspizen ganz unbedingt ein starkes Einkneifen des Eisens in das Holz Statt. Die Kraft, mit welcher das Holz auseinander gespreizt wird,

*) Förster's Bauzeitung, Jahrgang 1840.

und dieser entgegengesetzt derjenige Widerstand, welchen das umgelegte Zugband einem Aufspalten des Holzes entgegensezt, bewirken schon nothwendig ein Einkneifen des Zugbandes in das Holz. Das Zugband soll das Abspalten verhindern; durch das Auseinanderspreizen wird das Holz bis an das Zugband in eine verhältnißmäßig sehr starke Krümmung gezwängt, welche aber hier bei dem Zugbande, wenn auch unter einem sehr großen Winkel, plötzlich in eine andere Richtung übergeht. Die äußeren, dicht unter dem Zugbande liegenden Holzfasern müssen sich hier nothwendig stauchen, dagegen die an der Schnittfläche sich sehr bedeutend ausdehnen, vorausgesetzt, daß die Spaltung verhindert sei. Verhindert nun das Zugband die Spaltung, so ist der Uebergang aus der Curve in die gerade Linie unter dem Bande so kurz, daß die äußerste Gränze bis zum Bruche nicht weit sein kann. Man sieht also, um das Spalten zu verhindern, bringt man bei dieser Anordnung einen andern, eben so bedeutenden Uebelstand hervor. Findet nun dieses Letztere nicht Statt, so muß jedenfalls das Erstere stattfinden trotz der Zugbänder und der bei l angeordneten Schraubenbolzen, zumal wenn erst das Holz anfängt, durch Eintrocknen zu schwinden.

Ferner wird durch das Trennen eines Balkens in seiner Mitte demselben ein sehr großer Theil seiner ursprünglichen Festigkeit genommen. Die Festigkeit und die Elasticität eines Balkens hat hauptsächlich darin ihren Grund, daß die einzelnen Jahresringe des Holzes abgeschlossene, mit den nächstliegenden innig verwachsene cylindrische Körper bilden. Findet nun eine gewaltsame Trennung derselben Statt, so können sie nicht mehr als geschlossene cylindrische Körper Widerstand leisten, und es findet dann, weil Holz kein gleichförmiger Körper ist, sehr leicht eine Trennung dieser Jahresringe Statt, und dieses ist um so eher der Fall, weil der Splint oder die äußere Umgebung stärker schwindet, als der innere Kern.

Man sollte daher bei Anwendung dieses Systems das hier angewendete Verfahren nie zur Ausführung bringen, indem es nur bedeutende Mängel mit sich führt.

586.587 In den Figuren 586 und 587 ist ein Hauptbinder und ein Zwischenbinder einer Reitbahn in Hannover dargestellt.

Hierbei sind die Binder aus zwei in der Mitte bei e gegen einander gestemmten und bei d mit Verzahnung zusammen verbundenen Balken angefertigt. Die beiden auf diese Weise verbundenen Hölzer sind ebenfalls, wie oben angegeben, in der Mitte der Länge nach durchgetrennt und am äußeren Ende durch ein eisernes Zugband zusammengehalten.

Der untere Zugbalken ist hier in der Mitte durch zwei aufgelegte verzahnte Hölzer und durch Schraubenbolzen mit einander verbunden. Diese Anordnung giebt sehr leicht Veranlassung, daß die Construktion schlottrig wird und nachgiebt; ferner bietet sie auch beim Durchbiegen der unteren Curve sehr große Schwierigkeiten dar.

588-591 In den Figuren 588—591 ist die Construktion des Dachwerks des auf dem königlichen Bauhofe in Hannover erbauten Malersaals dargestellt.

Fig. 588 zeigt einen Hauptbinder; Fig. 589 einen Zwischenbinder; Fig. 590 einen Theil des Längendurchschnitts und Fig. 591 einen Theil des Grundrisses.

Die Hauptbinder liegen hier 10 Fuß von Mitte zu Mitte von einander entfernt und jeder einzelne derselben ist aus einem in der Mitte aufgeschnittenen Balken hergestellt. Dieselben werden durch senkrechte Säulen auseinander gehalten, auf welchen zugleich die Träger zur Unterstüzung der, von sehr schwachem Holze geschnittenen Dachsparren ruhen. Das oben Gesagte findet auch hier volle Anwendung.

Daß dieses System, in Holz ausgeführt, nicht zu Dachconstruktionen sich eignet, geht aus Obigem leicht hervor, und dieses hat sich auch schon mehrfach durch die Erfahrung bestätigt, trotzdem daß die Anwendung des Systems in der Art, wie hier beschrieben, noch nicht alt ist. Wir haben daher dieser Construktionen auch nur in der Kürze Erwähnung gethan, was aber vollständig genügt, um die diesem Systeme anhängenden Mängel erkennen zu lassen.

Fünfzehntes Capitel.

Dachconstructionen von Holz und Eisen.

§ 50.

Allgemeines.

Die Anwendung des Eisens in Zimmerwerken in größeren Massen, und zwar in der Weise, daß Hauptverbindungshölzer dadurch ersetzt werden, ist noch nicht alt und gehört jedenfalls mehr der neueren Zeit an, wo, unbeschadet der Festigkeit der Construction, mehr Rücksicht auf Ersparniß genommen wurde. In älteren Zeiten, und namentlich in der letzteren Hälfte des vorigen Jahrhunderts, galt nur dann eine Construction für tüchtig und gut, wenn bei sonstiger zweckmäßiger Zusammenstellung eine große Menge Holz darin verwendet worden. In der neueren Zeit ist man aber davon zurückgekommen, und wurde man theils durch den immer steigenden Holzmangel, theils aber auch durch constructive Rücksichten dazu veranlaßt, einfachere und dabei eben so sichere und zweckmäßige Holzverbindungen herzustellen. Der immer mehr hervortretende Mangel an langen und starken Bauhölzern ist nun wohl Hauptveranlassung gewesen, das Eisen mehr Anwendung beim Bauen finden zu lassen.

Die erste Anwendung, welche vom Eisen gemacht wurde, bestand wohl darin, daß man die hölzernen Balken, welche nach ihrer Längenrichtung einen Zug zu erleiden hatten, durch eiserne Zugstangen ersetzte, wo demnach das Eisen hauptsächlich nur einem Zuge nach seiner Längenrichtung zu widerstehen hatte.

Später wendete man aber auch das Eisen an solchen Stellen an, wo es den Wirkungen des Druckes nach seiner Längenrichtung zu widerstehen hatte, wo also die rückwirkende Festigkeit dieses Materials in Anspruch genommen wurde.

Zu ersterem Zwecke, nämlich was den Widerstand gegen den Zug betrifft, kann selbstredend nur das Schmiedeeisen genügen; wo es dagegen auf rückwirkende Festigkeit ankommt, ist jedenfalls mit größerem Vortheil das Gußeisen anzuwenden.

Ganz von Eisen hergestellte Dachconstructionen wurden schon seit längerer Zeit ausgeführt. Derartige Constructionen sollen hier aber nicht weiter untersucht werden, sondern nur solche, bei denen Holz und Eisen in solchem Verhältnisse verwendet sind, daß die daraus zusammengesetzten Constructionen noch immer unter die Kategorie von Zimmerwerk zu rechnen sind.

Im folgenden § sollen nun verschiedene Constructionen angeführt und näher beschrieben werden, aus denen die Art und Weise der Anwendung des Eisens bei derartigen Zimmerwerks-Constructionen zu entnehmen ist.

§ 51.

Dachconstructionen von Holz und Eisen.

Eine hierher gehörige Dachconstruction ist in den Figuren 554—557 im Duer- und im Längen-⁵⁵⁴⁻⁵⁵⁷durchschnitt dargestellt. Dieselbe ist ausgeführt bei der großen Personenhalle des Bahnhofes der französischen Nordbahn zu Paris.*)

Der ganze Raum, welcher durch die dargestellte Construction bedeckt ist, hat eine Länge von 133,8 Meter und eine Breite von 34,8 Meter.

Der Dachstuhl besteht aus zwei neben einander liegenden Dächern, deren Gebinde in der Mitte des Raumes durch eine Reihe eiserner Säulen getragen werden.

*) Förster's Bauzeitung, Jahrgang 1850.

Wüller, Hauszimmerkunst. I.

Jedes Gebinde besteht aus einem einfachen Hängewerke, dessen Streben in kurzen Balkenenden (doppelt, neben einander liegend, s. Fig. 556, 557) stehen, die auf den Seitenmauern und der inneren Säulenreihe liegen.

Diese doppelten Balkenenden sind, um ein Ausweichen derselben zu verhindern, durch eiserne Zugstangen mit einander verbunden (Fig. 554). Die Streben, welche mit Verfassung in die Balken eingesezt sind, greifen oberhalb in eine einfache Hängesäule, woran wieder eine eiserne Hängestange befestigt ist, welche mit der horizontalen Zugstange verbunden ist und dieselbe trägt, so daß ein Durchbiegen derselben nicht stattfinden kann.

Die Streben der Hängewerke dienen gleichzeitig dazu, die Fetten des Daches zu tragen, und um diesen Streben mehr Stützpunkte in ihrer Mitte zu geben und sie am Durchbiegen zu hindern, sind innerhalb noch besondere Sprengwerke angeordnet, deren untere Bänder ihren Stützpunkt in eisernen, in den Seitenmauern liegenden Consolen haben und in der Mitte gegen den Säulenknäuel sich stützen, welche Stützpunkte aber in gleichem Niveau liegen. Ferner sind die Streben noch durch in die Hängesäulen eingesezte schräge Bänder unterstützt.

Bei den mit Oberlichtern versehenen Gebinden sind die Hängesäulen nach Oben hin verlängert und darauf ein Rahmen verzapft. Ferner sind an den obersten Dachsetten eiserne Schuhe angebracht, welche die von Eisen hergestellten Sprossen des Oberlichtes tragen. Diese Sprossenwände und der mittlere Rahmen tragen das Dach des Oberlichtes, welches hier nur aus einer einfachen Verschalung besteht (Fig. 554).

In Fig. 555 ist der Obertheil des Daches dargestellt, wo keine Oberlichter angebracht sind.

Fig. 557 stellt einen Theil des Längendurchschnitts mit dem Oberlichte dar.

638 Eine einfachere und jedenfalls sehr interessante Construction ist die in den Figuren 638 und
639 639 im Quer- und Längendurchschnitt dargestellte Dachconstruction der Personenhalle auf der Wien-
Gloggnitzer Bahn.

Die Personenhalle, welche den Anfang der Bahnhofsgebäude auf dem Bahnhofe zu Wien bildet, hat eine Länge von 370 Fuß und eine Breite von 85 Fuß 8 Zoll; die ganze Höhe des Gebäudes beträgt 42 Fuß.

Die Dachsparren, welche hier die Fettenträger bilden, stützen sich an ihrem oberen Ende unter einem sehr stumpfen Winkel, wodurch der Seitenschub auf die Mauern jedenfalls sehr bedeutend werden mußte. Um diesen Schub aufzuheben und für die Seitenmauern ganz unschädlich zu machen,
640.642 verband man die drei Eckpunkte des Dachstuhls, welche in gußeisernen Schuhen (Fig. 640 und 642) ruhen, durch schmiedeeiserne Stangen, welche bei a Fig. 638 die Vorrichtung haben, daß sie angezogen oder nachgelassen werden können. Auf diese Weise wurden die Wirkungen des Schubs der Sparren durch sich selbst in's Gleichgewicht gestellt; allein bei der bedeutenden Länge der Sparren und der Last, welche dieselben zu tragen haben, und bei ihren geringen Abmessungen nach der Dicke war man einem Durchbiegen derselben ausgesetzt. Man legte daher an den Punkt, wo die drei Spannreihen sich vereinigen (etwa die Mitte der Höhe von der Firste bis zur Ausgleichung des Gesimses) zwei Spannriegel in einem Abstände von 2 Zoll von einander; diese sind bei b fest mit dem Knotenpunkte der drei eisernen Stangen verbunden und umfassen bei c die Sparren, welche noch $1\frac{1}{2}$ Zoll eingelassen und mit eisernen Schrauben befestigt sind.

Es entsteht hierdurch ein System von Holz und Eisen, bei welchem alle End- und Mittelpunkte unter sich wohl verbunden sind.

640 ^A/_B Fig. 640 A und B zeigt den oberen gußeisernen Schuh im Querschnitt und in der Ansicht von Oben nach vergrößertem Maßstabe.

641 ^A/_B Fig. 641 A und B zeigt die Seitenansicht und den Querdurchschnitt des erwähnten Knotenpunktes bei b.

642 ^A/_B Fig. 642 A und B zeigt den unteren Sparrenschuh im Längen- und Querdurchschnitt.

643 Fig. 643 zeigt die Anordnung der Vorrichtung zum Anziehen und Nachlassen der Zugstangen.

644.645 In den Figuren 644 und 645 ist der Dachstuhl über dem Kesselhause der stehenden Maschine zu Hochdahl (Düsseldorf-Elberfelder Eisenbahn) im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt.

Die beiden Hauptstreben stehen mit ihren Fußenden in gußeisernen Schuhen und streben oben gegen einen gußeisernen Doppelschuh, auf welchem die Firsfette ruht. Die beiden unteren, auf den

Seitenmauern ruhenden Schuhe sind durch eine schmiedeeiserne Stange mit einander verbunden und somit am Ausweichen verhindert. An dem oberen Doppelschuh ist mittelst einer schmiedeeisernen Stange ein ähnlicher Doppelschuh aufgehängt, in welchem sich zwei kleinere Streben, die zur Unterstützung der Hauptstreben dienen, stützen. An diesen unteren Doppelschuh ist die eben erwähnte Zugstange, die zur Verbindung der beiden auf den Mauern ruhenden Schuhe dient, aufgehängt.

Die Entfernung der Binder von einander beträgt hier $17\frac{1}{2}$ Fuß und sind dieselben durch fünf Ketten auf jeder Seite mit einander verbunden.

In Fig. 646 ist die Anordnung des unteren Schuhs im Längendurchschnitt und in Fig. 647 646 in der Ansicht von Oben dargestellt.

Fig. 648 zeigt die Anordnung des oberen Doppelschuhes mit der darauf liegenden Firstfette und 648 der daran befestigten Hängestange. Fig. 649 zeigt die Anordnung des unteren Doppelschuhes. 649

In Fig. 650 ist die Verbindung der unteren Zugstange in ihrer Mitte und mit der Hänge- 650 stange dargestellt.

Diese Construction, bei welcher die lichte Weite 41 Fuß beträgt, ist ebenfalls sehr einfach und daher sehr wohl zu empfehlen, zumal wenn man Rücksicht darauf nimmt, daß bei Veränderung der Temperatur das Eisen ebenfalls einer Veränderung hinsichtlich seiner Länge unterworfen ist. Bei der vorliegenden Construction sind keine derartige Vorkehrungen getroffen, um ein Anziehen oder Nachlassen der unteren Zugstange bewirken zu können, was aber jedenfalls zweckmäßig gewesen wäre und wo dann in jeder Hälfte der Zugstange eine ähnliche Anordnung, wie in Fig. 643 angegeben, hätte angewendet werden können.

Fig. 651 zeigt den Dachverband eines Koks-Schuppens auf der London-Birmingham-Eisenbahn. 651

Es ist hier ein doppeltes Hängewerk angeordnet, jedoch so, daß die beiden Streben und der horizontale Spannriegel sich in gußeisernen Doppelschuhen stützen. Diejenigen Schuhe, in welchen die Streben mit ihren Fußenden stehen, sind ebenfalls von Gußeisen und durch eine schmiedeeiserne Stange mit einander verbunden. Diese Stange besteht aus drei Enden, die an der Stelle der Hängeisen zusammengesetzt sind. Zur Unterstützung der Hängewerkstreben, über welchen die Dachsetten liegen, dienen wieder kürzere Streben von Gußeisen. Diese stützen sich unterwärts in einer Höhlung der Verbindungsplatten der Zugstangen und oberhalb gegen die Strebe in einer zu dem Behufe darunter geschraubten eisernen Platte, so daß bei einer geringen Bewegung des Daches diese Bewegung zwar nicht verhindert werden, jedenfalls aber kein weiteres Durchbiegen der Hängewerkstrebe stattfinden kann.

In Fig. 652 ist die Construction nach vergrößertem Maßstabe dargestellt, und wird daraus das 652 eben Gesagte zur Genüge deutlich, so daß eine weitere Erklärung überflüssig ist. Es muß hier jedoch noch bemerkt werden, daß, um einen Verband nach der Länge zu erhalten, die Verschalungsbretter nicht in horizontaler, sondern nach geneigter Richtung auf die Sparren genagelt sind.

Die Figuren 653 und 654 zeigen die Dachconstruction, welche bei den Magazingebäuden der 653 Docks zu Marseille in Anwendung gekommen sind. 654

Ehe wir jedoch zu der näheren Beschreibung derselben übergehen, wollen wir die in den Figuren 599—605 dargestellten Trägerverbindungen näher beschreiben, weil dieselben bei der Unterstützung der 599-605 einzelnen Balkenlagen und der vorliegenden Dachconstruction angewendet worden sind. *)

Die viereckigen hölzernen Ständer, welche an der Umfassungsmauer sowohl, als inmitten des Gebäudes, mit abnehmender Stärke vom Erdgeschoße an durch alle Stockwerke gehen, sind mit den Unterzügen der Gebälke so combinirt, daß keine verticale Compression derselben, mithin auch keine Senkung der Gebälke nach der Mitte der Gebäude, stattfinden kann. Sie gehen nämlich in einem Stücke je durch zwei Stockwerke, und sind da, wo, der allzu großen Höhe wegen, eine Fuge unvermeidlich ist, mittelst gußeiserner Schuhe auf einander gesetzt (Fig. 603—605). Die Unterzüge liegen nach der Tiefe der Magazine, sind durchgängig doppelt und fassen die Ständer von beiden Seiten, indem sie etwas weniger eingeschnitten und mit denselben verschraubt sind, überdies aber auf einem eisernen Knaufe aufsitzen, der rings in den Ständer eingeschnitten und von beiden Seiten mit demselben verschraubt ist (Fig. 599—602). Quer darüber liegen die Balken, von denen immer zwei von

*) Förster's Bauzeitung, Jahrgang 1841.

beiden Seiten in die Ständer eingeschnitten und, wie die Unterzüge, mit denselben verschraubt sind. Sämmtliche verticale Hölzer haben einen quadratischen, die horizontalen dagegen als Unterzüge und Balken einen bedeutend überhöhten Querschnitt.

Fig. 599 zeigt die Verbindung der Unterzüge und Balken mit einem durchlaufenden Ständer in der Richtung der Tiefe der Magazine, und zwar ist a der Unterzug und b sind die Balken.

Fig. 600 ist dieselbe Verbindung nach der Richtung der Breite und Fig. 601 eine Ansicht dieser Verbindung von Oben. Fig. 602 zeigt die Verschneidung des durchlaufenden Ständers.

Fig. 603 ist eine verticale Verbindung zweier Ständer mittelst gußeisernen Fußes und Schuhs in der Richtung der Breite und Fig. 604 dieselbe Verbindung in der Richtung der Tiefe; Fig. 605 ist eine Ansicht von Oben.

Daß durch diese Anordnung sehr bedeutend an Platz gewonnen wurde, ist einleuchtend, ebenso ist aber auch die Zweckmäßigkeit dieser Anordnung einleuchtend. Bei der Anordnung der gußeisernen Knaufe in der Mitte der durch zwei Stockwerke gehenden Ständer werden dieselben zwar durch das hierzu erforderliche Ausschneiden etwas geschwächt, allein sie werden durch die Verbindungen mittelst der Unterzüge fest in ihrer Stellung erhalten, so daß ein Ausbiegen in der Mitte nicht zu befürchten ist. Ferner haben auch die so freistehenden Theile dieser Ständer im Ganzen nur eine geringe Länge, so daß deren Ausbiegen gar nicht zu befürchten steht.

Diese eben beschriebenen Säulenordnungen sind bis zum Dache fortgesetzt, wie in Fig. 653 ersichtlich. Auf die oberen Enden dieser Ständer oder Säulen sind wieder gußeiserne Schuhe gelegt, in welchen die Hauptsparren des Daches liegen. Um aber diese Sparren nicht aus einem Stücke bestehen lassen zu müssen, sind die gußeisernen Schuhe unter sich und mit dem unteren Balken durch schmiedeeiserne, in den Schuhen verschraubte Stangen verbunden, so daß also diese Eisenconstruktion den Haupttheil der ganzen Anordnung des Daches bildet und die eingelegten Hölzer nur dazu dienen, die Fellen des Daches zu tragen. Die Anordnung der gußeisernen Schuhe geht deutlich aus Fig. 654 hervor, wo die Details dieser Construktion nach vergrößertem Maßstabe dargestellt sind.

655 In Fig. 655 ist der Dachstuhl einer Eisenhütte zu Rostère dargestellt. Hier finden wir wieder die einfachste Anwendung des Eisens, nämlich die Ersetzung der hölzernen Balken durch eiserne Zugstangen.

Die Construktion ist in der That sehr einfach, so daß eine weitere Erklärung derselben überflüssig ist.

656 In Fig. 656 ist die Verbindung der horizontalen Zugstange mit den doppelten Stichbalken nach vergrößertem Maßstabe dargestellt und bezeichnet hier a die bis zur Mauer heruntergeführte untere Strebe.

657 Fig. 657 zeigt den Querschnitt der Dachverbindungen, welche bei dem Passagier-Maschinenhause der Station Camden auf der London-Birmingham-Eisenbahn ausgeführt ist.

Diese Dachverbindung ist aus Holz, Guß- und Schmiedeeisen zusammengesetzt und hat eine Spannweite von etwa 90 Fuß.

Die Hauptsparren und der Brustriegel, welche aus Holz bestehen, bilden zusammen ein Sprengwerk; die einzelnen Hölzer stützen sich nicht unmittelbar gegen einander, sondern sie greifen in gußeiserne Schuhe, so daß überall die Hirnseiten der Hölzer sich gegen Gußeisen lehnen.

Die unteren Schuhe, welche auf den einander gegenüber stehenden Seitenmauern liegen, sind in jedem Binder durch eine doppelte Zugstange, bestehend aus zwei neben einander liegenden schmiedeeisernen Stangen, verbunden. Jede dieser Stangen besteht wieder aus drei Stücken, die unter den 661 beiden Haupthängesäulen zusammengesetzt sind, und zwar in der Art, wie in den Figuren 661 und 661 A nach vergrößertem Maßstabe angedeutet ist und welche Verbindung die bei a in Fig. 657 bezeichnet.

658 In den Figuren 658, 658 A und B ist ein unterer Schuh in der Seitenansicht, in der Vorder- 658 A ansicht und im Grundriß dargestellt.

659 In den Figuren 659 und 659 A ist ein oberer gußeiserner Schuh in der Seitenansicht und in 659 A der Unteransicht nach vergrößertem Maßstabe dargestellt. Dieser Schuh ist von Oben nach Unten durchlocht, und diese cylinderförmige Oeffnung dient zum Durchstecken der schmiedeeisernen Hänge-

stange. An der unteren Seite des Schuhs ist eine Rippe und ein hervorragender Zapfen angegossen, welcher in den Schlis der gußeisernen Strebe eingreift, wo dann beide mittelst eines durchgesteckten und verschraubten Bolzens fest mit einander verbunden werden.

Am unteren Ende der Hängestange befindet sich eine gußeiserne Hülse, durch welche die Hängestange geht und unterwärts verschraubt wird. An dieser Hülse sind nach der Richtung der Zugstangen ebenfalls zwei Zapfen angegossen, welche in die Schlitze der bezüglichen gußeisernen Streben greifen und mit diesen durch Bolzen verbunden werden. Diese Hülse ist von zwei schmiedeeisernen Blättern unterwärts eingeschlossen und durch zwei starke Schrauben damit verbunden. Mit den eben erwähnten schmiedeeisernen Blättern sind dann wieder die Zugstangen mittelst durchgesteckter Keilsplinten verbunden, wie solches in den Figuren 661 und 661 A näher angedeutet ist.

Ueber dem hölzernen Spannriegel (Brustriegel) Fig. 657 liegt ein starker gerippter gußeiserner Träger, in dessen Mitte eine Hülse befindlich, durch welche die mittlere Hängestange geht, wie in Fig. 660 und Fig. 660 A in der Seitenansicht und in der Ansicht von Oben angedeutet ist. Unterhalb des Spannriegels ist eine gußeiserne Platte angeordnet und mit vier Holzschrauben an denselben 660 A befestigt. An dieser Platte ist ebenfalls eine Hülse angegossen, durch welche und die Platte die erwähnte mittlere Hängestange geht. Nach der Richtung des Brustriegels sind an dieser Hülse ebenfalls Zapfen angegossen, welche in die Schlitze der zugehörigen gußeisernen Streben eingreifen, wie aus Fig. 660 zu ersehen ist.

Der gußeiserne Träger erstreckt sich über den ganzen Spannriegel und hat an beiden Enden vertical aufstehende Schenkel, welche dieselbe Höhe haben, als die Wand des Aufbaues, wie in Fig. 657 angedeutet ist. Durch die Schenkel sind auf jeder Seite der mittleren Verstärkungsrippe Löcher durchgebohrt, durch welche die ebenfalls doppelten Zugstangen des Aufbaues gehen. Diese Zugstangen sind nach beiden Seiten hin soweit fortgesetzt, daß sie auch durch die hölzernen Rahmen der äußeren Wände des Aufbaues reichen, wo sie alsdann außerhalb derselben fest verschraubt sind. Diese Anordnung findet jedoch nur in denjenigen Bindern Statt, über welchen ein solcher Aufbau vorhanden ist. Auf die eben erwähnten verschraubten Rahmen setzen sich die Sparren des Aufbaues, welche in der Mitte gegen eine starke eichene Bohle anfallen, mit welcher sie durch eiserne Schienen verbunden sind. An dieser Bohle ist eine Hängestange befestigt, welche die hier angeordnete doppelte Zugstange in der Mitte unterstützt. Die Anordnung der Bohle ist aus Fig. 666 zu ersehen. 666

Die Figuren 662 und 662 A zeigen die Verbindung der mittleren Hängestange mit den unteren 662 Zugstangen in der Seitenansicht und im Grundriß (Fig. 657 bei c). Die Hängestange geht hier 662 A ebenfalls durch eine gußeiserne Hülse, an welcher zwei Zapfen befindlich sind, die in die Schlitze der gußeisernen Zwischenstreben greifen.

In den Figuren 663 und 663 A ist die Verbindung der Hängestange mit der Strebe und der 663 Zugstange (Fig. 657 bei f) nach vergrößertem Maßstabe dargestellt. 663 A

Die Figuren 664 und 664 A zeigen die Verbindung der Hängestange mit der Zugstange bei d 664 Fig. 657 nach vergrößertem Maßstabe. 664 A

Fig. 665 zeigt die Anordnung der gußeisernen Platte und die Verbindung derselben mit der Hängestange und den gußeisernen Zwischenstreben bei e Fig. 657.

Fig. 671 zeigt den Dachverband über einem Pferdestalle, welcher in England ausgeführt worden 671 ist. Dieser Dachverband ist ebenfalls von Holz, Guß- und Schmiedeeisen zusammengesetzt. *)

Die Hauptstreben, welche hier von Holz sind, haben unten eine Stärke von 9 und 5 Zoll, dagegen beträgt oben die Stärke 8 und 5 Zoll. Dieselben stehen mit ihren unteren Enden in gußeisernen Schuhen, die auf der Mauer liegen. Oben sind die Streben in ein gußeisernes Kopfstück eingeschoben.

Unterhalb sind diese Streben jedesmal durch einen Schraubenbolzen (Fig. 672), welcher zugleich 672 auch durch die Dese der Zugstange geht, mit dem Schuh oder mit der Bodenplatte desselben verbunden. Die Bodenplatte ist wieder durch zwei starke Holzschrauben mit der Mauerplatte verbunden, wie aus Fig. 673, welche den unteren Schuh von Oben gesehen darstellt, noch näher ersichtlich ist. 673

Das mittlere Kopfstück F (Fig. 672), in welches die beiden Streben eingeschoben sind, ist in der

*) Förster's Bauzeitung, Jahrgang 1838.

Mitte durchbohrt, um die mittlere Hängestange durchstecken zu können, welche dann oberhalb durch eine starke Mutter verschraubt ist.

Die Hängestange geht bis durch die Zugstange und verbindet dieselbe in der Mitte, indem diese letztere aus zwei Stücken besteht.

Dicht oberhalb der Zugstange ist auf die Hängestange ein gußeisernes Mittelstück aufgeschoben, welches an beiden Seiten mit Ansätzen für die gußeisernen Streben versehen ist.

Einer weiteren Erklärung bedarf es hier nicht, sondern es sollen hier nur noch einige Dimensionen der verschiedenen Constructionstheile angeführt werden.

Die lichte Weite der Construction beträgt 30 Fuß 6 Zoll. Die Fetten sind 5 Zoll im Quadrat stark, dagegen die Sparren nur 4 Zoll hoch und 3 Zoll breit, und liegen dieselben 13 Zoll im Lichten von einander entfernt. Die Hängestange ist rund und $1\frac{1}{8}$ Zoll im Durchmesser stark.

674 Ein anderer über einer Halle im Hafen von Liverpool ausgeführter Dachstuhl ist in Fig. 674 dargestellt. Derselbe ist ähnlich dem in Fig. 638 dargestellten Dachstuhle, nur noch leichter, und besteht theils aus Bohlen und theils aus Schmiedeeisen.

Die Sparren und die Zange, welche letztere die beiden Sparrenlinien, worauf die Fetten aufgesetzt sind, zu einem Dreieck ergänzt, bestehen aus Bohlen. Die Dachfetten bringen eine Verstrebung nach der Längsrichtung hervor und unmittelbar darauf sind die Verschalungsbretter genagelt.

Die Sparren selbst sind über einen Bock, welcher auf der über den Säulen ruhenden Saumschwelle a steht, überschritten, und um das Auschieben derselben zu verhindern, sind schmiedeeiserne Zugbänder nach der Mitte der Zange (oder des Spannriegels) geführt und dort mittelst einer Hängestange aufgenommen.

Um die Sparren mit der Saumschwelle in einer steten Verbindung zu erhalten, gehen von den gußeisernen Böcken, welche mit der Saumschwelle durch Schraubenbolzen verbunden sind, Fig. 677, Gabeln b über die Sparren hin, wodurch letztere gehalten werden.

675-677 In den Figuren 675—677 ist diese Verbindung nach vergrößertem Maßstabe dargestellt, und zwar in der hinteren Ansicht, in der Ansicht von Oben und in der Seitenansicht. Es bezeichnet in diesen Figuren a die Saumschwelle, b die Gabel und c den gußeisernen Bock.

In den Figuren 678 und 679 ist ein Theil des Dachverbandes der Pinakothek zu München im Längs- und Querdurchschnitt dargestellt. Wir theilen diese Construction erst an dieser Stelle mit, weil hierbei das Eisen einen wesentlichen Theil der Construction mit ausmacht.

Da nämlich die Säle überwölbt sind und in der Mitte eine Oeffnung zur Aufnahme der Laternen erhielten, so konnten die Balken nicht über dieselben hinwegreichen; es mußten überdies für die Laternen Oeffnungen bleiben. Um daher die Construction möglichst leicht zu erhalten und zu verhindern, daß die Gewölbe durch ihre Schwere zu sehr gegen die eingelegten Kränze, zum Behufe der Bildung der Laternenöffnungen, drückten, so wurde nur der untere Theil der Gewölbe massiv von Ziegeln construirt, der obere Theil der Gewölbe bestand aber aus Plattengewölben, die sich unten auf die Ziegelgewölbe aufsetzten, oben aber an der Laterne sich an einen aus Eichenholz gemachten Kranz a anschlossen, der von allen vier Seiten durch eiserne Schleudern b in den Mauern befestigt oder auch mit dem Kranze der nächsten Laterne fest verbunden ist. Um diesem Kranze und daher auch dem Gewölbe so wenig als möglich Last zu geben, ist ein zweiter Kranz c von Eichenholz gebildet, der durch die Streben d gehalten wird. Auf diesem Kranze c liegen die Sparren und darüber ein kleiner Kranz f, auf welchem die eisernen Laternenstangen aufsitzen, durchgehen und am Kranze f festgeschraubt sind. Die Laternenstangen g auf der schmalen Seite wurden im kleinen Kranze f festgeschraubt. h ist eine kleine kupferne Rinne, die das Schweißwasser der Gläser aufnimmt und auf einer Seite durch die Ableitungsröhre l abgeführt wird. Die Laternen selbst sind eingeschalt und mit Kupfer bedeckt.

Wir wollen nunmehr das Polonceau'sche System näher betrachten und zu dem Ende Dasjenige hier anführen, was derselbe über dieses neue Dachconstructions-System in der *Révue générale de l'Architecture* sagt. In der Förster'schen Bauzeitung, Jahrgang 1840, finden wir eine Uebersetzung dieses Aufsatzes, welche hier näher mitgetheilt werden soll. Es heißt daselbst:

Jedes Constructions-System hat die doppelte Bedingung der Dauer und der Deconomie zu erfüllen, oder mit anderen Worten — alle angewendeten Materialien in einem Constructions-Systeme

müssen nach den Bedingungen ihrer Widerstandsfähigkeit in ihren Dimensionen so schwach als möglich, und ihre Verbindung unter einander muß so einfach als möglich sein.

Ueberzeugt von der Richtigkeit dieses Princip's, hat Bolonceau das neue System von Dachconstructions zusammengesetzt, und zwar wie folgt:

Jeder Dachstuhl besteht:

1. aus zwei Dachsparren oder Hölzern, welche nach der Schräge des Daches geneigt aufgestellt sind, sich an ihren oberen Enden gegenseitig stützen und zum Tragen der Dachbedeckung bestimmt sind.
2. aus einem Balken, welcher die unteren Enden der Sparren in Verbindung bringt, dadurch deren Verschiebung verhindert und den Schub, der durch letztere auf die Mauern ausgeübt werden würde, aufhebt. —

Hierzu kommen nun jene Hülfbestandtheile, welche die Biegung der Sparren unter dem Drucke der Last, die sie zu tragen haben, verhindern, oder den Spannbalken unterstützen sollen, welcher unter seiner eigenen Last sich biegen könnte. Die Biegung des Spannbalkens ist immer leicht zu verhindern, denn die Kraft, die sie hervorzubringen strebt, ist schwach; aber nicht ist es so mit der der Sparren, besonders weil sie von großer Länge sind, ihre Abmessung nach der Dicke sehr beschränkt ist, und sie oft beträchtliche Lasten zu tragen haben. Man verhindert leichter die Biegung eines Holzes, wie AB Fig. 684, wenn man unter seiner Mitte eine Stütze CD anbringt, die sich wieder 681 auf das eiserne Zugband ACB stützt, das in A und B durch zwei Schraubenmuttern gehalten wird. Es ist klar, daß der Punkt D, unter welcher Last es auch sei, nur dann sich senken kann, wenn das Zugband ACB reißt; wenn man jedoch diesem Zugbande eine Stärke giebt, die der Last, welche es trägt, proportional ist, so kann man diesen Punkt als invariabel betrachten. Die Stütze CD, welche die Rolle einer festen Unterstüzung übernimmt, führt das Vermögen des Balkens, sich zu senken, auf die Hälfte desselben zurück und es kann jetzt nur eine Senkung des Balkens zwischen AD oder zwischen BD erfolgen. Man kann aber sehr leicht die Straffheit zwischen diesen Punkten vermehren, wenn man die Spannung der eisernen Bänder AC und CB vermehrt, so daß der Punkt D durch die Pressung, welche die Stütze ausübt, höher zu liegen kommt, und der Balken also eine Sprengung erhält. Man erhält auf diese Weise ein sehr einfaches Mittel, ein Holz von großer Länge tragfähig zu machen, und man sieht leicht ein, daß zwei so wie AB armirte Hölzer sehr geeignet sein würden, um die Sparren eines Dachstuhls abzugeben.

Bolonceau hat nun bei dem von ihm vorgeschlagenen neuen Systeme zwei so construirte Hölzer erwählt, welche die Sparren AB und A'B (Fig. 685) desselben bilden sollen. Diese beiden Hölzer 685 sind unter sich durch einen gußeisernen Spannriegel CC' verbunden, der an den Enden der beiden Stützen DC und D'C' befestigt ist.

Der Spannriegel ist an den Enden der Stützen aus mehreren Gründen befestigt worden: erstlich, weil es immer vortheilhafter ist, ihn so hoch als möglich anzubringen, um mehr freien Raum unter dem Dache zu gewinnen; sodann, weil dadurch seine eigene Länge auf ein Drittel der ganzen Deffnung der zu verspannenden Dachsparren zurückgeführt wird; und endlich, weil er an dieser Stelle die größte Verspannung bewirkt, wie wir gleich weiter sehen werden. Außerdem war es angemessen, den Spannriegel an diesen Punkten zu befestigen, weil dadurch eine sehr einfache Verbindung hergestellt wurde, ohne auf irgend eine Weise die Sparren zu schwächen.

Es muß hier bemerkt werden, daß durch die geringe Länge des Spannriegels eine Unterstüzung desselben unnöthig gemacht wurde; und sodann, daß der Spannriegel, obgleich erhöht, dennoch direct auf das untere Ende der Sparren wirkt mittelst der Bänder AC und A'C', die einen integrirenden Theil der Verspannung ausmachen und dadurch die doppelte Function erfüllen, erstlich den Sparren zu armiren und zweitens den Schub der Sparren auf die Mauern aufzuheben.

Um uns hier von der Art und Weise der Thätigkeit eines jeden Bestandtheils Rechenschaft abzulegen, nehmen wir einen Dachstuhl an Ort und Stelle aufgerichtet an. Wenn man ihn belasten wird, so ist klar, daß die unteren Enden der Sparren das Bestreben haben werden, sich von einander zu entfernen und in Folge dessen die Mauern nach Außen zu schieben; aber die unteren Enden der Sparren sind in dieser Richtung unveränderlich verbunden mittelst der Bänder AC und A'C', und werden sich nur soviel von einander entfernen, als die Bänder selbst dieser Bewegung nachgeben wer-

den; diese sind aber daran verhindert durch den Spannriegel CC' , welcher vermöge seiner absoluten Festigkeit die Wirkung aller Kräfte aufhebt, die an seinen beiden Enden stattfindet; doch kann der Spannriegel oder eigentlich das Zugband CC' das Bestreben der unteren Enden der beiden Sparren, sich von einander zu entfernen, nur durch Vermittelung der Bänder AC und $A'C'$, welche mit ihm verbunden sind, aufheben. Wenn man nun einen Sparren mit seiner Armirung betrachtet, so sieht man, daß die Spannung eines Bandes, wie AC , die des correspondirenden Bandes CB hervorbringt. Außerdem bewirken dieselben Bänder CB und $C'B$, indem sie die Punkte C und C' festhalten, die Erhaltung der gebrochenen Form $ACC'A'$ für den Spannriegel, der ohne dieselben eine gerade Linie zwischen den Punkten A und A' bilden würde, was für diese Bänder eine neue Ursache der Spannung wird.

Diese continuirliche Spannung der Zugbänder ist eine nothwendige Bedingung für die Stabilität dieser Dächer, und sie ist es, welche die durch das Gewicht der Dachbedeckung hervorgebrachten Kräfte so gleichmäßig als möglich auf die verschiedenen Stücke, welche dieses System bilden, vertheilt.

Um zu erproben, ob das Zugband CC' , indem es sich ganz gegen die Entfernung der Fußpunkte der beiden Sparren von einander entgegenstellt, auch dazu dient, den übrigen Punkten des Systems die nöthige Spannung zu geben, nahm Polonceau die Stützen eines Dachstuhls weg, und indem dieser nunmehr belastet wurde, verspannten sich alle Bänder vollkommen. Diese Erfahrung beweist augenscheinlich, daß die schwebenden Stützen des Systems, indem sie auf schon verspannten und fixirten Punkten ruhen, den Sparren ebenso unterstützen, wie es auf festen Punkten stehende Stützen nur immer vermögen.

Polonceau ließ für die Eisenbahn von Paris nach Versailles nach diesem Systeme Dächer construiren und einen Schuppen von 8,40 Meter Tiefe mit einem solchen Dache überdecken (Fig. 686). Die Sparren hatten eine Stärke von 0,11 Meter und 0,06 Meter; die Bänder waren von Eisendraht von 0,006 Meter Durchmesser, und verbunden, wie in Fig. 687 angegeben. Einer dieser Dachstühle wurde auf einer Plattform, die vorher mit Seife eingeschmiert worden war, aufgestellt und mit 500 Kilogramm beschwert. Darauf schlug man mit einem Hammer auf das untere Ende des Sparrens, um ihn zu einem Gleiten zu bestimmen; dieses hat bei dieser Beschwerung des Gespärres zum Bruche eines der Drahtknoten Gelegenheit gegeben, bei dem man die Ungeschicklichkeit gehabt hatte, den Draht zu erwärmen, um ihn leichter biegen zu können.

Ein anderer dieser Dachstühle, construirt mit Eisenstäben von 0,01 Meter Durchmesser, hat unter denselben Bedingungen 1000 Kilogramm getragen ohne die geringste Beschädigung, obgleich die Fußpunkte der Sparren sich unter dieser Last um 7 Millimeter von einander entfernt hatten. Diese Verschiebung rührte davon her, daß die unter die Schraubenmuttern gelegten Blechscheiben sehr klein und dünn waren. Der Zug der Bänder hatte sie in das Tannenholz eindringen lassen, dessen Fasern zusammengedrückt worden waren, wie sich sogleich zeigte.

Diese Dachverbindung, die stärker war als die übrigen, wurde auf den Spannriegel eines anderen Daches perpendicular gesetzt, und derselbe wurde nun von Oben durch einen eisernen Bolzen unterstützt, da seine Unterstüzung von Unten durch einen Stiel für den Gebrauch des Dachraums hinderlich war.

Solche Dachstühle können also, wie man sieht, sehr vortheilhaft angewendet werden, um Lasten zu tragen, wie die eines Balkens, der eine Decke tragen soll, unter der man einen freien und sehr weiten Raum haben will. Man müßte sodann diesen Balken oder Träger durch eiserne Bänder an den Punkten D und D' (Fig. 685) aufhängen; denn der ganze Druck überträgt sich auf die eisernen Zugbänder, die in der Richtung nach der Länge eine sehr große Widerstandsfähigkeit besitzen. Ueberdies kann man mit der größten Leichtigkeit ihre Dicke nach Verhältniß der Last, die sie tragen sollen, vermehren. U. s. w.

Weiter heißt es in dem oben angezogenen Aufsatz:

Die Details der Construction sind wichtig bei diesem System, wie bei allen anderen. Sie sind in der That einfach; aber ihre Einfachheit ist ein Grund mehr, daß sie gut gearbeitet seien.

Bei dem System mit hölzernen Stützen (Fig. 686) greifen diese mit einem Zapfen in den Sparren ein; dieser Zapfen muß hinlänglich stark sein, um das Ausgleiten zu verhindern; er braucht aber nicht von großer Länge zu sein. Was das andere Ende dieser Stütze betrifft, wo sich die drei Zug-

bänder vereinigen, so muß dasselbe mit einem eisernen Beschlage, der die Zugbänder aufnimmt, armirt werden. Dieser eiserne Beschlag besteht aus einem Ringe A (Fig. 687), aus einem geraden Theile, 687 der auf dem Ende der Stütze aufliegt, und aus zwei Schenkeln B, die die Stütze umfassen und mit eisernen Bolzen daran befestigt sind.

Der Ring oder die Dese A muß sehr fest und gesund sein, denn von ihm hängt die Festigkeit des Systems ab; es ist der Knoten, der Alles hält. Derselbe muß eine gewisse Dicke haben, damit die Eisenstäbe, die an ihm befestigt werden, nicht nach einem gar zu kleinen Halbmesser gekrümmt zu werden brauchen.

Was die Zugbänder betrifft, so muß der Theil, der den Haken bildet, sobald die Zugbänder aus Stabeisen bestehen, warm gekrümmt werden; werden die Zugbänder aber aus Eisendraht gemacht, so muß er kalt gebogen werden. Wenn der Haken in die Dese eingehängt ist, so wird er mit einem eisernen Ringe C geschlossen, und man biegt das Ende des Hakens ein wenig auf, um ein Herabgleiten des Ringes C zu verhindern.

(Hierbei ist jedoch zu bemerken, daß diese Verbindung nur mangelhaft werden kann und nur bei ganz untergeordneten Gebäuden anzuwenden ist. Denn erstlich können solche Bänder keinen sehr bedeutenden Zug aushalten, indem der Haken nicht so regelmäßig angebogen wird, daß er nicht nachgiebt, ferner aber ist man dabei nicht im Stande, die Zugbänder wieder anzuspannen.)

Die Schraubengewinde müssen einen reinen Schnitt haben und gut abgerundet sein. Wenn diese Eigenschaft schon für alle möglichen Schraubengewinde sehr wichtig ist, so ist sie es noch mehr für die der Zugbänder, die so viel Widerstand leisten müssen.

Bei Anwendung von Eisendraht muß das Gewinde desselben wenig tief und recht rund sein, denn es schwächt den Theil, der am meisten Widerstand leisten soll.

Polonceau hat Versuche an einem mit einem Schraubengewinde versehenen Eisendraht von 6 Millimeter Durchmesser angestellt. Er hatte zu dem Zwecke zwei Schraubenmutter von 1 Centimeter Dicke aufschrauben lassen. An dem Schraubengewinde, welches sehr wenig tief eingeschnitten war, hing man an einem Ringe, der aus Eisendraht zusammengeschnitten war, ein Gewicht von 500 Kilogramm auf. Durch diese Belastung ging der Ring an den Stellen, wo er zusammengeschnitten war, auseinander. Aber der Schnitt des Gewindes war so gut erhalten, daß die Schraubenmutter beim Losschrauben in der Hand spielten, als wären sie gelöst worden.

(So nützlich diese Versuche nun auch sind, so sollte man dennoch in Wirklichkeit nie so schwache Zugbänder anwenden und die geringste Stärke dieser Zugbänder dürfte nie unter einem Centimeter betragen, weil man bei dieser Stärke im Stande ist, gehörige Schraubengewinde anschneiden zu können.)

Alle Zugbänder des Dachstuhles müssen durch zwei Schraubenmutter festgehalten werden, damit der Schraubenzug in die Mutter gut eingreifen könne. Diese Schraubenmutter müssen ferner auf breiten und starken Scheiben ruhen, damit sie sich nicht in's Holz eindrücken können (Fig. 688). 688

Die hölzernen Stützen, die weniger kosten, sind ein wenig plump von Aussehen. Wenn man einen kleinen Zuwachs der Kosten nicht scheut und Eleganz und Leichtigkeit wünscht bei einem Dachstuhl, der sichtbar bleiben soll, so kann man Stützen von Gußeisen nehmen. Die Verbindungen sind alsdann von denen in dem anderen Falle verschieden. Für eine große Spannung schlägt Polonceau sie in folgender Gestalt als am geeignetsten vor: Die Stütze ist, wie bei den meisten langen Stücken von Gußeisen, an vier Seiten mit Verstärkungsrippen versehen und enthält an jedem ihrer Enden einen Zapfen (Fig. 691). Der eine von diesen wird in den Sparren eingelassen, der andere 691 erhält seinen Platz zwischen zwei aus Eisenblech geschnittenen Platten, wie Fig. 690 zeigt. Die Zug- 690 bänder vereinigen sich auch zwischen diesen Platten, und zwar werden die, die den Sparren zulaufen, mit Bolzen, das Spannband aber mit Keilen daran befestigt. Bei dieser Zusammensetzung sind alle Längen der Zugbänder variabel und man kann die Spannung nach Wunsch reguliren. Was die Verbindung am Fuße des Sparrens betrifft, so hält Polonceau es für angemessen, bei großer Belastung das Zugband dort an einem auf der Umfassungsmauer ruhenden Rahmen auf einer Unterlagscheibe von Gußeisen zu befestigen, welche den Druck auf das Querholz überträgt (Fig. 689). 689

Fig. 688 zeigt das Detail der Verbindung der beiden Sparren in B und der beiden Zugtangen BC und BC' von Fig. 685.

680 Die in Fig. 680 dargestellte Verbindung des Dachstuhles der großen Halle auf dem Pariser Bahnhofe der Eisenbahn von Paris nach Lyon, ist dem Polonceau'schen System ganz nachgebildet und bedarf daher keiner weiteren Erklärung, indem nach dem Obigen aus der Figur die Anordnung der Construction hinreichend hervorgeht; was aber die specielle Anordnung einzelner Verbindungen betrifft, so sind diese in nachfolgenden Figuren nach vergrößertem Maßstabe dargestellt.

Jede Hauptstrebe ist an ihrem Fußende in einem gußeisernen Schuh befestigt und vor die Stirn 682 der Strebe ist ein breiter schmiedeeiserner Bügel (Fig. 682) gelegt, in welchem das eine Ende des Zugbandes verschraubt ist. In der Spitze des Daches steckt die Strebe in einem doppelten gußeisernen Schuh; unter diesem Schuh befindet sich eine doppelte Verbindungsplatte von geschmie- 681 detem Eisen (Fig. 681), worin die oberen Enden der beiden Zugbänder und der Hängestange verbolzt sind.

683 Fig. 683 zeigt die Verbindung der Hängestange mit dem Zugbande.

Eine andere Dachverbindung, die nach demselben Systeme ausgeführt worden ist, ist die der neuen Central-Turnanstalt für Militair und Civil in der Kirsch-Allee bei Berlin. Bei dieser Dachverbin- 692 dung, welche in Fig. 692 im Querdurchschnitt und von der in Fig. 693 ein Theil der Längenver- 693 bindung dargestellt ist, wurden directe Versuche angestellt, indem man vorher die zu tragende oder auf die Dachfläche wirkende Last durch Rechnung näher bestimmte und dann die Binder durch ein Mehrfaches dieser Last prüfte.

In der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang I., heißt es darüber, wie folgt:

Der große Turnsaal hat eine Länge von 70 Fuß, eine Breite von 45 Fuß und eine Höhe von 25 Fuß, im Lichten gemessen. Das Fettendach des Turnsaals ist aus Holz und Eisen construirt. Vier solcher Binder (Fig. 692) tragen das mit Schiefeln eingedeckte Dach frei über einem Raum von 45 Fuß. Das Dach hat genau $\frac{1}{4}$ der Breite zur Höhe, ist also 11 Fuß 3 Zoll hoch.

Die Bockstreben der Binder sind von 7 und 9 Zoll starkem Kiefernholz und stehen unten auf 694 der Mauer in gußeisernen Schuhen mit breiten Sohlplatten (Fig. 694); sie stoßen oben mit den Hirnholz-Enden stumpf gegen das Mittelstück der eisernen Muffe, die oberhalb noch mit einem Sattel 696 zum Auflager der Firsfette versehen ist (Fig. 696).

Die fünf Spannungstücke jedes Binders sind von gutem, $1\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser starkem Schmiedeeisen gefertigt, wovon jedes der drei mittleren Stücke in der Mitte Schraubenverbindungen hat, um solche nach Bedürfniß später anziehen und die Spannung regeln zu können. Die beiden Tragstücke (Stützen) unter den mittleren Fetten jedes Binders bestehen aus Gußeisen und sind an die Bockstreben angebolzt. Die Diagonal-Verbindungsstücke im Längenverbande des Daches (Fig. 693) sind von $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser starkem Schmiedeeisen gefertigt.

Auf den Bockstreben der vier Bänder sind die 6 und 8 Zoll starken Fetten von Kiefernholz gestreckt, worauf die 5 und 7 Zoll starken Fettensparren ruhen, auf denen dann die Schalung, aus 6 und 7 Zoll breiten, $1\frac{1}{2}$ Zoll starken, kiefernen und gerade abgefasten, unten behobelten und möglichst astfreien Brettern bestehend, befestigt ist. Eine diagonale Verschalung erschien bei der freien Lage gegen die Seitenschwankungen durch starke Stürme wünschenswerth. Die mittleren Fetten des Daches haben zur sicheren Erhaltung ihrer Lage auf den 8 Bockstreben noch kleine schmiedeeiserne Kniestücke gleich unterhalb des Auflagers der Fetten erhalten, wie aus Fig. 692 ersichtlich ist. Diese Kniee sind gegen die Bockstreben und Fetten mittelst starker Holzschrauben befestigt.

Die sämmtlichen im Innern sichtbaren Dachverbandhölzer sind gehobelt, die Kanten abgefast und so, wie die Schalung, mit Oelfirniß angestrichen.

Jeder Binder zum Dache des Turnsaals kostete in seinen Eisentheilen rund 100 Thlr.

Bevor die Ausbringung dieser vier Binder erfolgte, wurde eine Probebelastung derselben Behufs Prüfung ihrer Tragfähigkeit vorgenommen. Um die Probebelastung auf eine sichere Basis zurückzuführen, waren zunächst die Belastungen zu ermitteln, denen die Binder später ausgesetzt sein würden, und zwar sowohl die gewöhnliche, als die außergewöhnliche, letztere in Belastung durch Schnee und Wind bestehend.

Was die gewöhnliche Belastung betrifft, so hat jeder von den vier Bindern des Turnsaals annähernd $\frac{1}{5}$ des zwischen den beiden freien Giebeln des Turnsaals liegenden Dachtheils zu tragen. Ein solches Fünfstel hat eine Dachfläche von $10\frac{1}{5} \cdot 26 \cdot 2 = 728$ Quadratfuß, über den First hin

gemessen, wobei der an den Längenfronten (an der Traufe) über die Mauer hinwegragende Theil der Dachfläche u. s. w. nicht mitgerechnet ist.

Es befinden sich darin:

- 1) 4 Gespärre à 52 laufende Fuß = 208 laufende Fuß,
- 2) 5 . 14 laufende Fuß Rahmhölzer = 70 =
- 3) 728 □ Fuß 1 1/2 zöllige Schalung,
- 4) 728 □ Fuß doppeltes Schieferdach.

Das Gewicht dieser Masse beträgt:

- | | |
|--|----------------------------|
| a) für 1—3. 208 laufende Fuß $\frac{5}{7}$ Zoll starkes Holz = | 50 $\frac{5}{9}$ Cubiffuß, |
| 70 = = $\frac{6}{8}$ = = = | 23 $\frac{1}{2}$ = |
| 728 □ Fuß 1 1/2 zölliges Holz = | 91 = |

in Summa 165 Cubiffuß.

165 Cubiffuß Kiefernholz à 40 \mathcal{L} = 6600 \mathcal{L} .

- b) 728 □ Fuß gewöhnlicher englischer Dachschiefer, aus 24 Zoll hohen Platten, die 10 Zoll übergreifen, gerade Deckung nach gemachter Probe in medio pro □ Fuß Dachfläche 6 \mathcal{L} (in maximo) wiegend = 4368 \mathcal{L} .

- c) für Nägel und sonstiges Eisenwerk u. s. w. zur Abrundung = 32 \mathcal{L} .

Summa der gewöhnlichen Belastung eines Binders = 11000 \mathcal{L} .

Was die außergewöhnliche Belastung betrifft, so kann diese zweierlei Art sein und entweder durch Schnee oder durch Wind hervorgebracht werden.

Nach den Beobachtungen für Berlin (Mittheilung des Geh. Oberbaurath Hagen, s. dessen Handbuch der Wasserbaukunst, Theil I.) beträgt die jährliche Regenmenge 20 Zoll, und davon kommen auf die Haupt-Wintermonate

December	8,3	Procent,
Januar	6,6	=
Februar	6,6	=

in Summa 21,5 Procent,

also annähernd $\frac{1}{5}$ der ganzen Regenmenge. Nimmt man nun das fast Unmögliche an, daß sämtlicher atmosphärischer Niederschlag dieser 3 Monate als Schnee erscheint und sich 3 Monate hindurch auf dem Dache anhäuft, so ergibt sich für diesen Schnee das Gewicht im Betrage einer $\frac{2}{3}$ Zoll = 4 Zoll hohen, über das Dach in seiner horizontalen Projection gleichmäßig verbreiteten Wassermasse. Die horizontale Projection der Dachfläche eines Binders ist bei der Neigung des Daches von $\frac{1}{4}$ gleich 728 □ Fuß, multiplicirt mit $\frac{2}{\sqrt{5}} = 728 \cdot \text{Cos des Neigungswinkels } 26^\circ 34'$ gleich 651 □ Fuß.

Dies ergibt eine Wassermenge von $\frac{651 \cdot 4}{12}$ und ein Gewicht von $\frac{651}{3} \cdot 66 = 14322 \mathcal{L}$.

In Betreff der Belastung durch Wind kann man nach den gemachten Beobachtungen und Ermittlungen als mittlere Neigung der Windrichtung gegen den Horizont eine Neigung von 10° annehmen. Diese Richtung ist somit bei der Neigung der Dachfläche von 1 : 2 gegen dieselbe um $36^\circ 34'$ geneigt.

Für den ungünstigsten Fall, wo der Wind gerade in verticaler Richtung auf die Längenare des Gebäudes wirkt, ist der verticale Querschnitt der auf das Dach stoßenden Windsäule für einen Binder gleich der halben Dachfläche eines Binders, multiplicirt mit dem Sinus des obigen Neigungswinkels $36^\circ 34'$, folglich = $\frac{728}{2} \cdot \text{Sin. } 36^\circ 34' = 217 \square \text{ Fuß}$. Nehmen wir nun hier als Maximum des Windstoßes 30 \mathcal{L} pro □ Fuß des verticalen Querschnitts an, was ungefähr einer Windgeschwindigkeit von 110 Fuß pro Secunde entspricht, so entsteht hierdurch ein Druck des Windes auf die Dachfläche des Binders von $217 \times 30 = 6510 \mathcal{L} = P$, der in der angenommenen Richtung des Windes unter einem Winkel von $36^\circ 34'$ gegen die Dachfläche wirkt.

Um hieraus die Last Q zu ermitteln, die als Probebelastung aufzubringen ist, um diesem Druck P zu entsprechen, die also in verticaler Richtung gegen den Horizont wirkt (nicht vertical gegen die

Dachfläche), nehmen wir den Druck P als vereint im Mittelpunkte der bezüglichen Fläche des Binders wirkend an, zerlegen hier die Kraft P in Seitenkräfte, so ergiebt sich diese unter Berücksichtigung der angenommenen Winkel

$$= 4336 \text{ //.}$$

Diese dem Windstoß entsprechende Probelastung ist auf einer Seite des zu prüfenden Binders aufzubringen.

Auf Grund dieser drei ermittelten Belastungen wurde nunmehr bei Prüfung der Binder operirt. Dieselben waren in 3füßiger Entfernung parallel neben einander aufgestellt, und je zwei derselben, die gemeinsam belastet werden sollten, wurden durch starke übergenagelte Latten mit einander verbunden. Zur Sicherung gegen das Umfallen dieser beiden Systeme waren einfache Streben angebracht, die jedoch so eingerichtet wurden, daß sie, um nicht zugleich mitzutragen, bis auf einen gewissen Punkt nachgaben, und erst dann stützend wirkten. Die unteren Schuhe der Binder standen 695 auf einer einfachen Unterlagschwelle, und zwar auf je 2 Keilen (Fig. 695), die jedem Seitenschube willig nachgaben.

Die Binder waren vor Beginn der Belastung durch die Schrauben so angezogen, daß die lichte Weite nur circa 1 Zoll geringer war, als das spätere Stichmaß der Mauer. Dabei waren diejenigen Ketten, die in der Mitte eine Doppelschraube haben, noch nicht geradlinig angespannt. Es stand zu erwarten, daß bei eintretender Belastung Beides sich ändern und die Binder, wie sich denn auch nachher ergab, diejenige Gestalt und lichte Weite annehmen würden, die sie später erhalten sollten.

Die Belastung wurde nunmehr in der Art aufgebracht, daß Stücke englischen Roheisens in der gewöhnlichen Form über je zwei zusammengehörende Binder fortgelegt wurden, und zwar so, daß sich die Belastung der späteren Fettendach-Construction entsprechend vertheilte, indem $\frac{1}{4}$ der Last oben, $\frac{1}{4}$ unten und $\frac{2}{4}$ in der Mitte jeder Strebe zur Wirkung kamen. Zunächst wurde nun auf Grund der obigen Berechnung die gewöhnliche Belastung des späteren Daches für zwei Binder mit $2 \times 11000 \text{ //} = 22000 \text{ //}$ aufgebracht, und zwar zu beiden Seiten der Binder.

Hierbei zeigte sich eine Vermehrung der lichten Weite um genau 1 Zoll und dem entsprechend eine Verminderung der Pfeilhöhe um $2\frac{1}{4}$ Zoll gegen den Beginn der Belastung, so daß das vorher erwartete Resultat ganz genau eingetroffen und das Verhalten der Binder bei der, der späteren Dachconstruction genau entsprechenden Belastung auch genau das später erforderliche war.

Es ergab sich hieraus für den vorliegenden Fall die Folgerung, beim Aufbringen der Binder auf das Mauerwerk deren lichte Weite durch Anziehen der Stellschrauben um 1 Zoll gegen die lichte Mauerweite zu vermindern, damit dieselbe bei erfolgtem Aufbringen der späteren Dachbelastung die richtige werde.

Die Ursache der hier zur Erscheinung kommenden Ausdehnung des Systems lag wohl nicht in einer Ausdehnung der eisernen Zugstangen, da die durch die aufgebrachte Belastung hervorgerufene Spannung in den Zugstangen noch außer den Grenzen der wirklichen Dehnbarkeit sich befand, als vielmehr in dem festen Ineinanderdrücken der hölzernen Streben und eisernen Schuhe.

Außerdem zeigte sich aber eine nicht unbedeutende Durchbiegung der beiderseitigen Bockstreben in der Mitte von circa 1 bis $\frac{3}{4}$ Zoll, und zwar aus dem Grunde, weil vor dem Beginn der Belastung das ganze System noch nicht so fest zusammengezogen werden konnte, ohne die lichte Weite zu sehr zu vermindern. — Bei der jetzigen Belastung war es jedoch schon sehr schwierig, durch Anziehen der Stellschrauben die Biegung der Bockstreben wieder herauszubringen. Namentlich war das Anziehen der Schraube am Fuße der Strebe fast ganz unmöglich.

„Hieraus erkennt man sehr leicht, wie wenig praktisch es ist, durch Antreiben von Keilen bei einer vorhandenen Construction die frühere Spannung wieder herstellen oder etwa vergrößern zu wollen.

Ferner bemerken wir, daß es wohl nicht unbedingt anzunehmen ist, daß die bei oben erwähnter Versuchs-Belastung sich zeigende Ausdehnung des Systems nur in dem festen Ineinanderdrücken der hölzernen Streben und eisernen Schuhe ihre Ursache allein hatte, sondern es muß hier nothwendig auch eine Ausdehnung der Zugstangen angenommen werden. Aus den Beobachtungen bei der Prüfung des Eisens, welches zur Construction der Invalidenbrücke zu Paris bestimmt war, hat man im Mittel gefunden, daß das Schmiedeeisen unter einer Belastung von 1 Kilogramm

für den Quadratmillimeter des Querschnitts sich um 0,00005166 seiner ursprünglichen Länge ausdehnte.

Diese Versuche berechtigen um so mehr zu der Annahme, daß die Ausdehnung des Systems ihre Ursache hauptsächlich in der Ausdehnung der Zugstangen hatte.

Bei diesen Versuchen war eine bis auf 18 Kilogramm für den Quadratmillimeter gemachte Belastung noch nicht groß genug, um der natürlichen Elasticität des Eisens zu schaden; dasselbe nahm nach der Entlastung genau seine ursprüngliche Länge wieder an. Die Ausdehnung nahm nicht zu, wenn die Belastung auch 12 und selbst 36 Stunden hindurch dauerte.)“

So weit es thunlich, wurde bei dieser Belastung nunmehr das ganze System durch Anziehen der beiden Stellschrauben in's statische Gleichgewicht gebracht, d. h. jeder Zugstange die ihrer Stellung entsprechende Spannung zu geben versucht, wobei der Grad der Spannung in den Zugstangen nach dem beim Anschlagen mit einem Stück Eisen erfolgenden Klange beurtheilt wurde.

Sämmtliche Ketten wurden dadurch bis auf ein Minimum geradlinig gespannt.

Mit dieser Belastung blieben die Binder zwei Tage lang stehen, während welcher Zeit sich keine Veränderung des Systems irgend einer Art zeigte.

Es wurden nunmehr die der angestellten Berechnung entsprechenden Beträge der Schnee- und Windbelastung aufgebracht, und zwar für zwei Binder, die erstere mit $2 \times 14322 = 28644$ auf beiden Seiten, und die andere mit $2 \times 4336 = 8672$ \mathcal{M} auf einer Seite.

Hierbei zeigte sich eine weitere Vermehrung der lichten Weite von $\frac{6}{8}$ Zoll, also auf jeder Seite um $\frac{3}{8}$ Zoll, und wiederum dem entsprechend eine Verminderung der Pfeilhöhe um $1\frac{5}{8}$ Zoll, was nunmehr lediglich der Ausdehnung des Eisens zuzuschreiben war.

Mit dieser Belastung blieben die Binder 5 Tage lang stehen; bis zum dritten Tage zeigte sich noch eine weitere Vermehrung der lichten Weite um $\frac{1}{4}$ Zoll, dann war keine weitere Veränderung zu bemerken.

Die Belastung des Binderpaares, welche mithin in Summa circa 59000 \mathcal{M} betrug, wurde am 6ten Tage abgetragen und das ganze System kam wieder in die Stellung zurück, welche es vor Beginn der Prüfung eingenommen hatte. (Vergl. obige Anmerkung bezüglich der beim Bau der Invalidenbrücke angestellten Versuche.)

Das zweite Binderpaar wurde zunächst ganz in derselben Art, wie das vorhergehende, belastet, und zeigten sich dabei mit kleinen Unterschieden fast dieselben Erscheinungen. Die lichte Weite vermehrte sich nämlich anfangs etwas stärker, bei fortschreitender Belastung aber wieder geringer, so daß dieselbe am Ende der Last von 59000 \mathcal{M} eine Totalvermehrung von $1\frac{5}{8}$ Zoll zeigte, während diese bei dem ersten Binderpaar $1\frac{6}{8}$ Zoll betragen hatte.

Auf Grund der Annahme, daß die ganze Eisenconstruction wenigstens eine vierfache Sicherheit besitzen sollte, wurde nunmehr bei diesem Binderpaar die Belastung noch weiter fortgesetzt, und zwar, da es nicht in der Absicht lag, die Zugstangen zu sprengen, bis zur circa $3\frac{1}{2}$ fachen Last des späteren Daches. Letztere beträgt nämlich nach der vorhergegangenen Berechnung für einen Binder 11000 \mathcal{M} , also für 2 Binder 22000 \mathcal{M} . Das $3\frac{1}{2}$ fache dieser Summe beträgt 77000 \mathcal{M} . Aufgebracht wurden in der Wirklichkeit 76453 \mathcal{M} , also sehr nahe das $3\frac{1}{2}$ fache jener Summe. Es mußte jetzt mit der Belastung aufgehört werden, weil ein ungleichförmiges Eindringen der Unterlagshölzer in den Boden sich zu zeigen anfing und bei Fortsetzung der Belastung ein Umstürzen des ganzen Systems zu befürchten stand.

Trotz der ungeheueren Spannungen, die bei dieser Belastung auf die Zugstangen wirkten, zeigte sich bis kurz vor Ende der Belastung keine weitere Vermehrung der lichten Weite, ganz zu Ende der Belastung konnte dieselbe wegen des zu befürchtenden Umfallens nicht mehr beobachtet werden. Es zeigte sich aber, daß das ganze System diese ungeheueren Spannungen ertrug.

Bei diesen Probeversuchen hat die Anordnung von zwei über einander liegenden Keilen (s. Fig. 695) sich als sehr zweckmäßig erwiesen, indem dadurch der bei einer Ausdehnung der Zugstangen entstehende Seitenschub von der Mauer abgeleitet wurde, weil bei der Ausdehnung die unteren Schuhe auf den untergelegten Keilen abglitten. Nach des Verfassers Baurath Drewitz Ansicht darf die Schräge der Keile jedoch nicht zu steil sein, damit bei einer solchen Ausdehnung nicht ein zu großes Hinabsinken des ganzen Daches entsteht, derselbe schlägt daher vor, $\frac{1}{6}$ Neigung anzuwenden.

Eine andere Dachverbindung in ähnlicher Weise, wie die eben beschriebene, und von demselben 697.698 Verfasser, ist in den Figuren 697 und 698 im Quer- und Längendurchschnitt dargestellt. *)

Diese Dachverbindung war ursprünglich zur Ausführung bei der Reitbahn des neuen Kasernenments zu Moabit bestimmt. Die Reitbahn hat eine lichte Breite von 62 Fuß und eine Länge von 122 Fuß. Das ganze Dach sollte 6 Binder erhalten, dergestalt, daß je ein Binder in der Aue des Pfeilers zwischen zwei Fenstergruppen zu liegen kam. Die Binderstreben n, von 6 und 10 Zoll starkem Holze, haben an den Enden, mit denen sie auf der Mauer ruhen, gußeiserne Schuhe, an welchen die unteren, den Hauptbalken vertretenden doppelten Zugstangen e, aus 1 Zoll starkem gewalzten Rundeisen, vermittelst einer auf jedem der beiden Enden noch vorgelegten starken Schiene von Schmiedeeisen durch Schraubenmuttern befestigt sind.

Die oberen Enden dieser Streben stoßen ebenfalls in einem gußeisernen Schuh zusammen, der in der Mitte durch eine Wand getrennt ist, gegen welche sich die Hirnenden der Streben stützen. Oberhalb hat der Schuh einen Sattel zum festen Auflager der Firstfette.

Die Unterstüzung dieser Binderstreben, worauf die Ketten mit den Sparren o ruhen, ist durch gußeiserne Säulen a, a, b, b bewirkt. Die Säulen a, a, jede 3 Zoll im Durchmesser stark, werden durch die doppelten 1 Zoll im Durchmesser starken Zugstangen c, c und durch die untere horizontale Zugstange e gehalten; ebenso die Säulen b, b, jede 2 1/2 Zoll im Durchmesser stark, durch die einfachen, 3/4 Zoll im Durchmesser starken Zugstangen d, d. Die obere horizontale Zugstange m von gleicher Stärke hält noch besonders die Streben, an denen dieselbe vermittelst 3 1/2 Fuß langer Gabeln durch Schraubenbolzen befestigt ist, zusammen. Die Verbindungsstücke der unteren horizontalen Zugstangen und des unteren Endes der vier Säulen sind vermittelst zweier 1 Zoll starker und 1 Zoll aus einander liegender Platten von Schmiedeeisen zusammengesetzt, mit denen die Säulen durch einen 3 Zoll breiten und 1 Zoll starken Zapfen, und die Zugstange durch runde Defen vermittelst Schraubenbolzen verbunden sind. Der Längenverband zwischen den Bindern ist durch 1/2 Zoll starke, sich kreuzende Rundeisen bewirkt, welche durch Lappen und Bolzen am oberen Ende über die Säule a und am unteren Ende an den Bolzen derselben Säule befestigt sind.

Die Eindeckung sollte anfänglich mit Zink beschafft werden; bei der später veränderten Wahl des Eindeckungsmaterials, nämlich des Schiefers statt des Zinks, wurde der hier angeführte Dachverband nicht ausgeführt, sondern dafür der in Fig. 426 dargestellte.

667 In Fig. 667 ist die Dachverbindung über einem Eisengießerei-Gebäude im Querdurchschnitt und 668 in Fig. 668 ein Theil des Längenverbandes dargestellt.

Dieses System nimmt Emy als seine Erfindung an. Im Princip ist es dem Polonceau'schen Systeme sehr ähnlich, indem hier auch die Bockstreben durch Eisenverbindungen verstärkt werden, nur mit dem Unterschiede, daß hier die Zugstangen, welche die Stützen unter den Streben unterstützen, nicht bis zum First hinaufgeführt sind. Jedenfalls zeigt aber die Anordnung das Bestreben, die Eisenverbindungen mit den Holztheilen unverschiebbare Dreiecke bilden zu lassen.

669.670 In den Figuren 669 und 670 sind einige Details dieser Construction nach vergrößertem Maßstabe dargestellt, welche aber keiner näheren Beschreibung bedürfen, indem sie sehr leicht erklärlich sind.

Am Schlusse dieses § soll noch ein nach dem System der Hängebrücken ausgeführtes Hängedach näher beschrieben werden.

699-704 In den Figuren 699—704 ist die Dachconstruktion der Rotunde des Panorama der Champs Elysées dargestellt. **) — Als Hauptbedingungen waren dem Architekten bei Ausarbeitung dieses Projectes gestellt:

1. der Rotunde einen Durchmesser von beiläufig 40 Meter zu geben;
2. keine Stütze des Daches auf dem inneren Fußboden ruhen zu lassen;
3. die Rotunde durch einen beiläufig 3 Meter von der Dachtraufe entfernten Streifen von Glasfenstern zu erleuchten und dabei auszumitteln, daß kein unter den Glasfenstern befindlicher Körper auf das Gemälde Schatten werfe.

*) Zeitung für Bauwesen.

**) Förster's Bauzeitung.

Diese Bedingungen bestimmten den Architekt, das Dach an Taue von Eisendraht zu hängen.

Das kegelförmige Dach bedeckt in einer Höhe von 15 Meter über dem Fußboden einen kreisrunden Raum, der im Lichten 39 Meter Durchmesser hat. Eine 0,50 Meter dicke Ringmauer, die mit 12 an ihrem Umfange gleichvertheilten Strebepfeilern versehen ist, bildet mit diesen die sämtlichen Unterstüzungsmittel für das Dach.

In der Mitte jedes Strebepfeilers steigt eine aus Schmiedeeisen gefertigte Stange empor, die von dem Quadersteinmauerwerk des äußeren Pilasters umgeben wird. Ihr unteres Ende wird im Grunde des Pfeilers durch horizontale Anker gehalten, und die Verbindungen der einzelnen Eisenstangen unter sich sind so eingerichtet, daß jede wieder einen neuen Widerstandspunkt abgibt. Zur Verhütung der Drydation sind diese Stangen umher mit Erdharz ausgegossen. Zwei Reihen horizontaler Schließen verbinden in verschiedenen Höhen die äußere Fläche der Strebepfeiler mit der Hauptmauer. Innerhalb der Mauer ist das Hängetau, welches mit der eben erwähnten Stange verbunden über einen beweglichen Sattel von Gußeisen geführt und nunmehr ansteigend über einen auf der inneren Mauer auf einer gußeisernen Platte aufgestellten beweglichen Träger fortgeführt wird, und zwar so, daß auf beiden Seiten dieses Trägers das Tau mit der senkrechten Mittellinie dieses Trägers einen gleichen Winkel bildet (Fig. 699 und Fig. 701).

Das Aufhängetau besteht von seiner Vereinigung mit der Hängestange an, bis zu seiner Endigung in den doppelten Kreis aus Schmiedeeisen (Fig. 703), aus zwei Theilen, die aus Eisendrähten gebildet und über dem Kopfe des verticalen Trägers durch zwei Stücke von Schmiedeeisen (Fig. 701) verbunden werden, welche Stücke in einem Bogen gekrümmt sind, der die beiden geneigten Richtungen der zwei Tautheile tangential. Von der Stelle an, wo das Tau das Dach trägt, nimmt es eine wagerechte Richtung an. Es ist übrigens ganz so gefertigt, wie die Taue für Hängebrücken, mit Umwickelungen und an beiden Enden mit Schlingen zur Verbindung versehen, die mit Hülsen bekleidet sind, um dem Tau durch Keile die nöthige Spannung geben zu können. Sein Durchmesser wurde in Bezug auf die zu tragende Last so berechnet, daß jeder Quadratmillimeter des Querschnitts nur einem Zuge von 15 Kilogr. zu widerstehen hat.

Das Dach besteht aus zwölf Halbgespärren (Fig. 699), die sich an einer mittleren Hängesäule vereinigen und mit ihr durch einen doppelten Binder verbunden werden, der wieder eine andere, 8,40 Meter vom Mittelpunkte entfernte Hängesäule umfaßt. Diese letztere ist an ihrem Fuße mit einem gußeisernen Schuh (Fig. 702) versehen, unter dem eines der Aufhängetaue weggeht. Um die Vereinigung der Binder mit der mittleren Hängesäule herzustellen, wurde an ihrem inneren Ende ein mit ihnen verbolzter Zwischenblock und zur Verstärkung der ganzen Verbindung nach Oben und Unten zwei flache eiserne Ringe (Fig. 699 bei x) angebracht, die mit Löchern versehen sind, durch welche Schraubenbolzen gehen.

Eine Reihe senkrechter Andreaskreuze verbindet diese zwölf Halbgespärre unter einander, die noch in der Ebene der Hängebalken durch einen Kranz von Streben gestützt werden (Fig. 700). Der Sparren eines jeden Halbgespärres besteht aus vier Stücken. Gegen den Grund des Daches hin (von c nach d) ist er in seiner Dicke einfach und nur in der Nähe seiner Verbindung mit der kreisrunden hölzernen Plattform durch zwei eichene, an den Seiten angebrachte Bohlenstücke verstärkt, da das eine auf den möglichst geringen Querschnitt gebrachte Sparrenstück nicht die erforderliche Stärke gehabt haben würde. Weiter aufwärts (von b nach c) besteht er in seiner Dicke aus zwei Stücken, die von einander entfernt sind, um dem Taue den Durchgang zu gestatten. An diesen Theil befestigen sich auch der oben erwähnte Binder und die jedem Halbgespärre als Stütze dienende senkrechte Hängesäule, von deren unterem Ende ein Strebebalken ausgeht, der den zwischen der Dachtraufe und der Mittellinie der Hängesäule liegenden Theil des Sparrens stützt. Von hier an besteht der Sparren bis zu seiner Vereinigung mit der mittleren Hängesäule aus einem einzigen Stücke und wird in diesem Verlaufe von zwei Streben gestützt, die sich jede mit einer der beiden Hängesäulen in der Nähe ihres unteren Endes verbinden. Um aber bei dieser Verbindung den Sparren nicht zu schwächen, sind diese Streben nicht in ihn eingelassen, sondern nur mit zwei seitwärts angebrachten Verstärkungen a an dieser Stelle verbolzt.

Gegen den Gipfel der einzelnen Gespärre zu bilden einige schwache Holzstücke das Zimmerwerk einer Laterne, die zur Lüftung dient. Fünf Kreise von Spannriegeln, die von einem Sparren zum

anderen gehen, verbinden die Gespärre an ihrer Oberseite. Sie bestehen aus einem einzigen Stücke und sind an ihrer oberen Fläche gewölbt, mit Ausnahme jener des fünften (unteren) Kreises, die an der unteren Kante der Fenster liegen und aus drei Stücken bestehen, da sie durch die zwei der fünf dazwischen liegenden Sparren, welche bis zur Dachtraufe hinabreichen, ihrer Länge nach in drei Theile getheilt werden, ferner flach sind, um die Querbölzer der Fensterrahmen aufzunehmen. Die übrigen Nebensparren gehen von dem oberen Rande der Fenster nur durch den weiteren Theil des noch übrigen Raumes. In Folge dieser Abtheilungen konnte die Oberfläche des Daches in lauter ebene Theile zerlegt werden, wodurch die Anwendung gebogener Hölzer zwischen den Gespärren vermieden und die Arbeit bei der Bedachung bedeutend erleichtert wurde.

Die Verbindungsart der Zwischenriegel mit den Sparren war dergestalt, daß an der Stelle der Sparren, wo ein Riegel zu liegen kam, Trageisen von 0,025 Meter breiten und 0,005 Meter dicken Eisenstreifen angenagelt wurden, worein die Riegel zu liegen kamen, und man somit des Einzapsens der Riegel in die Sparren überhoben wurde, wodurch sonst die Sparren nur sehr erheblich geschwächt worden wären.

Fig. 703—704 zeigt die Anordnung des doppelten eisernen Ringes, in welchem die Enden der Drahttaue befestigt sind, und zwar im Grundriß und im Durchschnitt nach der Linie a b des Grundrißes.

Sechszehntes Capitel.

Dachgerüste mit größeren Hängewerken.

§ 52.

Allgemeines.

Sind Räume mit einem Dache zu überspannen, deren lichte Weite schon über 75 Fuß beträgt, so ist es schon immer mehr oder weniger bedenklich, sich der bisher beschriebenen Hängewerkconstructions zu bedienen, und man wendet dann besser noch eine Hängesäule mehr an. Wird die lichte Weite aber noch bedeutender, so reicht auch dieses nicht aus und man muß die Anzahl der Hängesäulen noch mehr vergrößern. Die größten bisher beschriebenen Dachconstructions waren mit dreifachem Hängewerk verbunden; wir haben aber einen wirklich ausgeführten Fall, wo ein siebenfaches Hängewerk angewendet worden, nämlich bei dem Exercierhause zu Moskau. Wir wollen nun in den folgenden §§ verschiedene Fälle von 4-, 5-, 6- und 7fachen Hängewerkconstructions näher anführen.

§ 53.

Dachgerüste mit vierfachem Hängewerk.

Das vierfache Hängewerk besteht, wie schon oben angeführt, aus zwei doppelten Hängewerken, die so mit einander verbunden und zusammengesetzt werden, daß sie ein Ganzes bilden, wo der eine Theil den anderen nothwendig unterstützen muß, und wieder umgekehrt.

Das doppelte Hängewerk ist in seiner Zusammensetzung nicht unverschiebbar, und ebenso würde dieses auch, jedoch in einem minderen Grade, bei einem vierfachen Hängewerk der Fall sein; man hat daher, namentlich bei größeren Constructions, wo die Seiteneffekte der einzelnen Theile bedeutend größer werden, vornehmlich zunächst darauf zu sehen, daß die Anordnung so erfolge, daß die Construction in ihrer späteren Zusammensetzung unverschiebbar bleibe. Dieses ist um so noth-

wendiger, weil bei der größeren Dachfläche, die ein solches Dach bei seiner Ausdehnung dem Winde darbietet, auch die Wirkung des Windes darauf in weit stärkerem Maße hervortritt.

Diese allgemeinen Andeutungen werden genügen, um darzuthun, daß man bei Anordnung solcher Constructionen nicht allein darauf Rücksicht zu nehmen habe, daß die Construction die Dach- und Balkenlast tragen könne, sondern es muß die Construction auch dann noch vollständige Sicherheit gewähren, wenn der Gleichgewichtszustand mehr oder weniger aufgehoben wird, welcher Fall immer dann eintritt, sobald eine der Dachseiten vom Winde stark gedrückt wird.

In Fig. 705 ist die Construction eines Fettendaches, mit einem vierfachen Hängewerk verbunden, 705 dargestellt.

Die Streben des oberen Hängewerks, zu welchem die beiden mittleren Hängesäulen gehören, gehen in einer Länge vom Balken auf bis zur Höhe des zugehörigen Brustriegels. Zur Aufnahme des Brustriegels und der Streben sind die doppelten Hängesäulen nicht durchlocht, sondern es sind der Brustriegel und die Streben in dieselben mit Versagungen eingesetzt, welche Anordnung hier deshalb nothwendig erschien, weil die Hauptsparren und deren Kehlbalken in den Hängesäulen liegen und somit zu wenig Holz über der Verbindung der Streben und Brustriegel würde stehen geblieben sein.

Gegen die beiden äußeren Hängesäulen stützen sich die inneren oder unteren Hauptstreben und der untere Spannriegel. Da aber dieser bei der großen Länge sich nothwendig durchbiegen würde und somit nicht mehr eine gleichmäßige Spannung würde erhalten bleiben, so wird derselbe in der Mitte durch die beiden mittleren Hängesäulen, durch welche er durchgeht, unterstützt. Zur Erhaltung eines gehörigen Querverbandes und auch um eine weitere Verstrebung zu erhalten, sind hier noch besondere Streben angeordnet, die den bezüglichen unteren Streben gerade entgegengesetzt wirken, wie aus Fig. 707 näher hervorgeht. Diese Streben, so wie auch der Spannriegel und die äußeren 707 Streben, sind nur mit Versagungen in die Hängesäulen eingesetzt.

Die Hauptsparren ruhen in den doppelten Hängesäulen und sind am unteren Ende in den Hauptbalken eingezapft und auf eine innerhalb liegende Schwelle verkämmt. Außerdem sind dieselben noch durch ein Zangenband a unterstützt, welches die doppelten Streben und den Sparren umfaßt und mittelst Schraubenbolzen daran befestigt ist.

Die Sparren sind über einer Hängesäule mittelst einer Verblattung zusammengesetzt, wie in Fig. 708 angedeutet, und sind zur gehörigen Verbindung eiserne Bügel über die Köpfe der Hänge- 708 säulen und über die Sparren gelegt und die Schenkel derselben mit den Hängesäulen durch Schraubenbolzen verbunden.

Zur Herstellung eines Längenverbandes sind über den unteren Hauptbalken und über den oberen Spannriegel Träger gelegt und darauf verkämmt. Außerdem sind aber, wie aus Fig. 706 näher 706 hervorgeht, in die äußeren Hängesäulen Riegel mit Versagungen und Zapfen eingesetzt, und in diese und in die Hängesäulen sind wieder Winkelbänder eingesetzt. Außerdem tragen auch zur Herstellung des Längenverbandes die aufgelegten und aufgenagelten Fetten noch bei.

In Fig. 709 ist ein flaches Dach in Verbindung mit einem vierfachen Hängewerke im Quer- 709 durchschnitt dargestellt.

Da die Hängesäulen sämmtlich eine größere Länge erhalten, so sind dieselben hier durchlocht, so daß die Streben mit dem Spannriegel unmittelbar gegen einander stoßen. Der untere Spannriegel ist hier weggelassen und statt desselben sind die inneren Streben angewendet, welche sich mit ihren Fußenden gegen einen auf den unteren Tramen gelegten und mit demselben durch Schraubenbolzen verbundenen Riegel stemmen. Um hierbei aber ein Abrutschen oder Ausweichen der beiden äußeren Hängesäulen zu verhindern, was bei der vorliegenden Anordnung der Streben sehr leicht geschehen könnte, sind auf die äußeren Streben starke Knaggenhölzer a gelegt und diese mit den Streben jedesmal durch zwei Schraubenbolzen verbunden. Diese Knaggen sind sowohl in die Hängesäulen, als auch in die Streben versagt. Diese Anordnung verhindert, da die Hängesäulen unterwärts mit dem Haupttramen durch Hängeeisen fest verbunden sind, ein Ausweichen derselben. In die mittleren Hängesäulen und in die zugehörigen Streben und Spannriegel sind die Winkelbänder b, b eingesetzt, um ein Verschieben der Constructionshölzer möglichst zu verhindern.

Auf die Hängesäulen sind nach der Länge des Daches Rähmen aufgezapft, worauf die Sparren

verkämmt sind. Zur Herstellung des Längenverbandes sind in die Hängesäulen und in die darauf
710 verzapften Rahmen Winkelbänder eingefügt, wie solches aus Fig. 710, welche einen Theil des Längenschnitts darstellt, zu ersehen ist.

In beiden eben beschriebenen Constructionen sind über die Fußenden der Hauptstreben eiserne Schraubenbänder gelegt, wodurch jene mit dem unteren Balken verbunden werden. Diese Anordnung erscheint hier um so nothwendiger, weil mit der größeren Weite des Daches auch jedenfalls der Seitenschub der Construction wächst und die Parallel-Cohäsion des Holzes, wenn gleich sehr bedeutend, doch nicht hinreichend sein würde, dem Drucke der Streben in den Versagungen immer mit voller Sicherheit zu widerstehen. Ferner aber dienen diese eisernen Bänder auch noch dazu, um ein Ausheben der Streben aus ihren Versagungen zu verhindern, was im Ganzen wohl wenig besorgt werden kann.

Man findet statt dieser Bänder vielfach Schraubenbolzen angewendet; allein diese letzteren gewähren nicht die Sicherheit, wie jene Bänder; denn einmal wird durch das Durchbohren das Holz jedenfalls geschwächt, ferner aber kann bei einem Verschieben der Construction der durchgezogene Schraubenbolzen sehr leicht krumm biegen oder gar abbrechen, welches beides aber immer für die Haltbarkeit der Construction gefährlich werden kann.

In Bezug auf die in Fig. 709 dargestellte Construction ist noch ferner zu bemerken, daß zu den beiden äußeren Hängesäulen der Spannriegel fehlt und dieser durch die beiden inneren entgegengesetzten Streben ersetzt werden soll. Diese inneren Streben tragen jedenfalls sehr viel bei, um die Construction gegen Verschieben nach der Quere zu schützen, anderntheils erhalten aber auch durch diese Anordnung die beiden äußeren Streben und der obere Spannriegel die ganze Last des Daches zu tragen, indem durch die inneren Streben ein Theil der Last wieder direct auf die Anhängpunkte der beiden mittleren Hängesäulen verpflanzt wird. Bei Anordnung eines zweiten Spannriegels, wie in Fig. 705, wird aber dieser Druck vom Spannriegel selbst aufgenommen, und da der Druck von beiden Seiten her auf denselben wirkt, so kommt in dieser Beziehung die rückwirkende Festigkeit desselben in Betracht. Diese ist aber immer groß genug, um diesen Kräften Widerstand zu leisten, und sie heben sich, da sie einander entgegengesetzt wirken, somit auf. Vermittelt der zugehörigen Streben wird ein Theil des Drucks, von den Hängesäulen herrührend, direct wieder auf die äußeren Stützpunkte der Streben abgeleitet, so daß also sowohl die inneren, als auch die äußeren Streben nur immer einen Theil der Dachlast zu stützen haben, wogegen in dem Falle, wie hier in der Figur angegeben ist, die äußeren Streben die ganze Last zu stützen haben.

711.712 In den Figuren 711 und 712 ist eine Dachverbindung mit vierfachem Hängewerk im Querschnitt und Längendurchschnitt dargestellt, bei welcher die Anordnung der Streben der Art ist, daß dieselben nicht, wie in den bisherigen Fällen, unmittelbar auf einander liegen, sondern verschiedene Neigungswinkel haben. Die Spannriegel beider Hängewerke liegen hier unmittelbar auf einander und der obere, längere wird durch den unteren unterstützt.

Diese Anordnung ist in sofern sehr zweckmäßig, weil dadurch ein Querverband erhalten wird, welcher dem Verschieben nach der Seite mehr widersteht, als dieses bei der gewöhnlichen Anordnung zweier auf einander liegender doppelter Hängeböcke der Fall ist, indem zu beiden Seiten durch die Streben und den oberen Spannriegel Dreiecke gebildet werden. Ein genügender Querverband wird nun auch durch die in Fig. 705 angedeutete Anordnung erhalten, und außerdem ist dabei noch der Vortheil, daß die Streben daselbst sich gegenseitig unterstützen.

Die Seitenmauern sind hier überhöht, und stehen somit die Sparren nicht in dem unteren Hauptbalken. Zur Unterstützung des Daches sind die doppelten Hängesäulen bis unter das Dach geführt und auf dieselben Rahmhölzer verzapft, auf welche die Dachhölzer zu liegen kommen. Am Fußende stehen die Sparren in Stichbalken, welche in den Hauptgebänden doppelt und mit den äußeren Streben überschnitten sind. Diese Stichbalken gehen bis zu den äußeren Hängesäulen, in welche sie eingezapft und durch eiserne Bügel damit verbunden sind. In diese doppelten Stichbalken sind Wechsel eingefügt,
713 in welche kurze Stichbalken zu den Zwischengebänden eingefügt werden, wie aus Fig. 713 zu ersehen ist. Ueber diese Stichbalken ist eine Dachschwelle gestreckt, auf welche die Sparren verkämmt sind. Da aber die Entfernung zwischen dieser Dachschwelle und dem Rahmhölze der äußeren Hängesäule bedeutend ist und der Sparren unter der Last der Dachbedeckung sich sehr leicht durchbiegen kann, und

ferner, um einen Theil des Sparrenschubes auf den unteren Hauptbalken abzuleiten, sind hier noch die schrägen Bockwände a, a angeordnet, welche aus Ständern bestehen, die in eine untere Schwelle eingesetzt und oben mit einem Rahmholze versehen sind. Um diesen Bockwänden noch eine sicherere Stellung zu geben, sind in den Hauptgebänden kurze Kehlbalkenstücke b, b angeordnet. Dieselben liegen auf dem oberen Spannriegel und sind mit demselben verbolzt. An ihrem äußeren Ende greifen sie mit einer Stirn gegen das Rahmholz des schrägen Bockes und verhindern somit ein Ausweichen desselben.

In Fig. 722 ist in Hinsicht der Anordnung des Hängewerks eine der vorigen ähnliche Construction im Querdurchschnitt dargestellt. 722

Auch hier haben die Streben verschiedene Neigungswinkel, jedoch spreizen die beiden inneren Streben nicht gegen einen besonderen Spannriegel, sondern sie greifen mit Versatzungen in den einfach vorhandenen Spannriegel und bilden an diesen Stellen die Aufhängepunkte für die beiden inneren Hängesäulen. Die durch diese Bänder, denn als solche sind sie hier nur zu betrachten, erhaltenen Stützpunkte bilden aber fortwährend schwache Stellen; denn obgleich diese Bänder mit Versatzungen in den Spannriegel eingreifen, so können diese Versatzungen doch keine solche Stärke erhalten, daß sie im Fall eines Durchbiegens des Spannriegels nicht auspringen. Dieses kann hier nun um so leichter stattfinden, weil der Winkel, welchen die Strebe mit dem Spannriegel bildet, nur klein ist, und daher die volle Holzstärke nur gering wird. Diesem Nachtheile würde durch die Anordnung eines zweiten Spannriegels abgeholfen werden.

Die übrige Anordnung erhellet leicht aus den übrigen Figuren, von denen Fig. 723 einen Längendurchschnitt durch die Mitte, Fig. 724 einen solchen nach der Linie cd und Fig. 725 die Zange a nach vergrößertem Maßstabe darstellt. 723 724 725

Die hier angeführten Beispiele genügen hinreichend, um das Eigenthümliche dieser Construction darzuthun.

§ 54.

Dachgerüste mit fünf Hängesäulen.

In Fig. 714 ist ein Fettendach in Verbindung mit einem fünffachen Hängewerk im Querdurchschnitt, und in Fig. 715 ein Theil des Längendurchschnitts dargestellt. 714 715

Wie aus Fig. 714 ersichtlich, besteht das Hängewerk aus zwei doppelten Hängeböcken und einem einfachen Hängebock, so daß also hier drei Hängeböcke über einander liegen, die sich aber gegenseitig wieder unterstützen.

Um hier den Druck möglichst auf die Enden des Spannbalkens (Hauptbalkens) zu leiten, wo die Streben jedenfalls einen festen Widerstand finden, sind hier noch zwei besondere Hängewerke oder Streben-systeme angeordnet, von welchen das untere ein doppeltes ist und auf den Hauptbalken sich stützt, das obere dagegen ein einfaches, welches auf dem unteren Spannriegel steht. Man hätte statt dieser Anordnung auch die Nebenhängesäulen, wie dieses in Fig. 705 angedeutet ist, durch entgegengesetzte Streben stützen können, um so den Spannriegeln, die hier eine bedeutende Länge erhalten, einen Theil des auf sie wirkenden Drucks abzunehmen; allein dadurch würde nur ein größerer Druck auf die mittlere Hängesäule hervorgebracht werden, welche immer wegen der bedeutenden Länge der zugehörigen Streben einen schwächeren Theil des Systems ausmacht. Man findet zwar, wie wir weiter unten bei dem Exercierhause zu Moskau sehen werden, daß eine solche Anordnung sich vollkommen bewährt hat; nichts desto weniger halten wir es aber immer für zweckmäßiger, wenn man die Mitte der Verbindung, welche, wie schon erwähnt, der schwächere Theil ist, zu stützen und die Wirkung der Last möglichst auf die unterstützten Endpunkte des Balkens direct zu übertragen sucht.

Betrachten wir nun zunächst die Verstreungen zu den beiden äußersten Hängesäulen. Die Streben und der Spannriegel, welcher letztere hier aus zwei Stücken zusammengesetzt wird, und zwar in der Mitte, greifen mit Versatzungen in die doppelten Hängesäulen. Damit aber diese Hängesäulen gleichzeitig auch die beiden oberen Streben der beiden anderen Hängewerke befassen und überhaupt eine innige Verbindung der sämtlichen Streben unter einander erhalten wird, so sind jedesmal an diesen Stellen, wo dieselben mit den Hängesäulen zusammentreffen, die beiden oberen Streben

schwalbenschwanzförmig etwa 1 Zoll tief ausgeschnitten; in derselben Form sind aber auch die inneren den Streben zugekehrten ausgeschnittenen Seiten der Hängesäulen bearbeitet, jedoch so, daß diese genau in die Einschnitte der Streben passen, wie in den Figuren 716 und 720 nach vergrößertem Maßstabe dargestellt ist.

In derselben Weise ist auch die Verbindung der beiden nächst inneren Hängesäulen mit den 717 beiden auf einander liegenden Streben angeordnet, wie auch dieses aus den Figuren 717 und 721 721 ersichtlich ist.

Die beiden äußeren Streben sind hier wegen der geringen Höhe des stehen bleibenden Hirnholzes der mittleren Hängesäule mit Versatzungen in dieselbe eingesetzt.

Um nun die Mitte des Systems noch mehr zu unterstützen, ist über den Hauptbalken, wie auch schon oben erwähnt, noch ein Strebensystem angeordnet, dessen Spannriegel mit dem unteren Hauptspannriegel durch Schraubenbolzen verbunden ist. Dieser Spannriegel stößt mit seinen Enden innerhalb der doppelten Hängesäulen gegen die inneren eingesetzten Streben. Dadurch wird nicht allein der aus zwei Stücken zusammengesetzte Hauptspannriegel sehr wesentlich unterstützt und befestigt, sondern es wird dem oberen Hängewerke noch ein Theil der darauf wirkenden Last genommen und direct wieder auf die Endpunkte des unteren Hauptbalkens verpflanzt.

Ueber diesen eben erwähnten Spannriegel ist ein anderes Strebensystem angeordnet, dessen Streben oberhalb in der mittleren Hängesäule gegen einander stoßen und mit ihren unteren Enden in dem Spannriegel stehen, so daß dadurch ein Theil der Last, welche auf die mittlere Hängesäule wirkt, auf die unteren Streben der äußeren Hängesäulen und durch dieselben wieder auf die Endpunkte des Hauptbalkens abgeleitet wird.

Aus diesen Anordnungen folgt also unmittelbar, daß hier eine Vermehrung des Drucks auf die Mitte, als den schwächsten Theil des Systems, vermieden wird, indem er durch die Streben unmittelbar auf die unterstützten Endpunkte der Construction geleitet wird.

Was die übrige Anordnung der Construction betrifft, als namentlich die Unterstützung der Fettesparren, so sind zu diesem Behufe auf die Hängesäulen Rahmhölzer mittelst Seitenzapfen aufgezapft. Diese Rahmhölzer dienen gleichzeitig und hauptsächlich auch dazu, einen Längenverband des Daches 715 herzustellen, und zwar in der Art, daß, wie aus dem Längendurchschnitt Fig. 715 ersichtlich, in die verschiedenen Rahmhölzer und in die zugehörigen Hängesäulen Winkelbänder eingesetzt sind. Um die Sparren an ihrem unteren Ende noch weiter zu unterstützen, sind auf die Streben des Hängewerks Klöße a gestellt, welche mit kurzen Zapfen sowohl in die Sparren, als auch in die Streben eingreifen.

Einer weiteren Erklärung bedarf es hier nicht, indem das Uebrige leicht aus den verschiedenen 718 Figuren zu entnehmen ist. Nur soll hier noch bemerkt werden, daß in Fig. 718 die Verbindung der 719 mittleren Hängesäule mit den Streben und dem oberen Rahmholze, und in Fig. 719 die Anordnung der Zwischenbalken auf der Mauer zum Behufe Anbringens des äußeren hölzernen Gesimses nach vergrößertem Maßstabe dargestellt ist.

726 Eine andere hierher gehörige Dachverbindung ist in Fig. 726 im Querdurchschnitt angegeben, welche einen Dachbinder des Münchener Theaters zeigt.

Der Hauptbalken besteht hier aus doppelten, mittelst eingesetzter eiserner Keile verdübelten und durch Schraubenbolzen verbundenen Hölzern, und liegen die so verbundenen Hauptbalken an ihren Enden auf eichenen Mauerplatten. Ueber jedem Balken sind zwei Sprengwerke errichtet, welche fünf Hängesäulen tragen, wovon vier mit dem Hauptbalken durch eiserne Hängebügel verbunden sind. Die fünfte oder hier die mittlere Hängesäule ist mit dem oberen Spannriegel verbunden und hat hauptsächlich den Zweck, einmal einen Schluß in der Construction herzustellen, ferner aber auch das Dach im First zu unterstützen.

Betrachten wir nun zunächst das äußere Sprengwerk, so finden wir aus der Vergleichung 729 mit den Details (Fig. 729 und Fig. 730), daß die Sprengstreben nicht aus einem Stücke be- 730 stehen und nicht vom Hauptbalken bis zur mittleren Hängesäule in einer Länge hinaufgehen, sondern dieselben sind in der Mitte jeder Hängesäule gestoßen, so daß also jede Sprengstrebe aus drei Stücken besteht.

Der untere Spannriegel a ist in die äußeren Hängesäulen etwas eingelassen, ohne aber gegen

das Hirnholz der unteren Strebe zu stoßen, sondern die Enden desselben stoßen gegen das Langholz der Hängesäulen, wie aus Fig. 729 näher ersichtlich ist.

Der obere Spannriegel *b* dagegen spreizt sich zum Theil gegen die Hirnseiten der unteren Streben innerhalb der doppelten Hängesäulen, wie aus Fig. 730 zu ersehen ist. Die oberen Stücke der Streben, welche sich gegen die Hirnseiten der nächst unteren Streben stützen, sind bedeutend schwächer, als die unteren Streben, und greifen mit Versatzungen in die mittlere Hängesäule, welche aber nicht doppelt, sondern nur einfach ist (Fig. 733). Um aber ein Ausweichen der Streben aus den Hängesäulen zu ⁷³³ verhindern, so sind eiserne Schraubenbänder angeordnet, die unterwärts mit der Hängesäule durch einen Schraubenbolzen verbunden sind, und deren Schenkel durch eiserne, auf den Streben liegende Schienen (Stege) greifen, über welchen sie fest angeschraubt sind, wie solches aus den Figuren 726 und 733 zu ersehen ist.

Um bei den übrigen doppelten Hängesäulen ein Ausreißen des über den Streben stehenden Hirnholzes zu verhindern, sind die Bindersparren nicht in ihrer ganzen Stärke in dieselben eingelegt, sondern sie sind aus mehreren Enden bestehend angeordnet, und zwar so, daß sie in die Hängesäulen nur einige Zolle eingreifen. Ferner sind über die doppelten Hängesäulen starke eiserne Schienen gelegt und diese mit an den Hängesäulen heruntergehenden und damit fest verschraubten eisernen Schienen durch aufgeschraubte Muttern fest verbunden.

Was das innere Sprengwerk betrifft, so besteht dieses aus vier geneigten Streben und einer horizontalen, welche letztere mit dem oben erwähnten Spannriegel *a* durch Schraubenbolzen verbunden ist. Auch hier sind, um jedes Verschieben zu verhindern, eiserne Keile eingelegt. Die verschiedenen Streben stoßen innerhalb der vier doppelten Hängesäulen zusammen, und zwar in der Art, wie in den Figuren 731 und 732 näher angedeutet ist. 731.732

Dieses innere Sprengwerk erfüllt hier einen doppelten Zweck, und zwar zuerst, um die Hängesäulen noch wirksamer zu unterstützen, als solches durch das obere Sprengwerk allein geschieht; ferner aber auch, um den Spannriegel *a* unmittelbar zu unterstützen, welcher hier noch eine besondere Balkenlage zu tragen hat.

Ueber den Hauptbalken liegen der Länge der Bühne nach die Hölzer *c*, welche von den doppelten Hängesäulen *d* eingeschlossen sind. Diese Hängesäulen, welche durch umgelegte eiserne Bügel und durch Schraubenbolzen zusammengehalten werden, tragen die Hauptmaschinengallerien. Die zwischen diesen beiden Haupthängesäulen befindlichen vier kleineren Hängesäulen *e*, welche die Verbindungsgallerien tragen, stoßen stumpf unter die, über die Hauptbalken gelegten Querbölzer und sind durch eiserne Hängebügel und Schraubenbolzen daran befestigt.

In Fig. 728 ist ein Theil der Dachbalkenlage dargestellt. Um das Gestein herzustellen und be- ⁷²⁸ festigen zu können, sind an die unteren äußeren Sprengstreben, und zwar an jeder Seite derselben, die Stichbalken *f, f* angeblattet und mit einem Schraubenbolzen daran befestigt. Am äußeren Ende dieser Stichbalken, wo dieselben auf der Mauer ruhen, ist das Gestein befestigt und in dieselben unterwärts ein Riegelholz eingelassen, woran die Tragsteine aus Gyps mit Schrauben befestigt sind. Auf diesen Stichbalken liegt die Dachrinne und neben dieser eine Dachschwelle, in welche die Sparren eingezapft sind.

In Fig. 727 ist ein Theil des Längendurchschnitts dargestellt und daraus die Anordnung des ⁷²⁷ Längenverbandes zu ersehen, welcher darin besteht, daß zwischen die Sprengstreben des äußeren Sprengwerks Kreuze von Holz eingesetzt sind.

Die Dachsparren werden durch Fetten unterstützt, die auf den äußeren Sprengstreben liegen. Das Uebrige der Construction erhellet leicht aus den beigegeführten Zeichnungen, es bedarf daher keiner weiteren Erklärung.

Eine ebenfalls hierher gehörige Construction giebt ferner die Figur 734, welche einen Dachbinder des Exercierhauses zu Darmstadt darstellt.

Dieses im Jahre 1771 von einem Zimmermeister Schubknecht erbaute Dachwerk überdeckt einen Raum von 151 Fuß lichter Weite und 319 Fuß lichter Tiefe.

Der Hauptbalken ist hier aus dreifachen Hölzern zusammengesetzt, und an den Enden liegt noch ein viertes Holz darunter, welches als Sattelholz dient und sich weiter hinausstreckt, als der eigentliche Trägerbalken. Ueber diesem Balken ist ein liegender Dachstuhl aufgerichtet, dessen Schwellen auf

die erwähnten Sattelhölzer aufgekämmt sind. Auf diesem Dachstuhl liegt in jedem Hauptgebände ein Kehlbalcken. Ueber diesem Kehlbalcken ist dann ein zweiter liegender Dachstuhl aufgestellt. Ueber diesem zweiten Dachstuhl ist noch ein dritter liegender Dachstuhl aufgerichtet, über welchem dann ein volles Kehlgebälk angeordnet ist. In jedem Hauptgebände ist über dem obersten Kehlbalcken ein Hängewerk angeordnet, dessen Hängesäule, die hier doppelt ist, mit den unterwärts befindlichen horizontalen Hölzern überschnitten und bis zu dem Hauptbalcken heruntergeführt ist.

Zu beiden Seiten dieser Hängesäule sind jedesmal noch zwei andere Hängesäulen, ebenfalls doppelt, angeordnet. Diese Hängesäulen sind mit den Kehlbalcken und den Spannriegeln der liegenden Stühle, so wie mit deren Stuhlsäulen überschnitten. Da aber die horizontalen Hölzer in der großen Länge, welche sie erhalten, dem Drucke der Hängesäulen keinen Widerstand würden leisten können, so sind hier noch eine Menge Sprengbänder angebracht, und zwar in der Art, daß durch die Zusammenstellung der Hölzer der Druck immer wieder auf die Endpunkte des Systems zurückgeleitet wird.

Wenn wir dieses Princip hier auch ausgedrückt finden, so können wir uns dennoch nicht mit den Mitteln einverstanden erklären, welche hier zur Durchführung desselben angewendet sind, indem dieselben immer nur untergeordneter Natur sind. Jedenfalls hätte man den beabsichtigten Zweck sicherer und besser erreicht, wenn man die Hängesäulen durch ein System von Streben und Spannriegeln unmittelbar unterstützt hätte, und dieses hätte geschehen können, ohne das hier ausgedrückte Princip zu verlassen.

735 In Fig. 735 ist ein Theil des Längendurchschnitts der Construction dargestellt.

Zur Herstellung des Längenverbandes sind in die Stuhlsäulen der beiden unteren liegenden Stühle Riegel eingesetzt, und dann in diese, so wie auch in die Schwellen und in die Stuhlsäulen, die nöthigen Winkelbänder eingesetzt. Die eingesetzten Riegel dienen gleichzeitig auch dazu, die Dachsparren der Leergespärre zu unterstützen, so daß sie also in dieser Hinsicht die Stelle der Fetten vertreten.

An die Hauptbalcken sind die zur Herstellung der Decke erforderlichen Unterzugshölzer mittelst 736 eiserner Bügel aufgehängt, wie aus den Figuren 736 und 737 näher ersichtlich ist. Gleichzeitig ist 737 aus diesen Figuren das Anhängen des Hauptbalckens an die Hängesäulen ersichtlich. Die Anzahl der hier verwendeten Unterzugshölzer hätte ohne den geringsten Nachtheil wenigstens um $\frac{1}{4}$ reducirt werden können, wodurch nicht allein an Material gespart worden, sondern auch die Last erheblich verringert worden wäre.

Wenn nun auch diese Construction etwas Mangelhaftes darbietet, so ist doch keineswegs das Streben des Erbauers zu verkennen. Bis zu der Zeit der Erbauung des Exercierhauses hatten die größten Constructionen kaum eine Spannweite von 90 Fuß, und dieses Gebäude war somit das erste, bei welchem die bis dahin geltend gewesenen Gränzen sehr bedeutend überschritten wurden. Ferner ist noch zu berücksichtigen, daß in der Zeit der Erbauung dieses Gebäudes der Grundsatz feststand, eine Construction könne nur dann als vollkommen betrachtet werden, wenn sie möglichst viel Holz enthalte. Damals kannte man noch nicht die Anwendung der Statik auf Constructionen, wenigstens machte man keinen Gebrauch davon, sondern man suchte sich stets auf empirischem Wege zu helfen. In neuerer Zeit aber, wo man die Lehre von den Constructionen mehr wissenschaftlich behandelt, ist man von den damals geltenden Principien ganz abgekommen, und man sucht jetzt die Constructionen möglichst zu vereinfachen, weil durch eine größere Menge Verbindungshölzer die Constructionen häufig nicht allein nicht verstärkt, sondern noch unnöthig beschwert werden, wodurch die eigentlich tragenden oder stützenden Theile einen größeren Druck auszuhalten haben.

§ 55.

Dachgerüste mit sechs Hängesäulen.

739.740 Der Vollständigkeit wegen theilen wir in den Figuren 739 und 740 den Entwurf einer Dachconstruction mit sechs Hängesäulen im Quer- und Längendurchschnitt mit.

Die Anordnung der Construction bedarf nach dem Bisherigen keiner weiteren Erklärung, indem diese aus der Figur schon genügend zu entnehmen ist. Zu bemerken ist jedoch, daß diese Construction

nur eine lichte Spannweite von 100 Fuß enthält. Es kann aber eine derartige Construction einen erheblich größeren Raum überspannen, und man kann ohne Gefahr die Entfernung der Hängesäulen von Mitte zu Mitte in einem solchen Binder bis auf 17 Fuß ausdehnen, vorausgesetzt, daß die Construction nur dazu dient, die Balkendecke und das Dach zu tragen. Schwerere Lasten darf man ohnehin diesen größeren Hängewerken nicht aufbürden, wenigstens würde dieses nicht ohne große Gefahr geschehen können. Man würde nach dem Obigen somit diese Construction auch bei einer lichten Spannweite von 120 Fuß noch sehr gut anwenden können.

Durch diese Figur wird der Gang, welcher bei Zusammensetzung solcher sechsfacher Hängewerke zu beobachten ist, hinreichend vorgeschrieben, und da die Zusammenstellung der Hängeböcke und die Ineinanderfügung und Verbindung der einzelnen Verbandstücke im Wesentlichen immer gleich ist, so würde es jedenfalls überflüssig sein, hier noch mehr derartige Constructionen zu liefern, und wir glauben durch das Bisherige den beabsichtigten Zweck, nämlich die Art und Weise der Zusammenstellung zu erklären, erreicht zu haben. Es soll daher im nächsten § nur noch ein Hängewerk beschrieben werden, welches einzig in seiner Art dasteht, nämlich das Hängewerk des Exercierhauses zu Moskau.

§ 56.

Das Exercierhaus zu Moskau.

Sehr detaillirte Zeichnungen dieses höchst interessanten Hängewerks finden wir in Rondelet's „art de bätir“, und da dieses Werk gleichzeitig auch eine Beschreibung dieser Construction von dem Erbauer selbst, Bétancourt, liefert, so halten wir es jedenfalls am angemessensten, die vollständigen Zeichnungen und Beschreibungen dieser Construction aus der von Heß gelieferten Uebersetzung obigen Werkes hier mitzutheilen. Es heißt daselbst:

Construction zweier Dachbinder und Versuche über den Widerstand, dessen sie fähig waren. —

Der Spannbalken AB (Fig. 741), welcher mit seinen beiden Enden auf 8 Fuß dicken Mauern ruhen sollte, war im Ganzen 160 Fuß*) lang und aus zwei über einander liegenden Stücken von 11 Zoll im Gevierte zusammengesetzt, wodurch ein Hauptbalken von 22 Zoll Höhe und 11 Zoll Breite gebildet wurde. Diese Balken wurden durch Hakenkämme mit einander verbunden und durch Bolzen von 1 Zoll Durchmesser in Entfernungen von 3 Fuß zusammengeschraubt. Die doppelten Keile h, h, h von Eichenholz wurden in Einschnitte in beide über einander liegende Stücke zu gleichen Theilen eingetrieben, um das horizontale Ausgleiten zu verhindern.

Von den beiden Enden A und B jenes verdoppelten Spannbalkens, dessen Mitte D um 12 Zoll gesprengt war, gehen zwei große Streben AC, BC nach der mittleren Hängesäule CD. Die Länge dieser Hängesäule beträgt 32 Fuß, also $\frac{1}{5}$ der ganzen Länge des Spannbalkens, was für den Neigungswinkel der Streben 21 Grad 48 Minuten giebt. Unter den großen Streben sieht man drei Paar andere Streben a a, a' a', a'' a'', welche an Nebenhängesäulen P, P', P'' anstoßen, die wiederum paarweise durch Spannbalken EE, E'E', E''E'' gehalten werden. Alle jene Streben, durch Bolzen q, q unter einander verbunden, stehen auf dem Hauptspannbalken in doppelten Versagungen, und das ganze System ist an diesen Punkten mit vier eisernen Bändern t, t', t'', t''', die senkrecht auf den Streben stehen, und durch Mutterschrauben gut angezogen, auch auf die zu vereinigenden Stücke genau angepaßt worden sind, befestigt.

Der Hauptkunstgriff dieser Holzverbindung liegt in den Köpfen von Gußeisen an den Hängesäulen, so daß die gegen einander strebenden Holzstücke niemals in directe Berührung kommen. Man sieht in Fig. 745 bei F die Projection einer Hängesäule, zusammengesetzt aus zwei verticalen Zangen, mit einem Kopfe von Gußeisen armirt, den man bei E und G (Fig. 746 und Fig. 747) schräg auf den Seiten sieht. Zu bemerken ist, daß dieses Stück Gußeisen ein Loch m hat, um einen Bolzen durchzustechen, der auf jeder Seite ein nach unten gabelförmig gehendes geschmiedetes Hängeeisen trägt, welches andere Bolzen g, g aufnimmt, die durch die beiden Zangen gehen und sie mit ihren gußeisernen Köpfen verbinden. Diese Hängeeisen haben keinen anderen Zweck, als die beiden Stücke

*) Das hier angeführte Maß ist englisches Maß.

der Hängesäule zu halten, im Fall das Gußeisen etwa einen unvorhergesehenen Fehler haben sollte, der einen Bruch desselben veranlassen könnte.

Der Druck der Spannriegel wird durch Strebebänder H, H', H'' getragen, deren oberer Theil sich gegen die gußeisernen Köpfe stemmt und deren unterer Theil sich auf gußeiserne Schuhe B, B' stützt, welche mittelst vier Bolzen die doppelten Spannbalken gerade an ihrem Hakenkamm fest zusammenspannen. Zwei solcher Dachbinder, in einem Zwischenraum von 14 Fuß, wurden durch Zangen 742 N, N, N, N (Fig. 742), nahe an den Köpfen der Hängesäulen und auch durch Andreaskreuze ver- 744 bunden. Sie wurden sodann auf drei Reihen Schwellen R, R, R (Fig. 744), welche mittelst zweier Backsteinmauern fünf Fuß über den Boden erhoben waren, aufgestellt. Um die Bewegungen zu messen, welche in der Form des Spannbalkens stattfinden konnten, hatte man in gewissen Entfernungen graduirte verticale Richtscheite dicht unter den Spannbalken gestellt und senkrecht Fäden sollten die horizontalen Bewegungen anzeigen. Als man die Gerüste weggenommen hatte und die Dachbinder sich nur auf ihre Endpunkte stützten, ging der eine 3 Zoll, der andere 3 1/2 Zoll in der Mitte herunter.

Zu dem Versuche war es hinreichend, auf die Spannbalken bewegliche Dielen zu legen, um die Gewichte aufzulegen, mit denen man den Versuch anstellen wollte. Bétancourt ließ diese Dielenböden mit 5000 Backsteinen, 33000 \mathcal{A} wiegend, beschweren. Die Wirkung derselben war fast unmerklich. 5000 andere Backsteine machten, indem sie alle Verbandstücke zusammendrückten, den Spannbalken um 9 bis 10 Linien, und zwar ziemlich gleichförmig, sinken, jedoch nicht dauernd, denn die Feuchtigkeit und Trockenheit der Luft ließen die Senkung gewissermaßen innerhalb der Grenzen von 2 bis 3 Linien oscilliren.

Man mußte einen Umstand in Bezug auf das Klima vorhersehen. Die nach Osten und Westen gerichteten Seiten der Gebäude sind dem Schnee auf gleiche Weise ausgesetzt; allein die Veränderungen in der Atmosphäre sind, selbst in den kältesten Wintern, stark genug, um den Schnee auf der Südseite bedeutend zu vermindern, während er sich auf der entgegengesetzten Nordseite anhäuft und bis zum Frühling unmerklich abnimmt. Um diese Ungleichheit der Belastung nur auf einer der beiden Weltgegenden nachzuahmen, wurden 5000 Backsteine aufgelegt, allein die Wirkung derselben war unmerklich, sowohl an den Zeigern, als auch an den senkrechten Fäden.

Man ließ alsdann die Last um 10000 Backsteine vermehren, die auf das Dach und den Dielenboden vertheilt wurden, und die 12 Zoll betragende Sprengung des Spannbalkens hatte sich nur um weitere 4 1/2 Zoll vermindert, es blieben also noch 4 1/2 Zoll über der Horizontallinie; allein die Keile von Eichenholz, welche man sowohl in die Hakenkämme, als auch in die doppelten Einschnitte des Spannbalkens eingetrieben hatte, waren gewaltsam zusammengedrückt und hatten das Ausgleiten 749 des einen Balkens auf dem anderen nicht verhindert, wie in Fig. 749 angedeutet worden ist. Die verticalen Bolzen konnten dieser horizontalen Bewegung nicht entgegenwirken. Es war also hier wirklich der schwache Theil des Dachbinders, und in Erwägung, daß der Versuch sonst allen Bedingungen der Festigkeit entsprach, leistete man auf weitere Versuche Verzicht. Dem Ausgleiten wurde 748 aber für die Folge dadurch vorgebeugt, daß man abwechselnde Einschnitte in die beiden Stücke des Spannbalkens machte, wie Fig. 748 zeigt.

Diese beiden Dachbinder hatten also, außer ihrem eigenen Gewichte und dem des Dielenbodens, eine Last von 165000 \mathcal{A} oder jeder von 82500 \mathcal{A} getragen, was unendlich bedeutender ist, als das Gewicht des Daches und des Dielenbodens auf 14 laufende Fuß und das ganze Gewicht des Schnees, das man auf sie rechnen konnte.

Nach den eben angeführten Versuchen hätte man volles Vertrauen auf die Dauerhaftigkeit des Daches setzen sollen; allein verschiedene Umstände haben dazu beigetragen, seine Construction zu schwächen.

Bétancourt hatte den Hängesäulen 1/5 der Länge des Spannbalkens gegeben, und schien ihm dieses Verhältniß das vortheilhafteste, um dem Zimmerwerk alle wünschenswerthe Solidität zu geben, ohne daß der Fronton durch allzu große Höhe unangenehm geworden wäre; allein um denselben ein wenig gefälliger zu machen, gab man den Hängesäulen weniger als 1/6, was den horizontalen Schub auf die Spannbalken bedeutend vermehrte.

Ferner weil man sich nicht Holz genug verschaffen konnte, um die einzelnen Hölzer des Spann-

balkens alle von gleicher Länge zu machen, mußten die Zwischenräume der Hängesäulen verkürzt werden, und man nahm deren 9 statt 7. Diese Construction hatte zwar nichts Fehlerhaftes, allein da man 8 Dachbinder mit 9 Hängesäulen zwischen die anderen eingeschaltet hatte, so konnten die horizontalen Zangen sie nicht auf eine gleichförmige Weise verbinden, was der Dauerhaftigkeit des Daches überhaupt schaden mußte.

Endlich aus Mangel an Materialien oder aus Mangel an Zeit machte man 32 Dachbinder, wovon 30 mit der Mitte jeder Säule, die von der folgenden 18 Fuß 1 Zoll entfernt war, correspondirten und die beiden anderen gegen die Mauern des Frontons gesetzt wurden. Diese Entfernung wäre selbst für ein Dach von mittelmäßiger Breite zu groß gewesen.

Zwei Reihen Andreaskreuze, welche in die Hängesäulen stießen, wie auch dreizehn Reihen horizontaler Zangen, verhinderten das Ausweichen in der Richtung der Länge des Gebäudes.

Sobald die Dachbinder aufgestellt und hinreichend verbunden waren, nahm man die Sprießen weg und maß die Größe, um welche jeder Binder sich gesenkt hatte. Oben wurde bereits bemerkt, daß die Spannbalken in der Mitte 12 Zoll höher waren, als an ihren Endpunkten. Bei der Untersuchung fand sich, daß sie sich von $2\frac{1}{2}$ Zoll bis $6\frac{1}{2}$ Zoll gesenkt hatten, je nachdem die Binder mehr oder weniger gut ausgeführt gewesen waren und das Holz mehr oder weniger trocken war. Die mittlere Größe ihrer Senkung war 4,34 Zoll. Nach dieser ersten Bewegung erhielten sich alle Theile des Daches in dem nämlichen Zustande, bis zum Monat April, wo gegen Ende desselben die Senkung 4,92 Zoll betrug, so daß also während der fünf Wintermonate die Spannbalken sich um etwas mehr als $\frac{1}{2}$ Zoll im Mittel gesenkt hatten.

Um die Bewegungen zu beobachten, welche das Dach machen konnte, sorgte man dafür, daß häufig allgemeine Nivellements vorgenommen wurden, und die mittlere Gränze der Senkung, die zu Ende des April 4,92 Zoll war, betrug zu Ende des Mai 5,97 Zoll, zu Ende des Juni 6,97 Zoll, zu Ende des Juli 8,02 Zoll, zu Ende des August 8,10 Zoll. Seit diesem Zeitpunkte erhielten sich die Dachbinder in derselben Lage.

Man muß bemerken, daß diese Senkung dem Grade des Eintrocknens des Holzes folgte, wovon ein großer Theil, wenige Tage vor dem Gebrauche, gefällt und herbeigeschloßt worden war, aus welchem Grunde dasselbe zu schnell eintrocknete und sich in der Richtung der Länge bedeutend spaltete. Die große Geschwindigkeit, mit welcher das Werk construiert wurde (5 Monate), und der Mangel an ausgesuchtem Holze nöthigten, Alles zu nehmen, was bei der Hand war; unter 400 Zimmerleuten, deren einziges Werkzeug die Art war, hatte man keine Zeit, die geschicktesten auszuwählen, um denselben die Verbindungen, welche die meiste Genauigkeit erforderten, zu übertragen. Bei einer solchen Eile wurde selbst die Aufsicht sehr erschwert. So hatten z. B. die Spannbalken Einschnitte von 3 Linien bis zu 2 Zoll, die Bolzen und ihre Löcher waren eben so wenig genau. Man mußte in der Zeit fertig werden, die dazu bestimmt worden war.

Am 1. Juli 1819, einem Zeitpunkt der größten Hitze, bemerkte man bei dem Niveliren, daß der Spannbalken des 24sten Binders in seiner Mitte beinahe um 1 Zoll heruntergegangen war, was die Aufmerksamkeit des mit der Aufsicht dieses Gebäudes beauftragten Ingenieurs auf sich zog; er stellte eine Wache in das Dach, um es zu beobachten. Wirklich hörte man zwei Tage nachher ein starkes Krachen und fand, daß der Spannbalken neben einer Hängesäule in seiner Mitte gebrochen war und sich um $\frac{3}{4}$ Zoll getrennt hatte. Doch war er nur um 1 Zoll niedergegangen und von den beiden benachbarten Dachbindern hatte der eine $\frac{3}{4}$ Zoll, der andere $\frac{1}{2}$ Zoll nachgegeben. Aus Fig. 748 ersieht man die Art und Weise, wie dieser Spannbalken gebrochen ist.

In dieser Lage verblieb das Dach während 5 Stunden, welche dazu angewendet wurden, die Sprießen, sowohl für den gebrochenen Binder, als auch für die daneben befindlichen, zuzubereiten, welche mit Hülfe von Andreaskreuzen zur Stütze dienten.

Eine genaue Untersuchung ergab, daß die Ursache des Bruches ein sehr dicker Knoten gewesen war, den das Holzstück gerade an der Stelle hatte, wo der andere Balken mit seiner Verkämmung eingriff; außerdem war es sehr gespalten, und der einzige solide Theil war von den Bolzen durchschnitten.

Es wurde nun der gebrochene Dachbinder gerade an den Streben unterstützt, und hierauf die horizontalen Zangen, wie auch die verticalen, welche Hängesäulen bildeten, losgeschraubt. Nachdem

sodann unten die zwei gebrochenen Balken weggenommen waren, zog sich der Spannbalken um 2 Zoll zusammen; man zog nun zwei neue Balken ein, hob den Spannbalken um vier Zoll in die Höhe und zog alle Bolzen fest an. Als zuletzt alle Stützen weggenommen worden waren, bemerkte man nicht die geringste Senkung. An den neu eingezogenen Balken ließ man die schiefe Verkäm-
750 mung weg und den Verband so bewerkstelligen, wie in Fig. 750 angedeutet ist, woraus man sieht, daß die beiden rechtwinklig umgebogenen Enden einer Platte von geschmiedetem Eisen, welche an die Seite, wo der Balken gestoßen ist, gelegt worden, um 2 Zoll in den Balken eingreifen.

Einen Monat später ereignete sich an dem 9ten Dachbinder ein ähnlicher Unfall, ganz aus derselben Ursache. Die Wiederherstellung geschah auf dieselbe Weise in weniger als einer Woche; u. s. w.

Nachdem wir das Hauptsächlichste, was Bétancourt über diese Construction selbst gesagt, hier angeführt haben, sollen noch einige Anmerkungen folgen, die jedenfalls wichtig genug sind, um nicht übergangen zu werden. Es heißt in dem oben angeführten Werke weiter:

Wir haben oben gesehen; daß man drei Holzstücke als hinreichend zur Zusammensetzung eines Gebindes ansehen kann; daß aber, sobald gewisse Dimensionen überschritten werden, die Biegsamkeit des Holzes die Anwendung secundärer Hülfsmittel nöthig macht, um sich der Wirkung dieser elementarischen Anordnung zu versichern.

Hier besteht die Schwierigkeit darin, in dem Raum künstliche Unterstützungspunkte zu finden, welche fähig sind, die Holzstücke in der Richtung zu erhalten, welche zu ihrer Wirkung in dem Systeme nothwendig ist. Bei den Dachbindern, von denen hier die Rede ist, wie bei denen der antiken Dächer, entlehnt der Verfasser diese Hülfskraft den Endpunkten des Spannbalkens, indem er drei Hängewerke oder Arten von Dachbindern in den ersten Dachbinder beschreibt, deren Enden ihm drei Widerstandspunkte in der Länge einer jeden Hauptstrebe geben. Sodann benutzt er, stets nach dem nämlichen Vorbild, die Wirkung der Pressung, welche die Spannbalken auf die Streben ausüben, um den Kopf der Neben-Hängesäulen, welche Zangen bilden, und den Hauptspannbalken an 3 Punkten tragen, zwischen denselben zu befestigen.

Da indessen die Spannbalken, in Betracht ihrer Größe und Richtung, nur einen gewissermaßen passiven Widerstand gegen die Streben ausüben, so folgt daraus, daß der Kopf der Neben-Hängesäulen, auf welchen größtentheils das ganze System des Hängewerks beruht, auf diese Weise nicht hinreichend festgehalten worden wäre. Deswegen hatte der Baumeister geglaubt, die passende Kraft mittelst der in einer den Streben entgegengesetzten Richtung angebrachten Strebebänder verstärken zu müssen, welche letztere mit den Streben eben so viele besondere kleine Dachbinder bilden. Wenn wir gleich dem Verdienste einer Combination, deren Solidität durch die Erfahrung vollkommen bestätigt worden ist, alle Gerechtigkeit widerfahren lassen, so können wir uns doch nicht enthalten, die Bemerkungen hier niederzuschreiben, die sich uns bei der Prüfung dargeboten haben.

Soviel ist klar, daß in diesem System die Gradheit der Dachseiten an allen Punkten durch das Anstoßen der Streben gegen die Spannbalken kräftig erhalten wird; allein in Bezug auf die Neben-Hängesäulen, welche die Spannbalken in ihrer Richtung erhalten sollen, kann man sich nicht verhehlen, daß ihre Last im Verhältniß der Dachhöhe zunimmt, ohne daß ihre Widerstandskraft den geringsten Zuwachs bekommt, und daß die mittlere Hängesäule, auf welche die größte Kraft ausgeübt wird, an dem Ende der sie stützenden Streben zu schwach aufgehängt ist.

Es ist leicht einzusehen, daß die Kraft, welche die Strebebänder hier auf die Streben ausüben, in dem geraden Verhältniß der Last steht, die sie auf die Spannbalken veranlassen. Es folgt also aus dieser Anordnung, daß der Druck der Köpfe der Hängesäulen unter dem Gewicht, das sie zu tragen haben, in zwei Bewegungen zerfällt, wovon die eine auf das Ende des Spannbalkens gerichtet ist, wo sie einen festen Widerstand findet, während die andere durch die Strebebänder sich bis zu der mittleren Hängesäule fortpflanzt, deren Last sie noch vermehrt. Statt irgend eine Bewegung auf die Mitte zu lenken, welche der schwächste Theil des Systems ist, wäre es vielleicht vorzuziehen gewesen, ihr einige Unterstützung dadurch zu verschaffen, daß das Ende der Strebebänder am Ende der Spannbalken befestigt, und so die Wirkung der Schwere auf den Fuß des Daches übertragen
743 worden wäre, wie man es in Fig. 743 angedeutet sieht.

Die Köpfe von Gußeisen, in welche die Enden der Spannbalken, Streben und Strebebänder wie in das Auge eines Hammers eindringen, scheinen uns vor Bleiplatten, welche für ähnliche Fälle

von verschiedenen Autoren vorgeschlagen worden sind, wie auch vor Blechtafeln, wovon man bei der Schaffhäuser Brücke Gebrauch machte, den Vorzug zu verdienen; allein anstatt die Köpfe der Zangen, welche Hängesäulen bilden, von Gußeisen zu machen, was eine Masse von ungeheuerem Gewicht (a, b, c, Fig. 745, 746 und 747) erzeugt, deren Festigkeit auch zweifelhaft werden kann, wäre es besser gewesen, diese Vorrichtung auf eine einfache Büchse d zwischen gedachten Zangen zu beschränken und letztere bis über die Streben hinauf zu verlängern, wie bei F in Fig. 743 zu ersehen ist. Dieses Mittel hätte nicht allein dazu beigetragen, den Effect des Systems zu sichern, sondern auch seine Kraft und Wirksamkeit zu vermehren. In den Figuren 751, 752 und 753 ist die Anordnung einer solchen Büchse nach vergrößertem Maßstabe dargestellt und haben die Buchstaben hier dieselbe Bedeutung, wie in Fig. 743.

Schließlich wollen wir noch bemerken, daß für diese sehr bedeutende Spannweite auf die Dauer die absolute Festigkeit des Hauptbalkens nicht groß genug sein wird, der fortwährend andauernden Wirkung der Streben solchen Widerstand zu leisten, daß derselbe nicht nachgiebt. Wir glauben daher, daß es bei derartigen Constructionen jedenfalls zweckmäßig sein würde, wenn man die Streben dicht oberhalb des Hauptbalkens durch eiserne Zugbänder verbände, die aus einzelnen zusammengeschaubten Enden bestehen. Durch eine solche Anordnung würden auch die am Fuße der Streben um dieselben und um den Balken gelegten eisernen Schraubenbänder einer verminderten Wirkung ausgesetzt sein.

Was die Anordnung der Bedachung betrifft, so liegen, wie aus Fig. 744 zu ersehen ist, an der äußeren Fläche der obersten Strebe eiserne Ueberwürfe, in welchen Hölzer ruhen, die von einem Binder zum anderen reichen und die Stelle von Fetten vertreten. Ueber diese Hölzer oder Fetten sind alsdann, parallel mit den Streben, Sparrenhölzer verkämmt, jedoch so, daß ihre oberen Flächen mit der oberen Fläche der Streben in einer Ebene liegen. Quer über diese Sparrenhölzer und über die Streben sind starke Lattenhölzer genagelt und darüber eine Bretterverschalung angeordnet, worauf die Metallbedeckung befestigt ist.

Siebenzehntes Capitel.

§ 57.

Bandhauer's System des Quadrat-Hohlbaues.

Die nähere Beschreibung dieses Systems, welches im Herzogthum Anhalt-Cöthen bei den Bauten auf den herzoglichen Domänen zu Sorge und zu Bausdorf zur Anwendung gekommen, entlehnen wir der Förster'schen Bauzeitung.

Der Verfasser erwähnt in der Einleitung der großen Schäden, welche die Landbesitzer durch die vielen stattgehabten Feuersbrünste erlitten, und es sei daher Aufgabe der Baumeister geworden, die Brandstellen mit dem geringsten Aufwand an Kosten und insbesondere auch an Materialien, die bei einer so großen Consumtion nothwendig rar werden und im Preise steigen mußten, wieder aufzubauen. Es mußte aber gleichzeitig auch darauf Rücksicht genommen werden, daß die mit einem möglichst geringen Aufwand an Materialien aufzuführenden Gebäude einen möglichst großen Raum einschloffen.

Es wurde daher die Grundfläche des gesammten Bauobjectes zu einem Quadrat gestaltet, weil sie bekanntlich in dieser Form der kleinsten Einfriedigung bedarf.

Ein länglicher Bau von 400 Fuß Länge und 25 Fuß Tiefe oder Breite im Lichten z. B. gewährt keinen größeren Flächenraum, als ein quadratischer Bau von 100 Fuß Seitenlänge, dessen vier Seiten zusammen nur soviel messen, als an dem Langbau eine, nämlich 400 Fuß. Die übrigen

drei Seiten des Langbaues (2 Giebel à 25 Fuß und eine Längenseite gleich 400 Fuß) messen noch 450 Fuß, so daß also die Einfriedigung desselben, durch welcherlei Wände es auch geschehen mag, ein Achtel über doppelt so viel als am Quadratbau kostet.

Außerdem gewinnt der Quadrat-Hohlbau, besonders in Anwendung auf Scheunen und Schafställe, noch durch Zweierlei. Das Eine davon ist, daß das Dach einen größeren Cubikinhalte gewährt, und daß man daher für ein gleiches Raumbedürfnis in gleichem Maße kleiner oder, was gleichviel ist, billiger bauen kann.

Das Dach eines Quadratbaues von 2-, 3- oder 4facher Tiefe eines Langbaues von gleicher Grundfläche hat den 2-, 3- oder 4fachen Cubikinhalte vom Dache dieses Letzteren, vorausgesetzt, daß beide als Satteldächer gedacht werden. Das Zelt- oder von allen vier Seiten pyramidalisch sich zuspizende Dach enthält ein Drittel weniger, da nämlich ein Satteldach die Hälfte und das Zelt-dach ein Drittel eines vierkantigen Körpers ist, der mit ihnen gleiche Grundfläche und Höhe hat, und $\frac{1}{2}$ zu $\frac{1}{3}$ sich wie $1 : \frac{2}{3}$ verhält.

Der andere Vortheil, welchen der Quadrat-Hohlbau für Scheunen gewährt, besteht darin, daß er eben, wie seine Benennung ausdrückt, ganz hohl ist und in demselben durch Balken und Träger, wie bei den gewöhnlichen Constructionen, weder das Bansen erschwert, noch das Sezen (Zusammendrücken) des Getreides verhindert wird. Landwirth von Bildung und Erfahrung versichern, daß sich das Getreide in großen Quadrat-Hohlbauten auf die Hälfte seines ursprünglichen Volumens zusammendrücke, und ganz sicher geht man, wenn man bei solchen großen Hohlbauten nur auf $\frac{3}{4}$ des nöthigen Raumes rechnet, und man kann daher auch aus diesem Grunde $\frac{1}{4}$ kleiner und respective billiger bauen. *)

Nach diesen allgemeinen Erklärungen geht der Verfasser nunmehr zur Erklärung der beigefügten Zeichnungen über.

Es ist zu bemerken, daß ganz hohl nur die Scheunen gemacht werden, da Ställe u. s. w. außer dem Dache noch der Balkendecken bedürfen und deren Stützen, Wände, Säulen u. s. w. Gelegenheit geben, das Dach auf kürzerem und billigerem Wege, als in Gewölbeform von den Seiten aus, nämlich vertical zu stützen. Immer läßt sich aber diese verticale Stützung auf einige, bis nahe unter die Sparren gehende Säulen (Stiele, Ständer) reduciren, die so viel wie keinen Raum wegnehmen, so daß der Bau dennoch hohl bleibt, da nur liegende (Längen- und Duer-) Hölzer den freien Gebrauch beschränken. Da aber die Constructionen für solche Fälle fast eben so verschiedenartig ausfallen, als die den verschiedenen Bedürfnissen entsprechenden Einrichtungen, so läßt sich diese Mittheilung darauf nicht ausdehnen.

Die dem Quadrat-Hohlbau eigenthümlichste Construction indessen ist die bogenartige, die den ganzen Raum von den Umfangswänden aus, ohne mittlere Stützen, hohl überspannt. Von dieser 754 gewährt der Bau zu Baasdorf (Fig. 754) ein Beispiel für das Satteldach und der zu Sorge (Fig. 756 756) ein dergleichen für das Zelt-dach.

Da die Zeichnungen von dem Baasdorfer Bau ohne besondere Erklärung verständlich scheinen, so wird die Erklärung des Baues zu Sorge (Fig. 756) mit gelegentlicher Erinnerung an das Abweichende zwischen beiden genügen.

757 Fig. 757 zeigt die eine Hälfte des Grundrisses des Baues zu Sorge. Links ist Schafstall, rechts ist Scheune. Die Tenne führt durch den ganzen Bau, und man fährt mit den Erntewagen hinein, dann hindurch wieder auf das Feld u. s. w. Andere Male hält man unter den (vorderen oder hinteren) Thoren still und reicht das Getreide durch die darüber befindlichen Lufen auf den Boden über dem Schafstall und der Tenne hinauf. Die Punktirlinien deuten die Haupttheile des Dachverbandes (Binder) an, bis auf einige im Schafstalle parallel mit den Tennenwänden laufende, welche auf die Träger der Balkenlage zielen.

Der Bau zu Baasdorf ist nur Scheune. Die Tennen, die sich in der Mitte durchkreuzen, zerlegen die Grundfläche des letzteren in vier gleiche Theile. Nur die Quertenne hat Thore und wird so befahren und benutzt, wie die des Baues zu Sorge. Die durch die Tiefe des Baues gehende

*) Diese Annahme gilt wohl allgemein bei Hohlbauten und nicht nur bei Quadrat-Hohlbauten, indem in anderen Hohlbauten das Getreide sich eben sowohl zusammendrückt.

Tenne hat im vorderen Giebel nur eine Thür und in dem hinteren eine Licht- und Zugöffnung. Die Binder gehen hier, wie punktiert, ununterbrochen quer durch den Bau, gleich Trägern, die sie den Sparrenlagen auch wirklich sind.

Die Facaden der beiden Hohlbauten bedürfen keiner weiteren Erklärung.

Der Bau hat an jeder Seite 5 Binder, nämlich einen in der Mitte, der auf den Pfeilern a ruht, dann zwei links und rechts daneben auf den Pfeilern b, b (Fig. 757) und endlich noch zwei links und rechts weiter auf den Pfeilern c, c. Nur die vier Binder b gehen von einer Seite nach der gegenüberstehenden anderen ganz durch den Bau und bilden oben, wo sie sich durchkreuzen, ein Quadrat, gegen dessen Seiten sich die mittleren Binder a lehnen. Die Binder c verlieren sich schon früher an den Graden. In dem von den Bindern b gebildeten Quadrate befindet sich ein kleineres, aus vier einfachen Hölzern zusammengesetzt, deren Enden gegen die mittleren Binder a gerichtet sind (siehe die Punktirlinien a' a'). Beide Quadrate sind dadurch ein unverschiebbares Ganze.

Das Profil ist vor dem mittleren Binder geschnitten (Fig. 756). Die Hölzer a, a sind diejenigen, welche im Grundrisse die schrägen Richtungen der punktierten Linien a' a' haben. Dahinter befinden sich jedoch noch eben solche Hölzer als Riegel der äußeren Wände des schwebenden Quadrats, die in den durchgeschnittenen Wänden bei b, b auch im Querschnitt sichtbar werden. Die Blatt- oder Rahmstücke (c) auf diesen Wänden gewähren den Sparren oben die letzte Auflage. Auf diesen Blattstücken und denen der Hauptstützen (g), wie auch auf den unteren Dachschweller, ruhen die Sparren mittelst gewöhnlicher Sättel (Kerben), und über die beiden anderen Sparrenträger oder Dachriegel wurden die Sparren gleich Balken gekämmt, auch wie diese bald auf dem einen, bald auf dem anderen Träger gestossen (verschränkt), je nachdem sie in längeren oder kürzeren Stücken bequem zu haben waren.

Die Blattstücke, welche 8 und 9 Zoll stark sind, liegen zu mehrem Schutze gegen ein Biegen nach Innen breit und werden gegen das Biegen nach Unten durch Winkelbänder gesichert. Die eben so starken Dachriegel (8 und 9 Zoll) dagegen liegen hoch. Auf ihren Unterlagen d sind sie ebenfalls, und zwar 2 Zoll tief, auch darüber (was sie an den Stammenden höher als 9 Zoll sind), eingekämmt. Alle Kämme sind Doppelkämme mit höchstens $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Zoll breiten Kerben in den Kanten der Träger u. s. w. Die Art Futterhölzer e zwischen den Säulen g und den oberen Kreuzbändern sind mit den Streben d durch Dübel verbunden. Die Verbindung dieser langen Streben d mit den Säulen g und den Stichbalken h besteht in Zapfen mit Versagungen. Die Dickenmasse der Streben d ist von 7 Zoll Breite und 9 Zoll Höhe und die der Säulen g von 11 Zoll Breite und 14 Zoll Höhe; und indem nun beide Hölzer auf der einen Seite bündig liegen, steht die Säule auf der anderen Seite 4 Zoll über, welche 4 Zoll zu einem Backen benutzt sind, um die Säule mit ihrem Blattstücke unmittelbar zu verbinden.

An den Graden fallen die Säulen g aus; nur die langen Streben d gehen bis auf die Stichbalken herab. Um diese Gradstichbalken zu befestigen, ist über jede Ecke des Baues ein Stück Holz als Wechsel schräg gelegt, das mit den Mauerlatten durch Kämme verbunden worden. An den Satteldächern, wie das der Baasdorfer Scheune, wo die Giebel zum Tragen der Sparrenträger Gelegenheit geben, fielen auch die Binder aus.

Die Bedeckung besteht überall aus Ziegeln doppelt gedeckt.

Auch die Ringmauern bestehen aus gebrannten Ziegeln, und da diese hier bedeutend theurer, durch Anderes aber nicht zu ersetzen waren, so wurden Pfeiler mit Bogen gemauert und die Zwischenweiten (äußerlich bündig) nur 6 Zoll dick ausgefüllt. Die Deckel der Pfeiler unter den Säulen g sind Sandstein — in Baasdorf große Bruchsteine, gleich denen, aus welchen die Mauern bestehen.

Nur die Fundamente der Pfeiler an den Bindern vermehren äußerlich ihre Basis in der Fig. 758 759 angedeuteten Richtung. Das Mehr oder Weniger hängt von der Richtung der Säulen g ab, und bestimmt sich diese in Kürze auf folgende Weise.

Man zieht (Fig. 759) von dem oberen Ende des Sparrens bis lothrecht über sein unteres Ende 759 eine wagerechte Linie, deutet auf dieser den Mittelpunkt an und richtet nach diesem hier von ihrem unteren Ruhepunkte (Pfeiler) aus die Säule.

Doch gilt diese Richtung der Säule g nur für das auf der Rippe stehende Gleichgewicht in dem Falle, daß der Sparren oder die Dachfläche, an sich selbst, ein unbiegsames Ganze wäre. Um so

viel, als die Säulen flacher gelegt werden, gewinnt der Bau an Stabilität gegen äußere Einwirkungen durch Wind u. s. w., und sie bedürfen dieser flacheren Lage ganz besonders dazu, ein Biegen der langen Streben d nach Unten zu verhindern, das ohne hinlänglichen Schub gegen die unteren Schenkel der stumpfen Winkel, die von den Futterhölzern e mit den oberen Kreuzbindern formirt werden, zwischen ihren oberen Enden und den Säulen g stattfinden würde. In Bezug auf Fig. 759 ist ad der Sparren, ae seine Grundlänge und de die Steigung; de ist gleich $\frac{1}{2} ae$; ac und bc und die Linien dazwischen sind die Richtungen, nach welchen der Sparren gestützt werden kann.

Die Richtung, nach welcher die Basis der Fundamente der Pfeiler sich nach Außen vergrößert, läßt sich speciell so finden.

Auf der Säule g (Fig. 758) beschreibt man ein rechtwinkliges Dreieck, dessen Catheten loth- und wagerecht sind, denkt sich die lothrechte Cathete als Gewicht des auf der Säule g ruhenden Dachtheils, macht sie um das Gewicht des auf dem Pfeiler ruhenden Mauertheiles unterwärts größer, zieht eine neue Hypothenuse, so ist es diese, welche die verlangte Richtung angiebt.

Als solches Dreieck kann gleich dasjenige dienen, welches die Säule g mit der Mauer und dem Stichbalken (siehe klm Fig. 758) bildet. Man verlängert die Säule bis in die Mitte der Mauerdicke und rechnet nur das Gewicht desjenigen Mauertheiles, das auf den Punkt m drückt. Hier war es $\frac{1}{4}$ des auf der Säule ruhenden Dachtheils, daher auch $mn = \frac{1}{4}$ von lm . Die Linie kn ist die beregte zweite Hypothenuse, mit welcher die Druckrichtung mo im Fundamente des Pfeilers oder die äußere Doffirung parallel ist. Um zu verhindern, daß diese äußere Doffirung der Pfeilerfundamente nicht über den Boden hervortrete, kann man die inneren Pfeiler, auf welchen die Säulen g stehen, breiter oder niedriger machen.

Erfahrungen haben bestätigt, daß diese Quadrat-Hohlbauten auch unter den ungünstigsten Umständen den stärksten Stürmen widerstanden. Es scheint daher das Mögliche gethan zu werden, wenn man das Biegen der Dachflächen durch Sturm noch zu verhindern sucht. Dieses geschieht, wenn man die Säule x (Fig. 760) mit einer Verfassung in den Stichbalken h anbringt und die lange Strebe etwas höher macht, etwa statt der jetzigen von 9 Zoll künftig 10 bis 12 Zoll. Die Säule x verhindert nämlich durch die Verfassung im Stichbalken das Aufrichten der einen Säule g des Binders und in Folge dessen auch das Senken der anderen, und durch die Verstärkung der langen Streben um 1 bis 3 Zoll in der Höhe wird das Biegen derselben erschwert. Doch scheint dieses letztere weniger nöthig, da sich, wie schon bemerkt worden, in den Dachwerken vollendeter Bauten keine Biegung gezeigt hat. Am zweckmäßigsten möchte es ferner sein, wenn die Säulen x nicht zum Tragen (des Stichbalkens) eingerichtet werden, weil dadurch der Druck des Daches auf die Mauer und mit diesem ein Theil des nöthigen Widerstandes dieser letzteren gegen den Schub der Säulen x wegfiel. Auch möchten die Säulen x nach Aufstellung des Daches mit dünnen Steinen fest zu hinterfeilen sein, doch nicht ganz oben, wo die Steine der Mauer, wegen minderer Belastung, zu locker liegen, um großen Druck von der Seite aushalten zu können.

Was der Erfinder über die Anwendung der Säule x sagt, ist nicht klar; am allerwenigsten, daß durch das Versehen derselben in den Stichbalken h ein Durchbiegen oder Aufrichten der Säule g verhindert werden soll. Die hier vorgeschlagene Stütze kann nur dazu dienen, den Stichbalken zu unterstützen, welches hier aber bei der Stärke der Mauer nicht nothwendig erscheint. Keineswegs aber verhindert diese Stütze ein Durchbiegen der Säule g , und um so weniger noch, wenn, wie hier vorgeschrieben wird, die Säule nicht zum Tragen dienen soll. Das Durchbiegen soll dadurch verhindert werden, daß die Stütze sich dicht gegen die Mauer lehnt und somit ein Verrücken des Stichbalkens auf der Mauer nicht stattfinden könne. Dieses erreicht man nun zwar in Bezug auf den Stichbalken, allein keineswegs wird die horizontale Wirkung, welche das Dach gegen die Mauer ausübt, dadurch aufgehoben, und giebt unter diesen Umständen die Mauer nach, so wird die Säule x sich ebenfalls nicht weiter erhalten. Weit zweckmäßiger ist dagegen die Verstärkung der Säule g und jedenfalls auch von größerer Wirksamkeit.

Zum Richten des Daches bedienten sich die Zimmerleute leichter Rüstungen, deren Einrichtung ganz ihrem Belieben überlassen wurde. Sie gruben in der Regel einige Reihen gewöhnlicher Rüststangen in die Erde, banden an diese oberhalb der Höhe der Schlußkreuze andere liegende Stangen als Träger, belegten diese mit noch anderen Stangen als Balken, und endlich diese wieder mit Brettern

als Boden zum Fußen. Gegen diesen Boden der Rüstung wurden erst die langen Theile der Binder jederseits gleichzeitig gelehnt, diese dann mit den kürzeren Theilen zu den ganzen Bindern und endlich die ganzen Binder durch die Dachriegel u. s. w. zum ganzen Bau zusammengesteckt.

Was die hier gegebenen Constructionen betrifft, so hat die Erfahrung gezeigt, daß dieselben den größten Stürmen, wie z. B. dem vom 18. December 1833, zu widerstehen, hinreichend im Stande sind. Außerdem hat dieses System für die Zwecke, wo es Anwendung findet, als namentlich bei Scheunen, wo es sogar den Vorzug verdient, die durchgehenden Balken, wenn solche nicht wegen anzuordnender Fußböden bedingt werden, zu vermeiden, den großen Vortheil der Wohlfeilheit, und ferner in Bezug auf den Zimmerverband selbst noch den besonderen Vortheil, daß alle Verbandstücke ohne Ausnahme aus verhältnißmäßig schwachen und nicht sehr langen Hölzern hergestellt werden können, welcher Umstand namentlich in holzarmen Gegenden für die Anwendung dieses Systems spricht.

Was Bandhauer über die große Ersparung in Bezug auf die gewählte quadratische Grundform sagt, hat jedenfalls seine vollkommene Richtigkeit und bedarf keines weiteren Beweises, indem durch Rechnung leicht die Ueberzeugung gewonnen werden kann.

Dieses Constructionssystem würde sich aber auch bei solchen Gebäuden zweckmäßig zur Anwendung eignen, wo der Dachboden werthlos ist, aber eine bedeutende Lichthöhe des Hauptraums bedingt wird, z. B. bei Reitbahnen und Verkaufshallen. Bei derartigen Gebäuden würde es aber sehr störend einwirken, wollte man die steile Bedachung beibehalten, wodurch dann bei der ungemein überwiegenden Dachfläche jede architektonische Anordnung der senkrechten Mauern zerstört werden würde. Es würde daher im Falle der Anwendung dieses Systems die Dachfläche zu verkleinern sein, welchem aber gar nichts im Wege steht, da nach diesem Systeme auch flachere Dächer angeordnet werden können, wie in Fig. 761 gezeigt ist, wobei man noch den großen Vortheil erreicht, daß die Dach- 761 flächen den Einwirkungen des Sturmes weniger ausgesetzt sind, wogegen aber auch wieder zu berücksichtigen ist, daß bei der flachen Lage des Daches alsdann ein anderes Bedeckungsmaterial angewendet werden muß.

Nach dem Obigen bedarf es hier keiner weiteren Erklärung der vorliegenden Figur und soll hier nur noch erwähnt werden, daß Fig. 762 die Verbindung der Streben von der entgegengesetzten Seite 762 darstellt. Gestattet es sonst die Räumlichkeit, so wird es jedenfalls vortheilhafter für die Construction selbst sein, wenn man der unteren Strebe noch etwas Neigung giebt, wodurch ein größerer Theil der Dachlast unmittelbar auf den unteren Stützpunkt dieser Strebe geleitet und somit die Construction gegen seitliches Verschieben noch mehr gesichert wird.

Druck von J. B. Hirschfeld in Leipzig.

