

Leitfaden

für die

ersten Uebungen

im

Zeichnen und Konstruiren von Maschinentheilen

für die

Technischen Staatslehranstalten in Chemnitz

bearbeitet von

H. Berndt.



Mit 32 Figurentafeln.

1899.

H

755-1

2. M

℔
255 X
Text

Leitfaden

für die

ersten Uebungen

im

Zeichnen und Konstruiren von Maschinentheilen

für die

Technischen Staatslehranstalten in Chemnitz

bearbeitet von

H. Berndt.



Mit 32 Figurentafeln.

1899.

(Als Manuscript gedruckt.)

Technische Universität
Chemnitz
Universitätsbibliothek

WA

H 755-1

Das Konstruiren einer Maschine setzt die vollständige Beherrschung ihrer Theile (Details, Einzelheiten) voraus, für die die Kenntniß der von ihnen zu erfüllenden theoretischen Bedingungen allein nicht genügt. Die nöthige Kenntniß der praktischen Bedingungen und die Uebung in ihrer Erfüllung erwirbt man sich allerdings in hinreichendem Maasse erst durch mehrjähriges Arbeiten im Bureau einer Maschinenfabrik, sie muß indes schon auf der Schule angestrebt werden, um den Eintritt ins Bureau zu erleichtern. Aus diesem Grunde ist in der Schule das Hauptgewicht auf die Herstellung richtiger, für die Ausführung direkt brauchbarer, dem Modelltischler oder Lehmformer, Hobler, Dreher, Schlosser und Monteur leicht verständlicher, alle Angaben für sie enthaltender, und **für den Bureauchef leicht kontrollirbarer Werkzeichnungen** zu legen. Die Wichtigkeit der letzten Bedingung wird in der Regel vom Anfänger unterschätzt. Sehr zu seinem eigenen Nachtheile, denn der Bureauchef sucht sich unter seinen Hilfskräften diejenigen aus, die ihm zu Dank arbeiten und die Arbeit möglichst erleichtern, und überträgt ihnen die eigentlichen lehrreichen Arbeiten. Die übrigen benutzt er zu niedrigen Bureaudiensten.

Was zu beachten ist, um die oben aufgeführten Bedingungen zu erfüllen, soll im Folgenden an einigen Beispielen gezeigt werden.

Gußeiserner runder Stutzen mit Flansch.

Der innere (lichte) Durchmesser bestimmt sich durch theoretische Erwägungen (Durchflußmenge und Durchflußgeschwindigkeit). Man runde das Ergebnis der Rechnung zu vollen Centimetern ab, nehme also den Durchmesser nicht 72, 86 u. s. w., sondern 80, 90 u. s. w. mm.

Die Wandstärke nimmt man für die gewöhnlich vorkommenden Fälle meist etwas größer als nach der vom Verein Deutscher Gas- und Wasserfachmänner aufgestellten Tabelle, weil bei komplizirten Gußstücken der Kern leicht in excentrische Lage kommt.

Es unterstützt nicht nur das Gedächtniß, sondern ergänzt auch die äußeren Durchmesser runder Stutzen zu sogenannten „geraden“ Maaßen¹⁾ und erleichtert dadurch einem Bureauchef ganz wesentlich das Nachrechnen dieser Maaße, wenn man dabei ein für allemal feststehende Abstufungen innehält, gleichgiltig, ob die theoretischen Berechnungen (die hier meist ohnehin auf recht unzuverlässigen Grundsätzen beruhen) davon abweichende Zahlen ergeben.

Bei **runden** gußeisernen Stutzen erweisen sich folgende Abstufungen als zweckmäßig:

Für die lichten Durchmesser	Wandstärken	
	für einfache Gußstücke von	für komplizirte Gußstücke von
bis 70 mm	10 mm	12 ¹ / ₂ mm
80 „ 120 „	12 ¹ / ₂ „	15 „
130 „ 180 „	15 „	17 ¹ / ₂ „

Man braucht sich an die halben Millimeter nicht zu stoßen, denn bei **runden** Stutzen hat die Wandstärke Interesse nur für den Konstrukteur und Bureauchef, nicht aber für den Holzdreher oder Lehmformer, der das Modell dreht, weil dieser nur den äußeren Durchmesser mißt.

¹⁾ Unter **geraden Maaßen** versteht der Konstrukteur nicht etwa Maaße, die durch 2 theilbaren Zahlen von Millimetern entsprechen, sondern bequem ablesbare (also solche mit längeren [leichter zu findenden] Theilstrichen) und dabei beim Addiren, Subtrahiren, Multipliciren und Dividiren bequemer zu behandelnde.

Man vermeide also für **runde** Stutzen Wandstärken von 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19 mm u. s. w. und wähle sie nach der zunächst liegenden oberen Stufe (10, $12\frac{1}{2}$, 15, $17\frac{1}{2}$, 20 mm).

Flanschenstärke. Da man, was sich vor der Konstruktion nicht übersehen läßt, oft gezwungen ist, die Schrauben weit auseinander zu setzen, so wählt man selbst für geringe Wandstärken die Flanschenstärke verhältnißmäßig groß, nicht unter 18 mm. Für die gewöhnlich vorkommenden Fälle nehme man

für 10 mm Wandstärke	die Flanschenstärke	20 mm,
" 15 " "	" " "	25 "
" $12\frac{1}{2}$ " "	nach Gutdünken	20 oder 25 "

allenfalls 22 mm als Zwischenwerth, man nehme sie aber überhaupt nicht 21, 23, 24, 26 mm u. s. w., auch wenn etwa irgendwo angegebene Verhältnißzahlen auf diese Maasse führen sollten.

Stärke der Schrauben. Für die gewöhnlich vorkommenden Fälle nie unter $\frac{5}{8}$ " engl.¹⁾. Im Uebrigen etwas größer als die Wandstärke, also

für 10 mm Wandstärke	$\frac{5}{8}$ " engl.
" $12\frac{1}{2}$ " "	$\frac{5}{8}$ " "
" 15 " "	$\frac{11}{16}$ " oder $\frac{3}{4}$ " engl.

Sind Schablonen oder Bohrlehren in der Fabrik vorhanden, so hat man sich selbstverständlich nach diesen zu richten. Ein in das Bureau neu Eintretender muß sich darnach erkundigen.

Das Aufzeichnen in Blei. Man beginne beim Konstruiren des Stuzens stets mit dem Längsschnitt oder der Längsansicht. Seien z. B. Fig. 1 die Flächen des Schnittes abed und efgh als Schnitt eines weiten Rohres, die Gerade MM als Rohrachse und die Mittellinie $M_1 M_1$ eines rechtwinklig anzusetzenden Stuzens gegeben, so ziehe man zuerst entsprechend der lichten Weite dieses Stuzens die Parallelen zur Mittellinie durch NN, weiter entsprechend der Wandstärke die Parallelen dazu durch OO (Fig. 2), begrenze den so erhaltenen Rohrstuzenschnitt durch die Querlinie ii (Fig. 3), die der nach außen gerichteten Fläche des Flansches entspricht, ziehe dazu (Fig. 4) in einem der Flanschenstärke entsprechenden Abstände die Gerade kk, die also die innere Flanschenfläche darstellt, zeichne (Fig. 5) zunächst eine Flanschenschraube so ein, daß ihre Mittellinie um ein gerades Maas (halbe oder volle Centimeter)

¹⁾ Nur etwa für Rothgußstutzen von Manometerrohren, Wasserstandzeigern u. s. w. und in ähnlichen Fällen (Rothgußstutzen überhaupt) geht man mit der Schraubenstärke auf $\frac{1}{2}$ " engl. herunter.

von der Achse des Stuzens absteht und begrenze schließlich den Flansch in angemessenem Abstände von der Stuzenachse, so daß der äußere Flanschdurchmesser ebenfalls zu einem geraden Maße wird.

Hiernach wird die Ansicht senkrecht zur Achse (Stirnansicht) oder der Querschnitt (Fig. 6) aufgezeichnet, wobei man die Schraubennittel unter 45° gegen die Hauptachse versetzt anordnet — des bequemen Anziehens der Muttern mit dem Schlüssel wegen und weil man dann nöthigenfalls den Flansch näher ans Hauptrohr bringen kann. Die Muttern im Grundriß zu zeichnen, ist nicht nur vollständig überflüssig (denn, ob sie Platz haben, ist schon aus dem Längsschnitte oder Aufsriß zu ersehen), sondern auch (durch die vielen Linien) störend bei Beurtheilung der Eisenstärke außerhalb des Lochs, also unbequem für den Bureauchef. Ueberdies tritt dann die Gestalt des Loches, die bei geschlitzten oder länglichen Löchern in Betracht kommt, nicht deutlich hervor. Man lasse sie also konsequent weg.¹⁾

Eine Seitenansicht des Stuzens ist im vorliegenden Fall vollständig unnöthig und bleibt daher weg.

Das Aufzeichnen geschieht am besten stets in natürlicher Größe. Der Anfänger bildet damit sein Augenmaß und selbst der geübte Ingenieur pflegt die Dimensionen in natürlicher Größe zu entwickeln, wenigstens dann, wenn er sich nicht an vorhandene Vorbilder anlehnen kann. Dabei ist eine so weit gehende Genauigkeit wie im geometrischen Zeichnen und bei der Lösung von Problemen aus der Projektionslehre u. s. w. überflüssig, um so mehr, als die Werkzeichnungen fast durchgängig mit dicken Linien ausgezogen werden und als man Maße einschreibt, die bei auftauchenden Zweifeln stets als Ausschlag gebend angesehen werden. Bei dieser geringeren Genauigkeit der Aufzeichnung wird es auch möglich, rasch zu zeichnen, woran sich der Anfänger von vorn herein gewöhnen muß.

Um aber anhaltend rasch arbeiten zu können, gewöhne man sich ebenfalls von vorn herein, die folgenden Vortheile zu benutzen.

Das Abstechen der Maße mit dem Spitzzirkel beschränke man, nach Möglichkeit und ersetze es durch Anbringung von Bleistiftmarken nach dem an der betreffenden Stelle aufs Papier gelegten Maßstabe. Hierzu benutze man beim Zeichnen in $\frac{1}{5}$ natürlicher Größe im Allgemeinen das scharfkantige Maßlineal. Fürs Zeichnen in natürlicher Größe, also für Werkzeichnungen, werden wohl die meisten Konstrukteure eine „fast unzerbrechliche“ Schmiege benutzen, die auf einer Seite

¹⁾ Nur, wenn sie (in einer Vertiefung sitzend) mit dem Stechschlüssel angezogen werden müssen, ist es nöthig, sie in achsialer Richtung gesehen zu zeichnen.

Metermaaß, auf der anderen englische Zolle zeigt. Zwar geschieht die Auftragung der Marken hier nicht so genau, weil die eine Marke um die Dicke der Bleistiftspitze neben den Nullpunkt fällt, indes kommt der Umstand nur bei kleinen symmetrisch aufzutragenden Maaßen in Betracht, auch läßt sich der Fehler bei einiger Umsicht leicht vermeiden. Andernfalls aber gestattet die Schmiege die Auftragung größerer Maaße, die hier oft gebraucht werden, auch ist sie wegen ihrer großen Biegsamkeit sehr viel handlicher und ermüdet bei raschem Arbeiten viel weniger als das steife Maaßlineal, besonders auch deshalb, weil hier der Nullpunkt nicht besonders aufgesucht zu werden braucht. Immerhin wird von Einigen auch fürs Zeichnen in natürlicher Größe das scharfkantige Maaßlineal benutzt — haben muß man beide.

Wie man bei symmetrisch aufzutragenden Maaßen den Maaßstab anzulegen hat, zeigt Fig. 1 für die Marken m und m_1 , Fig. 2 für die Marken m_2 und m_3 . Sind die Maaße nicht symmetrisch aufzutragen, wie in Fig. 3 (wo die Linie ii um ein gerades Maaß [250 mm] von der Mitte des weiten Rohres abstehen soll), so braucht man gar keine Marken. Man legt den Maaßstab mit dem betreffenden Theilstriche (hier für 250 mm) auf die Mittellinie MM und schiebt die Schiene ans Ende des Maaßstabes. Dabei wird das Maaß allerdings um die Bleistiftdicke zu kurz, was aber in den wenigsten Fällen in Betracht kommt, auch beim Ziehen der Linie ii corrigirt werden kann. Ist das Maaß nach oben aufzutragen, so braucht man natürlich die Marke. Sie ist aber wieder entbehrlich, wenn man das Maaß horizontal nach rechts hin aufzutragen hat, man braucht dann nur statt der Reißschiene den Winkel an den Kopf der Schmiege heranzuschieben (Fig. 4).

Ein anderes Mittel, bei anhaltend rasch förderndem Zeichnen weniger zu ermüden, besteht darin, daß man, anstatt Schiene und Winkeldreieck nach dem Zirkelstich oder der Bleistiftmarke direkt einzustellen, den Bleistift mit seiner Spitze oder Schneide (man arbeitet stets mit schneidig zugeschärftem Bleistift) auf den Zirkelstich oder auf die Bleistiftmarke setzt und die Schiene oder das Winkeldreieck an die Bleistiftspitze heranzieht¹⁾.

Sodann trägt zum raschen Arbeiten bei, daß man von vorn herein die Linien etwas länger zieht, als sie voraussichtlich gebraucht werden, wie z. B. die Linien durch die Marken m und m_1 in Fig. 1, m_2 und m_3 in Fig. 2, ii in Fig. 3, kk in Fig. 4, die Linien für die Schrauben in Fig. 5. Viele binden sich nicht einmal an die schon gegebenen Grenzen (wie beispielsweise bei den Linien NN Fig. 1) und richten ihre

¹⁾ So wird es möglich, Horizontallinien auch weit ab vom Körper zu ziehen, ohne diesen in anstrengender Weise über das Zeichenbrett zu beugen.

Aufmerksamkeit lieber auf Wichtigeres. So erhält man schließlich als Bleizeichnung des Stuzens eine Anzahl senkrecht sich schneidender Geraden (Fig. 5), aus denen man aber immerhin die Konstruktion leicht erkennt, der Bureauchef wenigstens ist daran gewöhnt.

Für die Mutter trägt man vorläufig nur die Marken p q r (Fig. 4) so an, daß p in angemessenem Abstand von der äußeren Rohrwandung zu liegen kommt, endgiltig stellt man die Mittellinie q der Schrauben dann so viel weiter ab, daß die Entfernung vom Schraubenmittel bis zum Stuzenmittel zu einem geraden Maße (halben oder vollen Centimetern) wird und zwar durch Anlegung des Maßstabes in der für diese Figur angegebenen Weise.¹⁾ Daß man zum Anlegen der Marken p q r für die Mutter den Maßstab für englische Zolle benützt, ist wohl selbstverständlich. Wie im Grundriß Fig. 6 die Mutter überhaupt, so läßt man im Aufriß der Bleizeichnung auch die Projektion der Durchdringung der prismatischen Begrenzung mit den Rotationsflächen weg, die die Mutter in achsialer Richtung begrenzen.

Der äußere Durchmesser des Flansches, der wieder ein gerades Maß bilden muß (volle Centimeter), wird wieder in der zu Fig. 4 angegebenen Weise bestimmt, indem man die Schmiege oder das Maßlineal ans Winkeldreieck anlegt und beide gemeinschaftlich bis dahin verschiebt, wo die Mittellinie des Stuzens auf ein durch 5 oder 10 theilbares Maß in Millimetern trifft.

Wird die Zeichnung des Flanschgrundrisses (Fig. 6) als „Ansicht von unten aus“ behandelt, so muß die zweite Kreislinie von innen her beim Ausziehen gestrichelt werden. Das läßt man in der Bleizeichnung völlig unbeachtet: die später zu strichelnden oder punktirenden Linien werden in **Blei** ausgezogen gezeichnet. Würde man den Grundriß als Schnitt von oben her gesehen behandeln, so hätte man später diese Kreislinie auszuziehen und den Schnitt anzulegen. Der Grund dafür, daß man die Kreislinie in Blei zunächst durchzieht, liegt nicht nur in der Zeitersparniß, sondern hauptsächlich darin, daß man sich vielfach erst nach der Weiterentwicklung der Konstruktion entscheidet, ob ein Theil der Zeichnung beim Ausziehen als Ansicht oder als Schnitt behandelt werden soll. Wenn auf der Zeichnung sonst weiter keine Schnitte anzulegen sind, verzichtet man bisweilen bei einfachen Theilen schon deshalb darauf, sie im Schnitt zu zeichnen, weil man die Zeit zum Anlegen des Schnittes und zum Trocknen der Farbe erspart.

¹⁾ Wie hier für die Mutter gezeigt ist, so verfährt ein geübter Konstrukteur überhaupt beim Ansehen von Maaßen eines neu hinzukommenden Maschinentheils an einen bereits hingezeichneten.

Das Ausziehen bietet zu besonderen Bemerkungen keinen Anlaß. Die Strichelung geschehe in allen Fällen mit langen, deutlich erkennbaren, nicht zu feinen, in kleinem Abstände von einander stehenden Strichen (für natürliche Größe 5,6 mm lang, 2 bis 3 mm Abstand von einander). Die Hohlkehlen werden natürlich nun sorgfältig gezogen, ebenso die Abrundungen an den Müttern in der Längsansicht. In der Stirnansicht werden die Müttern auch beim Ausziehen weggelassen.

Das Einschreiben der Maße. Man vermeide unnöthige Häufung von Maßen an einer Stelle, vertheile sie daher zweckmäßig in Längsschnitt und Grundriß, im vorliegenden Falle am besten so wie in Fig. 7 angegeben ist. Man binde sich von vorn herein an eine gewisse Regel,¹⁾ was nicht nur das Einschreiben, sondern auch das Auffuchen der Maße erleichtert. Die Hauptmaße x und y (lichte Weite des Stuzens und Abstand der äußeren Flanschenfläche vom Mittel des Hauptrohres oder einer anderen benachbarten Hauptachse des Theils, mit dem der Stuzen zusammenhängt), schreibe man, um nicht das Wichtigste zu vergessen, zuerst ein. Die Wandstärke braucht hier (beim runden Rohrstuzen) nicht eingeschrieben zu werden, denn der Holzdreher oder Lehmformer mißt nur den äußeren Durchmesser²⁾, daher dieser äußere Durchmesser ein gerades Maß haben muß. Ist es dennoch in der betreffenden Maschinenfabrik üblich, so schreibe man in dem Falle, wo halbe Millimeter vorkommen, diese als gemeine, nicht als Decimalbrüche (also z. B. $12\frac{1}{2}$ mm, nicht 12,5 mm), denn diese verstehen nicht alle Arbeiter.

Für die Schrauben schreibt man stets den äußeren Gewindedurchmesser in englischen Zollen ein (z. B. $\frac{3}{4}$ " engl. Schraube). Bisweilen zeichnet man den Bolzen im Querschnitt und legt diesen an, wie in Fig. 8, vielfach läßt man ihn ganz weg und zeichnet (wie in Fig. 6) nur das Schraubenloch, dessen Durchmesser dann bei rohen Bolzen etwas größer genommen wird. Soll der Bolzen gedreht eingepaßt werden, so wird dieses auf der Zeichnung bemerkt (z. B. $\frac{3}{4}$ " engl. Schraube, scharf eingepaßt). Die Zahlen müssen auf ziemliche Entfernung deutlich erkennbar geschrieben werden, für Zeichnungen in natürlicher Größe paßt eine Höhe von 5 bis 6 mm, für die sich der Anfänger besonders einübe, indem er auf einem Probeblatte Parallelen in diesem Abstände zu Hilfe nimmt.

¹⁾ Mancher Bureauchef schreibt sie sogar vor. In der Regel schreibt man die lichte Weite und den äußeren Durchmesser des Rohres in den Längsschnitt, den äußeren Flanschen-
durchmesser und den Durchmesser des Schraubenscheitels in den Querschnitt der Stirnansicht.

²⁾ Mit dem Taster, daher man nicht den Radius sondern den Durchmesser einschreibt.

Kontrolle durch den Bureauchef. Der Bureauchef, der in gut organisirten Maschinenfabriken, wie für richtige und zweckmäßige Konstruktion, auch für absolute Richtigkeit der Maße aller Zeichnungen verantwortlich ist und daher jede Zeichnung zu kontroliren hat, rechnet einfach die eingeschriebenen Maße (die bei Abweichungen gegen das aufgetragene Maß stets als Ausschlag gebend angesehen werden) nach. Für Fig. 8 (die Zeichnung des Ausgangsstüzens für einen Dampfcylinder) etwa in folgender Weise:

Durchmesser des Ausgangsrohres im Lichten 100 mm,
Bohrung des Cylinderdurchmessers : 400 "

daher das Querschnittsverhältniß $(\frac{1}{4})^2 = \frac{1}{16}$ ist passend.

Horizontalmaße:

$$\frac{130-100}{2} = \frac{30}{2} = 15 \text{ mm Wandstärke}$$

ist passend.

$$\frac{190-130}{2} = \frac{60}{2} = 30 \text{ mm Abstand des}$$

Schraubenmittels von der äußeren Rohrwand.

Schraubendurchmesser (Entfernung vom Schraubenmittel bis zur Kante der Mutter) $\frac{3}{4}$ " \approx 20 mm

Hiernach Platz zwischen Mutter und Rohrwand 10 mm
weitens genügend.

$$\frac{240-190}{2} = \frac{50}{2} = 25 \text{ mm Abstand des}$$

Schraubenmittels vom äußeren Flanschenrand,

Schraubendurchmesser $\frac{3}{4}$ " \approx 20 mm

Rest 5 mm

um die der äußere Rand über die Mutter tritt, genügend groß.

Das sind Rechnungsoperationen, die der Bureauchef blitzschnell im Kopfe vornimmt und die sich bei einer Maschine in ähnlicher Weise in ungeheurer Anzahl wiederholen. Man wird daher begreifen, wieviel ihm daran liegen muß, mit Zahlen zu thun zu haben, die für die Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division möglichst bequem liegen. Man denke sich statt der Zahlen 100, 130, 190, 240 die Zahlen 102, 134, 186, 232, so erhält man statt der obigen die folgenden Berechnungen:

$$\frac{134-102}{2} = 16$$

$$\frac{186-134}{2} = 27$$

$$\frac{232-186}{2} = 23,$$

sehr viel unbequemer als

$$\frac{130-100}{2} = 15$$

$$\frac{190-130}{2} = 30$$

$$\frac{240-190}{2} = 25.$$

Damit sich dann eine derartige unbequeme Maßeinschreibung nicht fortpflanze, pflegt der Bureauchef das Messer zu nehmen, die Zahlen zu radiren und bequemere einzuschreiben, meist in einer Schrift, die seinen Unwillen über die vermeidlich gewesene Mehrarbeit deutlich ausdrückt und die sehr wenig zu der im Uebrigen vielleicht recht schön ausgeführten Zeichnung paßt. Derartige Korrekturen stellen den Betreffenden dem Fabrikpersonale gegenüber bloß.

Horizontalmaße in der Seitenansicht. Ist eine Seitenansicht vorhanden, so müssen auch hier die Maße untereinander wie zu den entsprechenden Grundrißmaßen in Beziehung gesetzt werden.

Vertikalmaße. Die Kontrolle ist hier unnöthig, denn soweit muß der Bureauchef geübt sein, beim Ablesen der Maße 200, 20 und 275 zu sehen, daß hier eine Kollision nicht zu befürchten ist. Andernfalls würde er rechnen (Fig. 8): Maß $ab = -20 - \frac{200}{2} + 275 - 25 = 130$ mm (nämlich von a aus erst 20, dann 100 mm bis zur Mittellinie nach oben (—), dann 275 von da an nach unten (+), von da zuletzt 25 nach oben (—).

Wäre aber der Abstand der äußeren Flanschante vom Schieberfastenmittel nur 175 mm, so blieben 30 mm statt 130 für den Abstand a b, zwar genügend für die Mutterhöhe, nur würden in dem Falle, wo auch außerdem nach unten nur 30 mm Platz für die Schraubenköpfe bliebe, die Kopfschrauben überhaupt nicht anzubringen sein und man müßte Schraubenbolzen ohne Kopf mit je 2 Müttern nehmen, was aber auf der Zeichnung bemerkt werden müßte.

Sodann sieht der Bureauchef nach, ob der Stutzen etwa mit irgend welchen auf den übrigen Werkzeichnungen enthaltenen benachbarten Theilen collidirt. Er vergleicht die Maße des anschließenden Theiles, z. B. Rohres, ob sie zu dem Stutzen passen, also dieselbe Weite, denselben Flanschdurchmesser, Schraubenkreisdurchmesser, Schraubendurchmesser u. s. w. haben. Die übrigen praktischen und theoretischen Rücksichten: die Möglichkeit und Leichtigkeit der Herstellung und Bearbeitung (Benutzung vorhandener Modelle, Wirkungsweise der durchzuleitenden Flüssigkeiten, die Drücke, die der Stutzen aushalten muß [inneren Druck, Stabilität der von ihm getragenen Theile, etwaige Befestigung beim Aufspannen auf der betreffenden Werkzeugmaschine], die Möglichkeit bequemen Montirens und Auseinandernehmens, Verhinderung des Abbrechens oder Beschädigung beim Transport u. s. w.) müssen schon bei der Kontrolle der Bleizeichnung genommen sein, indes wird man bisweilen beim Lesen und Nachrechnen der Maße auf eine solche bisher noch vernachlässigte Rücksicht aufmerksam.

Die gesammte Kontrolle des Stutzens kann in wenigen Minuten bewirkt sein.

Dichtung. Für die radiale Breite der Dichtung bleiben bei den angenommenen Verhältnissen, selbst für die schwächsten Rohre, noch immer 22 mm übrig, bei größeren mehr. (Vergleiche die Dichtungsbreiten von Rohren nach der Tabelle der Gas- und Wasserschmänner Deutschlands, Hütte, 10. Aufl. S. 549.)

Bersieht man den Rohrstutzenflansch mit Dichtungsleiste, mit deren Dimensionen man sich nach der eben erwähnten Tabelle richten kann, so tritt als Hauptmaß statt des Maßes y der Figur 7 das Maß z Fig. 9 auf und dieses muß dann ein „gerades“ sein. Statt des einen Maßes v für die Flanschenstärke (Fig. 7) treten dann zwei auf (Fig. 9): die Höhe e der Dichtungsleiste und die Flanschenstärke f .

Daß man bisweilen die Rohrstutzen ohne Dichtung verwendet und aufschleift, oder die Dichtungen (bei großen innern Drücken) so versenkt, daß die Flanschen im Längsschnitt falzartig übereinander oder nuthartig ineinander greifen (im letzteren Falle mit 12 bis 20 mm radialer Breite der Nuth) gehört in die Maschinenlehre.

Gußeiserne, mit Flansch versehener Stutzen oder Kästen von rechteckigem Querschnitt.

Man ist bisweilen Platzmangels wegen genöthigt, bisweilen geschieht es, um die Konstruktion eleganter zu gestalten, daß man einen Stutzen

von rundem Querschnitt durch einen viereckigen breiteren aber niedrigeren ersetzt, daß man, wie man sich kurz ausdrückt, den Stutzen „drückt“.

Hier, wie auch beim viereckigen Kasten (Schieberkasten z. B.), hat es keinen Zweck, die Wandstärke in Abstufungen von $2\frac{1}{2}$ mm steigen zu lassen: abgedreht kann der viereckige Kasten oder Stutzen nicht werden, und der Modelltschler kann sich das Maaß für die äußere Weite aus denen für die innere Weite und den beiden Wandstärken auf dem Holze auftragen, was schon wegen der Kernmarken nöthig ist.

Man schreibt daher beim viereckigen Kasten und Stutzen die innere Weite und die Wandstärke, nicht aber die äußere Weite ein. Hier nehme man daher die Wandstärken in den Abstufungen:

- 10
- 12 (statt $12\frac{1}{2}$)
- 15
- 18 (statt $17\frac{1}{2}$)
- 20
- 22 (statt $22\frac{1}{2}$)
- 25 mm u. s. w.

Die Aufzeichnung in Blei bietet nichts wesentlich Neues. In Fig. 10 ist die Bleizeichnung eines Schieberkastens dargestellt, mit all den vorläufig zu lang gezogenen Linien, sowie den später beim Ausziehen zu strichelnden, vorläufig aber auch durchgezogenen Linien. Die auszugehenden Linien sind hier in Blei kräftiger nachgezogen. Schon die erste Anlage in Blei in natürlicher Größe muß so deutlich hervortreten, daß man die Zeichnung in Entfernung von einem Meter vom Zeichenbrette bequem und deutlich in allen Einzelheiten erkennen kann. Die Hohlkehlen und Abrundungen sind nur aus freier Hand skizzirt, die Schraubenbolzen aber quer durchschnitten angedeutet, damit sie besser hervortreten.

Das Maaßeinschreiben. Hauptmaasse sind hier: die lichten Weiten 300 und 450 mm und das Maaß x von der Außenfläche des Flansches bis zur nächsten Mittellinie oder, falls diese außerhalb des Kastens liegt, bis zur Grenze (z. B. der anderen Flanschfante) desselben Maschinentheils. Es ist zu empfehlen (und selbst geübte Zeichner bedienen sich dieses Vortheils), die Maaßhaken sofort nach dem Ziehen der Maaßlinie, wenn auch vorläufig nur in Blei, anzumerken, weil man sonst, bei komplizirten Zeichnungen wenigstens, leicht die ursprüngliche Bestimmung der Maaßlinie verwechselt und dann zu einer unvortheilhaften Disposition der Maaßeinschreibung gelangt. Der Anfänger wird wohl thun, sogar die Maaßlinien erst in Blei vorzuziehen, um eine un-

zweckmäßige Häufung von Maaßen an einer Stelle und unvortheilhafte Verbindungen von Einzelmaaßen zu vermeiden.

Man gewöhne sich, die Hauptmaaße stets zuerst einzuschreiben. Dies hat den Vortheil, daß man, wenn sich kleine Abweichungen von vortheilhaften Einzelmaaßen in der Zeichnung finden, die Möglichkeit hat, diese durch Einschreibung zu corrigiren, wobei man das Hauptmaaß als gerades Maaß ungeändert läßt. War das Hauptmaaß als unvortheilhaftes Maaß aufgetragen, so corrigirt man dieses zuerst zu einem geraden und schreibt darnach die Einzelmaaße vor der Auftragung abweichend ein.

Kontrolle durch den Bureauchef. Zunächst die Maaße in der Längsrichtung (Fig. 10):

$$\begin{array}{r} 450 + 2 \cdot 60 = 570 \\ 525 + 2 \cdot 22\frac{1}{2} = 570 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{r} 450 \\ 525 \end{array}} \right\} \text{stimmt}$$

$$2 \cdot 130 + 2 \cdot 132\frac{1}{2} = 525 \text{ stimmt.}$$

Maaß a b von der äußeren Wandfläche bis zur Schraubenmitte (untere Figur rechts in mittlerer Höhe):

$$- 15 + 60 - 22\frac{1}{2} = 22\frac{1}{2}$$

(nämlich von a nach links bis zur Wand — 15

von da an nach rechts bis zum äußern Flanschrand + 60

von da nach links bis zur Schraubenmitte — $22\frac{1}{2}$).

Dies Maaß $22\frac{1}{2}$ mm ist für die $\frac{5}{8}$ " Schraube hinreichend.

Maaße in der Querrichtung:

$$\begin{array}{r} 300 + 2 \cdot 60 = 420 \\ 375 + 2 \cdot 22\frac{1}{2} = 420 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{r} 300 \\ 375 \end{array}} \right\} \text{stimmt}$$

$$3 \cdot 125 = 375 \text{ stimmt.}$$

Maaß c d (untere Figur oben bei der mittleren Schraube):

$$- 15 + 60 - 22\frac{1}{2} = 22\frac{1}{2}$$

also ebenso wie in der Längsrichtung.

Hieran schließt sich die Kontrolle der Anschlüsse (auf den übrigen Werkzeichnungen) und die Kontrolle auf Erfüllung der theoretischen und praktischen Bedingungen der Konstruktion (vergl. Seite 13).

Maaßbestimmung desselben Kastens mit Arbeitsleisten.

Hauptmaaße sind jetzt die Maaße zwischen den Arbeitsleisten (Fig. 11).

Kontrolle:

$$\begin{array}{r} 450 + 2 \cdot 65 = 580 \\ 535 + 2 \cdot 22\frac{1}{2} = 580 \\ 450 + 2 \cdot 5 = 460 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{r} 450 \\ 535 \\ 450 \end{array}} \right\} \text{stimmt}$$

Maafß a b (untere Figur, links):

$$- 22\frac{1}{2} + 65 - 5 - 15 = 22\frac{1}{2} \text{ mm}$$

genügend für $\frac{5}{8}$ " Schraube.

Man gewöhne sich, **neben** einander (statt **über** einander) stehende Zahlen zu addiren. Erleichtert wird das, indem man jede eben hinzuzugedachte Zahl auf der Zeichnung mit Bleistift unterstreicht. Dieses Addirens wegen ist es bequem, die Maaße, die zu addiren sind, aneinanderstoßend auf dieselbe Maaßlinie zu bringen, und zwar, weil man die Nebenmaße durch andere Nebenmaße und durchs Hauptmaafß kontrolirt, die Hauptmaafß für sich und die Nebenmaafße für sich auf je eine besondere Maaßlinie.

Anschluß eines Kupferrohres an einen gußeisernen Rohrstutzen (Fig. 12).

Das Kupferrohr erhält einen angelötheten Bord, der durch eine ringförmige Scheibe, meist aus Flußeisen, von 10 bis 15 mm Dicke (10 für die kleinsten, 15 für die größten Stutzen) mit Schrauben angepreßt wird. Die Breite der Dichtungsfläche mindestens 22 mm, im Uebrigen nach der von den Gas- und Wasserfachmännern Deutschlands aufgestellten Tabelle. Gußeiserne Scheiben erhalten selbstverständlich größere Dicke.

Wenn Kupferrohre an Rohrstutzen anschließen, darf die Angabe dieser Scheiben nicht vergessen werden, andernfalls wird auch die Anfertigung in der Fabrik leicht vergessen und der Monteur aufgehalten, was den Ruf der Maschinenfabrik schädigt.

Ventilsitz aus Rothguß.

Aufzeichnung in Blei. Man zeichnet (Fig. 13) die geometrischen Seiten der Bohrung, die theoretisch bestimmt und zu einem geraden Maaße abgerundet sein muß, wieder, wie zu Fig. 1 angegeben ist, mit übermäßig langen Linien, zieht die obere Begrenzung m n des Ventilsitzes und dazu parallel und von m n um ein gerades Maaß entfernt die untere Be-

grenzung o p. Für den Abstand beider von einander, die Höhe des Ventilsitzes h, giebt es Regeln z. B. die von Neuleaux $h = 4(4 + \sqrt{D})$, also für $D = 60$ mm, $h = 4(4 + 7,75) = 4 \cdot 11,75 = 47$ mm. Der erfahrene Ingenieur richtet sich nicht nach dieser Formel, sondern nach der Sicherheit der Führung fürs Ventil, nimmt sie, wenn mehr auf eine gute Führung ankommt, größer, andernfalls, und wenn etwa die verfügbare Höhe beschränkt ist, kleiner, so daß in verschiedenen Fabriken die Höhe auch für einen und denselben Durchmesser verschieden ausfällt. Ueberdies rundet man das Maas 47 zu 50 mm ab. Der Konstrukteur verfährt dabei in der Weise, daß er die Schiene anlegt, das von ihrer Kante o p begrenzte Rechteck a b c d genau betrachtet, den Maasstab M M auf diese Kante o p aufsetzt, und die Schiene soweit nach oben oder unten verschiebt, bis das Rechteck das ihm passend scheinende Verhältnis von Breite und Höhe hat und die obere Kante m n auf ein gerades Maas des Maasstabes M M trifft, der bei der Verschiebung der Schiene stets in Berührung damit gehalten wurde. So verfährt man übrigens beim Konstruiren fast immer: man schätzt das Längen- und Breitenverhältnis der beim Aufzeichnen entstehenden Rechtecke und verändert die so abgeschätzte Länge oder Breite des Rechtecks zu einem geraden Maasse. Daher kommt es auch, daß die in Lehrbüchern fürs Konstruiren angegebenen Regeln beim Vergleich mit Ausführungen guter Fabriken höchst selten überein stimmen.

Bestimmung der Wandstärke (Fig. 14). Sie geschieht ebenfalls nach Augenmaas, indem man durch das Winkeldreieck ein Trapez abgrenzt und das Dreieck verschiebt, bis es ein Verhältnis zeigt, das zum Durchmesser der Bohrung paßt. Rothguß läßt sich in dünnen Wandungen ausgießen und der Sitz braucht nur das Aufspannen beim Drehen und Bohren auszuhalten. Man nimmt daher die Wandstärke gering, 4 bis 8 mm, je nachdem man sehr sparen will oder es nicht gerade braucht und lieber solid konstruiren will. Das Auge ist außerordentlich empfindlich in der Schätzung geringer Stärken, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man die Wandstärke dieses Sitzes um nur 1 mm ändert und daneben zeichnet. Darauf, die äußeren Durchmesser des Sitzes als gerade Maasse zu erhalten, muß bei so geringen Wandstärken verzichtet werden.

Das Einschreiben der Maasse (Fig. 15). Hauptmaasse sind die Bohrung und die Höhe, man schreibt sie zuerst ein. Der obere und untere äußere Durchmesser sind Nebenmaasse. Das Höhenmaas schreibe man hier, wo im Innern des Ventils der Platz beschränkt ist, außerhalb des Schnittes ein.

Die Kontrolle der Maße durch den Bureauchef erstreckt sich hier nur auf die Berechnung der obern und untern Wandstärke aus innerem und äußerem Durchmesser.

Zeitersparniß. Man gewöhne sich, in der Bleizeichnung (Fig. 15) die Schnitte nicht zu schraffiren,¹⁾ dies spart Zeit und gewährt den Vortheil, daß der Bureauchef das Verhältniß der Flächen $abcd$ und $bdfe$ besser taxiren kann: eine dunkle Fläche erscheint auf einer hellen Fläche kleiner, als sie ist. Ueberdies verschiebt man bei einer komplizirten Zeichnung die Entscheidung, ob die Zeichnung als Ansicht oder als Schnitt behandelt werden soll, gern bis zur Vollendung der ganzen Zeichnung in Blei. Behandelt man sie als Schnitt und legt die Schnittflächen an, so geschieht dies in dem Falle, wo auch im Uebrigen auf der Zeichnung nur so schmale Flächen anzulegen sind, mit halbtrockenem Pinsel, damit man nicht unnöthig lange aufs Trocknen zu warten braucht.

Ein Grundriß oder ein anderer Schnitt ist im vorliegenden Falle vollständig überflüssig.

In manchen Büchern findet man einen symmetrischen Maschinentheil in derselben Figur zur Hälfte als Schnitt, zur Hälfte als Ansicht behandelt. Das ist eine veraltete Methode, die dem Bureauchef die Kontrolle erschwert. Das Verhältniß der Fläche $bdfe$ zur Fläche $abcd$ Fig. 15 läßt sich nur richtig schätzen, wenn beide Seiten der Zeichnung gleichmäßig behandelt sind. Deutlicher tritt dies bei komplizirteren Zeichnungen hervor.

Ventilsitz mit Kopfband (Fig. 16).

Aufzeichnung in Blei. Wenn erst die Wandstärken des konischen Theils bestimmt sind, zeichne man den Querschnitt des Kopfes aus freier Hand dazu, mehr hoch als breit, damit der Rand beim Einschlagen des Sitzes ins Gehäuse nicht abspringe, obwohl ihn manche Fabriken, um Rothguß zu sparen, auch recht niedrig nehmen. Dann ziehe man die Linien mit Schiene und Winkel nach.

Das Einschreiben der Maße. Als gerades Maß nehme man hier die Gesamthöhe. Die Nebenmaße, in die sich diese zerlegt (Höhe des Kopfes und Höhe des kegelförmigen Theils), werden dann

¹⁾ Nur bei komplizirteren Schnitten pflegt man in der Bleizeichnung ein Stück der Wand auf geringer Länge zu schraffiren (vergl. Fig. 35, 37, 38, 39).

meist ungerade. (Daß sich in Fig. 16 die Kopfhöhe als gerades Maaß herausstellt, ist Zufall.)

Bisweilen tritt hier (beispielsweise bei Durchgangsventilen) eine Höhenmittellinie MM (Fig. 17) auf, zu dem die obere und untere Begrenzung (die das Hauptmaaß bestimmen) in Beziehung zu setzen sind (die Abstände 20 mm nach oben, 20 mm nach unten).

Die Maaßzahlen für die Durchmesser sind in Fig. 15 bis 18 in die Mitte geschrieben. Manche Konstrukteure schreiben sie etwas weiter rechts hin, etwa in die Mitte zwischen Mittellinie und Wand, was auch nicht zu tadeln ist (vergleiche Fig. 37, 35 rechte Seite u. s. w.). Im Grundrisse (wie in dem zu Fig. 17) schreibt man sie begreiflicher Weise immer außerhalb der Mittellinie ein, im Vertikalschnitt (wie in dem zu Fig. 17) ist man indes bisweilen gezwungen, sie um die Mittellinie zu gruppieren.

Kontrolle der Maaße durch den Bureauchef. Der Bureauchef rechnet (Fig. 16):

$$\frac{75-71}{2} = 2 \text{ mm Breite der Fläche, in der der Kopf außen aufsitzt,}$$

$$\frac{71-60}{2} = 5\frac{1}{2} \text{ mm Wandstärke unter dem Kopfrand,}$$

$$\frac{69-60}{2} = 4\frac{1}{2} \text{ mm Wandstärke unten.}$$

Höhenmaße:

$$30 + 10 = 40 \text{ stimmt,}$$

$$20 + 20 = 40 \text{ stimmt (Fig. 17).}$$



Sitz eines Sicherheitsventils (Fig. 17).

Der Kopf erhält hier einen schmalen Rand von etwa 2 mm radialer Breite. Man zeichnet in Blei darnach den Querschnitt des Kopfrandes aus freier Hand und zieht ihn später eventuell mit dem Kreiszirkel aus. Man erhält beim Zeichnen aus freier Hand in der Regel angenehmere Formen und Verhältnisse, als wenn man von vornherein die Hohlkehlen mit dem Kreiszirkel zieht.

Da hier noch zwei neue Angaben für die Durchmesser hinzutreten, zeichnet man noch einen Grundriß als Ansicht von oben und schreibt in diesen die beiden hinzukommenden Maaße ein (siehe Fig. 17). Die beiden Kreise als Projektion der äußeren Wandung des kegelförmigen Theils

(punktirt oder gestrichelt) einzuzeichnen, ist überflüssig und stört die Uebersicht, sie bleiben daher weg. Bei Platzmangel zeichnet man diesen Grundriß abgebrochen, doch so, daß mehr als die Hälfte stehen bleibt.

Veränderung der Bohrung (Fig. 18 und 19).

Vergrößert man die Bohrung von 60 auf 70 mm, ohne die Höhenmaße mit zu vergrößern (Fig. 18) und wird der Ventilhub größer, so verschlechtert sich die Führung. Die meisten Ingenieure werden wohl die hier gewählten Höhenmaße noch für zulässig halten, manche vielleicht nicht. Der ins Bureau neu Eintretende wird wohl thun, zunächst dem Bureauchef eine Bleiskizze des Sitzes, sowohl für die ungeänderte, wie für die geänderte Höhe (Fig. 19), vorzulegen und um Entscheidung zu bitten; konstruirt er weiter, ohne vorher zu fragen, so muß er eventuell das Ventil mit Gehäuse gänzlich umändern. Mancher Bureauchef will allerdings erst den fertigen Entwurf sehen, ehe er sich entscheidet.

Die Wandstärken aber können jedesfalls für die geringe Aenderung der Bohrung ungeändert bleiben, so daß sich einfach sämtliche Durchmesser ebenfalls um 10 mm vergrößern, wie die Bohrung.

Ventilkörper (Fig. 20).

Aufzeichnung in Blei. Der Körper (sogenannter Regel) wird immer im Vertikalschnitt eingezeichnet in den Schnitt des Sitzes. Die Breite der Auflagerungsfläche kann man nach den Regeln in der Hütte (17. Auflage, S. 567) nehmen.¹⁾ Konstruirt wird das Ventil für einen Hub gleich $\frac{1}{4}$ des Ventildurchmessers, was streng genommen nicht richtig ist, weil die Flügel den Querschnitt des im Ventil aufsteigenden Wassers verengen.²⁾

Eine Ansicht des Ventilkörpers „von unten aus gesehen“ oder ein Horizontalschnitt ist hier unerläßlich wegen der Angaben für die Flügel.

Die geraden Maße liegen hier bei m und n . Die Kopfrandhöhe k ist selten ein gerades Maß, man runde daher o und p auf gerade Maße ab. Nebenmaße sind m^1 , n^1 , o , p , h , i , k , die Dicke δ der Flügel, der Durchmesser δ' des Flügelkerns, der Durchmesser δ'' des

¹⁾ Eine härtere Legirung gestattet übrigens eine noch kleinere Auflagefläche.

²⁾ Die genaue Berechnung des Hubes wäre Stoff für eine rein mathematische Übung.

Führungstiftes, der Durchmesser d''' der Verstärkung. Ein Hauptmaß aber ist wieder die Entfernung q des Absatzes vom Ventilstift bis zur Hubbegrenzung, die mit dem Ventilhub übereinstimmen, also ungefähr $\frac{1}{4}$ des Durchmessers des Ventils betragen muß, und daher allerdings nicht immer ein gerades Maß ergibt.

Das Maßeinschreiben wird hier etwas verwickelt, weil einige Maße für den Sitz mit benutzt werden können, anderseits die Maße fürs Gehäuse dazu kommen. Es soll daher im Zusammenhange mit dem fürs Gehäuse besprochen werden. Nur soviel soll hier angegeben werden, daß der Bureauchef die Maße in folgender Weise kontrollirt (Fig. 20):

$$k + i = p$$

$$o + p = m$$

$$n - r = n^1$$

$$m' + n' - (m + n) = \text{dem Ventilhub}$$

$$q = \text{dem Ventilhub.}$$

Das Ventilgehäuse (Fig. 21 bis mit 41).

Man konstruire zunächst das Saugventil (hier zu 50 mm Bohrung angenommen, Fig. 21) mit seinem Sitz nach den entwickelten Regeln. Die Kopfhöhe des Sitzes sei 8 mm, daß (bei der Gesamthöhe von 35 mm) für die Höhe des konisch ausgedrehten Theils 27 mm bleiben. Für diesen läßt man eine Arbeitsleiste, sodaß der innere Durchmesser dicht unterm Ventil 63 mm beträgt. Das ist kein gerades Maß, was aber hier nicht von Belang ist. Immerhin könnte man ja auch 65 mm nehmen. Von da aus verengt man den innern Durchmesser auf den für die Bohrung des Sitzes angenommenen, was zwar wiederum nicht streng richtig ist (weil der Querschnitt des Ventils wegen der Flügel etwas verengt ist), indes ebenfalls nicht viel zu bedeuten hat. Die Wandstärke beträgt dafür 10 mm. Die äußeren Durchmesser ergeben sich dann durch Zeichnung zu 73 und 87 mm, ebenfalls keine geraden Maße, was sich aber bei konisch anlaufenden Rohrstücken schwer vermeiden läßt. Die Muttern muß man in derartigen Fällen immer etwas weiter von der Rohrwand abrücken als gewöhnlich, weil oben der Abstand kleiner wird. Man kommt hier nach dem auf Seite 9 angegebenen Verfahren auf einen Schraubenkreis von 120 mm Durchmesser und einen Flansch von 160 mm äußerem Durchmesser (Fig. 21 und 22).

Darnach konstruirt man den Theil über dem Saugventil. Der äußere Durchmesser des Tellers hatte sich zu 55 mm ergeben. Für den

aufsteigenden Wasserstrom muß rings um den Teller ebensoviel Querschnitt bleiben, wie innerhalb des Ventiles selbst, also ungefähr

$$\frac{5,0^2 \pi}{4} = 19,63 \text{ qcm}$$

nun ist $\frac{5,5^2 \pi}{4} = 23,76 \text{ „}$

giebt zusammen $43,39 \text{ qcm}$

entsprechend 7,4 cm Durchmesser, wofür man 75 mm als gerades Maaf für den Gehäusedurchmesser über dem Saugventil nimmt. Man trägt diesen auf, daran die Wandstärke von 10 mm.

Der Kanal, der das Wasser vom Saugventil nach der Pumpe, von da zurück und nach oben durchs Druckventil leitet, muß mit seiner Unterkante über dem Teller liegen, selbst wenn dieser gehoben ist, damit das seitwärts zurückströmende Wasser den Teller nicht am Niederfallen hindere oder auch nur zu stark seitwärts drücke. ¹⁾ Der Hub ist zu 12 mm angenommen und die Kanalunterkante noch einige Millimeter über die Telleroberkante bei vollständig geöffnetem Ventil gelegt, so daß die Kanalunterkante um 20 mm — ein gerades Maaf — über die Oberkante des Saugventilsitzes zu liegen kommt. Dies Maaf darf nicht eingeschrieben werden, denn es interessirt nur den Konstrukteur und den Bureauchef, der Arbeiter bedarf vielmehr des Maafes von der Kanalunterkante bis zum nächst tieferen Absatz im Gehäuse, 28 mm, was zwar kein gerades Maaf ist, sich aber mit der Höhe des konisch gedrehten Theils im Gehäuse (27 mm) zu einem geraden Maaf ergänzt. Das muß man sich überhaupt zur Regel machen: Ist man gezwungen, ein Nebenmaaf als ungerades zu nehmen, so ergänze man es durch das daranstoßende Nebenmaaf zu einem geraden Maaf.

Um in dieser Beziehung nicht fehl zu greifen, bezeichne man beim Entwerfen in Blei alle diejenigen Linien, für deren Abstände gerade Maaf gewählt sind, durch Marken (wie in Fig. 21 die Oberkanten und Unterkanten der Ventilsitze, die Unterkante des Kanals nach der Pumpe u. s. w.).

Es ist dann die Höhe dieses Kanals ausfindig zu machen. Die Breite kann, wie aus dem Grundriß oder Schnitt durch den Kanal Fig. 22 hervorgeht, 75 mm betragen. Der Querschnitt muß mit dem des unteren Rohrstuzens $\frac{5,0^2 \pi}{4} = 19,63 \text{ qcm}$ übereinstimmen, und so er-

¹⁾ Aus dem Grunde ist auch die Ecke, die der horizontale Kanal mit dem vertikalen Gehäuse bildet, nur sehr wenig abgerundet.

giebt sich die Kanalhöhe zu

$$19,63 : 7,5 = 2,6 \text{ cm}$$

wofür man (da die Abstände der markirten Flächen gerade Maaße sein sollen) 30 mm nimmt.

Die so ermittelte Oberkante des Kanals läßt man dann mit der Unterkante des Druckventils abschneiden. Das Druckventil muß soweit sein, daß man den Ventilkörper des Saugventils durch den Sitz des Druckventils stecken kann, damit dieser Sitz dabei nicht aus dem Gehäuse geschlagen zu werden brauche. Der Sitz des oberen Ventils muß also eine größere Bohrung haben als 55 mm, man nehme **rund** 60 mm.

Es liegt nun gar kein Grund vor, Hub und Sitzhöhe fürs obere Ventil größer zu nehmen, als fürs untere. Man behalte also dieselben Höhen auch fürs obere bei und vergrößere einfach alle Durchmesser des obern Ventils gegen die des untern um 10 mm.

Dabei hätte man nur noch darauf zu achten, daß man den Sitz des untern Ventils überhaupt einbringen könne. (Man vergegenwärtige sich das Hohngelächter der Arbeiter, wenn das nicht möglich wäre.) Hier geht das, denn die engste Bohrung 69 für den obern Sitz ist noch immer 4 mm größer als der größte Durchmesser 65 des Sitzes des untern Ventils.

Das untere Ventil wird durch das obere geführt und es wären zunächst die Höhenmaße für die Führung zu wählen. Um Maaße zu sparen, erweist es sich zunächst als zweckmäßig, die Unterkante der Führungshülse am obern Ventil mit der Unterkante des obern Ventilsitzes abschneiden zu lassen (ebenso wie die Warze des untern Ventils mit der Unterkante von dessen Sitz). Dann ist von da an abwärts bis zur Oberkante des untern Sitzes ein gerades Maaß (50 mm, vergl. die Marken). Für den Hub 12 mm abgerechnet, bleiben 38 mm von der Oberkante des untern Sitzes bis zum Absatz am Stifte des untern Ventils, ein ungerades Maaß (im Sinne des Konstrukteurs), das sich aber mit den 12 mm zu einem geraden (50 mm) ergänzt.

Der Hohlraum über dem Stifte in der Führung muß mindestens 12 mm Höhe haben (entsprechend dem Hube des untern Ventils). Läßt man ihn mit der Oberkante des obern Sitzes abschneiden, so spart man wieder ein Maaß und hat oben im gehobenen Zustande des Stifts noch immer 3 mm Abstand (35—32 mm).

Die Weite des Gehäuses über dem obern Ventile wird wieder berechnet, wie die über dem untern Ventile:

Durchmesser des Tellers 65 mm

$$\text{Querschnitt } \frac{6,5^2 \pi}{4} = 33,18 \text{ qcm}$$

hierzu der für das Aufsteigen des

$$\text{Wassers nöthige Querschnitt } \frac{5,0^2 \pi}{4} = 19,63 \text{ "}$$

giebt zusammen 52,81 qcm

entsprechend 8,2 cm Durchmesser, wofür man das gerade Maaß 85 mm nimmt.

Man zeichnet das Gehäuse hiernach auf und nimmt dabei die Wandstärke wieder 10 mm. Dann wäre zu bestimmen, in welchen Höhen X und Y der äußere Durchmesser des Gehäuses $85 + 2 \cdot 10 = 105$ mm in den von $75 + 2 \cdot 10 = 95$ mm und dieser in den von 87 mm übergeführt wird. Der Anfänger pflegt diese Punkte unzweckmäßig zu wählen. Korrekt wäre es, dort die äußere Begrenzung in der Weise zu bestimmen, daß man aus dem Mittelpunkte der innern kleinen Hohlkehle an der Stelle auch einen Kreisbogen für die äußere Begrenzung zöge, indes muß man hier mit unvermeidlichen Ausführungsfehlern rechnen, dem Verlegen des Kernes in der Längsrichtung, wodurch dann die Wandstärke an der Stelle leicht unter 10 mm betragen könnte. Man rechnet daher in vertikaler Richtung auf eine etwas größere Wandstärke und nimmt dafür ein Maaß, das die Höhe von 8 mm für den Kopf des Sizes (dessen Oberkante die Marke trägt) zu einem geraden Maaße ergänzt, 12 mm ($8 + 12$ ist wieder 20 mm).

Es fehlt nun noch zum vollständigen Gehäuse der Kanal fürs Druckrohr über dem Druckventile, der Deckel und der Flansch für den Anschluß an den Pumpenzylinder.

Die Höhenmaasse über dem Druckventile stimmen wieder mit denen über dem Saugventile überein (Fig. 23), nur muß man hier die Führung tiefer herunter reichen lassen, weil man sonst unnöthiger Weise den Deckel mit einem hohen Buckel versehen müßte, der die Führung des Ventilstifts aufnähme.

Man zeichne erst versuchsweise Stift und Führung, wie fürs Saugventil und rücke dann beide um ein gerades Maaß (20 mm) nach unten, so daß der Absatz am Ventilstift 18 statt 38 mm über die Oberkante des Sizes kommt.

Die Unterkante des Deckels muß mit der Oberkante des Kanals abschneiden, damit sich kein Luftsack bilde.

Sodann muß sich der Deckel (wegen der Ventilfehrung) genau gegen das Gehäuse zentriren, weshalb der obere Rand des Gehäuses mit innerer

Arbeitsleiste versehen wird, die indes so wenig vorspringt (80 mm Bohrung, ein gerades Maaß), daß die Size der Ventile bequem durchzubringen sind.

Der Deckelflansch wird ebenso stark, wie der Saugstutzenflansch (20 mm).

Der Anfänger im Konstruiren würde dann den Deckelflansch weiter bestimmen, wie in Fig. 24, ihn an der Seite nach rechts (nach dem Druckrohre hin) ebenso zeichnen, wie er ihn links (in Fig. 23) gezeichnet hatte, dann etwa 20 mm Zwischenraum von der rechtsseitigen Deckelbegrenzung bis zum Druckrohrflansch (wegen der Mutter), 20 mm für dessen Stärke markiren, schließlich aber die so erhaltene äußere Flanschenfläche um ein gerades Maaß (140 mm) von der Mitte des Gehäuses rücken, und den Flansch nach oben und unten in der früher angegebenen Weise für $\frac{5}{8}$ " engl. Schrauben bestimmen, sodas die Schraubenmuttern um ein gerades Maaß (35 mm), die Flanschbegrenzungen um ein gerades Maaß (55 mm) von den Kanalkanten abstehen. Man gelangte damit zu einer Konstruktion, wie sie in Fig. 24. aufgezeichnet ist. Die Maaße zur Bestimmung der Schraubenmittel würden in dieser Figur nicht mit angegeben, diese kämen in die Stirnansicht des Flansches (Fig. 28). Ebenfowenig wäre es nöthig, die Gesamtbreite dieses viereckigen Flansches anzugeben, wie es für den äußeren Durchmesser geschehen müßte, wenn der Flansch rund und also im Holzmodell gedreht würde.

Es fehlt schließlich nur noch der Anschluß des Gehäuses an den Pumpencylinder. Dessen Konstruktion setzt voraus, daß man bereits über die Konstruktion des Obertheils des Ventilgehäuses im Klaren ist. Man zeichne (falls es an Platz fehlt, auf einem besonderen Hilfsblatte) die Mittellinie für den Vertikalschnitt des Pumpencylinders (Fig. 25), trage ein Stück des Kolbens, hier eines Plungerkolbens von 75 mm Durchmesser, nach dem zu Fig. 1 angegebenen Verfahren auf und ziehe die obere Begrenzungslinie des Kanals, der von dem Pumpencylinder nach dem Gehäuse führt, eine Linie, von der an wieder, wie in der Zeichnung des Ventilgehäuses (Fig. 21) die geraden Maaße gerechnet werden. Sie muß am höchsten Punkte des Hohlraums des Pumpencylinders liegen, damit sich keine Luft dort ansammeln könne, der Packring der Stopfbüchse kommt also unmittelbar darüber (Fig. 25). Man bestimmt dann nach dem zu Fig. 2 beschriebenen Verfahren die Wandstärke des untern Theils des Packringes (hier 5 mm), die Dicke der Packung (hier 10 mm), die Wandstärke der Stopfbüchse (hier $12\frac{1}{2}$ mm), die radiale Breite des ringförmigen Hohlraumes um den Pumpencylinder (hier 10 mm), die Wandstärke des Pumpencylinders (hier $12\frac{1}{2}$ mm), sämmtlich derartig, daß die Durchmesser gerade Maaße (im Sinne des Konstrukteurs) bilden,

trägt die Dicke der Deckelflanschen (hier 20 mm) von der oberen Kanal-
 kante aus nach oben, die Kanalhöhe (30 mm) und die Wandstärke des
 Kanals (10 mm), nach unten an, wählt die Höhen des Packringes nach
 geraden Maaßen (hier 15 und 10 mm), im vorliegenden Falle so, daß
 der Kopf zugleich den Deckel mit zentriert, bestimmt für $\frac{5}{8}$ " engl.
 Schrauben den Schraubenmittelpunkt nach dem zu Fig. 4 und 5 be-
 schriebenen Verfahren, sowie den äußeren Durchmesser des Deckels für
 den Pumpencylinder derartig, daß gerade Maaße entstehen (180 und
 220 mm Durchmesser [Fig. 25 und 26]¹⁾, (wobei der Abstand der
 Mutter von der Stopfbüchse überreichlich genommen ist und recht wohl
 um 5 mm kleiner genommen werden könnte, daß sich die beiden Durch-
 messer auf 170 und 210 mm verminderten) und zeichnet Schraube und
 Deckel ein. (Ueber die hier gewählte Bundschraube vergl. S. 27.) Dann
 läßt man vom Cylinderdeckel aus nach dem Gehäuse (also nach rechts,
 Fig. 25) zu, Platz für die Höhe der Mutter, markirt die Flanschen-
 dicke (20 mm) und verrückt den markirten Punkt wieder derartig, daß
 die äußere Flanschenfläche um ein gerades Maaß (hier 150 mm) von
 dem Cylindermittel absteht — nach dem zu Fig. 4 beschriebenen Verfahren.
 Man zieht dann die Linie für die Außenfläche dieses Flansches (wieder
 überflüssig lang) durch, trägt die Flanschendicke (20 mm) von da an rück-
 wärts an, zugleich vorwärts, nach dem Gehäuse hin, zieht die Parallelen
 (ebenfalls überflüssig lang) durch, trägt die schon früher gefundenen Höhen-
 maaße des Flansches an (55 mm Flanschenlänge, 35 mm von der Kanal-
 kante bis zur Schraube), zeichnet die obere Schraube (und zwar nur
 diese, für die weniger Platz ist, als für die untere) ein, läßt nach dem
 Gehäuse hin etwa ebensoviel Platz für die Mutter wie links, trägt nach
 rechts den in Fig. 21 bestimmten größten Gehäusedurchmesser (105 mm)
 an, wieder zunächst in Marken, und verrückt schließlich die Mittellinie des
 Gehäuses wieder soweit, daß ihr Abstand von der äußeren Flanschenfläche
 ein gerades Maaß (hier 100 mm) bildet — wieder nach dem zu Fig. 4
 beschriebenen Verfahren. Dann trägt man die in Fig. 21 gefundenen
 Maaße nur für die charakteristischen Linien des Gehäuses, mit
 Weglassung alles hier Unnöthigen, also hier der Ventile, des Deckels u. s. w.
 an, zieht die Umrisse, (hier nur einseitig) und zeichnet den Grundriß Fig. 26,
 wozu hier der Maaßstab $\frac{1}{2}$ natürlicher Größe gewählt ist (obgleich dieser
 von vielen Konstrukteuren grundsätzlich gemieden wird, worüber später
 noch ausführlicher gesprochen werden soll) und hat nun, wenn man sich

¹⁾ Hier ist der äußere Flanschdurchmesser ausnahmsweise in den Längsschnitt
 eingeschrieben, weil der Grundriß nicht auf dasselbe Blatt zu bringen war.

die Figuren 21 bis mit 26 zu einer einzigen vereinigt denkt, ein hinreichend vollständiges Bild der ganzen Konstruktion.

Die Pumpe wird, gut ausgeführt, richtig aufgestellt, mit der richtigen Geschwindigkeit laufend, zwar gut arbeiten, man wird sie in mancher kleinen Fabrik darnach ausführen, aber die Konstruktion ist doch das Werk eines Anfängers, eine Schülerleistung. Zu einer guten Konstruktion gehört auch, daß sie **elegant** sei, d. h. daß man seine Zwecke mit den geringsten Mitteln, hier z. B. mit dem geringsten **Platzaufwande**, erreiche. Und so beginnen nun erst die eigentlichen

Studien,

das eigentliche Durcharbeiten, Zusammenarbeiten: ein bloßes handwerksmäßiges Aufzeichnen nach gegebener Regel wird man kaum als ein „Konstruiren“ bezeichnen können.

Das Gehäuse ist noch einer ganz bedeutenden Zusammenlegung fähig. Zunächst wird man suchen, den Druckstutzenflansch Fig. 24, dessen äußere Fläche jetzt 140 mm vom Gehäusemittel steht, näher ans Gehäuse zu bringen und in dem Bestreben wird man wohl zunächst daran denken, die obere Mutterschraube dieses Flansches durch eine Stiftschraube zu ersetzen, wodurch man den Flansch um 20 mm näher an den Deckel rücken kann. Wenn man das wollte, nehme man in einer besseren Fabrik wenigstens statt der Stiftschraube eine Bundschraube (Fig. 27), die zwar etwas theurer, aber besser ist, weil die Schraube, wenn die Mutter aufgerostet ist und gelöst werden soll, leicht abbricht und die Stiftschraube in dem Falle aus dem Flansche, in dem sie sitzt, herausgebohrt werden muß, wobei der Flansch und der ganze Maschinentheil (hier das Gehäuse) unbrauchbar werden kann, während bei der Bundschraube ein Heraus-schrauben mittelst des Schlüssels, den man ans sogenannte „Biereck“ setzt, möglich ist. Bei der neuern Gesenk Schmiederei unterliegt die Herstellung dieser Bundschrauben keiner Schwierigkeit mehr.¹⁾

Es wird aber, wenn man sich mit der Verkürzung des Druckstutzenflansches um 20 mm begnügt, gar nicht einmal dieses Hilfsmittels, das man immer nur dann anwenden sollte, wenn gar kein anderer Ausweg bleibt, bedürfen.

Dies wird sofort klar, wenn man zum Aufriß- oder Vertikalschnitt (Fig. 24) den Grundriß oder Horizontalschnitt (Fig. 28) zeichnet. Manche Anfänger sind geneigt, eine Ansicht oder einen Schnitt, der den ganzen

¹⁾ Nebenbei gesagt, giebt man dem „Biereck“ eine Höhe ungefähr gleich dem Schraubendurchmesser, rundet sie aber zu einem geraden Maße (hier 15 mm Fig. 27) ab.

Papierbogen für sich in Anspruch nimmt, erst zu vollenden (auszuziehen, Maße einzuschreiben u. s. w.), bloß weil sie den Bogen aufgespannt haben, ehe sie an die Ausarbeitung der zugehörigen anderen Ansichten gehen. Dann arbeiten sie meist das erste Blatt vergeblich: Der erfahrene Konstrukteur arbeitet abwechselnd in den verschiedenen Ansichten (Aufriß, Grundriß, Seitenansicht) oder Schnitten (Vertikalschnitt, Horizontalschnitt, Seitenschnitt) oder in beiden. Aus dem Grunde arbeitet man in den Zeichenbureaus der Maschinenfabriken auf aufgezwekten, statt aufgespannten Papierbogen, oder nimmt wenigstens kleinere aufgezwekte Bogen zu Hilfe. Will man rasch arbeiten, so muß man gewöhnt sein, auf derartig aufgespannten Bogen zu zeichnen.

Ist noch Platz auf dem großen Bogen, so kann man die andere Ansicht oder den Schnitt, den man eben braucht, mit darauf zeichnen, stückweise und gleich von vornherein mit der ausgesprochenen Absicht, diese Ansicht oder den Schnitt hinterher wieder wegzuwischen, oder auch stückweise zu vollenden. Vielfach bedient man sich in solchen Fällen des verjüngten Maßstabes, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{10}$ der natürlichen Größe für Metermaß, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{12}$ für Zollmaß. Wenn man von vornherein, ohne Übung darin zu besitzen, die Dimensionen wählt, indem man die Theile in $\frac{1}{2}$ natürlicher Größe aufzeichnet, so gerathen die Materialstärken meist zu groß, beim Aufzeichnen in $\frac{1}{5}$ natürlicher Größe zu klein, nur beim Aufzeichnen in $\frac{1}{10}$ natürlicher Größe richtiger. Manche vermeiden das Aufzeichnen in $\frac{1}{2}$ natürlicher Größe grundsätzlich; wenn man indes in der einen Ansicht, oder dem einen Schnitte die Dimensionen in natürlicher Größe schon aufgezeichnet hat, dann fällt jeder Grund weg, eine andere Ansicht oder einen anderen Schnitt in $\frac{1}{2}$ natürlicher Größe zu vermeiden und so ist, da hier die Zeichnung in $\frac{1}{5}$ natürlicher Größe gar zu winzig und undeutlich ausgefallen wäre, hier dieser Maßstab gewählt (Fig. 28).

Man bemerkt hier zunächst (was bei der Zeichnung in $\frac{1}{5}$ natürlicher Größe so deutlich nicht hervorgetreten wäre), daß die beiden dem Druckstutzen zugewendeten Deckelschrauben a und b mit der Kanalwand kollidiren.

Der Uebelstand läßt sich in verschiedener Weise umgehen. So kann man, wie in Fig. 24, eine Bundschraube oder Stiftschraube statt einer Mutterschraube nehmen. Indes ist das, selbst wenn man die Uebelstände der Bund- oder Stiftschraube mit in Kauf nimmt¹⁾, nicht vollständig korrekt, weil hier, wie man sich ausdrückt, das Loch fürs Gewinde

¹⁾ Beide sind insofern unvortheilhaft, als das Gewinde der Deckelmuttern leicht beschädigt wird, erst beim Transport, dann beim Aufsetzen der Deckel.

„aufs halbe Fleisch“ kommt, nämlich der Bohrer, der das Loch bohrt, vor seinem Austritt aus dem Flansche nach der einen Seite hin im Material der Kanalwand arbeitet und sich daher, wegen des einseitigen Widerstandes beim Bohren „verläuft“, so daß man, um das zu umgehen, mindestens für das Loch eine Warze (b Fig. 28) (natürlich auch eine auf der andern Seite bei a) anbringen müßte. Die Warze würde man so tief unter den Flansch führen, daß man das Gewinde für die Bundschraube etwa 30 mm tief eintreten lassen könnte, ohne daß das Loch die Warze nach unten zu durchbräche.

Man kann auch, wie in Fig. 29 dargestellt ist, die Warze über die ganze Höhe des Kanalstüzens reichen lassen und noch ein Stück (einige Millimeter) darüber hinaus, daß man unten am Kanal eine Arbeitsleiste erhält, und eine lange Mutterschraube in Anwendung bringen kann. In diesem Vorschlage steckt ein allgemeines Prinzip des Konstruierens: Hat man keinen Platz in der Breite oder will man ihn in dieser Richtung beschränken, so sucht man über das Hinderniß durch Verlängerung hinwegzukommen und umgekehrt. Die Durchmesser derartiger Warzen nimmt man ein wenig größer als den doppelten der Schraube, für $\frac{5}{8}$ " Schrauben etwa 3 mm, für 1" Schrauben etwa 5 mm, für 2" etwa 10 mm größer (Fig. 29). Die Entfernung von der Mitte c der Schraube am Kanal (Grundriß) vom Kanalmitte (oder die doppelte, also von Mitte zu Mitte Schraube) darf hier nicht eingeschrieben werden, weil sie sich durch geometrische Konstruktion (Fig. 29, Grundriß) von selbst ergibt, man müßte sie denn genau ausrechnen:

$$75 \cdot \sin. 45^\circ = 75 \cdot \sqrt{\frac{1}{2}} = 75 \cdot 0,707 \approx 106 \text{ mm,}$$

jedenfalls darf sie **nicht** zu einem geraden Maße abgerundet werden.

Vermeiden muß man bei diesem Auskunftsmittel nur, daß man dem Former Schwierigkeiten bereite. Stünde z. B. die Schraube weiter vom Kanale ab und verbände man die Warze mit der Kanalwand durch sehr kleine Hohlkehlen, wie in Fig. 30, so entstünden sogenannte Unterscheidungen am Modell: das Modell, das, in der Symmetrieebene zerschnitten hergestellt, so eingeformt wird, daß diese Ebene in die Trennungsebene vom Ober- und Unterkasten fällt, ließe sich nach dem Einstampfen nicht ausheben, ohne den Sandkörper an der betreffenden Stelle wieder einzureißen. Man lasse in solchem Falle die äußere Umgrenzung der Warze (Fig. 31) aus der halbcylindrischen Fläche in zwei parallele an der Kanalwand sich rechtwinklig ansetzende Ebenen übergehen. Beim Ausziehen der Zeichnung

vergeffe der Anfänger nicht, die vollständige Umgrenzung der Arbeitsleiste unter dem Kanal (gestrichelt) anzugeben und sich das auf der Bleizeichnung gleich mit anzumerken (Fig. 30 und 31).

Wenn die Schraube so weit vom Kanal abstünde, wie in Fig. 30 und 31 angenommen, könnte man übrigens die Warze ganz weglassen, und die Schraube durch eine mit abgeflachtem (coupirtem) Kopfe ersetzen (Fig. 33), bei der man die Kopfhöhe ungefähr 0,7 des Bolzen-durchmessers (auf ein passendes Maaß abgerundet) wählt und darnach den Kopfdurchmesser derartig bestimmt, daß man die Gestalt des Rechtecks $\alpha \beta \gamma \delta$ abschätzt, ohne hier darauf zu achten, daß dieser Durchmesser ein gerades Maaß erhalte — beim Einschreiben lassen sich dann noch immer zufällig unpassend gerathene Maaße wie z. B. 29 nach oben oder unten abrunden, also auf 30 oder 28.

Auf das Mittel, in Fig. 28 die Schrauben a und b soweit auseinander zu rücken, bis die Köpfe Platz haben, und somit die Innehaltung der unter 45° gegen die Mittelebene geneigten Achsen ganz aufzugeben, soll hier nicht erst eingegangen werden. Die ausgeführte Pumpe würde dann den Eindruck machen, als habe der Konstrukteur die Kollision bei regelrechter Lage übersehen und sei dann vom ausführenden Schlosser forrigirt worden. Indes giebt's auch Konstrukteure, die darin nichts weiter finden.

Wenn Entscheidung darüber getroffen ist, wie die Kollision der Deckelschrauben a und b (Fig. 28) mit dem Kanal zu vermeiden ist, hätte man nachzusehen, ob sich der Druckstufenflansch näher ans Gehäusemitte heranbringen lasse. Um hierüber ein Urtheil zu gewinnen, muß man, was ohnedies der deutlichen Angabe und der Uebersicht für den Bureauchef wegen unerläßlich ist, die Ansicht des Druckstufenflansches aufzeichnen (Fig. 28, Seitenansicht). Aus dieser Zeichnung ergibt sich, daß die Schrauben höchstens 145 mm von Mitte zu Mitte auseinander zu stehen kommen, selbst wenn man sich mit 4 Schrauben begnügt, ein Maaß, das zu Befürchtungen wegen unvollkommener Dichtung keineswegs Anlaß giebt: man kann $\frac{5}{8}$ Schrauben, wenn der Flansch 20 mm stark ist, recht wohl bis auf etwa 200 mm auseinandersetzen (halbzöllige Schrauben für schwachwandige Luftpumpenrohre von 10 mm Wandstärke und 20 mm Flanschenstärke bis auf etwa 120 mm). Darnach kann man aber den Flansch um das Maaß $x y$ (Fig. 28) etwa 28 mm näher ans Gehäuse rücken. Nützt man diese Gelegenheit nur auf 20 mm aus, um für den Abstand der äußeren Flanschenfläche von der Gehäusemitte ein gerades Maaß zu erhalten, so vermindert sich dieser Abstand von 140 mm (Fig. 24) auf 120 mm (Fig. 32).

Es läßt sich in der Beziehung immer noch mehr erreichen, wenn man den Deckel an der Seite des Druckstuzenflansches abflacht (coupirt) (Fig. 34) und, weil dann die obern Muttern des Druckstuzenflansches nicht mehr Platz haben, die obern beiden Schrauben als Stift- oder Bundschrauben behandelt (siehe Fig. 34). Man kann dann die äußere Flanschenfläche ans Gehäusemittel sogar bis auf 100 mm heranrücken. Dabei müßte man allerdings, wie Fig. 34 bei y im Grundriß zeigt, die schmalen tiefen Hohlkehlen vermeiden (weil hier der Sand in der Form nicht hält) und den Zwischenraum zwischen Warze und Flansch mit Eisen ausfüllen, wobei allerdings wegen der großen Materialanhäufung der Guß leicht blasig ausfällt.

Ob nun die Nachtheile (Stift- oder Bundschraube gegenüber der Mutter-schraube, Möglichkeit, blasigen Guß zu erhalten) gegen den Vortheil der Platzersparniß und des eleganteren Aussehens eingetauscht werden sollen oder nicht, ob man also das Gehäuse lieber nach Fig. 34 oder nach Fig. 28 auszuführen habe, muß der Bureauchef je nach den obwaltenden Verhältnissen (geschickte Former u. s. w.) entscheiden.

Ebenso wie den Druckstuzen hätte man dann den Anschluß an die Pumpe durchzuarbeiten. Der Deckel-flansch der Pumpe hat nach Fig. 25 und 26 einen äußeren Durchmesser von 220 mm und einen Schraubenkreis von 180 Durchmesser. Flachst man den Deckel-flansch, wie in Fig. 35 und 36 dargestellt ist, nach der Seite des Gehäuses hin ab, so kann man das Maaf 110 mm von der Mitte bis zum Flanschenrande bis auf $90 \cdot \sin 45^\circ + 20 = 90 \cdot 0,707 + 20$ ungefähr 84 mm reduciren, sodaß $110 - 84 = 26$ mm gespart wären. Davon benutzt man, um ein gerades Maaf zu erhalten, nur 25 mm, sodaß sich der Abstand der äußeren Fläche des Gehäus-flansches, der in Fig. 25 und 26 150 mm betrug, auf 125 mm vermindert (Fig. 35 und 36).

Jenseits dieses Gehäus-flansches, nach dem Gehäuse zu, liegen aber die Verhältnisse noch viel günstiger. Der Abstand der äußeren Flanschenfläche von der Mitte des Gehäuses beträgt in Fig. 25 100 mm. Wie ein Vergleich mit Fig. 26 und 36 zeigt, kann man hier den Flansch so nahe an die Gehäusewandung rücken, als es nur irgend deren Rundung gestattet, hier um 45 mm, so daß sich der genannte Abstand von 100 auf 55 vermindert (Fig. 35 und 36). Der größte äußere Durchmesser des Gehäuses über dem Druckventil beträgt 105 mm, der Radius also $52\frac{1}{2}$ mm, so daß die Arbeitsleiste $55 - 52\frac{1}{2} = 2\frac{1}{2}$ mm hoch wird (Fig. 35).

Die aufmerksame Betrachtung von Fig. 35 und 36 zeigt, daß, wenn man für den obern Theil des Gehäusflansches Stift- oder Bundschrauben gestattet, der Gehäusflansch noch 20 mm näher an den Pumpencylinder heranrücken kann, daß der Abstand, der in den Fig. 35 und 36 noch 125 mm beträgt, weiter auf 105 mm sinkt (Fig. 37 und 38). Nur muß man jetzt Acht geben, daß nun nicht eine neue Kollision, die des Gehäusdeckels (190 mm Durchmesser) mit dem Stopfbüchsenflansch entstehe. Man zeichne also auf das Studienblatt Fig. 37, die Stopfbüchse, soweit das für den Zweck nöthig ist, mit hinzu. Die Höhe der Oberkante des Topfes wird der Anfänger nach Verhältniszahlen bestimmen, vielleicht zu einem geraden Maasse abrunden und sich damit schon zufrieden geben; der geübte Konstrukteur aber ein wichtiges Gesetz dabei befolgen, das Gesetz der „durchgehenden Flächen“. Man legt, um Absätze zu vermeiden, die Begrenzungsflächen benachbarter Theile möglichst in eine Ebene. Die Befolgung dieses Gesetzes verleiht der Maschine nicht nur ein einfacheres, ruhigeres, weniger zergliedertes Aussehen, sondern gewährt auch vielfach Vortheile bei der Bearbeitung (Vermeidung mehrmaligen Einstellens des Zahns beim Hobeln von Platten mit Arbeitsleisten für mehrere darauf zu schraubende Theile u. s. w.). Man lasse also auch hier den obern Rand des Stopfbüchsentopfes mit dem obern Flanschrand des Gehäuses abschneiden. (Wäre die Höhe für die Packung ungenügend, so ginge man in die Höhe der obern Deckelfläche des Gehäuses.) Nach Fig. 37 bestimmt sich dann die Höhe des obern Topfrandes über der Fuge zu

$$- 20 + 27 + 58 + 20 = 85 \text{ mm.}$$

Der Gehäusflansch läßt sich aber immer noch weiter an die Pumpe heranrücken. Man gelangt dazu, wenn man den Blick auf die Dichtungsfläche a b des Stopfbüchsenflansches in Fig. 37 richtet. Die Breite braucht hier nicht größer zu sein, als 22 mm. Schnitte man den Flansch des Stopfbüchsendeckels bis dahin ab, so könnte man mit dem Gehäusflansch noch über 10 mm (gegen Fig. 37 und 38) näher an den Pumpencylinder rücken. Benutzt man davon nur die 10 mm, so rückt nun das Gehäusmittel in die geringere Entfernung von $95 + 55 = 150$ mm vom Pumpencylindermittel (Fig. 39). Dabei darf nur nicht übersehen werden, daß man dann die Zahl der Schrauben für den unteren Flansch des Pumpencylinderdeckels, wie der Grundriß zeigt, von 4 auf 3 vermindern muß, was indes bei den verhältnißmäßig starken Flanschen (man macht sie eben so stark, um in solchen Fällen die nöthige Sicherheit für gute Dichtung zu haben) und bei der Entfernung der Schrauben von etwa

160 mm von Mitte zu Mitte, recht wohl ausreicht. Sodann muß man, damit der Gehäusedeckelflansch nicht mit dem obern Stopfbüchsenflansche collidire, auch den Gehäusedeckelflansch abflachen und die Zahl der Deckelschrauben auf 3 vermindern (Grundriß in Fig. 39). Freilich muß man sich dann mit einer Annäherung des Druckstutzenflansches auf 120 mm (Fig. 32) begnügen und auf die weitere Annäherung (Fig. 34) verzichten. Daß dann, wenn die Zeichnung überhaupt ausgezogen und wenn der Grundriß (Fig. 39) als Schnitt behandelt würde, die über dem Schnitt liegenden Flanschen mit blauer Farbe eingezeichnet würden, braucht hier wohl nur nebenbei erwähnt zu werden. Dies wäre hier die zweckmäßigste Behandlung, denn die Behandlung des Grundrisses als Ansicht von oben hätte den Nachtheil, daß dann für den Pumpencylinder nicht nur der untere, sondern auch der obere, hier oval oder besser rund und rechts coupirt gedachte Stopfbüchsenflansch anzugeben wäre, was die Zeichnung der Uebersicht beraubte. Man zeichne also den horizontalen Schnitt in die Höhe M N dicht über dem Druckventile (natürlich mit Weglassung sowohl des Sitzes wie des Ventils) und eine Ansicht des obern Stopfbüchsenrandes besonders. In Fig. 39 sind nur die Maße eingeschrieben, die sich gegen die Anordnungen in den vorhergehenden Figuren geändert haben. Noch ist bemerkenswerth, daß die eine nach dem Druckstutzen zu gelegene Deckelschraube des Gehäuses zu einer Bund- oder Stiftschraube wird (vergl. Fig. 40 und 41), was in der Zeichnung besonders hervorzuheben wäre. Dabei wird auch klar, weshalb man für solche Kanalüberdeckungen eine verhältnißmäßig große Eisenstärke (hier 20 mm, gleich der Flanschenstärke), also eine hohe Arbeitsleiste giebt und daher den Deckel tief eintreten lassen muß, um den Luftsaß zu vermeiden.

Endlich lassen sich Pumpencylinder und Gehäuse noch näher aneinander rücken, wenn man beide, anstatt sie mit Flanschen aneinander zu schrauben, in einem Stücke gießt (Fig. 40 und 41), was allerdings größere Umsicht und Geschicklichkeit der Arbeiter erfordert, andererseits aber die Bearbeitung der Flanschen, das Bohren der Löcher, die Herstellung der Schrauben spart. Die oberen Flanschen rücken dann so nahe aneinander, daß man sie zusammenhängen läßt, den Saugstutzenflansch würde man abflachen. Bei diesem Entwurfe nach Fig. 40 und 41 ließe sich noch der Druckstutzenflansch näher ans Gehäuse bringen. Der Druckstutzen ist nämlich vom flach gedrückten rechteckigen Querschnitt in den runden Querschnitt übergeführt. Dann wird der Flansch rund (Seitenansicht in Fig. 41). Bei X X (im Grundriß) ist (hier ausnahmsweise) eine der Schrauben im richtig projecirten Abstände von der Rohrachse eingezeichnet,

wobei man bemerkt, daß die Mutter, also auch der Flansch noch 10 mm näher ans Gehäusmittel rücken können, daß sich der Abstand der äußeren Flanschante von 140 auf 130 vermindert.

Wenn man die Entwürfe des Ventilgehäuses in den Fig. 25 und 26, 35 und 36, 37 und 38, 39, 40 und 41 der Reihe nach betrachtet, so findet man den Abstand von der Mitte des Pumpencylinders bis zur Mitte des Gehäuses von 250 allmählich vermindert auf 180, 160, 150, 130 und man wird nun begreifen, was man unter dem Durcharbeiten eines Projekts, dem Zusammenlegen der Theile, Detailsstudien, zu verstehen hat und welchen Nutzen eine solche Durcharbeitung gewährt. Man überlege, wieviel Zeit man gebraucht hätte, um bei vollständiger Aufzeichnung der gesammten Pumpe die 5 malige Verbesserung vorzunehmen, der Verlegung des Verbindungsflansches wegen das ganze Gehäuse oder den Pumpencylinder wegzuwischen und von Grund auf neu zu zeichnen, bis auf das letzte mal, jedesmal in der irrthümlichen Meinung, daß diese neue Aufzeichnung die letzte sei, während in den hier gezeichneten Studien immer nur die betreffenden Theile geändert worden sind.

Selbst der routinirte Ingenieur ist in vielen Fällen genöthigt, derartige Studienblätter anzufertigen¹⁾, der Anfänger aber kann ihrer gar nicht entbehren, wenn er einigermaßen ersetzen will, was ihm an Uebung fehlt. Durch die Studien, wenn sie so betrieben werden, wie hier dargestellt ist, entwickelt sich bei ihm am schnellsten der Maassinn, die Schätzung der Dimensionen, er erlangt Routine in der Wahl gerader Maasse, **Maassgedächtniß**, das durch die Wahl gerader Maasse, die konsequente Ausschließung gewisser Maasse, außerordentlich unterstützt wird, er lernt **flott** zeichnen, weil eine Menge bekannter Maasse immer wiederkehren, er lernt mehrere Maasse zugleich ablesen und ihre Marken auftragen, anstatt jedes einzeln, er lernt beim Auftragen der Maasse der ursprünglichen Entwicklung nachgehen, lernt seine Werkzeichnungen einfach und für die Arbeiter verständlich anordnen, alles Unnöthige weglassen, dagegen alles Nöthige angeben, er lernt Maasslinien und Maasseinschreibung gut anordnen, übersichtlich, deutlich, daß die Maasslinien und Maasse die Zeichnung nicht beeinträchtigen, lernt Hauptmaasse und Nebenmaasse von einander richtig zu trennen und miteinander richtig zu ver-

¹⁾ Man lese, was Radinger über die Detailsstudien von Corliß berichtet (J. J. Radinger, Bericht über die Weltausstellung in Philadelphia 1876, Wien bei Faesly und Fricke, auch in der Bibliothek der Technischen Staatslehranstalten in Chemnitz, S. 2 Z. 12 v. u. und flgd., und über den Erfolg Z. 3 v. o. auf derselben Seite).

binden, lernt die aufgetragenen Maße durch Rechnung kontrolliren aus einer in Blei ausgeführten Zeichnung, in der alle Linien durchgezogen sind, Schnitte und Ansichten herauslesen, er lernt das **Hauptgewicht auf den Denkproceß** legen und die Ausstattung der Zeichnung, Rundtuschen, Anlegen mit Farbe, Angabe der Schatten, als Nebensache ansehen. Wie für den schriftlichen Aufsatz die Feder, so ist für den Konstrukteur der Bleistift der Hebel der Gedanken, und nichts kann die Gedankenentwicklung beim Konstrukteur rascher fördern, als ein vorläufiges flüchtiges Aufzeichnen lediglich der in Betracht kommenden Theile.

Der Anfänger wird übrigens durch diese Studien sehr bald auf abgekürzte Verfahren in der Konstruktion hingelenkt. Beispielsweise sind hervorragend fruchtbar in der voranstehenden Entwicklung die Studien, die darauf gerichtet sind, das Mittel des Gehäuses möglichst nahe ans Cylindermittel heranzubringen, weil jeder neue Versuch ein vollständiges Wegwischen des Gehäuses oder des Cylinders erfordert hätte; die Annäherung des Druckstutzenflansches ans Gehäusemittel dagegen hätte mit gleicher Leichtigkeit auch auf der wirklichen Werkzeichnung bewirkt werden können. Dabei hätte der erfahrene Konstrukteur von vornherein auf abgeflachte Flanschen Bedacht genommen, so daß er wahrscheinlich mit einem einzigen Studienblatt ausgekommen wäre. Der Anfänger gewöhnt sich aber durch diese Studien von vornherein daran, je nach Bedarf abwechselnd im Aufriß und im Grundriß zu arbeiten.

Diese Studien haben ferner für den Anfänger im Bureaudienst einer Maschinenfabrik große Bedeutung. Er kann sich bei seinem Bureauchef ins vortheilhafteste Licht setzen, wenn er am Abend vor einem größeren Werke zu Hause seine Vorstudien macht und dann am anderen Morgen die ganze Konstruktion mit allen Haupt- und Nebenmaßen bereits im Kopfe mit ins Bureau bringt, daß er mit dem Gefühle voller Sicherheit die Konstruktion rasch aufzeichnen kann, ohne befürchten zu müssen, zu mehrmaliger Aenderung genöthigt zu sein. Er weiß dann von vornherein, wie weit er seine Mittellinien vom Blattrande und die Mittellinien der einzelnen Ansichten oder Schnitte von einander entfernt zu nehmen hat, um nicht in Verlegenheit zu kommen und auch für die außerhalb der Figur zu ziehenden Maßlinien noch Platz zu haben, er wählt von vornherein alle Maße zweckmäßig, und besonders, er kann sich beim Besprechen mit dem Bureauchef von vornherein über Vor- und Nachtheile der einen oder anderen Konstruktion aussprechen, ohne sich zu blamiren. Er geht in der Arbeit zielbewußt vor und wird dann, den erfahreneren

Kollegen gegenüber wenigstens nicht nachstehen, vielleicht sich sogar die Ueberlegenheit über andere sichern und deshalb gern zu den schwierigeren und lehrreicheren Arbeiten herangezogen werden. Es ist ein freudiges Arbeiten! Ohne diese Privatstudien — im Bureaudienste bleibt meist keine Zeit dazu — kommt er langsamer vorwärts und sieht sich dann der Gefahr ausgesetzt, zu niedrigeren Bureaudiensten verwendet zu werden. Das Schlimmste, was ihm passiren kann.

Es ist übrigens nicht leicht für einen Bureauchef — einem meist überlasteten Beamten — die Konsequenzen seiner Anordnungen für die Zeichner von vornherein alle vollständig zu übersehen, die meisten lassen daher eigentlich Studien von ihren Hilfsarbeitern unter ihrer Leitung machen, also ausprobiren, welche Anordnung die zweckmäßigste sei und zwar gleich an der Werkzeichnung selbst. Der Zeichner hat dann die Pflicht, sich genau nach dieser Anordnung zu richten und, selbst wenn er schon nach wenigen Strichen sieht, daß man dabei auf Schwierigkeiten oder Uebelstände stößt, dennoch ein möglichst brauchbares Projekt auf Grund der Angabe zu machen. Ist das geschehen, so kann er noch immer eine Studie auf Grund einer ihm besser scheinenden Idee ausarbeiten, und sie, wenn erst nach seiner Meinung kein Zweifel mehr darüber besteht, daß diese wirklich besser ist, in taktvoller, bescheidener Weise dem Bureauchef mit vorlegen. Dabei lernt er vielfach Gründe und Erfahrungen des Bureauchefs kennen, die dieser zu äußern sonst keine Veranlassung hat.

Diese Studienblätter sind nun Eigenthum dessen, der sie gefertigt hat, sie werden gesammelt und dienen für spätere Konstruktionen, sei es in derselben, sei es in einer anderen Maschinenfabrik, als Unterlage für künftige Aufgaben, wie sich überhaupt der Anfänger im Bureaudienst daran gewöhnen muß, das, was er Tags über im Bureau gezeichnet hat, Abends aus dem Kopfe in Freihandskizzen aufzumerken und sich so in den Besitz eines Schazes maschinentechnischer Erfahrungen zu setzen, die man im Laufe der Jahre sonst zum Theil wieder vergißt. Zugleich übt man damit sein Zahlengedächtniß in höchst fruchtbringender Weise.

Auf den Vortheil, den solche Studienblätter im Bureaudienste haben, wenn für eine erst zu konstruirende Maschine schon Angaben für die Baulichkeiten einer Fabrikanlage gemacht werden müssen (Fundamentzeichnungen, Zeichnungen einzumauernder Steine oder Angabe von Löchern und Vertiefungen in Zementmauerwerk) soll nur hingewiesen werden.

Es ist selbstverständlich, daß man diese Studienblätter auch nur als solche und nicht etwa als auszuführende Zeichnungen behandelt. Es sollen nur Bleizeichnungen, in denen die Maße richtig aufgetragen

werden, sein, Maassskizzen, in denen alle Linien, gleichgiltig, ob sie in der eigentlichen Zeichnung zu punktiren oder stricheln wären oder nicht, durchgezogen werden, und bei denen alles Gewicht auf die Maasseinschreibung zu legen ist. Man wird dann ganz von selbst darauf geführt, alles Unnöthige wegzulassen, Muttern z. B. in der Grundansicht, weil sie hier die Uebersicht nur stören, bisweilen auch hier nur die Schraubenlöcher (Fig. 25 im untern Theil des Verbindungsflansches) oder gar nur die Mittellinien zu zeichnen (Fig. 41) ¹⁾, die Projektion der Durchdringung der begrenzenden Rotationsflächen mit den Seitenflächen der Prismen ganz zu vernachlässigen (Fig. 25, 26, 37), oder nur aus freier Hand anzudeuten. Die Maasse für die ganze Schraube trägt man am schnellsten und bequemsten mit einer einzigen Zirkelöffnung auf: man sticht den Bolzendurchmesser auf dem Maassstabe ab, setzt den Zirkel zuerst symmetrisch über die Mittellinie und dann (zur Bestimmung der Kanten der Mutter) von der Mittellinie an nach beiden Seiten, endlich zur Bestimmung der Mutterhöhe in der Höhenrichtung. Das geht viel schneller und wird genauer als durch Auftragen von Bleistiftmarken. Für das Auftragen der Materialstärken in kleinem Maassstabe $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{10}$ natürlicher Größe ist überhaupt der Zirkel vorzuziehen, ebenso fürs Auftragen von Bolzenstärken, von denen man ebenfalls gleich den Durchmesser in den Zirkel nimmt und diesen symmetrisch nach Augenmaass über die Mittellinie setzt, anstatt den Radius in den Zirkel zu nehmen und ihn von der Mittellinie nach beiden Seiten hin aufzutragen. Die Hohlkehlen zeichnet man hierbei nur aus freier Hand ein.

Auch kann man sich zur Aufzeichnung dieser Studien der einfachsten Mittel bedienen: als Zeichenpapier gewöhnlichen Konzeptschreibpapieres, anstatt eines Reißbrettes eines auf Pappe gezogenen Almanachs, statt der Schiene eines Winkeldreiecks, das an ein anderes der Kante der Papptafel entlang gelegt wird, statt der Befestigung des Papiers mit ringsum angeklebtem Rande Heftzwecken oder 4 schmale Klebstreifen (Ränder von Briefmarken), so sind die diesem Buche beigegebenen Studienblätter entstanden.

Die Werkzeichnung.

Ist man durch die Studien vollständig klar geworden, so zeichnet man die vollständige Werkzeichnung zunächst in Blei in gleicher Weise auf, wie die Studienzeichnung, nur jetzt im Zusammenhange und mit größerer Genauigkeit, dann entscheidet man sich, inwieweit sie

¹⁾ Dies empfiehlt sich indes nur, wenn Wandstärken und Flanschstärken schon einmal im Zusammenhange mit der Längsansicht der Schraube gezeichnet waren.

als Schnitt oder Ansicht behandelt werden soll und bewirkt schließlich das genaue Ausziehen entweder mit scharf gezogenen Bleiliniem oder mit Tusche.

Die vollständige Werkzeichnung des Ventilgehäuses muß enthalten:

- den Längsschnitt Fig. 21
 - Fig. 23
 - Fig. 24
 - Fig. 25
- den Horizontalschnitt in der Höhe des Kanals, der von der Pumpe nach dem Ventilgehäuse führt.
 - Fig. 22
 - Fig. 26
 - Fig. 29 (Schnitt U V)
- oder nach den anderen Entwürfen
 - Fig. 36
 - Fig. 38
 - Fig. 39
 - Fig. 41
- den Horizontalschnitt durch den Druckstutzen
 - Fig. 28
 - Fig. 29 (30, 31)
- oder nach anderen Entwürfen
 - Fig. 34
 - Fig. 41
- einen Seitenschnitt durch den Druckkanal
 - Fig. 29 (Schnitt W Z)
 - oder Fig. 33
- eine Seitenansicht des Druckstutzenflansches
 - Fig. 28
 - oder Fig. 41
- eine Ansicht des Deckelflansches
 - Fig. 34
 - Fig. 36
 - Fig. 38
 - Fig. 39
- eine Ansicht des Saugstutzenflansches von unten aus gesehen oder einen Horizontalschnitt durch den Saugstutzen
 - Fig. 22

eine Ansicht des Verbindungsflansches (nach Art der Fig. 28),

die nur in dem Falle, wo dieser Flansch mit dem des Druckstuzens übereinstimmt, entbehrt werden kann, je einen Horizontalschnitt durch die beiden Ventilkörper, so daß die Flügel geschnitten werden

Fig. 20

besonders gestaltete Schrauben

Fig. 33

falls sich für deren Maafangabe in der Hauptzeichnung die Maafße zu sehr häufen.

Gewöhnlich zeichnet man das Ventilgehäuse im Zusammenhange mit dem Pumpencylinder auf ein Blatt. Das ist bequemer und übersichtlicher. Dann kommen noch viele Angaben für die Pumpe hinzu.

In den Grundrissen und Horizontalschnitten werden sowohl die Ventilsitze wie die Ventilkörper nicht eingezeichnet. Die Einzeichnung hätte keinen Zweck und überfüllte die Zeichnung mit Linien, die die Hauptsachen weniger deutlich hervortreten ließen. Daß man aus gleichem Grunde auch die Stirnansichten der Muttern wegläßt, ist selbstverständlich, in der Längsansicht zeichnet man sie ein und zwar korrekt, also mit den Abrundungen der oberen und unteren Begrenzungsflächen. Das Gewinde der Bund- und Stiftschrauben zeichnen manche Konstrukteure mit ein, manche nicht. Das Erstere ist vortheilhafter, weil sonst der Bohrer leicht die Löcher nach dem äußeren statt nach dem Kerndurchmesser des Gewindes bohrt.

Der Unterschied zwischen dem Studienblatte und der Werkzeichnung besteht in der Hauptsache darin, daß man das Studienblatt für sich selbst, die Werkzeichnung für Andere (den Bureauchef, Werkführer und die Arbeiter) anfertigt, daher so, daß auch diese mit leichter Mühe alles finden, was sie für ihre Zwecke brauchen.

Ueber die Art, einen symmetrischen Maschinentheil halb als Schnitt halb als Ansicht zu behandeln, ist schon S. 18 das Nöthige gesagt. Hier soll nur noch bemerkt werden, daß man auch nach dem Ausziehen noch das Verhältniß der betreffenden Flächen (wie $b d f e$ zu $a b c d$ Fig. 15) schätzen können will. Um sich zu überzeugen, wieviel schwieriger das ist, wenn man eine Figur zur Hälfte als Ansicht, zur anderen Hälfte als Schnitt behandelt, zeichne man die Figur 21 einmal derartig auf und vergleiche sie mit der auf den beigegebenen Tafeln enthaltenen.

Auf den Vorthheil des Anlegens schmaler Querschnitte mit halbtrockenem Pinsel ist ebenfalls schon an anderer Stelle hingewiesen

worden. Man gewöhne sich dabei, an beiden Längsrändern (links oder oben am Lichttrande) gleichzeitig „Kontur zu halten“, so daß das Anlegen mit einem einzigen Pinselstriche bewirkt ist.

Kontrolle durch den Bureauchef.

Die Entscheidung möge dahin getroffen sein, daß das Projekt Fig. 21, 22 und 23, 40 und 41 und in Beziehung auf den Druckstutzen 40 und 41, in Beziehung auf den Pumpencylinder nach 35 und 36 gewählt werden. Man denke sich diese Zeichnungen zu einer einzigen (der Werkzeichnung) vereinigt.

Der Bureauchef rechnet zunächst die Wasserquantität nach, die durch das kleinere Ventil von 50 mm Durchmesser in der Sekunde geführt werden kann.

Nach Fig. 20 berechnet sich der Querschnitt wie folgt:

$$\frac{50^2 \pi}{4} = 1964 \text{ qmm}$$

für 8 mm Kerndurchmesser a b $\frac{8^2 \pi}{4} = \frac{50}{1964} \text{ „}$

bleibt 1914 qmm

4 Stege zu je $(18 + 8) \cdot 2\frac{1}{2} = \frac{65}{1914} \text{ „}$

bleibt 1849 qmm

rund 18,5 qcm oder 0,185 qdm.

Die Wassergeschwindigkeit zu 8 dm in der Sekunde angenommen, giebt die Wasserquantität

$$0,185 \cdot 8 = 1,48 \text{ lit pro Sek.},$$

dagegen zu 12 dm angenommen:

$$0,185 \cdot 12 = 2,22 \text{ lit pro Sek.}$$

Dann werden die übrigen Maße kontrollirt. Zunächst die Durchmesser und Breiten in der Zeichenebene der Figur 35 und 40 (Breitenrichtung).

Mitte Pumpencylinder bis Mitte Gehäuse (40)	. . . . .	130 mm
Mitte Gehäuse bis zum Rand des Deckelflansches (41)	. . . . .	65 „
Bleibt von Mitte Pumpencylinder bis zum Rand des Deckelflansches	. . . . .	65 mm
Ab Radius für den Stopfbüchsentopf (35)	. . . . .	60 „
Bleibt für den Vorsprung der Stopfbüchsenbrille über den äußeren Rand des Topfes	. . . . .	5 mm
also genügend viel.		

Äußerer Durchmesser des Deckelflansches (Fig. 36 und 41)	190 mm
Durchmesser des Schraubekreises (Fig. 36)	150 "
	<u>40 "</u>

Hiernach vom Schraubekreis bis an den äußeren Rand 20 mm
genügend viel für eine $\frac{5}{8}$ " Schraube.

Deckelflansch (Fig. 41 und 36).

Mitte Schraube bis zur abgeschnittenen Fläche:

$$65 - \frac{150}{2} \cdot \cos. 60^\circ = 65 - 37\frac{1}{2} = 27\frac{1}{2}$$

genügend viel für eine $\frac{5}{8}$ " Schraube.

Breite der Dichtung am Deckelflansch (Fig. 41 und 23):

$$65 - \frac{80}{2} = 25$$

genügend breit.

Maß von der äußeren Gehäuswand bis Mitte Deckelschraube
(Fig. 35 und 36):

$$\frac{150 - 105}{2} = 22\frac{1}{2}$$

genügend für die Mutter einer $\frac{5}{8}$ " Schraube.

Wandstärke des obern Gehäusetheils (Fig. 35):

$$\frac{105 - 85}{2} = 10$$

ist passend.

Platz zwischen dem Druckstutzenflansch und Deckelflansch (Fig. 35
und 40):

$$- \frac{190}{2} + 140 - 20 = 25$$

genügend für die Mutterhöhe der $\frac{5}{8}$ " Schraube.

Vorsprung des Pumpenstutzenflansches vor der Gehäuswand (Fig. 35):

$$+ 55 - \frac{105}{2} = 2\frac{1}{2} \text{ mm}$$

genügend.

Ferner Fig. 21:

Platz zwischen dem Gehäuse und dem Kopfrande des Sitzes des
obern Ventils:

$$\frac{85 - 75}{2} = 5 \text{ mm,}$$

Querschnitt, der zwischen dem obern Ventilkörper und dem Gehäuse fürs Aufsteigen des Wassers verbleibt:

$$\frac{85^2 \pi}{4} - \frac{65^2 \pi}{4} = 5675 - 3318 = 2357 \text{ qmm}$$

also gegen $\frac{50^2 \pi}{4} = 1964 \text{ qmm}$ reichlich.

Vorsprung des Randes des Ventilkegels über den äußeren Führungsrand:

$$\frac{65 - 60}{2} = 2\frac{1}{2} \text{ mm.}$$

Vorsprung des Kopfrandes über die Bohrung im Gehäuse:

$$\frac{75 - 71}{2} = 2 \text{ mm.}$$

Obere Wandstärke des obern Sitzes dicht unter dem Kopfe:

$$\frac{71 - 60}{2} = 5\frac{1}{2} \text{ mm.}$$

Untere Wandstärke:

$$\frac{69 - 60}{2} = 4\frac{1}{2} \text{ mm.}$$

Wandstärke der obern Führungswarze:

$$\frac{15 - 7}{2} = 4 \text{ mm.}$$

Wandstärke des Gehäuses über dem untern Ventil:

$$\frac{95 - 75}{2} = 10 \text{ mm.}$$

Radiale Breite des Absatzes am Führungsstift des untern Ventils:

$$\frac{12 - 7}{2} = 2\frac{1}{2} \text{ mm.}$$

Querschnitt zwischen dem Körper des untern Ventils und der Gehäuswand für den aufsteigenden Wasserstrahl:

$$\frac{75^2 \pi}{4} - \frac{55^2 \pi}{4} = 4418 - 2376 = 2042$$

also gegen $\frac{50^2 \pi}{4} = 1964$ reichlich.

Vorsprung des Kopfes des untern Sitzes über der Bohrung im Gehäuse:

$$\frac{65 - 61}{2} = 2 \text{ mm.}$$

Wandstärke des untern Sitzes dicht unter dem Kopfe:

$$\frac{61 - 50}{2} = 5\frac{1}{2} \text{ mm.}$$

Untere Wandstärke:

$$\frac{59 - 50}{2} = 4\frac{1}{2} \text{ mm.}$$

Vorsprung des Ventilkörpers des untern Ventils über der äußeren Führungskante:

$$\frac{55 - 50}{2} = 2\frac{1}{2} \text{ mm.}$$

Radiale Höhe der Arbeitsleiste für die Bohrung des untern Sitzes:

$$\frac{63 - 59}{2} = 2 \text{ mm.}$$

Wandstärke des Saugstuzens ungefähr:

$$\frac{87 - 63}{2} = 12 \text{ mm}$$

$$\frac{73 - 50}{2} = 11\frac{1}{2} \text{ mm.}$$

Ferner noch Fig. 21 und 22:

Abstand des Schraubenmittels vom Rande des Saugstuzensflansches:

$$\frac{160 - 120}{2} = 20 \text{ mm}$$

genügend für $\frac{5}{8}$ " Schraube.

Abstand des Schraubenmittels von der äußern Gehäuswand ungefähr:

$$\frac{120 - 73}{2} = 23\frac{1}{2} \text{ mm.}$$

Hierauf folgt die Kontrolle der Maße in der Tiefenrichtung (senkrecht zur Breitenrichtung) (Fig. 36 und 41).

Entfernung des Schraubenmittels bis zur inneren Kanalwand (Fig. 36):

$$\frac{145 - 75}{2} = 35 \text{ mm,}$$

bis zur äußeren Kanalwand:

$$35 - 10 = 25 \text{ mm}$$

genügend für $\frac{5}{8}$ " Schraube.

Entfernung vom äußern Flanschrand des Kanals bis Mitte Schraube 20 mm, genügend für $\frac{5}{8}$ " Schraube.

Der Druckstutzenflansch (Fig. 41) stimmt mit dem Saugstutzenflansch (Fig. 21 und 22), dessen Maße schon kontrollirt sind, überein.

Endlich die Kontrolle der Höhenmaße (Fig. 21).

Dicke des Saugstutzenflansches 20 mm, der $\frac{5}{8}$ " Schraube entsprechend.

70 mm Höhe des Saugstutzens ergibt eine angemessene allmähliche Verjüngung des Durchmessers von 63 auf 50 mm.

Die Maße 35 und 27, Höhe des Sitzes und der konischen Bohrung im Gehäuse ergeben die Kopfhöhe 8 mm, die also richtig eingeschrieben ist.

In der obern Stellung müssen die Ventilflügel an der Unterkante mit der Unterkante des Sitzes abschneiden, das stimmt:

$$48 - 1 - 35 = 12 \text{ mm}$$

also gleich dem Ventilhub.

In der obern Stellung muß die obere Fläche des Ventiltellers unter der Unterkante des Seitenkanals liegen, bei 12 mm Hub beträgt das Maß

$$28 - 8 - 5 - 12 = 3 \text{ mm.}$$

Der Kanal ist 30 mm hoch, 75 mm breit, giebt

$$30 \cdot 75 = 2250 \text{ qmm Querschnitt,}$$

das ist reichlich gegen $\frac{50^2 \pi}{4} = 1964 \text{ qmm.}$

Die Maße $28 + 30$ geben 58 mm, was mit der eingeschriebenen 58 stimmt.

Die Maße $8 + 38 + 12$ geben ebenfalls 58, was wieder richtig ist.

Der Abstand des Absatzes vom Ventilstift bis zur Unterkante der obern Führungswarze 12 mm, stimmt mit dem Hube.

Das Maß 38 von der Oberkante des untern Sitzes bis zum Absatz am Ventilstift stimmt mit der Summe $37 + 1$.

Auch für das obere Ventil stimmt wieder die Summe für die Sitzhöhe:

$$27 + 8 = 35 \text{ mm.}$$

Der Stift des unteren Ventils tritt in der untersten Stellung in seine Führung ein um

$$32 - 12 = 20 \text{ mm,}$$

genügend viel. In der obersten Stellung bleibt für den Hohlraum noch die Höhe

$$35 - 20 - 12 = 3 \text{ mm}$$

übrig, genügend viel.

Nach Fig. 23 liegt die Oberkante des Ventiltellers in der höchsten Stellung unter der Unterkante des Druckkanals um

$$28 - 8 - 5 - 12 = 3 \text{ mm,}$$

sodann stimmen wieder die Summen:

$$8 + 18 + 12 + 20 = 58$$

$$8 + 1 + 17 + 32 = 58$$

$$28 + 30 = 58.$$

Diese Maßkontrolle bewältigt ein geübter Bureauchef, wenn die Maße zweckmäßig gewählt und eingeschrieben sind, und wenn er die gesammte Werkzeichnung vor sich hat, in sehr kurzer Zeit.¹⁾ Die Sinus und Cosinus der Winkel von 45°, 30° und 60° und die wichtigsten Zahlen der Kreisinhalt muß man allerdings im Kopfe haben.

Die Maßeinschreibung ist also richtig bewirkt und es folgt nun wieder die Kontrolle auf etwaige Schwierigkeiten oder Uebelstände und etwaige Angaben in Beziehung aufs Modelliren, Einformen, aufs Gießen, Schmieden, Drehen, Hobeln, Bohren, Feilen, — beispielsweise die Erwägung der Stellung der Steiger zur Vermeidung unvollständiger Ausfüllung der Form und des Saugens, die hier bei der großen Verschiedenheit der Wandstärke der cylindrischen Theile und der Flanschenstärke besonders berücksichtigt werden muß —, ferner auf die Möglichkeit des Bohrens mit der Bohrstange, auf die Kollision des Gehäuses mit benachbarten Theilen, die auf anderen Werkzeichnungen gezeichnet sind oder

¹⁾ Die in solcher Weise bewirkte Maßkontrolle sämtlicher Details einer im Jahre 1864 konstruirten liegenden zweicylindrigen Dampfmaschine mit Expansion und Kondensation (etwa 36 Blatt Werkzeichnungen) bewältigte der damalige Bureauchef Scharer in 4 bis 5 Stunden — eine imponirende Leistung! In jener (vom Direktor Eduard Hänel) vortrefflich geleiteten Maschinenfabrik ist (wenigstens in den Jahren von Ostern 1863 bis 1867) ein vom Bureau verschuldeter Maßfehler überhaupt nicht vorgekommen.

werden sollen, und zwar in der Richtung aller 3 Hauptebenen, ferner die Angaben über die Anschlüsse (hier Rohranschlüsse), die Erwägung der Festigkeitsverhältnisse (hier der Verschraubung des Gehäuses mit dem Cylinder, die Tragfähigkeit des Flansches, die Entfernung der Schrauben in der Höhenrichtung in Beziehung zur Last des Gehäuses und den Rohren), ferner die Erwägung, ob sich das Wasser in zweckmäßiger Weise durch die entsprechenden Oeffnungen bewegt (Wirbelbildung, Luftansammlung), über die Art, wie die Ventile spielen (etwa seitwärts gedrängt werden), ob sich die Sitze überhaupt einbringen lassen (kleinster Durchmesser der obern konischen Bohrung im Gehäuse 69 mm Durchmesser, Kopf des untern Sitzes 65 mm Durchmesser), ob sich das untere Ventil durch den obern Sitz herausnehmen läßt (Bohrung des obern Sitzes 60 mm, größter Durchmesser des untern Ventils 55 mm Durchmesser), ferner die Erwägung, ob sich die Flanschschraben einbringen, die Muttern bequem anziehen lassen u. s. w. u. s. w.

Wenn man nun bedenkt, daß der Bureauchef in einer guten Maschinenfabrik jeder Werkzeichnung, die in die Werkstatt gegeben wird, dieselbe Sorgfalt angedeihen lassen muß, und wenn man weiß, wie unangenehme Erörterungen er sich ausgesetzt sieht, wenn sich beim Zusammenstellen ergibt, daß gewisse Theile nach falsch eingeschriebenen Maßen gearbeitet sind, die nun nochmals und nun richtig hergestellt werden müssen, so wird man begreifen, welch hohen Werth er auf eine **durchaus richtige Werkzeichnung**, besonders in Beziehung auf die richtige und beim Zusammenrechnen bequem zu behandelnde Maßeinschreibung legt, und man wird es ihm nicht verdenken, wenn er diejenigen Zeichner, die ihm seine Arbeit erleichtern, den anderen vorzieht und am liebsten gerade ihnen die interessanteren und lehrreicheren Aufgaben, die eigentlichen Konstruktionsaufgaben, zuertheilt.

Nach den vorstehenden Erörterungen ist wohl das Mißverständnis ausgeschlossen, als solle die hier gewählte Konstruktion als die zweckmäßigste hingestellt werden. Eine und dieselbe Konstruktion kann in der einen Fabrik als sehr zweckmäßig, in einer anderen als weniger oder gar nicht zweckmäßig gelten. Die Entscheidung darüber hängt ab von der Einrichtung der Fabrik, vom Arbeiterpersonal, vom Werkführer, Bureauchef und vom Direktor. Eine gute Fabrik kann zweckmäßiger konstruiren, weil sie gute Preise erzielt, eine weniger gut eingerichtete muß mehr sparen, die Arbeiter sind in der einen Fabrik geschickter, in der anderen weniger geschickt, der eine oder andere Werkführer oder Bureauchef oder Direktor hat gerade mit der einen oder anderen Kon-

struktion zufällig eine besonders günstige oder ungünstige Erfahrung gemacht u. s. w. Darnach muß man sich natürlich richten.

An der hier gewählten Konstruktion läßt sich ja vieles ändern. Man kann den Pumpencylinder liegend statt stehend anordnen, statt nur eines Ventilgehäuses deren zwei anbringen, von denen das auf der einen Seite das Saug-, das andere das Druckventil in sich aufnimmt. Man kann, was sich besonders für Speisepumpen empfiehlt, den Deckel des Gehäuses mit Bügel und einer einzigen Schraube statt mit 3 oder 4 Schrauben befestigen¹⁾, man kann den Saugstutzen krümmen, daß der Flansch vertikal statt horizontal zu stehen kommt, man kann ihn dann in dem Falle, wo das Gehäuse an den Cylinder angegossen ist, unten mit Oeffnung für die Bohrstange versehen²⁾, man kann die Kanäle, statt sie flach zu drücken, rund ins Gehäuse treten lassen, die Flügel des obern Ventils, um Luftansammlung unter dem Teller zu beschränken, ober- statt unterhalb des Tellers anordnen, man kann den Kopfrand an den Ventilsitzen weglassen³⁾ und die Sitz über ihre ganze Höhe von der gußeisernen Wand umfassen lassen u. s. w.

Die Wahl der Maasse nach Abstufungen (gerader Maasse) hat noch einen Vortheil, auf den bisher noch nicht hingewiesen ist. Man hat dann bei Berechnungen immer nur mit gewissen Durchmesser zu thun, für die man sich dann die zugehörigen Flächeninhalte leichter merkt, so daß man eine große Anzahl von Berechnungen mit genügender Genauigkeit anstellen kann, ohne die Inhaltstabelle nöthig zu haben. Bei einer großen Zahl von Berechnungen kommt es auf große Genauigkeit gar nicht an. Die Wassergeschwindigkeit in den Rohren kann wechseln von 0,8 bis 1,2 m pro Sek., bei Festigkeitsberechnungen können die Festigkeitskoeffizienten um mehrere Prozente von den im Buche angegebenen abweichen. Für solche Berechnungen hat es gar keinen Nachtheil, sich einer nur angenähert richtigen Kreisinhaltstabelle zu bedienen, für die man sich nur wenige Grundzahlen zu merken braucht, und die übrigen Zahlen durch den Satz davon ableiten kann, daß für den doppelten,

¹⁾ Des raschen Oeffnens und Schließens während des Ganges wegen. Den gleichen Zweck erreicht man durch umlegbare Desenschrauben, für die im Deckel nach außen zu Schlitze gelassen werden. Dabei kann man sich auf 2 Desenschrauben beschränken und den Deckel oval gestalten, wobei der Druckstutzenflansch noch näher ans Gehäuse gerückt werden kann. Die Bearbeitung eines ovalen Flansches rundum ist allerdings theurer, weil sie durch Hauen und Feilen bewerkstelligt werden muß.

²⁾ Der indes durch einen tief eintretenden und passend geformten Deckel die Wirbelbildung des anzusaugenden Wassers verhüten müßte.

³⁾ Das Beispiel des mit dem Kopfrande versehenen Ventilsitzes ist nur gewählt, um zu zeigen, wie man ungerade Maasse zu geraden ergänzt.

dreifachen Durchmesser der Inhalt 4,9 mal so groß u. s. w., für den halben Durchmesser $\frac{1}{4}$ mal, für ein Drittel des Durchmessers $\frac{1}{9}$ mal so groß ausfällt.

Von der 10 ausgehend hat man:

$$\frac{10^2 \pi}{4} = 78,54, \text{ eine sehr bekannte Zahl}$$

$$\frac{5^2 \pi}{4} = 19,64 \sim 20$$

$$\frac{2\frac{1}{2}^2 \pi}{4} = 4,91 \sim 5$$

$$\frac{1\frac{1}{4}^2 \pi}{4} = 1,23 \sim 1\frac{1}{4}$$

Bei dem zehnfachen Durchmesser davon den hundertfachen Kreisinhalt z. B.:

$$\frac{25^2 \pi}{4} = 491 \sim 500$$

$$\frac{12,5^2 \pi}{4} = 123 \sim 125.$$

Eine andere Grundzahl:

$$\frac{3^2 \pi}{4} = 7,07^1) \sim 7$$

$$\frac{1,5^2 \pi}{4} = 1,77 \sim \frac{7}{4}$$

$$\frac{3/4^2 \pi}{4} = 0,44 \sim \frac{7}{16}$$

Ferner:

$$\frac{8^2 \pi}{4} \sim 50 \text{ (genauer } 50,3)$$

$$\frac{4^2 \pi}{4} \sim 12,5 \text{ (genauer } 12,57)$$

$$\frac{2^2 \pi}{4} = \pi$$

$$\frac{1^2 \pi}{4} = 0,7854$$

¹⁾ Zufällig ungefähr gleich $\sqrt{0,5}$.

oder von der 8 aus nach oben:

$$\frac{8^2 \pi}{4} \sim 50 \text{ (genauer } 50,3)$$

$$\frac{16^2 \pi}{4} \sim 200 \text{ (" } 201)$$

$$\frac{32^2 \pi}{4} \sim 800 \text{ (" } 804).$$

Sodann:

$$\frac{7^2 \pi}{4} \sim 38 \text{ (genauer } 38,5)$$

$$\frac{3\frac{1}{2}^2 \pi}{4} \sim 9\frac{1}{2} \text{ (" } 9,62).$$

Endlich erweist sich bisweilen als nützlich:

$$\frac{1,13^2 \pi}{4} \sim 1$$

$$\frac{2,26^2 \pi}{4} \sim 4$$

$$\frac{3,39^2 \pi}{4} \sim 9$$

$$\frac{4,52^2 \pi}{4} \sim 16$$

$$\frac{5,65^2 \pi}{4} \sim 25$$

$$\frac{6,78^2 \pi}{4} \sim 36$$

$$\frac{7,91^2 \pi}{4} \sim 49$$

$$\frac{9,04^2 \pi}{4} \sim 64$$

wobei für 1,13 rund $1\frac{1}{8}$, gemerkt werden kann, daß statt der in der letzten Tabelle enthaltenen Durchmesser angenähert die Durchmesser $1\frac{1}{8}$, $2\frac{1}{4}$, $3\frac{3}{8}$, $4\frac{1}{2}$, $5\frac{5}{8}$, $6\frac{3}{4}$, $7\frac{7}{8}$, 9 gemerkt werden können.

Bei der Berechnung von Gewichten gußeiserner Theile hat man mit dem Umstande zu rechnen, daß deren Dimensionen durchs Aus-

flopfen der nach Maafß gefertigten Holzmodelle etwas größer zu werden pflegen, ein Umstand, der namentlich bei großen Rädern und Riemenscheiben deutlich hervortritt. Dies geschieht am einfachsten, indem man das spezifische Gewicht etwas größer, als es wirklich ist, annimmt, und zwar erhält man nach der Erfahrung für solche Gegenstände gut übereinstimmende Werthe für das spezifische Gewicht 7,5. ¹⁾

Wahl der Abstufungen für die Durchmesser von Zapfen und Wellen.

Im Werkzeugmaschinenbau, wo statt der getheilten Lager geschlossene Büchsen oder auch nur gebohrte Warzen (Nugen) in Anwendung sind, die an einem und demselben Gußeisentheile sitzen, wo man also die verhältnißmäßig kurzen Wellen meist achsial von der einen Seite her einschleibt, pflegt man sie in möglichst geringer Abstufung abzusetzen, so hier in Abstufung für sehr kleine Durchmesser von Millimeter zu Millimeter, für größere von 2 zu 2 Millimetern. Gewöhnlich hat man bis zu 30 mm Reibahlen in allen Durchmessern von Millimeter zu Millimeter, von 30 bis 50 mm von 2 zu 2 Millimetern, außerdem die von 35 und 45 mm, über 50 mm hinaus in Durchmessern von 5 zu 5 Millimetern.

In den übrigen Zweigen des Maschinenbaues, wo eine mehrmalige feine Abstufung der Wellen nicht vorkommt, könnte man von 30 mm Durchmesser an von 5 zu 5 mm, von 80 bis 160 von 10 zu 10, von da an von 20 zu 20 mm abstufen, aber die Werthe 250, 350 u. s. w. mit einschalten. Zu empfehlen wäre noch das Maafß 32 mm wegen der verhältnißmäßig noch großen Stufe 30 bis 35, und weil $\frac{32^2 \pi}{4}$ ungefähr gleich 800 ist. Wo Hohlkaliber vorhanden sind, muß man sich natürlich nach diesen richten.

Wahl der Zapfenlängen.

Das übliche Verhältniß 1,5 für die Längen von Zapfen, die auf Rothguß oder Weißguß laufen, in Beziehung zum Durchmesser, ist namentlich für die Weißgußfutter von hervorragend guten Fabriken schon

¹⁾ Der Rechenvortheil bei der Multiplikation mit 7,5 ist wohl genügend bekannt: man multipliziert mit 10 und bringt den 4. Theil des Resultats in Abzug. Bei der Division dividirt man durch 10 und rechnet den 3. Theil des Resultats hinzu. Als man in Sachsen noch in sächsischen Fußeu konstruirte, rechnete man das Gewicht von Riemenscheiben in Centnern, indem man Durchmesser und Breite in sächsischen Fußeu multiplizierte, eine Scheibe von 6' Durchm. und 1' Breite wiegt 6 Ctr. Die Regel stimmte durchgehend sehr genau.

längst überschritten, es liegt kein Grund vor, sich genau an das Verhältniß zu halten und z. B. die Länge eines Zapfens von 75 mm Durchmesser $112\frac{1}{2}$ mm zu nehmen, man nehme unbedenklich 120 mm.

Da ferner in den Wellenzeichnungen die Entfernungen von Mitte zu Mitte Lager, sowie die von Mitte Lager bis Mitte des nächsten Rades oder der nächsten Riemenscheibe und von da wieder bis zur Mitte der nächsten Scheibe oder Rades angegeben werden, so kommt man meist selbst dann noch auf unbequeme Zahlen, wenn man die Lagerlängen nur auf ganze Centimeter abrundet.

Man nehme daher die Abstufungen für die Lagerlängen von 2 zu 2 cm, z. B.:

für 30	Durchmesser	60	Länge
" 40	"	80	"
" 50	"	80 oder 100	mm Länge
" 60	"	100	" 120 " "
" 70	"	100	" 120 oder 140 mm Länge
			u. s. w.

Im Bau von Spinnereimaschinen, Webstühlen u. s. w. hat man von Anfang an meist nur gußeiserne Büchsen gehabt, ohne Rothgußeinlage, und hier für die schwächeren Wellen (bis 30 mm Durchmesser) das 3fache, für sehr rasch laufende Wellen auch das 4fache Maas des Durchmessers als Länge gegeben, wie das später Sellers auch für schwache Transmissionswellen nachgeahmt hat. Hier kann man selbst für die Zapfen der schwächsten Wellen Abstufungen der Lagerlängen von 20 zu 20 mm anwenden, und braucht nur, wenn es besondere Umstände erfordern, davon abzuweichen.

Der geübte Ingenieur hält sich gar nicht oder nur selten an derartige Verhältniszahlen, er schätzt nach dem zu Fig. 3 und 12 angegebenen Verfahren und unter Berücksichtigung der besonderen Verhältnisse (Material, Umlaufszahl) die Länge und rundet das Maas auf die ihm passend scheinende Abstufung ab.

Geometrische Konstruktion.

Es ist zwar ganz selbstverständlich, wird aber von Anfängern nicht immer beobachtet, daß alle Maas, die sich durch geometrische Konstruktion ergeben, ganz genau innegehalten werden müssen und nicht auf sogenannte gerade Maas abgerundet werden dürfen.

Wenn beispielweise (Fig. 42) A und B die Mittel (Projektionen der geometrischen Achsen) zweier in einander greifender Räder mit 60 und 12 Zähnen von 9π Theilung sind, so ist

der Theilrißdurchmesser	des großen Rades	$9 \times 60 =$	540	mm
" " " " "	kleinen "	$9 \times 12 =$	108	"
			<u>Summa</u>	<u>648</u>
			Entfernung A B	<u>324</u>

Ist der Horizontalabstand der beiden Achsen durch irgend welche Umstände bestimmt, etwa zu 210 mm, so bestimmt sich der Vertikalabstand nach dem pythagoräischen Lehrsatz zu

$$h = \sqrt{324^2 - 210^2} = 246,7 = 150 + 96,7$$

$$\sim 247 = 150 + 97$$

Hier wäre es fehlerhaft, statt der 97 ein gerades Maas, also 100 zu nehmen. Man erhielte sonst die Entfernung A B

$$A B = \sqrt{250^2 + 210^2} = 326,5 \text{ mm} \sim 327 \text{ mm}$$

statt 324, so daß nach der Ausführung die Theilriße um 3 mm von einander abstünden, statt sich zu berühren.

Will man, daß Zeichnung und Rechnung in solchen Fällen genau übereinstimmen, so darf man sich beim Aufzeichnen in natürlicher Größe nicht einmal auf die Richtigkeit der Winkeldreiecke verlassen, sondern muß eine der genauen Konstruktionen des rechten Winkels anwenden. Das ist auch bei genaueren Kreistheilungen nöthig, weshalb man, wenn eine solche nöthig wird, die Theilung in 6 Theile oder Vielfache davon vorzieht. Die Theilung des Kreises in 6 gleiche Theile läßt sich am genauesten bewerkstelligen, weil hier die Sehne gleich dem Radius wird. (Schwungräder-, Zahn- räder- und Riemenscheibensegmente.)

Kontrolle der Maße durch Aufzeichnung von Zusammenstellungen.

In manchen Bureaus ist es üblich, zur Kontrolle der Maße der Werkzeichnungen diese in kleinem Maßstabe ($\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{10}$ natürliche Größe) zu einer „Zusammenstellung“ (Totalzeichnung) zu vereinigen.

Das ist eine sehr unsichere Methode, denn ein Zeichenfehler von 1 mm bedeutet dann in Wirklichkeit einen Fehler von

5 oder gar 10 mm ¹⁾. Zudem ist man immer wieder abhängig von der Aufmerksamkeit des Hilfsarbeiters.

Zudem können die Zusammenstellungen erst gemacht werden, wenn die Werkzeichnungen alle bereits fertig, die Werkstücke also bereits in Arbeit sind, so daß die Fehler zu spät entdeckt werden. Die einzig sicher ein Falscharbeiten verhindernde und durch jahrelange Erfahrung bewährte Methode ist die Kontrolle der Zeichnung durch Rechnung. Es ist eine Methode, die jede Zusammenstellung überflüssig macht, wenn die Werkzeichnungen in der richtigen Weise angeordnet sind, weshalb in manchen, und zwar sehr guten, Fabriken Zusammenstellungen überhaupt nicht angefertigt werden.

¹⁾ Es kann z. B. sehr leicht vorkommen, daß in den Werkzeichnungen einer Winde gegen die Länge der Verbindungsstangen der Böcke die Trommelwelle 5 mm zu kurz, die Vorgelegewelle 5 mm zu lang angegeben wird, sodaß Trommelwelle und Vorgelegewelle in ihren Längen um 10 mm abweichen!

