FREIBERGER FORSCHUNGSHEFTE

JULIUS WEISBACH

GEDENKSCHRIFT
ZU SEINEM 150. GEBURTSTAG

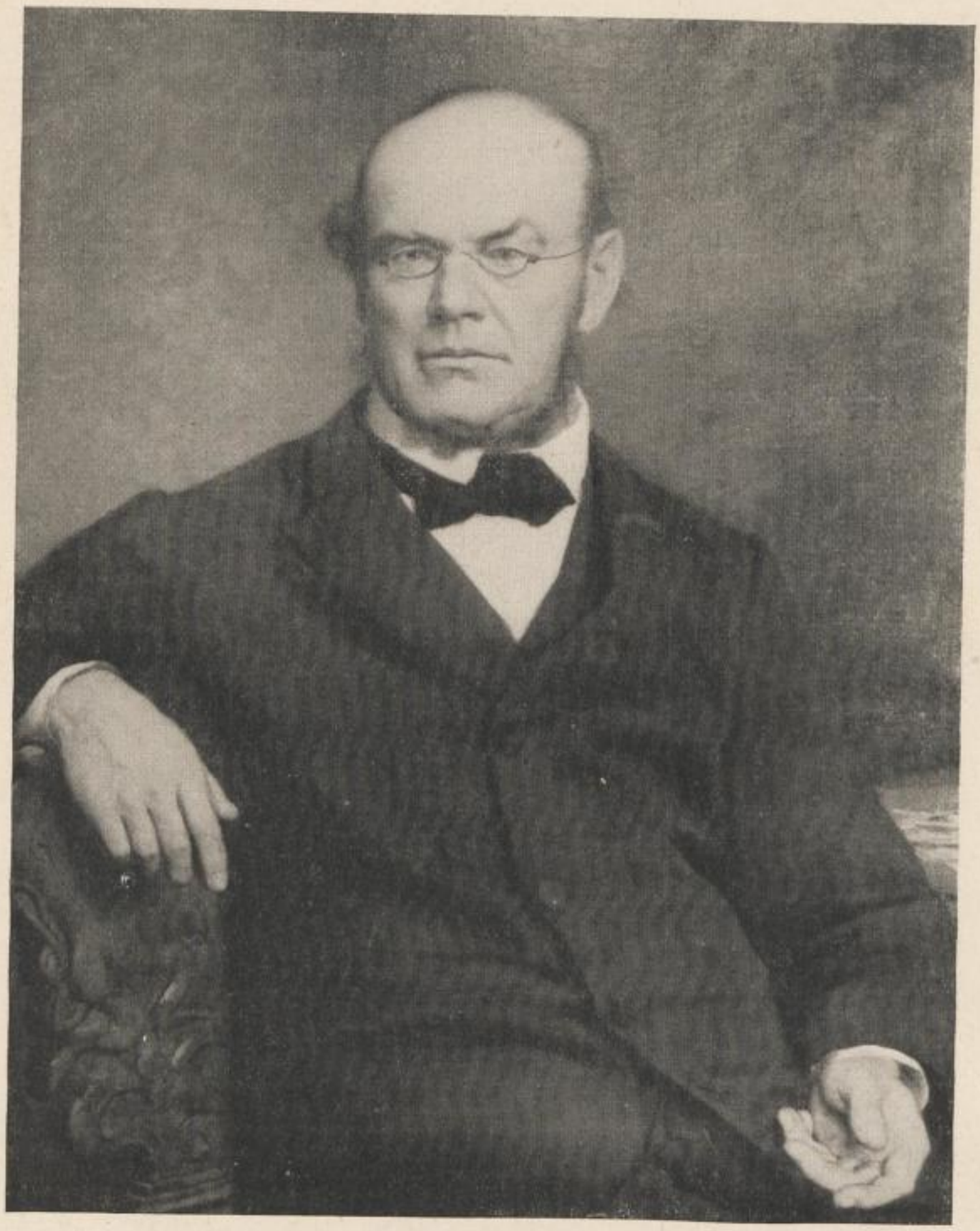
DEMIE · VERLAG · BERLIN

FREIBERGER FORSCHUNGSHEFTE

KULTUR UND TECHNIK

D 16

„Freiberger Forschungshefte", Schriftenreihe für alle Gebiete der Montanwissenschaften. Herausgeber: Der Rektor der Bergakademie Freiberg, Prof. Dr. phil. O. Meißer. — Chefredakteur: Dipl.-Ing. Rolf Wendler, Freiberg, Leipziger Str. (Inst. f. Metallhüttenkunde), (Fernruf 25 34). — Verlag: Akademie-Verlag, GmbH Berlin W 8, Mohrenstr. 39 (Fernruf 20 03 86), Postscheckkonto 350 21. Die Freiberger Forschungshefte erscheinen in zwangloser Folge in den Reihen A, B, C und D. Preis dieses Heftes: broschiert 12,50 DM, Halbleinen 14,50 DM. Bestell- und Verlags-Nr. 2062/7/D 16. Vertrieb: Für das Gebiet der Deutschen Demokratischen Republik durch den Buchhandel; für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland durch die Buchhandlung Kunst und Wissen, Inhaber Erich Bieber, Stuttgart-N, Hospitalstr. 33a; für das gesamte Ausland über den Buchhandel bei der Deutschen Buch-Export und -Import GmbH., Leipzig C 1, Leninstraße 16. — Satz und Druck: E. F. Keller's Witwe (VOB), Stollberg/Sa., August-Bebel-Str. 16 - VOB Union - III/6/50 1 956 (946).
Veröffentlicht unter der Lizenz-Nr. 202 · 100/134/56 des Amtes für Literatur und Verlagswesen der Deutschen Demokratischen Republik. — Printed in Germany.



Julius Weisbach
Nach einem Ölgemälde von Kießling in der Aula der Bergakademie Freiberg
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

FREIBERGER FORSCHUNGSHEFTE

Herausgegeben vom Rektor der Bergakademie Freiberg

KULTUR UND TECHNIK

D 16

JULIUS WEISBACH

Gedenkschrift zu seinem 150. Geburtstag

1956

Akademie-Verlag · Berlin

INHALT

Besorgt und zusammengestellt von
Dr.-Ing. Werner Beck
Institut für Maschinenkunde
der Bergakademie Freiberg

In den Aufsätzen bezeichnen hochgestellte Ziffern die Anmerkungen, Ziffern in eckiger Klammer die Literatur-Angaben, die jeweils am Schluß der Aufsätze zusammengefaßt sind

Freiberger Forschungsheft D 16

Berichtigung

S. 46, 3. Absatz, 6. und 7. Zeile, sind die Wörter Mineralogie und Kristallographie gegeneinander auszuwechseln.

Geleitwort

Mit einer Schrift, die dem Andenken Julius Weisbachs, eines großen Lehrers der Bergakademie, gewidmet ist, wird den „Freiberger Forschungsheften" wieder ein Band mit rückschauendem Inhalt hinzugefügt. Er erhellt um ein weiteres Stück den Weg vergangener Zeit, zeigt ihren Geist auf und vermittelt bewährte Art und Weise damaligen Vorgehens in Wissenschaft und Technik. Davon mag mittelbar heute für manch einen ein Hinweis für gegenwärtig und zukünftig einzuschlagende Richtung ausgehen. Die Kenntnis von Fragen, die frühere Generationen gestellt haben, und ihre Antworten darauf runden Wissen und Menschentum in der Gegenwart ab und bilden einen Teil der Voraussetzungen für die Lösung heutiger wissenschaftlicher Aufgaben.

Julius Weisbach in seiner Universalität ist ein leuchtendes Vorbild, auf das in diesem Sinne zurückzublicken sich lohnt. Wenn wir von seiten der Bergakademie, der Stätte seines einstigen Wirkens, seiner zum 150. Geburtstag gedenken, so ist dies auch ein Bekenntnis zu seinem Geist unermüdlichen Schaffens für technisch-wissenschaftlichen Fortschritt, aus dem heraus er gelebt und gelehrt hat. Es ist weiter ein Ausdruck unserer dankbaren Wertschätzung dafür.

Herrn Prof. em. Dr.-Ing. O. Fritzsche sei für seine mit vieler Mühe zusammengetragenen und zur Verfügung gestellten Unterlagen und seine zahlreichen Hinweise und Anregungen, die das Zustandekommen dieser Schrift erst ermöglicht haben, herzlich gedankt.

Dr. W. Beck

LEBENSBILD JULIUS WEISBACHS

Von Georg Zöllner, Markkleeberg

Wenn eine Hochschule von Weltgeltung für einen ihrer ehemaligen Professoren aus Anlaß der 150. Wiederkehr seines Geburtstages eine Gedenkschrift herausgibt, so muß der so Geehrte zu seiner Zeit und weit über diese hinaus einen besonderen Ruf als Wissenschaftler genossen und der Stätte seiner Wirksamkeit in besonderem Maße den Stempel seiner Persönlichkeit aufgedrückt haben. Eine solche Persönlichkeit im besten Sinne des Wortes war

Julius Ludwig Weisbach,

Dr. phil. h.c., Oberbergrat,

Professor an der Bergakademie Freiberg (1832–1871).

In Mittelschmiedeberg bei Annaberg im Erzgebirge wurde er am 10. August 1806 als 8. Kind des Schichtmeisters Christian Gottlieb Weisbach und der Tischler- und Zimmermeisterstochter Christiane Rebekka geb. Stephan geboren. Die wirtschaftlichen Verhältnisse mögen recht kärglich gewesen sein in dieser großen Familie, denn außer ihrem Julius hatten die Eltern noch fünf Buben und drei Mädchen großzuziehen. Das Einkommen des Vaters war sicherlich kümmerlich, denn das v. Elterleinsche Eisenhüttenwerk, in dem der Vater als Schichtmeister Dienst tat, war klein, und außerdem befand sich damals das Hüttenwesen der ganzen Gegend im Verfall. Aber trotzdem hat im Weisbachschen Hause immer Schaffensfreude und Zufriedenheit geherrscht, und zwar um so mehr, als sich der kleine Julius bald als sehr talentvoll und fleißig zeigte, so daß sich der Vater sogar zu häuslichem Extraunterricht für den Jüngsten zusätzlich zum Unterricht in der einfachen Dorfschule entschloß. Es war zweifellos wirtschaftlich ein Wagnis, aber durchaus gerechtfertigt, wenn der Vater Julius nach Annaberg ins Lyceum gab, auf dem dieser bald heimisch wurde und schon nach einem Jahre die 3. Klasse erreichte. Persönlich brachte der Vater nun den 14jährigen nach Freiberg zur Königlichen Bergschule, wo dieser das vorfand, was ihn rasch zu einem tüchtigen Bergmann machen konnte: einen vorzüglichen Unterricht in naturwissenschaftlich-mathematischen Fächern, grammatisch-stilistische Unterweisung und praktische Erlernung der bergmännischen Arbeit auf der Grube „Methusalem". Die wissenschaftliche Unterweisung war damals auf der Freiberger Bergschule gerade in besten Händen, denn hervorragende Männer, wie die Professoren BREITHAUPT und HECHT von der Bergakademie und der Rektor RÜDIGER des Freiberger Gymnasiums, gehörten zu ihren Lehrern. So wurde denn auch die gesunde und glückliche Synthese von Wissenschaft und Praxis grundlegend und richtungweisend für das ganze Leben Weisbachs, der von sich aus noch Englisch und Französisch hinzulernte.

Mühelos durchlief er die vorgeschriebenen Lehrgänge der Bergschule und trat, ausgestattet mit vorzüglichen Zeugnissen, 1822 in die Kgl. Bergakademie ein.

Bild 1. Geburtshaus Julius Weisbachs in Mittelschmiedeberg bei Annaberg im Erzgebirge
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

Auch auf der Akademie zeigte sich sehr bald Weisbachs überragende Begabung. Sein Fleiß, seine Zuverlässigkeit und sein gerades, offenes Wesen verschafften ihm unter den Professoren und Studierenden ein solches Ansehen, daß er sehr bald seinen Vater hinsichtlich der Beschaffung der Mittel zum Studium beruhigen konnte. Natürlich mußte er dazu fremde Gelder in Anspruch nehmen, und *„es konnte"*, wie sein Sohn Albin berichtet, *„so nicht ausbleiben, daß er als Student voller Schulden war. Mit einer gewissen Befriedigung erzählte er später immer wieder einmal, daß die Schulden mehr als 1000 Taler betragen hätten".**) Aber dieses fremde Geld, das ihm zum Studium zur Verfügung gestellt worden war, hat Weisbach nach seiner Einstellung in den Staatsdienst, wenn auch manchmal unter erheblichen Schwierigkeiten, gewissenhaft und pünktlich zurückgezahlt. Außerdem verschafften ihm zahlreiche Privatstunden in diesen Jahren und weit über die Freiberger Studentenzeit hinaus ein einigermaßen sorgenfreies Auskommen.

Leider wissen wir über Weisbachs Studienzeit nur wenig. Fest steht, daß sich Professor MOHS, der hervorragende Mineraloge, seiner sehr annahm, ihn regelmäßig wöchentlich einmal zu sich zu Tische lud und ihm auch hinsichtlich seiner weiteren Zukunft immer aufs treueste mit Rat und Tat zur Seite stand. Er war es auch, der ihm zur Fortsetzung seiner Studien in Göttingen riet und durch sein Vorbild und seine Ermunterung den Plan in Weisbach schon jetzt reifen ließ, selbst Dozent, und zwar wohl zunächst der Mineralogie, zu werden. Bis 1826, in welchem Jahre Mohs nach Wien an das dortige Polytechnikum und an die Universität berufen wurde, war er Weisbach immer ein wahrhaft väterlicher Berater und wurde und blieb sein Freund bis zu seinem Tode im Jahre 1839.

Nachdem sich Weisbach auf der Freiberger Akademie das wissenschaftlich-bergmännische Rüstzeug geholt, aber auch nicht versäumt hatte, moderne und klassische Fremdsprachen zu treiben, bezog er die Universität Göttingen zum Studium der Mathematik bei GAUSS und THIBAUT, der Physik bei TOBIAS MAYER, der Chemie bei STROHMEYER und der Naturwissenschaften bei BLUMENBACH. Auch hier erwarb er sich durch seine wissenschaftlichen Leistungen die Achtung seiner Lehrer und durch seine charakterlichen Eigenschaften die Liebe seiner Kommilitonen, so daß er *„die Göttinger Zeit als die schönste seines Lebens"* bezeichnen konnte.[1]

Sein unermüdlicher Eifer und sein herzliches Verhältnis zu Mohs bewogen ihn, nach zwei Jahren – 1829 – noch nach Wien zu gehen, wo er am Polytechnischen Institut und an der Universität den Mathematiker ETTINGSHAUSEN, den Physiker BAUMGARTEN und den Mechaniker ARZBERGER hörte und – natürlich – besonders fleißig im Institut von Mohs tätig war. Zum Abschied schenkte ihm dieser als Zeichen seiner besonderen Zuneigung seinen Bergsäbel, den Weisbach dann in Freiberg bis an sein Ende bei feierlichen Anlässen trug und der noch bis 1945 im Wohlfarthschen Familienarchiv als besonders köstliches Stück der Erinnerung an die beiden hervorragenden Männer in Ehren gehalten wurde.[2]

*) Sämtliche Zitate dieses Beitrags sind in neuzeitlicher Rechtschreibung wiedergegeben.

Bild 2. Julius Weisbach in den 1830er Jahren
(Bleistiftzeichnung von Markscheider Leschner in Freiberg)

Nach Rückkehr in seine zweite Heimat Freiberg bewarb sich Weisbach mit Erfolg um ein Stipendium für eine bergmännische Studienreise, die er im ersten Halbjahr 1830 zu Fuß durch Niederungarn, Steiermark, Salzburg, Tirol, Kärnten, Bayern und Böhmen unternahm, ausgerüstet mit 150 Talern und mit einem Empfehlungsschreiben des Professors Mohs.

Über den Reiseweg und die praktischen Ergebnisse dieser bergmännischen Wanderung erfahren wir Genaueres aus dem Bericht Weisbachs vom 18. Dezember 1830 an das Oberbergamt Freiberg, in dem es u. a. heißt:

„. . . Ich bin nun mit der Ausarbeitung meines Reisejournals beschäftigt. Durch dieses sowohl als auch durch die Bearbeitung einiger mathematischer Aufsätze hoffe ich, in dem bevorstehenden Jahre Beweise von meinen mathematischen Kenntnissen und Fähigkeiten sowie von meiner Brauchbarkeit bei dem Bergbau geben zu können . . .“

Im Vertrauen auf seine in Theorie und Praxis erworbenen Kenntnisse schließt er das für ihn so charakteristische Schreiben mit der Bitte, ihm Gelegenheit zu ihrem Beweis zu verschaffen.

„Da nämlich in Göttingen als auch in Wien die praktische Geometrie ein Hauptgegenstand meiner Beschäftigung war, wie ich es selbst durch die Ausarbeitung eines Heftes beweisen kann, und da an der hiesigen Bergakademie eine Anleitung zur Feldmeß- und Markscheidekunst gegeben werden soll, so wage ich es, . . . um die Erteilung dieses Unterrichts gehorsamst zu bitten“. [2; Nr. 6, Vol. I, S. 108]

Wie sehr die Freiberger Bergbehörde und durch sie das zuständige Ministerium in Dresden an dem jungen Weisbach interessiert waren, beweist die Tatsache, daß schon vier Tage nach Eingang des Weisbachschen Gesuchs Maschinendirektor Brendel zu einem Gutachten über den Bittsteller aufgefordert wurde. Am 10. Januar 1831 berichtete Brendel in diesem Zusammenhang an das Oberbergamt:

„. . . Ich hatte Weisbach das Konzept des von uns vorgeschlagenen Lehrplans ausgehändigt und ihn veranlaßt, das, was daran von ihm zu erinnern sei, nach Befinden an mich gelangen zu lassen. Er hat dazu mündlich erklärt, daß es ihm vorderhand weniger um ein hohes Honorar als vielmehr um die Gelegenheit zu tun sei, nützlichen Gebrauch von seinen gesammelten Kenntnissen machen zu können . . . Daher will sich Weisbach auch mit 10 Talern für die inländischen Hörer und mit 15 für die ausländischen begnügen[3] *. . . Der beiliegende Entwurf eines ‚Lehrplans zur allgemeinen Markscheidekunst‘ des Herrn Weisbach ist der Hauptsache nach dem von uns vorgeschlagenen zwar gleich, jedoch 1. theoretisch etwas höher gehalten und mehr voraussetzend und 2. die Gegenstände auch mehr begreifend . . . Wenn ich auf der einen Seite nicht im mindesten daran zweifle, daß Herr Maschinenbausekretär Gätzschmann den Unterricht . . . recht gut erteilen werde, so habe ich nach dem, was ich über Herrn Weisbach in Erfahrung gebracht habe, auf der anderen Seite keine Ursache zu glauben, daß letzterer wesentlich zurückbleiben wird . . . G. würde seine Aufgabe mehr enzyklopädisch und in abstrakt-philosophischem Sinne, Weisbach hingegen*

mehr in die Materie eindringend und in konkret-philosophischem Sinne lösen" [2, S. 11 ff.].

Die unmittelbare Antwort und Entscheidung der Bergbehörden in der Frage der Besetzung der offenen Stelle ist in den Akten leider nicht mehr vorhanden. Sicher ist nur, daß Weisbachs Wunsch damals nicht erfüllt wurde. Dennoch ist die Beurteilung des Bittstellers durch Brendel für uns von großem Wert, denn einmal zeigt sie uns, daß dieser durchaus richtig erkannte, welche Gaben in Weisbach ruhten und daß schon bei dem 25jährigen Weisbach dem klugen Beurteiler klar und deutlich vor Augen stand, worin Weisbach durch sein ganzes Gelehrtenleben sich von anderen unterschied: die schöne, fruchtbare Harmonie von absoluter Beherrschung der Theorie und gesundem Sinn für die Praxis. Zum andern hat Weisbach trotz des momentanen Fehlschlags seiner Erwartungen doch aus den Verhandlungen mit dem Oberbergamt herausgefühlt, daß er ein weiteres Bleiben und Ausharren in Freiberg vor sich verantworten könne, daß also, sozusagen, sein Weizen dort noch blühen werde.

Unterstrichen wird die positive Bewertung Weisbachs übrigens noch durch eine auch aktenmäßig belegte anderweitige Begutachtung in der gleichen Angelegenheit, in der es heißt:

„... Herrn Weisbachs Vortrag wird ebenso praktisch als theoretisch sein, da er beides geschickt und zweckmäßig zu verbinden weiß" [2; Notiz vom 10. Januar 1831].

Jedenfalls muß der Entschluß, in Freiberg zu bleiben, Weisbach damals nicht leicht gewesen sein. Denn gerade in dieser Zeit bot ihm Graf Einsiedel eine verhältnismäßig gutbezahlte Beamtenstelle in seinem Lauchhammerwerk an, die anzunehmen ihm sein Freund Mohs aufs dringlichste riet, wie wir aus einem Briefe wissen:

„Ich kann mir Ihre Verhältnisse in Freiberg recht gut denken, da ich die Leute dort ja gut kenne. Ich verdenke es Ihnen also keineswegs, wenn Sie dort wegwollen und die ... Gelegenheit ergreifen, im Gegenteil!" [4]

Im nächsten Briefe allerdings warnte Mohs vor Übereilung, insbesondere davor, sich die Enttäuschung allzusehr merken zu lassen,

„denn sonst verbittern Sie sich die Zeit, die Sie noch auszuharren haben! ... Aus H. machen Sie sich nichts, er ist ein Windbeutel, auf den man sich nicht verlassen kann ... Daß Sie sich über B. ärgern, verdenke ich Ihnen, denn das ist ganz und gar nicht der Mühe wert ... Die anderen lassen Sie alle gehen: Ich glaube nicht, daß auch nur einer darunter ist, der es verdient, sich an ihn zu halten!"

Und doch entschied sich Weisbach zum Bleiben! Er schlug das Angebot des Grafen Einsiedel ab und *„zog es trotz seiner Mittellosigkeit vor, sich in Freiberg als Privatgelehrter niederzulassen und sich seinen Unterhalt zunächst durch mühseliges Stundengeben zu erwerben. Dieser Schritt war für sein ganzes Leben und für seine Zukunft grundlegend und entscheidend!"* [1]

Wesentlich besser und vor allem sorgenfreier gestalteten sich Weisbachs wirtschaftliche Verhältnisse dadurch, daß er noch im Jahre 1831 den gesamten mathe-

matischen Unterricht am Freiberger Gymnasium übertragen bekam. Wenn er auch offiziell dessen Lehrerkollegium nicht angehörte, so erwies er sich dort doch sehr bald durch seine hervorragenden Erfolge als nahezu unentbehrlicher Mitarbeiter. Er verschaffte sich dadurch – das war in seiner Lage zunächst das Wichtigste – eine regelmäßige und für seine damaligen Verhältnisse gute Einnahmequelle, die übrigens bis zum Jahre 1835 dauernd und unvermindert floß.

Die so sehr erwünschte – man könnte sagen: ertrotzte – Verbindung Weisbachs mit der Bergakademie kam schneller zustande, als er selbst erhofft hatte. 1832 wurde er beauftragt, die mathematischen Vorlesungen des erkrankten Professors Hecht zu Ende zu führen. Da er den Unterricht am Gymnasium sowie die zahlreichen Privatstunden an Studierende der Akademie aber beibehielt, hatte Weisbach zunächst vollauf zu tun. Gerade die Zahl dieser Privatstunden nahm immer mehr zu, *„sie waren außerordentlich lebhaft, denn Weisbach verstand es vortrefflich, seinen Schülern den Stoff ‚ins Maul zu schmieren', wie sie selbst sagten"*.[1]

Die wenn auch noch lose Verbindung Weisbachs mit der Akademie scheint nicht den Beifall von Mohs gefunden zu haben, denn er schrieb ihm:

> *„Ich bedaure, daß es mit dem Bergbau und der Bergakademie so sehr schlecht steht. Durch die ausgeartete Akademie ist es dahin gekommen, daß die wichtigsten Stellen nicht mehr mit Bergleuten besetzt sind und besetzt werden können. Der Akademie wird in langer Zeit nicht mehr geholfen werden können, denn man sieht noch nicht ein, daß ihr etwas fehlt, und noch weniger, was ihr fehlt! Alle Stellen sind mit jungen Leuten besetzt, von denen, glaub' ich, keiner dahin paßt! ... Sie müßten dies wohl überlegen und sich nicht allzu fest an eine Anstalt binden, wo Ihre Kenntnisse verloren gehen, wenigstens nie zu vollkommener und unmittelbarer Wirksamkeit gelangen können!"*[5]

Mohs war damals etwa 60 Jahre alt. Die in seinen Briefen an Weisbach genannten und im allgemeinen so abfällig kritisierten Freiberger Dozenten hatten ein Durchschnittsalter von etwa 44 Jahren. Die Hälfte von ihnen war 29 bis 35 Jahre alt. Diese mögen also Mohs als jung oder zu jung erschienen sein. Für „diese jungen Leute", wie den Kristallographen C. F. NAUMANN, den Physiker REICH, den Zeichenkunstlehrer HEUCHLER, den Mathematiker C. A. NAUMANN, war schon deshalb dieses Urteil von Mohs nicht zutreffend, weil sie den praktischen bergmännischen Vorbereitungskurs durchlaufen, nicht nur in Freiberg, sondern auch an Universitäten studiert hatten und sich als Professoren der Bergakademie bewährten.

Hinsichtlich der älteren Dozenten und der leitenden Männer des Oberbergamts, der Direktorialbehörde der Akademie, genügt der Hinweis auf Professoren wie LAMPADIUS, HECHT und BREITHAUPT einerseits und auf Oberberghauptmann v. HERDER, Berghauptmann FREIESLEBEN und Maschinendirektor BRENDEL andererseits, um das summarische negative Urteil von Mohs als unbegründet zurückzuweisen.[6]

Besonders stellt der letzte Satz des zitierten Mohs-Briefes *„angesichts der Entwicklung Weisbachs und der Erfolge seines Schaffens in Freiberg eine nicht überbietbare Fehlprognose dar"*.

Aber Weisbach mag seinem väterlichen Freund damals zugestimmt haben, um so mehr, als auch er die Personalpolitik der Bergbehörde nicht für glücklich hielt. Hinzu kam, daß der von ihm vertretene und von ihm und Mohs so sehr geschätzte Mathematikprofessor Hecht um die Jahreswende 1832/33 starb und damit die Akademie eines hervorragenden Lehrers beraubt wurde. Weisbach zog allerdings andere Folgerungen aus dieser ihm von Mohs vermittelten Erkenntnis: Er traute es sich zu, zu seinem Teil an der nach seiner Überzeugung notwendigen Reform der Hochschule mitwirken zu können. Ihm war es recht, daß die Bindung zu ihr enger wurde, als er im Anfang des Jahres 1833 die Stellung eines Lehrers für angewandte Mathematik und Bergmaschinenlehre übertragen bekam und er somit das Erbe Hechts übernahm.

„Bei seiner Armut und seiner Bescheidenheit sowie bei dem Mißkredit, in dem damals der Mathematiker überhaupt und somit auch in Freiberg stand, wurde es ihm schwer, an der Akademie festen Fuß zu fassen und sich Geltung zu verschaffen. Er wurde von manchem Gelehrten, selbst auch von seinen Kollegen, lange Zeit hindurch über die Achsel angesehen.“[1] Eine reine Freude bereitete ihm also seine Dozententätigkeit zunächst nicht! Um so überzeugter aber war Professor Mohs vom Wert und der Bedeutung seines Schützlings.

> *„Der Lehramtskandidat der Physik ... Grasegger, der Ihnen diesen Brief überbringt, wünscht, in Freiberg das Wichtigste und Wahre in wissenschaftlicher und bergmännischer Hinsicht kennenzulernen. Ich kann ihn daher niemand Besserem empfehlen als Ihnen. Wenn er die Grube ‚Beschert Glück‘ befährt, ... so würde es mich freuen, wenn ... Sie ihn begleiten könnten.“*

So schrieb ihm Mohs im Januar 1833.

Noch im gleichen Jahr entschloß sich Weisbach, seine Kenntnisse auf dem Gebiet der Mathematik und Bergmaschinenlehre einem über Freiberg hinausgehenden größeren Kreis von Fachleuten und Studierenden zu vermitteln. Vielleicht hatte er auch das Bestreben, damit darzutun, daß er das Zeug in sich hätte, der Nachfolger von Hecht, und zwar in vollstem Umfange, zu sein. Mit seinem Freunde Fischer zusammen gedachte er jetzt, Bücher über die von ihm vertretenen Fächer herauszugeben. Aber er hatte auch hierbei, wie sein Sohn in seinen Aufzeichnungen über seines Vaters Leben schreibt, *„wegen des Verlags seiner Schriften anfänglich mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen“*.

Der von ihm in seiner Not wiederum um Rat angegangene Mohs tröstete ihn und versprach ihm Beistand.

> *„Über Ihr und Fischers Unternehmen habe ich nachgedacht und zweifle ebenso wenig an seinem Nutzen als an der Kenntnis und Gründlichkeit, mit der Sie es ausführen werden. Sie wissen indessen, wie es heute mit Werken dieser Art geht, wo die Journale alles gründliche Wissen verschlungen haben, zumal, wenn sie großartig, folglich ausgedehnt und kostbar werden. Ein wichtiger Punkt ist also, wie Sie es erscheinen lassen. In einzelnen Heften sind zwar die Ausgaben nicht groß, aber die Gefahr des Liegenlassens*

ist desto größer. Im ganzen kann ein Werk mit 80 großen, guten Kupfertafeln nicht so wohlfeil sein, um viele Käufer zu finden ... Überlegen Sie dies alles ja reiflich und geben Sie mir Nachricht davon, damit ich mit dem einen oder anderen hiesigen Buchhändler darüber reden kann, unter denen, wie ich bestimmt hoffe, sich ein Verleger finden wird. Schreiben Sie ohne Rücksicht an mich, damit ich weiß, wie ich die Sache hier einzuleiten habe!" [7]

Weisbach scheint jedoch in diesem Jahre mit seinen literarischen Absichten trotz der zugesagten Unterstützung durch Mohs nicht weitergekommen zu sein, er verschob sie auf das nächste Jahr. Zunächst aber legte er Wert auf eine Besserung seiner wirtschaftlichen und persönlichen Lage an der Bergakademie. Darum schrieb er im Juni 1833 an das Oberbergamt Freiberg, die damalige Direktion der Hochschule:

„Die Abhaltung der Vorlesungen über angewandte Mathematik und Bergmaschinenlehre seit Januar des Jahres hat mich genötigt, meinen Privatunterricht so einzuschränken, daß es mir gegenwärtig an Mitteln zu meiner Subsistenz fehlt" [1; 28. Juni 1833].

Die Bergbehörde bewilligte ihm statt des erbetenen Vorschusses *„aus der für diese Vorträge vorgesehenen Gratifikation"* von 60 Talern nur einen solchen von 50 Talern [1; 10. Juli 1833].

Am 21. Juli 1833 bat er seine vorgesetzte Dienststelle um die Übertragung der Professur.

„Ich schmeichle mir, die Vorlesungen ... bis jetzt zu Ihrer und zur Zufriedenheit meiner Zuhörer abgehalten zu haben. Wenn mich schon seit vielen Jahren eine außerordentliche Neigung zu dem Studio der angewandten mathematischen Wissenschaften hingezogen und dies allein mich bestimmt hat, mich zum Lehrer derselben auszubilden, so können Sie überzeugt sein, wie sehr ich Ihnen für die Übertragung dieser Vorlesungen dankbar bin und wie sehr ich es wünsche, dieselben auch fernerhin zu halten. Ich wage es daher zu bitten, auf mich bei der Besetzung der Professur über allgemeine Mathematik, Bergmaschinenlehre und allgemeine Markscheidekunst Rücksicht zu nehmen. Die Erlangung dieser Professur würde mich zeit meines Lebens zu Ihrem Schuldner machen und mein Bestreben, mich dem Bergbau nützlich zu machen, nur noch erhöhen" [1; 21. Juli 1833].

Mitbewerber um die ordentliche Dozentenstelle war der Amanuensis bei der Leipziger Sternwarte Thieme, ein ausgezeichneter Schüler des Leipziger Astronomen Möbius.

Das zuständige Ministerium in Dresden hatte das Oberbergamt Freiberg um seine und Weisbachs Begutachtung ersucht, die folgendermaßen ausfiel:

„Thieme ist zwar ein wissenschaftlich gebildeter und in der Mathematik, besonders im höheren Teil derselben wohlbewanderter junger Mann, dem aber alle Kenntnisse vom Bergbau abgehen. Die praktisch-mathematischen Wissenschaften, die der Nachfolger des Professors Hecht vorzutragen haben

wird, verlangen aber nicht nur einen tüchtigen und geübten Mathematiker, sondern auch einen guten Bergmann.

Dagegen hat der Bergwerkskandidat Weisbach vollständig Gelegenheit gehabt, die zur Übernahme der Lehrvorträge ... notwendige Ausbildung zu erwerben ... Da sich Weisbach schon auf der Bergakademie durch geistige Fähigkeiten und durch vorzüglichen Fleiß auszeichnete, so sind demselben wiederholt Unterstützungen zur Fortsetzung seiner Studien im Auslande und auf Reisen gewährt worden. Daß derselbe aber seine Zeit nützlich angewandt hat, davon geben nicht nur die von ihm eingereichten mathematisch-bergmännischen Arbeiten[8]*, sondern auch das über seine Reise ausgearbeitete Journal einen sicheren Beweis"* [1; 1833, S. 189].

Zu einer solchen mathematisch-bergmännischen Ausarbeitung Weisbachs nahm gleichzeitig auch der Maschinendirektor Brendel gutachtlich Stellung. Es handelte sich um die „Theorie der Pochwerke und Stoßherde", eine Arbeit Weisbachs, die seine Sachkenntnis, vor allem aber auch seinen Mut zeigte, sich mit seiner Meinung nach falschen Theorien und Praxen auseinanderzusetzen, auch wenn sie von anerkannten Größen geteilt und geübt wurden. Brendel berichtete darüber folgendes:

„In dem Zueignungsschreiben an das Oberbergamt rügt Herr Weisbach, daß Kübel, Teichdämme und ähnliche Gefäße und Körper nicht wie abgekürzte Kegel oder Pyramiden zu berechnen seien. Für mich hatte diese Rüge anfangs etwas Befremdendes, da ich mich niemals anderer als streng richtiger Formeln in den fraglichen Fällen bedient hatte und mir auch sonst nicht bekannt war, daß andere sich des gerügten Verfahrens bedient hätten ... Allein nach Seite 284 der II. Auflage des Lehrbuchs der Arithmetik und Geometrie hat der Professor Hecht wirklich den abgekürzten Kegel zur Berechnung eines Kübels angewandt. Dies erscheint sonderbar ..., und man muß annehmen, daß ihm nur einerseits der geringe Unterschied in den Zahlenresultaten und andererseits wohl nur der Umstand nicht dazu kommen ließ, daß er kurz und verständlich sein mußte ...

Weisbach hat jedenfalls gezeigt, daß ihm die Fähigkeit eigen ist, die rein theoretischen Lehren anzuwenden, die mitunter nur nach Maßgabe eigener Gewandtheit im Vorstellungsvermögen eine mathematische Betrachtung gestatten" [2; E. I. Nr. 17, S. 123 f.].

Aus beiden Gutachten leitete nunmehr auch das Oberbergamt folgenden positiven Vorschlag an das Ministerium her:

„Wir bemerken, daß sich hieraus die besondere Befähigung Weisbachs sowohl zum Vortrage der Bergmaschinenlehre als auch der Anwendung der höheren Mathematik und Mechanik auf die bei dem Bergbau vorkommenden Maschinen sich zu ergeben scheint ... Da nun Weisbach während des größten Teils des verflossenen Jahres bereits den Unterricht ... mit vielem Fleiß und sehr gutem Erfolge erteilt hat, auch seine Vorträge den an einen bergakademischen Lehrer gemacht werdenden Ansprüchen vollkommen entsprechen, so steht zu erwarten, daß er, als wirklicher Lehrer angestellt, den Erfordernissen entsprechend vortragen werde ...

Wir gestatten uns daher vorzuschlagen, für Weisbach für das Kolleg über angewandte Mathematik 200 Taler und für den Vortrag der Bergmaschinenlehre weiterhin 200 Taler, mithin also überhaupt 400 Taler Besoldung anzusetzen" [1; a.a.O., S. 130]; dazu [1; 1833].

Von den Vorlesungen über allgemeine Markscheidekunst, die ja Weisbach auch erbeten hatte, war also nicht die Rede, diese waren inzwischen dem Maschinenbausekretär Gätzschmann kommissarisch übertragen worden. Immerhin, Weisbach hatte erreicht, daß wenigstens das Oberbergamt das Unhaltbare seiner wirtschaftlichen Lage einsah:

„Vielleicht wird sich in Zukunft die Notwendigkeit dartun, dem Mathematikus Weisbach zu dem von uns erbetenen Gehalt eine Zulage zu gewähren, indem nicht zu verkennen ist, daß das beantragte Diensteinkommen von 400 Talern kaum den bürgerlichen Verhältnissen eines öffentlichen Lehrers entsprechend ist, zumal es demselben nicht mehr möglich sein wird, durch Privatunterricht sich ein besonderes Einkommen zu verschaffen.

Wir würden schon jetzt für eine höhere Besoldung Weisbachs eintreten, wenn wir nicht glaubten, daß es für Weisbachen als einen jungen Mann bei seiner ersten Anstellung, indem derselbe außerdem veranlaßt werden könnte, sich und seine Kenntnisse zu überschätzen und deshalb auch seine Ansprüche zu hoch zu stellen, von Nutzen sein wird, wenn seine Wünsche nicht sofort befriedigt werden (weshalb wir auch Abstand genommen haben, für denselben schon jetzt den Charakter eines Professors zu erbitten), sondern ihm vielmehr die Aussicht gelassen wird, daß ihm, wenn er seinen Vortrag ausgezeichnet leistet, eine gnädige Anerkennung künftig zuteil werden wird" [1; 1833].

Da wiederum monatelang nichts zur Klärung seiner Situation und zur Besserung seiner Lage geschah, mußte Weisbach im November 1833 erneut um einen Vorschuß von 50 Talern bitten mit der sehr deutlichen Begründung:

„... es fehlt mir zum zweiten Male an den zu meiner Subsistenz nötigen Mitteln!" [1; Eingabe Weisbachs vom 7. November 1833].

Daß Weisbach diese kärgliche Akontozahlung erhielt, wissen wir aus den noch erhaltenen Urkunden darüber [1; 1833, S. 203]. Die Bezeichnung Weisbachs in der Bewilligungsmitteilung als ‚Bergwerkskandidat'[9] könnte den mit den damaligen Verhältnissen nicht vertrauten Leser zu der irrigen Meinung verführen, daß das Oberbergamt Weisbach mit einem niedrigeren als dem ihm zukommenden Titel bezeichnet habe. Ferner könnte die Tatsache, daß das genannte Amt die ursprüngliche Formulierung des Titels eines Bergwerkskandidaten durchstrich und durch ‚Lehrer der Mathematik' ersetzte, den Laien zu der – wiederum irrigen – Auffassung einer vermeintlich negativen Einstellung, zum mindesten aber bewußt unklaren Haltung gegenüber Weisbach verleiten. Tatsächlich aber führte Weisbach die Bezeichnung ‚Bergwerkskandidat' mit Recht, solange er nicht unter einem anderen Titel fest angestellt war. *„Nun war ihm zwar nach Hechts Tode (13. März 1833) die Stellung als Lehrer der angewandten Mathematik und Bergmaschinenlehre übertragen worden, aber nicht in fester Anstellung. Diese wurde erst am*

28. November 1834 vom Ministerium verfügt ‚mit dem Charakter als Mathematikus', wobei auch das Ministerium selbst die Bezeichnung ‚Bergwerkskandidat Weisbach' verwendete. Wenn also das Oberbergamt die scheinbar minderwertige Bezeichnung strich und durch ‚Lehrer der Mathematik' ersetzte, so ist das immerhin ein beachtliches Vorgreifen auf Weisbachs feste Anstellung."

Daß das Ministerium durchaus nichts gegen Weisbach einzuwenden hatte, sondern lediglich aus anderen, prinzipiellen Gründen die Entscheidung hinausschob, konnte Weisbach aus folgendem Bescheid aus Dresden ersehen:

> *„. . . wie jedoch nicht angemessen erscheint, die Zahl der ordentlichen Lehrer bei der Akademie noch weiter zu vermehren und diesen den nötigen Unterhalt dadurch zu sehr zu beschränken oder den etatsmäßigen Aufwand zu erhöhen, wie ferner die Absicht des Ministeriums auch dahin geht, deshalb den Lehrvortrag über allgemeine Markscheidekunst . . . bei der Professur der angewandten Mathematik verbleiben und diesen Vortrag . . . Weisbach übertragen zu lassen . . ., so hat das Ministerium Bedenken gegen definitive Entschließung"* [1; 1833, S. 204].

Die Entscheidung über die endgültige Besetzung der Hechtschen Professur wurde also hinausgeschoben. Weisbach verrichtete zwar weiter die mit ihrer kommissarischen Verwaltung verbundene viele Arbeit – der „Kalender für den sächsischen Berg- und Hüttenmann" führt ihn noch bis 1835 lediglich als „Lehrer der Mathematik" an –, übte daneben weiter seine Funktion am Freiberger Gymnasium aus, aber sein Wunsch nach äußerer Anerkennung in Gestalt der Ernennung zum Professor blieb unerfüllt.

Wieder mußte Mohs helfend und ratend eingreifen und den unruhigen Weisbach trösten:

> *„. . . Nur Geduld kann helfen! Ich weiß auch, daß sich vorderhand die Verhältnisse nicht bessern werden. Ich würde daher mit Vergnügen alles dazu beitragen, Ihnen einen Weg in die k.k. Staaten zu bahnen, wenn dies nicht mit Schwierigkeiten verbunden wäre, die auf gewöhnliche Weise unübersteiglich sind."* [10]

Mohs hatte auch bereits eine Stellung für Weisbach im Auge, die dieser sicher angenommen hätte, weil er, wenigstens im Laufe der Jahre 1833/34, einsehen mußte, daß der vermeintlichen oder tatsächlichen Widersacher bei den Bergbehörden zu viele waren.

> *„Die Stelle von Schikko ist provisorisch mit einem Menschen besetzt, der von allen erforderlichen Eigenschaften wahrscheinlich keine besitzt. Nun hören Sie meinen Plan: Ihr Werk* (gemeint ist die seit 1833 geplante Veröffentlichung) *muß zeigen, was dazu gehört, wenn eine Stelle wie die erwähnte zweckmäßig besetzt werden soll . . . und wer der Mann dazu ist. Darum ist mir viel daran gelegen, hier einen Verleger zu finden . . . Seien Sie vorderhand beruhigt. Erwarten Sie in Sachsen nichts, damit Sie nicht, ohne Ihre Lage oder Aussicht zu verbessern, Ihre Zeit verlieren oder vielleicht sogar Ihre Gesundheit zusetzen. Die Wissenschaft selbst wird Ihnen die besten Dienste leisten, d. h. Sie über die Umstände erheben!"* [10]

Das Finanzministerium hatte also bisher geglaubt, das Provisorium der Hechtschen Stelle einstweilen so lösen zu können, daß die Vorlesungen in angewandter Mathematik und Bergmaschinenlehre Weisbach und die über allgemeine Markscheidekunst Gätzschmann – aber eben nur kommissarisch – übertragen wurden, und zwar steht fest, daß das Ministerium entgegen seiner ursprünglichen Absicht, die drei Disziplinen wie im Falle Hecht in e i n e r Hand, und zwar in der Weisbachs, zu belassen, dem Eintreten des Oberbergamts für Gätzschmann in der erwähnten Weise nachgegeben hatte. In den Personalakten der Akademie und der Maschinenbaudirektion Freiberg erscheint monatelang die Angelegenheit der Besetzung der Professur nicht als eine Auseinandersetzung Weisbachs mit der ihm unmittelbar vorgesetzten Stelle, dem Oberbergamt, sondern eigentlich mehr als Kampf zwischen diesem und dem Ministerium, für das es sich nicht in erster Linie um das Problem „Weisbach oder Gätzschmann", sondern um die Geldfrage handelte, denn die drei Fächer waren in e i n e r Hand billiger untergebracht als bei ihrer Verteilung auf zwei Dozenten, während das Oberbergamt immer wieder in erster Linie die Interessen des ihm anscheinend weit genehmeren Gätzschmann wahrzunehmen suchte und dabei u. U. sogar vor Widersprüchen zu früher gegebenen Gutachten nicht zurückschreckte. Ein solcher liegt offenbar vor, wenn das Oberbergamt jetzt auf einmal behauptete:

> *„. . . Obwohl wir vollkommen davon überzeugt sind, daß Herr Weisbach die zu diesem Vortrag – allgemeine Markscheidekunst – erforderlichen Kenntnisse ebenfalls besitzt, können wir nicht umhin, das schon erwähnte Bedenken nochmals auszusprechen, daß Weisbach vielleicht mehr einen theoretischen als praktischen wählen, dadurch aber den Zweck dieses Vortrags verfehlen würde, da es überhaupt schon erklärbar ist, wenn derselbe sich, stets nur theoretisch beschäftigt, mehr zu theoretischen Entwicklungen hinneigt als Gätzschmann. Jedenfalls bleibt es ungewiß, ob . . . Weisbach als Lehrer der allgemeinen Markscheidekunde den Erwartungen so vollkommen entsprechen werde, als solche von . . . Gätzschmann bereits erfüllt worden sind. – Im übrigen* (und das war wohl das Hauptargument des Oberbergamts! d. Vf.) *hat Gätzschmann schon seit 10 Jahren die Bergakademie verlassen, Weisbach dagegen seine Vorbereitungsstudien erst seit kurzer Zeit beendet!"* [1; 6. September 1834, S. 211].

Es war klar, daß diese Auseinandersetzungen zwischen Freiberg und Dresden auf dem Rücken Weisbachs ausgetragen wurden, der aber nicht gewillt war, dies ohne weiteres hinzunehmen. In seinem Gesuch vom 5. Oktober 1834 wurde er infolgedessen deutlicher:

> *„Obwohl ich das Glück der Erteilung dieser Vorträge recht zu schätzen weiß, so kann ich doch nicht leugnen, daß mir meine prekäre und untergeordnete Stellung bei der Akademie in meinen wissenschaftlichen Bestrebungen sehr hinderlich ist. Ich habe seit einer Reihe von Jahren meiner Wissenschaft die größten Opfer gebracht, ich habe es auch in den beiden letzten Jahren nicht an Anstrengungen fehlen lassen und hierbei sehr drückende Verhältnisse ertragen, und zwar mit Ruhe, allein es kommt nun doch die*

Zeit, in welcher mir, wenn sich meine Verhältnisse nicht ändern, die zu meinen Studien so sehr nötige Ruhe und Zufriedenheit abnehmen ... Ich bitte daher ..., mir die wirkliche Professur und eine angemessene Dotation zu gewähren" [1; 7. Oktober 1834, S. 220].

Deutlicher in seiner Einstellung zu Weisbach wurde nun aber auch das Oberbergamt, indem es die Angelegenheit auf das rein persönliche Gebiet schob:

„Wir vermögen das Gesuch des Herrn Weisbach in keiner Weise zu befürworten ..., indem vielmehr die von ihm angeführten Gründe und besonders die Art, wie sie vorgebracht werden, uns nötigen, die schon früher ausgesprochene Besorgnis nochmals zu wiederholen: daß Herr Weisbach, so lobenswert auch an sich seine wissenschaftlichen Leistungen, sein Lehrtalent und sein Eifer sind, dieselben doch zu hoch anschlägt und sich so einer Selbstüberschätzung hingibt, die höchst unangenehme Folgen für seine Dienstverhältnisse herbeiführen könnte. In dieser Rücksicht und um noch Zeit zu gewinnen, Weisbachen in dieser moralischen Beziehung näher kennenzulernen, bevor derselbe in eine nähere und dann schwieriger wieder zu lösende Verbindung mit der Akademie gebracht wird, erlauben wir uns ... vorzuschlagen, Weisbach den Unterricht ... für das ... instehende Jahr wiederum nur versuchsweise zu übertragen" [1; 7. Okt. 1834, S. 220].

Dieses für den heutigen Leser der Akten zweifellos reizvolle, für Weisbach aber natürlich sehr quälende Hin und Her zwischen den beiden Amtsstellen wurde schließlich durch die Ministerialentscheidung vom 28. November 1834 beendet, die die *„Übertragung der durch den Tod des Professors Hecht erledigten e r s t e n Mathematikerstelle mit den dazugehörigen Vorträgen über angewandte Mathematik, Bergmaschinenlehre und allgemeine Markscheidekunst an den Bergwerkskandidaten Weisbach mit dem Charakter als Mathematikus und mit einer jährlichen Besoldung von 500 Talern*" verfügte [1; 28. November 1834, S. 230].

Es blieb auch bei dieser Regelung, obwohl der unmittelbare Fachkollege Weisbachs, C. A. NAUMANN, zu Hechts Zeiten der Inhaber der z w e i t e n Mathematikerstelle, unterstützt von dem *„um das gute Einverständnis unter den Lehrern der Akademie*" besorgten Oberbergamt, offiziell Protest gegen die von ihm als Degradation angesehene Ernennung Weisbachs beim Ministerium erhob [1; 8. und 10. Dezember 1834, S. 231/32].

So war Weisbach nun wenigstens angestellt. Den Dank dafür an das Oberbergamt wird dieses gewiß wieder als einen Beweis für seine Überheblichkeit angesehen haben, denn Weisbach sprach darin von dem *„Wirkungskreis, der seinen Studien, Neigungen und Fähigkeiten so angemessen*" sei [1; 13. Juli 1835, S. 264], aber seiner Schilderung seiner wirtschaftlichen Verhältnisse, die er mehreren Gesuchen um Gehaltserhöhung zugrunde legte, konnte sich selbst dieses Amt nicht verschließen:

„Ich habe nicht nur meine Vorlesungen gehalten und meine Studien vertieft", so schreibt Weisbach in einer seiner Eingaben, *„sondern auch meine Zuhörer auf Gruben und Hütten über bergmaschinelle Gegenstände praktisch*

unterwiesen, ferner mit denselben hydraulisch-geodätische Messungen vorgenommen und von Zeit zu Zeit Befahrungen gemacht, um nicht nur neue Gegenstände zur mathematischen Bearbeitung ausfindig zu machen, sondern auch die erhaltenen Resultate mit der Ausführung zu vergleichen. Ich habe daher meinen Privatunterricht noch mehr einschränken und den am hiesigen Gymnasium sogar aufgeben müssen, um meine geistigen Kräfte dem Bergbau ganz widmen zu können. Durch diese ... Opfer, die ich seither meiner Stellung als bergakademischer Lehrer habe bringen müssen, und aus Rücksicht auf meinen Gesundheitszustand sowie meine Familienverhältnisse sind bei aller nur möglichen Einschränkung meine ökonomischen Verhältnisse derart zurückgegangen, daß ich nicht weiß, wie ich künftig auskommen soll und mir fernerhin Kredit verschaffen kann, und dieses um so mehr, als mich seither nur das Honorar für die von mir verfaßte ‚Bergmaschinenmechanik' vor Mangel hat schützen können" [1; 26. Januar 1836, S. 265].

Dieses Gesuch Weisbachs ist in mehrerlei Beziehung aufschlußreich für den Quellenforscher:

1832 hatte er die Tochter Marie des Blaufarbenwerksfaktors Winkler in Zschopenthal im Erzgebirge geheiratet (eine Schwester des Vaters von Clemens Winkler, dem Entdecker des chemischen Elements Germanium), die ihm im Dezember 1833 einen Sohn Albin geschenkt hatte. Jetzt, im Jahre 1835, war ihm seine Tochter Camilla geboren worden. Der Haushalt stellte also ganz andere geldliche Anforderungen an Weisbach als 1832.

Mit der erwähnten „Bergmaschinenmechanik" hatte nun Weisbach 1835 endlich auch in literarischer Hinsicht in die Öffentlichkeit treten können. Durch die Vermittlung von Mohs hatte sich die Weidmannsche Buchhandlung in Leipzig zu ihrem Verlag bereitgefunden. Schließlich zeigt uns die genannte Weisbachsche Eingabe aber auch noch seine Auffassung über den Umfang seiner amtlichen Verpflichtungen, den er also viel weiter zog, als es sein Amtsvorgänger gehalten hatte und als der Wortlaut seiner Verpflichtungsurkunde [1; 28. Januar 1835, S. 256] ihn umriß. Dazu kam noch so manche außerdienstliche Inanspruchnahme, wozu wir die Führung und Unterweisung zahlreicher Besucher zu rechnen haben, die ihm Mohs aus Wien schickte. Für diesen scheint Weisbach überhaupt d e r Fachmann in mathematischen und bergmännischen Fragen in Freiberg und in Sachsen gewesen zu sein. So empfahl Mohs im Dezember 1835 den vom österreichischen Reichsverweser zum Professor der Eisenhüttenkunde in Graz bestimmten INNER an Weisbach,

> *„denn"*, so schrieb er, *„ich habe dem Wunsche Seiner Hoheit nicht besser entsprechen zu können geglaubt, als wenn ich ihn zu Ihnen schicke ... Es kommt darauf an, daß Inner, der Kenntnisse in England, Schweden und Freiberg sammeln soll, dort die Sachen von ihrer w a h r e n Seite her kennenlernt"*.

Im Mai des Jahres 1836 erhielt Weisbach endlich *„das der Wichtigkeit seiner Vorlesungen angemessene Prädikat"* [1; 13. Juli 1835, S. 264] des Professors, verbunden mit einer Gehaltserhöhung von 150 Talern, sicherlich als Antwort auf seine mehrfachen Gesuche hin, vielleicht gleichzeitig aber auch als Anerkennung für

Bild 3
Julius Weisbach in Berguniform 1844
(Reproduktion eines Ölbildes von Otto, 1844)

Bild 4
Marie Weisbach geb. Winkler
(Reproduktion eines Ölbildes von Otto, 1844)

die Vollendung seiner „Bergmaschinenlehre", deren 2. Teil Anfang 1836 erschienen war.

Daß das Ministerium auch anderweit Gelegenheit und Ursache hatte, Weisbachs überlegenes mathematisches und bergmännisches Wissen und Können festzustellen, wird mittelbar bewiesen durch die peinliche Rüge des Ministeriums [1; 1837, S. 288] an eben den Fachkollegen Weisbachs, der sich seinerzeit degradiert gefühlt hatte, bei dessen Hörern sich aber in Prüfungen erhebliche Lücken wirklichen Wissens herausgestellt hatten. Wenn es in dieser – übrigens wiederholten – Beanstandung heißt, daß

> *„N. bei seinen Vorträgen angemessene Rücksicht auf das wahrhaft Nötige unter Weglassung alles minder Wesentlichen und mehr Eleganten und Spekulativen zu nehmen habe, weil er für seine Hörer nicht durchgehend verständlich sei",*

so brauchen wir diese negativen Feststellungen und Ergebnisse nur mit dem entgegengesetzten Vorzeichen zu versehen, um die Meinung des Ministeriums über Weisbachs Leistungen herauszuhören, was ganz offensichtlich auch der Nebenzweck der ministeriellen Äußerung sein sollte.

Wie wenig zutreffend die Voraussagen des Oberbergamts über die Art des Unterrichts Weisbachs waren, das auf eine gewisse allzu theoretische Einstellung desselben immer wieder hinweisen zu müssen geglaubt hatte, geht aus mehreren Eingaben Weisbachs hervor, die er an das Amt wegen bei seinem Unterricht fehlender Instrumente richtete. Das beweisen z. B. folgende Wendungen daraus, die gleichzeitig charakteristisch sind für seine Einstellung zur Maschine überhaupt, vornehmlich aber zu den Aufgaben des Ingenieurs:

> *„Der Sammlung fehlt es fast ganz an solchen einfachen und vollkommen richtig konstruierten Modellen, die gleichsam die Elemente aller Maschinen repräsentieren. Solche Modelle würden nicht allein meine Vorträge in der Maschinenlehre sehr unterstützen, sondern sie würden sich auch zum Abzeichnen sehr eignen . . . Vor allem gehören hierher Modelle der Maschinenteile, dazu bestimmt, die Bewegungsweise abzuändern. Jedem, der sich mit dem Wesen dieser Vorrichtungen bekannt gemacht hat, wird es leicht, die Bewegungsweise einer großen Maschine zu beurteilen, wogegen sich mancher vom Gang einer Maschine deshalb keine Rechenschaft geben kann, weil ihm die Elementarteile derselben nicht hinreichend bekannt sind"* [2; 2. Mai 1838].

Noch deutlicher erscheint uns dieser Widerspruch zwischen der vorgefaßten Meinung des Oberbergamts und der tatsächlichen Unterrichtspraxis Weisbachs in der allgemeinen Markscheidekunst, die, wie wir wissen, das Oberbergamt unter keinen Umständen von Weisbach als Lehrer vertreten wissen wollte. Aus einer seiner Eingaben spricht nicht nur der Mann einer ausgezeichneten Unterrichts-p r a x i s, sondern hier sehen wir auch, wie Weisbach damals schon auch auf dem ihm doch neuen Lehrgebiet eigene Wege ging. Hier also bereits dürfte der Ursprung der n e u e n Markscheidekunst liegen, als deren Schöpfer Weisbach mit Recht gefeiert wird.

„Vieles habe ich schon anschaffen dürfen: Wir haben außer dem großen Theodoliten noch einen sehr guten Meßtisch und ein sehr brauchbares Nivellierinstrument. Wir werden bald den beim Obermechanikus Lingke bestellten und in Arbeit befindlichen kleinen Theodoliten erhalten. Doch fehlen der akademischen Meßapparatur noch manche weniger kostbare, darum aber nicht minder brauchbare Instrumente" [2; 27. Juni 1836].

Im Jahre 1838 erhielt Weisbach einen Ruf an die „Technische Bildungsanstalt" (die heutige Technische Hochschule) in Dresden; ob in so offizieller Form, wie Weisbach in seiner Meldung ans Ministerium behauptet, oder auf anderem Wege, bleibe dahingestellt. Aussicht auf die dortige erste Mathematikerstelle hat Weisbach zweifellos gehabt, und diese Aussicht auf die mit 900 Talern dotierte Stelle sowie auf die mit ihr verbundene Möglichkeit, anderweite *„Aufträge gegen Auslösung und Vergütung"* dazu zu erhalten, veranlaßte Weisbach aus Rücksicht auf die größer gewordene Familie, vor allem aber auf die Tatsache, daß er sich *„von den wegen seiner Ausbildung contrahierten Schulden"* noch nicht habe befreien können, sich an das Ministerium mit der Bitte um eine Gehaltserhöhung auf den Status zu wenden, wie ihn sein Vorgänger im Amt Hecht gehabt habe.

„Es würde mir nicht leicht werden, von der hiesigen Stelle zu scheiden, habe ich doch erst kürzlich wieder Gelegenheit gehabt, mich durch die Genehmigung einer im nächsten Jahre vorzunehmenden Reise nach Frankreich und Belgien von dem Wohlwollen des Ministeriums zu überzeugen ... Der Einwand, daß das Mehrangebot von 250 Talern durch die Honorare der hier studierenden Ausländer ausgeglichen werden könnte ..., trifft daher nicht zu, da meine Vorlesungen Vorkenntnisse voraussetzen, die bei Fremden selten angetroffen werden. Daher werden meine öffentlichen Vorträge weniger besucht als die der meisten anderen Kollegen ..." [1; 9611, 2. Bd., Vol. IV, 11].

An dieser Stelle sei eine Bemerkung über die an der Bergakademie damals studierenden Ausländer eingeschaltet, schon deshalb, weil die folgenden Feststellungen einen guten Schluß auf die Bedeutung Weisbachs als Lehrer weit über Deutschland hinaus zulassen:

„Seine Lehrtätigkeit an der Akademie dauerte von 1833 bis 1870. Man kann also die von 1832 bis 1869 an der Bergakademie Aufgenommenen zu seinen Schülern zählen. In diesem Zeitraum von 37 Jahren wurden 1333 Studierende inskribiert, also 36 je Jahr. Die Professoren hatten also wesentlich engere Beziehungen zu ihren Schülern, andererseits aber auch nicht gerade Überfluß an Vorlesungshonoraren. Zwei Drittel der Aufgenommenen stammten aus Deutschland, ein Drittel aus dem Auslande; davon wiederum zwei Drittel aus Europa und ein Drittel aus Übersee".

Das genannte Gesuch Weisbachs um Gehaltserhöhung hatte ein merkwürdiges Ergebnis: Das Oberbergamt war diesmal wesentlich „weisbachfreundlicher" als früher und als das Ministerium. Es bescheinigte Weisbach, daß sein *„Weggang ein sehr schmerzlicher, z.T. nicht zu ersetzender Verlust für die Akademie sein"* würde.

„Weisbach ist nicht nur ein ausgezeichneter Mathematiker, sondern zugleich auch ein tüchtiger Bergmann und verbindet mit dem regen Eifer einen sehr zweckmäßigen mündlichen Vortrag, vor allem auch einen richtigen Takt im Umgang mit den Studierenden. Er bemüht sich eifrig und mit Erfolg, daß seine Zuhörer die mathematischen Lehren vollkommen erfassen, und erweckt in ihnen einen regen Sinn für die dem Bergmann unentbehrlichen mechanischen Wissenschaften und für deren praktische Verwendung. Wir sprechen mit Vergnügen die Versicherung aus, daß sich Weisbach durch seine vorzüglichen Dienstleistungen bereits wesentliche Verdienste um die Bergakademie und zugleich um den vaterländichen Bergbau erworben hat. Wir möchten daher im Interesse des gesamten Bergbaus und der Akademie angelegentlichst wünschen, daß der Professor Weisbach in seiner jetzigen Stellung verbleibt, um so mehr, als sein jetziges Gehalt von 650 Talern kaum zur Bestreitung der dringlichsten Bedürfnisse ausreicht" [1; a.a.O., S. 15].

Das Ministerium aber war in mehrfacher Hinsicht recht kleinlich in seiner Entscheidung. Zunächst verlangte es bei Weisbach den genauen Nachweis über seine Einnahmen aus den Hörergeldern der Ausländer, die Weisbach mit jährlich 46,5 Talern angab, die aber als reine Einnahme anzuerkennen er deshalb ablehnte, weil er *„im Laufe eines Lehrjahres mindestens 26 Tage aufgewandt"* habe, *„um mit den in- und ausländischen Studenten Maschinen zu besichtigen, Wassermessungen und Nivellements anzustellen, wodurch ein Geld- und Zeitaufwand entstand, der nur durch die Honorare der Fremden zu decken war"* [1; a.a.O., S. 20].

Sodann erklärte das Ministerium, daß die Stelle in Dresden *„Weisbach noch gar nicht in dem von ihm angegebenen Maße angeboten"* worden sei. Trotzdem konnte es *„in Rücksicht auf die vom Oberbergamt vorgestellte Brauchbarkeit und Bedürftigkeit Weisbachs"* nicht umhin, dessen Gehalt auf 870 Taler zu erhöhen.

1839 machte Weisbach die von der Regierung bewilligte und z. T. finanzierte Reise, die ihn *„mit der Eilpost über Weimar, Erfurt, Frankfurt* (wo er mit dem sächsischen Bundestagsgesandten v. Manteuffel speiste), *Mainz, Metz nach Paris"* führte.

„Die Industrie-Ausstellung", so schreibt er am 23. Juni an seine Frau, *„ist unbeschreiblich. Sie wird mich diese Woche unausgesetzt beschäftigen. Ich sehe also zwar großen Strapazen entgegen, wohne aber geradezu fürstlich, denn es ist die Wohnung eines Fürsten! Am Mittwoch bekomme ich mein neues Kleid: Frack, Hut, Stiefel, zusammen für 50 Taler. Daher auch nur für 50 Taler Bücher! Das Leben hier ist herrlich, aber auch sehr liederlich. Ich werde es bald satt bekommen und bin überzeugt, daß ich mich sehnen werde, Paris zu verlassen, sowie mich wissenschaftliche Zwecke nicht mehr zurückhalten."*

Der wissenschaftliche Gewinn dieser Reise war allerdings sehr groß, denn sie vermittelte ihm die Bekanntschaft der großen Franzosen PONCELET, MORIN, CORIOLIS, ARAGO und des französischen Generalberginspektors GRUNER.

Es ist anzunehmen, daß der wissenschaftliche Austausch Weisbachs mit den führenden französischen Physikern, vor allem mit Poncelet, ihn nach seiner Rück-

kehr nach Freiberg zu erhöhter experimenteller Tätigkeit auf dem Gebiete der Hydraulik veranlaßte.

Das Jahr 1839 bereitete aber Weisbach auch einen außergewöhnlich schweren Verlust: Kurz nach seiner Rückkehr aus Frankreich überraschte ihn die Nachricht vom Tode Mohs', der ihm hinsichtlich seiner wissenschaftlichen Entwicklung immer ein zuverlässiger Mentor und in jeder persönlichen Angelegenheit der treueste Berater gewesen war, für ihn um so ehrender, als Mohs von Natur aus *„äußerst zurückhaltend war und immer sehrzurückgezogen von allen lebte"* [3; S. 26f.].

Als der Freiberger Mineraloge Prof. C. F. Naumann im Jahre 1842 an die Universität Leipzig berufen worden war, wurde seine Vorlesung über Kristallographie Weisbach übertragen. Er erhielt dafür 100 Taler Zulage. Weisbach war als Schüler von Mohs mit der mathematischen Behandlung der Kristallographie vertraut, und wenn er selbst uns auch keine richtungweisenden Veröffentlichungen auf diesem Gebiet hinterlassen hat, so hat er es doch unzweifelhaft befruchtet. GOLDSCHMIDT, der Altmeister der Kristallographie[11], schreibt, daß *„Albin Weisbach viel Kristallographisches gewiß von seinem berühmten Vater Julius Weisbach gelernt hat, der von 1842 an über Kristallographie in Freiberg las, von 1851 an über deskriptive Geometrie, und der die Kristallographie durch eine Schrift ‚Anleitung zum axonometrischen Zeichnen (1852)' gefördert hat"* [5; S. 23].

Auf die Beobachtungen und Eindrücke der Pariser Reise gingen vielleicht auch die Anregungen zurück, die Weisbach einigen unmittelbaren Freiberger Mitarbeitern zur Gründung einer deutschen wissenschaftlich-technischen Zeitschrift gab. 1846 wurde dann auch eine solche geplant und 1848 von den Freibergern BORNEMANN, BRÜCKMANN und RÖTING unter dem Titel „Ingenieur", später „Civilingenieur", nach vorzüglichen französischen Mustern und mit einer Weisbachschen Arbeit („Versuche über die Steifigkeit der eisernen Treibeseile") beginnend, herausgegeben. In ihr haben Weisbach und seine Schüler laufend kleinere und größere Arbeiten veröffentlicht.

Die Jahre nach 1844 gaben seinen neuen markscheiderischen Ideen Gelegenheit zu einer überzeugenden Bewährungsprobe. In diesem Jahr begann der Bau des großen Stollens, der zum Abfluß der unterirdischen Wässer aus dem Freiberger Bergrevier bestimmt war, des Rothschönberger Stollens. *„Nicht infolge eines amtlichen Auftrags, sondern aus eigenem Antriebe, und zwar in der Absicht zu beweisen, daß bei Anlagen von größerer Ausdehnung wie hier das Markscheiden nach der bisher üblichen Art und mit den bisher üblichen Mitteln nicht ausreichend genau und sicher ist"* [12; Vorwort], führte Weisbach die Vermessungsarbeiten *„mit vielen Unterbrechungen während der Ferien größtenteils aus eigenen Mitteln"* durch, wobei ihn seine hervorragenden Schüler H. HEINZ und FR. J. WEISS in rührender Weise unterstützten. Trotz der anfänglichen Abgeneigtheit des Oberbergamts, das die alte Methode für durchaus genügend hielt[12], und trotz *„der offenen Feindseligkeit des markscheiderischen Praktikers, des damaligen Obermarkscheiders Leschner"*[13], führte Weisbach seine neue Markscheidekunst zum Siege und verhalf dem Theodoliten nunmehr zur dauernden Anwendung.

Trotz der dafür außerhalb seiner umfangreichen Lehrtätigkeit in reichem Maße aufgewandten geistigen und physischen Kräfte, vielen Zeit und beträchtlichen Mittel fand Weisbach gerade in den 40er Jahren noch Zeit und Kraft für literarische Werke, die seinen Ruf nicht nur in Sachsen aufs neue festigten, sondern ihn weit über Deutschlands Grenzen hinaustrugen und seine Meisterschaft in der *„Kunst wissenschaftlicher Beobachtungen"* und *„Aufhellung zahlreicher Aufgaben des Ingenieurwesens durch das Hilfsmittel der mathematischen Untersuchung"* bewiesen [10, S. 698].

Nachdem Weisbach 1851 noch den an der Bergakademie neueingeführten Vortrag über darstellende Geometrie übernommen hatte, besuchte er zusammen mit RÜHLMANN, KARMARSCH, WEINLIG und v. BURGK die Londoner Industrieausstellung. Er fand sie

> *„arm an neuen Erfindungen. An Instrumenten habe ich soviel wie nichts Neues gesehen. Das kannst Du Herrn Lingke*[14] *zum Trost sagen. Es ist nur die Großartigkeit und Mannigfaltigkeit der Ausstellung und Fabrikate, welche imponieren. Wer hier viel Neues lernen will, täuscht sich sehr ... Aber der Besuch einer Schiffswerft überraschte uns aufs angenehmste, wo uns ein Schiff auffiel von 50 000 Ctr. Tragkraft und 130 Ellen Länge, konstruiert aus starkem Eisenblech. In ein anderes von 32 000 Ctr. Tragkraft soll die Dampfmaschine von 800 PS eingebaut werden, die wir gestern zu unserer Freude in einer großen Maschinenfabrik besichtigen konnten"*[15].

Die viele Arbeit, die Weisbach bei seiner Rückkehr nach Freiberg vorfand, wurde im nächsten Jahre noch um eine neue Aufgabe an der Akademie vermehrt, da er für den verstorbenen Professor NAUMANN d. J. dessen „Unterricht in der höheren Mathematik und Geometrie an die Zöglinge der 4. Division"[16] mit einer Gehaltszulage von 200 Talern übernehmen mußte.

Das Jahr 1854 brachte Weisbach in einen schweren Pflichtenkonflikt. Der schweizerische Schulrat hatte ihm das verlockende Angebot gemacht, am neugegründeten Züricher Polytechnikum die Stelle des Direktors und ersten Professors für Mathematik mit einem jährlichen Gehalt von 5000 Franken und dem Anspruch auf zwei Drittel der Honorare zu übernehmen.

> *„Ich teilte"*, so meldete er seiner Dienstbehörde, *„dem schweizerischen Schulrat mit, daß ich mich unter 9000 Franken zur Annahme nicht entschließen könnte. Trotzdem ging er darauf ein und forderte mich auf, mich schleunigst endgültig zu erklären.*
>
> *Ich finde mich daher in großer Aufregung: Auf der einen Seite zieht mich der neue Wirkungskreis an, und es legt – warum sollte ich das als unbemittelter Familienvater nicht eingestehen? – der schöne, sich vielleicht in wenigen Jahren auf 3000 Taler belaufende Gehalt ein Gewicht auf die Waagschale, aber auf der anderen Seite bin ich ein viel zu großer Verehrer meines Vaterlandes und Freund des Bergwesens, als daß ich ohne Empfindung des tiefsten Schmerzes meine hiesige Stellung aufgeben sollte. Hätte ich bei meinem Entschluß nur meine Person in Betracht zu ziehen,*

so würde ich den Ruf ablehnen, allein, ich muß auf meine Familie Rücksicht nehmen. Meine Vermögensverhältnisse sind derart, daß sie mich, um die Meinigen nach meinem Tode nicht Mangel an den Notwendigkeiten leiden zu lassen, nicht allein zur größten Sparsamkeit auffordern, sondern mir es auch zur Pflicht machen, auf die Vergrößerung meiner Einnahmen Bedacht zu nehmen ... Ich fürchte fast, daß ich ... den Vorwurf der Unbescheidenheit und Undankbarkeit auf mich lade" [1; 1854, S. 210 f.].

Das Ministerium war *„sehr gern bereit, dem Professor Weisbach, um der Bergakademie und dem vaterländischen Bergbau dessen nützliche Wirksamkeit zu erhalten, die vom Oberbergamt vorgeschlagene Zulage von 110 Talern (!) zu gewähren*" [1; 1855, S. 215]. Dadurch erhöhte sich sein Jahresgehalt auf 1200 Taler. Aber schon dieses wahrhaft geringe Entgegenkommen veranlaßte Weisbach, auf die Stelle in Zürich zu verzichten und der Akademie und dem sächsischen Bergbau treu zu bleiben.

Das finanzielle Opfer, das Weisbach mit seiner Entscheidung gebracht hatte, wurde dadurch etwas erträglicher für ihn, daß er noch im gleichen Jahr die Vorlesungen über Maschinenbaukunst mit der entsprechenden Dotation übernahm. Eine gewisse äußerliche, für das Ministerium allerdings sehr billige Anerkennung für Weisbachs unerhört anständige Haltung und Gesinnung war die 1856 erfolgte Ernennung zum Königlichen Bergrat.

Nachdem Weisbach diese wichtige Entscheidung mit all ihrer Unruhe hinter sich gebracht hatte, rüstete er zur Reise nach Frankreich zur Pariser Weltausstellung 1855. Sie führte ihn über Dresden, wo er *„Geld einwechselte und die Wartezeit auf den französischen Paß damit ausfüllte, daß er den ersten Revisionsbogen seiner neuaufgelegten ‚Mechanik' durchsah und das Vorwort dazu schrieb*", über Leipzig, Hof, Würzburg, Frankfurt, wo der zweite Druckbogen zur Durchsicht auf ihn wartete, über Worms, Saarbrücken, Metz nach Paris, wo er gerade an seinem Geburtstag – 10. August – eintraf.

„Sofort nach meiner Ankunft besorgte ich erst die Revision des dritten Braunschweiger Druckbogens und besah mir dann mit Rühlmann auf dem Ausstellungsgelände die atmosphärische Eisenbahn (Albin mag im Delanny nachsehen und den übrigen Teil der Familie über die Wirkungsweise dieser Bahn ins klare setzen!). ... Bei einer Soiree im Industriepalast traf ich berühmte Männer: General Poncelet, Professor Magnus, Willisen! Le Play und Dufour machten die Wirte ...

Tiefen Eindruck hinterließ der Besuch von Fontainebleau mit seinen Napoleonerinnerungen ... Dann aber zog ich 14 Tage ganz nahe ans Gelände der Ausstellung. Sie gibt der Londoner nichts nach. Sie enthält viele und solide Erzeugnisse, Maschinen und Apparate. Ich freue mich nun recht sehr, daß ich die Reise gemacht habe, wiewohl sie mir wieder einige Pfund Fleisch vom Leibe kosten wird!" [17]

Die 50er Jahre sind auch noch durch Weisbachs weitere literarische Tätigkeit bemerkenswert. 1851 gab er „Die neue Markscheidekunst und ihre Anwendung auf

die Anlage des Rothschönberger Stollens bei Freiberg in Sachsen, Erste Abteilung: Die trigonometrischen und Nivellier-Arbeiten über Tage" heraus. 1859 folgte „Die neue Markscheidekunst und ihre Anwendung auf bergmännische Anlagen, Zweite Abteilung: Die trigonometrischen und Nivellier-Arbeiten unter Tage". 1854 erschien seine „Experimental-Hydraulik" und 1857 seine „Anleitung zum axonometrischen Zeichnen". Deren theoretischer Teil ist, wie Weisbach im Vorwort dazu schreibt, *„ein zusammenhängendes und abschließendes Ganzes, das der Verfasser in dieser Gestalt schon seit vielen Jahren als Einleitung seiner Vorträge über Kristallographie vorausgeschickt"* hatte. Die nach der bisher üblichen Projektionsmethode *„erhaltenen Bilder hatten ein sehr fremdes und das Verständnis erschwerendes Ansehen, weil sie zu sehr in die Tiefe gezogen waren und daher einer ungewöhnlichen Stellung des aufrecht stehenden Beschauers vor dem abgebildeten Gegenstande entsprachen"*. Diesem Mangel der sogenannten isometrischen, alten Methode half die neue Weisbachsche ab.

Interessante Einblicke in die geistige Werkstatt Weisbachs in dieser Zeit vermitteln uns seine zahlreichen Briefe an den in Leipzig, Göttingen, Berlin und Heidelberg studierenden Sohn Albin[18].

Weisbachs markscheiderische Erfolge in Theorie und Praxis waren auch der Grund, daß man auf seine Mitarbeit bei der europäischen Gradmessung Wert legte. 1860 wurde ihm die Leitung der mit ihr in Zusammenhang stehenden Vermessung des Königreiches Sachsen übertragen. Hierbei behielt er sich insbesondere die hypsometrischen Arbeiten vor.

Sonst liegt über Weisbachs Schaffen in den 60er Jahren leider wenig Quellenmaterial vor. Einige noch erhaltene Briefe vom Juli 1869 an seine Familie weisen auf die zahlreichen Reisen hin, die er im Zusammenhange mit der Landesvermessung unternehmen mußte.

An den Vorbereitungen zu einer würdigen Ausgestaltung der 100-Jahr-Feier der Bergakademie im Jahre 1866 scheint Weisbach unmittelbar nicht beteiligt gewesen zu sein, im Festkomitee war er jedenfalls nicht vertreten. Die von Professor Reich besorgte Festschrift der Hochschule [3] bringt in ihrem zweiten Teil [4] eine 74 Seiten umfassende Arbeit aus Weisbachs Feder über *„Die Fortschritte des Bergmaschinenwesens in den letzten 100 Jahren"*. Daß in der eigentlichen Festschrift die Würdigung Weisbachs so knapp ausgefallen ist, wird durch ihren engbegrenzten Rahmen und durch die ausdrückliche Feststellung in ihr hinlänglich begründet, daß *„bei der Aufzählung der noch lebenden Personen deren Verdienste um die Bergakademie nicht hervorgehoben werden können, sondern nur kurz die Funktionen, die sie bekleiden, Erwähnung finden sollen, ohne auch auf ihre schriftstellerische Tätigkeit Rücksicht zu nehmen"*. Um so bedeutungsvoller erscheint daher der kurze Hinweis darauf, daß *„die Markscheidekunst durch Weisbach eine Ausbildung und Wichtigkeit erlangt"* habe, *„die den Fachgenossen hinlänglich bekannt sein dürfte"* [3; S. 46].

Aus den statistischen Angaben des Anhangs der Festschrift entnehmen wir den Bericht über Weisbachs akademische Lehrtätigkeit während des Jubeljahres 1866:

„Allgemeine Elementarmechanik . . . 4 Stunden wöchentlich
Elementare Bergmechanik . . . . . 3 Stunden wöchentlich
Bergmaschinenbaukunst I . . . . . 2 Stunden wöchentlich
Bergmaschinenbaukunst II . . . . . 4 Stunden wöchentlich
Allgemeine Markscheidekunst . . . . 2 Stunden wöchentlich"

Interessant und ein geradezu beredtes Beispiel für die Bedeutung Weisbachs für die zuletzt genannte Disziplin sind die Feststellungen seines Fachkollegen auf dem Gebiete der Markscheidekunst, JUNGE, aus dessen Ausführungen über deren Geschichte an der Akademie wir folgendes herausgreifen:

> *„Ganz besonders aber hat der damalige Lehrer der allgemeinen Markscheidekunst, Herr Bergrat Weisbach, dadurch zur Hebung der Markscheidekunst viel beigetragen, daß er die Fortschritte der Geodäsie und der praktischen Astronomie für die Markscheidekunst nutzbar zu machen suchte. Seine Bemühungen erhalten dadurch einen hohen Grad von Bedeutung, daß er nicht bloß selbst markscheiderische Vermessungen ausführte, sondern auch seinen Zuhörern Gelegenheit zur Ausführung von praktischen Übungsarbeiten gab und jetzt noch gibt.*
>
> *Die eklatanten Erfolge, welche Herr Weisbach erzielte, sowie die immer mehr zu Tage tretende Tatsache, daß bei den jetzigen Verhältnissen des Bergbaus das gewöhnliche Markscheiden mit der Kette, dem Gradbogen und dem Kompaß in vielen Fällen einen genügenden Grad von Genauigkeit nicht gewährt, bestimmten die obersten Bergbehörden Sachsens, dafür Sorge zu tragen, daß die Errungenschaften in der Markscheidekunst auch auf den Unterricht in der praktischen Markscheidekunst an der Bergakademie übertragen werden möchten, und mit dieser Aufgabe ist mir der zuletzt genannte Unterricht 1859 übertragen worden"* [3; S. 205].

Somit ging – wenigstens mittelbar – die Einführung der praktischen Markscheidekunst 1859 als ordentliches Lehrfach an der Akademie auch auf Weisbach zurück, während sie bis dahin von praktischen Markscheidern in deren Privatwohnungen nur nebenbei unterrichtet und behandelt worden war.

Im März 1869 erkrankte Professor Junge schwer; Weisbach übernahm provisorisch seine Vorlesungen über Mathematik, Teil I. Als Junge nun plötzlich starb, der zehn Jahre lang, wie gesagt, auch den Lehrstuhl für praktische Markscheidekunst innegehabt hatte, mußte die Frage der Nachfolgerschaft angesichts der besonderen Bedeutung dieses Faches für die Akademie rasch geklärt werden. Nach Lage der Dinge kam in erster Linie nur Weisbach in Frage. Er griff in das Hin und Her der Meinungen innerhalb des Lehrkörpers der Akademie und der Bergbehörden folgendermaßen ein [1; 31. Juli 1869, S. 80]:

> *„Obgleich ich seit 40 Jahren die Umgestaltung der Markscheidekunst und insbesondere die Einführung der Visierungsinstrumente beim Markscheiden als eine Aufgabe meines Lebens angesehen habe, so würde ich doch in Berücksichtigung meines Alters auf den Unterricht auch in der praktischen Markscheidekunst Verzicht leisten, wenn dafür eine andere Kraft*

Bild 5. Julius Weisbach mit Studenten bei Markscheideübungen über Tage.
Das Bild stellt die Anlagen der Himmelfahrt samt Abraham-Fundgrube vor Freiberg dar.
(Aus: E. Heuchler, Die Bergknappen in ihrem Berufs- und Familienleben, 1857, S. 30)
Original im Stadt- und Bergbaumuseum, Freiberg

Bild 6. Julius Weisbach mit Studenten bei Markscheideübungen unter Tage
(Aus: E. Heuchler, Die Bergknappen in ihrem Berufs- und Familienleben, 1857, S. 17)
Original im Stadt- und Bergbaumuseum, Freiberg

zu erlangen wäre, die hinreichende Kenntnisse und mehrjährige Erfahrung besitzt ... Dagegen aber muß ich der auf vollständiger Unkenntnis der Sache beruhenden Ansicht auf das bestimmteste entgegentreten, daß ich nicht den höheren Standpunkt in der Markscheidekunst einnähme ... Ich habe die Genugtuung, daß meine Methoden, Instrumente und Apparate der Markscheidekunst ... überall angewandt und als vorzüglich angesehen werden".[19]

Weisbach schlug nun aus Rücksicht auf sein Alter und seine sonstige große Beanspruchung für den Unterricht in der praktischen Markscheidekunst sowie für das Praktikum in der Grube, über Tage und im Markscheidesaale seinen Schwiegersohn CHOULANT vor mit dem Hinweis darauf, daß dieser in der Praxis bereits außergewöhnliche Erfolge gehabt habe

„dergestalt, daß beispielsweise mit dem Johannisschacht das Niederwürschnitz-Kirchberger Kohlenflöz ... fast genau in der von Choulant angegebenen Tiefe erreicht worden ist, und zum anderen, daß dieser besonders gut mit den Studenten umzugehen versteht" [1; 31. Juli 1869, S. 80].

Nun wandten sich aber mehrere Dozenten der Akademie in einer schriftlichen Eingabe an das Oberbergamt gegen die Übertragung dieses Lehrstuhls an Choulant mit der Begründung, daß dieser als Beamter mehrerer privater Gruben viel zu sehr beschäftigt und ja auch nicht Angehöriger der Akademie sei. Es sei vielmehr bei der Auffassung dieses Lehramts als einer Art Nebenfunktion sein Absinken zu befürchten [1; S. 74].

Hier griff nun Weisbach mit einer sehr temperamentvollen Entgegnung ein [1; S. 80 ff.] mit dem Erfolge, daß er beide Lehraufträge, den der allgemeinen – den er schon seit 1835 innehatte – und den der praktischen Markscheidekunst, erhielt und Choulant als sein Assistent eingesetzt wurde. Damit erreichte Weisbach übrigens auch sein höchstes Gehalt als Staatsbeamter, nämlich 1600 Taler.

So hat sich Weisbach im Dienste der Akademie und des sächsischen Bergbaus im wahrsten Sinne des Wortes verzehrt und aufgerieben. Nur 18 Monate nach diesem letzten Kampfe für seine Idee und sein Werk und damit auch für die Belange der Bergakademie versagte ihm der Körper seinen Dienst. *„Mitten unter den freudigen Erwartungen des baldigen Friedensschlusses nach dem blutigen, aber für Deutschland siegreichen Kriege verschied er überraschend für alle nach kurzem Krankenlager an einem Schlaganfalle."*[20] Am 24. Februar 1871 wurde seinem arbeitsreichen Leben ein Ziel gesetzt. *„In heiliger Abendstille, beim feierlichen Geläut aller Glocken Freibergs und bei dem Glanze der Fackeln"* [7; S. 14] fand seine Beisetzung auf dem Donatsfriedhof in Freiberg statt.

„In ihm ging ein Stern erster Größe am wissenschaftlichen Himmel Deutschlands unter, ein Stern, dessen Erscheinen epochemachend gewesen ist für die Ingenieur- und Maschinenmechanik, in ihm wurde ein Mann zur Ruhe getragen, dessen ganzes Leben restlos arbeitsam war, dessen genialer und zugleich praktischer Geist die Wissenschaft mit den reichsten Schätzen beschenkt und doch noch vieles längst Vorbereitete unvollendet zurückgelassen hat; in ihm ist eine Autorität erloschen, die nirgends bezweifelt und angegriffen worden ist, ein Lehrermund hat sich geschlossen, der mit un-

widerstehlichem Zauber für sein Fach zu begeistern und selbst das Schwerstverständliche deutlich zu machen wußte" [17].

Dieser Nachruf des „Civilingenieurs" möge überleiten zu dem Gesamtverzeichnis der Schriften Julius Weisbachs. Sie gehören zweifellos in sein „Lebensbild", während die eingehende Betrachtung und Würdigung des Mathematikers, Mechanikers, Hydraulikers, Markscheiders und Ingenieurs Weisbach den folgenden besonderen Beiträgen vorbehalten ist.

Aber gerade auf den Laien verfehlen die Worte Weisbachs, die wir als richtungweisende Leitgedanken über sein literarisches Gesamtwerk, ja, über sein gesamtes Schaffen stellen möchten, ihre tiefe Wirkung nicht. Es sind Worte, die den Gelehrten, den Forscher und den Menschen Weisbach am besten kennzeichnen und seine Mission als Forscher und Wissenschaftler, wie er sie auffaßte, sowie sein schriftstellerisches Gewissen am schönsten ins rechte Licht zu rücken imstande sind:

„Ich gehöre in der Wissenschaft zu den Männern des gemessenen und sicheren Fortschrittes. Ich bringe deshalb nicht alles zu Tage, was ich erst seit kurzem als gut und richtig befunden habe. Jahre-, ja, jahrzehntelang trage ich Ideen mit mir herum, bevor ich sie zur Ausführung oder zur Kenntnis des Publikums bringe. Dabei habe ich zwar den Nachteil, daß mir nicht selten jemand in Angabe einer Novität zuvorkommt, erspare mir und anderen aber auch den Verdruß zu erfahren, daß diese oder jene Erfindung oder Angabe den mehrjährigen Läuterungsprozeß in der Praxis nicht bewährt hat" [1; 31. Juli 1869, S. 80].

Indem er sich gegen die Kreise in der deutschen Gelehrtenwelt wandte, die ihm seine bewußte Anpassung an die Bedürfnisse der Praxis so sehr verdachten, sagte er:

„Das ... ist für ein praktisches Publikum geschrieben und würde sicher nicht den Beifall gefunden haben, wenn ich ihm, was mir allerdings viel leichter gefallen wäre, ein großes wissenschaftliches Gewand gegeben hätte. Von einem anderen Standpunkt aus läßt sich allerdings das vorliegende Buch leicht, jedenfalls aber auch ebenso ungerecht tadeln. Wer sich nur etwas in der Praxis umgesehen hat, wird wahrgenommen haben, wie wenig dieselbe noch Gebrauch macht von der Theorie und wie nicht selten die Theorie von den Praktikern hinten angesetzt wird und im Mißkredit steht. Daran hat gewiß die sogenannte gelehrte Unterrichtsmethode, welche es als ein Verbrechen ansieht, die Wissenschaft ihrer Anwendung wegen zu studieren, ihren größten Anteil!" [13; Vorwort].

GESAMTVERZEICHNIS DER WEISBACHSCHEN SCHRIFTEN
(In Anlehnung an RÜHLMANN [8])

Buchveröffentlichungen

1. Leitfaden zum Unterricht in der niederen Mathematik, Leipzig 1835
2. Handbuch der Bergmaschinenmechanik, 2 Bände, Leipzig 1835–1836
3. Tafeln der vielfachen Sinus und Cosinus, Leipzig 1842
   Desgl., 2. Auflage, Berlin 1864
4. Untersuchungen in dem Gebiete der Mechanik und Hydraulik, auf eigene Beobachtungen und Versuche gegründet, Leipzig
   1. Abteilung: Versuche über den Ausfluß des Wassers durch Schieber, Hähne, Klappen und Ventile 1842
   2. Abteilung: Versuche über die unvollkommene Kontraktion des Wassers beim Ausfluß desselben aus Röhren und Gefäßen 1843
5. Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik, 3 Bände, Braunschweig 1845–1863
   (Vgl. besondere Aufstellung auf S. 43)
6. Der Ingenieur, Sammlung von Tafeln, Formeln und Regeln der Arithmetik, Geometrie und Mechanik
   1. Auflage, Braunschweig, 1 Band 1848
   2. Auflage, Braunschweig, 1 Band 1850
   3. Auflage, Braunschweig, 3 Bände 1860–1863
   4. Auflage, Braunschweig, 1 Band 1866
   5. Auflage, Braunschweig, 1 Band 1869
   6. Auflage, unter Mitwirkung von F. Reuleaux, herausgegeben von G. Querfurth, Braunschweig, 1 Band 1874–1877
7. Die ersten Grundlehren der höheren Analysis oder die Differential- und Integralrechnung, Braunschweig 1849
   Dasselbe, Ausgabe 1860
8. Die neue Markscheidekunst und ihre Anwendung auf die Anlage des Rothschönberger Stollens, Braunschweig, 1. Band 1851
   2. Band 1859
9. Versuche über die Leistung eines einfachen Reaktionsrades an einem größeren Modell, Freiberg 1851
10. Die Experimental-Hydraulik, Freiberg 1855
11. Anleitung zum axonometrischen Zeichnen, Freiberg 1857
12. Abhandlung über die mit der europäischen Gradmessung verbundenen nivellitischen Höhenbestimmungen im Königreich Sachsen, Freiberg 1870
13. Abriß der Markscheidekunst, herausgegeben von Oscar Choulant, Freiberg 1873
14. Vorträge über mathematische Geographie (als Anhang zum Abriß der Markscheidekunst), Freiberg 1878

Von Weisbach neu herausgegeben wurde:

15. Hecht, Erste Gründe der mechanischen Wissenschaften, Freiberg (1. Auflage 1819) 1843

Zeitschriftenaufsätze

Zeitschrift für Physik und Mathematik, Wien

16. Beurteilung der Fehler, welche man bei Messung der Kristallwinkel mittels des Reflexionsgoniometers von Wollastone begeht 1831

Polytechnisches Centralblatt

17. Über die Gestalt der Kurve, nach welcher die Schaufeln der Kreiselräder konstruiert werden müssen 1839
18. Das Wassersäulenrad
19. Über den hydrometrischen Flügel
20. Neue Entwicklung der Widerstandskoeffizienten für die Theorie der Bewegung des Wassers in Röhrenleitungen } 1840
21. Einige Zusätze zur Theorie der Reibung
22. Über das Gurtdynamometer 1841
23. Über die Theorie des Krummzapfens 1843
24. Versuche über den Widerstand des Wassers bei dem Ein- und Austritt in und aus dem Treibe- und Steuerzylinder einer Wassersäulenmaschine 1851
25. Theorie des Tragvermögens gespannter Balken 1852

Karstens' „Archiv für Bergbau und Hüttenwesen"

26. Methode zur Ausmittelung des Hauptstreichens und Hauptfallens von Lagerstätten 1840

Annalen der Physik und Chemie, Band L, 1

27. Neue Ausmittelung der Ausflußkoeffizienten für den Ausfluß der atmosphärischen Luft aus Gefäßen 1840

Hülsses Allgemeine Maschinen-Encyklopädie

28. Abänderung der Bewegung
29. Äquidistante Kurven
30. Aufschlagwasser
31. Ausfluß } 1841
32. Beobachtung
33. Bewegung des Wassers

Volz' und Karmarschs Polytechnische Mitteilungen

34. Zur Theorie des Zapfendrucks und der Zapfenreibung
35. Die monodimetrische und anisometrische Projektionsmethode } 1844
36. Über das Wassersaugen des Holzes 1845
37. Über die Zahnreibung bei konischen Räderwerken 1846

Berg- und hüttenmännische Zeitung, 19. Jg.

38. Eine neue und höchst einfache Näherungsformel zur Berechnung der einem gegebenen Manometerstande entsprechenden Windmenge eines Gebläses 1860

Die Fortschritte der berg- und hüttenmännischen Wissenschaften in den letzten hundert Jahren als zweiter Teil der Festschrift zum hundertjährigen Jubiläum der Kgl. Sächsischen Bergakademie Freiberg

39. Die Fortschritte des Bergmaschinenwesens in den letzten 100 Jahren 1867

Zeitschrift des kgl. sächs. statistischen Bureaus

40. Die mit der mitteleuropäischen Gradmessung verbundenen nivellitischen Höhenbestimmungen im Kgr. Sachsen 1870

Zeitschrift „Der Ingenieur" (Vorläufer des „Civilingenieurs")

41. Versuche über die Steifigkeit der eisernen Treibeseile
42. Die Theorie der zusammengesetzten Festigkeit
43. Versuche über den Ausfluß des Wassers unter sehr hohem Drucke, angestellt an der Einfallröhre einer Wassersäulenmaschine } 1848
44. Beschreibung einiger vervollkommneter Vermessungsinstrumente
45. Versuche über die partielle und unvollkommene Kontraktion der Wasserstrahlen im Großen } 1850

Zeitschrift „Civilingenieur" (Neue Folge)

46. Beschreibung zweier neuer Theodoliten zum Gebrauch im Ingenieur-, Berg- und Forstwesen
47. Die räumliche Aufnahme-Cubierung von Bergen und Halden
48. Der hydrometrische Becher } 1854
49. Mechanik des Dampfwagens
50. Beschreibung eines Gruben- und Kompaß-Theodoliten
51. Theorie der axonometrischen Projektionsmethode } 1856
52. Untersuchung über den Eintritt des Wassers in die Zellen vertikaler Wasserräder
53. Über Amslers Planimeter } 1858
54. Theorie des Auf- und Zumachens der Türen
55. Neue Bestimmung des Verhaltens der spezifischen Wärme der Luft bei konstantem Druck zur spezifischen Wärme bei konstantem Volumen sowie des mechanischen Aequivalentes der Wärme
56. Neue Versuche über den Ausfluß des Wassers unter sehr hohem Drucke } 1859
57. Vergleichende Versuche über den Stoß isolierter Luft- und Wasserstrahlen 1861–1862
58. Bestimmung der magnetischen Deklination mittels eines Magnet-Theodoliten
59. Versuche über den Ausfluß des Wassers unter hohem Drucke
60. Versuche bei Vorträgen über Elastizität und Festigkeit } 1863

61.	Die verschiedenen Methoden der Versuche über den Ausfluß des Wassers unter konstantem Drucke	1864
62.	Versuche über den Ausfluß des Wassers unter sehr kleinem Drucke	
63.	Die zusammengesetzten Ausflußverhältnisse, theoretisch entwikkelt und durch Versuche erläutert	1865
64.	Die Biegung eines in 2 Punkten unterstützten homogenen prismatischen Maßstabes sowie die durch dieselbe hervorgebrachte Verkürzung seines Längenmaßes	1866
65.	Versuche über die Ausströmung der Luft unter hohem Drucke durch Mundstück und Röhren	
66.	Hydrometrische Versuche über die Bernoullische und Bordasche Formel, über einen neuen Wassermesser, über konische Röhren und über springende Wasserstrahlen	1867
67.	Vergleichende hydrometrische Messungen mittels eines hydrometrischen Flügelrades, einer größeren rektangulären Ausflußmündung und eines größeren Überfalls	
68.	Versuche bei Vorträgen über Mechanik	1868
69.	Das Quecksilber-Differential-Piezometer und seine Anwendung zur Bestimmung der Wasserdrucke in einer Rohrleitung	1869
70.	Das Wasser-Piezometer mit Mikrometer sowie eine Anwendung zur Bestimmung des Luftdrucks in einer Gasleitung	
71.	Ergänzung der Abhandlung über die verschiedenen Methoden der Ausflußversuche unter konstantem Druck	
72.	Nivellitische Höhenbestimmungen im Kgr. Sachsen	1870
73.	Bestimmung der Mittellage einer Ebene aus mehr als drei gegebenen Punkten und ihre Anwendung bei Ermittelung des Hauptstreichens und Fallens von Lagerstätten des Mineralreichs	

Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, Band 5

74.	Steighöhe springender Wasserstrahlen bei verschiedenen Mundstücken	1861

Von der unter Nr. 5 angegebenen Buchveröffentlichung wird nebenstehend ein Überblick über die verschiedenen Auflagen gegeben.

Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik
ohne Anwendung des höheren Calculs (Vieweg u. Sohn, Braunschweig)

	Band I	Band II	Band III
1. Auflage	Theoretische Mechanik 1845	Praktische Mechanik 1846	
2. Auflage	Theoretische Mechanik 1850	Statik der Bauwerke u. Mechanik d. Umtriebsmasch. 1851	
3. Auflage	Theoretische Mechanik 1855	Statik der Bauwerke u. Mechanik d. Umtriebsmasch. 1857	
4. Auflage	Theoretische Mechanik 1863 bestehend aus: 1. Hälfte 1863 1. Abt.: Hilfslehren, Bewegungslehre, Statik fest. Körper. 2. Abt.: Elastizitäts- und Festigkeitslehre 2. Hälfte 1863 3. Abt.: Dynamik der festen Körper. Statik d.flüss.Körp. Dynamik d. flüss. Körper. Schwingungen	Statik der Bauwerke u. Mechanik d. Umtriebsmasch. 1865	1. Auflage Mechanik der Zwischen- u. Arbeitsmaschinen. 1. Abt.: Zwischenmaschinen 1860 2. Abt.: Arbeitsmaschinen 1860
5. Auflage herausgegeben von G. Herrmann	Theoretische Mechanik 1875	1. Abt.: Statik der Bauwerke 1882 2. Abt.: Mechanik der Umtriebsmaschinen 1887	2. Auflage 1. Abt.: Zwischenmaschinen 1876 2. Abt.: Maschinen z. Ortsveränderung 1880 3. Abt.: 1. Hälfte 1896 Masch. zur Formveränderung 2. Hälfte 1901 Masch. zur Formveränderung

Bemerkung:
„Umtriebsmaschinen" – Kraftmaschinen
„Zwischenmaschinen" – etwa: Maschinenelemente

Eine Biographie Weisbachs würde Stückwerk bleiben, wenn sie nicht auch eine ausführliche Schilderung seines Menschentums enthielte.

So wie Weisbach den außerordentlich großen Kreis seiner Pflichten mit peinlicher Exaktheit ausfüllte, so stellte er sich auch mit seiner ganzen Persönlichkeit hinein in den kleinen Kreis seiner Familie. In ihr holte er sich die Kraft zur Bewältigung seiner immer mehr wachsenden Aufgaben.

„Frohbewegt" nennt sein Schüler und Freund Hülsse Weisbachs Familienleben in einem seiner Briefe, die wie alle die zahlreichen im Wohlfarthschen Familienarchiv bewahrten Briefe eine wahre Fundgrube für Daten und Tatsachen aus dem Privatleben Weisbachs sind. Ihn froh zu machen, gab ihm ja seine Familie auch immer wieder Gelegenheit. Die drei Kinder gediehen aufs beste. Mit der ihm eigenen Gewissenhaftigkeit überwachte Weisbach vor allem die geistige Entwicklung seines Sohnes Albin, von dem er erwartete, daß auch er sich einmal dem Lehrberuf zuwenden würde.

So schreibt er an seine Frau aus Paris 1851:

> *„In dieser Woche ist nun das bergmännische Examen. Hoffentlich hat Albin seine Schuldigkeit getan. Er mag nächstens zu Herrn Heinz*[21] *gehen und ihn bitten, daß er ihm wöchentlich ein paar Stunden im Linearzeichnen gibt. Im übrigen kann er sich in den Ferien mit Differential- und Integralrechnen beschäftigen."*

Nach Leipzig schreibt er dem Studiosus Weisbach:

> *„Nimm Deine Zeit zusammen und philistre so viel wie möglich! Halte Dich vor allem von Verbindungen frei! Suche Dich soviel wie möglich an Deine Herren Professoren und Dozenten anzuschließen! Erkundige Dich nach einer Gelegenheit, Englisch zu lernen!"*[22]

und am 24. Januar 1854:

> *„Bei Deinem Wohnungswechsel gebe ich Dir zu bedenken, daß in einem Hause mit viel Studenten leicht auch viele Ablenkungen vorkommen. Ich habe es in Göttingen wenigstens immer so gehalten, daß ich den Umgang mit den Studenten im Hause gemieden habe. Ein junger Mann, der sich dem Gelehrtenfach widmet, hat aber mehr als jeder andere seine Zeit zusammenzunehmen"*

und am 2. Dezember 1854 nach Berlin:

> *„Das Selbstexperimentieren ist das beste Studium. Deshalb wünsche ich sehr, daß Du bei Professor Magnus in den nächsten Semestern im physikalischen Laboratorium fleißig mitarbeitest. Ich wünsche sehr, daß Du Professor Weiß regelmäßig fortbesuchst, wenn Du auch nicht soviel bei ihm lernst, wie Du erwartet hast.*[23]

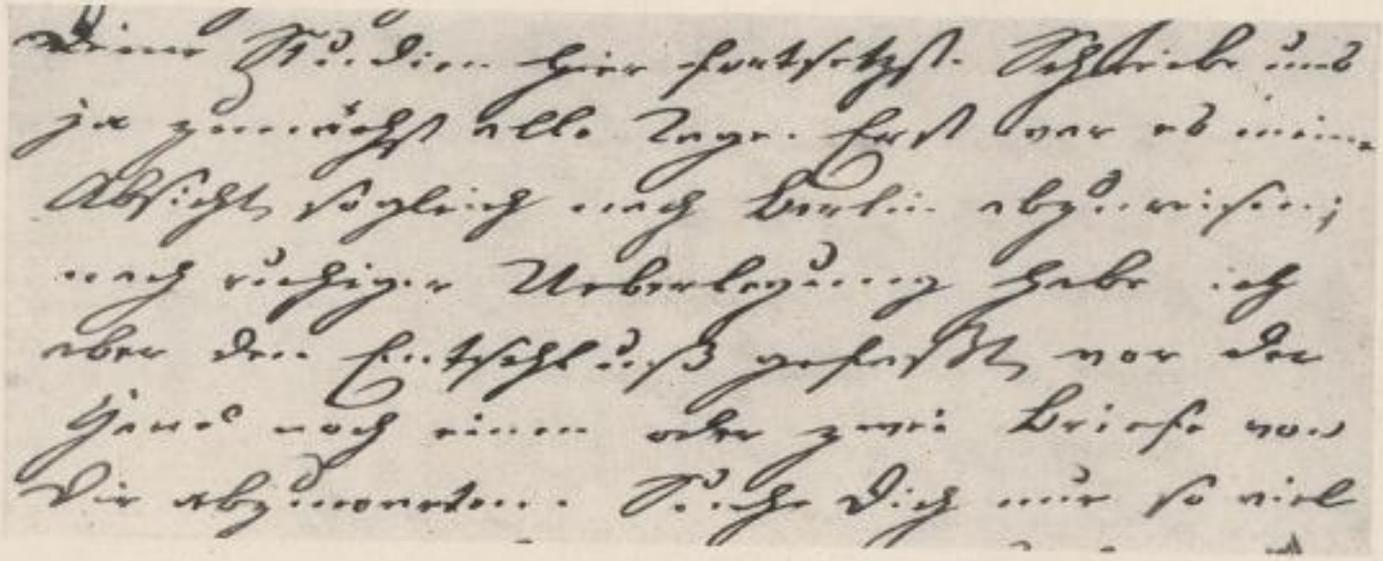


Bild 7. Faksimile der Handschrift Weisbachs
(aus einem Brief Julius Weisbachs vom 27. April 1855 an seinen Sohn Albin)
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

Breithaupt läßt Dir sagen, daß er Dich bei Deinem nächsten Hiersein während der Ferien sehr nützlich in der Mineralogie beschäftigen könne. Aber auch ich gedenke, Dir eine kleine Arbeit zu geben."[24]

Der Briefwechsel zwischen Vater und Sohn hat häufig geradezu den Charakter einer gelehrten Abhandlung, weshalb Albin Weisbach vielfach von dem kurzen familiären Teil seiner Briefe zu dem umfangreicheren wissenschaftlich-fachlichen überleitet mit den Worten: „*Nun kommt nur etwas für Vater!*" Dieser versichert dem Sohne immer wieder, wie sehr er über seine Fortschritte und die Reichhaltigkeit seines Studienplanes erfreut sei, was ihn aber nicht hindert, ihn gelegentlich auch wieder zu ermahnen: „*Benutze Deine kostbare Zeit ja recht sehr und stehe wie ich alle Morgen um 5 Uhr auf!*"[25]

Weisbach hatte dann die Freude, daß sein Sohn in Heidelberg mit einer kristallographischen Arbeit aufs rühmlichste promovierte, und die Genugtuung, daß dieser tatsächlich die Dozentenlaufbahn beschritt. Nachdem Albin Weisbach 1857 als Dozent die Leitung der mineralogischen Übungen an der Akademie und 1858 die der Physik übernommen hatte, wurde er 1863 Professor und nahm dem überbürdeten Vater an der Akademie 1866 die Vorlesungen über Mineralogie ab. Diese und Kristallographie hat er bis 1900 gelehrt und ist 1901 als Geheimer Bergrat gestorben. Wie seinen Vater beseelte auch ihn „*die ansteckende Liebe zur Sache und machte ihn wie jenen zu einem so wirksamen und beliebten Lehrer*" [5; S. 25].

Die Töchter brachten Weisbach tüchtige Schwiegersöhne ins Haus, die beide, wie nahezu auch alle deren Söhne und Töchtermänner, Berg- oder Hüttenmänner in führenden Stellungen wurden. Hierbei sei auf den sehr aufschlußreichen Stammbaum verwiesen, der als Tafel am Schluß des Heftes beigefügt ist.

In diesem nun immer mehr wachsenden Kreis war Weisbach „*ein sehr gemütliches Familienoberhaupt*"[13], weshalb auch die späteren Enkel und Enkelinnen immer gern Einkehr bei ihm hielten, denn Weisbach war auch ein heiterer Mensch, der gern einmal einen Witz hörte und machte. Seine Überzeugung war, daß „*eine jede nicht für das Wahre, Gute oder Schöne ausgewertete Stunde eine für das Leben verlorene bedeutete*" [7; S. 14]. Er begann daher mit wenig Ausnahmen sein Tagewerk früh 5 Uhr. In den zeitigen Morgenstunden pflegte er in seinem gemütlichen Heim in der Annaberger Straße in seinem Schlafrock einherzuwandeln, in dessen Taschen er die zahlreichen Briefe versenkte, die er erhielt. Dann und wann wurde von ihm Auslese gehalten, wobei die weiteren Aufschub vertragenden Briefschaften von der rechten in die linke Schlafrocktasche wanderten. Dann kam der Dienst mit seinen mannigfaltigen Verpflichtungen, bei denen er sich in keiner Weise schonte, sei es in der Bergakademie, bei seinen hydraulischen Versuchen auf dem „Isaak" oder in Halsbrücke oder beim Befahren des Rothschönberger Stollens. In den Abendstunden wurde hin und wieder ein Whistspiel mit Professor Breithaupts, Bergamtsrat Küfers und Oberkunstmeister Schwamkrugs veranstaltet. Sonntags ging es dann mit den Genannten oder mit Bergmeister Fischers und Thierbachs[26] hinaus in das Schlackenbad bei Halsbrücke, nach Fernesiechen oder nach den Schächten „Isaak" und „Kurprinz".

Daß Weisbach auch bei heiterer Musik und beim Tanz Erholung suchte und fand, bestätigen seine Briefe aus London und Paris oder solche von Albin Weisbach und Zeuner.[27]

Vor dem Einschlafen aber gönnte er sich häufig noch den Genuß schöner Literatur, wobei er infolge seiner seit seiner Jünglingszeit fleißig geübten Beschäftigung mit fremden Sprachen imstande war, mühelos englische und französische wie auch griechische und lateinische Schriftsteller im Urtext zu lesen. So zitiert Weisbach in der Abhandlung *„Hydrometrische Versuche über die Anwendung der Formeln von Daniel Bernoulli etc.“* [16; S. 1–26] aus der „Hydrodynamica“ (1738) von Johann BERNOULLI den lateinischen Text: „paragraphum quartum quo dicitur ... effluentis ad velocitates“ auf Seite 18, ohne eine Übersetzung davon zu geben; er setzt also auch bei seinen Lesern dieselbe Sprachbeherrschung voraus. Auch antike Kunst hat ihn in diesen spätabendlichen Mußestunden sehr ergötzt und ihm die so notwendige Erholung gespendet.

Durch seine unbedingte Pflichtauffassung und Pflichttreue, durch seine Strenge gegen sich selbst und andere, durch seine Geradheit und Offenheit, aber auch durch seine Herzensgüte und Heiterkeit war Weisbach der gegebene Lehrer und wurde deshalb von seinen Schülern in außergewöhnlicher Weise verehrt und aufrichtig geliebt. Den Stoff seiner Vorlesungen beherrschte er vollkommen. Da er an der Akademie eine ganze Reihe von Disziplinen vertrat – jahrelang lehrte er nebeneinander Mechanik, Bergmaschinenlehre, Markscheidekunst, Mineralogie, Physik –, so war das schon eine unerhörte geistige Leistung. Er trug ungemein lebhaft, mit großem Eifer, klar und leicht verständlich, und zwar ohne jede Vorbereitung vor, sich dabei oft selbst vergessend. Vielfach zeichnete er an der Tafel mit der rechten Hand, während er mit der linken gleichzeitig schrieb. Dabei war sein Vortrag bei aller Schnelligkeit so deutlich, daß man ihn außerhalb des Auditoriums bequem verstehen konnte. Einer seiner Schüler schildert eine Szene, die besonders deutlich die Begeisterung zeigt, die er für die Sache empfand und mit der er seine Schüler geradezu ansteckte:

> *„Ganz eigenartig in seinem Vortrag war Julius Weisbach. Beschreiben die er an der Wandtafel entwickelte, nahm er allmählich den Schwamm unter den einen Arm, das Lineal unter den anderen und begann nun, mit beiden Händen zu schreiben. Plötzlich nahm er das Blatt, von dem er eine Figur abzeichnete, in den Mund und beendete in dieser Stellung eine der schönsten Darlegungen, die wir je von ihm gehört hatten. Nicht ein Student lächelte, und erst hinterher kam uns das Drollige der Situation zum Bewußtsein“.*[13]

Ein anderer schreibt:

> *„Ganz eigenartig in seinem Vortrag war Julius Weisbach. Beschreiben läßt sich das nicht. Wohl aber ließ es sich nachmachen, und wir hatten große Übung darin. Fast in jeden Satz flocht er das Wort „natürlich“ ein. Er war wohl der beliebteste unter den Professoren. Er konnte sich's erlauben, mit den Studenten auf den Ausflügen zur Ausführung von Übungsarbeiten und von wissenschaftlichen Versuchen wie ein älterer Bruder zu verkehren, ohne*

sich in ihrer Achtung herabzusetzen. In den Ferien führte er im Münzbachtale an einer sehr einsamen Stelle Versuche über den Ausfluß von Wasser unter hohem Drucke aus. An warmen Tagen ward in der Münzbach gebadet. Ein älterer Gehilfe, der sich wie wir alle etwas erlauben durfte, meinte, als er den dicken Weisbach – nur mit dem vorn als Feigenblatt vorgebundenen Arschleder bekleidet – sah: ‚So ein Schweinchen möchte ich zu Weihnachten haben', was Weisbach ganz besonderen Spaß machte." [28]

Hierher gehört auch die Mitteilung von GOLDSCHMIDT [5; S. 16]:

"... bewundert, verehrt und geliebt von seinen Schülern, die von dem originellen Manne, von der sonderbaren Art seines packenden Vortrags, von seinem Leben und Verkehr mit den Studenten, auch von seinem Hund nicht genug Geschichten zu erzählen wußten".

Und ZEUNER, von dem als einem der namhaftesten Schüler Weisbachs noch zu reden sein wird, erzählt in seinen „Lebenserinnerungen":

„Am 30. Juni 1850 gab Weisbach seinen Mitarbeitern ein Fest: ‚Triangulationsfest mit Ball' in Kummers Restaurant auf den Halsbrückner Hütten, wo es außerordentlich vergnügt herging. Weisbach verteilte da an einzelne Orden (aus Papier); ich erhielt den Triangulationsorden und war auf denselben kaum weniger stolz als auf die wirklichen Orden, die mir später zufielen."

„... Mit Weisbach besuchte ich Theater (in Paris). In dem einen konnten wir vom oberen Rang aus gar nichts sehen; ich kletterte daher auf Weisbachs Rücken, um nur einen Blick auf die Bühne zu werfen, und darauf verließen wir das Theater."

Im allgemeinen war er im Umgang mit seinen Schülern kurz angebunden, trotzdem hatten seine Studenten immer das Gefühl, daß das Interesse, das er an ihnen nahm, weit über das des Lehrers allein hinausging. Sie wußten, daß Weisbach ihnen auch, wenn es galt, väterlicher Freund und Berater war. Besonders anschaulich macht dies der noch vorhandene Briefwechsel Weisbachs mit dem ehemaligen Freiberger Studenten K. und dessen Vater. Dieser schreibt an Weisbach aus München:

„Ich bin Ihnen so sehr verbunden, daß Sie meinem Sohn eine so liebevolle Teilnahme beweisen und ihn hierdurch auf die Bahn der Ordnung und zu einem ernstlichen Studium zurückzuführen bemüht sind ... Sie wissen selbst am besten, daß mein Sohn früher ein ordnungswidriges Leben führte und mir sehr große Opfer hierdurch verursachte. Ich bitte Sie daher herzlich, daß Sie den großen Einfluß, den Sie auf ihn haben, gütigst anwenden wollen, daß er nunmehr den Weg der Ordnung nicht mehr verlasse." [29]

Auf diesen Einfluß h a t sich Weisbach verlassen und dem K. in der Überzeugung, daß dieser das Zeug dazu hatte, eine Dozentenstelle in Clausthal verschafft. Der Vater K. bringt in einem geradezu erschütternden Brief seinen Dank zum Ausdruck:

„Mit Worten kann ich nicht genug dafür danken, was ich Ihnen für die meinem Sohn bewiesene Güte und Vorsorge schuldig bin. Sie allein haben

mich von der Sorge um das fernere Geschick dieses bisher so sehr leichtsinnigen Sohnes beinahe gänzlich befreit. Ich habe ihm ernstliche Ermahnungen erteilt, daß er nun als Lehrer Ihnen alle Ehre machen solle. Ich bitte Sie, ihm noch eindringlichere Vorstellungen in diesem Sinne zu machen, denn ich bin überzeugt, daß Ihr Wort und Ihr Rat mehr auf ihn vermögen als die väterliche Warnung, denn er ist, wie ich weiß, Ihnen von ganzer Seele ergeben und dankbar. Das Bewußtsein Ihrer Menschenfreundlichkeit, mit der Sie einen jungen Mann vom Verderben errettet haben, möge Ihr schönster Lohn sein!" [30]

Als dann der junge K. den Vater unter Berufung auf das in Aussicht stehende Honorar aus einer mit Weisbach gemeinsam herauszugebenden mechanischen Aufgabensammlung um letztmalige Bezahlung von Schulden bittet, da muß Weisbach wieder eingreifen, den verständlicherweise aufs neue mißtrauisch gewordenen Vater beruhigen und den Leichtfuß in Clausthal *„aufs ernstlichste verwarnen und mit Entziehung seiner Protektion drohen"*.[31] Der väterliche Angstschrei ist bei Weisbach zweifellos nicht erst einmal in die r e c h t e Schlafrocktasche gelangt, sondern sozusagen Schlag auf Schlag kommen und gehen die Briefe. Durch Weisbachs kluges und gewissenhaftes Eintreten wird auch diese Angelegenheit aufs beste geordnet. Als er dann die Gewißheit hat, daß sie endlich bereinigt ist, der junge K. aber in Clausthal unter Gerüchten zu leiden hat, die sich auf seine wilde Freiberger Zeit beziehen und geeignet sind, ihm dienstliche Schwierigkeiten zu bereiten, da greift Weisbach wiederum sofort ein, um durch ein wohlüberlegtes, überzeugendes Empfehlungsschreiben an die vorgesetzte Stelle dem K. beizustehen. So kann ihm denn auch der junge Dozent sehr bald mit seinem Danke in aller Ruhe von dem Fortgange seiner anteiligen Arbeit am gemeinsamen Werk berichten und ihm gleichzeitig eine interessante Gegenüberstellung der akademischen Verhältnisse von Clausthal und Freiberg bringen, aus der wir zwischen den Zeilen viel Rühmliches und Schönes für Weisbach herauslesen können.[32]

Unter den S c h ü l e r n Weisbachs, die später in der wissenschaftlichen Welt zu besonderer Bedeutung gelangten, ist in erster Linie GUSTAV ZEUNER zu nennen. *„Sein Entschluß, die Freiberger Akademie zu beziehen, entsprang fast ausschließlich dem Umstande, daß damals in technischen Kreisen die Werke Julius Weisbachs größtes und wohlverdientes Aufsehen erregten"* [14; S. 2049]. Gleich als junger Student ist Zeuner zu Weisbach in sehr nahe Beziehungen getreten. Er wurde sehr bald von Weisbach bewogen, die akademische Laufbahn zu wählen. Er hatte dann erheblichen Anteil an den Weisbachschen hydraulischen Versuchen und war verantwortlicher Redakteur des „Civilingenieurs".

„Weisbach behandelte mich bald wie einen Sohn seines Hauses ... Ich suchte nun aber auch, mich Weisbach so nützlich wie möglich zu machen. Im Anfang habe ich viel für ihn gezeichnet; eine Menge Originale für die Holzschnitte im 2. Band seiner „Ingenieur- und Maschinenmechanik" rühren von mir her, besonders die komplizierten, monodiametrisch gezeich-

neten Maschinen. Ich las für ihn Korrekturbogen, war bei seinen hydraulischen Versuchen und bei den trigonometrischen Arbeiten am Rothschönberger Stollen an seiner Seite und ebenso bei seiner Meridianbestimmung".[33]

So erzählt Zeuner in „Aus meinem Leben" vom Jahre 1848, und über das Jahr 1850 berichtet er:

„Viel arbeitete ich wieder für Weisbach und war wieder stark mit bei der Triangulation des Rothschönberger Stollens beschäftigt, habe auch im Anfang des Jahres bei der Abfassung von Weisbachs Buch ‚Die neue Markscheidekunst' denselben stark unterstützt. Die kolorierten Situationspläne von den acht Lichtlöchern des Stollens sind, wie Weisbach in der Vorrede auch sagt, z. T. von Oswald Heinrich, z. T. von mir gezeichnet."[33]

Nachdem Weisbach 1854 den an ihn ergangenen Ruf an das neugegründete eidgenössische Polytechnikum abgelehnt hatte, wurde an seiner Stelle Zeuner als Professor für technische Mechanik und theoretische Maschinenlehre berufen. Er wurde dort 1859 Direktorstellvertreter und 1865 Direktor. Aus seiner Züricher Zeit liegen heute noch wertvolle und aufschlußreiche Briefe an Weisbach vor, aus denen viel menschlich Hocherfreuliches für diesen herauszufinden ist.[34]

In diese Reihe gehört auch MORITZ RÜHLMANN. Dieser hat zwar nicht an der Bergakademie studiert, war aber 1835 Hilfslehrer der Mathematik an der Technischen Bildungsanstalt in Dresden, wurde 1836 ordentlicher Lehrer der angewandten Mathematik an der Gewerbeschule in Chemnitz und mag zu dieser Zeit besonders unter Weisbachs Einfluß gestanden haben. 1840 ging er nach Hannover. Hier gab er, Geheimer Regierungsrat und Professor, 1885 die „Vorträge über die Geschichte der technischen Mechanik" heraus. Darin bezeichnet es Rühlmann *„als ein Glück, Weisbachs Schüler und Freund gewesen zu sein. Dieser wackere Mann besaß den edelsten Charakter, hatte Kopf und Herz auf dem rechten Fleck und wird all denen unvergeßlich bleiben, die Gelegenheit hatten, den vortrefflichen Mann näher kennenzulernen"* [8; S. 416]. Aus den zehn Seiten, die er in seinen „Vorträgen" Weisbachs Wirken und Leben widmet, fühlt man deutlich die innere Anteilnahme am Werke des alten Lehrers und Meisters und die dankbare Erinnerung an die gemeinsam verbrachten Jahre heraus, die ihm die Feder geführt haben. In aufrechter und rührender Weise zugleich verteidigt er Weisbach gegen kränkende Angriffe „rücksichtsloser, z. T. jugendlicher Heißsporne" [8; S. 416].

Schüler und Freund von Weisbach war auch JULIUS HÜLSSE, der spätere Direktor der Technischen Hochschule und sächsische Landtagsabgeordnete, der lange Jahre mit seinem alten Lehrer in herzlichem Briefwechsel stand. Die noch erhaltenen Briefe zeigen, wie sehr Menschliches und Wissenschaftliches zwischen beiden ausgetauscht wurde und wie einer am Ergehen des anderen innigsten Anteil nahm.[35]

Auch mit C. R. BORNEMANN, Oberkunstmeister und Oberbergrat in Freiberg, einer Autorität für Meßverfahren in der Hydraulik, ist Weisbach immer in enger Verbindung geblieben.

Bild 8. Julius Weisbach
(Stahlstich aus „Undeutsch, Gedächtnisschrift anläßlich der hundertjährigen Geburtstagsfeier, Freiberg, 1906")

Von weiteren namhaften Schülern Weisbachs, von denen sich leider keine unmittelbaren Zeugnisse ihrer Verbundenheit mit ihm erhalten haben, seien nur genannt: E. TH. BÖTTCHER, Professor an der Chemnitzer Gewerbeakademie; L. E. ENGEL, Geheimer Regierungsrat in Berlin, bedeutender Statistiker; G. E. FIEDLER, Bergbaupionier im böhmischen Braunkohlenrevier; G. E. RÖTING, Bergingenieur und Grubenbesitzer in Mexiko; O. R. TRÖGER, Oberbergrat in Schneeberg[36]; THEODOR KELLERBAUER, Professor an den Technischen Staatslehranstalten in Chemnitz; J. A. VON THIEME, Professor am Bergbauinstitut in Petersburg.

Einen sehr ausgebreiteten Schriftwechsel pflegte Weisbach mit führenden Männern der Industrie, die seines Rates insbesondere in maschinen- oder in hüttentechnischen, gelegentlich auch in personellen Angelegenheiten bedurften und gewissenhaft und schnell von ihm bedient wurden.

So sehen wir beispielsweise aus Briefen des Lauchhammerwerk-Direktors BUSCHBECK an Weisbach, wie die aus rein sachlichen Gründen entstandenen Beziehungen zu menschlich-persönlichen wurden. Da mußte Weisbach z. B. 1859 eingreifen, als ein junger Angestellter im Lauchhammerwerk seine dort scheinbar nicht ganz sichere Stellung mit der sichereren im Staatsdienst tauschen, den aber das Werk als besonders brauchbaren Mann nicht hergeben wollte.

> *„Da Sie von größtem Einfluß auf ihn sind, bitte ich Sie, Ihrem ehemaligen Schüler gütigst Vertrauen zu uns einzuflößen"*,

schreibt Buschbeck, und nur sehr kurze Zeit danach konnte er feststellen, daß er es nur Weisbach zu verdanken hatte, wenn sich der Betreffende zum Bleiben im Lauchhammerwerk entschloß.

Weisbach legte ganz besonderen Wert darauf, Männer der Praxis als Mitarbeiter an dem von ihm dauernd geförderten „Civilingenieur" heranzuziehen. Das erreichte er auch bei Buschbeck, den er zu ausführlichen Artikeln über Konstruktionsverhältnisse von Hoch- und anderen Öfen veranlaßte, während es Buschbeck wiederum gelang, Weisbach zu hüttenkundlichen Äußerungen in der Zeitschrift „Die Hütte" zu gewinnen. Interessant ist übrigens in diesem Briefwechsel vom Jahre 1860, daß REDTENBACHER bei Buschbeck nicht die Anerkennung findet, wie sie ihm sonst in Deutschland allgemein gezollt wurde.[37]

Als Buschbeck 1860 im Auftrage seines Werkes eine ausgedehnte Instruktionsreise durch schlesische und brandenburgische Hüttenwerke und Maschinenfabriken unternehmen wollte, erbat er sich Weisbachs Meinung über seinen Reiseplan und entsprechende Empfehlungsschreiben.[38]

Auch RICHARD HARTMANN in Chemnitz brauchte Weisbachs Hilfe; so z. B. 1860, als ihm der Freiberger Bergmechanikus Lingke einen Woltmannschen Flügel zur Strommessung angefertigt hatte und Weisbach ihn *„approbieren und seine Konstanten bestimmen"* sollte. Im nächsten Jahre brauchte Hartmann einen Ingenieur zur Ausführung von Wasserbauten.

> *„Es hat sich nun ein Herr V., z. Z. in Hermanetz in Ungarn, gemeldet und beruft sich auf seine theoretischen Studien, die er in Freiberg unter Ihnen gemacht habe. Sie würden mich"*, so schreibt Hartmann unterm 16. März 1861 an Weisbach, *„zu besonderem Danke verpflichten, wenn Sie*

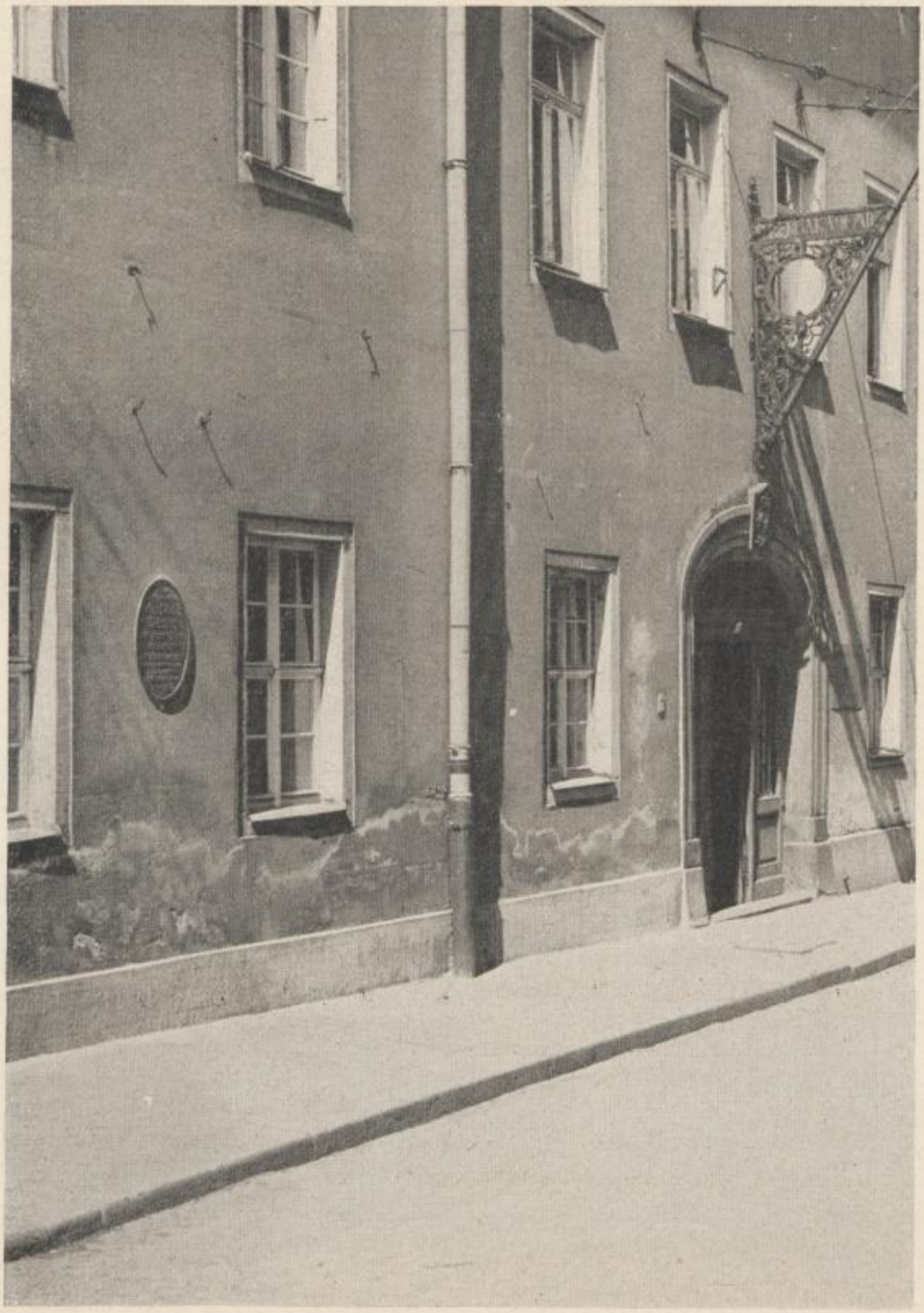


Bild 9. Eingang des Hauptgebäudes der Bergakademie Freiberg mit der Gedenktafel von 1932

Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

mir Ihre Meinung über diese Persönlichkeit zukommen ließen . . ., andernfalls bin ich von Ihrer Güte überzeugt, daß Sie mir einen anderen in Vorschlag bringen."

Albin Weisbach rühmt in seinen „Aufzeichnungen über meinen Vater" als dessen besonders hervortretenden Charakterzug eine seltene Bescheidenheit, und der Nachruf im „Civilingenieur" bestätigt, daß Weisbach *„trotz der ehrendsten Beweise allgemeiner Anerkennung und Bewunderung anspruchslos und bescheiden geblieben"* sei. Dieser für Weisbach ganz besonders charakteristische Zug spricht z. B. auch aus der Tatsache, daß er in seiner umfassenden Abhandlung über „Die Fortschritte des Bergmaschinenwesens in den letzten 100 Jahren" [4; S. 12–87] die Entwicklung der Hydraulik, die Fortschritte der Festigkeitslehre, die Theorie des Krummzapfens behandelt, ohne auch nur ein einziges Mal seinen Namen zu nennen.

Er wurde 1850 Ritter des Kgl. Sächsischen Verdienstordens, 1856 Kgl. Bergrat, 1858 Komtur des russischen St. Annenordens mit der vielsagenden Begründung

„In Anbetracht der vieljährigen und nützlichen Teilnahme, die Sie allen russischen Bergingenieuren, die in letzter Zeit ihrer Ausbildung wegen Freiberg besucht haben, haben zuteil werden lassen, hat der Herr Finanzminister es für eine angenehme Pflicht erachtet, Ew. Hochwohlgeboren zu einer ganz besonderen Belohnung vorzustellen (Dekret vom 16. März 1858)".

1859 promovierte ihn die Universität Leipzig zum Dr. phil. h.c.[39], 1868 wurde er Oberbergrat, 1870 Komtur des Preußischen Kronenordens. Er war korrespondierendes Mitglied der Russischen Akademie der Wissenschaften[40], auswärtiges Mitglied der Schwedischen Akademie der Wissenschaften und desselben Gremiums in Italien, korrespondierendes Mitglied des Vereins für Eisenbahnkunde in Berlin, Ehrenmitglied des Architekten- und Ingenieurvereins in Hannover. 1860 ehrte ihn der Verein Deutscher Ingenieure auf seiner 3. Hauptversammlung in Dresden mit seiner ersten Ehrenmitgliedschaft überhaupt[41] und 1932 durch eine Gedenktafel am Hauptgebäude der Bergakademie. Die Freiberger Akademie ehrte ihn durch Einrichtung eines „Weisbach-Museums", das seine Versuchsapparate und -instrumente sowie ein besonders gut gelungenes Bildnis Weisbachs enthält. Die Stadt Freiberg benannte eine Straße nach ihm, und 1911 übergab HERMANN UNDEUTSCH, der zweite Amtsnachfolger Weisbachs auf dem Lehrstuhl für Mechanik und Maschinenlehre an der Bergakademie, derselben ein „Weisbach-Stipendium" in Höhe von 5000,– Mark *„als letzten Teil der von ihm im Laufe von mehr als drei Jahrzehnten zur Durchführung gebrachten Weisbachehrungen"*.

Eine Weisbachehrung ist auch die Einführung der Maßeinheit „Weisbach" (Wb) für die Bewetterung der Gruben, mit der man, wenn sie sich auch noch nicht endgültig durchgesetzt hat, in der Wetterwirtschaft doch schon praktisch arbeitet [18; S. 2096] [19; S. 473].

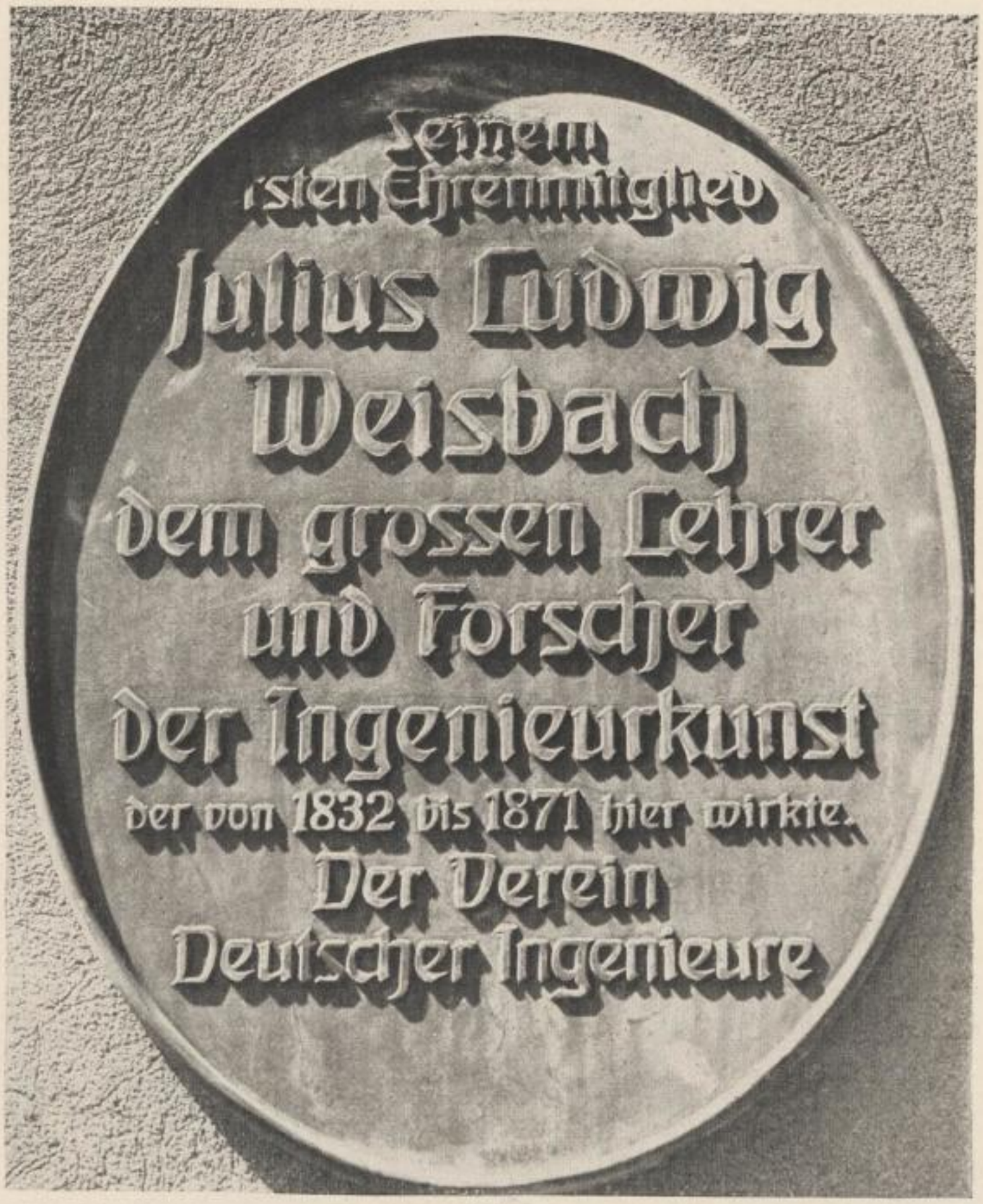


Bild 10. Die Gedenktafel vom Jahre 1932
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

Bild 11. Grabstätte Julius Weisbachs auf dem Donatsfriedhof zu Freiberg
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

Das schönste und edelste, weil unvergängliche Denkmal aber hat sich der große Forscher und Lehrer, der geniale Schöpfer und liebenswerte Mensch durch sein Wirken, seine Werke und durch sein Leben selbst gesetzt.

Anmerkungen

[Ein Teil der folgenden Anmerkungen und Zitate im Text ohne Anmerkungsnummer sind Herrn Prof. em. Dr.-Ing. O. FRITZSCHE zu verdanken]

[1] Aufzeichnungen seines Sohnes Albin.

[2] Er ist leider bei dem Luftangriff auf Dresden im Februar 1945 verbrannt.

[3] Zur Frage der „Inländer" und „Ausländer" an der Bergakademie sagt TÄSCHNER folgendes:

„Da die Bergakademie in der Hauptsache dazu bestimmt war, fachwissenschaftliche Ingenieure für Sachsen heranzubilden, so entstanden zwei Klassen von Studenten: die der sogenannten Stipendiaten, gewöhnlich „Inländer" genannt, und die der auf eigene Kosten Studierenden, auch „Ausländer" genannt" [9, S. 22].

[4] Brief von Mohs an Weisbach vom 16. Mai 1831.

[5] Brief von Mohs an Weisbach vom 17. November 1832.

[6] Wenn Mohs meint, daß keiner der jungen Leute an die Bergakademie paßt, so muß man sich diese Männer daraufhin ansehen.

C. F. NAUMANN (Studium in Freiberg, Leipzig und Jena), der 1826 als Prof. für Kristallographie an die Bergakademie gekommen war, wurde 1842 an die Universität Leipzig berufen. Er war „ein ausgezeichneter Kristallograph und ein vortrefflicher Geologe" [6, Bd. I, S. 30].

F. REICH (Studium in Leipzig, Freiberg, Paris), der 1827 den Lehrstuhl für Physik übernommen hatte, wurde eine der Leuchten der Bergakademie. Schon 1831 machte er seine berühmt gewordenen Fallversuche im Dreibrüderschacht zur Bestimmung der Achsenumdrehung der Erde. Zusammen mit Th. Richter entdeckte er das Indium. Dr. phil. h.c. der Universität Leipzig, Berufungen an die Universität Dorpat und Leipzig.

E. HEUCHLER, seit 1829 Lehrer der Zeichenkunst an der Bergakademie; er hatte in Freiberg, Dresden und Karlsruhe studiert und Studienreisen nach Rom und Paris gemacht. Er war ein sehr namhafter Architekt. Seine vollendeten Darstellungen aus dem Leben des Berg- und Hüttenwesens sind berühmt geworden.

C. A. NAUMANN (Studium in Freiberg, Göttingen und an anderen Universitäten) seit 1826 an der Bergakademie, „war ein Mathematiker ersten Ranges und bei seinen Hörern sehr beliebt" [6, Bd. I, S. 245].

Beurteilt man den Lehrkörper bezüglich der älteren Dozenten, so wäre zu sagen:

LAMPADIUS' Ruf war verbreitet, und Reich rühmte seine Versuche [9, S. 25].

HECHT, „der von Weisbach und Mohs so sehr geschätzte Mathematikprofessor ...".

BREITHAUPT, weithin anerkannter Mineraloge [6, Bd. I, S. 27/29].

SIEGHARDT: Reich lobt seinen Unterricht in der praktischen Probierkunde [9, S. 26].

Männer des Oberbergamts Freiberg:

Oberberghauptmann Freiherr v. HERDER, die Bergräte J. C. FREIESLEBEN. BÜHLAU, TAUBE und der Oberbergamtsverwalter SEGNITZ. Über die letzten drei war weiter nichts feststellbar.

In jener Zeit unterstand dem Oberberghauptmann auch das Oberhüttenamt. Ihm gehörte der Maschinendirektor BRENDEL an, welcher der Berater des Oberbergamts in mathematischer und technischer Beziehung war.

S. A. W. Freih. v. HERDER wurde 1821 Berghauptmann und 1826 Oberberghauptmann. Er blieb es bis zu seinem Tode 1838. Er war eine überragende Persönlichkeit. „Wie in allen Zweigen seines umfassenden Wirkungskreises griff er auch in die bergakademischen Angelegenheiten umgestaltend und schaffend, alle Untergebenen anregend ein" [3, S. 2/3].

J. C. FREIESLEBEN, Nachfolger Herders, Berghauptmann von 1832 bis 1842, „widmete seine Tätigkeit schon von Werners Tode an (1817) als Bergrat ganz vorzugsweise der Bergakademie" [3, S. 4]. „Große Verdienste hat er sich um die Bergbaukunde, um das Berg- und Hüttenwesen und um die mineralogisch-geologische Wissenschaft erworben. Seine Veröffentlichungen zeugen von unermüdlichem Fleiß und tiefer Gründlichkeit" [6, Bd. I, S. 129]. Also gewiß auch ein Mann, der über dem Durchschnitt stand.

BRENDEL war 1776 geboren, stand also 1832 im 56. Lebensjahr und damit in voller Schaffenskraft. „Ein Mann, hochstehend durch die Vielseitigkeit gründlichen Wissens, durch bewährte praktische Erfahrenheit, hochachtbar durch seine rastlose Tätigkeit, durch fleckenlose Rechtlichkeit" [6, Bd. I, S. 97]. Nach Werners Tode 1817 „führte er die von diesem unvollendet gelassene Vorlesung über den zweiten, besonders Maschinenwesen betreffenden Teil der Bergbaukunst mit größtem Beifall, obwohl ganz unvorbereitet dazu, zu Ende, so daß man allgemein bedauerte, daß seine übrigen Berufsgeschäfte ihm nicht gestatteten, fernerhin als bergakademischer Lehrer zu wirken".

[7] Brief von Mohs an Weisbach vom 15. Mai 1833.

[8] Ein Beispiel dafür weisen die Akten der Maschinenbaudirektion, „Eruditions- und Instruktionswesen, Nr. 17, Bl. 31 fl.", auf unter dem Titel „Eine von Herrn Maschinendirektor Brendel vorgelegte Aufgabe, gelöst von J. L. Weisbach":

„Nach welcher Kurve muß nicht nur das Liegende und Hangende, sondern auch die Tonnenbahn eines Treibeschachtes angelegt werden, oder überhaupt, welche Gestalt muß der vertikale Durchschnitt des Treibeschachtes besitzen, damit nicht nur das Seil, welches von der vollen Tonne angespannt wird, in einem solchen Schacht allenthalben frei schwebe, sondern auch die volle Tonne sich stets in der Richtung des Seiltrums fortbewege?" (s. a. S. 20).

[9] „Bergwerkskandidat (= Bewerber um eine Stelle im Bergbau) war der offizielle Grad, den die Inländer (auf Staatskosten studierende Sachsen) nach Ableistung des vollständigen akademischen Kurses und der vorgeschriebenen praktischen Beschäftigung erlangten ... Dieser Grad wurde erst durch das Statut und Regulativ vom Jahre 1871 durch die Bezeichnung ‚Diplom-Ingenieur' ersetzt" [11, S. 278].

[10] Brief von Mohs an Weisbach vom 31. März 1843.

[11] So nennt ihn Schiffner [6].

[12] Der heimliche Widerstand des Oberbergamts dauerte übrigens noch lange an. 1865 aber konnte sich Weisbach schließlich doch für eine Gratifikation von 250 Talern beim OBA bedanken, die er für seine „Bemühungen im Vervollkommnen der Markscheidekunst" erhalten hatte [1, 9611, VI, S. 19].

[13] Aus den Aufzeichnungen Wohlfarths.

[14] Bergmechanikus der Bergakademie.

[15] Brief an seine Frau vom 26. Juli 1851.

[16] Personalakten vom 21. November 1852.

[17] Brief an seine Frau vom 13. August 1855.

[18] Einige Beispiele mögen zeigen, wie Weisbach diesen an seiner Arbeit teilnehmen ließ:

25. Oktober 1853

„Ich arbeite fleißig an der ‚Experimental-Hydraulik' und am letzten Heft der ‚Mechanik'."

7. November 1853

„Durch die Spiegelapparate habe ich nun auch Rhomboide dargestellt. Mein Vortrag

über diesen Gegenstand am vergangnen Sonnabend hat sehr gefallen. Aus der großen Anzahl meiner Zuhörer kann ich meine wenigen Inländer kaum herausfinden. Wegen der Vermessung unserer Eisenbahnlinie möchte das leidliche Wetter noch lange anhalten".

5. Dezember 1853

„Meine markscheiderischen Übungen stelle ich das 2. Mal in der Nähe des Fischerhäuschens an und habe drei Montage schon mit dem kleinen Theodoliten den neuen Graben und die Mulde bei Weißenborn nach dem Fischerhäuschen zu aufgenommen ... Ich sollte nach München reisen, vorher aber muß meine ‚Experimental-Hydraulik' beendet sein. Es wäre gut, wenn Du manches Mal bei Engelhardt (dem Drucker in Leipzig) einen Bogen durchsehen könntest."

7. Dezember 1853

„Mit der ‚Mechanik' ist es langsamer gegangen, als ich gedacht hatte. Es sind erst wieder vier Bogen fertig. Die Festigkeitslehre habe ich allerdings wieder ganz umgearbeitet. Nach Beendigung des ersten Bandes gehe ich an den dritten Band und fange die Neuauflage des zweiten nicht eher an, als bis der dritte fertig ist."

24. Januar 1854

„Sonntag und Montag war ich mit Herbst und Choulant wieder in Siebenlehn wegen des Rothschönberger Stollens. Die beiden Stollenörter in Abend stehen noch drei Lachter voneinander ab. Man hört sich gegenseitig arbeiten und kann sich durch Fäustelschläge Signal geben. In 14 Tagen, hoffe ich, wird der Durchschlag ganz richtig erfolgen!"

27. Januar 1854

„Die Holzstiche für die ‚Experimental-Hydraulik' sind jetzt fertig. Es wird daher der Druck in Leipzig unverzüglich beginnen. Vom ‚Civilingenieur' ist nun das vierte Heft erschienen. Wie es scheint, verbreitet sich dessen Absatz immer mehr. Der Verleger Vieweg hat alle nicht bestellten Hefte der ‚Mechanik' einverlangt, weshalb wohl die Herausgabe einer 3. Auflage in Aussicht steht".

1. März 1854

„Die Bearbeitung der ‚Experimental-Hydraulik' geht rasch vorwärts und erwartet Dich zu ihrer letzten Vollendung. Gestern ist wieder die Bestellung eines zweiten Apparates von Rußland eingegangen. Dieser soll aber noch weit kostbarer werden als der erste, da er auch noch mehrere gangbare Maschinen erhalten wird!"

2. Dezember 1854

„Der Riß vom Adolphstollen ist nun fertig. Thierbach freut sich mächtig darüber, daß schon sehr viele Bestellungen auf die ‚Hydraulik' eingegangen sind, er träumt deshalb schon von einer baldigen Neuauflage. – Ein dritter russischer Apparat ist schon in Arbeit. Ich werde an ihm noch Ergänzungen und Verbesserungen anbringen".

Am 6. Dezember 1855 berichtet der Sohn freudig aus Göttingen:

„Deine ‚Mechanik' steht hier überall aus!"

27. Dezember 1855

„Gestern ist mir durch den russischen Staatsrat und Akademiker Jakobi die Nachricht zugegangen, daß ich den 1. Dezember zum Mitglied der Kaiserlich Russischen Akademie der Wissenschaften ernannt worden bin. Also Respekt!!

Von Amerika habe ich von der Smithsonion Institution ein schönes Geschenk erhalten, u. a. ein schätzbares Werk über Hydraulik, welches ich erst vor einem halben Jahr für die Bergakademie verschrieben hatte."

24. Mai 1857

„Benutze ja Deine kostbare Zeit und stehe wie ich alle Morgen um 5 Uhr auf! Die ‚Axonometrie' ist nun fertig und wird in 14 Tagen vollständig ausgegeben werden. Ich habe nun auch das zweite Heft der ‚Markscheidekunst' in der Mache. Am 7. Juli ist Ingenieurverein in Zwickau, wo ich einen Vortrag über das Amslersche Plani-

meter halten werde. Ich lese jetzt fleißig Italienisch, was um so nötiger ist, da ich gestern eine hydraulische Schrift in italienischer Sprache von Columbani erhalten habe."

17. Juli 1856

„Dann geht es gleich an die Ausführung von hydraulischen Versuchen unter einem Drucke von 2 Atmosphären in der Nähe der Altväter Wasserleitung. Bei den später auszuführenden Versuchen über den Ausfluß der Luft am Druckwerk des Halsbrücker Amalgamierwerks wirst Du wohl schon hier und dabei sein. Meine ‚Mechanik', Band I, 3. Auflage, wird nun bald erscheinen, ich gebe soeben Band II in Arbeit. Das 2. Heft der ‚Markscheidekunst' will ich in den Ferien durchlesen und rechne dabei auf Deine besondere Hilfe."

Im Sommer 1856

„wurde die Schumannsche Gesteinsbohrmaschine mit komprimierter Luft unter Mitwirkung der Professoren Reich und Weisbach in einer längeren Reihe von Versuchen ausprobiert, welche zu größerer Vereinfachung und Vervollkommnung des Apparates geführt haben" [11, S. 181].

[19] Brief des Professors Nagel vom damaligen Polytechnikum in Dresden an Weisbach vom 4. Mai 1859: „... Ich bin zu der Überzeugung gekommen, daß das in Ihrer Sammlung befindliche ... Instrument meinen Zwecken besser entsprechen dürfte, weil der andere für mich in Frage kommende Theodolit bei seiner schwerfälligen Handhabung doch keineswegs d e n Genauigkeitsgrad bietet wie der Ihrige".

[20] Nachruf im Literatur- und Notizblatt zum 17. Band des „Civilingenieurs". Freiberg, März 1871.

[21] Maschinenbaukondukteur in Freiberg.

[22] Brief Weisbachs an Albin vom 25. Oktober 1853.

[23] Albin W. hatte sich am 25. November 1854 darüber beklagt, daß ihm die Mineralogie bei Weiß nicht genüge, die Kristallographie sehr schwerfällig und seine Beschreibung der Mineralien sehr oberflächlich sei.

[24] Brief vom 2. Dezember 1854.

[25] Brief vom 24. Mai 1857.

[26] Thierbach war Weisbachs treuer Helfer bei der Herausgabe seiner Werke.

[27] Briefe Weisbachs vom 13. Juli 1851, 26. 7. 1851, 1. März 1854; Albin W. 6. November 1854; Zeuner an Weisbach 2. März 1858.

[28] Aus den nichtveröffentlichten „Lebenserinnerungen des Geheimen Bergrats Carl Menzel in Freiberg", der von 1855 bis 1859 an der Bergakademie studierte.

[29] Brief vom 17. Dezember 1858.

[30] Brief vom 13. Februar 1859.

[31] Brief vom 13. September 1859.

[32] K. an Weisbach am 11. Februar 1859.

[33] Gustav Zeuner „Aus meinem Leben" (auszugsweise veröffentlicht von seinem Enkel Gustav Zeuner, Basel, in der Neuen Züricher Zeitung vom 22. Oktober 1955).

[34] Briefe aus den Jahren 1858/59.

[35] Briefe aus den Jahren 1858–1862.

[36] Tröger an Albin Weisbach am 5. Juli 1855: „Dein Vater ist der einzige Mann, der nicht nach Geburt und Geldsack abwägt!"

[37] Redtenbacher gilt wie Weisbach als Begründer der neuzeitlichen Maschinenmechanik. Buschbeck schreibt an Weisbach am 25. September 1860: „Es erscheint mir in diesem Falle (Grundgrößen bei Rostflächen) nötig, nicht à la Redtenbacher nur ganz allgemeine Formeln aufzustellen, die nur Durchschnittsresultate gewähren ... Redtenbacher hat in seinen neuesten Resultaten die wohl sehr irrigen Windverhältnisse bei Hochöfen wiederaufgenommen und viele Formeln aufgestellt, die kaum ein genaues Anhalten gewähren".

[38] Brief Buschbecks an Weisbach vom 1. Februar 1860.

Die Quellenangabe "Personalakten der Bergakademie" im Freiberger Forschungsheft D 16 bezieht sich lt.Zitaten auf die Akte des Hochschularchivs der Bergakademie Freiberg OBA 9611 Bd.3.

Zillmann,Hochschularchiv,
30.7.1985

[39] Wegen seiner außerordentlichen Verdienste „auf dem Fachgebiete der allgemeinen Mechanik wie in der Hydraulik, im bergbaulichen Vermessungswesen und in der Kristallographie“ (2. Dezember 1859).

[40] 29. Dezember 1855: „In Anerkennung Ihrer ausgezeichneten Leistungen auf dem Gebiete der Physik . . .“

[41] „. . . Wenn der Herr Professor in seiner großen Bescheidenheit nicht zu wissen glaubt, was uns – den VDI – zur Verleihung der Ehrenmitgliedschaft getrieben hat, – wir wissen es . . . !“ [15, S. 194].

Literatur

[1] Personalakten der Bergakademie.

[2] Akten der Maschinenbaudirektion Freiberg, aufbewahrt im Institut für Maschinenkunde der Bergakademie Freiberg.

[3] Festschrift zum 100jährigen Jubiläum der Kgl. Sächsischen Bergakademie Freiberg. Dresden 1866.

[4] Die Fortschritte der berg- und hüttenmännischen Wissenschaften in den letzten 100 Jahren, als zweiter Teil der Festschrift zum 100jährigen Jubiläum der Bergakademie Freiberg. Freiberg 1867.

[5] Goldschmidt, V.: Erinnerungsblätter an Albin Weisbach. Freiberg 1902.

[6] Schiffner, C.: Aus dem Leben alter Freiberger Bergstudenten. Freiberg 1935–1940.

[7] Undeutsch, H.: Zum Gedächtnis an den Oberbergrat Professor Weisbach anläßlich seiner 100jährigen Geburtstagsfeier. Freiberg 1906.

[8] Rühlmann, M.: Vorträge über die Geschichte der technischen Mechanik. Leipzig 1885.

[9] Täschner, C.: Ferdinand Reich, ein Beitrag zur Freiberger Gelehrten- und Akademiegeschichte. Sonderdruck aus den Mitteilungen des Freiberger Altertumsvereins, Heft 51. Freiberg 1917.

[10] Matschoss, C.: Geschichte der Dampfmaschine, Band II. Berlin 1908.

[11] Heucke, F.: Beiträge zur Freiberger Bergchronik. Freiberg 1920.

[12] Weisbach, J.: Neue Markscheidekunst. Braunschweig 1851.

[13] Weisbach, J.: Ingenieur- und Maschinenmechanik, 3. Auflage. Braunschweig 1855 bis 1857.

[14] Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure. 1907.

[15] Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure. 1860.

[16] Zeitschrift „Civilingenieur“. 1867.

[17] Zeitschrift „Civilingenieur“. 1871.

[18] Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure. 1912.

[19] Zeitschrift „Glückauf“. 1952.

JULIUS WEISBACH ALS MATHEMATIKER

Von Wilhelm Schmid, Freiberg

Das Mittelalter kannte an höheren Lehranstalten allein die Gelehrtenschulen, die sich zu Universitäten mit den vier Fakultäten Theologie, Philosophie, Jurisprudenz, Medizin entwickelten. Eine neue Epoche in der Geschichte der Wissenschaften brach an, als im 17. Jahrhundert (GALILEI, KEPLER, NEWTON) die Grundlagen der exakten Naturwissenschaften, insbesondere der Mechanik, geschaffen wurden. Hand in Hand damit ging eine entsprechende Entwicklung der Mathematik (DESCARTES, FERMAT, NEWTON, LEIBNIZ). Im 18. Jahrhundert stellte sich dann das Bedürfnis ein, auch die Erfahrungen und Erfindungen der technischen Kultur nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten zusammenzufassen und weiterzuentwickeln.

Um diese Zeit bildete Freiberg in Sachsen bereits einen namhaften Anziehungspunkt für viele wißbegierige Berg- und Hüttenleute sowie Wissenschaftler und Techniker verschiedener Fachrichtungen und Länder. Schon im Jahre 1702 bewilligte die sächsische Regierung dem Berghauptmann ABRAHAM VON SCHÖNBERG die Mittel zur Ausbildung junger Männer in den Berg- und Schmelzwissenschaften. Am 4. Dezember 1765 wurde sodann durch Reskript des Kurfürsten die Bergakademie Freiberg gegründet. In dem Erlaß, durch den diese Gründung bekanntgegeben wurde, ist bereits angeführt, daß durch einen besonders hierzu bestellten Professor öffentliche Vorlesungen in reiner Mathematik gehalten und Anweisungen zur Fertigung geometrischer und perspektivischer Zeichnungen gegeben werden. Der Lehrstuhl für Mathematik und Darstellende Geometrie an der Bergakademie Freiberg ist also ebenso alt wie die Akademie selbst.

Die große Anziehungskraft, die die Bergakademie Freiberg bald nach ihrer Gründung auf Lernbegierige des In- und Auslandes ausübte, hatte sie in erster Linie den hervorragenden wissenschaftlichen Leistungen ihrer Lehrer zu verdanken, durch welche sie Weltruf erlangte. Seit ihrer Gründung herrschte an der Bergakademie der Grundsatz der Lehr- und Lernfreiheit. Dies hatte nicht nur einen starken Zustrom von Studenten zur Folge, sondern hob auch das wissenschaftliche Ansehen der Akademie.

Schon der erste Professor der Mathematik an der Bergakademie, JOHANN FRIEDRICH WILHELM VON CHARPENTIER (1766 bis 1799), bemühte sich erfolgreich um die Einführung wissenschaftlicher Methoden im Bergbau. Diese Bemühungen, von seinen Nachfolgern fortgesetzt, trugen wesentlich zur Hebung und Verbreitung des guten Rufes der Bergakademie bei. Ganz besonders große Verdienste erwarb sich in dieser Richtung JULIUS LUDWIG WEISBACH (1832 bis 1871). Seit der Gründung der Bergakademie hatte der jeweilige Professor für Mathematik und Darstellende Geometrie auch die Mechanik zu lehren. Dazu kamen zeitweilig noch weitere Disziplinen, wie Physik, Markscheidekunde, Bergmaschinen-

kunde und Kristallographie. Alle diese Fächer lehrte, wenn auch nicht alle gleichzeitig, J. L. Weisbach an der Bergakademie.

Dadurch, daß so viele von den Lehrgebieten der exakten Naturwissenschaften in seinen Händen vereint waren, erkannte Professor Weisbach bald die Wichtigkeit der mathematischen Grundlehren und Methoden für jeden, der forschend oder praktisch auf ingenieurtechnischem Gebiet arbeiten wollte. Die persönlichen Interessen Weisbachs als Forscher lagen in erster Linie auf dem Gebiet der Bergmaschinen-Mechanik, der Hydraulik und des Markscheidewesens, worüber in den entsprechenden Beiträgen ausführlich berichtet wird. Als Lehrer der Mathematik jedoch war Weisbach während seiner ganzen Tätigkeit an der Bergakademie bestrebt, bei den Studierenden und den in der Praxis stehenden Berg- und Hüttenleuten Verständnis für die Bedeutung zu erwecken, die der Beherrschung der höheren Analysis für deren praktische Tätigkeit und wissenschaftliche Weiterbildung zukommt. Die Vorbedingungen, die Weisbach zu seiner Zeit bei dem Personenkreis, an den er sich wandte, vorfand, waren seinen Bestrebungen keineswegs günstig. Er konnte nur mit elementaren Schulkenntnissen in der Mathematik rechnen. Deshalb war er bemüht, die Grundlagen der höheren Analysis in möglichst leichtverständlicher und knapper Weise zu lehren, um die den mathematischen Lehren nicht sehr geneigten Studierenden bei möglichst geringer Belastung von den entscheidenden Vorteilen ihrer Beherrschung zu überzeugen. Demselben Ziel diente für weitere Kreise des Berg-, Hütten- und Ingenieurwesens sein Lehrbuch „Die ersten Grundlehren der höheren Analysis oder Differential- und Integral-Rechnung" [1].

Nach Weisbachs eigenen Worten ist der Stoff in diesem Buch möglichst populär bearbeitet und als mathematische Vorbereitung für das Studium der Physik und Mechanik gedacht. Es handelt sich um eine gedrängte und so leicht faßliche Einführung in die Differential- und Integralrechnung, die Differentialgeometrie und die Theorie der kleinsten Quadrate, daß man versucht ist, das geflügelte Wort „zur Mathematik gibt es keinen Königsweg" nicht als unbedingt wahr anzusehen. Weisbach war überzeugt, daß die Mathematik viel mehr Nutzen für die gesamte Menschheit gestiftet hätte, wenn ihre Vertreter schon immer bemüht gewesen wären, neben einem streng wissenschaftlichen auch noch einen allgemeiner verständlichen Weg zu ihr zu schaffen. Die Geschichte gab ihm recht. Denn heute, da die technischen Anwendungen weit tiefere Kenntnisse der mathematischen Theorien und Methoden erfordern (man denke nur etwa an das Funk- und Flugwesen und die Atomphysik), sind viele ausgezeichnete Mathematiker bemüht, die erheblich schwierigeren in der Technik angewandten Gebiete der Mathematik in einer solchen Form darzustellen, daß sie dem Ingenieur zugänglich gemacht werden.

Die große Geschicklichkeit Weisbachs, mathematische Theorien auch einem auf diesem Gebiet nicht vorgebildeten Personenkreis schnell und leicht faßlich zu machen, sei durch eine nach dem genannten Lehrbuch Weisbachs in etwas gekürzter Form wiedergegebene Probe nachgewiesen. Es handelt sich um die sogenannte Ausgleichung vermittelnder Beobachtungen nach

der Theorie der kleinsten Quadrate. Wenn für eine Funktion y der beiden Unabhängigen u, v von der Form

$$y = \alpha u + \beta v$$

eine Reihe von zusammengehörigen Werten u, v, y durch Beobachtung oder Messung gefunden worden ist, so entsteht die Frage nach denjenigen Werten der Koeffizienten α und β, welche von den Einflüssen kleiner, zufälliger und unregelmäßiger Beobachtung- oder Messungsfehler möglichst befreit sind und daher auch den Zusammenhang zwischen den Größen u, v, y möglichst genau ausdrükken. u, v können dabei auch bekannte Funktionen ein und derselben dritten Veränderlichen x sein. Unter allen Regeln, die man zur Beantwortung dieser Frage anwendet, ist die sogenannte Methode der kleinsten Quadrate von GAUSS die allgemeinste und wissenschaftlich am besten begründete.

Sind $u_1, v_1, y_1; u_2, v_2, y_2; \ldots u_n, v_n, y_n$, eine Reihe von nach der Gleichung $y_k = \alpha u_k + \beta v_k$ zusammengehöriger Werte, so hat man für die Beobachtungsfehler und deren Quadrate die Ausdrücke

$$z_k = y_k - (\alpha u_k + \beta v_k), \quad k = 1, 2, \ldots n$$
$$z_k^2 = y_k^2 - 2\alpha u_k y_k - 2\beta v_k y_k + \alpha^2 u_k^2 + 2\alpha\beta u_k v_k + \beta^2 v_k^2.$$

Die Summe der Fehlerquadrate ist demnach

$$\Sigma z^2 = \Sigma y^2 - 2\alpha \Sigma uy - 2\beta \Sigma vy + \alpha^2 \Sigma u^2 + 2\alpha\beta \Sigma uv + \beta^2 \Sigma v^2.$$

Die Methode der kleinsten Quadrate fordert nun, α und β so zu bestimmen, daß Σz^2 ein Minimum wird. Dazu müssen die partiellen Differentialquotienten von Σz^2 nach α und β verschwinden:

$$-\Sigma uy + \alpha \Sigma u^2 + \beta \Sigma uv = 0$$
$$-\Sigma vy + \beta \Sigma v^2 + \alpha \Sigma uv = 0.$$

Das sind zwei lineare, nichthomogene Gleichungen zur Bestimmung der wahrscheinlichsten Werte α, β der in dem Ausdruck $y = \alpha u + \beta v$ vorkommenden Koeffizienten α, β. Ein vollständig durchgeführtes konkretes numerisches Beispiel beseitigt die letzten allenfalls noch vorhandenen Unklarheiten.

Daß Weisbach, wenn seine eigenen Forschungen auch größtenteils nicht dem eigentlich mathematischen Gebiet angehörten, doch auch da fruchtbar arbeiten konnte, möge ein schönes Beispiel angewandter Mathematik zeigen, über das kurz berichtet werden soll.

1833 bewarb sich Weisbach nach dem Tode von Prof. D. FR. HECHT um die Professur für allgemeine Mathematik, Bergmaschinenlehre und allgemeine Markscheidekunst an der Bergakademie Freiberg. Mit den Unterlagen reichte er eine Lösung einer von dem Maschinendirektor CHR. FR. BRENDEL gestellten Aufgabe folgenden Inhaltes ein [2]: Nach welchen Kurven muß der vertikale Durchschnitt eines Treibeschachtes gestaltet sein, damit das Seil, welches von der vollen Tonne angespannt wird, stets frei schwebt und die Tonne sich stets in der Richtung des Seiltrums fortbewegt?

Die Lösung Weisbachs erfolgte in zwei Schritten. Der erste ist die Bestimmung einer Kettenlinie durch zwei Punkte A, B, wobei die Differentialgleichung der

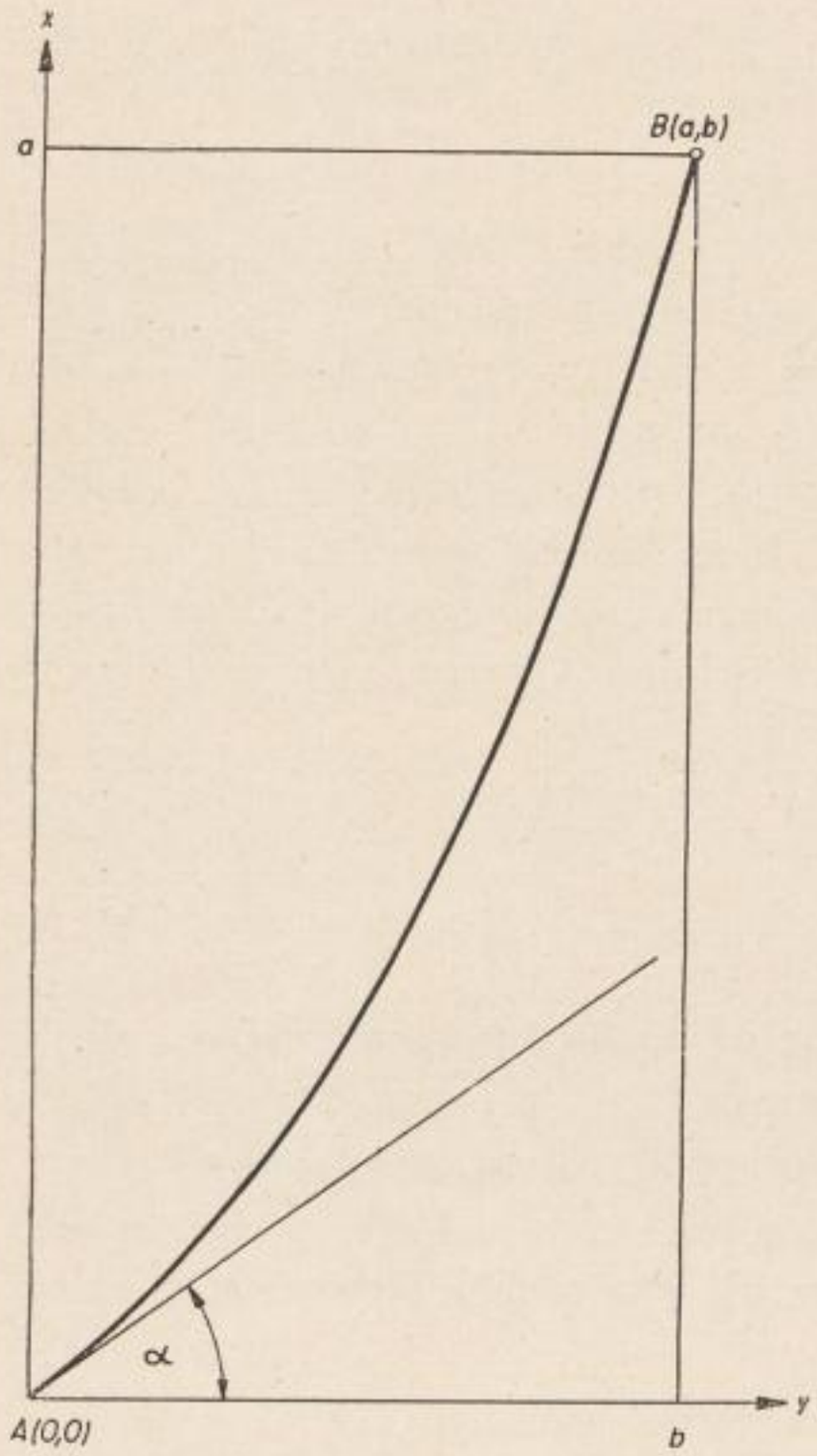


Bild 1

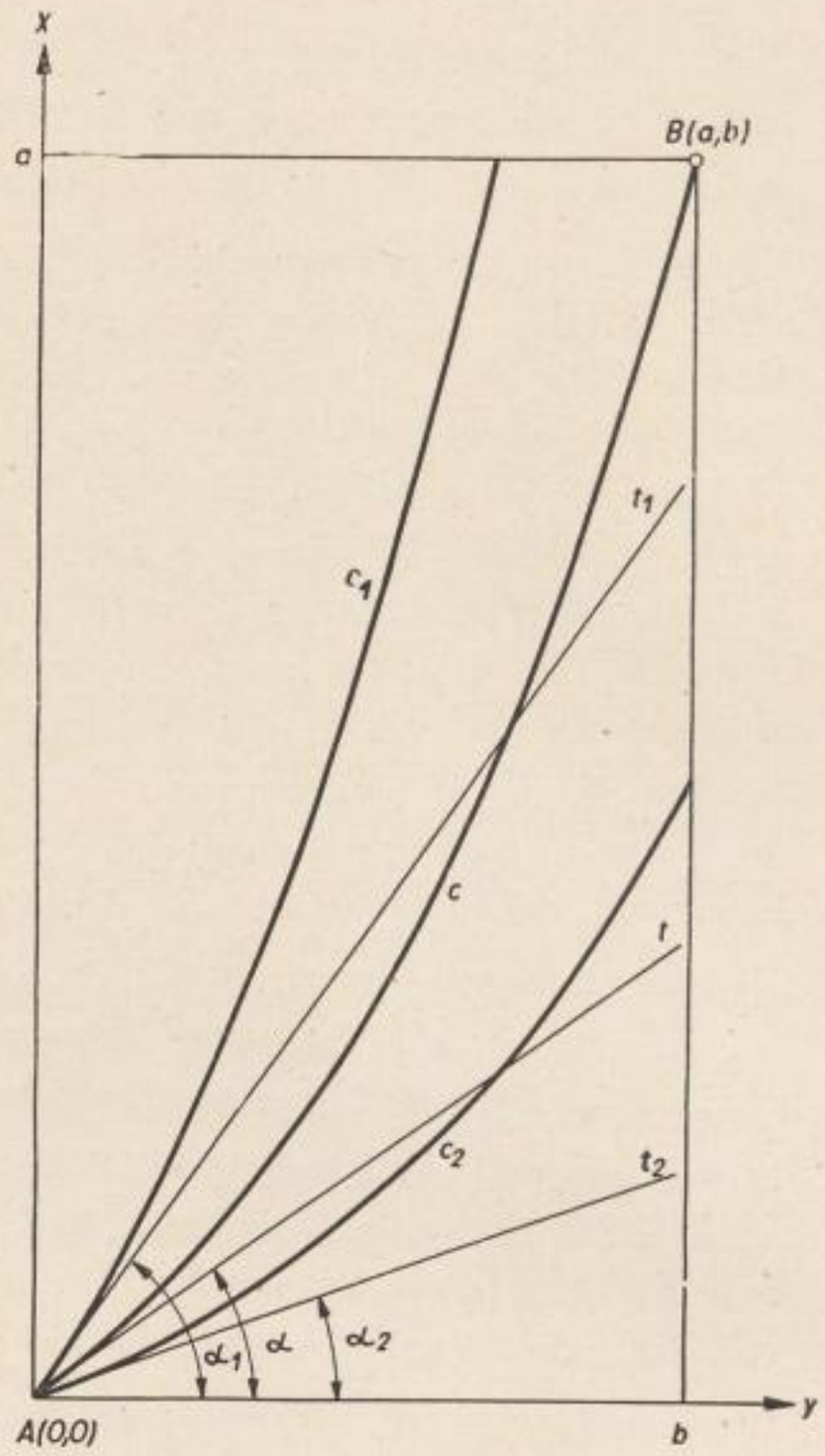


Bild 2

Kettenlinie und ihre Integration zu Weisbachs Zeiten schon bekannt waren. In dem Koordinatensystem x, y gemäß Bild 1 besitzen die beiden Punkte die Koordinaten A $(0, 0)$, B (a, b). Weisbach findet die Gleichung der Kettenlinien in der Gestalt $y = f(x, \alpha)$, wobei α ein noch willkürlicher Parameter ist. Die Aufgabe, eine Kettenlinie durch zwei Punkte zu legen, ist nämlich durch die Angabe der beiden Punkte noch nicht eindeutig bestimmt. Man kann etwa noch die Länge des Kettenstückes zwischen A und B frei wählen, oberhalb der durch die Länge der Strecke AB gegebenen Grenze. Weisbach wählt aber nicht diese Bogenlänge als Parameter, sondern den Winkel α, den die Tangente der Kettenlinie im Punkt A mit der y-Achse einschließt. Er bestimmt also die Kettenlinien, die durch den Punkt A gehen und dort eine Tangente mit dem Steigungswinkel α berühren, der von Kurve zu Kurve wechselt. Diese Kettenlinien schneiden die Gerade $x = a$ in verschiedenen Punkten (Bild 2). Nun bestimmt Weisbach den Winkel α so, daß die zugehörige Kettenlinie auch durch den Punkt B geht. Analytisch führt diese Bedingung auf eine verwickelte transzendente Gleichung, deren Lösung Weisbach seinen Praktikern nicht zumutet. Er bestimmt vielmehr α näherungsweise durch systematisches Probieren. Man wählt zunächst gefühlsmäßig eine erste Näherung α_0

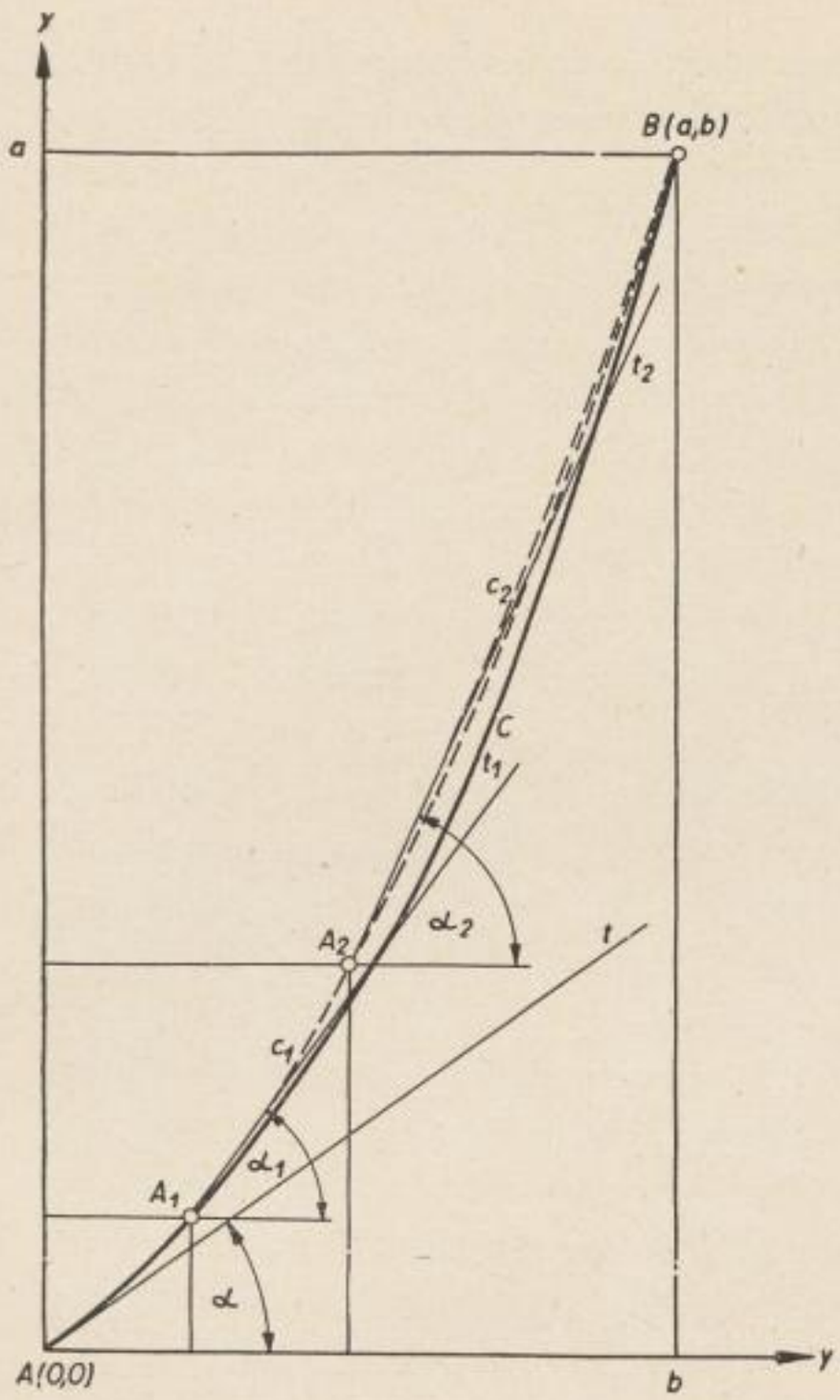


Bild 3

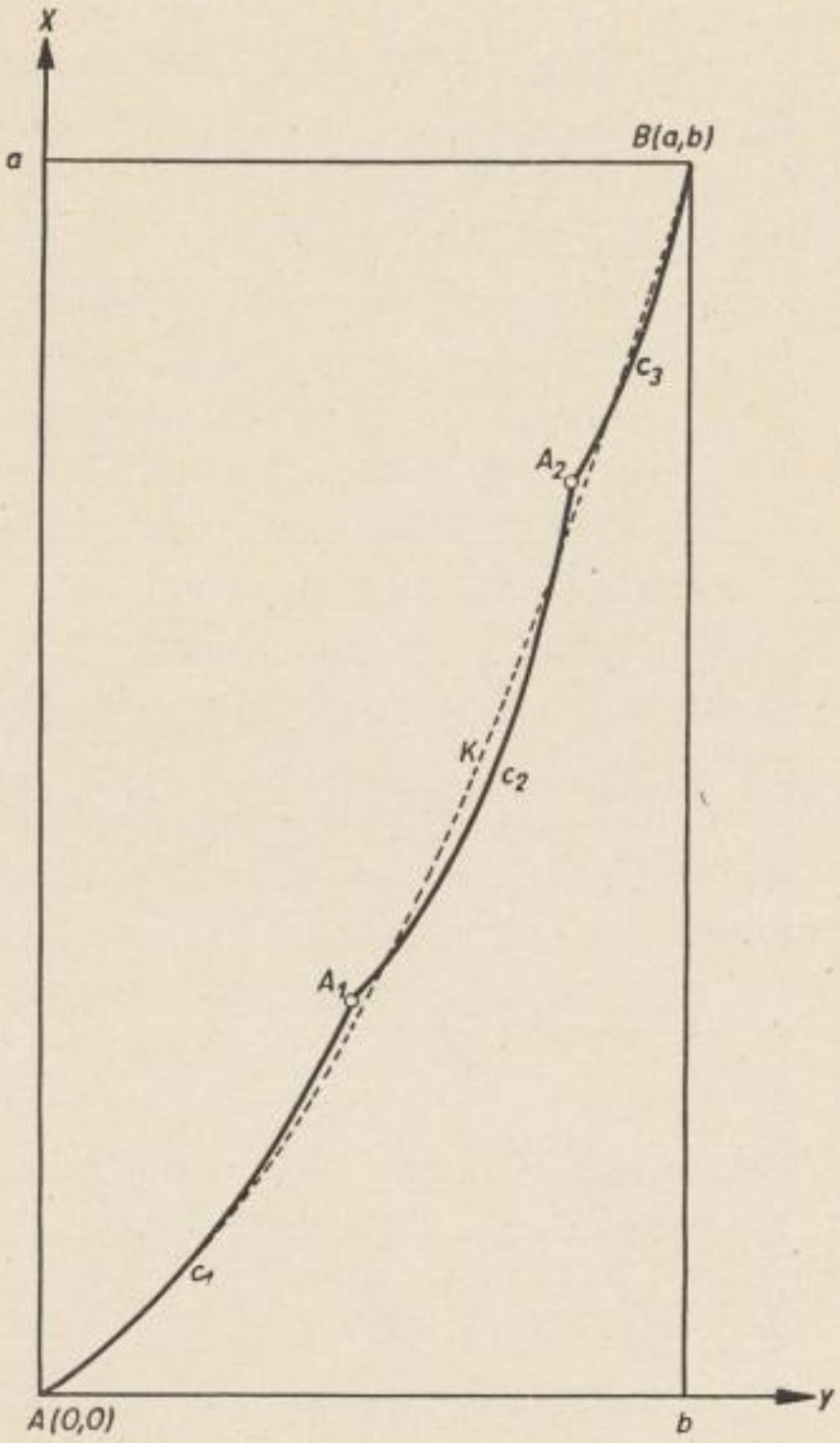


Bild 4

und bestimmt den Schnittpunkt der zugehörigen Kettenlinie mit der Geraden $x = a$, also die Ordinate $y_0 = f(a, \alpha_0)$ durch Einsetzen von a und α_0 in die Gleichung $y = f(x, \alpha)$. Ist nun etwa $y_0 > b$, so wird $\alpha_1 > \alpha_0$ gewählt und $y_1 = f(a, \alpha_1)$ bestimmt. Es kann dann etwa $y_1 < b$ sein, und man wählt α_2 entsprechend der Größe der Fehler von α_0 und α_1 zwischen diesen Werten $\alpha_0 < \alpha_2 < \alpha_1$, usw. Dieses Probieren (Eingabeln) wird solange fortgesetzt, bis man eine Kurve $y = f(x, \alpha_k)$ findet, die mit hinreichender Genauigkeit durch B geht. Weisbach hat auf diese Weise unter den Kettenlinien durch A mit dem Steigungswinkel α in A diejenige Ausgangskettenlinie C gefunden, die durch den Punkt B geht. Wir würden heute sagen, daß Weisbach das schwer lösbare Randwertproblem zunächst in ein leichter lösbares Anfangswertproblem verwandelte. Den nun bekannten Steigungswinkel α_k wollen wir weiter mit α bezeichnen.

Bei dem zweiten Schritt handelt es sich darum, den Weg zu bestimmen, den der Schwerpunkt der Tonne beim Hochziehen beschreibt. Diese Aufgabe ist mathematisch wesentlich schwieriger als die Bestimmung der ruhenden Seilkurve C für den Fall, daß sich die Tonne im Punkt A im Gleichgewicht befindet.

Der Weg, den Weisbach zur Lösung dieses zweiten Teiles beschreitet, läßt seine Gewandtheit in der Anwendung mathematischer Methoden auf technische Probleme in hellstem Licht erscheinen. Er führt den schwierigeren zweiten Schritt auf eine mehrfache Wiederholung des einfacheren ersten zurück. Weisbach nimmt an, daß sich der Tonnenschwerpunkt zunächst ein kleines Stück auf der Ausgangskettenlinie C bewegt, etwa bis zum Punkte A_1. Nun löst Weisbach nochmals das Problem des ersten Schrittes und bestimmt eine Kettenlinie C_1, die diesmal durch die Punkte A_1 und B geht und in A_1 einen durch Probieren bestimmten Steigungswinkel α_1 besitzt. Dieser Kettenlinie folgt man bis zu einem Punkt A_2 usw. Man erhält so (Bild 3) ein Bogenpolygon aus Stücken von Kettenlinien mit den Eckpunkten A, A_1, A_2, ... B. Ersetzt man dieses Kettenlinienpolygon durch eine glatte Kurve k (Bild 4), so hat man eine gute Näherung für den gesuchten Schwerpunktsweg.

Das Hangende und Liegende des Treibeschachtes wird nun als Parallelkurve der Bahnkurve k des Tonnenschwerpunktes ausgebildet, wenn keine von den Kettenlinien C, C_1, C_2, ... aus diesem Parallelstreifen heraustritt. Ist das letztere der Fall, so müssen auch die heraustretenden Kettenlinienteile bei der Gestaltung des Treibeschachtes berücksichtigt werden.

Bild 5 ist eine Wiedergabe einer von J. Weisbach eigenhändig angefertigten Zeichnung zu seiner Lösung der von dem Maschinendirektor Brendel gestellten Aufgabe. Die punktiert gezeichnete Achse des Treibeschachtes ist die Bahnkurve des Tonnenschwerpunktes, die voll gezeichnete Linie die Ausgangskettenlinie. Das Gebirge ist im Querschnitt grau getuscht, und man sieht deutlich die Schnittlinien des Hangenden und Liegenden mit der Ebene durch die Mittelachse des Treibeschachtes, die in diesem Fall Parallelkurven der Schwerpunktsbahn sind, weil die Kettenlinie aus dem Streifen zwischen diesen Parallelkurven nicht heraustritt.

Diese Lösung, die Weisbach im Alter von 22 Jahren gab, ist nur e i n Beispiel für die Gewandtheit, mit welcher er Aufgaben des Ingenieurwesens der mathematischen Behandlung zugänglich zu machen verstand. Kraft seines Einfühlungsvermögens erkannte er den physikalischen Kern des Problems und schälte ihn heraus, worauf die praktisch-mathematische Lösung so einfach erscheint wie – das Ei des Columbus.

Es sei nochmals hervorgehoben, daß J. Weisbach nicht eigentlich Mathematiker war, sondern daß seine Hauptergebnisse auf dem Gebiet der Mechanik liegen. Trotzdem hat er hervorragende Verdienste um die Einführung exakt-mathematischer Methoden in die Ingenieurwissenschaften. Es wird oft übersehen, daß zur Anwendung einer mathematischen Theorie auf die Lösung einer physikalischen oder technischen Aufgabe nicht zweierlei, sondern dreierlei gehört: Kenntnis der mathematischen Theorie, Verständnis des physikalischen Problems und die Fähigkeit, in einer ganzen Klasse von physikalischen Einzelvorgängen den gemeinsamen physikalischen Kern und die diesem gleichwertige mathematische Beziehung zu erkennen. Diese letztere Fähigkeit ist vielleicht seltener anzutreffen als jede der beiden ersteren. Man denke etwa bloß daran, welche Großtat des mensch-

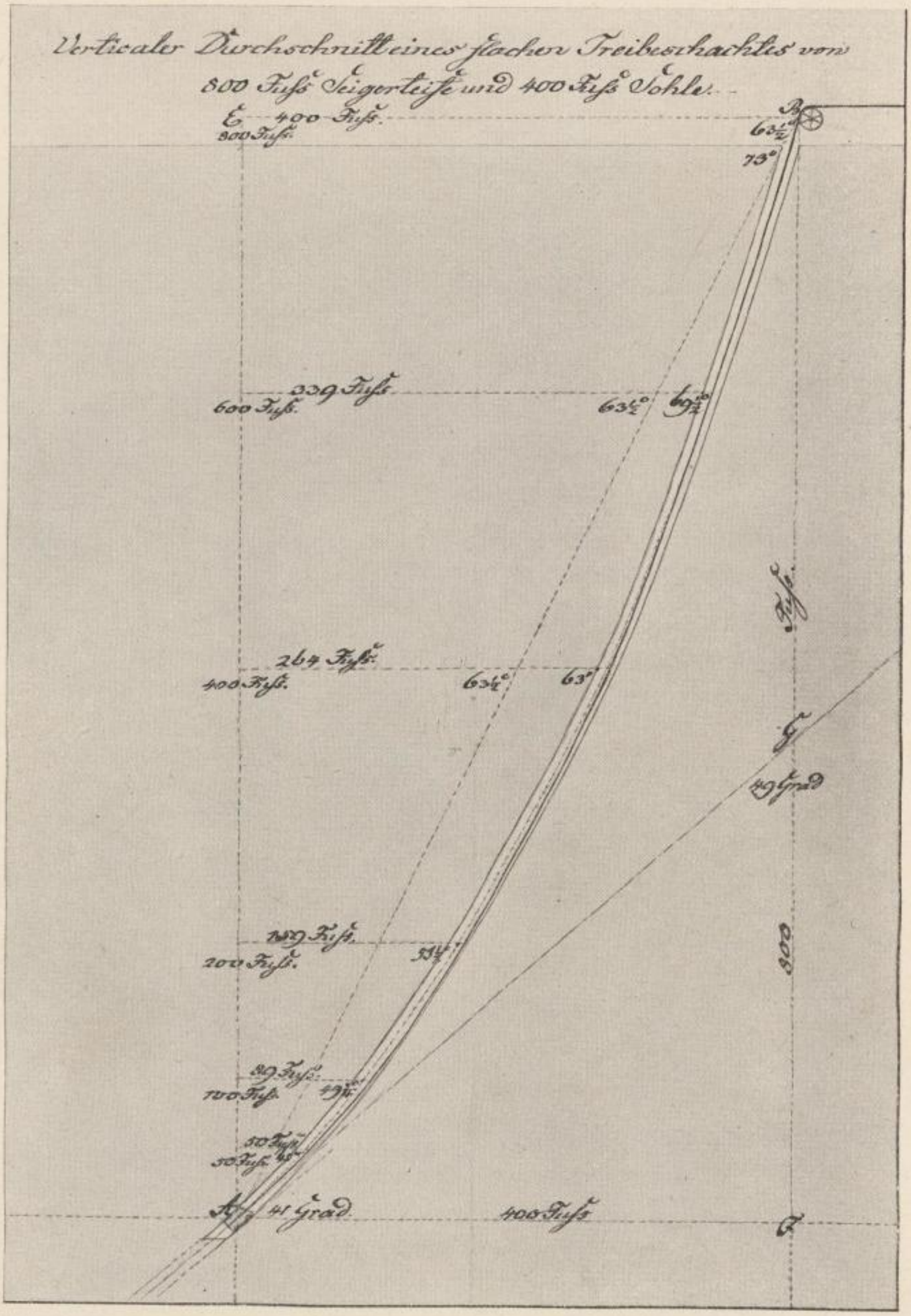
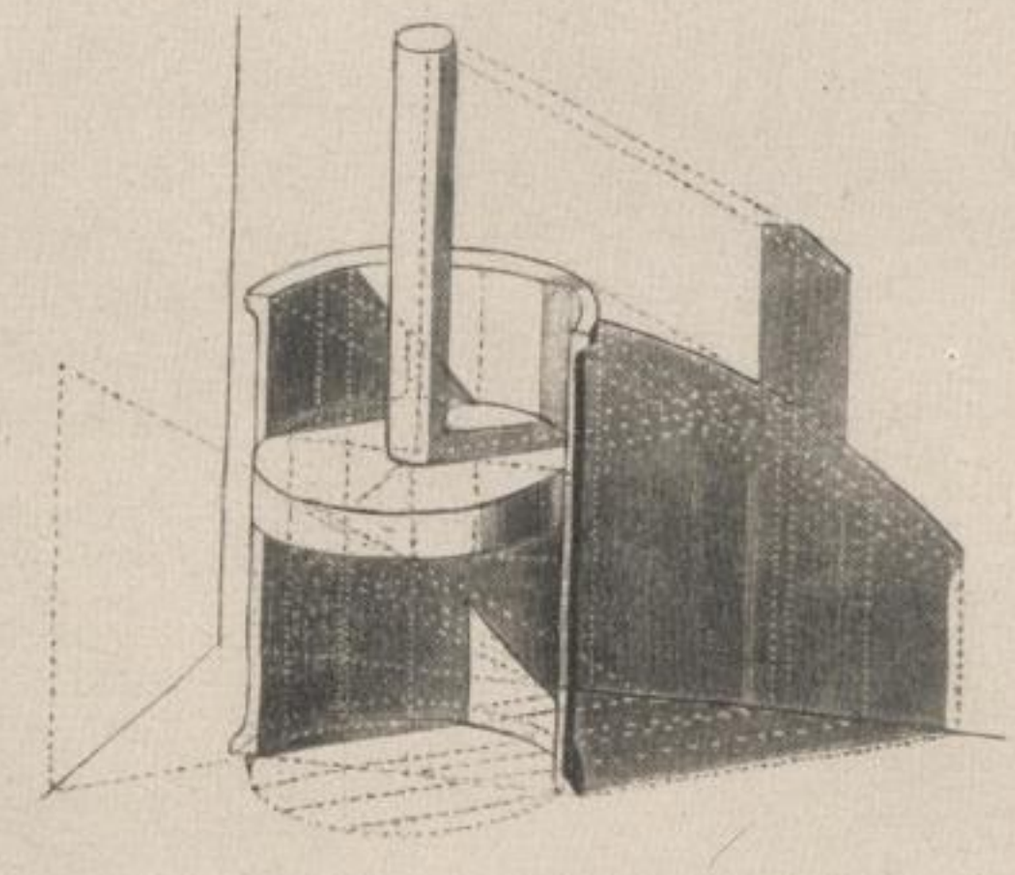

Verticaler Durchschnitt eines flachen Treibeschachtes von
800 Fuß Seigerteufe und 400 Fuß Sohle.
E
400 Fuß.
800 Fuß.
B
63½°
73°
339 Fuß.
600 Fuß.
63½°
69½°
264 Fuß.
400 Fuß.
63½°
63°
Fuß.
E
49 Grad
189 Fuß.
200 Fuß.
53½°
800
89 Fuß.
100 Fuß.
49½°
50 Fuß.
50 Fuß.
A
41 Grad
400 Fuß
G

Bild 5

Anleitung
zum
axonometrischen Zeichnen,
nebst einem Anhange
für Diejenigen, welche weder mit der Trigonometrie noch mit der Analysis bekannt sind,
von
Julius Weisbach,
Königl. Sächs. Bergrath und Professor an der Königl. Sächs. Bergacademie.

(Ergänzter Separat-Abdruck aus dem „Civilingenieur", Band II. und III.)



Mit 71 in den Text eingedruckten Holzschnitten und 2 lithographirten Tafeln.

Freiberg.
Buchhandlung J. G. Engelhardt.
(Bernhard Thierbach.)
1857.

Bild 6

lichen Geistes NEWTON vollbrachte, als er sein Gravitationsgesetz entdeckte und formulierte, das so verschiedenartige Einzelbewegungen wie die eines zur Erdoberfläche fallenden Körpers und die Bewegung eines Planeten am Sternenhimmel reguliert. „Dissecare naturam" nannte ein anderer großer Landsmann Newtons, der Philosoph BACON OF VERULAM, dieses Herausschälen des wesentlichen Kerns. Auch Weisbach war die Gabe, „die Natur zerschneiden" zu können, in hohem Maße eigen. Allerdings wurde dies zu seiner Zeit nicht von allen Fachgenossen so anerkannt, wie von der großen Zahl seiner dankbaren Schüler und Verehrer. Es gab damals noch Männer in der abstrakt-gelehrten mathematischen Welt, welche es J. Weisbach verargten, daß er Mathematik der Anwendungen wegen trieb. Sie waren bemüht, die Verdienste Weisbachs herabzuziehen, und verursachten diesem unermüdlichen Arbeiter am Fortschritt manche unverdiente Kränkung. Weisbach wandte sich in Wort und Schrift an die Praktiker und fand dort ungeteilten, begeisterten Beifall. Wir halten heute die Zeiten für längst vergangen, in welchen man es als ein Verbrechen ansah, die Wissenschaften ihrer Anwendungen wegen zu studieren.

Auf dem Gebiet der Analysis war WEISBACH, dem damaligen Stand der mathematischen Kenntnisse bei den praktischen Berg- und Hüttenleuten entsprechend, in erster Linie bemüht, diese Kreise mit den Grundlehren der Analysis vertraut zu machen und sie von der Notwendigkeit ihrer Beherrschung zu überzeugen; er war also vorwiegend lehrend tätig. Dagegen trug er auf einem anderen Gebiet der Mathematik sehr wesentlich zu dessen Ausbau bei, nämlich in der Darstellenden Geometrie, insbesondere der Axonometrie.

Wir nennen heute jede Darstellungsmethode „axonometrisch", die die abzubildenden Gegenstände des Raumes auf ein gewöhnliches kartesisches Koordinatensystem bezieht, und sodann die Bilder der einzelnen Raumpunkte durch Parallelprojektion ihres Koordinatenzuges, sowie umgekehrt die Koordinaten der Punkte mit Hilfe der abgebildeten Achsenmaßstäbe gewinnt. Es ist aber nicht üblich, die älteste, von G. DESARGUES (1591–1661) und J. H. LAMBERT (1728–1777) entwickelte zentralperspektivische Axonometrie mit zu den eigentlichen Axonometrien zu rechnen.

Die älteste Axonometrie, die eine Parallelprojektion verwendet, ist eine orthogonale, bei welcher die Projektionsstrahlen senkrecht zur Bildebene stehen. Eine solche wurde zuerst in einer besonderen Form, der Isometrie (die Winkel der Achsenbilder sind je 120°), von dem Engländer W. FARISH im Jahre 1826 zur Darstellung technischer Gegenstände verwendet. In den folgenden Jahren wurde diese besondere Axonometrie zu einer dimetrischen (ein Achsenbild halbiert den Winkel der beiden anderen) erweitert.

J. Weisbach hatte die allgemeine orthogonale Axonometrie zur Darstellung technischer Gegenstände, besonders Kristallgestalten, in seinen Vorlesungen und wissenschaftlichen Arbeiten verwendet und erstmalig im Jahre 1844 eine Abhandlung in den Polytechnischen Mitteilungen von VOLZ und KARMARSCH, Tübingen, veröffentlicht [3], in welcher er der allgemeinen orthogonalen Axono-

metrie ihre Grundlagen gab. Die Anregungen hierzu stammen aus seinen Vorlesungen über Kristallographie. Im Jahre 1857 ließ er dann den Inhalt dieser Abhandlung und ihrer Fortsetzungen in erweiterter Form als Lehrbuch in Freiberg erscheinen [4]. In diesen für die orthogonale Axonometrie grundlegenden Mitteilungen untersuchte Weisbach auf analytisch-trigonometrischem Wege die Beziehungen zwischen den Winkeln, die von den orthogonalen Projektionen der Koordinatenachsen gebildet werden, und den zugehörigen Verkürzungsverhältnissen; auch gibt er an, wie man bei gegebenen Achsenbildern die Verkürzungsverhältnisse und bei gegebenen (z. B. rationalen) Verkürzungsverhältnissen die Achsenbilder findet.

Es ist interessant zu bemerken, daß C. Fr. Gauß, bei dem Weisbach in den Jahren 1827 bis 1829 Mathematik hörte, gelegentlich handschriftlich und nachweisbar im Winter 1839/40 in einer Vorlesung zeigte, daß die komplexen Zahlen, welche den orthogonalen Projektionen der Einheiten eines rechtwinklig gleichschenkligen Dreibeins auf eine Bildebene entsprechen, die Quadratsumme Null besitzen [5]. Diese Gaußsche Beziehung ist äquivalent der von Weisbach abgeleiteten Bedingung, nach welcher die Summe der Längenquadrate dieser drei Strecken gleich zwei ist.

Die Grundaufgabe der orthogonalen Axonometrie ist die Herstellung der orthogonalen Projektion eines rechtwinklig-gleichschenkligen Systems von Grundvektoren. Die Lösung dieser Grundaufgabe und die Untersuchung der Zusammenhänge zwischen den wahren Achsenlängen, den durch Projektion verkürzten und den Richtungen der Achsenbilder ist der Hauptgegenstand der von Weisbach zur Axonometrie veröffentlichten Arbeiten. In diesen wurde zum ersten Mal die orthogonale Axonometrie in ihrer vollen Allgemeinheit eingeführt und ihre Theorie begründet.

Die verschiedenen Veröffentlichungen Weisbachs zur Axonometrie sind zusammengefaßt in seinem Lehrbuch „Anleitung zum axonometrischen Zeichnen" [4] (Bild 6). Neu hinzugefügt sind in diesem Buch die Lehre von den Schattenkonstruktionen in der Axonometrie und ein Anhang, in welchem für die mathematisch nicht vorgebildeten Leser der theoretische Teil der Axonometrie elementar und rein geometrisch abgeleitet wird.

Bei der Anwendung der axonometrischen Methode setzt Weisbach eine solche Lage der Bildebene gegenüber den Koordinatenachsen voraus, daß die Verkürzungen, welche die Koordinaten bei der Projektion erleiden, in einfachen rationalen Verhältnissen stehen.

Sind die Verkürzungsverhältnisse für alle drei Achsen gleich, so heißt die Projektionsmethode isometrisch. Die Methode hat den Mangel, nicht sehr anschauliche Bilder zu liefern. Diesem Mangel helfen jene Methoden ab, bei welchen nur zwei von den Verkürzungsverhältnissen einander gleich oder alle drei voneinander verschieden sind. Weisbach nannte sie monodimetrisch und anisometrisch. Die letztere, die allgemeine orthogonale Axonometrie wurde erstmals von Weisbach eingeführt, der damit der eigentliche Schöpfer der ortho-

$$y = \frac{\sin\alpha \cdot \cos^2\alpha}{g} \log \frac{\sqrt{(x^2g^2 + 2xg\sin\alpha + \sin^2\alpha^4)} + xg + \sin\alpha}{\sin\alpha(1+\sin\alpha)}$$

$$= \frac{\sin 2\alpha}{2g} \log \frac{\sqrt{(x^2g^2 + 2xg\sin\alpha + \sin^2\alpha^4)} + xg + \sin\alpha}{\sin\alpha(1+\sin\alpha)}.$$

Hier ist die vollständige Coordinatengleichung derjenigen Curve, welche der Stein bildet, der von der vollen Zinne angeschossen wird. Setze ich nun diese Gleichung näher ins Auge, und untersuche dabei den Lauf der ihr zugehörigen Curve im Allgemeinen.

Bild 7. Handschrift Julius Weisbachs
Aus dem Manuskript der auf S. 67 bis S. 71 behandelten Aufgabe

gonalen Axonometrie wurde. Wir nennen diese Arten heute isometrisch, dimetrisch und trimetrisch.

Äußerlich besteht das Buch Weisbachs aus zwei Teilen und einem Anhang. Der erste Teil enthält die Theorie der axonometrischen Projektionsmethode, insbesondere die Beziehungen zwischen den Neigungswinkeln der Koordinatenachsen gegen die Bildebene, den Verkürzungsverhältnissen und den Winkeln der Achsenbilder untereinander. Weisbach leitet aus den gegebenen Verkürzungsverhältnissen Formeln für die Winkel zwischen den Achsenbildern ab. In einer Tabelle stellt er diese Zahlen für die am häufigsten verwendeten axonometrischen Projektionsarten zusammen. Um nicht die in der Tabelle angegebenen Dezimalbrüche verwenden zu müssen, konstruiert Weisbach Achsenmaßstäbe.

Was die Bedeutung der axonometrischen Darstellungsmethode für den Techniker anbetrifft, so hat das in der Technik am häufigsten angewandte Grund- und Aufrißverfahren wohl den Vorteil der größten Einfachheit und Maßgerechtheit für sich, aber auch den Nachteil einer geringen Anschaulichkeit. Dem Bedürfnis nach gleichzeitig einfachen und anschaulichen Abbildungen technischer Gegenstände ist die Axonometrie entsprungen. Sie erweckt durch eine einzige Abbildung eine anschauliche Vorstellung des Gegenstandes. Dadurch ist sie dem schaffenden Ingenieur unentbehrlich, um sich und seinen Mitarbeitern die räumlichen Verhältnisse, die seinen Überlegungen zugrunde liegen, schnell und vollständig klarzumachen; sie ist die Methode seiner „räumlichen Skizzen".

Der zweite Teil des Buches ist den praktischen Anwendungen der Axonometrie gewidmet. Es werden ebenflächige Körper und geradlinige ebene Figuren behandelt, sowie die Grundaufgaben über Punkte, Gerade und Ebenen, z. B. die Bestimmung des Streichens und Einfallens einer Ebene, die durch drei Punkte gegeben ist, dann die Durchdringung ebenflächiger Körper, insbesondere Konstruktionen von Bildern der Kristallgestalten und -zwillinge. Für die Behandlung krummflächiger Körper wird die Abbildung des Kreises, der Ellipse, sowie allgemeiner ebener Kurven bereitgestellt. Dann wird die Darstellung von Kegeln, Zylindern, der Kugel, insbesondere der Himmels- und Erdkugel, vorgeführt. Um eine einfache Kubatur von Erdkörpern zu ermöglichen, ersetzt Weisbach die gekrümmte Geländeoberfläche mit Vorteil durch windschiefe Regelflächen. Schließlich behandelt er noch die Darstellung von Schraubenlinien und Schraubenflächen in der Axonometrie, die Durchbiegung krummer Flächen und die Schattenkonstruktion bei Parallelbeleuchtung.

Der Anhang bringt eine elementare, rein geometrische Theorie der Axonometrie, die auf die Verwendung der Trigonometrie und der Analysis verzichtet; eine Anleitung zum Schattieren der axonometrischen Abbildungen und einige Bildtafeln mit sorgfältig gezeichneten und ausführlich erläuterten axonometrischen Darstellungen technischer Gegenstände.

Die durch die Leistungen Weisbachs in Fluß gekommene Entwicklung auf dem Gebiet der Axonometrie schritt in der Folge schnell voran. Den größten Fortschritt in der Zeit nach Weisbach stellt die Leistung K. W. Pohlkes (1810–1876) dar. Dieser dehnte die Untersuchungen auf die schiefe Axonometrie aus, bei wel-

cher der Winkel der parallelen Projektionsstrahlen gegen die Bildebene ein beliebiger ist. Pohlke bewies im Jahre 1853 den Fundamentalsatz der Axonometrie, nach welchem drei in der Bildebene von einem Punkt O ausgehende Strecken O (X, Y, Z), falls nicht alle vier Punkte O, X, Y, Z in einer Geraden liegen, stets eine Parallelprojektion eines rechtwinklig-gleichschenkligen Achsenkreuzes sind. Er veröffentlichte ihn allerdings erst im Jahre 1860 im I. Bd. seiner „Darstellenden Geometrie" [6]. Pohlke behandelt darin den Gegenstand vorwiegend in der Art von Weisbach mit Hilfe trigonometrischer Formeln. Erst die österreichische Schule gab erschöpfende Darstellungen des Gegenstandes, und zwar mit geometrischen Konstruktionsmethoden an Stelle der Rechnungen. Die wichtigsten Veröffentlichungen hierzu sind K. Skuhersky [7], R. Staudigl [8], C. Pelz [9], J. Tesar [10].

Überblickt man die Stellung Weisbachs in der Entwicklung der Axonometrie, so gelangt man zu dem Schluß, daß, wenn auch Fassungen in der Literatur wie „. . . schuf die Axonometrie . . ." oder „. . . dieser von ihm erfundenen . . . Projektionsmethode . . ." in einem gewissen Sinn als überschwenglich bezeichnet werden müssen, J, Weisbach doch als einer ihrer Hauptbegründer anerkannt werden muß. Ihm gebührt das Hauptverdienst bei der Entwicklung der orthogonalen Axonometrie. Wenn man auch den Pohlkeschen Satz als das Fundament der allgemeinsten, der schiefen Axonometrie ansehen wird, so kann neben Pohlke kein anderer Autor ein höheres Verdienst in Anspruch nehmen als Weisbach.

Im Rahmen der gesamtmathematischen Entwicklung hat man J. Weisbach als einen hervorragenden angewandten Mathematiker einzuschätzen, der fleißig und erfolgreich sein Hauptanliegen betrieb, nämlich die Einführung mathematischer Methoden in die technischen, insbesondere die berg- und hüttenmännischen Wissenschaften. Ihm sind aber auch bedeutende selbständige Forschungsergebnisse zu verdanken, die von entscheidendem Einfluß auf die Entwicklung eines wichtigen Gebiets der darstellenden Geometrie waren.

Literatur

[1] Weisbach, J.: Die ersten Grundlehren der höheren Analysis oder Differential- und Integralrechnung, Braunschweig 1849.

[2] Acta, Eruditions- und Instruktions-Wesen betr., Maschinenbaudirection, Bd. E. J. No. 17, Blatt 31–42, (1833).

[3] Weisbach, J.: Über die monodimetrische und anisometrische Projektionslehre, Polytechnische Mitteilungen von Volz und Karmarsch, 1. Bd., Tübingen 1844.

[4] Weisbach, J.: Anleitung zum axonometrischen Zeichnen, Freiberg 1857.

[5] Gauss, C. Fr.: Werke, 8. Bd., Leipzig 1900.

[6] Pohlke, K. W.: Darstellende Geometrie, Bd. 1, Berlin 1860.

[7] Skuhersky, K.: Orthographische Parallelperspektive, Prag 1858.
(1871), Bd. 80 (1881).

[8] Staudigl, R,: Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften, Bd. 64.

[9] Pelz, C.: Ebenda, Bd. 76 (1877), Bd. 81 (1880), Bd. 83 (1881).

[10] Tesar, J.: Ebenda, Bd. 81 (1880).

DAS WIRKEN JULIUS WEISBACHS FÜR DIE TECHNISCHE MECHANIK

Von Dieter Rüdiger, Freiberg

Am Anfang des 19. Jahrhunderts hat in Deutschland die theoretische Mechanik einen hohen Entwicklungsstand erreicht. Nach der Beendigung des Napoleonischen Krieges ist man bemüht, den Anschluß an die vorangeschrittene Industrie in England, die durch die Benutzung der Dampfkraft für den Verkehr einen besonderen Impuls erhalten hat, zu finden. Die deutschen Gelehrten stehen jedoch der Technik so fern, daß sie nicht Mittler zwischen der Wissenschaft und der Praxis sein können. L. M. H. NAVIER, G. G. CORIOLIS und der geniale PONCELET, denen wir die Gründung der Bau- und Maschinenmechanik verdanken, sind Franzosen. Auch die Lehrbücher der Mechanik von A. F. W. BRIX, I. A. SCHUBERT, M. OHM und F. MINDING, die zu dieser Zeit in Deutschland von Bedeutung sind, können nicht die Kluft zwischen Wissenschaft und Technik schließen. Hierzu gehört auch noch das erste Werk von J. WEISBACH: „Handbuch der Bergmaschinenmechanik" in zwei Bänden, das in den Jahren 1835 und 1836 bei der Weidmannschen Buchhandlung in Leipzig erscheint. Der erste Band behandelt die „Grundlehren der allgemeinen Mechanik, der zweite Band die Mathematische Maschinenlehre". Nach den Worten Weisbachs ist das Buch

> *„. . . für Solche bestimmt, welche bei der Beurtheilung und Zusammensetzung der Maschinen von der Mechanik ernsthaft Gebrauch machen wollen, übrigens aber ebensowenig für fertige und spekulative Analytiker als für solche Anfänger und Praktiker, deren mathematischen Kenntnisse nicht weit über die Wurzelextraktion hinausgehen."*

Das Werk ist aus den Vorträgen entstanden, die Weisbach über Mechanik und Bergmaschinenlehre seit dem Jahre 1833 an der Bergakademie Freiberg hielt.

Das erste deutsche Buch, in dem eine Behandlung der Mechanik für die Technik gelingt, ist das von E. H. A. KAYSER verfaßte „Handbuch der Mechanik mit Bezug auf ihre Anwendung", Karlsruhe 1842, nachdem die Arbeiten von Navier, Poncelet, Morin u. a. auch in Deutschland bekanntgeworden waren.

Während dieser Zeit lernt Weisbach im Jahre 1839 bei einem Aufenthalt in Paris Coriolis, Poncelet und Morin persönlich kennen und studiert ihre Arbeiten sowie die Naviers. Nach dieser Reise wird Weisbach zusammen mit F. REDTENBACHER, der seit 1840 an der polytechnischen Schule in Karlsruhe wirkt, zum Begründer der technischen Mechanik in Deutschland.

Im März 1846 übergibt Julius Weisbach der Fachwelt den ersten Band seines epochemachenden Werkes „Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik", das lange die Ausbildung der Ingenieure in aller Welt bestimmt und erst um die Jahrhundertwende durch die „Vorlesungen über Technische Mechanik" von AUGUST FÖPPL abgelöst wird. Das Werk teilt Weisbach, wie auch schon seine zehn Jahre früher erschienene Bergmaschinenmechanik, mit großem Weitblick in zwei Teile,

in einen theoretischen und in einen angewandten. Er begründet diese Maßnahme mit den Worten:

„Vielleicht wird noch in Zweifel gezogen, daß es zweckmäßig sei, die Ingenieur- und Maschinenmechanik in zwei Theile, in einen theoretischen und in einen angewandten, zu theilen. Wenn man berücksichtigt, daß dieses Werk Unterricht über alle mechanischen Verhältnisse der Bau- und Maschinenlehre ertheilen soll, so stellt sich die Nützlichkeit oder vielmehr die Nothwendigkeit dieser Eintheilung von selbst heraus. Um ein Bauwerk und zumal eine Maschine vollständig beurtheilen zu können, sind oft die verschiedensten Lehren der Mechanik, z. B. die der Reibung, die der Tragfähigkeit, die der Festigkeit, des Stoßes, des Ausflusses usw. in Anspruch zu nehmen, es ist also das Material zum mechanischen Studium eines Bau- und Maschinenwerkes fast aus allen Theilen der Mechanik zusammenzulesen. Da es nun für den praktischen Gebrauch viel zweckmäßiger ist, die mechanischen Lehren über jede Maschine im Zusammenhang studieren zu können, als sie aus fast allen Theilen der Mechanik zusammentragen zu müssen, so möchte die Nützlichkeit der gemachten Theilung außer allem Zweifel sein."

Wegen dieser Teilung wird Weisbach zunächst von vielen Seiten, vor allem von den Lehrern der Maschinenbaulehre, angegriffen. Daß sich diese Trennung der Lehre Mechanik von den speziellen Anwendungen der einzelnen technischen Wissenschaften durchaus bewährt hat, ist heute nach einhundert Jahren eindeutig erwiesen. Schließlich ist ja heute das Fundament der Ausbildung der Ingenieure neben einem gründlichen Studium der Mathematik die Technische Mechanik, zusammengefaßt in einer mehrsemestrigen Grundvorlesung.

Noch heute sind die Schwierigkeiten, mit denen der Student zu Beginn der Vorlesungen zu kämpfen hat, neben physikalischer vor allem mathematischer Natur. Diese Schwierigkeiten werden klar von Weisbach erkannt, und er stellt auf Grund dieser Tatsache sein Werk bewußt darauf ab.

„Mein Hauptstreben bei Bearbeitung dieses Werkes bestand in dem Erzielen der größten Einfachheit bei der Entwickelung und Beweisführung, und nächstdem darin, alle in der Anwendung auf die Praxis wichtigen Sätze nur mit Hilfe der niederen Mathematik abzuhandeln. Wenn man berücksichtigt, welche mannichfache Kenntnisse ein Techniker sich anzueignen hat, um in seinem Fache etwas Tüchtiges zu leisten, so muß es uns, als Lehrer und Schriftsteller für Techniker, eine Pflicht sein, das gründliche Studium der Wissenschaft durch Vereinfachung im Vortrage, durch Beseitigung alles Überflüssigen und durch Anwendung der bekanntesten und zugänglichsten Hilfslehren zu erleichtern. Ich habe deshalb die Anwendung der Differenzial- und Integralrechnung gänzlich vermieden. Wenn auch jetzt die Gelegenheit zur Erlernung dieser Rechnung nicht so selten mehr ist, so ist es doch eine unbestreitbare Thatsache, daß ohne immerwährende Übung die nöthige Fertigkeit in Handhabung derselben bald verloren geht, und es deshalb manchen übrigens sehr tüchtigen Praktiker giebt, welcher

mit der früher erlernten Differenzial- und Integralrechnung nicht mehr umzugehen versteht".

Daß Weisbach mit seiner Darstellung der Ingenieurmechanik zur damaligen Zeit auf dem richtigen und einzig möglichen Wege ist, hat die einmalige Verbreitung seines Lehrbuches bewiesen. Dem 1846 erschienenen ersten Teil, der die theoretische Mechanik enthält, folgt Ende des Jahres 1847 der zweite Teil mit der praktischen Mechanik. Der dritte und letzte Teil des Gesamtwerkes erscheint in zwei Abteilungen im September 1860. In der ersten Abteilung behandelt Weisbach die „Zwischenmaschinen", in der zweiten Abteilung des dritten Teiles die „Arbeitsmaschinen". Diese beiden Bände des dritten Teiles des Weisbachschen Werkes zählen wir heute zur Literatur über die Maschinenlehre. Schon nach einem Jahre der Auslieferung der ersten beiden Bände der Ingenieur- und Maschinenmechanik erscheint im Oktober 1847 und im November 1848 die erste englische Übersetzung der theoretischen und der angewandten Mechanik durch L. GORDON bei Hippolyte Bailliere Publisher in London. Noch zu Lebzeiten von J. Weisbach werden die zweite, dritte und vierte Auflage der deutschen Ausgabe erforderlich, die jeweils die nötig gewordenen Berichtigungen und Verbesserungen enthalten sowie den Fortschritten der Wissenschaft angepaßt sind. Hierzu schreibt sein Schüler TRÖGER in einem Brief an ALBIN WEISBACH aus dem Jahre 1858:

„Man erkennt die neue Auflage gegen die früheren kaum wieder, so sehr ist sie bereichert. Es tut mir ordentlich wohl, die neuesten Mechanikhefte Deines Vaters bei allen Eisenbahningenieuren, die ich kenne, als Bekannte anzutreffen".

Neben der englischen Ausgabe des Werkes erscheinen in derselben Sprache vollständige Ausgaben für Nordamerika, die von A. JAY DU BOIS bearbeitet und herausgegeben werden. Nicht zuletzt beweisen die Übersetzungen des Weisbachschen Lebenswerkes ins Russische, Schwedische, Italienische, Französische, Spanische und Polnische, daß dieses Werk den Wünschen und Bedürfnissen der Ingenieure und Techniker, für die es bestimmt ist, vollauf entspricht[1].

Trotzdem muß J. Weisbach in leidenschaftlichen Worten noch im Jahre 1863 sein Werk gegen ungerechtfertigte Angriffe „von Seiten der abstrakten, gelehrten, mathematischen Welt" verteidigen.

„Wenn sich hier und da eine Stimme vernehmen läßt, welche behauptet, daß es dem Zweck des Buches förderlicher gewesen wäre, wenn es ein wissenschaftlicheres Gewand und die höhere Analysis zur Grundlage erhalten hätte, so muß ich hierauf entgegnen, daß das Buch insbesondere zum Privatstudium und Nachschlagen für Praktiker geschrieben ist, und daß im Allgemeinen bei denselben die Kenntniß und Fertigkeit in Handhabung der Differenzial- und Integralrechnung nicht vorausgesetzt werden kann. Nachdem ich ein Menschenalter lang als Lehrer an einer technischen Lehranstalt gewirkt und hierbei stets in vielfachem Verkehr mit der Praxis gestanden, sowie auch auf Reisen mannichfaltige Fachstudien gemacht habe, kann ich mir wohl über diesen Gegenstand ein sicheres Urtheil zutrauen!"

Weisbach hat es in seinem Werk meisterhaft verstanden, sich der Durchschnittsbegabung für Mathematik unter den Technikern seiner Zeit in der Darstellungsweise so anzupassen, daß er in der technischen Welt geradezu populär wird. Sein Werk ist nahezu für jeden verständlich. Seine wissenschaftliche Gründlichkeit geht aus seiner Vorrede der ersten Auflage vom März 1846 hervor. Er schreibt:

> *„Da ich mit manchen Schriftstellern, welche in populären Schriften die schwierigen Sätze ohne Beweise mittheilen, nicht einerlei Meinung bin, so habe ich es vorgezogen, praktisch wichtige Sätze stets auf elementarem, wenn auch zuweilen etwas weitläufigem Wege, abzuleiten oder zu beweisen. Man wird daher in diesem Werke nur selten eine Formel ohne ihre Begründung hingestellt finden. Richtige Begründung und Einfachheit sind gewiß die Haupterfordernisse von einem Werke, welches Praktikern als Lehrer und Führer dienen soll. Mangel an beiden sind aber die vorzüglichsten Ursachen, welche der Anwendung der Mechanik auf die Praxis bis jetzt noch so viel Eintrag gethan haben. Leider wird gerade auf diese Weise von Schriftstellern oft gefehlt, und es ist daher kein Wunder, wenn Praktiker sehr oft theoretische Regeln unrichtig oder wenigstens unzulänglich finden."*

Den Weg zur Beherrschung der technischen Mechanik mit Hilfe der Mathematik und damit die Möglichkeit einer allgemeineren Anwendung der wissenschaftlichen Mechanik auf die Praxis, sieht Weisbach vorausschauend in einer Popularisierung und Erweiterung der mathematischen Vorlesungen. Er sagt von den Technikern seiner Zeit, daß selbst die mathematisch vorgebildeten Ingenieure in ihrem Beruf die Hilfe der wissenschaftlichen Mechanik vernachlässigen, weil ihnen dieselbe zu beschwerlich und ihnen die Fertigkeit in der Handhabung dieses scharf geschliffenen Werkzeuges verlorengegangen ist. Leider müssen wir noch heute diesen Feststellungen Weisbachs Beachtung schenken. Nur die Anwendung wissenschaftlich gut begründeter Erkenntnisse ermöglicht es, den Anforderungen, die die Technik an den Ingenieur stellt, zu genügen. Weisbach versteht es mit seinem Werke wie kein zweiter, mit praktisch brauchbaren Theorien Ratgeber und Führer der Praktiker zu sein. Gerade diese elementare Behandlung der Mechanik macht Weisbach viel Mühe, und er hat dabei große Schwierigkeiten zu überwinden. Trotzdem hält er an seinem großen Ziele, der Mechanik mehr Eingang und dadurch mehr Geltung in der Technik zu verschaffen, fest. Er selbst schreibt dazu in seinem Vorwort zur dritten Auflage im Juli 1856:

> *„Das Buch ist für ein praktisches Publicum geschrieben, und würde sicherlich nicht den Beifall gefunden haben, welchen es gefunden hat, wenn ich ihm, was mir allerdings viel leichter geworden wäre, ein ganz wissenschaftliches Gewand gegeben hätte ... Wer sich nur etwas in der Praxis umgesehen hat, wird wahrgenommen haben, wie wenig dieselbe noch von der Theorie Gebrauch macht, und wie nicht selten die Theorie von den Praktikern hinten angesetzt wird und in Mißcredit steht. Daran hat gewiß die sogenannte gelehrte Unterrichtsmethode, welche es als ein Verbrechen ansieht, die Wissenschaft ihrer Anwendung wegen zu studiren, ihren größten Antheil!"*

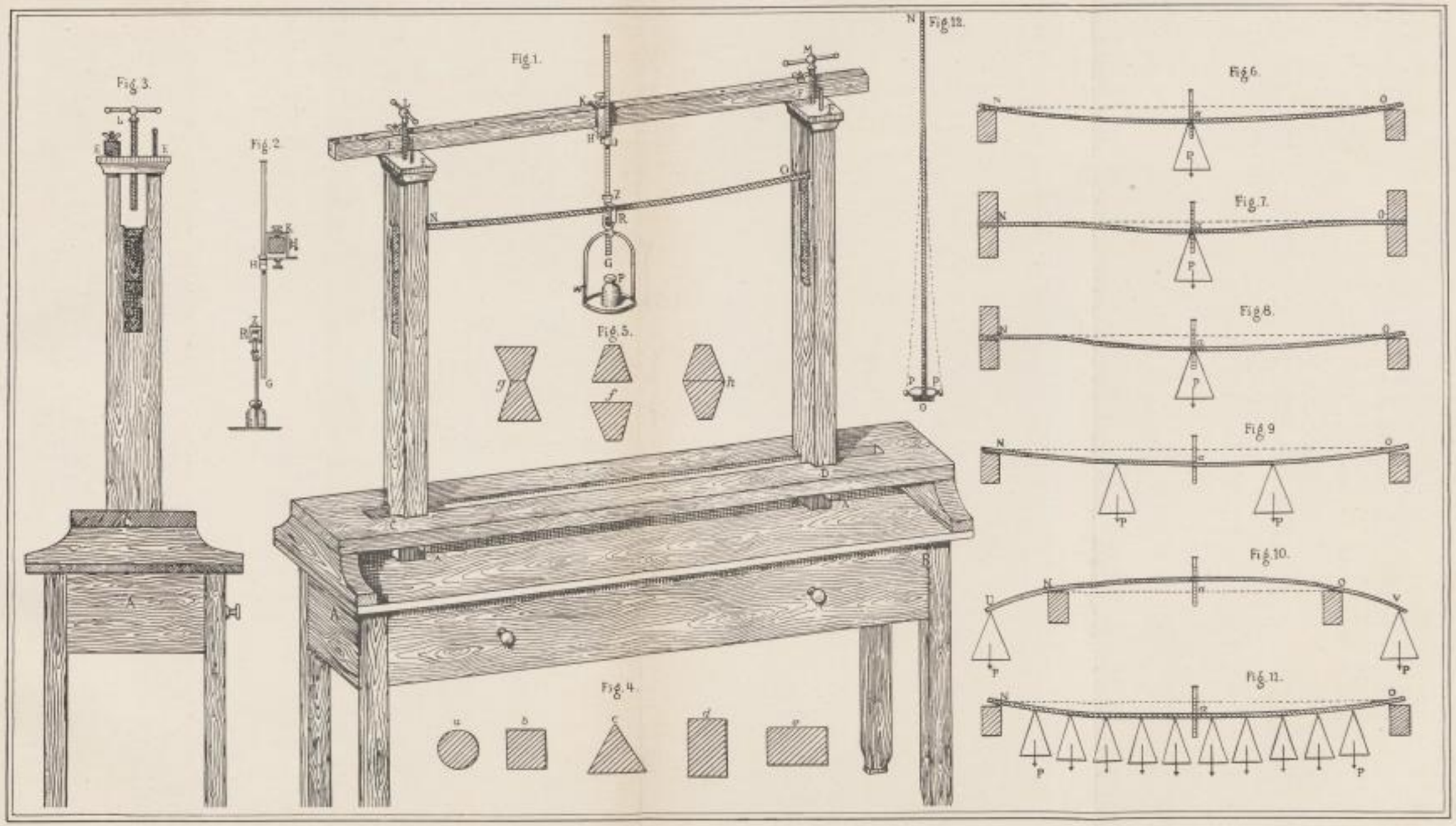


Bild 1. Versuche über die Elastizität und Festigkeit. Aus „Versuche bei Vorträgen über Elasticität und Festigkeit fester Körper", „Civiling.", Bd. IX, Heft 5, Tafel 20)

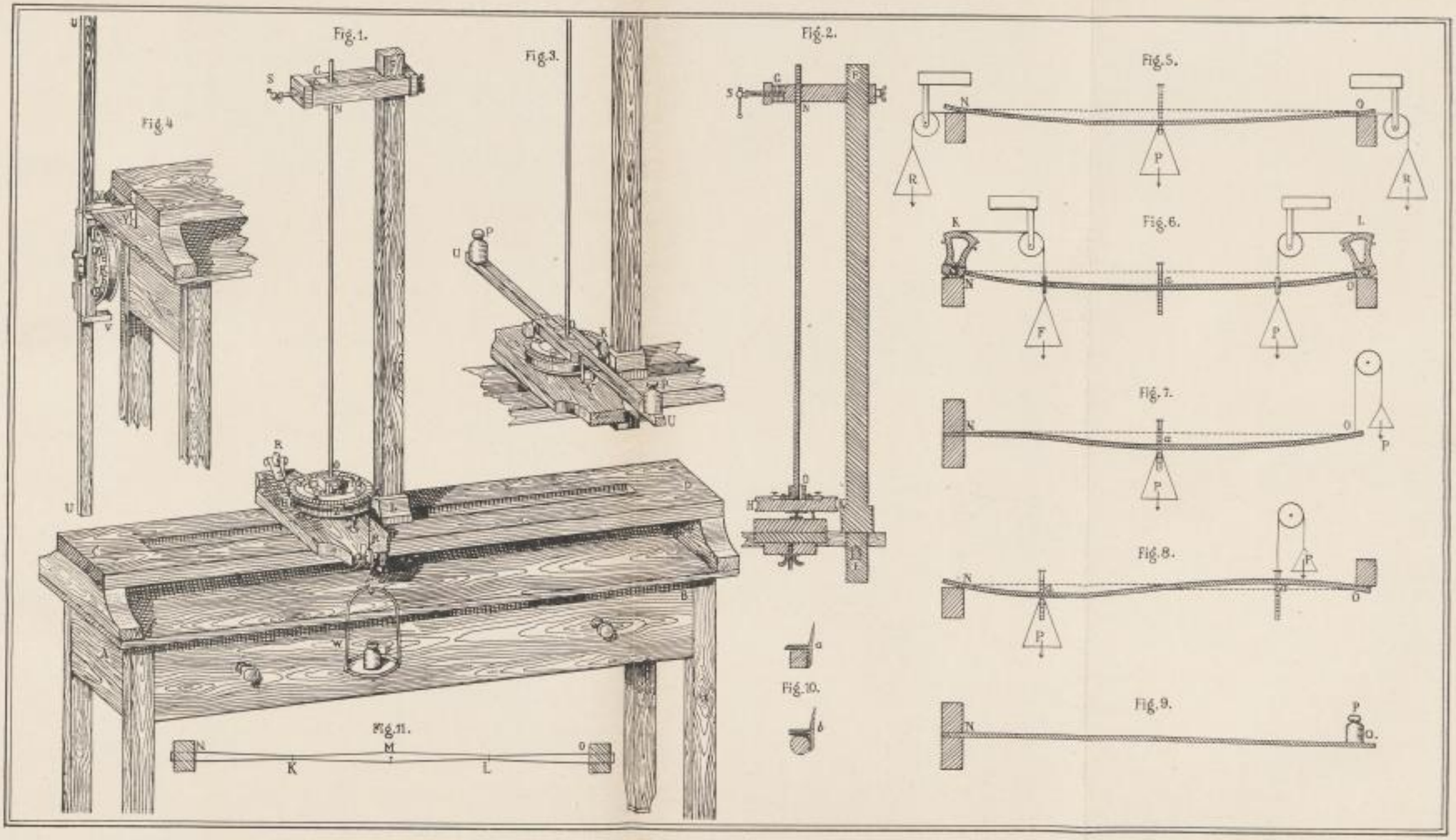


Bild 2. Versuche über die Elastizität und Festigkeit. Aus „Versuche bei Vorträgen über Elasticität und Festigkeit fester Körper", „Civiling.", Bd. IX, Heft 5, Tafel 21)

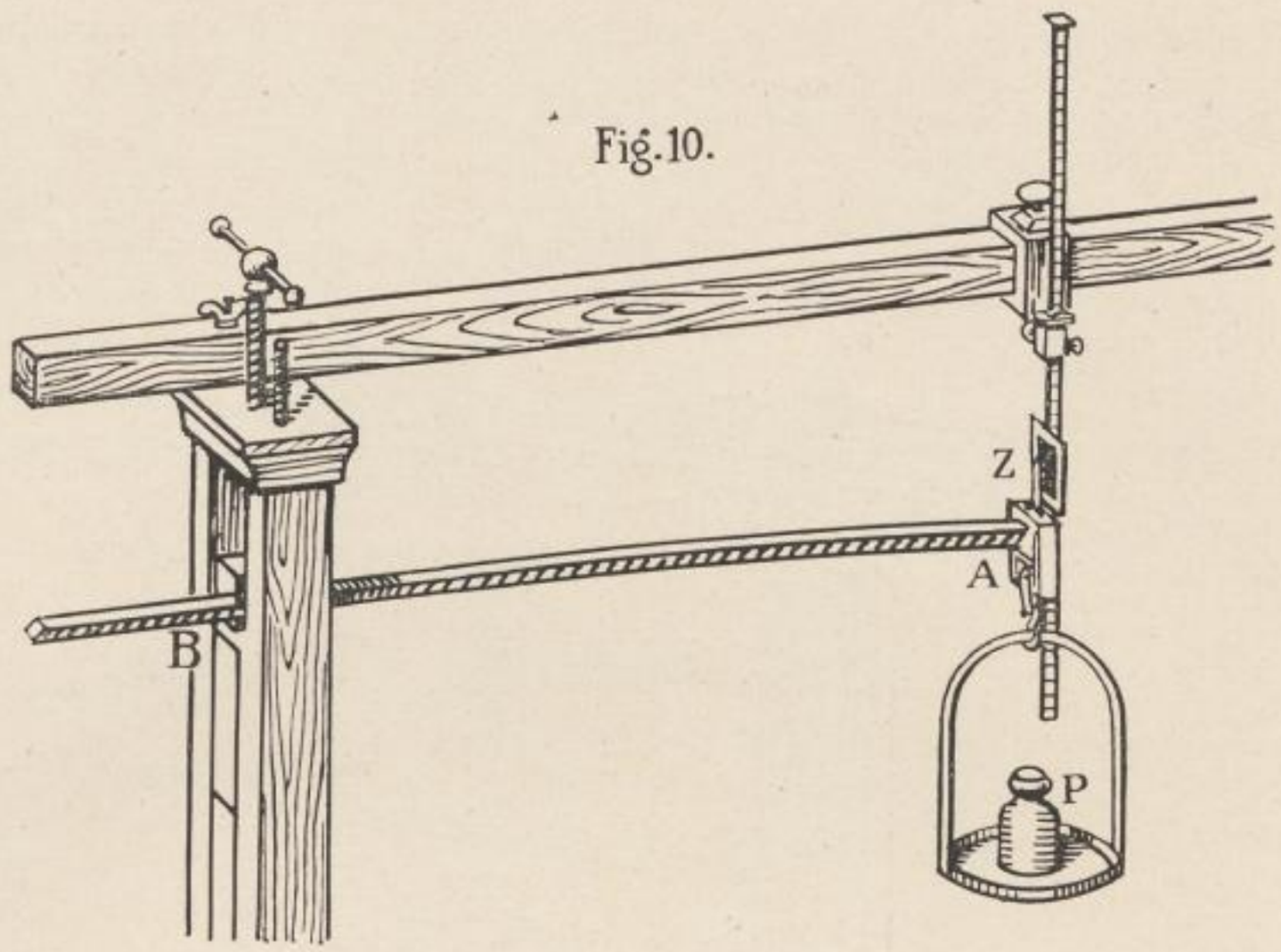


Bild 3. (Aus „Civiling.", Band XIV, Heft 6, Tafel 22, Figur 10)

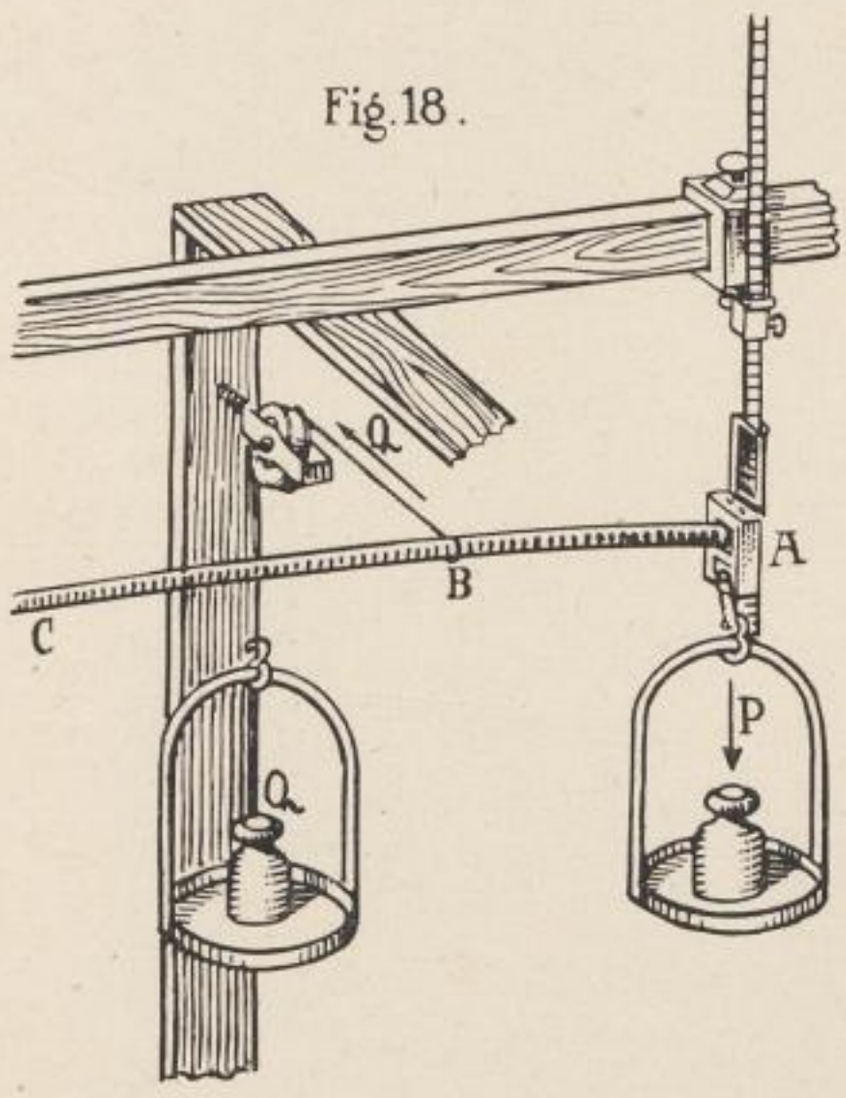


Bild 4. (Aus „Civiling.", Band XIV, Heft 6, Tafel 22, Figur 18)

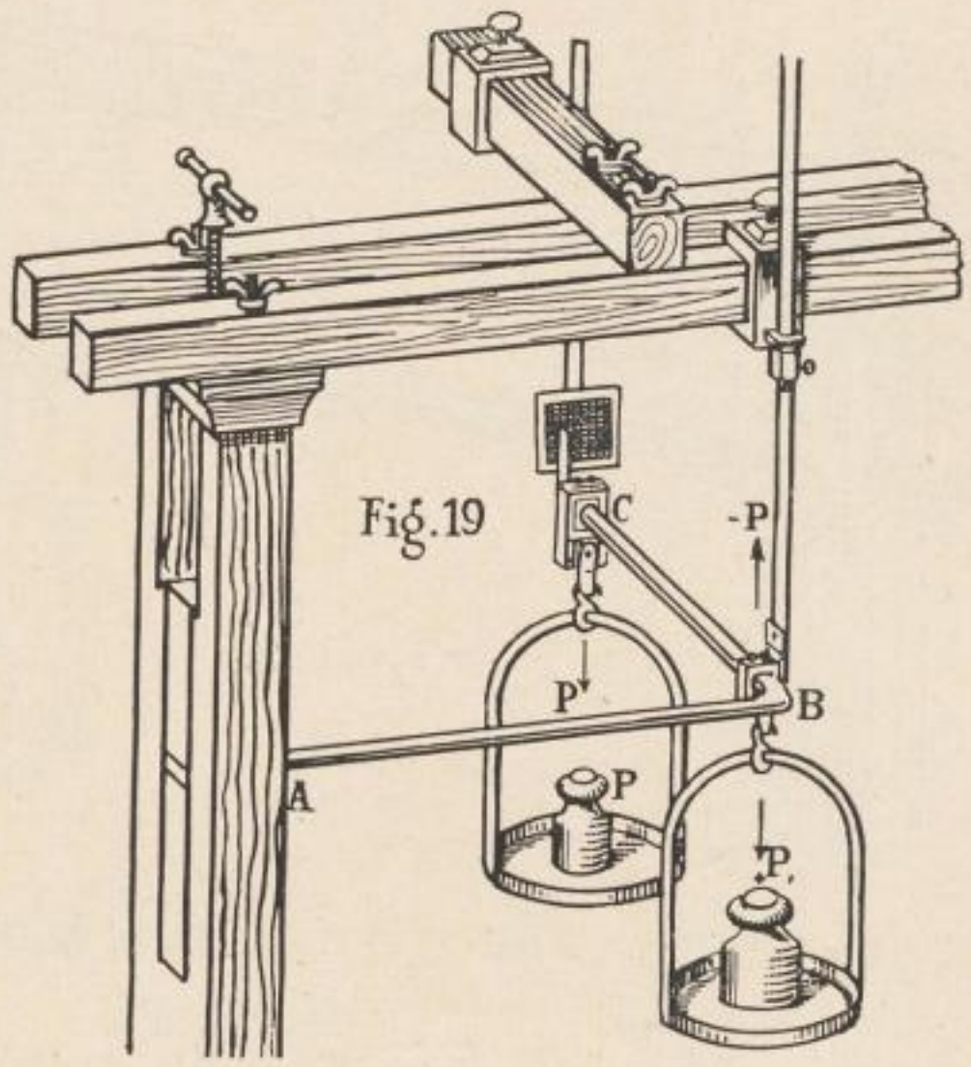


Bild 5. (Aus „Civiling.", Band XIV, Heft 6, Tafel 21, Figur 19)

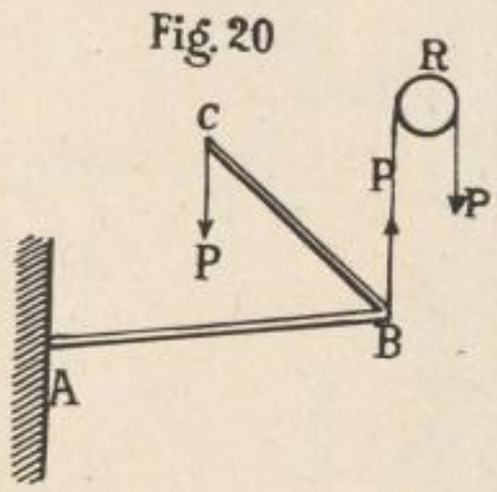


Bild 6. (Aus „Civiling.", Band XIV, Heft 6, Tafel 22, Figur 20)

Beispiel 2. Um eine gestohlene Kiste Q, Fig. 259 (a. f. S.), aufzubrechen, befestigt der Räuber Janos die Enden A und B eines Seiles AKK_1B an den Aesten zweier starken Bäume, verbindet durch ein anderes Seil K_1C den Deckel der Kiste mit demselben und zieht, indem er sich an dem ersten Seil aufhängt, dasselbe durch sein eigenes Gewicht G vertical abwärts. Ist α der Neigungswinkel des Seiltrums AK gegen den Horizont, sowie β die Abweichung $BK_1P = SK_1P$ der Richtung des Seiltrums BK_1 von der Verticalen, so hat man die Spannung des Seilstücks KK_1

$$\overline{KR} = R = G \cot g.\, \alpha,$$

und die Kraft, mit welcher das Gewicht G indirect den Deckel der Kiste zu heben sucht:

$$P = \overline{K_1P} = \overline{K_1R_1} \cot g.\, \beta = \overline{KR} \cot g.\, \beta = G \cot g.\, \alpha \cot g.\, \beta.$$

Wäre $\alpha = \beta = 10$ Grad, so würde hiernach

$$P = (5{,}67)^2\ G = 32{,}2\ G,$$

also bei einem Gewichte des Räubers von $G = 80$ Kilogramm,

$P = 2576$ Kilogramm betragen.

Fig. 259.

Bild 7. Julius Weisbach: Lehrbuch der Theor. Mechanik, Braunschweig 1875, Seite 288

In seinen Vorlesungen ist Weisbach stets darauf bedacht, seinen Hörern das Studium der Mechanik durch Vereinfachungen im Vortrage und durch Beseitigung alles Überflüssigen zu erleichtern. So führt er im Unterricht der Festigkeitslehre neben den theoretischen Betrachtungen Versuche durch, die eine richtige Vorstellung von den Erscheinungen und den Gesetzen vermitteln. Mit einem nach seinen Plänen angefertigten Apparat bestimmt er Durchbiegungen belasteter Balkenträger aus verschiedenen Materialien mit den verschiedensten Querschnitten (Bilder 1 bis 6). Bemerkenswert ist die in der Figur 8 des Bildes 2 eingetragene Belastung des Trägers mit einem Kräftepaar. Interessant ist auch, daß er theoretisch bestimmte Eigenfrequenzen der mit großen Massen belegten Träger im Versuch nachprüft. Zu dem Apparat gehören auch Probebalken mit zusammengesetzten Querschnitten und Träger mit Vorkrümmung. Zur Eintragung von Torsionsmomenten in gerade Stäbe dient die in den Figuren 1 bis 4 des Bildes 2 dargestellte Versuchseinrichtung. Auch hier stellt Weisbach die Eigenfrequenzen der Torsionsschwingungen bei verschwindend kleiner Masse der Drehfedern durch Versuche fest und zieht Rückschlüsse auf den Elastizitäts- und Schubelastizitätsmodul des Materials der gebogenen oder tordierten Stäbe.

Der Bearbeitung seines Werkes widmet Weisbach eine bewundernswürdige Sorgfalt. Jede der Ausarbeitungen der einzelnen Lehren der Technischen Mechanik wird durch passende Beispiele aus dem Leben erläutert. Um die Originalität der Weisbachschen Beispiele zu zeigen, ist nebenstehend ein einfaches Beispiel zum Seileck abgedruckt worden, das der fünften nach seinem Tode von GUSTAV HERRMANN bearbeiteten Auflage entnommen wurde (Bild 7).

Auf die Richtigkeit der Rechnungen und auf Klarheit der Figuren legt Weisbach einen ganz besonderen Wert. Jedes Beispiel wurde dreimal durchgerechnet, und zwar von verschiedenen Personen, so daß fehlerhafte Ergebnisse praktisch ausgeschlossen waren. Die Abbildungen in seinem Werke sind von einer Anschaulichkeit, die von späteren und auch gegenwärtigen Büchern der Mechanik nicht übertroffen wird. Daran hat die von Weisbach eingeführte axonometrische Projektionsmethode einen nicht unwesentlichen Anteil.

Auf das viele Neue in der Behandlung technischer Probleme in dem Weisbachschen Lebenswerk im einzelnen einzugehen, würde hier zu weit führen. Was Julius Weisbach auf dem Gebiete der Elastizitäts- und Festigkeitslehre fester Körper geleistet hat, kann aus den Seiten 375 bis 653 der im Jahre 1875 erschienenen fünften von G. Herrmann bearbeiteten Auflage des ersten Bandes entnommen werden. Eine ganz besondere Würdigung allerdings verdient der Abschnitt „Die zusammengesetzte Elastizität und Festigkeit" (s. auch Bild 7).

Im Jahre 1848 veröffentlicht Weisbach in der Zeitschrift „Der Ingenieur" seine „Theorie der zusammengesetzten Festigkeit". Hier macht Weisbach auf die Unterschiede der Beanspruchung von Stäben aufmerksam, die gleichzeitig durch verschiedene Kräfte beansprucht werden. Weisbach führt hierbei die Bezeichnungen „einfache und zusammengesetzte Festigkeit" ein und untersucht die zusammengesetzten Festigkeiten: Biegung mit Längskraft, Biegung und Torsion, Torsion mit Längskraft. In seinem Werke behandelt er später auch noch den Fall der Biegung eines

Trägers, der durch Kräfte in verschiedenen Ebenen belastet ist. Erwähnt werden soll auch, daß Weisbach der Schwingungslehre eine große Bedeutung beimißt. So fügt er schon der zweiten Auflage seines Buches vom Mai 1850 ein Kapitel über die Schwingungen hinzu. Er begründet dies mit den Worten:

> *„Der große Einfluß, welchen Schwingungen auf den Gang und auf die Haltbarkeit und Dauerhaftigkeit der Maschinen und anderer Bauwerke ausüben, ist ein Gegenstand, dem man nicht zuviel Aufmerksamkeit schenken kann!"*

Zehn Jahre vor dieser Veröffentlichung behandelt Weisbach im „Polytechnischen Centralblatt Nr. 67" vom November 1840 in einem Beitrag „Zusätze zur Theorie der Reibung" verschiedene spezielle Reibungsvorgänge. Hier sollen vor allem die Erkenntnisse zur Berechnung der Reibung in Keilnuten, verschiedene Zapfenreibungen und die Reibung von Wellen, die in Lagerschalen gleichmäßig anliegen, angeführt werden. Weisbach tritt in dieser Abhandlung entschieden einem Ergebnis entgegen, das A. F. W. Brix im 16. Band der „Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen" 1837 aufgestellt hat. Brix hatte angenommen, daß sich die gesamte zu übertragende Kraft gleichmäßig über die kreisförmige Berührungsfläche verteilt, während Weisbach voraussetzt, daß der Flächendruck infolge der zu übertragenden Kraft auf der Horizontalprojektion konstant ist, eine Annahme, die wir auch heute noch bei der Abschätzung der Lochleibungsspannungen von Nieten und Bolzen voraussetzen. Interessant ist Weisbachs Bemerkung, daß diejenigen, die seiner Annahme der Druckverteilung nicht beistimmen, zur Berechnung die Elastizitätstheorie zu Hilfe nehmen müssen.

Zum Schluß sei noch auf eine Arbeit von Weisbach im ersten Band der „Polytechnischen Mitteilungen von Volz und Karmarsch" aufmerksam gemacht, in der er zuerst ein von Mosely behandeltes Problem der Berechnung der Reibungsarbeit an den Spurzapfen bei Pferdegöpeln löst. Diese Aufgabe hatte Mosely auf die Auswertung eines elliptischen Integrals zweiter Gattung zurückgeführt. Die Arbeit von Weisbach zeichnet sich wie alle seine Veröffentlichungen durch eine klare und einfache Darstellungsweise aus. In seinen Endformeln umgeht Weisbach die Auswertung des elliptischen Integrals und gelangt zu einfachen, praktischen Resultaten.

Anmerkung

[1] Eine nette Begebenheit, die sich anläßlich des Londoner Besuches Julius Weisbachs zugetragen und über die C. Schiffner im dritten Band seines Buches „Aus dem Leben alter Freiberger Bergstudenten" auf S. 107 berichtet hat, soll hier Erwähnung finden.
Als Weisbach in einer Londoner Buchhandlung nach dem besten mathematisch-physikalischen Werk auf dem englischen Büchermarkt fragte, wurde ihm zu seiner großen Überraschung sein eigenes Buch vorgelegt. Da rief er – denn er hatte die Gewohnheit angenommen, vieles doppelt zu sagen – ärgerlich aus: „Nischt, nischt, selber gemacht, selber gemacht!"

DIE BEDEUTUNG JULIUS WEISBACHS AUF DEM GEBIETE DER HYDRAULIK

Von Werner Beck, Freiberg

Bekanntlich ruht unser gegenwärtiges Wissen in der Strömungsmechanik, wenn wir auf das vorige Jahrhundert blicken, gleichsam auf zwei Säulen. Die eine ist streng theoretisch, *„rationell"*, also betont mathematisch gegründet. Sie setzt ein ideales Strömungsmittel voraus, kommt dabei – vom Praktiker aus gesehen – aber zu dem widerspruchsvollen Ergebnis, daß ein Körper einem in Bewegung befindlichen Strömungsmittel keinen Widerstand entgegensetze. Die andere kommt mehr von der Praxis her. Der vor Bauaufgaben stehende Techniker kann sich angesichts eines solchen für ihn unbrauchbaren Satzes nur helfen durch experimentelle Versuche und Einkleidung so gewonnener Unterlagen in Erfahrungsformeln oder Anpassung theoretischer Beziehungen durch Beiwerte an die Erfordernisse der Praxis.

Weisbachs Schaffen[1] gleicht einem sauber und festgefügten Fundament der zweiten Gruppe. Erst Ende des vorigen Jahrhunderts – nach ihm – kommt zwischen diesen beiden Pfeilern der Strömungslehre eine Brücke zustande, auf der die Strömungsmechanik wieder als ein einheitliches Wissensgebiet weiterbaut. In der Zeit unmittelbar nach Weisbach stellt die Erkenntnis der Bedeutung des Verhältnisses in einem strömenden Mittel wirkender Trägheitskräfte zu den zähigkeitsbedingten einen der wichtigsten Schlußsteine dieses Wiederzusammentreffens dar. Sie ist – von Weisbach aus gesehen – der nächste Baustein für die folgende Entwicklung bis zum heutigen Stand, welcher in einer Anzahl von Fällen die theoretische Begründung bei Weisbach im tieferen Zusammenhang noch unerklärt gebliebener Beobachtungen erst zu geben vermag. Als Beispiel sei auf die von Weisbach richtig ermittelte Veränderlichkeit der Rohrreibungszahl hingewiesen. Bei niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten erweist sie sich größer als bei hohen[2]. Den kennzeichnenden Verlauf der Durchflußzahl bei Blenden hat er auch schon bemerkt[3]. Daß aber erst die Hinzunahme von Zähigkeit und Längenabmessung, wie REYNOLDS ein reichliches Jahrzehnt nach Weisbachs Tode findet, die Eindeutigkeit von Meßergebnissen vervollständigt, ist der Weisbachschen Zeit noch verborgen.

Was der einzelne aus dem *„hydraulischen Publikum"* heute über die Strömungstechnik weiß, wird vielleicht lebensvoller, wenn er in stiller Stunde im Geiste in der Geschichte um ein Jahrhundert zurückgeht und schaut, was und wie mit den einstigen im Vergleich zu heute bescheideneren Hilfsmitteln auch schon geschaffen worden ist, was davon jetzt noch unmittelbaren Wert besitzt und was wir somit jenen Älteren, und hier besonders JULIUS WEISBACH, zu verdanken haben!

In diesem Lichte gesehen, fragen wir gern nach näheren Einzelheiten über Weisbachs Wirken in der Hydraulik, nach den von ihm durchgeführten Versuchen, den Ergebnissen, besonders nach solchen, denen wir heute noch auf Schritt und Tritt begegnen.

Somit wenden wir uns, nachdem über die Statik der Strömungsmittel bei Weisbach im wesentlichen nur Übernommenes bekannt ist, gleich ihrer Kinematik zu. Da in jener Zeit die Wasserkraft noch einen verhältnismäßig breiten Raum bei der Deckung des Energiebedarfes zumal im Bereich des Bergbaus und Hüttenwesens einnimmt, ist es verständlich, daß Weisbach sich besonders ihr widmet. Über den Widerstand von Leitungsteilen hat er uns experimentelle Zahlenunterlagen in reichlichem Maße hinterlassen. Vor ihm hat an die Notwendigkeit, diesen in die Rechnung einzubeziehen, niemand gedacht. Er aber ermittelt im Versuch mit peinlicher Sorgfalt den Druckverlust in Kanälen, den Widerstand von Kniestücken, Krümmern, Ventilen, Klappen [1]. Er mißt die Strahloberfläche beim Ausströmen von Wasser aus scharfkantigen Öffnungen genau nach. In Fortsetzung der Beobachtung des Ausflusses kommt er schließlich zur Untersuchung selbst *„springender Strahlen"*.

Eine kleine Zusammenstellung dieser und jener wichtigen Arbeiten und Ergebnisse vermittle uns einen gewissen Überblick hierüber. Beim Ordnen der übergroßen Fülle vorliegenden Stoffes soll mit der Einschnürungs- oder Kontraktionszahl α begonnen werden. Weisbach hat z. B. die Gestalt der Ausflußquerschnitte verändert. In verschiedenen Fällen hat er die Form des austretenden freien Strahles abtastend so nachgemessen, daß er eine auf diesem Wege gefundene empirische Formel sogar auch für die Rundung der Begrenzung des Längsschnittes des austretenden Strahles angibt. Wenn d der Durchmesser der zugehörigen runden Austrittsöffnung ist, findet er den Krümmungsradius zu $a = 1{,}3 \cdot d$ [4, S. 57].

In dieser Richtung fortschreitend hat Weisbach dann den Einfluß der Zuströmgeschwindigkeit zur Durchtrittsöffnung auf die Einschnürungszahl α festgestellt. In der neuesten Auflage der „Hütte" [5, S. 786] finden wir darüber bekanntlich noch heute mit Bezug auf Bild 1:

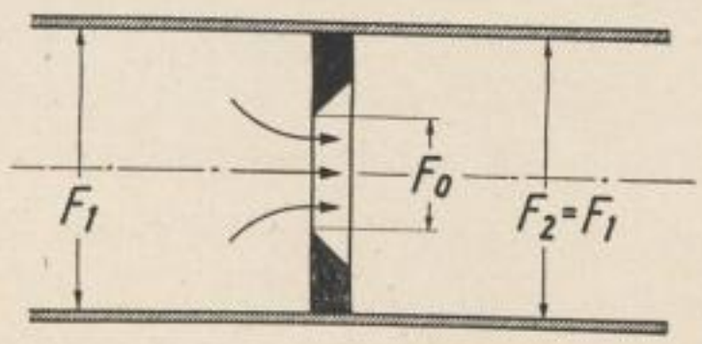


Bild 1. Kantige Verengung (rechteckig)

F_0/F_1	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
α	0,62	0,63	0,66	0,71	0,81	1,00

Im Vergleich zur Kontraktionszahl, die bei Beschleunigung des Strömungsmittels aus dem Ruhestand heraus erhalten wird, welche er *„vollkommene Kontraktion"* nennt, und wofür von PONCELET und LESBROS her bereits Unterlagen bestehen, bezeichnet Weisbach die von ihm gefundenen Werte, z. B. der obigen Tabelle [8, S. 370], als *„unvollkommene Kontraktion"* [2].

Weiter unterscheidet Weisbach *„partielle Kontraktion"* im Fall einer teilweisen Führung des Strahles über die Austrittsöffnung hinaus [2, S. 137–147] [4, S. 109 bis 114] [8, S. 362] [11, S. 9–11].

Weisbach ist aber noch tiefer in die Mechanik des ausfließenden Strahles eingedrungen. Er erkennt, daß, um zur wirklich ausströmenden Menge zu kommen, weiter die Berücksichtigung der Geschwindigkeitsverteilung notwendig ist [4, S. 42]. Die Beziehung

$$\text{Ausflußzahl} = \text{Geschwindigkeitsbeiwert} \times \text{Einschnürungszahl}$$

oder

$$\mu = \varphi \cdot \alpha$$

geht auf ihn zurück. Als Geschwindigkeitsbeiwert φ gibt Weisbach Werte zwischen 0,96 und 0,98 an [4, S. 43 und 44], welche heute noch vollauf gültig sind.

Die Durchflußzahlen μ, unmittelbar aus Mengenmessungen erhalten, werden in empirisch gefundene Formeln gekleidet; z. B. gilt nach Weisbach für die kreisförmige scharfkantige Austrittsöffnung

$$\mu_\nu = \mu_0 \left(1 + 0{,}04564\,(14{,}821^\nu - 1)\right) \qquad [4, \text{S. } 116],$$

wobei $\nu = F_0/F_1$, wenn F_0 und F_1 die gleiche Bedeutung wie auf Bild 1 haben.

Mit $\mu_0 = 0{,}608 \ldots 0{,}637$ für $F_0/F_1 = 0$ [2, S. 67–69] hat Weisbach damals schon Werte nachgemessen, deren Mittelwert ($\approx 0{,}62$) seither in entsprechende Rechnungen unverändert eingesetzt wird.

In ähnlicher Weise werden Ausflußöffnungen am Ende von offenen Kanälen untersucht [8]. Für Wehrüberfälle, wenn Überfall und Gerinne einerlei Breite haben, findet Weisbach, daß

$$\mu_\nu = \mu_0\,(1{,}041 + 0{,}3693\,\nu^2) \text{ ist} \qquad [4, \text{S. } 131],$$

wobei die Angaben von Weisbachs Zeitgenossen für μ_0 sich nicht ganz decken, jedoch die von PONCELET und LESBROS gefundenen und tabellarisch niedergelegten empfohlen sind. Aber auch für andere Breitenverhältnisse gibt er rechnerische Beziehungen an.

Nachdem wir Weisbach somit in der Kinematik des Strömungsmittels gefolgt sind, werden wir verstehen, daß es nach Einführung des Geschwindigkeitsbeiwertes φ naheliegt, den mit φ zusammenhängenden Energieverlust zu erfassen. Weisbach erkennt die Abhängigkeit dieses Verlustes vom Quadrat der Strömungsgeschwindigkeit und vergleicht daher folgerichtig den Druckverlust mit dem Staudruck. Das Verhältnis beider bezeichnet er als Widerstandszahl ζ [1, S. VII] [4, S. 81], welche seitdem einen unentbehrlichen Bestandteil der Strömungslehre ausmacht. So neu wie dieser Begriff der damaligen Zeit ist, so erstmalig ist die Bestimmung dieses Wertes für alle Rohrleitungsbestandteile bis zu Hähnen und Klappen hin gewesen [1]. Zum Teil finden sich die damaligen Ergebnisse auch in der neuesten Auflage der „Hütte" [5, S. 788] und gelten daher jetzt noch in vollem Umfange, z. B. für das Knie

$$\zeta = \sin^2(\delta/2) + 2 \cdot \sin^4(\delta/2) \qquad [4, \text{S. } 149]$$

und für den Krümmer

$$\zeta = 0{,}13 + 0{,}16\left(\frac{d}{r}\right)^{3,5} \qquad [4,\ S.\ 156],$$

wenn r – Krümmungshalbmesser der Rohrmittellinie,
δ – Ablenkwinkel,
d – lichte Rohrweite bedeuten.

Weiter teilt Weisbach Meßergebnisse über den Druckverlust im geraden, zylindrischen Rohr mit und setzt, wie es im Grunde heute noch geschieht,

$$\Delta p = \zeta \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2g} \cdot \gamma,$$

wobei, je nachdem, ob er mit Glas- oder Messingrohren arbeitet, ζ-Werte zwischen 0,017 und 0,020 herauskommen (also heute mit λ bezeichnete kennzeichnende Werte) [11, S. 20 bis 27]. Dabei bedeutet l die Länge des Rohres, w die mittlere Strömungsgeschwindigkeit, γ die Wichte des Mittels. Um „genauere" Angaben zu machen, stellt Weisbach auch noch verwickeltere Ausdrücke auf. Wenn nach unseren heutigen Anschauungen diese Ansätze auch keine Aussicht auf eine Vertiefung der Erkenntnis haben bieten können, so schmälern sie doch nicht das große Verdienst Weisbachs, im übrigen den grundsätzlichen Sachverhalt, der seither gültig geblieben ist, in einer für die Praxis zweckmäßigen Form erstmalig richtig getroffen und angewendet zu haben.

Es schließt sich dann die Untersuchung in Strömungsrichtung querschnittsmäßig konvergent oder divergent verlaufender *„konischer Röhren"* an. Der charakteristische Unterschied zwischen niedrigen ζ-Werten für die Düse und verhältnismäßig hohem Verlustbeiwert für den Diffusor wird von ihm bereits deutlich ausgesprochen [13, S. 18 bis 21]. Wenngleich erst spätere Generationen Erklärungen hierfür geben, so haben die Ergebnisse dieser Untersuchungen doch schon zu Weisbachs Zeit die Aufmerksamkeit der Fachwelt erregt. Julius Weisbach hat auf die Größe und die Natur von Strömungsverlusten erstmals deutlich hingewiesen!

In gleicher Weise untersucht Weisbach Rohrleitungsformstücke, wie scharfkantigen oder gut abgerundeten Einlauf in ein Rohr, den Verlust beim Eintritt eines Strömungsmittels in eine an einem Ausflußbehälter schräg ansetzende Ausflußrohrleitung u. a. [4, S. 79 bis 90]. Solche Abhängigkeiten finden wir in der „Hütte" bis in die neueste Auflage hinein [5, S. 787]. Die bekannten späteren Arbeiten im Bereiche von THOMA [5, S. 788] am hydraulischen Institut in München erscheinen uns als eine geradlinige Fortsetzung dieser Arbeiten Weisbachs. Wir sehen also auch hier Weisbach als den Begründer, von welchem eine umfangreiche Weiterentwicklung ausgeht.

Ähnlich ist es mit der Widerstandszahl für die Strömung durch offene Kanäle. Die von Weisbach dafür gefundene Beziehung ist, ebenfalls in der „Hütte" angeführt [5, S. 784], noch heute als gültig anerkannt.

Besonders bei Versuchen unter *„sehr kleinem Drucke"* – wir könnten heute besser sagen bei niedrigen Reynoldsschen Zahlen – ist die Hintereinanderschal-

tung des zu untersuchenden Elementes mit einem bekannten, z. B. der Versuchseinrichtung allein, welche einen Widerstand der gleichen Größenordnung aufweist, nicht zu vermeiden [1, S. VII und VIII] [12, S. 179]. Weisbach findet dann den gesuchten Widerstandsbeiwert durch

$$\zeta = \frac{1}{\mu_1^2} - \frac{1}{\mu^2},$$

wenn μ_1 die Ausflußzahl der Gesamtordnung, μ die des in Reihe geschalteten „Ausflußapparates" allein darstellt.

Offenbar haben Weisbach die Forderungen der Hüttenwerke mit den äußeren Anstoß gegeben, seine Untersuchungen auf den Ausfluß elastischer Strömungsmittel auszudehnen. Die Kenntnis der Beziehung für die Ausströmgeschwindigkeit nach SAINT VENANT und WANTZEL (1839) ist wahrscheinlich noch nicht verbreitet gewesen. Meistens haben Weisbachs Formeln isotherme Zustandsänderungen – das Mariottesche Gesetz – zur Grundlage:

$$v = \sqrt{2g \cdot \frac{p_1}{\gamma_1} \ln \frac{p_1}{p}},$$

worin v – Ausströmgeschwindigkeit,
p_1 – Anfangsdruck,
p – Enddruck,
γ_1 – Anfangswichte,
g – Fallbeschleunigung bedeuten.

An diese Ausgangsgleichung schließt Weisbach die Entwicklung von Gebrauchsformeln an [6]. Jedenfalls hat er die Zusammenhänge auf eine in seinem Zeitalter in der Praxis leichter anwendbare Form gebracht. Weisbach weist dabei für scharfkantige Ausflußöffnungen bei Verwendung von Luft auf die Werte nach KOCH hin $\mu_0 = 0{,}566 \ldots 0{,}605$, die ihrem Zahlenwert nach kleiner sind als die für unelastische Strömungsmittel, was nach Einschaltung der Expansionszahl – wie es heute geschieht – uns richtig erscheint [6, S. 460]. Erst sehr viel später bringt auch Weisbach die Berechnung der Ausströmgeschwindigkeit nach SAINT VENANT und WANTZEL.

Vor allem werden Julius Weisbach aber die theoretischen Grundlagen der Wasserkraftmaschinen selbst gereizt haben. Hier spielt das Gesetz der Dynamik, d. h. die Lehre von der Kraftwirkung eines strömenden Mittels – also vornehmlich die *„lebendige Kraft"* des Wassers –, die Hauptrolle. In unserer gegenwärtigen Zeit ist es gebräuchlich, die auf die Strömungsmechanik besonders zugeschnittene Form der dynamischen Grundgleichung, den Impulssatz, auf solche Fragen anzuwenden[4]. Die Aufgaben, welche wir heute so in besonders einfacher Weise lösen, haben Weisbach auch schon vorgelegen und beschäftigt. Um sie zu lösen, geht aber Weisbach den von PONCELET [4, S. XI] gewiesenen Weg, die Reaktionskraft über die vom Strömungsmittel geleistete Arbeit, über *„das Prinzip der Arbeit"*, rechnerisch abzuleiten. Weisbach stellt den Ausdruck für die sekundliche Arbeit des strömenden Mittels auf und teilt durch die Fortbewegungsgeschwindigkeit w des

betrachteten Strömungskanals, wobei es sich bei der praktischen Anwendung bekanntlich oft um die Umfangsgeschwindigkeit handelt. So gelangt Weisbach zur Reaktionskraft auf die Kanalwand, d. h. in den meisten Fällen zu der vom Mittel auf die Beschaufelung ausgeübten Kraft. Der wesentliche Inhalt seiner Ableitung [4, S. 228 und 229] sei mit seinen auf Bild 2 eingetragenen Originalbezeichnungen kurz hier eingeschoben.

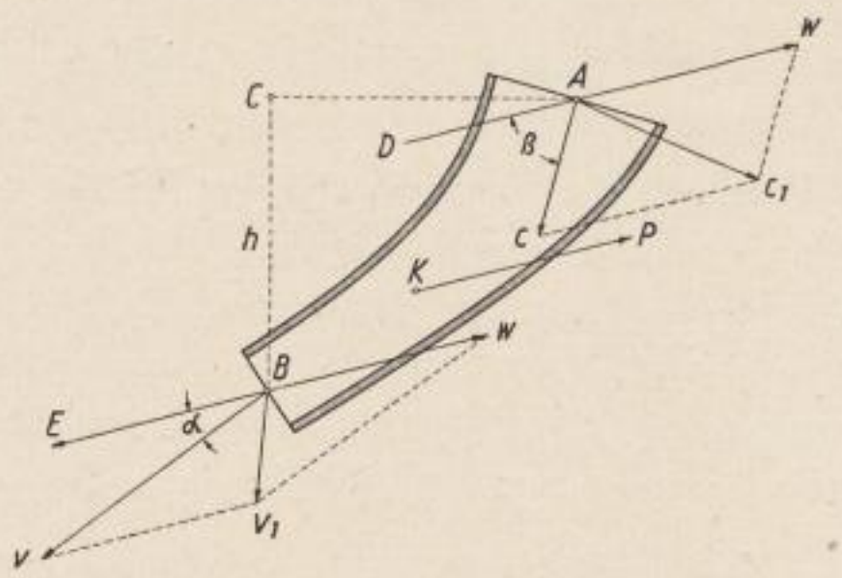


Bild 2. Vom Wasser durchströmter, bewegter Kanal

Beim Durchfluß des Strömungsmittels durch den Kanal wird in der Zeiteinheit die mechanische Arbeit

$$L = h \cdot Q \cdot \gamma - \frac{v_1^2 - c_1^2}{2g} \cdot Q \cdot \gamma.$$

verfügbar, wenn der Volumenstrom mit Q bezeichnet wird. Nach einigen Umformungen[5] wird die gesuchte Reaktionskraft gefunden zu

$$P = \frac{L}{w} = \frac{v \cdot \cos\alpha - c \cdot \cos\beta}{g} \cdot Q \cdot \gamma.$$

Weisbach ist also auf eine schon recht einfache Weise zu dem Ergebnis gelangt, welches wir in unserer heutigen „Sprache" noch leichter zu erhalten gewohnt sind als „Umfangskraft"

$$P_w = \frac{c_w - v_w}{g} \cdot Q \cdot \gamma = \frac{(c_1)_w - (v_1)_w}{g} \cdot Q \cdot \gamma,$$

wenn wir die gleichen Bezeichnungen wie Weisbach verwenden, aber die Komponenten von c, c_1, v, v_1 in w-Richtung durch den Fußzeiger w kennzeichnen.

Auch den *„hydraulischen Stoß eines isolierten Wasserstrahles"* auf verschieden geformte Auftreff-Flächen berechnet Weisbach exakt und stellt das jeweilige Ergebnis in Versuchen unter Beweis. Das einfachste seiner Beispiele hat die Kraftwirkung eines Strahles auf eine erhaben gewölbte Rotationsfläche zum Gegenstand [4, S. 231 und 232]. Mit den in Bild 3 eingetragenen Originalbezeichnungen wird

$$\begin{aligned} c_1 &= c - v \\ w^2 &= c_1^2 + v^2 + 2\,c_1 \cdot v \cos\delta \\ &= (c - v)^2 + v^2 + 2\,c_1 \cdot v \cos\delta. \end{aligned}$$

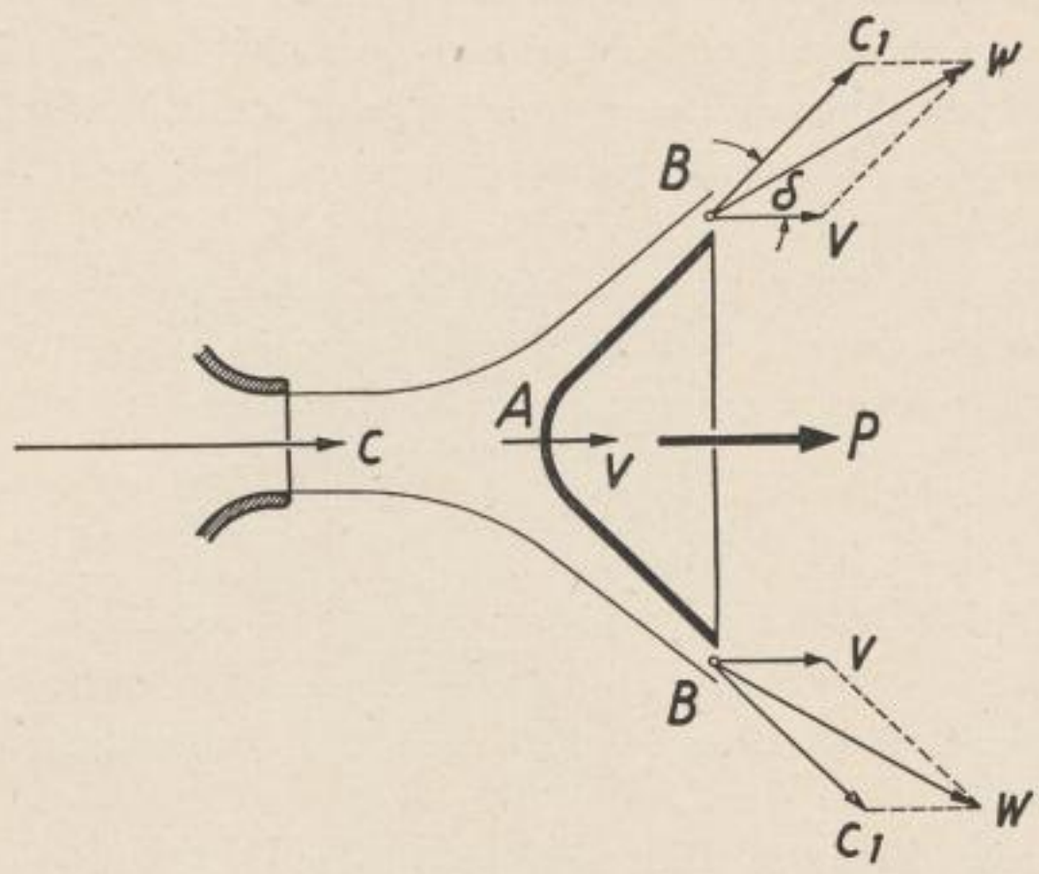


Bild 3. Hydraulischer Stoß eines isolierten Wasserstrahles auf eine Rotationsfläche BAB

Die entsprechende Höhe der Geschwindigkeitsenergie

$$\frac{w^2}{2g} = \frac{c^2 - 2\,(1 - \cos\delta)\cdot(c - v)\cdot v}{2g}$$

$$= \frac{c^2}{2g} - \frac{(1 - \cos\delta)\cdot(c - v)\cdot v}{g}.$$

Daher das auf die Fläche übertragene *„Arbeitsquantum"*:

$$L = \frac{c^2 - w^2}{2g}\cdot Q\cdot\gamma = (1 - \cos\delta)\cdot\frac{(c - v)\cdot v}{g}\cdot Q\cdot\gamma$$

und die daraus berechnete Stoßkraft selbst:

$$P = \frac{L}{v} = (1 - \cos\delta)\,\frac{c - v}{g}\cdot Q\cdot\gamma.$$

Auch hier wären wir mittels des Impulssatzes in gegenwärtiger Zeit noch einfacher verfahren:

$$P = \frac{G}{g}\,[(c - v) - (c - v)\cdot\cos\delta]$$

$$= \frac{G}{g}\cdot(c - v)\;(1 - \cos\delta),$$

wobei G den Gewichtsstrom bedeutet.

Aber die Ergebnisse stimmen überein. Wir können daraus sehen, wie Weisbach mit den damaligen Grundlagen den Weg auch gefunden hat. Das ist, wie aus Bemerkungen hervorgeht, aber durchaus noch keine Selbstverständlichkeit bei seinen Zeitgenossen gewesen![6] Diese Betrachtungen leiten über zum Stoß eines unter der Wasseroberfläche austretenden Wasserstrahles [4, S. 241], ferner zur Kraftwirkung auf eine zur Fortschrittsgeschwindigkeit quergestellte Scheibe von der Fläche F im *„unbegrenzten Wasser"*. Bei dieser werden Über- und Unterdruckkraft auf Vor- und Rückseite in ihrer Summe durch ζ erfaßt:

$$P = \zeta \frac{v^2}{2g} \cdot F \cdot \gamma .$$

Daß dann $\zeta > 1$ sein muß, wird richtig erkannt [4, S. 241].

Weiter finden diese Betrachtungen ihre Fortsetzung in der Nachrechnung der mechanischen Arbeit, welche das Wasser in einem ausgeführten Reaktionsrade leistet.

Die Versuchseinrichtung mit der als Reaktionsrad dienenden *„Schwungröhre"* wird auch benutzt zu Untersuchungen über die Kraftwirkung des aus einer Düse austretenden Strahles auf Widerstandskörper verschieden geformter Oberfläche, welche mit der Strahlaustrittsdüse verbunden sind. Der jeweilige Strahl trifft so *„gegen eine bewegte Fläche"*. Nach außen wird dann die Differenz Reaktionskraft – Stoßkraft wirksam, wonach über die zu messende Leistung des Rades auf die Stoßkraft allein geschlossen wird [10].

Schließlich dehnt Weisbach seine Beobachtungen auf die Strahlen selber aus. Er gibt durch den Umriß der Austrittsöffnungen den Strahlen verschiedenen Querschnitt, beobachtet und beschreibt dessen Änderung in Abhängigkeit von der Entfernung vom Ausströmquerschnitt [4, S. 58]. – Der Weg der Strahlen selbst rundet endlich als eine Mechanik der *„springenden Strahlen"* das hydraulische Arbeitsgebiet Weisbachs ab. Im Versuch werden dazu einfache Mundstücke verwendet, aber auch ein mit zahlreichen Austrittsöffnungen versehener kugelförmiger Kopf. Weisbach weist nach, daß die Hüllkurve der austretenden Strahlen eine Parabel ist. Ferner führt er die Berechnung und Aufzeichnung der Wege von Strahlen durch, welche aus einem in Bewegung befindlichen *„Reaktionsrohr"* aufsteigen, wobei wir uns unter diesem ein SEGNERsches Wasserrad vorzustellen haben [4, S. 49–56; S. 272] [13, S. 21–26] [16].

Der große Umfang der uns hinterlassenen versuchsmäßig erhaltenen Zahlenwerte wird dadurch verständlich, daß Weisbach, um sie zu bekommen, sich sehr vielseitig verwendbare Einrichtungen für Experimente zu Vorführungs- und Meßzwecken geschaffen hat. An erster Stelle steht dabei sein *„hydraulischer Versuchsapparat"*, welchen nicht nur er allein verwendet hat, sondern der von Freiberg aus auch mehrfach ins Ausland geliefert worden ist. Die Bilder 4 bis 7 geben über den Aufbau und die Art der Anwendung bereits weitgehende Auskunft, so daß es sich erübrigt, auf Einzelheiten einzugehen [4, S. 2–16].

Es sei erklärend nur bemerkt, daß der eigentliche Ausflußbehälter aus Gußeisen besteht, daß er für den Anschluß der verschiedensten Versuchsstücke und

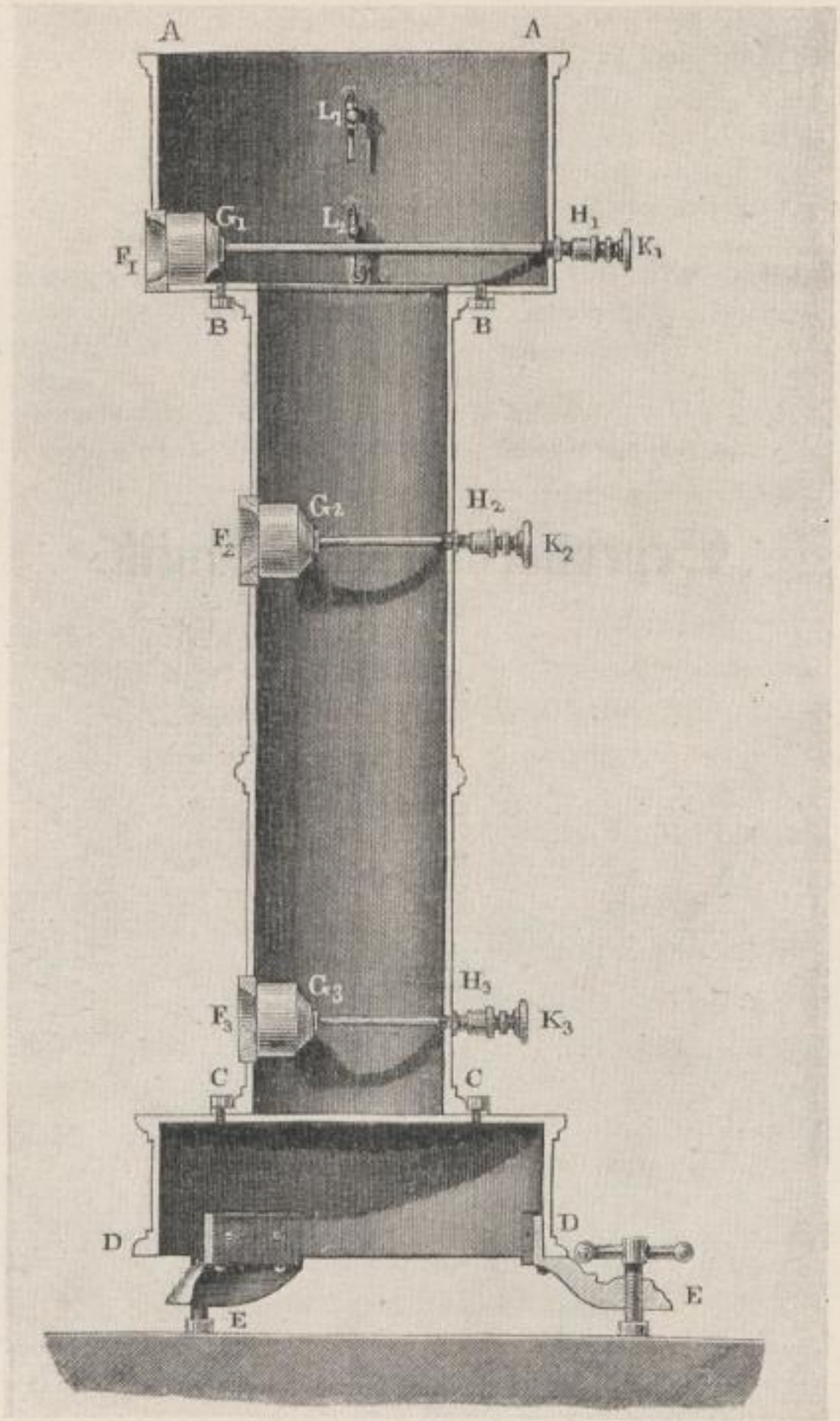


Bild 4. J. Weisbachs hydraulischer Versuchsapparat
(Experimental-Hydraulik, Figur 1)

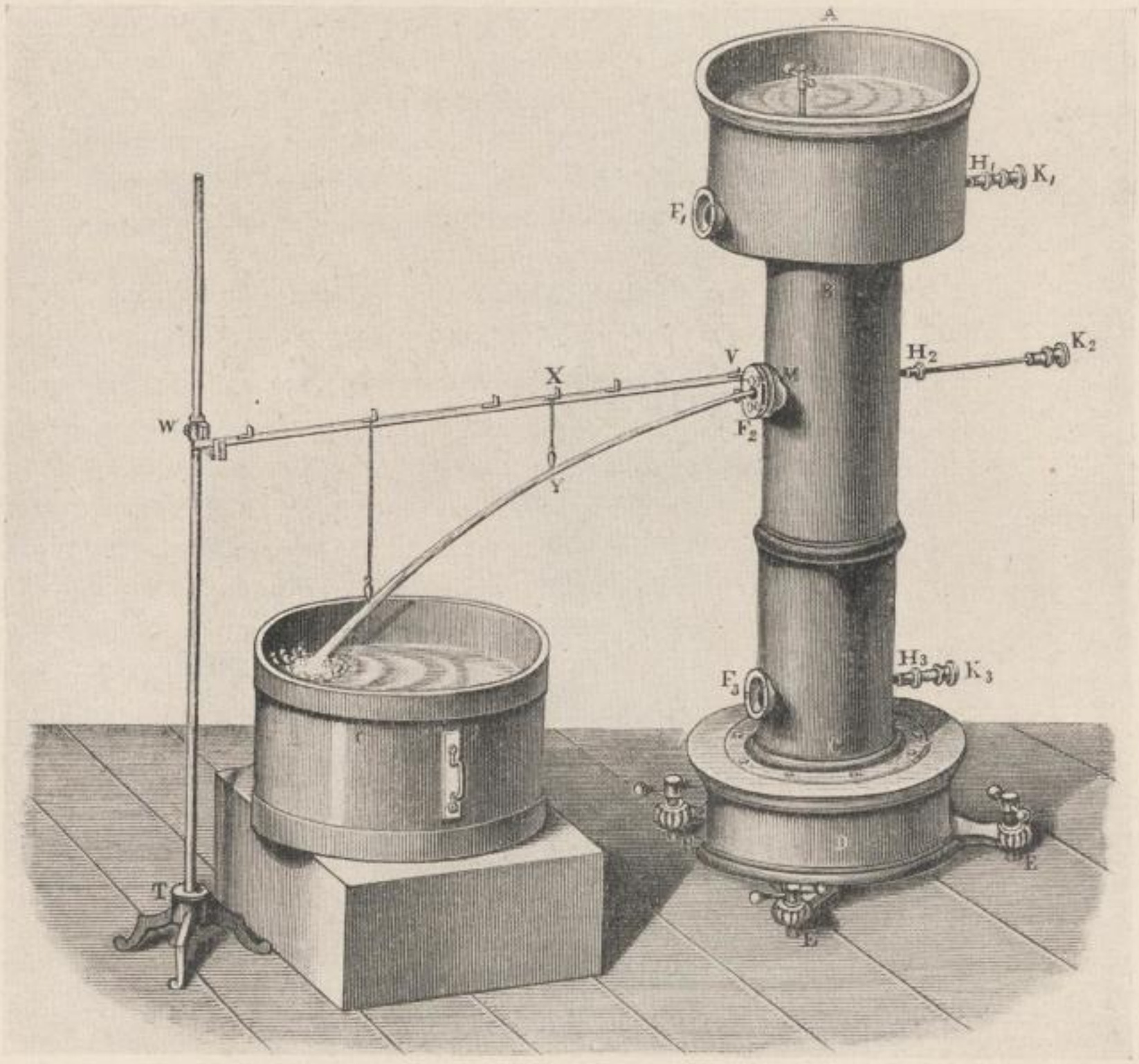


Bild 5. Anwendung des hydraulischen Apparates für Versuche mit absinkendem Wasserspiegel (Experimental-Hydraulik, Figur 5)

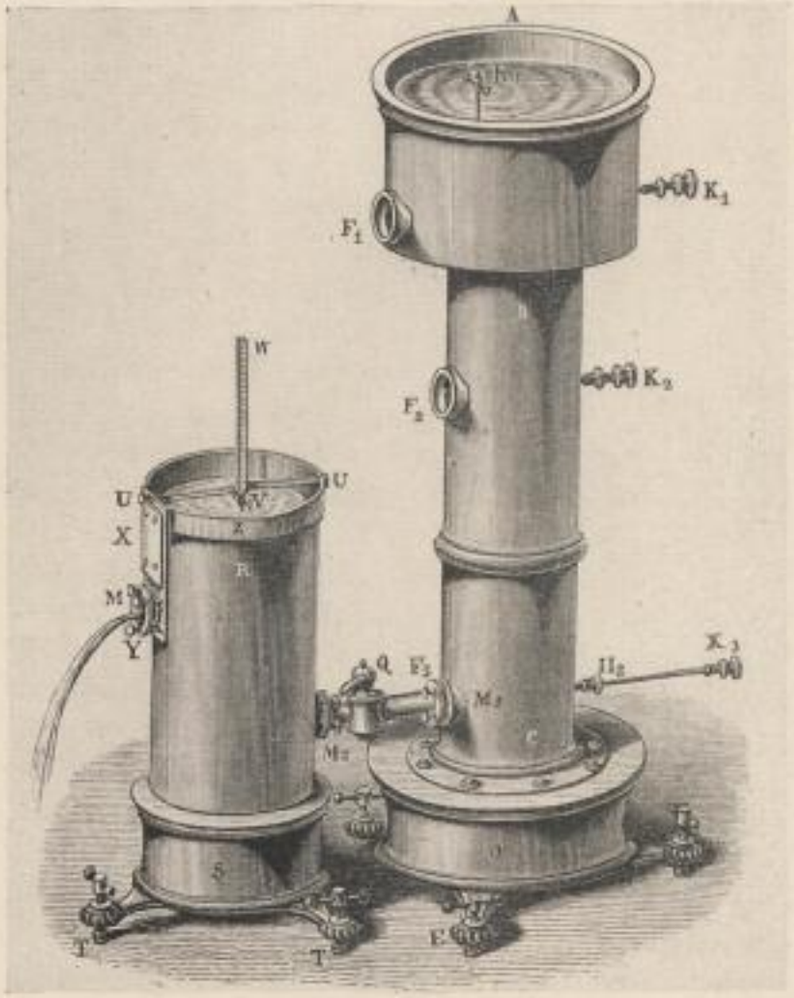


Bild 6. Hydraulischer Apparat mit Vorlage für Versuche bei gleichhoch bleibendem Wasserdruck (Experimental-Hydraulik, Figur 6)

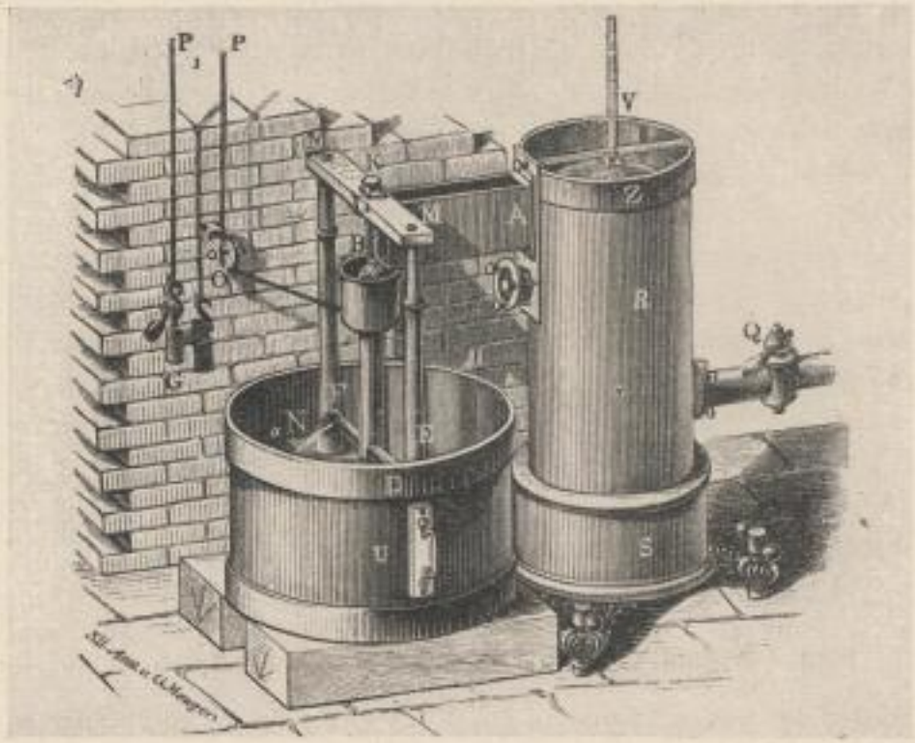


Bild 7. Untersuchung der Reaktionskraft unter Verwendung des hydraulischen Apparates (davon nur die Vorlage gezeichnet) (Experimental-Hydraulik, Figur 137)

Geräte in der Wandung mehrere kreisförmige Öffnungen aufweist, die beliebig durch innenseitige Kappen verschlossen oder geöffnet werden können. Das hohe Ausflußgefäß ist für Versuche bei abfallendem Wasserspiegel gedacht, wobei die rechnerische Berücksichtigung des veränderlichen ausfließenden Volumenstromes leicht vorzunehmen ist. Soll aber bei anderen Versuchen der Wasserspiegel konstant bleiben, so wird das hohe Ausflußgefäß mit einer niedrigeren Vorlage verbunden, in welcher der Wasserspiegel durch einen von Hand zu regelnden Hahn genau gleich hoch gehalten wird.

Einen besonderen Platz im Rahmen Weisbachs hydraulischer Untersuchungen nimmt die Untersuchung des Ausflusses *„unter sehr kleinem Druck"* ein. Die Sorgfalt, welche Weisbach dabei walten läßt, geht bereits daraus hervor, daß er für die Kontrolle der genau waagerechten Lage von Rohren sogar nivellitische Methoden und Geräte anwendet [12, Tafel XI, Figur 7].

Wie der hydraulische Apparat auch zur Untersuchung der dynamischen Wirkung strömenden Wassers mit verwendet wird, zeigt schließlich Bild 7. Außerdem wird seine Versuchseinrichtung zur Verwendung elastischen Strömungsmittels wiedergegeben (Bilder 8 und 9). Die Untersuchung offener Gerinne zeigt Bild 10.

Daß Weisbachs gesamte Arbeit auf hydraulischem Gebiet auf die Bedürfnisse der Praxis in seiner Zeit zugeschnitten ist, geht daraus hervor, daß er auch bei betrieblichen Strömungsmessungen oft zu finden ist, unter denen Mengenmessungen, insbesondere strömenden Wassers, den Hauptteil ausmachen. Die verschiedenen bekannten Meßeinrichtungen werden durch ihn selbst nachgeprüft, z. B. hydrometrische Flügel[7], und viele Meßergebnisse werden in breiter Ausführlichkeit, wie es in jener Zeit üblich ist, bekannt gemacht [14]. Manche der Meßeinrichtungen sind von ihm selber entwickelt worden. In einer Veröffentlichung finden wir für kleine Durchflußmengen so z. B. den *„hydrometrischen Becher"* [9]. Weiter beschreibt er den *„neuen Wassermesser"*, bestehend aus einem krummschaufeligen Rad mit axialem Wassereintritt [13, S. 15 und 16]. Bei Messungen in Wetterleitungen verwendet er bereits Minimeter mit Mikrometerschraube zu Druckmessungen [15, S. 102–104]. Wie die oben angeführten Grundlagenuntersuchungen über den Durchfluß vermuten lassen, finden wir bei Weisbach durchaus schon Anfänge der Durchflußmessung mittels Düsen und scharfkantiger Öffnungen. Dabei setzt sich Weisbach bereits mit der Frage vermeidbarer und unvermeidbarer Druckverluste auseinander [13, S. 1–6, Tafel I, Figur 1–5].

So sehen wir, daß Weisbach auf hydraulischem Gebiet in bemerkenswerter Weise – in seiner Zeit mag es sogar oftmals revolutionierend gewesen sein – die Theorie mit den Forderungen der Praxis zu vereinigen gewußt hat. Auf ihn gehen zahlreiche, seither stets gültig gebliebene Grundlagen der Strömungstechnik zurück. Wo seiner Zeit entsprechend Zusammenhänge noch unklar geblieben sind, hat er sie oftmals vorausgeahnt oder mindestens den beobachteten Sachverhalt systematisch zusammengestellt. Daß Julius Weisbach dies alles in feste Formen gebracht hat, ist sein besonderes Verdienst. Die Art, wie Weisbach zu seinen Ergebnissen gelangt, kann uns in vielem auch jetzt noch mustergültig erscheinen. Fassen wir

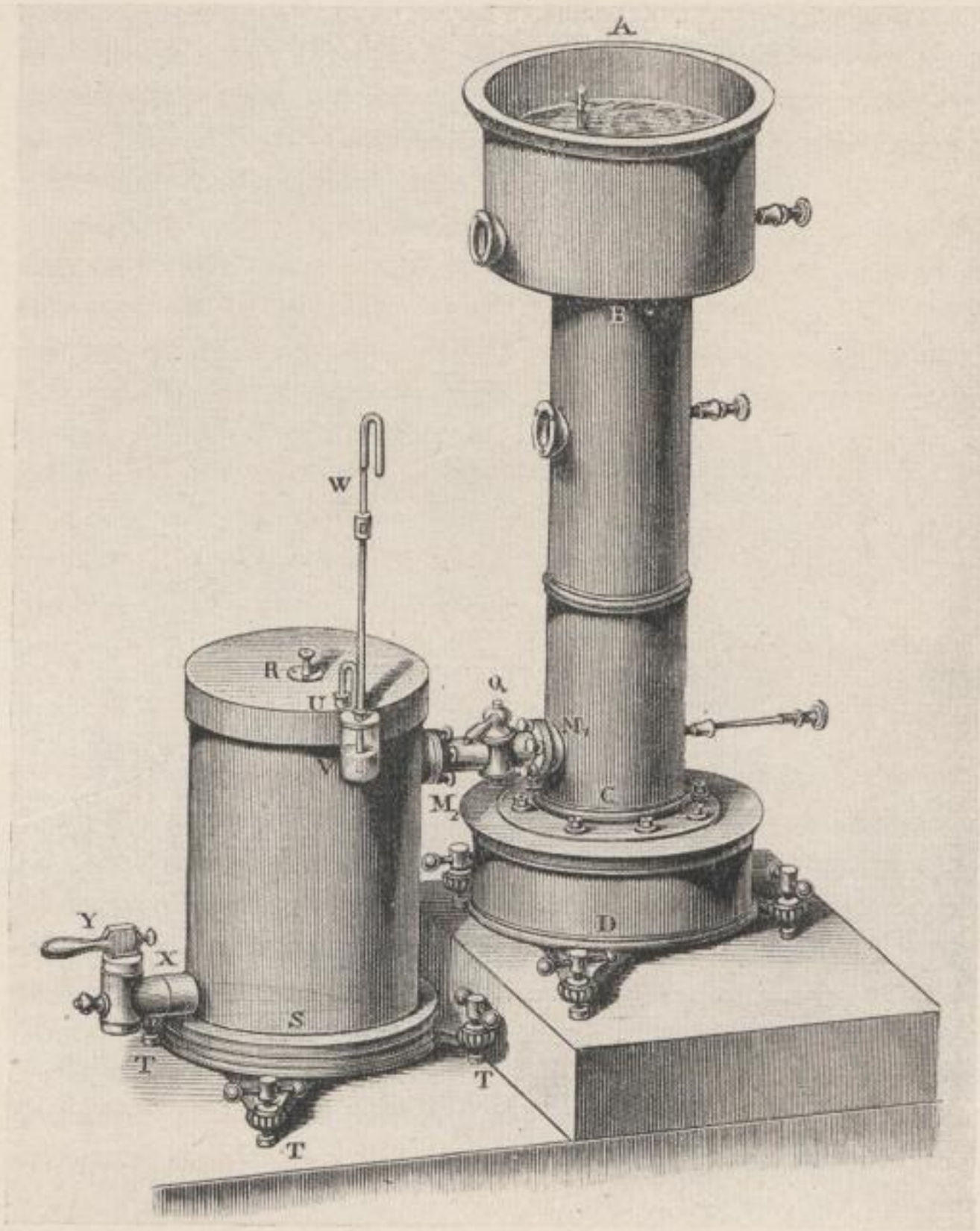


Bild 8. Anordnung für Versuche mit elastischem Strömungsmittel (Luft), welche durch das zu untersuchende Teil aus einem Kessel unter Wirkung von Überdruck ausströmt oder in den Kessel eingesaugt wird. Das Versuchsstück wird auf dem Deckel der als Kessel dienenden geschlossenen Vorlage angebaut (Experimental-Hydraulik, Figur 9)

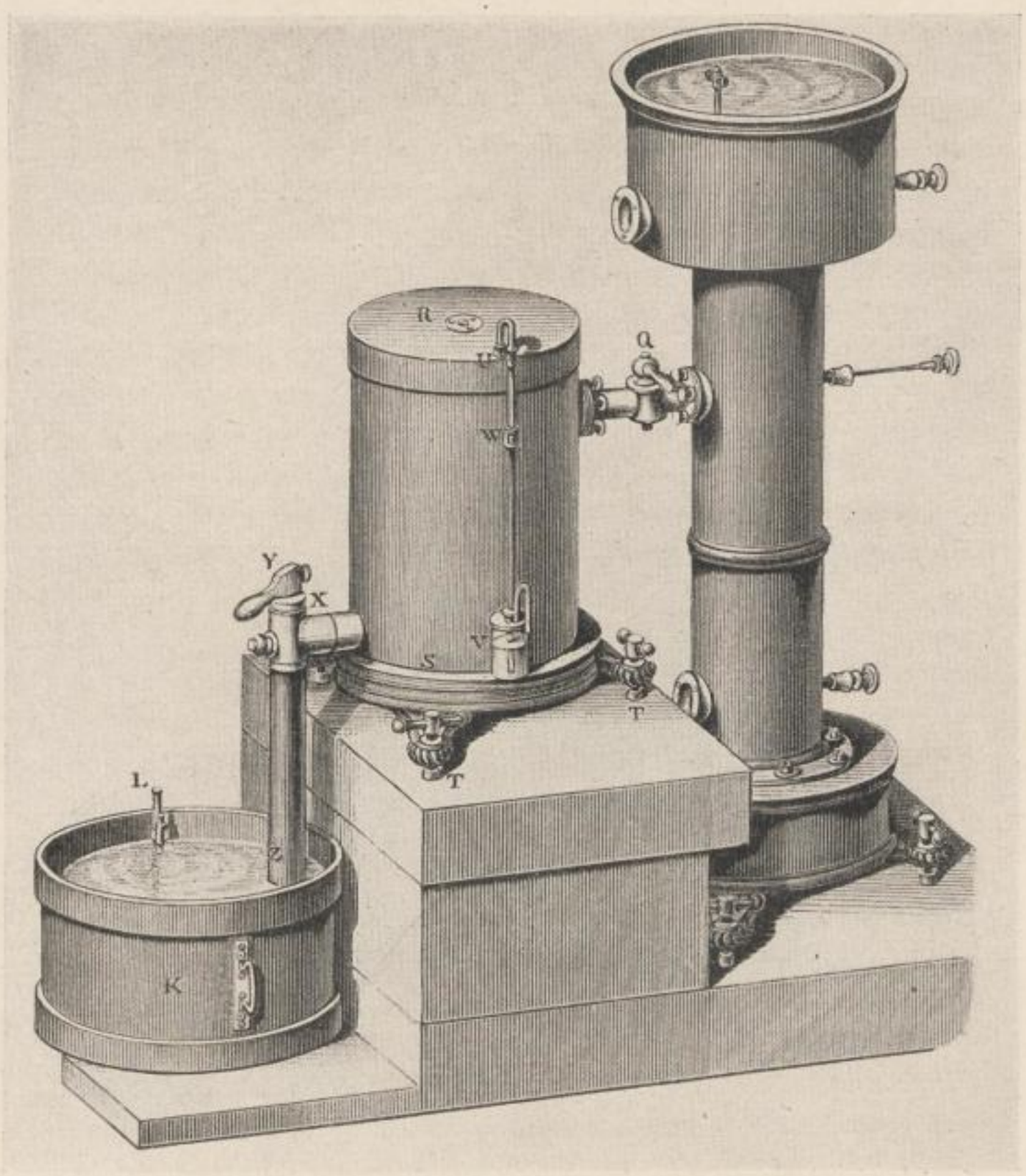


Bild 9. Anordnung für Versuche mit elastischem Strömungsmittel (Luft), welche durch das zu untersuchende Teil aus einem Kessel unter Wirkung von Überdruck ausströmt oder in den Kessel eingesaugt wird. Das Versuchsstück wird auf dem Deckel der als Kessel dienenden geschlossenen Vorlage angebaut (Experimental-Hydraulik, Figur 11)

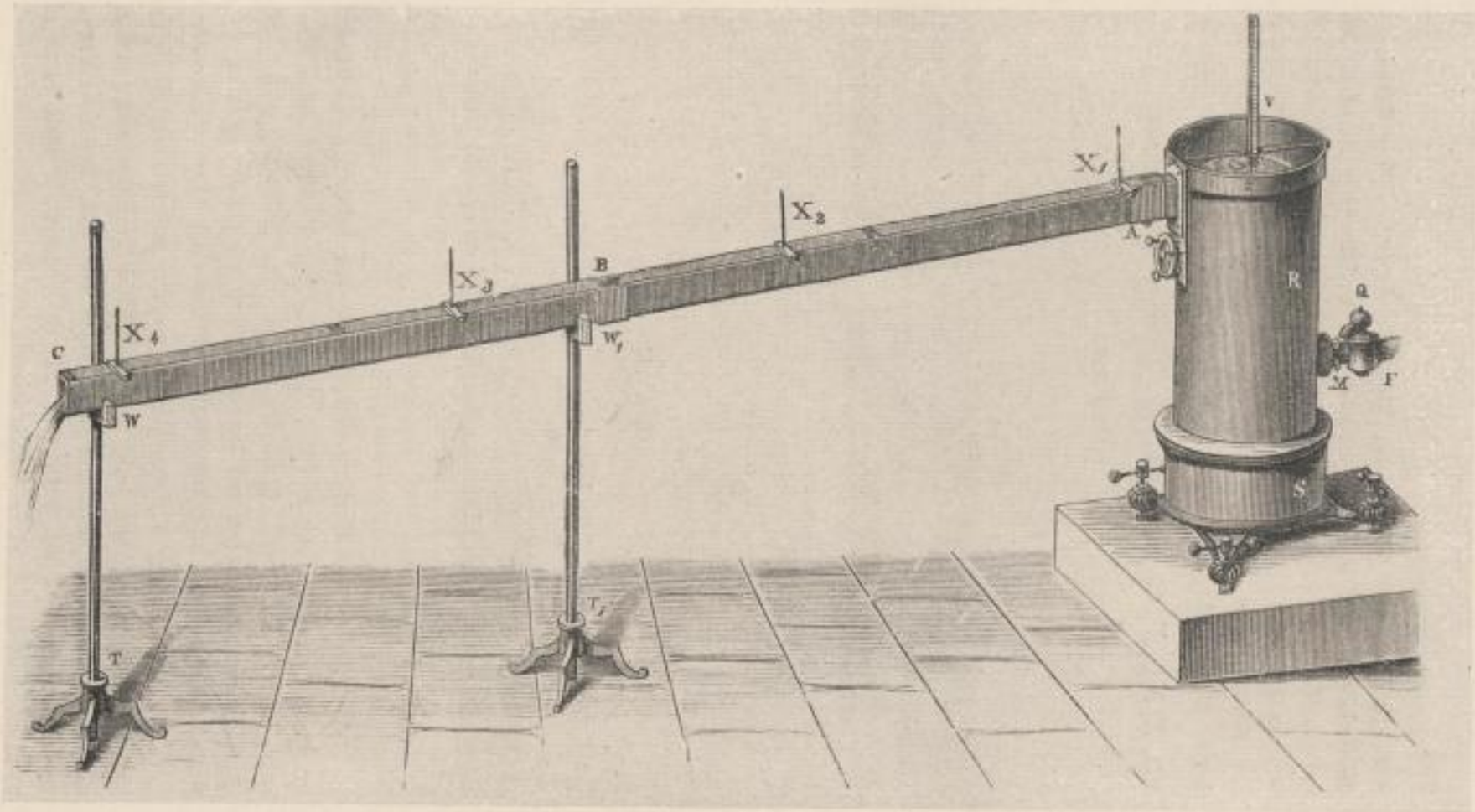


Bild 10. Versuche über den Strömungswiderstand von offenen Gerinnen (vom hydraulischen Apparat ist nur die Vorlage gezeichnet) (Experimental-Hydraulik, Figur 113)

alles zusammen, so können wir nicht anders – die vorliegenden Zeilen sind bei der Überfülle des Stoffes und der kleinen Auswahl an Beispielen nur unvollkommenes Abbild – als die großartige Abrundung und den erstaunlich weiten Umfang eines solchen grundlegenden Lebenswerkes zu bewundern und für alle Zeiten in Dankbarkeit zu schätzen.

Anmerkungen

1 *„... Wie viele Verhältnisse bei der Bewegung und dem Ausflusse des Wassers gibt es nicht, wo die Theorie entweder gar keine oder sehr unsichere Auskunft erteilt. Die Verhältnisse beim Ausflusse des Wassers durch Hähne, Ventile etc., die seither noch ganz unbekannt waren und für welche die Theorie nur sehr unsichere Regeln geben kann, schienen mir wegen ihrer praktischen Verwendbarkeit wichtig und ersprieslich genug, um über dieselben besondere Versuche anzustellen, und ich bin in den Stand gesetzt, dem hydraulischen Publikum hiermit die Ergebnisse dieser ersten Versuche zu übergeben ...“* [1, S. V]. *„Um für das praktische Bedürfnis genügende Regeln über die Bewegung der Flüssigkeiten zu erhalten, bleibt deshalb nichts weiter übrig, als unter den verschiedenartigsten Umständen und Verhältnissen Versuche anzustellen und aus denselben, mit Zugrundelegung der allgemeinen Gesetze der Mechanik, spezielle Regeln der Hydraulik aufzusuchen, und Erfahrungskoeffizienten für dieselbe zu bestimmen“* [4, S. I].

2 *„Versuche über die Reibung des Wassers in langen Röhren: Die Ergebnisse dieser Versuche stimmen darin überein, daß ζ außerordentlich groß ausfällt, wenn die Geschwindigkeit des Wassers sehr klein ist“* [12, S. 203 und 204].

3 Für die *„Mündung“* (1 cm Durchmesser) in ebener, dünner Wand beobachtet Weisbach:

Wirkdruck in m WS:	μ:
103,6	0,600
13,5	0,632
0,9	0,641
0,1	0,665
0,02	0,711

[12, S. 191].

4 Der mit der Flüssigkeit in abgegrenztes Raumgebiet durch dessen Oberfläche in der Zeiteinheit eintretende Impuls (austretenden Impuls negativ rechnen) ist bei stationärer Strömung mit den auf das Gebiet wirkenden äußeren Kräften im Gleichgewicht. Zu äußeren Kräften gehören die auf die Oberfläche wirkenden Drücke. Impuls ist ebenso wie Kraft ein Vektor; das Gleichgewicht muß daher zwischen den entsprechenden Komponenten vorhanden sein [5, S. 772].

5
$$c_1^2 = c^2 - 2\,c\,w\cos\beta + w^2;$$
$$v_1^2 = v^2 - 2\,v\,w\cos\alpha + w^2.$$

Danach ist die von dem durchströmenden Wasser an das Gefäß AB abgegebene mechanische Arbeit (h einschließlich Überdruck in A/γ):

$$L = \left(\frac{c_1^2}{2\,g} + h - \frac{v_1^2}{2\,g}\right)\cdot Q\cdot\gamma$$

$$L = \left(h - \frac{v^2 - c^2 - 2\,(v\cdot\cos\alpha - c\cdot\cos\beta)\,w}{2\,g}\right)Q\cdot\gamma.$$

Nun ist aber, der Theorie des Ausflusses zufolge,

$$v^2 - c^2 = 2\,g\,h \quad \text{und daher} \quad L = \frac{(v\cdot\cos\alpha - c\cdot\cos\beta)\,w}{g}\,Q\cdot\gamma.$$

[6] *„Ich will nun aber meinen geehrten Lesern noch mitteilen, worin der Irrtum in der Entwicklung der Formel des Herrn S. besteht.*

Nach ihm soll die Reaktion des Wassers beim Austritte aus dem Rade $= \left(\frac{c-v}{g}\right) Q\gamma$ *sein, wenn* c *die Ausflußgeschwindigkeit und* v *die Radgeschwindigkeit repräsentieren,* Q, g *und* γ *aber die gewöhnlichen Bedeutungen haben. Warum aber nicht* $\frac{c}{g} Q\gamma$, *wie ich z. B. § 420 und § 421 in meiner Mechanik bewiesen habe? Wenn die Geschwindigkeit, mit welcher das Rad mit dem Wasser sich gleichmäßig bewegt, Einfluß auf die Reaktion hätte, so müßte ja auch die Reaktion von der Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde abhängen, denn auch alle Gefäße auf der Erde laufen mit dieser um die Erde und um die Sonne. Die Reaktion ist eine Wirkung der Trägheit, die Trägheit ist aber, so lange sich der Bewegungszustand nicht ändert, ohne Wirkung. Deshalb hängt auch die Reaktion gar nicht von der Geschwindigkeit ab, mit welcher sich das Wasser und das Gefäß gemeinschaftlich bewegen! Es ist also die Arbeit der Reaktion des ausfließenden Wassers* $L = \frac{c \cdot v}{g} Q\gamma$ *und nicht* $\frac{c-v}{g} v Q\gamma$*“* [3, S. 25 und 26].

[7] Für die Eichung eines *„hydrometrischen Flügels“* ist die Frage zu entscheiden, ob Schleppversuch in ruhendem Wasser oder festgehaltenes Gerät in der Strömung. Weisbach sagt dazu: *„Die Methode, durch Bewegung des Instrumentes in ruhigem Wasser die Koeffizienten zu finden, ist aber der Sache nicht vollkommen angemessen, denn man will nicht die Abhängigkeit zwischen der Geschwindigkeit des Flügels und dessen Umdrehungszahl, sondern die Abhängigkeit zwischen der Geschwindigkeit des Wassers und der Umdrehungszahl des Flügels kennenlernen. Wir haben es aus diesem Grunde vorgezogen, das Gerät in regelmäßig fließendes Wasser einzuhalten und dessen Geschwindigkeit durch Schwimmkugeln auszumitteln“* [7, S. 834].

Literatur

Bücher:

[1] WEISBACH, J.: Untersuchungen in dem Gebiete der Mechanik und Hydraulik auf eigene Beobachtungen und Versuche gegründet, 1. Abteilung: Versuche über den Ausfluß des Wassers durch Schieber, Hähne, Klappen und Ventile (1842).

[2] Desgl.: 2. Abteilung: Versuche über die unvollkommene Kontraktion des Wassers beim Ausfluß desselben aus Röhren und Gefäßen (1843).

[3] WEISBACH, J.: Versuche über die Leistung eines einfachen Reaktionsrades an einem größeren Modell (1851).

[4] WEISBACH, J.: Experimental-Hydraulik (1855).

[5] „Hütte“. Des Ingenieurs Taschenbuch, Bd. I, 28. Aufl. (1955).

Zeitschriften:

[6] WEISBACH, J.: Neue Ausmittelung des Ausflußkoeffizienten für den Ausfluß der atmosphärischen Luft aus Gefäßen. Annalen der Physik und Chemie, herausgegeben von Poggendorff (1840).

[7] WEISBACH, J.: Über den hydrometrischen Flügel. Polytechnisches Centralblatt, S. 831–838 (1840).

[8] WEISBACH, J.: Einige Versuche über die partielle und über die unvollkommene Kontraktion der Wasserstrahlen, im Großen. Ingenieur, S. 361–371 (1850).

[9] WEISBACH, J.: Der hydrometrische Becher. Civil-Ingenieur, S. 209–212 (1854).

[10] ZEUNER, G.: Die Weisbachschen Versuche über den Stoß des isolierten Wasserstrahls gegen ruhende und bewegte Flächen. Civil-Ingenieur, S. 1–13 (1854).

[11] WEISBACH, J.: Versuche über den Ausfluß des Wassers unter hohem Druck. Civil-Ingenieur, S. 1–30 (1863).
[12] WEISBACH, J.: Versuche über den Ausfluß des Wassers unter sehr kleinem Drucke. Civil-Ingenieur, S. 171–210 (1864).
[13] WEISBACH, J.: Hydrometrische Versuche über die Bernoullische und Bordasche Formel, über einen neuen Wassermesser, über konische Röhren und über springende Wasserstrahlen. Civil-Ingenieur, S. 1–26 (1867).
[14] WEISBACH, J.: Vergleichende hydrometrische Messungen mittels eines hydrometrischen Flügelrades, einer größeren rectangulären Ausflußmündung und eines größeren Überfalles. Civil-Ingenieur, S. 317–334 (1867).
[15] WEISBACH, J.: Das Wasserpiezometer mit Mikrometer, sowie seine Anwendung zur Bestimmung des Luftdrucks in einer Gasleitung. Civil-Ingenieur, S. 102–104 (1869).
[16] WEISBACH, J.: Steighöhe springender Wasserstrahlen bei verschiedenen Mundstükken. Zeitschr. d. Ver. Deutscher Ing., Bd. 5, S. 113–127 (1861).

JULIUS WEISBACH,
DER BEGRÜNDER DER „NEUEN MARKSCHEIDEKUNST"

Von KARL NEUBERT, Freiberg

Unser Wissen besteht aus einer Kette von Erkenntnissen, die bis in die Ursprungsgeschichte der Menschheit zurückreicht. Die Entwicklung ging weder stetig vonstatten, noch war sie gleichmäßig über den Erdball verteilt. Zeiten der Blüte und des sprunghaften Fortschrittes wechselten mit Zeiten des Niederganges und Rückschrittes. Erdteile fast märchenhafter Abgeschiedenheit bestehen neben Gebieten emsiger Schaffensfreude und stürmischer Entwicklung.

Die Geschichte der Technik läßt sich auf wenige, überragende Persönlichkeiten in einigen Ländern, deren Anteil an der gesamten Erdoberfläche nur gering ist, zurückführen.

Die Erfahrungen des sächsischen Bergbaus strahlten um die Mitte des zur Neige gehenden Jahrtausends in alle Welt aus. Beim Studium der Geschichte des Bergbaus naher und ferner Länder stößt man nicht selten auf sächsische Bergleute, die wegen ihrer bergbaulichen Erfahrungen für bestimmte Aufgaben engagiert worden waren. Belege hierfür fand ich unter anderen im Paradies von Indonesien. Dort kamen vor etwa drei Jahrhunderten sächsische und chinesische Bergbaukunst in Berührung. Obwohl diese älter war, mußte sie, jahrhundertelang stehengeblieben, der jüngeren und fortschrittlicheren sächsischen Erkenntnis das Feld räumen.

Die Markscheidekunde gehört zum Bergbau wie der Kopf zum menschlichen Körper. Einen sehr beachtlichen Teil markscheiderischer Erfahrungen und Kenntnisse verdankt die Fachwelt dem sächsischen Bergbau. Während eben erst 1955 die Bedeutung von GEORGIUS AGRICOLA in allen Kulturländern der Erde in Wort und Schrift gewürdigt wurde, soll 1956 einer Persönlichkeit, die drei Jahrhunderte später gelebt und die dem Bergbau wertvolle Impulse erteilt hat, gedacht werden.

JULIUS WEISBACH war Professor an der Bergakademie Freiberg von 1832 bis 1871 und hielt Vorlesungen auf den Gebieten der Mathematik, Darstellenden Geometrie, Markscheidekunst, Bergmaschinenlehre, Technischen Mechanik und Kristallographie.

Um seine Bedeutung auf dem Gebiet der Markscheidekunde begreifen, beurteilen und schätzen zu können, ist es notwendig, die Entwicklung der markscheiderischen Instrumente seit Agricola in den wesentlichen Zügen zu verfolgen. Die Anwendung des Kompasses im Bergbau in der Hand des Schieners wird von WISLKI [1] mit dem Jahr 1490 angegeben, während KRAUSE [2] nach dem damals noch nicht ermittelten Verfasser des Bergbüchleins (RÜLEIN VON CALW) das Jahr 1505 (jetzt genauer 1500) als ersten Nachweis für dessen markscheiderische Verwendung bezeichnet [3]. Die Wasserbussole[1] soll nach KIRNBAUER [4] bereits 1168 im Harzer Bergbau Eingang gefunden haben. Agricola beschreibt die Messung der Horizontalwinkel sowohl mit der Wachsscheibe als auch mit dem Kompaß sowie die Verbindung beider Meßgeräte zu einem Instrument. Winkel in der Vertikalebene werden mit Gradbogen nach dem Prinzip der Wachsscheibe[2], mit

der Bleiwaage und herabhängendem Lot oder mit der Setzwaage gemessen [5]. Von Agricola wird kein Instrument beschrieben, mit dem Horizontal- und Vertikalwinkel im gleichen Meßvorgang bestimmt werden können.

Die hohe handwerkliche Kunst in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts kommt in den uns erhaltenen, im Mathematisch-Physikalischen Salon, Dresden, ausgestellten wertvollen Belegstücken eines Grubenkompasses aus dem Jahre 1561 (Bild 1) und eines Zulegegerätes als Auftragebussole von ERASMUS HABERMEL vom Jahre 1590 (Bild 2) zum Ausdruck. Sehr bald erkannte der Fachmann, daß der Kompaß in Eisensteingruben fehlerhafte Angaben liefert. In der im Jahre 1686 erschienenen „Geometria subterranea" von NIKOLAUS VOIGTEL wird die Eisenscheibe mit gespannter Schnur erwähnt, die einen Ersatz gegen die ablenkenden Einflüsse der Magnetnadel darstellt.

In der geschichtlichen Sammlung des Markscheide-Institutes der Bergakademie Freiberg befinden sich mehrere Eisenscheiben, die ihren Namen nicht von dem Material erhalten haben, aus dem sie hergestellt sind, sondern von dem Zweck, dem sie dienten. Sie sind nämlich aus Messing, werden aber zu Messungen in Eisenerzgruben benutzt. Besonderer Erwähnung bedürfen

1. die Eisenscheibe von SCHULTZE mit einem Teilkreis von rund 100 mm Durchmesser aus dem Jahre 1747, in Freiberg angefertigt (Bild 3),
2. die Eisenscheibe vom Bergmechanikus GOTTLIEB FRIEDRICH SCHUBERT aus dem Jahre 1769 (Bild 4) mit einem Durchmesser von 85 mm, 2 mal 12-Stundenteilung, und
3. die Eisenscheibe von JOHANN GOTTHELF STUDER mit einem Durchmesser von 140 mm und 2 mal 12-Stundenteilung, etwa aus dem Jahre 1800 (Bild 5).

Die SCHUBERTsche Eisenscheibe ist bereits mit Zwangszentrierung ausgestattet. Sie besteht aus drei Aufstellungsschrauben mit Nußgelenk. Die Steckzapfen besitzen oben einen Durchmesser von 9 mm, unten von 9,4 mm und haben eine Länge von 26 mm. Eine Weiterentwicklung stellt die STUDERsche Eisenscheibe dar, die in Zwangszentrierung[3] die Messung von Horizontal- und Vertikalwinkeln ermöglicht. Der Teilkreis besitzt einen Durchmesser von 180 mm (Bilder 6 und 7).

Vorläufer dieser Ausführung sind das Schienzeug, etwa um 1700, wahrscheinlich aus Österreich (Bild 8), und die Höhenscheibe mit Transversalmaßstab am Höhenkreis, dessen Durchmesser 200 mm und dessen Kompaßteilkreisdurchmesser 60 mm beträgt (Bilder 9 und 10).

Die Höhenscheibe ist ein Geschenk des Bergdirektors Neuburger aus Bleiberg an das Markscheide-Institut der Bergakademie Freiberg und stammt nach Angaben von Kirnbauer von etwa 1780, während die von HORNOCH beschriebene [6] wahrscheinlich etwas später datiert. Die Höhenscheibe besitzt Zwangszentrierung mit Nußgelenk und zylindrischem Steckzapfen. Der Durchmesser beträgt 11 mm, die Länge 30 mm, die Höhe der Kippachse über der Grundplatte 130 mm und der Visierlinie 190 mm. Die ungünstige Fehlerauswirkung mechanisch gemessener Winkel trägt trotz Zwangszentrierung, Visiereinrichtung und anderer Verbesserungen Schuld daran, daß immer wieder auf den magnetisch gemessenen

Winkel zurückgegriffen wird, wenn keine zu schädlichen ablenkenden Einflüsse auf die Magnetnadel zu befürchten sind, da die Auswirkung dieser Fehler wesentlich günstiger ist. Neben der z. T. kostbaren Ausstattung der Handkompasse (Bilder 11 und 12), Teilkreisdurchmesser 60 mm, mit geschnittenem Holzgehäuse und dem Wappen der Familie v. Oppel (Reichsadel vom 1. Dezember 1635) und dem Wappen der vereinigten königlich-polnischen und kurfürstlich-sächsischen Krone (1697–1763), ferner dem Setzkompaß nach V. OPPEL aus dem Jahre 1748 mit einem Teilkreisdurchmesser von 65 mm (Bild 13), wurde der von BALTHASAR RÖSLER entwickelte Hängekompaß weiter verbessert. Der Hängekompaß vom Bergmechanikus G. F. Schubert aus dem Jahre 1780, Teilkreisdurchmesser 80 mm, 2 mal 12-Stundenteilung, 220 mm Hakenabstand (Bild 14), wurde von Studer etwa um 1791 auf die heute noch gebräuchliche Form gebracht (Bild 15).

Sein Meisterstück besitzt einen Teilkreisdurchmesser von 90 mm und einen Hakenabstand von 240 mm (Bild 16). Auch der Steigerkompaß wurde 1811 von STUDER mit einem Teilkreisdurchmesser von 55 mm und einem Hakenabstand von 120 mm herausgebracht (Bild 17). In Verbindung mit dem Hängezeug wird der Gradbogen benutzt, der bereits nach Agricolas Schriften hoch entwickelt war. Eine Verbesserung stellt der Gradbogen von ELIAS EICHLER aus dem Jahre 1670 dar, der einen Durchmesser von 200 mm besitzt (Bild 18). Neben den Meßinstrumenten wurden auch die Zulegegeräte vervollkommnet.

Die Zulegeplatte nach Balthasar Rösler hat eine Größe von 85 × 195 mm (Bild 19). Eine andere Lösung stellt das Auftrageinstrument aus dem Ende des 18. Jahrhunderts dar (Bild 20).

Obwohl KEPLER 1611 das astronomische Fernrohr entwickelt und HUYGENS 1655 diesem eine vollendete Form gegeben hatte, während NUNEZ schon 1542 eine genaue Ablesung an Teilungen, VERNIER 1631 den Nonius verbessert, GASCOIGNE 1646 das Fadenkreuz, THEVENOT 1660 die Libelle und PICARD und AUZUT 1666 das Mikrometer erfunden hatten, fanden diese Neuerungen im Bergbau jahrhundertelang keinen Eingang. Aus der Astronomie wurde für den Bergbau nur das Astrolabium übernommen. Es besteht aus einer Kreisscheibe mit Abseheinrichtung. Der sächsische Markscheider AUGUST BEYER beschreibt es in seiner im Jahre 1749 erschienenen Markscheidekunst. Erst mit der Ausbreitung des Bergbaus und den größeren Aufgabenstellungen erkannten führende Persönlichkeiten, daß ein gründlicher Wandel vollzogen werden mußte. Noch beschreibt LANG VON HANSTADT im Jahre 1835 [7] das Markscheiderhängezeug als das wesentlichste Instrumentarium in der Praxis. Er warnt aber vor einer kritiklosen Anwendung und schlägt einen von ihm entworfenen Theodolit vor, der mit Feinstellschrauben, Nonius und Libelle versehen ist (Bild 21). Statt des Fernrohres verwendete er noch das Diopter.

Besondere Verdienste um die Entwicklung des Theodolits haben sich zu Beginn des 19. Jahrhunderts H. C. W. BREITHAUPT, REICHENBACH und STUDER erworben. Der Theodolit von Studer besitzt einen Limbusdurchmesser von 24 cm, ein terrestrisches 45 cm langes Fernrohr, Nonienalhidade und ein Kontrollfernrohr von 23 cm Länge (Bilder 22 und 23).

Dieses Instrument wurde im Jahre 1919 vom Institut für Markscheidekunde, Freiberg, dem Deutschen Museum in München geschenkt.

Den entscheidenden Schritt wagte JULIUS WEISBACH in Verbindung mit der Freiberger Präzisionswerkstatt LINGKE in der ersten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts. Er lehrte die Visiermarkscheidekunst und wendete diese trotz stark gegensätzlicher Meinungen der zeitgenössischen Fachkollegen unter Verwendung des optischen Fernrohrs bei großen Aufgabenstellungen, wie dem Auffahren des rd. 14 km langen Rothschönberger Stollens, praktisch an. Er veröffentlichte 1851 seine Gedanken und Ergebnisse in seinen beiden Büchern über die „Neue Markscheidekunst" [8], deren 2. Teil jedoch erst im Jahre 1859 im Druck erschienen ist. Der Theodolit Nr. 7 von LINGKE aus dem Markscheide-Institut der Bergakademie Freiberg zeigt den gewaltigen Fortschritt im Vergleich zu allen früheren Instrumenten und Geräten im Dienste des Bergbaus (Bild 24). Dieser Theodolit ist von Weisbach 1854 beschrieben [9]. Der Durchmesser des Teilkreises beträgt 120 mm, die Ablesegenauigkeit 1′; der Höhenkreis hat eine 4 mal 90°-Teilung. Bei diesem Theodolit wurde nachträglich an Stelle des Hakens die Freiberger Kugel angebracht, die erst aus der Zeit nach Weisbach stammt. Auswechselbar mit dem exzentrischen Fernrohr kann das zentrische Fernrohr für weniger steile Zielung eingelegt werden.

Eine Weiterentwicklung stellt der Theodolit mit Vollkreisbussole vom Jahre 1856 dar (Bild 25) [10]. Als Zielzeichen benutzte Weisbach in der Grube die Signallampe (Bild 26). An Stelle des bisher für die Zwangszentrierung bekannten Nußgelenks verwendete Weisbach eine eigene Konstruktion, die aus einem mit drei Fußschrauben versehenen Untersatz aus Messing besteht (Bild 27). Diesen setzte er lose auf eine horizontale Unterlage. Wechselweise wurden der Theodolit und die Lampe auf dem Teller eingepaßt (Bild 28). Nachdem die Fußschrauben des Theodolits entfernt waren, wurden die Füße in die 3 Sättel gesetzt, die auf dem Telleruntersatz angebracht waren. Einer der Sättel war mit einer Feststellschraube versehen. Der Telleruntersatz war in der Mitte ausgedreht, um die Setzlampe oder die Dosenlibelle aufnehmen zu können. Ferner benutzte Weisbach für die Feststellung der Höhen das Luftblasenniveau (Bild 29).

Mit diesem Instrumentarium wurden von Weisbach die über- und untertägigen Messungen für Anlage und Auffahrung des Rothschönberger Stollens ausgeführt. Gegen die Auffassung seiner Zeitgenossen lehnte er für diese umfangreiche Arbeit magnetische und Gradbogenmessungen ihrer großen Unsicherheit und geringen Genauigkeit wegen ab. Da er weder beim Oberbergamt noch bei der Grubenverwaltung Verständnis fand, führte er zusammen mit seinen Studenten die Nachmessung der gesamten Stollenanlage mit 7, später 8 Lichtlöchern auf eigene Kosten aus und berichtigte früher erfolgte Messungen. Weisbach beschreibt in seiner „Neuen Markscheidekunst" diese Arbeiten sehr ausführlich. Die bergmännischen Arbeiten wurden 1844 begonnen und 1877 nach Weisbachs Tod beendet.[4]

Weisbach bestimmte zwei Standlinien, die er 10 600 m voneinander entfernt anordnete, mit 440 m ± 8 cm und 415 m ± 4 cm nach astronomisch Nord. Die Punktbestimmung mit Hilfe der Dreiecksmessung führte er in sechs verschiedenen

Netzzusammenstellungen aus, so daß sich für jeden Punkt sechs verschiedene Koordinaten ergaben, aus denen das arithmetische Mittel gebildet wurde. Eine nachträglich ausgeführte Fehlerrechnung ergab:

mittlere Fehler für die Koordinaten des

1. Lichtloches $m_x = \pm 5{,}56$ cm, $m_y = \pm 9{,}94$ cm

und des

2. Lichtloches $m_x = \pm 0{,}84$ cm, $m_y = \pm 1{,}12$ cm.

Die Längen reduzierte er auf eine mittlere Höhe. Durch Berichtigung der Achsenfehler, durch Repetition, Durchschlagen des Zielzeichens, erreichte er eine hohe Winkelmeßgenauigkeit. Er wies nach, daß die Rechnung in der Ebene erfolgen kann, da der sphärische Exzeß für die vorliegende Arbeit höchstens 1″ betrage. Bei Höhenbestimmungen berücksichtigte er Refraktion und Erdkrümmung. Er schlug bei seinen untertägigen Messungen in fast allen Fällen neue und von dem gewohnten Verfahren abweichende Wege ein. Im Gegensatz zur bis dahin meistens angewendeten Ziehmarkscheidekunst verschaffte er durch dieses praktische Beispiel der Visiermarkscheidekunst Geltung und Verbreitung.

Mit der Steigerung der Genauigkeit besteht die Möglichkeit erschöpfender Kontrollen. Weisbach untersuchte die Fehlerfortpflanzung bei Kompaß- und Theodolitmessungen. Obwohl die zuletzt genannten ungünstigere Fehlerwirkung besitzen, liefern die Messungen mit dem Theodolit infolge besonderer Präzision und durchgreifender Kontrollmöglichkeiten wesentlich höhere Genauigkeiten. Bei kleinen Entfernungen unter 3 Lachter ≙ 6 m empfahl er das Anvisieren der Lotschnur an Stelle der Flamme. Unter Beibehaltung der Lage der Untersätze hat er zweimalige Aufstellung angeraten. Bei Längenmessungen bevorzugte er die Lachterlatten gegenüber der Meßkette. Die söhlige Länge berechnete er mit Hilfe des Höhenunterschiedes aus der flachen Länge nach

$$s = l - 2\sin^2\frac{a}{2}\,l \approx l - \frac{h^2}{2\,l}.$$

Zwischen zwei seigeren Schächten wendete er die Einrechnung an, wobei er Verdrehungswinkel und Schlußlinie bestimmte. Für den Fall nur eines vorhandenen Schachtes führte er Doppellotung bei geschlossenen Blenden durch. Er belastete die Schnüre nur mit 1 bis 3 Pfund, da größere Gewichte infolge der starken Schnurspannung zu lange Zeit drehen. Weisbach bevorzugte jedoch Messungen bei kleinen Lotschwingungen, da sich die Schnur schärfer beobachten läßt, als wenn sich diese in Ruhe befindet. Die Aufstellung des Theodolits vor den Loten, die sich nach seinen fehlertheoretischen Untersuchungen in Nähe der Verlängerung der beiden Lote befinden muß, gab er mit 3 bis 4 Lachter an. Er rät aber ab, sich in der Linie selbst aufzustellen. Noch heute wird in allen Büchern über Markscheidekunde, sowohl deutschen als auch ausländischen [11] Ursprungs, diese Aufstellung als die Dreiecksmethode nach WEISBACH bezeichnet. Für den Fall, daß diese Anordnung nicht möglich ist, untersucht Weisbach fehlertheoretisch bei Anschlußwinkeln von 45° und 90° die Unsicherheit der zu berechnenden Winkel

im Dreieck und kommt zu dem Schluß, daß die Anwendung des cos-Satzes bessere Ergebnisse als der sin-Satz liefert.

Diese Erkenntnisse Weisbachs sind im Lichte der neuen Entwicklung sehr interessant und eilen seiner Zeit weit voraus, wenn man bedenkt, daß noch vor drei Jahrzehnten von mehreren Fachkollegen mit ruhenden Loten oder mit Aufstellung in der genauen Lotverlängerung gearbeitet wurde.

Für die magnetische Orientierung einer markierten Linie unter Tage empfahl Weisbach die gleichzeitige Beobachtung über und unter Tage in der Nacht, da in diesem Falle nur geringe Beträge der täglichen Variation zu berücksichtigen sind. Weisbach bevorzugte lange und mehrere Orientierungslinien in der Grube. Alle Messungen und Berechnungen führte er mit ausreichenden Kontrollen durch.

Der Inhalt seiner Vorträge über mathematische Geographie wurde von seinem Schüler O. CHOULANT veröffentlicht [12].

Dieser Querschnitt durch Weisbachs Lehrmeinung, die er von 1832 bis 1871 an der Bergakademie Freiberg vertrat, soll einerseits die Begründung dafür liefern, weshalb er als der Vater der „Neuen Markscheidekunst" bezeichnet wird, andererseits soll aufgezeigt werden, daß seine Gedanken der damaligen Zeit weit vorauseilten und sich im Lichte unserer heutigen Erkenntnisse unter den damaligen Verhältnissen als richtig in ihrer Zielsetzung erwiesen haben.

Besondere Verdienste hat sich WEISBACH auch auf dem Gebiet des markscheiderischen Rißwesens erworben. In meinen Ausführungen zu Agricola [5] konnte ich bereits den Nachweis führen, daß Freiberg eine altehrwürdige Tradition auf diesem Fachgebiet zukommt. Der hohe Stand des Risses von ANDREAS KÖHLER im Originalmaßstab 1 : 4725[5] aus dem Jahre 1529, der uns nur als Kopie erhalten geblieben ist, eilte seiner Zeit voraus und muß auch entsprechende Vorläufer in der Entwicklung gehabt haben. Durch Kriegseinwirkungen sind leider fast alle wertvollen Dokumente verlorengegangen. Die rißlichen Darstellungen von Weisbach in Grund- und Seigerriß mit den Maßstäben 1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000 und 1 : 5000 und den verwendeten Zeichen unterscheiden sich in ihren Grundzügen nicht wesentlich von denen der zum ersten Mal im Deutschen Markscheidewesen 1936 herausgebrachten und amtlich zum wesentlichen Bestandteil der Markscheiderordnungen erklärten Normen. Richtungweisend sind Weisbachs Ausführungen auf dem Gebiet der Anschauungsbilder [13]. Er zeigte die Vorteile auf, die eine Darstellungsweise der drei zugleich sichtbaren Raumdimensionen für den Betrachter besitzt. In streng mathematischer Entwicklung leitete er die axonometrischen Projektionsmöglichkeiten ab und untersuchte ihre Vor- und Nachteile. Er bezeichnete die isometrische als die einfache, während die anisometrische die kompliziertere, jedoch gefälligere und anschaulichere Projektionsmethode ist. Wörtlich schreibt Weisbach:

> *„Nun ist aber das Auge des aufrecht stehenden Beschauers weit mehr dazu geschickt und daran gewöhnt, einen Gegenstand vor sich zu beschauen als unter sich, deshalb sind auch die monodimetrischen und anisometrischen Bilder mit kleiner Höhen- und großer Breitenverkürzung weit gefälliger und verständlicher als die isometrischen Projektionen"* [13].

Weisbachs klare Ausführungen sind in der Folgezeit in Vergessenheit geraten; denn sonst hätte es vor etwa drei Jahrzehnten nicht der Anregungen von STACH bedurft, um sie der Anwendung zu empfehlen [14]. Von besonderem Interesse sind Weisbachs Ausführungen über die Ermittlung des Streichens und Fallens einer Lagerstätte aus mehr als drei gegebenen Punkten dieser Ebene [15] und [16]. Diese Aufgabe löst er unter Hinzuziehung eines gewandten Mathematikers in korrekter Weise. Modern muten seine Ausführungen über die Erfassung der Raummeter von Teichen, Bergen und Halden an, die er mit Hilfe von Linien gleicher Höhe und mit Schnitten bestimmt [17].

Die Verdienste Weisbachs auf dem Gebiet der Markscheidekunde lassen sich noch besser begreifen, wenn man seine Lehre und Gedanken im Lichte seiner Zeitgenossen sieht. Da sein führender Geist der Zeit weit vorauseilte, mußte er in Konflikt mit der Umwelt geraten. Um seine Ideen durchsetzen zu können, hatte er viele Schwierigkeiten zu überwinden und mußte u. a. den Kampf gegen praktisch tätige Markscheider führen. Aus Mangel an Einsicht lehnten diese Weisbachs Forderung ab, bei wichtigen Aufgabenstellungen in der Grube die Ziehmarkscheidekunst durch die Visiermarkscheidekunst zu ersetzen. Im Vorwort zum 2. Teil der „Neuen Markscheidekunst" [8] kritisierte er das Festhalten am Althergebrachten:

> *„Wie wäre es ... zu erklären, daß es noch immer Markscheider giebt, welche mittels des Gradbogens ... über Tage nivellieren ...? Wie wäre es ferner sonst möglich, daß noch mehrere Markscheider die ... Einteilung des Compasses in Stunden, Achtelstunden, Plus und minus beibehalten?"*

Er widerspricht auf das bestimmteste der Meinung,

> *„daß die Messungen nach der neueren Methode eben so leicht Fehlern unterworfen seien als die Messungen auf altem Wege. Eine solche Behauptung kann nur der Unkundige aufstellen ..."*

Auf der anderen Seite hatte Weisbach aber auch fachliche Freunde, die ihn kräftig unterstützten. Markscheider KNEISEL schrieb [18]:

> *„... muß man dann nicht erstaunen, wenn man heut zu Tage noch einen Markscheider mit Kompaß und Gradbogen über Tage arbeiten sieht?!"*

Auch KÄSTNER [19] schrieb 1854:

> *„Dem Compaß ... wurde insofern zu viel zugemutet, als man seiner Anwendbarkeit zu weite Grenzen setzte, denen die Zuverlässigkeit der mit ihm erlangten Resultate nicht entsprach."*

An anderer Stelle unterstrich er die Vorzüge der Theodolitaufnahmen:

> *„Dem Herrn Professor Weisbach ... gebühret ... die vollständige Anerkennung, dieser Methode durch vielfache Verbesserungen wesentlichen Vorschub geleistet zu haben. Mit seiner gütigen Erlaubniß werde ich Einiges über die Verfahrensarten mittheilen, welche derselbe bei Gelegenheit der Lösung einiger Markscheiderfragen durch den Theodolit anzuwenden für gut fand, wobei ... das Verfahren, den Zusammenschluß von Theodolitaufnahmen über Tage und in der Grube, durch zwei und mehr Lothe zu be-*

wirken, zuerst von Herrn Professor Weisbach angewendet und mit glücklichem Erfolge gekrönt worden ist."

Wie Weisbach auch bei einem Großteil seiner Zeitgenossen abgelehnt wurde, geht aus dem Briefwechsel mit Behörden hervor. Kennzeichnend ist folgender Vorgang, worin sich der Bergwerkskandidat J. Weisbach im Schreiben vom 11. Mai 1831 mit der Bitte um Gewährung eines Vorschusses von 300 Talern an das Oberbergamt Freiberg wendete. Er begründete seinen Antrag [20] wie folgt:

„*Daß unsere Messungen mit den gewöhnlichen Markscheideinstrumenten in vielen Fällen noch erträglich scharfe Resultate gegeben haben, ist noch kein Beweis von der Vorzüglichkeit derselben, solange man sie noch nicht mit den Resultaten der Messungen mittels anderer geodätischer Instrumente verglichen hat. In jedem Falle sind Compaß und Gradbogen nur rohe Surrogate, welche die Beschränktheit der Räume, und einigermaßen auch der Mangel an Tageslicht in der Grube, nöthig gemacht haben. Daß man aber bei weniger beschränktem Raume, und zumal über Tage, durch Astrolabien usw. in viel kürzerer Zeit, zu weit schärferen Resultaten gelangt, ist einleuchtend, wenn man bedenkt, daß man schon mit ordinären Astrolabien die Winkel bis auf Minuten genau bestimmt, während man am Compasse nur noch beiläufig 9, und am Gradbogen 5 Minuten abzulesen vermag. Und die Anwendung der Astrolabien und ähnlicher Instrumente bei Markscheiderzügen hat in Schweden, und in neuerer Zeit auch in Ungarn. die Brauchbarkeit und Vorzüglichkeit dieser Instrumente hinreichend dargetan. . . . Es ist mein lebhafter Wunsch und zugleich auch der Mehrer von den hier Studierenden, meinen Privatunterricht auch auf die praktische Geometrie auszudehnen, allein es fehlt mir gänzlich an den zur Anschaffung der hierzu erforderlichen Instrumente nötigen Mittel.*"

Dieser Begründung wurde vom Oberbergamt, seiner vorgesetzten Behörde, wenig Verständnis entgegengebracht, wie aus einer Aktennotiz hervorgeht:

„*. . . ., ob überhaupt auf das fragliche Gesuch einzugehen, und die Anschaffung der angetragenen geodätischen Instrumente für nützlich und nöthig zu erachten, und ob, wenn solches anzunehmen ist, die Anschaffung derselben nicht vielmehr Seiten der Bergakademie oder nach Befinden für die hiesige Bergamtsrefier zu bewirken, und selbige sodann zum Gebrauch den Markscheidern oder den von uns dazu bestimmten Personen temporär hinauszugeben.*"

Als Randbemerkung findet man noch folgende Bleistifteintragung:

„*Man möchte hierzu wohl noch wissen, was wegen des Unterrichtes über allgemeine Meß- und Markscheidekunst höchstenorts resolviert ist.*"

Das Oberbergamt zog zur Beurteilung dieser Frage Auskunft bei zuständigen Personen ein. Professor HECHT begrenzt den Bedarf an Feldmeß- und Markscheide-Instrumenten an der Bergakademie:

„*Da vom nächsten Bergakademischen Lehrjahr anstatt der zeitherigen Theoretischen Markscheidekunst eine Enzyklopädie der Feldmeß- und*

Markscheidekunst von mir gelesen wird und bey unserer bergakademischen Instrumentensammlung unter den Feldmeß-Instrumenten ein Meßtisch mit Fernrohr zum Höhenmessen und Nivellieren eingerichtet, ... so habe ich meinem diesjährigen Bergakademischen Anzeiger unter 15. d. M. S. Königl. Oberbergamt auf nunmehrige Ausgestaltung dieses Apparates, wofür Herr Bergmechanicus Lingke 100 T verlangt, angetragen.

Da nun bereits ein Theodolit aus München bey unserer Akademie angeschafft, solcher für Messung horizontaler Winkel als Höhenwinkel, letzter sowohl für trigonometrische als astronomische ausgerüstet, also die Anfertigung eines trigonometrischen Netzes, sowohl als die Beobachtung von Sternhöhen und anderen Höhen vorgenommen werden kann, so glaube ich, da zum Vortrag als theoretische Markscheidekunst ein selbständiges Markscheidezeug auch bey der Akademie noch vorhanden, daß nach Anschaffung des Meßtisches wir nun bey unserer Akademie für unser Bedürfnis dann mit Feldmaß- und Markscheide-Instrumenten hinlänglich versorgt sind."

Maschinendirektor BRENDEL vom Oberbergamt schloß sich den Ausführungen von Prof. Hecht an und vertrat die Meinung, daß der ältere Studersche Theodolit für den Unterrichtsgebrauch genügt:

„Wenn aber auch nur im Allgemeinen nach der Nothwendigkeit von dergl. Anschaffungen für die Bergakademie, behufs des neu errichteten Vortrags über die gesamte Meßkunst gefragt würde, so scheinen uns, mit Ausnahme des von mir dem Professor Hecht deshalb besonders bereits beantragten Meßtisches nebst Zubehör, vor der Hand keine dringenden derartigen Bedürfnisse deshalb zu bestehen. Vielmehr, würden, wenn letztgenannter Apparat noch angeschafft ist, dann für einen encyclopädischen Unterricht, der ohnehin nicht sehr genaue und großartige Messungen in der Ausführung in sich schließen kann, die nöthigsten Instrumente und Apparate bey dem bergakademischen physikalischen Apparate vorhanden seyn, indem falls wenn der neue Reichenbachsche Theodolith, um Gewähr für eine Richtigkeit zu behalten, nicht zum Unterricht hergegeben, sondern für akkurate eigne Arbeiten der Professoren der Mathematik und Physik reserviert und beim Unterricht blos vorgezeigt werden sollte, dennoch für einen bloßen Unterrichtsgebrauch der ältere Studersche Theodolith mit Zubehör ausreicht.

Zum Gebrauche der Markscheider, als solchen möchten auch nur wenige der von Herrn Weisbach vorgeschlagenen Instrumente erforderlich seyn. Außer den jedem Markscheider eigenthümlichen Markscheideinstrumenten, besteht für letztere, insbesondere für die angeordneten Revier-Nivellementsarbeiten schon ein besonderer Meßtisch von Lingke. Andere Apparate, namentlich Theodolithen, dürften sich wegen der Beschränktheit ihrer Gebrauchsfälle im Dienstkreise der Markscheider und wegen manchen anderen Schwierigkeiten und Gefahren bei öfterer Benutzung, doch im Ganzen viel weniger für die Markscheidearbeiten eignen, als dies von Herrn Weisbach (auf dessen wohl etwas mit Vorurtheilen verbundenen Äußerungen über den relativen Werth des Markscheideverfahrens wir hier kaum glauben uns

erwidernd einlassen zu müssen) in seinem an S. Königl. Oberbergamt gerichteten Gesuchsschreiben angenommen wird."

An anderer Stelle heißt es:

„Zwar ließ sich statt dem hier in Ansatz gebrachten Theodolit ein kleinerer mit 6zöll. Höhengradbogen ohne Multiplication und die Winkel nur von Minute zu Minute weisend, erstellen, da ein solcher in München zu erhalten stünd, allein ungleich weniger brauchbar für Bergbeobachtungen und den Unterricht, dürfte ein solches Instrument Herrn Weisbachs Absichten keineswegs entsprechen, dessenungeachtet die Summe des erforderlichen Vorschusses immer noch über 300 T bleiben würde."

Weisbach verharrte bei seiner Forderung und war davon überzeugt, daß mit dem erbetenen Vorschuß die zu beschaffenden notwendigen Instrumente sich bezahlt machen. Seine Antwort lautete:

„. . . was die Zurückbezahlung des ausgegebenen Vorschusses betrifft, so kann ich . . . die Versicherung geben, daß ich es mir so viel wie möglich angelegen sein lassen werde, den gedachten Vorschuß so bald wie möglich zurückzuerstatten."

Noch Jahrzehnte mußte Weisbach einen ununterbrochenen Kampf gegen einen engherzigen, an Vorurteilen reichen und am Althergebrachten haftenden Zeitgeist führen. Wir wissen heute, daß er ihn beispielhaft bestanden hat. In der Gründlichkeit seiner Arbeiten, in der Lebensfreude und Energie, womit er sich den gestellten Aufgaben unterzog, und Anspruchslosigkeit und Bescheidenheit, die charakteristisch für sein Leben sind, leuchtet er nicht nur den Markscheidern, sondern allen voran, die von echtem Forschergeist beseelt sind.

Anmerkungen

[1] Richtungsbestimmung mit Hilfe eines auf dem Wasser schwimmenden Magneten.

[2] Mechanische Winkelmessung durch Einritzen auf Wachsringen, die in eine mit Rillen versehene Holzscheibe ausgegossen sind.

[3] Einrichtung zum Umsetzen von Winkelmeßinstrument und Schnurbefestigung oder später des Zielzeichens, um bei kurzen Längen die Exzentrizitätsfehler möglichst klein zu halten.

[4] Der im vorigen Jahrhundert bereits mit großen wirtschaftlichen Schwierigkeiten kämpfende Freiberger Bergbau sah sich zur Lösung der zunehmenden Grubenwässer gezwungen, einen tiefen, ungefähr 14 km langen Querschlag vom Freiberger Revier nach der Triebisch aufzufahren, um die Wässer durch natürliches Gefälle in die Elbe bei Meißen abzuleiten.

[5] War in der Festschrift vom Jahre 1955 mit 1 : 60 000 als Reproduktion vorgesehen, wurde aber beim Druck ohne mein Wissen im Format verändert.

Literatur

[1] Wilski, Paul: Markscheidekunde II, Berlin 1932, S. 106.

[2] Krause, C.: Beiträge zur Geschichte der Entwicklung der Instrumente in der Markscheidekunde. Freiberg 1908.

[3] Pieper, W.: Ulrich Rülein von Calw und sein Bergbüchlein. Freib. Forsch.-H. D 7, Berlin 1955.

[4] Kirnbauer, Fr.: Die Entwicklung des Markscheidewesens im Lande Österreich. Blätter für Technikgeschichte. Wien 1940, 7. Heft.

[5] NEUBERT, KARL: Markscheiderische Kenntnisse zur Zeit des Georgius Agricola. Festschrift anläßlich des 400. Todestages von Georgius Agricola 1495–1555. Berlin 1955, Seite 92–103.
[6] HORNOCH, A. T.: Zur Entwicklungsgeschichte markscheiderischer Instrumente. Mitt. d. berg- u. hüttenmännischen Abt. d. ungarischen Palatin-Josef-Universität. Sopron 1940.
[7] HANSTADT, J. LANG V.: Anleitung zur Markscheidekunst. Pesth 1835.
[8] WEISBACH, J.: Die neue Markscheidekunst. 1. Die trigonometrischen und Nivellier-Arbeiten über Tage. 1850. 2. Die trigonometrischen und Nivellier-Arbeiten unter Tage. 1858.
[9] WEISBACH, J.: Beschreibung zweier neuer Theodoliten zum Gebrauch im Ingenieur-, Berg- und Forstwesen. Civilingenieur 1854, S. 13–17.
[10] WEISBACH, J.: Beschreibung eines Gruben- und Kompaßtheodoliten. Civilingenieur 1856, S. 141–144.
[11] METCALFE, J. E.: A Mining Engineer's Survey Manuel. London 1951.
[12] CHOULANT, O.: Vorträge über mathematische Geographie von Julius Weisbach, herausgegeben von Choulant. Freiberg 1878.
[13] WEISBACH, J.: Theorie der axonometrischen Projektionsmethode. Civilingenieur 1856, S. 236–250.
[14] STACH, E.: Die stereographische Darstellung tektonischer Formen im Würfeldiagramm. Z. dtsch. geol. Gesellsch. 1922.
[15] WEISBACH, J.: Bestimmung der Mittellage einer Ebene aus mehr als drei gegebenen Punkten und ihre Anwendung bei Ermittlung des Hauptstreichens und Hauptfallens von Lagerstätten des Mineralreiches. Civilingenieur 1870, S. 397–422.
[16] WEISBACH, J.: Bestimmung des Hauptstreichens und Hauptfallens von Lagerstätten. Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau und Hüttenkunde. 1840, S. 159–174.
[17] WEISBACH, J.: Die räumliche Aufnahme und Cubierung von Bergen und Halden. Civilingenieur 1854, S. 33–35 und 123–124.
[18] KNEISEL, G. F.: Über die neue Markscheidekunst. Civilingenieur 1856, S. 124–132.
[19] KÄSTNER, F.: Über das Markscheiden mit dem Theodoliten über Tage und in der Grube. Civilingenieur 1854, S. 127–135.
[20] Akten der Maschinenbaudirektion (Oberbergamt Freiberg), Sign. E. J. No. 17. Acta, Eruditions- und Instruktionswesen.

Weitere Veröffentlichungen WEISBACHs auf dem markscheiderischen Fachgebiet, die nicht angezogen wurden

1. Tafeln der vielfachen Sinus und Cosinus. 1842.
2. Die monodimetrische und anisometrische Projektierungsmethode. Volz' und Karmarschs Polytechnische Mitteilungen 1844.
3. Beschreibung einiger vervollkommneter Vermessungsinstrumente. Ingenieur 1850, S. 3–8 und 449–456.
4. Theorie der axonometrischen Projektierungsmethode. Civilingenieur 1856, S. 236–250.
5. Über Amslers Planimeter. Civilingenieur 1856.
6. Anleitung zum axonometrischen Zeichnen. 1857.
7. Bestimmung der magnetischen Deklination mittels eines Magnettheodoliten. Civilingenieur 1863, S. 150–154.
8. Die Biegung eines in zwei Punkten unterstützten homogenen prismatischen Maßstabes, sowie die durch dieselbe hervorgerufene Verkürzung seines Längenmaßes. Civilingenieur 1866, S. 195–220.
9. Nivellitische Höhenbestimmungen im Königreich Sachsen. Civilingenieur 1870, S. 115 bis 144.
10. Die mit der mitteleuropäischen Gradmessung verbundenen nivellitischen Höhenbestimmungen im Königreich Sachsen. Zeitschr. d. Königl.-Sächs. Statistischen Bureaus 1870, S. 1–10.

Bild 1. Grubenkompaß 1561
Foto: Mathematisch-Physikalischer Salon, Dresden

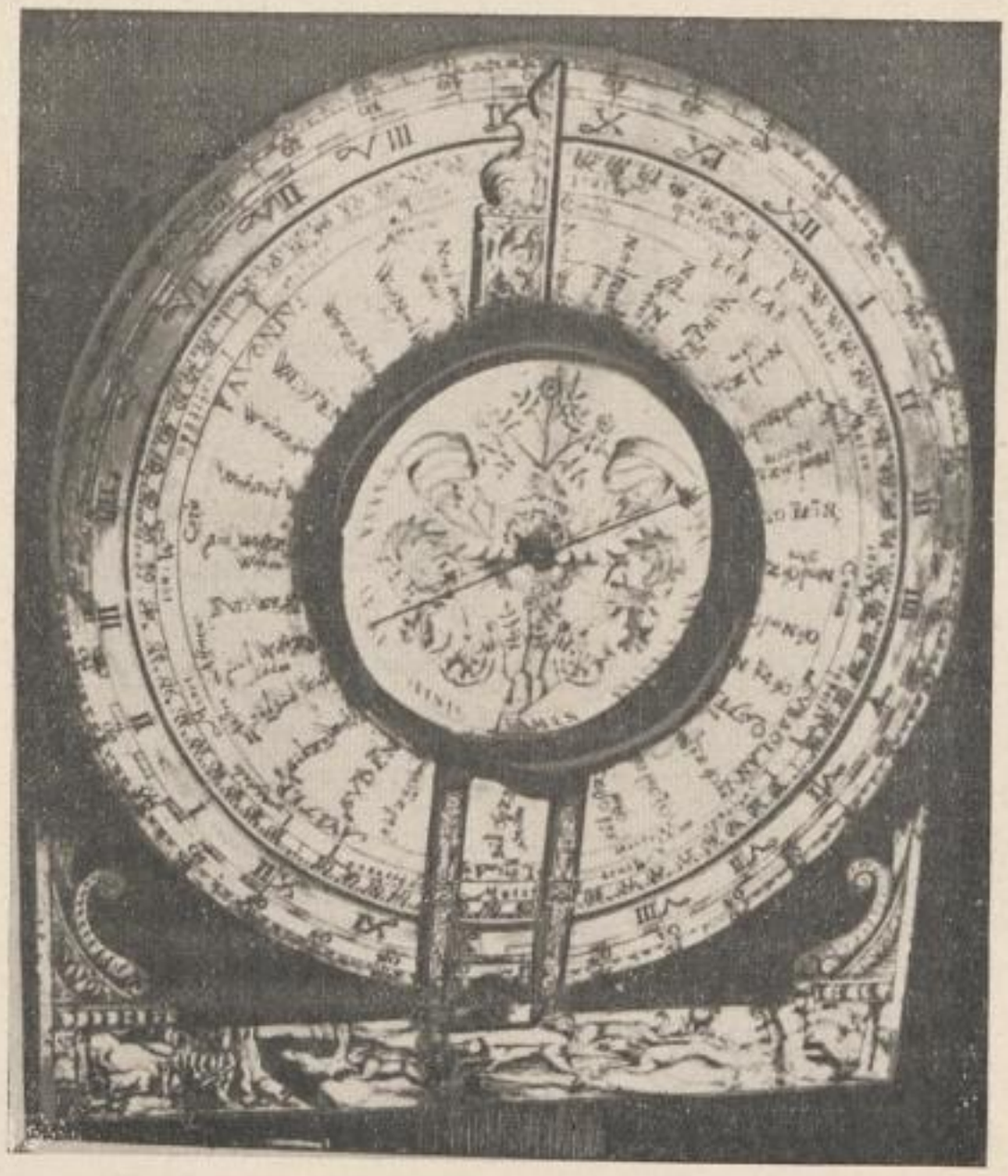


Bild 2. Auftragsbussole von Erasmus Habermel 1590, süddeutsche Arbeit
Foto: Mathematisch-Physikalischer Salon, Dresden

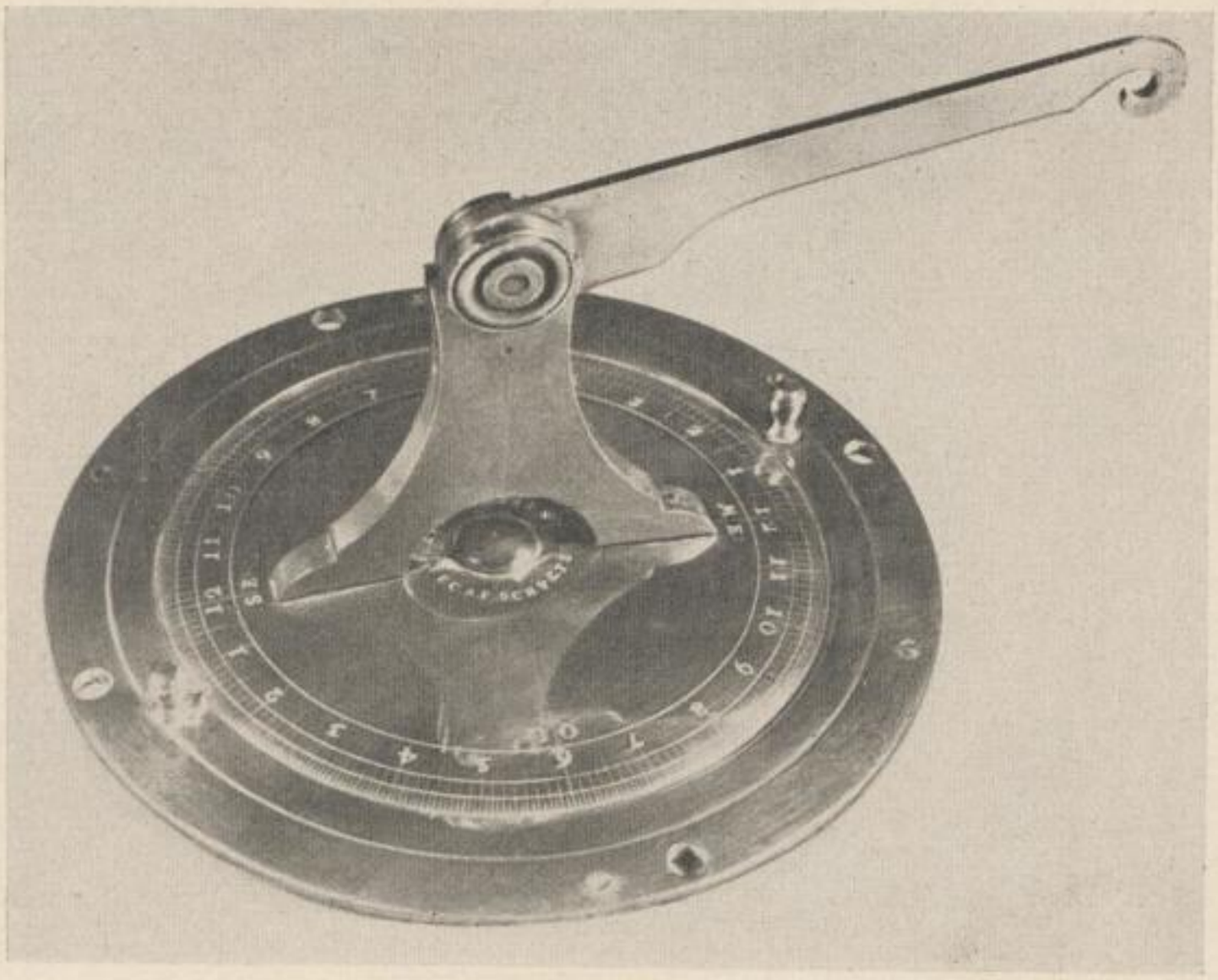


Bild 3. Eisenscheibe von Schultze
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

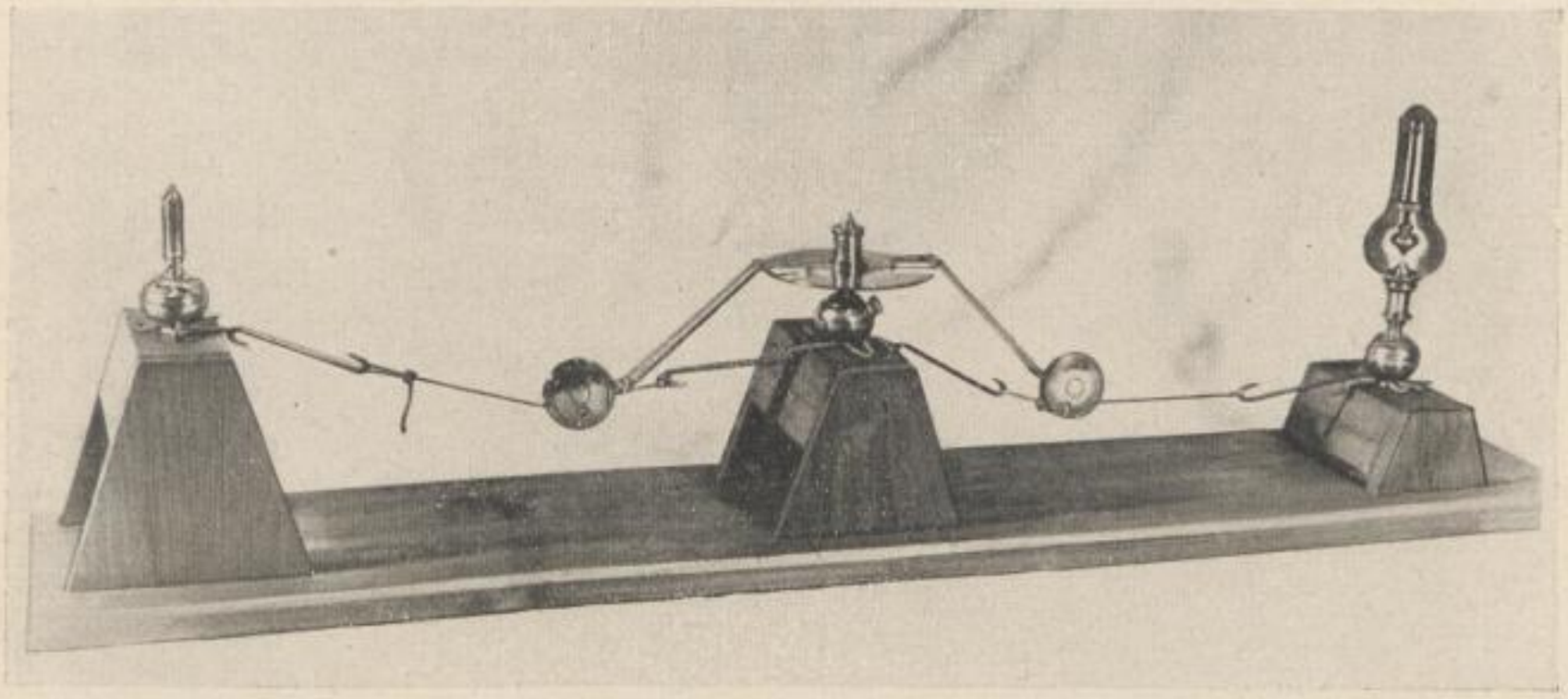


Bild 4. Eisenscheibe von Schubert
Schubert, Gottlieb Friedrich aus Chemnitz,
geb. 1743, inscr. 1769, Bergmechanikus, gest. 1809 Freiberg
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

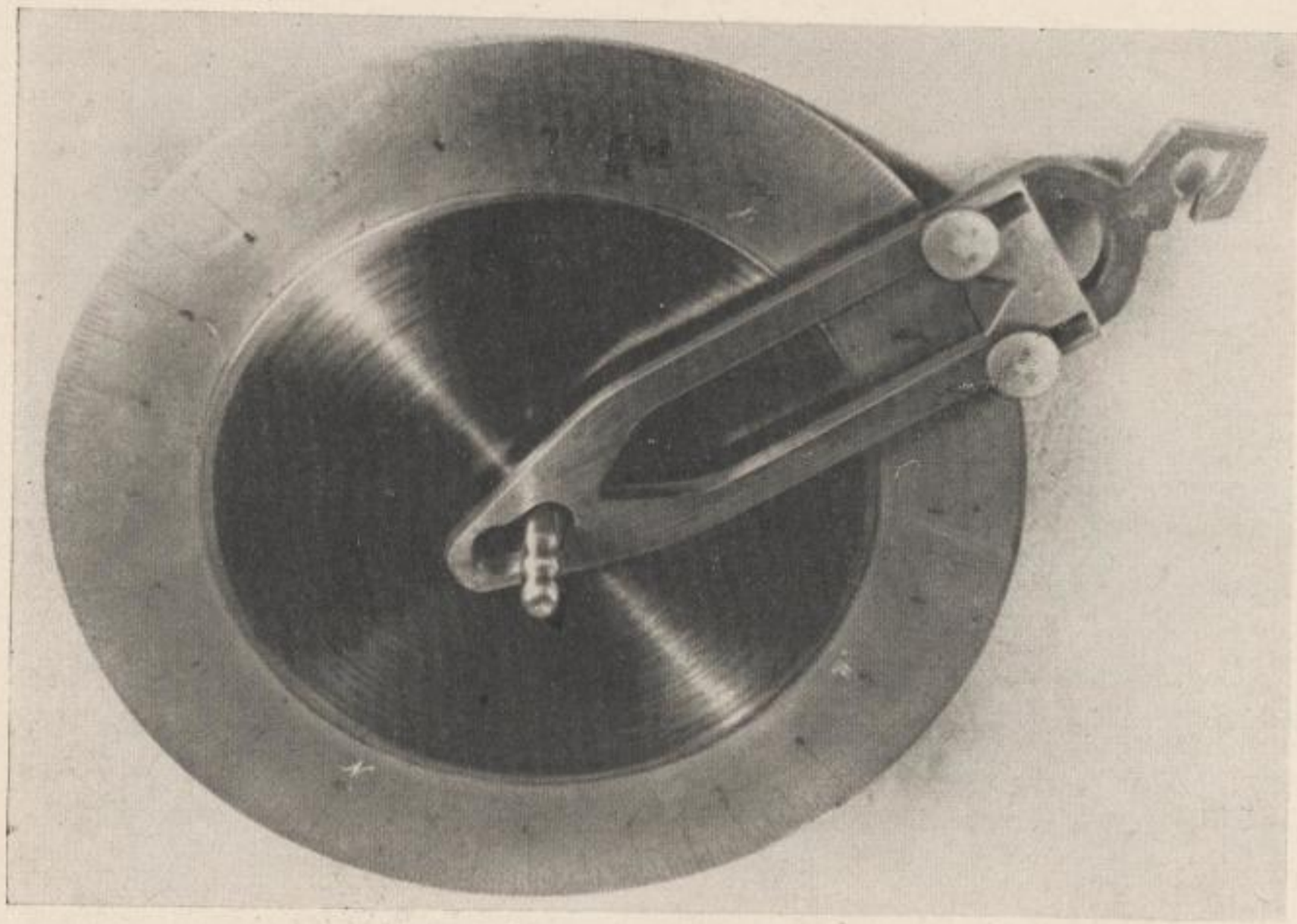


Bild 5. Eisenscheibe von Studer
Studer, Johann Gotthelf, aus Reichenbach, geb. 21. 6. 1763, Student an der Akademie Freiberg ab 1785, Studien bei Breithaupt in Cassel und bei Ramsden in London, Schwiegersohn von Breithaupt, Mechanikus an der Akademie 31. 1. 1800 bis 1809
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

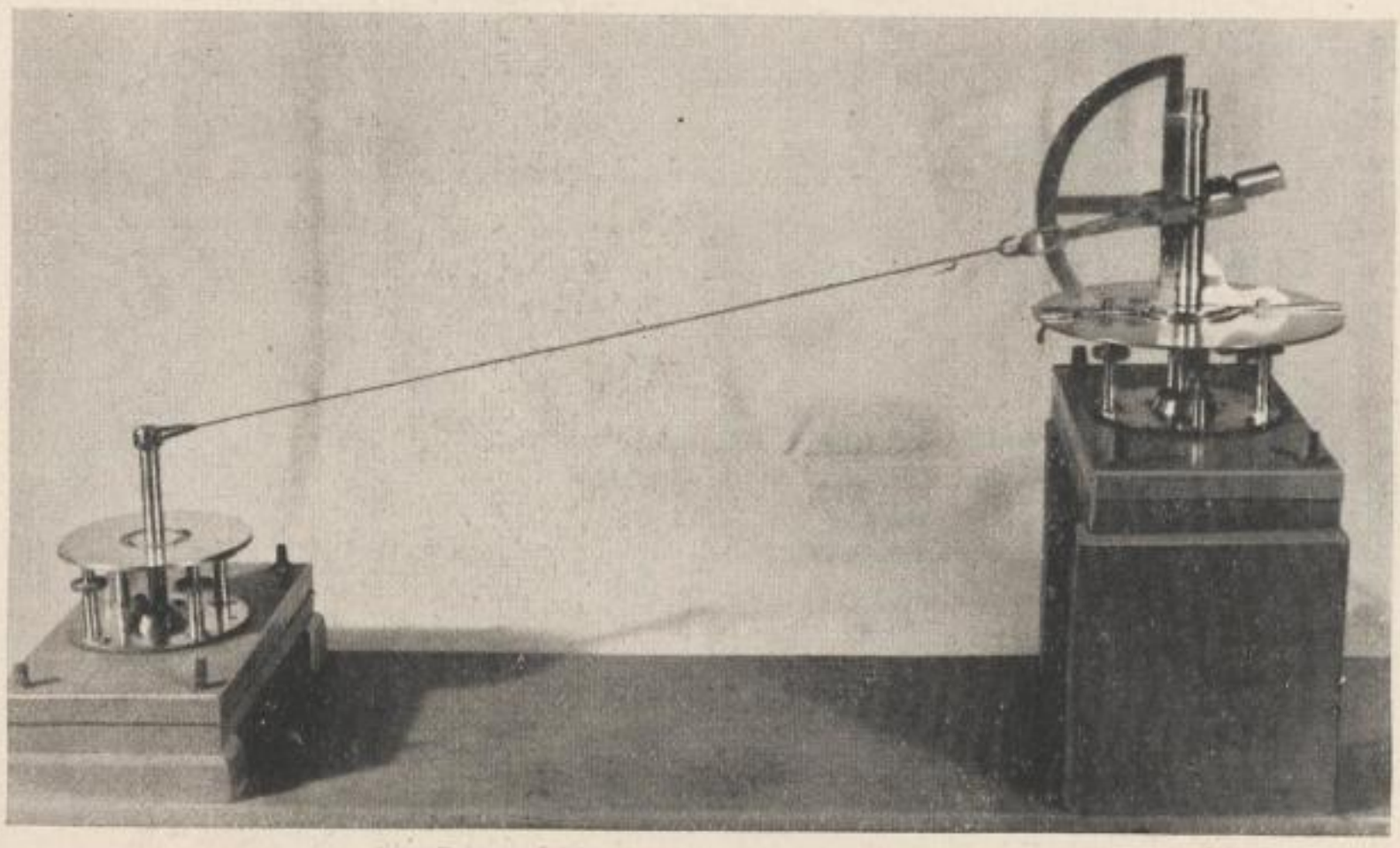


Bild 6. Schienzeug von J. G. Studer, Zwangszentrierung
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

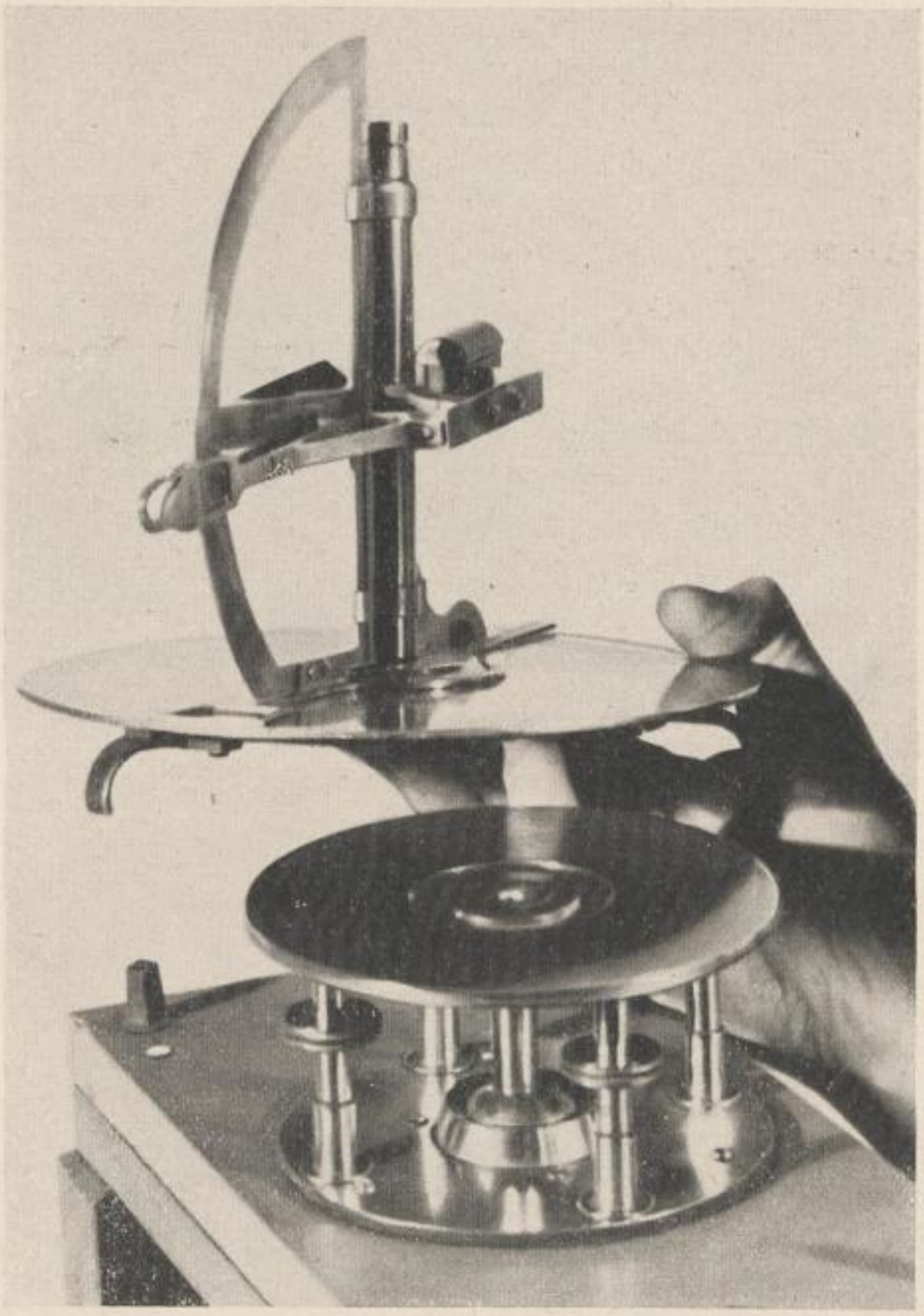


Bild 7. Schienzeug von J. G. Studer, Zwangszentrierung
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

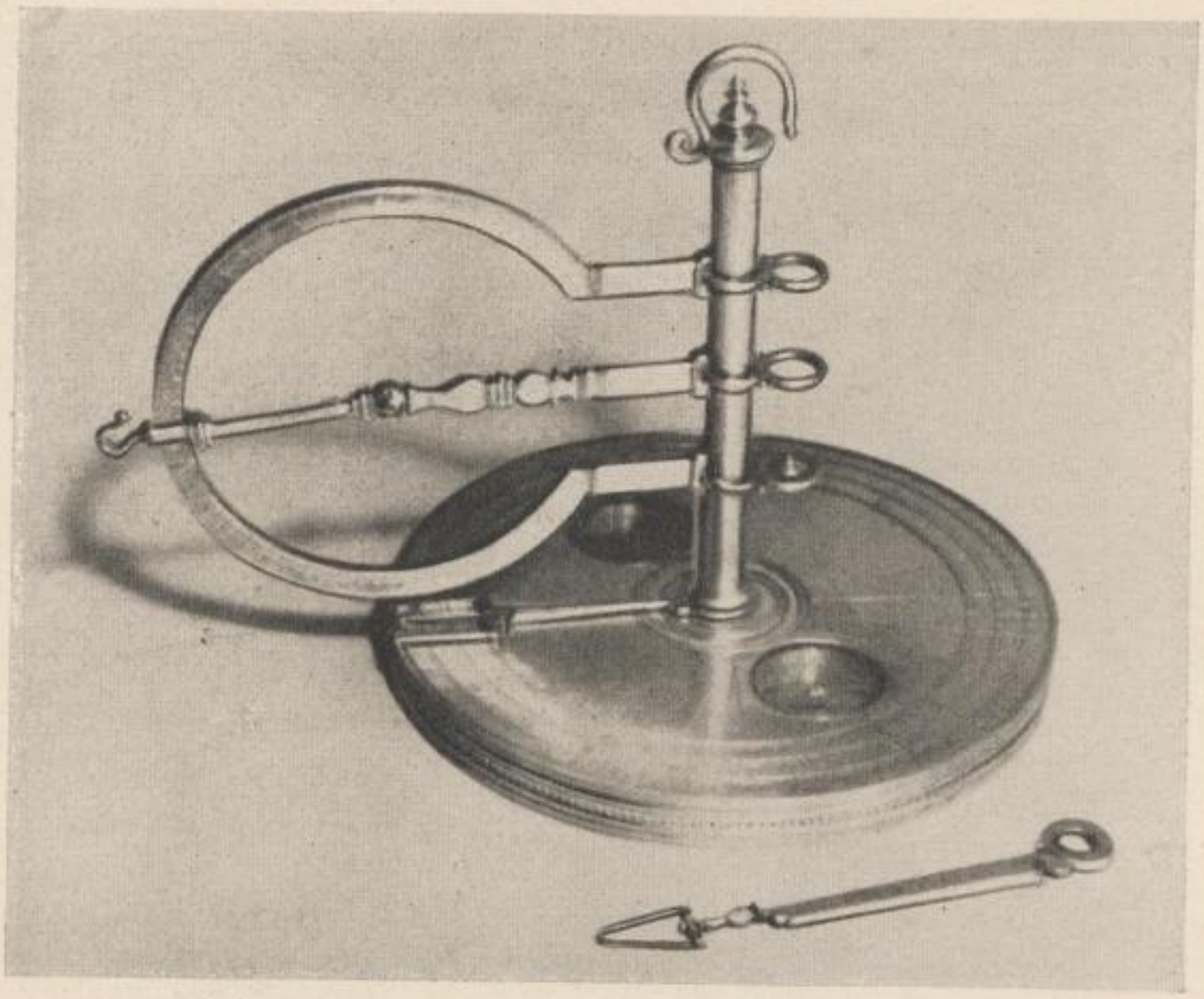


Bild 8. Schienzeug um 1700
Foto: Mathematisch-Physikalischer Salon, Dresden

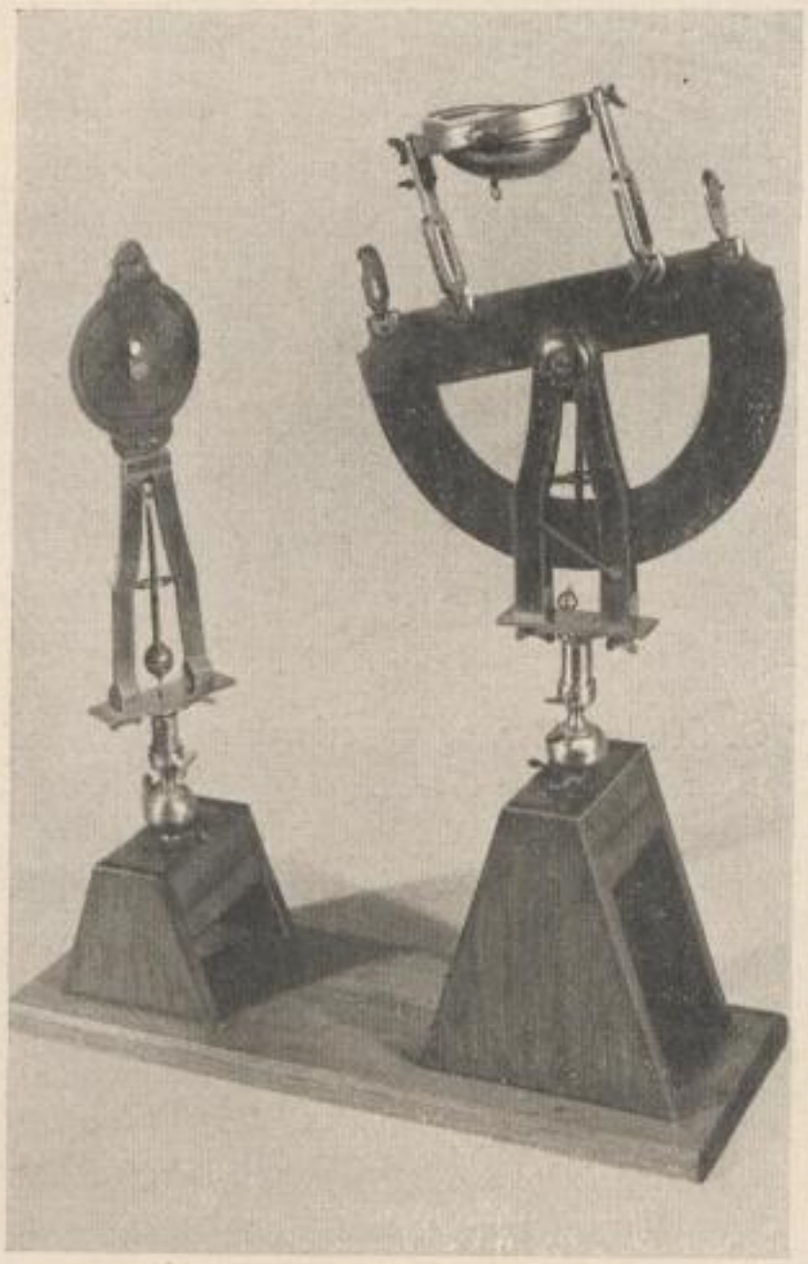


Bild 9
Höhenscheibe mit Transversalmaßstab
Foto:
Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

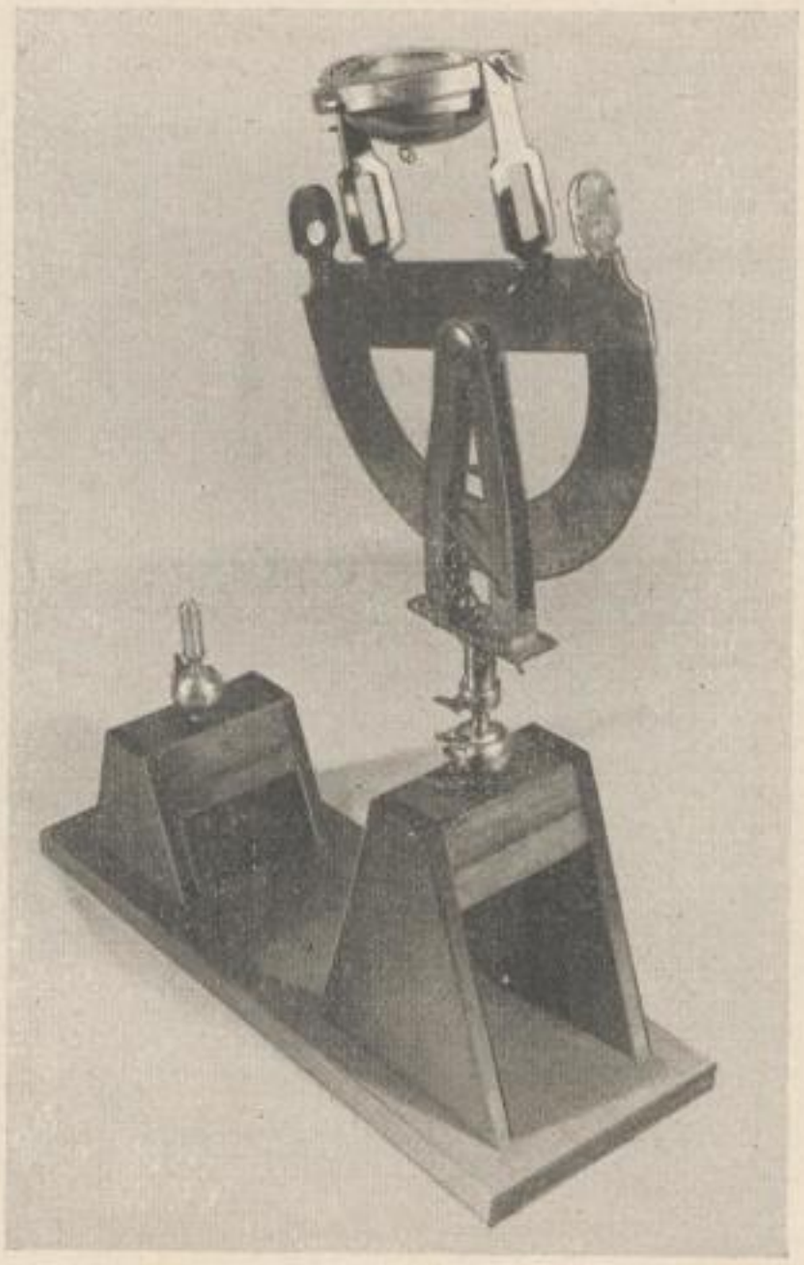


Bild 10. Höhenscheibe mit Kompaß in Zwangszentrierung, etwa 1780

Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

Bild 11. Handkompaß von v. Oppel

Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

Bild 12. Zwei Handkompasse in geschnitztem Holzgehäuse
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

Bild 13. Setzkompaß nach v. Oppel 1748
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

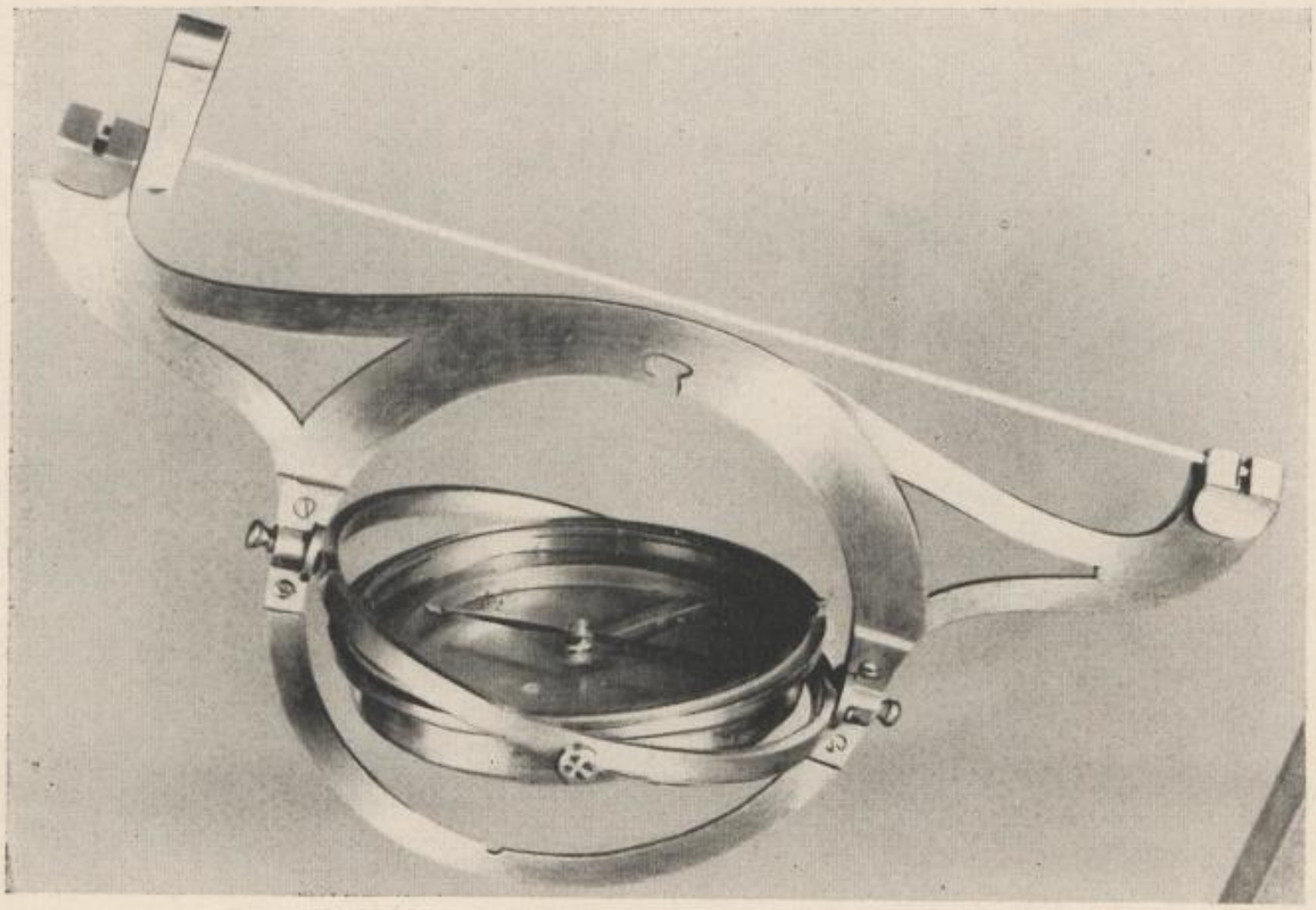


Bild 14. Hängekompaß von Schubert um 1780
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

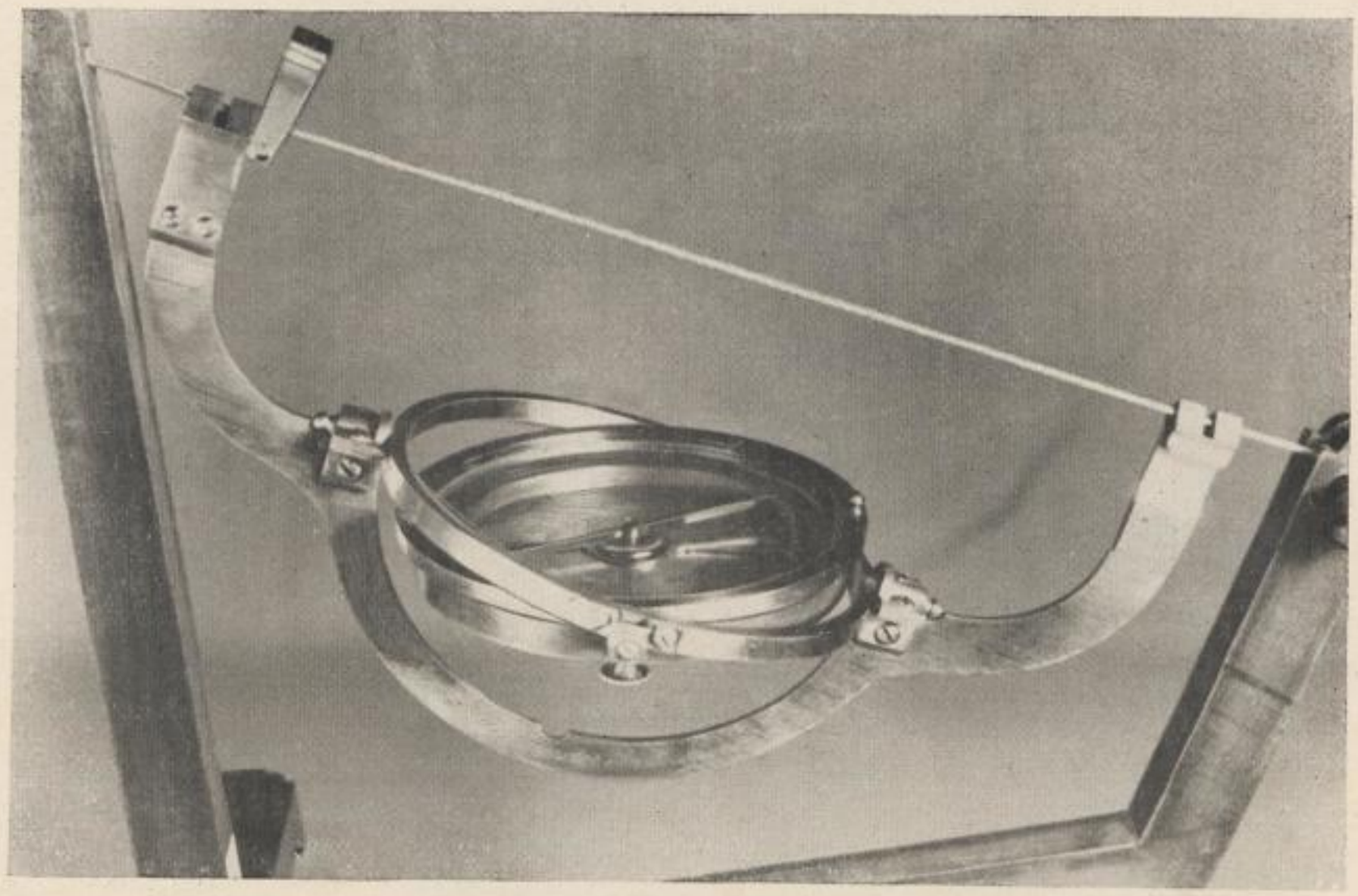


Bild 15. Hängekompaß. Studers Kunst- und Werkmeister-Instrument
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

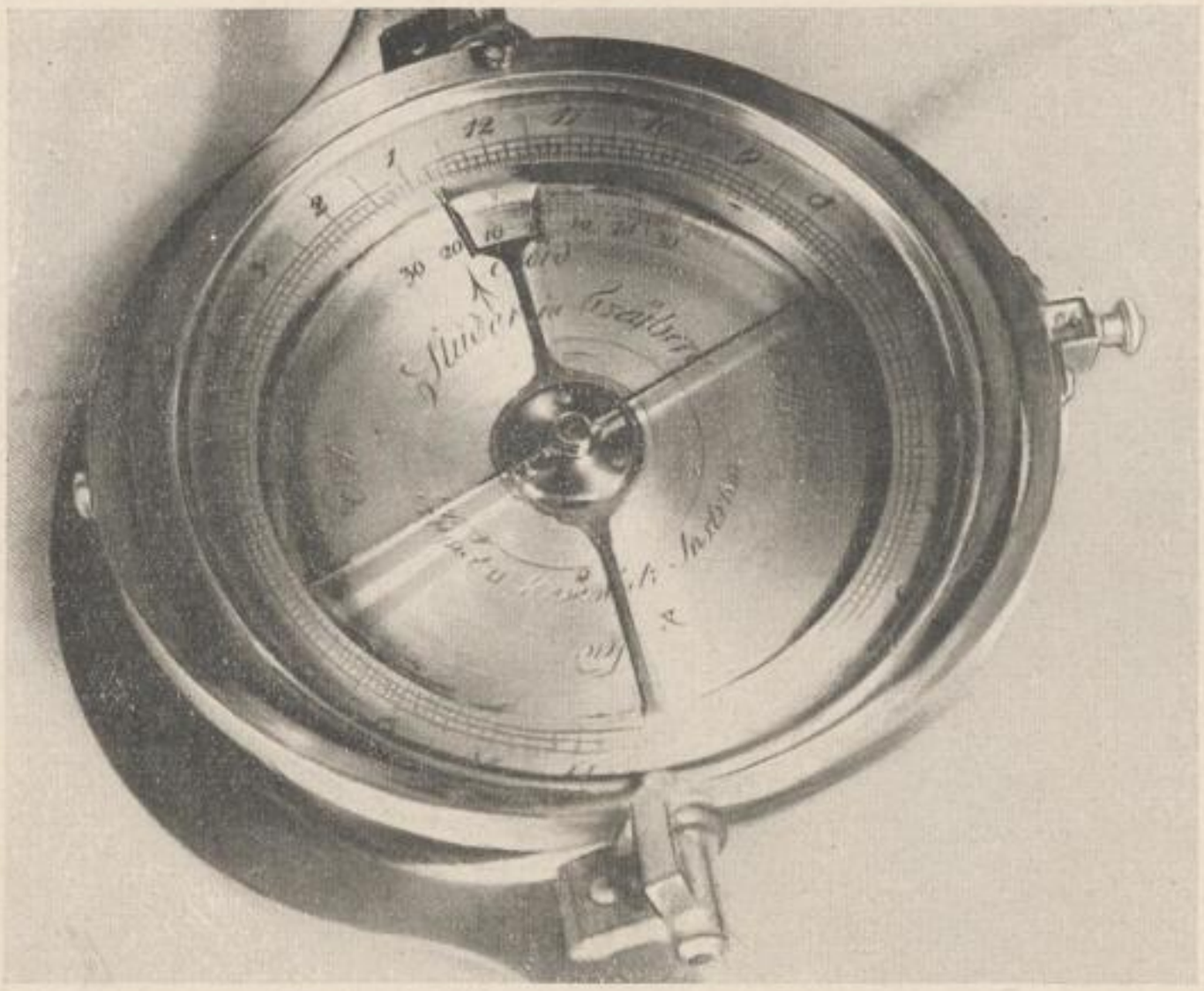


Bild 16. Hängekompaß von Studer. Studers Kunst- und Werkmeister-Instrument
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

Bild 17. Steigerkompaß nach Studer 1811
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

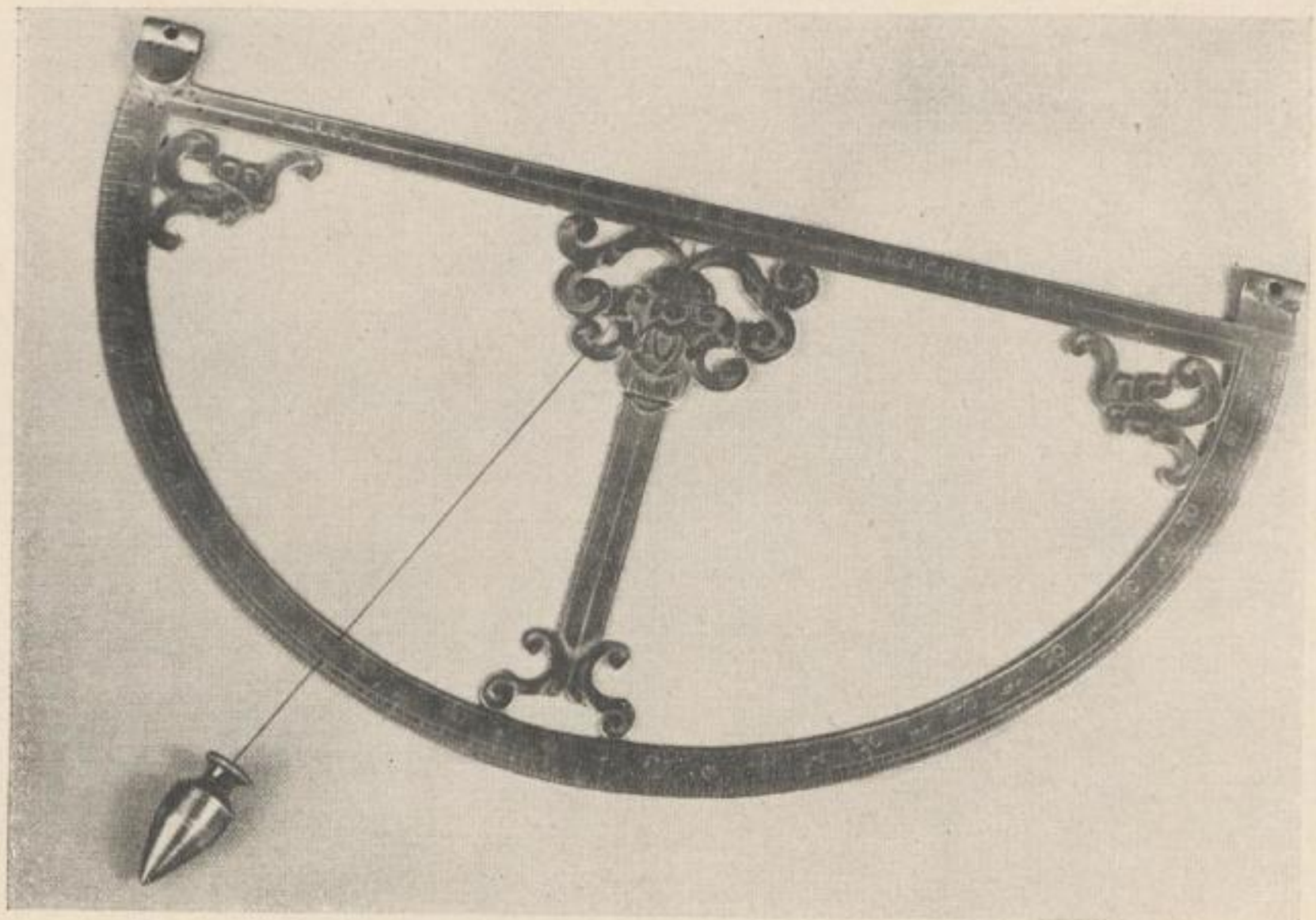


Bild 18. Gradbogen von Elias Eichler 1670
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

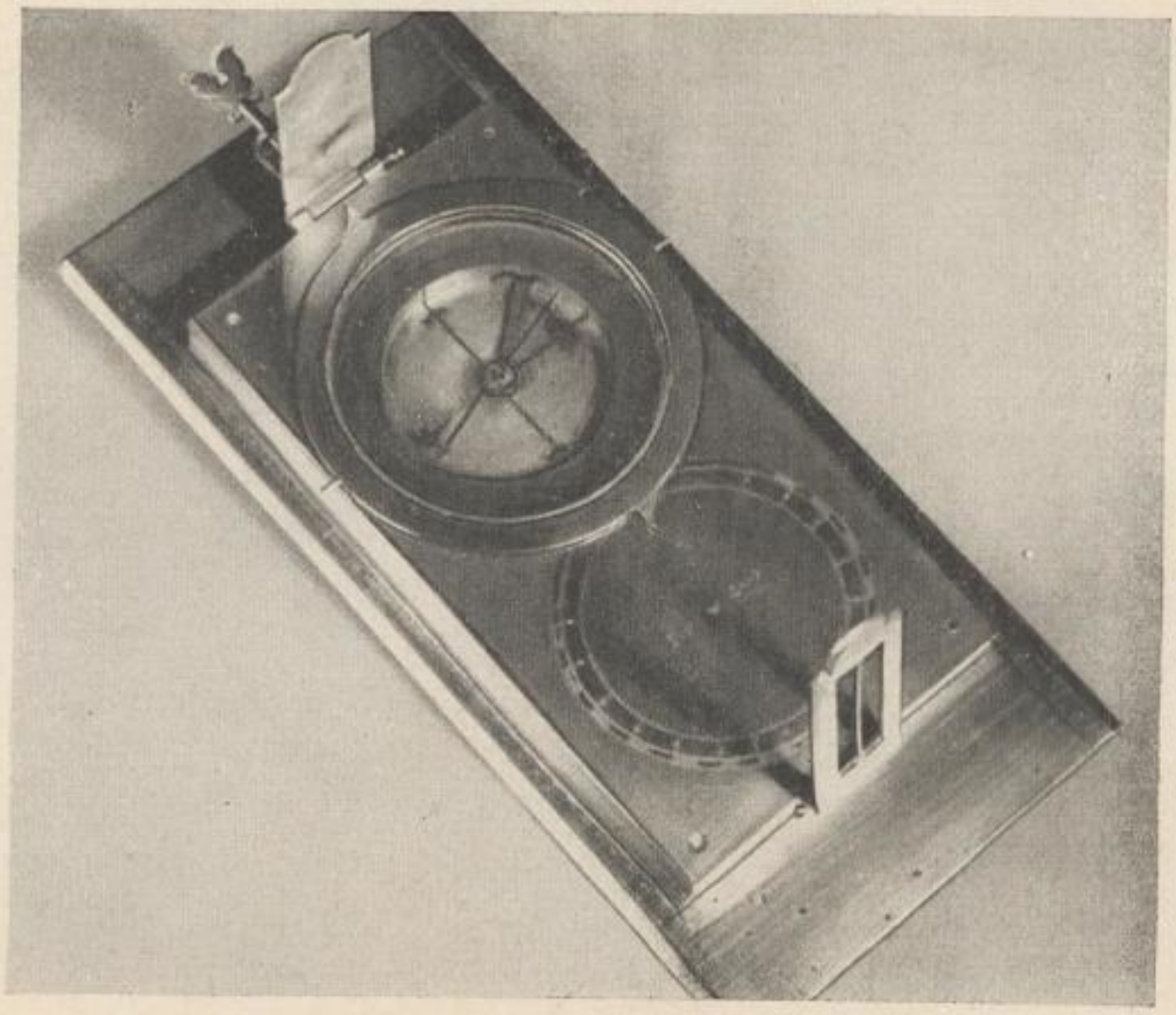


Bild 19. Zulegeplatte zum Hängekompaß nach Balthasar Rösler
Foto: Mathematisch-Physikalischer Salon, Dresden

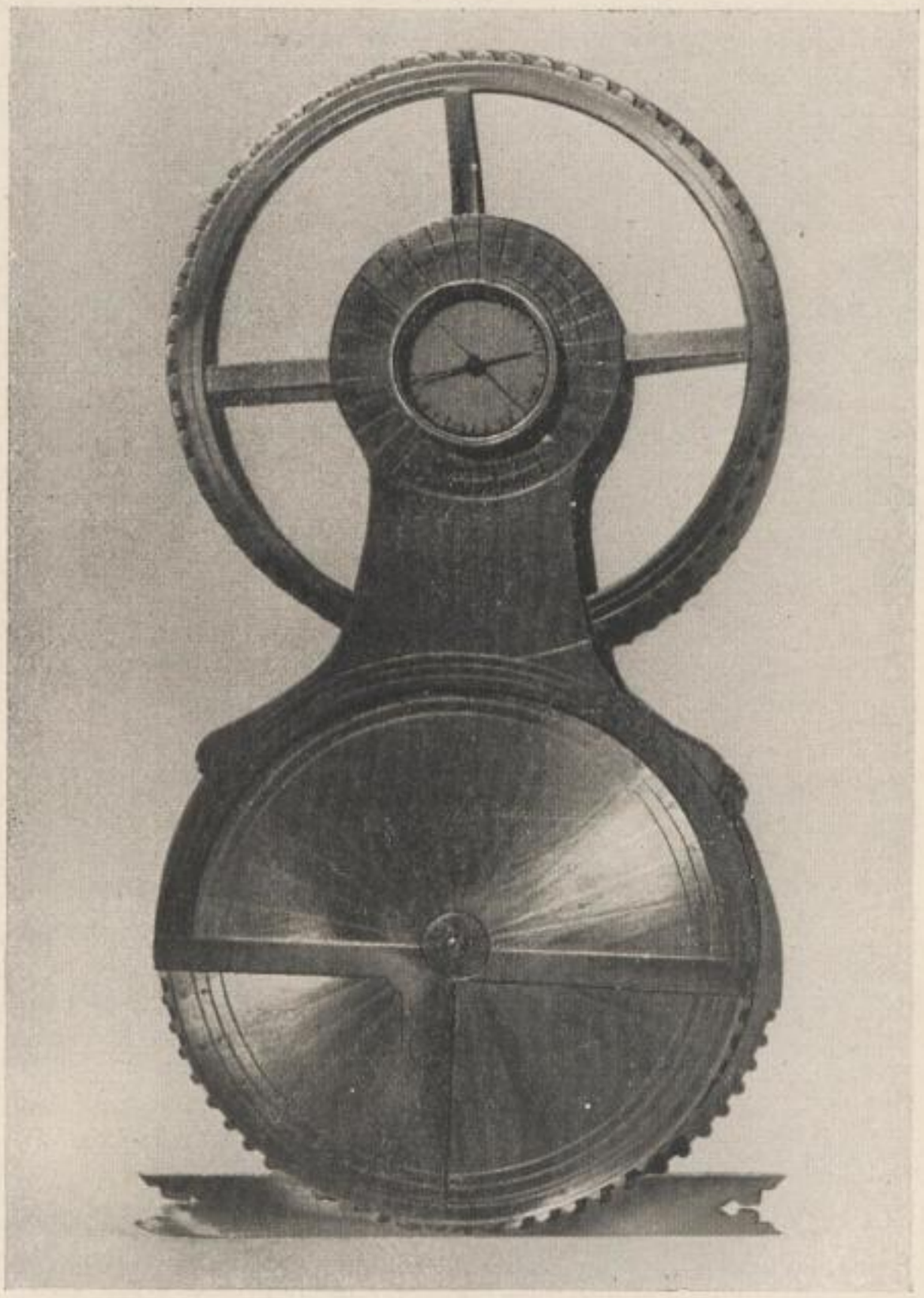


Bild 20. Auftragsinstrument Ende des 18. Jahrhunderts
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

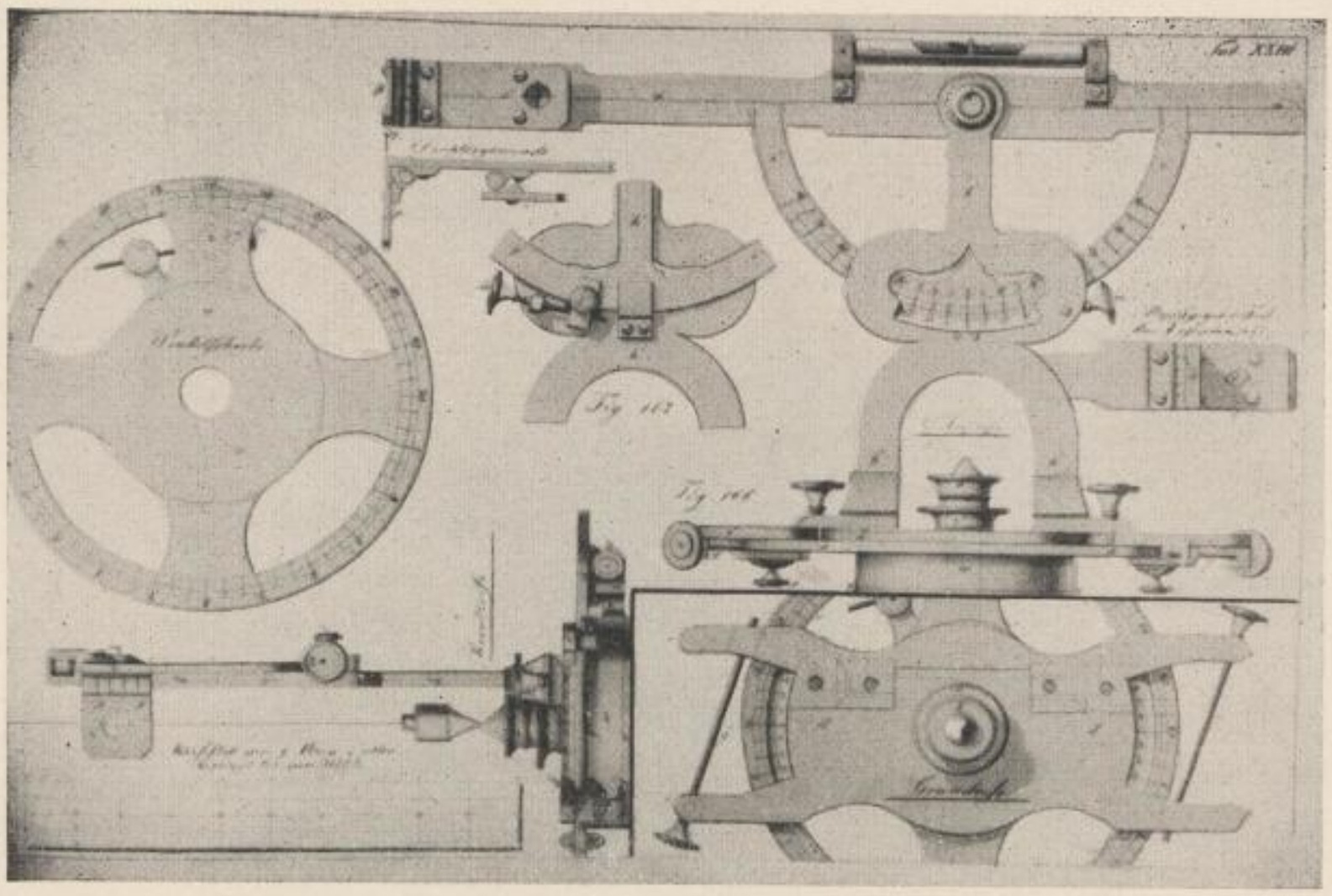


Bild 21. Theodolit nach Lang von Hanstadt
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

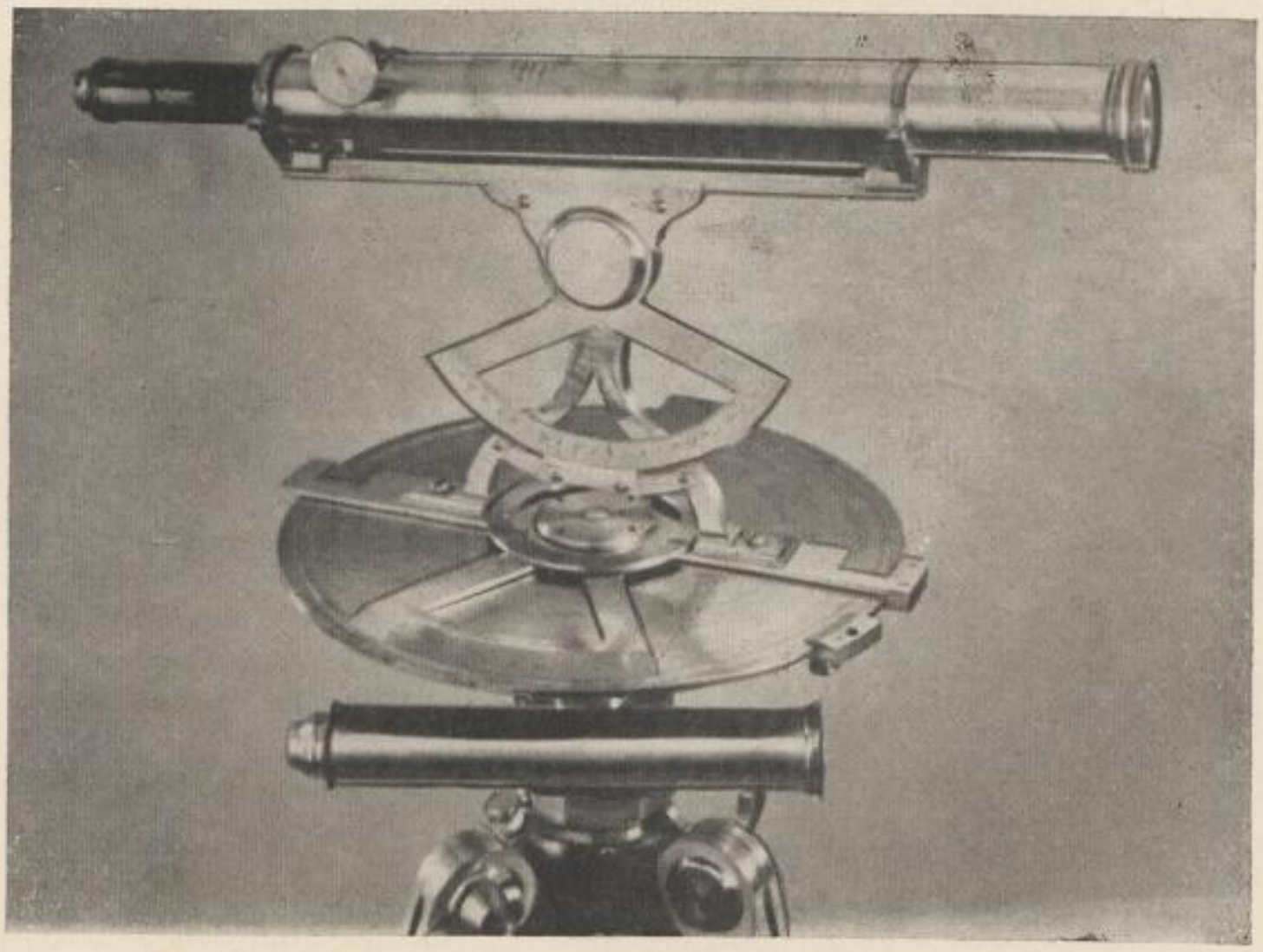


Bild 22. Theodolit von J. G. Studer, Freiberg, Anfang 19. Jahrhundert
Foto: Deutsches Museum, München

Bild 23. Theodolit von J. G. Studer
Foto: Deutsches Museum, München

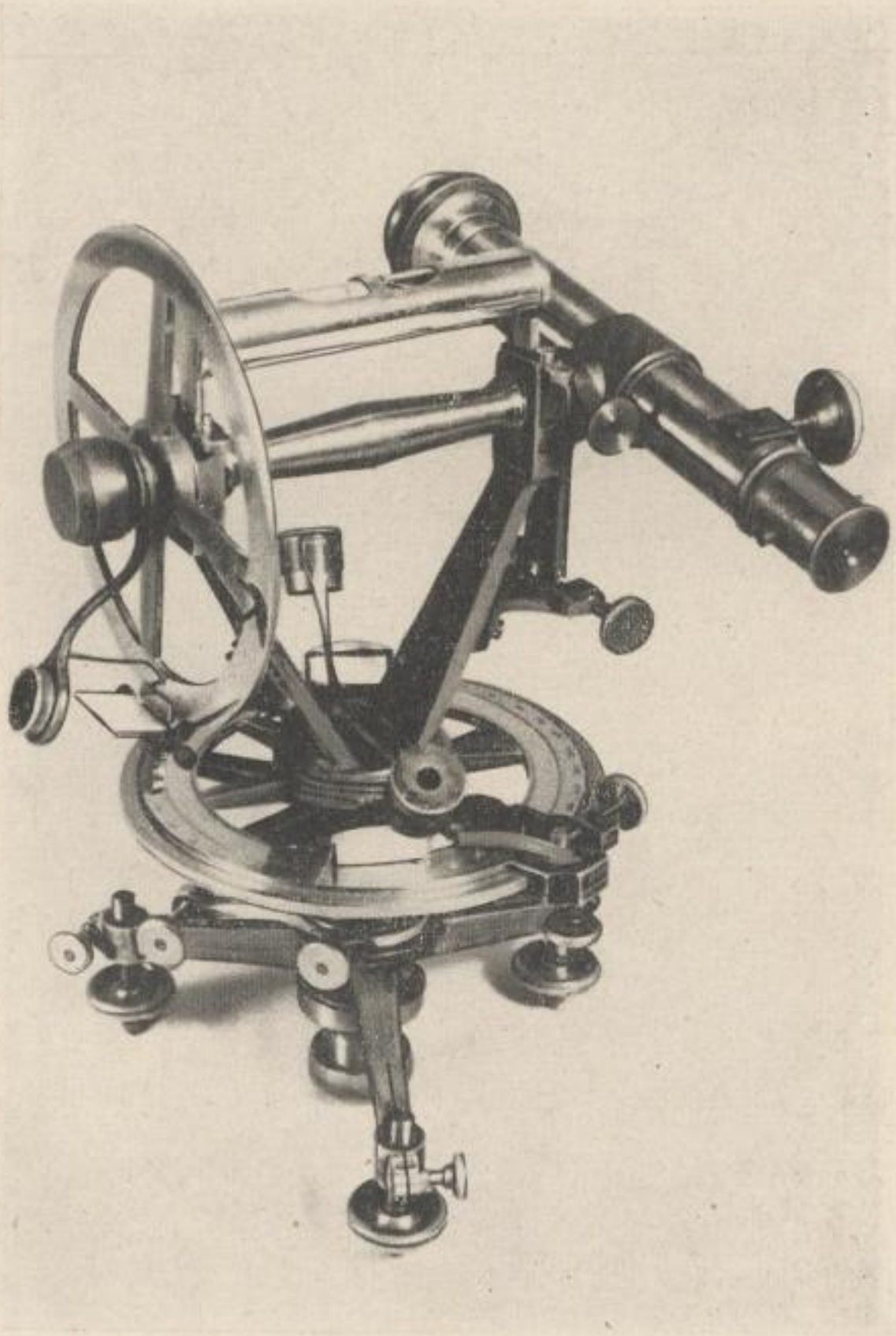


Bild 24. Theodolit Nr. 7 von Lingke
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

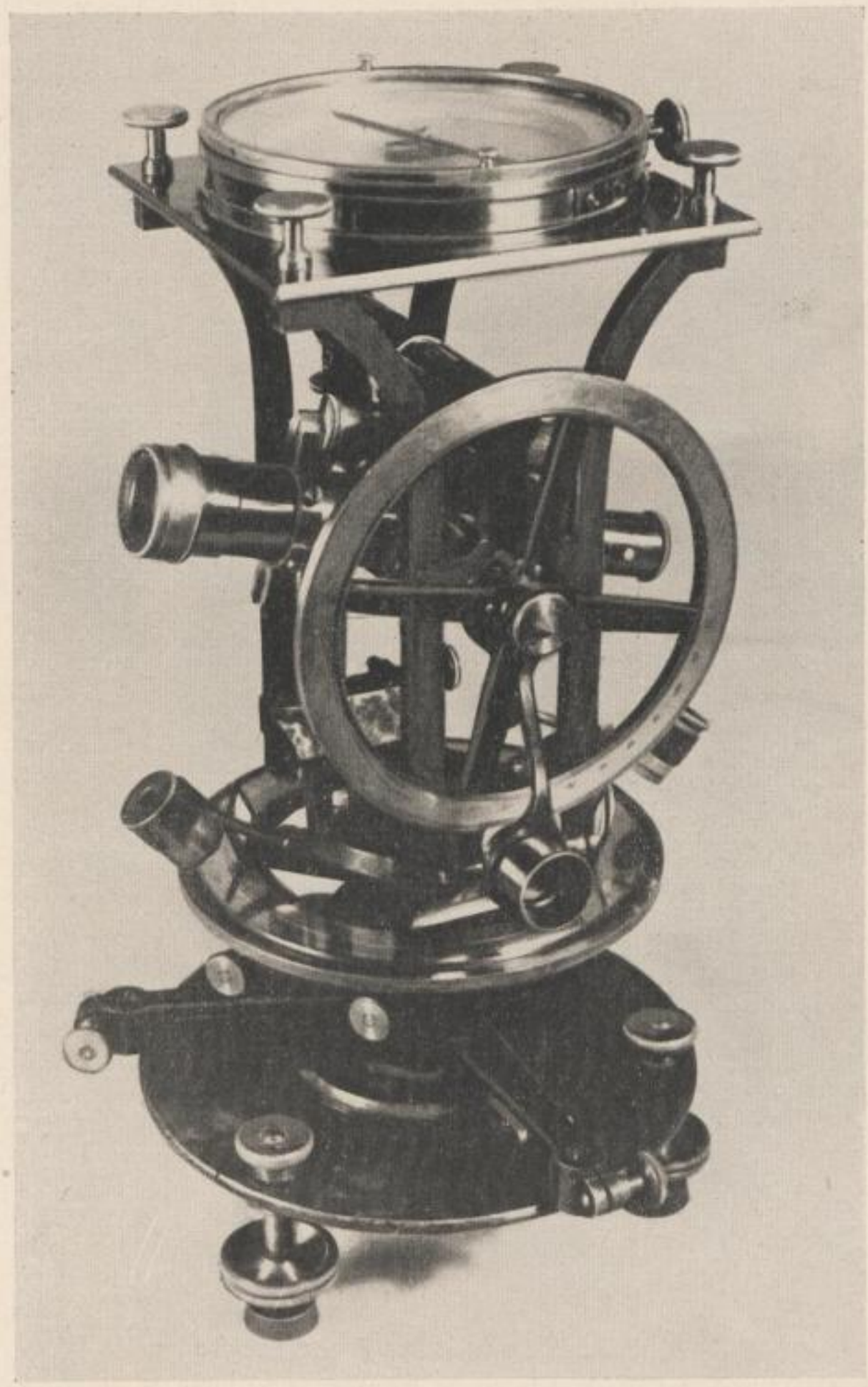


Bild 25. Bussolentheodolit Nr. 81 von Lingke
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

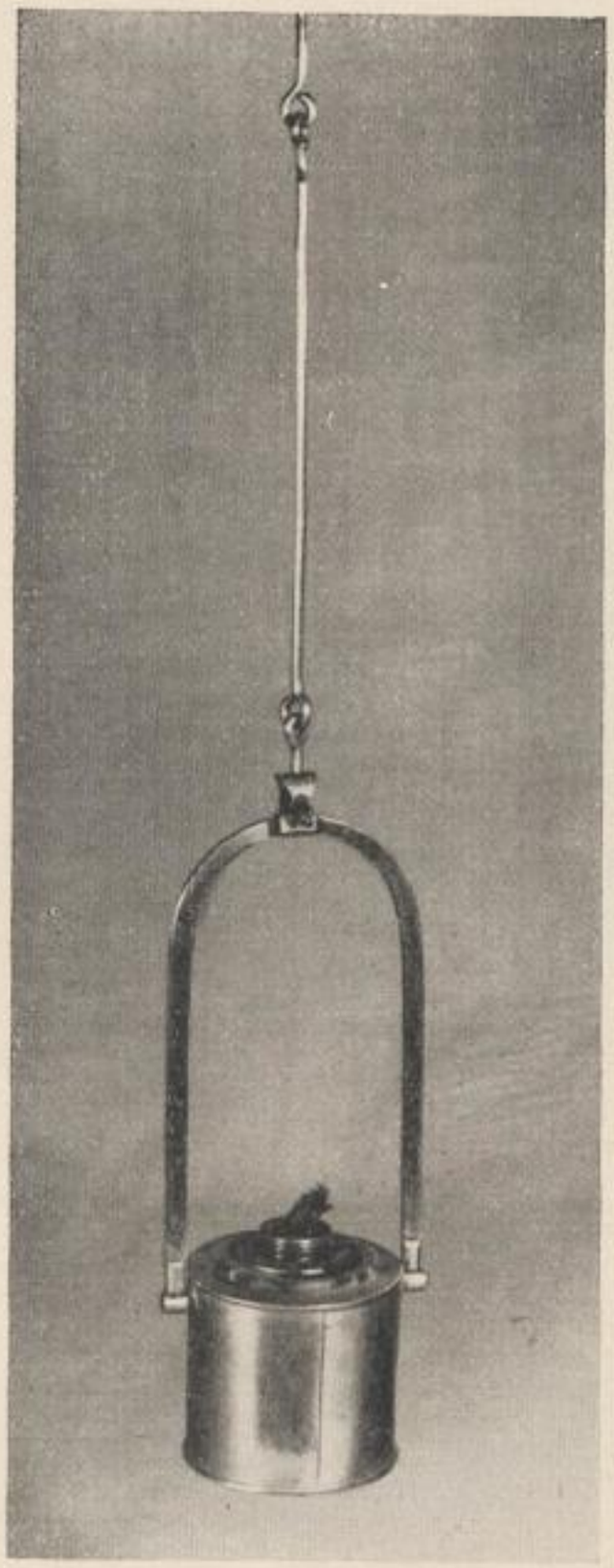


Bild 26. Zielhängelampe
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

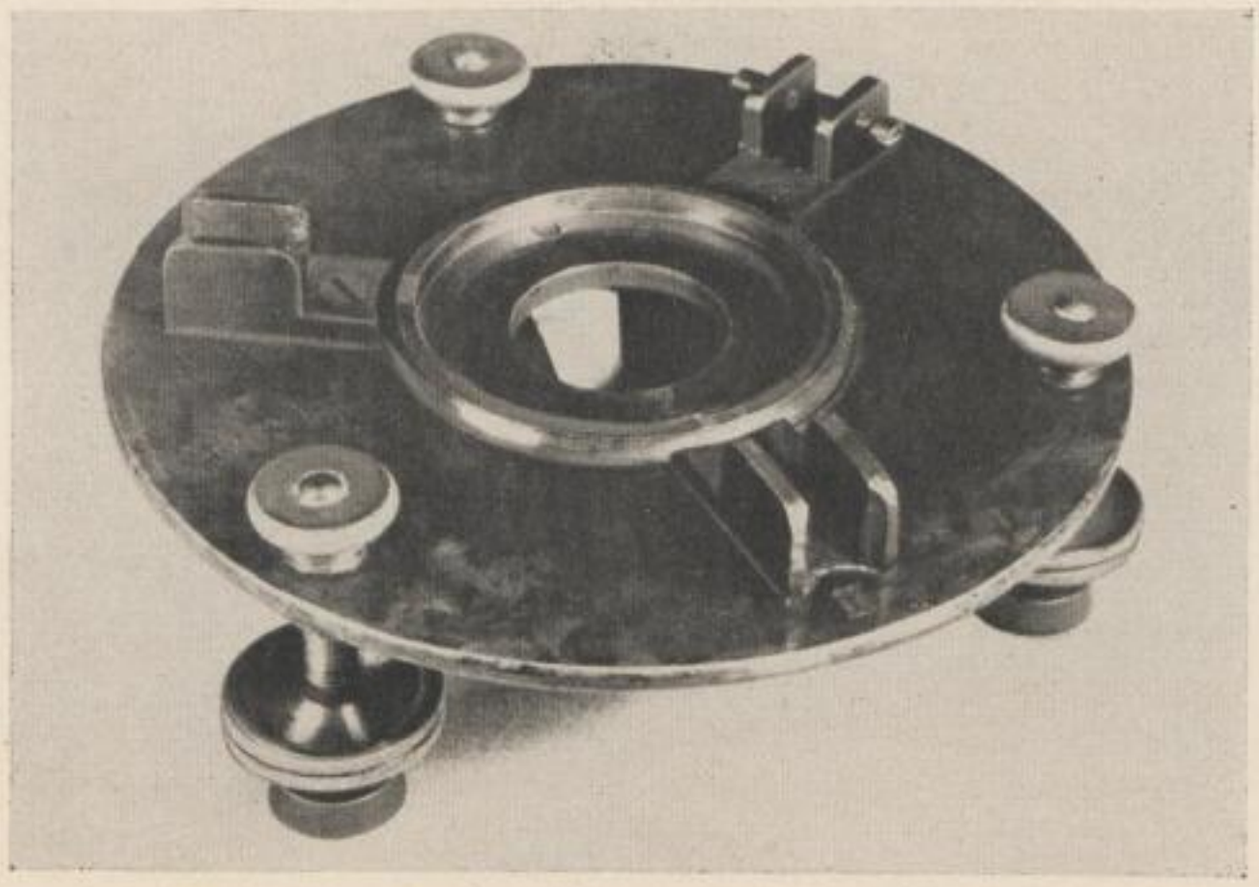


Bild 27. Untersatz für Zwangszentrierung nach Weisbach
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

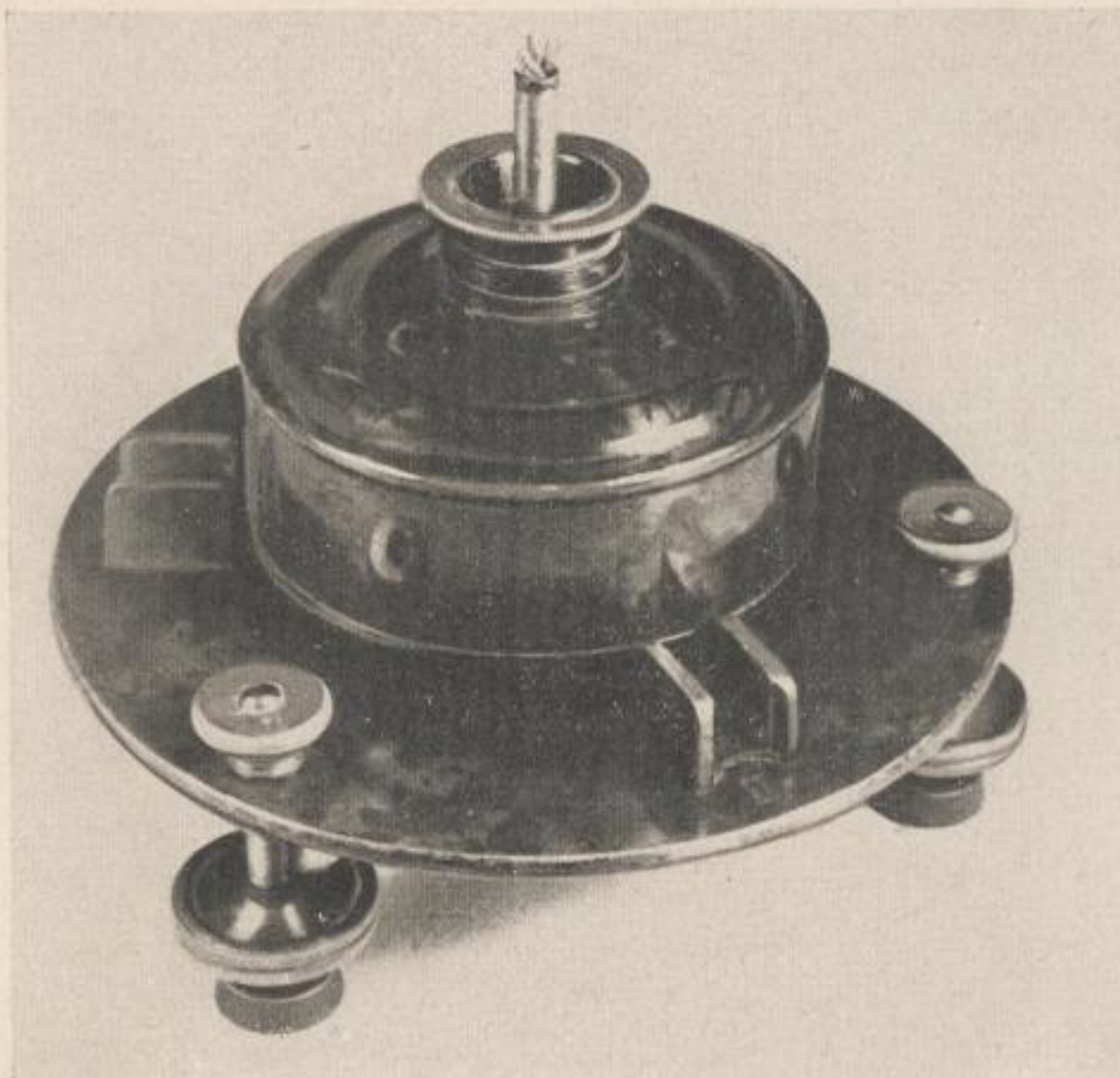


Bild 28. Untersatz nach Weisbach mit Ziellampe
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

Bild 29. Luftblasenniveau nach Weisbach
Foto: Hochschulbildstelle, Bergakademie Freiberg

JULIUS WEISBACH ALS GEODÄT
in seiner Mitarbeit an den nivellitischen Höhenmessungen der Europäischen Gradmessung

Von Karl Lüdemann, Freiberg

Im Rahmen seiner bergmännischen Ausbildung trat JULIUS WEISBACH von der Bergschule Freiberg, der er von 1820 an angehört hatte, im Jahre 1822 [1, S. 253] in die Bergakademie Freiberg über und führte hier sein bergakademisches Studium mit der damaligen markscheiderischen Ausbildung durch. 1827 bezog er die Universität Göttingen, um, wie H. UNDEUTSCH [2, S. 5] 1906 berichtet, bei „Gauß, Thibaut (Mathematiker), Tobias Mayer (Physiker), Stromeyer (Chemiker) und Blumenbach (Naturhistoriker) weiter zu studieren".

Man darf annehmen, daß die Vorlesungen, die er bei Carl Friedrich GAUSS, dem großen Geodäten, hörte, ihn befähigten, seine Schöpfung der neuen Markscheidekunst auf eine feste geodätische Grundlage von unbegrenzter Tragfähigkeit zu stellen. Das gilt sowohl für die Verfahren wie für die zu ihrer Durchführung erforderlichen Instrumente und Geräte, und zwar für die Verfahren und die Messungen über und unter Tage. Das klassische Beispiel hierfür ist die Gesamtheit der Messungen für den Rothschönberger Stollen.

Eine weitere hohe Leistung von J. WEISBACH liegt auf einem geodätisch benachbarten Gebiet, nämlich der Europäischen Gradmessung, und zwar bei der Durchführung der nivellitischen Höhenmessungen im Lande (Königreich) Sachsen, dem sogenannten Landesnivellement, das J. Weisbach vom Spätsommer 1865 bis zu seinem Tode (24. Februar 1871) bearbeitete und das dann durch den sehr bedeutenden Geodäten A. NAGEL, Professor des damaligen Polytechnikums in Dresden, weitergeführt und beendet wurde.

„Von der ersten im Jahre 1864 in Berlin tagenden allgemeinen Konferenz der Bevollmächtigten zur Mitteleuropäischen Gradmessung wurde in der am 20. Oktober stattgefundenen Plenarsitzung, auf Vorschlag ihrer geodätischen Sektion der Beschluß gefaßt, neben den eigentlichen Gradmessungsarbeiten auch genaue geometrische Nivellements auszuführen, welche in der Hauptsache an die Stelle der weniger genauen trigonometrischen Höhenmessungen treten sollten.

In der am 7. Oktober 1867 in Berlin abgehaltenen Sitzung der zweiten Konferenz der Europäischen Gradmessungs-Kommissare wurde dieser Beschluß erneuert und mit Ergänzungen versehen. Aus beiden Sitzungen gingen folgende Resolutionen hervor, welche für die Behandlung dieser Nivellements als maßgebend zu betrachten sein sollten.

1. Es ist wünschenswert, daß in allen bei der Europäischen Gradmessung beteiligten Ländern neben den trigonometrischen Höhenbestimmungen geometrische Nivellements erster Ordnung ausgeführt werden, bei welchen die Operationsmethode aus der Mitte auf das Dringendste zu empfehlen ist. Diese Nivellements werden namentlich für die Verbindung der verschiedenen Meere für unentbehrlich erklärt.

2. Die bei dieser Operation verwendeten Latten sollen nicht nur auf ihre Teilungsfehler untersucht, sondern es sollen auch entweder ihre absoluten Korrektionen oder wenigstens ihre Gleichungen genau ermittelt werden. Die Vertikalstellung der Nivellierlatten und die Unveränderlichkeit ihres Standes während der Drehung sind durch besondere Vorrichtungen zu garantieren.
3. Die Kontrolle bei dieser Operation soll durch polygonalen Abschluß der Stationen, wobei die Polygone nicht zu groß anzunehmen sind, und womöglich auch durch mehrfache Nivellierung derselben Linien erzielt werden.
4. Die seither erzielten Resultate erlauben, die bei dem geometrischen Nivellement erreichbare Genauigkeit so zu definieren, daß der wahrscheinliche Fehler der Höhendifferenz zweier um 1 km entfernter Punkte im allgemeinen nicht drei Millimeter und in keinem Falle fünf Millimeter überschreitet.
5. Das Höhennetz eines Landes ist auf einen solid versicherten Nullpunkt zu beziehen, der an einer solchen Lokalität zu wählen ist, an welcher aus geologischen oder anderen Gründen Hebungen oder Senkungen des Terrains nicht zu erwarten stehen. Außerdem hat das Höhennetz eine größere Anzahl von ebenfalls solid versicherten Fixpunkten aufzunehmen, deren Höhendifferenzen gegen den Nullpunkt sowie gegeneinander jederzeit kontrolliert werden können.
6. Die an das Meer grenzenden Staaten, welche sich bei der Europäischen Gradmessung beteiligen, werden dringend ersucht, an möglichst vielen Punkten ihrer Küsten, womöglich durch Registrierapparate, die mittlere Höhe des Meeres festzustellen.
7. Je nach dem Resultate dieser Messungen wird später der für ganz Europa gültige Nullpunkt der absoluten Höhen bestimmt werden." [3, S. 1–2].

Im Lande Sachsen griff man die große Aufgabe der Schaffung eines nivellitischen Landeshöhennetzes als Bestandteil der Gradmessungsarbeiten sofort an; sie wurde am 17. Februar 1865 durch das Finanzministerium genehmigt. Die Leitung der großen Arbeit übernahm J. Weisbach, der sich mit der Entwicklung eines brauchbaren Nivelliergerätes und seines zweckmäßigen Einsatzes bei geodätischen und vornehmlich markscheiderischen Messungen bereits beschäftigt hatte und nun an das Landesnivellement heranging. Er traf im Frühjahr 1865, wie A. Nagel [3, S. 2] feststellt, „die Dispositionen zur Beschaffung von zwei Instrumenten mit den nötigen Nivellierlatten und sonstigem Zubehör, entwarf das Nivellementsnetz und beschaffte die zur Fixierung der Haupt- und Nebenpunkte nötigen Bolzen und Höhenmarken, so daß die Nivellementsarbeiten bereits im Spätsommer 1865 von zwei Assistenten begonnen werden konnten".

Über diese „mit der europäischen Gradmessung verbundenen nivellitischen Höhenbestimmungen in Sachsen" hat J. Weisbach 1870 [4] im Anschluß an Mitteilungen in den Jahren 1867 bis 1870 [5] eingehend berichtet unter Darstellung des Nivellierungsnetzes 1 : 925 000 und von Zeichnungen der beschriebenen Geräte. Er ist dabei auch auf die mit den Nivellements verbundenen trigonometrischen Höhenbestimmungen eingegangen.

Als Julius Weisbach am 24. Februar 1871 plötzlich starb, ging die Leitung der Nivellementsarbeiten und deren endgültige abschließende Bearbeitung auf A. NAGEL, einen hervorragenden Geodäten und Professor der Geodäsie an dem Polytechnikum in Dresden, über, der sie mit dem Jahre 1872 zunächst abschloß. Später mußten Feineinwägungen besonderer Zweckbestimmung, wie z. B. das Elbenivellement, ausgeführt werden. Bei der abschließenden Bearbeitung des ganzen Werkes ergab sich die Notwendigkeit, einige Unklarheiten durch Rechnung oder durch Wiederholungsmessungen mit neuen Geräten zu beseitigen.

Einen umfassenden abschließenden Bericht gab A. Nagel 1886 [3] heraus; er behandelt das Landesnivellement als IV. Abteilung der astronomisch-geodätischen Arbeiten für die Europäische Gradmessung im Königreich Sachsen; er schildert die verwendeten Geräte und Beobachtungsverfahren, die Bezeichnungen der Höhenfestpunkte und die Berechnung des Nivellements einschließlich der Ausgleichung mit Angabe der kennzeichnenden Fehlerwerte. Der Bericht enthält schließlich eine Zusammenstellung der Nivellementslinien und die Berechnung der endgültigen Höhen. Eine alphabetische Zusammenstellung der durch das Sächsische Landesnivellement bestimmten Höhen, bezogen auf das Mittelwasser der Ostsee bei Swinemünde und auf N.N. (Normalnull der Preußischen Landesaufnahme), schließt den Band ab.

In seinem Vorwort hat A. Nagel [3, S. III] Folgendes ausgeführt: „Das mit der Europäischen Gradmessung in Verbindung stehende Nivellement über das Königreich Sachsen hat den Namen ‚Landesnivellement' erhalten, während man in einzelnen anderen Staaten einem nach den in den Jahren 1864 und 1867 erfolgten Konferenz-Beschlüssen der Europäischen Gradmessungs-Kommissare ausgeführten Nivellement den Namen ‚Präzisionsnivellement' gegeben hat.

Wenn auch die Genauigkeit des sächsischen Landesnivellements sich innerhalb der von den genannten Konferenzen aufgestellten Toleranzgrenzen hält, so hat doch dasselbe, als das erste in Deutschland begonnene Gradmessungs-Nivellement noch keineswegs von den Erfahrungen Nutzen ziehen können, welche später anderwärts infolge besonderer Feinheit der angewendeten Apparate und Nivellier-Methoden gewonnen worden sind." Dieses Urteil gibt der großen Leistung von J. Weisbach einen deutlichen Ausdruck.

Julius Weisbach, der Schöpfer der neuen Markscheidekunst, hat auch bei der Planung, Vorbereitung und Durchführung dieser „mit der europäischen Gradmessung verbundenen Höhenbestimmungen im Königreich Sachsen" völlig aus dem eigenen geodätischen Können heraus etwas Hervorragendes geschaffen, das den gestellten Genauigkeitsansprüchen vollständig genügte.

Ich wiederhole abschließend eine 1931 getroffene Feststellung [6; S. 378]: „Die erste Haupt- und Landeseinwägung von Sachsen ist das Werk von Julius Weisbach, dem Klassiker der Markscheidekunst, und von Christian August Nagel, dem großen Geodäten. Sie zeigt in ihrem Verlauf eine interessante Entwicklung der Methode und des Nivelliergerätes, aber auch eine starke Herabsetzung des mittleren Fehlers, d. h. eine beträchtliche Steigerung der Genauigkeit. Trotz mancher Schwie-

rigkeit ist es J. Weisbach und Ch. A. Nagel gelungen, regelmäßige Fehlereinflüsse soweit fernzuhalten oder auszuschalten, daß sie keine schädliche Wirkung ausüben konnten."

Literatur

[1] GOTTSCHALK, C. G.: Verzeichnis derer, welche seit Eröffnung der Bergakademie und bis Schluß des ersten Säculum's auf ihr studiert haben. In Festschrift zum hundertjährigen Jubiläum der Königl. Sächs. Bergakademie zu Freiberg am 30. Juli 1866 (Dresden o. J.) S. 221–295.

[2] UNDEUTSCH, H.: Zum Gedächtnis an Oberbergrat Professor Dr. h.c. Julius Ludwig Weisbach anläßlich seiner hundertjährigen Geburtstagsfeier. Freiberg 1906.

[3] Astronomisch-Geodätische Arbeiten für die Europäische Gradmessung im Königreich Sachsen. IV. Abt. Das Landesnivellement. Begonnen unter Leitung von J. Weisbach, vollendet und bearbeitet von A. Nagel. Berlin 1886.

[4] WEISBACH, J.: Abhandlung über die mit der europäischen Gradmessung verbundenen nivellitischen Höhenbestimmungen im Königreich Sachsen. Civilingenieur N. F. 16 (1870) Sp. 115–144.

[5] WEISBACH, J.: Die mit der mitteleuropäischen Gradmessung verbundenen nivellitischen Höhenbestimmungen im Königreich Sachsen. Zeitschr. d. K. Sächsischen Statistischen Bureau's Dresden.

a) XIII (1867) S. 12–14.
b) XIV (1868) S. 12–26.
c) XV (1869) S. 1– 7.
d) XVI (1870) S. 1–10.

[6] LÜDEMANN, K.: Untersuchung der Schleifenschlußfehler der ersten Haupteinwägung des damaligen Königreiches Sachsen auf ihre Eigenschaft als zufällige Beobachtungsfehler. Allg. Vermess.-Nachr. 43 (1931) S. 369–379.

JULIUS WEISBACH ALS INGENIEUR

Von WALTER CHRISTIAN, Freiberg

Im Jahre 1832 wird der erst 26 Jahre alte Absolvent der Bergakademie und als Mathematiklehrer am Gymnasium zu Freiberg tätige JULIUS WEISBACH beauftragt, die Vorlesungen seines früheren Lehrers, des I. Professors für Mathematik und Bergmaschinenlehre DANIEL FRIEDRICH HECHT, zu halten. Bereits ein Jahr später faßt er den Entschluß, seine Vorlesungen zu veröffentlichen, nicht nur, um damit den Zweiflern an seinen Fähigkeiten sein Wissen und Können zu beweisen, sondern auch *„für Solche, welche bei der Beurtheilung und Zusammensetzung der Maschinen von der Mechanik ernsthaften Gebrauch machen wollen"*. Das Ergebnis ist zunächst das zweibändige „Handbuch der Bergmaschinenmechanik" (1835/36), das den Grundstock zu seinem literarischen Lebenswerk, dem dreiteiligen (vierbändigen) „Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik" bildet, welches er in den Jahren 1845/46 bis 1851 veröffentlicht. Dieses Werk, das eine Enzyklopädie der damaligen Ingenieur- und Maschinenbautechnik darstellt, wird unter der Bezeichnung „Weisbachs Mechanik" eines der bekanntesten Lehrbücher seiner Zeit und hat seinen Namen weit über die Grenzen Deutschlands getragen. Daneben erscheint noch 1848 als Auszug des Hauptwerkes das Taschenbuch „Der Ingenieur", eine Sammlung von Tafeln, Formeln und Regeln der Arithmetik, Geometrie und Mechanik", das in seinem Zweck und seiner Darstellungsweise als Vorläufer der heutigen „Hütte" anzusprechen ist. Wollen wir versuchen, dieses Schaffen Weisbachs als Ingenieur und für den Ingenieur zu würdigen, so müssen wir uns erst kurz einmal den Stand der Technik und das Wissen um technische Zusammenhänge in seiner Zeit vor Augen führen.

Nach der Regelung der politischen Machtverhältnisse durch den Wiener Kongreß sind zwar die politischen nationalen Kräfte des deutschen Volkes lahmgelegt, aber die wirtschaftliche und technische Entwicklung, die eine Erweiterung der Verbrauchsgüter fordert, läßt sich nicht länger aufhalten. In England sind bereits mit dem Ausgang des 18. Jahrhunderts die Grundlagen des Maschinenzeitalters geschaffen; nämlich die Herstellung ausreichender Eisenmengen durch die Verwendung von Koks statt Holzkohle und die Beherrschung größerer Energien durch die Schaffung einer betriebssicheren und auch wirtschaftlichen Dampfmaschine durch JAMES WATT. Aber in Deutschland müssen noch etwa drei Jahrzehnte vergehen, ehe die Technik einen Einfluß auf die wirtschaftliche Entwicklung nehmen kann. Man muß zunächst erst sehr viel lernen, besonders von den Engländern, um selbst Gußeisen und Stahl herstellen und bearbeiten zu können, und so finden wir Namen wie HARKORT, DINNENDAHL und KRUPP als Exponenten einer eigenen Maschinenbautechnik, die bald die Krücken, mit denen sie laufen gelernt hat, wegwirft, um eigene Wege zu gehen. Mit dem Fortfall hemmender Zollschranken durch die Gründung des Zollvereins 1828 und dem Beginn des Baues von Eisenbahnen 1835 werden die beiden größten Hindernisse beseitigt, welche sich der

beginnenden Entwicklung der Technik entgegenstellen. Aber noch ist das Wissen um die Maschinenbaukunst erst das Eigentum weniger, und noch immer werden die meisten Einrichtungen und Maschinen auf Grund von Faustformeln und Verhältniszahlen ausgeführt. Obwohl schon in Berlin seit 1821 an dem von BEUTH gegründeten Gewerbeinstitut Maschinenbautechnik gelehrt wird und seit der gleichen Zeit auch schon eine technische Monatszeitschrift, „Dinglers polytechnisches Journal", erscheint, so steht doch die technische Literatur an einem noch bescheidenen Anfang. Neben den Engländern, wie TREDGOLD, sind es hauptsächlich die Mitglieder der „Académie francaise", wie POISSON, CORIOLIS und später besonders PONCELET, welche die Hydraulik, Mechanik und die theoretische Maschinenlehre entwickeln, aber ihre Schriften sind nur einem relativ kleinen Kreise zugängig und verständlich. Der Maschinenbau ist noch eine fast reine Erfahrungssache und Angelegenheit des Probierens. So wird natürlich jedes Buch begehrt und gesucht, das sich nicht in mathematischen Spekulationen verliert, sondern die Beziehungen allgemeinverständlich und für eine praktische Nutzanwendung darstellt.

In der Einleitung zu dem zweiten Band des Handbuches der Bergmaschinenlehre stellt Weisbach neben die mathematische oder theoretische Maschinenlehre (Mechanik) die technische Maschinenlehre oder Maschinenbaukunst, die er in die praktische Maschinenlehre, welche *„die mathematische Maschinenlehre als Führerin annimmt"*, und die empirische Maschinenlehre unterteilt, die *„von den Regeln dieser Wissenschaft keinen Gebrauch macht, sondern nur nach Mustern und einzelnen Erfahrungen baut"*. Er fährt dann fort:

> *„Die Regeln der praktischen Maschinenlehre besitzen völlige Allgemeinheit, wenigstens sollen sie dieselbe besitzen; die Regeln der empirischen Maschinenlehre dagegen sind nur auf einzelne Fälle anwendbar. Der empirische Maschinist arbeitet, um mich einer Vergleichung zu bedienen, in einem dunklen Zimmer, der praktische hingegen in einer hellen Werkstatt, jener muß oft lange und vergeblich suchen, ob er die brauchbaren Materialien und Instrumente findet, aus welchen und mit Hilfe derer er einen Kunstgegenstand hervorbringt, und bleibt dennoch unsicher, ob er die zweckmäßigste Wahl getroffen habe; dieser hingegen übersieht seinen ganzen Vorrath von Materialien und Instrumenten und greift, ohne erst lange in Unsicherheit zu sein, zugleich zu denjenigen Hilfsmitteln, mit welchen er seine Absicht auf dem einfachsten Wege und möglichst vollkommen erzielt".*

Selten ist wohl so klar und anschaulich das Ziel dieser jungen, in den Anfängen stehenden wissenschaftlichen Lehre von *„der Einrichtung, Construktion und Beurtheilung"* der Maschinen gegeben worden.

Wie ehrlich und offen Weisbach sein Erstlingswerk beurteilt, geht daraus hervor, daß er nach Angabe der von ihm benutzten Literatur schreibt:

> *„Es ist nur wahrscheinlich, daß man Manches an der Anordnung und Behandlungsweise aussetzen wird; aus diesem Grunde wünsche ich auch, daß man das ganze Werk nur als einen Versuch ansehen möge. Diese Mängel liegen zum Teil in dem jetzigen Zustande der Maschinenmechanik, zum Teil vielleicht in dem Verfasser selbst, der in der kurzen Zeit, seit der er*

sich in dem jetzigen Wirkungskreis befindet, noch nicht so viel Erfahrungen hat machen können, als es zu wünschen wäre. Gewiß sollen bei Bearbeitung einer etwa einmal gewünschten zweiten Ausgabe des Werkes die von ihm gemachten Versuche und Vergleichungen und die von anderen mitgetheilten Erfahrungen, Verbesserungen und Winke benutzt werden, um dadurch die Brauchbarkeit des Buches möglichst zu erhöhen".

Diese Absicht hat nun Weisbach in jeder Hinsicht in vollem Umfang in die Wirklichkeit umgesetzt, indem er nicht eine zweite Auflage herausgibt, sondern die Einschränkung auf dem Gebiet der Bergmaschinen fallen läßt und das gesamte Gebiet der damals bekannten Ingenieur- und Maschinentechnik in einem Umfang und mit einer Gründlichkeit behandelt, die den heutigen auf sein Fachgebiet konzentrierten Ingenieur in Erstaunen versetzt.

Um den Leserkreis und die praktische Nutzanwendung der erkannten Zusammenhänge zu vergrößern, vermeidet er in diesem Werk bewußt die Anwendung der höheren Mathematik, was ihn und sein Buch in den Augen einiger Kollegen herabsetzt. Aber Weisbach nimmt einige Umständlichkeiten der Ableitungen bewußt in Kauf, um dadurch nicht weniger zu geben, sondern *„der Mechanik mehr Werth und Geltung in der Technik zu verschaffen, als es bis jetzt der Fall ist"*.

Das vierbändige Werk ist folgendermaßen aufgeteilt:

Erster Teil: Theoretische Mechanik (ein Band)

Es wird das gesamte Gebiet der technischen Mechanik behandelt.

Zweiter Teil: Praktische Mechanik (ein Band)

Dieser umfaßt als erste Abteilung die Anwendung der Mechanik auf Bauwerke, also alles das, was wir heute als Baustatik bezeichnen und was damals für das ganz junge Eisenbahnwesen von besonderer Bedeutung war, und als zweite Abteilung die Anwendung der Mechanik auf Maschinen.

Diese Abteilung ist in zwei Abschnitte unterteilt. 1. Abschnitt: Von den bewegenden Kräften und von den Kraftmaschinen; 2. Abschnitt: Von der Wärme, von dem Dampf und von den Dampfmaschinen.

Mit der zweiten Abteilung beginnt die eigentliche Maschinenlehre, die nun das gesamte damals bekannte maschinentechnische Gebiet umfaßt. Dazu gehört ein

Dritter Teil: Die Zwischen- und Arbeitsmaschinen (zwei Bände)

1. Abteilung: Die Zwischenmaschinen. Hierunter versteht Weisbach Maschinenteile zur Übertragung von Kräften von den „Umtriebs- oder kraftaufnehmenden Maschinen auf die Last-, Ausübungs- oder Arbeitsmaschinen".

Der dritte Band enthält also alles das, was wir heute unter dem Begriff Maschinenelemente zusammenfassen.

2. Abteilung: Die Arbeitsmaschinen, die aufgeteilt werden in 1. die Förderungsmaschinen, 2. die Wasserhebungsmaschinen, 3. die Luftbewegungsmaschinen, 4. die Maschinen zur Formveränderung von Körpern.

Die Aufteilung der Maschinentechnik stimmt mit der heutigen im wesentlichen überein. Beim Lesen des Werkes und bei Beurteilung obiger Bezeichnungen muß man berücksichtigen, daß in jener Zeit viele Begriffe, wie Kraft, Druck und lebendige Kraft, noch nicht geklärt waren und mit unseren heutigen Begriffen meist nicht übereinstimmen. Der Begriff der Energie war damals noch unbekannt und wurde mit „Kraft" bezeichnet, und wenn wir heute noch von „Kraftmaschinen", „Wasserkraftanlage" und der „Pferdekraft" als Maß der Leistung sprechen, die in so manchem Angebot auch heute noch als „Kraftbedarf" angegeben wird, dann ist dies ein Erbteil aus der Anfangszeit der Maschinentechnik. *„Kraft"* – so definiert Weisbach – *„ist die Ursache der Bewegung, und Last oder Widerstand ist das, was der Kraft entgegenwirkt und dessen Überwindung Zweck der Maschine ist"*. Die kinetische Energie wird als *„lebendige Kraft"* bezeichnet. Wir müssen hier daran denken, daß ROBERT MAYER, der bekanntlich 1842 zum ersten Male seine Gedanken von der Erhaltung der Energie veröffentlicht, sie zusammenfaßt in dem Satz: *„Kraft ist ebenso wenig zerstörbar wie Materie."* Von Weisbach werden die Begriffe Arbeit und Leistung bereits eindeutig im heutigen Sinne gebraucht, wobei zwischen Nutz-, Neben- und Totalleistung unterschieden wird. Ebenso ist der Begriff des Wirkungsgrades bereits üblich, der auch als *„relative Leistung"* bezeichnet wird.

Bei den Kraftmaschinen werden neben den Haspeln, Treträdern und Göpeln die Wasserkraft- und Windkraftmaschinen sowie nach einer Darstellung der damals bekannten Dampfgesetze die Dampfmaschinen behandelt. Es ist verständlich, daß sich der Hydrauliker Weisbach mit besonderer Liebe den Wasserkraftmaschinen widmet. Er beginnt mit der Wasserfassung und -zuleitung, bringt dann die Beschreibung und Berechnung der verschiedenen Wasserräder sowie der horizontalen und vertikalen Wasserturbinen verschiedener Bauart, deren Vor- und Nachteile bei verschiedenen Gefällhöhen sowie bei Teillastregulierung er vergleicht. Auch die statisch arbeitenden, heute kaum noch bekannten Wassersäulenmaschinen werden eingehend behandelt, da sie besonders im Bergbau für die Wasserhaltung wichtig waren. Es ist festzustellen, daß der Stand des Wissens auf dem Gebiet der Hydraulik wesentlich weiter ist als in der Wärmelehre. Hier wird in der ersten Ausgabe noch die Wärme als Stoff bezeichnet, die Berechnungsweise der zum Teil noch ohne Expansion arbeitenden Dampfmaschinen ist recht unbeholfen. Es werden zwar Indikatordiagramme von Dampfmaschinen verschiedener Arbeitsweise gezeigt, aber er weist nicht darauf hin, daß man daraus die vom Dampf auf den Kolben übertragene Arbeit ermitteln kann. Weisbach errechnet die theoretische Arbeit für die vollständige Expansion nach einer Hyperbel bis auf den Gegendruck. Als Verluste werden aufgezählt die Reibung, die Abkühlung und die Widerstände in den Leitungen und im Zylinder, und es wird versucht, letztere aus den Gesetzen der Hydraulik zu bestimmen. Die Abkühlungsverluste werden noch als reine Transmissionsverluste angesehen und die Rolle der irreversiblen Vorgänge im Dampfzylinder noch nicht erkannt. Auf den Verlust durch unvollständige Expansion wird nicht hingewiesen, obwohl er aus den dargestellten Diagrammen hervorgeht. Wie jedoch Weisbach gerade auf diesem Gebiet die rasche Entwicklung der Erkenntnisse verfolgt und verarbeitet, ist daraus zu erkennen, daß er im Jahre

1859 über Ausflußversuche mit Luft berichtet [1], aus denen er den Exponenten der Adiabate und das mechanische Wärmeäquivalent bestimmt. In dem gleichen Aufsatz führt er unter Hinweis auf die 3. Auflage seiner „Mechanik" die zuerst von ihm entwickelte Formel für die technische adiabatische Arbeit an.

In dem 3. Band, in dem die Maschinenelemente behandelt werden, finden wir unter den *„(Kraft) fortpflanzenden Maschinentheilen"* Wellen, Kupplungen, Lager, Gestängekreuze, Ketten und Seile. Dann folgen *„Räderwerke"*, d. h. Riementriebe, sowie Reib- und Zahntriebe, *„Excentriks und Krummzapfen"*, also das Schubkurbelgetriebe in den verschiedensten Ausführungen, Geradführungen, wie u. a. auch das WATTsche Parallelogramm, das dem Analytiker Weisbach natürlich ein besonders geeignetes Objekt für eine mathematische Erfassung der Bewegungsverhältnisse ist. Schrauben und Schraubenräder sowie Regler, Bremsen und Schwungräder bilden den Abschluß. Es ist schwierig, aus dieser Fülle verschiedener Gegenstände etwas herauszugreifen, um es mit dem heutigen Stand der Erkenntnis zu vergleichen und gleichzeitig Weisbachs Anteil zu erkennen.

Bei den Riementrieben z. B. ist die Grundlage der Betrachtungen die bekannte Gleichung von EYTELWEIN $S_1/S_2 = e^{\mu\alpha}$. Hier wird jedoch noch der Reibungswert μ als konstant angesehen und mit 0,12 bis 0,38 für Leder auf Gußeisen nach MORIN [2] angegeben. Die Achskraft wird aus der Summe beider Riemenkräfte ermittelt, jedoch auf ihre Änderung im Betrieb sowie auf die von ihnen abhängende Belastung der Lager nicht hingewiesen. Infolge der damals geringen Geschwindigkeiten werden die Fliehkräfte vernachlässigt, ebenso bleibt aber auch die Biegebeanspruchung oder die Wichtigkeit der Wahl eines genügend großen Durchmessers für die kleine Scheibe unerwähnt. Es herrscht noch die Ansicht, daß eine möglichst rauhe Oberfläche der Scheibe erwünscht ist, und es wird aus diesem Grund auch die Auflage der Fleischseite empfohlen. Berechnet wird die Breite des Riemens auf Grund der Höchstspannung im Zugtrum, wobei ein Wert von 17 kg/cm² zugelassen und mit einem mittleren Spannungsverhältnis S_1/S_2 von 2,0, also einer Ausbeute von 0,5, gerechnet wird. Da in den meisten Fällen die Wellen fest gelagert sind, wird schon auf die Spannrolle hingewiesen als Mittel, die Dehnung auszugleichen und den Umschlingungswinkel zu vergrößern. Es fällt jedoch auf, daß der Durchmesser der Spannrolle außerordentlich klein gegenüber dem der Riemenscheiben angegeben ist.

Die Zahntriebe mit ihren geometrischen Problemen der Zahnform und der Bewegungsverhältnisse sind ebenfalls für Weisbach ein reizvolles Gebiet für die praktische Anwendung der Mathematik und der Mechanik. Das Grundgesetz der Verzahnung ist bereits erkannt und die Überdeckung zwar als Begriff noch nicht erwähnt, aber ihre Wichtigkeit aufgezeigt. Die Tragfähigkeit des Zahnfußes wird berechnet unter der Annahme, daß die gesamte Umfangskraft als Punktlast am Zahnkopf angreift und diesen auf Biegung beansprucht. Als Biegequerschnitt wird eine unter 45° liegende Schnittfläche DBFE eingesetzt (Bild 1) (S. 96 der Mechanik) und mit einer zulässigen Biegebeanspruchung für gegossene Zähne von 1000 Pfund/Quadratzoll, das sind rund 100 kg/cm², gerechnet. Da bei der üblichen gewölbten Flankenform der Biegequerschnitt kein Rechteck ist, wird in der Schluß-

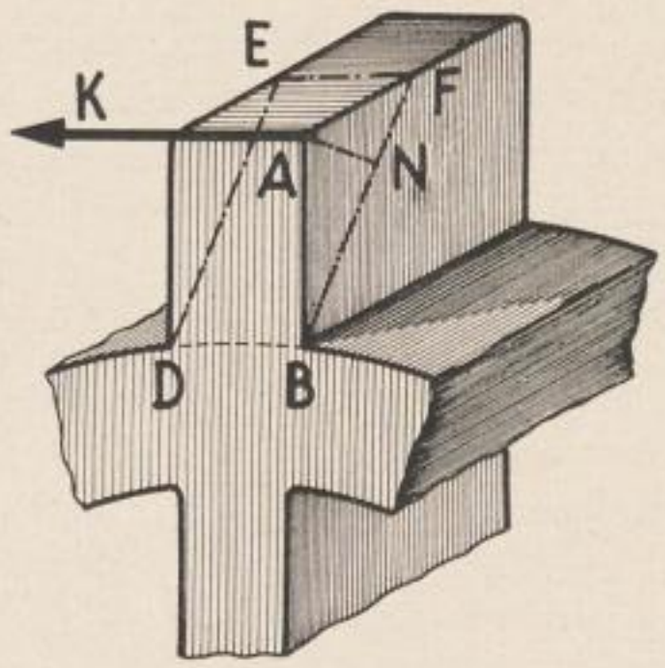


Bild 1

formel für die Zahnfußstärke diese noch in dem Verhältnis 0,03 / 0,022 ≈ 1,35 größer eingesetzt. Zähne aus Holz sollen um 100 %, solche aus Messing oder Rotguß um 33 % stärker gemacht werden. Außerdem wird darauf hingewiesen, daß bei Stoßbetrieb die Zähne stärker als nach der angegebenen Gleichung auszuführen sind. Wir haben hier ein gutes Beispiel, wie wirklichkeitsnah Weisbach seine Berechnung durchführt, wenn er bei der damaligen ungenauen Formgebung der unbearbeiteten Zähne eine ausgesprochene Eckenbelastung des Zahnes annimmt. Besonders bemerkenswert erscheint das klare und treffende Urteil Weisbachs über die Eigenschaften und Vorteile der Evolventenverzahnung, wenn er schreibt:

„Die Evolventenverzahnung ist jedenfalls die vollkommenste aller Zahnconstructionen; da der Druck zwischen den Evolventenzähnen von Anfang bis Ende des Eingriffs unverändert derselbe bleibt, so findet bei diesen Zähnen eine gleichförmigere und deshalb weniger nachteilige Abnutzung statt, als bei den Epicyloidenzähnen, wo dieser Druck veränderlich ist. Ein und dasselbe Rad mit Evolventenzähnen kann zugleich mit verschiedenen Rädern arbeiten. Bei den Epicycloidenverzahnungen hingegen hängt die Zahnform des einen Rades auch von dem Theilkreishalbmesser des anderen ab, es kann also hier ein Rad nicht zugleich mit anderen von verschiedenen Halbmessern arbeiten. Räder mit Evolventenverzahnung können also stets, wenn sie nur einerlei Theilung haben, ineinander regelmäßig eingreifen. Es gewährt hiernach diese Verzahnung nicht allein eine allgemeine Anwendung, sondern auch den großen ökonomischen Vortheil, daß durch sie die Anschaffung einer großen Anzahl von Gußmodellen erspart wird, da bei der Epicycloidenverzahnung für jede Theilung und für jedes Umsetzungsverhältnis ein besonderes Räderpaar, bei der Evolventenverzahnung aber zur Herstellung einer verlangten Umsetzung nur eine Auswahl unter den verschiedenen Rädern derselben Theilung nöthig ist. Wenn bei der Evolventenverzahnung die Axenlage eine andere ist, was durch Abführen oder Verrücken der Zapfenlager leicht möglich ist, so wird dadurch nur die Dauer, nicht aber die Regelmäßigkeit des Eingreifens verändert. Bei der Epicycloidenverzahnung verursacht hingegen jede Änderung der Axenstellung einen fehlerhaften Eingriff, und es wird dadurch nicht nur der regelmäßige Gang gestört, sondern auch leicht ein Einklemmen und Abbrechen der Zähne herbeigeführt. Aus diesem Grunde ist es nöthig, den Epicycloidenzähnen einen größeren Spielraum zu geben als den Evolventenzähnen."

Mit Absicht wurde dieser längere Wortlaut angeführt, um zu zeigen, wie klar und verständlich Weisbach schrieb und daß auch heute kein Wort seines Urteils über die zweckmäßigste Zahnform zu streichen ist.

Ein von Weisbach sehr eingehend behandeltes Gebiet ist auch das Schubkurbelgetriebe, und zwar nicht nur das gerade, sondern das Getriebe in den verschiedensten damals verwendeten Ausführungen. Im Polytechnischen Centralblatt veröffentlichte er 1843 einen größeren Aufsatz hierüber. Dem heutigen Leser fällt nicht nur dabei, sondern beim Studium des gesamten Werkes, auf, wie sehr bei den Betrachtungen der theoretischen Zusammenhänge eine mathematische Denk- und Anschauungsart vorherrscht. Man vermißt die heute so gewohnte graphische Darstellung und graphischen Lösungsverfahren, wie sie besonders beim Kurbeltrieb und der Ermittlung der Ungleichförmigkeit des Ganges der Maschinen am Platze sind. Der Mathematiker Weisbach ist hier nicht zu verkennen, und es klingt etwas herablassend und geringschätzig, wenn er von einer Veröffentlichung des Franzosen Morin [3] über das gleiche Gebiet schreibt: *„Er entwickelt jedoch dieselbe (Theorie) nur auf dem Wege des Construierens."*

Erweckt schon der Umfang, die Mannigfaltigkeit und die Gründlichkeit der Stoffbehandlung der drei ersten Bände das Gefühl der Bewunderung für das Können und den Arbeitseifer dieses Mannes, so gerät man in Erstaunen über den vierten und stärksten Band. Es werden hierin nicht nur sämtliche Arbeitsmaschinen im engeren Sinne, also Pumpen und Gebläse aller Art, behandelt, sondern auch die gesamte Fördertechnik der damaligen Zeit, vom Schubkarren mit seinen Bewegungswiderständen auf ebener und unebener Straße, dem Eisenbahn- und Lokomotivbau, dem Kanal- und Schiffbau einschließlich Schiffsmaschinen bis zu den Förder- und Hebezeugen sowie Fördermaschinen. Ob es nun die Bewegungsvorgänge und Kraftverhältnisse an einer Fördermaschine oder die Strömung und Kräfte an einer Ruderschaufel oder einem Schaufelrad sind, alles wird mit gleicher Klarheit dargestellt und mathematisch durchleuchtet. Wenn auch ein großer Teil der geschilderten Maschinenausführungen aus der deutschen und ausländischen Literatur sowie den nun schon in größerer Zahl erscheinenden technischen Zeitschriften zusammengetragen ist, so sind doch fast ausschließlich die theoretischen Gesetzmäßigkeiten *„in einer dem Verfasser eigentümlichen Form"* dargelegt. Weisbach betont ausdrücklich [4], daß seine *„Ingenieur- und Maschinenmechanik kein Lehrbuch der Maschinenbaukunst ist und daher specielle praktische Regeln der Maschinenbaukunst in derselben nicht zu suchen sind"*. Was Weisbach mit seinem Werk geben wollte und auch gegeben hat, ist *„praktisch brauchbare Theorien zu entwickeln."* Das Besondere an der Leistung Weisbachs als Ingenieur ist die Tatsache, daß er als Mathematiker nicht die Mathematik in ihrer Anwendung auf technische Probleme als Hauptzweck ansieht und sich nicht wie viele Naturwissenschaftler seiner Zeit in gedankenvolle allgemeine, aber dem gestaltenden Ingenieur nutzlose, weil unverständliche Betrachtungen verliert. Er hat immer das Ziel vor Augen, die Gesetzmäßigkeiten so einfach und klar abzuleiten und darzulegen, daß sie auch praktisch bei der Konstruktion angewendet werden können. Nur darauf allein kommt es ihm an. Die Mathematik ist für ihn ein Werkzeug, die Anwendung der

damit gewonnenen Erkenntnis die Hauptsache. Deswegen fügt er seinen Theorien stets praktische Zahlenwerte und auch Berechnungen bei, um den Weg für die praktische Anwendung zu zeigen und dadurch zu ebnen.

Das zu seinem Werk gehörende Taschenbuch „Der Ingenieur" ist das weitere und in seiner knappen Formulierung, die durch praktische Zahlentafeln noch unterstützt wird, wirksamste Mittel zur Erreichung dieses Zweckes. Dies zusammen mit der Vollständigkeit der Darstellung des gesamten Gebietes der Technik begründet seinen Ruf und den Erfolg seines Werkes, dessen erster und zweiter Teil von ihm selbst in vier stets laufend verbesserten und erweiterten Auflagen herausgegeben worden ist. Eine nochmalige um die Hüttenmaschinen stark erweiterte Auflage des Gesamtwerkes wurde nach dem Tode Weisbachs in den Jahren 1870 bis 1901 von G. HERRMANN, Aachen, herausgegeben.

Ebenso wurde auch „Der Ingenieur" bis zum Jahre 1866 in fünf Auflagen herausgegeben. Eine sechste Auflage erschien unter Mitwirkung von F. REULEAUX, herausgegeben von G. QUERFURTH, in den Jahren 1874 bis 1877.

Weisbach ist zwar nicht schöpferisch auf dem Gebiet des Maschinenbaues tätig gewesen, er hat aber durch seine Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Hydraulik sowie durch sein Werk „Die Ingenieur- und Maschinenmechanik" nicht nur die Grundlage für die Arbeit vieler Ingenieure gegeben, sondern gleichzeitig als erster gezeigt, wie man wissenschaftliche Überlegungen und Erkenntnisse so mit der sogenannten Praxis, d. h. den vorhandenen Gegebenheiten, verknüpfen kann, daß kein Widerspruch zwischen beiden besteht. Dies ist und wird stets das Ziel aller wissenschaftlichen Arbeiten der Ingenieure sein, das der Ingenieur Weisbach als erster erkannt und in so vollendeter Form erreicht hat.

Literatur

[1] Neue Bestimmung des Verhaltens der spezifischen Wärme der Luft bei konstantem Druck zur spezifischen Wärme bei konstantem Volumen sowie des mechanischen Äquivalents der Wärme. Civilingenieur 1859, S. 46.
[2] MORIN: Nouvelle expériences sur le frottement etc. Paris 1838.
[3] MORIN: Leçons de méchanique pratique. Paris 1846.
[4] Vorrede zum Teil 3.

JULIUS WEISBACH UND SEINE BEDEUTUNG FÜR DIE ENTWICKLUNG DES BERGBAUMASCHINENWESENS

Von Johannes Bahr und Werner Döll, Freiberg

Die Entwicklung der Bergbaumaschinen in Deutschland ist in den letzten 200 Jahren durch verschiedene Faktoren entscheidend beeinflußt worden. Eine maßgebliche Rolle haben dabei die überragenden wissenschaftlichen und technischen Leistungen einzelner Forscher gespielt. Unter ihnen ist JULIUS WEISBACH einer der bedeutendsten.

Auf den Erfahrungen seiner Vorgänger aufbauend, hat er Voraussetzungen geschaffen und Erkenntnisse erarbeitet, die im wesentlichen bis heute gelten, wobei ein Teil seiner Gedanken allerdings erst nach seinem Tode in die Tat umgesetzt worden ist.

Um Weisbach zu verstehen und sein Schaffen und Wirken an der Bergakademie Freiberg richtig zu werten, wird es zweckmäßig sein, seinen Vorgängern an der Bergakademie etwa von 1765 an eine kurze Betrachtung zu widmen.

Als erster sei JOHANN FRIEDRICH WILHELM VON CHARPENTIER (1738 bis 1805) als Professor der „Mathematik und Zeichnenkunst" genannt. Ab 1769 liest er auch über Physik. 1779 richtet er ein „Collegium über die Lehre vom Wetterzuge" ein, welches alle dazugehörigen Einrichtungen und auch die Behandlung anderer Bergwerksmaschinen umfaßt. Man kann dies mit Recht als den Anfang der später eingeführten regelmäßigen Vorlesungen über Bergmaschinenlehre werten.

Im Jahre 1775 wird ABRAHAM GOTTLOB WERNER (1749–1817) als Inspektor und Lehrer der Bergbaukunst und Mineralogie an die Bergakademie berufen. Obwohl dieser weltbekannte Gelehrte genau genommen nicht zu den „Maschinenleuten" im engeren Sinne zählt, muß er erwähnt werden, da er im Rahmen seiner vielseitigen Vorlesungen über Bergbaukunst auch die Bergbaumaschinen behandelt hat. Allerdings hat er diese Vorlesungen nicht zu Ende geführt.

1783 übernimmt JOHANN FRIEDRICH LEMPE (1757–1801) die Vorlesung über reine Mathematik und 1785 auch die übrigen Vorlesungen von Charpentier, d. h. also Mechanik und Physik. 1797 kommt eine Vorlesung über Bergmaschinenlehre und die Mitaufsicht über das Maschinenwesen beim sächsischen Bergbau hinzu. Lempe hat das Buch „Lehrbegriff der Maschinenlehre mit Rücksicht auf den Bergbau" verfaßt.[1]

Nach Lempes Tod wird FRIEDRICH GOTTLIEB VON BUSSE (1773–1836) als sein Nachfolger berufen. Er liest über reine und angewandte Mathematik, Physik und Bergmaschinenlehre. 1826 tritt er in den Ruhestand. Von seinen Veröffentlichungen sind zu nennen: „Betrachtung der Winterschmid'schen und Höll'schen Wassersäulenmaschine" und „Die nöthigsten allgemeinen Lehren der höheren Maschinen-Mechanik".[2]

Seit 1816 lehrt neben von Busse als zweiter Professor der Mathematik DANIEL FRIEDRICH HECHT (1777–1833) an der Bergakademie. Nach von Busses Emeritierung rückt er zum ersten Professor der Mathematik auf. Nachdem er den Vor-

Bild 1. J. F. Wilhelm v. Charpentier

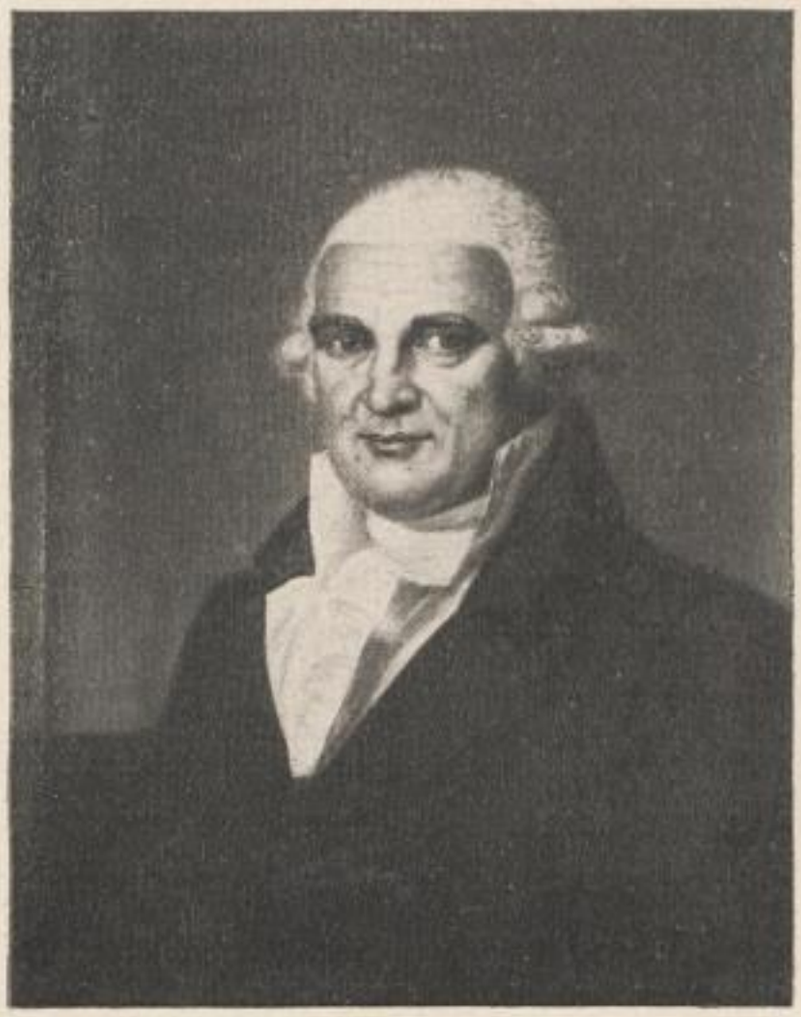


Bild 2. Abraham Gottlob Werner

Bild 3. Friedrich Gottlieb v. Busse

Bild 4. Christian Friedrich Brendel

trag über reine Mathematik abgegeben hat, trägt er nur noch die angewandte Mathematik, das bedeutet also Mechanik und Bergmaschinenlehre, vor. Aus seinem literarischen Schaffen ist die Schrift „Erste Gründe der mechanischen Wissenschaften" hervorzuheben.[3]

Weiter wird als verdienstvoller Lehrer des Bergmaschinenwesens CHRISTIAN FRIEDRICH BRENDEL (1776–1861) erwähnt. Er gehört aber „eigentlich nicht der Bergakademie, sondern vorzugsweise dem praktischen Berg- und Hüttenwesen" an, „für welches er als Kunstmeister, Maschinendirector und zuletzt als Bergrath eine außergewöhnlich große und nützliche Thätigkeit lange Zeit hindurch entwickelte" [2]. Er muß aber genannt werden; denn er hat 1817 nach Werners Tod dessen unvollendete Vorlesung über Bergbaukunst in ausgezeichneter Weise vervollständigt. Dabei hat er besonders den zweiten Teil, der das Maschinenwesen umfaßt, ausführlich bearbeitet. Seine hervorragenden praktischen Erfahrungen auf diesem Gebiet werden sichtbar bei der Ausgestaltung der Modell- und Zeichnungssammlung der Akademie.

Als nun Weisbach seine Lehrtätigkeit als Professor für angewandte Mathematik, Bergmaschinenlehre und allgemeine Markscheidekunst aufnimmt, befaßt er sich von Grund auf mit den Problemen der Bergbaumaschinen. Bereits 1836 gibt er das *„Handbuch der Bergmaschinenmechanik"* in zwei Bänden heraus. Er behandelt in diesem Werk den Stoff analytisch-mathematisch. 1846 erscheint in drei Teilen das *„Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik ohne Anwendung des höheren Calculs"*. Es befaßt sich besonders im zweiten und dritten Teil (abgeschlossen 1851–1860) mit dem Bergbaumaschinenwesen (vgl. CHRISTIAN: *Weisbach als Ingenieur*, S. 147). Als Beispiel für seine sonstigen Veröffentlichungen über Bergbaumaschinen mögen einige Stellen aus einem Aufsatz dienen, den er zum hundertjährigen Jubiläum der Bergakademie 1866 verfaßte und der seine umfassende Kenntnis des Stoffes beweist. Weisbach behandelt darin *„Die Fortschritte des Bergmaschinenwesens in den letzten 100 Jahren"*. Einleitend schreibt er:

„Wenn von Bergmaschinen die Rede ist, hat man zu unterscheiden, ob dieselben in der ganzen Technik angewendet werden, oder ob sie nur beim Berg- und Hüttenwesen zur Anwendung kommen. Die sogenannten Kraft- oder Umtriebsmaschinen, welche zur unmittelbaren Aufnahme von Kräften, z. B. der Wasserkraft, Dampfkraft u.s.w., dienen, gehören z. B. der ganzen Technik an; viele der Arbeitsmaschinen des Berg- und Hüttenwesens kommen dagegen nur beim Berg- und Hüttenfach zur Anwendung. Außerdem verwendet der Bergbau auch viele Maschinen aus anderen Zweigen der Technik, jedoch mit den nöthigen Abänderungen und Ergänzungen, z. B. die Wasserkünste, Pochwerke u.s.w.

Es ist mir nur möglich, im Folgenden derjenigen wichtigen Bergwerksmaschinen zu gedenken, welche im Laufe der letzten 100 Jahre entweder erfunden, oder wesentliche Verbesserungen erlitten, und auf die Fortschritte des Bergbaues den größten Einfluß ausgeübt haben.

Was nun die Fortschritte der Bergwerksmaschinen überhaupt betrifft, so bestehen dieselben darin, daß durch sie ermöglicht wird:

1. mechanische Arbeiten, welche früher nur durch Menschen und Thiere verrichtet worden sind, durch Elementarkräfte leisten zu lassen;
2. schwache und unzuverlässige Wind- und Wasserkräfte durch sichere und einer großen Steigerung fähige Dampfkräfte zu ersetzen; und
3. das Leistungsvermögen der Maschinen besser auszunutzen, oder was auf Eines hinauskommt, den Wirkungsgrad derselben zu steigern." [3].

Es sind also durchaus neuzeitliche Gedanken, die Weisbach vor fast 100 Jahren niederschrieb.

Er teilt das Gebiet der Bergwerksmaschinen in vier Gruppen ein, in denen er sie nach Antriebsart und Verwendungsmöglichkeit zusammenfaßt:

„I. Die Fortschritte des Dampfmaschinenwesens",
„II. Die Fortschritte der hydraulischen Umtriebsmaschinen",
„III. Die Wasserräder, insbesondere die Turbinen" und schließlich
„IV. Specifische Berg- und Hüttenwerksmaschinen" [3].

Aus dem I. Kapitel ist für den Bergmaschinen-Ingenieur vor allem der 4. Teil „Dampfwagen und Eisenbahnen" hervorzuheben. Weisbach beschreibt hier die Fortschritte und Ergebnisse im Umschlagwesen. Dazu wird z. B. ausgeführt:

„Die Erfindung und Vervollkommnung der Eisenbahnen und Dampfwagen steht mit dem Wohle, sowie mit den Fortschritten des Bergbaues in naher Verbindung. Jedenfalls bilden die schon seit 2 Jahrhunderten beim deutschen Bergbau in Anwendung gewesenen Holzbahnen oder sogenannten Hundegestänge den Anfang zu den Eisenbahnen. Nach englischen Nachrichten sind aber schon 1738 auf den Kohlengruben zu Whitehaven die Holzbahnen durch eiserne ersetzt worden. Die ersten Eisenbahnen bestanden aus kurzen gusseissernen Schienen und hatten vorstehende Ränder zur Verhinderung des Abgleitens der Räder, weshalb sie den Namen Spurschienen oder Tramroads erhielten. Aber schon 1789 kamen die einfacheren Kantenschienen (Railroads) von *Jessop*, und Wagen mit Spurkränzen zur Anwendung, durch welche die Spurschienen nach und nach verdrängt worden sind. Seit 1805 erst beginnt die Einführung der schmiedeeisernen Schienen, und im Jahre 1820 hat *Birkinshaw* die ersten langen Eisenbahnschienen mittels besonders geformter Walzen auswalzen lassen.

Der Vortheil, welchen die Förderung auf söhligen Wegen im Vergleich zur Förderung auf Strassen durch Einführung der eisernen Schienenbahnen erlangt hat, fällt in die Augen, wenn man die Thatsache kennt, daß ein Pferd auf einer söhligen Eisenbahn eine 3 bis 4mal so grosse Last fortzieht, als mit gleicher Geschwindigkeit auf einer guten Strasse in ebenem Terrain. Dieser große Vortheil der Eisenbahnen macht sich natürlich nicht bloss bei Anwendung der Pferdekraft, sondern auch bei Anwendung anderer Kräfte, z. B. der Menschenkraft und Dampfkraft, geltend.

In den Gruben ist man allerdings sehr oft nur auf die Anwendung der Menschenkraft beschränkt". [3].

Und weiter:

„Die Eisenbahnen für die Grubenförderung mit Menschen oder Pferden construirt man jetzt ganz ähnlich, nur kommen hier kleinere Dimensionen zur Anwendung. Ebenso sind die Spurweiten dieser Bahnen viel kleiner, als die Spurweite

der Eisenbahnen mit Dampfwagenbetrieb, wo dieselbe vorschriftsmässig 56½ Zoll englisch (= heutige Regelspur 1435 mm, d. Verf.) mißt.

Noch im ersten Viertel dieses Jahrhunderts wurden die Eisenbahnen in England blos zur Förderung beim Kohlenbergbau unter und über Tage benutzt. Die Stockton-Darlington-Eisenbahn, welche im Jahre 1825 vollendet wurde, war die erste Eisenbahn, welche, jedoch anfangs nur durch Pferde, ausser dem Kohlentransport auch noch Menschen und Güter jeder Art beförderte . . . Es blieb aber ein Vierteljahrhundert lang die Anwendung von kleinen unvollkommenen Dampfwagen nur auf den Kohlentransport beschränkt." [3].

In der darauffolgenden Zeit macht sich ein steiler Entwicklungsanstieg bemerkbar. Weisbach hat daher mit der Kritik dort nicht gespart, wo seiner Meinung nach die Entwicklung schon hätte weiter sein müssen. Das beweist der nachfolgende Abschnitt:

„Die Möglichkeit der Fortbewegung eines Dampfwagens auf der Eisenbahn hat ihren Grund in der Reibung am Umfange der Treibräder. Diese Reibung setzt sich mit der Zugkraft des Dampfwagens in's Gleichgewicht und darf nicht von dieser übertroffen werden. Ausserdem schleifen die Treibräder auf der Bahn, ohne dass eine Fortbewegung eintritt. Es ist sonderbar, dass man dieses einfache Bewegungsverhältniss so spät erst erkannt hat, zumal da die Gesetze der Reibung durch die Versuche von *Coulomb* in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts schon sehr genau aufgefunden worden waren. Eine ganz einfache Rechnung würde jeden Ingenieur von der Möglichkeit, durch Umdrehung der Räder eines Wagens das Fortrollen desselben sammt einer angehangenen Last bewirken zu können, überzeugt haben. *Coulomb* fand z. B. für Eisen auf Eisen das Verhältniss der Reibung zum Druck: 1. bei trockener Berührungsfläche 0,28, und 2. bei eingeölter Berührungsfläche im Mittel 0,12. Wenn man auch eine ganz schlüpfrige Schienenbahn voraussetzt, so folgt, daß man durch Umdrehung der Treibräder eines Wagens mittels des Wagens eine Zugkraft ausüben kann, welche auf jeden Centner Radlast 12 Pfund beträgt. Diese einfache Rechnung ist jedoch von den Eisenbahn-Ingenieuren zu Ende des vorigen und zu Anfang des jetzigen Jahrhunderts nicht angestellt worden; dieselben haben vielmehr die Erfindung besonderer Hülfsmittel zum Anhaften der Treibräder an die Eisenschienen für nöthig gehalten. Zur Erreichung des Zweckes wurden z. B. die Treibräder des Dampfwagens von *Trevithik* und *Vivian* mit gekerbten Treibrädern versehen. Erst im zweiten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts wurde auf der Wylam-Eisenbahn der praktische Beweis geliefert, dass die Reibung der Treibräder auf den Schienen zur Fortbewegung eines Dampfwagens hinreicht, was man allerdings schon 30 Jahre vorher hätte wissen können." [3].

Aus dem Kapitel IV *„Specifische Berg- und Hüttenwerksmaschinen"* sind besonders die Abschnitte über moderne Druckluftbohrmaschinen wert, hervorgehoben zu werden.

„Eine ganz der Neuzeit angehörende Maschine ist ferner die Steinbohrmaschine, welche das gewöhnliche Handbohren ersetzen soll.

Die erste durch comprimirte Luft im Umtrieb gesetzte Gesteinsbohrmaschine ist auf Antrieb des Herrn Oberberghauptmann Freiherrn *von Beust* von dem Herrn Modellmeister *Schumann* im Winter 1855/56 construirt, sowie im Frühjahr 1856 im Beisein vom Herrn Oberberghauptmann und einiger anderen Bergbeamten, wozu auch ich gehöre, auf dem Hofe des Amalgamirwerkes zu Halsbrücke zum ersten Mal geprüft worden. Es wurde hierbei das dasige (= dortige, d. Verf.) Druckwerk[4] zur Comprimirung der Betriebsluft verwendet und die Durchbohrung an einem festen Granitblock vorgenommen. Obgleich diese Bohrmaschine sich schon bei diesem ersten Versuche bewährt hatte, so sind dennoch im Laufe der Zeit noch viele Verbesserungen an derselben vorgenommen worden. Viele Schwierigkeiten hat bei Anwendung in der Grube immer die Aufstellung gemacht; durch die Anwendung von besonderen Gestellen scheint aber auch dieses Hinderniss einer allgemeinen Einführung der gedachten Maschine ziemlich überwunden zu sein.

Nahe um dieselbe Zeit ist der Sardinische Ingenieur *Someiller* mit einer ähnlichen Gesteinsbohrmaschine hervorgetreten, welche zunächst zum Durchbohren des 12 000 Meter langen Mont-Cenis-Tunnels dienen sollte ... Auch arbeiten die *Someiller*'schen Bohrmaschinen mit einem Luftdruck von 5 Atmosphären, während die *Schumann*'schen Bohrmaschinen nur durch comprimirte Luft von 2 Atmosphären gespeist werden. Eigenthümlich ist noch bei den Bohrmaschinen im Mont-Cenis-Tunnel die Art und Weise, wie die Luft durch den Wasserstoß comprimirt wird, sowie auch die Anwendung von kleinen Luftdruckmaschinen zu der Steuerung.

Die Bohrmaschinen, welche in der neuesten Zeit der Herr Maschineninspector *Sachs* für die Galmeygrube ‚Altenberg' bei Aachen construirt hat, sind zwar nach dem Vorbilde der Freiberger Maschinen, jedoch mit mehreren wesentlichen Modificationen construirt worden ... Diese Bohrmaschinen arbeiten nur mit 1 bis 5/4 Atmosphäre Ueberdruck und machen p. M. 200 bis 400 Schläge. Die Bohrmaschinen von Herrn *Schwarzkopf* arbeiten dagegen mit Hochdruckdampf und sollen über 1200 Schläge p. M. machen können.

Das durch Anwendung von Gesteinsbohrmaschinen, insbesondere durch solche mit Percussion[5] und Luftdruck erlangte Resultat ist: Die Kosten der Maschinenbohrarbeit sind entweder gleich oder nur wenig kleiner, als die der Handbohrarbeit, aber die Leistung der ersteren in derselben Zeit ist 2 bis 3mal so gross, als bei der letzteren." [3].

Bemerkenswert ist hier weiter Weisbachs Hinweis auf Schrämmaschinen.

„Den Gesteinsbohrmaschinen sind die Schräm-Maschinen, welche in England und Westphalen schon seit langer Zeit zum Kohlenabbau angewendet werden, an die Seite zu stellen.

Durch die Erfindung von Abbohrmaschinen und verschiedenen Bohrgeräthschaften hat im Laufe der letzten 50 Jahre auch das Abbohren mittels des Erd- oder Bergbohrers bedeutende Fortschritte gemacht." [3].

Wichtig sind in den Bergwerksbetrieben schließlich die Fahrungen. Dazu schreibt Weisbach:

„Durch die Einführung von Fahrkünsten ist nicht allein der in tiefen Gruben anfahrenden Mannschaft eine Wohlthat erwiesen, sondern auch dem Berg-

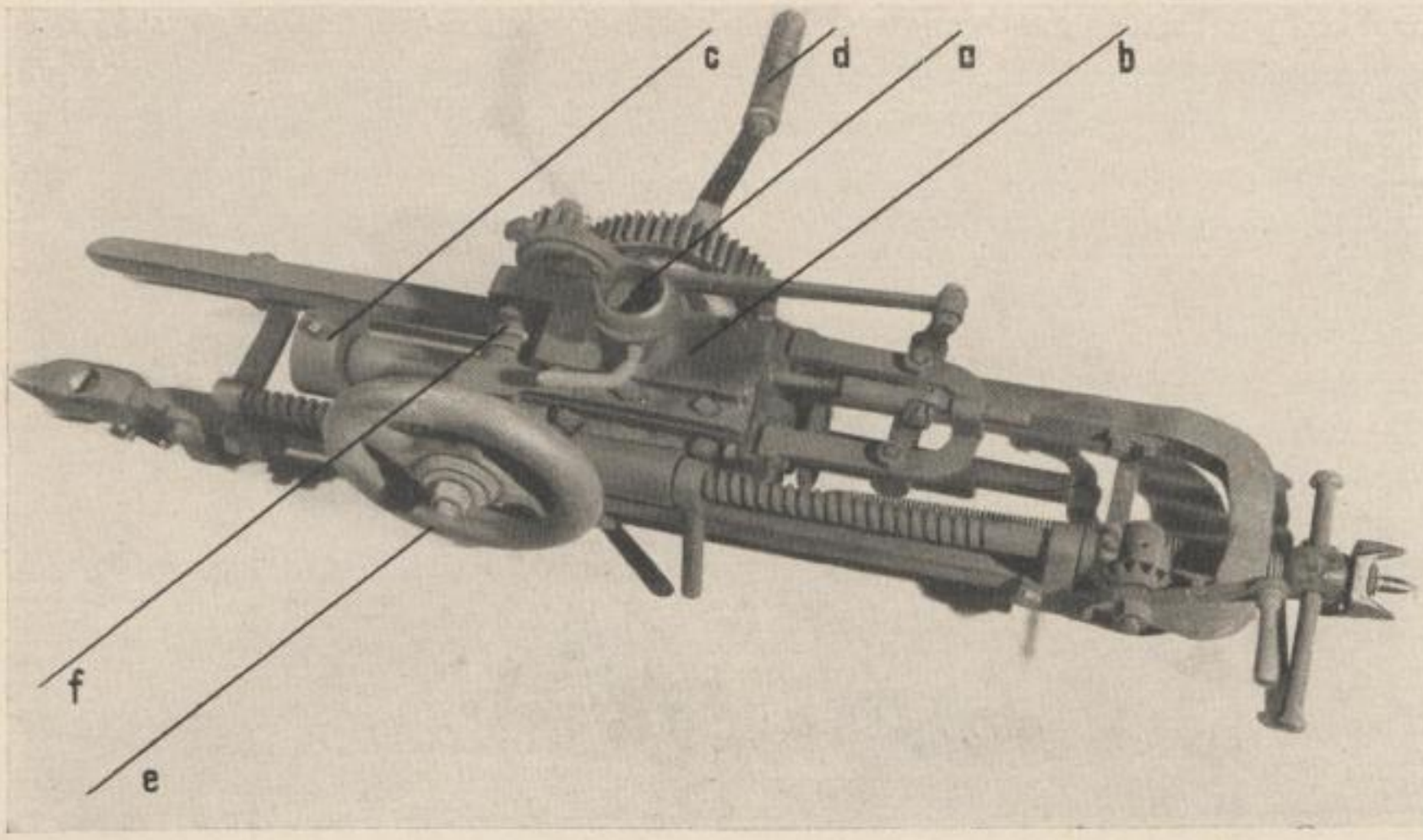


Bild 5. Druckluft-Bohrmaschine aus der Zeit Julius Weisbachs, konstruiert und gebaut von Modell-Meister Schumann 1855/56

a Druckluftventil
b Schieberkasten, darunter Arbeitszylinder
c Kolbenstange, als Werkzeughalter ausgebildet
d Handantrieb der Steuerung
e Schwungrad
f Schneckentrieb für Werkzeugdrehbewegung

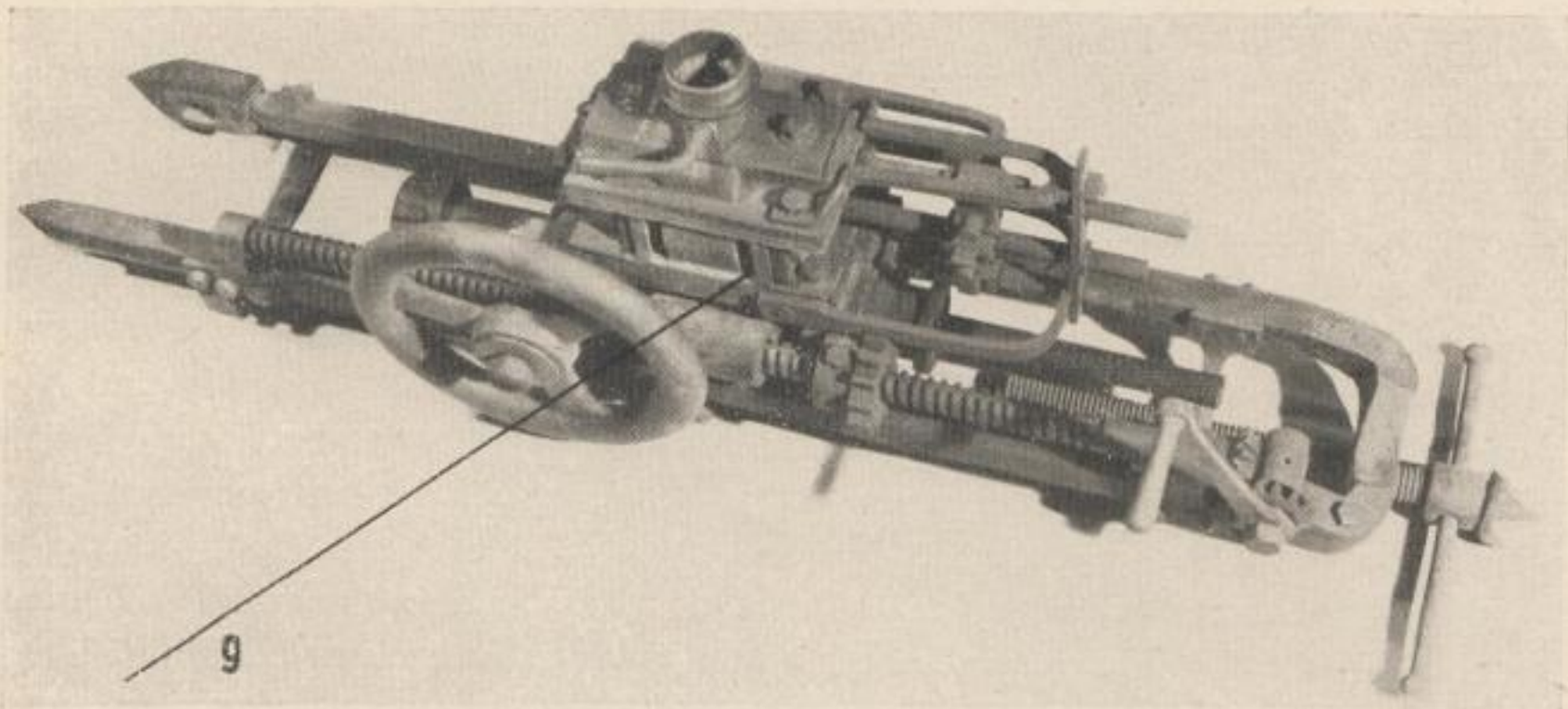


Bild 6. Verbesserte Ausführung der Bohrmaschine, bei der ein weiterer Arbeitszylinder g den Antrieb der Steuerwelle übernimmt (ebenfalls von Schumann)

baubetrieb selbst ein beachtungswerther Vorschub geleistet worden. Die erste Fahrkunst ist im Jahre 1833 auf den Vorschlag des Obergeschworenen *Dörell* zuerst in einem 96 Lachter[6] tiefen Schacht zu Zellerfeld am Harz angewendet worden. Nahe zu derselben Zeit ist man auch in Cornwallis zur Anwendung von Fahrmaschinen geschritten. Seit dieser Zeit haben diese Maschinen, zum Theil mit abgeänderten Einrichtungen beim Metall- und Kohlenbergbau, eine ziemlich allgemeine Anwendung gefunden." [3]

Weisbach hat aber nicht nur theoretische Untersuchungen angestellt, er hat auch eine große Anzahl von Einrichtungen und Geräten zur Durchführung von Versuchen selbst entwickelt und bauen lassen und hat damit die Sammlung an Modellen und Original-Maschinen *„für Mechanik und Hydraulik, für allgemeine Markscheidekunst und für Bergmaschinenbaukunst"* [2] beträchtlich erweitert.

Leider hat er den Ausbau seines Lehrstuhles und die Entwicklung seines Fachgebietes nicht so vorantreiben können, wie er es wünschte, da die Akademie schon damals an großem Raummangel litt und für einen Ausbau der Akademie nur geringe Mittel zur Verfügung gestanden haben.

Im Anschluß hieran seien einige Hinweise über den Lehrbetrieb – soweit er die Fachrichtung Bergmaschinen betrifft – zu Weisbachs Zeit gegeben. Im Studienjahr 1865/66 sind vorgesehen:

2 Wochenstunden *„Bergmaschinenbaukunst I. Curs"* und
4 Wochenstunden *„Bergmaschinenbaukunst II. Curs"*

sowie weitere Vorlesungen über *„Allgemeine Elementar-Mechanik"* und *„Elementare Bergmechanik"* [2]. Die Abschlußprüfungen dieser Zeit richten sich nach dem *„Regulativ für den Besuch der Königlichen Bergakademie zu Freiberg und die nachfolgende Vorbereitung zum Berg- und Hüttendienste, Freiberg 1860"* [2], welches u. a. auch das Staatsexamen einführt. Vor einer Prüfungskommission von Fachlehrern der Bergakademie unter dem Vorsitz des Oberberghauptmanns unterziehen sich die „Maschinenleute" (so heißen zu Weisbachs Zeit die angehenden Bergmaschinen-Ingenieure) einer Prüfung in *„Bergbaukunst, Physik, Civilbaukunst, Buchführung, allgemeiner Markscheidekunst, Zeichnen, höherer Mathematik, Elementar-Mechanik und Maschinenbaukunst"* [2]. Außerdem mußten die „Maschinenleute" nachweisen, daß sie auch *„Allgemeine Chemie, Hüttenkunde, Mineralogie und Geognosie"* gehört hatten [2]. Die Ausbildung des damaligen Bergmaschinen-Ingenieurs war also sehr vielseitig und verlangte ein gründliches und exaktes Wissen.

Auch nach Weisbachs Meinung genügt also die Beherrschung der *„Maschinenbaukunst"* allein keineswegs. Trotzdem er diesen Standpunkt eindeutig und gewissenhaft vertreten hat und von seinen Hörern ein sehr umfangreiches Wissen forderte, ist er bei aller Strenge bei seinen Schülern sehr beliebt gewesen und wurde stets hochgeachtet.

Die Würdigung Weisbachs im Rahmen des Bergbaumaschinenwesens an der Bergakademie findet aber erst die rechte Vollendung durch einen Überblick über die Entwicklung nach seinem Tode im Jahre 1871.

Unmittelbarer Nachfolger Weisbachs ist GUSTAV ZEUNER (1828–1907), der 1848–1851 an der Bergakademie studierte. Er war Schüler Weisbachs und ist von

Bild 7. Gustav Anton Zeuner

Bild 8. Hermann Undeutsch

Bild 9. Paul Roch

ihm in seiner Entwicklungsrichtung maßgeblich beeinflußt worden. Zeuner hat dann bis 1874 den Lehrstuhl für Mechanik und Bergmaschinenlehre inne und ist gleichzeitig Direktor der Bergakademie. Während bis dahin auch Ingenieure des Maschinenwesens aus der Bergakademie hervorgehen, trennt er das Maschinenwesen ab und verweist es an das Polytechnikum in Dresden. Die bis dahin geltende Staatsprüfung (s. o.) aber ersetzt er durch die *„Diplomprüfungen für Bergingenieure, Markscheider, Hütten- und Eisenhütteningenieure"* [4]. Welche Gründe Zeuner veranlaßt haben, auf eine Diplomprüfung für Bergbaumaschineningenieure zu verzichten, ist nicht bekannt. Die Vermutung, daß diese Tatsache in irgendwelcher Beziehung zu seiner Stellung als Direktor des Polytechnikums in Dresden (ab 1874) steht, kann anhand der bekannten Quellen nicht bewiesen werden.

Von Zeuner sind vor allem Arbeiten über die Steuerung von Dampfmaschinen bis in die Gegenwart hinein bekannt. Als Beispiel seien *„Die Schiebersteuerungen mit besonderer Berücksichtigung der Lokomotivsteuerung"* 1858 [1] genannt.

Nach dem Fortgang Zeuners übernimmt auf dessen Vorschlag hin HERMANN UNDEUTSCH (1844–1912) seinen Lehrstuhl. Auf Undeutsch gehen Untersuchungen über Fragen der Mannschaftsfahrung auf Gruben zurück. Sie haben seinen Namen auf dem Gebiet des Bergbaumaschinenwesens weithin bekanntgemacht. Die von ihm entwickelte und nach ihm benannte Fangvorrichtung für Fördergestelle wird allerseits als „segensreicher Fortschritt" anerkannt [1]. Außerdem hat Undeutsch die Versuchsgeräte Weisbachs in einer besonderen Sammlung im jetzigen Institut für Maschinenkunde der Bergakademie zusammengestellt und sich um die Errichtung einer Weisbach-Stiftung verdient gemacht.

Zugleich mit Undeutsch lehrt Oberkunstmeister PAUL ROCH (1852–1925) als ordentl. Professor. Seit 1906 sind ihm die praktischen Übungen zur Maschinenlehre (Maschinenuntersuchungen) übertragen.

Nach der Emeritierung Undeutschs wird am 1. Oktober 1910 Dr.-Ing. OTTO FRITZSCHE als ordentl. Professor für Mechanik und Maschinenlehre berufen. Nach dem ersten Weltkrieg wird die Mechanik als selbständiges Lehrgebiet von ihm abgegeben. Zu dieser Zeit setzt sich Fritzsche dafür ein, daß bei der Umwandlung des stillgelegten Erzbergwerkes „Reiche Zeche" in eine Lehrgrube der Bergakademie dieser auch eine maschinentechnische Abteilung angeschlossen wird. 1924 entsteht daraus das Versuchsfeld „Reiche Zeche" für Berg- und Hüttenwerksmaschinen. Als nach Wiederaufleben des Erzbergbaues diese Anlage schließlich geräumt werden muß, erreicht Fritzsche noch vor seiner Emeritierung 1948, daß an der Lampadiusstraße das neue „Institut für Maschinenkunde" gebaut wird.

Dieses 1950 errichtete Institut steht heute unter der Leitung von Professor Dr.-Ing. WALTER CHRISTIAN.

In den letzten 40 Jahren sind die Anforderungen an den Bergbau unter Tage beim Abbau von Steinkohle, Erz und Kali und ebenso an den Tagebau bei der Gewinnung und Förderung von Braunkohle gewaltig gestiegen. Hierbei spielen die Fünfjahrpläne unserer Wirtschaft eine maßgebliche Rolle und verlangen eine weitere Mechanisierung sowie Automatisierung verschiedener Vorgänge. Dies stellt den Maschinen-Ingenieur im Bergbau vor die Lösung neuer, großer Aufgaben. Die

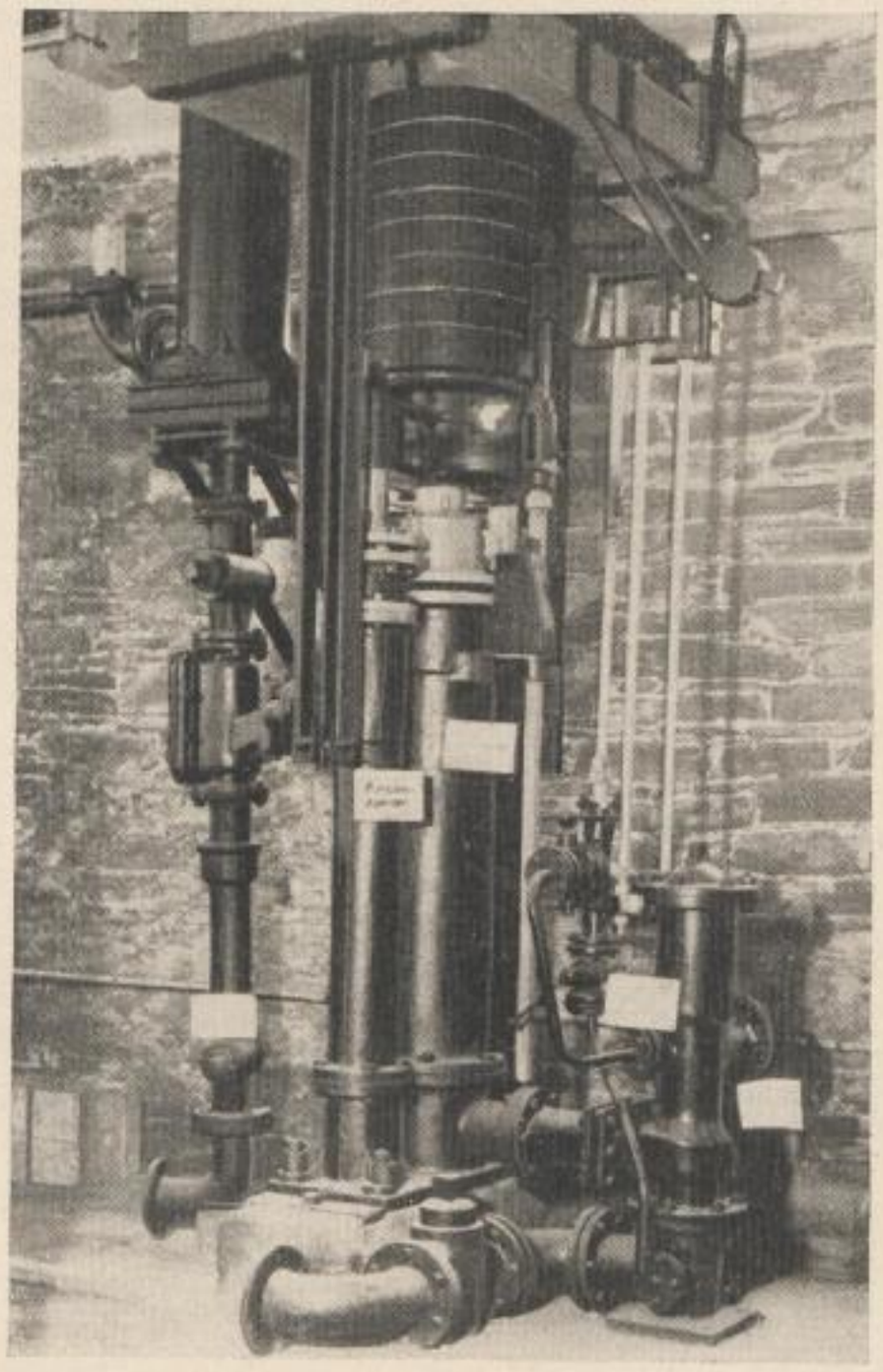


Bild 10. Wassersäulenmaschine
Erbaut 1862 von Schwamkrug
Rothschönberger Stolln, 7. Lichtloch

maschinellen Anlagen über und unter Tage werden umfangreicher und komplizierter. Förderbrücken, Eimerketten- und Schaufelradbagger, Absetzer, elektrische Zugförderung, rückbare Förderbänder, Schrämmaschinen u. a. m. verlangen mit ihren vielfältigen mechanischen, elektrischen und hydraulischen Ausrüstungen in steigendem Maße befähigte Spezialisten für ihren Betrieb und ihre Unterhaltung. Der Hauptmechaniker eines neuzeitlichen Braunkohlenwerkes oder Großkombinates und seine Mitarbeiter müssen praktische und theoretische Kenntnisse in gleichem Maße besitzen. Andernfalls sind sie nicht in der Lage, ihre Aufgaben in vollem Umfang zu erfüllen. Diese Situation hat 1954 die Gründung eines Lehrstuhles für Bergbaumaschinen erforderlich gemacht, auf den als ordentl. Professor Dipl.-Ing. JOHANNES BAHR berufen wurde. Heute ist das Institut für Bergbaumaschinen noch behelfsmäßig im Institut für Maschinenkunde untergebracht, aber im Herbst 1956 wird der erste Spatenstich zum Neubau des Institutes für Bergbaumaschinen erfolgen.

Durch diese Erweiterungen werden die Voraussetzungen geschaffen, den künftigen Hauptmechanikern unserer Gruben und Tagebaue das erforderliche wissenschaftliche Rüstzeug nach den neuesten Erkenntnissen zu vermitteln. Daraus ergibt sich, daß der Bergbaumaschinenmann in Zukunft immer mehr als gleichberechtigter Mitarbeiter neben dem eigentlichen Bergmann seinen Platz einnehmen wird.

Erinnern wir uns bei der Betrachtung dieser interessanten, sich zwangsläufig ergebenden Entwicklung daran, daß das Wirken Julius Weisbachs hierbei von entscheidender Bedeutung gewesen ist.

Anmerkungen

[1] Leipzig 1795 und 1797.

[2] „Betrachtung der Winterschmid'schen und Höll'schen Wassersäulenmaschine, Freiberg 1804" und „Die nöthigsten allgemeinen Lehren der höheren Maschinen-Mechanik, Dresden und Leipzig 1828".

[3] Freiberg 1819, „Zweite Auflage, verbessert und vermehrt herausgegeben von Weisbach, Freiberg 1843".

[4] Vereinigung mehrerer Druckpumpen zu einer Anlage für Wasserhaltungs- oder Wasserversorgungszwecke.

[5] Erschütterung, Stoß.

[6] Bergmännischer Ausdruck für Klafter; altes Längenmaß, meist 6 Fuß im Landesmaß, im Mittel etwa 1,9 m. 96 Lachter = ca. 183 m.

Literatur

[1] „Aus dem Leben alter Freiberger Bergstudenten". Von Geh. Bergrat Prof. Dr.-Ing. E.h. C. SCHIFFNER, Band 1–3, Freiberg 1935–1940.

[2] „Festschrift zum hundertjährigen Jubiläum der Königlichen Sächsischen Bergakademie zu Freiberg". Freiberg 1866.

[3] „Die Fortschritte des Bergmaschinenwesens in den letzten 100 Jahren". Von Bergrath Professor Dr. J. WEISBACH. (Aus „Die Fortschritte der berg- und hüttenmännischen Wissenschaften in den letzten hundert Jahren – Als zweiter Theil der Festschrift . . .") Freiberg 1867.

[4] „Gedenkschrift zum Hundertundfünfzigjährigen Jubiläum der Königlich Sächsischen Bergakademie zu Freiberg". Von Dr. ERWIN PAPPERITZ, Freiberg 1916.

PERSONENVERZEICHNIS

AUTORENVERZEICHNIS

BAHR, JOHANNES, Dipl.-Ing., Professor für Bergbaumaschinen an der Bergakademie Freiberg

BECK, WERNER, Dr.-Ing., Dozent für Strömungstechnik an der Bergakademie Freiberg

CHRISTIAN, WALTER, Dr.-Ing., Professor für Maschinenkunde und technische Wärmelehre an der Bergakademie Freiberg

DÖLL, WERNER, Ing., Oberassistent am Institut für Bergbaumaschinen der Bergakademie Freiberg

FRITZSCHE, OTTO, Dr.-Ing., Professor em. für Maschinenkunde und technische Wärmelehre, Freiberg

LÜDEMANN, KARL, Dr.-Ing. eh., Professor em. für Geodäsie und Landeskulturtechnik an der Bergakademie Freiberg

NEUBERT, KARL, Dr.-Ing. habil., Professor für Markscheidewesen und Bergschadenkunde an der Bergakademie Freiberg

RÜDIGER, DIETER, Dr.-Ing. habil., Professor für Technische Mechanik an der Bergakademie Freiberg

SCHMID, WILHELM, Dr. techn., Professor für allgemeine Mathematik an der Bergakademie Freiberg

ZÖLLNER, GEORG, Dr. phil., Studienrat a. D., Markkleeberg bei Leipzig

FREIBERGER FORSCHUNGSHEFTE

Schriftenreihe für alle Gebiete der Montanwissenschaften

D 2 WALTHER HERRMANN:

Bergbau und Kultur

Beiträge zur Geschichte des Freiberger Bergbaus und der Bergakademie Freiberg

Format 17×24 cm — 112 Seiten — 8 Bilder — DM 6,—

Die unter dem Titel „Bergbau und Kultur" zusammengefaßten Arbeiten des Freiberger Geschichtsforschers behandeln den Zeitpunkt der Entdeckung der Freiberger Silbererze, die Entstehung der Freiberger Bergakademie, die Zeit Abraham Gottlob Werners in Freiberg und das Verhältnis Goethes zu Freiberg. In einem Anhang werden außerdem noch die bis jetzt zum größten Teile ungedruckten Briefe August Herders an Goethe gebracht. Der Verfasser wendet sich Höhepunkten der bergmännischen Kulturgeschichte Freibergs zu und bringt zu diesen eine Menge neues Quellenmaterial bei. Die Bedeutung des Buches geht über die reine Lokalgeschichte Freibergs weit hinaus.

D 6 BERNHARD NEUMANN:

Die ältesten Verfahren der Erzeugung technischen Eisens durch direkte Reduktion von Erzen mit Holzkohle in Rennfeuern und in Stücköfen und die Stahlerzeugung unmittelbar aus dem Eisenerz

Format 17×24 cm — 110 Seiten — 45 Bilder — 6 Tabellen —
broschiert DM 5,50, Halbleinen DM 7,—

Der Verfasser, der vor 50 Jahren seine epochemachende „Geschichte der Metalle" erscheinen ließ, gibt mit dieser Studie einen wertvollen Beitrag zur Geschichte der antiken Technik, in dem die überraschende Tatsache erhärtet wird, daß die Alten im Rennfeuerverfahren ein ausgezeichnetes Eisen herzustellen und auch schon Stahl zu schmieden verstanden. Neue Analysen zahlreicher alter Proben antiker Eisenstücke (Artemistempel, Nydam-Fund) bereichern den Beitrag, mit dem der verstorbene Nestor der Bergakademie Freiberg von seinen zahlreichen Freunden und Schülern gleichsam Abschied nimmt.
In einem Nachwort gibt Dr. Helmut Wilsdorf einige Ergänzungen als Historiker. In einem bibliographischen Anhang wird eine Übersicht über die zahlreichen Veröffentlichungen Bernhard Neumanns gegeben. Zusammen mit dem reichen Bildmaterial wird hier ein Beitrag geboten, der den Chemiker, Techniker und Metallkundler ebenso interessieren wird wie den Historiker.

D 11 **Bergbau und Bergleute**

Neue Beiträge zur Geschichte des Bergbaus und der Geologie

Format 17×24 cm — 296 Seiten — 52 Bilder —
broschiert DM 15,50, Halbleinen DM 17,—

Das Heft vereint Beiträge der Autoren Beck, Börner, Brendel, Fritzsch, Hofmann, Krenkel, Löscher, Schellhas, Schultz, Sieber, Wagenbreth und Wilsdorf, die den verschiedensten Gegenständen gewidmet sind, z. B. der Bergmannstracht, den Bergbarten, sozialen Fragen des Bergbaus, wie dem Knappenaufstand von Altenberg, dem Hettersberger-Prozeß, der Zusammensetzung der Knappschaft, der ältesten Urkunde des Freiberger Bergbaus, dem Neptunistenstreit, dem Bergmann von Falun, dem Dichter und Bergmann Novalis und einigen Bergbaudenkmälern der Freiberger Gegend. Dieser Querschnittband ist eine Fundgrube neuerschlossenen Quellenmaterials und gibt ein aufschlußreiches Bild vom Stand der bergbaugeschichtlichen Forschungen, deren Ergebnisse in wachsendem Maße das Interesse weiter Kreise finden.

A K A D E M I E - V E R L A G · B E R L I N

Familientafel Julius Weisbach

Weißbach, Christian Gottlieb geb. 14. 11. 1732 in Unterschmiedeberg

Neubert, Johanna Christiana

Stephan, Johann Gottlieb Zimmermeister und Gerichtsschöppe, Schullehrer

Lucini, Johanna Christiane geb. 3. 9. 1746 gest. 13. 9. 1789 in Arnsfeld

Winkler, Christian Heinrich Faktor in Zschopenthal und Geyer geb. 21. 3. 1734 gest. 12. 5. 1792 in Geyer

Pauli, Johanna Rahel

Hoffmann, August Christian Hüttenschreiber geb. 5. 7. 1730 in Geyer gest. 15. 3. 1813 in Freiberg

Weidemann, Rahel Elisabeth geb. 2. 3. 1738 gest. 2. 11. 1826 in Freiberg

Weißbach, Christian Gottlieb Schichtmeister geb. 26. 3. 1764 in Kleinpöhla gest. 2. 4. 1835 in Mittelschmiedeberg

Stephan, Christiane Rebecca geb. 3. 1. 1775 in Arnsfeld gest. 2. 9. 1850 in Oberschmiedeberg

Winkler, August Friedrich Faktor im Blaufarbenwerk Zschopenthal geb. 19. 12. 1770 in Geyer gest. 9. 9. 1827 in Zschopenthal

Hoffmann, Rahel Friederike geb. 19. 3. 1774 in Freiberg gest. 28. 5. 1828 in Freiberg

Weisbach, Julius Ludwig
Dr. phil., Oberbergrat, Prof. der Mathematik und Mechanik in Freiberg
geb. 10. 8. 1806 in Mittelschmiedeberg
gest. 24. 2. 1871 in Freiberg

Winkler, Marie
geb. 10. 12. 1807 in Zschopenthal
gest. 10. 7. 1878 in Freiberg

Weisbach, Albin Julius Geheimer Bergrat, Prof. d. Mineralogie in Freiberg geb. 6. 12. 1833 in Freiberg gest. 26. 2. 1901 in Erdmannsdorf bei Leipzig

Schwankrug, Augusta Lea geb. 13. 8. 1838 in Freiberg gest. 31. 3. 1914 in Freiberg

Hegeler, Eduard Karl Fabrikbesitzer in La Salle (USA) geb. 13. 9. 1835 in Bremen gest. 4. 6. 1910 in La Salle (Illinois USA)

Weisbach, Maria Camilla geb. 13. 6. 1836 in Freiberg gest. 29. 8. 1908 in La Salle (Illinois USA)

Choulant, Oskar Marksscheider geb. 24. 5. 1830 in Dresden gest. 9. 11. 1902 in Freiberg

Weisbach, Meta Corinna geb. 15. 5. 1838 in Freiberg gest. 29. 4. 1917 in Freiberg

Wohlfarth, Albert Bernhard Oberbergrat geb. 27. 10. 1857 in Zwickau gest. 7. 5. 1930 in Freiberg

Weisbach, Maria Martha geb. 29. 9. 1862 in Freiberg gest. 8. 5. 1945 in Freiberg

10 Enkel in USA

26 Urenkel in USA

Choulant, Theodor Oberbergrat Direktor der Maldner Hütte geb. 11. 8. 1860 in Niederwürschnitz gest. 6. 6. 1944

Warnck, Gertrud (1. Ehe) geb. 3. 8. 1871 in Freiberg gest. 23. 3. 1923 in Freiberg
Warnck, Käthe (2. Ehe) geb. 6. 7. 1870 in Freiberg

Choulant, Georg geb. 8. 9. 1867 gest. 18. 6. 1883

Schotte, Paul Otto Bergrat geb. 23. 7. 1835 in Freiberg gest. 3. 9. 1929 in Freiberg

Choulant, Lilly geb. 13. 3. 1862 in Niederwürschnitz gest. 19. 12. 1945 in Freiberg

Rock, Adolf Oberbergrat geb. 11. 1. 1867 in Bischofswerda gest. 19. 2. 1947 in Freiberg

Choulant, Marie geb. 12. 10. 1871 gest. 1. 6. 1949 in Freiberg

Wohlfarth, Reinhard Max Dipl.-Ing., Obering. geb. 22. 4. 1888 in Freiberg

Wohlfarth, Otto Theodor Dipl.-Ing. geb. 17. 6. 1891 in Freiberg gest. 1946 in Berlin

Wohlfarth, Julius Ferdinand Dipl.-Ing. geb. 16. 9. 1894 in Freiberg gest. 8. 5. 1945 in Freiberg

Wohlfarth, Dorothea Martha geb. 27. 4. 1898 in Freiberg gest. 8. 5. 1945 in Freiberg

Kaufmann, Theodore Maria geb. 26. 6. 1891 in Elberfeld

Neumann, Ruth geb. 14. 7. 1918 in Berlin

—

—

Choulant, Kurt Dr. med. geb. 14. 2. 1892 in Halsbrücke

Choulant, Walther geb. 27. 4. 1894 in Muldenhütten

Choulant, Heinz geb. 22. 9. 1901 in Muldenhütten

Blechschmidt, Lotte geb. 22. 7. 1901 in Freiberg gest. 25. 9. 1955 in Freiberg

—

Schotte, Gerte geb. 4. 1. 1910 in Freiberg

Schotte, Oskar Dipl.-Ing. geb. 8. 1. 1889 in Halsbrücke

Schotte, Alexander Dipl.-Ing. Oberbergrat geb. 10. 6. 1891 in Halsbrücke

Schotte, Wilhelm Dr. phil., Volkswirt geb. 19. 11. 1920 in Muldenhütten gest. 1945

Blechschmidt, Hedwig geb. 2. 5. 1889 in Freiberg

Possich, Hanna verw. Bosch

Hiller, Helene geb. 21. 6. 1903 in Berlin

Die mit ⚒ gekennzeichneten Familienmitglieder waren oder sind im Berghau- und Hüttenwesen tätig

Nach einem Entwurf von Herrn Dipl.-Ing. Reinhard Max Wohlfarth.

Beilage zum Freib. Forsch.-H. D 16.