



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000294701

5212

Landesausstellungs-Ausgabe 1896.

Mitteilungen
der Materialprüfungs-Anstalt
am schweiz. Polytechnikum in Zürich.

V. Heft.

Bericht über den Neubau, die Einrichtung
und die Betriebsverhältnisse
der schweizer. Materialprüfungs-Anstalt.

Von

Prof. **L. Tetmajer**

Direktor der Materialprüfungs-Anstalt am schweiz. Polytechnikum, etc.

F. Nr. 21286

Zweite umgearbeitete Auflage.

Selbst-Verlag der Anstalt.



ZÜRICH

Druck von F. LOHBAUER, Rämistrasse 12
1896.

2343



II- 751665



II- ~~5212~~



Akc. Nr. _____

~~5236~~ / 56

Gewidmet

der

Schweizerischen Technikerschaft

vom

Verfasser.

ZÜRICH, im Januar 1896.

1. Geschichtliches.

Dem Güterverkehr der schweiz. Eisenbahnen neue Quellen zuzuführen, mochte die Triebfeder gewesen sein, dass auf Anregung des Herrn Dr. Schmidlin, ehemaliger Direktor der schweiz. Zentralbahn, einige Verwaltungen ostschweizerischer Eisenbahnen den Beschluss fassten, im Vereine mit hervorragenden Geologen und Vertretern des Baufaches in Olten eine permanente Musterausstellung, einen zentralen Markt für Baumaterialien in's Leben zu rufen, welcher dem Techniker und jedem Baulustigen Aufschluss darüber zu geben hätte, was das Land im Fache der Baumaterialien nach »Beschaffenheit, Grösse, Bearbeitungsfähigkeit und Kosten« zu leisten im Stande ist. Dem Unternehmen den nötigen Nachdruck zu geben, gelangte das Initiativcomité in einem Gesuch an die h. Bundesregierung, um die Mittel zur Anschaffung einer passenden Maschine zur Erprobung der Festigkeitsverhältnisse der Baumaterialien zu erlangen, welche, in Verbindung mit der in mächtigem Aufschwunge begriffenen polytechnischen Schule der Schweiz, den Bedürfnissen des Landes, sowie zur Förderung des material-technischen Unterrichtes an der Schule zu dienen hätte.

Im Jahre 1866 ist denn auch eine der ersten, nach Werders System erbauten Universalfestigkeitsmaschinen angekauft und in der Hauptwerkstätte der schweiz. Zentralbahn in Olten aufgestellt worden. Zum Versuchsleiter wurde Prof. Dr. C. Culmann gewählt, welcher im Zeitraume vom Oktober 1866 bis November 1871 an Eisenbahn- und Brückenmaterialien, an Bronzesorten, sowie künstlichen und natürlichen Bausteinen 437 Einzelversuche ausgeführt hatte.

Die Oltener Ausstellung gieng zu Ende; der projektierte Markt für Baustoffe hatte sich nicht realisiert; die Anträge zur Vornahme von Festigkeitsproben liefen immer spärlicher ein. Zu wissenschaftlichen Zwecken fehlte es an den nötigen Mitteln und hinderten auch die Dislokationsverhältnisse der Maschine die Vornahme solcher Versuche. Endlich kündigte die Zentralbahn das zur Verfügung gestellte Lokal und stellte die Maschine vertragsgemäss der Eidgenossenschaft in Zürich zur weiteren Disposition.

In der Zeit (1871—1877), wo an einer Reihe technischer Bildungsanstalten der Nachbarstaaten mechanisch-technische Laboratorien gegründet und eingerichtet wurden, wo Professor Bauschinger in München seine hervorragenden Arbeiten begann, Prof. Jenny in Wien, Spangenberg in Berlin u. A. m. thätig waren, wertvolle Aufschlüsse und Beiträge zur Kenntnis der physikalisch-mechanischen Eigenschaften der Materialien lieferten, lagerte die eidgen. Festigkeitsmaschine im Züricher Bahnhofe der schweiz. Nordostbahn, bis sie auf Anregung der Herren Prof. Autenheimer, Dr. Culmann und Veith, ferner des Präsidenten des schweiz. Ingenieur- und Architektenvereins, des Herrn Dr. Bürkli-Ziegler, wieder an's Tageslicht gezogen und behufs Vornahme der für die Pariser Weltausstellung (1878) bestimmten Prüfung der schweizerischen Bausteine, 1877 in einem Gebäude der Stadt Zürich provisorisch wieder aufgestellt wurde.

1879, nachdem die schweiz. Bundesversammlung die erforderlichen Geldmittel bewilligte, konnte die Maschine im Areale der schweiz. Nordostbahn, in Nähe ihrer Reparaturwerkstätte in Zürich, — leider zwischen stark befahrenen Geleisen — in einem eigens erbauten, doch weder mit einer ausreichenden Heizeinrichtung, noch mit Gas und Wasser ausgerüsteten Pavillon aufgestellt werden. Ein Reglement (vom April 1879) normierte die Art der Benützung der Maschine, sowie die Berechnung der Gebührenbeträge für ausgeführte Versuche.

Mit 1. Januar 1880 ist die Direktion der Materialprüfungs-Anstalt provisorisch, am 1. Februar 1881 endgültig an den Berichterstatter übergegangen. Vertragsgemäss stellte die Werkstätte der schweiz. Nordostbahn Fall für Fall die nötige Mannschaft zur Bedienung der Maschine und besorgte

auch gegen Vergütung die Appretur der Versuchsobjekte. Für die Cementbranche wurde nach Bedarf ein geübter Cementarbeiter eines hiesigen Cementgeschäftes zugezogen. Der stetige Wechsel und die Interessenlosigkeit der uns zugewiesenen Gehülfen liess sehr bald erkennen, dass den Zielen und Zwecken des Institutes entsprechende Betriebszustände nur durch ständige Bedienung eines tüchtig geschulten, vor allen Dingen zuverlässig arbeitenden Personals zu erreichen sind. Angesichts dieser Verhältnisse musste das Bestreben des Berichterstatters in erster Linie dahin gerichtet sein, einen ausreichenden Staatsbeitrag an die Kosten des Betriebes der Anstalt zu erlangen, welcher die Bedienung eines ständigen Personals gestattete. Auf einen bezüglichen Vortrag des Berichterstatters hin hatte der verstorbene Präsident des h. schweiz. Schulrates, Herr Dr. Kappeler, diese Angelegenheit, die vor seinem durchdringenden Geiste als von hohem Interesse für die oberste technische Bildungsanstalt und die einschlägigen Industrien des Landes erschien, aufgegriffen und seinen Bemühungen war es zu verdanken, dass dem Institute mit Bundesbeschluss vom 7. Dezember 1880 ein jährlicher Beitrag an die Betriebskosten bis zu 7000 Fr. erteilt wurde.

Wie wenig abgeklärt die Absichten und Anschauungen gewesen, aus denen der angezogene Bundesbeschluss hervorging, kennzeichnet der Umstand, dass schon in der Dezembersession 1882 die ständerätliche Budgetkommission der Bundesversammlung, welche für den Ausbau der polytechnischen Schule des Landes keine Opfer scheute, die an die jährlichen Betriebskosten der landwirtschaftlichen Kontrolstationen 38,000 Fr., an diejenigen der kürzlich errichteten, forstlichen Versuchsanstalt 26,000 Fr. bewilligte, den Antrag auf Reduktion des Staatsbeitrages von 7000 auf 5000 Fr. für den Betrieb der Materialprüfungs-Anstalt gestellt hat. Dass der beantragte Abstrich nicht zu Stande kam, dankt das Institut insbesondere dem Eingreifen des schweiz. Ingenieur- und Architekten-Vereins und des Vereins schweiz. Cementfabrikanten, welche Vereine nicht verfehlten, massgebenden Orts in geeigneten Eingaben vorstellig zu werden.

Durch Zuweisung eines Staatsbeitrages von 7000 Fr. an die Betriebskosten der Materialprüfungs-Anstalt wurde es möglich, im Jahre 1881 einen Schlosser, Mitte 1882 einen Cementarbeiter

und, als die laufenden Arbeiten durch die Bediensteten nicht mehr bewältigt werden konnten, 1886 endlich einen ständigen Assistenten zu engagieren, wobei zur Aushilfe immer noch die von der Nordostbahn vertragsmässig gestellte Bedienungsmannschaft (50 Tage pro Jahr) zugezogen und benützt wurde. Die von Jahr zu Jahr gesteigerten Anforderungen und die wachsende Frequenz des Institutes machte die Bedienung eines Handlangers, sowie eines Büreaugehülften nötig und sind diese mit Anfang, beziehungsweise mit Ende 1888 bis auf Weiteres ebenfalls fest bedienstet worden.

Schon 1882—83, als die Herren Fachexperten der Gruppe XVII der schweiz. Landesausstellung in Zürich den Antrag zur Vornahme umfassender Wertbestimmungen der unterschiedlichen, zu Bau- und Konstruktionszwecken verwendeten Materialien schweizerischer Herkunft stellten, musste das neu gegründete Institut im öffentlichen Interesse eine Probe seiner Leistungsfähigkeit bestehen. Zur Bewältigung dieser namhaften Arbeiten der Ausstellungsperiode war es nötig, die Anstalt mit neuen Apparaten und Gerätschaften auszurüsten und für angemessene Unterbringung derselben zu sorgen. Es wurde ein 2 Pfd. Gasmotor, eine Diamanthobelmaschine, ein kräftiger Druckapparat (mit 120 *t* disponiblen Druck), eine Garnitur von Maschinen und Gerätschaften für Prüfung von Bindemitteln, Einrichtungen zur Appretur künstlicher Bausteine u. d. m. angeschafft und provisorisch im Kellergeschosse des Hauptgebäudes des schweiz. Polytechnikums untergebracht. Ein anstossender, wegen seiner Feuchtigkeit für Schulzwecke fast unbrauchbarer Raum nahm das Bureau des Vorstandes und die zu chemisch-physikalischen Arbeiten und Messungen nötigen Gerätschaften auf. Erst 1887, als die Frequenz und die Anforderungen an das Institut in den vorhergegangenen Jahren (1884—86) weiter gewachsen waren und die Notwendigkeit der Etablierung eines unantastbaren, von Zufälligkeiten, Willkür und persönlichen Einflüssen möglichst unabhängigen Prüfungsverfahrens die *mechanische* Erzeugung der Probekörper der Kategorie »hydraulische Bindemittel« sich unabweisbar geltend machte, ist die Umgestaltung der bisher benützten Einrichtungen und Lokalitäten im Polytechnikum durchgeführt worden. Dank der Opferwilligkeit der h. Bundesbehörden hat die Anstalt hier ein entsprechendes Mobiliar,

ausgiebige Wasser- und Gaseinrichtungen erhalten und ist das Laboratorium für Cementindustrie baulich verändert und zweckentsprechend eingerichtet worden. Ein kleiner Wassermotor, Formmaschinen, eine Festigkeitsmaschine nach System Mohr & Federhaff für Metall-Biege- und Zerreißversuche und speziell für Qualitätsproben von Gusseisen, ein Zerkleinerungsapparat für mineralische Stoffe, eine Bohrmaschine, endlich ein neuer Präzisions-Druckapparat für Körper mit relativ geringer Festigkeit u. d. m. mussten angelegt und in den genannten Räumen untergebracht werden.

Aus vorstehenden Darlegungen geht hervor, dass die Materialprüfungs-Anstalt am schweiz. Polytechnikum kein planmässig angelegtes und ausgerüstetes Institut gewesen ist. Sie hat sich vielmehr aus sich selbst, den jeweiligen Anforderungen entsprechend, entwickelt und trugen ihre Einrichtungsgegenstände sowie deren Unterbringung den Stempel des Provisoriums und zufälliger Schöpfungen an sich. Nur in der Richtung der Prüfung hydraulischer Bindemittel konnte ein befriedigendes Arrangement getroffen werden, welches denn auch zum Vorbilde für auswärtige Anstalten ähnlicher Art geworden ist.

Bei der Aufstellung der Werder'schen Festigkeitsmaschine im Vorbahnhof der schweiz. Nordostbahn war man von der Annahme ausgegangen, es würden die zur Prüfung einlaufenden Gegenstände von der Verwaltung der Reparaturwerkstätte übernommen, appretiert und dann, ähnlich wie dies s. Z. in Olten geschah, an bestimmten Tagen der Woche unter Aufsicht des Vorstehers der Anstalt geprüft werden. Dass in einem normalen Betriebsjahr der Anstalt nahezu die 10-fache Arbeitsmenge zur Erledigung vorliegen würde als dies im Zeitraum von 1866 bis 1879 der Fall gewesen; dass besondere Laboratorien für Produkte der Cement- und Thon-Industrien eingerichtet werden müssten; dass eine sachgemässe und prompte Erledigung bezahlter Aufträge — die erste Bedingung für die Prosperität und Lebensfähigkeit der Anstalt — gewisse Appreturen in der Anstalt selbst auszuführen unabweisbar fordern würde, konnte bei Kreirung des Institutes nicht übersehen werden.

Der Umstand, dass das Atelier am Areale der schweiz. Nordostbahn nicht ausreichend heizbar war, die grosse Entfernung vom Polytechnikum eine Kontrolle der Arbeiten ausschloss, die

fast fortwährenden Bodenerschütterungen die Messung elastischer Formveränderungen der Prüfungsobjekte störend beeinflussten, eine künstliche Beleuchtung der Räumlichkeiten fehlte, brachte es mit sich, dass sich der Schwerpunkt der Arbeiten je länger je mehr nach den Polytechnikumslokalen der Anstalt verschob, wo indessen wieder nur in der Zeit gearbeitet werden durfte, während welcher in den darüberliegenden Räumlichkeiten kein Unterricht erteilt wurde. Allein auch ganz abgesehen von diesem, auf den Betrieb der Anstalt störend einwirkenden Umstände, gestatteten die Polytechnikumslokalitäten keine Sonderung der Staub und Russ bildenden Apparate und Maschinen von den übrigen; Materialdepots fehlten; Dampfabzüge, Glühöfen u. d. m. konnten nicht an- und untergebracht werden; zur Aufstellung weiterer Einrichtungsgegenstände fehlte überhaupt der nötige Platz. So kam es, dass einzelne Einrichtungsgegenstände der Materialprüfungs-Anstalt in dem neu erstellten Chemiebau des Polytechnikums, andere im Wasserwerke der Stadt Zürich provisorisch untergebracht werden mussten.

Unter diesen Verhältnissen war an eine erspriessliche Entwicklung und einen nutzbringenden Weiterbetrieb der Anstalt nur dann zu denken, wenn in der Nähe des Hauptgebäudes der polytechnischen Schule ein angemessener Neubau erstellt und zu dessen Ausrüstung die erforderlichen Geldmittel bewilligt würden.

In Würdigung der Sachlage und richtiger Erkenntnis der Bedeutung einer schweiz. Zentralstelle für das Materialprüfungswesen haben sowohl der h. schweiz. Schulrat, vorab dessen Präsident, Herr Oberst-Korpskommandant *H. Bleuler*, als auch der schweiz. Ingenieur- und Architektenverein, bezw. dessen ehemaliger Präsident, Herr *Dr. Bürkli-Ziegler*, die Frage der Verwirklichung der projektierten Neugestaltung der Materialprüfungs-Anstalt in die Hand genommen. Als Frucht des Zusammenwirkens der polytechnischen Schule und der Technikerschaft des Landes ist der Bundesbeschluss vom 6. Dezember 1889 anzusehen, durch welchen die Direktion der eidg. Bauten ermächtigt wurde, an die Ausführung des Neubaues zu schreiten.

2. Der Neubau der Materialprüfungs-Anstalt.

Der Neubau der Materialprüfungs-Anstalt ist nach Plänen der Direktion der eidg. Bauten durch deren Organe ausgeführt worden. Rücksichten auf die Beschaffenheit des Bauplatzes und das Begehren des h. schweiz. Schulrats, behufs teilweiser Entlastung des Hauptgebäudes der polyt. Schule, den Neubau mit einem Hörsaal und Vorbereitungsraum zu versehen, endlich Rücksichten auf die Erstellung einer kleinen Dienstwohnung für den Hauswart, hinderten die verlangte und ursprünglich projektierte Verlegung der Werkstätten und Laboratorien des Instituts in denselben Horizont. Es blieb nichts übrig, als die stauberzeugenden, Wasser und zeitweise hohe Temperaturen fordernden Manipulationen im Keller, die Bureaulokalitäten, die grossen Laboratorien, die Werkstätte und den Versuchssaal im Erdgeschosse, alle übrigen Räumlichkeiten einschliesslich der Dienstwohnung im ersten Stockwerke zu unterbringen. So ist schliesslich das auf Taf. 1 bis 6 dargestellte Projekt der Neubaute entstanden; es gelangte im Herbste 1890 zur Ausschreibung und konnte im April 1891 in Ausführung genommen werden. Im November des gleichen Jahres begann der Bezug des Neubaus und noch vor Jahresschluss war der Umzug vollendet und standen sämtliche damals verfügbaren Maschinen und Einrichtungsgegenstände in vollem Betriebe.

Das Gebäude der Materialprüfungs-Anstalt besitzt 38,4 *m* Frontlänge, 21,4 *m* Tiefe; die überbaute Bodenfläche misst rund: 750 *m*²; das Umgelände an Zufahrtstrassen, Hofraum und Garten 2264 *m*²; die ganze Bauparzelle somit 3014 *m*². Mit Ausnahme des Motorenraumes und des grossen Versuchs- und Maschinensaals sind sämtliche Räume des Erdgeschosses unterkellert, d. h. zu einem Tiefparterre ausgebildet. Überbaut ist blos der mittlere Teil des Erdgeschosses (auf 21 *m* Breite, 18 *m* Tiefe); vergl. Tafel 2 bis 6.

Die Materialprüfungs-Anstalt verfügt in ihrem Neubau über folgende Räume:

Im Kellergeschoss:

| | | | | |
|--------|---|------|----------------------------------|---------------------------------|
| Nr. 1. | Feuerraum | mit: | $6,85 \times 4,25 m = 29,11 m^2$ | Bodenfläche; |
| „ 2. | Materialdepôts | „ | $: 6,85 \times 3,90 = 26,72$ | „ „ |
| „ 3. | Cementwerkstätte | „ | $: 11,85 \times 6,85 = 77,75$ | „ „ |
| „ 4. | Nasslagerraum | „ | $: 6,82 \times 5,35 = 36,49$ | „ „ |
| „ 5. | Schmiede- u. Heizraum | „ | $: 7,65 \times 6,98 = 53,40$ | „ „ |
| „ 6. | Kohlenraum | „ | $: 7,65 \times 2,75 = 21,04$ | „ „ |
| „ 7. | Laboratorium (Gleichwarmraum) | „ | $: 7,65 \times 2,90 = 22,19$ | „ „ |
| „ 8. | Staubkammer | „ | $: 7,65 \times 2,47 = 18,90$ | „ „ |
| „ 9. | Nasswerkstätte | „ | $: 6,82 \times 5,35 = 36,49$ | „ „ |
| „ 10. | Photogr. Dunkelraum | „ | $: 2,00 \times 1,50 = 3,00$ | „ „ |
| | | | <u>Summa:</u> | <u>$325,09 m^2$.</u> |

Im Erdgeschoss:

| | | | | |
|---------|----------------------------------|------|----------------------------------|---------------------------------|
| Nr. 11. | Bureau des Vorstandes | mit: | $7,02 \times 5,50 m = 38,61 m^2$ | Bodenfläche; |
| „ 12. | „ der Assistenten | „ | $: 7,02 \times 5,50 = 38,61$ | „ „ |
| „ 13. | Physikal. Laboratorium | „ | $: 11,50 \times 7,00 = 80,50$ | „ „ |
| „ 14. | Chemisch. „ | „ | $: 8,55 \times 7,00 = 59,85$ | „ „ |
| „ 15. | Mechan. Werkstätte | „ | $: 16,75 \times 7,80 = 130,65$ | „ „ |
| „ 16. | Motorenraum | „ | $: 5,60 \times 4,00 = 22,40$ | „ „ |
| „ 17. | Versuchssaal | „ | $: 20,80 \times 8,20 = 170,56$ | „ „ |
| | | | <u>Summa:</u> | <u>$541,18 m^2$.</u> |

Im ersten Stock:

| | | | | |
|---------|---------------------------------------|------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Nr. 18. | Hörsaal | mit: | $12,50 \times 7,85 m = 98,13 m^2$ | Bodenfläche; |
| „ 19. | Archiv u. Vorbereit.-Raum „ | „ | $: 7,85 \times 4,05 = 31,79$ | „ „ |
| „ 20. | Sammlungsraum | „ | $: 8,55 \times 7,07 = 60,45$ | „ „ |
| | | | <u>Summa:</u> | <u>$190,37 m^2$.</u> |

Hinzu kommt die Dienstwohnung mit 3 Zimmern, Küche, Kammer und Dachraum. Ausschliesslich der Dienstwohnung des Hauswarts beträgt somit in 20 Lokalitäten die verfügbare Bodenfläche der Anstalt: $1056,64 m^2$.

Die Aneinanderreihung der vorstehend aufgezählten Räume des Neubaus geht aus den auf Taf. 3 bis 5 dargestellten Grundrissen hervor. Man ersieht denselben die Tendenz, einerseits den Feuerraum, die Staubkammer und die an die Heizung

absichtlich nicht angeschlossene Nasswerkstätte, ferner das chemische Laboratorium vollkommen zu isolieren, anderseits den Motorenraum bezüglich Werkstätte und Versuchssaal zentral zu legen. Dank der Lage des Motorenraums war es leicht möglich, vermittelt Treibriemen, eine Kraftübertragung nach der Staubkammer und der Nasswerkstätte einzurichten, so dass laufende Bedürfnisse an motorische Kraft zentral aus dem Motorenraum geschöpft werden können.

Die Höhen der einzelnen Etagen sind im Längenschnitte des Gebäudes, vergl. Taf. 6, eingetragen. Für die Höhe des Erdgeschosses (5,19 m) war die Höhe des Maschinensaals (5,90 m) massgebend, welchen ein Krahnwagen bestreicht und dessen Profil im übrigen durch die in Aussicht genommene Anschaffung einiger Vertikalmaschinen nicht minder durch den Umstand, dass zeitweise Gerüste eingebaut werden müssen, bestimmt war.

Besondere Aufmerksamkeit wurde den Kommunikationen und der Beleuchtung geschenkt. Das Kellergeschoss verkehrt durch das Materialdepôt mit dem Hofraum; vermittelt eines Aufzuges mit dem physikalischen Laboratorium. Neben dem Hauptportale besitzt das Erdgeschoss in der Axe des Motorenraums, sowie der grosse Maschinensaal an der Langseite, angemessen grosse Thüröffnungen nach dem Hofraum, bezw. der Zufahrtstrasse, die rings um das Gebäude führt. Der Hörsaal steht einerseits mit dem Treppenhaus, anderseits durch das Archiv und den Sammlungsraum, vermittelt einer eisernen Wendeltreppe, mit dem Vorstandszimmer in Verbindung, so dass der Vorsteher jederzeit, ohne die Haupttreppe zu berühren, die angeführten Räume betreten kann. Die Fensterdurchbrechungen sind möglichst gross gewählt und mit halbkreisförmigem Sturz versehen worden, wodurch die Beleuchtungsverhältnisse sämtlicher Räumlichkeiten befriedigend ausgefallen sind.

Das Gebäude ist in allen Teilen massiv ausgeführt. Die Hauptumfassungsmauern wurden in Bruchstein, die Scheidewandmauern teilweise in Backsteinmauerwerk erstellt. Die Decken des Kellergeschosses sind teils gewölbt, der Hauptsache nach in Portland-Cementbéton zwischen eisernen Trägern aufgestampft. Die Böden des Kellergeschosses sind in Portland-Cement hergestellt, diejenigen des Erdgeschosses je nach Zweck des Raumes verschieden gewählt. Die Bureaulokaltäten erhielten Parquetten

auf Hartasphalt (Hartpech); die Laboratorium Hartasphaltüberzüge (SeysseLasphalt mit Trinidad *épuré* als Flussmittel und Sand als Füllstoff); die Werkstätten Bretterbelag auf Lagerhölzern; der Motorenraum Cementboden; der Versuchssaal Holzpflaster auf Sandunterlage. Der Korridor ist mit Cementplatten belegt. Die Decken der Erdgeschosslokale sind in Holz konstruiert; das Gebälke ist in Werkstätte, Motorenraum und Maschinenraum sichtbar belassen; die übrigen Räume erhielten glatte Gypsdecken. Die Böden des ersten Stockwerks (Schrägböden mit Steinkohlenschlackenfüllung) sind parquettiert; die Decken glatt in Gyps erstellt.

Die Beheizung des Hauses geschieht zentral. Mit Ausnahme des Feuerraums, des Materialdepôts, der Staubkammer, der Nasswerkstätte und des Motorenraums sind sämtliche Räume an die Niederdruckheizung, System Bechem & Post, welche die Maschinenfabrik der Herren Gebr. Sulzer in Winterthur in mustergültiger Weise ausgeführt hat, angeschlossen. Die Laboratorien, Werkstätten und der Nasslagerraum erhielten als Heizkörper an den Wandungen angebrachte, glatte Flanschenrohre; die Cementwerkstätte ein System von Rippenkörpern in Holzverschalung; die übrigen Räumlichkeiten stehende Öfen aus glatten, neben einander gereihten Elementen mit selbstthätigen Luftventilen und Regulierhahnen. Diese Öfen sind in der Regel in Fenster- oder sonstige Mauernischen eingelegt und arbeiten gut.

Eine künstliche Ventilation erhielt bloß der Hörsaal; das chemische Laboratorium ist durch die Kapellen, die übrigen Räume sind durch Fensterklappen lüftbar.

Bis auf die Korridore, Klossets und die Bureauräume, welche aus nahe liegenden Gründen Gaslicht erhielten, wird die Anstalt des Abends elektrisch beleuchtet. Die ganze Lichtanlage, bestehend aus einem Dynamo mit Ausrüstung, dem Leitungsnetze und den Lampen, hat ebenfalls in mustergültiger Weise die schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur besorgt. Die Disposition der Beleuchtungsapparate ist vom Standpunkte der allgemeinen Beleuchtung der Räume sowie der speziellen Bedürfnisse an den einzelnen Apparaten, Einrichtungsgegenständen und Maschinen erfolgt. Zur allgemeinen Beleuchtung

des grossen Maschinensaals wurden 2 ca. 500-kerzige Bogenlampen in den Stromkreis eingeschaltet; alle übrigen Lampen sind Glühlampen mit verschiedener Lichtstärke. Folgende Zusammenstellung giebt eine Übersicht über die Verteilung der Beleuchtungsapparate in den unterschiedlichen Räumen.

| | Gl.-Lmp.: 16 K. | 25 K. | 35 K. | 50 K. | Bogenlampen | Summa |
|---------------------------|-----------------|---------|--------|---------|-------------|---------|
| Hörsaal | — Stk. | — Stk. | — Stk. | 6 Stk. | — Stk. | 6 Stk. |
| Archiv | — „ | 1 „ | — „ | 1 „ | — „ | 2 „ |
| Sammlung | — „ | — „ | — „ | 1 „ | — „ | 1 „ |
| Phys. Laboratorium . . . | 5 „ | 1 „ | 1 „ | 4 „ | — „ | 11 „ |
| Chem. „ | 3 „ | 2 „ | — „ | 2 „ | — „ | 7 „ |
| Werkstätte | 1 „ | 3 „ | — „ | 5 „ | — „ | 9 „ |
| Motorenraum | 1 „ | — „ | — „ | — „ | — „ | 1 „ |
| Versuchssaal | — „ | 8 „ | 1 „ | 1 „ | 2 „ | 12 „ |
| Korridor, Kellergeschoss. | 1 „ | — „ | — „ | — „ | — „ | 1 „ |
| Feuerraum | — „ | 1 „ | — „ | — „ | — „ | 1 „ |
| Materialdepôts | — „ | 1 „ | — „ | — „ | — „ | 1 „ |
| Cementwerkstätte | 5 „ | 3 „ | 1 „ | — „ | — „ | 9 „ |
| Nasslagerraum | — „ | 2 „ | — „ | — „ | — „ | 2 „ |
| Staubkammer | 1 „ | — „ | — „ | — „ | — „ | 1 „ |
| Nasswerkstätte | 1 „ | 3 „ | — „ | — „ | — „ | 4 „ |
| Summa | 18 Stk. | 25 Stk. | 3 Stk. | 20 Stk. | 2 Stk. | 68 Stk. |

Neben der elektrischen Lichtenanlage durchzieht das Gebäude eine Gasleitung zur Speisung der unterschiedlichen Brenner in Werkstätten und Labororien. An diese Gasleitung sind Gasarme zur Notbeleuchtung der einzelnen Räume angeschlossen.

Das Gebäude ist an die städtische Mitteldruck-Wasserleitung angeschlossen und besitzt somit in dem ca. 9 cm weiten Zuleitungsrohre 4,8 Atm. disponiblen Überdruck. Ein System von ca. 6 cm weiten Zweigrohren führt das Wasser zu den unterschiedlichen Hydranten, Turbinen und zum Ventilstander der hydraul. arbeitenden Festigkeitsmaschine. Enge Zweigrohre leiten dasselbe zum Gas- und Petrolmotor, an die Arbeitsplätze, zu den unterschiedlichen Waschbecken, an die Wasserstrahlgebläse, in Klosets, Kesselhaus u. d. m.

Das Gebäude ist mit Holzcement eingedeckt, welcher sich auch hier vom Beginne an vorzüglich bewährte.

Die Baukosten des Anstaltsgebäudes gestalteten sich wie folgt:

| | | |
|---|-------------|------------|
| 1. Bauplatz | mit Frkn. | 42,175. 75 |
| 2. Erd- und Maurerarbeiten | „ „ | 59,421. 26 |
| 3. Steinhauerarbeiten | „ „ | 21,194. 57 |
| 4. Eiserne Träger | „ „ | 4,257. — |
| 5. Zimmerarbeiten | „ „ | 14,534. 75 |
| 6. Bedachungs- und Spenglerarbeiten | „ „ | 5,004. 55 |
| 7. Schreiner- und Glaserarbeiten | „ „ | 12,988. 21 |
| 8. Schlosser- und Schmiedearbeiten | „ „ | 4,235. 90 |
| 9. Gypserarbeiten | „ „ | 9,578. 65 |
| 10. Malerarbeiten | „ „ | 3,105. 73 |
| 11. Tapeziererarbeiten | „ „ | 343. 39 |
| 12. Bodenbelag | „ „ | 703. 82 |
| 13. Parquetten | „ „ | 3,033. 80 |
| 14. Bildhauerarbeiten | „ „ | 735. 25 |
| 15. Gas- und Wasserleitungen | „ „ | 2,573. 25 |
| 16. Heizanlage | „ „ | 8,922. — |
| 17. Einfriedigung | „ „ | 7,407. 85 |
| 18. Verschiedenes | „ „ | 1,784. 27 |
| | Summa Frkn. | 202,000. — |

Innere Einrichtung.

| | | |
|---|-------------|------------|
| 1. Erstellung von Fundamenten, Reservoirn etc | Frkn. | 4,999. 24 |
| 2. Elektrische Lichtanlage | „ | 3,945. 20 |
| 3. Gas- und Wasserleitung | „ | 2,259. 40 |
| | Summa Frkn. | 11,203. 84 |

Das Gebäude nebst Einrichtung und Zurechnung des in den Neubau mitgebrachten Inventarwerts repräsentierte Ende 1894 einen Geldwert von Frkn. 325,987. 54.

3. Die Einrichtung der schweiz. Materialprüfungs-Anstalt.

In folgender Zusammenstellung geben wir eine Uebersicht über die Einrichtungsgegenstände der Festigkeitsanstalt, soweit diese bei der Appretur und dem Prüfungsverfahren von Materialien der Technik augenblicklich in Anwendung stehen. Fachkundigen gegenüber ist die Bemerkung überflüssig, dass die schweiz. Materialprüfungs-Anstalt vermöge ihrer Einrichtungsverhältnisse — im Gegensatze zu Versuchsanstalten — den Charakter der Prüfungsstation trägt und sich mit den grossen mech.-techn. Laboratorien des deutschen Reiches nicht messen kann. Ja selbst die staatliche Versuchsanstalt Belgiens, welche als Annex der Staatsbahnwerkstätten zu Mecheln unter der vortrefflichen Leitung E. Roussel's steht, verfügt über so bedeutende Installationen, dass diesen gegenüber unsere Einrichtungen als nur bescheidene Anfänge gelten können. Vermöge seiner Einrichtungen steht die eidgen. Materialprüfungs-Anstalt den Laboratorien am nächsten, welche neuerer Zeit an der techn. Hochschule zu Stuttgart, an dem kaiserl. russischen Wegebauinstitut zu Petersburg, dem Polytechnikum zu Bukarest, ferner an techn. Hochschulen in Oesterreich und Ungarn (Prag, Wien, Budapest) eingerichtet wurden.

No. 1. Feuerraum

enthält: Einrichtung für chemisch-analytische Verbrennungszwecke; 1 freistehenden, kleinen Dampfkessel; 1 Sandtrockenofen; 1 Darrschrank für niedrige Temperaturen; 1 Cementbrennofen; 1 Muffelofen für Temperaturen bis ca. 1000°.

No. 2. Materialdepôt

enthält: Normalsandbehälter; Lagerplätze für Einläufe an hydr. Bindemitteln.

No. 3. **Cementwerkstätte**

enthält: 4 Arbeitsplätze für Schüler und Volontair's; 2 Garnituren Formmaschinen für die Erzeugung der Probekörper hydraul. Bindemittel; 2 Garnituren von Sieb- und Rüttelmaschinen; 2 Einstäuber für die Bestimmung der Volumengewichte hydraul. Bindemittel in losem Zustande; 1 Normalsandsiebvorrichtung; 2 Arbeitsplätze für die ständige Bedienungsmannschaft; 1 einpferdigen Wassermotor; diverse Utensilien und Werkzeug.

No. 4. **Nasslagerraum**

enthält: 2 hölzerne und 2 gemauerte Wasserbehälter für die Lagerung der Probekörper mit 29 m² Belegfläche.

No. 5. **Schmiede und Heizhaus**

enthält: 1 Schmiedefeuer mit Ventilatorgebläse; Schmiedegeräte Utensilien.

No. 7. **Laboratorium** (Gleichwarmraum)

enthält: 3 Arbeitstische; 4 Garnituren Abbindeapparate, System Vicat; 2 automat. Abbindeapparate, System Amsler; Apparat für die Bestimmung von Temperaturerhöhungen hydr. Bindemittel; diverse Glas- und Metallkästen; u. d. m.

No. 8. **Staubkammer**

enthält: 1 Petrolreservoir; 2 Kugelmühlen; 1 Siebwerk; 1 Kalkbehälter; 1 Schiefertisch. Das Petrolreservoir ist geschlossen und steht vermittelt einem, die Umfassungsmauer durchsetzenden Füllrohr mit dem Hofraum in Verbindung.

No. 9. **Nasswerkstätte**

enthält: 1 Steinsäge, System Henrich; 1 Diamantsteinhobelmaschine; 1 Schleifapparat für Abnutzungsproben, System Bauschinger; 1 Schleifapparat für Metalle, Konstruktion Prof. R. Escher; 1 Amoniak-Kompressor, System Linde, mit Kühltisch für Frostproben; diverse Utensilien und Werkzeuge.

No. 10. **Photogr. Dunkelraum**

enthält: die Ausrüstung für Entwicklung, Fixage, Tonung etc. fotogr. Aufnahmen.

Am Korridor des Kellergeschosses sind untergebracht:

1 Richtplatte; Schränke für Gerätschaften; 1 Eisschrank;
1 Kühlschrank für Frostversuche mittelst Kältemischungen u. d. m.

No. 11. **Vorstands-Zimmer**

enthält: neben den Bureau-Ausrüstungsgegenständen, die Bibliothek der Anstalt.

No. 12. **Assistenten-Zimmer**

enthält: neben den Bureau-Ausrüstungsgegenständen, 2 chemisch-analytische Waagen.

No. 13. **Physikalisches Laboratorium**

enthält: 8 Plätze für Schüler oder Volontair's; Apparate für alle physikalischen Arbeiten; Apparate für laufende Volumenbeständigkeitsproben hydr. Bindemittel; Wassergebläse für 4 Flammen; 1 Kapelle mit Gas und Wasser; 1 Durchlässigkeitsapparat; 3 Waagen; 1 Aufzug nach der Cementwerkstätte; Schiefertische und Gestelle; Messwerkzeuge; Gerätschaften.

No. 14. **Chemisches Laboratorium**

enthält: 3 Arbeitstische für die ständigen Chemiker; 2 Kapellen mit je 6 Wasserbädern, Gas und Wasser; 2 Wassergebläse; 1 Apparaten- und 1 Materialschrank; diverse Apparate und Mobiliar.

No. 15. **Mechanische Werkstätte**

enthält: 3 Fraismaschinen; 2 Bohrmaschinen; 4 Drehbänke; 3 Hobelmaschinen; 1 Kreissäge; 1 Bandsäge mit Holzhobel und Fraiseinrichtung; 1 Gewindschneidemaschine; 1 Schleifstein; 2 Holzhobelbänke; 6 Arbeitsplätze; 1 einpferdige Turbine, System Bosshard-Ziegler; diverse Material- und Werkzeugschränke.

No. 16. Motorenraum

enthält: 1 zweipferdigen Gasmotor, System Martini & Comp.; 1 circa siebenpferdigen Petrolmotor, System v. Lüde (der Motorenfabrik Saurer & Sohn, Arbon); 1 Dynamomaschine; unterschiedliche Ausrüstungsgegenstände.

Die Transmission der anschliessenden Werkstätte geht durch den Motorenraum und ist durch eine Klauenkupplung und 4 Friktionskupplungen Vorsorge zu manigfachen, den Bedürfnissen entsprechenden Kombinationen von Kraftproduktion und Kraftabgabe getroffen worden.

No. 17. Versuchs- oder Maschinenraum

- enthält:
- 1 Werder'sche Festigkeitsmaschine für 100 *t* Kraftentfaltung, mit Ausrüstung zur Vornahme zu Zug-, Druck-, Knickungs- und Biegeversuchen.
 - 1 Festigkeitsmaschine, System Pohlmeier, für 100 *t* mit Ausrüstung zur Vornahme von Zug- und Biegeproben. Die Maschine arbeitet hydraulisch; sie ist an die Wasserleitung des Gebäudes angeschlossen, mit einem Multiplikator versehen und dient der Hauptsache nach für laufende Zerreißqualitätsproben von Eisen und Stahl.
 - 1 Festigkeitsmaschine, System Mohr & Federhaff, für urspr. 50 *t*, abgeändert auf Maximum 25 *t* mit Ausrüstung zur Vornahme von Zerreiß- und Biegeproben; sie dient hauptsächlich für Qualitätsbestimmungen von Gusseisen, Kupfer und deren Legierungen.
 - 3 hydraulische Pressen, System Amsler u. z. eine für 150 *t* mit maschinellem Antrieb; eine für 20 *t* (schweiz. Normalapparat für Cementdruckproben); eine für 2,0 *t*. Sämtliche Druckapparate arbeiten mit reibungslosem Presskolben nach dem Prinzipie Amagat's.
 - 1 Präzisions-Zerreißmaschine für max. 2,0 *t* Kraftentfaltung, System Reusch-Hartig.
 - 1 Präzisions-Zerreißmaschine, System Amsler, für Drähte bis 4,5 *t*.
 - 1 Drahtzerreiß - Federdynamometer, System Amsler, bis 2,0 *t*.

- 1 Draht-Torsionsapparat, System Amsler.
- 1 Draht-Umschlagapparat, mit variablen Umschlagdornen.
- 1 Zerreißapparat für Bindemittel.
- 1 Adhäsionsapparat für Bindemittel.
- 1 Kaltbiegemaschine f. Metalle, System Mohr-Federhaff.
- 1 Kaltbiege- und Faltmaschine für die technologischen Biegeproben von Metallen, System Amsler.
- 1 Schmid'scher Wassermotor; $\frac{1}{8}$ Pf. zum Antriebe der Drahtprüfungsmaschinen.
- 1 Schmid'scher Wassermotor; 2 Pf. zum Antriebe der 150 t Presse und der Faltmaschine.
- 1 kontinuierliche Pumpe, System Amsler, zum Antriebe der 150 t Presse und der Faltmaschine.
- 1 Laufkrahnen mit 3,0 t Tragfähigkeit.

Prof. *Bauschinger's* Feinmesswerkzeuge und Messapparate für laufende Bedürfnisse.

An der Aussenwand des Maschinensaales ist ein stabiler Herd mit Root'schem Gebläse angebracht, welcher vorwiegend beim Verguss von Drahtseilen benutzt wird.

Nr. 18. Hörsaal

dient zeitweise zu Versammlungszwecken und erhielt mit Rücksicht auf diese eine bewegliche Bestuhlung. Der Katheder ist mit Wasser, Gas und Elektrizität, die Fenster mit Rollvorrichtungen zur Verdunklung des Saales bei Tageshelle ausgerüstet.

No. 19. Archiv

enthält die deponierten Akten und Drucksachen der Anstalt, ferner unterschiedliche Lehrmittel des Dozenten für die Technologie der Baumaterialien u. d. m.

No. 20. Sammlungsraum

dient lediglich zur Aufnahme und Konservierung von Belegstücken.

4. Ziele und Zwecke der schweiz. Materialprüfungs - Anstalt.

Materialprüfungs-Anstalten sind Schöpfungen der neuesten Zeit und, obschon die Prüfung der Baustoffe so alt ist, wie die Kunst des Bauens, so ist doch erst in den jüngst verflassenen Dezennien unseres Jahrhunderts aus der fortschrittlichen Entwicklung des Bau- und Maschinenwesens und der täglich wachsenden Forderung grösster Ökonomie und Sicherheit in unseren Ausführungen das Bedürfnis der genauen Kenntnis der Qualität und der Festigkeitsverhältnisse der Bau- und Konstruktionsmaterialien hervorgegangen. Dass der ausführende Techniker kühne, d. h. solche Bauwerke, deren Material hohen Anforderungen an Zuverlässigkeit und Tragfähigkeit ausgesetzt ist, nur bei genauer Kenntnis der Qualitäts- und Festigkeitsverhältnisse des Materials mit Sicherheit auszuführen im Stande ist, bedarf keiner näheren Begründung. Er muss sein Material in allen Fällen, wo dasselbe, als Produkt menschlichen Gewerbefleisses, den unvermeidlichen Qualitätsschwankungen und Zufälligkeiten unterworfen ist, prüfen, oder an unparteiischer und massgebender Stelle prüfen lassen können.

Damit sind aber die Bedingungen für eine entsprechend ökonomische und sichere Ausführung, sowie für den dauernden Bestand eines Objektes noch nicht erfüllt. Der Konstrukteur von Zivil- und Brückenkonstruktionen, nicht minder der Maschinentechniker, hat seine Konstruktionen auch derart zu dimensionieren, dass, unter Zugrundlegung eines Baumaterials bestimmter Qualitäts- und Festigkeitsverhältnisse, der im öffentlichen Interesse wünschbare Sicherheitsgrad thatsächlich auch erreicht wird. Mit andern Worten: Die Grundlagen des Rechnungsverfahrens, die meist auf rein theoretischen Grundlagen aufgebauten Hilfsmittel der Dimensionierung müssen mit den in der Wirklichkeit obwaltenden Gesetzen der Stabilität in harmonischer Übereinstimmung stehen. Die Ergebnisse der theoretischen Spekulationen,

die theoretischen Gesetze der Stabilität und Festigkeit der Elemente unserer Konstruktionen müssen durch umfassende Versuche geprüft und im Falle der Divergenz der Theorie und Wirklichkeit durch Anwendung geeigneter, stets aber experimentell bestimmter Koeffizienten richtig gestellt werden. Experimentell müssen ferner auch diejenigen Faktoren ermittelt werden, die die Dauerhaftigkeit der Materialien, somit die aus diesen hergestellten Konstruktionen beeinflussen. Anzuführen wären hier insbesondere die Einflüsse der Atmosphärien, des Temperaturwechsels, der Frostwirkungen, die Einflüsse der Art und Grösse der Material-Inanspruchnahme u. d. m. Dass hier ein unabsehbares Feld der experimentellen Forschung offen liegt, kennt jeder, der Gelegenheit hatte, dem angezogenen Gegenstande näher zu treten.

Vermöge ihrer Bestimmung und Einrichtungsverhältnisse sind die Institute zur Prüfung von Bau- und Konstruktionsmaterialien entweder:

Prüfungsstationen oder technische Versuchsanstalten.

Die ersteren bezwecken die Feststellung der Qualitäts- und Festigkeitsverhältnisse solcher Materialien, die ihnen von Behörden, kommunalen oder privaten Bauverwaltungen, von Industriellen, Eisenbahnverwaltungen, oder andern Privaten zu diesem Zwecke eingeliefert werden. Sie haben nach erprobten, öffentlich bekannten und anerkannten Methoden, die die Materialqualität kennzeichnenden allgemein chemisch-physikalischen Eigenschaften und ihre speziellen Festigkeitsverhältnisse festzustellen und in einem Atteste niederzulegen, aus welchem der Auftraggeber den Wert und die Eignung des fraglichen Materials zur Anwendung im gegebenen Falle entnehmen kann. Anträge zur Vornahme solcher Untersuchungen sind vor und während der Ausführung grösserer Lieferungen üblich und bezwecken entweder die relative Wertbestimmung der zur Verwendung in Aussicht genommenen Materialien oder die Kontrolle der Gleichmässigkeit der Lieferungen bezw. die Nachweisleistung der Erfüllung vertraglicher Verpflichtungen. Häufig werden Anträge zur Entscheidung in Streitfällen Studien halber oder aus rein kommerziellen Rücksichten gestellt.

Oeffentliche Prüfungsanstalten müssen Staatsinstitute sein. Sie müssen mit der nötigen Autorität und mit der denkbar besten Einrichtung ausgestattet sein. Sie rangieren in die Kategorie der Eichstätten für Münze, Maass und Gewicht. Das angestellte Personal ist vom Staate zu besolden, gleichviel, welches die jährliche Einnahme aus erledigten Arbeiten auch sei. Institute dieser Art müssen den Interessenten möglichst zugänglich gemacht, die Gebührenbeträge also möglichst niedrig gehalten werden, dies schon aus dem Grunde, weil solche Anstalten nicht berufen sein können, »Geschäfte« zu machen.

Im Gegensatz zu den Prüfungsstationen stehen die Versuchsanstalten, die sogen. mechanisch-technischen Laboratorien. Das eigentliche, wenn auch nicht unbedingt ausschliessliche Feld ihrer Thätigkeit ist die fachwissenschaftliche Forschung. In dieser Hinsicht sind die mechanisch-technischen Versuchsanstalten Schwesteranstalten der chemischen und physikalischen Institute, von diesen jedoch dadurch verschieden, dass sie meist mit grossen Materialmassen, grossem äusserem Aufwand an Kraft und maschinellen Hilfsmitteln und stets mit erheblichem Kostenaufwande für Materialanschaffung und Appreturen sowie für Betrieb und Instandhaltung des Inventars arbeiten. Versuchsanstalten haben in erster Linie die Ermittlung und Feststellung unantastbarer Methoden für das Materialprüfungsverfahren, die Ermittlung entsprechender Ausdrücke für die Qualifizierung und Klassifikation der Bau- und Konstruktions-, sowie allen Nebenmaterialien der Technik, die Wertschätzung neuer Vorkommnisse und der einschlägigen Fabrikate zur Aufgabe. Sie haben sich mit den Bedingungen der ökonomischen Verwertbarkeit diverser Rohstoffe, mit der Hebung und Förderung der Interessen der Materialproduzierenden und verarbeitenden Gewerbe des Landes, mit der Ermittlung der Koeffizienten der angewandten Mechanik und mit jenen Faktoren, Bedingungen und Hilfsmitteln experimentell zu befassen, die berufen sind, Aufschlüsse bezüglich der rationellen Verwendung und der Dauerhaftigkeit der Baumaterialien zu erteilen.

Vermöge ihrer Organisation, Einrichtung und Dotation ist die schweiz. Materialprüfungs-Anstalt weder blos Prüfungsstation noch reine Versuchsanstalt; sie hat vielmehr innerhalb des

Rahmens der verfügbaren Hilfsmittel und Einrichtungen die Aufgaben der beiden zu vereinigen. Dies ist auch in Art. 2 des Reglements vom 4. November 1884, welcher lautet:

»Die Anstalt hat nach den ihr zugehenden Aufträgen die Prüfung von Bau- und Konstruktionsmaterialien aller Art hinsichtlich ihrer chemisch-physikalischen Eigenschaften und im besondern ihrer Festigkeitsverhältnisse, sowie die Prüfung von Schmiermaterialien und Anstrichmassen, von Papieren und Geweben, ferner von Rohmaterialien der Thon- und Cementindustrie durchzuführen und daneben auch von sich aus Untersuchungen auf gleichem Gebiete in allgemein volkswirtschaftlichem und wissenschaftlichem Interesse anzustellen«

klar ausgesprochen.

Dass die Materialprüfungs-Anstalt bestrebt war, diesen Aufgaben nachzukommen, geht aus deren Jahresberichten und Veröffentlichungen hervor. Ihre Arbeiten zur Förderung der schweiz. Cementindustrie sind bekannt; sie haben nicht allein im Lande, sondern auch jenseits der Landesgrenzen die Aufmerksamkeit der Fachmänner auf sich gezogen. Dass der Schlackencement, ein Produkt schweiz. Gewerbefleißes, durch die einschlägigen Untersuchungen der Anstalt in die Praxis eingeführt wurde, ist im Lande ebenfalls genügsam bekannt. Seit dem Jahre 1882—83 wurde die Frage der ökonomischen Verwertung der Hochofenschlacken, dieses lästigen Nebenproduktes der Verhütung eisenhaltiger Erze, studiert und sind die gewonnenen Resultate für die einschlägige Industrie von grundlegender Bedeutung geworden. Nicht minder sind die Arbeiten der Anstalt um die Wertschätzung der Produkte der schweiz. Steinindustrie, die Arbeiten über Konservierung der Steine, ferner die Wertschätzung der schweiz. Bauhölzer vom rein bautechnischen wie forstwirtschaftlichen Standpunkte bekannt. Die Ergebnisse der Untersuchung des relativen Wertes des Flusseisens als Konstruktionsmaterial haben nicht verfehlt, die Aufmerksamkeit weitester Kreise auf sich zu lenken. Die Resultate dieser Untersuchungen begründen und rechtfertigen die Anwendung bestimmter Spezies dieser Materialsorten im Konstruktionsfache des Ingenieurs; sie fanden unter anderem auch beim Bau der neuen schweiz. Spezialbahnen (z. B. der

Pilatusbahn), sowie der neueren Brücken der schweiz. N.O.Bahn und der St. Gotthardbahn ausgedehnte Berücksichtigung und Verwendung.

Auch in rein wissenschaftlichem und volkswirtschaftlichem Interesse hat die schweiz. Materialprüfungs-Anstalt eine Reihe teilweise abgeschlossener Arbeiten aufzuweisen. Sie hat sich wiederholt mit der Ermittlung der Koeffizienten der Mechanik befasst und insbesondere die Gesetze der Druck-, Knickungs- und der zusammengesetzten Normalfestigkeit der Konstruktionsmaterialien studiert und Resultate an den Tag gefördert, die u. a. zur Grundlage der neuen schweiz. Brückenverordnung geworden sind. Eine grosse Anzahl chemischer Analysen von schweiz. Kalksteinen, von Thon und Kalkmergeln wurde zur Wertschätzung des vorhandenen Materials ausgeführt und nebst einer geologischen Karte des Landes mit Angabe der Lage der Fundorte und der Ausdehnung der bisher bekannt gewordenen Gyps-, Kalk-, Mergel- und Thonlager, auf Veranlassung der Anstalt durch die Herren Geologen Prof. A. Heim und J. Jaccard angefertigt, der Öffentlichkeit übergeben.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass materialtechnische Untersuchungen in fachwissenschaftlichem oder volkswirtschaftlichem Interesse stets mit bedeutenden Kosten verbunden sind. Zur Deckung der Kosten der fachwissenschaftlichen Untersuchungen hat das Institut bisher keine Staatshilfe beansprucht, sondern gesucht durch Anstrengung und Ausnützung des angestellten Personals und der vorhandenen Einrichtungen möglichst viel zu leisten, und die Einnahmen aus honorierten Arbeiten hiezu verwendet.

Verbunden mit der schweiz. polytechnischen Schule hat die Materialprüfungs-Anstalt auch den Interessen des technologischen Unterrichts zu dienen; sie soll den Schülern angemessene Gelegenheit bieten, die physikalisch-mechanischen Eigenschaften der wichtigsten Baustoffe aus eigener Anschauung kennen zu lernen. Fakultative Unterrichtskurse dieser Art wurden, ungeachtet der Arbeitsüberhäufung der letzten Jahre, versuchsweise mit befriedigendem Erfolge eingerichtet. Die Erfahrung hat gelehrt, dass auf dem betretenen Wege ein beträchtlicher Schatz technologischen Wissens und Könnens erworben werden kann.

5. Reglement der Materialprüfungs-Anstalt am schweiz. Polytechnikum in Zürich.

(Vom schweizerischen Schulrate erlassen am 28. Oktober 1895).

(Vom Bundesrat genehmigt am 12. Dezember 1895).

Art. 1.

Die eidgen. Materialprüfungs-Anstalt am schweizerischen Polytechnikum in Zürich steht unter der Oberaufsicht des schweizerischen Schulrates, welcher sich durch eine aus seinem Schosse bestellte besondere Kommission über die Einrichtungen, Bedürfnisse und Leistungen der Anstalt fortwährend in Kenntnis hält.

Der Anstalt steht als Direktor ein auf Vorschlag des Schulrates vom schweizerischen Bundesrate gewählter Techniker vor, welcher solche leitet und verwaltet und die Ausführung der ihr zufallenden Arbeiten mit Hülfe des hierzu nötigen ständigen Personals besorgt.

Art. 2.

Die Anstalt hat nach den ihr zugehenden Aufträgen die Prüfung von Bau- und Konstruktionsmaterialien aller Art hinsichtlich ihrer chemisch-physikalischen Eigenschaften und im besondern ihrer Festigkeitsverhältnisse, sowie die Prüfung von Schmiermaterialien und Anstrichmassen, von Papieren und Geweben, ferner von Rohmaterialien der Thon- und Cementindustrie durchzuführen und daneben auch von sich aus Untersuchungen auf gleichem Gebiete in allgemein volkswirtschaftlichem und wissenschaftlichem Interesse anzustellen.

Art. 3.

Aufträge zur Prüfung von Materialien vorbezeichneter Art sind unter Bezugnahme auf die betreffenden Reglementsbestimmungen schriftlich an den Direktor der Anstalt zu richten. Derselbe ist verpflichtet, sich mit den Auftraggebern sofort ins

Einvernehmen zu setzen und jeden Auftrag mit thunlichster Beförderung in geordneter Reihenfolge, also derart auszuführen, dass der ältere Auftrag dem jüngeren vorausgeht. Sollte wegen Überbürdung des Personals oder der Einrichtungen der Anstalt die Inangriffnahme eines Auftrages mehr als 4 Wochen Zeit erfordern, so ist der Auftraggeber hiervon rechtzeitig zu verständigen.

Art. 4.

Das zur Prüfung bestimmte Material ist franko an die Anstalt Zürich, Leonhardstrasse Nr. 27, einzuliefern.

Art. 5.

Über Materialbedarf und Gebührenbeträge für die gewöhnlichen Qualitätsproben gibt Art. 13 näheren Aufschluss. Aussergewöhnliche Aufträge müssen schriftlich vereinbart und der Aufsichtskommission der Anstalt zur Genehmigung vorgelegt werden. Alle in Art. 13 nicht vorgesehenen mechanisch-technischen Arbeiten werden nach Massgabe des Zeitaufwandes berechnet, wobei für Benützung der Einrichtungen und des Arbeitspersonals der Anstalt die Arbeitsstunde mit Fr. 10 in Anschlag gebracht wird.

Art. 6.

Sämtliche aus dem Post- und Telegraphenverkehr, Transport und Appretur des Versuchsmaterials erwachsenden Auslagen fallen dem Auftraggeber zur Last. Das zu prüfende Material ist nach Anleitung der bestehenden Vorschriften appretiert einzuliefern. Für in der Anstalt ausgeführte Nachappreturen werden dem Auftraggeber

bei maschineller Arbeit pro Stunde . . . Fr. 1.20

bei Handarbeit » » . . . » —.60

in Anrechnung gebracht.

Art. 7.

Die Sorge für Anschaffung der zur Ausführung angenommenen Aufträge erforderlichen Befestigungsmittel und Werkzeuge liegt im allgemeinen der Anstalt ob. Eine Ausnahme hiervon machen Einspannvorrichtungen solcher Prüfungsobjekte, deren Untersuchung zu seltenen Ausnahmefällen gehört; in solchen Fällen hat der Auftraggeber für die Einspann-

vorrichtungen zu sorgen, beziehungsweise deren Kosten zu tragen. Nach Massgabe der Verwendbarkeit solcher Befestigungsmittel für andere Zwecke ist der Direktor der Anstalt befugt, diese an den Beschaffungskosten derselben bis auf 50% Anteil nehmen zu lassen. Befestigungsmittel, an deren Beschaffungskosten die Anstalt teilgenommen, gehen in deren Besitz über und werden entsprechend inventarisiert.

Art. 8.

Auftraggeber, die innerhalb Jahresfrist eine grössere Anzahl gleicher Proben ausführen zu lassen gedenken, können auf Grund eines beim Direktor zu stellenden Begehrens auf dem Wege der Lösung von Abonnements von den für Prüfungen im Abonnement angesetzten Minimaltaxen des Gebührentarifs Gebrauch machen. Mit Ausnahme der an eidgenössische Verwaltungen abgegebenen Abonnemente mit unbeschränkter Gültigkeitsdauer wird die Gültigkeitsdauer der Abonnemente vom Tage der Lösung derselben an gerechnet auf 1 Jahr festgesetzt.

Ohne besondere Zustimmung der Aufsichtsbehörde können Coupons eines Abonnements von einem Jahr auf das folgende nicht übertragen werden; auch wird für verfallene Coupons eine weitere Vergütung nicht geleistet, als die allfällige Differenz zwischen dem bezahlten Abonnementspreise und dem Gesamtbetrage der Gebühren, die für die wirklich ausgeführten Proben nach den Gebührenansätzen für einzelne Proben zu bezahlen gewesen wären.

Art. 9.

Sämtliche Zahlungen sind franco und ohne Abzüge an die Kassa des eidgen. Polytechnikums (Hauptgebäude Nr. 8 *b*) in Zürich zu entrichten. Bezüglich der Zahlungstermine gelten folgende Vorschriften:

Für Prüfungen, für die im Gebührentarife feste Ansätze gemacht sich finden, ist der Betrag der Gebühren, auch bei Prüfungen im Abonnement, vom Auftraggeber sofort, nachdem ihm von der Anstalt der Empfang des erhaltenen Auftrages angezeigt worden ist, zu entrichten. Bei Aufträgen, für welche feste Gebührenbeträge nicht bestehen, ist der Kassier des eidgen. Polytechnikums befugt, nach Weisung des Direktors der Anstalt

einen beliebigen Teil des berechneten Kostenbetrages vor Beginn der Untersuchung, den Rest gelegentlich der Absendung der Ausfertigung des Prüfungsprotokolles per Postnachnahme zu erheben.

Art. 10.

Die Ergebnisse sämtlicher Prüfungen und Untersuchungen werden protokolliert und dem Auftraggeber in Form einer Protokollausfertigung mitgeteilt. Diese Ausfertigungen haben sich auf Angabe des Befundes der Prüfung zu beschränken und sollen keinerlei Gutachten über die Verwendbarkeit der untersuchten Materialien enthalten. Die Herstellung von Abschriften und Vervielfältigungen der »Ausfertigungen« ist Sache der Auftraggeber. Diesen wird von der Anstalt, wenn sie die Abschriften zu besorgen hat, für jede beschriebene Seite Fr. 1, sofern vorgedruckte Formulare in Anwendung kommen, 60 Rp. berechnet.

Art. 11.

Ohne Ermächtigung des Auftraggebers ist der Direktor der Anstalt nicht berechtigt, an Unberufene schriftliche oder mündliche Mitteilungen über im Zuge befindliche oder ausgeführte Untersuchungen zu machen. Wenn dagegen von seiten des Auftraggebers innerhalb 4 Wochen vom Datum der Zustellung der Protokollausfertigung gegen eine allfällige Publikation der Versuchsergebnisse kein ausdrücklicher Vorbehalt gemacht wird, so wird angenommen, dass dieselben benutzt und veröffentlicht werden dürfen.

Art. 12.

Der Direktor der Materialprüfungs-Anstalt ist verpflichtet, zu Händen der ihm vorgesetzten Behörde jährlich einen einlässlichen Bericht über die Thätigkeit und Betriebsresultate der Anstalt zu erstatten. Auch hat derselbe belangreiche Ergebnisse sowohl der gemäss Art. 2 von sich aus unternommenen, als auch der infolge erhaltener Aufträge ausgeführten Untersuchungen in Form von »Mitteilungen der Materialprüfungs-Anstalt am eidgenössischen Polytechnikum« von Zeit zu Zeit in geeigneter Weise zu veröffentlichen.

Art. 13.

Die eidgenössische Materialprüfungs-Anstalt führt von nachbezeichneten Materialien zu festen Gebührenbeträgen folgende Untersuchungen aus:

Kategorie A. Natürliche Bausteine.

a. Umfassende Probe.

Feststellung des geologischen Alters und der petrographischen Eigenschaften; Ermittlung der Dichte, des Raumgewichtes, der Porosität, des Härtegrades, der Fähigkeit der Wasseraufnahme, der Frost- und Wetterbeständigkeit und der Abnutzungsfähigkeit; Bestimmung der Druckfestigkeit in trockenem und wassergesättigtem Zustande, parallel und senkrecht zur Lagerfläche, vor und nach der Frosteinwirkung.

Materialbedarf: 16 Würfel von 7 cm. Kantenlänge, 2 Handstücke von 6 cm. Dicke und 6—8 cm. Länge und Breite. Die Würfel müssen ebenflächig und scharfkantig gearbeitet sein und mit genauer Bezeichnung der Lagerflächen abgeliefert werden.

Gebührenbetrag:

| | |
|--|---------|
| Für eine einzelne Probe | Fr. 100 |
| Für 2 gleichzeitige Proben | » 175 |
| Preis eines Abonnements für 3 Proben | » 240 |
| » » » » 5 » | » 350 |

b. Gewöhnliche Qualitätsprobe.

Feststellung des geologischen Alters und der petrographischen Eigenschaften; Ermittlung der Dichte, der Fähigkeit der Wasseraufnahme, der Frost- und Wetterbeständigkeit; Bestimmung der Druckfestigkeit in trockenem und wassersattem Zustande, senkrecht zur Lagerfläche, vor und nach der Frosteinwirkung.

Materialbedarf: 12 Würfel und 2 Handstücke.

Hinsichtlich Form, Abmessungen und Bearbeitung der Probekörper gelten die Bestimmungen unter *a.*

Gebührenbetrag:

| | |
|--|--------|
| Für eine einzelne Probe | Fr. 70 |
| Für 2 gleichzeitige Proben | » 110 |
| Preis eines Abonnements für 3 Proben | » 168 |
| » » » » 5 » | » 255 |

c. Reduzierte Qualitätsprobe.

Feststellung des geologischen Alters, der Farbe und Struktur; Ermittlung der Frost- und Wetterbeständigkeit; Bestimmung der Druckfestigkeit in trockenem Zustande, senkrecht zur Lagerfläche, vor und nach Frosteinwirkung.

Materialbedarf: 8 Würfel.

Hinsichtlich Form, Abmessungen und Bearbeitung der Probekörper gelten die Bestimmungen unter *a*.

Gebührenbetrag:

| | |
|--|--------|
| Für eine einzelne Probe | Fr. 50 |
| Für 2 gleichzeitige Proben | » 85 |
| Preis eines Abonnements für 3 Proben | » 120 |
| » » » » 5 » | » 175 |

Kategorie B. Künstliche Bausteine.

a. Umfassende Probe.

Feststellung der Farbe, der Abmessungen und Oberflächenbeschaffenheit; Ermittlung des spezifischen und des Raumgewichtes, der Porosität, der Fähigkeit der Wasseraufnahme, des Gehalts an löslichen Salzen und löslichen Körpern, der Frost- und Wetterbeständigkeit; Bestimmung der Druckfestigkeit in trockenem und wassergesättigtem Zustande, senkrecht zur Lagerfläche, vor und nach Frosteinwirkung.

Materialbedarf: 32 Stück gleichmässig gebrannte Steine in Normalformat oder 64 Stück gleichmässig gebrannte Halb- oder Viertelsteine.

Gebührenbetrag:

| | |
|--|---------|
| Für eine einzelne Probe | Fr. 100 |
| Für 2 gleichzeitige Proben | » 175 |
| Preis eines Abonnements für 3 Proben | » 240 |
| » » » » 5 » | » 350 |

b. Gewöhnliche Qualitätsprobe.

Feststellung der Farbe, der Abmessungen und Oberflächenbeschaffenheit; Ermittlung des Raumgewichtes, der Fähigkeit der Wasseraufnahme, des Gehalts an löslichen Salzen, der Frost- und Wetterbeständigkeit; Bestimmung der Druckfestigkeit in trockenem Zustande, senkrecht zur Lagerfläche, vor und nach der Frosteinwirkung.

Materialbedarf: 22 Stück gleichmässig gebrannte Steine in Normalformat oder 44 Stück gleichmässig gebrannte Halb- oder Viertelsteine.

Gebührenbetrag:

| | |
|--|--------|
| Für eine einzelne Probe | Fr. 80 |
| Für 2 gleichzeitige Proben | » 120 |
| Preis eines Abonnements für 3 Proben | » 178 |
| » » » » 5 » | » 265 |

c. Reduzierte Qualitätsprobe.

Feststellung der Farbe, Abmessungen und Oberflächenbeschaffenheit; Ermittlung des Gehalts an löslichen Salzen, der Frost- und Wetterbeständigkeit; Bestimmung der Druckfestigkeit in trockenem Zustande, senkrecht zur Lagerfläche.

Materialbedarf: 12 Stück gleichmässig gebrannte Steine in Normalformat oder 24 Stück gleichmässig gebrannte Halb- oder Viertelsteine.

Gebührenbetrag:

| | |
|--|--------|
| Für eine einzelne Probe | Fr. 55 |
| Für 2 gleichzeitige Proben | » 90 |
| Preis eines Abonnements für 3 Proben | » 135 |
| » » » » 5 » | » 180 |

Kategorie C. Dachschiefer und Dachziegel.

a. Dachschiefer.

Feststellung des geologischen Alters und der petrographischen Eigenschaften, insbesondere der Farbe und Struktur; Ermittlung des spezifischen und des Raumgewichtes, der Porosität, der Härte, der Fähigkeit der Wasseraufnahme, der Frost- und Wetterbeständigkeit, der Wasserdurchlässigkeit; Bestimmung der Bruchfestigkeit in trockenem und wassersattem Zustande, des Gehalts an Pyrit und Karbonaten.

b. Dachziegel.

Feststellung der Farbe, Abmessungen und Oberflächenbeschaffenheit; Ermittlung des spezifischen und des Raumgewichtes, der Porosität, der Fähigkeit der Wasseraufnahme, des Gehalts an löslichen Salzen und löschfähigen Körpern, der Frost- und Wetterbeständigkeit, der Wasserdurchlässigkeit; Bestimmung der Bruchfestigkeit in trockenem und wassersattem Zustande.

Materialbedarf: 22 Stück Dachschiefer von 25 cm. Länge und 15 cm. Breite, beziehungsweise 22 Stück gleichmässig gebrannter Dachziegel.

Gebührenbetrag:

| | |
|---------------------------------------|---------|
| Für eine einzelne Probe | Fr. 100 |
| » 2 gleichzeitige Proben | » 180 |
| » 3 » » | » 240 |

Materialbedarf und Gebührenbeträge für teilweise Untersuchungen von Materialien der Kategorien A, B und C.

| Untersuchung | Materialbedarf für 1 Probe | Gebühren- | Gebühren- |
|--|--------------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| | | betrag für 1 Probe | betrag für 2 gleichzeitige Proben |
| | | Fr. | Fr. |
| Bestimmung des spezifischen Gewichtes | 2 Stücke | 5 | 8 |
| Bestimmung der Porosität | 2 „ | 10 | 16 |
| Bestimmung der Wasseraufnahme natürlicher Bausteine | 2 Handstücke | 10 | 16 |
| Bestimmung der Wasseraufnahme der Dachziegel, Mauerziegel und Schiefer | 5 „ | 10 | 16 |
| Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit der Dachziegel | 5 „ | 10 | 16 |
| Bestimmung der Frost- und Wetterbeständigkeit, zugleich mit Bestimmung der Druckfestigkeit natürlicher Bausteine | 8 Würfel | 45 | 80 |
| Bestimmung der Frost- und Wetterbeständigkeit, zugleich mit Bestimmung der Druckfestigkeit künstlicher Bausteine | { 12 Würfel } (oder Stücke) | 45 | 80 |
| Bestimmung der Frost- und Wetterbeständigkeit, ohne Bestimmung der Druckfestigkeit natürlicher Bausteine | 2 Handstücke | 25 | 40 |
| Bestimmung der Frost- und Wetterbeständigkeit, ohne Bestimmung der Druckfestigkeit künstlicher Bausteine | 5 „ | 25 | 45 |
| Bestimmung der Frost- und Wetterbeständigkeit der Dachschiefer und Dachziegel | 5 Stücke | 25 | 45 |
| Bestimmung der Zugfestigkeit künstlicher und natürlicher Bausteine | 6 „ | 10 | 16 |
| Bestimmung der Druckfestigkeit natürlicher Bausteine | 4 Würfel | 25 | 40 |
| Bestimmung der Druckfestigkeit künstlicher Bausteine | { 12 Würfel } (oder Stücke) | 25 | 40 |

| Untersuchung | Materialbedarf für 1 Probe | Gebühren- betrag für 1 Probe | Gebühren- betrag für 2 gleich- zeitige Proben |
|--|----------------------------------|---------------------------------------|---|
| | | Fr. | Fr. |
| Bestimmung der Bruchfestigkeit von Treppenstufen und Platten aus künstlichem Steinmaterial | 2 Stücke | 25 | 40 |
| oder natürlichem Steinmaterial | 4 " | 10 | 16 |
| Bestimmung der Bruchfestigkeit von Dachschiefeln und Dachziegeln | 12 " | 10 | 16 |
| Bestimmung des Gehalts an löslichen Salzen der Mauer- und Dachziegel | 5 " | 15 | 26 |
| Bestimmung des Gehalts an löslichen Körpern der Mauer- und Dachziegel | 5 " | 8 | 12 |

Kategorie D. Bindemittel.

1. Luft- und Weisskalk in Stückform.

a. Umfassende Probe.

Chemische Analyse; Ablöschversuche; Ermittlung der Ausgiebigkeit, der Gewichtsverhältnisse, der Adhäsion und der Mörtelfestigkeiten für Zug und Druck in Mischungsverhältnissen von 1 : 1 bis 1 : 5 nach 7-, 28-, 84-, 210- und 365-tägiger Erhärtung an der Luft und in feuchter Kohlensäure.

Materialbedarf: 50 kg.

Gebührenbetrag:

| | |
|--|---------|
| Für eine einzelne Probe | Fr. 120 |
| Für 2 gleichzeitige Proben | » 200 |
| Preis eines Abonnements für 3 Proben | » 300 |

b. Gewöhnliche Qualitätsprobe.

Ermittlung der Ausgiebigkeit, der Druckfestigkeit der Mörtel in Mischungsverhältnissen von 1 : 3 bis 1 : 5 nach 7-, 28-, 84-, 210- und 365-tägiger Erhärtung an der Luft und in feuchter Kohlensäure.

Materialbedarf: 25 kg.

Gebührenbetrag:

| | |
|---|--------|
| Für eine einzelne Probe | Fr. 60 |
| Für 2 gleichzeitige Proben | » 100 |
| Preis eines Abonnements zu 3 Proben | » 150 |

2. Luftkalk in Pulverform als Kalkhydrat.

a. Umfassende Probe.

Chemische Analyse; Ermittlung des spezifischen Gewichtes und des Glühverlustes, der Raumgewichte, der Adhäsion und der Mörtelfestigkeit für Zug und Druck in Mischungsverhältnissen von 1 : 1 bis 1 : 5, nach 7-, 28-, 84-, 210- und 365-tägiger Erhärtung an der Luft und in feuchter Kohlensäure.

Materialbedarf: 50 kg.

Gebührenbetrag:

| | |
|---|---------|
| Für eine einzelne Probe | Fr. 120 |
| Für 2 gleichmässige Proben | » 200 |
| Preis eines Abonnements zu 3 Proben | » 300 |

b. Gewöhnliche Qualitätsprobe.

Ganz gleich wie bei Luftkalk in Stückform unter 1 b.

3. Hydraulische Bindemittel.

a. Umfassende Probe.

Chemische Analyse; Ermittlung des spezifischen und des Raumgewichtes, des Glühverlustes, der Abbindeverhältnisse nebst Temperaturerhöhung; Feststellung der Volumenbeständigkeit und der Feinheit der Mahlung; Ermittlung der Wasserdurchlässigkeitsverhältnisse in 5 Bausand-Mischungen und 3 Altersklassen, des Haftvermögens, der Frostbeständigkeit in Mörtelmischungen von 1 : 1 bis und mit 1 : 7; Bestimmung der Selbstfestigkeit sowie der normengemässen Sandfestigkeit für Zug und Druck in 5 Altersklassen bis zu 1-jähriger Luft- und Wassererhärtung, ferner der Sandfestigkeit für Zug und Druck in Mischungsverhältnissen von 1 : 1, 1 : 3 und 1 : 5 unter Anwendung gewöhnlichen Bausandes, in 3 Altersklassen und bis zu 1-jähriger Luft- und Wassererhärtung; endlich Bestimmung der Kiesfestigkeit in 3 Altersklassen und 3 Mischungsverhältnissen bis zu 1-jähriger Luft- und Wassererhärtung.

Materialbedarf: 200 kg.

Gebührenbetrag:

| | |
|--------------------------------------|---------|
| Für eine einzelne Probe | Fr. 400 |
| Für 2 gleichzeitige Proben | » 640 |

b. Gewöhnliche Qualitätsprobe.

Chemische Analyse; Ermittlung des spezifischen und des Raumgewichtes, des Glühverlustes, der Abbindeverhältnisse und Temperaturerhöhung; Feststellung der Volumenbeständigkeitsverhältnisse und der Feinheit der Mahlung; Ermittlung der Selbstfestigkeit und normengemässen Sandfestigkeit für Zug und Druck in 5 Altersklassen und bis zu 1-jähriger Wassererhärtung.

Materialbedarf: 50 kg.

Gebührenbetrag:

| | |
|---|---------|
| Für eine einzelne Probe | Fr. 180 |
| Für 2 gleichzeitige Proben | » 320 |
| Preis eines Abonnements zu 3 Proben | » 430 |
| » » » 5 » | » 540 |

c. Reduzierte Qualitätsprobe.

Ermittlung des spezifischen und des Raumgewichtes, des Glühverlustes, der Abbindeverhältnisse und Temperaturerhöhung; Feststellung der Volumenbeständigkeitsverhältnisse und der Feinheit der Mahlung; Ermittlung der normengemässen Sandfestigkeit für Zug und Druck in 5 Altersklassen, bis zu 1-jähriger Wassererhärtung.

Materialbedarf: 25 kg.

Gebührenbetrag:

| | |
|--|---------|
| Für eine einzelne Probe | Fr. 100 |
| Für 2 gleichzeitige Proben | » 180 |
| Preis eines Abonnements für 3 Proben | » 240 |
| » » » 5 » | » 300 |

d. Normenprobe.

Ermittlung des spezifischen und des Raumgewichtes, des Glühverlustes, der Abbindeverhältnisse und Temperaturerhöhung; Feststellung der Volumenbeständigkeitsverhältnisse und der Feinheit der Mahlung; Ermittlung der normengemässen Sandfestigkeit für Zug und Druck in 2 Altersklassen, Wasserlagerung.

Materialbedarf: 10 kg.

Gebührenbetrag:

| | |
|--|--------|
| Für eine einzelne Probe | Fr. 50 |
| Für 2 gleichzeitige Proben | » 90 |
| Preis eines Abonnements für 3 Proben | » 120 |
| » » » 5 » | » 150 |
| » » » 10 » | » 250 |

**Materialbedarf und Gebührenbeträge für teilweise Untersuchungen
von Materialien der Kategorie D.**

| Untersuchung | Material bedarf für 1 Probe | Gebühren- betrag für 1 Probe | Gebühren- betrag für 2 gleich- zeitige Proben |
|---|--------------------------------------|---------------------------------------|---|
| | Kg. | Fr. | Fr. |
| Bestimmung des spezifischen Gewichtes und Glühverlustes | 1/2 | 8. — | 14. — |
| Bestimmung der Raumgewichte | 3 | 5. — | 8. — |
| Bestimmung der Abbindeverhältnisse und Tem- peraturerhöhung | 2 | 5. — | 8. — |
| Bestimmung der Volumenbeständigkeitsverhält- nisse | 2 | 8. — | 14. — |
| Bestimmung der Feinheit der Mahlung . . . | 1/2 | 2. 50 | 4. — |
| Bestimmung der Wasserdurchlässigkeitsverhält- nisse pro Mörtelsorte und Altersklasse . . | 3 | 5. — | 8. — |
| Bestimmung der Frost- und Wetterbeständig- keitsverhältnisse an Zug- und Druckprobe- körpern, einschliesslich der Bestimmung der Zug- und Druckfestigkeit pro Mörtelsorte . | 5 | 50. — | 90. — |
| Bestimmung der Frost- und Wetterbeständig- keitsverhältnisse an Zug- oder Druckprobe- körpern, einschliesslich der Bestimmung der Zug- und Druckfestigkeit pro Mörtelsorte . | 4 | 35. — | 60. — |
| Bestimmung der Frost- und Wetterbeständig- keitsverhältnisse, ohne Festigkeitsproben, pro Mörtelsorte | 3 | 25. — | 45. — |
| Bestimmung der Haftfestigkeit pro Mörtelsorte und Altersklasse | 3 | 10. — | 16. — |
| Bestimmung der Festigkeitsverhältnisse: | | | |
| 1. Bei Erzeugung der Probekörper in der Anstalt: | | | |
| a. Selbstfestigkeit auf Zug oder Druck pro Altersklasse | 3 | 7. 50 | 13. — |
| b. Sandfestigkeit auf Zug oder Druck pro Mörtelsorte und Altersklasse | 2 | 10. — | 16. — |
| 2. Bei Erzeugung der Probekörper ausserhalb der Anstalt: | | | |
| Zug- oder Druckfestigkeit pro Stück . . | — | 1. — | — |

| Untersuchung | Material- bedarf für 1 Probe | Gebühren- betrag für 1 Probe | Gebühren- betrag für 2 gleich- zeitige Proben |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
| | Kg. | Fr. | Fr. |
| Bestimmung der Kiesfestigkeit: | | | |
| 1. Bei Erzeugung der Probekörper in der Anstalt, pro Mischung und Altersklasse | 10 | 15. — | 24. — |
| 2. Bei Erzeugung der Probekörper ausserhalb der Anstalt, pro Stück | — | 5 — | — |
| Untersuchung der Qualität von Gips und Tripolith: | | | |
| vollständig mit chemischer Analyse . . | 15 | 75. — | 130. — |
| ohne chemische „ | 15 | 50. — | 80. — |

Kategorie E. Bauholz.

a. Umfassende Probe.

Feststellung des Verlaufs der Fasern, der Zahl und Beschaffenheit der Astknoten im Längenschnitt, der durchschnittlichen Jahrringbreite, der Änderungen der Ringbreite in der Richtung des Halbmessers, der Beschaffenheit der Holzringe, sowie des mittleren Verhältnisses des Herbstholzes zum Frühlingsholz; Ermittlung des Feuchtigkeitsgrades, der Dichte im Ablieferungszustande und nach Trocknung bei circa 105° C.; Bestimmung des Raumgewichtes, der Zug-, Druck-, Scher-, Biegungeleasticität und -festigkeit; Erhebung des Arbeitsdiagrammes für Biegungefestigkeit und Biegungearbeit an den Grenzen der charakteristischen Zustandsänderungen. Materialbedarf und Appretur der Probestücke sind durch ein besonderes Regulativ festgesetzt.

Gebührenbetrag für eine einzelne Probe Fr. 200.

b. Reduzierte Qualitätsprobe.

Ermittlung des Feuchtigkeitsgrades, der Druck- und Biegungefestigkeit; Erhebung des Arbeitsdiagrammes der Biegungefestigkeit.

Materialbedarf: Aus jedem zu prüfenden Balken 3 scharfkantige, ebenflächig bearbeitete prismatische Stäbe von 12 auf 12 cm. Querschnitt und 160 cm. Länge.

Gebührenbetrag:

| | |
|--|--------|
| Für eine einzelne Probe | Fr. 60 |
| Für 2 gleichzeitige Proben | » 100 |
| Preis eines Abonnements für 3 Proben | » 145 |
| » » » » 5 » | » 180 |

c. Besondere Untersuchungen

werden nach jeweiligen zu vereinbarem, besonderem Programme ausgeführt.

Bei jedem in die Kategorie *E* fallenden Auftrage soll dem Probematerial womöglich noch beigelegt werden:

1. Eine genaue Bezeichnung der Holzart.
2. Angabe des Alters und der Schlagzeit.
3. Angabe der Herkunft und der örtlichen Verhältnisse des Standortes (Süd- oder Nordhang, Höhe über Meer, aus geschlossenen Beständen oder vom Waldsaume etc.).
4. Geologische Verhältnisse des Standortes (Moräne, Molasse, Kalk, Thonschiefer etc.).

Kategorie F. Metalle.

Je nach den besonderen Bedürfnissen und nach den Verwendungsarten der Metalle können vom Auftraggeber Zug-, Druck-, Scher-, Biege- und Torsionsversuche sowohl mit Halb- und Fertigprodukten, als auch mit einzelnen Baukonstruktions- und Maschinenbestandteilen beantragt werden.

Die Festsetzung der Gebührenbeträge für die jeweiligen Aufträge unterliegt im allgemeinen den Bestimmungen von Art. 5 des Reglements. Zu festen Gebührenbeträgen werden folgende Proben ausgeführt:

a. Die umfassende Zug- oder Druckprobe.

Bestimmung des Elasticitätsmoduls, des Grenzmoduls, der Streckgrenze oder des Stauchbeginns, der Zug- oder Druckfestigkeit; Ermittlung der Grösse der Einschnürung, der Dehnungs- und Verkürzungsverhältnisse, der Deformationsarbeit.

Materialbedarf: 1 Probestab in Normalform.

Gebührenbetrag:

| | |
|--|--------|
| Für eine einzelne Probe | Fr. 10 |
| Für 2 gleichzeitige Proben | » 18 |
| Preis eines Abonnements für 3 Proben | » 25 |
| » » » » 5 » | » 38 |
| » » » » 10 » | » 60 |

b. Die gewöhnliche Qualitätsprobe auf Zug oder Druck.

Bestimmung der Streckgrenze oder des Stauchbeginns, der Zug- oder Druckfestigkeit; Ermittlung der Grösse der Einschnürung, der Dehnungs- oder Verkürzungsverhältnisse, der Arbeitskoeffizienten.

Materialbedarf: 1 Probestab in Normalform.

Gebührenbetrag:

| | |
|--|-------|
| Für eine einzelne Probe | Fr. 6 |
| Für 2 oder mehrere gleichzeitige Proben, pro Probe | » 5 |
| Preis eines Abonnements für 10 Proben | » 40 |
| » » » » 25 » | » 90 |
| » » » » 50 » | » 160 |
| » » » » 100 » | » 300 |

c. Die reduzierte Zug- oder Druckprobe.

Bestimmung der Zug- oder Druckfestigkeit des Materials.

Materialbedarf: 1 Probestab in Normalform.

Gebührenbetrag:

| | |
|---|----------|
| Für eine einzelne Probe | Fr. 3. — |
| Für 2 oder mehrere Proben, pro Probe | » 2. 50 |
| Preis eines Abonnements für 10 Proben | » 20. — |
| » » » » 25 » | » 45. — |

Anmerkung. Die Abonnementscoupons der gewöhnlichen Qualitätsprobe, Kategorie F, litt. b, haben auch für die reduzierte Zug- oder Druckprobe Gültigkeit. Für 1 Coupon der erstern werden 2 reduzierte Zug- oder Druckproben ausgeführt.

d. Die umfassende Biegeprobe.

Bestimmung der Elasticitätsmoduls, des Grenzmoduls, der Biegegrenze, der Biegefestigkeit; Ermittlung der Grösse der Durchbiegungen und der Deformationsarbeit bei den charakteristischen Zustandsänderungen oder Spannungszuständen des Materials.

Materialbedarf:

Bei Eisenbahnschienen: Gerade gerichtete Abschnitte von 1,20 m. Länge.

Bei Bauträgern, Zores- und andern Formeisen: Abschnitte von 1,60 m. Länge.

Bei Blechbalken: Stücke von 2,70 m. Länge (nach Zeichnung).

Bei Kupfer, Bronze und andern Legierungen: Barren quadratischen Querschnittes mit 5 cm. Seite und 1,10 m. Länge.

Gebührenbetrag:

| | |
|--|--------|
| Für eine einzelne Probe | Fr. 25 |
| Für 2 gleichzeitige Proben | » 45 |
| Für 3 und mehr gleichzeitige Proben, pro Probe | » 20 |

e. Die gewöhnliche Qualitätsbiegeprobe.

Bestimmung der Biegegrenze, der Biegungsfestigkeit, der Grösse der Durchbiegungen und der Deformationsarbeiten; Ermittlung der Biegungsfestigkeit an den Grenzen charakteristischer Zustandsänderungen oder Spannungszustände.

Materialbedarf:

Bei Eisenbahnschienen: Gerade gerichtete Abschnitte von 1,20 m. Länge.

Bei Walzträgern und andern Formeisen: Abschnitte von 1,60 m. Länge.

Bei Blechbalken: Stücke von 2,70 m. Länge (nach Zeichnung).

Bei Kupfer, Bronze und andern Legierungen: Barren quadratischen Querschnittes von 5 cm. Seite und 1,10 m. Länge.

Gebührenbetrag:

| | |
|---|-------|
| Für eine einzelne Probe | Fr. 6 |
| Für 2 oder mehrere Proben, pro Probe | » 5 |
| Preis eines Abonnements für 10 Proben | » 40 |
| » » » » 25 » | » 90 |

f. Die technologischen Qualitätsbiegeproben.

1. Gusseisen.

Ermittlung der Biegungsfestigkeit, der Durchbiegung und der Deformationsarbeit beim Bruch.

Materialbedarf: 3 vorschriftsgemäss gegossene Barren quadratischen Querschnittes von 3 cm. Seite und 110 cm. Länge.

Gebührenbetrag:

| | | |
|--|-----|-----|
| Für eine Probe (à 3 Barren) | Fr. | 18 |
| Für 2 gleichzeitige Proben | » | 30 |
| Preis eines Abonnements für 3 Proben | » | 45 |
| » » » » 5 » | » | 70 |
| » » » » 10 » | » | 120 |

2. Schmiedbares Eisen.

(Kaltbruchprobe, Rotbruchprobe, Härtebiegeprobe.)

Ermittlung der Biegsamkeit, des Biegewinkels, des Krümmungsradius der Nullschicht der Probe an der Biegestelle, des Biegungskoeffizienten.

Materialbedarf: 1 Probekörper in Normalform.

Gebührenbeträge:

| | Kaltbruch- probe | Rotbruch- oder Härtebiegeprobe |
|--|---------------------|-----------------------------------|
| Für eine einzelne Probe | Fr. 2. — | Fr. 3. — |
| Für 2 gleichzeitige Proben | » 3. — | » 4. — |
| Preis eines Abonnements für 3 Proben | » 4. 50 | » 6. 50 |
| » » » » 5 » | » 7. — | » 10. 50 |
| » » » » 10 » | » 12. — | » 18. — |

Anmerkung. Die Abonnementscoupons der gewöhnlichen Qualitäts-, Zug- oder Druckproben, Kategorie F, litt. b, haben auch für die technologischen Biegeproben Gültigkeit.

Für 1 Coupon der Kategorie F, litt. b, werden ausgeführt: 1 Gusseisen-Qualitätsbiegeprobe, 3 Kaltbruchproben, 2 Warmbruch- oder Härtebiegeproben.

g. Besondere Untersuchungen

werden nach jeweiligen zu vereinbarem Programme, die Bestimmung einzelner Eigenschaften und Wertzahlen dagegen zu nachfolgenden Gebührenbeträgen ausgeführt:

| | Für 1 einzelne Probe | Für 2 oder mehr gleichzeitige Proben, Pro Probe |
|---|-------------------------|---|
| Gebührenbeträge: | Fr. | Fr. |
| Bestimmung des spezifischen Gewichtes | 5. — | 4. — |
| Bestimmung der Schmiedbarkeit | 5. — | 4. — |
| Bestimmung der Schweissbarkeit an Zer- reissstäben | 10. — | 8. 50 |
| Bestimmung der Schweissbarkeit ohne Zerreissproben | 6. — | 5. — |

| Gebührenbeträge: | Für 1 einzelne | Für 2 oder mehr |
|--|----------------|----------------------|
| | Probe | gleichzeitige Proben |
| | Fr. | Fr. |
| Bestimmung der Stauchbarkeit . . . | 3. — | 2. — |
| Bestimmung der Scherfestigkeit des Nieteisens | 3. 50 | 2. 50 |
| Bestimmung der Zugfestigkeit von Draht bis 5 mm. Dicke, einschliesslich Be- stimmung der Deformationsarbeit . . | 3. — | 1. 50 |
| Bestimmung der Zugfestigkeit von Draht bis 5 mm. Dicke, ohne Bestimmung der Deformationsarbeit | 2. — | 1. — |
| Bestimmung der Torsionsfestigkeit von Draht bis 5 mm. Dicke, einschliesslich Bestimmung der Deformationsarbeit . | 3. — | 1. 50 |
| Bestimmung der Torsionsfestigkeit von Draht bis 5 mm. Dicke, ohne Bestim- mung der Deformationsarbeit | 2. — | 1. — |
| Bestimmung der Biegsamkeit von Draht (Umschlagprobe) | — 40 | — 20 |

Anmerkung. Die Abonnementscoupons der gewöhnlichen Qualitätsproben auf Zug oder Druck, Kategorie F, litt. b, haben auch für Stauchproben Gültigkeit; es werden für 2 Coupons dieser Art 3 Stauchproben ausgeführt.

Kategorie G. Draht- und Hanfseile, Treibriemen, Ketten etc.

Gewöhnliche Qualitätsprobe auf Zug.

Feststellung der äussern Beschaffenheit, der Konstruktions- und Gewichtsverhältnisse; Ermittlung der Feuchtigkeit und des Aschengehaltes bei Hanfseilen; Bestimmung der Dehnungsverhältnisse und der Zugfestigkeit.

Materialbedarf:

| Für 1 einfache Seilprobe, | Abschnitt von 2,5 m. Länge |
|--------------------------------|----------------------------|
| » 1 doppelte » | » » 6,0 » » |
| » 1 einfache Treibriemenprobe, | » » 1,5 » » |
| » 1 » Kettenprobe, | » » 1,0 » » |

| Gebührenbetrag: | Für eine Einzelprobe | Für eine Doppelprobe |
|--|-------------------------|-------------------------|
| Für Drahrundseile unter 3 cm. Dicke . . . | Fr. 20 | Fr. 35 |
| » » von 3 cm. Dicke u. darüber » | 25 | 45 |
| » Hanfrundseile unter 3 cm. Dicke . . . | » 15 | » 25 |
| » » von 3 cm. Dicke u. darüber » | 25 | 35 |

Anmerkung. Die zur Probe eingelieferten Drahrundseile sind nach Anleitung der Vorschriften des schweizerischen Eisenbahndepartements zu behandeln und an die Anstalt zu verfrachten.

Kategorie H. Schmier- und Anstrichöle, Anstrichmassen.

a. Mineralische Schmieröle.

Feststellung der Farbe und äussern Beschaffenheit; Bestimmung des specifischen Gewichts, der Viscosität bei 20 und 50° C., der Entflammungs- und Entzündungstemperatur, des Säuregehalts; qualitativer Nachweis des Gehaltes an Harz, Harzöl, vegetabilischen Ölen und Wasser.

b. Vegetabilische Schmieröle.

Feststellung der Farbe und äussern Beschaffenheit; Bestimmung des specifischen Gewichts, der Viscosität bei 20° C., der Jodzahl, der Verseifungszahl, des Gehalts an unverseifbaren Bestandteilen (Mineralöl, Harzöl, Harz), des Säuregehalts; Ermittlung der Farbenreaktionen.

c. Leinöl und Firnis.

Feststellung der Farbe und äussern Beschaffenheit; Ermittlung des specifischen Gewichts, der Viscosität bei 20° C., der Jodzahl beim Leinöl, der Verseifungszahl; Ermittlung des Verhaltens der alkoholischen Seifenlösung bei Wasserzusatz (zum Nachweis unverseifbarer Stoffe, wie Mineralöl, Harzöl, Harz u. dgl. m.); Nachweis von Rüböl; Ermittlung der Trocknungsdauer.

Materialbedarf: 1 kg. Öl.

| Gebührenbetrag: | | |
|--|--|--------|
| Für eine einzelne Probe | | Fr. 30 |
| Für 2 gleichzeitige Proben | | » 54 |
| Preis eines Abonnements für 3 Proben | | » 82 |
| » » » » 5 » | | » 105 |
| » » » » 10 » | | » 180 |

*d. Umfassende Untersuchung der Anstrichmassen
für Eisenkonstruktionen.*

Feststellung der Farbe; Ermittlung der Deckkraft, der Gewichtsänderungen beim Trockenprozess, des Stoffverbrauchs bei ein- und zweimaligem Anstrich, der Trocknungsdauer, der Säurebeständigkeit, der Zähigkeit und des Haftvermögens auf Schwarz-, Weiss- und Zinkblech nach fünfmonatlicher Luftlagerung bei ca. 15° C. mit und ohne 24-malige Frosteinwirkung; ferner nach zweimonatlicher Luftlagerung bei 15° C., hierauf 28-tägiger Luftlagerung bei 50° C. mit und ohne 24-malige Frosteinwirkung; Bestimmung der chemischen Zusammensetzung der Anstrichmasse bezüglich Vehikel, Farbkörper und Farbstoff, mit qualitativer Angabe der Zusammensetzung des Farbkörpers.

Materialbedarf: 10 kg. in strichgerechtem Zustande.

Gebührenbetrag:

| | |
|--|---------|
| Für eine einzelne Untersuchung | Fr. 120 |
| » 2 gleichzeitige Untersuchungen | » 210 |
| » 3 » » | » 290 |
| Preis eines Abonnements für 5 Untersuchungen | » 420 |
| » » » » 10 » | » 720 |

*e. Gewöhnliche Untersuchung der Anstrichmassen
für Eisenkonstruktionen.*

Feststellung der Farbe; Ermittlung der Deckkraft, der Gewichtsänderungen beim Trockenprozess, des Stoffverbrauchs bei ein- und zweimaligem Anstrich, der Trocknungsdauer, der Säurebeständigkeit, der Zähigkeit, des Haftvermögens auf Schwarz-, Weiss- und Zinkblech nach fünfmonatlicher Luftlagerung bei ca. 15° C. mit und ohne 24-malige Frosteinwirkung; ferner nach zweimonatlicher Luftlagerung bei 15° C., hierauf 28-tägiger Luftlagerung bei 50° C. mit und ohne 24-malige Frosteinwirkung.

Materialbedarf: 10 kg. in strichgerechtem Zustande.

Gebührenbetrag:

| | |
|--|---------|
| Für eine einzelne Untersuchung | Fr. 100 |
| » 2 gleichzeitige Untersuchungen | » 170 |
| » 3 » » | » 230 |
| Preis eines Abonnements für 5 Untersuchungen | » 320 |
| » » » » 10 » | » 520 |

Materialbedarf und Gebührenbeträge für teilweise Untersuchungen von Materialien der Kategorie H.

| U n t e r s u c h u n g | Material- bedarf für 1 Probe | Gebühren- betrag für 1 Probe | Gebühren- betrag für 2 gleich- zeitige Proben |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
| | Kg. | Fr. | Fr. |
| Bestimmung des spezifischen Gewichts der Öle (mittelst Pyknometer) | 0,10 | 8. — | 14. — |
| Bestimmung der Viscosität, pro Temperaturstufe | 1,00 | 8. — | 14. — |
| Bestimmung der Entflammungs- u. Entzündungs- temperatur | 0,50 | 5. — | 8. — |
| Bestimmung der Jodzahl | 0,10 | 10. — | 16. — |
| Bestimmung der Verseifungszahl | 0,10 | 7. — | 10. — |
| Bestimmung der Farbenreaktionen | 0,10 | 5. — | 8. — |
| Nachweis unverseifbarer Stoffe (Harz, Harzöl, Mineralöl) | 0,10 | 3. — | 4. — |
| Bestimmung der Trocknungsdauer eines Öles | 0,10 | 2. — | 3. — |
| Bestimmung der Trocknungsdauer einer An- strichmasse | 1,00 | 15. — | 26. — |
| Bestimmung des Verbrauchs an Farbe pr. Anstrich | 1,00 | 10. — | 18. — |
| Bestimmung der Deckkraft einer Anstrichmasse | 1,00 | 5. — | 8. — |
| Bestimmung der Säurebeständigkeit | 1,00 | 20. — | 36. — |
| Bestimmung der Zähigkeit und des Haftver- mögens pro Altersklasse, bei Lufttrocknung ohne Frostwirkung | 1,00 | 8. — | 12. — |
| Bestimmung der Zähigkeit und des Haftver- mögens pro Altersklasse, bei Lufttrocknung mit Frostwirkung | 1,00 | 20. — | 36. — |
| Bestimmung der Zähigkeit und des Haft- vermögens pro Altersklasse, bei künstlicher Trocknung ohne Frostwirkung | 1,00 | 15. — | 26. — |
| Bestimmung der Zähigkeit und des Haft- vermögens pro Altersklasse, bei künstlicher Trocknung mit Frostwirkung | 1,00 | 30. — | 50. — |

Kategorie J. Papier.

a. Umfassende Probe.

Bestimmung der Farbe, der Dicke und Gewichtsverhältnisse; mikroskopische Feststellung der Faserarten, Nachweis von Chlor und freier Säure; Bestimmung des Aschengehalts und der qualitativen Zusammensetzung der Asche; Ermittlung des Widerstandes gegen Zerknittern, der Zugfestigkeit und der Dehnungsverhältnisse nach zwei Richtungen, der Leimfestigkeit.

Materialbedarf:

10 Bogen Kanzleiformat ($22\frac{1}{2} \times 36\frac{1}{2}$ cm.).

Gebührenbetrag:

| | |
|--|--------|
| Für eine einzelne Probe | Fr. 20 |
| Für 2 gleichzeitige Proben | » 36 |
| Preis eines Abonnements für 5 Proben | » 80 |
| » » » » 10 » | » 140 |

b. Gewöhnliche Qualitätsprobe.

Bestimmung der Farbe, des Aschengehalts und der qualitativen Zusammensetzung der Asche; Ermittlung des Widerstandes gegen Zerknittern, der Zugfestigkeit und Dehnungsverhältnisse nach zwei Richtungen.

Materialbedarf:

8 Bogen Kanzleiformat ($22\frac{1}{2} \times 36\frac{1}{2}$ cm.).

Gebührenbetrag:

| | |
|--|--------|
| Für eine einzelne Probe | Fr. 15 |
| Für 2 gleichzeitige Proben | » 26 |
| Preis eines Abonnements für 5 Proben | » 60 |
| » » » » 10 » | » 105 |

Materialbedarf und Gebührenbeträge für teilweise Untersuchungen von Papier.

| Untersuchung | Materialbedarf pro Probe | Gebührenbetrag für 1 Probe | Gebührenbetrag für 2 gleichzeitige Proben |
|--|--------------------------|----------------------------|---|
| | | Fr. | Fr. |
| Bestimmung d. Farbe, Oberflächenbeschaffenheit | 1 Bogen | 1. 50 | 2. — |
| Bestimmung der Dicke und Gewichtsverhältnisse | 1 » | 2. — | 3. — |
| Mikroskopische Feststellung der Faserarten | 1 » | 5 — | 8. — |
| Nachweis von Chlor und freier Säure | 1 » | 10. — | 16. — |
| Bestimmung des Aschengehalts und der qualitativen Zusammensetzung der Asche | 1 » | 5. — | 8. — |
| Zugfestigkeit und Dehnungsmasse nach zwei Richtungen, pro Probe und Richtung | 5 » | — 50 | — 80 |

**Materialbedarf und Gebührenbeträge für chemische Analysen
der verschiedenen Materialien.**

a. Für vollständige Analysen.

| | Materialbedarf | Ohne | Mit |
|--|----------------|--------------|----------|
| | | Alkalien | Alkalien |
| | | Fr. | Fr. |
| Thon | 0,5 kg | 35 | 50 |
| Kalkstein oder Mergel | 0,5 » | 35 | 50 |
| Sandstein | 0,5 » | 35 | 50 |
| Schiefer | 1 Platte | 35 | — |
| Schlacken oder Schlackencement . . | 0,5 » | 35 | 50 |
| Kalk oder Cement | 0,5 » | 25 | 40 |
| Gusseisen (5 Stoffe) | 0,2 kg | in Stückform | 45 |
| Stahl oder schmiedbares Eisen (5 Stoffe) | 0,2 » | | 40 |
| Bronze oder Messing (4—5 Stoffe) . | 0,2 » | | 45 |
| Zinn oder Zink (3—4 Stoffe) | 0,2 » | | 40 |
| Holz cement (nach Fresenius) | 0,5 kg | | 25 |
| Anstrichmasse | 1,0 » | 25 | — |
| Steinkohlen | 0,5 » | 45 | — |

b. Für einzelne Bestimmungen.

1. Bei mineralischen Materialien.

| | | |
|--|--|--------|
| Eine Fresenius'sche Grenzwertbestimmung in Kalk oder Cement | | Fr. 20 |
| Eine Bestimmung des Gehalts an Kieselsäure | | » 5 |
| » » » » » Thonerde | | » 8 |
| » » » » » Eisen | | » 5 |
| » » » » » Kalk | | » 10 |
| » » » » » Magnesia | | » 15 |
| » » » » » Kohlensäure | | » 5 |
| » » » » » Schwefelsäure | | » 5 |
| » » » » » Schwefel | | » 6 |
| » » » » » Alkalien | | » 15 |
| » » » » » Kohlenstoff u. Wasserstoff in Kohle | | » 25 |
| Eine Bestimmung des Gehalts an Stickstoff in Kohle | | » 5 |
| » » » » » gesamten Gehalts an Schwefel in Kohle | | » 6 |

| | |
|---|--------|
| Eine Bestimmung des unverbrennlichen Schwefels in Kohle | Fr. 10 |
| Eine Bestimmung des verbrennlichen Schwefels in Kohle » | 10 |
| » » » Aschengehalts in Kohle | 7 |
| » » » Pyrits in Schiefer | 6 |

2. Bei Metallen.

| | |
|--|--------|
| Eine Bestimmung des Gehalts an Kohlenstoff | Fr. 15 |
| » » » » Silicium | » 10 |
| » » » » Schwefel | » 8 |
| » » » » Phosphor in Eisen | » 12 |
| » » » » » in Legierungen | » 15 |
| » » » » Mangan | » 8 |
| » » » » Arsen | » 15 |
| » » » » Aluminium | » 10 |
| » » » » Kupfer | » 12 |
| » » » » Antimon und Bismut | » 25 |
| » » » » Zinn und Antimon | » 25 |
| » » » » Zink | » 15 |
| » » » » Zinn | » 10 |
| » » » » Antimon | » 10 |
| » » » » Blei | » 10 |

Vorstehendes Reglement tritt am 1. Januar 1896 in Kraft und ersetzt dasjenige vom 7. Dezember 1891 (s. Bundesbl. 1892 I, 473).

Zürich, den 28. Oktober 1895.

Im Namen des schweiz. Schulrates,

Der Präsident:

H. Bleuler.

Der Sekretär:

G. Baumann.

6. Methoden der Material-Untersuchungen.

a. Chemisch-analytische Methoden.

Zusammengestellt von Dr. S. Frankfurt, Chemiker der Anstalt.

Die Art der Analyse wird durch die Zusammensetzung sowie durch die Bestimmung der zu untersuchenden Materialien bedingt. Hinsichtlich der Zusammensetzung lassen sich die in das Arbeitsgebiet der Materialprüfungs-Anstalt fallenden Stoffe in folgende Gruppen einteilen:

I. Kieselsäurehaltige Materialien.

a) Mit Salzsäure unzersetzbar:

1. Thon,
2. Mergel,
3. Sandstein,
4. Schiefer,
5. Natürliche Puzzolane und Trasse,
6. Produkte der keramischen Industrie (Backsteine, Dachziegel, Boden- und Wandbekleidungsplatten).

b) Mit Salzsäure zersetzbar:

1. Künstliche Puzzolane (Hochofenschlacke),
2. Puzzolan-Cemente (Schlackencemente),
3. Produkte der Industrie der Bindemittel (Cemente, Kalke).

II. Kieselsäurefreie Materialien, resp. Materialien, die an Kieselsäure arm sind.

1. Kalkstein und Dolomit,
2. Gyps.

III. Roheisen und schmiedbares Eisen.

IV. Metalllegierungen.

1. Aluminiumbronze,
2. Aluminiummessing,
3. Ferroaluminium,
4. Phosphorkupfer,

5. Phosphorbronze,
6. Lagermetalle,

V. Org. Materialien.

1. Mineralöle,
2. Vegetabilische Schmieröle,
3. Leinöl und Firnis,
4. Steinkohlenpech und Holzceмент,
5. Asphalt,
6. Steinkohle.

Beschreibung der Methoden.

Eine unerlässliche Bedingung für die Zuverlässigkeit der Resultate ist, abgesehen von allem anderen, die Prüfung der bei der Analyse angewendeten Reagentien auf ihre Reinheit. Sollte es nicht möglich sein, sich völlig reine Chemikalien zu verschaffen, so überzeugt man sich durch einen sogenannten blinden Versuch, wieviel von dem zu bestimmenden Stoff in der für die Analyse nötigen Quantität des entsprechenden Reagens enthalten ist, und bringt die erhaltene Zahl vom Gesamtergebnis in Abzug.

I. Kieselsäurehaltige Materialien.

a. Mit Salzsäure unzersetzbar.

1. Thon.

Bei der Untersuchung der Thone kommen in Anwendung:

- a.* die Schlämmanalyse,
- β.* die Gesamtanalyse,
- γ.* die Rückstandsanalyse,
- δ.* die rationelle Analyse.

a. Die Schlämmanalyse.

Die Schlämmanalyse hat den Zweck, ungefähr die Quantität der gröberen Bestandteile (Sand) im Thon zu ermitteln und letztere qualitativ nach der Korngrösse zu trennen. Dazu kommt der *E. Schöne'sche* Apparat zur Anwendung.

Dieser Apparat besteht (Jul. Post. Chemisch-technische Analyse II. B., S. 37) aus einem gläsernen Schlämmltrichter A bis G (Fig. 1). In dem Hals dieses Schlämmltrichters steht

mittelst eines Kautschukstöpsels die an ihrem unteren Ende Z-förmig gebogene Röhre H I K L, das sogenannte Piëzometer. Das Piëzometer ist aus einer Barometerröhre angefertigt, deren äusserer Durchmesser 7 bis 10 mm, deren innerer aber möglichst genau 3 mm betragen soll.

Die Abflussröhre H I K ist bei I unter einem Winkel von $40-45^\circ$ gebogen; grösser darf der Winkel nicht sein. Das Knie bei I soll möglichst scharf, d. h. der Bogen möglichst kurz sein, ohne dass dadurch das Innere der Röhre verengt würde.

Das Knie bei K muss wo möglich noch schärfer sein, so dass die Achse des Piëzometers K L annähernd in das Centrum der Öffnung bei K fällt.

Form und namentlich Grösse der Ausflussöffnung bei K sind sehr wichtig. Letztere soll möglichst kreisrund sein, abgeschmolzene Ränder und einen Durchmesser von ca. 1,5 mm haben; sie muss in jedem Falle bei der vorliegenden Stellung der Röhre am tiefsten Punkte der Biegung angebracht sein, so dass der ausfliessende Wasserstrahl ein wenig schräg nach unten gerichtet ist.

Die Röhre L K ist parallel dem Schenkel H I, die Teilung an derselben in Centimeter ausgeführt, deren Nullpunkt im Centrum der Ausströmungsöffnung bei K liegt; sie beginnt mit dem ersten Centimeter und zwar sind eingeteilt

| | | | | |
|---------------|-----|----|----|----------------------------|
| die Länge von | 1—5 | cm | in | Millimeter |
| » | » | » | » | 5—10 |
| » | » | » | » | » $\frac{1}{4}$ Centimeter |
| » | » | » | » | 10—50 |
| » | » | » | » | » $\frac{1}{2}$ » |
| » | » | » | » | 50—100 |
| » | » | » | » | » $\frac{1}{1}$ » |

Fig. 2 zeigt den Apparat, wie er gewöhnlich im Laboratorium zur Anwendung gelangt. Lässt man Wasser in den Apparat

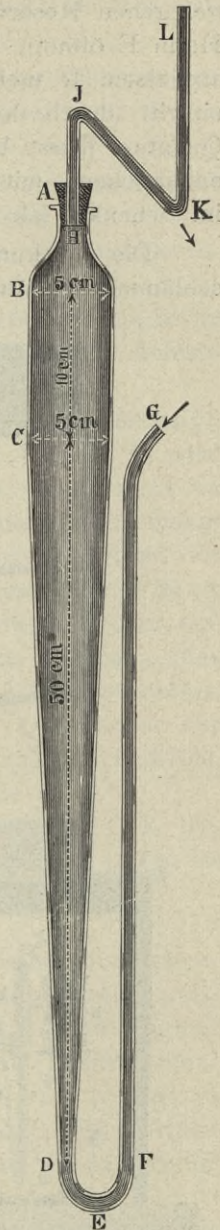


Fig. 1.

einfließen (indem man den Schlämmtrichter mit einem höher gelegenen Reservoir C mittelst Schlauch e verbindet und den Hahn E öffnet), so wird dasselbe in a b ansteigen und bei L abfließen. Je mehr Wasser in den Schlämmtrichter zeiteinheitlich eintritt (durch den Hahn E regulierbar), ein um so grösseres Quantum fliesst bei L zeiteinheitlich aus. Der Geschwindigkeit entsprechend, mit welcher das Wasser bei L ausströmt, hält sich im Schenkel k k eine Wassersäule in constanter Höhe.

Die Wirkungsart des Apparates ist derart, dass die zu schlammende Masse bei A in den Schlämmtrichter eingefüllt wird.

Indem man den Hahn E öffnet, wird die Masse durch das strömende Wasser in der Richtung von unten nach oben aufgeführt. Die gröberen Anteile bleiben unten bei a liegen, die feinen halten sich in dem Raum b schwebend, die feinsten Teile werden mit fortgeführt und fließen bei L aus. Je grösser das bei L zeiteinheitlich ausfliessende Wasserquantum ist, um so grösser wird die Korngrösse der vom strömenden Wasser mit übergeführten Partikelchen sein.

Nach *Sege*r's Vorschlag wurden beim Schlämmen des Thones im Schöne'schen Apparat folgende Grenzen angenommen:

1. Teile, welche bei einer Stromgeschwindigkeit von 0,18 mm per Sekunde übergeführt werden, sollen als *Thonsubstanz* bezeichnet werden; Korngrösse soll im Maximum 0,01 mm betragen.

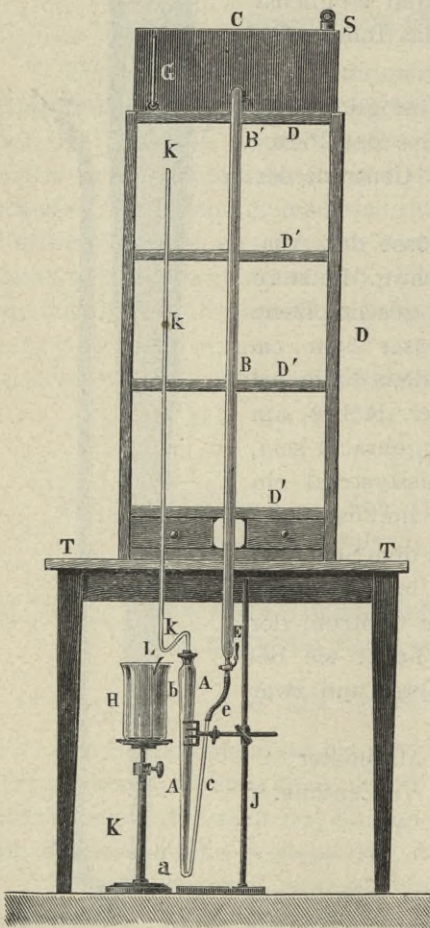


Fig. 2.

2. Das bei einer Stromgeschwindigkeit von 0,70 mm per Sekunde Übergeführte bezeichnet man als *Schluff*; die Maximal Korngrösse soll 0,025 mm Durchmesser haben.

3. Das bei einer Stromgeschwindigkeit von 1,50 mm per Sekunde Übergeführte wird als *Staubsand* bezeichnet, dessen Maximal Korngrösse 0,04 mm betragen darf.

4. Als *Feinsand* bezeichnet man den im Schlämmtrichter verbleibenden Rest, 0,04 Durchmesser bis 0,2 mm.

5. Als *Grobsand* die Korngrössen mit über 0,2 mm Durchmesser.

Soll der Apparat zum ersten Mal gebraucht werden, so ist es notwendig, die massgebenden Durchschnitte selbst zu kontrollieren. Dies geschieht in folgender Weise:

Der Schlämmtrichter wird in vertikaler Stellung befestigt. Man füllt ihn dann ungefähr bis C (Fig. 1) mit Wasser. G wird durch Schlauch mit Quetschhahn verschlossen; man macht an der Stelle, wo das Wasser bei C abgrenzt, eine Marke, indem man einen längeren Streifen Papier dicht unter dem Rand des unteren Wasserspiegels aufklebt, füllt mittelst einer Pipette 50 cc. Wasser bei A ein und klebt wieder einen Streifen Papier auf, der wieder die untere Grenze des Wasserspiegels markiert. Dies wiederholt man bis ungefähr zur Höhe B des Schlämmtrichters.

Die vertikale Entfernung zwischen den Oberkanten der Papierstreifen wird gemessen, ist der Teil CB wirklich cylindrisch, so dürfen jene Abstände nicht sehr abweichende sein.

Ist F der Querschnitt im cylindrischen Teil C B des Schlämmraumes, h die Höhe der Wassersäule von 50 cc, so ist

$$F = \frac{50}{h}.$$

Die den unter 1—5 angegebenen Korngrössen entsprechenden Stromgeschwindigkeiten werden durch die Wasserstandshöhen im Piëzometerrohr abgelesen. Soll eine Geschwindigkeit von 0,18 mm per Sekunde eingehalten werden (Thonsubstanz), so entspricht das einer Höhe im Piëzometerrohr, bei welcher in 5 Minuten 5,4 F cc aus der Knieöffnung ausfliessen. Diese Höhe wird notiert; in der gleichen Weise ermittelt man die Höhen für die anderen angegebenen Stromgeschwindigkeiten.

Zur Ausführung der Schlämmanalyse wiegt man 50 gr des getrockneten Thones ab, übergiesst die Masse in einer Porzellan-

schale mit 200—300 cc Wasser, kocht 1—2 Stunden lang unter öfterem Umrühren und giesst die Brühe durch ein kleines Sieb mit Blechmantel, dessen Messingdrahtnetz eine Maschenweite von 0,2 mm haben soll, in ein Becherglas. Das auf dem Sieb Zurückbleibende wird zerrieben, die nicht losgelösten Teile mittelst der Spritzflasche nachgespült. Die trübe thonige Masse giesst man bei A in den Apparat hinein, setzt den Stöpsel mit Piëzometer auf und öffnet den Hahn E zunächst nur sehr wenig. Beginnt die Flüssigkeit aus dem Piëzometer abzufließen, so stellt man die für die Thonsubstanz ermittelte Höhe ein und sammelt die Flüssigkeit so lange, bis sie ganz klar abfließt. Dann wechselt man das Becherglas und stellt die Stromgeschwindigkeit ein, die dem Schluff entspricht, u. s. w.

Die abgeschlämmten Teile lässt man in den Gläsern sich absetzen, zieht das überstehende Wasser mittelst eines Hebers ab, spült den Bodensatz in eine gewogene Schale, trocknet auf dem Wasserbade und wägt.

Zuletzt nimmt man Stöpsel und Piëzometer heraus, kehrt den Schlämmtrichter um und spült mit einem kräftigen Wasserstrom die im Apparat verbliebene Masse in ein untergestelltes Gefäss heraus. Aus diesem bringt man den Streusand in eine gewogene Schale, um einzutrocknen und zu wägen.

β. Durch die *Gesamtanalyse* wird die totale Zusammensetzung des Thons ermittelt.

Bestimmung der Feuchtigkeit.

Man trocknet 1—2 gr der Substanz auf gewogener Uhrschale bei ca. 120° bis zum konstanten Gewicht. Der Gewichtsverlust ist gleich der Feuchtigkeit.

Bestimmung des Glühverlustes.

Man bringt die getrocknete Substanz in einen gewogenen Platintiegel, setzt denselben ca. 10 Minuten der Flamme des Bunsenbrenners, hernach 30 Minuten dem Gebläse aus, lässt im Exsiccator erkalten und wiegt. Die Gewichtsabnahme oder der Glühverlust besteht aus chemisch gebundenem Wasser, Bitumen und Kohlensäure. Wenn letztere bestimmt ist, wird sie vom Glühverlust in Abzug gebracht.

Bestimmung der Kohlensäure.

Die Kohlensäure kann nach verschiedenen Methoden bestimmt werden, entweder auf gravimetrischem oder volumetrischem Wege. Von den gravimetrischen Methoden wird als die zuverlässigste diejenige von *Kolbe* (unter Benutzung des Apparates von *Fresenius*, verbessert von *Classen*) benützt. Die Kohlensäure wird in mit Natronkalk gefüllten Röhren absorbiert. Der Gehalt ergibt sich aus der Gewichtszunahme der Röhren. Der Apparat besteht aus folgenden Teilen:

Dem Entwicklungskolben (zweckmässig *Erlenmeyer'sche* Form), ca. 200—300 cc. fassend, mit dreifach durchbohrtem Kautschukpfropfen. Durch dessen Bohröffnungen gehen: 1. Ein Kühlrohr, das in dem vom Kühlwasser umspülten Teile möglichst weit sein soll. Dasselbe setzt sich fort nach den Trocken- und Absorptionsapparaten. 2. Ein Einflussrohr mit Hahntrichter für die Zersetzungssäure. 3. Ein bis auf den Boden des Kolbens gehendes Zuleitungsrohr, durch welches mittelst Gasometerdrucks kohlensäurefreie Luft zur Verdrängung der im Kolben befindlichen Kohlensäure eingeleitet werden kann. An den Kühler schliessen sich zunächst 3 U-Rohre. Die Rundung des ersten ist mit Glasperlen und conc. Schwefelsäure gefüllt, das 2. und 3. mit karbonisiertem Chlorcalcium. Alle drei dienen zum Trocknen der durchstreichenden Gase. Das Karbonisieren, d. h. Sättigen des Chlorcalciums mit Kohlensäure geschieht dadurch, dass man Kohlensäure aus einem *Kipp'schen* Apparate durchstreichen, dann 12 Stunden unter Kohlensäuredruck stehen lässt und den Überschuss von Kohlensäure wieder durch Durchleiten von Luft entfernt. Es folgt sodann das erste Absorptionsrohr, ganz mit Natronkalk gefüllt; sodann das zweite, zur Hälfte mit Natronkalk, zur Hälfte mit Chlorcalcium gefüllt (zum Zurückhalten allfällig aus dem ersten ausgetriebener Feuchtigkeit), zum Schluss ein Schutzrohr mit Chlorcalcium gegen Einflüsse beim allfälligen Rückgange des Gasstromes.

Gang der Bestimmung. Man wiegt aus einem Kugelhörchen je nach dem mutmasslichen Gehalt an Kohlensäure 0,1—0,5 gr Substanz in den Entwicklungskolben, überschichtet mit Wasser, setzt den Kolben an den Kühler, stellt die Verbindung mit den gewogenen Absorptionsröhren her und lässt Salzsäure (1 : 2) durch den Trichterhahn Zutreten. Sodann kocht

man 10 Minuten, bis in Röhre 1 keine Blasen mehr durchzudringen vermögen, leitet dann 30 Minuten lang einen mässig raschen Strom von kohlensäurefreier Luft durch den Apparat, lässt die Absorptionsröhren einige Zeit geschlossen im Wagezimmer stehen und wiegt sie zusammen. Die Gewichtszunahme zeigt Kohlensäure in Gramm an. Es ist zweckmässig mit 2 Paar Absorptionsröhren zu wechseln.

Volumetrische Bestimmung nach Prof. Lunge und Marchlewsky.

Der hiezu konstruierte Apparat gestattet durch Benutzung des Gasvolumeters von Lunge die Bestimmung der Kohlensäure ohne Reduktionstabellen.

Der Apparat, vergl. Fig. 3, besteht aus folgenden Teilen: Das Entwicklungskölbchen A von 30 cc. Inhalt, verschlossen durch einen doppelt gebohrten Kautschukpfropfen, durch dessen eine Bohrung das Rohr des Trichterhahnes a geht, kommuniziert mittelst der Kapillare b mit dem Gasmessrohr B, welches 150 cc. fasst. Dasselbe ist oben abgeschlossen durch den Glashahn c, dessen zwei schiefe Bohrungen einerseits die Verbindung mit der Kapillare, anderseits mit dem Orsatrohr E (Absorptionsrohr) ermöglichen. Letzteres ist mit einer Lösung von 1 Teil Ätznatron in 3 Teilen Wasser etwas mehr als zur Hälfte gefüllt.

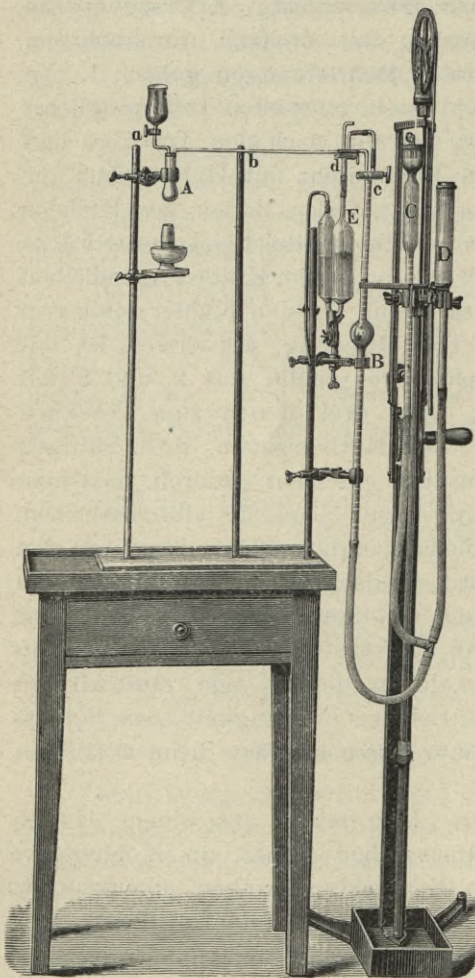


Fig. 3.

Unten kommuniziert B durch ein T-Rohr und starkwandige Kautschukschläuche mit dem Reduktionsrohr C, welches unterhalb der Erweiterung eine Teilung von 100 bis 130 cc. besitzt und ein für allemal ein solches Volum von feuchter Luft enthält, als 100 cc. davon bei 0° und 760 mm in trockenem Zustand einnehmen würden. Dies macht alle Reduktionstabellen überflüssig. Zu oberst geht es in eine becherartige Erweiterung über, welche vom eigentlichen Rohr durch einen eingeschliffenen Griffstopfen abgeschlossen ist, der aber durch eine seitliche Höhlung mit entsprechender Fortsetzung in der Wandung des Rohres dennoch eine zeitweilige Kommunikation des eingeschlossenen Teiles mit der äussern Luft gestattet. Diese Kommunikation kann durch eine Vierteldrehung des Stopfens sofort aufgehoben werden. Durch diese Einrichtung ist eine bequeme und rasche Neueinstellung des Reduktionsrohres ermöglicht. Um ein Entweichen oder Ansaugen von Luft durch den Schliff des Stopfens zu verhüten, wenn die Luft im Reduktionsrohr unter Druck oder Saugung steht, ist der Becher mit Quecksilber gefüllt und überdies durch einen Kautschukpfropfen verschlossen, der auf den Griff des Stopfens drückt. Das Reduktionsrohr sitzt mit dem als Pumpe dienenden Niveaurohr D in derselben Gabelklammer, und zwar so, dass sich C und D sowohl einzeln wie gemeinschaftlich verschieben lassen. Das System B, C, D ist mit Quecksilber gefüllt. Die Verschiebung geschieht mittelst Aufzugsrolle mit Kurbelantrieb und es kann das ganze System durch Einhängen einer Sperrklinke in ein Zahnrad in beliebiger Höhe arretiert werden. Für feine Einstellungen befindet sich hinten eine Stellschraube mit Gabel, durch deren Bewegung eine grössere oder geringere Spannung des Aufzugseiles aus Stahldraht bewirkt wird. Am untern Ende der Führungsstange verhindert ein Kautschukring das harte Aufschlagen der Doppelklammer. Endlich ist noch zu erwähnen das an der letztern angebrachte Visierlineal mit Wasserwaage.

Zur ersten Einstellung des Apparates muss das Reduktionsrohr C so behandelt werden, dass es ein für allemal eine solche Menge feuchter Luft enthält, dass diese in trockenem Zustande bei 0° C. und 760 mm Barometerstand 100 cc. einnehmen würde. Man füllt B, C, D etwa zur Hälfte mit Quecksilber, wobei der Hahn c und die Verbindung des Reduktionsrohres mit Aussen

(e) offen sind, bringt in C ein Tröpfchen Wasser und stellt nun das Quecksilber in C auf denjenigen Punkt, dass obige Forderung erfüllt ist. Dieser Punkt wird aus dem Stande eines dicht neben C aufgehängten Celsiusthermometers t und dem gleichzeitigen Barometerstande b (wobei die direkte Ablesung bei Temperaturen unter 13° um 1 mm, bei 13 bis 20° um 2 mm, bei 20 bis 25° um 3 mm zu verringern ist) nach folgender Formel berechnet:

$$\frac{100 \times (273 + t) 760}{273 (b - t + 2)}$$

Steht das Quecksilber in C auf der berechneten Höhe, so schliesst man das Reduktionsrohr durch Drehung des Griffstopfens ab, schüttet Quecksilber in den Becher, drückt den Kautschukpfropfen auf, und überzeugt sich, ob das Quecksilber in C auch nach dieser Manipulation noch auf der berechneten Höhe steht.

Die Bestimmung der Kohlensäure selbst wird wie folgt ausgeführt: Nachdem man sich durch einen blinden Versuch (der ganz wie die nachfolgend beschriebene Bestimmung ausgeführt wird, und wobei natürlich die Ablesung vor und nach der Absorption genau dieselbe sein muss) überzeugt hat, dass sämtliche Hähne und Verbindungen dicht verschliessen, wird das Kölbchen A gereinigt und namentlich alle Säure herausgewaschen. Dann bringt man die abgewogene Substanz hinein, und fügt dazu etwa 0,08 gr feinsten Aluminiumdraht, welcher zur Entwicklung von etwas über 100 cc. Wasserstoff hinreichen soll. Man setzt nun das Kölbchen mit dem Messrohr in Verbindung und evacuiert möglichst die Luft aus A durch 3—4maliges Absaugen mittelst Senken des Niveauröhres D und Ausstossen der nach B übergetretenen Luft durch Heben von D. Nun lässt man durch das Füllrohr einige cc. Säure (reine HCl, vorher mit dem 3fachen Volum ausgekochten Wassers verdünnt) nach A eintreten und erwärmt mit der Spirituslampe gelinde etwa 2 Minuten. Hierauf lässt man wieder etwas Säure eintreten, erwärmt nochmals 2 Minuten und wiederholt dies nochmals. Dabei wird die Kohlensäure frei gemacht, zugleich aber durch das Aluminium eine Menge von Wasserstoff entbunden und hierdurch sowie durch die Luftverdünnung alle in der Flüssigkeit

gelöste Kohlensäure ausgetrieben. Während dessen muss D immer so gestellt sein, dass das Quecksilber darin tiefer als in B steht. Wenn alles Aluminium gelöst und die Flüssigkeit klar geworden ist, lässt man so viel Säure zufließen, dass sie bis an den Hahn c kommt, schliesst diesen und wartet 10 Minuten zur Temperaturengleichung. Inzwischen nimmt man A und die Kapillare ab, reinigt sie und trifft die übrigen Vorbereitungen für einen zweiten Versuch. Nun stellt man C und D so, dass das Quecksilber in C auf 100 cc. und zugleich genau so hoch wie in B steht, liest den Stand von B ab, führt behufs Absorption der Kohlensäure das Gas dreimal nach E hin und zurück. (Bevor dies begonnen wird, muss die Lauge durch Blasen in den einen Schenkel des Orsatrohres getrieben werden, so dass sie bis an den Hahn d reicht, welcher nun erst so gestellt wird, dass er mit dem Messrohr kommuniziert. Wird der Apparat nicht gebraucht, so nimmt man zweckmässig den Hahnschlüssel von d ganz heraus, da er leicht festharzt). Schliesslich lässt man die Lauge wieder bis Hahn d steigen, stellt C und D auf das neue Volum in B (C natürlich wieder zugleich auf 100) ein und liest ab (bei grössern Mengen von Kohlensäure wartet man auch diesmal einige Minuten zur Ausgleichung der Temperatur). Etwas übergetretenes Wasser schadet nicht; man liest stets an den Quecksilberkuppen ab. — Der Unterschied der beiden Ablesungen vor und nach Behandlung mit Natronlauge bedeutet cc. Kohlensäure, reduziert auf 0° C. und 760 mm; mit 1,966 multipliziert erhält man das Gewicht der Kohlensäure, mit 4,454 multipliziert dasjenige des kohlensauren Kalkes in Milligramm. Ist nun p die abgewogene Substanz, n die Zahl cc. gefundene Kohlensäure, so enthält die Substanz $\frac{n \times 0,1966}{p}$ Prozent Kohlensäure

oder $\frac{n \times 0,4454}{p}$ Prozent kohlensauren Kalk. Will man diese

Rechnung sich ersparen, so wägt man passende Gewichtsmengen der zu prüfenden Substanz ab. Will man z. B. die Prozente von Kohlensäure direkt ablesen, so wägt man ab:

- | | |
|-------------------------------|---|
| bei kalkreichen Mergeln | 0,1966 gr; 1 cc. = 1% CO ₂ , |
| » weniger kalkreichen Mergeln | 0,3932 gr; 1 cc. = 0,5% CO ₂ , |
| » kalkarmen Mergeln | 1,966 gr; 1 cc. = 0,1% CO ₂ . |

Will man die Prozente von kohlensaurem Kalk direkt ablesen, so wägt man ab:

| | | |
|-------------------------------|-------------------------|----------------------|
| bei reinem Kalkstein | 0,1782 gr; 1 cc. = 2,5% | Ca CO ₃ , |
| » kalkreichen Mergeln | 0,2227 gr; 1 cc. = 2,0% | » |
| » weniger kalkreichen Mergeln | 0,4454 gr; 1 cc. = 1,0% | » |
| » kalkarmen Mergeln | 2,227 gr; 1 cc. = 0,2% | » |

Diesen Apparat wenden wir neuerdings regelmässig an, weil er durchaus genaue Resultate giebt und trotz seiner scheinbaren Kompliziertheit sehr schnelles und leichtes Arbeiten gestattet.

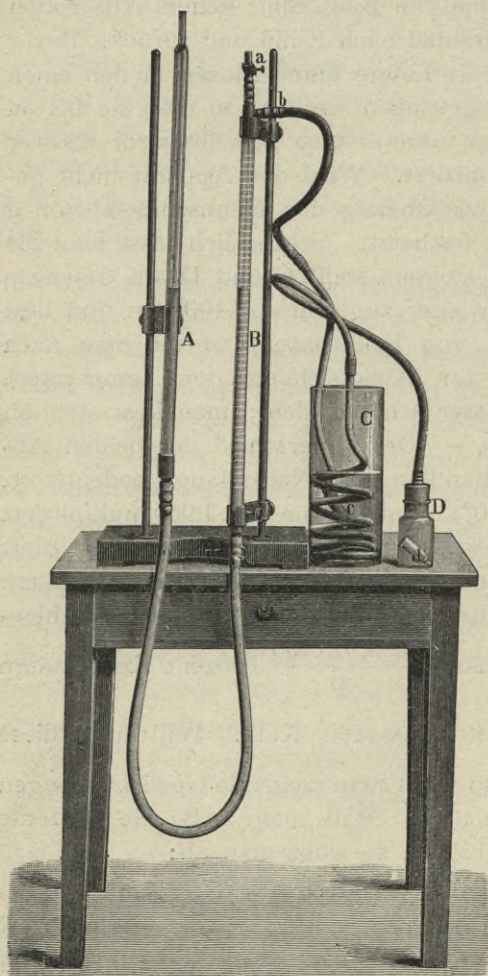


Fig. 4.

Volumetrische Bestimmung mittelst des Apparates von *Dietrich* und der zugehörigen Tabellen. Der Apparat vergl. Fig. 4, besteht aus folgenden Teilen:

1. Einem Stativ, bestehend aus mit Blei ausgegossener Holzplatte und zwei eisernen Ständern.
2. Dem Gasentwicklungsgefäss D mit inwendig abgeschliffenem Halse.
3. Dem Gläschen d von ca. 10 cc. Inhalt, mit einer Marke, bis zu der es genau 5 cc. fasst.
4. Der bleiernen Kühlschlange c, welche in mehreren Windungen im Glasgefäss C liegt. Das kürzere Ende derselben ist durch einen dickwandigen Kautschukschlauch und einen Kautschukpfropfen mit dem Gasentwicklungsgefäss so verbunden, dass die Länge des Schlauches

gestattet, das Entwicklungsgefäß D sowohl in das Kühlgefäß C als auch auf den Arbeitstisch zu stellen. 5. Dem Gasmessrohr B mit Einteilung in $\frac{1}{5}$ cc. von 0 bis 100. In der eisernen Fassung am obern Ende befindet sich eine seitliche eiserne Röhre b, welche durch einen Kautschukschlauch mit dem längern Ende der Bleischlange verbunden ist. Die Röhre B selbst endigt in einem kurzen Kautschukschlauch mit Quetschhahn a. 6. Der Niveauröhre A von gleicher Länge und gleichem Kaliber wie B, am Stativ und in der Klammer beweglich; das untere Ende ist mit dem untern Ende von A durch einen Kautschukschlauch verbunden. 7. Als Sperrflüssigkeit dient reines Quecksilber.

Die Operationen sind folgende: Man prüft den Apparat auf seine Dichtigkeit, indem man bei geschlossenem Entwicklungsgefäß und geöffnetem Quetschhahn das Quecksilber auf 0 einstellt, dann den Quetschhahn schliesst, die Röhre A senkt und festschraubt und nun beobachtet, ob nach Verlauf von einigen Minuten kein weiteres Sinken des Quecksilbers stattfindet. Man wägt nun eine gute Durchschnittsprobe der gepulverten Substanz ab und schüttet die Probe in das reine und trockene Entwicklungsgefäß D, füllt nun das Gläschen d genau bis zur Marke mit Salzsäure von 1,12 spezifischem Gewicht, stellt es ohne auszu-giessen in das Entwicklungsgefäß, schliesst dieses fest mit dem Kautschukpfropfen und stellt es in das Kühlgefäß C, welches seit einiger Zeit mit Wasser fast gefüllt im Versuchsraume stand. Man wartet bis zur Temperatenausgleichung und stellt das Quecksilber in B durch Öffnen und nachheriges Schliessen des Quetschhahnes a auf 0 ein. Nun fasst man mit der linken Hand die am Stativ in der Klammer locker geschraubte Röhre A, mit der rechten das Entwicklungsgefäß D, giesst mit einem Male die ganze Salzsäure durch Neigen des Entwicklungsgefäßes auf die zu zersetzende Substanz und schüttelt um. Gleichzeitig senkt man mit fortschreitender Kohlensäureentwicklung die Röhre A, setzt das Entwicklungsgefäß in das Kühlgefäß, schraubt, wenn die Entwicklung vorüber ist, die Röhre A so fest, dass das Quecksilberniveau in A tiefer als in B steht, lässt eine Minute verstreichen und schüttelt noch einmal um. Zum Ablesen stellt man beide Niveaus in gleiche Höhe, liest bei B ab und beobachtet nun die Temperatur des Kühlwassers und den Barometerstand.

II.

Tabelle für die Gewichte

der zu untersuchenden Substanz, wenn ein Kubikcentimeter Kohlensäure ein Prozent kohlen-sauren Kalk anzeigen soll
bei 690 bis 750 Millimeter-Barometerstand und den Temperaturen von 10 bis 25 Grad Celsius.

Millimeter

| | | 690 | 692 | 694 | 696 | 698 | 700 | 702 | 704 | 706 | 708 | 710 | 712 | 714 | 716 | 718 | 720 | 722 | 724 | 726 | 728 | 730 | 732 | 734 | 736 | 738 | 740 | 742 | 744 | 746 | 748 | 750 | |
|-------------------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------|-----------------|
| Temperatur nach Celsius | 10 ⁰ | 0,3863 | 0,3874 | 0,3885 | 0,3897 | 0,3908 | 0,3919 | 0,3930 | 0,3942 | 0,3953 | 0,3965 | 0,3976 | 0,3987 | 0,3999 | 0,4010 | 0,4022 | 0,4033 | 0,4044 | 0,4055 | 0,4067 | 0,4078 | 0,4090 | 0,4101 | 0,4112 | 0,4124 | 0,4135 | 0,4146 | 0,4158 | 0,4170 | 0,4180 | 0,4192 | 0,4203 | 10 ⁰ |
| | 11 ⁰ | 0,3846 | 0,3857 | 0,3868 | 0,3880 | 0,3891 | 0,3902 | 0,3913 | 0,3925 | 0,3936 | 0,3948 | 0,3959 | 0,3970 | 0,3981 | 0,3993 | 0,4004 | 0,4015 | 0,4026 | 0,4038 | 0,4049 | 0,4060 | 0,4072 | 0,4083 | 0,4094 | 0,4106 | 0,4117 | 0,4128 | 0,4140 | 0,4151 | 0,4162 | 0,4173 | 0,4185 | 11 ⁰ |
| | 12 ⁰ | 0,3828 | 0,3839 | 0,3851 | 0,3862 | 0,3874 | 0,3885 | 0,3896 | 0,3907 | 0,3919 | 0,3930 | 0,3941 | 0,3952 | 0,3963 | 0,3975 | 0,3986 | 0,3997 | 0,4008 | 0,4020 | 0,4031 | 0,4042 | 0,4054 | 0,4065 | 0,4076 | 0,4087 | 0,4099 | 0,4110 | 0,4121 | 0,4132 | 0,4144 | 0,4155 | 0,4166 | 12 ⁰ |
| | 13 ⁰ | 0,3811 | 0,3823 | 0,3833 | 0,3845 | 0,3856 | 0,3867 | 0,3878 | 0,3889 | 0,3901 | 0,3912 | 0,3923 | 0,3934 | 0,3945 | 0,3957 | 0,3968 | 0,3979 | 0,3991 | 0,4002 | 0,4013 | 0,4024 | 0,4036 | 0,4047 | 0,4058 | 0,4069 | 0,4080 | 0,4092 | 0,4103 | 0,4114 | 0,4125 | 0,4137 | 0,4148 | 13 ⁰ |
| | 14 ⁰ | 0,3794 | 0,3805 | 0,3816 | 0,3827 | 0,3838 | 0,3849 | 0,3860 | 0,3871 | 0,3883 | 0,3894 | 0,3905 | 0,3916 | 0,3927 | 0,3939 | 0,3950 | 0,3961 | 0,3973 | 0,3984 | 0,3995 | 0,4006 | 0,4017 | 0,4029 | 0,4040 | 0,4051 | 0,4062 | 0,4074 | 0,4085 | 0,4096 | 0,4107 | 0,4118 | 0,4130 | 14 ⁰ |
| | 15 ⁰ | 0,3776 | 0,3787 | 0,3798 | 0,3810 | 0,3821 | 0,3832 | 0,3843 | 0,3854 | 0,3866 | 0,3877 | 0,3888 | 0,3899 | 0,3910 | 0,3921 | 0,3932 | 0,3943 | 0,3954 | 0,3965 | 0,3977 | 0,3988 | 0,3999 | 0,4010 | 0,4021 | 0,4032 | 0,4044 | 0,4055 | 0,4066 | 0,4077 | 0,4088 | 0,4099 | 0,4110 | 15 ⁰ |
| | 16 ⁰ | 0,3758 | 0,3769 | 0,3780 | 0,3792 | 0,3803 | 0,3814 | 0,3825 | 0,3836 | 0,3847 | 0,3858 | 0,3869 | 0,3880 | 0,3891 | 0,3903 | 0,3914 | 0,3925 | 0,3936 | 0,3947 | 0,3958 | 0,3969 | 0,3980 | 0,3992 | 0,4003 | 0,4014 | 0,4025 | 0,4036 | 0,4047 | 0,4058 | 0,4069 | 0,4081 | 0,4092 | 16 ⁰ |
| | 17 ⁰ | 0,3740 | 0,3751 | 0,3762 | 0,3774 | 0,3785 | 0,3796 | 0,3807 | 0,3818 | 0,3829 | 0,3840 | 0,3851 | 0,3862 | 0,3873 | 0,3884 | 0,3895 | 0,3906 | 0,3918 | 0,3929 | 0,3940 | 0,3951 | 0,3962 | 0,3973 | 0,3984 | 0,3995 | 0,4006 | 0,4017 | 0,4028 | 0,4039 | 0,4050 | 0,4061 | 0,4072 | 17 ⁰ |
| | 18 ⁰ | 0,3722 | 0,3733 | 0,3744 | 0,3756 | 0,3767 | 0,3778 | 0,3789 | 0,3800 | 0,3811 | 0,3822 | 0,3833 | 0,3844 | 0,3855 | 0,3866 | 0,3877 | 0,3888 | 0,3899 | 0,3910 | 0,3921 | 0,3932 | 0,3943 | 0,3954 | 0,3965 | 0,3976 | 0,3987 | 0,3998 | 0,4009 | 0,4020 | 0,4031 | 0,4042 | 0,4053 | 18 ⁰ |
| | 19 ⁰ | 0,3704 | 0,3715 | 0,3726 | 0,3737 | 0,3748 | 0,3759 | 0,3770 | 0,3781 | 0,3792 | 0,3803 | 0,3814 | 0,3825 | 0,3836 | 0,3847 | 0,3858 | 0,3869 | 0,3880 | 0,3891 | 0,3902 | 0,3913 | 0,3924 | 0,3935 | 0,3946 | 0,3957 | 0,3968 | 0,3979 | 0,3990 | 0,4001 | 0,4012 | 0,4023 | 0,4034 | 19 ⁰ |
| | 20 ⁰ | 0,3686 | 0,3697 | 0,3708 | 0,3719 | 0,3730 | 0,3741 | 0,3752 | 0,3763 | 0,3773 | 0,3784 | 0,3795 | 0,3806 | 0,3817 | 0,3828 | 0,3839 | 0,3850 | 0,3861 | 0,3872 | 0,3883 | 0,3894 | 0,3905 | 0,3916 | 0,3927 | 0,3938 | 0,3949 | 0,3960 | 0,3971 | 0,3982 | 0,3993 | 0,4004 | 0,4015 | 20 ⁰ |
| 21 ⁰ | 0,3667 | 0,3678 | 0,3689 | 0,3700 | 0,3711 | 0,3722 | 0,3733 | 0,3744 | 0,3754 | 0,3765 | 0,3776 | 0,3787 | 0,3798 | 0,3809 | 0,3820 | 0,3831 | 0,3842 | 0,3855 | 0,3864 | 0,3875 | 0,3886 | 0,3897 | 0,3908 | 0,3919 | 0,3929 | 0,3940 | 0,3951 | 0,3962 | 0,3973 | 0,3984 | 0,3995 | 21 ⁰ | |
| 22 ⁰ | 0,3649 | 0,3660 | 0,3671 | 0,3681 | 0,3692 | 0,3703 | 0,3714 | 0,3725 | 0,3735 | 0,3746 | 0,3757 | 0,3768 | 0,3779 | 0,3790 | 0,3801 | 0,3812 | 0,3823 | 0,3834 | 0,3844 | 0,3855 | 0,3866 | 0,3877 | 0,3888 | 0,3899 | 0,3910 | 0,3921 | 0,3932 | 0,3943 | 0,3953 | 0,3964 | 0,3975 | 22 ⁰ | |
| 23 ⁰ | 0,3630 | 0,3641 | 0,3652 | 0,3662 | 0,3673 | 0,3684 | 0,3695 | 0,3706 | 0,3716 | 0,3727 | 0,3738 | 0,3749 | 0,3760 | 0,3770 | 0,3781 | 0,3792 | 0,3803 | 0,3814 | 0,3825 | 0,3836 | 0,3847 | 0,3857 | 0,3868 | 0,3879 | 0,3890 | 0,3901 | 0,3912 | 0,3922 | 0,3933 | 0,3944 | 0,3955 | 23 ⁰ | |
| 24 ⁰ | 0,3610 | 0,3620 | 0,3632 | 0,3642 | 0,3653 | 0,3664 | 0,3675 | 0,3686 | 0,3696 | 0,3707 | 0,3718 | 0,3729 | 0,3740 | 0,3750 | 0,3761 | 0,3772 | 0,3783 | 0,3794 | 0,3805 | 0,3816 | 0,3826 | 0,3837 | 0,3848 | 0,3859 | 0,3870 | 0,3881 | 0,3891 | 0,3902 | 0,3913 | 0,3924 | 0,3935 | 24 ⁰ | |
| 25 ⁰ | 0,3591 | 0,3602 | 0,3613 | 0,3623 | 0,3634 | 0,3645 | 0,3656 | 0,3667 | 0,3677 | 0,3688 | 0,3699 | 0,3710 | 0,3720 | 0,3731 | 0,3741 | 0,3752 | 0,3763 | 0,3774 | 0,3785 | 0,3796 | 0,3806 | 0,3817 | 0,3828 | 0,3839 | 0,3850 | 0,3860 | 0,3871 | 0,3882 | 0,3893 | 0,3904 | 0,3914 | 25 ⁰ | |

Millimeter

Temperatur nach Celsius

Das direkt im Apparat abgelesene Resultat ist nun in allen Fällen zu niedrig, weil ein gewisses Volumen Kohlensäure von der Entwicklungsflüssigkeit absorbiert wird. Das absorbierte Volumen ist bei gleich grossen Entwicklungen konstant und wächst mit der Entwicklung. Die vorstehende Tabelle I gibt nun in cc. dasjenige Volumen Kohlensäure an, welches bei Entwicklungsmengen von 1—100 cc. von den 5 cc. Zersetzungssäure absorbiert wird. Man sucht in der obern Reihe die durch Ablesung gefundene Zahl und zählt dann die darunter stehende entsprechende Zahl der absorbierten cc. dazu. Bei Bruchteilen der Entwicklungsmenge unter 0,5 cc. nehme man die zur nächstniedrigen Zahl zugehörige Absorptionsmenge, bei solchen über 0,5 cc. die zur nächst höhern ganzen Zahl gehörige Absorptionsmenge an, da dieselbe bei einer Mehrentwicklung von 1 cc. nur um ein ganz Geringes wächst.

Will man den prozentischen Gehalt einer Substanz an kohlen-saurem Kalk ohne Rechnung finden, d. h. soll 1 cc. Kohlensäure (entwickelte plus absorbierte nach Tabelle I) 1% kohlen-sauren Kalk anzeigen, so benutzt man Tabelle II. Man bestimmt die Temperatur des Kühlwassers vor dem Versuch, liest den Barometerstand ab, und sucht in der Tabelle die dem Barometerstande und der beobachteten Temperatur entsprechende Grösse der Einwage der zu untersuchenden Substanz. Dann gibt die Zahl der nach der Entwicklung abgelesenen, plus den bei der Entwicklung absorbierten Gasmenge in cc. den Prozentgehalt der Substanz an kohlen-saurem Kalk an.

Beispiel: Temperatur des Kühlwassers 21° C.

Barometerstand 748 mm.

Demnach Einwage nach Tabelle II 0,398 gr.

Entwickelt 36,3 cc. Kohlensäure

Absorbiert nach Tabelle I 5,17 cc. »

Gesamtvolumen 41,47 cc. »

also enthält die Substanz 41,47% kohlen-sauren Kalk. Enthält eine Substanz voraussichtlich weniger als 50% CaCO_3 , so kann man die Einwage verdoppeln; da alsdann 2 cc. $\text{CO}_2 = 1\% \text{CaCO}_3$ sind, so ist das gefundene Gesamtvolumen durch 2 zu dividieren, um die gewünschte Prozentzahl zu erhalten.

Bestimmung der beigemengten Kohle.

Ist die Kohlenbeimengung eine bedeutende, so ist eine Bestimmung derselben geboten, da erstere von grossem Einfluss auf die Porosität sowie auf die Schwindung sein kann. Diese Bestimmung wird durch Überführen des Kohlenstoffs in Kohlen-säure und Wägen oder Messen derselben nach einer von den beim Eisen unten beschriebenen Methoden ausgeführt.

Durch die vorstehenden Methoden wird die Zusammensetzung der beim Glühen sich verflüchtigenden Bestandteile ermittelt. Die Analyse der nicht flüchtigen Bestandteile des Thons besteht in der Ermittlung des Gehaltes an SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , CaO , MgO , SO_3 und Alkalien.

Bestimmung der Kieselsäure, Thonerde, des Eisenoxyds, des Manganoxyduls, des Kalks, der Magnesia, der Schwefelsäure und Trennung dieser Bestandteile von einander.

1,5—2 gr des bei 120° bis zum konstanten Gewicht getrockneten Thons werden in einem Platintiegel mit der 8- bis 10-fachen Menge reinen kohlen-sauren Natrons innig gemischt, hierauf eine $\frac{1}{2}$ Stunde auf dem Bunsenbrenner, schliesslich auf dem Gebläse ge- glüht, bis die geschmolzene Masse keine Gasausscheidung mehr zeigt. Man setzt den Tiegel aufs Gebläse erst dann, wenn die Gefahr des Überschäumens vorbei ist. Der glühende Tiegel wird schnell auf eine blank geputzte Eisenplatte zum Abkühlen gestellt; dadurch erreicht man, dass die Schmelze sich leicht aus dem Tiegel herauslöst. Man bringt sie alsdann in eine Porzellanschale, fügt noch die vom Putzen des Tiegels resultierende Flüssigkeit hinzu, überdeckt mit einem Uhr- glase und übergiesst mit mässig verdünnter Salzsäure, worauf die Schale auf das kochende Wasserbad gestellt wird. Durch vorsichtiges Zerdrücken der Masse mit einem Glasstab gelingt es, die Auf- lösung der Schmelze zu beschleunigen. Das Ende der Zersetzung erkennt man am Verschwinden von harten, beim Draufdrücken Kohlen-säure entwickelnden Partien. Hierauf nimmt man das Uhr- glas, nachdem man es etwas abgespült, ab, entwässert den Inhalt der Schale bis zur Staubtrockne, erhitzt $\frac{1}{2}$ Stunde auf dem Luftbade bei 120° , lässt erkalten und übergiesst mit mässig verdünnter Salzsäure. Man lässt aufkochen, nimmt von der Flamme herunter und decantiert wiederholt mit heissem

Wasser, dem man anfangs etwas Salzsäure zusetzt. Viel Salzsäure ist zu vermeiden, da einerseits die Kieselsäure nicht ganz in Salzsäure unlöslich ist, andererseits muss später, bei der Fällung der Sesquioxyde, die Salzsäure mit Ammoniak neutralisiert und das entstandene Chlorammonium aus dem Niederschlag ausgewaschen werden, was bekanntlich mit Schwierigkeiten verbunden ist.

Die Flüssigkeit wird durch ein aschenfreies Filter in einen 250 cc. fassenden Masskolben filtriert, schliesslich der Niederschlag aufs Filter gebracht, bis zum Verschwinden der Cl-Reaktion ausgewaschen und im Platintiegel feucht verbrannt.

Man beachte, dass die Hitze unterm Tiegel erst gesteigert wird, wenn das Filter verkohlt ist, sonst können bedeutende Verluste eintreten.

Das Filtrat wird nach dem Erkalten bis zur Marke aufgefüllt, und in 50 cc. die weiteren Bestimmungen ausgeführt.

Sofern der Gehalt an *Manganoxydul* sehr gering ist oder 2% nicht übersteigt, was aus der Färbung einer Schmelzprobe mit Soda ungefähr ermittelt werden kann, genügt Fällung der Sesquioxyde mit CO₂-freiem Ammoniak bei Gegenwart von viel Ammonsalzen, in deren Überschuss Mangan gelöst bleibt. Ist der Thon manganfrei oder enthält er nur geringe Mengen derselben, so wird das Filtrat direkt zum Fällen des Kalks verwendet, andernfalls fällt man mit Schwefelammonium Mangansulfid, lässt den Niederschlag über Nacht absitzen, filtriert ihn ab, wäscht mit Ammonchlorid- und Ammonsulfid-haltigem Wasser, trocknet, bringt in einen Porzellantiegel, äschert das Filter ein und fügt die Filterasche zu, glüht das Ganze bei Luftzutritt vor dem Gebläse, wiegt als Mn³O₄ und rechnet auf MnO um.

Ist der Mangangehalt grösser als 2%, so wendet man zur Trennung von den Sesquioxyden die Acetatmethode an. Die Lösung wird mit Ammonkarbonat neutralisiert, bis eben ein bleibender Niederschlag entsteht; dieser wird mit einigen Tropfen Essigsäure gelöst, sodass die Lösung genau neutral ist. Nun wird eine gesättigte Lösung von Ammonacetat zugesetzt und mit kochendem Wasser bis zum Liter verdünnt. Thonerde und Eisenoxyd scheiden sich als basische Acetate ab. Sie werden abfiltriert, nochmals in verdünnter HCl gelöst, wieder mit NH₃ gefällt, filtriert und das Filtrat dem ersten zugefügt. In den vereinigten Filtraten bestimmt man Mangan wie oben.

In einer 2. Portion von 50 cc. wird das Eisenchlorid durch Zink zu Chlorür reduziert und mit einer auf Blumendraht eingestellten Lösung von Kaliumpermanganat bis zur eben bleibenden Rotfärbung titriert, das gefundene Eisen auf *Eisenoxyd* umgerechnet und dieses von der Summe der Sesquioxyde abgezogen. Die Differenz entspricht der *Thonerde*. Um die störenden Wirkungen der in der Lösung befindlichen HCl zu eliminieren, setzt man vor der Titration zu der Flüssigkeit 20 cc. einer Mangansulfatlösung (1 Teil kryst. MnSO_4 auf 5 H_2O).

Ist die Bestimmung des Mangans nicht ausgeführt worden, so wird das Filtrat von den Sesquioxyden nach Eindampfen auf ein geeignetes Volumen direkt zum Fällen des Kalks verwendet, andernfalls benutzt man das Filtrat von der Manganfällung, welches zur Befreiung vom Schwefel mit Salzsäure angesäuert, eingedampft, mit Wasser aufgenommen und filtriert wird; nach der Neutralisation mit Ammoniak wird das Filtrat zum Sieden erhitzt, mit siedender Ammonoxalatlösung und hierauf mit ein paar Tropfen NH_3 versetzt und dadurch Kalk als Calciumoxalat gefällt. Der Niederschlag wird einige Stunden auf dem Wasserbad, sodann bis am andern Tag stehen gelassen, abfiltriert, sehr gut mit heissem Wasser gewaschen, verbrannt und scharf vor dem Gebläse geglüht; dadurch wird das Calciumoxalat (CaC_2O_4) in *Calciumoxyd* (CaO) übergeführt und als solches gewogen. Das Filtrat wird soweit nötig eingedampft, erkalten gelassen, und durch Zusatz von Ammoniak, Ammonchlorid, Natriumphosphat (Na_2HPO_4) sowie schliesslich wieder Ammoniak die Magnesia als Magnesiumammoniumphosphat (MgNH_4PO_4) gefällt. Man filtriert nach 12 St. ab, trocknet den Niederschlag, löst ihn soweit als möglich vom Filter, äschert letzteres in der Platinspirale ein, fügt die Filterasche zum Niederschlag, führt das Ganze durch Glühen in Magnesiumpyrophosphat ($\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$) über und berechnet auf *Magnesiumoxyd*.

Die *Schwefelsäure* wird in einer neuen Portion von 50 cc. bestimmt; man verdünnt mit dem gleichen Volumen Wasser, erhitzt bis zum Sieden, fällt mit kochender Chlorbariumlösung und lässt einige Stunden auf kochendem Wasserbade stehen, hierauf filtriert man durch ein doppeltes aschenfreies Filter, wäscht sorgfältig mit heissem Wasser aus, das schwach mit Salzsäure angesäuert ist und verbrennt auf einem Bunsenbrenner nass in

einem gewogenen Tiegel; aus dem gewogenen Bariumsulfat wird SO_3 berechnet.

Ist die Summe der bei der Analyse gefundenen Bestandteile weniger als 100, so wird die Differenz als *Alkalien* in Rechnung gestellt.

In einigen Fällen ist die Ausführung der direkten Bestimmung der Alkalien geboten; man verfährt alsdann wie folgt:

1,5—2 gr werden mit Salzsäure und Flusssäure auf dem Wasserbade im Platinschälchen aufgeschlossen und hierauf mit Schwefelsäure auf einer kleinen Flamme bis zur Trockne eingedampft. Der Rückstand wird mit konzentrierter Salzsäure aufgenommen, wobei kein knirschender Absatz bleiben darf; ist dies der Fall, so giesst man das Klare soweit als möglich ab und unterwirft den Rückstand einer neuen Behandlung mit Fluorwasserstoff; hierauf werden mit reiner Ätzbarytlösung in geringem Überschuss Schwefelsäure, Thonerde, Eisenoxyd und Magnesia abgeschieden; das Filtrat von den Fällungen wird mit kohlensaurem Ammoniak bei gelinder Wärme behandelt, nach dem Abfiltrieren des neuen Niederschlages die Flüssigkeit angesäuert, eingedampft, der Salmiak durch gelindes Glühen verjagt, dann der gelöste Rückstand nochmals mit kohlensaurem Ammoniak ebenso behandelt, bis die Chloralkalien rein erhalten werden. Nun löst man wiederum in wenig Wasser, fügt überschüssiges Platinchlorid hinzu, verdampft auf dem Wasserbade fast bis zur Trockne, behandelt mit Weingeist von 80 Vol-Proz., sammelt den Niederschlag auf einem gewogenen Filter, wäscht mit Weingeist aus, trocknet, wägt als Kaliumplatinchlorid und berechnet auf *Kaliumoxyd*. Das Natrium, das sich im Filtrat befindet, ergibt sich, wenn man die Menge des Kaliumchlorids von der Gesamtsumme der Chloride abzieht. Die erhaltene Zahl wird auf *Natriumoxyd* umgerechnet.

γ. Die Rückstandsanalyse.

Die Rückstandsanalyse hat den Zweck, die in verdünnter Salzsäure löslichen Bestandteile des Thones von den unlöslichen zu trennen; man verfährt dabei in folgender Weise:

1,5—2 gr des bei 120° getrockneten Thones werden wiederholt in einer Porzellanschale mit 25 cc. verdünnter Salzsäure (1 Teil HCl vom spec. Gew. 1,19 auf 3 Teile Wasser) ausgekocht und

die Flüssigkeiten durch ein aschenfreies Filter in einen 250 cc. fassenden Masskolben gegossen.

Die Behandlung mit Salzsäure wird fortgesetzt, bis letztere sich auch bei anhaltendem Kochen nicht mehr gelb färbt; man bringt alsdann den Rest auf's Filter, wäscht ihn sorgfältig mit heissem Wasser aus, verbrennt feucht zuerst auf dem Bunsenbrenner, dann auf dem Gebläse und wiegt. Alsdann wird der Rückstand mit Natriumkarbonat aufgeschlossen und ganz genau nach der gleichen Methode analysiert, wie sie oben bei der Gesamtanalyse angegeben ist; vergl. Seite 66.

Das saure Filtrat wird auf 250 cc. aufgefüllt; 50 cc. werden der Flüssigkeit entnommen, auf dem Wasserbade eingedampft, bei 120° gedarrt und in der schon beschriebenen Weise darin Kieselsäure, Thonerde, Manganoxydul, Kalk und Magnesia bestimmt. In einer zweiten Portion von 50 cc. wird die Schwefelsäure nach dem üblichen Verfahren bestimmt.

*δ. Bestimmung von Quarzsand und nicht verwitterten Mineralteilen.
(Rationelle Analyse).*

(Nach Post, chem.-techn. Analyse, II S. 64).

Man erhitzt 1—2 gr der Substanz während 10—12 Stunden in einer Platinschale mit einer reichlichen Menge Schwefelsäure derart, dass die letztere zum Schluss beinahe, aber nicht vollständig verdampft ist. Man lässt erkalten, verdünnt mit Wasser, wäscht den ungelösten Rückstand (A+B) aus, bringt ihn noch feucht in eine Platin- oder Porzellanschale und behandelt ihn mit einer kochenden Sodalösung. Diese Behandlung mit Schwefelsäure und Soda wiederholt man so oft, bis kochende Sodalösung aus dem Rückstand keine Kieselsäure mehr auflöst. Man filtriert jedesmal sehr heiss (unter Benutzung eines Heisswassertrichters) durch ein gewogenes Filter ab. Das Ungelöste wäscht man erst mit heissem Wasser, dann — um jede Spur von anhaftendem Natriumkarbonat zu entfernen — mit sehr verdünnter Salzsäure, endlich wieder mit reinem Wasser aus. Den Rückstand auf dem Filter trocknet man bei 120° und wägt ihn (A). Das alkalische Filtrat säuert man mit Salzsäure an und bestimmt die darin enthaltene Kieselsäure (B), wie auf S. 66 angegeben ist. Ist nun A+B gleich dem Kieselsäuregehalt, der durch Aufschliessen der Substanz mit Natriumkarbonat ermittelt worden ist, so ist

das Unlösliche (A) reiner Quarzsand. Ist $A+B$ grösser als der in der Gesamtanalyse gefundene Kieselsäuregehalt, so ist dies ein Beweis dafür, dass ein Teil des Sandes aus unverwitterten oder nur oberflächlich angegriffenen Feldspat-, Glimmer- etc. Trümmern besteht.

Bequemer ist folgende von *Sege*r (chem.-techn. Untersuchungsmethoden von Böckmann 1893¹⁾) angegebene Methode.

5 gr des ungebrannten Thones werden in einer Porzellanschale mit 100—150 cc Wasser aufgeweicht und unter Zusatz von 2 cc Natronlauge unter Kochen im Wasser fein verteilt. Nach dem Abkühlen der Flüssigkeit, werden dann etwa 25 cc. konzentrierte Schwefelsäure zugesetzt und mit aufgelegtem Uhrglase unter lebhaftem Kochen so lange erhitzt, bis Schwefelsäure beginnt abzurauchen. Hiedurch wird neben der Umwandlung des kohlen-sauren Kalks in schwefelsauren, nur das Thonerdesilicat, die sogenannte Thonsubstanz ($Al_2O_3, 2 Si O_2 \times 2 H_2 O$) aufgeschlossen, die eigentlichen Thonbestandteile zersetzt und in Kieselsäure und schwefelsaure Thonerde umgewandelt. Der vorhandene Quarz, sowie das Feldspatpulver bleiben dagegen unangegriffen.

Die erhaltene Masse wird nun nach dem Verdünnen mit Wasser durch Dekantieren von der Hauptmenge der Schwefelsäure und schwefelsauren Thonerde befreit, darauf zweimal abwechselnd mit Natronlauge und Salzsäure ausgekocht. Der Rückstand wird auf einem Filter gesammelt, mit verdünnter Salzsäure ausgewaschen, dann gegläht und gewogen. Das Gewicht stellt den Quarz und Feldspat dar, der Verlust ist Thon-substanz plus kohlen-saurer Kalk (wird aus den bei der Gesamt-analyse erhaltenen Zahlen berechnet.)

Quarz plus Feldspat wird darauf mit Schwefelsäure und Flusssäure aufgeschlossen, eine Bestimmung von Thonerde durch Fällen mit Ammoniak, Wiederauflösen und nochmaliges Ausfällen ausgeführt und die Menge des Feldspates aus der vorhandenen Thonerde berechnet (1 Teil Thonerde = 6.41 Feldspat.)

Die so ermittelten Mineraltrümmer, abgezogen von dem oben bezeichneten unlöslichen Rückstände, geben den *Quarz*, sowie Mineraltrümmer und Quarz, abgezogen von dem angewendeten Thon die sogenannte *Thonsubstanz*.

1) Nach C. Bischoff die feuerfesten Thone etc. 1895

Die Berechnung der Analyse.

Aus den bei der Analyse gefundenen Zahlen wird die Zusammensetzung des *Thones* in folgender Weise berechnet:

Die für SO_3 gefundene Zahl wird als Gyps berechnet, die dem letztern entsprechende Zahl des Calciumoxyds vom Gesamtkalk abgezogen und der Rest als kohlenaurer Kalk in Rechnung gestellt; bleibt noch ein Rest von Kohlensäure übrig, so wird derselbe als kohlenaurer Magnesia berechnet, der Rest vom gesamtan Magnesiumoxyd als solches in Rechnung gestellt. Falls die Analyse in der lufttrockenen Substanz ausgeführt wurde, so wird auch die Feuchtigkeit mit in der Summe angeführt; ist die Substanz vor der Analyse bei 120° getrocknet worden, so werden nur die näheren Bestandteile des in der getrockneten Substanz ermittelten Glühverlustes angegeben.

Bei der Rückstandsanalyse werden die Zahlen, die bei der Analyse des löslichen Teiles gefunden worden sind, in der gleichen Weise wie oben verwertet, zu diesen rechnet man auch die Bestandteile des Glühverlustes; die für den unlöslichen Teil gefundenen Zahlen werden nicht umgerechnet, sondern als Oxyde angegeben, da angenommen wird, dass sie die Bestandteile der von Karbonaten und Sulfaten freien Thonsubstanz bilden.

Mergel.

Die Analyse der Mergel wird in genau der gleichen Weise ausgeführt, wie es beim Thon beschrieben worden ist. Gewöhnlich kommt bei Mergeln die Gesamtanalyse in Anwendung, nur in besonderen Fällen die Rückstandsanalyse.

Selbstverständlich ist es beim Aufschliessen hier nicht nötig, die 8—10-fache Natrium-Karbonatmenge anzuwenden, da die Mergel gewöhnlich viel weniger Kieselsäure enthalten, als der Thon und das Calcium-Karbonat der Mergel ebenfalls aufschliessend wirkt. Man kann sich mit der 3- bis 4-fachen Menge Na_2CO_3 begnügen. Auch kann hier die Aufschliessungszeit im Verhältniss zum Thon bedeutend abgekürzt werden.

Die beim Aufschliessen der Mergel erhaltene Schmelze lässt sich gewöhnlich nicht aus dem Platintiegel herauslösen; um den Platintiegel zu schonen, ist es ratsam, Tiegel samt Schmelze in die Auflösungsschale zu bringen. Nach kurzer Einwirkung der

verdünnten Salzsäure in der Wärme erscheint die Schmelze aufgelöst. Der Mangangehalt der Mergel ist in der Regel ein sehr geringer, sodass eine Manganbestimmung unterlassen werden kann.

Bei magnesiareichen Mergeln ist es ratsam, bei der Fällung der Sesquioxyde mit Ammoniak ins Fällungsglas Chlorammonium zuzusetzen, da man sonst Gefahr läuft, dass Magnesia mitgefällt wird.

Bei Mergeln, deren chemische Zusammensetzung eine Verwertung derselben zur Darstellung von hydraulischem Kalk oder Cement ohne vorherige Aufbereitung der Mergel lohnend erscheinen lässt, wird die sogenannte *Wertbestimmung* ausgeführt.

Diese Bestimmung, die auf Veranlassung von Herrn Prof. *Tetmajer* von Herrn Dr. *Schochor-Tscherny* im Laboratorium von Herrn Prof. *G. Lunge* ausgearbeitet worden ist, hat den Zweck, diejenige Kieselsäuremenge zu ermitteln, welche beim Brennen des Mergels in *Stückform* aufgeschlossen und somit in Salzsäure und Sodalösung löslich wird.

Diese Bestimmung wird in der Anstalt in folgender Weise ausgeführt (vgl. auch Thonindustrie-Zeitung 1894, S. 626):

Ein wallnussgrosses Stück des Mergels wird ganz allmählig in einem Platintiegel zuerst auf einer kleinen Flamme eines Bunsenbrenners erhitzt.

Vorsichtiges Erhitzen anfangs ist deshalb notwendig, weil sonst der Mergel unter Detonation zerspringt, wobei der grösste Teil aus dem Tiegel herausgeworfen und auch der Tiegel beschädigt wird.

Im Laufe einer Stunde wird die Flamme allmählig bis zur vollen Hitze gesteigert, alsdann der Tiegel über einen Teclybrenner aufgestellt. Man erhitzt mit voller Flamme ca. 2 Stunden lang und lässt den Tiegel im Exsiccator erkalten. Man zerreibt den gebrannten Mergel möglichst sorgfältig in einem warmen Porzellanmörser, was sich leicht ausführen lässt, bringt das Pulver in ein gutschliessendes Wägegläschen und bewahrt es im Exsiccator auf. Aus diesem Pulver wird schnell 1 gr abgewogen, mit je 25 cc. verd. Salzsäure in einer Porzellanschale auf dem Luft- oder Wasserbade 3 bis 4 mal decantiert, wobei man die Salzsäure ca. 10 Minuten einwirken lässt; die Flüssigkeiten giesst man durch ein aschenfreies Filter; färbt sich die Salzsäure nicht mehr gelb, so decantiert man 2 mal mit Wasser (ebenfalls auf

dem Luft- oder Wasserbade.) Der in der Schale verbliebene Rest wird 2 mal mit je 25 cc. einer 5% Sodalösung 10 Minuten lang ausgekocht, die Lösung durch das schon gebrauchte, aber gut ausgewaschene Filter gegossen; schliesslich das Filter zum Rückstand in die Schale gebracht und etwa 10 Minuten mit einer 15% Sodalösung ausgekocht; der Inhalt der Schale wird auf ein neues aschenfreies Filter gebracht, gut mit heissem Wasser, dem man zuletzt ein paar Tropfen Salzsäure zusetzt, ausgewaschen und Filter samt Inhalt in einem gewogenen Platintiegel feucht verbrannt. Man ermittelt nun den Glühverlust des ungebrannten Mergels und rechnet die für den Rückstand erhaltene Zahl auf den ungebrannten Zustand um.

Die erhaltene Zahl wird von der bei der Analyse für den Gesamtkieselsäuregehalt ermittelten abgezogen, die Differenz als *aufschliessbare Kieselsäure* angegeben.

Die bei der Analyse der Mergel erhaltenen Zahlen werden in der gleichen Weise zur Berechnung der Zusammensetzung der Mergel verwertet, wie es beim Thon (vergl. S. 72) angegeben ist. Dazu kommt noch die Umrechnung auf den gebrannten Zustand.

Sandstein.

Mit den Sandsteinen wird nur die Gesamtanalyse ausgeführt; besteht der Sand aus Quarz, Feldspath, Glimmer- oder anderen durch rauchende Schwefelsäure nicht angreifbaren Trümmern, so kann die Quantität des Sandes mit Hülfe der beim Thon angegebenen, rationellen Analyse bestimmt werden; vergl. S. 71.

Schiefer.

Auch hier wird nur die Gesamtanalyse ausgeführt; eine Abänderung besteht zunächst in der Art der Schwefelsäurebestimmung. Dieselbe wird nicht in dem Filtrat von der abgetrennten Kieselsäure, sondern in einer besonderen Portion bestimmt. Diese Abänderung wird durch den Umstand bedingt, dass die Schiefer zumeist pyritartig sind und der Pyritschwefel beim Aufschliessen mit Soda zu Schwefelsäure oxydiert werden kann.

Zu den beim Thon beschriebenen Bestimmungen kommt somit noch die des *Pyrits* hinzu. Mit dieser Bestimmung wird auch diejenige der *Schwefelsäure* verbunden:

3 gr des fein gepulverten Schiefers werden mit 20 cc. eines Gemisches von 1 Teil konzentrierter Salzsäure und 3 Teilen

konzentrierter Salpetersäure auf dem Wasserbade 10 Minuten lang digeriert, die Flüssigkeit abgegossen und der Rückstand zur Trockne eingedampft. Diese Operation wird noch 2 mal wiederholt. Schliesslich wird der Rückstand abfiltriert und ausgewaschen. Die vereinigten Flüssigkeiten samt Waschwasser werden auf dem Wasserbade zur Trockne eingedampft, bei 120° getrocknet, mit konzentrierter Salzsäure angefeuchtet, alsdann mit Wasser verdünnt und die Kieselsäure durch Filtration entfernt. Im Filtrate führt man eine SO_3 Bestimmung in angegebener Weise aus. Eine andere gewogene Portion des Schiefers wird mit konzentrierter Salzsäure ausgezogen, der Auszug zur Entfernung der Kieselsäure in oben beschriebener Weise behandelt und darin ebenfalls eine SO_3 Bestimmung ausgeführt. Diese Zahl wird als *Gips* in Rechnung gestellt. Die Differenz der so bestimmten Schwefelsäuremengen wird zunächst auf Schwefel und dann als *Pyrit* berechnet.

Ist der Pyritgehalt des Schiefers niedriger als 1%, so kann die *Kohlensäurebestimmung* in gewöhnlicher Weise im Apparat von Prof. Lunge ausgeführt werden, bei einem höheren Gehalt an Pyrit ist jedoch die Gefahr vorhanden, dass der aus dem Pyrit entwickelte Schwefelwasserstoff mit der Kohlensäure bestimmt und berechnet wird. Zur Vermeidung dieses führen wir die Kohlensäurebestimmungen im Apparat von Fresenius aus, wobei ins Entwicklungskölbchen 25 cc. einer 20% Kupferchloridlösung zugesetzt wird; das entwickelte H_2S wird durch dieses Reagens als in Salzsäure unlösliches Kupfersulfid gebunden.

Der Wert der Schiefer als Bedachungsmaterial wird in erster Linie durch den Gehalt an Karbonat; in zweiter Linie durch den Pyrit beeinflusst; es genügt somit, die Bestimmung dieser Bestandteile des Schiefers allein auszuführen.

Die Pyritmenge wird in der beschriebenen Weise ermittelt; man führt dann noch eine Kohlensäurebestimmung aus und rechnet das erhaltene Resultat auf Calciumkarbonat um.

Natürliche Puzzolane und Trasse.

Bei diesen Materialien kommt die Rückstandsanalyse zur Anwendung; sie wird in genau gleicher Weise ausgeführt, wie es beim Thon beschrieben worden ist; vergl. S. 69.

Produkte der keramischen Industrie.

(Backsteine, Dachziegel, Bodenplatten.)

Diese Materialien stellen ein Produkt vor, das durch Brennen des Thones erhalten wird: da aber beim Brennen die Löslichkeitsverhältnisse der einzelnen Bestandteile des Thones in Salzsäure und Schwefelsäure verändert werden, so kann hier weder die Rückstandsanalyse, noch die rationelle Analyse angewendet werden.

Die gebrannten Thonwaren werden somit ausschliesslich nach der bei der Gesamtanalyse des Thones beschriebenen Methode mit dem Unterschiede analysiert, dass die Bestimmung der Kohlensäure entfällt und man sich auf die Bestimmung des Glühverlustes beschränkt.

Neben diesen Bestimmungen wird noch die Quantität der in *Wasser löslichen Salze* ermittelt:

Aus dem Innern der Bruchstücke von 3 verschiedenen Steinen entnommene Proben werden gepulvert und das Mehl am 900- und 4900-ter Maschensieb abgeseiht. 25 gr des zwischen diesen Sieben verbleibenden Materials werden mit 250 cc. Wasser eine Stunde lang gekocht, filtriert und ausgewaschen. Die Filtration mit gewöhnlichem Filtrierpapier bietet grosse, manchmal unüberwindliche Schwierigkeiten. In der Materialprüfungsanstalt werden mit Erfolg Faltenfilter No. 602 von C. Schleicher und Schüll in Düren für diesen Zweck verwendet.

Das Filtrat wird in einer gewogenen Platinschale eingedampft, schwach geglüht und gewogen. Der Rückstand wird alsdann qualitativ analysiert.

Kieselsäurehaltige Materialien.

b. Mit Salzsäure zersetzbar.

Die zu dieser Gruppe gehörenden Materialien bilden Produkte, die aus mit Kalk aufgeschlossenen Silicaten bestehen; demgemäss ist es nicht nötig, zur Auflösung derselben sie zuvor mit Natriumkarbonat aufzuschliessen; die Auflösung kann vielmehr direkt in Salzsäure erfolgen; der weitere Gang der Analyse ist der gleiche, wie bei der Gesamtanalyse der Mergel, nach dem Aufschliessen und Auflösen derselben; vergl. S. 72.

Abänderungen müssen jedoch bei der Analyse der Hochofenschlacke, sowie bei dem aus diesem Material dargestellten Schlackencement getroffen werden.

1. *Künstliche Puzzolane* (Hochofenschlacke).

Eine Abänderung gegenüber dem gewöhnlichen Gang der Mergelanalyse ist insofern nötig, als die Hochofenschlacken stets einen Gehalt an Manganoxydul und Calciumsulfid aufweisen, oft auch neben Eisenoxydul Eisenoxyd enthalten. Infolge dessen kann auch der Glühverlust nicht in gewöhnlicher Weise bestimmt werden, da während des Glühens einerseits eine Gewichtszunahme durch Oxydationsprozesse eintritt, andererseits Gewichtsverlust durch Verflüchtigung von Schwefelverbindungen stattfinden kann.

In Anbetracht dieser Umstände müssen neben den gewöhnlichen Bestimmungen bei der Mergelanalyse noch folgende ausgeführt werden: direkte Bestimmung des Wassers, Trennung des Manganoxyduls von den Sesquioxiden und Bestimmung des Schwefels, herrührend von Calciumsulfid, neben Schwefelsäure.

Direkte Bestimmung des Wassers.

Man mischt 1 gr der Substanz in einem schwer schmelzbaren Glasrohr mit 20 gr ausgeglühtem Bleisuperoxyd und leitet während des Erhitzens in einem kleinen Verbrennungsofen einen trockenen Luftstrom hindurch. Am andern Ende der Verbrennungsröhre befindet sich ein gewogenes, mit vorher karbonisiertem Chlorcalcium gefülltes Rohr. Die Gewichtszunahme desselben gibt unter diesen Umständen nur den Wassergehalt an, alle Schwefelverbindungen werden als Bleisulfat zurückgehalten.

Diese Methode ist jedoch etwas umständlich, da beim Mischen der Substanz mit Bleisuperoxyd Gewichtsveränderungen schwer zu vermeiden sind. Lässt man das geglühte Bleisuperoxyd vor dem Vermischen erkalten, so kann es beim Operieren Wasser anziehen; verwendet man dagegen noch warmes Bleisuperoxyd, so kann ein Wasserverlust aus der Substanz eintreten; ferner muss bei jeder Bestimmung die Röhre geleert und wieder gefüllt werden.

Infolge dessen wenden wir neuerdings diese Methode in etwas abgeänderter Gestalt an; die Verbrennungsröhre erhält eine 20 cm lange Schicht von Bleisuperoxyd, die zwischen zwei

Asbestpfropfen eingeschlossen ist; dieselbe wird zum Vertreiben des Wassers erhitzt, wobei ein trockener Luftstrom darüber streicht; unterdessen wird in einem Porzellanschiffchen 1 gr Substanz, sowie das Chlorcalciumrohr abgewogen; ist man sicher, dass alles Wasser in der Röhre ausgetrieben ist, so schaltet man an einem Ende der Röhre das Chlorcalciumrohr ein, am anderen Ende schiebt man das Schiffchen hinein. Die trockene Luft streicht zuerst über die nun zu erhitzende Substanz, dann über das Bleisuperoxyd, und verlässt durch das Chlorcalciumrohr die Verbrennungsröhre. Die gleiche Röhre kann wiederholt ohne Erneuerung der Bleisuperoxydschicht verwendet werden. Diese Methode gibt genaue Resultate.

Die Trennung des Manganoxyduls von den Sesquioxyden ist bei der Analyse des Thons beschrieben worden; vergl. S. 67.

Bestimmung von Eisenoxydul neben Eisenoxyd.

In der Regel wird der durch Titration gefundene Eisen-gehalt ganz als Eisenoxydul in Rechnung gebracht. Ist auch Eisenoxyd vorhanden, so löst man eine besondere Portion der ursprünglichen Substanz im Kohlensäurestrom in starker Salzsäure oder, wenn es geht, in verdünnter Schwefelsäure und titriert wie gewöhnlich. Das Resultat dieser Titration entspricht nur dem Eisenoxydulgehalt. Bei Berechnung der Gesamteisenmenge muss dann eine diesem Oxydulgehalt entsprechende Menge Eisenoxyd in Abzug gebracht werden.

Bestimmung des Sulfidschwefels neben Schwefelsäure.

Dies geschieht durch 2 Parallelbestimmungen. Die eine Probe wird direkt mit Salzsäure behandelt, die Kieselsäure wird abgeschieden und im Filtrat die Schwefelsäure in beschriebener Weise bestimmt; vergl. S. 68.

Die zweite Probe wird 24 Stunden in SO_3 freiem Bromwasser, unter zeitweisem Umrühren und Erneuerung des Bromwassers stehen gelassen. Dadurch geht das Calciumsulfid ebenfalls in Calciumsulfat über. Durch Zersetzen mit Salzsäure und Abscheiden der Kieselsäure resultiert ein Filtrat, in dem ebenfalls eine Schwefelsäurebestimmung ausgeführt wird; die erhaltene Zahl entspricht der ursprünglich in der Schlacke vorhanden

gewesenen Schwefelsäuremenge plus der durch Oxydation entstandenen. Die Differenz der in den beiden Proben gefundenen Schwefelsäuremengen wird als CaS berechnet.

2. *Puzzolan-Cemente* (Schlackencement).

Alles oben bei der Hochofenschlacke Gesagte bezieht sich auch auf die Schlackencemente; hinzu kommt noch die Kohlensäurebestimmung, die bei den Schlacken unterlassen wird.

Bezüglich der *Kohlensäurebestimmung* gelten alle bei pyritreichen Schiefen angegebenen Vorsichtsmassregeln; vergl. Seite 75.

3. *Produkte der Industrie der Bindemittel* (Kalke und Cemente).

In Bezug auf die zu dieser Gruppe gehörenden Materialien ergibt sich der Gang der Analyse aus dem schon oben Gesagten, mit dem kleinen Unterschied, dass man bei Bestimmung des Glühverlustes 10 Minuten auf dem Bunsenbrenner, vor- und nachher 15 Minuten auf dem Gebläse fertig glüht.

In einigen Fällen ist es wünschenswert, die Quantität der nicht aufgeschlossenen Bestandteile zu bestimmen; man verfährt hierbei genau so, wie es bei der Wertbestimmung der Mergel beschrieben worden ist, vergl. S. 73; selbstverständlich wird das Erhitzen des Cementes nicht ausgeführt.

Was die Berechnung der Cementanalyse betrifft, so wird dieselbe in der gleichen Weise, wie beim Thon ausgeführt; bei Schlacken und Schlackencementen wird die dem CaS entsprechende Zahl von CaO vom Gesamtkalke abgezogen.

Nachweis fremder Zuschläge im Portlandcement.

Fremdartige Zuschläge kommen der Hauptsache nach blos in Portlandcementen vor, die als gemischte Portlandcemente zu bezeichnen wären.

Als Zuschläge zu Portlandcementen werden genannt:

Kalksteinmehl, gemahlener Thonschiefer, Hochofenschlackenmehl, hydraul. Kalk (Schwarzkalk, trocken gelöscht), Trass u. d. m.

Zur Ermittlung der Zuschläge in Portlandcementen haben die Herren *R.* und *W. Fresenius* folgende Bestimmungen vorgeschlagen:

α Das spezifische Gewicht. Über die Methoden der spezifischen Gewichtsbestimmung vergl. den Abschnitt »Bestimmung der Gewichtsverhältnisse hydraulischer Bindemittel«.

β Der Glühverlust. Über die Art der Bestimmung des Glühverlustes im Cement vergl. Produkte der Industrie der Bindemittel; S. 79.

γ Alkalinität der Lösung. 1,0 gr der fein gepulverten Substanz (das 4900 Maschensieb passierend) wird mit 100 cc. destilliertem Wasser bei gewöhnlicher Temperatur 10 Minuten lang geschüttelt und 50 cc. des Filtrates mit $\frac{1}{10}$ Normal-Salzsäure titriert.

δ Verbrauch an Normal-Salzsäure. 1,0 gr der so fein wie zuvor gepulverten Substanz wird mit einer Mischung von 30 cc. Normal-Salzsäure auf 70 cc. Wasser 10 Minuten lang unter Umschütteln behandelt, 50 cc. des Filtrats mit Normal-Natron zurücktitriert; aus der verbrauchten Anzahl cc. des Normal-Natrons wird berechnet, wie viel cc. Normal-Salzsäure von 1 gr Substanz neutralisiert worden sind.

ε Verbrauch an Kaliumpermanganat (KMnO₄). 1,0 gr der fein gepulverten Substanz (wie zuvor) wird mit ca. 150 cc. Mischung von 1 Teil verdünnter Schwefelsäure (mit 1,12 spec. Gewicht) und 2 Teilen Wasser behandelt und in die Flüssigkeit eine Kaliumpermanganatlösung von bekanntem Wirkungsgrad bis zur bleibenden Rotfärbung eingetröpfelt und der Verbrauch an Kaliumpermanganat festgestellt. Man berechnet den Verbrauch in mgr Kaliumpermanganat auf 1 gr Substanz.

Da die Rotfärbung bei längerem Stehen häufig durch Nachbleichen wieder verschwindet, so wird der Endpunkt für erreicht gehalten, wenn die Flüssigkeit einige Minuten lang rot bleibt.

ζ Verbrauch an Kohlensäure (CO₂). 30 gr der fein gepulverten Substanz (wie zuvor) werden in gewogenem Glasrohr bis zur Gewichtskonstanz ca. 2 Stunden einem Strom von trockener Kohlensäure ausgesetzt. Das Glasrohr enthält um Wasserverlust zu verhindern, am Ausgange zwischen 2 Asbestpfropfen eine Chlorcalciumschicht. Als Gewichts-differenz wird die absorbierte Kohlensäuremenge festgestellt.

Auf Grund ihrer Versuche stellen die Herren R. und W. Fresenius folgende Grenzwerte für normale, nicht verfälschte, Portlandcemente auf:

a) Das *spezifische Gewicht* soll mindestens 3,125 betragen, jedenfalls nicht geringer als 3,1 sein.

b) Der *Glühverlust* soll zwischen 0,34% und 2,59% liegen, jedenfalls nicht erheblich höher.

c) Die *Alkalinität der Wasserlösung* von 0,5 gr Cement soll einem Säure-Verbrauch von 4—6,25 cc. $\frac{1}{10}$ Normal-Säure entsprechen.

d) Der Verbrauch von Normal-Säure bei direkter Behandlung von 1 gr Cementpulver soll 18,80—21,67 cc. betragen, jedenfalls nicht wesentlich weniger sein.

e) 1 gr Cement soll bei der Titration 0,79—2,80 mgr Chamäleon entfärben, jedenfalls nicht erheblich mehr.

f) Die Kohlensäure-Aufnahme von 3 gr Cement soll 0—1,8 mgr betragen.

II. Kieselsäurefreie Materialien, bezw. Materialien, die an Kieselsäure arm sind.

In diese Gruppe gehören die Materialien, die in Salzsäure entweder vollständig oder mit Hinterlassung eines nur geringen Restes löslich sind. Die Analyse dieser Stoffe unterscheidet sich somit von den schon beschriebenen dadurch, dass das Aufschliessen mit Natriumkarbonat, sowie Abscheiden der Kieselsäure aus der Lösung hier wegfällt.

1. Kalkstein.

Bezüglich der Bestimmung des *Glühverlustes* gelten die gleichen Vorschriften, wie beim Thon; vergl. S. 56.

Für die Bestimmung der *Kohlensäure* benützt man in diesem Falle am besten den Fresenius'schen Apparat. Das Gasvolumometer von Prof. G. Lunge ist insofern hier nicht gut verwendbar, als zum Messen der Kohlensäure nur ein Raum von 40 cc. disponibel ist. Bei der kleinsten praktisch verwendbaren Einwaage (0,1966 gr) entspricht einem cc. absorbierten Gases 1 Proz.

Kohlensäure. Es sind somit maximal 40% Kohlensäure bestimmbar. Die Kalksteine enthalten aber stets mehr Kohlensäure.

Das Auflösen geschieht in verdünnter Salzsäure; ein etwa ungelöst zurückgebliebener Rest wird abfiltriert, gut ausgewaschen, im gewogenen Platintiegel feucht verbrannt und als *Sand* berechnet.

In der Lösung fällt man zunächst die *Sesquioxide* mit Ammoniak; ist ihre Quantität nur eine geringe, so unterlässt man eine Eisenbestimmung auszuführen.

Im Filtrat von den Sesquioxiden wird *Kalk* als Calciumoxalat gefällt und nach Entfernung desselben die *Magnesia* als Magnesium-Ammonphosphat gefällt.

Für die *Schwefelsäurebestimmung* verwendet man entweder eine besondere Portion des Kalksteines, oder, was bequemer ist, man verdünnt die Lösung auf ein bestimmtes Volumen und entnimmt aus derselben, je nach Bedarf, abgemessene Teile für die Analyse.

Mit Hülfe der Kohlensäurebestimmung allein kann man mit genügender Sicherheit ein Urteil über die Reinheit eines Kalksteines fällen; ist der Kalkstein rein, so beträgt die Kohlensäuremenge auf die Trockensubstanz berechnet 44%; erhält man weniger Kohlensäure, so enthält der Kalkstein kohlensäurefreie Beimengungen, ist der Gehalt an Kohlensäure höher, so ist ein Teil des Kalkes durch *Magnesia* ersetzt, d. h. man hat es mit einem Dolomit zu thun.

2. Dolomit.

Der Gang der Analyse weicht insofern von demjenigen des Kalksteins ab, als man zur Verhütung des Mitfällens von *Magnesia* mit den Sesquioxiden einen Zusatz von Chlorammonium macht; auch lösen wir das Calciumoxalat nach der ersten Fällung in Salzsäure auf, und fällen den Kalk wieder mit Ammonoxalat; die Filtrate von den beiden Fällungen werden vereinigt und darin die *Magnesia* bestimmt.

3. Gyps.

Gyps verliert sein Wasser schon bei 110 bis 120°, bei starkem Glühen auf dem Gebläse entweicht auch Schwefelsäure; man muss somit bei Bestimmung des *Glühverlustes* auf diesen Umstand Rücksicht nehmen. Wir verfahren hiebei so, dass der

Boden des Tiegels, in welchem der Gyps sich befindet, nur bis zur dunkeln Rotglut erhitzt wird; nach 15 Minuten des Erhitzens ist alles Wasser vertrieben.

Beim Auflösen des Gypses verfährt man in folgender Weise: man digeriert mit konzentrierter Salzsäure auf dem Wasserbade, verdünnt hierauf mit heissem Wasser und falls noch ein Rest zurückgeblieben wäre, filtriert man ab und wäscht das Filter mit heissem, mit Salzsäure angesäuertem Wasser so lange aus, bis das Filtrat keine Fällung mehr mit Chlorbarium gibt. Das Filter wird feucht im gewogenen Tiegel verbrannt und der Rest als Sand berechnet.

In der Lösung werden die weiteren Bestimmungen in der üblichen Weise ausgeführt; vergl. S. 66.

III. Roheisen und schmiedbares Eisen.

Wird die Probe für die Analyse in der Anstalt entnommen, so geschieht dies mit Hülfe einer Bohrmaschine; der Bohrer wird zuerst mit Äther sorgfältig gewaschen und die Spähne auf einem untergelegten Bogen Glanzpapier gesammelt. Wenn zum Analysieren zerkleinertes Material eingesandt wird, so unterwirft man dasselbe dem wiederholten Waschen mit Äther, lässt letzteren bei möglichst niedriger Temperatur verdunsten und trocknet zuletzt die Spähne im Trockenkasten.

In diesen Materialien werden folgende Bestimmungen ausgeführt:

Kohlenstoff, (bei grauem Roheisen Gesamtkohlenstoff und Graphit), Silicium, Mangan, Phosphor, Schwefel, in einzelnen Fällen Kupfer, Sauerstoff und Schlacke.

Bestimmung des Kohlenstoffes.

Diese geschieht entweder gravimetrisch, volumetrisch oder auch colorimetrisch.

In den ersten zwei Fällen wird der Kohlenstoff durch Chromschwefelsäure zu Kohlensäure verbrannt und letztere gewogen oder gemessen. Im dritten Falle vergleicht man die Intensität der Färbung einer Lösung des zu untersuchenden Stahls in Salpetersäure von spezifischem Gewichte 1,2 mit

derjenigen einer Lösung eines Stahls mit bekanntem Kohlenstoffgehalt im gleichen Lösungsmittel.

Bei der gravimetrischen Kohlenstoffbestimmung wird der Kohlenstoff entweder abgeschieden und der kohlige Rückstand verbrannt, oder man unterwirft das Eisen direkt der Einwirkung der Zersetzungsflüssigkeiten.

Die Abscheidung des Kohlenstoffes geschieht mittelst Kupferammoniumchloridlösung wie folgt: je nach dem Gehalt werden 1 bis 5 gr Spähne mit Kupferammoniumchloridlösung übergossen, bis zur vollständigen Umsetzung des Kupfers stehen gelassen, eventuell unter Erneuerung der Löseflüssigkeit, sodann durch Zusatz von HCl und gelindes Erwärmen das Kupfer in Lösung gebracht. Durch ein aus Glaswolle und Asbest (im feuchten Luftströme ausgeglüht) gebildetes Filter wird der Kohlenstoff abfiltriert und mittelst Chromsäure und Schwefelsäure im Apparat von Fresenius verbrannt; zum Verbrennen verwendet man ein Gemisch von 80 cc. reiner, konzentrierter Schwefelsäure mit 20 cc. einer Chromsäurelösung (3 : 10).

Bei der gravimetrischen Bestimmung des Kohlenstoffes, ohne vorheriges Abscheiden desselben, benutzt man den in Fig. 5 dargestellten Zersetzungskolben.

Sein Inhalt beträgt etwa 700 cc.; in seinem 25 cm langen Hals sitzt ein luftdicht eingeschliffener Kühler, der mit seinem unteren Teil in den kugeligen Raum hineinragt und am oberen Teil zwei eingeschmolzene Röhren besitzt, die zum Zu- und Abfluss des Kühlwassers dienen. In einem Abstand von 45 mm von der Halsöffnung ist am Kolben eine seitliche Röhre angeschmolzen, die zum Ableiten der Gase bestimmt ist. Auf der anderen Seite des Kolbens ist der Zufusstrichter eingeschmolzen; die Trichterröhre endet mit einer seitlichen Biegung kurz über dem Boden des Kolbens; diese Röhre besitzt oberhalb des Kolbens eine kugelige Erweiterung, die zur Aufnahme der etwa zurücksteigenden Flüssigkeit bestimmt ist. Über dieser Erweiterung ist senkrecht zum Trichterrohr eine Röhre mit Hahn

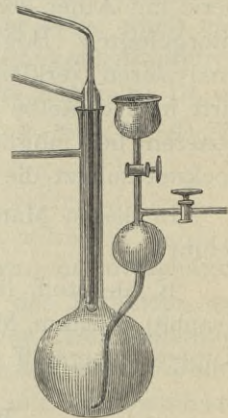


Fig. 5

angeschmolzen, durch welche kohlenstofffreie Luft in den Apparat geleitet wird.

Die Gase gelangen aus dem Kolben durch ein rechtwinklig gebogenes Rohr in eine 25 cm lange und 10 mm weite, über einem kleinen Verbrennungssofen ruhende Röhre, die auf eine Länge von 50—60 mm mit grobkörnigem, gut ausgeglühtem Kupferoxyd gefüllt ist, welches zwischen zwei Pfropfen aus ausgeglühtem Asbest eingeschlossen ist; das ausgehende Ende der Verbrennungsröhre ist zu einer 1½ mm weiten Spitze ausgezogen; mittelst eines zweiten rechtwinklig gebogenen Rohres wird die Verbindung mit dem schon beschriebenen Fresenius'schen Trocken- und Absorptionsapparat hergestellt.

Die Ausführung der Bestimmung geschieht in folgender Weise (nach A. Ledebur, Leitfaden für Eisenhütten-Laboratorien, 1895, S. 63):

Man verwendet zur Untersuchung von Roheisen 1 gr, von schmiedbarem Eisen 3 gr. Nachdem der Apparat zusammengestellt wurde und man sich von seiner Dichtheit überzeugt hat, löst man die Verbindung zwischen dem Kolben und der Verbrennungsröhre und lässt in den Kolben der Reihe nach

25 cc. gesättigte Chromsäurelösung (ungefähr 180 gr Chromsäure in 100 gr Wasser).

150 cc. Kupfersulfatlösung, dargestellt durch Auflösen von 200 gr reinem Kupfersulfat in 1 Liter Wasser.

200 cc. reine, konzentrierte Schwefelsäure einfließen, schüttelt den Kolben gut um, damit die Flüssigkeiten sich gleichmäßig mischen (versäumt man diese Vorsichtsmaßregel, so kann beim Erhitzen der Flüssigkeit eine plötzliche, heftige Dampfentwicklung und dadurch verursachte Explosion eintreten), stellt das Kühlwasser an, entzündet die Flamme unter dem Kolben, und erhält die Flüssigkeit ungefähr 10 Minuten lang im Sieden, um etwa anwesende organische Stoffe zu zerstören. Alsdann löscht man vorläufig die Flamme wieder, stellt die Verbindung zwischen Kolben und Verbrennungsröhre her, erhitzt letzteres allmählich zum Glühen und presst währenddem etwa 10 Minuten lang kohlenstofffreie Luft durch den Apparat. Die beiden zur Absorption der Kohlensäure bestimmten Röhre können inzwischen gewogen werden. Man schaltet nunmehr die gewogenen Röhre ein, entfernt den Kühler, bringt die abgewogene Probe in einem

auf einem dünnen Platindraht befestigten Glaseimer ein, schliesst den Apparat, lässt einen mässig raschen Luftstrom durch den Apparat gehen, entzündet wieder die Flamme unter dem Kolben und erhitzt die Flüssigkeit zum Sieden. Beim Beginn des Siedens tritt mitunter, wenn das Eisen sich rasch löst, so heftige Gasentwicklung ein, dass die Flüssigkeit bis zur Kugel des Trichterrohres emporsteigt. Um ein weiteres Zurücktreten zu verhindern, verkleinert man die Flamme und öffnet den Gasometerhahn etwas mehr, bis die Gasentwicklung nachgelassen hat.

Unter diesen Umständen entzieht sich ein Teil des Kohlenstoffes der Oxydation mit Chromsäure und entweicht in Form von Kohlenwasserstoffen aus dem Kolben. Das Kupferoxyd dient dazu, um auch diesen Teil des Kohlenstoffes in Kohlen-säure umzuwandeln.

Man erhält die Flüssigkeit zwei Stunden lang im Sieden und trägt währenddem Sorge, dass das Kühlwasser nicht warm werde. Hierauf entfernt man die Flamme, dreht auch allmählig die Flamme unter dem Kupferoxydrohre aus, so dass dieses sich langsam abkühlt, presst noch ungefähr 2 Liter Luft durch den Apparat und wiegt alsdann die Natronkalkröhrchen. 1 Teil Kohlen-säure entspricht $\frac{3}{11}$ Theilen Kohlenstoff.

Die beschriebenen Methoden zur gravimetrischen Bestimmung des Kohlenstoffes werden nur ausnahmsweise angewendet, in den meisten Fällen bedienen wir uns der volumometrischen Methode unter Benutzung des Gasvolumometers von Professor Dr. G. Lunge.

Der dabei verwendete Zer-setzungsapparat ist in Fig. 6 abgebildet. Er besteht aus einem Kolben, der bis zur Mündung etwa 200 cc. fasst; im Halse dieses Kolbens ist ein Rohr eingeschmolzen, welches nach aussen in den mit Hahn versehenen Trichter übergeht, und innen in einer ziemlich feinen Spitze über dem Boden des Kolbens endigt. In den Hals des

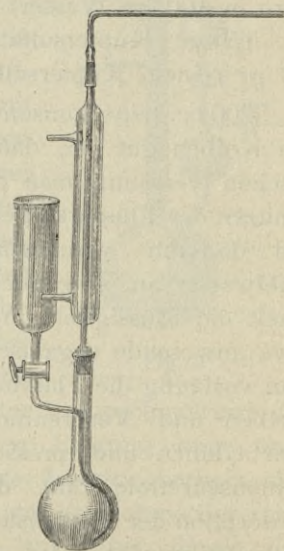


Fig. 6

Kolbens ist ein offener Glasstöpsel eingeschliffen, welcher sich in den Glaskühler fortsetzt, der durch Schriff mit der rechtwinklig gebogenen Kapillare in Verbindung steht; diese Kapillare wird bei Ausführung des Versuches mit der Zuleitungskapillare des in Figur 3 abgebildeten Volumometers, mittelst eines dicken und engen Kautschukschlauches, luftdicht verbunden, wobei die Glasflächen der Querschnitte einander berühren müssen.

Bei Eisensorten, deren Kohlenstoffgehalt nicht unter 0,3% liegt, bedienen wir uns des Zersetzungsverfahrens von Hempel, bei welchem das Eisen in Gegenwart von Quecksilber, in einer Mischung von Chromsäure und Schwefelsäure gelöst wird; bei Eisensorten mit einem Kohlenstoffgehalt unter 0,3%, des Zersetzungsverfahrens von Prof. Dr. *G. Lunge*, bei welchem das Eisen vor der Oxydation mit einer Kupfersulfatlösung zersetzt wird.

Die Einzelheiten bei Anwendung des *Hempel'schen* Verfahrens sind folgende:

Nachdem 0,4 bis 3 gr der Probe in den Apparat eingetragen sind, wird der ganze Apparat zusammengestellt und hierauf durch den Trichter auf je 0,5 gr des Eisens etwa 2,3 gr Quecksilber hineingebracht. Man prüft den Apparat auf seine Dichtheit; schliesst derselbe nicht, so werden die Schliffe mit ganz wenig konzentrierter Schwefelsäure eingerieben; man vermeide einen Überschuss der Säure, da sonst beim Evakuieren Schwefelsäure in den Apparat hineingesogen wird, was ein vorzeitiges Zersetzen des Eisens zur Folge haben kann.

Das Evakuieren geschieht in der gleichen Weise, wie bei der Kohlensäurebestimmung, vergl. S. 60; hierauf lässt man bei geschlossenem Volumometerhahn 30 cc. einer Chromsäurelösung (100 gr Chromsäure werden in 300 cc. H_2O und 30 gr H_2SO_4 vom spezifischen Gewicht 1,704 gelöst) hineinfließen, wobei man Sorge tragen muss, dass nach dem Ausfluss der Chromsäurelösung aus dem Trichter keine Luft in den Apparat hineingesogen wird. Nun wird das Kühlwasser in Cirkulation gesetzt und der Inhalt des Kolbens mit einem kleinen Bunsenbrenner oder einer Spritlampe erhitzt. Die Flüssigkeit beginnt bald, meist unter heftigem Stossen, zu kochen. Man senkt die Niveauröhren C und D (Fig. 3) etwas, stellt durch Öffnen des Volumometerhahns die Kommunikation zwischen Kolben und Volumometer her und prüft, ob der Druck im Zersetzungs-

apparat so weit gestiegen ist, dass das Quecksilber aus der Messröhre B nicht zurücksteigt. Ist das der Fall, so lässt man den Hahn offen und stellt die Niveauröhren so ein, dass das Niveau des Quecksilbers in denselben zwar unter dem Niveau in der Messröhre sich befindet, dass aber der Abstand nicht zu gross wird. In dem Masse als sich die Messröhre B mit Gas füllt, müssen auch die Röhren C und D gesenkt werden.

Man erhält nun den Kolben 30 Minuten lang im Sieden; sollten Eisenstücke durch das Stossen so hoch hinaufgeschleudert werden, dass sie sich der Einwirkung der Chromsäure entziehen, so kann man durch schnelles Senken der Niveauröhren die Flüssigkeiten bis zur betreffenden Stelle hinaufwallen lassen, worauf die Niveauröhren wieder gehoben werden, was ein Herabfallen der Flüssigkeit zur Folge hat. Selbstverständlich muss man sich hüten, die Flüssigkeit in das Volumometer herübersteigen zu lassen. Durch diesen Griff gelingt es immer, hochsitzende Eisenpartikelchen hinunter zu spülen.

Nun lässt man durch das Trichterrohr vorsichtig 120 cc. Schwefelsäure hineinfließen (1 Liter konzentrierte Schwefelsäure mit 500 cc. Wasser verdünnt, dazu 10 gr Chromsäurekrystalle, die Mischung wird eine Stunde lang auf dem Sandbade erhitzt, nach Entfernung der Flamme 5 Minuten lang Luft durchgeblasen und mit ganz reinem Wasser bis zum specifischen Gewicht 1,704) verdünnt.

Nachdem die Schwefelsäure eingeflossen ist, erhitzt man noch weiter $\frac{3}{4}$ bis 1 Stunde, entfernt die Flamme und saugt warme verdünnte Schwefelsäure in den Apparat, welche man bis zur Hälfte der Kapillare heraufsteigen lässt; hierauf wird der Volumometerhahn schnell geschlossen. Man überzeugt sich nun, ob das vorhandene Volumen des Gases im Volumometer gemessen werden kann, d. h. ob nicht nach Absorption der Kohlensäure das Quecksilber beim Einstellen des Apparates zum Ablesen bis in die Kugel der Messröhre steigen würde. Ist diese Gefahr vorhanden, so lässt man aus der Absorptionspipette E so viel kohlensäurefreie Luft in die Messröhre hineinsteigen, als sie bei vollständig heruntergelassenen Niveauröhren fassen kann. Das Messen der Kohlensäure geschieht hierauf in bekannter Weise, (vergl. S. 61); $1 \text{ cc. CO}_2 = 0,000536 \text{ gr C.}$

Das Verfahren liefert sehr genaue Resultate.

Bei kohlenstoffarmen Eisensorten muss die Einwage entsprechend erhöht werden. Will man die Kohlenstoffbestimmung nach dem soeben beschriebenen Verfahren von *Hempel* ausführen, so muss man auch entsprechend der Einwage mehr Quecksilber anwenden; hiedurch entsteht aber eine so reichliche Menge von Quecksilber und Eisensalzen, dass sie sich als schwerer Niederschlag auf dem Boden des Zersetzungskolbens absetzen und meist die noch unzersetzten Eisenpartien vor Einwirkung der Reagentien schützen. Es gelingt nur mit äusserster Mühe das ganze Eisen aufzulösen, und man ist niemals sicher, ob nicht Verluste entstanden sind. Aus diesem Grunde wenden wir bei kohlenstoffarmen Eisenarten das Verfahren von Prof. Dr. *G. Lunge* an.

Die hierzu nötigen Reagentien sind folgende:

1. Gesättigte neutrale Kupfervitriollösung.
2. Lösung von 100 gr Chromsäure in 100 cc. Wasser.
3. Schwefelsäure v. spec. Gewicht 1,65 mit Chromsäure gesättigt,
4. » » » » 1,71 » » »
5. » » » » 1,10 rein,
6. Käufliches Wasserstoffsperoxyd.

Die Art und Menge der Reagentien, sowie die Einwage muss je nach dem Kohlenstoffgehalt der Eisensorte verschieden ausfallen, wie folgende Tabelle zeigt.

| Kohlenstoff- gehalt Prozent | Ein- wage gr | Kupfer- lösung cc. | Chrom- säure- lösung cc. | Säure v. 1,65 cc. | Säure v. 1,71 cc. | Säure v. 1,10 cc. | Wasser- stoff- super- oxyd cc. |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--|
| über 1,5 | 0,4—0,5 | 5 | 5 | 135 | — | 30 | 1 |
| 1,5—0,8 | 1 | 10 | 10 | 130 | — | 25 | 2 |
| 0,8—0,5 | 2 | 20 | 20 | 130 | — | 5 | 2 |
| 0,5—0,25 | 3 | 50 | 45 | — | 75 | 5 | 2 |
| unter 0,25 | 5 | 50 | 50 | — | 70 | 5 | 2 |

Die abgewogene Eisenprobe wird im Zersetzungskolben mit der Kupferlösung übergossen und damit genügend lange in Berührung gelassen; bei Roheisen muss die Berührung 12 Stunden, bei schmiedbarem Eisen 3—4 Stunden dauern.

Nach beendigter Umsetzung wird der Apparat zusammengestellt, auf seine Dichtheit geprüft und nun evakuiert; hierauf lässt man durch den Trichter zuerst die in der Tabelle angeführte Menge der Chromsäurelösung, dann die starke Schwefelsäure und zuletzt die schwache Säure zufließen, was wegen des Vakuums im Apparat durch vorsichtiges Öffnen des Trichterhahns zu geschehen hat, um keine zu starke Reaktion zu erzeugen. Nun fängt man an zu erhitzen, wobei die Hantierung mit dem Apparate in der gleichen Weise geschieht, wie oben angegeben; nach $\frac{1}{2}$ stündigem bis $\frac{3}{4}$ stündigem Kochen entfernt man die Flamme und lässt durch das Trichterrohr das Wasserstoffsperoxyd vorsichtig in den Kolben eintreten. Bei der Berührung des Wasserstoffsperoxyds mit der Chromsäure entwickelt sich Sauerstoffgas, welches beim Durchperlen durch den Kolbeninhalt die darin noch enthaltene Kohlensäure, deren Menge bei dem Kochen im Vakuum ohnehin nur sehr gering sein kann, vollständig austreibt. Nun lässt man noch heisses Wasser in den Kolben eintreten, bis die halbe Kapillare gefüllt ist, schliesst sofort den Hahn und verfährt weiter wie oben angegeben.

Colorimetrische Kohlenstoffbestimmung.

(Modifizierte *Eggertz'sche* Methode).

Dieselbe zerfällt in die Vorbereitung der Lösungen und das Vergleichen der Farbentöne derselben. Die Vorbereitung der Lösungen geschieht in folgender Weise: man wiegt je zwei Proben von dem Stahl mit bekanntem Kohlenstoffgehalt, den wir *Typ* nennen wollen, und von den zu untersuchenden Mustern ab; Einwage 0,2 gr. Die abgewogenen Proben werden in Probiergläschen von gewöhnlicher Form, die auf irgend eine Weise bezeichnet sind, gebracht und hierauf mit 10 cc. Salpetersäure v. spezifischem Gewicht 1,2 übergossen. Um zu starkes Erwärmen zu vermeiden, taucht man die Röhren in kaltes Wasser ein; hierauf bringt man dieselben in das in Fig. 7 abgezeichnete kombinierte Wasser- und Luftbad, dessen Einrichtung aus der Zeichnung ersichtlich ist, und erwärmt auf 80° C., welche Temperatur bis zur Beendigung der Lösung konstant erhalten wird. Die Röhren nimmt man von Zeit zu Zeit heraus, um sie umzuschütteln, wodurch die Lösung beschleunigt wird. Sie ist beendet, wenn in der Flüssigkeit keine schwimmenden braunen Flocken und

keine Gasentwicklung mehr zu bemerken sind. Die Zeit hiefür schwankt, nach der Höhe des Kohlenstoffgehalts, von 1—2 $\frac{1}{2}$ Stunden. Man kühlt die Röhren durch Eintauchen in kaltes Wasser auf die Zimmertemperatur ab und schützt dieselben vor der direkten Einwirkung des Sonnenlichts.

Durch die beschriebene Operation wird diejenige Modifikation des Kohlenstoffs, die als *Carbidkohle* bekannt ist, in Lösung gebracht, wobei sie der Lösung eine braune Farbe erteilt, deren Intensität von der Menge der Carbidkohle abhängt. Da aber das Verhältnis des Gehaltes an Carbidkohle zum Gesamtkohlenstoffgehalt im schmiedbaren Eisen ziemlich gleich ist, so ist dadurch die Möglichkeit gegeben, aus dem Vergleich des bei der Auflösung eines Stahlmusters von unbekanntem Kohlenstoffgehalt in Salpetersäure hervorgerufenen Farbentons mit demjenigen einer volumengleichen und gleich concentrirten Lösung eines Musters von bekanntem Kohlenstoffgehalt, den Kohlenstoffgehalt der Probe zu berechnen.

Das Verfahren ist nicht anwendbar für Untersuchungen von Roheisen und von Proben, die rasch abgekühlt oder dauernd geglüht wurden.

Man benutzt am besten mehrere Typen mit verschiedenem Kohlenstoffgehalt und richtet sich so ein, dass die zu untersuchenden

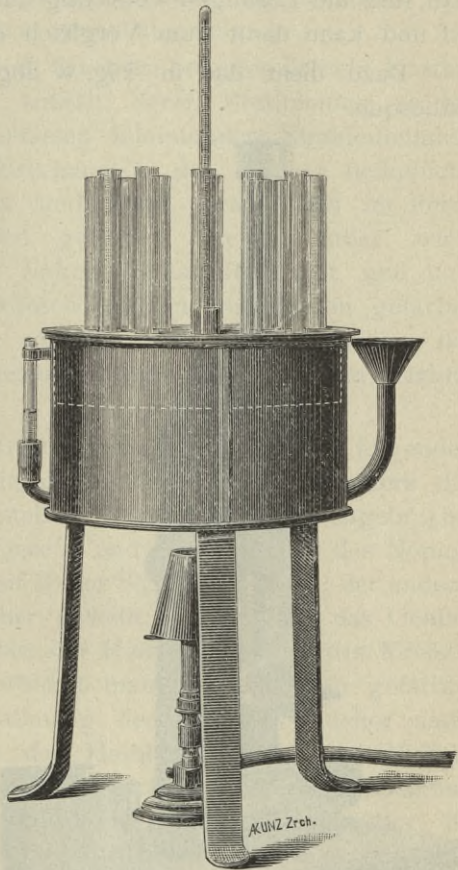


Fig. 7.

Muster kohlenstoffärmer sind als die Typen, dass aber der Kohlenstoff der ersteren möglichst nahe demjenigen der letzteren liegt.

Sind die in den Probierröhrchen befindlichen Lösungen abgekühlt, so werden sie in besondere graduierte Röhren gebracht, die für den Rauminhalt von 10 cc. und 20 cc. Striche besitzen; man füllt die Lösungen vorsichtig auf 10 cc. mit reinem Wasser auf und kann dann zum Vergleich der Farbentöne übergehen.

Dazu dient das in Fig. 8 abgebildete Kolorimeter von Dubosque.

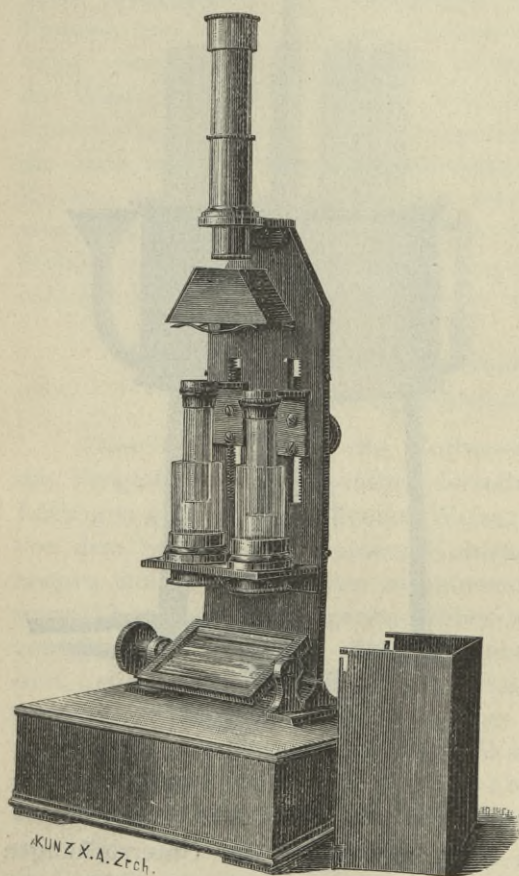


Fig. 8.

beiden Gefäßen je ein prismatischer Taucher aus massivem Glas, welcher oben und unten durch parallele und ebene Flächen

Dasselbe besteht aus einem Planspiegel, welcher um eine horizontale Axe drehbar ist und gestatten soll, die darüber stehenden Flüssigkeitssäulen gleichmässig von unten zu beleuchten. Durch Aufsetzen eines Blechmantels wird der Zutritt des Lichtes von den andern Seiten des Apparates verhindert. Die Flüssigkeiten befinden sich in zwei Glascylindern mit vertikalen Axen. Der Boden dieser Cylinder ist aus ebenen Spiegelglasplatten gebildet.

Um nach Belieben die Höhen der Flüssigkeitssäulen, welche das Licht zu passieren hat, variieren zu können befindet sich in den

abgeschlossen ist. Diese Taucher können mit Hülfe von zwei, am Gestell des Apparats angebrachten Zahnstangen und den dazugehörigen Zahnrädchen, vertikal auf- und abbewegt werden. Auf einer an der Rückseite des Gestells angebrachten Millimeter-Skala wird mittelst eines mit dem Taucher fest verbundenen Nonius die vertikale Entfernung der Basis des Tauchers von der Bodenfläche des Gefäßes genau angezeigt.

Über den Gefäßen und Tauchern befindet sich ein Kasten, welcher zwei Glasprismen enthält, deren Bestimmung es ist, die Hälfte des aus den Gefäßen kommenden Strahlenbündels durch zweimalige innere Brechung in das darüber befindliche kleine Fernrohr zu leiten und zwar derart, dass im Fernrohr ein in zwei Hälften geteilter Kreis sichtbar wird, dessen rechte Hälfte dem linken Gefäß entspricht und umgekehrt. Unter diesen Prismen können verschieden gefärbte Glasplatten eingeschaltet werden, um nach Belieben die aus den Gefäßen kommenden Strahlen verschieden färben zu können.

Die Ausführung der Beobachtungen geschieht in folgender Weise: Zunächst werden in die Gefäße des Kolorimeters die zwei aus den Typen hergestellten Normallösungen eingebracht, hierauf der Blechmantel aufgesetzt und der Nullstrich des Nonius von einem Taucher genau auf 10 der Skala eingestellt; der andere Taucher wird dagegen höher gestellt. Wenn man das Ocular des Fernrohrs so einstellt, dass der Halbierungsstrich des Kreises scharf zu sehen ist, so erblickt man 2 verschieden gefärbte Halbkreise; man bewegt allmähig den zweiten Taucher nach unten, bis die Farbentöne der Halbkreise sich ausgeglichen haben; waren die Normallösungen richtig hergestellt, so muss auch der Nullstrich des zweiten Nonius sich gegenüber 10 der Skala befinden. Ist dies der Fall, so entleert man eines der Gefäße, während das andere unberührt bleibt, trocknet Gefäß und Taucher und bringt hierauf die zur Untersuchung bestimmte Lösung ein; man stellt den in dieser Lösung befindlichen Taucher wieder so ein, dass die im Fernrohr sichtbaren Halbkreise die gleichen Farbenintensitäten zeigen. Nachdem die Stellung des Tauchers auf der Skala abgelesen worden ist, berechnet man den Kohlenstoffgehalt des untersuchten Stahls in folgender Weise:

Es sei a der Kohlenstoffgehalt des Typs, x derjenige der noch zu ermitteln ist, n die Stellung des Tauchers in der untersuchten Lösung auf der Skala abgelesen, so ist

$$x = 10 \frac{a}{n}$$

(10 ist die Stellung des Tauchers in der Lösung des Typs).

Die colorimetrische Bestimmung wird in der Anstalt nur als Gegenprobe für die anderen Kohlenstoffbestimmungen ausgeführt; auch dient sie zur ungefähren Orientierung über den Kohlenstoffgehalt eines noch zu untersuchenden Eisenmusters.

Zur Bestimmung des *Graphits* in grauem Roheisen, digeriert man dasselbe auf dem Wasserbade mit halbverdünnter Salzsäurelösung, bis keine Gasblasen mehr entweichen, filtriert durch ein aus Glaswolle und ausgeglühtem Asbest bestehendes Filter, wäscht mit Salzsäure, dann mit heissem Wasser, dann mit Natronlösung (10⁰/o), dann wieder mit Wasser, dann mit Alkohol und Äther und trocknet schliesslich bei 100⁰.

Den zurückgebliebenen Graphit verbrennt man im Apparat von Prof. Dr. *G. Lunge* mit 30 cc. Chromsäure (30 : 100) und 90 cc. mit Chromsäure gesättigter Schwefelsäure; in einer halben Stunde ist die Oxydation beendet.

Bestimmung des Mangans.

Dieselbe wird ausschliesslich massanalytisch ausgeführt; die hierbei angewendeten Verfahren sind: Das *Verfahren von Pattinson* und das *Chloratverfahren*.

Beim *Verfahren von Pattinson* löst man die Probe in Salzsäure, filtriert nötigenfalls, oxydiert mit einigen Tropfen Salpetersäure und neutralisiert mit Calciumcarbonat, bis die Flüssigkeit tiefrote Färbung annimmt, fügt dann 50 cc. einer klaren, frisch bereiteten Chlorkalklösung hinzu (25 gr im Liter), dann heisses Wasser bis die Temperatur auf 60—70⁰ gestiegen ist, dann soviel Calciumkarbonat, dass alles Eisen in Form eines braunen Niederschlages, alles Mangan als Superoxyd ausgefällt wird. Man rührt um, bis keine Kohlensäure mehr entweicht und lässt absitzen.

Ist die überstehende Flüssigkeit durch Übermangansäure rötlich gefärbt, so fügt man einige Tropfen Alkohol hinzu, bis

Entfärbung eingetreten ist. Man füllt nun mit siedendem Wasser zum Liter, dekantiert mehrmals und bringt den Niederschlag in der Hauptmenge erst auf das Filter, wenn die Flüssigkeit kein freies Chlor mehr enthält. Dann wäscht man auf dem Filter gut aus, saugt vor der Pumpe ab und bringt Niederschlag samt Filter (aus gehärtetem Papier) in das Fällungsglas zurück.

Zur Titration bedient man sich:

1. Einer sauren Ferroammonsulfatlösung: 140 gr auf 1500 gr Wasser und 500 cc. konzentrierte Schwefelsäure.

2. Einer Lösung von Kaliumbichromat in Wasser: man schmilzt $K_2Cr_2O_7$ in einem Porzellantiegel, giesst auf einen Porzellanscherben aus und lässt im Exsiccator erkalten, wobei das Salz selbst zerfällt. Nun wiegt man davon genau 14,761 gr und füllt mit Wasser bis zu einem Liter auf. 100 cc. dieser Lösung haben einer Eisenoxydullösung gegenüber dieselbe Oxydationswirkung wie 1,305 gr Mangansuperoxyd und entsprechen somit 0,825 gr Mangan.

Der im Fällungsglas befindliche Niederschlag wird mit einer gemessenen Quantität der Ferroammonsulfatlösung übergossen, worin er sich auflöst. Ist die Lösung nicht vollständig, so hilft man durch Zusatz von reiner Schwefelsäure nach. Die so erhaltene Lösung wird nun mit der Bichromatlösung titriert, bis Ferridcyankalium keine Blaufärbung mit einem herausgenommenen Tropfen mehr zeigt; das Ferridcyankalium wird auf einem Porzellanteller tropfenweise verteilt. Ist die entstehende Blaufärbung noch dunkel, so braucht man mit dem Zufügen der Bichromatlösung noch nicht ängstlich zu sein, fängt sie aber an schwach zu werden, so setzt man vorsichtiger zu und zuletzt prüft man nach Zusatz von je zwei oder je einem Tropfen.

Bei der Berechnung zieht man von der Anzahl Kubikcentimeter der Lösung des Kaliumbichromats, welche der zugesetzten Ferroammonsulfatmenge entspricht, diejenige ab, die man bei der Titration erhielt. Die Beziehung der beiden angewandten Lösungen wird vor jeder Versuchsreihe festgestellt.

Bei der Ausführung des *Chloratverfahrens* halten wir uns im wesentlichen an die von *Ukena* angegebenen und von der

Kommission des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, die zur Einführung einheitlicher Untersuchungsmethoden eingesetzt wurde, empfohlenen Vorschriften.

Die Ausführung ist etwas wechselnd, je nach dem Material, das in Arbeit genommen wird (vergl. Hans Freiherr von Jüptner, Fortschritte im Eisenhütten-Laboratorium 1896, Seite 237).

1. *Stahl*. 3 gr Stahl werden in einem 350 cc. fassenden Erlenmeyerkolben mit 40 cc. Salpetersäure von spezifischem Gewicht 1,2 nach und nach übergossen; nachdem sich die Lösung etwas abgekühlt hat, bringt man in den Kolben 10 gr Kaliumchlorat, fügt noch 20 cc. Salpetersäure vom spec. Gewicht 1,4 hinzu und erwärmt auf einer nicht zu grossen Flamme zum Sieden. Um Verluste zu vermeiden, setzt man in den Hals des Kolbens einen Trichter ein. Nach 15 bis 20 Minuten ist die Ausscheidung von MnO_2 vollständig.

2. *Ferromangan*. Es werden 0,3 gr in 70 cc. Salpetersäure vom spezifischen Gewicht 1,3 gelöst. Das ganze Säurequantum wird auf einmal zugegossen und der Kolben aufs Feuer gestellt. Man wendet eine mässige Flamme an. Nach etwa 10 Minuten ist die Substanz vollständig gelöst. Man nimmt nun den Kolben vom Feuer, lässt ein wenig abkühlen, schüttet etwa 11 gr chlorsaures Kali zu und kocht bei mässiger Flamme so tief, als nur irgend möglich ein. Das tiefe Einkochen ist absolut notwendig, weil sonst das MnO_2 nicht vollständig ausfallen würde. Zu beachten hat man, dass die Flamme nicht direkt vom Windzuge berührt wird. Sobald erstere nur einen Augenblick das Drahtnetz nicht mehr berührt, findet sofort ein heftiger Stoss statt. Der Niederschlag ist schwarz gefärbt.

3. *Spiegeleisen, Strahleisen und Thomaseisen*. Von Spiegeleisen werden 0,5, von Strahleisen und Thomaseisen je 1,0 gr in 70 cc. Salpetersäure vom spezifischen Gewicht 1,3 gelöst. Das ganze Säurequantum wird auf einmal zugesetzt. Nach etwa 10 bis 13 Minuten ist bei mässigem Kochen die Auflösung vollständig und die roten Dämpfe sind verschwunden. Nach Zusatz von etwa 11 gr chlorsaurem Kali und Kochen bei mässiger Flamme, ist der Prozess etwa nach 40 Minuten beendet. Tiefes Einkochen bei derselben Flamme schadet durchaus nicht. Der Niederschlag bleibt schön.

4. *Giessereiroheisen*. Man löst 2 gr in einem Becherglase in 50 cc. Salpetersäure. Nachdem die Substanz gelöst und die Flüssigkeit tief, bis auf etwa 25 cc. eingekocht ist, lässt man vorsichtig heisses Wasser an den Wandungen des Becherglases herabgleiten, so dass der Niederschlag nicht aufgerührt wird. Man filtriert unter möglichster Vermeidung der Aufrührung des Niederschlages sofort durch ein gutes Doppelfilter in den Fällungskolben. Nachdem die Flüssigkeit vollständig durchgelaufen ist, bringt man zuletzt den Rückstand aufs Filter und wäscht mit dem Wasser aus, welches zum Ausspülen des Glases benutzt wird; man wäscht jedoch mit nicht mehr Wasser, als eben notwendig ist. Das Filtrat wird auf einer starken Flamme bis auf etwa 40 cc. eingekocht, 11 gr Kaliumchlorat hinzugesetzt und weiter verfahren, wie bei den übrigen Eisensorten. *Die weitere Ausführung des Chloratverfahrens für sämtliche Substanzen* geschieht in folgender Weise: Nachdem man die etwas abgekühlte, konzentrierte Lösung vorsichtig, durch längs der Kolbenwand herablaufendes Wasser verdünnt hat, filtriert man durch ein Doppelfilter und achtet hierbei besonders darauf, dass der Niederschlag nicht aufgerührt wird. Wenn die Flüssigkeit vollständig durchgelaufen ist, bringt man den Niederschlag aufs Filter. Werden diese Vorsichtsmassregeln nicht beobachtet, so erhält man leicht trübe Filtrate.

Man spült den Kolben mit Wasser aus und lässt die an den Wandungen festsitzenden Teilchen von MnO_2 vorläufig haften. Der Niederschlag wird mit heissem Wasser so lange ausgewaschen, bis das Filtrat mit Jodkaliumkleister keine Blaufärbung mehr zeigt. Eine Probe der abfiltrierten Flüssigkeit darf durch Kochen mit Salpetersäure und chloresurem Kali keinen Niederschlag mehr geben. Man kocht die Probe tief ein. Beim Auskrystallisieren des Kaliumchlorats und Auflösen mit Wasser, darf bei Stahl und Thomaseisen keine Rotfärbung eintreten. Bei Ferromangan tritt für gewöhnlich eine kleine Rotfärbung ein, doch dürfen keine Teilchen von MnO_2 vorhanden sein.

Der gut ausgewaschene Niederschlag wird samt Filter in ein grösseres Becherglas gebracht. In den Fällungskolben lässt man aus einer Bürette einige Kubikcentimeter einer sauren Lösung von Ferroammonsulfat fließen; bei Berührung mit den am Glase haftenden Teilchen von MnO_2 , geht letzteres in Lösung. Nun

lässt man aus der Bürette ins Becherglas die Ferroammonsulfatlösung fließen, so dass insgesamt 25 cc. angewendet werden. Man rührt das Filter mit dem Glasstabe fleissig um, bis keine dunkeln Partien mehr zu bemerken sind; alsdann verdünnt man die Flüssigkeit im Fällungskolben mit Wasser, bringt sie ins Becherglas, wäscht den Kolben gut aus und vereinigt das Waschwasser mit dem Inhalt des Becherglases.

Hierauf titriert man mit Kaliumpermanganat bis zur bleibenden Rotfärbung.

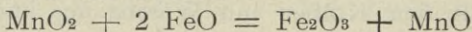
Hierzu werden verwendet:

1. Eine Lösung von 63,5 gr Mohr'schem Salz in 750 cc. Wasser und 250 cc. konzentrierter Schwefelsäure.

2. Eine Kaliumpermanganatlösung enthaltend 4 gr im Liter. Die Einstellung dieser Lösung geschieht mit Hülfe von Blumendraht.

Vor der Titration werden jedesmal 25 cc. der Eisenammonsulfatlösung, nach starkem Verdünnen, mit der Kaliumpermanganatlösung bis zur bleibenden Rotfärbung versetzt und die hiezu nötige Quantität der letzteren Lösung festgestellt.

Aus dem Minderverbrauch bei der Titration der Auflösung des Manganhyperoxydniederschlags in 25 cc. der Lösung 1 kann der Mangan Gehalt berechnet werden. Man berechnet zunächst die Quantität des durch das Manganhyperoxyd oxydierten Eisens, hierauf aus der Formel



die entsprechende Manganmenge durch Multiplikation mit 0,4903.

Bestimmung des Phosphors.

3 gr Roheisen, oder 5 gr schmiedbares Eisen werden in ein ca. 500 cc. fassendes Becherglas gebracht, mit einem durchlöcherten Uhrglas bedeckt und durch die Öffnung des Uhrglases mit 50 cc. Salpetersäure von spezifischem Gewicht 1,2 übergossen. Droht die Flüssigkeit überzuschäumen, so spritzt man ein paar Tropfen kaltes Wasser hinein, wobei die Flüssigkeit sich wieder setzt. Nach erfolgter Auflösung giesst man die Lösung in eine Porzellanschale, spült das Glas nach und vereinigt das Spülwasser mit der Lösung. Man verdampft zuerst auf dem Wasserbade bis zur Syrupkonsistenz, bringt hierauf die Schale auf ein Luftbad und erhitzt unter möglichster Vermeidung des Spritzens bis fast zur Trockne. Alsdann wird die Erhitzung auf

dem Drahtnetze fortgesetzt, wobei die Kohlenstoffverbindungen zerstört werden. Nach einiger Zeit fängt die Kruste an sich von den Schalenwandungen abzulösen; in diesem Moment sucht man mit Hilfe eines Glasstabes, die am Boden fest angebackenen Teile abzustossen, da sonst die Schale springen würde. Die Erhitzung wird fortgesetzt, bis kein Säuregeruch mehr wahrzunehmen ist.

Nach dem Erkalten der Schale übergiesst man den Inhalt mit einer reichlichen Menge konzentrierter Salzsäure und erwärmt auf dem Wasserbade, bis sich alles aufgelöst hat; häufiges Umrühren mit dem Glasstab befördert die Auflösung. Man dampft den Überschuss der Säure ab, verdünnt mit heissem Wasser und filtriert durch ein aschenfreies Filter; der Rückstand wird noch mit Salzsäure und heissem Wasser ausgewaschen und kann, da er sämtliches Silicium als Kieselsäure enthält, zur Bestimmung des ersteren verwendet werden (vgl. die Siliciumbestimmung S. 102).

Das Filtrat samt Waschwasser wird abermals auf dem Wasserbade auf ein ganz kleines Volumen eingedampft, hierauf in ein 300 cc. fassendes Becherglas gebracht, die an der Schale festsitzenden Teile werden mit etwas Salzsäure aufgelöst und zur übrigen Lösung gegeben.

Das Volumen der letztern darf 50 cc. nicht übersteigen. Man versetzt mit 50 bis 100 cc. der Molybdatlösung (vgl. unten), hierauf mit 25 cc. einer 75% Ammonitratlösung und erwärmt unter fleissigem Umrühren auf ca. 50° C. Nach zweistündigem Stehen in der Wärme ist die Phosphorsäure vollständig ausgefällt. Der gebildete gelbe Niederschlag wird auf einem Filter aus gewöhnlichem Papier abfiltriert, das Becherglas mit einer mit Salpetersäureschwach angesäuerten, 15%-igen Ammonitratlösung ausgewaschen, wobei man die anhaftenden Teile des Niederschlages vorläufig darin belässt. Mit der gleichen Ammonitratlösung wird auch der Niederschlag so lange ausgewaschen, bis die abfliessende Lösung keine Rotfärbung mit Rhodankalium mehr zeigt. Man bringt alsdann unter den Trichter ein etwa 150 cc. fassendes Becherglas, löst den Rückstand im Fällungsglas mit etwas 2½%-igem Ammoniak auf, bringt die Lösung aufs Filter, wäscht das Glas mit der gleichen Ammoniaklösung gut aus, wobei man die Spülflüssigkeit wieder durch das gleiche Filter giesst. Ist der Niederschlag noch nicht aufgelöst, so

bewirkt man es durch einen Strahl von $2\frac{1}{2}\%$ -igem Ammoniak; schliesslich wäscht man das schon leere Filter einige Mal aus und fällt in der Lösung die Phosphorsäure aus. Man fügt tropfenweise unter beständigem Umrühren 10 cc. Magnesiamixtur zu, bedeckt mit einem Uhrglase und lässt 3 bis 4 Stunden stehen. Der Niederschlag wird hierauf auf ein aschenfreies Filter gebracht, mit $2\frac{1}{2}\%$ -igem Ammoniak bis zum Verschwinden der Chlorreaktion ausgewaschen und getrocknet. Das Verbrennen geschieht unter Beobachtung der bei der Bestimmung der Magnesia gegebenen Vorschriften; vergl. S. 68.

Die Molybdänlösung wird bereitet, indem man 150 gr molybdänsaures Ammonium mit Wasser zu 1 Liter Flüssigkeit löst und diese in 1 Liter Salpetersäure von spezifischem Gewicht 1,20 giesst.

Die Magnesiamixtur wird hergestellt durch Auflösen von 55 gr krystallisiertem Chlormagnesium und 70 gr Chlorammonium in 1 Liter $2\frac{1}{2}\%$ -igem Ammoniak. Nach mehrtägigem Stehen wird die Lösung filtriert.

Schneller gelangt man zum Ziel, wenn man die Auflösung des ausgewaschenen Molybdänniederschlags, sowie die Wiederausfällung der Phosphorsäure mit Magnesiamixtur unterlässt und den Molybdänniederschlag direkt wägt.

Bei siliciumreichem Eisen gestaltet sich das Verfahren ähnlich dem beschriebenen: man nimmt von phosphorreichem Roheisen 1 gr von phosphorärmerem 2 bis 5 gr. Die Auflösung und die weitere Arbeit ist bis zum Ausfällen mit der Molybdänlösung die gleiche wie beim oben angegebenen Verfahren. Vor dem Ausfällen bringt man die Flüssigkeit bei Anwendung von 5 gr auf ein 50 cc. nicht übersteigendes Volumen, bei 1 gr nicht über 20 cc. Nach den im Leitfaden von *A. Ledebur*, S. 26 angegebenen Vorschriften, verfährt man hierauf in folgender Weise:

In ein zuerst mit Ammoniak und dann mit Wasser gereinigtes Becherglas von ca. 200 cc. Inhalt bringt man 100 cc. Ammonmolybdatlösung, erwärmt diese auf ca. 50° C., giesst die Eisenlösung unter allmählichem Umrühren zu der Molybdatlösung, spült die Schale oder das Becherglas von der Eisenlösung mit wenig Wasser nach und stellt die Flüssigkeit an einen warmen Ort, wobei man stets darauf achtet, dass die Temperatur nicht über 50° C. steigt. Nach einer halben Stunde filtriert man einige

Kubikcentimeter durch ein vorher bei 120° C. getrocknetes und gewogenes Filter, fängt die ablaufende Flüssigkeit in einer Probierröhre auf, setzt die gleiche bis anderthalbfache Menge Molybdänlösung hinzu, schüttelt gut um und stellt das Probierröhrchen in ein Bechergläschen mit zuvor auf 50 oder 60° C. erwärmtem Wasser. Bleibt die Lösung nach Verlauf von 1 bis 2 Minuten vollständig klar, so kann man sicher sein, dass aller Phosphor ausgefällt ist; trübt sie sich, so vereinigt man die Probe wieder mit der Hauptlösung, fügt abermals 50 cc. Molybdatlösung hinzu und wiederholt nach einer halben Stunde die Prüfung. Wenn die Ausfällung beendet ist, bringt man den Niederschlag auf das gewogene Filter und wäscht mit Wasser aus, dem man 1% Salpetersäure zugesetzt hat, bis das Durchlaufende mit Rhodankaliumlösung keine oder nur ganz schwache Färbung zeigt. Die Filtration muss zur Vermeidung von Auflösung des Niederschlages schnell durchgeführt werden. Nach beendigtem Waschen trocknet man den Niederschlag samt dem Filter in einem auf 120 bis 130° C. erwärmten Luftbade, während mindestens einer halben Stunde, bei sehr reichlicher Menge des Niederschlages mindestens eine Stunde, wobei das Filterpapier eine blaugrüne Färbung annimmt, und wägt dann rasch, da der getrocknete Niederschlag mit Begierde Feuchtigkeit anzieht. 100 Teile des in dieser Weise getrockneten Niederschlages enthalten 1,64 Teile Phosphor.

Bei siliciumarmem Eisen kann das Verfahren noch wesentlich abgekürzt werden. Man verfährt hiebei in folgender Weise (nach A. Ledeburs Leitfaden, S. 83):

Man löst in einem Becherglase: von Flusseisen 5 gr in 80 cc. Salpetersäure, von weissem phosphorreichem Eisen 0,3 gr in 40 cc. Salpetersäure von 1,2 spec. Gewicht auf und erhitzt zum Sieden, wenn die erste heftige Gasentwicklung vorüber ist. Das Becherglas kann man anfänglich durch ein Uhrglas bedecken; später aber, wenn die Flüssigkeit nicht mehr stark spritzt, entfernt man dieses, damit sie schon beim Lösen thunlichst eingeengt werde. Wenn das Auflösen beendet ist und keine roten Dämpfe mehr entweichen, fügt man der siedenden Flüssigkeit zur Zerstörung der Kohlenstoffverbindungen Chamäleonlösung von dem Verdünnungsgrade 1 : 50 hinzu, und zwar für Flusseisen sind hiervon 2 cc., für die Roheisenlösung 3 cc. erforderlich. Braunes

Manganhyperoxyd wird abgeschieden. Man kocht eine bis zwei Minuten und giebt alsdann ohne das Sieden zu unterbrechen, einen Zusatz gesättigter Kaliumoxalatlösung hinzu, um den Manganniederschlag wieder in Lösung zu bringen; für die Flusseisenlösung sind hievon 2 cc., für die Roheisenlösung 3 cc. erforderlich. Sollte der Manganniederschlag, nachdem dieser Zusatz gegeben ist, auch bei mehrere Minuten fortgesetztem Sieden, nicht vollständig verschwinden, so fügt man nochmals Kaliumoxalat hinzu, bis der Zweck erreicht ist. Die in solcher Weise vorbereitete und entsprechend eingeeengte Lösung (auf $\frac{3}{4}$ des ursprünglichen Volumens) wird etwas abgekühlt und dann vorsichtig mit so viel starker Ammoniaklösung versetzt, als ohne Bildung eines bleibenden Niederschlages möglich ist. Inzwischen hat man für die Flusseisenlösung 100 cc., für die Roheisenlösung 70 cc. Ammoniummolybdatlösung abgemessen und auf eine Temperatur von ungefähr 50° C. erwärmt, um diese alsdann unter Umrühren der ebenfalls warmen Eisenlösung zuzusetzen und den Phosphor auszufällen. Die weitere Ausführung des Verfahrens ist die gleiche wie bei siliciumreichem Eisen.

Bestimmung des Siliciums.

Hat man den Phosphor nach einem der auf Seite 98—100 angeführten, ersten zwei Verfahren bestimmt, so erhält man hierbei einen Niederschlag, der das Silicium in Form von Kieselsäure enthält. Dieser Niederschlag wird feucht im Platintiegel verbrannt, hierauf mit Natriumkarbonat aufgeschlossen und aus der Schmelze die Kieselsäure in bekannter Weise abgeschieden. Ist dagegen der Phosphor aus der Eisenlösung ausgefällt worden, ohne vorheriges Abscheiden der Kieselsäure, so muss das Silicium in einer besonderen Portion bestimmt werden.

In diesem Falle bedient man sich des von *v. Reis* angegebenen Verfahrens: die Probe wird in Salpetersäure von spec. Gewicht 1,2 (auf 1 gr bis 15 cc.) in einem geräumigen Becherglas aufgelöst; nach der Auflösung giebt man auf jedes Gramm Eisen 10 cc. Salzsäure von spec. Gewicht 1,19 und 30 cc. Schwefelsäure (1 : 1) hinzu und erhitzt bis zur Vertreibung der flüchtigen Säuren; fangen die Eisensalze an auszukristallisieren, so lässt man erkalten, verdünnt mit Wasser und erwärmt bis allès Lösliche in Lösung gegangen, filtriert, wäscht zuerst mit verdünnter Salz-

säure (1 : 3), hierauf mit heissem Wasser aus und verbrennt feucht in gewogenem Platintiegel, bis der Rückstand weiss geworden ist.

Siliciumeisen mit sehr hohem Siliciumgehalt lässt sich in der Regel weder in Salpetersäure, noch in Salzsäure auflösen. In diesem Falle schmilzt man die Probe mit der 5- bis 6-fachen Menge Natriumkarbonat und scheidet aus der Schmelze die Kieselsäure in gewöhnlicher Weise ab; 1 Teil $\text{SiO}_2 = 0,4673$ Tl. Si.

Bestimmung des Schwefels.

Die Bestimmung des Schwefels wird auf colorimetrischem Wege mit Hilfe des in Fig. 9 abgebildeten, *Wiborgh'schen* Apparates bestimmt.

Dieser Apparat besteht aus einem Kochkolben mit seitlich angeschmolzenem Zufusstrichter; im Kolbenhals sitzt luftdicht eingeschlossen ein cylindrisches Gefäss, mit flach ausgebreitetem Rand; auf diesem Rand liegen zwei Kautschukringe und auf diesen ein Holzring. Sämtliche Ringe werden an den Glasrand durch drei Stahlfedern gepresst.

Zur Ausführung der Bestimmung werden je 0,2 oder 0,4 gr der Probe in den Kochkolben abgewogen und der Kolben etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllt. Zwischen den Kautschukringen befestigt man mittelst des Holzringes und der Stahlfedern ein rundes Lämpchen Baumwollzeug, das mit Kadmiumacetat getränkt ist (mit dem Apparat käuflich), stellt den Apparat zusammen, befestigt ihn in einem Stativ und zwar so, dass der Kochkolben auf einer Asbestplatte ruht, kocht bis das Zeug durchfeuchtet ist und lässt aus dem Trichter verdünnte Schwefelsäure zufließen. Nachdem die Gasentwicklung aufgehört, setzt man das Kochen noch 10 Minuten fort, löst das Zeug los, trocknet es auf Filtrierpapier und vergleicht die Farbenintensität mit einer dem Apparate beigegebenen Skala. Der Schwefelgehalt wird auf der an der Skala befindlichen Tabelle abgelesen

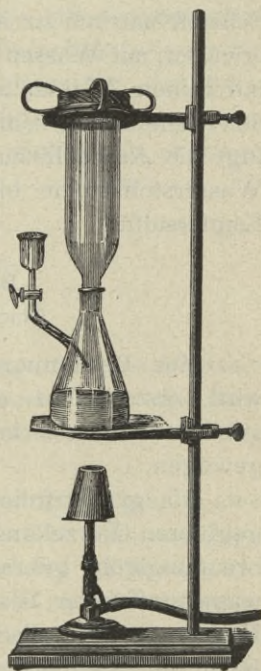


Fig. 9.

Bestimmung des Kupfers.

Für diese Bestimmung werden 10 bis 15 gr Substanz in Salzsäure von spec. Gewicht 1,12 gelöst, die Lösung zur Trockne eingedampft, mit wenig Salzsäure und Wasser aufgenommen, Kohle und Kieselsäure abfiltriert, das Filtrat durch Zusatz von Natriumbisulfit reduziert, dann das Kupfer mit Schwefelwasserstoff in mässiger Wärme gefällt, das Kupfersulfit abfiltriert, mit Schwefelwasserstoffwasser unter möglicher Vermeidung des Luftzutrittes, durch stetes Gefüllthalten des Filters gewaschen. Das Filter wird dann getrocknet, der Niederschlag möglichst abgetrennt in eine kleine Porzellanschale gebracht, das Filter verascht und die Asche zum Niederschlag gefügt, mit etwas Schwefelnatrium zur Auflösung der Sulfide von Arsen und Antimon erwärmt, mit Wasser verdünnt, filtriert, abermals mit Na_2S zuletzt mit reinem Wasser ausgewaschen und getrocknet. Man trennt den Niederschlag vom Filter, bringt ihn in einen Rose'schen Tiegel, fügt die Asche hinzu, überdeckt mit Schwefelblumen, glüht im Wasserstoffstrome bis zum konstanten Gewicht und wägt als Kupfersulfür.

Bestimmung des Sauerstoffs.

(Nach *A. Ledebur*, Leitfaden S. 98).

Zur Bestimmung des an Eisen gebundenen Sauerstoffs, wird ersteres in einem Wasserstoffstrom geglüht und das gebildete Wasser in einem Chlorcalciumrohr aufgefangen und gewogen.

15 gr fettfreies und trockenes Eisen werden in einem geglühten Porzellanschiffchen flach ausgebreitet, in ein Verbrennungsrohr gebracht und trockener, Sauerstoff und Schwefelwasserstoff freier Wasserstoff durchgeleitet (das Gas passiert eine Flasche mit alkalischer Bleioxydlösung, ein gelinde glühendes Rohr mit platinirtem Asbest, eine Flasche mit Schwefelsäure und schliesslich einen Chlorcalcium-Turm); nach etwa 2-stündigem Durchleiten des Wasserstoffs schaltet man die gewogene Chlorcalciumröhre ein und erhitzt das Eisen während 30 bis 40 Minuten bis zum Glühen; man lässt nun die Röhre allmählig erkalten, wobei das Durchleiten des Wasserstoffs fortgesetzt wird, verdrängt schliesslich den Wasserstoff durch einen Strom trockener Luft und wägt das Chlorcalciumrohr.

Bestimmung der mechanisch eingeschlossenen Schlacke.

Diese Bestimmung wird in der Anstalt nur im Schweisseisen ausgeführt und zwar mit Hülfe des Verfahrens von *Eggertz*:

2 bis 5 gr des Eisens werden in ein 100 cc. fassendes Becherglas gebracht, das Ganze in Eis oder Eiswasser gestellt, mit der fünffachen Menge Wasser übergossen und ebensoviel Jod allmählig unter stetem Umrühren eingetragen. Nach etwa 2 Stunden wird die Flüssigkeit abgossen und der Rückstand mit etwas verdünnter Salzsäure (1 : 20) übergossen; ist die Zersetzung vollständig gewesen, so darf sich keine Gasentwicklung zeigen, andernfalls muss die Behandlung mit Jod wiederholt werden. Nach vollendeter Zersetzung des Eisens wird das Ganze abfiltriert und mit verdünnter Salzsäure (1 : 20) ausgewaschen. Das Ganze wird vom Filter in eine Porzellanschale abgespritzt, mit 10% Natriumkarbonatlösung zur Entfernung der freien Kieselsäure 1 Stunde lang erwärmt, hierauf filtriert, ausgewaschen und Filter samt Inhalt (Kohlenstoff und Schlacke) in einem gewogenen Platintiegel feucht verbrannt.

IV. Metall-Legierungen.

1. *Aluminiumbronze.*

Nach einem von Herrn Prof. Dr. *G. Lunge*, über die *Methoden der Untersuchung der chemischen Zusammensetzung des Reinaluminiums und seiner Abkömmlinge*, verfassten Bericht verfahren wir in folgender Weise:

Das *Silicium* kommt in den Aluminiumlegierungen in zwei Modifikationen vor — in der *krystallinischen* und *amorphen*. Erstere Modifikation lässt sich ungemein schwer zu Kieselsäure oxydieren; es gelingt weder durch Königswasser, noch durch Chromschwefelsäure diese Modifikation in Kieselsäure überzuführen; dagegen ist die Oxydation vollständig, wenn die Bronze in einem Gemisch von Kaliumchlorat und Salpetersäure oder Salzsäure aufgelöst wird. Letztere Säure ist vorzuziehen, da die Reaktion sich leichter regulieren lässt, als es bei Anwendung von Salpetersäure der Fall ist, in welchem Falle die stürmische Reaktion Verluste verursachen kann. Sorgt man dafür, dass die Salzsäure einen genügenden Wasserzusatz erhält, so geht die Chlorentwicklung langsam vor sich und die resultierende Kieselsäure

ist vollkommen eisenfrei. Auf Grund dieser Versuche verfährt man bei der Auflösung der Bronze in folgender Weise:

In einer weiten Porzellanschale, bei der Verlust durch Spritzen nicht leicht eintreten kann, werden etwa 2 gr Metallspäne mit 6 bis 8 gr Kaliumchlorat und 100 cc. Wasser gemengt, allmählig Salzsäure zugegeben, zweimal mit Salzsäure zur Trockne eingedampft, der Rückstand mit Salzsäure befeuchtet und in einen Halbliterkolben filtriert. Der geglühte Rückstand ist SiO_2 .

Der Kolben wird bis zur Marke aufgefüllt und 100 cc. davon für die Bestimmung der Metalle entnommen. Man dampft die Flüssigkeit mit Schwefelsäure bis zur Verjagung der Salzsäure ein, verdünnt mit Wasser und fällt zunächst das Kupfer.

Hat man nur wenige Bestimmungen auszuführen, so fällt man das *Kupfer* aus der sauren Lösung mit Schwefelwasserstoff bei ca. 80° ; man leitet so lange Schwefelwasserstoff ein, bis sich der Niederschlag plötzlich zusammenballt und auf den Boden fällt, wobei die überstehende Flüssigkeit ganz klar und farblos wird. Behält die Flüssigkeit auch nach längerem Einleiten von Schwefelwasserstoff einen grünlichen Ton, so setzt man tropfenweise verdünnte Schwefelsäure so lange zu, bis die grüne Färbung verschwunden ist; man filtriert alsdann schnell durch ein aschenfreies Filter, wäscht mit Schwefelwasserstoffwasser aus, wobei man zur Vermeidung des Luftzutrittes das Filter stets voll hält, schliesslich deckt man den Trichter mit einem Uhrglas zu, lässt die Flüssigkeit ablaufen und stellt den Niederschlag in einen schon angeheizten Trockenkasten. Der trockene Niederschlag wird vom Filter möglichst vollständig abgetrennt, das Filter eingäschert, Asche und Niederschlag in einen Rose'schen Tiegel gebracht, mit Schwefelblumen überschüttet, und im Wasserstoffstrom zuerst auf einem Bunsenbrenner, schliesslich auf dem Gebläse bis zur Konstanz des Gewichtes geglüht und als Kupfer-sulfür gewogen.

Sind mehrere Bestimmungen auf einmal auszuführen, so scheidet man das Kupfer elektrolytisch ab, unter Benutzung eines nur schwachen Stromes. Der Strom wird einer Accumulatoren-batterie entnommen und durch Einschaltung von Widerständen auf die gewünschte Stärke, die mittelst eines Voltameters kontrolliert wird, reguliert. Wegen der Anwesenheit des Eisens in der Lösung, kann die elektrolytische Abscheidung nicht aus

der Ammonoxalatlösung geschehen; man fällt aus einer schwach sauren Lösung der Sulfate und kann nach Beendigung der Kupferausscheidung das Auswaschen ohne Stromunterbrechung, welches ein Ansammeln von grossen Flüssigkeitsmengen zur Folge haben würde, umgehen, wenn man die positive Elektrode entfernt, den Inhalt der Platinschale, die als negative Elektrode dient, ohne Verzug in eine bereitstehende Porzellanschale ausleert, zwei bis dreimal mit Wasser nachspült und zuletzt mit absolutem Alkohol auswäscht. Verfährt man in dieser Weise, so geht auch keine Spur von Kupfer in Lösung.

Die Platinschale wird getrocknet und gewogen; nach Abzug des vor dem Versuch ermittelten Gewichtes der Schale hinterbleibt das Gewicht des Kupfers.

Die vom Kupfer durch Elektrolyse befreite Lösung wird genau auf 200 cc. gebracht; 100 cc. davon werden nach Reduktion mit Zink, mit Chamäleonlösung auf *Eisen* titriert und aus den anderen 100 cc. wird Eisenoxyd und Thonerde zusammen durch Ammoniak ausgefällt. Letzteres geschieht in der Weise, dass man die in einer Porzellanschale enthaltene heisse Lösung mit Ammoniak versetzt, bis ein schwacher Geruch entsteht, dann 5 Minuten auf dem Wasserbade stehen lässt, wobei der Geruch so gut wie ganz verschwindet und dann filtriert. Der Niederschlag wird gut ausgewaschen und in einem gewogenen Platintiegel feucht verbrannt, geglüht und gewogen. Nach Abzug von der Summe der Sesquioxide der für das Fe_2O_3 gefundenen Zahl, erhält man die der Thonerde entsprechende Zahl, aus welcher man dann das *Aluminium* berechnet.

In den im Halbliterkolben übrig gebliebenen 400 cc. Lösung wird der *Schwefel* bestimmt; dies geschieht in der Weise, dass man die Flüssigkeit auf ein ganz kleines Volumen einengt und darin die Schwefelsäure mit Chlorbaryum fällt.

2. *Aluminiummessung.*

Nachdem man, wie oben angegeben, die Kieselsäure abgeschieden und das Filtrat auf 500 cc. gebracht, entnimmt man wieder 100 cc. für die Bestimmung der Metalle, führt sie in Sulfate über und fällt das *Kupfer* mit Schwefelwasserstoff. Will man die Kupferbestimmung auf elektrolytischem Wege ausführen, so muss es bei vollständiger Abwesenheit von Salz-

säure oder Chloriden in salpetersaurer Lösung geschehen, da sonst in schwefelsaurer Lösung Zink mitfallen würde. Wegen der Anwesenheit der Salpetersäure muss man in diesem Falle beim Auswaschen des Kupfers anders verfahren. Von vorneherein wird nur sehr wenig freie Säure angewendet. Nach Beendigung der Ausfällung wird der Inhalt der Schale, wie oben beschrieben, schnell abgezogen. Die Schale wird dann mit Wasser aufgefüllt und die positive Elektrode noch etwa 5 Minuten lang hineingestellt, worauf das Waschwasser ohne eine Spur von Kupfergehalt abgegossen werden kann. Da bei der Elektrolyse die Salpetersäure zum Teil zu Ammoniak reduziert wird, so kann, da wenig freie Salpetersäure vorhanden ist, während des Versuches die Flüssigkeit neutral oder basisch werden, was in letzterem Falle eine Ausscheidung von Thonerde zur Folge haben kann. Bemerkt man dieses, so bringt man durch Zugabe von einigen Tropfen Salpetersäure die Thonerde wieder in Lösung.

Die kupferfreie Flüssigkeit wird wieder auf 200 cc. eingengt und in 100 cc. das *Eisen* durch Titration mit Permanganat bestimmt. In den anderen 100 cc. fällt man Aluminium und Eisen mit Natriumacetat (vgl. Trennung der Sesquioxyde von Manganoxydul). Der Niederschlag von basischem Thonerde- und Eisenacetat wird in Salzsäure gelöst und mit Ammoniak die Sesquioxyde gefällt. Das *Aluminium* resultiert wieder aus der Differenz.

Das Filtrat von der Natriumacetatfällung bringt man in ein geräumiges Becherglas, erhitzt bis fast zum Kochen, fügt tropfenweise kohlen-saures Natron bis zum deutlichen Überschuss hinzu, kocht einige Minuten, lässt absitzen, dekantiert durch ein Filter, kocht den Niederschlag dreimal unter Dekantation mit Wasser aus, bringt ihn aufs Filter, wäscht mit heissem Wasser bis zum Verschwinden der alkalischen Reaktion aus und trocknet den Niederschlag.

Man trennt alsdann den Niederschlag möglichst vollständig vom Filter, bringt ihn in einen gewogenen Porzellantiegel, befeuchtet das Filter mit etwas Ammonnitratlösung, trocknet schnell auf der Gasflamme, äschert ein und giebt die Asche zum Niederschlag. Man glüht auf einem gewöhnlichen Bunsenbrenner bis zum konstanten Gewicht, wägt als ZnO und berechnet hieraus das *Zink*.

3. *Ferroaluminium.*

Die Bestimmung des *Aluminiums* geschieht nach der bei der Aluminium-Aktiengesellschaft in Neuhausen in Anwendung stehenden Methode.

Man löst ca. 5 gr der Substanz in verdünnter Schwefelsäure, dampft die Lösung zur Trockne, nimmt mit wenig Schwefelsäure auf und verdünnt in einem Messkolben auf 300 cc. Hierauf filtriert man durch ein Faltenfilter, reduziert 100 cc. des Filtrates mit Eisendraht, neutralisiert mit kohlensaurem Natron und giesst dann die Flüssigkeit zur Überführung des Eisens in Ferrocyankalium, in ein kochendes Gemenge von Cyankalium und Ätzkali (auf je 1 gr der Substanz 50 cc. 20% Kalilauge und 40 cc. 20% Cyankaliumlösung). Das sich hierbei ausscheidende Eisenoxydhydrat filtriert man entweder durch ein glattes Filter und wäscht vollkommen aus, oder man verdünnt auf 500 cc., filtriert durch ein Faltenfilter und versetzt 300 cc. des Filtrates (entsprechend 1 gr der ursprünglichen Substanz) in einer Porzellanschale mit salpetersaurem Ammon (dem 1 $\frac{1}{2}$ -fachen der Ätzkalimenge). Man erhitzt ca. 1 Stunde, filtriert dann die Thonerde, welche nicht gallertartig und leicht auszuwaschen ist, auf einem Saugfilter und wäscht aus, bis eine Probe des Filtrates nach dem Ansäuern keine Reaktion auf Ferrocyankalium mehr giebt. Zur Kontrolle und Prüfung auf Alkaligehalt kann man die geglühte und gewogene Thonerde mit Wasser und Salpetersäure auskochen, mit Ammoniak alkalisch machen, filtrieren, auswaschen und nochmals wägen. Sollte der Niederschlag nicht rein weiss erscheinen, so kocht man mit konzentrierter Salzsäure aus und titriert etwa in Lösung gegangenes Eisen.

Sämtliche Reagentien müssen selbstverständlich auf einen Thonerdegehalt untersucht und solcher in Abrechnung gebracht werden.

4. *Phosphorkupfer.*

1 gr der möglichst fein gestossenen Substanz wird in einer Porzellanschale mit einem Gemisch von 1 Tl. Salzsäure und 3 Tl. Salpetersäure übergossen, die Schale mit Uhrglas bedeckt und auf dem Wasserbade bis zum vollständigen Auflösen digeriert; hierauf versetzt man mit Schwefelsäure und digeriert auf dem Wasserbade so lange, bis kein Geruch nach flüchtigen

Säuren wahrzunehmen ist. Man verdünnt mit Wasser, fällt aus der Lösung das *Kupfer* mit Schwefelwasserstoff und im Filtrate vom Schwefelkupfer, nach Verjagen des Schwefelwasserstoffs wird die Phosphorsäure mit Magnesiamixtur ausgefällt und als $Mg_2P_2O_7$ gewogen. Die erhaltene Zahl rechnet man auf *Phosphor* um.

5. *Phosphorbronze.*

Dieselbe enthält neben Phosphor und Kupfer regelmässig Zinn, manchmal auch Zink.

Man behandelt 1 gr mit 25 cc. Salpetersäure vom spec. Gewicht 1,3, digeriert im Bechergläschen auf dem Wasserbade bis der Niederschlag ganz weiss erscheint, spült den Inhalt des Glases in eine Porzellanschale und dunstet bis fast zur Trockne ein. Man befeuchtet hierauf den Rückstand mit konz. Salpetersäure, verdünnt mit Wasser, lässt absitzen und dekantiert durch ein kleines aschenfreies Filter, bis die über dem Niederschlag stehende Flüssigkeit nicht mehr blau erscheint. Hierauf bringt man den Niederschlag auf's Filter, wäscht gut aus und trocknet ihn. Der Niederschlag, der alles Zinn und Phosphor enthält, wird möglichst vollständig vom Filter abgetrennt und in einen gewogenen Porzellantiegel gebracht, das Filter in der Platinspirale vollständig eingeäschert, die Asche zum Niederschlag gebracht, im Tiegel mit ein paar Tropfen rauchender Salpetersäure übergossen und die Säure vorsichtig abgeraucht. Man erhitzt zuerst auf dem Bunsenbrenner, schliesslich auf dem Gebläse bis zum konstanten Gewicht und wägt.

Eine andere Portion der Legierung wird wieder in Salpetersäure vom spec. Gewicht 1,3 aufgelöst, der Rückstand in der gleichen Weise wie oben behandelt, zuletzt abfiltriert und ausgewaschen. Man übergiesst ihn auf dem Filter mit einer warmen konzentrierten Lösung von Schwefelnatrium, worin er sich leicht auflöst, wäscht das Filter zuerst mit etwas verdünnter Schwefelnatriumlösung, zuletzt mit Wasser nach und fällt aus dem Filtrat das Schwefelzinn durch Ansäuern mit einer verdünnten Schwefelsäurelösung.

Man lässt den Niederschlag von Schwefelzinn sich absetzen, filtriert, wäscht gut aus und bestimmt im Filtrat die Phosphorsäure, nach Entfernung des Schwefelwasserstoffs, durch Ausfällen mit Ammonmolybdat (vgl. Bestimmung des Phosphors im Eisen.)

Die gefundene *Phosphormenge* rechnet man auf P_2O_5 um, zieht vom Gewicht des Zinnoxidniederschlags ab; die Differenz ergibt das Gewicht des phosphorsäurefreien Zinnoxids, aus dem auch der Gehalt an *Zinn* berechnet werden kann.

Im Filtrat bestimmt man *Kupfer* und *Zink* in der gleichen Weise, wie es beim Aluminiummessing angegeben ist.

6. Lagermetalle.

a. Legierung von Zinn, Antimon, Wismut, Kupfer und Eisen.

Die Legierung wird mit Salpetersäure (spec. Gewicht 1,3) behandelt und auf dem Wasserbade im Becherglase so lange digeriert, bis der Rückstand weiss erscheint; hierauf dampft man in einer Porzellanschale bis fast zur Trockne ein, befeuchtet mit Salpetersäure, übergiesst mit Wasser und filtriert unter Dekantation den Rückstand ab. Derselbe wird getrocknet, verbrannt und geglüht, unter Beobachtung der schon gegebenen Vorschriften (vergl. Bestimmung des Zinns in Phosphorbronze). Der geglühte Niederschlag besteht aus SnO_2 , Sb_2O_3 und aus den Oxyden des Kupfers und des Wismuts.

Eine andere Portion der Legierung wird in der gleichen Weise behandelt, der Rückstand jedoch nicht geglüht, sondern in einer konzentrierten Lösung von Schwefelnatrium in der Wärme aufgelöst, wobei Zinn und Antimon in Lösung gehen, während Kupfer und Wismut als Sulfide zurückbleiben. Man filtriert vom Niederschlag ab, wäscht mit schwefelnatriumhaltigem Wasser aus und bestimmt im Filtrate Antimon elektrolytisch. Der Niederschlag wird in Salpetersäure aufgelöst und Kupfer vom Wismut in folgender Weise getrennt:

Man dampft die salpetersaure Lösung in einer Porzellanschale im Wasserbade ab, setzt Wasser zu, löst die Krusten mit einem Glasstab von den Wänden ab, verdampft wieder im Wasserbade, füllt neuerdings mit Wasser auf und wiederholt dies im ganzen 3 bis 4-mal. Nachdem die trockene Masse nicht mehr nach Salpetersäure riecht, übergiesst man den Inhalt der Schale nach völligem Erkalten mit einer kalten Lösung von 1 Teil salpetersaurem Ammon in 500 Teilen Wasser, lässt kurze Zeit in Berührung, filtriert, wäscht gut aus und trocknet; man löst den Niederschlag vom Filter, bringt ihn in einen gewogenen Porzellan-

tiegel, fügt die Filterasche hinzu, glüht bis zum konstanten Gewicht und wägt als *Wismutoxyd*.

Das Filtrat vom Wismutniederschlag wird mit Schwefelsäure bis zum Verjagen der Salpetersäure auf dem Wasserbade erwärmt, hierauf mit Wasser verdünnt und in der Lösung das *Kupfer* durch Fällern mit Schwefelwasserstoff in angegebener Weise bestimmt; vgl. S. 106. Das erhaltene Gewicht des Kupfersulfürs wird auf Kupferoxyd umgerechnet und die Summe der Oxyde von Wismut und Kupfer, vom Gewicht des ersten Rückstandes abgezogen. Die Differenz ist die Summe der Oxyde von Zinn und Antimon.

Im Filtrat vom ersten Rückstand bestimmt man Wismut und Kupfer in der eben angegebenen Weise und addiert die gefundenen Zahlen zu den schon erhaltenen.

Aus der wismut- und kupferfreien Lösung fällt man das Eisen mit Ammoniak.

Die schwefelnatriumhaltige Lösung füllt man auf ein bestimmtes Volumen auf, entnimmt in die vorher gewogene und als negative Elektrode dienende Schale 50 cc., fügt noch 10 cc. einer 10%-igen Ätznatronlösung hinzu und leitet über Nacht einen Strom von 1,5 bis 2 cc. Knallgas in der Minute hindurch, wobei die Schale mit einem Uhrglas bedeckt bleibt. Nach 12-stündiger Stromeinwirkung, wäscht man ohne Stromunterbrechung mit Wasser aus, schaltet den Strom aus, wäscht die Schale mit absolutem Alkohol und Äther nach, trocknet bei 80° bis zum konstanten Gewicht und wägt. Nach Abzug des Gewichtes der Schale hinterbleibt das Gewicht des *Antimons*. Man berechnet aus dem erhaltenen Gewicht des Antimons das der Einwage entsprechende Gewicht von Sb_2O_3 und zieht vom Gewicht der Summe der Oxyde von Zinn und Antimon die berechnete Zahl ab; die Differenz ist Zinnoxid; aus dieser Differenz lässt sich der Gehalt an *Zinn* berechnen.

β. Legierung von Zinn, Antimon, Blei und Kupfer.

In der schon beschriebenen Weise werden 1,5 gr mit Salpetersäure von spec. Gewicht 1,3 behandelt und das Gewicht der Oxyde von Zinn und Antimon nebst den beigemengten Mengen der Oxyde von Blei und Kupfer ermittelt.

Die Quantität der letzteren wird bestimmt, indem man eine neue Portion der Legierung in Salpetersäure auflöst, den gut ausgewaschenen Rückstand in einer warmen Lösung von Schwefelnatrium aufnimmt und die Sulfide des Bleies und Kupfers durch Filtration und Auswaschen von der Lösung der Sulfosalze trennt.

Die Bestimmung des Bleies und Kupfers geschieht dann in folgender Weise:

Man löst die Sulfide in Salpetersäure vom spec. Gewicht 1,2 und digeriert auf dem Wasserbade, bis alles schwarze verschwunden ist. Sollten sich Klumpen von hartem Schwefel bilden, so werden dieselben zerdrückt. Der Schwefel wird abfiltriert, gut ausgewaschen und das Filtrat mit Schwefelsäure bis zum Verschwinden des Salpetersäuregeruchs behandelt; man verdünnt mit etwa 50 cc. Wasser, lässt 2 Stunden zur vollständigen Abscheidung des Bleisulfates stehen, filtriert durch ein aschenfreies Filter, wäscht mit verdünnter Schwefelsäure aus und verdrängt zuletzt die Schwefelsäure durch Alkohol; der Niederschlag wird getrocknet, möglichst vollständig vom Filter abgelöst und in einen gewogenen Porzellantiegel gebracht. Das Filter wird in der Platinspirale verbrannt, die Asche zum Niederschlag gebracht, zuerst ein paar Tropfen rauchende Salpetersäure und dann ebensoviel halbverdünnte Schwefelsäure hinzugegeben und die Säuren vorsichtig abgeraucht, wobei das *Bleisulfat* als ganz weisses krystallinisches Pulver zurückbleiben soll. Dasselbe wird gewogen und zunächst als Oxyd berechnet.

Im Filtrate vom Bleisulfat bestimmt man das *Kupfer* als Kupfersulfür in bekannter Weise.

Die Summe der Oxyde des Bleies und Kupfers wird vom Gewicht des ersten Rückstandes abgezogen, in der Schwefelnatriumlösung das *Antimon* in beschriebener Weise elektrolytisch bestimmt (vergl. S. 112) und der Gehalt an Zinn und Antimon wie angegeben berechnet.

Das Filtrat vom ersten Rückstand wird mit Schwefelsäure bis zum Verschwinden des Salpetersäuregeruchs eingedunstet, in der schwefelsauren Lösung Blei und Kupfer wie oben bestimmt und die erhaltenen Zahlen zu den schon gefundenen addiert.

7. *Rotguss.*

(Legierung von Kupfer, Zinn, Blei und Zink).

1,5 gr werden in einem Becherglas mit 30 cc. Salpetersäure von spec. Gewicht 1,3 übergossen, hierauf auf dem Wasserbade so lange digeriert, bis der Rückstand ganz weiss erscheint, der Inhalt des Glases in eine Porzellanschale gefüllt und fast bis zur Trockne eingedampft.

Man befeuchtet mit etwas starker Salpetersäure und übergiesst mit Wasser. Kupfer, Blei und Zink gehen in Lösung, während Zinn als Metazinnsäure zurückbleibt. Man wäscht sorgfältig unter Dekantation mit Wasser aus, filtriert, wäscht wieder aus, trocknet, verbrennt und glüht unter Beobachtung der schon erwähnten Vorsichtsmassregeln.

Es gelingt fast immer, den Zinn-Niederschlag vollständig oder fast vollständig auszuwaschen; man kann somit ohne weiteres das Gewicht des nach dem Glühen erhaltenen Zinnoxids auf *Zinn* umrechnen.

Das Filtrat wird mit Schwefelsäure bis zum Verschwinden des Geruchs nach Salpetersäure eingedampft, mit nicht zu viel Wasser verdünnt, 4 Stunden stehen gelassen und das ausgeschiedene Bleisulfat abfiltriert, mit verdünnter Schwefelsäure ausgewaschen und die Schwefelsäure mit Weingeist verdrängt; der Niederschlag wird getrocknet und verbrannt (vergl. Analyse der Lagermetalle, S. 113). Das erhaltene Gewicht des Bleisulfats wird auf *Blei* umgerechnet.

Aus dem Filtrate vom Bleisulfat wird nach Verdunsten des Alkohols das *Kupfer* mit Schwefelwasserstoff ausgefällt (vergl. Analyse der Aluminiumbronze, S. 106). Bei Anwesenheit von viel Zink, fällt mit dem Schwefelkupfer auch Schwefelzink mit; man muss, um zinkfreies Kupfersulfid zu erhalten, den Niederschlag noch einmal in Salpetersäure auflösen, die Lösung vom ausgeschiedenen Schwefel durch Filtration trennen, mit Schwefelsäure bis zum Verjagen der Salpetersäure eindampfen und aus der schwefelsauren Lösung das *Kupfer* noch einmal mit Schwefelwasserstoff fällen. Die Filtrate von den beiden Fällungen des Kupfers werden vereinigt, auf's nötige Volumen eingedampft und aus der Lösung das *Zink* mit Natriumkarbonat gefällt (vergl. Analyse des Aluminiummessings, S. 108).

V. Organische Materialien.

1. Mineralöl.

Die Dichte wird mit Hilfe des auf Fig. 10 abgebildeten Pycnometers bestimmt.

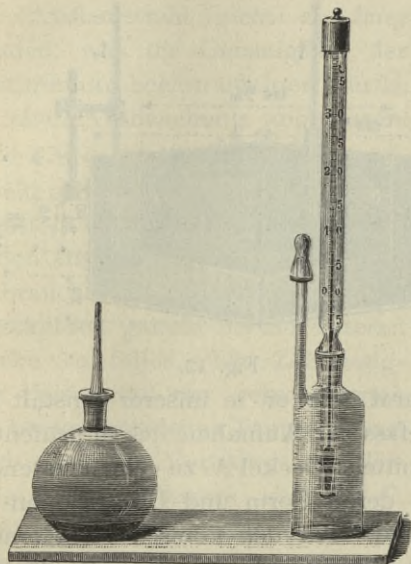


Fig. 10.

Dasselbe besteht aus einem cylindrischen dünnwandigen Glasgefäße, dessen Hals durch das in $\frac{1}{5}$ Grade geteilte eingeschlossene Thermometer geschlossen wird. Seitlich ragt eine Kapillare hervor, deren obere Öffnung durch eine kleine, ebenfalls eingeschlossene Glaskappe zugedeckt ist. Das Pycnometer wird zuerst trocken und leer gewogen, hierauf wird es mit destilliertem Wasser gefüllt, ohne Thermometer und Kappe in ein Gefäß mit Wasser von der

Temperatur unter 15° C.

gestellt und die Temperatur im Pycnometer von Zeit zu Zeit kontrolliert; ist sie unter 15° C. gesunken, so nimmt man das Pycnometer heraus, stellt das Thermometer hinein und zwar so, dass keine Luftblasen an der Verjüngung des Gefäßes zurückbleiben und lässt bei Zimmertemperatur stehen, bis das Thermometer genau 15° C. zeigt. Die auf der Kapillare stehende Wasserkuppe wird mit Filtrierpapier entfernt, die Kappe aufgesetzt, das Pycnometer mit einem Tuch abgetrocknet und gewogen. Nach Abzug des Gewichtes des leeren Pycnometers resultiert das Gewicht des Wassers bei 15° C.

Man leert das Pycnometer, spült es zuerst mit Weingeist und dann mit Äther, trocknet und füllt mit dem zu untersuchenden Öle.

Die Einstellung auf 15° C. geschieht in der gleichen Weise, wie beim Wasser. Schliesslich wird das Pycnometer mit Alkohol und Äther abgespült, mit einem sauberen Tuch abgetrocknet

und gewogen. Zieht man von dem erhaltenen Gewicht dasjenige des leeren Pycnometers ab, so ergibt die Differenz das Gewicht des Öls. Die gesuchte Dichte ist dann = dem Gewichte des Öls, dividiert durch das Gewicht des Wassers.

Die Bestimmung der Viscosität geschieht mit Hilfe des Viscosimeters von Engler. Der Apparat ist im Durchschnitt auf Fig. 12 abgebildet (nach Post, chemisch-technische Analyse 1883, S. 323; aus der gleichen Quelle entnehmen wir auch die Beschreibung des Apparates).

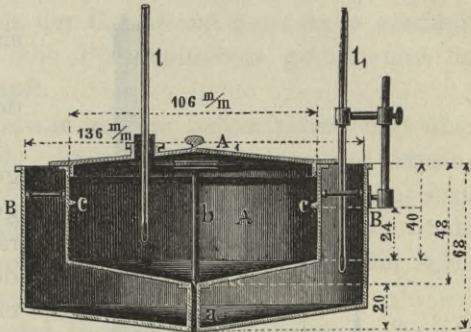


Fig. 12.

Fig. 13 zeigt den Apparat wie er in unserer Anstalt zur Verwendung kommt. Das Gefäß zur Aufnahme des zu prüfenden Öles besteht in einer flachen, mittelst Deckel A_1 zu verschliessenden Kapsel A aus Messingblech, deren Form und Dimensionen auf der Abbildung angegeben sind. An den konisch verlaufenden Boden schliesst sich das 20 mm lange, in einer Weite von möglichst genau 3 mm durchbohrte Ausflussröhrchen a, welches an unserem Apparat aus Platin verfertigt ist; dasselbe kann vermittelst des unten schwach konisch zugespitzten Holzstiftes b verschlossen und geöffnet werden. Drei Niveaumarken c sind in der gleichen Höhe über dem Boden des Behälters angebracht und dienen gleichzeitig zum Abmessen der Ölprobe und zur Beurteilung richtiger horizontaler Aufstellung der Kapsel. Bis zu den Niveaumarken muss der Apparat 240 cc. fassen; das Thermometer t dient zum Ablesen der Temperatur des Versuchsöls. Kapsel A ist von einem oben offenen Mantel aus Messingblech BB umgeben, welcher zur Aufnahme der Heizflüssigkeit dienen muss (wir verwenden Wasser, da die Öle nur bei 20° C., resp. 50° C. geprüft werden). Damit die Öle während des Auslaufs sich nicht zu sehr abkühlen, muss dieser Mantel das ganze Auslaufrohr a umhüllen; t_1 ist das Thermometer für die im Mantel befindliche Flüssigkeit. Unter dem Apparate befindet sich ein Gasbrenner, der aus einer kreisförmigen, mit kleinen Öffnungen

versehenen Röhre besteht. Ein Dreifuss dient als Träger des Ganzen. Endlich ist unter dem Auslaufröhrchen ein Messkolben aufgestellt; derselbe hat an seinem Halse zwei Marken, die eine bei 200 cc., die andere bei 240 cc. und damit der Hals und somit der Auslaufstrahl nicht zu lang werden, was die Genauigkeit der Bestimmung beeinträchtigen würde, ist eine Ausbauchung angeblasen.

Um mit diesem Apparate zu arbeiten, muss zunächst die Zeit ermittelt werden, welche aus demselben auslaufendes Wasser von 20° C. braucht, um den untergestellten Messkolben gerade bis zur unteren Marke zu füllen. Die Zähflüssigkeit (Viscosität) der verschiedenen Öle bei verschiedenen Temperaturen wird dann im Verhältnis zu derjenigen des Wassers von 20° C. ermittelt und die erhaltenen Zahlen werden als *Viscositätsgrade* angegeben.

Aichung des Apparates. Man bestimmt die Zeit in Sekunden, welche 200 cc. Wasser von 20° C. brauchen, um aus der bis zu den Niveauspitzen angefüllten Kapsel auszufliessen. Zu diesem Behufe

wird die Kapsel nach einander mit etwas Äther, dann mit Weingeist, zuletzt mit Wasser ausgespült, dabei die Ausflussöffnung mittelst der Fahne einer Feder und eines kleinen Papierpfropfens gereinigt und der Ventilstift eingesetzt. Man misst alsdann in den Messkolben genau 240 cc. Wasser ab, giesst es in die Kapsel, welche dadurch genau bis zu den Niveaumarken angefüllt sein muss und bringt die Temperatur auf 20° C.

Dies geschieht dadurch, dass man das in dem äusseren Behälter befindliche Wasser so lange auf der gleichen Temperatur erhält, dass das innere Thermometer genau 20° C. zeigt und das

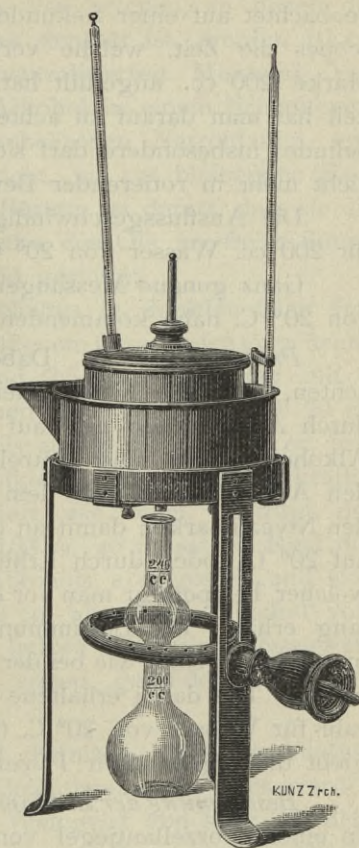


Fig. 13.

äussere nur unmerklich davon differiert. Den Messkolben lässt man mittlerweile mindestens eine Minute lang austropfen, stellt ihn unter die Ausflussöffnung, zieht den Ventilstift aus und beobachtet auf einer Sekundenuhr, besser mittelst eines Chronoscopes die Zeit, welche verläuft, bis sich der Messkolben zur Marke 200 cc. angefüllt hat. Vor Ablauflassen der Flüssigkeit hat man darauf zu achten, dass letztere sich völlig in Ruhe befinde; insbesondere darf sie sich von vorhergehendem Rühren nicht mehr in rotierender Bewegung befinden.

Die Ausflussgeschwindigkeit beträgt an unserem Apparat für 200 cc. Wasser von 20° C. genau 55 Sekunden.

Ganz genaue Messungen müssen in einem der Temperatur von 20° C. nahe kommenden Raume ausgeführt werden.

Prüfung der Öle. Dabei ist auf's sorgfältigste darauf zu achten, dass alle Feuchtigkeit aus der Kapsel entfernt ist, was durch Austrocknen und auf einander folgendes Ausspülen mit Alkohol, Äther und Petroleum geschieht. Man spült dann den Apparat noch mit dem zu prüfenden Öle, füllt ihn bis zu den Niveaumarken damit an und bringt die Temperatur entweder auf 20° C., oder durch Erhitzen des Wasserbades auf 50°, auf welcher Temperatur man vor dem Auslaufen mindestens 3 Minuten lang erhält. Die Bestimmung der Auslaufszeit geschieht dann im übrigen genau wie bei der Aichung des Apparates beschrieben wurde. Die dabei erhaltene Zahl, dividiert durch die Auslaufzahl für Wasser von 20° C. (in unserem Apparate 55 Sekunden) giebt die sogenannten *Viscositätsgrade* an.

Bestimmung der Entflammungs- und Entzündungstemperatur. In einem Porzellantiegel von 50 bis 60 mm oberer Weite wird das Öl bis 7 mm unter den Rand des Tiegels eingefüllt. Ein Thermometer wird in das Öl eingehängt und der Tiegel mit einer ganz kleinen Flamme erhitzt; sobald sich Dämpfe zu entwickeln beginnen, nähert man von Zeit zu Zeit der Oberfläche des Öls eine an einer Lötrohrspitze brennende kleine Gasflamme und beobachtet die Temperatur, bei welcher sich kleine, wieder verschwindende Flämmchen an der Oberfläche des Öls bilden.

Diese Temperatur ist die *Entflammungstemperatur*. Die Erhitzung wird so lange fortgesetzt, bis sich das Öl bei Berührung mit der Gasflamme entzündet und weiterbrennt. Die Temperatur wird wieder abgelesen und als *Entzündungstemperatur* angegeben.

Bestimmung des Säuregehaltes, geschieht nach Dr. *Holde* (Mitteilungen aus den kgl. technischen Versuchsanstalten, Berlin 1890, S. 151) in folgender Weise:

Von hellfarbigen Ölen, d. h. von solchen, in denen die Farbenreaktion des Phenolphthaleins sichtbar ist, werden 10 cc. in einer phenolphthaleinhaltigen, neutralisierten Mischung von 8 T. Aether und 2 T. absolutem Alkohol in einem Erlenmeyerkolben gelöst und mit einer alkoholischen Natronlauge, von welcher 1 cc. 0,05 gr SO_3 entspricht, bis zur bleibenden Rotfärbung titriert. Die Teilung der Bürette ist derart, dass sie die direkte Ablesung der Prozentgehalte des Öls an freier Säure, berechnet als Schwefelsäureanhydrid gestattet.

Zur Bestimmung des Säuregehaltes in dunklen Ölen verwendet man einen mit gut eingeschliffenem Glasstopfen versehenen Glaszylinder von 20 cm Höhe und 2,5 cm Weite der mit 3 Marken, entsprechend den Volumen von 20-, 45- und 70 cc. bezeichnet ist. Man füllt das Öl bis zur Marke von 20 cc. und übergießt mit 50 cc. absolutem Alkohol; man schüttelt kräftig durch, entnimmt 25 cc. und titriert wie oben. Beträgt der abgelesene Säuregehalt mehr als 0,03%, so muss der Rest des im Schüttelzylinder befindlichen Alkohols abgegossen und eine wiederholte Ausschüttlung mit 50 cc. absolutem Alkohol vorgenommen werden. Der bei der letzten Titrierung abgelesene Säuregehalt, plus dem bei der ersten gefundenen, ist der massgebende.

Prüfung auf Harz (nach Post chemisch-technische Analyse 1888, Bd. I, S. 313). Einige Kubikcentimeter des Öles werden mit dem 2- bis 3-fachen Volumen Weingeist von spec. Gewicht 0,88 bis 0,90 während einiger Minuten im Reagensglas gekocht und durchgeschüttelt und dann wieder gekühlt. Von der oberen weingeistigen Schicht wird ein Teil abgehoben und mit weingeistiger Bleizuckerlösung versetzt. Ist Harz zugegen, so fällt ein dicker, flockiger bis käsiger Niederschlag, im andern Falle ist nur milchige Trübung zu bemerken.

Nachweis von Harzöl. Ist das Öl genügend hell um im Polarisationsapparat untersucht zu werden, so unterwirft man dasselbe der Polarisation im Apparat von *Schmidt* und *Haensch* und beobachtet, ob das Öl nicht Rechtsdrehung zeigt; die Rechtsdrehung zeigt das *Harzöl* an.

Ist dagegen das Öl sehr dunkel, so schüttelt man es mit Alkohol aus, filtriert den alkoholischen Auszug ab und polarisiert diesen. Da das Harzöl in Alkohol leicht löslich ist, so muss im Falle, dass es im Mineralöl vorhanden war, die alkoholische Lösung Rechtsdrehung zeigen.

Der Nachweis von vegetabilischen Ölen geschieht nach der von Dr. *Lux* gegebenen und von Dr. *Ruhemann* modifizierten Vorschrift (Mitteilungen aus den kgl. technischen Versuchsanstalten Berlin 1892, S. 306).

Man nimmt zwei mittelgrosse Bechergläser, von denen das eine sich derart in das andere schieben lässt, dass die beiden Böden etwa 1 bis 2 cm von einander abstehen. Man bringt sodann in das weitere so viel geschmolzenes Paraffin, dass es, wenn man das engere Glas einsetzt, in dem zwischen den Seitenwandungen befindlichen engen, ringförmigen Raum etwas über die halbe Höhe steigt. Auch das innere Glas wird mit Paraffin gefüllt und zwar so weit, dass sich das innere und äussere Niveau annähernd in gleicher Höhe befinden. In diesem Bade werden von jeder Probe zwei Reagenscylinder erhitzt, welche mit einigen Kubikcentimetern der Probe beschickt sind. In den einen bringt man einige Natriumschnitzelchen, in den andern ein Stängelchen Natronhydrat, so dass es etwa 1 cm hoch mit Öl überdeckt ist. Man erhitzt bei hellen Mineralölen bei etwa 230° C., bei dunklen Mineralölen und Cylinderölen bei etwa 250° C. 15 Minuten lang.

Enthält ein helles, flüssiges Mineralöl bis zu $\frac{1}{2}$ 0/0, ein dunkles, flüssiges Mineralöl bis zu 2 0/0 fettes Öl, so wird man wenigstens bei je einer der beiden mit Natrium resp. Natriumhydrat erhitzten Proben nach dem Erkalten Gelatinieren, oder Auftreten von Seifenschaum an der Oberfläche, oder beide Erscheinungen neben einander beobachten. Enthält ein Cylinderöl bis zu 1 0/0 fettes Öl, so wird man an der Oberfläche der mit Natriumhydroxyd erhitzten Proben nach dem Erkalten flockigen, reichlich mit Blasen durchsetzten Seifenschaum beobachten.

Nachweis von Wasser. Die Gegenwart von Wasser verrät sich durch starkes Schäumen beim Erwärmen auf 100° C. Die Ausführung der Probe geschieht nach Dr. *Holde* (Mitteilungen der kgl. technischen Versuchsanstalten, Berlin 1889, S. 74) in folgender Weise: ungefähr 5 cc. der Ölprobe werden in ein gewöhnliches Reagensglas gefüllt und die Wände des Gläschens

hiebei völlig mit Öl benetzt. Hierauf taucht man das Gläschen in ein bis zu $\frac{3}{4}$ seines Volumens mit hellgelbem Leinöl gefülltes Becherglas von 200 cc. Inhalt und befestigt es mittelst einer Klemme derartig, dass die Oberfläche des zu prüfenden Öles etwa 1 cm unter derjenigen des Leinöls steht. Man bringt nun ein Thermometer in die Probe und erwärmt das Leinölbad unter zeitweiligem Rühren mittelst eines gebogenen Platindrahtes, bis das Thermometer 140° zeigt. Bei Gegenwart von Wasser im Öl tritt schon unter 100° Schäumen und meistens auch Stossen ein, welches bei weiterem Erwärmen stärker wird. Vor Allem aber bildet sich in der dünnen Ölschicht an den Wänden des Gläschens eine deutlich sichtbare Emulsion von niedergeschlagenem Wasser und Öl, welche bei 150° noch nicht verschwindet. War kein Wasser im Öl vorhanden, so zeigt sich an den Wänden nur eine dünne, durchsichtige Ölschicht. Es ist natürlich durchaus notwendig, das benutzte Reagensglas vor dem Versuch völlig trocken zu halten. Bei ganz dicken Cylinderölen empfiehlt es sich, das Reagensglas in das schon bis ungefähr 160° vorgewärmte Leinölbad zu setzen und die Probe bis 170° zu erhitzen.

Wenn das Öl von Luftblasen durchsetzt ist, so tritt beim Erwärmen auch ein beständiges Aufsteigen von Blasen auf; es findet auch eine Vereinigung derselben zu einem geringen Schaum an der Oberfläche statt. Es ist aber bei Abwesenheit von Wasser kein Stossen zu bemerken.

2. *Vegetabilische Schmieröle.*

Die Bestimmung der Viscosität und die Ermittlung der *Dichte* geschieht in der gleichen Weise, wie beim Mineralöl; vergl. S. 115.

Die *Bestimmung der Jodzahl* geschieht in folgender Weise: 0,4 bis 0,5 gr des Öls werden in eine 200 cc. fassende, mit Glasstöpsel verschliessbare Flasche abgewogen, in 10 cc. Chloroform aufgelöst und mit 20 cc. einer alkoholischen Jod-Sublimatlösung versetzt (25 gr Jod in 500 cc. 95% Alkohol und 30 gr Quecksilberchlorid in 500 cc. 95% Alkohol; die Lösungen vereinigt und erst nach 12-stündigem Stehen in Gebrauch genommen). Nach Verlauf von 2 bis 3 Stunden, während welcher Zeit die Flasche öfters umgeschüttelt wird, giebt man in dieselbe 10 cc. einer 10% Jodkaliumlösung, verdünnt mit Wasser auf

150 cc. und titriert den Jodüberschuss mit einer Natriumthiosulfatlösung (24 gr krystallisiertes Salz auf 1,0 Liter aufgefüllt), deren Titer mit reinem Jod eingestellt wurde. Der Wert der Jod-Sublimatlösung wird in der Weise festgestellt, dass 10 cc. dieser Lösung mit 10 cc. Chloroform versetzt werden und das Gemisch nach 2-stündigem Stehen unter Zusatz von 10 cc. Jodkaliumlösung (1 : 10) und Verdünnen mit Wasser auf 150 cc. mit der Natriumthiosulfatlösung titriert wird.

Von der in 20 cc. zum Öl zugesetzten Jodmenge wird die zurücktitrierte in Abzug gebracht. Die Differenz ist an Fett gebunden; die absorbierte Jodmenge wird in Prozenten des angewandten Öls berechnet und die erhaltene Zahl als die *Jodzahl* bezeichnet.

Bei der *Bestimmung der Verseifungszahl* verfährt man in folgender Weise: ca. 2 gr des zu untersuchenden Öls werden in einem 300 cc. fassenden Kölbchen abgewogen und mit 25 cc. einer ca. $\frac{1}{2}$ norm. alkoholischen Kalihydratlösung übergossen. Der Hals des Kölbchens wird mit einem Trichter verschlossen und 15 Minuten lang auf einem lebhaft kochenden Wasserbade verseift; alsdann wird die Seifenlösung abgekühlt, mit 1 cc. einer alkoholischen 2% Phenolphthaleinlösung versetzt und mit einer genau eingestellten $\frac{1}{2}$ norm. Salzsäure bis zum Verschwinden der Rotfärbung titriert. Zur Feststellung des Titers der Kalilösung werden 25 cc. auf dem Wasserbade 15 Minuten lang erwärmt, nachher abgekühlt und nach Zusatz von Phenolphthalein mit $\frac{1}{2}$ norm. Salzsäure titriert. Zieht man nun von der für die Neutralisation der Kalilösung gebrauchten Anzahl Kubikcentimeter Salzsäure die bei der Titration der Seifenlösung angewendeten ab, so kann man aus der Differenz die Menge Kali in mgr. berechnen, die zur Verseifung von 1 gr des Öls notwendig sind. Die berechnete Zahl ist die *Verseifungszahl*.

Der *Gehalt an unverseifbaren Bestandteilen* kann berechnet werden, wenn man die Verseifungszahl des betreffenden reinen Öls kennt. Selbstverständlich ist diese Berechnungsweise keine sehr genaue. Ist die Notwendigkeit vorhanden, genauere Resultate zu erhalten, so verfährt man in der Weise, dass man das Fett verseift und die unverseift gebliebenen Bestandteile mit Petroläther extrahiert. Man verfährt hiebei nach *Allen und Thomson* (Benedikt, Analyse d. Fette u. Wachsarten, 1892, S. 158) folgender-

massen: 10 gr Substanz werden in einer Abdampfschale von ca. 15 cm Durchmesser mit 50 cc. 8^o/₁₀₀ alkoholischer Natronlauge unter beständigem Umrühren bis zum beginnenden Schäumen schwach gekocht, mit 25 cc. Methylalkohol versetzt und bis zur Lösung der Seife weiter erhitzt. Man fügt unter Umrühren in kleinen Partien 5 gr Natriumbikarbonat und zuletzt 50 bis 70 gr geglähten, reinen Sand hinzu, trocknet 20 Minuten im Wasserbade und extrahiert im Soxhlet'schen Apparat mit einem Petroläther, welcher vollständig unter 80^o flüchtig ist. Man destilliert denselben zuletzt ab und wägt den Rückstand.

Zum *Nachweis unverseifbarer Bestandteile* benutzt man die von Dr. *Holde* angegebene Reaktion (Mitteil. a. d. kgl. techn. Versuchsanstalten Berlin 1889, S. 75). Man löst ein erbsengroßes Stück Kalihydrat in 5 cc. kochendem Alkohol auf, fügt 3 bis 4 Tropfen Öl hinzu, kocht eine Minute und versetzt mit 3 bis 4 cc. Wasser. Bei Gegenwart von unverseifbaren Bestandteilen entsteht eine deutliche Trübung.

Die qualitative Unterscheidung der Beimengungen geschieht mit Hilfe des Polarisationsapparates (vergl. Mineralöl). Sind unverseifbare Bestandteile nachgewiesen worden, während das Öl Rechtsdrehung zeigt, so ist Harzöl zugegen; ist das Öl inaktiv, so kann auf das Vorhandensein von Mineralöl geschlossen werden.

Zur *Bestimmung des Säuregehaltes* verfährt man in der gleichen Weise wie es bei Mineralölen angegeben worden ist.

Zur Identifikation des Öls dienen auch die *Farbenreaktionen*, welche die Öle mit verschiedenen Reagentien geben. Als Reagentien werden angewendet: Ätznatron v. spec. Gew. 1,340, Schwefelsäure v. spec. Gew. 1,475, Schwefelsäure v. spec. Gew. 1,530, Schwefelsäure v. spec. Gew. 1,635, Salpetersäure v. spec. Gew. 1,180, Salpetersäure v. spec. Gew. 1,330, Phosphorsäure, Königswasser und deren Kombinationen.

3. *Leinöl und Leinölfirnis.*

Dichte und Viscosität werden in der beim Mineralöl beschriebenen Weise bestimmt; vergl. S. 115.

Die *Verseifungszahl beim Leinöl* wird bestimmt, wie oben bei den vegetabilischen Schmierölen angegeben. Bei der Bestimmung der *Jodzahl der Leinöle* verwendet man weniger

Öl (0,2 bis 0,3 gr); sonst ist die Arbeitsweise die gleiche, wie bei den vegetabilischen Schmierölen.

Mit *Firnissen* wird die *Jodzahlbestimmung* nicht ausgeführt. Bei der Bestimmung der *Verseifungszahl* besteht insofern eine Abänderung gegen die schon gegebenen Vorschriften, als die Verseifungszeit auf 20 bis 30 Minuten erhöht wird.

Der Nachweis von aus *unverseifbaren Bestandteilen* bestehenden Verfälschungen, geschieht entweder nach der schon oben angegebenen Vorschrift von Dr. *Holde* oder man verwendet hierbei die gleiche, von Dr. *Amsel* modifizierte, sogenannte *Wasserreaktion*:

Man stellt eine alkoholische Seifenlösung in der gleichen Weise wie bei der Bestimmung der Verseifungszahl dar und versetzt mit 15 cc. Wasser. Ist das Leinöl oder der Firnis mit Harzöl oder Mineralöl verfälscht, so entsteht eine Trübung. Die gleiche Trübung entsteht, wenn der Firnis durch Kochen mit harzsauren Metalloxyden hergestellt ist.

Zum Nachweis von Harzöl wird die Polarisation angewendet, jedoch lässt sich letztere nur mit Leinölen oder hellen, durchsichtigen Firnissen durchführen.

Eine Methode, die den sicheren *Nachweis von Rüböl* gestatten soll, besitzen wir bis zur Zeit nicht, man kann jedoch bei Bestimmung der Trockendauer des auf eine Glasplatte aufgewalzten Firnisses auf das Vorhandensein von Rüböl schliessen, wenn letzteres in beträchtlicher Quantität zugesetzt ist. Ein reiner Firnis muss in 24 Stunden trocken sein; Zusätze wie Harzöl, Mineralöl oder Rüböl erhöhen bedeutend diese Trockendauer. Hat man nachgewiesen, dass der zu untersuchende Firnis keine unverseifbaren Bestandteile enthält und nach 2 Tagen noch klebrig bleibt, so wird die Anwesenheit von Rüböl angenommen.

Die *Bestimmung der Trockendauer* geschieht in folgender Weise: Auf eine 15 cm lange und ca. 3 cm dicke Gummivalze, die auf einem steifen Draht leicht drehbar aufgesteckt und mit einem Griff versehen ist, wird der Firnis mit Hülfe eines Pinsels dünn aufgestrichen, hierauf unter Vermeidung von Druckäusserungen auf eine reine, trockene Glasplatte durch Abwalzen aufgetragen. Die Glasplatten sind quadratisch mit ca. 15,0 cm Seitenlänge zu wählen. Der Firnisüberzug kann

als trocken angesehen werden, sobald ein 15 mm breiter Schreibpapierstreifen, welcher mittelst einer kleinen Gummiwalze schwach aufgedrückt wird, am Firnis nicht mehr klebt.

4. *Holzement* (nach Fresenius).

Eine gewogene Menge wird mit grossem Überschuss von ausgeglühtem, feinem Sand verrieben und im Soxhlet'schen Apparat mit Alkohol so lange extrahiert, bis dieser nahezu farblos abfließt.

Die Lösung wird in ein bei 100⁰ getrocknetes und gewogenes Kölbchen gebracht, der Alkohol abdestilliert und der Extrakt gewogen. Die Differenz ergibt das in Alkohol Unlösliche.

Zur Bestimmung von Schwefel werden in einem grossen Silbertiegel 10 gr festes Ätzkali bis zum ruhigen Fluss geschmolzen, dazu wird 1 gr Salpeter zugegeben und erstarren gelassen. Nun bringt man eine gewogene Menge Holzement darauf und schmilzt bei allmählich gesteigerter Temperatur über freier Flamme. Die gelbliche klare Schmelze wird in Wasser gelöst, mit Salzsäure angesäuert, zur Trockne verdampft, mit Salzsäure befeuchtet, Kieselsäure abfiltriert und mit Baryumchlorid gefällt.

5. *Asphalt*.

Nachweis der Surrogate aus Steinkohlenteerdestillationsrückständen.

Methode von *Durant Claye*: Man löst 8 bis 10 gr der Substanz in Schwefelkohlenstoff auf, filtriert die Masse ab und dampft die Lösung ein. Der spröde Rückstand wird pulverisiert und von dem Pulver 0,1 gr in ein Probierringläschen gewogen. Man begiesst mit 5 cc. englischer Schwefelsäure und überlässt die Masse während 24 Stunden sich selbst. Hierauf verdünnt man mit 10 cc. Wasser, filtriert nochmals ab und verdünnt das Filtrat auf 100 bis 120 cc. Das nun gewonnene Filtrat ist bei reinen, natürlichen Bitumen *farblos*, bei Surrogaten dagegen *braun* bis *schwarz*.

Methode von *Hauenschild*: 1 gr der zu prüfenden Substanz wird einige Zeit bei ca. 200⁰ C. erhitzt, nach dem Abkühlen zerkleinert und mit 5 cc. absolutem Alkohol behandelt. Die Flüssigkeit bleibt *farblos* bei reinem Bitumen, sie wird *gelblich*

bis *dunkelweingelb*, mit deutlicher grünblauer Fluorescenz, wenn das Material Braun- oder Steinkohlenpech oder ähnliche Destillationsrückstände enthielt.

Der nach der ersten Methode, nach Behandlung mit Schwefelkohlenstoff, unlöslich gebliebene Rückstand wird getrocknet, mit Salzsäure zur Trockne verdampft, Kieselsäure und Sand abgeschieden, das Filtrat ammoniakalisch gemacht, der Kalk mit Ammonoxalat gefällt und als *Calciumkarbonat* berechnet.

6. *Steinkohle.*

In der Steinkohle wird bestimmt: Der Gehalt an Feuchtigkeit, Kohlenstoff und Wasserstoff, Stickstoff, Gesamtschwefel event. auch verbrennlichen und unverbrennlichen Schwefel und an Asche.

Bei Ausführung der Bestimmungen halten wir uns im wesentlichen an die im Handbuch von Post (Chemisch-techn. Analyse 1888, B. I. S. 44) gegebenen Vorschriften.

Die *Bestimmung der Feuchtigkeit* geschieht bei 100° C. in der gepulverten Substanz, unter möglichstem Zurückhalten des Luftzutritts.

Die *Bestimmung des Kohlenstoffs und des Wasserstoffs* wird in der gewöhnlichen Art der Elementaranalyse ausgeführt.

Die Verbrennung geschieht im Sauerstoffstrome mit vorgelegtem körnigem Kupferoxyd, welches vor jeder Verbrennung in der Röhre selbst ausgeglüht wird. Vor der Kupferoxydschicht wird die Substanz möglichst flach ausgebreitet in einem Porzellanschiffchen eingeführt. Zwischen dem einen Rohrende und dem Schiffchen befindet sich eine kurze, ausgeglühte Kupferspirale. Eine etwas längere Kupferspirale wird zwischen dem andern Rohrende und der Kupferoxydschicht eingeführt. Die Verbrennungsgase streichen zunächst durch ein karbonisiertes und gewogenes Chlorcalciumröhrchen und dann durch einen ebenfalls gewogenen Kaliapparat.

Das Erhitzen der Röhrenstelle, an welcher sich das Schiffchen befindet, darf erst erfolgen, wenn der vordere, das Kupferoxyd enthaltende Teil der Röhre in lebhaftem Glühen sich befindet, damit nichts von den zu Anfang entweichenden, flüchtigen Kohlenwasserstoffen unverbrannt in die Absorptionsapparate gelange. Aus dem gleichen Grunde darf man im Anfang nicht

zu stark erhitzen und keinen zu starken Sauerstoffstrom durchleiten. Nach erfolgter Entgasung beginnt der Inhalt des Schiffchens am vorderen Ende zu erglühen und nach hinten zu allmähig abzuglimmen. Wenn das Glimmen aufgehört hat, verstärkt man die Hitze und den Sauerstoffstrom, andernfalls können sich einzelne Teile der Kohle der Verbrennung entziehen. Man verdrängt alsdann den Sauerstoff aus der Röhre durch einen Luftstrom und wägt die Absorptions-Apparate.

Bei sehr schwefelreichen Kohlen kann ein Teil des Schwefels als Schwefeldioxyd in den Kaliapparat gelangen. Zur Vermeidung dieses Vorkommnisses bringt man am Ende der Röhre eine 3 bis 4 cm. lange Schicht von Bleichromat an.

Die *Bestimmung des Stickstoffs* geschieht nach der Methode von *Kjehldal*. 1 gr Substanz wird in einem sog. Kjehldalkölbchen mit 20 cc. konzentrierter Schwefelsäure übergossen und eine Messerspitze fein gepulverten Kupferoxyds hinzugethan. Man erhitzt anfangs schwach, später bis zu lebhaftem Sieden der Schwefelsäure und setzt das Erhitzen fort, bis die anfangs schwarze Flüssigkeit fast farblos geworden ist. Zu der noch heissen Flüssigkeit setzt man vorsichtig fein gepulvertes Kaliumpermanganat hinzu, bis sie grün geworden ist, leert den Kolbeninhalt nach dem Abkühlen in einen weiten Erlenmeyerkolben, schliesst letzteren mit einem zweifach durchbohrten Kautschuckpfropfen, in dessen einer Bohrung sich ein Zuflussrichter befindet, in der andern ein Tropfenfänger. Man verbindet den Tropfenfänger mit einem Liebig'schen Kühler, lässt aus dem Trichter starke Lauge fließen, bis ein bleibender Niederschlag entstanden ist und erhitzt den Kolben. Das übergehende Ammoniak wird in einer abgemessenen Quantität von $\frac{1}{2}$ norm. Schwefelsäure aufgefangen. Zur Vermeidung des Stossens bei der Destillation, giebt man einige Stückchen Zink in den Kolben. Der Tropfenfänger dient dazu, mitgerissene Lauge zurückzuhalten. Nachdem etwa die Hälfte der im Destillationskolben befindlichen Flüssigkeit abdestilliert ist, titriert man die noch frei gebliebene Schwefelsäure mit einer eingestellten Ammoniaklösung, wobei man die schon vor der Titration gebundene, aus der Kohle herrührende Ammoniakmenge ermittelt.

Die *Bestimmung des Gesamtschwefels* wird nach der Methode von *Eschka* ausgeführt. 1 gr der fein gepulverten Substanz

wird mit einem innigen Gemisch von 2 Teilen gut gebrannter Magnesia und 1 Teil wasserfreier Soda in einem Platintiegel sorgfältig gemischt, hierauf bringt man den Tiegel in eine passende Öffnung einer Asbestplatte und zwar so, dass der Tiegel etwas mehr als bis zur Hälfte darin sitzt; man erhitzt vorsichtig mit einem Gasbrenner und rührt zur Beschleunigung des Verbrennens von Zeit zu Zeit mit einem Platindraht um. Die Beendigung desselben wird an dem Übergang der zuerst grauen Farbe des Gemisches in eine gelbliche, rötliche oder bräunliche erkannt.

Die erkaltete Masse wird mit heissem Wasser benetzt, in ein Becherglas gebracht und mit so viel Bromwasser versetzt, dass das Gemenge deutlich gelb gefärbt ist; man kocht auf, filtriert unter Dekantation, wäscht gut aus und säuert das Filtrat mit Salzsäure an. Man kocht bis zur Entfernung des Broms und fällt die Schwefelsäure mit Chlorbaryum.

Zur *Bestimmung des verbrennlichen Schwefels* benutzen wir die Methode von *Sauer*.

In ein 60 bis 80 cm langes Glasrohr, welches in einem Verbrennungsofen liegt und welches an dem vorderen Ende durch eine ausgezogene und nach unten gebogene Spitze mit einer als Vorlage dienenden, mit Bromsalzsäure gefüllten Peligot'schen Röhre verbunden ist, bringt man die Substanz in einem Porzellanschiffchen. Zur vollständigen Verbrennung der überdestillierenden, teerigen Produkte dient eine 8 cm lange Schicht von Platinasbest.

Man leitet einen Sauerstoffstrom durch die Röhre, erhitzt das Schiffchen bis die Kohle verbrannt ist und verdrängt den Sauerstoff durch einen Luftstrom. Den vorderen Teil der Röhre spült man mit etwas Wasser aus, vereinigt das Waschwasser mit dem Inhalt der Vorlage und fällt nach Verjagung des Broms, die Schwefelsäure mit Chlorbaryum.

Der *unverbrennliche Schwefel* wird in der im Schiffchen zurückgebliebenen Asche bestimmt, oder man berechnet ihn aus der Differenz zwischen Gesamtschwefel und verbrennlichem Schwefel.

Zur *Bestimmung der Asche* werden 2 gr der gepulverten Substanz in eine Platinschale abgewogen und anfangs ganz vorsichtig über einer kleinen Flamme erhitzt. Durch das langsame Erhitzen verliert die Kohle die Eigenschaft zu verkoken,

auch sind bei stärkerem Erhitzen Verluste durch das Spritzen der Kohle möglich. Allmähig (nach 1¹/₂ bis 2 Stunden) steigert man die Flamme, erhitzt bis alles verbrannt ist, lässt im Exikator erkalten und wägt.

Die *Berechnung der Elementarzusammensetzung* des verbrennlichen Teils der Kohle geschieht in folgender Weise: Nach Abzug der Asche und der Feuchtigkeit hinterbleibt der verbrennliche Teil; dieser setzt sich zusammen aus C, H, O, S und N. Zieht man nun von dem verbrennlichen Teil die gefundenen Mengen von C, H, den verbrennlichen S und N ab, so resultiert die dem Sauerstoff entsprechende Zahl.

$\frac{1}{8}$ des Sauerstoffgewichts wird von der gefundenen Wasserstoffmenge abgezogen und der Rest als *disponibler Wasserstoff* angegeben; der andere Teil des Wasserstoffes wird zu der Sauerstoffmenge addiert und die gefundene Zahl als *chemisch gebundenes Wasser* in Rechnung gestellt.

Aus den in der beschriebenen Weise erhaltenen Zahlen lässt sich der *Heizwert* der Kohle mit Hülfe der Formel von *Dulong* berechnen.

Nach *Dulong* setzt sich die Verbrennungswärme der Kohle zusammen aus derjenigen des Kohlenstoffs und des disponiblen Wasserstoffes; von der resultierenden Zahl ist diejenige Wärmemenge abzuziehen, die zur Verdampfung der kapillaren Feuchtigkeit, sowie auch des durch die Verbrennung des gesamten Wasserstoffes entstandenen Wassers nötig war.

Da nun die Verbrennungswärmen von 1 gr. des

$$C = 8080$$

$$H = 34180$$

Calorien beträgt, die Verdampfungswärme des Wassers für 1 gr. 619 Calorien beträgt, so berechnet sich die Verbrennungswärme der Kohle nach der Formel

$$\frac{C}{100} 8080 + \frac{H - \frac{1}{8} O}{100} 34180 - \frac{9 H + W}{100} 619 \text{ Cal.}$$

wo C der Prozentgehalt an Kohlenstoff, H der Prozentgehalt an Wasserstoff, O der Prozentgehalt an Sauerstoff und W der Prozentgehalt an Feuchtigkeit bedeutet.

b. Physikalische Untersuchungsmethoden.

Kategorie: Natürliche und künstliche Bausteine, Dachschiefer und Dachziegel.

α. Geologisches Alter.

Das geologische Alter natürlicher Bausteine und Dachschiefer wird an Hand geologischer Karten der Fundstätten des Materials bestimmt.

β. Abmessungen; Oberflächenbeschaffenheit; Klangfarbe.

Die Abmessungen *künstlicher Bausteine* werden durch stückweises Messen der Breite, Dicke und Länge der Steine erhoben und die Durchschnittswerte protokolliert. Bei *Rohbausteinen* und *Verblendern* werden neben den Durchschnittswerten auch die *Grösst-* und *Kleinstwerte* der Abmessungen angegeben. Bei *Dachziegeln* und *Schiefern* werden bloß die Durchschnittswerte der Abmessungen protokolliert.

Die Oberflächenbeschaffenheit der künstlichen und natürlichen Bausteine, Dachschiefer und Ziegel werden mittelst unbewaffnetem Auge geprüft. Bei Bestimmung des *Farbton's* dient die von den HH. Prof. *Bluntschli*, *Graf* und *Lasius* aufgestellte Farbenskala. Natürliche Bausteine und Schiefer werden hinsichtlich des Gefüges, künstliche Bausteine und Dachziegel neben dem Gefüge auch bezüglich der Beschaffenheit der Kanten und Flächen, der Güte des Eingreifens der Pfälze untersucht.

Die *Klangfarbe* künstlicher Bausteine und Dachziegel wird durch Anschlagen mittelst eines leichten Hammers bestimmt und nach subjektiver Auffassung ein dumpfer, mässig heller, ziemlich heller und heller Klang unterschieden.

γ. Bestimmung der Dichte.

Unter *Dichte* eines Materials wird die für jeden Punkt der Erdoberfläche konstante, unbenannte Zahl verstanden, welche

sich als Verhältnis des Gewichtes der Probe zum Gewichte des Wassers von gleichem Volumen ergibt. Zu unterscheiden ist:

die *absolute Dichte* von
der *scheinbaren Dichte*.

Zur Bestimmung der *absoluten Dichte* werden poröse, feste Körper getrocknet, gepulvert und das gewonnene Mehl am Normalsieb von 900 und 4500 Maschen pro cm^2 abgeseiht. Eine Probe von c. 20 gr. des zwischen diesen Sieben verbleibenden Mehles wird im Pyknometer, vergl. S. 115, in nachstehend beschriebener Weise behandelt. Für Stoffe, die lösliche Salze enthalten, im Wasser quellen oder löslich sind, wird als Zwischenflüssigkeit eine indifferente Flüssigkeit (Alkohol, Terpentinöl etc.) von bekannter Dichte benützt.

Man wägt zuerst das leere, trockene Pyknometer, füllt es hierauf mit destilliertem Wasser von 15°C. , setzt den Stöpsel so auf, dass das verdrängte Wasser durch die Kapillare ausfließt, im Gefäße keine Luftblasen zurückbleiben und wägt wieder. Die Gewichts-differenz ergibt das Vollgewicht (G_w) des Wassers bei 15°C.

Man entleert hierauf das Pyknometer bis zur Hälfte, wägt dasselbe, bringt die in Aussicht genommene Probe des zu prüfenden Pulvers ein und wägt wieder. Die Differenz giebt das Gewicht der Substanz (G_s).

Man schwenkt nun das Kölbchen so lange, bis keine Luftblasen mehr entweichen, füllt es mit destilliertem Wasser von 15°C. auf und lässt die Temperatur ausgleichen. Hat sich das Pulver abgesetzt, so setzt man die Kapillare ein und achtet wieder darauf, dass keine Luftblasen im Gefäße hängen bleiben, trocknet das Pyknometer und wägt es ab.

Ist G das Gewicht der Substanz + Wasser im Pyknometer, so erhält man die gesuchte *Dichte* des Materials aus der Formel:

$$\gamma = \frac{G_s}{G_w + G_s - G}$$

Zur Bestimmung der *scheinbaren Dichte* gelangen die hydrostatische Wage und Bruchstücke des Materials von c. 8 bis 12 cm^3 Volumen zur Anwendung. Letztere werden mittelst dünnem Platindraht von bekanntem Gewicht und Volumen auf den einen Arm einer chemisch-analytischen Wage gehängt, sodann an der Luft und im Wasser oder einer indifferenten

Flüssigkeit von bekannter Dichte gewogen. Aus dem Gewicht des Körpers und jenem des verdrängten Wassers berechnet sich die *scheinbare Dichte* des Materials (einschliesslich der Poren).

δ. *Bestimmung der Gewichtsverhältnisse.*

Wir unterscheiden:

1. das *Stück-Gewicht* (G. in kg.);
2. das *specifische Gewicht* (gr. pro cm^3 ; kg. dm^3 ; t pro m^3) und
3. das *Raumgewicht* (gr. pro cm^3 ; kg. pro dm^3 ; t pro m^3).

1. Das *Stückgewicht* wird bei künstlichen Bausteinen, Dachziegeln, Belagsplatten und dann durch Wägung von 10 gleichartigen Steinen oder Ziegeln erhoben; das Durchschnittsgewicht gilt als massgebendes Stückgewicht.

2. Das *specifische Gewicht* eines Materials ist das Gewicht der Kubikeinheit seiner Masse, also des porenfreien Materials. Als solches ist das spezifische Gewicht an jedem Punkte der Erdoberfläche verschieden und wird unter zu Grundelegung eines *Volumometers* an nach einheitlichem Verfahren *gepulverten* Materiale erhoben.

Je nach verlangter oder durch eine Arbeit bedingten Genauigkeit kommen verschiedenartige *Volumometer* zur Anwendung, nämlich:

das *dünnwandige Pyknometer*,

Fig. 10, S. 115;

das *Michaëlis'sche Volumometer*,

Fig. 14;

das *Schumann'sche Volumometer*,

Fig. 15;

das *Dr. Erdmenger-Mann'sche*

Volumometer, Fig. 16.

Pyknometer werden nur ausnahmsweise verwendet.

Das *Schumann'sche Volumometer* ist eine Nachbildung des *Michaëlis'schen*, in Fig. 14 abgebildeten Volumometers mit metallischem Gefäss bestimmten Inhalts. Der von Schumann

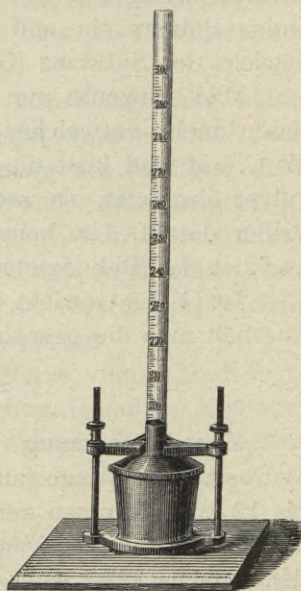


Fig. 14.

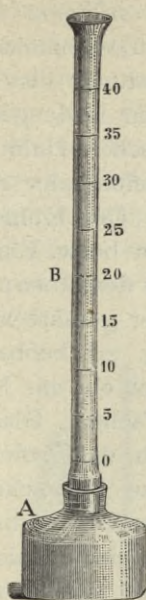


Fig. 15.

angegebene, in Fig. 15 abgebildete Apparat besteht aus einem gläsernen Gefäß und einem, in den Hals desselben sorgfältig eingeschlifenen und in $\frac{1}{10}$ cm³ geteilten Glasrohr mit trichterförmigem Ende. Der Apparat wird in der in Fig. 15 abgebildeten Art zusammengestellt; die Messröhre wird in den Kolbenhals angemessen kräftig eingedreht, mit Terpentinöl über den Nullpunkt gefüllt und mit einem Kork geschlossen, versuchsbereit gehalten.

Vor jedem Versuch liest man den Stand der Flüssigkeitssäule ab, lässt sodann vorsichtig 80—100 gr des zu prüfenden Materials durch das Rohr in das Gefäß hinabgleiten, spühlt etwa anhaftende Partikelchen herunter, schliesst das Rohr mit dem Korkpfropf wieder ab, lässt absitzen und liest so bald wie möglich den neuen Stand der Flüssigkeitssäule ab. Die Differenz der Ablesungen giebt in cm³ das Volumen V des eingefüllten Bindemittels, somit ist

$$\gamma = \frac{G}{V},$$

wo G in gr das Gewicht der Probe bedeutet, das gesuchte spezifische Gewicht des Materials. Bei der Ausführung des Versuches ist darauf zu achten,

- dass die *Probe, der Apparat und das verwendete Terpentinöl gleiche Temperatur* haben, welche ca. 15° C. betragen soll (Lufttemperatur beim Einteilen der Messröhre und Markieren des Gefäßes);
- dass während *des Einbringens* der Probe weder ein Substanz noch ein Ölverlust eintritt;
- dass das *Rohr beim Einfüllen* sich nicht verstopft. Sollte eine kleine Menge hängen bleiben, so löse man diese durch leichtes Aufklopfen ab.

In Fig. 16 haben wir das *Dr. Erdmenger-Mann'sche* Volumometer abgebildet. Wie aus der Figur ersichtlich, besteht der

Apparat aus einer in $\frac{1}{10}$ cm³ geteilten Röhre von 50 cm³ Inhalt, die oben und unten in einen Mantel (Kühler) eingeschmolzen ist; das obere offene Ende der Röhre ist zur Abhaltung von Staub mit einer Glaskappe lose bedeckt; am unteren Ende geht die Röhre in einen senkrecht stehenden Geissler'schen Hahn über. Ausserdem befindet sich kurz über dem Ausflusshahn seitlich angeschmolzen ein Zuflussrohr mit Glashahn. Der Kühler hat oben zwei Öffnungen, die eine zum Entweichen bezw. Eintreten der Luft beim Füllen oder Ablassen des Wassers desselben; durch die zweite Öffnung kann ein kleines Thermometer geführt werden, um die Temperatur des Kühlwassers stetig zu beobachten. Zum Füllen bezw. Ablassen des Wassers dient ein am Kühler seitlich angeschmolzenes Rohr mit Geissler'schem Glashahn. Seitlich am Kühler angebracht erscheint auch das Zuflussrohr der Messröhre; dasselbe ist durch eine kurze Kautschukverbindung mit einer rechtwinklig gebogenen Glasröhre verbunden, die mit eingeschlifftem Glasstopfen, durch den einen Hals einer Woulff'schen Flasche geht und bis auf deren Boden reicht; der zweite Hals der Flasche, mit einer kurzen, rechtwinklig gebogenen Glasröhre mit eingeschlifftem Stopfen verschlossen, steht mit einem Gummidruckballon in Verbindung. Der Inhalt der Woulff'schen Flasche beträgt ca. 1 Liter.

Der aufrecht stehende Kühler wird getragen durch eine kräftige Klammer eines eisernen Stativs; zur Ablesung befindet sich in der Messröhre ein Schwimmer mit Marke.

Die eigentliche Bestimmung wird ausgeführt in kleinen, möglichst eng- und kurzhalsigen, aus starkem Glase gefertigten Kölbchen von 50 cm³ Inhalt, die während des Versuches in ein Gefäss mit Wasser gestellt werden, dessen Temperatur die gleiche ist, wie die des Kühlers. Als Flüssigkeit dient je nach Beschaffenheit des Materials destilliertes Wasser oder Terpentinöl.

Vor der Ausführung des Versuches wird der mit Flüssigkeit gefüllte Apparat, sowie das Messkölbchen auf gleiche Temperatur, auf ca. 15° C. gebracht. Es werden nun ca. 50 gr. der zu prüfenden Substanz abgewogen und das Niveau der Flüssigkeitssäule auf 50 cm³ gestellt. Man lässt hierauf ca. 20 cm³ Terpentinöl aus der Röhre in das Messkölbchen fließen, und bringt in dasselbe vorsichtig die abgewogene Menge der Substanz, am besten mittelst eines kleinen Trichters, ein. Die Substanz wird auf diese

Weise schneller mit der Flüssigkeit benetzt, und die mitgerissene Luft rascher ausgestossen, was durch vorsichtiges Umschwenken des Kolbens vollkommen erreicht werden kann. Unmittelbar nachdem die Flüssigkeit bis zur Marke ins Messkölbchen zugelassen wurde, ist der Stand der Flüssigkeitssäule im Rohre abzulesen. Das Volumen der im Mess-Rohre zurückgebliebenen Flüssigkeit entspricht V , dem Volumen der eingewogenen Probe. Als Quotient aus dem Gewichte der Probe in gr. und dessen Volumen in cm^3 , resultiert nach wie vor das gesuchte *spezifische Gewicht*.

3. Das *Raumgewicht* (Gewicht der Kubikeinheit des Materials einschliesslich seiner Poren und Hohlräume) wird bei *Steinen regelmässiger Gestalt*, ferner bei löchrigen Tuffgesteinen und andern natürlichen und künstlichen Bausteinen mit grossen Porenhohlräumen aus dem Trockengewicht der Muster und ihren geometrischen Abmessungen ermittelt. Die Muster werden bis zum konstanten Gewicht getrocknet, ausgemessen und ihr Volumen berechnet. Der Quotient des Gewichtes durch das Volumen der Probe giebt das gesuchte Raumgewicht:

$$\delta = \frac{G}{V}$$

Bei *unregelmässigen* Bruchstücken natürlicher kompakter Bausteine, bei Scherben künstlicher Bausteine und Dachziegeln benutzen wir zur Volumenbestimmung unsere Paraffin-Umhüllungsmethode.



Fig. 16.

Das Verfahren hiebei ist folgendes: Die bei ca. 100°C . bis zum konstanten Gewicht getrocknete Probe von ca. 8 bis 12 cm^3 wird zunächst von lose anhaftenden Partickelchen befreit, gewogen, durch rasches Eintauchen in flüssiges Paraffin mit ca. 1—2 mm dicker Paraffinschicht umhüllt, wobei eingeschlossene Luftbläschen mittelst eines warmen Eisenstiftes entfernt werden. Der paraffin-umhüllte, auf Lufttemperatur abgekühlte Probekörper wird aber-

mals gewogen und als Gewichts-differenz das Paraffingewicht G_p bestimmt. Da das spezifische Gewicht des Paraffins bei gewöhnlicher Lufttemperatur (ca. 15° C.) 0,93 beträgt, so ergibt sich das Paraffinvolumen zu:

$$V_p = \frac{G_p}{0,93}$$

Nun wird das Gesamtvolumen V_g der Probe mit ihrer Paraffin-Umhüllung ermittelt. Wir benützen hiezu seit 1882 das in Fig. 17 abgebildete Volumeter. Dasselbe besteht aus einem Stativ, einer in $\frac{1}{10}$ cm³ geteilten Burette, endlich aus einem dickwandigen Glascylinder, dessen oberer Rand geschliffen ist und dessen Inhalt bis zur Nadelspitze einem bestimmten Werte entspricht. Die Burette wird mit luftfreiem Wasser gefüllt und der Inhalt des mittelst Libelle horizontal gestellten Messcylinders durch einen blinden Versuch kontrolliert. Hierauf wird das Massgefäß getrocknet, die Probe in dasselbe eingeführt und aus der Burette so lange, schliesslich tropfenweise Wasser zufließen gelassen, bis das Wasserniveau die Nadelspitze erreicht. Beobachtet man die Lage des Spiegelbildes der Nadelspitze im Wasser, so lässt sich der Moment der Berührung der Nadelspitze und des Wasserniveaus recht genau bestimmen. Als Differenz des Volumens des Messcylinders und der verbrauchten Wassermenge geht das gesuchte Gesamtvolumen der Probe hervor.

Das Volumen der Probe ohne Paraffin-Umhüllung ist sodann

$$V = V_g - V_p,$$

das gesuchte *Raumgewicht* der Probe schliesslich:

$$\delta = \frac{G}{V} = \frac{G}{V_g - V_p}$$

Bei Bestimmung des Raumgewichtes kompakter, Wasser nicht aufsaugender Materialien, z. B. dichter Kalksteine, granit-

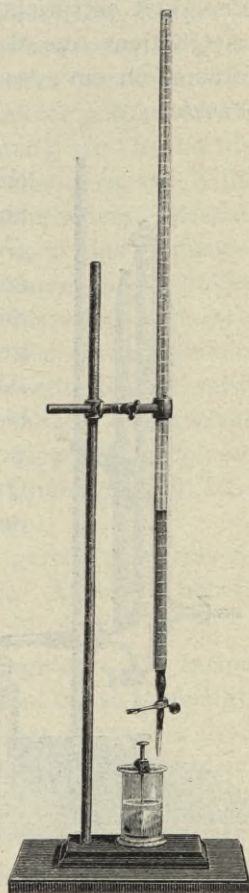


Fig. 17.

artiger Gesteine, Dachschiefer u. d. m., gelangt zur Volumenbestimmung mit Vorteil die hydrostatische Wage zur Anwendung.

ε. *Bestimmung der Porosität.*

Wir unterscheiden:

- 1) die *absolute Porosität*, von
- 2) der *scheinbaren Porosität*

und drücken beide in Prozenten des zu prüfenden Körpervolumens aus.

Die *absolute Porosität* wird aus dem Volumen der Probe oder den bekannten Gewichtsverhältnissen des Materials berechnet. Bezeichnet nämlich:

V das Volumen des Körpers einschliesslich seiner Poren,
 V_o » » » Materials vom gleichen Gewicht ohne Poren; ferner

δ das Raumgewicht des Materials,

γ das spezifische Gewicht des Materials,

so ergibt sich das *procentuale Mass der absoluten Porosität* ohne weiteres aus:

$$n = 100 \frac{V - V_o}{V} = 100 \frac{\gamma - \delta}{\gamma}.$$

Die *scheinbare Porosität* wird aus der Fähigkeit der Wasseraufnahme ermittelt; die Methode der Bestimmung der Wasseraufnahmefähigkeit, vergl. unter lit. η . Bezeichnet:

G das Trockengewicht der Probe, deren scheinbare Porosität zu bestimmen ist,

δ das Raumgewicht des Materials,

G_w das Gewicht des aufgenommenen Wassers = V_w , dem korrespondierenden Volumen Wassers,

so erhält man die gesuchte *scheinbare Porosität* der Probe aus:

$$n = 100 \frac{V_w \delta}{G}.$$

ζ. *Härtegrad.*

Zur Bestimmung des Härtegrades dient die Ritzmethode und die *Mohr'sche Skala*. Für zusammengesetzte Gesteinsarten ist letztere nicht verwendbar; diese werden bezüglich der Angreifbarkeit durch Stahl geprüft und deren Sägbarkeit, Drehbarkeit oder Schneidbarkeit bestimmt.

η. Fähigkeit der Wasseraufnahme.

Bruchstücke natürlicher Bausteine und Schiefer, Scherben künstlicher Bausteine und Dachziegel, Würfel von 7 cm Kantenlänge oder ganze Gebrauchstücke der Kategorie künstliche Bausteine werden bis zum konstanten Gewicht getrocknet, oberflächlich gereinigt, gewogen, hierauf aufrechtstehend auf ca. 2 cm Tiefe in destilliertes Wasser versenkt. Nach und nach wird Wasser zugegossen, so dass die Körper nach Ablauf von ca. 20 Stunden vom Wasser gänzlich bedeckt erscheinen. Nach 24, 48 Stunden und 28 Tagen Wasserlagerung werden die Proben zurückgewogen. Die Differenz der ersten und letzten Wägung giebt die gesuchte Wasseraufnahme; sie wird in % des Steingewichts und als scheinbare Porosität auch in % des Steinvolumens ausgedrückt.

Das Mittel aus mindestens 3 Einzelversuchen — gewöhnlich aus 5 Versuchen — gilt als massgebender Durchschnitt.

θ. Frostbeständigkeit.

4 Stück ebenflächig und scharfkantig gearbeitete Würfel mit 7,0 cm Kantenlänge oder ebensoviel in der 8-ter Form (Cementform) mit 5 cm² Querschnittsfläche gearbeitete Zerreißproben oder, sofern Zug- oder Druckproben nicht erhältlich wären, 4 Stück Schroppen (Handstücke) von ca. 8,0 cm Kantenlänge, ca. 4,0 cm Breite und Dicke werden bis zum konstanten Gewicht getrocknet, oberflächlich gereinigt, gewogen, hierauf unter einer Quecksilber-Luftpumpe mit destilliertem Wasser gesättigt. Die wasser-gesättigten Probekörper gelangen hierauf für die Dauer von 28 Tagen in ein Wasserbad und direkt aus diesem in den Kühlraum eines Frostapparates, wo sie einer Temperatur von -15 bis 20°C . während mindestens 4 Stunden ausgesetzt werden. Die Dauer der Frosteinwirkung hängt von der Beschaffenheit der Proben ab. Schroppen unter 4,0 cm Breite und Dicke, Scherben künstlicher Bausteine, Dachziegel, Dachschiefer bleiben ca. 4 Stunden im Frost. Massige Proben (von über 4,0 cm Dicke, belässt man bei Tag 7 Stunden, über Nacht 13—14 Stunden im Kühlraum). Hierauf werden die Proben in Wasser von ca. 15°C . aufgethaut und das Spiel von Gefrieren und Wiederaufthauen 24-mal wiederholt. Bestimmt wird die Art der Zerstörung der Muster, deren Gewichtsverlust — und soferne regelrecht gearbeitete Proben-

körper der Untersuchung zu Grunde lagen, auch der Kohäsionsverlust des Materials durch die 25-malige Frostwirkung in trockenem Zustande.

ε. Wetterbeständigkeit.

Die Einflüsse der Atmosphärien, u. z.:

- 1) des Temperaturwechsels (Lockerung des Gefüges, Rissbildungen durch den Wechsel von Ausdehnung und Kontraktion der Masse);
- 2) des Wechsels von Tröckne und Durchfeuchtung; des Auslaugens und Zersetzens;
- 3) der einseitigen Erwärmung;
- 4) der Einwirkung der schwefligen Säure und der Kohlensäure experimentell korrekt nachzubilden, ist bisher nicht gelungen.

Dachschiefer, sowie Trümmergesteinen angehörige natürliche Bausteine werden der *Fresenius'schen* Probe unterworfen. Zu diesem Ende werden Schieferabschnitte von ca. 12—14 cm Länge und 5 cm Breite, sowie Würfel von 7 cm Kantenlänge oder Schroppen (unbearbeitete Handstücke von ca. 4—5 cm Länge, Breite und Dicke), an gut geölten oder gewichsten Bindfäden in Glaszylinder gehängt, auf deren Boden je ca. 100 cm³ einer gesättigten, wässrigen Lösung von schwefliger Säure eingebracht wurden. Die Beobachtung erfolgt bei gewöhnlicher Zimmertemperatur. Die schweflige Säure wird alle 14 Tage erneuert. Dauer der Beobachtung 6 Wochen.

Neuener Zeit wird folgende kombinierte *Frost- und Wetterbeständigkeitsprobe* benützt: 4 Stück ebenflächig und scharfkantig gearbeitete Würfel mit 7 cm Kantenlänge, oder ebensoviel in der 8-ter Form (Cementform) mit 5 cm² Bruchfläche gearbeitete Zugproben, oder sofern Zug- und Druckproben nicht erhältlich wären, 4 Stück Schroppen (unbearbeitete Handstücke) von ca. 4—5 cm Seitenlänge, werden nach vorschriftsmässiger Wassersättigung (unter der Luftpumpe) 28 Tage unter Wasser gehalten, in der darauf folgenden Zeit täglich einer ca. 6 Stunden dauernden Frostwirkung von —15 bis 20⁰ C. ausgesetzt, in Kohlensäure gesättigtem Wasser aufgethaut und nach ca. 14-stündiger Dauer der Wassereinwirkung einer 2-stündigen Einwirkung von Dämpfen einer gesättigten Lösung von schwefliger Säure aus-

gesetzt. Nach Verfluss dieser Zeit werden die Probekörper abgespült und für die Dauer einer Stunde in die Aufthauflüssigkeit eingelegt. Das Verfahren wird 25-mal wiederholt.

z. Fähigkeit des Erweichens in Wasser.

Die der Probe auf Fähigkeit der Wasseraufnahme unterworfenen Würfeln oder Zerreißproben natürlicher Bausteine oder ganze Gebrauchsstücke künstlicher Bausteine oder Dachziegeln werden nach Verfluss der 28-tägigen Wasserlagerung in wassersattem Zustande der Festigkeitsprobe (Zug, Druck oder Biegung) unterworfen und die gewonnenen Ergebnisse mit jenen der Trockenproben verglichen. Beschaffenheit und Anzahl der Probekörper entspricht den für Vornahme von Festigkeitsproben festgesetzten Bestimmungen.

λ. Prüfung der Abnützbarkeit.

Zur Prüfung der Abnützbarkeit künstlicher und natürlicher Bausteine, Belagsplatten etc. dient Prof. *Bauschinger's* Schleifapparat unter Einhaltung des von ihm angegebenen Verfahrens. Der Apparat besteht im Wesentlichen aus einer horizontalen, ca. 3,0 cm dicken, eben abgerichteten Guss-scheibe mit 122 cm Durchmesser, welche auf einer oben angetriebenen Welle unwandelbar aufgekeilt sitzt. Am Gestelle, das zur Lagerung und Führung der Antriebswelle der Schleifscheibe und deren Antriebsmechanismen dient, sind in der Richtung des Halbmessers verstellbare, 2 gegenüberliegende Führungsrahmen angebracht, die mit ca. 3 mm Spielraum über der Schleifscheibe schweben und zur Aufnahme der Probekörper dienen. Zur Verhinderung des Schlotterns und Fortbewegung der Proben sind der Maschine 3 Garnituren gusseiserner Rähmchen beigegeben, die in die Führungsrahmen passend, gestatten, Probekörper mit 6×6 cm, 10×10 cm und 12×12 cm Schleiffläche einzulagern. Mittelst zweier, an den Führungsrahmen angebrachter Hebelvorrichtungen ist die Möglichkeit geboten, einen Druck bis auf absolut 30 kg auf den Probekörper auszuüben. Bei jeder 10. Umdrehung der Schleifscheibe ertönt ein Glockenschlag, während ein Tourenzähler die Anzahl der überhaupt vollführten Umdrehungen registriert.

Geschliffen wird bei konstantem Schleifbahnradius, welcher bis auf Weiteres zu 50 cm angenommen wurde, mit Naxos-

Schmirgel No. 3. Das Aufgeben des Schmirgels erfolgt aus 2 Trichtergefäßen, die am Führungsrahmen der Probekörper angeschraubt, je einen von Hand beweglichen Drehschieber besitzen, dessen Höhlungen (Kammern) die vorgeschriebene Schmirgelmenge fassten und auf die Schleifbahnen zu entleeren gestatten. Die Drehbewegung der cylindrischen Schieber ist durch einen Anschlag in der Weise begrenzt, dass während der Einlassschlitz geöffnet ist, der Auslaufsschlitz geschlossen bleibt. Es muss also für jedesmalige Aufgeben und Füllen der Schieberkammern auf und bis zum Anschlag zurück gedreht werden.

Zur Bedienung des Apparates gehören 2 Mann, die auf entgegengesetzten Seiten der Scheibe stehend damit beschäftigt sind, den Schmirgel auf die Schleifbahn des Probekörpers zuzustreichen, bezw. den verbrauchten abzustreichen und durch frischen zu ersetzen. Nach je 10 Touren kehrt nämlich abwechselnd der eine Gehülfe die Schleifbahn ab, während der andere aus dem Fülltrichter ca. 20 gr (genau 22 gr) frischen Schmirgel auf die Schleifbahn leert.

Die Probekörper werden lufttrocken bis auf 0,1 gr genau gewogen, in die Maschine eingelegt, mit 30 kg belastet, pro 10 Touren mit ca. 20 gr Schmirgel versehen und nach 200 Touren zurückgewogen. Das Mittel aus den Ergebnissen 3 aufeinander folgender Schleifperioden wird als massgebender Durchschnitt angesehen und der Gewichtsverlust als Abnutzung des Materials in Anschlag gebracht. Selbstredend müssen die Schleifflächen der Probekörper eben sein. Bei gerippten Belagsplatten bleibt die ursprüngliche Oberfläche unberührt erhalten.

µ. Bestimmung der Festigkeitsverhältnisse.

Natürliche und künstliche Bausteine, Dachschiefer und Ziegeln, Belagsplatten etc. können im Anlieferungszustande, getrocknet (bis zum konstanten Gewicht) oder wassersatt der Probe auf

Zugfestigkeit,

Druckfestigkeit,

Scherfestigkeit, sowie

Biegefestigkeit

unterworfen werden. Für jeden Zustand, jede Richtung der Inanspruchnahme (z. B. bei *Steinen*, \perp oder \parallel zum Lager), und

für jede Festigkeitsart sind bei natürlichen Bausteinen mindestens 4 vorschriftsmässig bearbeitete Muster, bei künstlichen Bausteinen in Normalformat, Dachziegeln, sowie Dachschiefeln mindestens 10 Stück Probekörper erforderlich.

Probekörper der *Zugfestigkeit* erhalten die 8-ter Form (Normalform der Cementproben) mit 5 cm² Bruchquerschnitt.

Probekörper der *Druckfestigkeit* natürlicher Bausteine sind würfelförmig mit 7 cm Kantenlänge. Dieselben müssen ein und demselben Blocke oder Blöcken der gleichen Bank angehören, ebenflächig, scharfkantig gearbeitet und die Lagerflächen unverkennbar markiert sein.

Probekörper der *Druckfestigkeit* künstlicher Bausteine sind ebenfalls würfelförmig. Bei Prüfung der Druckfestigkeit des Materials an sich werden aus den Steinen Würfel mit möglichst grosser Kantenlänge durch Sägen herausgeschnitten. Bei gewöhnlicher Qualitätsbestimmung ganzer Gebrauchsstücke (in Normalformat) werden dieselben durch Sägen, ausnahmsweise auch durch Schrotten gehälftet und die zusammengehörigen Steinhälften mittelst eines ca. 0,5 cm starken Mörtelbandes aus reinem Portland-Cement zusammengekittet. Die so gewonnenen, würfelförmigen Probekörper erhalten ebenfalls ca. 0,5 cm starke Portland-Cementdeckel, welcher nach angemessener Erhärtung, auf gusseisernen Richtplatten unter Anwendung feinen Quarzsandes oder Naxoschmirgels eben geschliffen werden. Die an sich schwierige Schleifarbeit thunlichst abzumindern, erfolgt das Auftragen der Deckel zwischen ebengehobelten, eisernen Platten, welche in einer Art Parallelschraubstock liegen und beim Anziehen der Stellschrauben ebene und parallele Druckflächen ergeben.

Zu *Scherproben* werden plattenförmige, 10 cm breite und, sofern nicht besondere Gründe zu Abweichungen zwingen, 4 cm dicke Probekörper verwendet.

Zu *Biegeproben* gelangen principiell ganze Gebrauchsstücke, wie Treppenstufen, Dohlendeckel, Platten, Dachziegel zur Anwendung; nur Dachschiefer werden auf 15 cm Breite geschnitten. Platten künstlicher Baustoffe irgendwelcher Art (z. B. Xylolith-Platten) erhalten bei 15 cm Breite 3,0 cm Dicke. Die *Länge* der Biegeproben entspricht der Gebrauchslänge des Materials. Dachschiefer müssen mindestens 18 cm, Platten künstlicher Baustoffe

irgend welcher Art mindestens 24 cm Länge erhalten. In besonderen Fällen finden über die Abmessungen der Biegeproben Vereinbarungen statt.

Zur Vornahme von *Zerreissproben* dient bei allen 8-ter-förmigen Probekörpern mit 5 cm² Bruchquerschnitt der s. g. deutsche Normal-Zerreissapparat, System *Frühling, Michaëlis & Comp.* Die Konstruktion dieses Apparates geht aus der Abbildung Fig. 18 hinreichend klar hervor. Wir haben es hier mit einem Hebelwerk mit 1 : 50 Uebersetzung zu thun, welche durch Aufhängen von Gewichten jederzeit kontrollierbar ist. Der Apparat ist in allen Teilen zu beweglich und vor allem zu schwach gebaut, ein Uebelstand, der sich namentlich beim Zerreissen harter, kohärenter Körper dadurch störend bemerkbar macht,

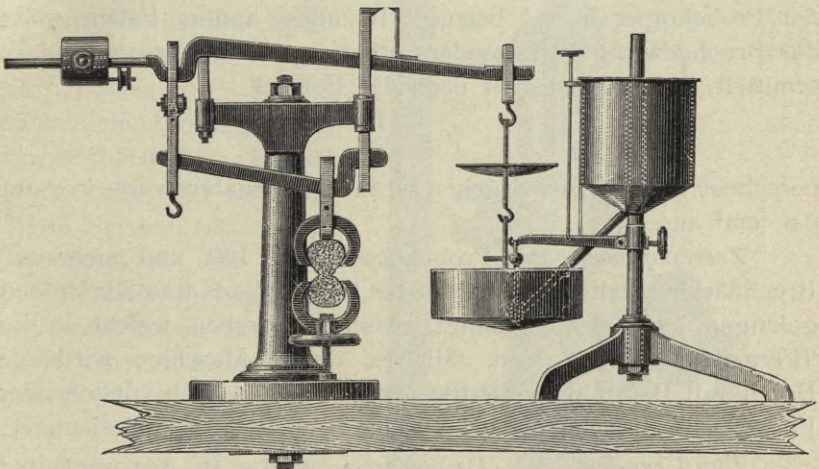


Fig. 18.

dass die Gewichtsschale mit dem einlaufenden Schrot übermässig tief sinkt, die Höhenlage der Schneiden die Normalstellung verlassen und die Gewichtsschale häufig aufsitzt.

Die Gewichtsschale unseres Apparates mit kegelförmigem Boden hängt unmittelbar unter der Auslauföffnung des Schrotbehälters, welcher, wie die Abbildung zeigt, derart konstruiert ist, dass im Momente des Reissens des Probekörpers die Schrotausflussöffnung durch die abfallende Gewichtsschale selbstthätig geschlossen und die nachfallende Schrotmenge auf ein Minimum gebracht wird.

Ist der Apparat ausbalanciert, in welchem Zustande die Hebelschneiden in Horizontalebene liegen, wird die Gewichtschale eingehängt und der Probekörper centrisch zwischen die Klauen eingelagert. Mittelst des Griffrädchens an der untern Klaue wird die Gewichtschale hoch genommen und soweit über die Nullstellung erhöht, als beiläufig der Index im Augenblicke des Bruches unter die Gleichgewichtslage fällt. Nun wird der Schrotzulauf geöffnet, wobei pro Sek. ca. 100 gr. feiner Vogelschrot in die Gewichtschale fließen. Ist der Bruch eingetreten, so hebt man die Gewichtschale aus dem Apparate und wiegt sie auf einer bereit stehenden Zeigerwaage ab. Das in kg abgelesene Bruttogewicht der Gewichtschale verzehnfacht giebt die gesuchte Zugfestigkeit des Probekörpers in kg bezogen auf 1,0 cm² seiner Querschnittsfläche an, sofern die Bruchfläche der Probekörper 5 cm² betrug. In allen andern Fällen muss das Bruchgewicht (B) besonders erhoben und die Bruchfläche (F) ermittelt, die Zugfestigkeit nach der Formel

$$\beta = \frac{B}{F}$$

berechnet werden; wir drücken sie in kg, ausnahmsweise in *t* auf den cm² aus.

Zerreissproben mit Probekörper von 100 und mehr cm² Bruchfläche erhalten ebenfalls 8-ter Form; die Köpfe der Proben gelangen, auf Bolzen gehängt, zwischen Laschen, welche in die *Werder*-Maschine passen. Mittelst dieser Maschine wird die Bruchkraft B in *t* oder kg festgestellt, welche nach vorstehender Formel zur Berechnung der spezifischen *Zugfestigkeit* dient.

Zur *Vornahme der Druckproben* stehen in der schweizer. Materialprüfungsanstalt 4 verschiedene Maschinen zur Verfügung, von welchen je nach Zweck der Arbeit erforderlicher Genauigkeitsgrad und Kohäsionsverhältnissen des zu prüfenden Materials bald die eine, bald die andere Maschine in Anwendung gelangt.

Fig. 19 stellt die *Amsler*'sche Präcisionspresse für Kraftentfaltungen bis 1,8 *t* mit einer Skalenteilung von 5 zu 5 kg dar. Die Maschine dient zur Prüfung der Druckfestigkeit weicher Körper aller Art. Ferner dient die Maschine auch zur Ausführung von Biege- oder Bruchproben mit plattenförmigen Körpern der Kategorie künstliche und natürliche Bausteine bei einer Freilage

von 15 bis 40 cm. In Fig. 19 ist fragliche Presse mit einem auf Biegung beanspruchten Dachziegel abgebildet.

Fig. 20 stellt den *schweiz. Normal-Druckapparat*, die *Amsler'sche* Presse für eine Kraftentfaltung von 20,0 t (gebaut wird der Apparat neuerer Zeit für 30,0 t) mit einer Skalenteilung von 20 zu 20 kg dar. Die Maschine dient zur Vornahme von Druckproben mittelharter oder weicher Materialien mit grössern Querschnittsabmessungen der Probekörper.

Zur Vornahme von Druckproben mit harten, kohärenten Materialien dient die *Werder'sche* Festigkeitsmaschine, neuester Zeit hauptsächlich die in Fig. 21 dargestellte 150-tonnige Presse, System *Amsler*. Die Einrichtungen der 100-tonnigen *Werder*-Maschine für Druckproben sind bekannt; die *Amsler'schen* Pressen sind es weniger, ob-
schon sie weitaus die besten, zuverlässigsten Maschinen sind, die für Vornahme von Druckproben bisher gebaut wurden.

Weitläufigkeiten zu vermeiden, wollen wir uns an dieser Stelle auf die Beschreibung des *schweiz. Normal-Druckapparats* beschränken und bemerken, dass mit Ausschluss der *Werder*-Maschine unsere sämtlichen

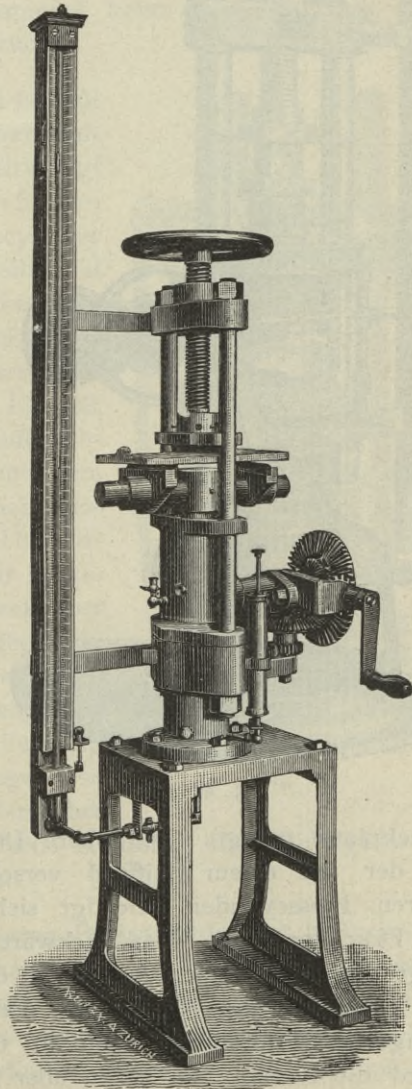


Fig. 19.

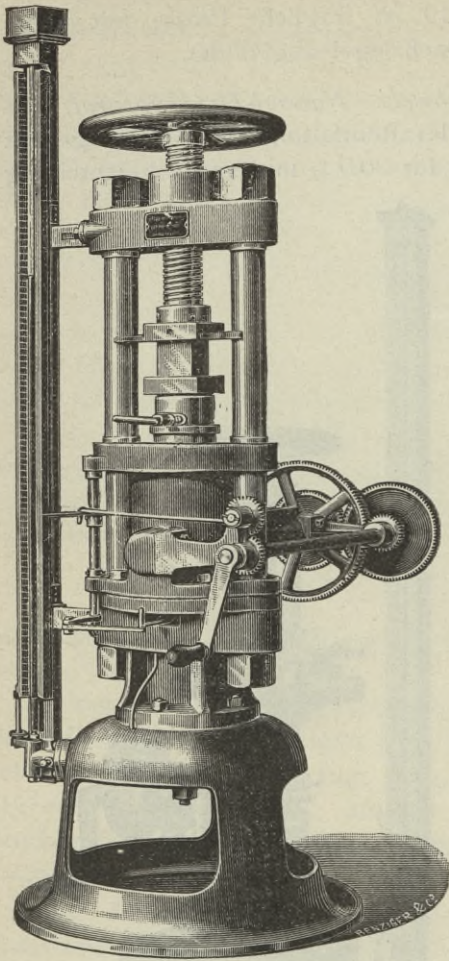


Fig. 20.

Pressen, also auch die 150 t-Pressen, nach dem gleichen Prinzip arbeiten.

Im Wesentlichen besteht der schweiz. Normal-Druckapparat aus zwei vertikal übereinander gelagerten Cylindern, die durch die beiden Zugstangen zusammengehalten werden. Im oberen Cylinder sitzt, mit Spielraum eingeschliffen, der Presskolben. Behufs Füllung des oberen Cylinders mit Öl ist dieser vertikal durchbohrt, und ist die Bohrung für gewöhnlich mittelst einer horizontalen Schraube geschlossen, vergl. Fig. 22. Das obere Ende des Presskolbens besitzt eine sphäroidale Vertiefung, eine Pfanne, die mit Öl gefüllt, zur Aufnahme der unteren Druckplatte dient. Mit dem kugelförmigen Unterteil sitzt diese Druckplatte in der genannten Pfanne. (Das Centrum der Kugel wurde absichtlich in die Ebene der

Druckplatte gelegt). Die obere Druckplatte sitzt unwandelbar an der mit einem Griff rad versehenen Druckschraube. Am oberen Presscylinder befestigt sieht man die Antriebskurbel des Druckapparates. Das rückwärtige Ende der Kurbelspindel trägt zwei Zahnräder, von denen das kleinere beim Hingange, das grössere beim Rückgange der zur Kurbelspindel parallel gelagerten Pressspindel sich in thätigem Eingriffe befindet. Wird die Kurbel von unten über links nach oben gedreht, so wird eine langsam fortschreitende Bewegung und damit ein

Eindringen der Pressspindel in den ölfüllten Hohlraum des oberen Presscylinders, also Druck erzeugt. Soll die Pressspindel zurückgezogen, d. h. in die Ausgangsstellung gebracht werden, so hat man einfach die Antriebskurbel in entgegengesetzter Richtung zu drehen. Dadurch wird eine kleine, recht sinnreiche Keilkonstruktion eingerückt; es tritt die kleine Übersetzung in Thätigkeit und die Pressspindel kehrt in rascher Bewegung in ihre Ausgangsstellung zurück.

Der untere Presscylinder enthält den grossen Kolben des Differentialmanometers; der kleine Kolben dringt behufs Druckaufnahme durch den Boden in den oberen Presscylinder ein. Die Dichtung dieser Kolben ist selbstredend ebenfalls nach *Amagat's* Princip durchgeführt. Nahe am oberen Rande des unteren Cylinders sieht man, vergl. das Detail in Fig. 22, eine kleine, rektanguläre Wanddurchbrechung, aus welcher ein mit dem kleinen Kolben des Differentialmanometers fest verbundener Hebel hervorragt. Dieser Hebel dient zur Bewegung der die Kraft auf das Quecksilber übertragenden Differentialkolben. Bei der grossen Empfindlichkeit des Manometers erschien es nötig, diesen Hebel mittelst einer angemessenen Führung an die Kurbelwelle zu hängen, so dass er sich während des Versuches in Bewegung befindet, wodurch Reibung und Klebrigkeit der Flüssigkeit eliminiert werden.

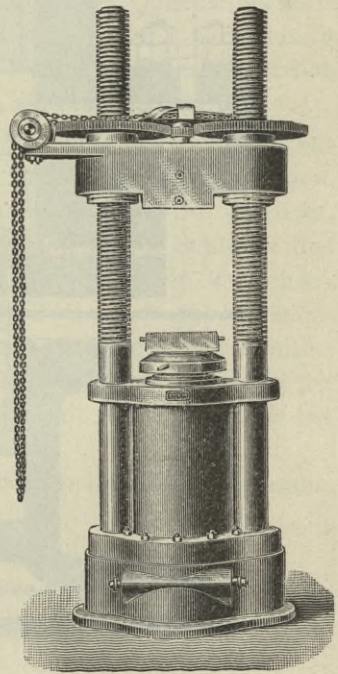


Fig. 21.

Der Hohlraum des unteren Presscylinders ist teilweise mit Quecksilber, im Übrigen, ähnlich wie der Hohlraum des oberen Presscylinders, mit Glycerin bezw. mit nicht harzendem Maschinenöl gefüllt, welches nach Bedarf mittelst einer kleinen, seitlich am unteren Presscylinder befestigten Handpumpe eingebracht werden kann.

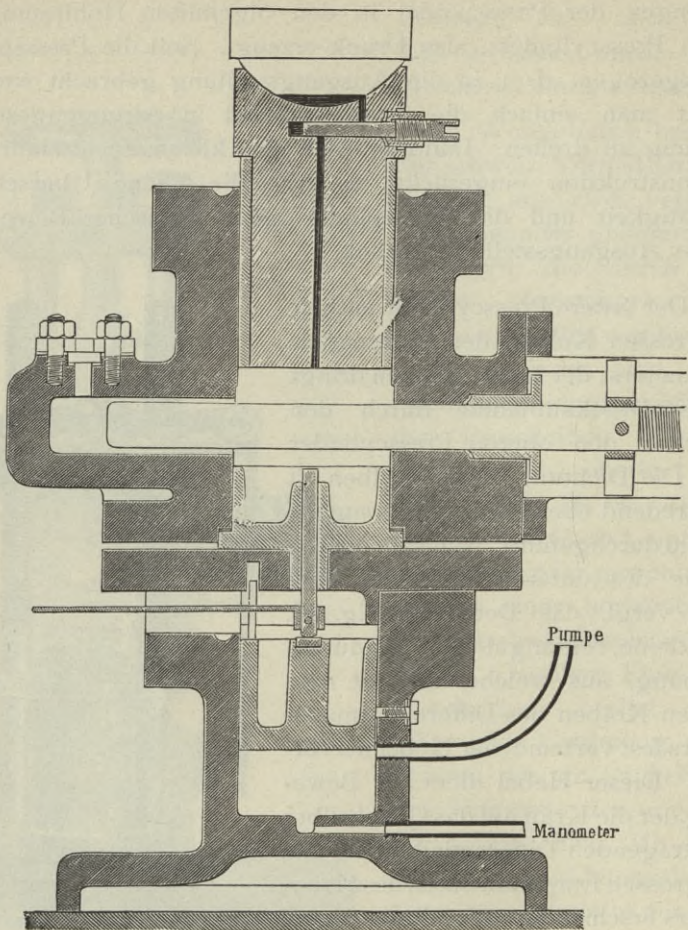


Fig. 22.

Durch ein eisernes Röhrcben steht der untere Presscylinder mit der lothrechten, auf einer Latte unwandelbar befestigten, ziemlich weiten Celluloidröhre des Manometers in Verbindung. Die Latte selbst ist getragen durch zwei an den Apparat angeschraubte Arme. Auf der Vorderseite dieser Latte schleift, durch eine kleine Mikrometerschraube verstellbar eine zweite, die Teilungen tragende Latte. Der Nullpunkt der Teilung befindet sich unten und kann mittelst der genannten Mikrometerschraube auf den jeweiligen Stand des Quecksilbers im Glasrohre des Manometers eingestellt werden. In diesem Glasrohre wurde ein ausbalancierter,

eiserner Stabschwimmer angebracht. Der Faden, an welchem das Gegengewicht des Schwimmers hängt, läuft über eine, am obern Ende der festen Latte ganz leicht gebremste, kleine Rolle. Der leiseste Zug am Faden der Bremsbacke genügt, um den Stabschwimmer in eine langsame Abwärtsbewegung zu versetzen. Sitzt demnach der Schwimmer auf der Quecksilbersäule auf und man steigert den Druck im Apparate, so wird vermöge der gewählten Konstruktion der Stabschwimmer nahezu widerstandslos gehoben und bleibt an der erreichten, höchsten Stelle der Quecksilbersäule stehen, wenn der Druck absichtlich oder zu Folge Überwindung der Kohäsion des Materials eines Versuchskörpers plötzlich abnimmt, und die Quecksilbersäule zu sinken beginnt.

Der Arbeitsvorgang mit dieser Maschine ist der denkbar einfachste. Der Beobachter hat den Probekörper vor Augen, sieht die Veränderungen der Druckverhältnisse im Apparat, braucht keine Gewichte zu heben noch solche am Schlusse des Versuches zu addieren. Er ist der Mühe jeglicher Zwischen- und Endrechnungen enthoben, denn die Teilungen geben einerseits t absolut, anderseits direkt kg pro cm^2 der Querschnittsfläche des normal dimensionierten Druckkörpers an. Die zu einer Probe erforderliche Zeit schwankt mit der Festigkeit des Materials zwischen 1 und $1\frac{1}{2}$ Minuten.

Die bei Versuchsausführungen erforderlichen Manipulationen sind kurz die folgenden:

- Einlagern des Probekörpers in den Apparat;
- Ein- bis zweimaliges Hin- und Herbewegen des Differentialkolbens von Hand oder besser mittelst der Antriebskurbel;
- Einstellen des Nullpunktes der Teilungen auf das Niveau der Quecksilbersäule bzw. auf den untern Rand des Schwimmers;
- Anziehen der obern Druckplatte mittelst des Griffrades der Pressschraube;
- Druckerteilung durch entsprechende Bewegung der Antriebskurbel;
- Ablesen der gesuchten Druckfestigkeit des Materials;
- Zurückführen der Pressspindel in die Ausgangsstellung durch die entsprechende Kurbelbewegung;
- Entfernung der Bruchstücke des zermalnten Probekörpers.

Da sowohl der Presskolben, als auch die Differentialkolben des Manometers in einer Ölsphäre stecken, tritt mit der Zeit ein kleiner Ölverlust in den Presscylindern ein. Das ausgestossene Öl fließt in kleine, die verschiedenen Kolben umgebenden Rinnen und wird zentral in einem Blechgefäß gesammelt, um gelegentlich wieder benützt zu werden. Bei dem stark beanspruchten Apparate der schweiz. Materialprüfungs-Anstalt findet etwa alle 14 Tage das Nachfüllen der Cylinder statt. Zu diesem Zwecke dient für den untern Presscylinder die bereits erwähnte Handpumpe. Um den obern Presscylinder nachzufüllen, zieht man mittelst zweier, dem Apparate beigegebener Bügel und des Griffrades den Presskolben heraus, oder man entfernt die untere Druckplatte, giesst in deren Lagerschale das nötige Öl, öffnet die Bohrung des Presskolbens und saugt durch Heben

desselben mittelst des Griffrades, das Öl in den Presscylinder. Die ganze Manipulation des Nachfüllens besorgt selbstredend der Laborant und es fordert diese etwa 10 Minuten Zeit.

Zu dem beschriebenen Druckapparat gehört der in Fig. 23 dargestellte Kontrollapparat*). Der Hauptsache nach besteht dieser aus 2 entgegengesetzt angeordneten Hebeln, welche symmetrisch zur Axe gegen die Druckplatte der Druckschraube gestützt sind. Die Angriffsschneiden nehmen den Druck aus dem Presskolben und übertragen ihn im Verhältnisse 1 : 15 auf die Hebel, die die Kontroll-

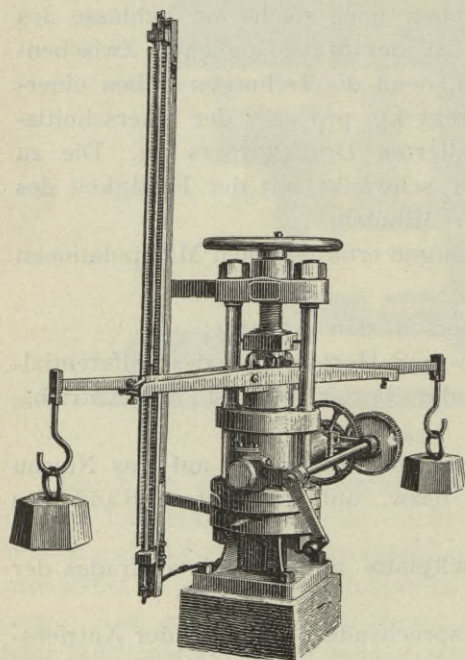


Fig. 23.

*) Sämtliche *Amsler'sche* Maschinen sind mit Kontrollapparaten ausgerüstet.

gewichte tragen. In Fig. 23 erscheinen die Kontrollgewichte an Haken gehängt. In der Wirklichkeit wird man die Haken durch Wagschalen ersetzen und diese belasten.

Die Kontrollversuche erfordern besondere Sorgfalt und Umsicht; sie werden kurz folgendermassen ausgeführt:

Nachdem der Kontrollapparat auf den Presskolben der zu prüfenden Maschine aufgesteckt worden, gebe man mittelst des Griffrades einen leichten Druck auf den Kontrollapparat, bis sich die Hebel desselben von ihren Lagern abheben. Hierauf werden die Differentialkolben mittelst deren Hebel behutsam einigemale hin und her bewegt, der Nullpunkt der Teilung auf das Niveau der Quecksilbersäule eingestellt und der vorhandene Arbeitsdruck des Apparats mittelst der Antriebskurbel wieder aufgehoben. Sobald die Hebel des Kontrollapparats auf ihre Lager zurückgekehrt sind, darf die Belastung der angehängten Wagschalen erfolgen. Zu diesem Ende hat man, möglichst gleichzeitig, gleichschwere Gewichtsteine auf die Wagschalen aufzulegen, sodann Druck mittelst der Antriebskurbel zu geben. Dabei wird die Quecksilberskala steigen, die Hebe des Kontrollapparats wieder gehoben werden. Die Kurbelbewegung ist einzustellen, sobald der Moment, wo die Quecksilbersäule zur Ruhe kommt, erreicht ist. Nun wird der Stand der Quecksilbersäule abgelesen, der Apparat durch Rückwärtsbewegung der Antriebskurbel bis zur Rückkehr der Hebel auf ihre Lager entlastet und das Ergebnis der Ablesung und der direkten Belastung verglichen. Diese Operation wird allmähig mit gesteigerten Belastungen (à ca. 50 kg pro Wagschale) innerhalb der Tragfähigkeit der Kontrollhebel ein-, zweimal wiederholt.

Biegeproben mit plattenförmigen Körpern geringer Kohäsion werden auf der in Fig. 19 dargestellten Presse ausgeführt. Für prismatische oder röhrenförmige Probekörper mit grösserer Festigkeit dient die *Werder-Maschine*, welche zur Messung der Formänderungen mit *Bauschingers* Gradbogenapparaten ausgerüstet ist.

Anhang.

Bei Prüfung von *Dach- und Mauerziegeln*, insbesondere bei Prüfung von *Verblendsteinen* werden noch die folgenden Proben ausgeführt:

ν. Gehalt an löslichen Salzen.

Aus dem Innern von 5, durch Wasser nicht berührten Steinen werden Proben gewonnen, gepulvert, das gewonnene Mehl auf dem 900-ter und 4900-ter Maschensieb abgeseibt und das zwischen diesen Sieben verbleibende Mehl untersucht. 25 gr dieses Ziegelmehls werden mit 250 cm³ destilliertem Wasser ausgelaugt, unter ungefähigem Ersatz des verdampften Wassers eine Stunde lang gekocht, filtriert und gewaschen. Die Menge der vorhandenen löslichen Salze wird durch Eindampfen der Lösung und schwaches Glühen festgestellt und in Prozenten auf das Steingewicht berechnet. Der Rückstand wird nachträglich einer qualitativen Analyse unterworfen.

ο. Gehalt an löschtfähigen Körpern.

Sofern nicht schon bei Einlieferung der zu prüfenden Steine oberflächliche Abschieferungen das Vorhandensein löschtfähiger Körper (Kalk, Mergelknollen) erkennen lassen, werden 5 Mauersteine oder ebensoviel Dachziegel gehälftet und die sämtlichen Teilstücke in einem kleinen kupfernen, mit einem Sicherheitsventil ausgerüsteten Kessel derart eingebaut, dass sie vom Wasser nicht berührt werden. Hierauf wird der Kessel mit der erforderlichen Wassermenge gefüllt, geschlossen, angefeuert und während der Dauer von 3 Stunden bei ca. $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Atmosphären Überdruck in Thätigkeit erhalten. Nach Verfluss dieser Zeit werden die Probekörper aus dem Dampfbade gehoben und ihre Oberflächenbeschaffenheit untersucht.

π. Durchlässigkeit von Dachsteinen.

Scherben künstlicher Dachsteine aller Art werden auf ca. 10 cm behauen, getrocknet, gewogen, hierauf an den Rändern mit einem Wachsanzstrich versehen. Auf diese Scherben werden cylindrische Röhrenstutzen von 10 cm² lichtigem Querschnitt mittelst Wachs aufgedichtet.

Beobachtet wird:

a. Die Temperatur und der Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre;

b. die Zeit während welcher 10 cm³ Wasser einziehen, die mittelst einer Pipette in die Röhre eingebracht wurden;

c. die Zeit und die eingesogene Wassermenge bis zur Durchfeuchtung des Scherbens (Eintritt tauartiger Benetzung der untern Fläche);

d. die Zeit bis zum Eintritte ausgesprochener Tropfenbildung; und soferne ein Abtropfen eintritt

e. die bei einer Druckhöhe des Wassers im Rohre von ca. 1 cm in 10 Stunden durchgelassene (abgetropfte) Wassermenge

Kategorie: Bindemittel.

a. Prüfung der chemischen Zusammensetzung der Bindemittel.

Die unterschiedlichen Bindemittel der Gegenwart gehören entweder in die Gruppe der Materialien, die kieselsäurefrei oder doch kieselsäurearm sind (Kalk, Dolomit, Sorelceement u. d. m.) oder in die Gruppe der Kieselsäure führenden Materialien, die mit Salzsäure zersetzbar sind. Demgemäss erfolgt auch die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung derselben nach Anleitung der Methoden auf S. 81 bezw. S. 76 des vorliegenden Heftes unserer Mitteilungen.

β. Nachweis fremdartiger Stoffe in hydr. Bindemitteln.

Die Prüfungsmethoden zum Nachweise fremdartiger Stoffe in hydr. Bindemitteln sind noch nicht entwickelt. Eine Ausnahme macht bloss der Portlandceement, für welchen Dr. R. Fresenius zur Kennzeichnung einiger Zusatzstoffe, wie Trass, Kalkstein, gebrannter Mergel, Hochofenschlacken u. d. m., die jetzt gebräuchlichen Methoden angegeben hat; vergl. S. 79 dieses Heftes, wo die genannten Methoden angeführt sind.

γ. Farbe und Struktur.

Die Farbe des pulverförmigen Bindemittels wird durch Besichtigung mit unbewaffnetem Auge bestimmt. Bei einiger Übung fällt es nicht schwer selbst feinere Abstufungen der Farbentöne zu unterscheiden und zu bezeichnen; so z. B. beim Portlandceement, der bald « grau, normal », bald « grau mit Stich ins Grüne » oder « mit Stich ins Gelbe » bezeichnet werden muss.

Die hydr. Bindemittel sind bald *farbenecht*, bald künstlich *gefärbt*. Um ein hydr. Bindemittel auf Farbenechtheit zu prüfen, fülle man einen Glascylinder mit Wasser oder Alkohol zur Hälfte auf, gebe in dieses sodann allmählig ca. 150 gr des zu prüfenden Bindemittels, schüttele das Gemenge einige Zeit kräftig durch und lasse absitzen. Der specifisch leichtere Farbstoff wird sodann von der übrigen Masse getrennt, diese decken bezw. auf der Oberfläche der Flüssigkeit schwimmen. Etwelche Brennstoffrückstände, Aschenteilchen etc. werden auf die beschriebene Weise vom Bindemittel ebenfalls abgeschieden. Man wird in dessen je nach der Menge der Abscheidung nicht im Zweifel sein können, ob man es mit einem Farbkörper oder mit wirklichen Brennstoffrückständen zu thun hat.

Anfänglich wurden die Strukturverhältnisse der hydr. Bindemittel an kleinen, mit absolutem Alkohol angemachten Proben mikroskopisch untersucht. Das betretene Verfahren wird nun mehr bloß ausnahmsweise benützt, die Erfahrung lehrte, dass kennzeichnende Unterschiede, Unterschiede der Form, der Oberflächenbeschaffenheit, der Farbe und Durchsichtigkeit von einer Bindemittelgattung zur andern überhaupt nicht bestehen. Durch Anfühlen des zu prüfenden Bindemittels wird gegenwärtig festgestellt, ob dasselbe scharf sandiger, oder weich fettiger Beschaffenheit ist.

δ. Bestimmung der Gewichtsverhältnisse.

Hier fallen in Betracht:

- das *specifische Gewicht* (absolut ohne Poren),
- das *Raumgewicht* (einschliesslich der Poren) u. z.
 - im Anlieferungszustande;
 - bei loser Lagerung der Bindemittelteilchen;
 - bei engster Anlagerung derselben.

Zur Bestimmung des *specifischen Gewichts* eines pulverförmigen Bindemittels dient das *Schumann'sche*, gegenwärtig in der Regel das Dr. *Erdmenger-Mann'sche* Volumometer. Bezüglich den Gebrauch vergl. S. 133 des vorliegenden Heftes.

Zur Bestimmung des erstern, also des *Volumengewichts im Anlieferungszustande* (δ_1 ; kg pro Liter) wird je nach Menge des verfügbaren Materials ein Blechgefäss von 3,61 Liter oder ein

solches mit 33,2 Liter Fassungsraum benützt. Ohne das Material aufzurütteln, wird dasselbe löffelweise aus der Originalverpackung geschöpft und das Messgefäß allmählig strichgerecht aufgefüllt, abgestrichen und gewogen. Aus dem Wägungsergebnisse, dem Gefäßgewicht und Fassungsraum ermittelt man ohne weiteres den Wert δ_1 .

Die Bestimmung des *Volumengewichts bei loser Anlagerung* der Teilchen (δ_2 ; kg pro Liter) wird unter Anwendung des in Fig. 24

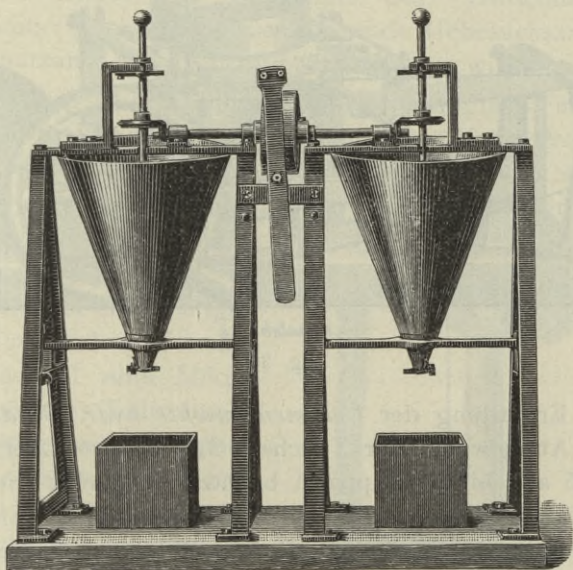
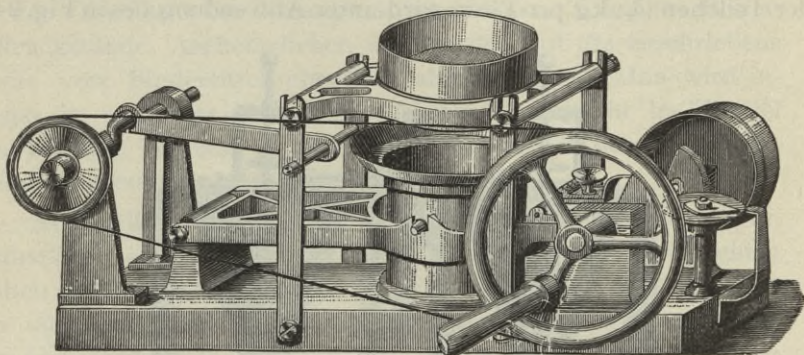


Fig. 24.

dargestellten Apparats ausgeführt. Derselbe ist in Nachbildung eines ähnlichen Apparates entstanden, dessen Zusendung wir der Gefälligkeit des Herrn *Bernouilly*, Cementfabrikant in Wildau, verdanken. Von letzterem unterscheidet sich unser Doppelapparat durch mechanischen Antrieb der vertikalen die Blechkegel durchsetzenden Spindeln und einer Abänderung der Form und Lage der Rührarme. Der Fassungsraum der trichterförmigen Gehäuse der Apparate beträgt ca. 1,5 Liter. Bei geschlossener Ausflussöffnung und ruhendem Rührwerke wird der Trichter mit dem zu prüfenden Materiale aufgefüllt. Nachdem die Ausflussöffnung geöffnet und der Apparat in Bewegung gesetzt wurde (ca. 45 Tourenzahl pro Minute) fällt das aufgelockerte Material in die

untergestellten Litergefäße. Höhe der Ausflussöffnung über dem Boden der Litergefäße: 18,5 cm. Es wird darauf gesehen, dass die Bewegung des Apparates ohne jegliche Erschütterungen des Gestelles und damit des Messgefäßes verläuft.

Sobald das Messgefäß strichgerecht vollgelaufen ist, wird dasselbe an Ort und Stelle abgestrichen, gewogen und der gesuchte Wert δ_2 berechnet.



Maassstab 1:6

Fig. 25.

Zur Ermittlung der *Volumengewichte hydr. Bindemittel* bei innigster Anlagerung der Teilchen (δ_3 ; kg pro Liter) wird der in Fig. 25 abgebildete Apparat benützt. (Derselbe dient gleichzeitig auch zur Bestimmung der Mahlungsfineinheit). Ein cylindrisches Litergefäß mit starkem Boden ist in eine Gabel gehängt, deren freie Enden auf Excentern der Antriebswelle schleifend allmähig gehoben und plötzlich fallen gelassen werden. Mit der Gabel wird auch das Litergefäß bei jedem Umlaufe der Maschine gehoben und aus einer Höhe von ca. 1,0 cm auf die eiserne, der Aufschlagefläche des Litergefäßes entsprechend erhöhte Bodenplatte des Apparates fallen gelassen. Ein Tourenzähler gestattet die Anzahl der Hübe des Litergefäßes zu kontrollieren. Das in Bewegung gesetzte Litergefäß wird löffelweise mit dem zu prüfenden Materiale gefüllt und so gut als möglich gehäuft voll gehalten. Nach 6000 Touren (ca. $1\frac{1}{4}$ Stunde) wird das Messgefäß aus dem Apparate gehoben, abgestrichen und gewogen. Da als massgebender Durchschnitt das Mittel aus 2 Versuchen gilt, arbeiten in unserem Laboratorium 2 zusammengekuppelte Apparate der beschriebenen Art.

ε. Prüfung der Längenänderungen hydr. Bindemittel.

Zur Prüfung der Längenänderungen hydr. Bindemittel, welche diese an sich oder in Gemengen mit Sand, also als Mörtel, bei Luft- oder Wasserlagerung, in Lösungen organischer oder anorganischer Stoffe erfahren, besitzt die Anstalt

a. *Bauschingers* Tasterapparat.

b. *Debrays* Hebelapparate.

Herr *C. Klebe*, der Verfertiger des « Bauschinger'schen Tasterapparats » giebt für diesen folgende Gebrauchsanweisung, die bei Benutzung des Apparates eingehalten wird:

Der in Fig. 26 abgebildete Apparat ermöglicht eine direkte Ausmessung der Längenveränderungen prismatischer Probekörper mit einer Genauigkeit von $1/200$ mm und giebt über Schwinden oder Wachsen derselben in verhältnismässig kürzester Zeit den sichersten Aufschluss.

Der Apparat besteht im Wesentlichen aus einem bügel-förmigen Taster, dessen rechts-seitiger Schenkel eine Mikro-meterschraube mit Teiltrommel, der linksseitige ein Fühlhebel-werk von entsprechender Emp-findlichkeit enthält. Fühlhebel und Messschraube endigen in schwach abgestumpfte Taster-spitzen, die bei Ausmessung des Probekörpers an die End-flächen desselben angelegt wer-den, wobei der Tasterdruck durch eine auf den längeren Fühl-hebelarm wirkende Blattfeder normiert wird.

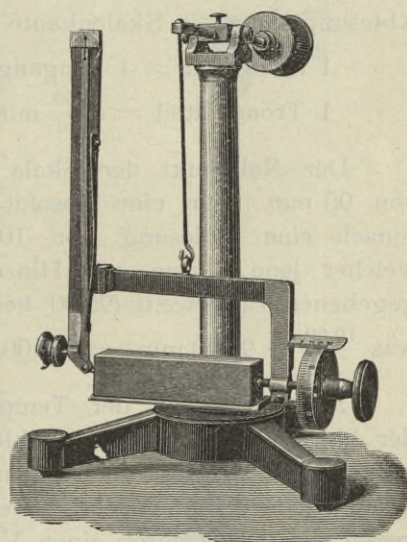


Fig. 26.

Die Probekörper hydraul. Bindemittel werden in metallenen vierteiligen Formen, in gleicher Weise wie die Normalzugstücke, mit dem Spatel eingeschlagen, und erhalten bei einem Querschnitte von 5 cm^2 eine Länge von 10,0 cm. In der Mitte der Stirnflächen dieser Probekörper sind kleine Vertiefungen vorgesehen, in welche je

ein dünnes Metallkörnerplättchen als Tasterpunkt eingelegt und mittelst eines Cementbreis verkittet wird. Sobald die Verkittung genügend fest ist, kann zur erstmaligen Ausmessung des Probekörpers geschritten werden.

Hierzu wird das Probestück auf die am Säulenstativ des Apparates angebrachte Konsole gelegt und mittelst einer Bogenfeder gehalten. Hierauf wird der an einem Spitzengehänge leicht bewegliche Taster mit Messschraube und Fühlhebelspitze in die gut gereinigten Körner am Probestück eingeführt und die Messschraube soweit vorgeschraubt, bis der Fühlhebel genau am Index des Apparates einspielt. Nun wird der Stand der Mikrometerschraube abgelesen, wobei vom Nullpunkt der tangential zur Trommel geführten Skala ausgegangen wird; die ganzen Umdrehungen der Schraube werden bis zum vorderen Trommelrand abgezählt und die Bruchteile eines Umgangs nach zehntel und hundertstel auf der Trommel selbst abgelesen. Für letztere Ablesung dient die Skalenkante als Index.

$$1 \text{ Skalenteil} = 1 \text{ Umgang der Messschraube} = 0,50 \text{ mm}$$

$$1 \text{ Trommelteil} = \frac{0,50}{100} \text{ mm} = 0,005 \text{ mm.}$$

Der Nullpunkt der Skala entspricht einer Tasteröffnung von 95 mm. Für eine absolute Länge von 100,00 mm wird sonach eine Ablesung von 10,00 Skalenteilen erhalten, aus welcher jene Länge, mit Hinzurechnung der vorstehend angegebenen Tasterweite (95,00) bei der Nullstellung, erhalten wird, was $\frac{10,00}{2} + 95,00 \text{ mm} = 100,00$ ergibt.

Änderungen in der Temperatur machen eine Korrektur der Ablesung notwendig. Für kleine Schwankungen von 1—3° C. ist zwar der Apparat noch unempfindlich; grössere Änderungen müssen jedoch berücksichtigt werden. Die Korrekturkonstanten lassen sich leicht durch einen Versuch direkt ermitteln, werden aber auch der Gebrauchsanweisung des Apparates beigelegt.

Zur Kontrolle der Tasterweite ist dem Apparat ein in Holz gefasstes Metallkörnerstäbchen beigegeben, welches auf eine Länge von 100,00 mm adjustiert wurde, und bei + 15° C. eine Ablesung von 10,00 Skalenteilchen geben muss. Ein ebenfalls dem Apparat beigegebenes Musterprobestück ergab bei der Ausmessung

= 8,96 Skalenteile; seine Länge ist sonach = $\frac{8,96}{2} + 95,00 = 99,48$ mm. Bei wiederholter Abmessung ist der Probekörper stets in derselben Lage, die er bei der ersten Abmessung inne hatte, auf den Apparat zu bringen, welche Lage durch Bezeichnung der Tasterstellen mit Rechts und Links am Probestück fixiert wird.

Die Messschraube soll bei der Einstellung nicht weiter vorgeschraubt werden, als es der Fühlhebelzeiger zulässt, damit letzterer keinen Schaden erleidet.

Die Korrektur der Ablesung pro $\pm 1^{\circ}$ C. beträgt im Mittel $\pm 0,002$ Skalenteile. Bei einer Erhöhung der Temperatur dehnt sich der Apparatbügel stärker aus als z. B. ein Cementkörper, und tritt infolgedessen ein scheinbares Schwinden des Cementes auf, während beim Sinken der Temperatur der Cementkörper scheinbar grösser wird.

Fig. 27 stellt den *Debray'schen* Messapparat zur Feststellung der Längenänderungen hydr. Bindemittel dar. Der Unterschied zwischen *Debrays* u. *Bauschingers* Apparat liegt lediglich darin, dass bei *Debray* ca. 80,0 cm lange Stäbe mit ca. 2,3 cm² Querschnitt bleibend in den Apparat eingelegt zur Anwendung kommen, während Prof. *Bauschinger* kürzere, dafür massigere und daher transportablere Probekörper benutzt. Die letztern können in Bäder beliebiger Temperaturen und Zusammensetzung eingelegt werden. Mit Beschränkung des Temperaturwechsels, lässt der *Debray'sche* Apparat gleichfalls die Einwirkung beliebiger Salzlösungen dadurch zu, dass die vertikale Glasröhre, die zur Aufnahme des Probekörpers dient, mit seitlich angebrachten Zu- und Abflussöffnungen ausgerüstet ist. Das obere Ende der Probestäbe

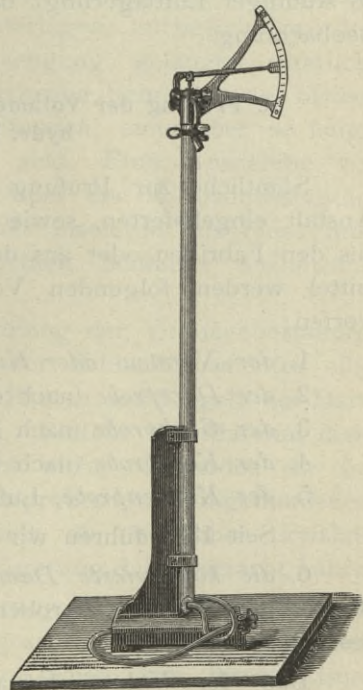


Fig. 27.

wird mit einem metallenen Plättchen belegt (aufgekittet), gegen welches der kleine vertikal hängende Taster des auf der Röhre aufmontierten Zeigerapparates stösst. Die Teilungen des Gradbogens und das Hebelverhältnis des Zeigers gestatten $\frac{1}{10}$ mm direkt, schätzungsweise $\frac{1}{100}$ mm abzulesen. Innerhalb der praktisch vorkommenden Grenzen der Längenänderung hydr. Bindemittel giebt der Apparat brauchbare Resultate.

Die Erzeugung der Probekörper geschieht bei *Debray* in ähnlicher Weise wie bei *Bauschinger*, nämlich durch Einschlagen der erdfeucht angemachten Masse mittelst Spatel in mehrteilige, exakt gearbeitete eiserne Formen. Die so gewonnenen Probekörper erfahren je nach ihrer Bestimmung eine verschiedenartige Behandlung, bevor sie in den Debray'schen Messapparat eingelegt werden. Sie gelangen bald in frischem Zustande (nach 24 oder 48 stündiger Luftlagerung), bald nach längerer Luftlagerung zur Beobachtung.

§. Prüfung der Volumenbeständigkeitsverhältnisse hydr. Bindemittel.

Sämtliche zur Prüfung in die schweiz. Materialprüfungs-Anstalt eingelieferten, sowie die zu wissenschaftlichen Arbeiten aus den Fabriken oder aus dem Handel bezogenen hydr. Bindemittel werden folgenden Volumenbeständigkeitsproben unterworfen:

1. *der Normen- oder Kuchenprobe*, Wasserlagerung;
2. *der Darrprobe* (nach engl. Verfahren);
3. *der Glühprobe* (nach Dr. Heintzel);
4. *der Kochprobe* (nach Dr. Michaëlis);
5. *der Kuchenprobe*, Luftlagerung.

Seit 1887 führen wir auch

6. *die kombinierte Dampf-Darrprobe*, seit 1888 auch die 50-grädigen Wasserbadproben aus, wie sie nachstehend näher beschrieben sind.

Das der Volumenbeständigkeitsprobe zu unterwerfende Material wird in der Regel zunächst auf einem entsprechend gesäuberten Teil des Bodens unserer Cementwerkstätte ausgebreitet, gut durchgemischt, sodann in die Originalverpackung (Sack oder Fass) zurückgefüllt. Unmittelbar darauf wird eine hinreichende

Menge des Materials zu einem steifen Brei angemacht. Die Breikonsistenz ist dickflüssig und derart gewählt, dass die entsprechend durchgearbeitete Masse sich leicht ballen und auf einer behobelten Eisenplatte rissfrei und ohne starke Wasser- oder Schlammabsonderung zu einem dickrandigen Kuchen ausbreiten lässt, dessen Durchmesser ca. 10 cm, dessen Dicke in der Mitte ca. 1,2—1,5 cm misst. Ausnahmsweise, wenn das verfügbare Material die Erzeugung normaler Kuchen nicht gestattet, werden kleinere und sodann entsprechend dünnere Kuchen angefertigt.

Für die Normenprobe-Wasserlagerung, für die einfache und die Dampf-Darrprobe sowie für die Kuchenprobe-Luftlagerung werden je 2 Platten vorstehend beschriebener Art angefertigt. Die Glüh- und Kochprobe sowie die 50° Wasserbadproben führen wir an kugelförmigen Körpern aus, welche in einer Stärke von 4 bis 5 cm, gleichzeitig mit den Platten geformt und ähnlich diesen auf nicht absaugenden Unterlagen, aufbewahrt werden.

Unmittelbar nach ihrer Erzeugung gelangen sämtliche Probekörper in einen feucht gehaltenen Schrank; sie bleiben darin mindestens die ersten 24 Stunden, stets aber so lange, bis sie vollkommen abgebunden sind. Eine Ausnahme von dieser Regel erleiden die Probekörper der Volumenbeständigkeitsverhältnisse *hydraulischer Kalke* insoferne, als diese mindestens 3×24 Stunden im feuchten Schranke aufbewahrt bleiben.

Ausnahmsweise, wenn die Prüfung der Volumenbeständigkeitsverhältnisse eines Portland- oder Schlackencementes eilig ist, werden frische, weich-plastische Platten und Kugeln der Darr- bzw. der Glühprobe unterworfen. Besteht das Material diese schärfere und empfindlichere Probe nicht, so werden die beschleunigten Volumenbeständigkeitsproben an abgebundenen, also an solchen Körpern wiederholt, die, wie oben erwähnt, mindestens eine 24-stündige Feuchtlagerung durchgemacht haben.

Die *Normenprobe-Wasserlagerung* dient für sämtliche hydr. Bindemittel. Nach Ablauf der vorgeschriebenen Zeit, stets nach erfolgter Abbindung werden 2 Kuchen von ihren Eisenplatten abgelöst, bezeichnet, in ein Wasserbad versenkt und beobachtet. Die Dauer der Beobachtung erstreckt sich für sämtliche Proben dieser Art ausnahmslos auf 3 Jahre. Materialien, die verdächtig sind (z. B. dolomitische Cemente, Schlackencemente

mit hohem Schwefelgehalt u. d. m.) werden auf unbeschränkte Zeit hinaus im Wasser belassen.

Die *Darrprobe* dient ausschliesslich für Portland- und Schlackencemente. Zur Ausführung der trockenen Darrprobe dienen gewöhnliche kupferne Darrschränke von 25 cm Breite, 15 cm Höhe und 20 cm Tiefe, die je mit einem Thermometer und Reichenbach'schem Gasregulator ausgerüstet sind. Wirksamer arbeitet der in Fig. 28 im Querschnitte, in Fig. 29 in der Ansicht dargestellte Dampf-Darrapparat. Dieser besteht aus einem 22 cm hohen cylindrischen oder langgestreckten 15 cm weiten, aus Kupferblech hergestellten Gefäss, welches durch eine Haube geschlossen wird. Durch Öffnungen der Haube tauchen ein Thermometer, bei Gasheizung auch ein Reichenbach'scher Gasregulator in das Innere des Apparates. Die Probekörper in Kuchenform werden mit oder ohne Eisenplatten auf die oberste, ausnahmsweise auch auf die nächst tiefer liegende Etage des eisernen Gestelles eingeschoben und gelangen mit dem Gestelle in den Darrapparat.

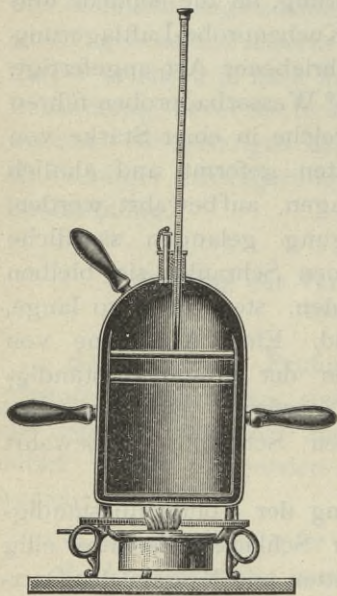


Fig. 28.

Je nach der Anzahl der gleichzeitig auszuführenden Darrproben werden die Probekörper in die *Darrschränke* bald horizontal auf den ca. 4 cm über dem befeuerten Boden angebrachten Rost verlegt, bald in schräger Stellung, Kuchen an Kuchen eingebaut.

Die vorhandenen Darrschränke werden mit Gas, die Dampf-darrapparate mit Gas oder einer regulierbaren Alkoholflamme befeuert, vergl. Fig. 28. Die Temperatur der Darrschränke wird allmählig auf ca. 105° C., diejenige der Dampf-darrapparate auf ca. 100° C. gebracht. So lange die Dampf-bildung anhält, steigt die Temperatur nicht weit über 90° C.; erst wenn das Porenwasser der Probekörper verdampft ist, steigt die Temperatur auf das gewünschte Maximum.

Die Wirkung der Darrschränke und der vorstehend beschriebenen Darrapparate hängt vom Feuchtigkeitsgrad der Probekörper ab, ist im übrigen bloß insofern eine verschiedenartige, als der Dampf-Darrapparat insbesondere auf die Kuchen d. obersten Etagen des Gestelles, die unausgesetzt von einer Dampfphäre umschlossen sind, energischer wirkt.

Die Dauer des Versuchs hängt von der Anzahl der gleichzeitig in den Darrschrank eingesetzten Probekörper ab und schwankt zwischen 4 und 6 Stunden. Wir lassen die Probekörper mindestens $\frac{1}{2}$ Stunde über den Zeitpunkt hinaus im Trockenschranke, wo die Dampfbildung aufgehört und die Schranktemperatur 105°C . erreicht hat.

Die *Dampfdarrprobe* unterscheidet sich von der trockenen Darrprobe bloß dadurch, dass dieselbe nicht in Darrschränken, sondern stets nur in den beschriebenen Darrapparaten ausgeführt wird, wobei man den befeuerten Boden des Gefäßes anfänglich mit Wasser von ca. 2 mm Höhe bedeckt, welches verdampfend sich zunächst auf den Probekörpern kondensiert und dieselben dadurch wirksam befeuchtet. Bei Ausführung der Dampfdarrprobe wird stets bloß der oberste Rost des Gestelles mit kuchenförmigen Probekörpern belegt. Dauer der Probe je nach Grösse des Apparates und der Anzahl der eingelegten Probekörper 4 bis 6 Stunden. Für alle Fälle ist die Probe so lange fortzusetzen, bis das Thermometer 100°C . erreicht hat.

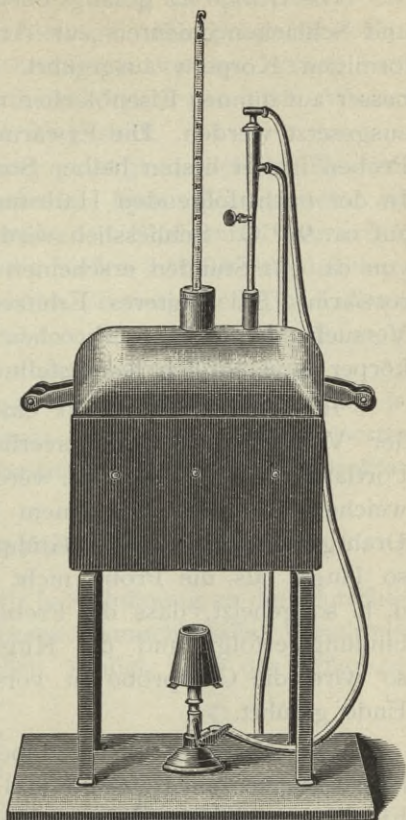


Fig. 29

Die *Glühprobe* gelangt ebenfalls ausschliesslich bei Portland- und Schlackencementen zur Anwendung. Sie wird an kugelförmigen Körpern ausgeführt, welche auf Eisendraht-Triangel, besser auf dünnen Eisenblechen ruhend regulierbaren Gasflammen ausgesetzt werden. Die Erwärmung findet derart statt, dass die Proben in der ersten halben Stunde allmähig handwarm werden. In der nächstfolgenden Halbstunde steigern wir die Temperatur auf ca. 90° C. Schliesslich wird kräftiger geheizt; nach Verlauf von ca. 1½ Stunden erscheinen die befeuerten Kugeloberflächen rotwarm. Ein weiteres Erhitzen der Probe ist zwecklos; die Versuche werden unterbrochen und der Zustand der Versuchskörper unverzüglich festgestellt.

In Fällen, wo es auf eine möglichst rasche Bestimmung der Volumenbeständigkeitsverhältnisse eines Schlacken- oder Portlandcementes ankommt, werden Kugeln in frischem, plastisch-weichem Zustande, auf einem dünnen Eisenbleche oder einem Drahtgewebe ruhend, der Glühprobe unterworfen. Hierbei wird so lange, als die Probe nicht abgebunden ist, ganz schwach, d. h. so geheizt, dass die Probe handwarm bleibt. Ist die Abbindung erfolgt und die Kugel angemessen hart geworden, so wird die Glühprobe in vorstehend beschriebener Weise zu Ende geführt.

Die *Kochprobe* dient zu beschleunigten Volumenbeständigkeitsversuchen mit Portland- und Schlackencementen. Wie bereits Eingangs angeführt wurde, benützen wir zur Kochprobe stets abgebundene, kugelförmige Körper. Dieselben gelangen auf einen Rost eines 20 cm weiten und 24 cm hohen Kupferkessels, welcher vorangehend mit gewöhnlichem filtriertem Seewasser gefüllt worden war. Durch Gasflammen wird das Wasser allmähig erwärmt und nach ca. 1¼ Stunden ins Sieden gebracht. In diesem Bade von siedendem Wasser (also bei atmosphärischem Druck) verbleiben die Körper 6 Stunden, sofern nicht schon vorher solche Beschädigungen eingetreten sind, die eine Weiterführung der Probe zwecklos machen.

Die *50-gradige Wasserbadprobe* wird nur bei Romanementen und hydr. Kalken gebraucht. Zur Ausführung der Warmwasserbadproben dienen geschlossene, doppelwandige, mit Thermometer und Gasregulator ausgerüstete, kupferne Kästen. Der Zwischenraum dieser Kästen ist mit Wasser oder Öl

gefüllt, welches derart erwärmt wird, dass die Temperatur der Wasserbäder angenähert 50° C. beträgt. Die Dauer der Einwirkung des warmen Wassers beträgt 6 Stunden. Nach Verfluss dieser Zeit werden die Probekörper aus dem Wasser gehoben und ihre Beschaffenheit festgestellt.

Die *Kuchenprobe-Luftlagerung* gelangt ähnlich der Kuchenprobe-Wasserlagerung bei sämtlichen hydr. Bindemitteln zur Anwendung. Von jedem zu prüfenden Bindemittel werden 2, vorangehend mindestens 24, hydr. Kalke 3×24 Stunden lang feucht gehaltene Kuchen auf einem Brettergestelle im Laboratorium unserer Anstalt, geschützt vor Einwirkung der Sonnenstrahlen, an der Luft gelagert und beobachtet.

Die Dauer der Beobachtung der Kuchen-Luftlagerung ist auf 3 Jahre angesetzt. Probekörper zweifelhafter Materialsorten werden selbstverständlich auf unbestimmte Zeit hinaus beobachtet.

7. Prüfung der Abbindeverhältnisse hydr. Bindemittel.

Bis zum Jahre 1882 haben wir in Anlehnung an die deutschen Normen die Bestimmung der *Bindezeit* ausschliesslich vermittelt des Fingernageldrucks auf Kuchen, ähnlich jener der Volumenbeständigkeitsproben, Wasserlagerungen, ausgeführt. Das Bindemittel galt als abgebunden wenn es einem mässigen Drucke mit dem Fingernagel widerstand.

Seit der zweiten Hälfte des Jahres 1882 benützen wir die in Fig. 30 bzw. in Fig. 31 abgebildeten Apparate, welche im wesentlichen aus einer 1 mm starken Nadel von 300 gr Gewicht bestehen.

Zur Aufnahme des Breies der zu prüfenden Substanz dienen Hartgummi-Dosen von ca. 4,0 cm Höhe, bei 0,8 cm Wanddicke und ca. 8,0 cm Dosenweite. Diese Dosen lagern auf ebenen Glas-

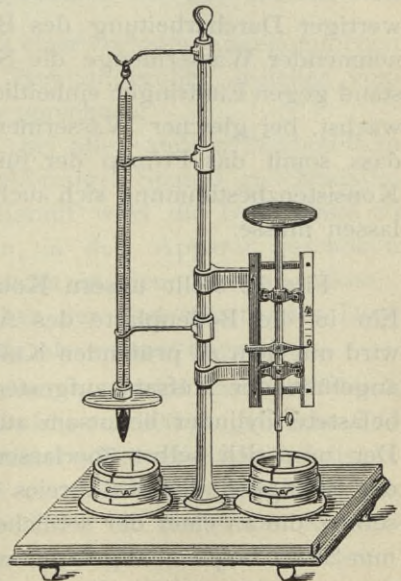


Fig. 30.

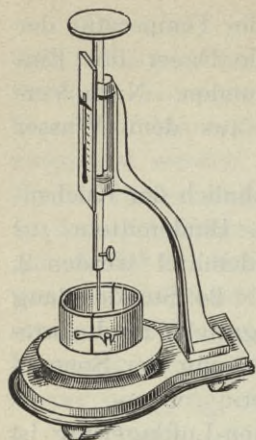


Fig. 31.

platten; sie sind auf den Bodenbrettchen der Apparate verschiebbar, so dass beim Ablassen der Nadel jedesmal eine andere Stelle der breigefüllten Dose getroffen wird. Eine mm-Skala am Rahmen sowie ein Index, befestigt am Nadelschafte, gestatten die Erhebung des Abstandes der Nadelsbasis von der Unterlagsplatte der Dose in jenen Fällen, bei welchen die abgelassene Nadel den erstarrenden Brei des Bindemittels unter ihrem Eigengewichte nicht mehr zu durchdringen vermag. Selbstredend stimmt beim Aufsitzen der Nadel auf der Unterlagsplatte der Index auf den Nullpunkt der Skala.

Nachdem die Menge des Anmachwassers auf den Ausfall der Abbindeversuche hydr. Bindemittel insofern von Einfluss ist, als sich mit abnehmender Wassermenge der Abbindeprozess beschleunigt, erschien es nötig, vorab eine Methode der Bestimmung der Menge des Anmachwassers festzustellen. Wir sind hierbei von der Erfahrung ausgegangen, dass bei gleichwertiger Durcharbeitung des Breies eines Bindemittels mit abnehmender Wassermenge die Steifigkeit und damit der Widerstand gegen Eindringen einheitlich geformter cylindrischer Körper wächst, bei gleicher Wassermenge dagegen konstant bleibt und dass somit das Prinzip der für den Weisskalk s. Z. gewählten Konsistenzbestimmung sich auch auf hydr. Bindemittel übertragen lassen müsse.

Fig. 32 stellt unsern Konsistenzmesser für Weisskalk dar. Ein in die Bodenplatte des Apparats eingelassenes Glasgefäß wird mit dem zu prüfenden Kalkbrei ohne zu rütteln stichgerecht angefüllt, der Aufsatz aufgesteckt und sodann der entsprechend belastete Cylinder behutsam auf das Kalkbreiniveau abgelassen. Der nun sich selbst überlassene Cylinder sinkt nach Massgabe der Steifigkeit des Kalkbreies auf eine bestimmte Tiefe in denselben, die an einer der seitlichen Führungsstangen angebrachten mm-Skala bequem abgelesen werden kann.

In Anwendung des vorstehend angeführten Prinzips der Konsistenzbestimmung werden die Nadeln der in Fig. 30 und 31 dargestellten Nadelapparate durch cylindrische, metalene Pistills von 1,0 cm Durchmesser unter Belassung des Brutto-Gewichts von 300 gr ersetzt, so dass der nämliche Apparat bald zur Konsistenzbestimmung, bald zur Bestimmung der Erhärtungsvorgänge nutzbar wird. Das Verfahren der Konsistenzbestimmung ist nun kurz folgendes:

Nachdem das zu prüfende Bindemittel und Anmachwasser auf Lufttemperatur gebracht wurde,

werden 400 gr des Bindemittels mit einer vorläufig angenommenen Wassermenge zu einem steifen Brei angerührt, welcher vom Zeitpunkte der Wassereinfuhr ab gerechnet:

bei Raschbindern 1 Minute, bei allen andern Bindemitteln 3 Minuten lang mittelst eines löffelförmigen Spatels gleichmässig, kräftig durchgearbeitet wird. Hierauf wird die Dose ohne zu rütteln gefüllt, eben abgestrichen, in den Apparat geschoben und der Konsistenzmesser behutsam in den Brei abgelassen. Bleibt der Cylinder 5—6 mm über der Bodenplatte der Dose stecken, so wird die Breikonsistenz als *normal* angesehen.

Ist die Normalkonsistenz bestimmt, so wird das Pistill durch die Nadel ersetzt und das Nadelgewicht auf 300 gr gebracht. Die Nadel wird nun in passenden Zeitintervallen ebenfalls behutsam, fallfrei abgelassen und einerseits der «*Erhärtungsbeginn*» als derjenige Moment bestimmt, in welchem die Nadel den Kuchen nicht mehr zu durchdringen vermag, sodann die «*Bindezeit*», welche erreicht ist, wenn die Erhärtung des Bindemittels so weit

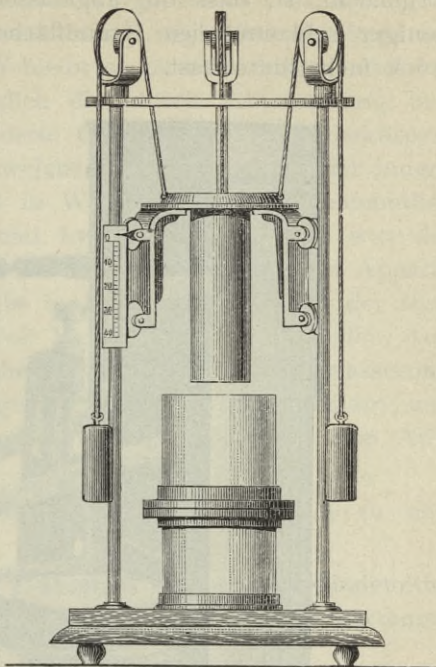


Fig. 32.

vorgerückt ist, dass die abgelassene Nadel auf der mehr oder weniger schlammfreien Grundfläche des Kuchens keinen Eindruck mehr hinterlässt.

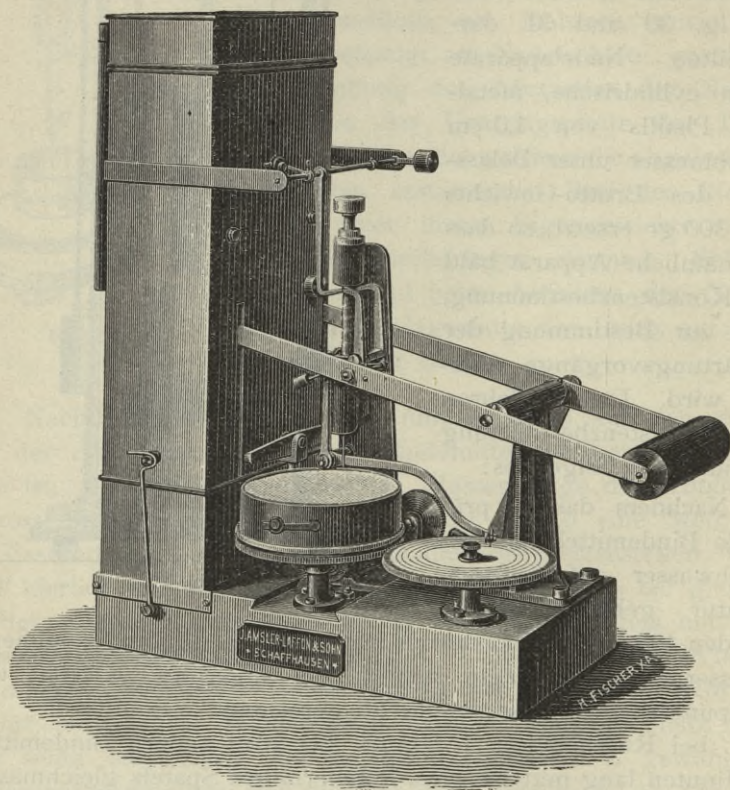


Fig. 33.

Die Abbindeversuche werden bei einer mittleren Lufttemperatur von 15° C. vorgenommen. In abweichenden Fällen müssen die Temperaturen in Berücksichtigung gezogen und jeweilen angegeben werden.

Die vorstehend beschriebenen Abbinde-Apparate fordern eine unausgesetzte Aufmerksamkeit des Beobachters, wenn die Erhärtungsanfänge, oder der Eintritt der Bindezeiten nicht verpasst werden soll. Fällt die Vollendung der Erhärtung in die Nacht hinein, oder dauert der Versuch mehr als einen Tag, so wird wohl in den meisten Fällen eine korrekte Ermittlung

der kritischen Momente des Erhärtungsprozesses verumständlicht und erschwert, wenn nicht automatisch registrierende Apparate zur Verfügung stehen. Auch bleibt zu berücksichtigen, dass bei der Vicat'schen Nadel lediglich die, durch Abwässerung und Kohlensäureaufnahme veränderte Oberfläche des Probekörpers zur Untersuchung gelangt, welche nicht selten mit der innern Beschaffenheit des Materials in Widerspruch steht (namentlich bei kalkreichen Cementen und hydr. Kalken). Dies war der Grund, der uns veranlasste, den in Fig. 33 dargestellten Apparat anfertigen zu lassen. Derselbe funktioniert gegenüber der stets fallfrei abgelassenen Nadel von Vicat dadurch verschieden, dass die Nadel aus bestimmter Nähe frei fällt, die durch Abwässerung und Kohlensäureaufnahme gebildete Kruste durchschlägt und den Zustand der Erhärtung der inneren Kuchenteile zum Ausdrucke bringt.

Der neue Apparat liefert Diagramme, welchen zu entnehmen ist:

1. Das Zeitintervall vom Moment an, wo das Bindemittel mit Wasser angerührt worden ist, bis zum Eintritt des Erhärtungsbeginns des Breies, und
2. das Zeitintervall bis zum Eintritt einer bestimmten Kohärenz, die der Bindezeit entspricht.

Mit dem neuen Apparat wird als Erhärtungsbeginn der Moment fixiert, wo eine aus bestimmter Höhe *fallende* Nadel den Cementbrei von normaler Konsistenz nicht mehr zu durchdringen vermag. Die Bindezeit wird als erreicht angesehen, wenn die *fallende Nadel* eine bestimmte Tiefe des Eindringens in den Cementkuchen erreicht.

Als Gewicht der Nadel samt Schaft wurden 500 gr, als Nadel ein Cylinder von 2 mm Durchmesser, als Fallhöhe 40 mm und als Eindringungstiefe 2 mm gewählt.

Fallhöhe und Nadelgewicht sind nur gegen Schluss des Abbindeprozesses wie angegeben. Zu Anfang des Versuchs sind jene Verhältnisse andere. Das wirksame Gewicht des Nadelträgers ist dann kleiner, da derselbe bald nach dem Eindringen der Nadel in den Cement ein Aufsatzgewicht absetzt und dann in erleichtertem Zustand weiter fällt. Näheres über diesen Apparat, vergl. das VI. Heft unserer Mitteilungen, S. 102.

Findet die Bestimmung der Abbindeverhältnisse eines hydr. Bindemittels nicht bei der vorgeschriebenen Normaltemperatur von 15° C. statt, so muss eine Reduktion der Versuchsergebnisse auf Normaltemperatur erfolgen. Es geschieht dies mittelst nachstehender Reduktionstabelle bezüglich deren Entstehung auf die Darlegungen im VI. Hefte unserer Mitteilungen S. 271—291 verwiesen sei.

Tabelle der Reduktions-Koeffizienten.

| Temperatur in C° | Romancement | | Schlackencement | | Portlandcement | | | |
|---------------------|----------------------------|-----------|----------------------------|-----------|----------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| | Erhär- tungs- beginn | Bindezeit | Erhär- tungs- beginn | Bindezeit | Raschbinder | | Langsambinder | |
| | | | | | Erhär- tungs- beginn | Bindezeit | Erhär- tungs- beginn | Bindezeit |
| 5 | 1,84 | 1,51 | 1,65 | 1,85 | 28,10 | 3,20 | 2,34 | 1,94 |
| 10 | 1,29 | 1,21 | 1,26 | 1,33 | 3,13 | 1,60 | 1,46 | 1,35 |
| 15 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 20 | 0,74 | 0,87 | 0,79 | 0,74 | 0,33 | 0,67 | 0,69 | 0,74 |
| 25 | 0,56 | 0,74 | 0,62 | 0,56 | 0,22 | 0,50 | 0,48 | 0,56 |
| 30 | 0,41 | 0,66 | 0,49 | 0,44 | 0,17 | 0,39 | 0,35 | 0,42 |
| 35 | 0,29 | 0,58 | 0,39 | 0,34 | 0,08 | 0,29 | 0,26 | 0,33 |
| 40 | 0,19 | 0,53 | 0,32 | 0,27 | 0,03 | 0,20 | 0,19 | 0,26 |
| 45 | 0,10 | 0,47 | 0,25 | 0,22 | 0,00 | 0,13 | 0,12 | 0,21 |
| 50 | 0,05 | 0,42 | 0,21 | 0,18 | 0,00 | 0,10 | 0,09 | 0,17 |

Zur Anleitung der Anwendung vorstehender Tabelle, diene folgendes Beispiel:

Bei 21° C. Luftlagerung ergab ein Portland:

einen Erhärtungsbeginn von 1 St. 20 Min. = 80 Min.,

eine Bindezeit » 4 » 10 » = 250 »

Für diese Temperatur liefert die Spalte « Portlandcement, Langsambinder » der Tabelle folgende Reduktions-Koeffizienten
für den Erhärtungsbeginn: 0,64,
für die Bindezeit: 0,69;

mithin beträgt, reduziert auf 15° C. Lufttemperatur *näherungsweise*:

der *Erhärtungsanfang*: $\frac{1}{0,64} \cdot 80 = 125 \text{ M.} = \text{rund } 2 \text{ St. } 00 \text{ Min.}$

die *Bindezeit*: $\frac{1}{0,69} \cdot 250 = 363 \text{ Min.} = \text{rund } 6 \text{ St. } 00 \text{ Min.}$

3. Prüfung der Temperaturänderungen hydr. Bindemittel während des Erhärtungsprozesses.

Ursprünglich hatte zum Zwecke der Bestimmung der Temperaturänderungen hydr. Bindemittel während ihres Abbindeprozesses der in Fig. 30 abgebildete Apparat gedient. Derselbe wurde später durch den in Fig. 34 dargestellten Apparat ersetzt, welcher aus zwei selbstregistrierenden Maximum-Thermometern besteht, die in gedeckte Hartgummidosen tauchen, während zwei weitere Thermometer dazu dienen, einmal die absolute Lufttemperatur anzugeben dann aber die Veränderungen (Maximum) derselben während des Versuches zu registrieren. Hinsichtlich der Art der Erzeugung des zu beobachtenden Breies, seiner Konsistenz, Dauer der Durcharbeitung etc. gelten die gleichen Vorschriften wie bei der Erhebung der Abbindeverhältnisse.

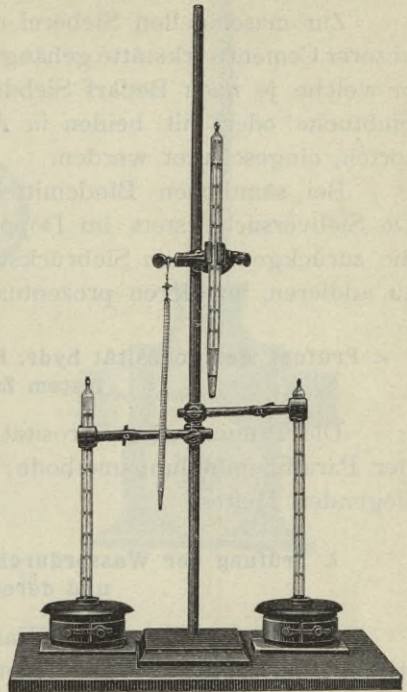


Fig. 34.

4. Prüfung der Mahlunfsfeinheit hydr. Bindemittel.

Die Mahlunfsfeinheit wird an Hand metallischer Siebdosen mit Bajonettverschluss, die nach Bedarf und Umständen bald von Hand bald maschinell bedient werden, geprüft. Wir benützen in beiden Fällen bei Schlacken- und Portlandcement Siebdosen mit 900 und 4900 Maschen auf den cm^2 . Das 900-ter Sieb ist das Normalsieb; die Drahtstärke desselben beträgt 0,1 mm. Hydraulische Kalke und Romancemente — erstere sind fettig und versetzen die Maschenöffnungen des Feinsiebes — werden ausschliesslich mittelst des 900-ter Siebes auf ihre Mahlunfsfeinheit kontrolliert.

Bei Anwendung beider Siebe wird stets vorerst der Rückstand am 900-ter Sieb erhoben und aus dem, das Sieb passierenden Mehl, das Staubfeine am 4900-ter Maschensieb ausgesiebt.

Zur maschinellen Sieberei dienen die, an der Transmission unserer Cementwerkstätte gehängten Rüttelapparate, vergl. Fig. 25, in welche je nach Bedarf Siebdosen, bespannt mit dem 900-ter Siebtuche oder mit beiden in Anwendung stehenden Siebtuchsorten, eingeschaltet werden.

Bei sämtlichen Bindemitteln beträgt die Einwage 50 gr. Da Siebversuche stets im Doppel ausgeführt werden, hat man die zurückgewogenen Siebrückstände der Einzelversuche einfach zu addieren, um deren prozentualen Wert zu erhalten.

κ. Prüfung der Porosität hydr. Bindemittel und deren Mörtel in festem Zustande.

Die Prüfung der Porosität hydr. Bindemittel erfolgt nach der Paraffinumhüllungsmethode; vergl. S. 136 und 137 des vorliegenden Heftes.

λ. Prüfung der Wasserdurchlässigkeit hydr. Bindemittel und deren Mörtel.

Zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit hydr. Bindemittel und deren Mörtel (Gemenge mit Sand), dient der in Fig. 35 abgebildete Apparat. Derselbe besteht aus einem Bodenstück und einer gusseisernen Haube, welche in einer, in cm^3 geteilten Glasröhre ausläuft. Zwischen dem Bodenstücke und der Haube wird der zu prüfende Probekörper zwischen Gummischeiben mit 4,5 cm Lochweite eingeklemmt. Das auf einem Betonsockel unwandelbar montierte Bodenstück des Apparates besitzt ein, mit Manometer ausgerüstetes Flanschrohr, welches an die Wasserleitung unserer Anstalt (mit ca. 4,5 atm. Überdruck) angeschlossen ist. Zwischen Bodenstück und Wasserleitung wurde zum Leeren des Apparates und behufs Regulierung allfälliger Schwankung des Wasserdrucks, ein T-Stück mit Ablasshahn eingeschaltet. Während des Versuchs steht dieser Hahn teilweise geöffnet, so dass das überschüssige Wasser abfließen kann. Selbstredend ist auf diesem Wege eine exakte Regulierung der auftretenden Druckschwankungen nicht erreicht; immerhin zeigt das Manometer nun mehr unwesentliche

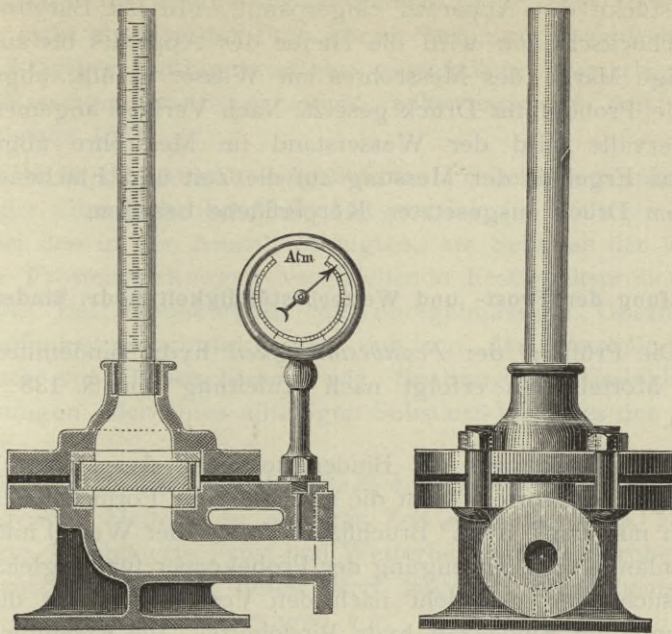


Fig. 35.

Schwankungen. Die Erzeugung der Probekörper geschieht von Hand. Das zu prüfende Bindemittel wird mit dem, in solchen Fällen meist mit gelieferten Bausande — Normalsand kommt bloß bei vergleichenden Versuchen zur Anwendung — zum Mörtel in gewünschtem Mischungsverhältnisse angerührt und je nach Umständen in flüssiger, wurf- oder stampfgerechter Konsistenz in messingene Ringe von 7,2 cm Weite und 2,0 cm Höhe eingebracht. Cemente sowie die hydr. Kalke erfahren hierauf eine normengemässe, feuchte Luftlagerung und gelangen sodann je nach Auftrag oder Zweck der Untersuchung unter Wasser oder sie werden an der Luft belassen.

Die Prüfung der Durchlässigkeit der in vorstehend angegebener Art erzeugten und behandelten Probekörper geschieht schliesslich in verschiedenen Altersklassen nach folgender Anleitung:

Die scheibenförmigen Probekörper werden zunächst mit Wasser gesättigt (unter Luftpumpe oder in Wasserbädern), hierauf samt deren Umfassungsringen zwischen die wassergefüllten

Bodenstücke des Apparats, eingespannt. Mittelst Burette oder Kautschuckschlauch wird die Haube des Apparats bis auf eine beliebige Marke des Messrohres mit Wasser gefüllt, abgelesen und die Probe unter Druck gesetzt. Nach Verfluss angemessener Zeitintervalle wird der Wasserstand im Messrohre abgelesen und das Ergebnis der Messung auf die Zeit und Flächeneinheit der dem Druck ausgesetzten Körperfläche bezogen.

μ. Prüfung der Frost- und Wetterbeständigkeit hydr. Bindemittel.

Die Prüfung der *Frostbeständigkeit* hydr. Bindemittel und deren Mörtelsorten erfolgt nach Anleitung von S. 138 dieses Heftes.

Als Normalform für Bindemittel oder deren Mörtel (mit beliebigen Sandsorten) dient die normale 8-ter Form der Zerreißproben mit urspr. 5 cm² Bruchfläche, bezw. der Würfel mit 7 cm Kantenlänge. Die Erzeugung der Probekörper für vergleichende Untersuchungen geschieht nach den Vorschriften, für die Bestimmung der Bindekraft hydr. Bindemittel. Bei Erzeugung der Probekörper auf Bauplätzen werden die Zug- und Druckmodelle mit dem verwendeten Mörtel in der, der Anwendung des Mörtels entsprechenden Konsistenz und Verarbeitungsart (gegossen, eingestampft) gefüllt, nach dem Abbinden des Mörtels ausgeschalt und bis zum Prüfungstermin an der Luft belassen oder unter Wasser gehalten, wie es der Zweck der Untersuchung oder die Art der Verwendung des Mörtels fordert.

Zur Probe auf Frostbeständigkeit werden häufig fertige Gebrauchsstücke eingeliefert. Soferne diese aus feinen oder gewöhnlichen Bausandmörteln bestehen, werden solche Stücke in Würfel von 7 cm Kantenlänge zerlegt und diese den Proben unterworfen. Bei Grobmörtel ist die Entnahme kleiner Probekörper von regelmässiger Oberflächenbeschaffenheit ausgeschlossen und bleibt sodann nichts übrig als unregelmässige Bruchstücke der eingelieferten Körper den Frostproben zu unterwerfen.

Bei Erzeugung von Probekörpern in Cement werden diese in der Regel nach 7-tägiger Luftlagerung, mit Wasser gesättigt, dem 24-maligen Wechsel von Gefrieren und Wiederauftauen unterworfen, hierauf die Kohäsionsänderungen (Zug

oder Druck) der Proben im Vergleiche gleich alter, der Frostprobe nicht ausgesetzter Probekörper bestimmt. Erstere erfahren nach 7-tägiger Luftlagerung eine gewöhnliche Wasserlagerung; die Wassertemperatur entspricht näherungsweise den vorgeschriebenen 15° C.

Bei in die Anstalt eingelieferten Probekörpern mit regelmässiger Oberflächenbeschaffenheit werden in ähnlicher Weise, wie bei den in der Anstalt erzeugten, am Schlusse der wiederholten Frosteinwirkungen vergleichende Festigkeitsproben ausgeführt. Bei Probekörpern mit unregelmässiger Oberflächenbeschaffenheit beschränkt man sich auf die Feststellung des Eintritts von Frostschäden, wie Spaltungen, Rissbildungen, Ablösungen oder eines allfälligen Substanz-Verlustes der Probekörper.

Bezüglich der *Wetterbeständigkeitsproben* vergl. S. 139 des vorliegenden Heftes. In neuester Zeit wird die auf S. 139 angeführte, kombinierte Frost und Wetterbeständigkeitsprobe ebenfalls ausgeführt; über deren Wert liegen indessen heute noch keine genügenden Erfahrungen vor.

v. Prüfung der Abnützbarkeit hydr. Bindemittel und deren Mörtelsorten.

Die Prüfung der Abnützbarkeit hydr. Bindemittel erfolgt durch Schleifproben auf *Bauschingers* Schleifapparat nach Anleitung der Darlegungen auf S. 140 des vorliegenden Heftes.

o. Prüfung der Kraftentfaltung und der Bindekraft hydr. Bindemittel.

Zur Kennzeichnung der Kraftentfaltung und der Bindekraft eines hydr. Bindemittels dient:

die *statische Zug- und Druckprobe* (Zug- und Druckfestigkeit) des Materials ohne Sandzusatz sowie in Sandmischungen (ausgedrückt in Gew. Th.). Als Sandmaterial gelangt der s. g. schweiz. Normalsand zur Anwendung.

Zu wissenschaftlichen Zwecken, für den Zweck der Koeffizienten-Bestimmung der Mechanik, können alle statischen und dynamischen Festigkeitsarten unter Anwendung von Bausand rundem Geschiebskies, Schlägelstein, Schlackenschotter u. d. m.

in Betracht fallen. Hier bleiben lediglich nur die konkreten Bedürfnisse der Praxis und die Bestimmungen specieller Arbeitsprogramme dafür massgebend, ob das Bindemittel hinsichtlich seiner Elasticität und Festigkeitsverhältnisse bei Inanspruchnahme auf äussern oder innern Druck, auf Knickung, Abscherung, Biegung, Stoss etc. zur Probe gelangt.

Form und Abmessungen der Probekörper. Die Zerreißproben erhalten die deutsche 8-ter Form mit 5 cm² Querschnittfläche an der Bruchstelle. Die Druckproben sind ausnahmslos in Würfelform mit 7 cm Kantenlänge erzeugt. Das Volumen einer Zerreißprobe beträgt: 70,0 cm³; dasjenige der Druckprobe: 343 cm³.

Erzeugung und Behandlung der Probekörper der Selbstfestigkeit. Man bestimmt die zur Normalkonsistenz des Bindemittelbreies erforderliche Wassermenge, — vergl. S. 99 des vorliegenden Heftes — rührt sodann mit der, um die Einheit (z. B. bei 33 0/0 Normalkonsistenz, mit 32 0/0) abgeminderten Wassermenge die vorgewogene Menge des zu prüfenden Bindemittels zu einem steifen Brei, wobei Langsam- und Mittelbinder 3 Min., Raschbinder 1 Min. lang ununterbrochen durchgearbeitet werden, und füllt sodann auf einmal die auf eisernen, behobelten Eisenplättchen gelagerten Modelle der Zug- und Druckproben auf, rüttelt die Masse so lange durch leichtes Aufschlagen der Basisplättchen auf den Arbeitstisch, bis keine Luftblasen mehr entweichen und überlässt die so gefüllten Modelle sich selbst. Nach Eintritt des Erhärtungsbeginns, vor demjenigen der Bindezeit, werden die Modelle eben abgestrichen und die Körper ausgeschalt, so bald die Erhärtung so weit vorgerückt ist, dass eine nachträgliche Formveränderung der Proben nicht mehr zu befürchten bleibt. Nach 24-stündiger, bei Proben von hydr. Kalk nach 3 × 24-stündiger Lufterhärtung in feucht gehaltenem Schranke, gelangen die Probekörper in Wasserbäder von ca. 15° C., sofern der Zweck der Untersuchung des Materials eine andersartige Behandlung, z. B. eine weitere ausschliessliche Lufterhärtung nicht bedingt. Ausnahmsweise, so beispielsweise bei Verarbeitung der rheinischen Trasse oder der italienischen Puzzolanen kommt auch Handarbeit und mehrtägige Luftlagerung vor Einwirkung des Wassers in Betracht.

Erzeugung und Behandlung der Probekörper der Sandfestigkeit. Zur Kennzeichnung der Bindekraft eines hydr. Bindemittels dient ausnahmslos ein Mörtel aus 1,0 Gew.-Teile Bindemittel auf 3,0 Gew.-Teile Normalsand. Der letztere ist ein künstlich, aus quarzigen Aaregeschieben gewonnener, zwei Mal gewaschener Sand, welcher durch ein Sieb von 64 Maschen pro cm^2 hindurchgeht und auf einem solchen mit 144 Maschen liegen bleibt. Die Drahtstärke der Siebtücher beträgt

| | |
|---------------------------|-------------|
| beim Sieb mit: 64 Maschen | 144 Maschen |
| 0,4 mm | 0,3 mm. |

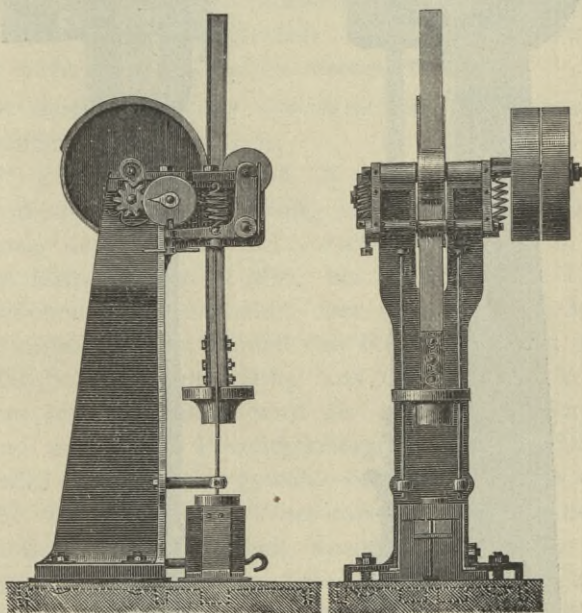


Fig. 36.

Die maschinelle Förmerei der Probekörper der Zug- und Druckfestigkeit wird durch die in Fig. 36 und 37 dargestellten s. g. *Klebe'schen* Rammapparate vorgenommen. Hierbei gilt als leitendes Princip: «*die Probekörper der Zug- und Druckfestigkeit in gleicher Dichte und mit derjenigen Wassermenge zu erzeugen, die die einmal angenommene Einheit der Rammarbeit ergibt*».

Eine eingehende Beschreibung der *Klebe'schen* Rammapparate ist wohl überflüssig; die Einzelheiten ihrer Konstruktion gehen aus den Fig. 36 und 37 zur Genüge hervor. Man sieht, die Apparate bestehen im wesentlichen aus einem Fallhammer, welcher an einer mit Leder belegten Hubleiste befestigt, sich

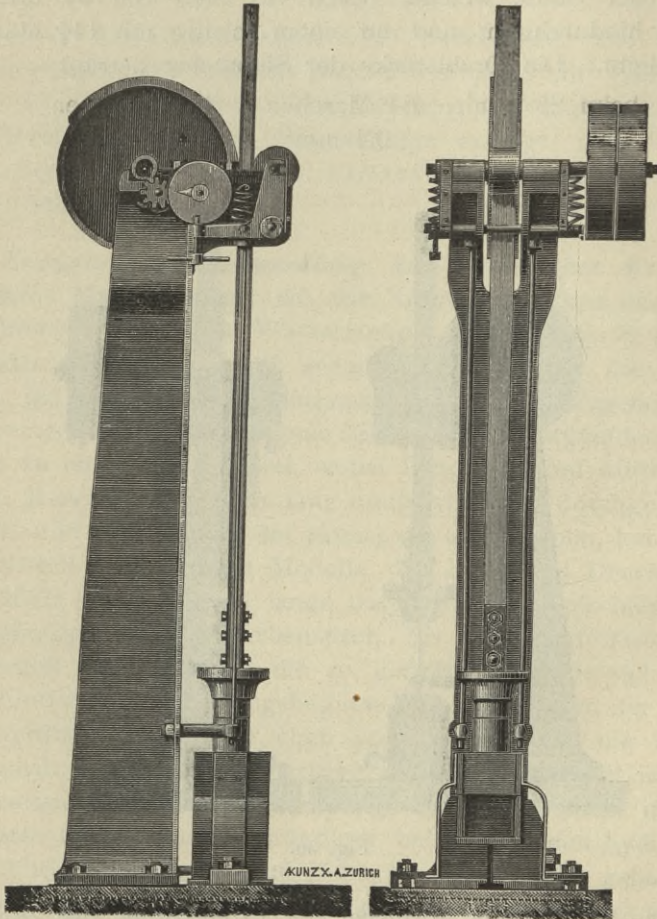


Fig. 37.

mit dieser auf und nieder bewegt. Das obere Ende der Hubleiste liegt zwischen zwei Friktionsscheiben, von welchen die eine als Leerrolle durch eine Schraubenstellvorrichtung gegen die Hubleiste gedrückt wird, während die andere von Hand oder an eine Transmission gehängt, also maschinell angetrieben

werden kann. Letztere ist auf einen Teil ihres Umfangs, der der Hubhöhe des Hammers entspricht, geraucht, während der andere glatt gearbeitet und soweit zurückgesetzt ist, dass sich zwischen Rolle und der angetriebenen Friktionsscheibe ein hinreichender Spielraum ergibt, um einen reibungslosen Fall des hochgenommenen Hammers zu ermöglichen. Durch Daumen und Räderwerk mit Mitnehmern wird die Vollscheibe, auf deren Umfange im Gange des Apparats das Ende der Stellschraube des Winkelhebels der kleinen Friktionssrolle schleift, nach je 10 Hammerschlägen um einen Zahn vorwärts geschaltet, bis endlich die vorgeschriebene Tourenzahl abläuft und die Stellschraube in eine Nut der Vollscheibe fällt, vergl. Fig. 36 u. 37, wodurch die Hubleiste gänzlich ausgeschaltet wird und der Hammer nicht wieder gehoben werden kann.

Die Bestimmung des erforderlichen Anmachwassers geht nun folgendermassen vor sich:

800*) gr Mörtelsubstanz (1 : 3) werden zunächst trocken gemengt, sodann mit einer vorläufig angenommenen Wassermenge gleichmässig angefeuchtet und vorschriftsmässig d. h. bei Langsam- und Mittelbindern 3 Min., bei Raschbindern 1 Min. lang ununterbrochen durchgearbeitet. Der so gewonnene Mörtel wird nun auf einmal in das Modell des Rammapparates gefüllt und durch 160 Schläge mit 3,0 kg aus 0,5 m Höhe komprimiert. Nach dem letzten Schlage wird der gewonnene Körper ausgeschalt und auf seinen Feuchtigkeitsgrad geprüft. Die Wassermenge wird als korrekt gewählt bezeichnet, wenn der Probekörper die charakteristische Wasserabsonderung mit beginnender Schlamm bildung zeigt. Nach unsern Erfahrungen ist diese Bedingung stets erfüllt, wenn beim ca. 100-sten Schlag, der auf der Vollscheibe des Apparats sichtbar gemacht ist, die Wasserabsonderung beginnt, was am Herausspritzen der Wasserpartikelchen bequem und sicher zu beobachten ist. Auf dem beschriebenen Wege ist es möglich geworden, die erforderliche Menge des Anmachwassers der Natur und Beschaffenheit des zu prüfenden Materials auf $\frac{1}{4}\%$ genau anzupassen.

Ist die Wassermenge bestimmt, so beginnt *die Erzeugung der Probekörper*. Unter Einhaltung der ermittelten Wassermenge,

*) Früher wurden 750 gr trockene Mörtelsubstanz mit 150 Schlägen gedichtet.

und der für die Durcharbeitung des angefeuchteten Mörtels festgesetzten Zeit werden 1000 gr trockener Mörtelsubstanz (1 : 3) angerührt, hiervon 200 gr + das auf diese Mörtelmenge entfallende Wassergewicht, auf einer bereit stehenden Schalenwage zurückgewogen und diese Mörtelmasse in die Formmaschine der Zugkörper aufgegeben. Der Rest an Mörtel (800 gr + Wasser) gelangt in den Aufsatz des Druckkörper-Formapparats. Nach Wegnahme der Fülltrichter werden die stählernen Stempel in die Aufsätze der Modelle eingebracht, die Führungsringe abgelassen und die Fallhämmer in Bewegung gesetzt, welche den Mörtel der Zugkörper durch 120 Schläge mit 2,0 kg aus 0,25 m Höhe, denjenigen der Druckkörper nach wie vor durch 160 Schläge mit 3,0 kg aus 0,50 m Höhe komprimieren. Nach dem letzten Schlag werden die Spannköpfe der Modelle unter den Hämmern vorgezogen, die Aufsätze entfernt, der überschüssige Mörtel abgeschnitten und die Oberflächen der Probekörper geglättet.

Die Ausschalung der Probekörper der Zugfestigkeit erfolgt sofort, diejenige der Druckkörper nach Eintritt des Erhärtungsbeginnes.

Mit Ausschluss der hydr. Kalke, welche erst nach 3-tägiger Luftlagerung unter Wasser gelangen, werden die Probekörper sämtlicher Bindemittel die ersten 24 Stunden in einem geschlossenen, mit Wasserdampf gesättigten Raume an der Luft, die übrige Zeit bis unmittelbar zur Vornahme der Probe unter Wasser von ca. 15° C. aufbewahrt.

Das Wasser, in welchem die Probekörper erhärten, wird in den ersten 4 Wochen alle acht Tage erneuert.

Erzeugung und Behandlung der Probekörper der Kiesfestigkeit. Zu Zwecken der Koeffizienten-Bestimmung für Bedürfnisse des Baufaches wurden bisher an Béton lediglich nur Druckproben ausgeführt. Die Probekörper erhalten sodann Würfel-form mit 16 cm Kantenlänge. Die Art ihrer Erzeugung lehnt sich in jeder Hinsicht an den Gebrauch im Grossen an und wird Fall für Fall näher bestimmt. Im Grossen und Ganzen geht diese folgendermassen vor sich:

6 schwere, mit behobelten Eisenplatten gefütterte eichene, vierteilige Modelle werden nach gehöriger Reinigung und leichtem Einfetten der Eisenplatten bei Raschbindern stückweise, bei Mittel- und Langsambindern paarweise oder zu dritt, mit

dem vorangehend angemachten und durchgearbeiteten Béton gefüllt. Je nach Zweck der Untersuchung wird dieser bald in gussgerechter, bald in stampfgerechter Konsistenz auf dem Boden unserer Cementwerkstätte stets in grösseren Mengen in der Art erzeugt, dass zunächst der dem Arbeitsprogramme entsprechende Mörtel erstellt und diesem der angefeuchtete Kies zugesetzt wird. Dass die Mörtelkomponenten vorerst in trockenem, sodann in angefeuchtetem Zustande so lange durchgemischt werden, bis das Gemenge ein homogenes Aussehen zeigt, dass sodann dem Mörtel der angefeuchtete Kies zugegeben und mit diesem durch wiederholtes Durchschaufeln und Durchstechen der Masse so lange gemengt wird, bis sämtliche Kieskörner mit Bindemittel bezw. mit Mörtel umlagert erscheinen, ist selbstredend. Ist der Béton in gussgerechtem Zustande, so wird derselbe in die Modelle einfach eingeschauftelt, inzwischen mit einer spitzigen Kelle ein paarmal durchgestochen und sich selbst überlassen. War die Bétonkonsistenz eine stampfgerechte, so wird derselbe lagenweise aufgegeben und mittelst einer kleinen ca. 10 kg schweren Handramme so lange komprimiert bis die Masse elastisch geworden und eine geringe Wasserabsonderung eintrat. Ist die Erhärtung des Bindemittels soweit vorgerückt, dass der Probekörper ohne Gefahr der Beschädigung ausgeschalt werden kann, so wird dieser samt dem vierteiligen Modell von der Bodenplatte abgehoben, auf einen bereit stehenden, grössern Steinwürfel aufgesetzt; die Modellschliessen werden geöffnet, worauf die Seitenwände des Modells meist ohne weiteres zu Boden fallen und der ausgeschaltete Probekörper von seinem Lager abgehoben werden kann.

Die Druckflächen entsprechen den Begrenzungsflächen der Würfel in der Richtung ihrer Erzeugung (der Stampfrichtung). Dieselben erhalten eine ca. 1 cm starke Portland-Cementschicht, welche zwischen behobelten und belasteten Eisenplatten erhärtet, wodurch ohne weiteres ebene und parallele Druckflächen gewonnen werden, welche vor der Druckprobe auf einer ebenen Gussplatte mittelst Naxos-Schmirgel Nr. 3 überdies noch nachgeschliffen werden.

Zu Elasticitätsmessungen werden Prismen mit 16×16 cm Querschnitt und 32 cm Länge benützt, deren Endflächen in gleicher Weise wie jene der würfelförmigen Probekörper gleichen

Querschnitts hergerichtet werden. Die Erzeugung dieser Probekörper ist besagten Würfeln in jeder Hinsicht gleich.

Je nach Zweck der Arbeit gelangen die Probekörper der Kiesfestigkeit in Wasserbäder, oder sie bleiben an der Luft, wo sie unter Anwendung von Holzzwischenlagen derart aufgebaut werden, dass sie die atmosphärische Luft möglichst vollkommen zu umspühlen vermag. In einzelnen Fällen erfolgt die Luftlagerung der Proben im Freien unter Sand gebetet, welcher in regelmässigen Intervallen mit Wasser benetzt wird.

Zur Ausführung der Festigkeits-Versuche auf Zug, Druck, Biegung u. s. w. dienen die auf S. 144 erwähnten und in den Fig. 19, 20, 21 und 22 abgebildeten Maschinen.

z. Prüfung der Haftfestigkeit hydr. Bindemittel und deren Mörtel.

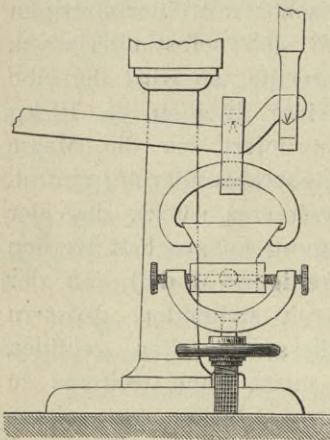


Fig. 38.

Die Prüfung der Haftfestigkeit hydr. Bindemittel und deren Mörtel geschieht nach Vorschlägen des Hr. Dr. *W. Michaëlis* an Hand d. Zerreißapparates, Fig. 18, dessen Spannvorrichtungen der 8-ter förmigen Zugkörper durch die Adhaesionszangen ersetzt werden; vergl. Fig. 38. Zunächst werden Haftkörper aus Portlandcement und Normalsand nach der Form von Fig. 39 hergestellt. Man verwendet hiezu einen Mörtel aus 1 Gew.-Teil Portlandcement, durch das 900-ter Maschensieb abgeseibt, und 2 Gew.-Teilen



Fig. 39.

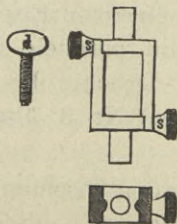


Fig. 40.

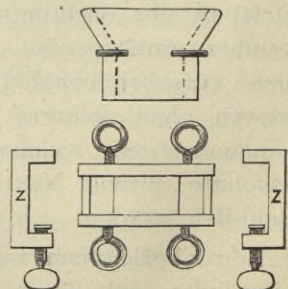


Fig. 41.

Normalsand. Diese Haftkörper werden in der zweiteiligen Form, Fig. 40 genau so wie Zugfestigkeitskörper, durch Einschlagen erdfeuchten Mörtels erzeugt. Nach dem Abstreichen des Mörtels — ohne besonderes Glätten der Oberfläche — wird die Form gelöst, was nach Entfernung der Schrauben *s s* mittelst zweier Druckschrauben *d* geschieht. Die Haftkörper erhärten dann den ersten Tag an der Luft, von da ab unter Wasser bis zum Gebrauch. Vor der Benützung werden die Seitenflächen des Haftkörpers mit einer flachen Feile, die Kehlung mit einer passenden Rundfeile glatt gefeilt. Die Haftfläche wird hierauf 1 Minute lang mit Schmiergel Nr. 3 nach dem Abtrocknen abgerieben, um immer eine gleiche Rauheit zu erzeugen. Das so gewonnene Prisma wird mit der Haftfläche nach oben in den mittelst der Schraubenzwingen *z z* zusammengehaltenen Formkasten, Fig. 41, eingesetzt, der zu prüfende Mörtel aufgegeben, mit einem Spatel eingeschlagen, abgerieben und auf einem passenden Holzkern aus dem Formkasten heraus gedrückt. Ist der Probekörper aus dem Formkasten geschalt, so wird derselbe mit dem Haftkörper auf eine feste Unterlage gesetzt und im Weitern gleich den Zug- oder Druckproben der Normenfestigkeit (Bindekraft-Bestimmung) behandelt. Nach Verfluss der gewählten Erhärtungsfrist gelangen die Proben in die Maschine; sie werden zerrissen und die erhobene Festigkeit auf den cm^2 der Haftfläche bezogen.

Kategorie: Bauhölzer.

α. Äussere Merkmale

(nach den Beschlüssen der intern. Konferenzen 1884—1895).

Erhoben werden im Längenschnitte: Verlauf der Holzfasern, Häufigkeit und Beschaffenheit der Astknoten (ob gut, ob schlecht verwachsen), ferner besondere Vorkommnisse, wie Narben, Quetschungen u. d. m.

Im Querschnitte werden ermittelt: die durchschnittliche Jahrringbreite als Mittel von 4 Messungen; von diesen werden zwei auf radialen Richtungen durch die Stellen der grössten und kleinsten Ringbreiten, die übrigen auf Halbierungslinie der Winkel der erstern ausgeführt. Liegt die Markröhre ausserhalb der Querschnittsfläche des Versuchskörpers, so erfolgt die

Messung auf einer, ausnahmsweise auf zwei radialen Richtungen. Bestimmt werden ferner die grösste und kleinste Ringbreite, die Wuchsverhältnisse (ob Angliederung der Ringe regelmässig, concentrisch oder excentrisch erfolgte), bei Nadelhölzern endlich das ungefähre Verhältnis vom Herbstholz zum Frühlingsholz im Durchschnitt der Ringe.

β. Bestimmung des Feuchtigkeitsgrades.

Neuester Zeit wird zur Feuchtigkeitsbestimmung des Holzes ein nach *V. Meyer's* Prinzip konstruierter Toluol-Trockenkasten sowie 2—3 cm dicke Holzscheiben benützt. Der Trockenapparat wird auf 105° C. eingestellt, die Probe unmittelbar nach der Erprobung des Balkens, womöglich aus der Balkenmitte, entnommen, gereinigt, gewogen und in den mit Luftzirkulation arbeitenden Trockenkasten eingelegt. So lange das Holz Kapillarwasser enthält, erreicht der Trockenkasten die Siedetemperatur des Wassers nicht. Hat dagegen der Kasten die Temperatur von 105° C. erreicht, so ist das Holz auch wasserfrei, ein weiterer Gewichtsverlust findet nicht statt. Die Proben werden aus dem Trockenschranke genommen, in einem Exicator abgekühlt, zurückgewogen und aus der Gewichts-differenz der Feuchtigkeitsgrad in % des urspr. Holzgewichtes ausgedrückt.

γ. Bestimmung der scheinbaren Dichte, des Raumgewichtes und der Porosität.

Die scheinbare Dichte, das Verhältnis des Holzgewichtes zum Gewichte des scheinbar durch die Holzfaser verdrängten Wassers wird mittelst der hydrostatischen Waage bestimmt. Die Versuchsstücke, womöglich grössere Prismen (10 × 10 auf ca. 15 cm), werden getrocknet, gewogen, allmählig unter Wasser gesetzt und darin so lange belassen als noch eine Wasseraufnahme nachgewiesen wird. Zur Sättigung des Holzes mit Wasser wird vorteilhafter eine Luftpumpe benützt. In wassergesättigtem Zustande wird der Gewichtsverlust des Versuchskörpers erhoben und daraus in Verbindung mit seinem Trockengewicht die *scheinbare Dichte* berechnet.

Das *Raumgewicht*, also das Gewicht der Kubikeinheit des Holzes einschliesslich seiner Poren wird als Quotient aus den Gewichten und den Inhalten möglichst sorgfältig bearbeiteter

Prismen von ca. $10 \times 10 \times 15$ cm Kantenlänge berechnet. Nach S. 137 erhält man endlich aus

$$n = 100 \frac{V - V_0}{V} = 100 \frac{\gamma - \delta}{\gamma}$$

auch die scheinbare Porosität des Holzes in Prozenten, wenn V , V_0 , γ u. δ die auf S. 137 angegebene Bedeutung besitzen.

δ. Prüfung der Festigkeitsverhältnisse.

Die *Zugfestigkeit* des Holzes wird an *Bauschinger'schen* Normalstäben, vergl. Fig. 42, erhoben. Das mittlere, prismatische Schaftstück von 0,5—0,7 cm Dicke bei 3,0—4,0 cm Breite erhält 7,0—8,0 cm Länge. Die Messlänge für Elasticitätsmessungen, welche mittelst Bauschingers Spiegelapparat vorgenommen werden, beträgt 5,0 cm. Zur Probe gelangt astfreies Holz und wird bei der Appretur der Probekörper darauf gesehen, dass die Holzfasern an den Übergangsstellen vom Schaft in den Kopf der

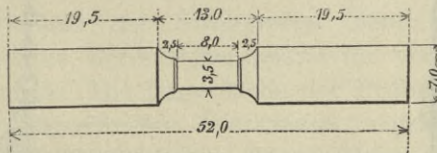


Fig. 42.

Probe unbeschädigt bleiben und am Schaft nicht ausschiefen. Die versuchsgerecht bearbeiteten Probekörper werden in schmiedeeiserne Spannköpfe centrisch eingelegt und durch kräftiges Zusammenpressen der Fasern verhindert, dass die Kohäsion des Materials nicht durch Überwindung der Scherfestigkeit in den Einspannköpfen gelöst werde.

Zur Bestimmung der *Druckfestigkeit* werden würfelförmige, nicht selten auch prismatische Probekörper mit in der Regel 10,0 cm Kantenlänge, oder $10,0 \times 10,0$ Querschnitt bei etwa 25 cm Länge benützt. Probekörper mit grösseren Querschnittsabmessungen werden auch zugelassen; letztere haben jedoch den Nachteil einer erschwerten Herrichtung der Druckflächen, welche \perp zur Prismenaxe stehen und vollkommen ebenflächig gearbeitet sein müssen. Die Einspannung geschieht zwischen in Kugelschalen gelagerten, also anfänglich beweglichen Druckplatten ohne Beilagen.

Die Probekörper werden aus astlosen Stellen des zu prüfenden Holzes herausgearbeitet und hiebei die Würfelform gewählt, wenn ausschliesslich die Druckfestigkeit bestimmt werden soll. Die prismatische Form dient zur umfassenden Probe, in welcher neben Druckfestigkeit auch die Elasticitäts-Verhältnisse des Materials erhoben werden. Letztere werden ebenfalls mittelst der vorerwähnten Spiegelapparate *Bauschinger's* ermittelt.

Zur Bestimmung der *Knick- oder Strebefestigkeit* benützen wir die in Fig. 43 abgebildete Spannvorrichtung. Die zu prüfenden Balken, deren Abmessungen innerhalb der disponiblen Länge der Bahn unserer Werdermaschine (7,0 m) beliebig gewählt sein können, werden gerad- und scharfkantig behobelt,

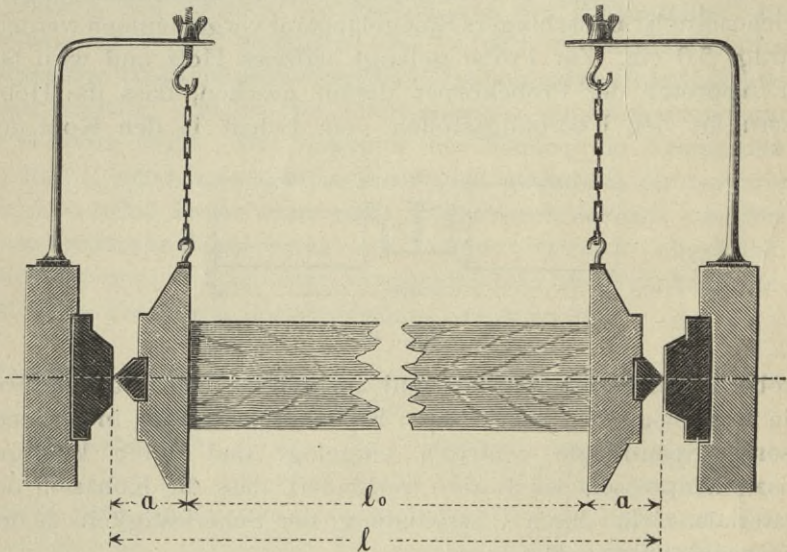


Fig. 43.

senkrecht zur Axe abgeschnitten und ebenflächig abgerichtet. Die so hergerichteten Balken gelangen sodann ohne weitere Beilagen in die Axe der Festigkeitsmaschine. Die Druckplatten spielen auf stählernen, gehärteten Spitzen, besitzen somit freie Beweglichkeit. Ausnahmsweise werden Druckplatten gewählt, die mittelst 4 kräftiger Stellschrauben fixiert werden können. Als Knicklänge wird

im erstern Falle:

$$l = l_0 + 2a$$

im letztern Falle:

$$l = 0,5 l_0$$

in Rechnung gestellt.

Balken von mehr als 1,0 m Länge werden in der Regel in den Dritteln, kürzere Hölzer wohl auch in der Mitte, vermittelst Gegengewichten ausbalanciert. Dünne Seilchen fassen an einem Ende vermittelst Bügeln das Holz, laufen über Rollen und tragen am andern Ende Gewichtsschalen, welche summarisch, im Falle, dass das Prüfungsobjekt in den Dritteln gefasst wird, mit $\frac{4}{5}$, sonst mit $\frac{3}{4}$ seines Gewichts belastet werden. Dadurch wird näherungsweise das Biegemoment des Balkengewichts aufgehoben.

Zur Messung der Formveränderung besitzt die Anstalt eine von Herrn C. Klebe gebaute Einrichtung, die indessen nur ausnahmsweise zur Anwendung gelangt.

Zur Bestimmung der *Scherfestigkeit* des Holzes werden ebenflächig gearbeitete Scheiben von $10,0 \times 10,0$ cm Querschnitt und 4,5 bis 5,5 cm Dicke benützt, welche den Zerreiß- und Druckproben ähnlich aus verschiedenen, jedoch astlosen Stellen des Stammes entnommen sein können.

Zur Vornahme der *Scherproben* dient die *Werder'sche* Festigkeitsmaschine, deren Scherapparat für vorliegenden Zweck abgeändert wurde. Die Lagerfläche der Probekörper sowie die Schneide des angreifenden Werkzeugs wurde eben gemacht. Letztere hat bei 20 cm Länge 2 cm Dicke. Ein vorgelegter Bügel klemmt das Probestück gegen die Lagerfläche und hindert dadurch eine Verdrehung desselben während der Versuchsausführung.

Die *Biegungsfestigkeit* des Holzes wird ebenfalls auf der *Werdermaschine* ermittelt. Balken beliebiger Querschnittsabmessungen und Längen bis auf 3,5 m können der Probe auf Elasticität und Biegungsfestigkeit unterworfen werden. Bei sog. Qualitäts- oder Gütebestimmungen werden Balken von $10,0 \times 10,0$ cm Querschnitt und 160 cm Länge bei 150 cm Freilage verwendet. Angriffs- und Lagerschneiden der Maschine sind mit 3,0 cm Radius abgerundet. Um schädliche Einflüsse dieser Scheiden zu vermeiden, verwenden wir 8,0—10,0 cm lange, und mindestens 1,0 cm dicke Hartholz-Beilagen, deren Breite der Breite des Probekörpers angepasst ist. (Beschlüsse der internationalen Konferenzen 1884—95 fordern Aufsätze oder Beilagen von 20,0 cm Länge und 2,0 cm Dicke). Die Beilagen werden mit konsistentem Fett eingeschmiert, um das Gleiten auf den

Lagerschneiden zu erleichtern. Der Kraftangriff wird derart gewählt, dass unter allen Verhältnissen die gespannten Fasern in der Nähe der Balkenmitte astrein sind und wo immer möglich dem reifen Holze seitlich der Markröhre angehören.

Zur Messung der elastischen Formänderungen dienen *Bauschinger's* Gradbogenapparate. Zur Aufnahme der Durchbiegungen bei Belastungen jenseits der Elasticitäts-Grenze, also zur Aufnahme eines der Elemente der Arbeitsdiagramme der Biegungsfestigkeit, wird ein einfacher cylindrischer Massstab mit mm-Teilung und Nonius verwendet. Mittelst dieses Massstabes werden für angemessen gewählte Laststufen die totalen Durchbiegungen erhoben, protokolliert und nachträglich zu einem Schaubilde (Diagramme) vereinigt, durch dessen Ausmass das Arbeitsvermögen, die Arbeitsfähigkeit des Materials bei dessen Biegung bis zum durchgreifenden Querbruche (oder unzweifelhaftem Verlust des Tragvermögens), berechnet wird.

Kategorie: Metalle.

Hier fallen in Betracht: das *Gusseisen*, das *schmiedbare Eisen* als Konstruktions- und Eisenbahnmaterial, das *Kupfer*, das *Aluminium* und die verschiedenen *Legierungen*.

Je nach dem Zwecke der Untersuchung wird der allgemeine Prüfungsvorgang und die angewandten Hilfsmittel sehr verschieden. Im Besonderen kann die Untersuchung bezwecken:

- a. *die Qualitäts- oder Gütebestimmung des Materials an sich,*
- b. *die Wertbestimmung ganzer Gebrauchsstücke, oder*
- c. *die Ermittlung von Koeffizienten der angewandten Festigkeitslehre.*

Die letztere wird stets auf Grundlage besonderer Arbeitsprogramme ausgeführt und fällt hier nicht weiter in Betracht.

a. *Die Qualitäts- oder Gütebestimmung des Materials an sich.*

Gusseisen.

Zur Kennzeichnung der Wertverhältnisse des Gusseisens werden ermittelt:

- a. die chemische Zusammensetzung;
- β. die Zug- und Druckfestigkeit;
- γ. die Deformationsarbeit der Biegezugfestigkeit.

An Versuchsmaterial sind für jede Gusseisensorte einzuliefern: 3 vorschriftsmässig gegossene, unbearbeitete *Barren* von ca. 110 cm Länge, quadratischem Querschnitt mit 3,0 cm Seitenlänge. Bezüglich des Abgusses gelten nach Beschlussfassungen der internationalen Konferenzen vom Jahre 1884—95 folgende Bestimmungen:

1. Der Abguss hat in vollkommen getrockneten Sandformen, steigend von einem Stabende zum andern, zu erfolgen.
2. Die Neigung des Formkastens soll 10 cm pro Meter betragen.
3. Die Druckhöhe, gemessen als Höhe des verlorenen Kopfes an der Eingussstelle soll 20 cm betragen.

An diesem Barren werden zunächst die Biegeversuche ausgeführt und die Bruchstücke zur Gewinnung der Zug- und Druckproben sowie der Analysen-Spähne benützt.

a. Bestimmung der chemischen Zusammensetzung.

Die Ermittlung der chemischen Zusammensetzung des Gusseisens erfolgt nach Anleitung der auf S. 83 des vorliegenden Heftes entwickelten Methoden. In der Regel werden bestimmt: der *Gesamtkohlenstoff*, der *Graphit*, das *Mangan*, das *Silicium*, der *Schwefel* und der *Phosphor*.

β. Bestimmung der Zug- und Druckfestigkeit.

Bruchstücken der Biegeproben werden entnommen:

1. Die nach Fig. 44 *geformten Zerreißproben* mit ca. 2,0, besser mit 1,8 cm Durchmesser bei ca. 23 cm Gesamtlänge des

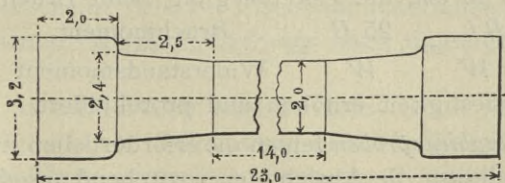


Fig. 44.

Probestabes. Da Gusseisen keine Kontraktions-Erscheinungen zeigt, Dehnungen bei der gewöhnlichen Gütebestimmung des

Gusseisens nicht erhoben werden, ist die Wahl der Schaftstärke der Probekörper gleichgültig. Die Stärke von 1,8 cm hat gegenüber grössern Schaftdurchmessern den Vorzug, dass Brüche am Kopfe der Proben, die den Versuch gefehlt erscheinen lassen, vermieden werden.

2. Die *Druckprobekörper*. Abschnitte der Barren von ca. 3,2 cm Länge werden auf eine Länge gleich der Querschnittsbreite des Barrens befeilt, abgeschliffen und gelangen mit der ursprünglichen Gusschale zur Probe. Es geschieht dies aus Gründen der Ökonomie, obschon es unzweifelhaft richtiger wäre die härteren Teile der Oberflächen, ähnlich wie dies bei der Zerreißprobe geschieht, zu entfernen.

Erhoben wird:

$$\text{die Zugfestigkeit } \beta_z = \frac{B_z}{F} = \frac{\text{Bruchkraft}}{\text{Querschnittsfläche}} \text{ in } t/cm^2;$$

$$\text{die Druckfestigkeit } \beta_d = \frac{B_d}{F} \text{ in } t/cm^2.$$

γ. Bestimmung der Biegearbeit.

Bei einer Freilage von 1,0 m werden die Gussbarren einer allmählig bis zum Bruche gesteigerten Belastung ausgesetzt. Die Lagerschneiden des Biegeapparates sind prismatisch mit abgerundeter Kante, die Angriffsschneide cylindrisch mit ca. 3,0 cm Radius gestaltet.

Belastungen und Durchbiegungen der Barren werden in Schaubildern automatisch registriert, hierauf ausgemessen und deren Inhalt als Deformationsarbeit

$$A \text{ in } t \text{ cm}$$

ausgedrückt. Als Nebenresultat werden überdies Fall für Fall f in cm, die Durchbiegung beim Bruch,

$$\beta_b = \frac{B l}{4 W} = \frac{25 B}{W} = \frac{\text{Bruchmoment}}{\text{Widerstandsmoment}} \text{ in } t/cm^2,$$

die Biegefestigkeit erhoben und protokolliert.

Zu *Schlagbiegeproben* fehlen die erforderlichen Einrichtungen; es besteht indessen die Absicht den vorstehend angeführten Qualitätsproben die Ermittlung der bis zum Bruche getriebenen Schlagarbeit anzugliedern. Als Probekörper hätten die intakten Hälften der gebrochenen Barren bei 0,5 m Freilage zu dienen.

Schmiedbares Eisen.

Zur Kennzeichnung der Wertverhältnisse des schmiedbaren Eisens werden je nach Verwendungsart die eine oder andere, beziehungsweise Kombinationen der folgenden Proben ausgeführt. Ermittelt werden:

- a. die chemische Zusammensetzung;
- β. die makroskopischen Gefügeverhältnisse (durch Ätzproben);
- γ. die Biagsamkeit in kaltem Zustande (Kaltbruchprobe);
- δ. die Biagsamkeit in warmem Zustande (Rotbruchprobe);
- ε. die Biagsamkeit in gehärtetem Zustande (Härtebiegeprobe);
- ζ. die Stauchbarkeit (Stauchprobe);
- η. die Schmiede- und Ausbreitprobe.
- θ. die Bestimmung der Schweissbarkeit.
- ι. die Bestimmung der Zugfestigkeit und des Arbeitsvermögens des Materials.

a. Bestimmung der chemischen Zusammensetzung.

Die Ermittlung der chemischen Zusammensetzung des schmiedbaren Eisens erfolgt nach Anleitung der auf S. 83 des vorliegenden Heftes entwickelten Methoden. In der Regel werden bestimmt: der *Kohlenstoff*; der *Graphit*; das *Silicium*; der *Schwefel* und der *Phosphor*; ausnahmsweise der Gehalt an *Schlacke* (im Schmiedeeisen) sowie der *Sauerstoffgehalt* im Flusseisen und Flusstahl.

β. Bestimmung der makroskopischen Struktur, des sog. Grobgefüges.

In allen Fällen, wo einfache Querbruchproben vorgelegter Eisenmuster bezüglich der Erzeugungsart des Eisens (ob Schweiss- oder Flusseisen) Zweifel erregen, oder die Kenntniss der Gefügebeschaffenheit zur Wertschätzung des Materials erforderlich erscheint (wie bei Eisenbahnmaterialien, insbesondere bei Stahlschienen) werden *Ätzproben* nach folgendem Verfahren ausgeführt:

Die zu ätzende Probe wird zunächst blank poliert, sodann mit einer alkoholischen Sodalösung oder Kalilauge mittels einer scharfen Zahnbürste gründlich gewaschen, eventuell nochmals mit Äther, hierauf mit Wasser abgespült. Nachdem auf diese Weise die zu ätzende Oberfläche der Probe von allfälligen fettigen Verunreinigungen befreit ist, gelangt dieselbe in die

Ätzflüssigkeit, welche jetzt aus 1 Liter Wasser, aus 100 gr sublimiertem Jod und 200 gr Jodkalium besteht. Man hängt die Probe mit der zu ätzenden Fläche einfach in die Lösung, oder schwenkt von Hand die eingetauchte Probe in der Lösung herum. Die Dauer der Exposition hängt von der verlangten Tiefe der Ätzung ab. Meist genügen ein bis zwei Minuten, wie überhaupt das ganze Verfahren einschliesslich Reinigung der Ätzflächen selten mehr als fünf Minuten Zeit erfordert. Da nun durch das Jod das Eisen gelöst wird, die Kohle und andere fremdartige Beimengungen zurückbleiben, erscheint die Ätzfigur schwärzlichgrau, an lokal kohlenstoffreichern Stellen entsprechend dunkler gefärbt. Soll ein metallisch-sauberes Ätzbild gewonnen werden, so bürstet man mittelst einer scharfen Zahn- oder Nagelbürste die geätzte Fläche unter einem Wasserstrahl kräftig ab. Der dunkle Niederschlag verschwindet, lässt jedoch durch den Farbton und die Umrisslinien einzelner Partikelchen eine deutlich markierte Zeichnung zurück, die alle wünschbaren Aufschlüsse über das makroskopische oder Grobgefüge der Probe liefert. Den gelblichen, vom Jod herrührenden Ton der Ätzbilder entfernt man am besten durch sorgfältiges Waschen oder Nachätzen in 50prozentiger Salzsäure. Soll das Ätzbild konserviert werden, so wird dasselbe nach dem Waschen mit Äther getrocknet und mit einer dünnen Schicht von in Toluol gelöstem Damarlack gedeckt.

γ. Bestimmung der Biegsamkeit in kaltem Zustande (Kaltbruchprobe).

Zur Bestimmung der Biegsamkeit des schmiedbaren Eisens in kaltem Zustand, welche beim Schweisseisen durch den Phosphorgehalt, beim Flusseisen und Flusstahl neben relativ hohem Phosphorgehalt, durch übermässigen Mangan, Sicilium- und Sauerstoffgehalt (in Form von FeO und MnO) beeinträchtigt werden kann, dient die technologische *Kaltbruchprobe*. Sie wird an Abschnitten *des Eisens* von

Normal: 4,0 cm Breite bei 1,0 cm Dicke

(früher war das Verhältnis von Breite zu Dicke 3:1 gewählt) ausgeführt. Als Dicke des Probestabes gilt die Dicke des zu prüfenden Eisens, wenn dieselbe mit der Walzhaut 1,6 cm nicht überschreitet. In allen Fällen, wo die Dicke des Versuchsmaterials 1,6 cm nicht überschreitet, gelangt der Abschnitt mit *gut*

ausgerundeten Kanten und unversehrter Walzhaut zur Probe; die Breite des Probestabes wird gleich der 4fachen Dicke gewählt. Bei Konstruktions-Eisen von über 1,6 cm Dicke wird der Probekörper auf Normalform gebracht, vergl. Fig. 45 und gelangt mit abgerundeten Kanten und allseitig bearbeiteten Flächen zur Probe. Nietrundeisen, Quadrat- und Stabeisen bleiben stets dann, wenn das Normalverhältnis 4:1 nicht eingehalten werden kann, unbearbeitet und werden mit unverändertem Querschnitt den Biegeproben unterworfen.

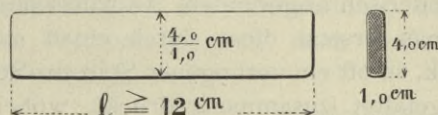


Fig. 45

Die Länge der Probe ist gleichgiltig, darf jedoch nicht unter 12 cm gewählt werden. Bei der Bearbeitung der Probekörper bleibt der Scherenschnitt ausgeschlossen; unter der Schere beschnittenes Eisen muss mittelst Fraise, Säge, Hobelmaschine oder durch Feilen um *mindestens* 0,5 cm nachgearbeitet werden.

Zur Vornahme der Biegeproben dient

1. die in Fig. 46 abgebildete Maschine von *Mohr und Federhaff* mit wagrechter Antriebsvorrichtung und festem Dorn von 1" engl. im Durchmesser. Diese Maschine wird zum Vorbiegen benützt, indem die Erfahrung lehrte, dass die zur Probevornahme hergerichteten Stäbe selbst in Stärken von etwa 0,6 cm

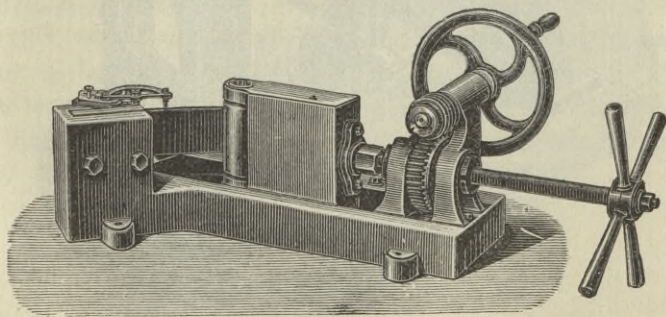


Fig. 46.

Dicke sich an den Dorn der Maschine nicht mehr anlegen, vergl. in der Schweizer. Bauzeitung Bd. XVII, Nr. 20, Seite 122. Tritt

inzwischen Bruch ein, so wird der Stab in weiter unten auszuführender Art ausgemessen und das Ergebnis der Probe berechnet. Findet kein Bruch statt, so wird die Probe auf einer Pohlmeier'schen Maschine weiter gebogen, bezw. gefaltet.

2. *Maschine von Amsler-Laffon & Sohn*; vergl. Fig. 47. Dieselbe besteht aus einer hydraulischen Presse mit Differentialkolben für langsamen Vorwärts- und raschen Rückwärtsgang. Maximale Kraftäusserung 80 t. An den Kolben können entweder auswechselbare von 0,5 zu 0,5 cm im Durchmesser wachsende, cylinderisch abgerundete Angriffsschneiden angesetzt werden, oder man ersetzt diese durch einen stählernen, eben begrenzten Block, so oft ein verbogener Stab zur Schleife gebogen oder gänzlich gefaltet (zusammengedrückt, wobei die Schenkel des Probekörpers satt aufeinander liegen) werden soll.

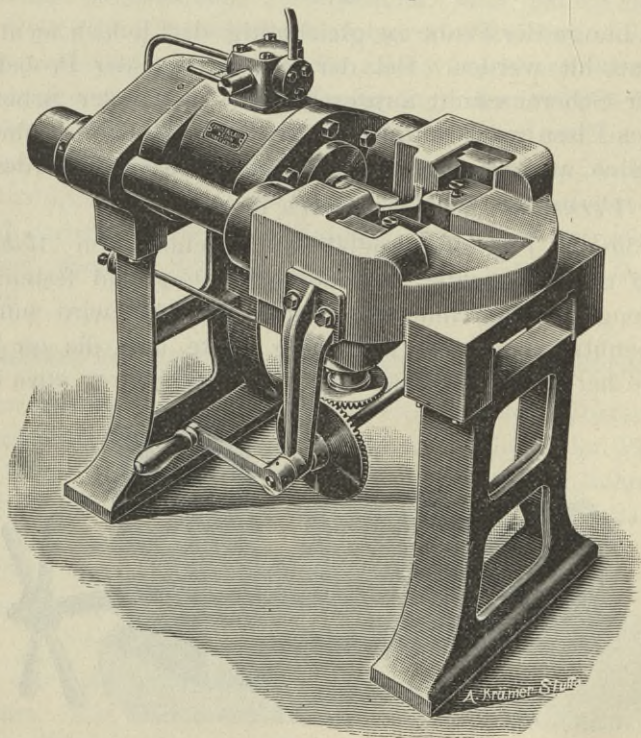


Fig. 47.

Beim Vorbiegen liegt die Probe mit ihrer Längsachse wagrecht, beim Falten aufrecht in der Maschine. In beiden Fällen

ist die meist gespannte Faser der Probe gut sichtbar. Die Freilage der Probestäbe ist veränderlich. Sie wird Fall für Fall derart gewählt, dass eine Biegung um 180° ermöglicht wird, vorausgesetzt, dass der Stab nicht inzwischen bricht.

Ausführung der Biegeprobe. Der Biegevorgang ist ein allmählicher, stossfreier und wird stets bis zum Eintritt von Brucherscheinungen, bzw. bis zum Falten, wobei die Schenkel der Probekörper satt aufeinander sitzen, getrieben.

Beim Vorbiegen (um 180°) auf der Amsler'schen Maschine gelangen Angriffsschneiden zur Anwendung, deren Stärke (d) zur Stärke des Probestreifens (s) nach Anleitung folgender Tabelle gewählt werden:

| | | |
|---|-----------------------|--------------------|
| bei <i>Blechen</i> | <i>Schweisseisen.</i> | <i>Flusseisen.</i> |
| für die Längsrichtung | $d = 3,0 s$ | $d = 1,5 s$ |
| » » Querrichtung | $d = 5,0 s$ | $d = 1,5 s$ |
| bei <i>Formeisen</i> | $d = 3,0 s$ | $d = 1,5 s$ |
| bei <i>Breitflacheisen</i> | | |
| für die Längsrichtung | $d = 3,0 s$ | $d = 1,5 s$ |
| » » Querrichtung | $d = 8,0 s$ | $d = 2,0 s$ |
| bei <i>Nutz- und Schraubeneisen</i> | $d = 1,5 s$ | $d = 1,0 s$ |

Bruchanzeichen. Als Bruchanzeichen gelten metallische Anrisse, Anbrüche im vollen Material der meist gespannten Fasern. Haarrisse der Walzhaut oder Gegenbrüche der Schenkel infolge Rückbiegungen bei Schleifenbildungen werden nicht als massgebende Querbrüche angesehen.

Messmethode und Ausdrucksform der Biegeproben. Seit dem Jahre 1891 wird der Krümmungsradius der meist gespannten Schicht der abgebogenen Probe durch Anlegen entsprechender Lehren bestimmt. Die Lehren werden auf der Mitte der Breitseiten der Probekörper angelegt. Ist r_0 der Krümmungsradius

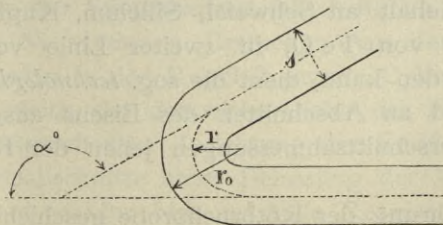


Fig. 48.

der meist gespannten Schicht der Probe, s deren Stärke (Dicke), so beträgt der Krümmungsradius der mittleren- oder Nullschicht:

$$r = r_0 - \frac{s}{2}$$

und das Krümmungsmass, ausgedrückt als relative Dehnung der meist gespannten Schicht:

$$z_0 = \frac{s}{2r}$$

Das Hundertfache dieses Wertes

$$z = 50 \frac{s}{r}$$

wird als Krümmungsmass oder Krümmungskoeffizient in Anschlag gebracht. Bei *harten, spröden* Materialien

wird $r = \infty$; d. h. $z = 0$;

bei *duktilen, zähen* Materialien, bei welchen sich die Biegung bis zur *Faltung* treiben lässt, beträgt:

$$r = 0; \text{ d. h. } z = 100.$$

Demnach wird die Biegsamkeit eines Materials nach unserem Vorgange durch Zahlen zwischen 0 und 100 ausgedrückt; der Biegewinkel fällt dabei gänzlich ausser Betracht. Dessen ungeachtet besteht die Gepflogenheit, den Biegewinkel, bei welchem Bruch eintrat, Fall für Fall anzugeben, weil damit gezeigt wird, ob die Wahl der Stärke der Angriffsschneide beim Vorbiegen korrekt gewesen und weil bei spröden Körpern mit durchgreifendem Querbruch die Angabe des erreichten Biegewinkels die Kennzeichnung der Materialbeschaffenheit fördert.

δ. Bestimmung der Biegsamkeit in rotwarmem Zustande.

(Rotbruchprobe).

Zur Bestimmung der Biegsamkeit des schmiedbaren Eisens in rotwarmem Zustande, welche beim Schweisseisen durch übermässigen Schwefel- und Schlackengehalt, beim Flusseisen durch übermässigen Gehalt an Schwefel, Silicium, Kupfer und Sauerstoff (in Form von FeO , in zweiter Linie von MnO) beeinträchtigt werden kann, dient die sog. *technologische Rotbruchprobe*. Sie wird an Abschnitten des Eisens ausgeführt, deren Form und Querschnittsabmessungen jenen der Kaltbruchprobe entsprechen.

Die Ausführung der Rotbruchprobe geschieht in der Regel von Hand. Der Probekörper wird in einem Holzkohlenfeuer

auf Kirschrotglut erhitzt und mittelst Hammerschlägen am Horne eines eisernen Amboses vorgebogen, auf der Schmiedfläche desselben schliesslich gefaltet, sofern nicht vorher Querbruch eingetreten ist.

Bei rektangulär geformten Probekörpern von genügender Länge (ca. 30 cm), gelangt bei Schweisseisen zum Vorbiegen auch der in Fig. 46 abgebildete Biegeapparat von *Mohr u. Federhaff* zur Anwendung.

Gebogen wird stets bis zum Eintritt deutlich ausgeprägter Querrisse, die Probe wird hierauf in kaltem Wasser abgekühlt und den Kaltbruchproben entsprechend weiter behandelt. Es wird also auch der Grad der Biagsamkeit des Eisens in rot-warmem Zustande nach der Gleichung:

$$z = 50 \frac{s}{r}$$

durch eine zwischen 0 und 100 liegende, dekadische Zahl ausgedrückt, wo s und r die auf S. 195 angeführte Bedeutung haben; vergl. auch Fig. 48.

e. Bestimmung der Biagsamkeit in gehärtetem Zustande. (Härtebiegeprobe).

Die sog. technologische *Härtebiegeprobe* gelangt blos bei Flusseisen zur Anwendung und bezweckt das nicht härtbare (Flussschmiedeseisen) vom härtbarem Eisen (Flussstahl) in einfacher und zuverlässiger Weise zu unterscheiden. Zu diesem Zwecke werden aus dem zu prüfenden Eisen, den Kaltbruchproben konform gestaltete Probekörper kalt herausgearbeitet, im Kohlenfeuer auf helle Kirschrotglut erhitzt, im Wasser von 25° C. abgeschreckt und nun nach Anleitung der Kaltbruchproben behandelt.

ζ. Bestimmung der Stauchbarkeit.

Die Probe der Stauchbarkeit fällt lediglich bei Beurteilung der Güte des Nieteisens in Betracht. Aus dem zu prüfenden Rundeisen werden in der Regel 2 gerade Cylinder abgetrennt, deren Höhen gleich der doppelten Dicke des Eisens bemessen sind. Nach entsprechender Zurichtung der Endflächen gelangen diese Rundeisenabschnitte unter Belassung der Walzhaut in ein Kohlenfeuer und werden hier auf helle Rotglut erhitzt, hierauf mittelst Handhämmern vorgestaucht und unter Anwendung von

Setz- und Vorschlaghämmern fertig gestaucht. Mit dem Stauchen wird stets aufgehört, sobald Rissbildungen auf der Oberfläche auftreten.

Unmittelbar nach Ausführung der Probe werden die Probekörper in kaltem Wasser abgekühlt und ihre Axlänge (h_0) festgestellt.

War h in cm, die ursprüngliche Cylinderhöhe, so beträgt die absolute *Stauchung*: $\Delta h = h - h_0$,

die *Stauchbarkeit* in %: $n = 100 \frac{\Delta h}{h} = 100 \frac{h - h_0}{h}$.

7. Die Bestimmung der Schmied- und Ausbreitfähigkeit.

Versuche bezüglich Schmiedbarkeit und Ausbreitfähigkeit werden bei heller Rotglut der Probekörper, erstere bei Schweiss- und Flusseisen, letztere blos bei Flusseisen ausgeführt. Schlackenreiches, mangelhaft geschweisstes und ungenügend durchgearbeitetes Luppen- und Packeteisen spaltet beim Abschmieden und liefert häufig Besenbruch. Sauerstoffreiches (rotbrüchiges) Flusseisen erträgt das Ausbreiten schlecht; die seitlichen Ränder ausbreiteter Proben werden in solchen Fällen zackig, anrissig.

Das der *Schmiedprobe* unterworfenene Eisen wird in einem gewöhnlichen Schmiedfeuer auf helle Rotglut erhitzt und durch einen geübten Schmied — in der Regel in einer mechanischen Werkstätte der Stadt Zürich — unter einem angemessen rasch arbeitenden Dampf- oder Federhammer, womöglich in einer Hitze thunlichst weitgehend vierkant ausgezogen. Mit der Arbeit wird aufgehört, so oft Aufspaltungen eintreten, die ein weiteres Ausziehen des Stabes hindern.

Beim *Ausbreiten* einer Eisenprobe wird dieselbe bei heller Rotglut unter dem Dampfhammer, wenn möglich in einer Hitze, so weit platt abgeschmiedet, dass die auslaufenden Ränder der Probe eine Dicke von ca. 1 bis 1½ mm erreichen. Man hört mit dem Schmieden auf, sobald die seitlichen Ränder der Probe anrissig werden.

Nach Ausfall der Proben wird der Grad der Schmiedbarkeit und Ausbreitfähigkeit nach subjektivem Urteil als « sehr gut, gut, mittelmässig oder schlecht » qualifiziert.

9 Die Bestimmung der Schweissbarkeit.

Die Schweissbarkeit eines Eisenmusters wird durch einfache *Bruch-* oder *Zerreissproben* bestimmt. Bruchproben dienen zur Orientierung oder in eiligen Fällen, wo die erforderliche Zeit zur Entnahme und Herrichtung von Zerreissproben nicht verfügbar ist. Der Vorgang beim Schweissen der Probe ist bei den Bruchproben gleich jenem der Zerreissproben. Ist die Probe geschweisst und abgekühlt (was in eiligen Fällen in kaltem Wasser geschieht), so wird dieselbe in der Mitte der Schweisstelle ringsherum mittelst Meissel angehauen, am Ambos durch kräftige Hammerschläge gebrochen und die Gefügebesehaffenheit der Bruchfläche eventuell durch das Ätzverfahren festgestellt.

Soll die Güte der Schweissung durch Zerreissproben beurteilt werden, so werden vom eingelieferten Stabe 3 genügend lange Stücke abgetrennt, um aus jedem derselben eine Normal-Zerreissprobe herauszuarbeiten. Das mittlere Teilstück dient zur Feststellung der Festigkeitsverhältnisse des Materials im Anlieferungszustande, während die beiden Endstücke zur Ausführung der Schweissprobe verwendet werden.

Die Schweissungen lassen wir in der Regel in einer der mechanischen Werkstätten der Stadt Zürich durch einen geübten Schmied folgendermassen ausführen:

Die zur Schweissprobe bestimmten Teilstücke werden zunächst gehälfet, hierauf nach Anleitung der Fig. 49 gut aufeinanderpassend abgeschrägt und in einem offenen Schmiedfeuer schweisswarm gemacht. Als Schweissmittel dient Quarzsand

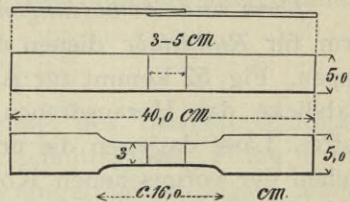


Fig. 49.

und wird die schliessliche Schweissung unter Anwendung gewöhnlicher Handhämmer vorgenommen. Die geschweissten Stäbe werden warm nachgeputzt und zur Entnahme normaler Zerreissstäbe benützt. Schliesslich werden die ungeschweissten wie die in der Schaftmitte geschweissten, oberflächlich gleichartig behandelten Probekörper zerrissen und die Ergebnisse verglichen.

4. Die Bestimmung der Zugfestigkeit und des Arbeitsvermögens des Materials.

Zur Kennzeichnung der Wertverhältnisse des schmiedbaren Eisens wird stets auch die Zerreißprobe ausgeführt und mittelst dieser festgestellt:

die Grösse der Streckgrenze (t/cm^2),

die Grösse der Zugfestigkeit (t/cm^2),

das prozentuale Mass der Einschnürung der Bruchstelle (Kontraktion),

das prozentuale Dehnungsmass, bezogen auf 20 cm

oder eine dieser Länge aequivalente Messlänge l , welche mit Auf- oder Abrundung auf ganze cm nach der Formel:

$$l = 11,3 \sqrt{F}$$

zu berechnen ist, in welcher F in cm^2 , die Grösse der Querschnittsfläche des Probestabes bedeutet. Endlich liefert die Zerreißprobe in der Qualitätsziffer:

$$c = \frac{1}{100} \beta \cdot \lambda = \frac{1}{100} \text{ Zugfestigkeit} \times \text{Dehnung in } \%,$$

eine, dem Arbeitswerte der Kubikeinheit des Materials (pro cm^3) angenähert proportionale Zahl, die als Ersatz des Zähigkeitsmasses angesehen werden kann, nachdem die Zähigkeit in einheitlicher, für alle Materialien gültiger Weise zahlenmässig auszudrücken bisher überhaupt nicht gelungen ist.

Form und Abmessungen der Zerreißproben. Als Normalform für *Rundstäbe* dienen die in Fig. 52 und 56 dargestellten Typen. Fig. 52 kommt zur Anwendung, so oft die ursprüngliche Stabdicke das Herausdrehen der Köpfe der Zerreißprobe gestattet. Lässt dagegen die ursprüngliche Stabstärke das Herausdrehen der vorgesehenen Köpfe nicht zu, so ist der Zerreißstab nach Fig. 56 zu formen.

Rundstäbe unter 1,7 cm Dicke bleiben auf die ganze Länge cylindrisch und gelangen in der Regel mit unversehrter Walzhaut zur Probe.

Die Querschnittsfläche des normalen Rundstabes hat: $F = 3,14 \text{ cm}^2$ zu betragen. Als Messlänge solcher Stäbe gilt: 20 cm, als cylindrische Schaftlänge: 22 cm; vergl. Fig. 52 und 56.

Für Stäbe mit Querschnittsflächen

$$F < 3,14 \text{ cm}^2$$

ist die Messlänge nach *Bauschinger* (Beschluss der internationalen Konferenz zu Wien, 1893)

$$l = 11,3 \sqrt{F}$$

zu wählen. Dem entsprechend können sämtliche in Fig. 52 und 56 eingetragenen Masse im Verhältnisse von

$$l : 20 = 11,3 \sqrt{F} : 20$$

abgemindert werden, um bezüglich der Dehnungsverhältnisse *nach Bruch* gleichwertige Zerreißstabtypen zu erhalten. Mit Rücksicht auf die vorhandenen Spannvorrichtungen unserer Anstalt wird sich indessen empfehlen, bei Herrichtung der Probekörper mit cylindrischen Schäften, eine der auf S. 102 und 103 dargestellten Typen zu wählen.

Für *Flachstäbe* dienen die in Fig. 58 und 59 dargestellten Typen mit einer Querschnittsfläche von $F = \text{ca. } 3,0 \text{ cm}^2$ bei einem Verhältnis von Breite zur Dicke von 3 : 1. Fig. 60 stellt das Detail der Formgebung der Köpfe dieser Type dar. Man sieht, dieselben sind abgekantet, die Ränder der Bohrlöcher des Centrirstiftes abgefast. Bohrlochweite d beliebig zwischen 0,5 und 1,5 cm.

Die Messlänge der Normalstäbe beträgt: $l = 20,0 \text{ cm}$. Für Stäbe mit einem Querschnitt

$$F < \text{ca. } 3,0 \text{ cm}^2$$

ist die Messlänge nach *Bauschinger* (Beschluss der internationalen Konferenz zu Wien, 1893)

$$l = 11,3 \sqrt{F}$$

zu wählen. Unter zu Grundelegung des Breitenverhältnisses 3 : 1 und der resultierenden Querschnittsgrösse F der Probekörper werden die in Fig. 58 und 59 eingetragenen Masse, ähnlich wie dies bei Rundstäben angegeben wurde, im Verhältnisse

$$l : 20 = 11,3 \sqrt{F} : 20$$

abgemindert, um bezüglich der Dehnungsverhältnisse *nach Bruch* gleichwertige Zerreißstabtypen für Flacheisen zu gewinnen.

Mit Rücksicht auf die Abmessungen der in unserer Anstalt vorhandenen Spannvorrichtungen für die Typen, soll die Kopfbreite $b_0 = 2 b$, vergl. Fig. 58 u. 59, nicht übersteigen. Man wird am passendsten b_0 konstant und $= 5,6 \text{ cm}$ wählen. Für

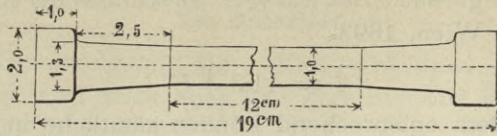


Fig. 50.

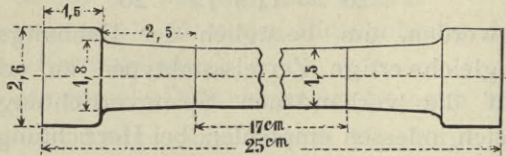


Fig. 51.

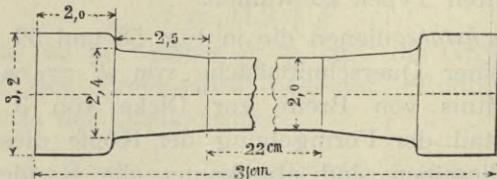


Fig. 52.

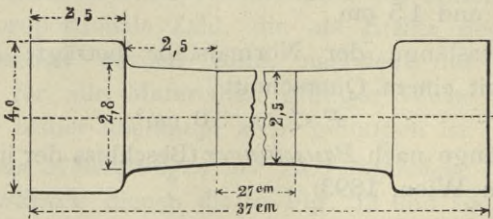


Fig. 53.

Stäbe mit erheblicher Breite b des Schaftes, dient die in Fig. 61 dargestellte Normalform sowie deren proportional-ähnliche Typen.

Bezüglich der Formgebung sowie der Art der Entnahme der Flachstäbe gelten folgende Bestimmungen*):

a. In Fällen wo Breite und Dicke der Flachstäbe beliebig gewählt werden können, soll die Breite 3,0 cm und die Dicke 1,0 cm betragen.

b. Wo die Dicke gegeben ist, wie bei Blechen, soll bis zur Dicke von 1,6 cm die Breite des bearbeiteten Schaftstückes

*) Beschluss der Konferenzen München-Zürich.

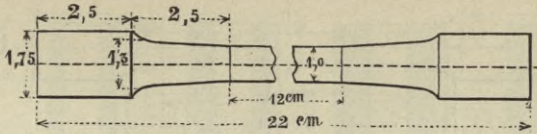


Fig. 54.

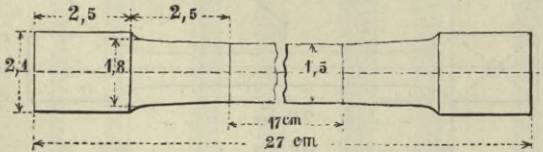


Fig. 55.

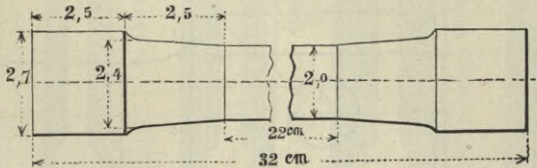


Fig. 56.

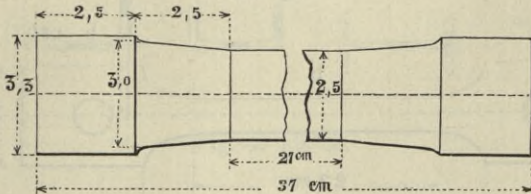


Fig. 57.

3,0 cm, von 1,6 bis 2,5 cm Dicke, die Breite 2,6 cm betragen. Bei Blechdicken von über 2,5 cm soll die Dicke zur Breite des Probestabes angenommen und als Stabdicke 1,0 cm gewählt werden.

c. Zu Zwecken *laufender Qualitätsbestimmungen* sind den Form- und schmalen Flacheisen, neben den Zerreißproben gleichzeitig auch Kalt-, Warm- bzw. Härtebiegeproben (bei Flusseisen) nach Anleitung der folgenden Figuren 62 bis 66 zu entnehmen.

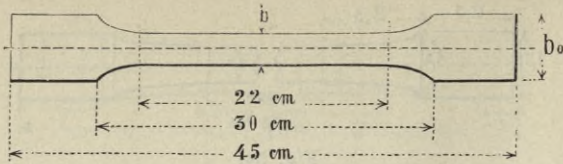


Fig. 58.

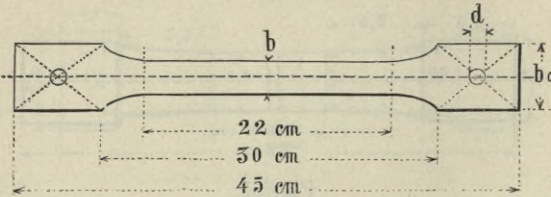


Fig. 59.

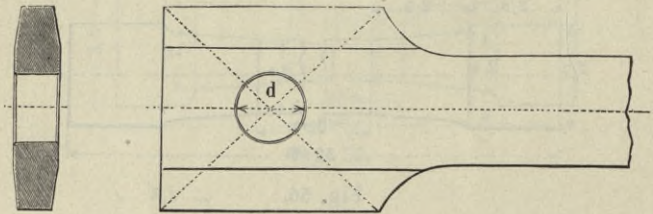


Fig. 60.

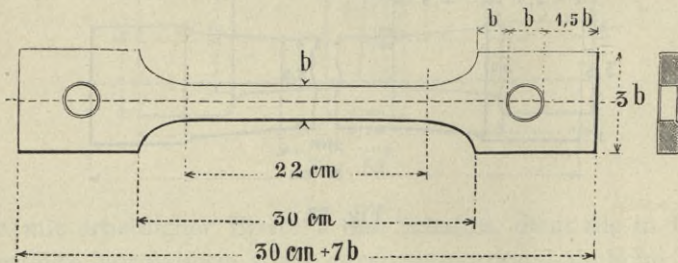


Fig. 61.

d. Bei Formeisen und schmalen Flacheisen, deren mittlere Zugfestigkeit festgestellt werden soll, hat die Entnahme der Probekörper nach Anleitung der Fig. 67, also derart zu geschehen, dass bei der Prüfung angenähert der ganze Querschnitt zur Geltung kommt. Es sind demnach 2 oder mehrere Stäbe derart herauszuarbeiten, dass dieselben nebeneinander gelegt oder in einander geschoben den Querschnitt des Profils nahezu vollkommen umfassen.

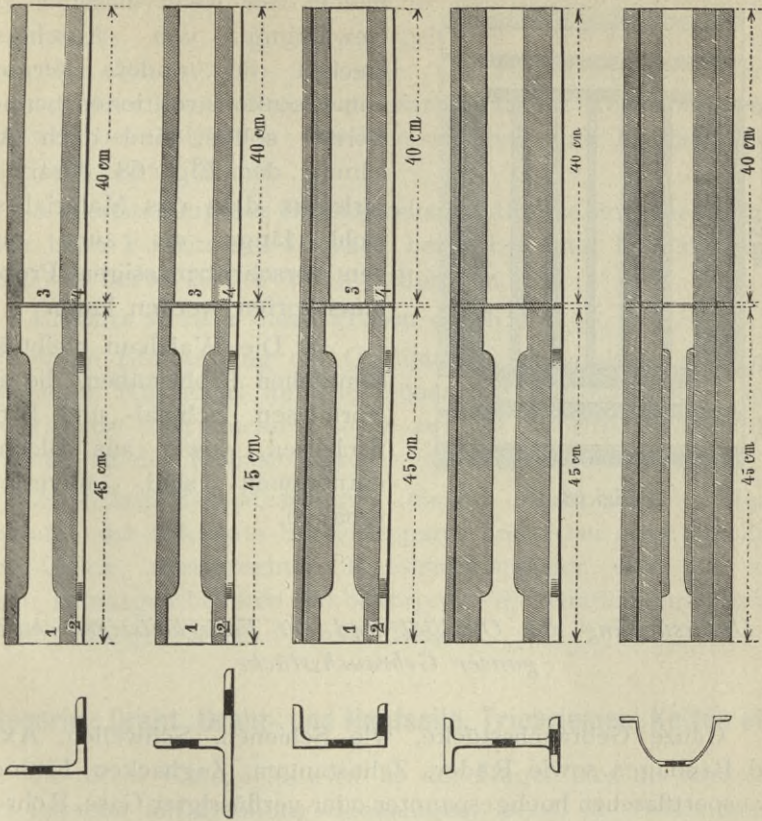


Fig. 62 bis 66.

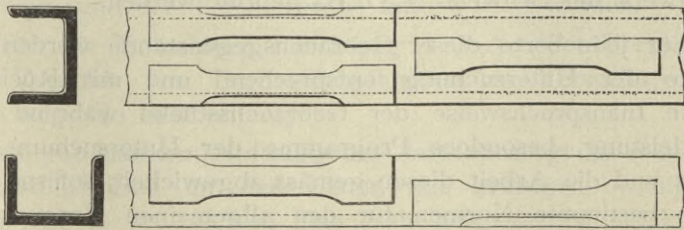


Fig. 67.

e. Bleche, sowie breite Flach- bzw. Universaleisen, die letztern jedoch nur dann, wenn sie als Stehbleche von Vollwandträgern, als Stehbleche der Gurten in Fachwerken Verwendung

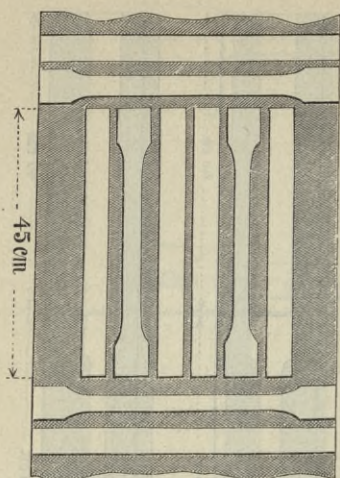


Fig. 68.

finden oder wenn dieselben zur Gewinnung von Anschlussblechen für andere Organe von Eisenkonstruktionen benützt werden sollen, sind nach Anleitung der Fig. 68 derart zu zerlegen, dass das Material sowohl längs als auch quer den vorschriftsmässigen Proben unterworfen werden kann.

f. Die Walzhaut bleibt bei sämtlichen Probestäben, die aus Formeisen, Schmal- und Breitflacheisen, sowie aus Blechen entnommen sind, unverletzt erhalten.

b. Untersuchung der Qualität und der Festigkeitseigenschaften ganzer Gebrauchsstücke.

Ganze Gebrauchsstücke, wie Schienen, Schwellen, Axen und Bandagen sowie Räder, Zahnstangen, Zughacken, Fittings, Transportflaschen hochgespannter oder verflüssigter Gase, Röhren, Träger u. dergl. m. können ihrer Verwendung gemäss auf Zug, äusseren oder inneren Druck, Biegung, Schlag oder Stoss (am Schlagwerk der Schweiz. N. O. B.) geprüft werden.

Für jede Sorte dieser Gebrauchsgegenstände werden dem Zwecke der Untersuchung entsprechend und mit Rücksicht auf die Inanspruchweise der Gebrauchsstücke während ihrer Dienstleistung, besondere Programme der Untersuchung vereinbart und die Arbeit diesen gemäss abgewickelt, sofern nicht bereits bestimmte Normen für den allgemeinen Vorgang der Untersuchung bestehen, die sodann auch teilweise oder gänzlich eingehalten werden. So beispielsweise bei *Eisenbahnschienen*, welche folgenden Proben unterworfen werden:

1. Bestimmung der Strukturverhältnisse (durch das Ätzverfahren).

2. Bestimmung der Höhenlage der Elasticitätsgrenze, der Biegegrenze, der Deformationsarbeit bei einer Spannung der äussersten Fasern von $5,0 \text{ t/cm}^2$; der Biegefestigkeit, Durchbiegung beim Bruch, Deformationsarbeit an der Kohäsionsgrenze und wo diese nicht zu erreichen ist, bei einer Durchbiegung von 5 cm bzw. 10 cm.

3. Feststellung der Brüchigkeitsverhältnisse und der Schlagarbeit beim Eintritt des Bruches, bzw. bei einer Durchbiegung von 5 cm bzw. 10 cm durch Fallproben.

Ergänzt werden diese Proben durch:

4. die Bestimmung der Qualität des Materials an sich, mit besonderer Rücksicht auf die Höhenlage der Elasticitäts- und Streckgrenze (Härtemesser) sowie auf das Arbeitsvermögen des Materials an der Kohäsionsgrenze (als Zähigkeitsmesser).

Zu Elasticitäts-Messungen dienen *Bauschinger's* Messapparate; der bekannte Spiegelapparat findet bei allen auf Zug oder Druck beanspruchten Konstruktionsteilen oder bei aus diesen herausgearbeiteten Probekörpern, die Gradbogenapparate bei allen Biegeversuchen Anwendung.

Kategorie: Draht, Draht- und Hanfseile, Triebriemen, Ketten etc.

In dieser Kategorie wird in der Regel blos die statische Zerreißprobe mit Dehnungs-Messungen, bzw. die Bestimmung des Arbeitsvermögens des Materials ausgeführt. Eine Ausnahme hiervon bilden Drähte, welche neben der Zerreißprobe auch der Umschlag- und der Torsionsprobe unterworfen werden.

Für die Entnahme, Zurichtung und Art der Verpackung beim Versandt von Drahtseilabschnitten zu Versuchszwecken gelten folgende Bestimmungen:

«Vorab hat der Auftraggeber dafür besorgt zu sein, dass das bestellte Seil an den Enden mit kräftigen, wenigstens 12 cm langen, in weichem Eisendraht hergestellten Wickeln in der Fabrik versehen und mit diesen Wickeln zum Versandt gebracht wird.

Der an die eidg. Materialprüfungs-Anstalt abzuliefernde Seilabschnitt von 6,20 m Länge ist vom Gebrauchsseil unter genauer Beobachtung folgender Vorsichtsmassregeln abzutrennen:

- a. In Abständen von 1,20 m und 6,20 m vom freien Ende ist das Seil mit zwei weitem Wickeln aus weichem, ausgeglühten Eisendraht zu versehen. Diese Wickel müssen möglichst kräftig sein, satt anliegen und eine Länge von ca. 10—12 cm haben.
- b. Erst nach Herstellung dieser Wickel darf das Abschneiden des Probestückes stattfinden.

Zum Versandt des Probestückes an die eidg. Materialprüfungs-Anstalt, wird dasselbe am zweckmässigsten in gestreckter Form an ein gleichlanges Lattenstück gebunden. Soll der Seilabschnitt gerollt werden, so hat dies vorsichtig zu geschehen, und es darf der Durchmesser der Rolle nicht weniger als 1,5 m betragen».

Zur Prüfung von Einzeldrähten ist für jede Drahtsorte pro Versuch, bestehend aus einer Zerreiß-, einer Umschlag- und einer Torsionsprobe, ein 1,20 m langes Drahtstück nötig.

Für Hanfseil- und Triebriemenzerreißproben sind pro Versuch Abschnitte von 1,50 m Länge einzuliefern. Bei Drahtproben ist mindestens für 3, bei Hanf- und Drahtseilen sowie bei Triebriemen das Material zu mindestens 2 Einzelproben erforderlich.

Draht- und Hanfseile werden auf der *Werder'schen* Festigkeitsmaschine zerrissen. Die Einspannung der Drahtseilenden erfolgt durch Verguss; Hanfseile werden in *Kortüm'schen* Seilschlösser geklemmt. Der Verguss von Drahtseilen geht nach folgender Anleitung vor sich:

Die einzuspannenden Seilabschnitte erhalten zunächst, ca. 25 cm von ihren Enden weg, je einen kräftigen Wickel aus Kupfer- oder weichem Eisendraht. Hierauf werden die Seilenden geöffnet, die Hanfseele herausgeschnitten und die so präparierten Seilende in ein größeres, mit Petrol gefülltes Gefäß eingelegt und darin ca. 10 Stunden belassen. Nun werden die Seilenden sorgfältig gereinigt, gebeizt und die Einzeldrähte, die Wickel, und über diese hinaus ein Stück des intakten Seiles durch Eintauchen in flüssiges Zinn, verzinnt. Die verzinnten Einzeldrähte werden hierauf zur Schleife gebogen, worauf der Verguss erfolgen kann; vergl. Fig. 69. Wir benützen hierzu *Weissmetall*, bestehend aus:

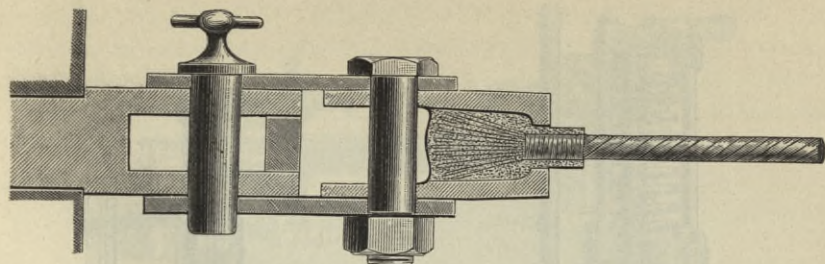


Fig. 69.

80 Gew.-Teilen Zinn : 10 Gew.-Teilen Kupfer : 10 Gew.-Teilen Antimon. Für *Seile* aus hartem Tiegelgussstahl empfiehlt Herr Ingr. *Roussel*, Malines, die leichter schmelzbare Legierung:

9 Gew.-Teile Blei : 2 Gew.-Teile Antimon : 1 Gew.-Teil Bismuth. Zum Verguss von Hanfseilen benützt Herr Prof. *Kirsch*, Wien, das Wood'sche Metall (Schmelztemperatur 70° C.):

26,7 Gew.-Teile Blei : 10,9 Gew.-Teile Kadmium : 49,8 Gew.-Teile Zinn.

Beim Verguss von Drahtseilen spielt die Verzinnung der Einzeldrähte eine ausschlaggebende Rolle. Es ist ferner darauf zu achten, dass das Seil die Bohrung der Spannköpfe in der Axe verlässt, der Verguss mit möglichst heisser Legierung rasch und satt erfolgt und dass nicht nur die Drähte und die Wickel, sondern womöglich auch Teile des intakten Seils von der Vergussmasse umschlossen werden. Die Einspannung der Drähte erfolgt durch Friktion mittelst Klemmbacken oder Klemmkeilen.

Zu Zerreißproben mit Einzeldrähten dienen die in Fig. 70 und 71 abgebildeten, von der Firma *Amsler-Laffon & Sohn* in Schaffhausen konstruierten Maschinen. Das Federdynamometer dient für Unterrichtszwecke und bei Schülerarbeiten; der Apparat Fig. 71 arbeitet mit Amagat'schen, reibunglosen Kolben und besitzt drei Übersetzungen, vermittelt welcher Kraftäusserungen

von 0 bis 40 kg

» 0 » 750 »

» 0 » 3600 »

erzeugt werden können. Beide Maschinen sind mit Diagrammapparaten ausgerüstet, welche gestatten das Arbeitsvermögen eines Drahtfadens mit in der Regel 25 cm Länge, automatisch recht aufzunehmen.

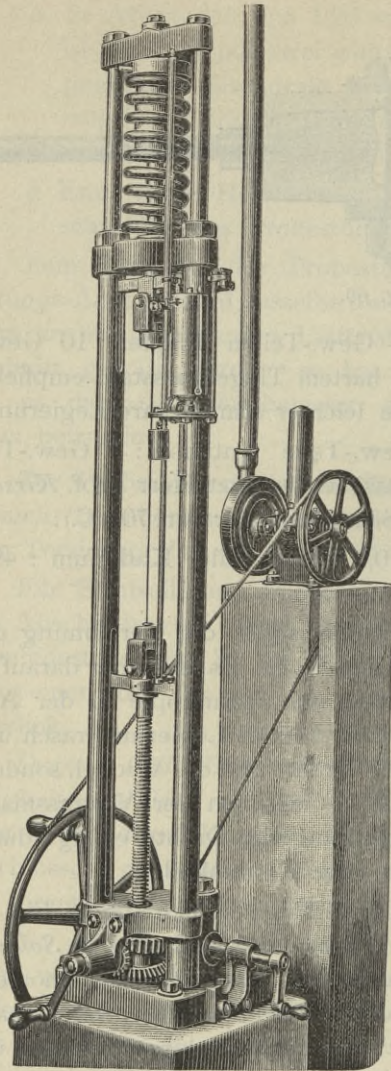


Fig. 70.

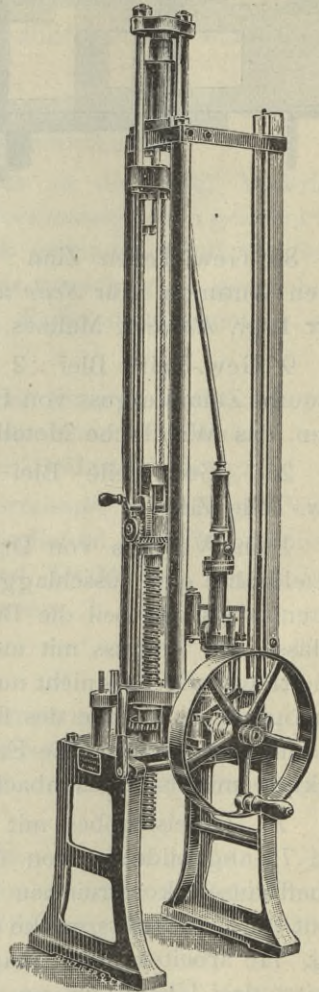


Fig. 71.

Als Ergebnis der Arbeit erhält man:

1. Die Zugfestigkeit des Drahtmaterials in t/cm^2 ;
2. seine prozentuale Dehnung nach Bruch;
3. das Arbeitsvermögen der Kubik-Einheit des Materials.

Fig. 72 und 73 stellen die Drahttorsionsapparate der Anstalt dar. Der in Fig. 72 abgebildete Apparat ist mit einem

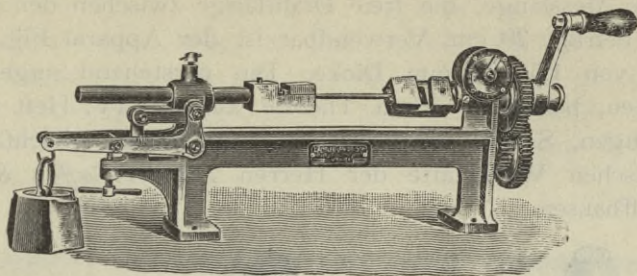


Fig. 72.

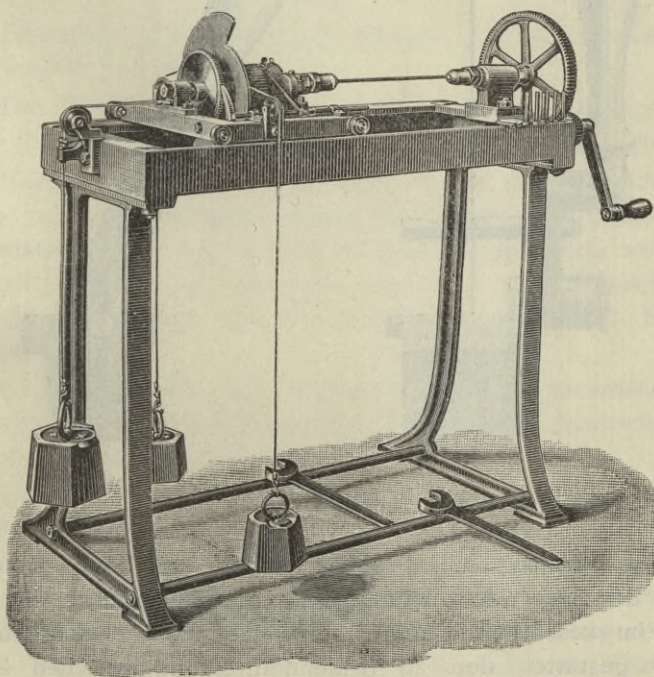


Fig. 73.

Tourenzähler ausgerüstet und dient der Hauptsache nach für Demonstrationzwecke und bei Schülerarbeiten. Der in Fig. 73 dargestellte Apparat gestattet die automatische Aufnahme

1. der Tourenzahl,
2. des Torsionsmomentes,
3. der Torsionsarbeit des Materials.

Die Messlänge, die freie Drahtlänge zwischen den Spannköpfen, beträgt 20 cm. Verwendbar ist der Apparat Fig. 73 für Drähte von 1,5—3,0 mm Dicke. Die vorstehend angeführten Maschinen, bezüglich deren Theorie auf das IV. Heft unserer Mitteilungen, S. 239 verwiesen sei, entstammen gleichfalls der mechanischen Werkstätte der Herren *Amsler-Laffon & Sohn* in Schaffhausen.

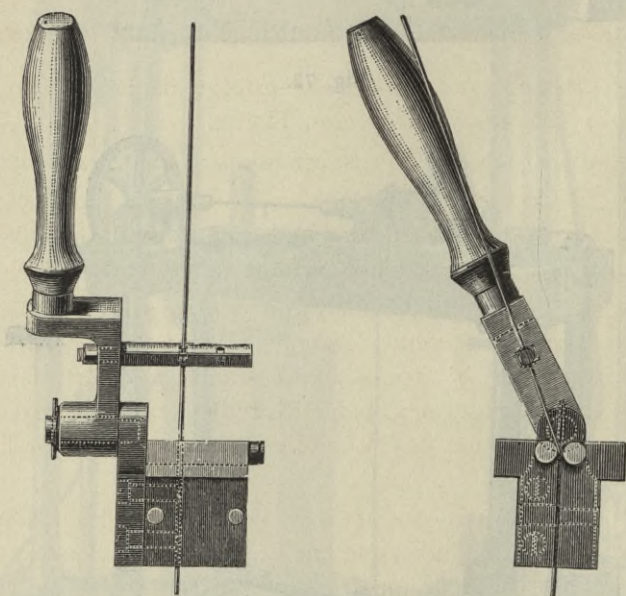


Fig. 74.

Die *Drahtumschlag*-Proben werden auf dem, nach Anleitung der Fig. 74 gebauten Apparate ausgeführt. Derselbe besteht im wesentlichen aus einem kleinen Parallel-Schraubstock, welcher gestattet, den zu prüfenden Draht zwischen 2 auswechselbare Cylinder zu klemmen, aus einer Handhabe mit einer gelochten Drahtführungslamelle und einem Tourenzähler. Der Apparat besitzt eine Reihe Garnituren stählerner Cylinder, welche Fall für Fall in denselben eingelegt werden, so dass sich zwischen Drahtdurchmesser (d) und Cylinderdurchmesser (d_0) angenähert die Beziehung

$$d_0 = 5 d$$

ergiebt.

Ist der Draht eingezogen, festgeklemmt, der Stand des Tourenzählers abgelesen, so wird mittelst der Handhabe der Draht langsam und so oft um 180° hin und her gebogen, bis das Versuchsstück bricht. Die Anzahl Umschläge um 180° werden hierauf festgestellt und zur Qualifizierung des Drahtmaterials verwendet.

Kategorie: Schmier- und Anstrichöle; Anstrichmassen.

Die Prüfung *der Schmieröle* erfolgt nach Anleitung von S. 115 und 121 des vorliegenden Heftes.

Bezüglich des Prüfungsverfahrens *der trocknenden oder Anstrich-Öle*, vergl. S. 123.

Die Wertbestimmung der Anstrichmassen als Rostschutzmittel für Eisenkonstruktionen erfolgt in folgender Weise:

Verlangt wird die Einlieferung der zu prüfenden Anstrichmasse in strichgerechtem Zustande. Wird die Anstrichmasse in Pastaform oder in trockenem Zustande geliefert, so hat der Lieferant die Menge des beim Anreiben oder Anmachen anzuwendenden Menge des Leinölfirnisses anzugeben. Ermittelt werden:

1. *Der Farbton der Anstrichmasse.* Die Beurteilung des Farbtons erfolgt in getrocknetem Zustande des Anstrichs. Derselbe muss mindestens 2 mal gestrichen sein.

2. *Die chemische Zusammensetzung der Anstrichmasse.* Bestimmt werden die Art und Beschaffenheit des Vehikels; Nachweis von Terpentin und Siccativ, sowie die qualitative Zusammensetzung des Farbkörpers. Quantitativ werden blos Zuschläge ermittelt, die lediglich nur als Verdünnung des declarierten Farbkörpers gelten können. Unbekannte Farbkörper werden einer umfassenden quantitativen Analyse unterworfen.

Zur Kennzeichnung des Verhaltens des Farbkörpers gegen Säuren kommt eine 5%-ige Salzsäure und Schwefelsäure zur Anwendung. Der in Schwefelkohlenstoff-Äther, Alkohol bzw. in Wasser gewaschene Farbkörper (10 gr) eines Anstrichmittels wird mit ca. 100 cm^3 der verdünnten Säure 3 Tage lang unter zeitweisem Umrühren bedeckt gehalten, hierauf filtriert und die Menge sowie qualitativ die Gattung der gelösten Stoffe bestimmt.

3. *Die Gewichtsänderungen beim Trockenprozess.* Aufschlüsse über die Gewichtsänderungen beim Trockenprozess der Anstrichmassen zu gewinnen, werden gleiche Gewichtsmengen (10 gr) der Firnisse und Anstrichmassen in gleichartigen Glasschalen bei ungehindertem Luftzutritte ununterbrochen 72 Stunden konstanten Temperaturen von 50 und 100° C. ausgesetzt.

4. *Die Menge der beim Streichen verbrauchten Anstrichmasse.* Zur Feststellung der Menge der verbrauchten Anstrichmasse und damit der relativen Kosten der Anstrichmassen werden je 2 ca. $0,3 \times 0,3$ m grosse, gereinigte und gewogene Schwarz-, Weiss- und Zinkblechabschnitte je 2 mal vorschriftsgemäss gestrichen, und 3 Tage nach jedem Anstriche zurückgewogen. Die Gewichtsunterschiede liefern im Mittel aus 6 Versuchen die verbrauchte Farbenmenge, welche dann rechnungsmässig auf den m² bezogen wird.

5. *Die Trocknungsdauer.* Zur Feststellung der Trocknungsvorgänge werden ca. 60 cm lange, 30 cm breite, regelrecht gestrichene Schwarzbleche benützt. Man beobachtet die Zeit, nach der ein ca. 3 cm breiter, ca. 22 cm langer, mittelst einer kleinen Gummiwalze unter gleichmässigem Druck aufgewalzter Streifen glatten Schreibpapiers bei unmittelbar darauffolgender Ablösung keine Abfärbung mehr erfährt. Über diesen Zeitpunkt hinaus wird auch noch derjenige beobachtet, bei welchem das Kleben der Anstrichmasse an die aufgewalzten Papierstreifen sowie an die trockene Fingerhaut aufhört.

6. *Die Haftfähigkeit und Zähigkeit der Anstrichmassen.* Sorgfältig gereinigte und gebeizte Schwarzbleche sowie Weiss- und Zinkbleche werden vorangehend und vorschriftsmässig, ohne Grundierung gestrichen, hierauf 3 Monate bei einer mittleren Temperatur von 16° C. im physikalischen Laboratorium der Anstalt derart gelagert, dass eine gleichmässige Luftumspülung der Bleche stattfinden kann. Hierauf wird die eine Hälfte der gestrichenen, ca. $0,3 \times 0,3$ m grossen Bleche in einem Darrschranke aufrecht stehend, mit Zwischenlagen, die ebenfalls eine Luftzirkulation gestatten, eingebaut und während der Dauer von 28 Tagen einer konstanten Temperatur von 50° C. ausgesetzt. Nach Verfluss dieser Zeit werden sowohl die an der Luft belassenen, wie die künstlich getrockneten Bleche zerschnitten und je eines der Teilstücke einer 50-maligen Frostwirkung von -12

bis -18° C. ausgesetzt. Die so behandelten Blechabschnitte werden schliesslich bis zum Eintritt von Rissbildungen wiederholten Umschlagproben um 180° bei Anwendung von stählernen Bolzen von 10 mm Durchmesser unterworfen.

7. *Die Säurebeständigkeit (gegen schweflige Säure bezw. Schwefelsäure der Rauchgase) der Anstrichmassen.* Zur Kontrolle der Ergebnisse der chemischen Beschaffenheit des Farbkörpers werden direkte Versuche auf Säurebeständigkeit ausgeführt. Zu diesem Ende werden 2 mal mit der Musterfarbe, ferner mit Blei- oder Eisenmennige grundierte und mit 2-maligem Deckanstriche versehene Schwarzblechschalen benutzt, welche letztere nach 3-monatlicher Luftlagerung mit einer 5%igen Schwefelsäure gefüllt, sodann 3 Tage lang beobachtet werden. Bei mangelhaft deckenden säurefesten Farben dringt die Säure unter den Anstrich, wirft Wasserstoffblasen auf und löst örtlich oder in zusammenhängenden Partien die Anstrichmassen vom Boden der Schale ab, ohne gleichzeitig auch unbedingt eine Zerstörung der Anstrichmasse zu ergeben. Säurenunbeständige Anstrichmassen lösen sich auf und führen zu lebhafter Oxydation der Schwarzblechschalen.

Kategorie: Papier.

Bearbeitet von B. Zschokke, Adjunkt.

Die in der Abteilung für Papierprüfung üblichen Untersuchungsmethoden*) befassen sich mit der Ermittlung folgender Eigenschaften:

1. Bestimmung der verschiedenen Faserarten.

Die wichtigsten, die hier in Betracht kommen sind Leinen und Hanf, Baumwolle, Jute, Holz- oder Strohcellulose und Holzschliff. Die Bestimmung dieser Faserarten geschieht mittelst des Mikroskops, und wird das zu prüfende Papier zu diesem Zwecke in nachstehend angeführter Weise vorbereitet. Einige Streifen Papier, aus verschiedenen Bogen stammend, werden in einer Porzellanschale mit verdünnter Natronlauge übergossen und während ca. $\frac{1}{4}$ Stunde unter öfterem Umrühren mit einem

*) Die nachstehend angeführten Untersuchungsmethoden lehnen sich direkt an die in der mech.-techn. Versuchsanstalt zu Charlottenburg eingebürgerten Methoden an.

Glasstab zu einem Brei verkocht. Derselbe wird auf ein engmaschiges Messingsieb gebracht, mit kaltem Wasser bis zur vollständigen Entfernung der Natronlauge ausgewaschen, und hierauf in eine starkwandige Glasflasche gebracht, die zur Hälfte mit destilliertem Wasser und zum $\frac{1}{4}$ Teile mit böhmischen Granaten gefüllt ist; durch wiederholtes kräftiges Umschütteln werden nun die kleinsten Klümpchen der Papiermasse vollständig in ihre einzelnen Fasern zerlegt. Die Emulsion wird von den Granatkörnern abgegossen, und durch ein Messingsieb filtriert. Die qualitative Bestimmung der einzelnen Faserarten geschieht auf Grund ihrer verschiedenen charakteristischen Struktur, unter Zuhülfenahme einiger chemischen Reagentien wie Chlorzinkjodlösung und Jodlösung, welche den einzelnen Fasern verschiedene Farben-Nüancen erteilen.

Das Vorhandensein von Holzstoff kann überdies durch die sehr charakteristische Phloroglucinreaktion nachgewiesen werden; durch die Einwirkung dieses Reagens wird nämlich Holzschliffhaltiges Papier schön rot gefärbt. Die mikroskopische Untersuchung gestattet überdies noch schätzungsweise eine quantitative Bestimmung der Faserarten.

2. Bestimmung des Aschengehaltes.

Derselbe gestattet einen Schluss auf den Gehalt des Papiers an mineralischen Füllstoffen zu ziehen. Die Aschenbestimmung wird mittelst der Reymann'schen Substitutionswage ausgeführt. Ein Gramm des zu prüfenden Papiers wird abgewogen, hierauf in einem Platinnetz über dem Bunsen'schen Brenner vollständig eingeäschert. Das Gewicht der Asche in Centigrammen giebt direkt den prozentualischen Aschengehalt des Papiers an. Die Resultate werden auf $\frac{1}{4}\%$ genau angegeben. In besonders wichtigen und in Streitfällen wird der Aschengehalt nach der Tiegelmethode und mit Hülfe der chemisch-analytischen Wage ermittelt.

3. Bestimmung des Durchschlagvermögens (Leimfestigkeit).

Dieser Versuch hat den Zweck, den Widerstand des Papiers gegen das Durchschlagen von Flüssigkeiten, speciell von Tinte zu ermitteln. Ausgeführt wird er nach 2 Methoden:

*durch den Schreibversuch und
mittelst der Tropfmethode von Leonhardi.*

Beim Schreibversuch zu dem Alizarintinte von Leonhardi verwendet wird, zieht man auf dem Papier mittelst der Reissfeder kreuzweise eine Anzahl Striche von 1 mm Breite. Nach 24-stündiger Einwirkung wird die Rückseite untersucht und der Grad in dem die Tinte durchschimmert, resp. durchschlägt angegeben.

Bei der Tropfmethode nach Leonhardi wird die Dicke des zu prüfenden Papiers in Berücksichtigung gezogen. Der Versuch wird auf folgende Weise ausgeführt. Aus einer Höhe von 10 cm lässt man aus einer Pipette nacheinander 4 Tropfen concentrirter Eisenchloridlösung so auf ein Stück des Papiers von 1 dm² Grösse fallen, dass dieselben auf der Papierfläche gleichmässig verteilt sind. Wiegt nun beispielsweise der Quadratmeter des zu prüfenden Papiers 90 gr, so lässt man die Eisenchloridlösung 90 Sekunden auf das Papier wirken und trocknet hierauf die überschüssige Flüssigkeit mit einem Fliesspapier auf. Nach 24 Stunden wird die Rückseite des Papiers an den, den Eisenchloridtropfen entsprechenden Stellen mit einem Wattebäuschchen, das mit concentrirter Tanninlösung getränkt ist, abgerieben. Je nach dem Durchschlagsvermögen des Papiers treten nun keine oder mehr oder minder dunkle Flecken auf, welche von der gegenseitigen chemischen Einwirkung von Gerbsäure und Eisenchlorid herrühren.

Zur Konstatierung feiner Unterschiede wird diese Methode auch nach dem etwas modifizierten Verfahren von Schluttig-Neumann so ausgeführt, dass man die Eisenchloridlösung in mehreren Streifen über ein Blatt des zu prüfenden Papiers, das auf einer geneigten Blechtafel liegt, herunterlaufen lässt. Nach dem Eintrocknen, das etwa $\frac{1}{4}$ Stunde dauert, wird das Blatt umgewendet, um 90° gedreht, und nun werden in der vorhin beschriebenen Weise auf der Rückseite ebensoviel Streifen mit Tanninlösung erzeugt. An den Kreuzungsstellen der Streifen entstehen sodann eventuell dunkle Flecken.

4. Prüfung auf Chlor und freie Säure.

Zur Prüfung auf Chlor zerschneidet man das zu prüfende Papier in kurze Streifen, zieht dieselben durchs Wasser und schichtet sie abwechselnd mit Kaliumjodidstärkepapper auf einer Glasplatte auf; die Schicht wird durch ein aufgelegtes Gewicht

etwas beschwert und etwa 1 Stunde sich selbst überlassen. Ist freies Chlor vorhanden, so treibt es das Jod aus dem Jodkalium aus und das freie Jod färbt das Stärkepapier charakteristisch blau.

Zur Prüfung auf freie Säure bedient man sich des Congo-rotos, ein äusserst empfindliches Reagens. Dasselbe hat die Eigenschaft durch Spuren von freier Säure sich himmelblau zu färben.

Zur Ausführung des Versuchs kocht man eine Quantität des fein zerschnittenen Papiers in möglichst wenig Wasser aus und giesst den Absud in ein Becherglas; in dieses wirft man ein Schnitzel Congorotpapier, d. h. Filtrpapier, das mit einer verdünnten Lösung dieses Farbstoffes präpariert worden ist. Bei Anwesenheit von Spuren freier Säure tritt sofort blaue Färbung des Papiers ein.

5. *Dicke, Gewicht und äussere Beschaffenheit des Papiers.*

Die *Dicke* wird mittelst des Schopper'schen Dickenmessers bestimmt, welcher gestattet mit der grössten Raschheit die Dicke bis auf $\frac{1}{1000}$ mm genau zu bestimmen. Der Versuch wird zehnmal mit verschiedenen Bogen des zu prüfenden Papiers vorgenommen und daraus die mittlere Dicke berechnet.

Das *Gewicht* des Papiers wird stets pro Quadratmeter angegeben. Man benützt hiezu die Quadrantenpapierwage, welche gestattet das Gewicht eines Quadratmeters Papier direkt abzulesen, sofern zur Abwage ein Stück Papier von bestimmten Dimensionen verwendet wird. Dieses Stück Papier wird mit Hilfe einer eisernen Schablone erhalten, die der Wage beigegeben ist.

Die äussere Beschaffenheit des Papiers wird durch Angabe seiner Farbe, seines Glanzes und seiner Durchsichtigkeit gekennzeichnet.

6. *Der Zerknitterungsversuch.*

Zur Bestimmung des Widerstandes des Papiers gegen das Zerknittern fehlt derzeit noch ein geeigneter zuverlässig arbeitender Apparat*). In Ermangelung eines solchen wird das Papier dem von Hand ausgeführten «Zerknitterungsversuch» unterworfen. Derselbe wird in folgender Weise ausgeführt:

*) Über den *Pfuhr'schen* Apparat liegen ausreichende Erfahrungen noch nicht vor.

Ein Quartblatt des zu prüfenden Papiers wird nacheinander, zunächst parallel zu einem Rand, hierauf in der Richtung senkrecht dazu, hernach in den beiden Diagonalrichtungen eng zusammengefaltet, schliesslich zwischen den Händen zu einem Ballen geformt. Sodann wird es wieder sorgfältig auseinandergebreitet und schliesslich zwischen den Händen gerieben, ähnlich als ob man einen Lappen Tuch waschen wollte; der mehr oder minder grosse Widerstand, den das Papier dieser Beanspruchung entgegengesetzt, wird als Massgabe für seine Zähigkeit angenommen, und in 7 verschiedenen Abstufungen ausgedrückt wie folgt:

- 0 = ausserordentlich geringer Widerstand,
- 1 = sehr geringer »
- 3 = mittelmässiger »
- 4 = ziemlich grosser »
- 5 = grosser »
- 6 = sehr grosser »
- 7 = ausserordentlich grosser »

Es ist klar, dass dieser Versuch nur einen relativen Wert hat und daher für jedes Papier gleichzeitig von 2 oder mehr Personen unabhängig ausgeführt werden muss, um ein möglichst zutreffendes Urteil zu erhalten.

7. Die Saugfähigkeit und Filtrirfähigkeit

wird speziell bei Fliess-, Lösch- und Kopirpapieren, resp. bei Filtrirpapieren ermittelt.

Es werden zu erstem Versuch aus vier verschiedenen Bogen je zwei Versuchsstreifen von 15 mm Breite und 250 mm Länge entnommen, und zwar der eine in der Maschinenrichtung des Papiers, der andere senkrecht dazu. Die vier Streifen gleicher Richtung werden gleichzeitig geprüft, und zwar derart, dass sie vertikal nebeneinander an der Querstange eines Gestelles befestigt und gleichzeitig mit ihrem untern Ende in Wasser getaucht werden. Nach Verlauf von 10 Minuten wird die Saughöhe an Skalen, die neben den Streifen angebracht sind, abgelesen. Aus beiden Versuchsserien wird schliesslich die mittlere Saughöhe berechnet.

Die Filtrirfähigkeit wird dadurch geprüft, dass man die Durchlaufszeit von 150 cm³ destilliertem Wasser von ca. 15° C. durch ein Filter, das in ausgebreitetem Zustande einen Durch-

messer von 20 cm besitzt, ermittelt. Das aus mehrern Proben gefundene Mittel wird als Massstab der Filtrirfähigkeit des betreffenden Papiers angesehen.

8. ZerreiBfestigkeit und Dehnung.

Dieselben werden mit den Schopper'schen Patentfestigkeitsapparaten ermittelt. Von diesen stehen uns zwei gleich konstruierte zur Verfügung; der eine reicht auf 10, der andere bis auf 30 Kilo Zugkraft.

ZerreiBfestigkeit und Bruchdehnung werden gleichzeitig bestimmt, und erstere in Kilo, letztere in % direkt am Apparat abgelesen. Die ZerreiBfestigkeit wird aber durch die sog. Reisslänge (l) ausgedrückt, d. h. diejenige Länge des Versuchstreifens, bei welcher derselbe durch sein Eigengewicht an der obern Einspannstelle reiBen würde.

Bezeichnet man mit l_0 die Länge des Versuchstreifens in mm, mit G das Gewicht desselben, mit B die ZerreiBkraft in Kilogramm, so haben wir:

$$l_0 : G = l : B$$

somit

$$l = \frac{l_0 B}{G}$$

Von jedem zur Untersuchung bestimmten Papier werden von 5 Bogen je 2, also im ganzen 10 Versuchstreifen (wovon 5 in der Maschinenrichtung des Papiers, 5 senkrecht zu derselben) entnommen und geprüft. Diese Streifen haben eine effektive Einspannlänge von 180 mm, und eine Breite von 15 mm.

Es wird sodann aus 5 Streifen die mittlere Reisslänge in der Querrichtung, und aus 5 andern die mittlere Reisslänge für die Längsrichtung ermittelt, sodann aus beiden Resultaten die gesamte mittlere Reisslänge erhoben. Mit Rücksicht darauf, dass der Feuchtigkeitsgehalt des Papiers einen bedeutenden Einfluss auf seine Festigkeit hat, wird derselbe an dem Versuchstreifen nachträglich ermittelt, und überdies während dem Versuch der Feuchtigkeitsgehalt der Luft des Arbeitslokales mittelst eines Haarhygrometers bestimmt, ebenso die herrschende Temperatur notiert.

7. Auszug aus dem Jahresberichte pro 1895.

An den Präsidenten des h. schweiz. Schulrates
Herrn Oberst-Armeekorpskommandant *H. Bleuler, Zürich.*

Hochgeehrter Herr Präsident!

Am Schlusse des 16. Betriebsjahres der Materialprüfungs-Anstalt am schweiz. Polytechnikum in Zürich, gestatten Sie, hochgeehrter Herr, Ihnen über die Betriebsverhältnisse, Frequenz und Leistungen der Anstalt Bericht zu erstatten.

Personalbestand.

Neben dem unterzeichneten Vorsteher waren im Jahre 1895 in der Anstalt bedienstet:

Herr *Ed. Brunner* von Bassersdorf, als I. Assistent für die mech.-techn. Arbeiten;

Herr *Alb. Alder* von Schwellbrunn, Kt. Appenzell, für die Dauer der Landesausstellungs-Arbeiten als II. Assistent für die mech.-techn. Arbeiten;

Herr *E. Ruhoff* von Fluntern, als I. Assistent für die chemisch-analytischen Arbeiten. Da Herr Ruhoff mit 1. März als technischer Leiter einer schweiz. Cementfabrik in die Praxis getreten ist; wurde sein Posten durch

Herr Dr. *S. Frankfurt* von Wilna, Russland, bisher Assistent am agricultur-chemischen Laboratorium des schweiz. Polytechnikums, mit Dienstantritt vom 1. Februar, wieder besetzt;

Herr *J. Lewentis* von Jalta, Russland, als II. Assistent für die chemisch-analytischen Arbeiten;

Herr Dr. *Ginzburg* von Kiew, Russland, ab 1. März für die Dauer der Arbeiten für die schweiz. Landesausstellung als III. Chemiker. Derselbe ist jedoch am 1. September wieder aus dem Dienste der Anstalt geschieden;

Herr *Hch. Sattler* von Wytikon, Kt. Zürich, als Laboratoriumsgehülfe, seit 1. Februar 1895;

Herr Dr. *Lugeon*, Geologe, von Chevilly, Kt. Waadt, ab 1. November für die Untersuchungen und Aufnahme der Thonlager der Schweiz im Sinne des Arbeitsprogramms der schweiz. Landesausstellung, Gruppe 32;

Herr *Th. Holzer* von Zürich, als Sekretär;

Emil Kern von Freienstein, als Büreaugehülfe. Derselbe trat am 1. November in den Dienst des Polytechnikums als Gehülfe des Herrn Prof. Grubenmann. Sein Nachfolger wurde:

Joh. Steffen von Oberstrass, eingetreten im Mai 1895;

O. Müller von Zürich, als Hauswart und Leiter der Werkstättearbeiten;

Ed. Aeberli, Mechaniker, von Männedorf, als Gehülfe bei den Versuchsausführungen in der Metallbranche;

A. Frick, Schlosser, von Oberstrass, als Gehülfe für die Werkstättearbeiten, insbesondere für die Materialappreturen für Unterrichtszwecke;

P. Bernasconi von Stabio, als Vorarbeiter für Cement- und keramische Arbeiten;

J. Bernasconi von Stabio, als I. Gehülfe bei der Cementbranche;

C. Lupi von Mendrisio, Tessin, als II. Gehülfe für die Cementbranche für die Dauer der Landesausstellungs-Arbeiten;

F. Baisch von Dürrwangen, Württemberg, für die Dauer der Landesausstellungs-Arbeiten als III. Gehülfe in der Cementbranche;

O. Girola von Lanzo, Italien, ab Mai für die Dauer der Landesausstellungs-Arbeiten als Handlanger für die Cementbranche. Derselbe ist im Dezember wieder aus dem Dienst der Anstalt getreten;

Joh. Stahel von Villnachern, Aargau, als Ausläufer und Hausknecht mit der speciellen Verpflichtung der Reinhaltung der Werkstätten und Maschinenräume und der Bedienung der Heizanlage. Derselbe wurde im Frühjahr entlassen. Sein jetziger Nachfolger ist:

Rob. Seiler von Dynhard, Kt. Zürich, eingetreten am 1. Juli.

Zur Bewältigung der laufenden Arbeiten, welche insbesondere die Arbeiten für die schweiz. Landesausstellung in Genf, die Inventur der Anstalt und der internationale Wanderkongress der Materialinteressenten und Festigkeitstechniker, abgehalten zu Zürich im September des Berichtsjahres, mit sich brachten, mussten zeitweise Materialprüfungs-Anstalten der Nachbarstaaten in Anspruch genommen und sowohl das Personal der Laboratorien als auch jenes des Büreaus durch eine Hilfskraft in der Person des Herrn *R. Fürstenau*, Stud. der mech.-techn. Abteilung des schweiz. Polytechnikums, vorübergehend überdies durch Herrn *Pfister*, ehemaliger Lehrer von Riesbach, durch Herrn *Spitzer*, Stud. an der Universität Zürich, verstärkt werden.

Zur Kontrolle unserer Werder-Maschine, sowie der Messwerkzeuge für die Bestimmung der Elasticitäts-Koeffizienten der Baustoffe hatte sich unsere Anstalt mit

dem mech.-techn. Laboratorium der techn. Hochschule zu München, ferner mit

der kgl. mech.-techn. Versuchsanstalt im Polytechnikum zu Charlottenburg

in Beziehungen gesetzt und bei diesen die Vornahme der gewünschten Untersuchungen beantragt.

Die Untersuchung der Knickfestigkeit des Gusseisens, welche einen der wesentlichsten Punkte des Arbeitsprogramms für die Genfer Landesausstellung bildete, konnte in Ermanglung der hiezu erforderlichen Kraftentfaltung unserer Maschinen überhaupt nicht mehr in unserer Anstalt durchgeführt werden. Wir sahen uns abermals genötigt, an die Gastfreundschaft und das uns schon im Jahre 1888 bekundete Entgegenkommen der Verwaltung der belgischen Staatsbahnen, insbesondere jenes des Vorstehers des «Laboratoire d'essai» im Arsenal zu Malines, des Herrn Ingenieur *E. Roussel* zu appellieren und sind denn auch die fraglichen Versuche, gemeinsam mit Herrn Ingenieur *Roussel* auf der grossen Kirkaldy-Maschine des Maliner Laboratoriums im Frühjahr 1895 ausgeführt worden, wobei uns der belgische Staat die Maschine samt deren Ausrüstungsgegenstände und Bedienungsmannschaft kostenfrei überliess und damit nicht allein sich selbst ehrte, sondern einen glänzenden Beitrag zur Förderung der Interessen der wissenschaftlichen Forschung

lieferte. Ohne dies Entgegenkommen der Verwaltung der belgischen Staatsbahnen wäre es wohl unmöglich gewesen, jene ca. 296 Versuche umfassende Versuchsreihe abzuwickeln, welche neues Licht in das Wesen der Knickungsgesetze des Gusseisens gebracht hat.

Frequenz und Leistungen der Anstalt.

Ähnlich dem Vorjahre wurde die eidgen. Materialprüfungs-Anstalt auch im Berichtsjahre sowohl von Behörden und Privaten, als auch von Industriellen des Landes und einiger Nachbarstaaten in bemerkenswerter Weise in Anspruch genommen. Ganz besonders stark gestaltete sich der Verkehr des Festigkeitsinstitutes mit den Bahnverwaltungen, welche teils durch grössere Bahnbauten, teils durch die in Fluss geratene Untersuchung der Materialbeschaffenheit der bestehenden eisernen Brücken in die Lage kamen, die Dienste der Festigkeitsanstalt in Anspruch nehmen zu müssen.

Laut nachstehenden Zusammenstellungen sind im Jahre 1895 im Ganzen 276 Auftraggeber (gegen 169 im Vorjahre) mit 761 Anträgen (gegen 609 im Vorjahre) zur Vornahme von Materialproben mit der eidgen. Materialprüfungs-Anstalt in Beziehung getreten, für welche einschliesslich der im Interesse der Genfer Landesausstellung, der chemisch-analytischen Arbeiten, der wissenschaftlichen Forschung, sowie des Unterrichts (Technol. Praktikum) 29,382 Einzelversuche (gegenüber 27,913 im Vorjahre) ausgeführt wurden. Hievon entfallen allerdings

14,130 Versuche auf die Landesausstellungs-Arbeiten

3,065 » » wissenschaftliche Untersuchungen,

welche sich auf das Metallgebiet, auf das Holz sowie auf die Branche der hydraulischen Bindemittel verteilen, und die sämtliche in den in Arbeit stehenden Publikationen der Anstalt zur Veröffentlichung gelangen werden.

In vorstehenden Summen sind nach wie vor nicht eingerechnet, die zahlreichen physikalischen Bestimmungen, wie jene der spezifischen Gewichte, Glühverluste, die Mehrzahl der Volumenbeständigkeitsproben und Abbindeversuche mit Bindemitteln u. d. m.

Durch die Inanspruchnahme der Anstalt seitens der Interessenten, durch die nicht unbedeutende Arbeitslast, die die

Erledigung der Geschäfte der internationalen Konferenz zur Vereinbarung einheitlicher Prüfungsmethoden von Bau- und Konstruktions-Materialien schuff, endlich veranlasst, durch die Störungen, den Zeit-, Arbeit- und Materialaufwand die der Laboratoriums-Unterricht mit sich brachte, hat die eidg. Materialprüfungs-Anstalt im Berichtsjahre thatsächlich die Grenze seiner Leistungsfähigkeit überschritten und es traten dem zu Folge Überbürdung und verbunden damit mehrfache Erscheinungen auf, die die vitalsten Interessen unserer Anstalt zu schädigen im Stande sind. Die ganz ausserordentliche Belastung des Instituts, seines Personals und Einrichtungsgegenstände erzeugte eine Hast und Eiligkeit in der Erledigung der Arbeiten, die auf der einen Seite die Anforderungen nach einer prompten Erledigung der Einläufe deckten, anderseits aber eine Verflachung in deren Thätigkeit ergaben. Bei der grossen Anzahl gleichzeitig in Arbeit stehender Aufträge gieng auch mitunter der Überblick über Einzelnes verloren und da sich bisher die Verantwortung auf den Vorsteher der Anstalt konzentrierte, alle Ausführungen nach dessen specieller Weisung besorgt wurden, waren Unzukömmlichkeiten eingerissen, für welche sich niemand verantwortlich fühlte. Diesen Zuständen musste auf organisatorischem Wege ein Ende bereitet werden. Der Berichterstatter hat deshalb ab 1. Januar 1896 mit persönlicher Verantwortung in jede der Abteilungen

Herrn *Ed. Brunner* zum Werkstätteleiter und Abteilungsvorsteher für die mech.-techn. Arbeiten,

» *Dr. Frankfurt* zum Abteilungsvorsteher für die rein chemisch-analytischen Arbeiten und

» *J. Lewentis* zum Abteilungsvorsteher für die physikalischen Laboratoriumsarbeiten

ernannt, die Kompetenzen und Wirkungssphäre bezeichnet und den Abteilungsvorstehern nach Bedarf das erforderliche Hülfspersonal zugewiesen. Die Aufsicht und Leitung des Instituts, die Vertretung nach Aussen, sowie die Erledigung aller wissenschaftlichen Arbeiten, die Leitung des Unterrichts u. d. m. bleiben nach wie vor in den Händen des Berichterstatters.

Folgende Zusammenstellungen geben eine Übersicht über die vom Jahre 1880 bis einschliesslich 1895 in der schweiz. Materialprüfungs-Anstalt ausgeführten Einzelversuche, welche mit Abzug der durch die Genfer Landesausstellung bedingten

ausnahmsweisen Arbeiten abermals bestätigen, dass die die Anstalt stark belastende Inanspruchnahme auf dem Gebiete des Prüfungsverfahrens der Metalle fällt, dessen weitere Ausbildung nach wie vor unsere besondere Aufmerksamkeit herausfordert. Die von Prof. *Amsler-Laffon* leihweise bezogenen, in unserem Jahresbericht pro 1894 bereits angeführten Maschinen, insbesondere die Pumpe zur Faltmaschine, mit welcher ein schwerer Druckapparat (150 t), als Ersatz für die an die »Commune Genf« abgegebene Presse, System Brink-Hübner verbunden ist, haben sich vorzüglich bewährt und sind auch bereits mehrfach zu Vorbildern für andere Anstalten geworden.

| Jahr | Bau- steine | Binde- mittel | Bauholz | Metalle | Seile, Trieb- riemen | Ver- schie- denes | Total |
|-------|----------------|------------------|---------|---------|----------------------------|-------------------------|--------|
| 1880 | 13 | 324 | — | 188 | — | — | 525 |
| 1881 | 132 | 357 | — | 322 | 8 | — | 819 |
| 1882 | 2 | 5697 | — | 391 | 34 | — | 6124 |
| 1883 | 1612 | 3718 | 666 | 354 | 32 | 44 | 6426 |
| 1884 | 117 | 7429 | 24 | 371 | 18 | — | 7959 |
| 1885 | 460 | 5849 | 25 | 915 | 81 | 40 | 7370 |
| 1886 | 86 | 10783 | — | 716 | 29 | 49 | 11663 |
| 1887 | 247 | 5332 | 23 | 1293 | 11 | 58 | 6964 |
| 1888 | 212 | 11981 | 86 | 1024 | 17 | 202 | 13522 |
| 1889 | 294 | 11793 | 12 | 1264 | 14 | 211 | 13588 |
| 1890 | 175 | 6198 | — | 1748 | 540 | 217 | 8878 |
| 1891 | 207 | 8044 | — | 2077 | 401 | 176 | 10905 |
| 1892 | 265 | 7800 | — | 2513 | 135 | 174 | 10887 |
| 1893 | 282 | 16287 | — | 3711 | 917 | 451 | 21648 |
| 1894 | 342 | 21241 | 65 | 4898 | 854 | 513 | 27913 |
| 1895 | 5493 | 17435 | 174 | 4810 | 567 | 903 | 29382 |
| Total | 9939 | 140268 | 1075 | 26595 | 3658 | 3038 | 184573 |

Betriebsverhältnisse.

Die Betriebsverhältnisse der eidgen. Materialprüfungs-Anstalt im Berichtsjahre zeigen gegenüber denjenigen des Vorjahres keine wesentlichen Änderungen, so dass in dieser Hinsicht auf den Bericht vom Jahre 1894 verwiesen werden darf. Empfindliche Störungen im Betriebe der Anstalt waren im Betriebsjahre nicht

vorgekommen. Die einzig nennenswerte Störung brachte der internationale Kongress der Festigkeitstechniker und Materialinteressenten, welcher am 9., 10. u. 11. September in den Festräumlichkeiten des schweiz. Polytechnikums tagte. Die umfassenden Vorbereitungen zur würdigen Ausgestaltung und Durchführung des Kongresses, welcher sich einer ganz aussergewöhnlich starken Beteiligung der Materialkundigen der festländischen Staaten zu erfreuen hatte, legten die Thätigkeit des angestellten Personals der Anstalt für ca. 1½ Wochen vollständig lahm. Hiezu kommen die manigfachen Geld-Opfer für Druck-sachen, Porti, Büreauarbeiten etc., welche auch die finanzielle Situation unserer Anstalt nicht unerheblich beeinflusst haben.

Sämtliche Anlagen und maschinelle Einrichtungen der Anstalt spielten im Berichtsjahre normal und gaben weder zu besonderen Klagen noch zu nennenswerten Reparaturen Anlass. Bezüglich der Lichtenanlage bestehen die schon in unserem Berichte vom Jahre 1893 angeführten Übelstände ungeschwächt weiter. Mit der bekannten Hausse der Petroleumpreise ist auch die ursprüngliche Ökonomie der Lichtenanlage der Anstalt illusorisch geworden und es besteht somit auch für uns ein Grund mehr, einen möglichst baldigen Anschluss unserer Anstalt an eine centrale elektrische Kraftstation zu wünschen.

Finanzielle Verhältnisse.

Die Inanspruchnahme der Materialprüfungs-Anstalt am schweiz. Polytechnikum weist, abzüglich der Arbeiten für die schweiz. Landesausstellung zu Genf, im Berichtsjahre gegenüber dem Vorjahre keine wesentlichen Änderungen auf. In Übereinstimmung hiermit stehen die Einnahmen der Anstalt für ausgeführte Arbeiten, welche im Berichtsjahre gegenüber 1894 einen Mehrbetrag von bloß *Fr. 57.45* ergaben.

Die Ausgaben halten den Einnahmen das Gleichgewicht. Die Verteilung der Ausgaben auf die unterschiedlichen Titel des Budgets zeigt gegenüber dem Präliminar ganz wesentliche Verschiebungen, welche der Hauptsache nach daher rühren, dass in den unterschiedlichen Posten Ausgaben stecken, die mit den Arbeiten der Landesausstellung zusammenhängen und nicht näher specifiziert oder getrennt werden konnten. (Fortsetzung auf S. 231).

Einnahmen.

| Nr. | Gegenstand | I. Quartal | II. Quartal | III. Quartal | IV. Quartal | Total |
|-----|---|---------------|----------------|-----------------|----------------|-----------|
| 1. | <i>Bundesbeitrag</i> | 5000. — | 5000. — | 10000. — | — | 20000. — |
| 2. | <i>Einnahmen aus der Prüfung von:</i> | | | | | |
| | a. Rohmaterialien | 100. — | 101. — | 186. 30 | 30. — | 417. 30 |
| | b. Bausteinen | 414. 95 | 518. 75 | 497. 30 | 638. 20 | 2069. 20 |
| | c. Bindemitteln | 2121. 90 | 2339. 85 | 2947. 95 | 2186. 60 | 9596. 30 |
| | d. Bauhölzern | — | 37. 50 | 6. — | 37. 50 | 81. — |
| | e. Metallen | 5138. 15 | 3491. 40 | 2392. 95 | 2372. 30 | 13394. 80 |
| | f. Seilen u. Triebriemen | 61. — | 180. 50 | 336. 40 | 394. 50 | 972. 40 |
| 3. | <i>Unvorhergesehenes</i> | 376. 45 | 2952. 15 | 1875. 95 | 1537. — | 6741. 55 |
| | Total der Einnahmen: | 13212. 45 | 14621. 15 | 18242. 85 | 7196. 10 | 53272. 55 |

Ausgaben.

| Nr. | Gegenstand | I. Quartal | II. Quartal | III. Quartal | IV. Quartal | Total |
|-----|---|---------------|----------------|-----------------|----------------|-----------|
| 1. | <i>Besoldungen:</i> | | | | | |
| | Vorstand u. Hülfspersonal | 7055. — | 6939. 40 | 7008. 75 | 7054. 24 | 28057. 39 |
| 2. | <i>Übrige Ausgaben:</i> | | | | | |
| | a. Betriebskosten, Verbrauchsmaterialien, Triebkraft etc. | 1183. 66 | 2933. 40 | 1030. 09 | 2024. 86 | 7172. 01 |
| | b. Unterhalt des Inventars u. Neuanschaffungen | 590. 11 | 4094. 83 | 1887. 17 | 686. 35 | 7258. 46 |
| | c. Bureau- und Druckkosten | 422. 39 | 787. 82 | 2598. 18 | 1416. 77 | 5220. 16 |
| | d. Verwaltung des Gebäudes (Heizung, Beleuchtung, Wasserversorgung) | 1386. 45 | 372. 25 | 1000. 35 | 614. 03 | 3273. 08 |
| | e. Verschiedenes u. Unvorhergesehenes | 38. 95 | 1181. 90 | 928. 35 | 142. 25 | 2291. 45 |
| | Total der Ausgaben: | 10576. 56 | 16309. 60 | 14447. 89 | 11938. 50 | 53272. 55 |

Abrechnung

der Kosten der Arbeiten für die schweiz. Landesausstellung
zu Genf 1896.

Über die Einnahmen und Ausgaben für die Material-
untersuchungen zu Gunsten der schweiz. Landesausstellung zu
Genf wurde von der Kassaverwaltung des eidgen. Polytechnikums
gesondert Buch geführt und ergab der Kassaausweis vom
31. Dezember 1895 folgende summarische Bilanz:

Einnahmen.

| | | |
|--|---------------------|--------------|
| 1. Bundesbeitrag pro 1895 | Fr. 7500. — | |
| 2. Vertragsgemässer Beitrag des Cen- tralcomités pro 1895 | » 3500. — | |
| | <u>Fr. 11000. —</u> | Fr. 11000. — |

Ausgaben.

| | | |
|---|--|---------------------|
| 1. Summa der Ausgaben an Material und Löhne, laut Ausweis der Kassaverwaltung des schweiz. Polytechnikums pro 31. Dezember 1895 | | <u>Fr. 9655. 74</u> |
| <i>Saldo-Übertrag pro 1896</i> | | Fr. 1344. 26 |

So ist es unmöglich anzugeben, in welchem Betrage der Mehrkonsum von Wasser und Gas, von Chemikalien und anderer Materialien auf Ausstellungskonto fällt bzw. mit welchem Restbetrage die Anstalt selbst zu belasten gewesen wäre. Die bedeutenden Mehrausgaben an Porti, Drucksachen, Bureauartikeln etc. sind wie bereits Eingangs erwähnt, auf Rechnung des internationalen Kongresses zu setzen, welcher auf die Einladung des Vertreters des schweiz. Polytechnikums am Wiener Kongresse, im September 1. Jahres in Zürich tagte.

In vorstehenden Zusammenstellungen geben wir die auf die einzelnen Budgetposten entfallenden Einnahmen und Ausgaben, soweit diese sich auf das laufende Geschäftsgebahren der Anstalt beziehen. In diesen Positionen sind Einnahmen und Ausgaben für die Arbeiten der schweiz. Landesausstellung nicht inbegriffen.

Die nachstehenden tabellarischen Zusammenstellungen geben schliesslich eine Übersicht der wirtschaftlichen Verhältnisse der eidgen. Materialprüfungs-Anstalt vom Jahre 1884 bis und mit 1895, also in den letzten 12 Jahren ihres Bestandes, wobei wieder zu bemerken ist, dass für das Jahr 1895 die Einnahmen und Ausgaben für die Arbeiten der schweiz. Landesausstellung in diesen Summen nicht inbegriffen sind.

Einnahmen.

| Betriebsjahr | Beitrag der Bundeskasse | Einnahmen aus der Prüfung von | | | | | | Unvorhergesehenes | Summa |
|--------------|-------------------------|-------------------------------|------------|--------------|---------|------------|-----------------------|-------------------|------------|
| | | Rohmaterialien | Bausteinen | Bindemitteln | Bauholz | Metallen | Seilen u. Triebriemen | | |
| 1884 | 7000. — | — | 70. 30 | 6476. 87 | — | 2342. — | 417. 70 | 24. 86 | 16331. 73 |
| 1885 | 12093. 89 | 532. 50 | 20. — | 2834. 52 | 120. — | 4738. 73 | 493. 45 | 139. 50 | 20972. 59 |
| 1886 | 7000. — | 96. 70 | 255. — | 4906. 60 | — | 5812. 70 | 90. — | 358. 23 | 18519. 23 |
| 1887 | 9950. — | 813. — | 734. 50 | 3052. 20 | 35. — | 4050. 50 | 115. — | 243. 64 | 18993. 84 |
| 1888 | 10000. — | 650. — | 790. — | 3359. 90 | — | 5069. 85 | 390. — | 236. 50 | 20496. 25 |
| 1889 | 10000. — | 955. 60 | 1054. 85 | 4523. 90 | 70. — | 8563. 78 | 326. 40 | 501. 10 | 25995. 63 |
| 1890 | 10000. — | 539. 50 | 561. — | 4097. 80 | — | 10464. 14 | 518. 95 | 741. 38 | 26922. 77 |
| 1891 | 13000. — | 740. — | 696. 25 | 5970. 97 | — | 10230. 36 | 716. — | 1902. 17 | 33255. 75 |
| 1892 | 17500. — | 510. — | 1539. 60 | 7632. 30 | — | 10558. 30 | 673. 65 | 1859. 75 | 40273. 60 |
| 1893 | 20000. — | 194. — | 1392. 05 | 8240. 55 | — | 12169. 10 | 1419. 75 | 3477. 30 | 46892. 75 |
| 1894 | 20000. — | 680. — | 1740. 95 | 10429. 95 | — | 13834. 45 | 1184. 90 | 5344. 85 | 53215. 10 |
| 1895 | 20000. — | 417. 30 | 2069. 20 | 9596. 30 | 81. — | 13394. 80 | 972. 40 | 6741. 55 | 53272. 55 |
| Total | 156543. 89 | 6128. 60 | 10923. 70 | 70121. 86 | 306. — | 101228. 71 | 7318. 20 | 21570. 83 | 375141. 79 |

Ausgaben.

| Betriebs- jahr | Besol- dungen u. Löhne für ausserord. Arbeiten | Neuan- schaffungen u. Instand- haltung des Inventars | Material- anschaff- ungen u. Appretur | Che- mische Analysen | Druck- sachen, Porti u. Büreau- artikel | Verschie- denes | Summa |
|-------------------|--|--|--|----------------------------|---|--------------------|------------|
| 1884 | 8026. 10 | 1596. 46 | 613. 84 | 1200. — | 2876. 52 | 10. — | 14322. 92 |
| 1885 | 9006. 20 | 7797. 70 | 472. — | 1691. 25 | 1590. 18 | 415. 26 | 20972. 59 |
| 1886 | 8891. 47 | 3548. 04 | 1122. 52 | 1831. 90 | 2585. 05 | 540. 25 | 18519. 23 |
| 1887 | 9394. 08 | 4165. 42 | 2327. 15 | 1014. 29 | 1339. 23 | 753. 67 | 18993. 84 |
| 1888 | 11361. 50 | 3508. 40 | 1913. 91 | 1452. — | 1712. 92 | 547. 53 | 20496. 26 |
| 1889 | 12343. 80 | 2868. 75 | 1864. 74 | 5452. — | 2522. 10 | 944. 24 | 25995. 63 |
| 1890 | 16107. 90 | 1280. 55 | 1799. 66 | 1903. — | 4347. 01 | 1484. 65 | 26922. 77 |
| 1891 | 16520. 58 | 6973. 69 | 3690. 89 | 1811. — | 2252. 96 | 2006. 63 | 33255. 75 |
| 1892 | 20256. 03 | 5142. 50 | 7950. 81 | 336. — | 3844. 30 | 2743. 96 | 40273. 60 |
| 1893 | 21321. 07 | 7864. 78 | 9286. 86 | 1057. 68 | 5184. 26 | 2178. 10 | 46892. 75 |
| 1894 | 25747. 45 | 5713. 31 | 8490. 37 | 2033. 04 | 8187. 11 | 3043. 82 | 53215. 10 |
| 1895 | 28057. 39 | 7258. 46 | 10445. 09 | — | 5220. 16 | 2291. 45 | 53272. 55 |
| Total | 187033. 57 | 57718. 06 | 49977. 84 | 19782. 16 | 41661. 80 | 16959. 56 | 373132. 99 |

Wissenschaftliche Arbeiten.

In Verbindung mit den Arbeiten für die schweiz. Landesausstellung zu Genf konnten auch im Berichtsjahre eine Reihe nennenswerter wissenschaftlicher Arbeiten ausgeführt werden, die entweder im Interesse der Wertschätzung von Prüfungsverfahren von Baustoffen unternommen sind oder Koeffizienten der Mechanik zu liefern beabsichtigen.

In die erste Gruppe dieser Arbeiten gehören die an 9 Portlandcementen und 1 hydraulischen Kalk durchgeführten Untersuchungen der Einflüsse der warmen Bäder auf den Erhärtungsprozess und die Kraftentfaltung hydraulischer Bindemittel. Sie sind in der Absicht unternommen, Mittel und Wege zu finden, um die übermässig lange Dauer der gegenwärtig üblichen Normenproben entsprechend abzukürzen. Hieher gehören ferner die Untersuchungen der chemisch-physikalischen Eigenschaften der Dachschiefer mit bekanntem Verhalten in der Anwendung. Diese Arbeit wurde an 59 verschiedenen, vorwiegend an von bestehenden Staatsbauten der Kantone Waadt, Wallis, Bern und Freiburg, ferner von Stations- und andern Gebäuden in den Kantonen Zürich und Glarus genommenen Schiefermustern durchgeführt und gelangt mit andern Versuchsergebnissen anlässlich der Publikation der Landesausstellungsarbeiten zur Veröffentlichung.

Dank dem Entgegenkommen der Giessereiwerke der Herren *Böcking & Cie.*, Brebach a./Saar, der Herren Gebr. *Carels* in Gent und den *v. Roll'schen* Eisenwerken Gerlafingen ist es gelungen, die bereits Eingangs erwähnten 296 Knickungsproben an Rohrabschnitten (Gesamtgewicht des Versuchsmaterials: 13,15 t) durchzuführen, die die Frage nach den gesetzmässigen Änderungen der Druckfestigkeit des Gusseisens in Rohrform mit wachsender Länge in abschliessender Weise abzuwickeln gestatteten.

Neben diesen Versuchen wurde die Frage der Knickfestigkeit der Bauhölzer weiter studiert und ebenfalls zu einem befriedigenden Abschlusse gebracht.

Ferner konnte eine kleinere in die Metallbranche einschlägige Arbeit in der Absicht unternommen und durchgeführt werden, die Frage der Wirkung wiederholter Anstrengungen mit längern Ruhepausen abzuklären. Nicht unerwähnt dürfen endlich bleiben die Versuche zur makroskopischen Untersuchung

des Gefüges des schmiedbaren Eisens, insbesondere des Flusseisens und des Stahls, durch welche es gelungen ist, Licht in die vielfachen Widersprüche und rätselhaften Erscheinungen im Verhalten der Eisenbahnmaterialien im Betriebe und in den Festigkeitsproben zu bringen.

Veröffentlichungen.

In das Berichtsjahr fallen neben den redaktionellen Arbeiten, die Berichte der Unterkommissionen der IV. ständigen Kommission für die Vereinbarung einheitlicher Prüfungsmethoden von Bau- und Konstruktionsmaterialien, sowie das 23. Heft der Bauschinger'schen Mitteilungen betreff der Beschlüsse der Wiener internationalen Konferenz. Folgendes sind die in Druck gelegten Arbeiten des Berichterstatters:

1. Bericht über die Thätigkeit des Vorstandes der IV. ständigen Kommission zur Vereinbarung einheitlicher Prüfungsmethoden der Bau- und Konstruktionsmaterialien; Zürich bei Zürcher und Furrer.

2. Bericht über die Aufstellung einheitlicher Prüfungsmethoden von Anstrichmassen als Rostschutzmittel von Eisenkonstruktionen.

3. Beitrag zur Frage: Würdigung des Zusammenhangs zwischen chemischer Zusammensetzung der natürlichen Bausteine und deren Wetterbeständigkeit (gemeinsam mit Prof. Dr. Grubenmann).

4. Beitrag zur Frage der Untersuchung der Qualität, insbesondere der Wetterbeständigkeit der Dachschiefer.

5. Beitrag zur Frage betreff die Unzuverlässigkeitserscheinungen des Flusseisens.

Andere Veröffentlichungen liegen nicht vor.

Unterricht.

Zur Ausbildung in der Cementbranche waren im Berichtsjahre als Volontärs thätig:

Herr *O. Spillman*, absolv. Techniker, von Solothurn;

» *Fliegner*, ehemal. Schüler der chem.-techn. Abteilung des schweiz. Polytechnikums.

Am Unterricht in der Technologie der Baumaterialien nahmen im Sommersemester 1895 drei Gruppen mit zusammen

16 Schülern der Ingenieurschule Anteil. Es wurde mit diesen Schülern unter Zuzug des Personals der Materialprüfungs-Anstalt in der stundenplanmässigen Zeit durchgearbeitet:

1. Die Ermittlung der Elasticitätskoeffizienten des schmiedbaren Eisens;
2. Die Qualitätsbestimmung des Gusseisens;
3. » » des Konstruktionseisens;
4. » » des Nietmaterials;
5. » » der Eisenbahnschienen;
6. » » von Eisendraht (Drahtseile);
7. Das Prüfungsverfahren hydraulischer Bindemittel.

Im Wintersemester 1895/96 haben sich im Ganzen 66 Schüler der mechan.-techn. Abteilung des Polytechnikums zum technolog. Praktikum angemeldet. Dieselben wurden in Gruppen zu je 4 Mann eingeteilt und mit diesen bis Neujahr 1896 die vorstehend mit Nr. 1, 2 und 3 bezeichneten Arbeiten durchgenommen.

In ausser stundenplanmässiger Zeit wurde auf Wunsch des Herrn Professor *Felber* ein Nachmittag zur Qualitätsbestimmung des Holzes für Schüler der Forstschule gewidmet.

Der Unterricht wurde Fall für Fall in der Weise gehandhabt, dass jeder der 4-stündigen Übungen eine 1-stündige orientierende Vorlesung vorangiang, jeder Schüler das Versuchsmaterial in fertig appetriertem Zustande zugewiesen erhielt, an diesem seine Messungen, Proben und Berechnungen unter Aufsicht selbst durchzuführen gehalten war. Schliesslich wurden die gewonnenen Ergebnisse in einer freien Besprechung zur Diskussion gebracht und auf diese Weise dem Schüler das nähere Eingehen auf die Sache und das Lesenlernen von Versuchsergebnissen ermöglicht.

Sammlungen.

Änderungen im Bestande der Baumaterialiensammlung sind im Berichtsjahre nicht zu verzeichnen.

Besuche.

Das schweiz. Festigkeitsinstitut hatte im Berichtsjahre sich eines überaus zahlreichen Besuches seitens Fachmänner ersten Ranges aller Kulturstaaten zu erfreuen. Abgerechnet die Besuche

durch Landesangehörige und die Kongressteilnehmer haben die Anstalt 85 Personen besucht. Unter diesen sind anzuführen:

Die *Société industrielle* von Mülhausen, mit 22 Mitgliedern.
Herr Prof. *Ferraris* und Oberst *Pescetto* von Turin, mit
20 Schülern.

- » *Knutt Styffe*, ehemal. Direktor der techn. Hochschule zu Stockholm.
- » Baron *Quinette* de Rochemont, Inspecteur général des ponts et chaussées, Paris.
- » Prof. *Debray*, Ecole des ponts et chaussées, Paris.
- » *E. Simonsen*, Professor der polyt. Schule, Christiania.
- » *A. Martens*, Professor und Direktor der kgl. preuss. Versuchsanstalt, Charlottenburg.
- » *M. Gary*, Abteilungsvorsteher der nämlichen Anstalt.
- » Prof. *Wyckander*, Landtagsabgeordneter, Direktor der techn. Hochschule, Gothenburg.
- » Prof. *Tscherepachinsky*, techn. Hochschule, Moskau.

Am Schlusse des vorliegenden Jahresberichtes sei gestattet, der thatkräftigen Unterstützung zu gedenken, die der Berichterstatter zur Zeit der Organisation und Durchführung des internationalen Kongresses der Festigkeitstechniker und Materialinteressenten seitens der ihm vorgesetzten Behörden, insbesondere des Herrn Schulratspräsidenten und dessen Stellvertreter, des Mitgliedes der Aufsichtskommission der Materialprüfungs-Anstalt, des Herrn Oberst *G. Naville*, gefunden hat. Wenn es gelungen ist, anlässlich dieser Versammlung die Interessen des Ansehens unseres Landes und seiner obersten technischen Bildungsanstalt zu wahren, so ist dies lediglich dem Entgegenkommen und der Opferfreudigkeit unserer Behörden und seiner Vertreter zu verdanken.

Genehmigen Sie, hochgeehrter Herr Präsident, den Ausdruck meiner ausgezeichneten Hochachtung und Ergebenheit

Zürich, den 25. Januar 1896.

Materialprüfungs-Anstalt
am schweiz. Polytechnikum:
Prof. L. Tetmajer.

8. Verzeichnis der in der schweiz. Materialprüfungs-Anstalt ausgeführten Arbeiten.

Kategorie A: Natürliche Bausteine.

1. Untersuchung der Methoden der Prüfung natürlicher Bausteine (1881—82).

2. Untersuchung der geologisch-petrographischen Eigenschaften und der Festigkeitsverhältnisse der schweiz. Bausteine (1882—83).

3. Specielle Untersuchungen der schweiz. Trümmergesteine; Ursachen der Verwitterungserscheinungen (1884).

4. Über die Wirkung der Kessler'schen Fluats auf den Luzerner Sandstein (vom Löwendenkmal) und den Blanc royal d'Agiez (1884).

5. Über die Wirkung der Kessler'schen Fluats auf die Konservierung der Ostermündiger Sandsteine (1887).

6. Fortsetzung der Untersuchung (1888).

7. Untersuchung der Wertverhältnisse der von der internationalen Konferenz 1884—1891 empfohlenen Methode der Prüfung der Frostbeständigkeit natürlicher Bausteine (1891, 1892).

8. Ausführung der einschlägigen Arbeiten für die Gruppe 32 der schweiz. Landesausstellung vom Jahre 1896.

9. Erledigung der laufenden Aufträge der Kategorie A.

Kategorie B: Künstliche Bausteine.

1. Untersuchung der Methoden der Prüfung künstlicher Bausteine (1882).

2. Untersuchung der Qualität und der Festigkeitsverhältnisse einiger künstlichen Bausteinsorten der Schweiz (1883).

3. Untersuchung über den Einfluss des Kalkes im Ziegelthone (1883—1884).

4. Untersuchung über die Fähigkeit des Erweichens der künstlichen Bausteine schweiz. Provenienz (1885).

5. Untersuchung der Qualität und der Festigkeitsverhältnisse der Produkte der schweiz. Ziegelindustrie; ausgeführt im Auftrage der Gruppe 32 der schweiz. Landesausstellung vom Jahre 1896 (1895—1896).

6. Erledigung der laufenden Aufträge der Kategorie B.

Kategorie C: Dachschiefer und Dachziegel.

1. Untersuchung der Methoden der Prüfung der Qualität und der Wasserdurchlässigkeitsverhältnisse von Dachziegeln (1888 u. f.).

2. Untersuchung der Methoden der Prüfung der Qualität und insbesondere der Frost- und Wetterbeständigkeitsverhältnisse der Dachschiefer.

3. Untersuchung der Qualität und der Festigkeitsverhältnisse der Dachziegel und einiger Dachschiefer schweiz. Provenienz; ausgeführt im Auftrage der Gruppe 32 der schweiz. Landesausstellung vom Jahre 1896 (1895—1896).

4. Erledigung der laufenden Aufträge der Kategorie C.

Kategorie D: Bindemittel.

1. Untersuchung der Methoden zur Prüfung hydraulischer Bindemittel (1882—1885).

2. Untersuchung der Qualität der Erzeugnisse der schweiz. Industrie hydraulischer Bindemittel (1882—1883).

3. Untersuchung der Kiesfestigkeit (Béton) der Produkte der schweiz. Industrie hydraulischer Bindemittel (1883).

4. Untersuchung der Qualität und der Festigkeitsverhältnisse der schweiz. Gypssorten (1883).

5. Untersuchung der Konkurrenzwaren der schweiz. Industrie hydraulischer Bindemittel (1883—1884).

6. Untersuchung der Abbindeverhältnisse hydraulischer Bindemittel (1883).

7. Prüfung der Wirkung der unterschiedlichen Zuschläge auf die physikalisch-mechanischen Eigenschaften der Portlandcemente (1884—1885).

8. Prüfung und Würdigung der sog. Fresenius'schen Grenzwerte auf die Qualitätsbestimmung hydraulischer Bindemittel (1884—1885).

9. Untersuchung der Bedingungen der ökonomischen Verwertbarkeit der Hochofenschlacken, Erforschung des Wesens und der Bedingungen der Hydraulicität und der Kraftenfaltung der Hochofenschlacken (1882—1888).

10. Untersuchung des Wertes des Dietzsch'schen Etagenofens und seiner Produkte mit Rücksicht auf die schweiz. Cementindustrie (1884).

11. Untersuchung der Methoden zur beschleunigten Volumenbeständigkeitsbestimmung hydraulischer Bindemittel (1884—1888).

12. Prüfung der Hilfsmittel zur mechanischen Erzeugung der Probekörper hydraulischer Bindemittel (1886).

13. Untersuchung der Wertverhältnisse des Schlackencementes von Choindez (1883—1886).

14. Untersuchung der Kiesfestigkeit (Béton) des Schlackencementes von Choindez (1886).

15. Prüfung der Erzeugnisse der schweiz. Industrie hydraulischer Bindemittel auf Grundlage der mechanischen Erzeugung der Probekörper (1887).

16. Prüfung des Einflusses der Wassermenge auf die Sandfestigkeit der Romancemente (1887).

17. Untersuchung des Einflusses der Wassermenge auf die Selbst- und Sandfestigkeit hydraulischer Bindemittel überhaupt (1887—1888).

18. Untersuchung der Wirkungen verschiedener Zuschläge auf den Schlackencement; Prüfung der Hilfsmittel zur Beschleunigung des Abbindeprozesses der Schlackencemente (1888).

19. Untersuchung der Anfangsenergie und der Sandfestigkeit hydraulischer Bindemittel nach 3-tägiger Erhärtungsdauer (1888).

20. Aufsuchung entsprechend abgekürzter Methoden zur Ermittlung der Volumenbeständigkeit hydraulischer Bindemittel (1884—1891).

21. Untersuchung der Wirkung des Petrols und flüssiger Fackelstoffe auf den Erhärtungsprozess hydraulischer Bindemittel (1889).

22. Untersuchung der Wirkung einiger Zuschläge auf die Frostbeständigkeit hydraulischer Bindemittel (1890—1893).

23. Untersuchung des Einflusses der Temperatur auf den Abbindeprozess hydraulischer Bindemittel (1890—1893).

24. Untersuchung der Erhärtung hydraulischer Bindemittel unter verschiedenen Bedingungen (1891—1894).

25. Untersuchung der Einflüsse der Sandbeschaffenheit auf den Ausfall der Dichte und der Festigkeitsverhältnisse des Normenmörtels.

26. Untersuchung der Einflüsse der Rammarbeit auf den Ausfall der Dichte und der Festigkeitsverhältnisse des Normenmörtels.

27. Untersuchung der Einflüsse der Wassermenge auf die Festigkeitsverhältnisse des Normenmörtels (1 : 3).

28. Würdigung der Heisswasserproben zur Abkürzung der Erhärtungsdauer der Normenproben.

29. Untersuchung der Bindekraft des Mulls der Portlandcementbrennöfen.

30. Untersuchung der Bindekraft überlagerter Cemente.

31. Untersuchung der Bindekraft magnesiareicher Cemente.

32. Untersuchung der Anmachlauge im Metallicpflaster auf die Bindekraft einiger Cemente.

33. Untersuchung des Einflusses niedriger Temperaturen auf den Bestand von Mauer- und Cementarbeiten.

34. Untersuchung der Bindekraft einiger Trasssorten der vulkanischen Eifel.

35. Untersuchung der Bindekraft einiger Puzzolansorten Italiens.

36. Untersuchung der Qualität, Ausgiebigkeit und der Kiesfestigkeit der Produkte der schweiz. Industrie hydraulischer Bindemittel; ausgeführt mit Subvention der Interessenten der Gruppe 32 der schweiz. Landesausstellung vom Jahre 1896 (1894—1896).

37. Untersuchung der Ausgiebigkeit und der Kiesfestigkeit der Gemenge einiger Cementsorten mit hydraulischem Kalk (1896—1897).

38. Untersuchung der Elasticitätsverhältnisse hydraulischer Bindemittel und deren Bindemittel (1897).

39. Erledigung der laufenden Aufträge der Kategorie D.

Kategorie E: Bauholz.

1. Untersuchung der Methoden zur Prüfung der Qualität des Bauholzes (1882).

2. Untersuchung der Qualitäts- und Festigkeitsverhältnisse der schweiz. Bauholzarten vom forstlichen und bautechnischen Standpunkte (1883).

3. Vergleichende Untersuchung der Qualitäts- und Festigkeitsverhältnisse der Pitch-Pine und der bündner Lärche (ausgeführt im Auftrage der Materialverwaltung der schweiz. Nordostbahn 1885).

4. Untersuchung der Knickfestigkeit und der excentrischen Normalfestigkeiten der Bauhölzer (1888, 1894—1895).

5. Untersuchung des Einflusses des excentrischen Wuchses auf die Druckfestigkeit einiger Nadelhölzer. (Im Auftrage des Herrn Prof. Dr. *Bühler*, 1886).

6. Untersuchung der Kompressibilität eichener Bohlen (im Auftrage des Herrn *J. Meyer*, ehem. Obergeringieur der Jura-Simplonbahn; 1889).

7. Untersuchung der Knickfestigkeit, der Einflüsse des Dämpfens und Darrens sowie der Imprägnierung der Bauhölzer auf deren Elasticitäts- und Festigkeitsverhältnisse; ausgeführt mit Subvention der Gruppe 32 der schweiz. Landesausstellung vom Jahre 1896.

8. Erledigung der laufenden Aufträge der Kategorie E.

Kategorie F: Metalle.

1. Untersuchung der Methoden zur Qualitätsbestimmung der Konstruktionsmetalle (1880—1882).

2. Untersuchung des Wertes der Zerreißarbeit als Wertmesser der Qualität zäher Konstruktionsmetalle, speciell des schmiedbaren Eisens (1881—1883).

3. Untersuchung der Methoden zur Prüfung der Qualität von Stahlschienen (1880—1886).

4. Untersuchung der Qualität und der Einflüsse des Uchatius'schen Komprimierungsverfahrens auf die Beschaffenheit der schweiz. Geschützbronze (1880—1882).

5. Prüfung der Qualitäts- und Festigkeitsverhältnisse der Oberbaumaterialien der schweiz. Nordostbahn (1880—1888), der finnländischen Staatsbahn (1880—1881), der Emmentalbahn (1882), der Pirée-Peloponèse-Bahn (1884), der Jura-Bern-Luzern-Bahn

(1884—1886), der schweiz. Zentralbahn (1884—1886), der St. Gotthardbahn (1884—1886), der Waldenburger-Bahn (1886—1887), der vereinigten Schweizerbahnen (1888) und der Davos-Landquart-Bahn (1888) u. s. w.

6. Prüfung der Qualitätsverhältnisse der Oberbaumaterialien und der Festigkeitsverhältnisse der Oberbaukonstruktionen der schweiz. Specialbahnen.

7. Untersuchung der Einflüsse der Lochungsmethoden auf die Festigkeitsverhältnisse des schmiedbaren Konstruktionsseisens (1885—1888).

8. Untersuchung des relativen Wertes des Flusseisens als Konstruktionsmaterial (1885—1888).

9. Prüfung der Methoden zur Qualitätsbestimmung von Gusseisen (1886—1888).

10. Untersuchung der Methode der Stossdeckungen von Eisenkonstruktionen (1887).

11. Prüfung der Qualitäts- und Festigkeitsverhältnisse von Brückenmaterialien der unteren Baseler Brücke (1880—1881), der Gemüsebrücke Zürich (1882), der Quaibrücke Zürich (1883), der Sihlwald- und Sihlbrücke Zürich (1883/87), der Birsigbrücke Basel (1885), der Winterthurer Bahnüberführungen (1882/88), der Rheinkorrektionsbrücken (1885) und anderer Objekte.

12. Untersuchung des relativen Wertes einiger deutscher Normal-Trägerprofile in Fluss- und Schweisseisen; Auftrag der Hrn. Gebr. Stumm in Neunkirchen (1884—1885).

13. Untersuchungen von Schiffs- und Dampfkesselblechen (1882—1893) für Escher Wyss & Cie., Gebrüder Sulzer, die Lokomotivfabrik Winterthur, die schweiz. Nordostbahn, die Jura-Bern-Luzern-Bahn, den Dampfkesselrevisionsverein u. A.

14. Untersuchung der Qualitäts- und Festigkeitsverhältnisse der Aluminiumlegierungen der schweiz. Aluminiumindustrie-Gesellschaft (1888—1895).

15. Untersuchung der Gesetze der Knickfestigkeit des Gusseisens (1887—1888—1895).

16. Untersuchung der Gesetze der zusammengesetzten Normalfestigkeit des Gusseisens (1888).

17. Untersuchung der Gesetze der zusammengesetzten Normalfestigkeit des schmiedbaren Konstruktionsseisens (1888).

18. Untersuchung der Qualitäts- und Festigkeitsverhältnisse der Erzeugnisse der Eisen- und Stahlwerke de Wendel & Cie. in Hayange (1886—1888).

19. Untersuchung des Einflusses der Form und der Querschnittsgrösse auf den Ausfall der Zerreißproben (1889—1890).

20. Untersuchung der Materialbeschaffenheit der eingestürzten Acheloos-Brücke bei Agrinion (1889).

21. Vergleichende Untersuchung der Methoden der Ausführung der technologischen Biegeproben und der gebräuchlichen Ausdrucksformen der Biegsamkeit (1889—1890).

22. Untersuchung der Produkte des Thomasprozesses in Verbindung mit der Abnahme des Brückeneisens der St. Gotthardbahn und der schweiz. Nordostbahn (1891—1893).

23. Untersuchung der Qualitäts- und Festigkeitsverhältnisse des Materials der eingestürzten Mönchensteiner Brücke (1891).

24. Untersuchung der Qualitätsverhältnisse des Eisens älterer schweiz. Eisenbahnbrücken (1891—1896).

25. Untersuchung der Knickfestigkeit der mittleren Streben der Mönchensteiner Brücke (1893).

26. Untersuchung der Hilfsmittel zur Feststellung des Grobgefüges von Eisen und Stahl (Ätzverfahren; 1894—1895).

27. Untersuchung des Grobgefüges von Eisen und Stahl; insbesondere von Eisenbahnschienen und Querswellen (1895 und 1896).

28. Erledigung der laufenden Aufträge der Kategorie F.

Kategorie G: Draht- und Hanfseile, Treibriemen, Ketten.

1. Prüfung der Methoden der Einspannung der Seile, insbesondere der Drahtseile bei Zerreißversuchen (1881—1886).

2. Prüfung der Qualitäts- und Festigkeitsverhältnisse der Seile der schweiz. Drahtseilbahnen (1881—1897).

3. Untersuchung des Einflusses der Ablenkung der Drahtseile auf deren Zugfestigkeit; im Auftrage des techn. Inspektorats der schweiz. Eisenbahnen ausgeführt durch Herrn Kontrol-Ingenieur *Glauser* (1886).

4. Prüfung der Methoden zur Qualitätsbestimmung des Drahtmaterials (1886—1888).

5. Erledigung der laufenden Aufträge der Kategorie G.

Kategorie H: Schmier- und Anstrichöle, Anstrichmassen.

1. Untersuchung der Wertverhältnisse der modernen Anstrichmassen als Rostschutzmittel für Eisenkonstruktionen (1893 bis 1896).

2. Untersuchung der physikalisch-chemischen Eigenschaften der Leinölfirnisse (1895).

3. Erledigung der laufenden Aufträge der Kategorie H.

Kategorie I: Brennmaterialien.

Erledigung der laufenden Aufträge der Kategorie I.

Kategorie K: Papier.

Erledigung der laufenden Aufträge der Kategorie K.

Kategorie L: Verschiedenes.

1. Chemisch-analytische Untersuchung der schweiz. Thon-, Mergel- und Gypslager; Darstellung derselben in einer Karte durch die Hrn. Prof. Dr. *Heim* und Prof. *Jaccard* (1883—1888).

2. Chemisch-analytische Untersuchung der modernen Bindemittel einschliesslich zahlreicher Hochofenschlacken und natürlicher Puzzolanen (1883—1896).

3. Chemisch-analytische Untersuchung lufttreibender Portlandcemente (1886 u. f.).

4. Chemisch-analytische Untersuchung der Wasseraufnahme normaler und lufttreibender Portlandcemente (1886 u. f.).

5. Chemisch-analytische Untersuchung der Zusammensetzung der wichtigsten Legierungen des Kupfers; insbesondere der Aluminiumbronzen und der Aluminium-Messingsorten; ausgeführt der Hauptsache nach im Auftrage der schweiz. Aluminiumindustrie-Gesellschaft, Neuhausen.

6. Untersuchung der chemischen Zusammensetzung von Stahlschienen bestimmten Verhaltens im Betriebe (1885—1886).

7. Untersuchung der chemischen Zusammensetzung des Darby-Schienenstahls in verschiedenen Höhenlagen der Gussblöcke (1894).

8. Untersuchung der Saigerungsverhältnisse in 33 Stahlarten bekannter Herkunft, Erzeugungs- und Verwendungsart.

9. Untersuchung der chemischen Zusammensetzung charakteristischer Importwaren der keramischen Industrien; ausgeführt mit Subvention der Interessenten der Gruppe 32 der schweiz. Landesausstellung vom Jahre 1896.

10. Geologische Aufnahme und die chemisch-physikalische Untersuchung der schweiz. Thonlager; mit Subvention der Eidgenossenschaft und der Interessenten der Gruppe 32 der schweiz. Landesausstellung vom Jahre 1896 (in Ausführung begriffen).

11. Erledigung der laufenden Aufträge der Kategorie L.

9. Verzeichnis der Publikationen.

1881. Zur Frage der Qualitätsbestimmung von Eisen und Stahl. Schweiz. Eisenbahn, Bd. XV, S. 16.
1881. Guhrdynamit und die Sprenggelatine beim Bahnbau am St. Gotthard. Schweiz. Eisenbahn, Bd. XIV, S. 68.
(Auch in Broschüreform unter dem Titel: »Die Nobel'schen Nitroglycerin-Präparate«. Zürich, 1882).
1881. Mitteilungen aus der eidg. Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien. Versuche mit Hanfseilen. Schweiz. Eisenbahn, Bd. XV, S. 24.
1881. Versuche mit Drahtseilen. Schweiz. Eisenbahn, Bd. XV, S. 28 u. 35.
1881. Resultate der Qualitätsbestimmungen von Metallen. Schweiz. Eisenbahn, Bd. XV, S. 64 u. 83.
1881. Zur Frage der Qualitätsbestimmung von Eisen und Stahl, Klassifikation dieser Materialien. Schweiz. Eisenbahn, Bd. XV, S. 92.
1882. Zur Frage der Qualitätsbestimmung zäher Konstruktionsmaterialien. Resultate der Prüfung der schweizerischen Kanonenbronze; Einfluss des Uchatius'schen Walzverfahrens. Schweiz. Eisenbahn, Bd. XVI, S. 109.
1882. Mitteilungen aus der eidg. Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien. Resultate der Prüfung von Metallen (Stahlschienen). Schweiz. Eisenbahn, Bd. XVI, S. 120.
1883. Zur Frage der Qualitätsbestimmung zäher Konstruktionsmaterialien. Schweiz. Bauzeitung Bd. I, S. 35.

1883. Über den Erhärtungsvorgang hydraulischer Bindemittel. Schweiz. Bauzeitung Bd. I, S. 53.
1883. Einheitliche Nomenklatur und Klassifikation von Bau- und Konstruktionsmaterialien
I. Teil: Eisen und Stahl,
II. Teil: Hydraulische Bindemittel;
herausgegeben vom schweiz. Ingenieur- und Architektenverein (1883).
1883. Zur Frage der Prüfung und Klassifikation hydraulischer Bindemittel. Schweiz. Bauzeitung, Bd. I, S. 123.
1883. Normen für die einheitliche Lieferung und Prüfung hydraulischer Bindemittel; herausgegeben vom schweiz. Ingenieur- und Architektenverein 1883.
1883. Zur Frage der Knickungsfestigkeit der Bauhölzer. Schweiz. Bauzeitung, Bd. II, S. 141.
1883. Die Baumaterialien auf der schweiz. Landesausstellung, gemeinsam mit den Herren F. Locher, U. Meister und A. Koch. Zürich, Cäsar Schmidt, 1883.
1883. Der Portlandcementbeton auf der schweiz. Landesausstellung. Schweiz. Bauzeitung, Bd. II, S. 127.
1884. Der Kalk im Ziegelthone. Deutsche Ziegler- und Töpferzeitung, Jahrgang XV, S. 71.
1884. Über die Wirkung einiger Zumischmittel auf den Portland-Cement. Schweiz. Bauztg. Bd. III, S. 143; Bd. IV, S. 38; vergl. auch die deutsche Thonindustrie-Zeitung.
1884. Zur Frage der Wirkung einiger Zumischmittel auf den Portl.-Cement. Deutsche Töpfer- und Zieglerzeitung Bd. XV, S. 428.
1884. Offizielle Mitteilungen der Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien am schweiz. Polytechnikum.
I. Heft: Methoden und Resultate der Prüfung natürlicher und künstlicher Bausteine.
II. Heft: Methoden und Resultate der Prüfung der schweiz. Bauhölzer.
1884. Zur Frage der Qualitätsbestimmung von Flussstahlschienen. Schweiz. Bauzeitung Bd. IV. S. 75.
1884. Der Wert des Dietzsch'schen Etagenofens für die schweiz. Cementindustrie. Broschüre, Zürcher & Furrer.

1885. Vorschlag zu einer einheitl. Nomenklatur hydr. Bindemittel. Thonindustrie-Zeitung, Berlin.
1885. Bericht über die relative Wertbestimmung einiger deutscher Normalprofile in Schweiss- und Flusseisen. Broschüre, Zürcher & Furrer.
1886. Einfluss der Lochungsmethoden auf die Festigkeitsverhältnisse des Schmiedeisens. Schweiz. Bauzeitung, Bd. VII, S. 33.
1886. Offizielle Mitteilungen der Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien am schweiz. Polytechnikum.
III. Heft: Methoden und Resultate der Prüfung von Eisen und Stahl und anderen Metallen.
1886. Der Schlackencement. Schweiz. Bauzeitung, Bd. VII, S. 83.
1886. Über die Anforderungen an Eisenbahnschienen im Betriebe; »Stahl und Eisen«, 1886, S. 408.
1886. Die Sandwaschmaschine von Gressly-Ruge. Schweiz. Bauzeitung, Bd. VIII, S. 119.
1886. Zur Frage der zulässigen Inanspruchnahme des schmiedbaren Eisens. Schweiz. Bauzeitung, Bd. VIII, S. 141.
1887. Der Schlackencement. Broschüre, Berlin, Verlag der deutschen Ziegler- und Kalkbrennerzeitung.
1887. Zur Frage der Konservierung der natürlichen Bausteine. Schweiz. Bauzeitung, Bd. IX., S. 91.
1887. Bericht über die Abänderungsvorschläge der schweiz. Normen für die einheitliche Lieferung und Prüfung hydraulischer Bindemittel vom Jahre 1883. Broschüre, Zürcher & Furrer, Zürich.
1887. Über die Volumenbeständigkeit hydraulischer Bindemittel. Schweiz. Bauzeitung, Bd. X, S. 59/64.
1887. Zur Theorie der Knickfestigkeit. Schweiz. Bauzeitung, Bd. X, S. 93.
1887. Beschlüsse der Konferenzen zu München und Dresden über einheitliche Untersuchungsmethoden; gemeinsam mit J. Bauschinger, Fr. Berger, C. Ebermayer und Dr. Hartig; München, bei Ackermann.
1888. Die Knickfestigkeit der Bauhölzer. Schweiz. Bauzeitung, Bd. XI, S. 110.
1889. Die angewandte Elasticitäts- und Festigkeitslehre. Zürich, Verlag von Zürcher & Furrer.

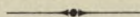
1889. Der schweiz. Normaldruckapparat für Cementproben. Schweiz. Bauzeitung, Bd. XIII, S. 7.
1889. Notiz zur Frage der Knickfestigkeit des schmiedbaren Konstruktionseisens. Schweiz. Bauzeitung Bd. XIII, S. 16.
1889. Denkschrift über die Errichtung einer eidgen. Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien. Bern (bei Körber).
1889. Lufttreibende Portlandcemente und die Darrprobe. Schweiz. Bauzeitung, Bd. XIV, Nr. 1 (als Beilage).
1889. Bericht über die Aufsuchung entsprechend abgekürzter Methoden zur Ermittlung der Volumenbeständigkeit des Portlandcementes und der übrigen hydraulischen Bindemittel. Zürich, Zürcher & Furrer, 1889.
1890. Das basische Konvertereisen als Baumaterial. Schweiz. Bauzeitung, Bd. XVI, S. 111 und 117.
1890. Bericht über die Untersuchung der Qualitäts- und Festigkeitsverhältnisse der Erzeugnisse der Eisenwerke der Herren de Wendel et Comp. Zürich, F. Lohbauer, 1890.
1890. Methoden und Resultate der Prüfung der Festigkeitsverhältnisse des Eisens und anderer Metalle. IV. Heft der Offiz. Mitteilungen; Zürich, F. Lohbauer, 1890.
1891. Über Neuerungen auf dem Gebiete der Gütebestimmung des schmiedbaren Eisens. Schweiz. Bauzeitung, Bd. XVII, Nr. 19/20.
1892. Ein Beitrag zur Flusseisenfrage. Schweiz. Bauzeitung, Bd. XIX, No. 19, 20, 21, 12 und 23.
1893. Die Knickfestigkeit der mittleren Streben und der Gütewert des Materials der Mönchensteiner Brücke; Schweiz. Bauzeitung, Bd. XXI, Nr. 16 und 17.
1893. Bericht über den Neubau, die Einrichtung und die Betriebsverhältnisse des schweiz. Festigkeitsinstitutes. V. Heft der Offiz. Mitteilungen; Zürich, F. Lohbauer, 1893.
Vergl. auch Schweiz. Bauzeitung, Bd. XXII, S. 24.
1893. Das Thomaseisen als Nietmaterial. Schweiz. Bauztg., Bd. XXII, S. 17.
1893. Formeln zur Berechnung auf Knickung beanspruchter Stäbe in Schweiss- und Flusseisen. Schweiz. Bauztg. Bd. XXII, S. 54.

1893. Zur Frage des Einflusses der Temperatur auf die Abbindeverhältnisse hydr. Bindemittel. Deutsche Thonindustrie-Zeitung, Bd. XVII, S. 187.
1893. Bericht über das Verhalten der Thomas-Stahlschienen auf den schweiz. Eisenbahnen. Zürich, Druck bei F. Lohbauer.
1893. Prof. J. Bauschinger. Schweiz. Bauztg., Bd. XXII, S. 147.
1893. Methoden und Resultate der Prüfung hydr. Bindemittel. VI. Heft der Offiz. Mitteilungen; Zürich, Druck bei F. Lohbauer.
1894. Über Bétongewölbe zwischen I-Trägern. Schweiz. Bauztg., Bd. XXIV. S. 4.
1894. Über die beschleunigten Volumenbeständigkeitsproben mit hydr. Kalk und Roman-Cement. Schweiz. Bauztg., Bd. XXIV, S. 12.
1894. Über Mauer- und Cement-Arbeiten bei niedrigen Temperaturen. Schweiz. Bauztg. Bd. XXIV, S. 136.
1894. Resultate spezieller Untersuchungen auf dem Gebiete hydr. Bindemittel. VII. Heft der Offiz. Mitteilungen. Zürich, Druck bei F. Lohbauer.
1894. Über das Verhalten der Thomasstahlschienen im Betriebe. Verlag von Speidel, Zürich.
1895. Teilweise Umarbeitung des 23. Heftes der Bauschinger'schen Mitteilungen über die Verhandlungen der Wiener Konferenz (1892). Verlag von Ackermann, München.
1895. Berichte der Unter-Kommission Nr. 2 der IV. ständigen Kommission für die Vereinbarung einheitl. Prüfungsmethoden der Anstrichmassen als Rostschutzmittel.«
1895. Beitrag zur Aufgabe 3: »Würdigung des Zusammenhanges zwischen der chemischen Zusammensetzung der natürl. Bausteine und deren Wetterbeständigkeit.«
1895. Beitrag zur Aufgabe 4: »Methoden der Untersuchung der Qualität insbesondere der Wetterbeständigkeit der Dachschiefer.«
1895. Beitrag zur Aufgabe 19: »Über die Unzuverlässigkeitserscheinungen des Flusseisens.«
1895. Bericht über die Thätigkeit des Vorstandes der IV. ständigen Kommission etc. etc. an den intern. Kongress, Zürich im September 1895.

1896. Die Gesetze der Knickfestigkeit der technisch wichtigsten Baustoffe. VIII Heft der Offiz. Mitteilungen; Zürich, Druck bei F. Lohbauer.
1896. do. do.; Auszug aus dem VIII Hefte der Offiz. Mitteilungen. Schweiz. Bauztg. Bd. XXVIII, S. 68.
1896. Methoden und Resultate der Prüfung der schweiz. Bauhölzer; Ausstellungsausgabe vom Jahre 1896. Zürich, Druck bei F. Lohbauer.
1896. Metamorphosen der Schienenstahlbereitung und des Prüfungsverfahrens von Stahlschienen. Schweiz. Bauztg. Bd. XXVIII, S. 130 u. f.
1896. Mr. M. H. Le Chatelier: «Über Volumenbeständigkeitsversuche des Hrn. Prof. L. v. Tetmajer». Paris, Le Ciment, Bd. I, Nr. 8.



Inhaltsverzeichnis.



| | |
|--|----|
| 1. Geschichtliches | 5 |
| 2. Der Neubau der Materialprüfungs-Anstalt | 11 |
| 3. Die Einrichtung der schweiz. Materialprüfungs-Anstalt | 17 |
| 4. Ziele und Zwecke der schweiz. Materialprüfungs-Anstalt | 22 |
| 5. Reglement der Materialprüfungs-Anstalt am schweiz. Polytechnikum in Zürich (vom Jahre 1895) | 27 |
| Tarifsätze für Arbeiten in der Kategorie: Natürliche Bausteine | 31 |
| " " " " " " Künstliche Bausteine | 32 |
| " " " " " " Dachschiefer und Dachziegel | 33 |
| " " " " " " Bindemittel | 35 |
| " " " " " " Bauholz | 39 |
| " " " " " " Metalle | 40 |
| " " " " " " Draht- und Hanfseile, Treibriemen | 44 |
| " " " " " " Schmier- u. Anstrich-öle, Anstrichmassen | 45 |
| " " " " " " Papier | 47 |
| " " " " " " chemisch-analytische Arbeiten, einschliessl. Brennmaterialien | 49 |
| 6. Methoden der Material-Untersuchungen. | |
| a) Chemisch-analytische Untersuchungs-Methoden | 51 |
| <i>Kieselsäurereiche Materialien</i> u. z. Thon, Mergel, Sandstein, Schiefer, Natürliche Puzzolane, Trasse, Produkte der keramischen Cementindustrie | 52 |
| Nachweis fremder Zuschläge im Portland-Cement | 79 |
| <i>Kieselsäurefreie Materialien, bezw. Materialien, die an Kieselsäure arm sind</i> , wie der Kalkstein, Dolomit, Gyps, Tripolit etc. | 81 |

Roheisen und schmiedbares Eisen.

| | |
|--|-----|
| Bestimmung des Kohlenstoffs | 83 |
| „ „ Mangans | 94 |
| „ „ Phosphors | 98 |
| „ „ Siliciums | 102 |
| „ „ Schwefels | 103 |
| „ „ Kupfers | 104 |
| „ „ Sauerstoffs | 104 |
| „ der mechanisch eingeschlossenen Schlacke | 105 |

Metall-Legierungen.

| | |
|--|-----|
| Bestimmung der Zusammensetzung der Aluminiumbronze | 105 |
| „ „ „ des Aluminiummessings | 107 |
| „ „ „ „ Ferroaluminiums | 109 |
| „ „ „ „ Phosphorkupfers | 109 |
| „ „ „ der Phosphorbronze | 110 |
| „ „ „ „ Lagermetalle | 111 |
| Analyse der Legierungen von Zinn, Antimon, Blei und Kupfer | 112 |
| „ „ „ „ Zinn, Zink, Blei u. Kupfer (Rotguss) | 114 |

Organische Materialien.

| | |
|--|-----|
| Untersuchungen des Mineralöls | 115 |
| „ der vegetabilischen Schmieröle | 121 |
| „ der Leinöle und Leinölfirnisse | 123 |
| Untersuchung des Holz-Cementes | 125 |
| „ „ Asphalts | 125 |
| „ der Steinkohle | 126 |

b) Physikalische Untersuchungs-Methoden.

Materialien der Kategorie: »Künstliche und natürliche Bausteine, Dachschiefer und Dachziegel.«

| | |
|---|-----|
| Geologisches Alter | 130 |
| Oberflächenbeschaffenheit, Klangfarbe | 130 |
| Bestimmung der Dichte | 130 |
| „ „ Gewichtsverhältnisse | 132 |
| „ „ Porosität | 137 |
| „ „ Härte | 137 |
| „ „ Fähigkeit der Wasseraufnahme | 138 |
| Prüfung auf Frostbeständigkeit | 139 |
| „ „ Wetterbeständigkeit | 139 |

| | |
|--|-----|
| Prüfung auf Fähigkeit des Erweichens in Wasser | 140 |
| „ der Abnützbarkeit | 140 |
| Bestimmung der Festigkeitsverhältnisse | 141 |

Anhang.

| | |
|--|-----|
| Prüfung auf Gehalt an löslichen Salzen | 152 |
| „ „ „ „ löslichen Körpern | 152 |
| „ „ Durchlässigkeit der Dachsteine | 152 |

Materialien der Kategorie »Bindemittel«.

| | |
|--|-----|
| Prüfung der chemischen Zusammensetzung | 153 |
| Nachweis fremdartiger Stoffe | 153 |
| Farbe und Struktur | 153 |
| Bestimmung der Gewichtsverhältnisse | 154 |
| Prüfung der Längenänderungen | 157 |
| „ „ Volumenbeständigkeits-Verhältnisse | 160 |
| „ „ Abbinde-Verhältnisse | 165 |
| „ „ Temperaturänderungen während dem Erhärtungs- prozesse | 171 |
| „ „ Mahlungsfinheit | 171 |
| „ „ Porosität und Wasserdurchlässigkeit | 172 |
| „ „ Frost- und Wetterbeständigkeit | 174 |
| „ „ Abnützbarkeit | 175 |
| „ „ Kraftentfaltung und der Bindekraft | 175 |
| „ „ Haftfestigkeit hydr. Bindemittel | 182 |

Materialien der Kategorie »Bauholz«.

| | |
|--|-----|
| Bestimmung der äusseren Merkmale | 183 |
| „ des Feuchtigkeitsgrades | 184 |
| „ der Gewichtsverhältnisse und Porosität | 184 |
| „ der Festigkeitsverhältnisse | 185 |

Materialien der Kategorie »Metalle«.

a) Die Qualitätsbestimmung des Materials an sich.

1. Gusseisen.

| | |
|---|-----|
| Bestimmung der chemischen Zusammensetzung | 189 |
| „ „ Zug- und Druckfestigkeit | 189 |
| „ „ Biegearbeit | 190 |

2. Schmiedbares Eisen.

| | |
|---|-----|
| Bestimmung der chemischen Zusammensetzung | 191 |
| „ „ makroskopischen Struktur | 191 |

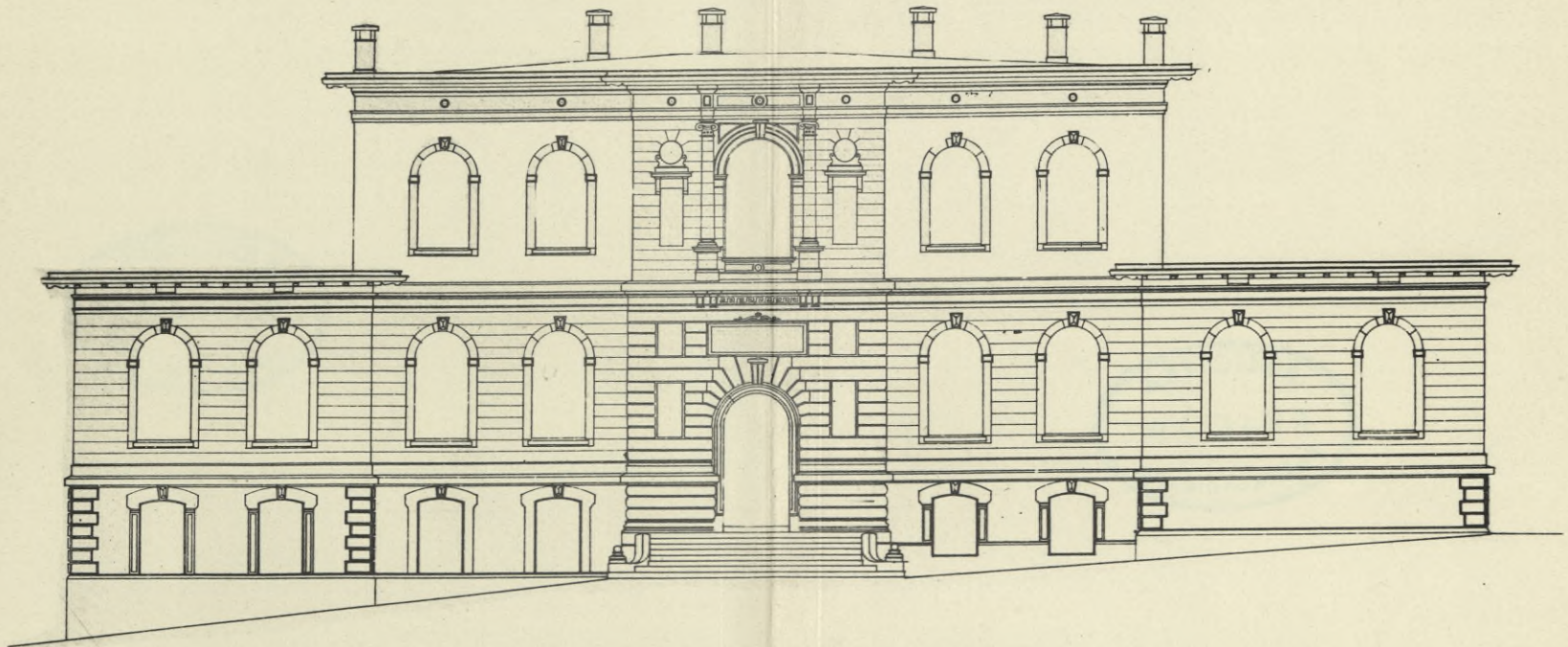
| | |
|--|-----|
| Bestimmung der Biegsamkeit in kaltem Zustande | 192 |
| „ „ „ „ rotwarmem Zustande | 196 |
| „ „ „ „ gehärtetem „ | 197 |
| „ „ Stauchbarkeit | 197 |
| „ „ Schmied- und Ausbreitfähigkeit | 198 |
| „ „ Schweissbarkeit | 199 |
| „ „ Zugfertigkeit und des Arbeitsvermögens des Materials | 200 |
| b) Untersuchung der Qualität- und der Festigkeitseigen- schaften ganzer Gebrauchsstücke | 206 |
| <i>Materialien der Kategorie »Draht, Draht- und Hanf- seile, Treibriemen, Ketten«</i> | 207 |
| <i>Materialien der Kategorie »Schmier- und Anstrich- öle, Anstrichmassen, etc.«</i> | |
| Bestimmung des Farbtons der Anstrichmasse | 213 |
| „ der chemischen Zusammensetzung | 213 |
| „ „ Gewichtsänderungen beim Trockenprozesse | 214 |
| „ „ Menge der beim Streichen verbrauchten An- strichmasse | 214 |
| „ „ Trocknungsdauer | 214 |
| „ „ Haftfähigkeit und Zähigkeit | 214 |
| „ „ Säurebeständigkeit | 215 |
| <i>Materialien der Kategorie »Papier«.</i> | |
| Bestimmung der verschiedenen Faserarten | 215 |
| „ des Aschengehalts | 216 |
| „ ; „ Durchschlagvermögens | 216 |
| Prüfung des Papiers auf Chlor und freie Säure | 217 |
| „ der Dicke, des Gewichts und der äusseren Beschaffenheit | 218 |
| „ des Widerstands gegen Zerknitterung | 218 |
| „ der Saug- und Filtrirfähigkeit | 219 |
| „ der Zerreissfestigkeit und Dehnung | 220 |
| 7. Auszug aus dem Jahresbericht der schweiz. Material- prüfungs-Anstalt vom Jahre 1895 | 221 |
| 8. Verzeichnis der in der schweiz. Materialprüfungs- Anstalt ausgeführten Arbeiten | 238 |
| 9. Verzeichnis der Publikationen | 246 |



Ansicht

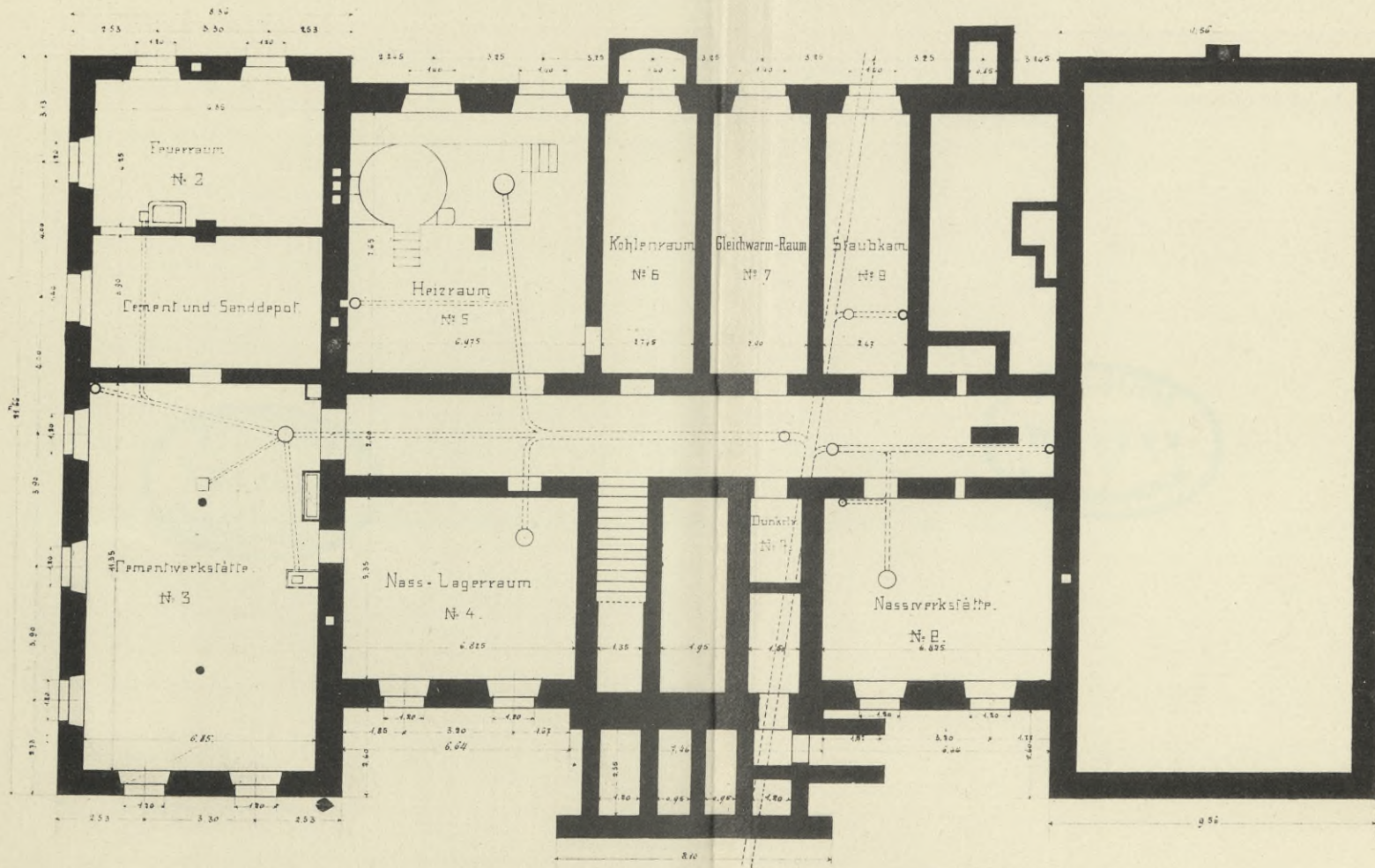


FAÇADE gegen die LEONHARDS-GASSE.



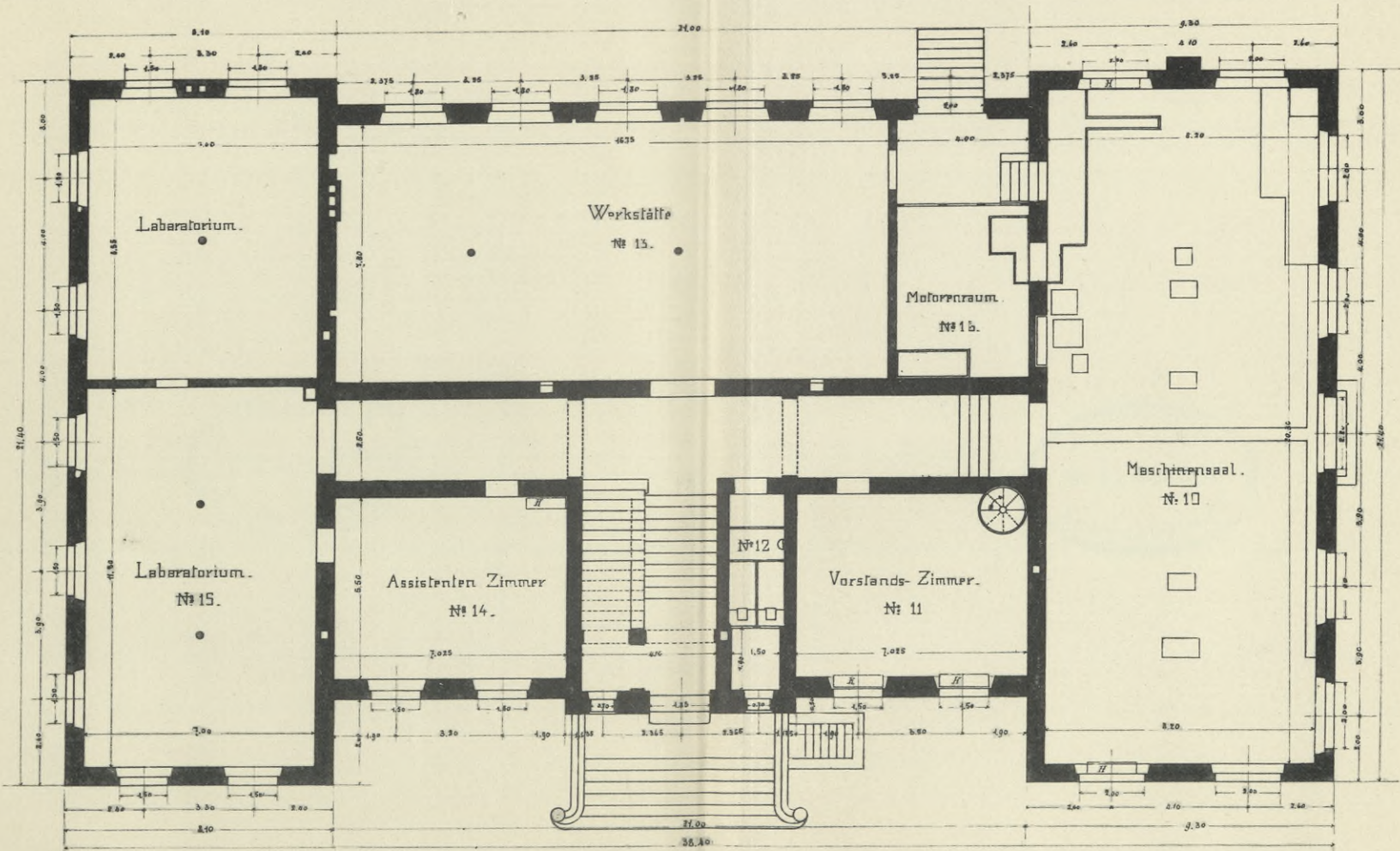


KELLERGEHOSS.





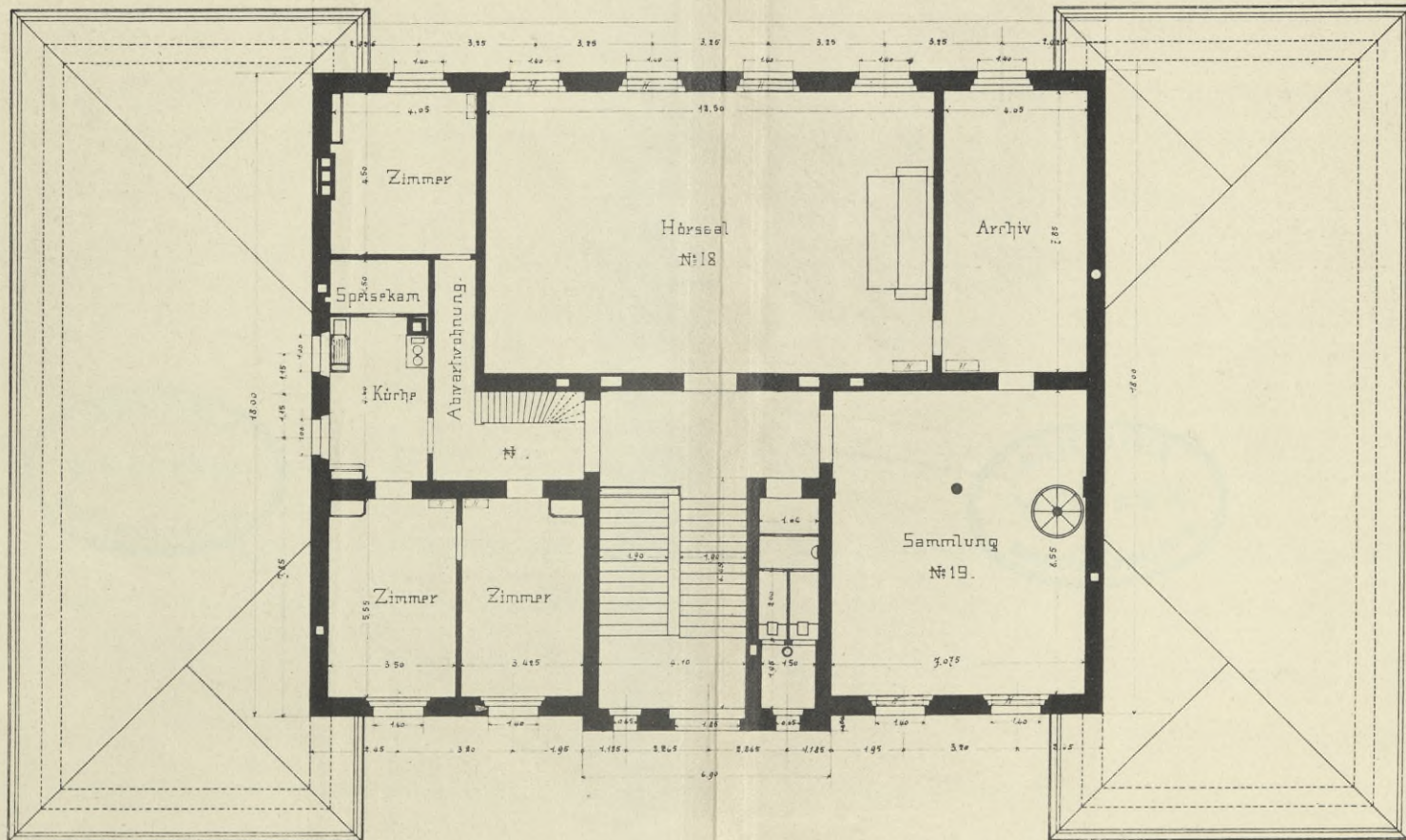
- ERDGESCHOSS -





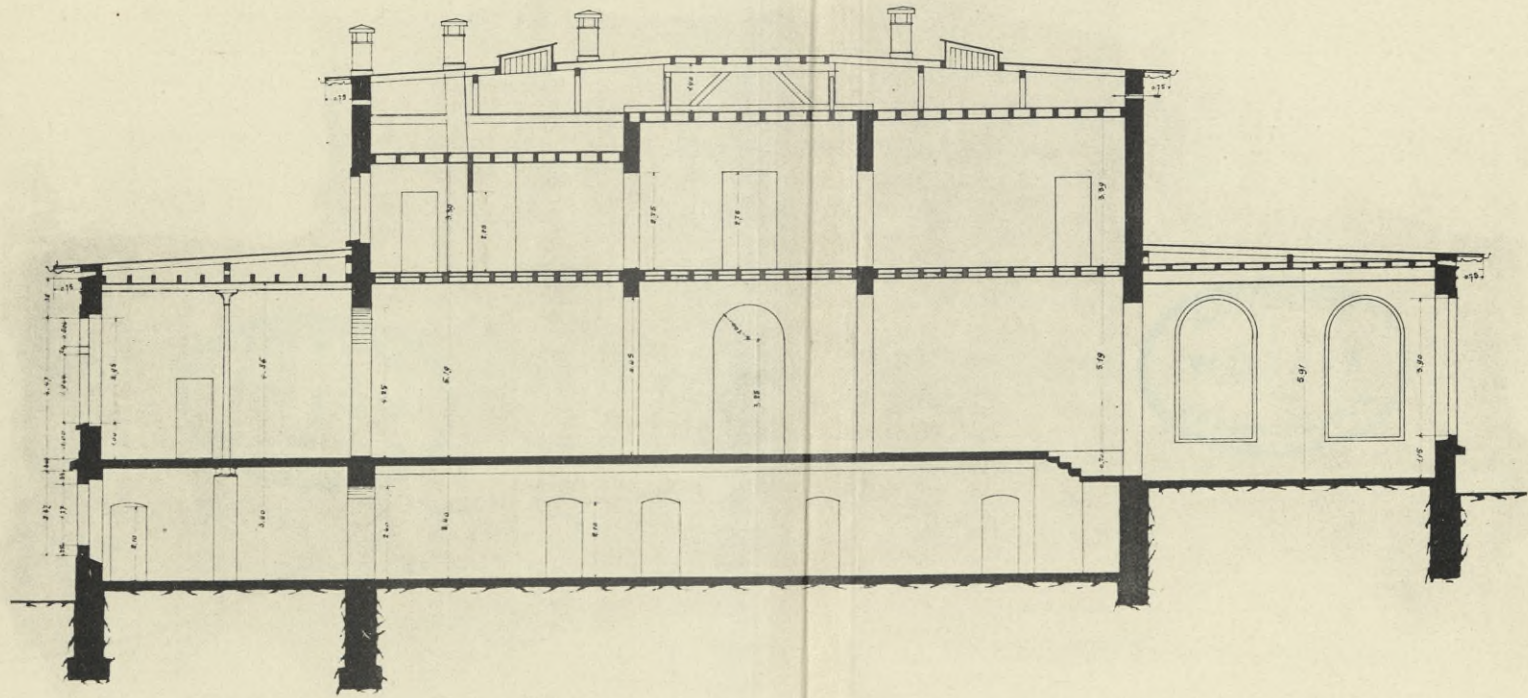
BIBLIOTEKA
KRAKÓW
*
Politechniczna

I. STOCK.





LÄNGENSCHNITT.







Chemisches Laboratorium



BIBLIOTEKA

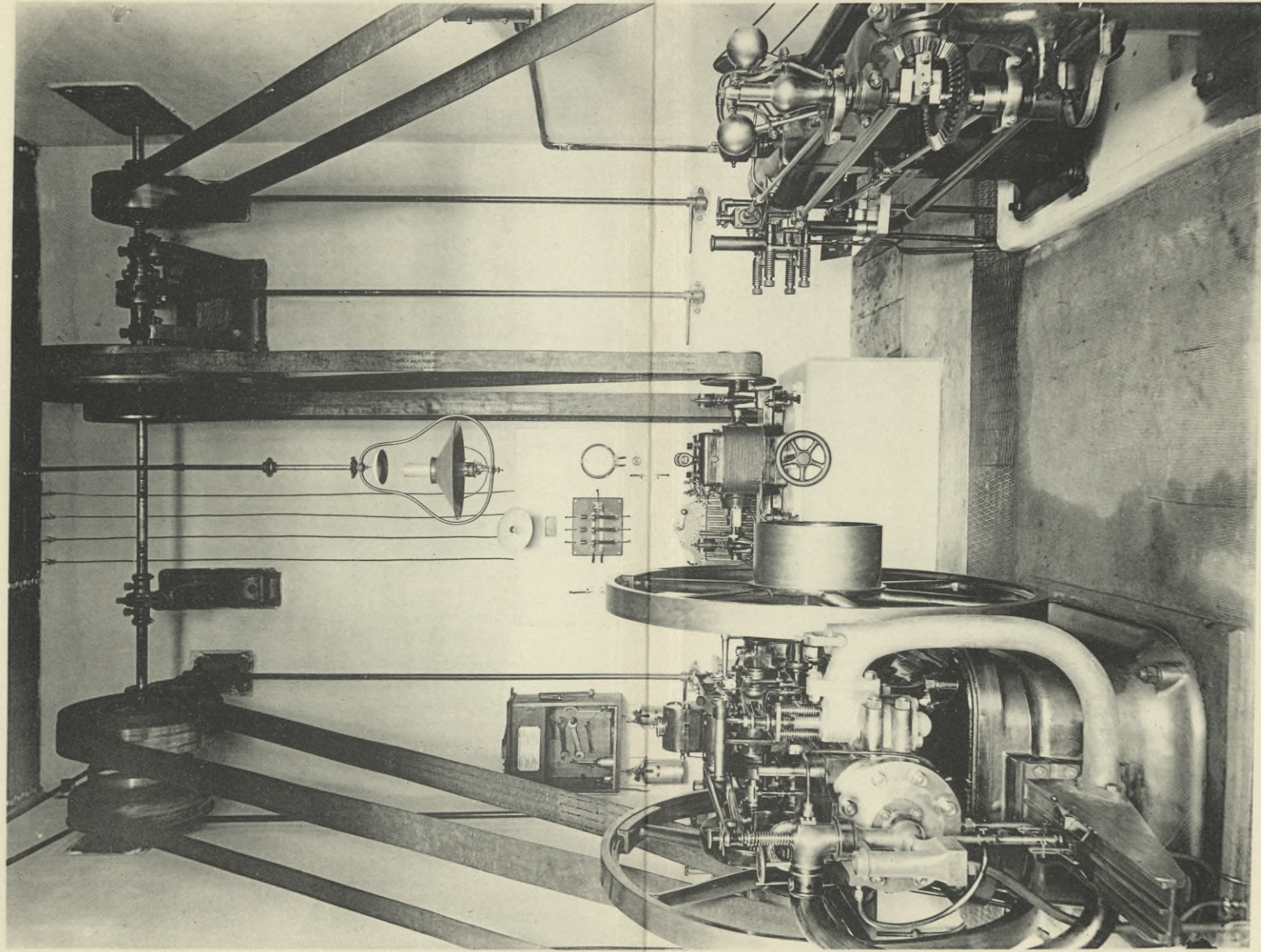
KRAKÓW

Politechniczna



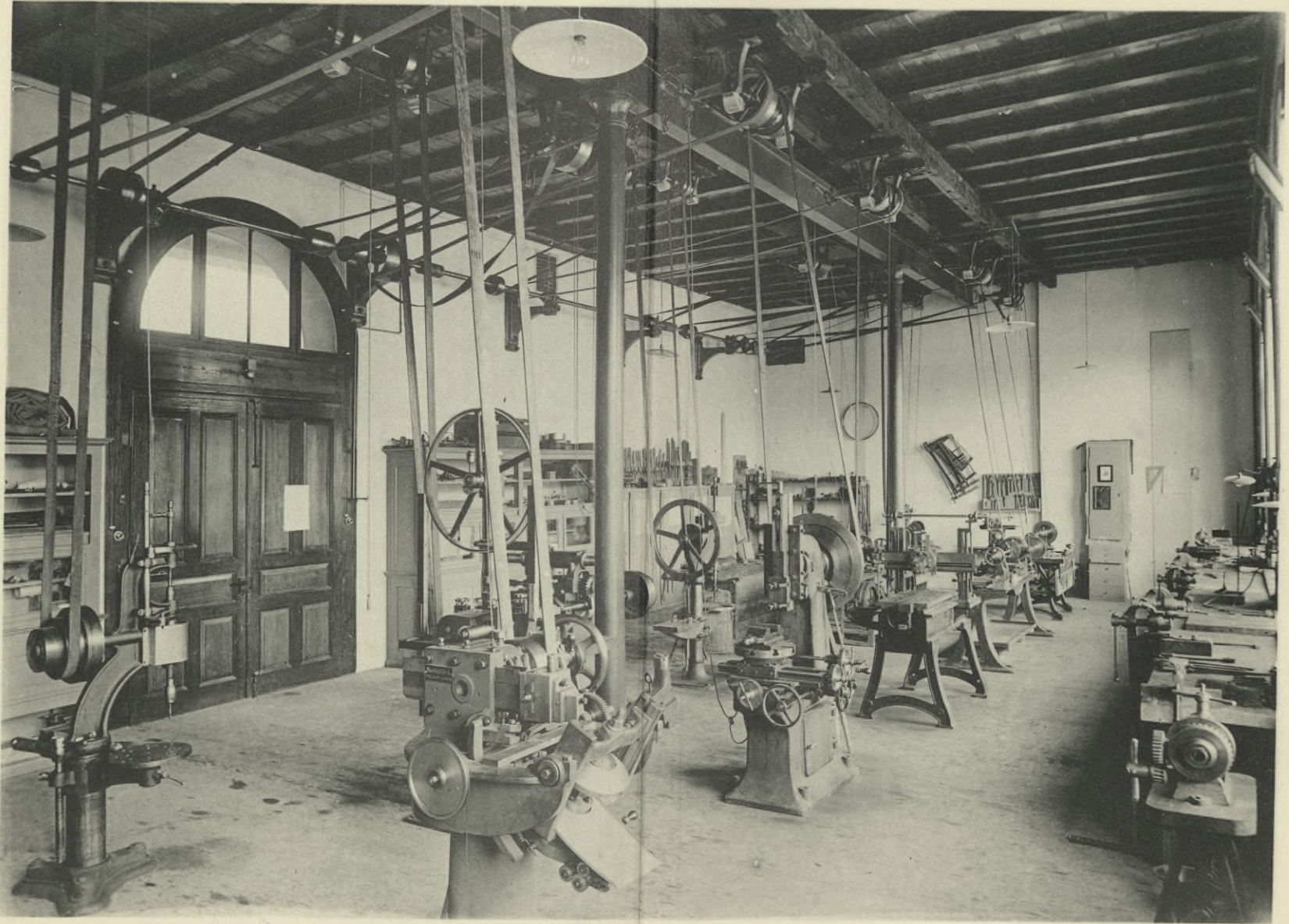
Physikalisches Laboratorium





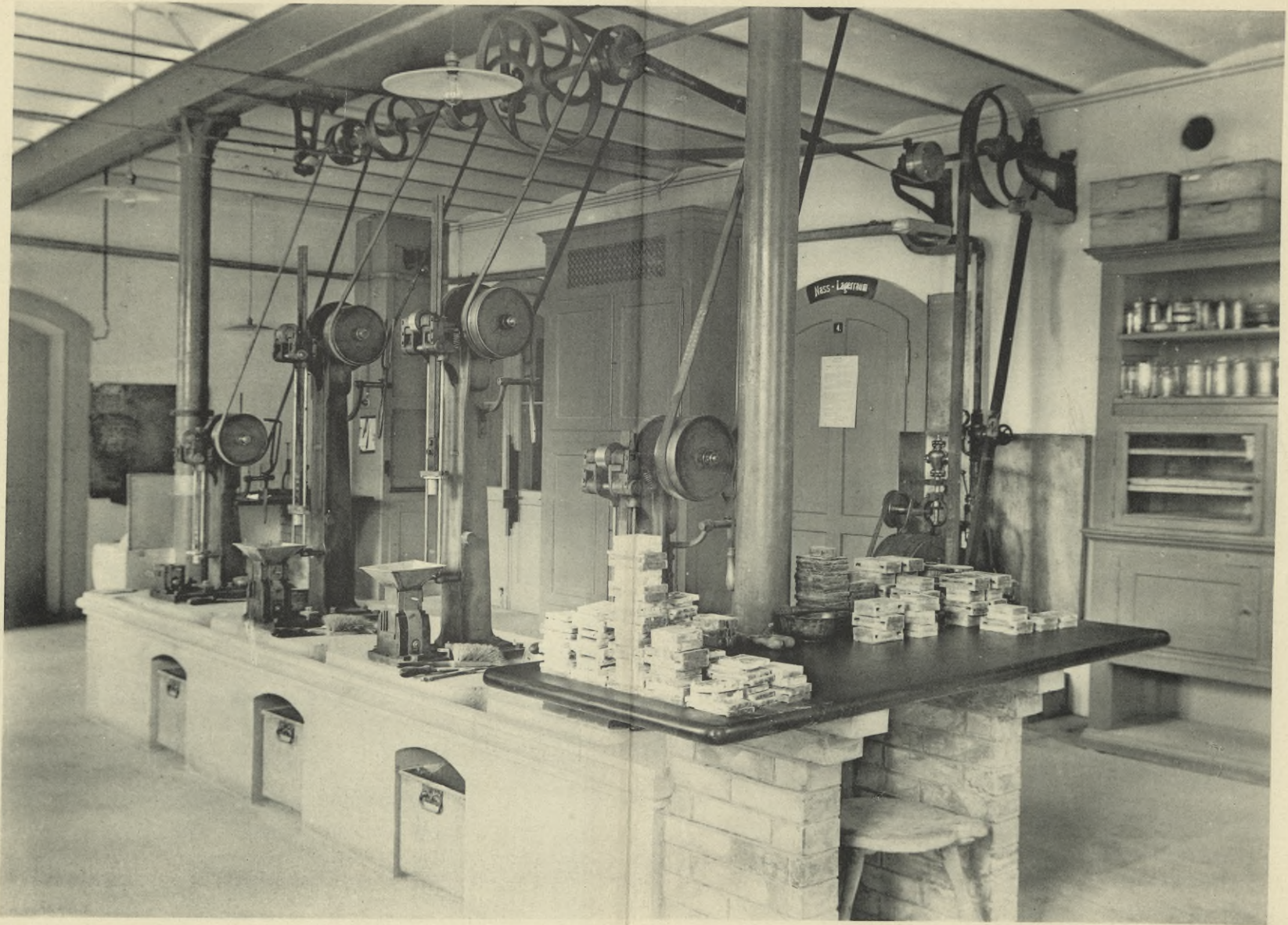
Motorenraum





Werkstätte





Cement-Werkstätte



BIBLIOTEKA
KRAKÓW
*
Politechniczna



Versuchs- (Maschinen-) Saal



S-96

5. 61

POLITECHNIKA KRAKOWSKA
BIBLIOTEKA GŁÓWNA

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-351665

Kdn. 524. 13. IX. 54

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000294701