Der Neubau und die Einrichtungsverhältnisse der eidg. Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien

Autor(en): **Tetmajer, L.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **21/22 (1893)**

Heft 5

PDF erstellt am: **09.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-18155

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

INHALT: Der Neubau und die Einrichtungsverhältnisse der eidg. Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien. (Schluss.) — Die Festigkeitsversuche von Wöhler und Bauschinger und unser Gesetz über die Schwächung des Arbeitsvermögens der Materialien durch Spannungswechsel. — Nekrologie: Ernst Kinzelbach. Werner Kümmel. Victor Contamin. — Miscellanea: Eidg. Polytechnikum. Eisenbahn Jaffa-Jerusalem. Der Kanal von Korinth. Elektrische Stadtbahn in Berlin. Lokomotiven in Japan. Technische Hochschule in Darmstadt. Deutscher Verein für den Schutz des gewerblichen Eigentums. Denkmal für Louis Favre. Verband deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine. — Konkurrenzen: Rathaus in Elberfeld. — Litteratur. — Vereinsnachrichten: Stellenvermittelung.

Der Neubau und die Einrichtungsverhältnisse der eidg. Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien.

Von Prof. *L. Tetmajer* in Zürich.

(Schluss.)

3. Die Einrichtung des Festigkeitsinstitutes.

In folgender Zusammenstellung geben wir eine Uebersicht über die augenblicklich vorhandenen Einrichtungsgegenstände der Festigkeitsanstalt, soweit diese bei der Appretur und dem Prüfungsverfahren von Bau- und Konstruktionsmaterialien in Betracht fallen. Fachkundigen gegenüber ist die Bemerkung überflüssig, dass das schweiz. Festigkeitsinstitut auch vermöge seiner Einrichtungsverhältnisse — im Gegensatze zu Versuchsanstalten — den Charakter der Prüfungsstation trägt und sich weder mit den grossen mech.techn. Laboratorien des deutschen Reiches, also weder mit den techn. Versuchsanstalten zu Charlottenburg, noch mit denjenigen Prof. Bauschinger's in München messen kann. Ja selbst die staatliche Versuchsanstalt Belgiens, welche als Annex der Staatsbahnwerkstätten zu Mecheln im Betriebe steht, verfügt über so bedeutende Installationen, dass diesen gegenüber unsere Einrichtungen als nur bescheidene Anfänge gelten können. Vermöge seiner Einrichtungen steht das eidg. Festigkeitsinstitut den Laboratorien am nächsten, welche neuerer Zeit an der techn. Hochschule zu Stuttgart, an dem kais. russischen Wegebauinstitut zu Petersburg, dem Polytechnikum zu Bukarest, ferner an techn. Hochschulen in Oesterreich und Ungarn (Prag, Wien, Budapest) eingerichtet wurden.

Eidg. Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien in Zürich.

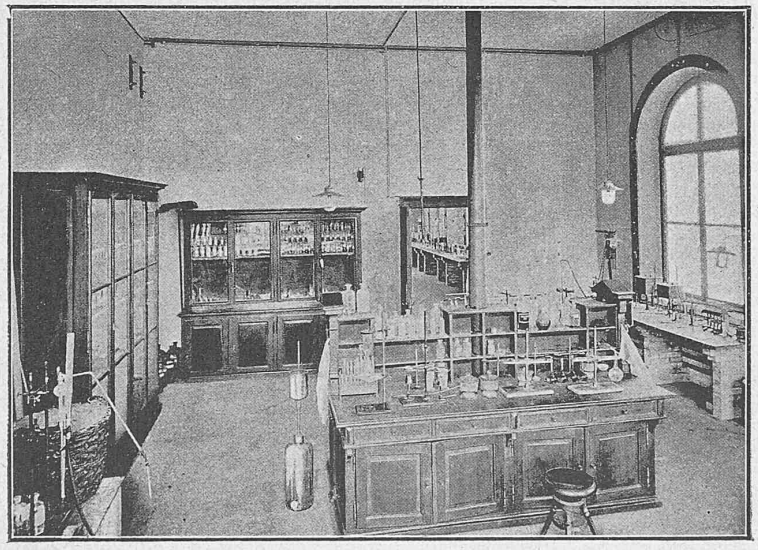

Fig. 8. Chemisches Laboratorium.

A. Kellergeschoss:

Nr. 1. *Feuerraum* (mit 29,11 m^2 B.-Fl.*)
enthält: Einrichtung für chemisch-analytische Verbrennungszwecke; 1 Sandtrockenofen; 1 Darrschrank für niedrige Temperaturen; 1 Cementbrennofen; 1 Muffelofen für Temperaturen bis etwa 1000°.

Nr. 2. *Materialdepot* (mit 26,72 m^2 B.-Fl.)
enthält: Normalsandbehälter; Lagerplätze für Einläufe an hydr. Bindemitteln.

Nr. 3. *Cementwerkstätte* (mit 77,65 m^2 B.-Fl.)
enthält: 4 Arbeitsplätze für Schüler und Volontärs; 2 Garnituren Formmaschinen für Probekörper hydr. Bindemittel; 2 Garnituren von Sieb- und Rüttelmaschinen; 2 Einstäuber für die Bestimmung der Volumengewichte hydr. Bindemittel in losem Zustande; 1 Normalsandsiebvorrichtung; 4 Garnituren Abbindeapparate; Apparate für die Bestimmung der Temperaturerhöhungen; 2 Arbeitsplätze für die ständige Bedienungsmannschaft; 1 einpferdiger Wassermotor; Utensilien und Werkzeug.

Nr. 4. *Nasslagerraum* (mit 36,49 m^2 B.-Fl.)
enthält: 2 hölzerne und 2 gemauerte Wasserbehälter für die Lagerung der Probekörper mit 29 m^2 Belegfläche.

Nr. 5. *Schmiede und Heizraum* (mit 53,40 m^2 B.-Fl.)
enthält: 1 Schmiedefeuer mit Ventilatorgebläse; Schmiedegeräte; Utensilien.

Nr. 6. *Kohlenraum* (mit 21,04^2 B.-Fl.)

Nr. 7. *Staubkammer* (mit 18,90 m^2 B.-Fl.)
enthält: 1 Petrolreservoir; 2 Kugelmühlen; 1 Siebwerk; 1 Kalkbehälter; 1 Schiefertisch. Das Petrolreservoir ist geschlossen und steht vermittelst eines, die Umfassungsmauer durchsetzenden Füllrohrs mit dem Hofraum in Verbindung.

Nr. 8. *Nasswerkstätte* (mit 36,49 m^2 B.-Fl.)
enthält: 1 Steinsäge, System Henrich; 1 Diamantsteinhobelmaschine; 1 Schleifapparat für Abnutzungsproben, System Bauschinger; 1 Schleifapparat für Metalle, Konstruktion Prof. R. Escher; 1 Ammoniak-Kompressor, System Linde, mit Kühlschrank für Frostproben. Diverse Utensilien und Werkzeuge.

Nr. 9. *Photograph. Dunkelraum* (mit 3,00 m^2 B.-Fl.)
enthält: die Ausrüstung für Entwickelung, Fixage, Tonung etc. phot. Aufnahmen.

Nr. 10. *Kellerraum* (mit 22,19 m^2 B.-Fl.)

B. Erdgeschoss:

Nr. 11. *Vorstands-Zimmer* (mit 38,61 m^2 B.-Fl.)
enthält: neben den Bureau-Ausrüstungsgegenständen, die Bibliothek der Anstalt.

Nr. 12. *Assistenten-Zimmer* (mit 38,61 m^2 B.-Fl.)
enthält: neben den Bureau-Ausrüstungsgegenständen, 2 analytische Wagen.

Nr. 13. *Physikalisches Laboratorium* (mit 80,50 m^2 B.-Fl.)
enthält: 8 Plätze für Schüler oder Volontärs; Apparate für einschlägige physikalische Arbeiten; Apparate für laufende Volumenbeständigkeitsproben hydr. Bindemittel; Wassergebläse für 4 Flammen; 1 Kapelle mit Gas und Wasser; 1 Durchlässigkeitsapparat; 2 Wagen; 1 Aufzug nach der Cementwerkstätte; Gestelle für Luftlagerung von Cementproben; Messwerkzeuge; Gerätschaften.

Nr. 14. *Chemisches Laboratorium* (mit 59,85 m^2 B.-Fl.)
enthält: 3 Arbeitsplätze für die ständigen Chemiker; 1 Kapelle mit 6 Wasserbädern, Gas und Wasser; 2 Wassergebläse; diverse Apparate und Mobiliar.

Nr. 15. *Mechanische Werkstätte* (gemeinsam mit der mech.-techn. Abteilung des schweiz. Polytechnikums; 130,65 m^2 B.-Fl.)
enthält: 3 Fraismaschinen; 2 Bohrmaschinen; 4 Drehbänke; 3 Hobelmaschinen; 1 Kreissäge; 1 Bandsäge mit

*) B.-Fl. = Bodenfläche.

Holzhobel und Fraiseinrichtung; 1 Gewindschneidemaschine; 1 Schleifstein; 2 Holzhobelbänke; 6 Arbeitsplätze; 1 einpferdige Turbine, System Bosshard-Ziegler.

Nr. 16. *Motorenraum* (mit 22,40 m^2 B.-Fl.) enthält: 1 zweipferdigen Gasmotor, System Martini & Co.; 1 etwa siebenpferdigen Petrolmotor, System von Lüde (der Motorenfabrik Saurer & Sohn, Arbon); 1 Dynamomaschine und verschiedene Ausrüstungsgegenstände.

Die Transmission der anschliessenden Werkstätte geht durch den Motorenraum u. es ist durch eine Klauenkuppelung und 4 Friktionskuppelungen Vorsorge zu mannigfachen, den Bedürfnissen entsprechenden Kombinationen von Kraftproduktionen und Abgabe getroffen werden.

Nr. 17. *Versuchs- oder Maschinenraum* (mit 170,56 m^2 B.-Fl.) enthält: 1 Werder'sche Festigkeitsmaschine für 100 *t* Kraftentfalten, mit Ausrüstung zur Vornahme zu Zug, Druck, Knickungs- und Biegungsversuchen.

Eidg. Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien in Zürich:

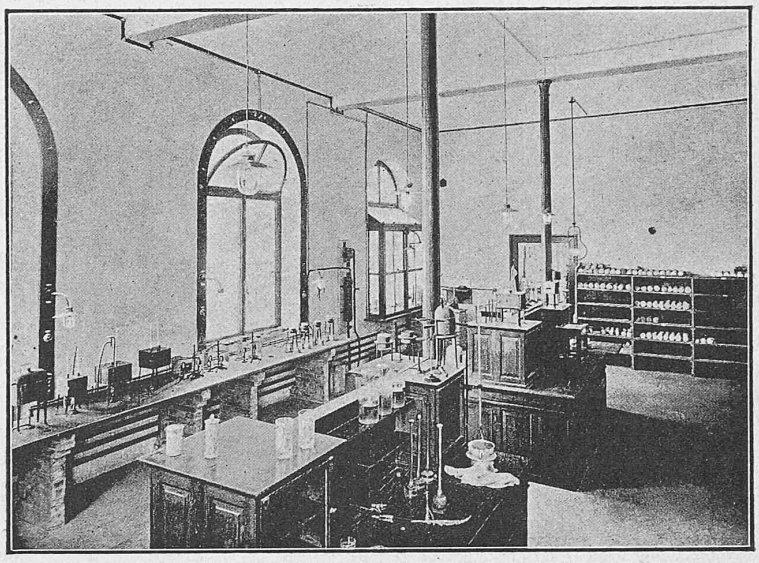

Fig. 9. Physikalisches Laboratorium.

Eidg. Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien in Zürich.

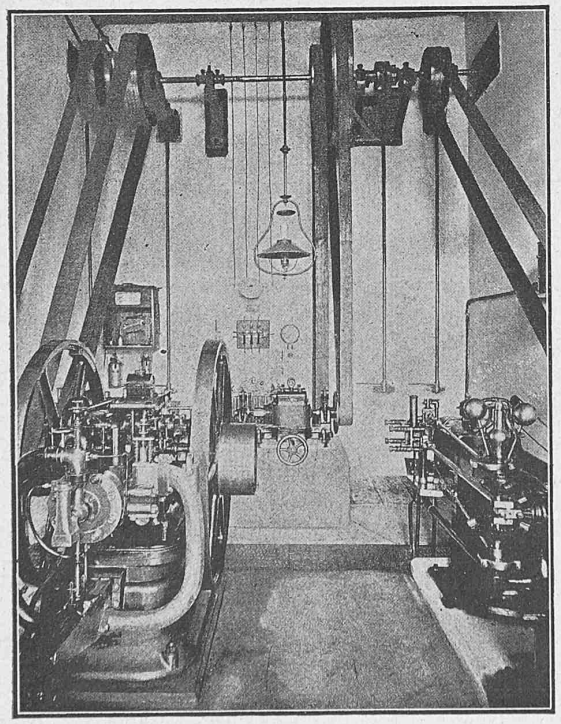

Fig. 10. Motorenraum.

1 Festigkeitsmaschine, System Pohlmeyer, für 100 *t* Ausrüstung zur Vornahme von Zug- und Biegungsproben. 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, u. z. eine für 120 *t* mit maschinellem Antrieb (abgeänderter Druckapparat, System Brink-Hübner); eine für 20 *t* (System Amsler-Amagat); eine für 2,0 *t* (System Amsler-Amagat). Sämtliche Druckapparate arbeiten mit reibungslosem Presskolben nach dem Prinzipe Amagats.

1 Präzisions - Zerreissmaschine für max. 2,0 *t* Kraftentfaltung, Syst. Hartig-Lennert.

1 Drahtzerreiss - Federdynamometer, System Amsler;

1 Draht-Torsionsapparat, System Amsler;

1 neuer Draht-Umschlagapparat von Tarnogrocky.

2 Zerreissapparate für Bindemittel;

1 Adhäsionsapparat für Bindemittel;

1 Kaltbiegemaschine für Metalle, System Mohr-Federhaff;

1 Kaltbiegemaschine für Metalle, System Amsler;

1 kleiner Schmid'scher Wassermotor zum Antriebe der Drahtprüfungsmaschinen;

1 Laufkrahn mit 3,0 *t* Tragfähigkeit. Professor *Bauschingers* 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.

C. Erster Stock:

Nr. 18. *Hörsaal* (mit 98,13 m^2 B.-Fl.) dient zeitweise zu Versammlungszwecken und erhielt mit Rücksicht auf diese eine bewegliche Bestuhlung für 72 Zuhörer. Das Katheder ist mit Wasser, Gas und Elektricität, die Fenster sind mit Rollvorrichtungen zur Verdunkelung des Saales bei Tageshelle ausgerüstet.

Nr. 19. *Archiv* (mit 31,79 m^2 B.-Fl.) enthält die deponierten Akten und Drucksachen der Anstalt, ferner verschiedene Lehrmittel des Dozenten für die Technologie der Baumaterialien u. d. m.

Nr. 20. *Sammlungsraum* (mit 60,45 m^2 B.-Fl.) dient lediglich zur Aufnahme und Konservierung von Belegstücken.

Die Festigkeitsversuche von Wöhler und Bauschinger und unser Gesetz über die Schwächung des Arbeitsvermögens der Materialien durch Spannungswechsel.

Von Prof. *Autenheimer* in Winterthur.

In der „Schweiz. Bauzeitung" vom 25. Febr. d. J. teilten wir folgende Gleichung

$$n = c \frac{E}{s^2 - s_1^2} \cdot \frac{A}{t + \sqrt[3]{t_1}}$$

mit, welche lehrt, wie viel Spannungswechsel ein Konstruktionsteil aushalten kann bis er bricht. Dabei wurde von der Voraussetzung ausgegangen, dass *jeder* Spannungswechsel einen Verlust an Arbeitsvermögen des Materials zur Folge habe, wie klein auch die specifische Anspannung des Materials sei; ferner, dass dieser Verlust wesentlich bedingt sei durch die *Dauer* des Spannungswechsel. Einige Beispiele über Schmiedeisen sind beigefügt, um die Anwendung des Gesetzes auf die verschiedenen Arten von Spannungswechseln zu zeigen.

Nun ziemlich allgemeine Verneinung dieser Auffassung. Man halte sich an die Versuche von Wöhler und Bauschinger. Diese haben gezeigt, „dass bei schmiedbarem Eisen wiederholte Anstrengungen innerhalb der Elasticitätsgrenze eine Abminderung des Arbeitsvermögens nicht entsteht, selbst bei den als ungünstig angesehenen Anstrengungen mit kurzen Ruhepausen.“ Das ist nun allerdings die neue, durch genannte Autoritäten begründete Lehre, welcher die Konstrukteure zum Teil huldigen und um so lieber, da sie dadurch leicht bauen können, ja sie sogar glauben anwenden zu dürfen auf Fälle, wo die grössten Gefahren für Menschenleben daraus erwachsen können.

Zur Rechtfertigung unserer Theorie mag es angezeigt sein, die Versuche von Wöhler und Bauschinger in nähere Betrachtung zu ziehen.

Versuche von Wöhler.

A. Wöhler, Obermaschinenmeister a. D. der niederschlesisch-mährischen Eisenbahn, publizierte anno 1870 Versuche, welche er aus Auftrag des preussischen Ministers des Innern, Grafen von Itzenplitz, ausführte. Er stellte sie zusammen in 17 Tabellen. Die vier ersten enthalten Versuche mit belasteten Stäben, welche kontinuierlich gedreht wurden; die fünf folgenden mit Stäben, welche (innerhalb bestimmter Grenzen) kontinuierlich nach einer Richtung gebogen wurden; die drei weitern mit Stäben, welche kontinuierlich verstreckt wurden und einen Versuch über kontinuierliche Verdrehung. Endlich sind in vier Tabellen die Resultate von Zerreissungs- und Drehungsproben mitgeteilt, welche dazu dienen, das Arbeitsvermögen der verwendeten Materialien annähernd zu bestimmen.

Um unsere Gleichung auf diese Versuche anwenden zu können, sind wir genötigt, einige Annahmen zu machen.

Die Spannung giebt Wöhler in Centnern, die Querschnitte in Quadratzollen, beide wohl im preussischen Masssystem an. Wir nehmen deshalb abgerundet 1 Ctr. = 50 *kg* und 1 Q.-Zoll = 6,84 cm^2 an. Wöhler hat die Spannungswechsel von einer Hauptwelle aus bewirkt. Wir nehmen an, es haben dabei die Stäbe, welche untersucht wurden, 75 Umdrehungen per Minute gemacht. Diese Ziffer mag etwas hoch erscheinen; allein es musste dem Experimentator, um allzu grosse Kosten zu vermeiden, daran liegen, möglichst schnell zu Resultaten zu gelangen. Die Dauer einer Drehung war daher 60 : 75 = 0,8 Sekunden. Bei der überwiegenden Mehrzahl der Versuche war die Zeit t_1 des Gespanntseins, d. h. die zwischen Anspannen und Nachlassen, gleich Null.

Wir citieren Versuche mit Schmiedeisen u. Gussstahl. Die Versuchsstäbe waren kalt ausgeschnitten aus Eisenbahn-Achsen.

A. Versuche mit Schmiedeisen von der Gesellschaft Phönix von 1857.

Es ist $E = 1\,800\,000$ und $A = 5{,}6$. Ferner nehmen wir die Konstante $c = 750$ statt 620 an, wie das in der ersten Arbeit geschehen.

(Tab. I siehe folgende Seite.)

Die ersten Versuche haben Spannungen, welche über die ursprüngliche Grenze der Elasticität hinausführen und hätten füglich ausfallen dürfen; denn jeder Konstrukteur weiss, auch ohne dass besondere Versuche gemacht werden, dass bei solchen Spannungen das Material bald zu Grunde geht.

In Nr. 7 hält sich die Spannung gerade an der Grenze der Elasticität; daher kommen nur drei Versuche vor, die für den Konstrukteur von Wert sind.

Man erkennt, dass das Material der Stäbe ungleich war. Von Nr. 5 auf 6 springt die Tourenzahl auf das 4fache, von Nr. 6 auf 7 nur auf das 1,4 fache; dagegen von Nr. 7 auf 8 wieder auf das 4fache, obschon bei sämtlichen Uebergängen die Spannungsdifferenzen gleich blieben. Augenscheinlich war das Material unter Nr. 7 ein schlechtes. Unsere Gleichung giebt daher auch dreimal mehr Umdrehungen als Wöhler fand.

Bei Nr. 8 stimmen die Tourenzahlen nach Wöhler und nach unserer Gleichung überein.

Bei Nr. 9 war der Stab noch im Betrieb, nachdem er schon 132 Millionen Umdrehungen gemacht hatte. Unsere Gleichung giebt 5,3 mal weniger, selbst für den Bruch. Dieser auffallende Sprung von 19 auf 132 Millionen Drehungen

Eidg. Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien in Zürich.

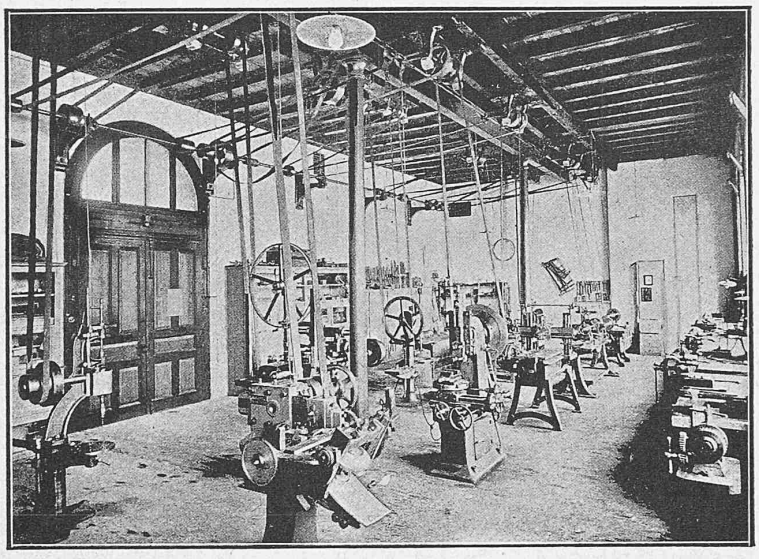

Fig. 11. Mechanische Werkstätte.

Eidg. Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien in Zürich.

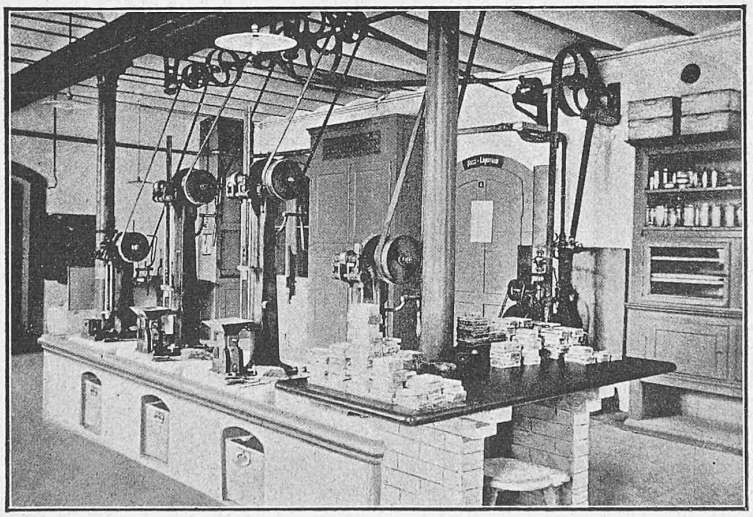

Fig. 12. Cementwerkstätte.

Tab. I.

Stäbe mit schlanker Hohlkehle abgesetzt; belastet und dabei kontinuierlich gedreht.

Da nach der Anspannung eine sofortige Entlastung eintritt, so wird $s_1 = 0$. Jeder Umdrehung entsprechen zwei Spannungswechsel (auf Zug und Druck); daher $t = 0{,}4 : 3600$ Stunden.

Nr.	Grösste Spannung		Anzahl Umdrehungen bis zum Bruche	
	Ctr.	*kg*	nach Wöhler	nach Gleichung
1	320	2339	56 430	—
2	300	2193	99 000	—
3	280	2047	103 145	—
4	260	1901	479 490	—
5	240	1755	909 810	—
6	220	1608	3 632 588	13 070 000
7	200	1462	4 917 992	15 950 000
8	180	1316	19 186 791	19 675 000
			Noch in Betrieb nach	
9	160	1170	132 250 000	24 900 000
10	—	900	—	42 085 000
11	—	600	—	94 621 000
12	—	300	—	378 765 000

lässt sich nur erklären, wenn man annimmt, das Material unter Nr. 9 sei ausgezeichnet gewesen; denn der Uebergang von 1316 *kg* Spannung auf 1170 rechtfertigt eine solche enorme Verschiedenheit sicher nicht. Liegt doch 1316 *kg* auch innert der Grenze der Elasticität, nur etwas näher an derselben als 1170 *kg*. Gerade hier wären nun mehr Versuche am Platze gewesen; denn bei 1170 *kg* Spannung abbrechen, auf einen einzigen Versuch hin und erklären, nun sei bei niedrigern Spannungen ein Bruch durch Spannungswechsel gar nicht mehr zu erwarten, das ist denn doch nicht statthaft. Wir haben die Tabelle noch um Nr. 10—12 erweitert mit kleineren Spannungen, wie sie häufig in der Praxis vorkommen und die Tourenzahl beigefügt. Nr. 12 zeigt, dass ein Stab von der vorausgesetzten Qualität nur 378 Millionen Umdrehungen, also doppelt so viel Spannungswechsel aushalten kann.

Trägt man die Resultate graphisch auf, indem man z. B. die Spannungen als Abscissen, die Zahl der Umdrehungen beider Abteilungen als Ordinaten annimmt, so entstehen zwei Kurven, die einen stetigen Verlauf nehmen sollten und zwar für normales Material innerhalb der Elasticitätsgrenze einen Verlauf, der sich durch ein Gesetz darstellen lässt. Die Wöhler'sche Kurve kann, wegen der Verschiedenheit des Materials, einen stetigen Verlauf nicht zeigen; aber eine gewisse Annäherung an die Stetigkeit sollte doch vorhanden sein, namentlich bei dem Teil der Kurve, der innerhalb der Elasticitätsgrenze liegt. Dieser geht durch drei Punkte (für Nr. 7, 8 und 9), steigt aber vom Punkt Nr. 8 auf 9 so plötzlich, dass die Kurve für einen benachbarten weitern Punkt Nr. 10 schon ins Unendliche verlaufen müsste, was unmöglich ist. Es fehlt noch ein Versuch mit einer Spannung von etwa 900 *kg*, um mit Sicherheit die Richtung der Kurve festzustellen, bezw. die Kurve bei Punkt 9 korrigieren zu können. So bleibt, trotz oder wegen der 132 Millionen Drehungen, der darauf basierte Schluss ein gewagter. Er lautet:

„Wenn der auf relative Festigkeit belastete Versuchsstab kontinuierlich gedreht wurde, so dass bei jeder Umdrehung in derselben Faser ein Uebergang aus der grössten Zugspannung in die grösste Druckspannung und umgekehrt stattfand, erfolgte der Bruch noch bei 180 Ctr. pro Quadratzoll grösster Faserspannung; bei 160 Ctr. trat er nicht mehr ein, obschon der Stab schon weit über hundert Millionen Biegungen erlitten hatte. Die Bruchgrenze kann daher bei 160 Ctr. pro Quadratzoll Faserspannung angenommen werden. Da die Grenzspannungen positiv und negativ waren, so ist die massgebende Differenz = 320 Ctr."

Unsere Kurve kennt keine „Bruchgrenze"; sie giebt nur zusammengehörende Werte von Spannung und Zahl der möglichen Spannungswechsel in stetiger Folge. Soll z. B. ein schmiedeiserner Stab 300 Millionen Spannungswechsel gleich denen der Wöhler'schen Tab. I durchmachen bis er bricht, bei einem Arbeitsvermögen $A = 4$, so geht unsere Gleichung über in

$$300\,000\,000 = 750 \cdot \frac{1\,800\,000}{s^2} \cdot \frac{4 \cdot 60 \cdot 60}{0{,}4}$$

woraus folgt Spannung $s = 402$ *kg*. Diese Spannung liegt nun weit unter der Wöhler'schen „Bruchgrenze" und doch hält die Stange nur 300 Millionen Spannungswechsel aus bis sie bricht. Das allerdings setzt voraus, dass die Konstante c unserer Gleichung richtig ermittelt ist.

Wollte man immerhin die Wöhler'sche Grenze in beschränktem Sinne gelten lassen, so könnte dies doch nur für Spannungswechsel der ersten Art der Fall sein und zwar von *ganz kurzer Dauer*. Wie diese Dauer zunimmt, nimmt die Zahl der möglichen Spannungswechsel ab, wie folgender Fall zeigt.

Die *Feder einer Taschenuhr* wird täglich aufgezogen, sie macht also während 24 Stunden je einen Spannungswechsel durch mit der Zeit zum Anspannen und Nachlassen, also ohne Zwischenpause. Würde nun das Wöhler'sche Gesetz auf diese Feder anwendbar sein, so könnte sie wohl 100 Millionen solcher Wechsel durchmachen und würde dann erst noch nicht brechen. Allein das würde eine Dauer bedeuten von mehr als 100 Millionen Tagen oder 274 000 Jahren. Jedermann weiss aber, dass jede Uhrfeder einmal bricht und zwar nach kaum 15—20 Jahren; sie wird spröde und reisst, weil sie die Spannung, welche sie früher mit Leichtigkeit ertragen, nunmehr nicht mehr anshalten kann.

Der Wöhler'sche Satz ist auch entschieden nicht übertragbar auf Spannungswechsel der zweiten Art, bei welchen das Material vom Anspannen an bis zum Nachlassen eine Zeit lang gespannt bleibt, wie dies z. B. vorkommt bei Stangen einer hydraulischen Presse, beim Stillstellen einer belasteten Achse, bei einem arbeitenden Dampfkessel etc. Beim Dampfkessel steigt des Morgens während des Anheizens die Spannung, diese verharrt bis Abends auf sehr nahe der gleichen Höhe und lässt dann wieder nach, um einen Spannungswechsel von 10—15 Stunden Dauer durchzumachen. Ein solcher Kessel könnte, wollte man die Wöhler'sche Theorie darauf anwenden, mit einer Spannung gleich der „Bruchgrenze von 160 Centner" = 1170 *kg*, mindestens 132 250 000 Spannungswechsel aushalten, mithin ebensoviel Tage oder etwa 440 000 Jahre im Betrieb sein, was doch aller Erfahrung widerspricht.

Eidg. Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien in Zürich.

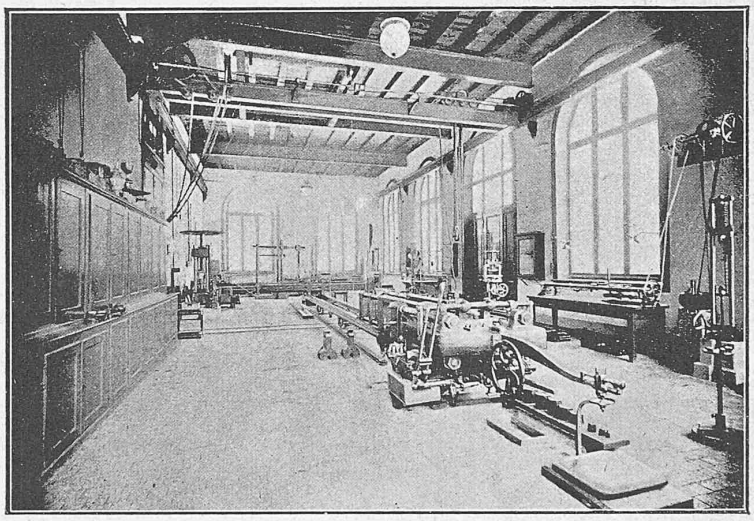

Fig. 13. Versuchs- oder Maschinensaal.