

rechten Seite giebt den Höhenwerth der Ordinate. Hierbei bleibt der Probestab durchaus in seinem Belastungszustande.

Die jetzige Einrichtung [wie sie unter Absatz *e* und *g* beschrieben ist] hat sich, bis auf die geschilderten kleinen Mängel, bei Versuchen über die Festigkeit erhitzten Eisens vorzüglich bewährt; vergl. *L 1*, 1890, H. 4, woselbst auch die bei der Kontrolle des Apparates gefundenen Ergebnisse mitgetheilt sind. Die kleinen durch die Unregelmässigkeiten im Laufwerke hervorgerufenen Zacken stören wenig und lassen immer noch ein ausreichend scharfes Ablesen der Schaulinienhöhen zu. Die Ordinate sind in ausreichendem Maasse proportional den Belastungen.

Mit Hülfe der hier beschriebenen selbstthätigen Belastungsvorrichtungen kann man schliesslich die Kraftaufzeichnung an einem beliebigen Ort, also auch bei grossen Maschinen in der Nähe des Probestabes, vornehmen, wie denn das System mannigfacher Abänderung fähig ist. Aber auch hier wird zu versuchen sein, ob man nicht mit Hilfe von Federmanometern zu einfacheren Mitteln so zum Ziele kommen kann, dass der Kraftanzeiger jeden beliebigen Platz neben der Maschine einnehmen kann.

l. Um aus Zweckmässigkeitsgründen an dieser Stelle die Beschreibung der Maschine zu erschöpfen, sind zum Schlusse noch kurz zwei Einrichtungen zu erwähnen, und zwar das an der linken Säule untergebrachte Uhrwerk, welches ursprünglich zur selbstthätigen Regelung der Kolbengeschwindigkeit vorgesehen war, sich für diesen Zweck aber als entbehrlich erwies und nun gelegentlich zum gleichmässigen Antriebe der Zeichentrommel benutzt wird, und die beiden Löwischen Gasgebläse. Von diesen Gebläsen ist nur dasjenige der rechten Seite gezeichnet. Sie dienen zur Erwärmung der Probestäbe in einem in die Maschine eingehängten Ofen (Fig. 18, Taf. 5), wenn die Stäbe bei hohen Wärmegraden (295—308) zerrissen werden sollen (*L 1—1890*, H. 4).

D. Einrichtungen der Maschinen für verschiedene Versuchsarten.

1. Maschinenbau-Actien-Gesellschaft Nürnberg, vorm. Klett & Co. in Nürnberg.

(Taf. 3—5) (*L 239*).

564. Allgemeines. Die Maschinenfabrik Nürnberg baut die Maschinen nach der Bauart Werder und Martens. Die Werdersche Maschine hat sich über die Grenzen Deutschlands hinaus verbreitet; die Maschine von Martens ist bisher nur einmal für die Versuchsanstalt in Charlottenburg gebaut worden, obwohl sie sich hier in 15jährigem Betriebe in jeder Beziehung bewährt hat. Die allgemeinen Einrichtungen der Maschinen sind zum grössten Theil bereits aus den Absätzen 452, 483, 489, 495 und 497 bekannt.

565. Aufbau. Die Werdermaschine ist liegend angeordnet und für die Ausführung von Zug-, Druck-, Biege-, Knick-, Dreh-, Scheer-Lochversuchen eingerichtet; sie wird namentlich für 100 000 kg Kraftleistung gebaut (Taf. 3) und ist in dieser Ausführung ganz besonders durch Bauschingers zahlreiche und hervorragende Arbeiten bekannt geworden. Eine kleinere Maschine von etwas abweichender Form baut die Firma nach dem Plane Taf. 4, Fig. 6—15. Die grosse Maschine hat hydraulischen Antrieb (453), die kleine Kraftbetrieb mit Schraube 20—26, Fig. 6—8, der von der Waage aus mit den Handhaben, Stangen und Hebeln 27—34 gesteuert werden kann. Während bei der grossen Maschine der Kraftmesser

am gleichen Maschinenende mit dem Antrieb verbunden und beweglich angeordnet ist, sind bei den kleinen Maschinen Antrieb und Kraftmesser an verschiedenen Enden angeordnet und mit dem Maschinengestell fest verbunden. Die grosse Maschine ist für lange [9,5 m für Zug, 7,5 m für Knicken, 3,5 m für Biegen] und grosse Stücke bestimmt; die kleine kann nur Proben von 2,3 m Länge [für Zug] bewältigen.

566. Die Maschine von Martens (*L 113, 115, 162*) ist für die Versuchsanstalt Charlottenburg sozusagen als Specialmaschine erbaut. Sie dient fast ausschliesslich für Zugversuche mit Rundstäben, besonders zur Ausführung von Versuchen mit Feinmessungen zur Bestimmung der elastischen Eigenschaften, zu Versuchen zur Feststellung der Zugfestigkeitswerthe bei Metallen in verschiedenen Wärmegraden und, wegen ihrer Empfindlichkeit, zur Ausführung von feineren Versuchen. Da sie sich bei den häufigen Kontrolprüfungen, unter anderm auch bei der unmittelbaren Belastung bis zu 5000 kg, als zuverlässig und sehr beständig in ihrem Uebersetzungsverhältniss erwiesen hat, so bildet sie bei den Maschinenprüfungen der Versuchsanstalt zur Zeit den beständigen Ausgangspunkt. Die Beschreibung verschiedener Einzelheiten ist in den Absätzen 508, 523, 524, 530, 546, 563 schon gegeben. Hier mag nur nochmals hervorgehoben sein, dass die Maschine so konstruirt wurde, dass sie ganz und gar durch den Beobachter allein, und zwar von seinem Platze vor den Ablesefernrohren aus, bedient werden kann, ein Grundsatz, der mit Ausnahme der Werdermaschine bei allen Maschinen der Versuchsanstalt aufrecht erhalten wird. Nur zur Einstellung der Spiegel für die Feinmessungen auf den Messstabnullpunkt ist, wie überall, ein Gehülfe thätig.

567. Zugversuch. Die Einrichtungen der vorgenannten Maschinen für den Zugversuch sind fast ganz aus den früheren Beschreibungen, namentlich auch aus den Absätzen 67 bis 72 bekannt. Die zahlreichen von Bauschinger für die Werdermaschine benutzten Einspannvorrichtungen findet man in seinen „Mittheilungen“ (*L 2*). Auch v. Tetmajer gab viele Vorrichtungen an (*L 3*). Hier ist vielleicht noch auf Taf. 5, Fig. 12 bis 17 zu verweisen, welche die Einspannvorrichtungen für die Maschine von Martens zeigen. Darunter giebt Fig. 15, 16 die Einspannung von Flachstäben aus Kupfer u. s. w., die unter 10 000 kg Höchstlast erfordern. Sie besteht aus Beissbacken, die in Kugelschalen in den beiden Gleitkeilen gelagert sind. Eine ähnliche Lagerung benutzt Riehlé (Taf. 19, Fig. 25). Die Beissbacken können sich also satt an die Seitenflanken des Stabes anlegen und sind so eingerichtet, dass beide Keile gezwungen sind, gleichzeitig vorzugehen (72). Fig. 14 zeigt die Einspannung für Zugprobekörper mit 20×20 cm Querschnitt für die Bestimmung der Elasticitätszahlen von Mörtel und Beton. Fig. 17 zeigt eine Einspannung für die Feststellung der Haftfestigkeit von Leim und ähnlichen Materialien. Die beiden an den Hirnflächen kreuzweise mit einander verleimten Holzkörper sind an diesen Hirnflächen mit eingelegten Eisenplättchen versehen, von denen das eine eine kegelförmige Vertiefung, das andere eine Rinne hat, so dass die Kugelstifte der beiden Klauen sich ganz zwanglos einerseits in die Vertiefung, andererseits in die Rinne legen können. Da die Bohrungen für die Plättchen nach der Schablone gemacht werden, so geht die Zugrichtung mit nur geringen Fehlern durch die Mitte der Leim-

fläche. Nach jedem Versuch wird die Leimfläche abgehobelt, so dass immer neue Flächen benutzt werden; die Leimung geschieht in einer besonderen Vorrichtung unter Gewichtsbelastung, also ohne Anwendung der Zwinde.

568. Druck- und Knickversuche. Die Einspannungen für die Druckversuche sind schon in Absatz 73 angedeutet, sie sind für die grosse 100 000 kg-Maschine in Fig. 13—17, Taf. 3 abgebildet [L 1, 2 und 3 enthalten weitere Einzelheiten, besonders auch für Knickversuche]. Fig. 15 und 16 stellen die Vorrichtungen Bauschingers zum Centriren der Probekörper dar; Fig. 18 zeigt die Anbringung seines Spiegelapparates an einem Druckprobekörper. Die Einspannvorrichtungen für die 50 000 kg-Maschine enthalten die Fig. 10—12, Taf. 4. Da Antrieb und Kraftmesser beim Zugversuch unmittelbar auf den Probekörper wirken, so muss der Angriff beim Druckversuch, wegen der Nothwendigkeit der Kraftumkehr, mittelbar erfolgen, wie dies bei allen nach gleichem Grundsatz konstruirten Maschinen sich ergibt, vergl. Schema Fig. 412.

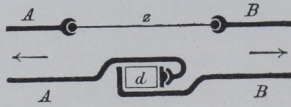


Fig. 412.

Die Konstruktion ist hiernach aus Fig. 10—12 verständlich. Für den Knickversuch wird bei der grossen Werdermaschine die Aufstellung nach Fig. 8—12 benutzt. Die Zugkräfte der Maschine werden durch Querhaupt 23, Zugstangen 59 und Wagen 41, 42 auf den Probekörper, von da aus auf das gegen das Maschinengestell 5 abgestützte Auflager 43, 44 übertragen. Die Messungen erfolgen nach den in Abs. 190—198 gegebenen Grundsätzen.

569. Biegungsversuche. Unter den deutschen Maschinen ist wohl die Werdersche 100 000 kg-Maschine am vollkommensten für Biegeversuche eingerichtet. Der Aufbau hierfür geht aus Fig. 23—25, Taf. 3 hervor. Zur Ausführung der Biegeversuche wird der 4 m lange schwere gusseiserne Querbalken 46, durch die Träger 38 unterstützt, gegen das Maschinenbett 5 gesetzt. Er dient zur Auflagerung der Biegeprobe 51, deren Stützweite bis zu 3,5 m betragen kann. Die Auflager sind durch die Rollen 50 gegeben, deren Stützen 49 an der am Balken angebrachten Theilung auf die vorgeschriebene Stützweite eingestellt werden.

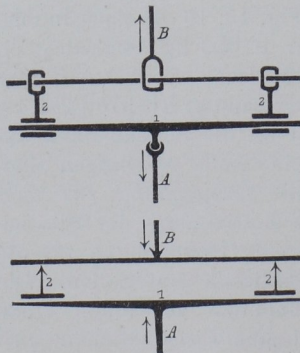


Fig. 413.

Das Schema für die von Bauschinger benützte Art der Formänderungsmessung ist bereits früher (180, Fig. 127, vergl. auch 680, 690, 706) gegeben. Hiernach wird die Anordnung nach Tafel 3 ohne weiteres verständlich sein.

Wie die Martens-Maschine gelegentlich auch für den Biegeversuch hergerichtet wird, geht aus Fig. 396 (556) hervor. Hierbei ist, wie bei vielen anderen Zerreiiss-Maschinen, der durch das Schema Fig. 413 gezeigte Konstruktionsgrundsatz benutzt worden.

570. Drehversuche. Die Einrichtungen der grossen Werder-Maschinen für den Drehversuch sind in den Fig. 26—31, Taf. 3, gegeben. Auf den Balken 46 für den Biegeversuch wird das Widerlager 53 für

den Drehversuch befestigt, nachdem zuvor eine kleine Stütze darunter gesetzt war. Das Widerlager enthält das Zahnrad 57 mit der Einspanneinrichtung 56 für den Probestab 55. Die Einspannung ist nach Maassgabe von Fig. 143—147 (203) bewirkt. In gleicher Weise ist der Probekörper auch an dem Arme 54 befestigt, der im Gussstück 52 drehbar gelagert ist. Dieses Gussstück ist wiederum am Balken 46 befestigt. Der Wagen 48 wird nun durch die Zugstange 47 von der Wage aus gegen den Arm 54 gepresst und übt so das Drehmoment auf den Probestab aus. Die Formänderungsmessungen geschehen nach dem im Schema Fig. 151 u. 152 (205) gegebenen Grundsatz von Bauschinger (Fig. 26, 30 u. 31, Taf. 3) oder mit dem Spiegelapparat von Martens (206, 692 u. f.). Die Einrichtung ist nach der früher gegebenen Beschreibung verständlich.

571. Diese Einrichtung für Drehversuche ist wohl als eine Schwäche der Werder-Maschine zu bezeichnen. Werder hat denn auch die Angaben für eine bessere Einrichtung gemacht, die von der Nürnberger Maschinenfabrik nach Fig. 16—21, Taf. 4 für die 100 000 kg-Maschine gebaut wird; diese Einrichtung kann allerdings nur dort getroffen werden, wo ein mechanischer Antrieb durch Riemen zur Verfügung steht.

Der Antrieb geschieht mit offenen und gekreuzten Riemen von Welle 17 aus, durch Getriebe 15, Welle 14, Schneckengetriebe 13 und Getriebe 12, 11 auf den Probekörper 8, der mit seinem andern Ende in dem in Schneiden gelagerten Armkörper 5 befestigt ist. Der Arm überträgt nun die Kraft des Drehmomentes auf die Wage. Diese Einrichtung ist der vorher beschriebenen wesentlich überlegen, weil die Fehlerquellen, durch den getrennten Antrieb und besonders durch die Lagerung des Armes 5 wesentlich verringert sind. Der Arm 5 geht hier nicht merklich aus seiner Lage heraus, während er bei der anderen Einrichtung einen recht grossen Bogen machen muss, bevor der ganze Apparat rückwärts gedreht und die Sperrklinken in Rad 57 (Fig. 28, Taf. 3) umgestellt werden können. Bei dieser Einrichtung muss also der Versuch fortwährend unterbrochen werden, während er nach der auf Taf. 4 gegebenen beliebig weit durchgeführt werden kann.

572. Scheer- und Lochversuche. Die Einrichtung von Werder für Scheeren und Lochen ist in den Fig. 21 u. 22, Taf. 3 gegeben. Die Scheerbacken (und Lochvorrichtungen) werden in den Körpern 83 u. 84 befestigt, von denen 84 gegen den Balken 46 für Biegeversuche gestützt wird, während 83 vom Wagen 45 mit Hilfe der Zugstangen 17 gegen das Versuchsstück gepresst wird.

573. Die Werder-Maschine gestattet nach Fortnahme der Träger 38 (Fig. 1 u. 2) die Prüfung von grossen Buckelplatten, von Decken und Gewölbekonstruktionen, von Brückenträgern und allen möglichen sperrigen Konstruktions- und Maschinentheilen. Besonders wenn man von vornherein durch Anbringung einer Versenkung im Fussboden hierauf Rücksicht nimmt, können die Abmessungen der Probestücke fast beliebig genommen werden. Selbstverständlich hat man für geeignete Widerlager Sorge zu tragen, die gegen das Maschinengestell 5 abgestützt werden müssen.

Wie man sieht, bietet also die Werder-Maschine ganz ausserordentliche Bequemlichkeiten für die Ausführung von Versuchen unter den verschiedensten Umständen, und dies ist, neben den hervorragenden Verdiensten

Bauschingers, wohl der Hauptgrund, weswegen sie trotz mancher Unbequemlichkeit eine so weitgehende Anerkennung und Verbreitung gefunden hat.

2. Mannheimer Maschinenfabrik, Mohr & Federhaff in Mannheim.

(Taf. 6 u. 7.) (L 27, 1882, S. 545; 12, 1884, S. 141.)

574. Allgemeines. Die Mannheimer Maschinenfabrik hat sich die Erzeugung von Materialprüfungsmaschinen zur besonderen Aufgabe gemacht und ist bestrebt, allen Bedürfnissen auf diesem Gebiete gerecht zu werden; wie dies ja aus Taf. 7 und den Erläuterungen hierzu hervorgeht. Einer eingehenden Beschreibung der Konstruktion für die Zerreißmaschinen wird es nicht mehr bedürfen, nachdem die Einzelheiten in den Absätzen 72, 376, 479, 492, 493, 517, vielfach besprochen sind.

575. Aufbau. Die Maschinen sind stehend angeordnet und werden theils mit Schraubenantrieb, theils mit hydraulischem, sowohl für Handbetrieb als auch für Kraftbetrieb gebaut. Die Kraftmessung geschieht fast durchweg durch die Laufgewichtswage.

576. Zugversuch. Die Einspannvorrichtungen für den Zugversuch sind zum Theil schon in Abs. 67—73 besprochen worden. Hier sei noch aufmerksam gemacht auf die in Fig. 11—20, Taf. 6 gezeichneten Einrichtungen. In die cylindrische Höhlung des Einspannkopfes Fig. 16, 17 u. 19 werden zunächst zwei oder drei Hinterlagen gelegt, die die Einspannkeile aufnehmen. Dadurch können sich die Greifflächen bei Flachstäben mit nicht parallelen Kopfflächen diesen Flächen durch Drehen im Cylinder anpassen. Die Keile werden durch Stifte gezwungen mit dem Probestab gleichzeitig voranzugehen. Bei der Einspannvorrichtung für Drahtseile ist sie in ähnlicher Weise zu einer Art Baumanschen Seilklemme mit den Keilen ausgebildet. Die Greifflächen dieser Keile werden mit einer Weichmetall-Legierung¹⁾ ausgegossen. Bauschinger, Kirsch, v. Tetmajer u. a. wendeten ähnliche Legierungen bei ihren Einspannungen an.

577. Druckversuche. Die Einrichtung für Druckversuche entspricht dem Schema Fig. 412 S. 400; sie ist dargestellt auf Taf. 6, Fig. 5—8.

578. Biegeversuch. Die Zerreißmaschinen werden nach dem Schema Fig. 413 mit Biegevorrichtungen ausgerüstet, die hier nicht besonders gezeichnet sind, sondern im Bedarfsfalle aus den Verzeichnissen der Firma eingesehen werden müssen. Auf Taf. 7 sind indessen einige Specialmaschinen für Biegeversuche mit Gusseisenstäben (Fig. 8), mit Federn (Fig. 2) und Schienen (Fig. 6) abgebildet.

a. Von diesen Maschinen ist die in Fig. 8, Taf. 7 dargestellte, zur Prüfung von Gusseisen bestimmte, nach dem Schema Fig. 414 gebaut. Die Wage 4,5 ist in einen Rahmen eingebaut, der mit Schraubetrieb 6, 7 gehoben wird, während die Wage durch Verschieben des Laufgewichtes

¹⁾ Die Versuchsanstalt Charlottenburg benutzt zum Ausgießen ihrer Baumanschen Klemmen

a) 50 Sn + 50 Pb	mit Schmelzpunkt 250°C;	$\sigma_B = 380$ at und $\sigma = 350$ at.
b) 41 Sn + 41 Pb + 18 Sb	„ „	260°C; $\sigma_B = 1150$ at und $\sigma = 640$ at.
c) 36,5 Sn + 36,5 Pb + 27 Sb	„ „	290°C; $\sigma_B = 1250$ at und $\sigma = 570$ at.

im Gleichgewicht gehalten wird. Letzteres zeigt die Belastung bis auf 0,1 kg an; die Höchstleistung ist auf 600 oder 1000 kg bemessen; die Stäbe können mit 580 bis 1000 mm Stützweite geprüft werden. Die Durchbiegungen werden bis auf 0,1 mm durch das Zeigerwerk 8 angezeigt, dessen Skala verschiebbar ist, so dass anfangs der Zeiger auf Null eingestellt werden kann.

b. Die Maschine Fig. 2, Taf. 7 dient zur Prüfung von Blatt- und Spiralfedern. Sie ist hydraulisch oder mit Schraube betrieben, mit einer Decimalwage ausgerüstet und so eingerichtet, dass die belastete Feder in Schwingungen versetzt werden kann. Die Feder kann in Gehäusen so gelagert werden, dass sie, wie im Betriebe, an den Enden frei beweglich ist. Die Durchbiegungen der Feder werden durch Zeiger am Maschinengestell angezeigt. Die Maschinen werden in verschiedenen Grössen bis zu Kraftleistungen von 16 000 kg und Federlängen von 2500 mm gebaut.

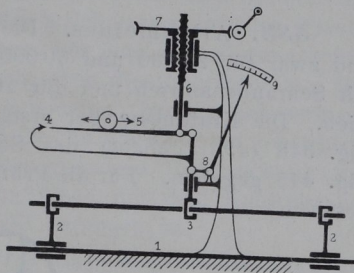


Fig. 414.

c. Biegemaschinen für Schienen werden nach der in Fig. 6 dargestellten Bauart in den Grössen bis zu 80 000 kg Leistung gebaut. Die Stützweite der Proben kann zwischen 500 und 1000 mm verändert werden. Der Antrieb ist hydraulisch und kann, wie bei den übrigen Maschinen der Fabrik, mittelst Hand- oder Kraftpumpen oder auch, wie in Fig. 6 gezeigt, mittelst eines Multiplikators betrieben werden.

579. Scheerversuch. Der Scheerversuch wird nach Maassgabe von Fig. 9 u. 10, Taf. 6 ausgeführt, indem in die Gehänge die Stahlringe (216 Fig. 161) eingeführt werden, die das cylindrische Probestück ab-schneiden.

580. Zur Ausführung von Biege- oder Faltproben baut die Mannheimer Maschinenfabrik nach Fig. 9, 10 u. 11 eine Reihe von Vorrichtungen, die theils von Hand, theils mit Riemen betrieben werden. Bei den Maschinen nach Fig. 20 kann Flacheisen von 50×20 mm nicht blos um bestimmte Radien, sondern sogar ganz zusammengefaltet werden. Maschinen nach Fig. 11 können Streifen von 50×25 mm Querschnitt bewältigen.

581. Drehversuch. Zur Prüfung der Verwindungsfähigkeit von Drähten bis zu 7 mm Durchm. werden kleine Maschinen nach Fig. 12 gebaut, die den Drähten zugleich eine beliebige Zugspannung zu geben gestatten. Die Zahl der Windungen wird durch Zählscheibe gezählt.

582. Einrichtungen zur Ausführung von Biegeproben mit Drähten (394), Kettenprobirmaschinen, Maschinen zum Prüfen von Kuppelungen u. a. m. werden von der Fabrik geliefert. Für die Kontrolle der Maschinen werden starke Querbalken benutzt, die, in die obere Einspannung eingehängt, Belastungsschalen tragen, die mit geachteten Gewichtsstücken beschwert werden.

3. Elsässische Maschinenbau-Gesellschaft Grafenstaden.

(Tafel 8.) (L 12, 1882, S. 8.)

583. Allgemeines. Die Maschinen werden in drei Grössen gebaut, und zwar für 25 000 und 50 000 kg Leistung, nach Fig. 10 u. 3, Taf. 8, mit Schraubenantrieb und für 100 000 kg Leistung mit hydraulischem Antrieb. Die Kraftmesser der erstgenannten Maschinen sind nach dem Schema Fig. 348 (492) gebaut; das Schema für die 100 000 kg-Maschine ist in Fig. 415 gegeben. Für die Prüfung der Maschinen sind Kontrollwagen vorgesehen.

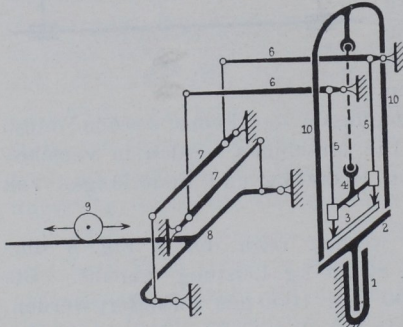


Fig. 415.

steht aus den Hebelpaaren 6 u. 7, die auf den gemeinsamen Laufgewichtbalken 8 endigen. Druckversuche werden zwischen dem Kolben 2 und Querhaupt 4 ausgeführt. Für Zugversuche wird das aus vier Stützen gebildete Rahmenwerk 10 auf den Tisch des Kolbens 2 niedergelassen; die Kraftübertragung geschieht dann von 10 aus über 4 zur Wage.

585. Zugversuch. Die Einspannungen für den Zugversuch sind aus den Fig. 11—20 ohne weitere Erklärung verständlich.

Druckversuch. Die Einspannungen für den Druckversuch sind nach dem Schema Fig. 412 konstruiert und in Fig. 4 u. 5, Taf. 8 dargestellt.

586. Biegeversuch. Die Einrichtung ist bei den Maschinen nach Fig. 3 u. 10 nach dem Schema Fig. 413 gebaut und in Fig. 6 u. 7, Taf. 8 für die 50 000 kg-Maschine gezeichnet. Die Stützweite beträgt hier 1 m, während sie bei der in gleicher Weise konstruierten Biegevorrichtung für die 25 000 kg-Maschine von 200 bis 1000 mm verändert werden kann.

4. Maschinenfabrik von Heinrich Ehrhardt in Zella, St. Blasii.

(Tafel 9.) (L 229.)

587. Allgemeines. Die Maschinenfabrik von Ehrhardt baut die Pohlmeier-Maschinen in drei Grössen zu 25 000, 50 000 und 100 000 kg Leistung. Die Maschine und der Kraftmessapparat von Martens sind in allen ihren Theilen und in ihrer Leistungsfähigkeit in den Absätzen 532, 534 a—e, 465, 493 und 533 so eingehend beschrieben, dass es hier nur weniger Worte bedarf. Die Maschinen haben sich beim Gebrauch in der Versuchsanstalt im Laufe der Jahre so vervollkommenet, dass sie in ihrem gegenwärtigen Zu-

stand für die Praxis durchaus empfohlen werden können, weil sie sehr bequem und übersichtlich in der Handhabung sind. Sie bedürfen aber, **wie jede andere Prüfungsmaschine**, der erstmaligen und zeitweiligen Kontrolle auf ihre Richtigkeit. Bei der ersten Kontrolle sollte man die Stellung des Bockes 23 Fig. 2 durch eine scharfe Strichmarke auf der Fläche des Maschinengestell deutlich sichtbar machen, um jede Veränderung sofort erkennen zu können. Der schnelle Nachweis über die Richtigkeit der Maschine innerhalb der praktisch in Frage kommenden Grenzen bei geringer Belastung bis zu 10 000 kg lässt sich durch die für die Maschine konstruierte Kontrolwage jederzeit leicht erbringen. Die genauere Untersuchung geschieht am besten auf weit umständlicherem Wege mit dem Kontrolstabe, (534 f) solange ein besseres Mittel noch nicht gefunden ist.

588. Zug- und Druckversuch. Die Einspannvorrichtungen, wie sie Ehrhardt liefert, sind in den Fig. 1 u. 2, Taf. 9, angedeutet; die von der Versuchsanstalt benutzten sind in Fig. 33 (71 S. 41) schematisch gezeichnet. Für Rundstäbe kommt in diese letzte Vorrichtung an Stelle der beiden gezahnten Keile ein Schieber Fig. 416 mit Schlitz und Vertiefung zur Aufnahme der Kugellager. Die einfachen Einspannungen für Druckversuche, die untere mit Kugelgelenk, sind in Fig. 5 bis 8, Taf. 9, gezeichnet. Für Körper mit grösseren Abmessungen werden zur Vergrößerung der Druckflächen über die Körper 29 und 30, in welche entsprechende Nuthen zum Festhalten eingehobelt sind, grössere Platten geschoben.

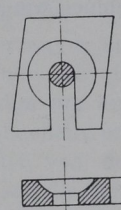


Fig. 416.

589. Biegeversuch. Für den Biegeversuch werden auf dem Tisch 4 Fig. 1, 2 u. 16 die Stützen 33 u. 35 angebracht und mittelst Rechts- und Linksgewinde auf die Stützweiten bis zu 1 m eingestellt. Die Auflagerstücke in diesen Stützen sollte man, wie in Fig. 18 angedeutet, als unten kreisförmige lose Einlagen gestalten, so dass sie sich auch bei Proben mit windschiefen Flächen richtig anlegen.

590. Scheer- und Lochversuch. Die von mir entworfenen Einrichtungen für Scheer- und Lochversuche bildete ich bereits in Fig. 161 u. 168 (216 u. 222,) ab.

5. Maschinenfabrik von C. Hoppe in Berlin.

(Tafel 10.)

591. Allgemeines. Die 500 000 kg-Maschine von Hoppe ist bisher in einem Exemplar für die Versuchsanstalt in Charlottenburg gebaut. Sie hat eine nutzbare Länge für Zugversuche von etwa 17 m und für Druckversuche von etwa 15 m. Die allgemeine Anordnung geht aus dem Schema 417 S. 406 hervor, in welchem die einzelnen Glieder mit den gleichen Ziffern bezeichnet sind, wie auf Taf. 10.

592. Der Antrieb besteht aus einer fahrbaren hydraulischen Presse, deren Cylinder 2 in dem Gussstück 3 steckt, das zusammen mit den Zugstangen und dem Gussstück 4 den Wagen bildet. Dieser ist durch die Räder 8 auf dem Maschinenbett 1 gestützt, das seine Laufbahn bildet und aus zwei starken gusseisernen Gitterträgern besteht, die mit einander durch Horizontalgitterwerke versteift und ausserdem in das Fundament ein-

gemauert sind. Der Kolben 6 ist mit dem Querhaupt 7 verbunden, durch dessen Augen, ebenso wie durch diejenigen des Gussstückes 3, die beiden Hauptspindeln 13 der Maschine hindurch gehen. Diese Spindeln sind auf etwa 12 m Länge mit Schraubengewinde versehen, welche gestatten, den Cylinder oder den Kolben des Antriebes an irgend einer Stelle dieser Strecke festzulegen.

a. Das geschieht bei der Ausführung von Zugversuchen durch Einstellung des einen Mutterpaares 9 vor dem Querhaupt 7 des Kolbens, wie in Fig. 1—3 gezeichnet. Die gemeinsame Einstellung beider Muttern erfolgt durch ein Kegelradgetriebe. Wenn jetzt Druckwasser in den Cylinder gelassen wird, so wird der Cylinder sammt Wagen nach rechts geschoben und die mit dem Querhaupt 4 verbundene Probe wird auf Zug beansprucht, während in den Hauptspindeln 13 Druckbeanspruchung erzeugt wird. Zwischen Spindel und Probe vermittelt am anderen Ende der Maschine, wie später noch zu zeigen ist, die Wage den Ausgleich.

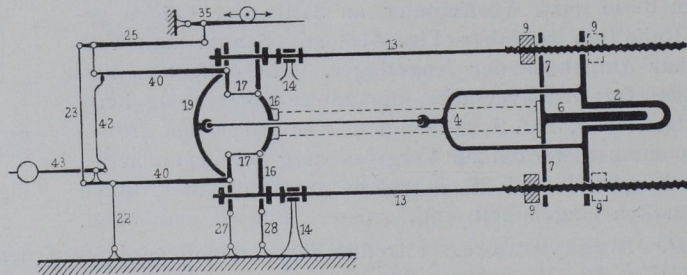


Fig. 417.

b. Bei der Ausführung von Druckversuchen wird das erste Mutterpaar 9 so eingestellt, dass es den Kolben frei giebt, während das zweite Paar gegen das Querhaupt 3 des Wagens gebracht wird, so dass jetzt der Cylinder gegen die Hauptspindeln 13 festgelegt ist. Der Wasserdruck wird nun den Kolben voranschicken und im Probestück Druckspannung erzeugen, während in den Spindeln Zug hervorgebracht wird. Den Ausgleich zwischen beiden Kräften besorgt wiederum die Wage. Zur Uebertragung der Druckkraft vom Kolben auf Probestück und Wage dient eine Verlängerung, die, am Kolben befestigt, durch das Querhaupt 4 hindurchgeht und vorn die Einspannvorrichtung [Kugelgelenk nach Art von Fig. 38, S. 44] trägt.

c. Kurze Probekörper, wie Steinquadern, Mauerpfeiler u. s. w. können ohne Benutzung der Wage unmittelbar zwischen den beiden Querhäuptern 4 u. 7 auf Druck geprüft werden. Die Ausschaltung der Wage ist zulässig, weil durch sehr eingehende Versuchsreihen der Wirkungsgrad der Presse in unmittelbarem Vergleich mit der Wage festgestellt worden ist (595 i) und jeder mit Hilfe der Wage vorgenommene Versuch die gewonnene Erfahrungszahl für den Wirkungsgrad vermehrt und sicherer macht.

593. Da beim Zugversuch die langen Hauptspindeln auf Knicken beansprucht werden, so war es nöthig, sie durch Stützen 31—33 gegenseitig zu kuppeln und mit dem Maschinenbett zu verbinden. Von diesen beiden Stützen ist 32, mittelst der Zugstangen 10, verstellbar eingerichtet,

so dass sie beim Vorfahren der Presse gegen die Wage nach links verschoben, aber beim Zurückfahren wieder in die alte Lage gebracht wird.

594. Das Maschinenbett hat von den in den Probekörpern erzeugten Kräften nichts, von den in den Spindeln erzeugten nur die Knickkräfte aufzunehmen und dient im Uebrigen lediglich zum Tragen der Maschinenteile. Die Rollen des Pressenwagens sind in Federn gelagert, die so angezogen werden können, dass alles Gewicht auf drei Rollen entfällt und die Gleitbacken in den Querhäuptern 3 u. 7 nur zur Bewegungssicherung dienen.

595. Der Konstruktionsgedanke für den Kraftmesser geht aus dem Schema Fig. 417 hervor. Die Zugkraft oder Druckkraft im Probekörper strebt in ihrer Gegenwirkung gegen die Druckkraft oder Zugkraft in den Spindeln jedesmal die beiden schweren Gusskörper 16 und 19 gegen einander zu nähern, und dieser Annäherung wirkt die Wage entgegen, indem sie zugleich die spielenden Kräfte misst. Der Vorgang ist folgender:

a. Beim Zugversuch wird der durch 4 im Körper erzeugte Zug auf das Querhaupt 19 übertragen. Im Querhaupt 19 sind aber die vier gusseisernen Winkelhebel 40 in Pfannen gelagert. Die Schneiden am kurzen Hebelarm wirken auf die Stützkörper 17, die mit ihren Schneiden und Pfannen am Querhaupt 16 gelagert sind. Dieses überträgt die von den Stützen 17 empfangene Kraft durch die Mutter 15 unmittelbar auf die Spindeln 13. Der Kreisschluss zum Probekörper erfolgt dann durch Vermittelung des Druckwassers in der Presse, wie früher schon besprochen. Die auf die Hebel 40 übertragenen Kräfte streben nun die langen Arme der beiden Winkelhebelpaare auseinander zu bringen. Diesem Streben wirken die Zugcylinder 23 entgegen, welche an dem auf den beiden oberen Hebeln durch Pfannen gestützten Wagehebel 25 angreifen. Die in den Winkelhebeln erzeugten Momente werden also auch auf diesen, den beiden Winkelhebeln gemeinsamen Hebel 25 und von dort auf die Laufgewichtswage 35 übertragen. Der ganze Kraftmesser ist auf einer Reihe von Pendelstützen frei beweglich gelagert, wie noch zu beschreiben ist; diese Stützen übertragen das ganze Gewicht auf das Maschinenbett. Der Kraftmesser ist in seiner Lage gegen Verschiebungen in wagerechter Richtung durch den mit dem Maschinenbett festverbundenen Bock 14 gehalten, der die Hauptspindeln 13 aufnimmt. Die Spindeln sind aber nicht mittelbar mit dem Bock verbunden; es ist vielmehr ein Gummipuffer eingeschaltet, der die Massenbeschleunigungen beim Bruch der Probe ausgleicht.

b. Beim Druckversuch wird von 6 aus die Kraft durch die Probe auf Querhaupt 16 und von da aus durch Stützen 17 und Winkelhebel 40 auf Querhaupt 19 übertragen, welches sie als Zugkraft an die Spindeln 13 zum Ausgleich in der Presse abgibt. Die Wirkung der Wage ist dann die gleiche, wie beim Zugversuch.

c. Ueber die Einzelheiten der Konstruktion des Kraftmessers ist noch Folgendes zu berichten. Die Stützung des Kraftmessers geschieht auf acht Pendeln 26, 27, 28 und 30, die zu beiden Seiten der Maschine angebracht sind. Vier Pendel 26 und 27 stützen das Querhaupt 19, das zu dem Zwecke an jeder Maschinenseite mit zwei starken Streben 34 durch Verzahnung und Verschraubung fest verbunden ist. Die Pendelstützen bestehen aus je einer Strebe zur Uebertragung der Eigengewichte der

Maschinenteile auf das Bett. Die Stützen gehen oben und unten mit Schneiden in Pfannen. Zugleich sind sie aber auch von Zugbändern umgeben, die mit Pfanne und Schneide die Maschinenteile gegen Abheben vom Bett sichern. Dem Querhaupt ist also völlig freie Bewegung in der Längsrichtung der Maschine gelassen, aber Bewegungen in der Senkrechten sind durch die Stützen und Zugbänder vermieden. Ebenso sind Kippbewegungen des Querhauptes 19 ausgeschlossen, wie sie angestrebt werden würden, wenn die Uebertragung der Kräfte durch die Wage nicht ganz gleichmässig erfolgen würde. Ganz in der gleichen Weise ist das Querhaupt 16 mit dem Maschinenbett verbunden. Die kräftigen Stangen 29 bilden wieder mit ihm ein starres Dreieck, das auf 28 und 30 gestützt ist. Die Spindeln 13 gehen lose und reibungsfrei durch die Büchsen am rechten Ende dieses Dreiecks.

d. Man erkennt also, dass die beiden Querhäupter in der Längsrichtung der Maschine frei beweglich, stets durch die beiden in entgegengesetzter Richtung wirkenden Kräfte in Stab und Spindeln gegen einander gepresst werden. Für den Fall der Unthätigkeit der Maschine sind die beiden Querhäupter 19 und 16 durch die Mutterpaare 20 und 15 auf den Spindeln in ihrer gegenseitigen Lage erhalten, sie können deswegen auch dann nicht, der labilen Stützung folgend, in der Längsrichtung unkippen, weil sie hieran durch den Bock 14 verhindert sind. Die Reibung in den Stützen 31—33 kommt noch mitwirkend hinzu.

e. Da die Uebertragung der Kräfte zwischen den beiden Querhäuptern durch vier Stützen geschieht, so musste besonders Bedacht darauf genommen werden, dass diese Uebertragung durch alle vier Stützen gleichmässig erfolgt. Die Schneiden in den Stützen mussten lang werden, wenn man mit der Schneidenbeanspruchung nicht über die in Abs. 493 angegebenen Maasse hinausgehen wollte. Es ist nicht leicht, vollkommene Parallelität in allen acht Berührungslinien [Schneiden und Pfannen] zu erzielen, und man muss mit geringen Fehlern rechnen.

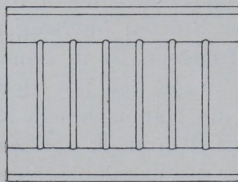
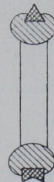


Fig. 418.



Deswegen erhielten die Stützkörper 17 die in Fig. 418 gezeichnete Gestalt. Sie sind aus Gusseisen mit Schlitten gegossen, so dass sie durch elastische Formänderungen leicht zum vollen Anliegen auf der ganzen Schneidenlänge kommen können, die immer vorhandenen geringen Fehler ausgleichend.

f. Die gusseisernen Hebel 40 werden bei der Uebertragung der auf sie entfallenden Kräfte elastische Formänderungen erleiden. Denkt man sie sich hierbei um ihre als fest betrachtete Winkelschneide drehend, so wird es in dem langen Hebelarm einen Punkt geben, welcher während der vollen beim Wechsel der Kraft von Null bis zum Höchstbetrage durchlaufenen Formänderung ganz oder nahezu seine ursprüngliche Lage behält. In diesem Punkte wurde vom Erbauer der Maschine die Stütze 22 für den unteren Hebel angebracht. Man kann diesen Punkt durch Rechnung oder durch den Versuch finden. Die Versuchsanstalt suchte ihn auf letzterem Wege, indem sie an die beiden Stützen 22 Spiegelapparate ansetzte und ihre elastischen Formänderungen bestimmte. Die Stützen wurden nun so lange in der Längsrichtung der Maschine verrückt, bis die elastischen Form-

änderungen bei Belastung der Maschine bis zur Höchstleistung und bei Entlastung den Mindestwerth erreichten. In dieser Lage wurden die Stützen endgültig befestigt.

g. Das Eigengewicht der Winkelhebel 40 und der übrigen Wagetheile spielte namentlich bei geringen Belastungen der Wage eine Rolle, weil es in den oberen Stützen 17 eine Zusatzspannung erzeugt, während in den unteren die Spannung vermindert wird. Deswegen musste das Eigengewicht der Wagebalken unmittelbar auf das Maschinenbett übertragen werden. Dies geschah durch die federnde Stütze 42 und Gegenhebel 43, wie in Fig. 417 und 419 gezeigt.

h. Um die Schläge, die beim Bruch der Probe in der Wage entstehen, aufzufangen, ist in jedes Winkelhebelpaar ein Holzpuffer 45 an den Stützen 44 angebracht.

Um die Wage auf die Richtigkeit des Uebersetzungsverhältnisses untersuchen zu können, hat der Erbauer eine Kontrolwage 21 (Fig. 1 und 2) vorgesehen.

i. Die Kontrolwagen sind selten zuverlässig und gestatten nur die Prüfung der Maschine in ganz gering belastetem Zustande. Dass dies nicht ausreichend ist, lehrt jede genaue Prüfung einer Maschine. Die Versuchsanstalt hat deswegen die Benutzung einer Kontrolwage von vornherein ganz aufgegeben und gab der für die Ausführung von Versuchen mit kurzen Probekörpern vorgesehenen Verlängerungsstange solche Formen und Abmessungen, dass sie als Kontrolstab für die Maschine dienen konnte. Sie ist cylindrisch, von 160 mm Durchmesser und 8,4 m Länge, aus Kruppschem Kanonenstahl gefertigt und erhielt noch ein Verlängerungsstück von der in Fig. 420 angenommenen Form aus

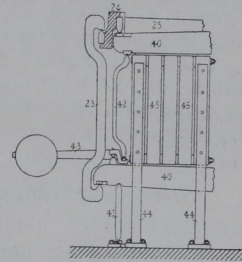


Fig. 419.

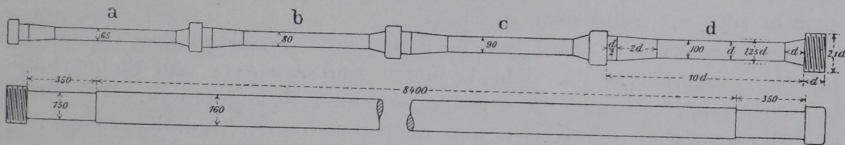


Fig. 420.

dem gleichen Material. Dieses Verlängerungsstück sollte dazu dienen, um zu zeigen, wie die Maschinentheile die beim Bruch auftretenden Schläge und Stöße aushielten. Zugleich wurde es aber auch benutzt, um das Material der Kontrolstange genau kennen zu lernen und einen Anschluss an die übrigen Maschinen der Anstalt zu gewinnen. Zu dem Zweck wurde das Verlängerungsstück auf der vorher und nachher sorgfältig geprüften und berichtigten Werder-Maschine auf seine elastischen Dehnungen bis 100000 kg Belastung untersucht. Dann wurde es mit der Verlängerungsstange der Hoppe-Maschine verkuppelt und nun so belastet, dass die gleichen Spiegelapparate, die bei der Prüfung in der Werder-Maschine dienten, die gleichen Verlängerungen anzeigten wie dort. Bei jeder auf diese Weise eingestellten Laststufe wurden zugleich die an der grossen Verlängerungsstange angebrachten Spiegelapparate (696), die Anzeigen der Wage und Manometer abgelesen.

Aus einer Anzahl vollständiger Versuchsreihen ergab sich auf diese Weise, dass die Dehnungen in den einzelnen Abschnitten des Verlängerungsstückes und die des grossen Kontrolstabes bis zu 100000 kg proportional waren, während die Anzeigen der Wage geringfügige gesetzmässige Abweichungen zeigten. Nun wurden die Spiegelapparate abgenommen und das erste Stabstück bei etwa 200000 kg abgerissen. Dabei wurde so vorgegangen, dass die mit einem elek-

trischen Schlüssel verbundene Wage auf bestimmte Belastungen eingestellt und hierauf vom anderen Raum aus durch ein Ventil Druck in den Presscylinder gegeben wurde, bis das Klingelzeichen das Einspielen der Wage anzeigte. Nach einer geringen Entlastung wurde die Wage auf höhere Belastung eingestellt und wie früher verfahren, bis der Bruch erfolgte. Darauf wurden auf einander und in gleicher Weise die für 300 000, 400 000 und 500 000 kg Bruchlast berechneten Stabtheile abgerissen und festgestellt, dass die Wage die Stösse vertrug.

Nunmehr ist durch häufig wiederholte Versuche das Verhältniss der Ablesungen an den Wagen und an den Manometern (592 c) zu den elastischen Dehnungen des grossen Kontrolstabes festgestellt worden. Es erwies sich, dass die Angaben der Wage nicht ganz streng proportional den Stabdehnungen sind. Die Aufzeichnung lieferte eine ganz schwach gekrümmte Linie. Da nach der in der Versuchsanstalt gesammelten Erfahrung die Wagen leichter Aenderungen erfahren als die Kontrolstäbe, so wird für die Zukunft der grosse Kontrolstab als Ausgangspunkt für die Maschinenkontrolle benutzt, und die Korrektur für die Wageablesung wird in Tabellenform auf Grund der wiederholten Kontrolstabprüfungen festgestellt.

596. Für den Antrieb wird das früher beschriebene Hoppesche Pumpwerk (457) benutzt; es ist ein Druck bis zu 420 at erforderlich. Zur Regulirung ist neben den Anlassventilen 37 für die städtische Wasserleitung und für die Hochdruckleitung ein Sicherheitsventil 36 mit Federbelastung vorhanden, das unter Zusammendrückung der Belastungsfeder nach einer Skala eingestellt werden kann, die entsprechend der auf den Probestab ausgeübten Kraftleistung nach Tonnen eingetheilt ist. In dem Cylinder kann also keine höhere Kraftleistung erzeugt werden als durch das Sicherheitsventil vorgeschrieben wurde. Der Beobachter beherrscht von seinem Platz neben den Ventilen aus ganz allein alle Vorgänge in der Maschine. Er braucht von seinem Stuhl vor den Spiegelapparaten (696) nicht aufzustehen und kann von dort aus sich selbst die Spiegel auf Null stellen, die Ventile und die Wage bedienen und letztere mit Hilfe von Fernrohr und Spiegelprismen ablesen.

Das Druckwasser wird dem Cylinder vom Ventil 36 aus durch Teleskoprohre zugeführt. Vor dem Cylinder sind Absperr- und Steuerventile für den Cylinder 2 und die Rückzugscylinder 5 angebracht. Die Rückzugscylinder ziehen mit Ketten den Kolben 6 in den Cylinder zurück.

597. Es sind Einspannvorrichtungen vorhanden für Zugprüfungen mit Rund- und Flachstäben von grossen Abmessungen, für ganze Winkel-eisen bis zu 120 mm Schenkellänge, für Drahtseile und Laufseile von grossen Durchmessern (100 mm und mehr), von schweren Ankerketten u. a. m. Für die Prüfung von ganzen Konstruktionsstücken werden die Vorrichtungen von Fall zu Fall beschafft. Solche Stücke müssen in ihren Querabmessungen in einen Kreis von 800 mm Durchmesser fallen.

6. Maschine von H. Gollner.

(Taf. 13.) (L 220.)

598. Allgemeines. Die Festigkeitsprobir-Maschine von Gollner ist seit dem Jahr 1877 in mehreren Exemplaren von der Firma F. J. Müller in Prag gebaut worden. Sie ist für alle Arten von Versuchen eingerichtet. Ich kann hier nur die Hauptzüge beschreiben; die Einzelheiten hat Gollner ausführlich dargestellt (L 220). Die Maschine ist für Kraftleistungen von 20 000 kg für Zug- und von 10 000 kg für Biege- und Drehver-

suche eingerichtet. Man kann aber auch den grossen Hebel ausschalten und nach Einfügung eines kleinen Antriebapparates nur den einen Hebel für Zugversuche bis zu 2000 kg mit Draht, Leder, Gurten, Holz, Cement u. s. w. benutzen.

Die Einzelheiten der Maschine sind bereits besprochen in Absatz: 452, 479, 490, 492, 493.

599. Das Schema der Maschine ist in Fig. 421 gegeben. Der Antrieb geschieht von Hand, entweder hydraulisch durch die Pumpe 15—17 (Taf. 13, Fig. 1—5) oder durch Schraubengetriebe 8—12. Die Presse 5 ist auf der Schraubenmutter 8 gelagert. Die Schraubenspindel 13 umgiebt die Zugstange 7 der Presse und ist im Maschinen-gestell 3 durch Querhaupt 14 geführt.

600. Der Kraftmesser, über den schon in den Abs. 483, 490, 493 gesprochen wurde, besteht aus den Hebeln 33 und 43 und ist mit Laufgewicht und mechanisch aufsetzbaren Gewichten 46—55 versehen. Dem Haupthebel 33 können zwei Lagen, die obere und die untere gegeben werden.

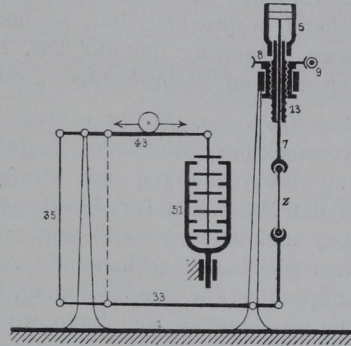


Fig. 421.

Im ersten Falle wirkt der Druck in der Mittelschneide nach oben. Die Maschine kann dann für alle Versuchsarten benutzt werden; sie wird mit dieser Hebellage aber hauptsächlich für Zug- und Drehversuche gebraucht. Die nach oben gerichtete Kraft im Probekörper wirkt beim Zugversuch unmittelbar, beim Druckversuch nach Maassgabe des Schemas Fig. 412 (568) mittelbar unter Zuhülfenahme der Einrichtung Taf. 13, Fig. 11 und 12. Das Gestänge 35 ist hierbei auf Zug beansprucht.

Im zweiten Falle sind alle auf den Haupthebel wirkenden Kraft-richtungen umgekehrt; die Maschine ist bei dieser Hebellage hauptsächlich für Druck-, Biege- und Abscheerversuche geeignet. Die Kraftübertragung bei Druckversuchen geschieht bei dieser Aufstellung unmittelbar durch zwei Stützen 60, Fig. 4 und 10, die zwischen den durch Gegengewichte 20 und 21 ausgeglichenen Schlitten 19 und die Schneiden 28 des Haupthebels gestellt sind. Das Gestänge 25 der Wage wird als Steife zwischen die Schneiden 41 und 42 der beiden Hebel gesetzt.

Die richtige Einstellung für den einen oder anderen Zustand der Maschine wird durch die mit + und — bezeichneten Anzeigemarken für den Haupthebel und die Marke am Pumpenhebel 17 erleichtert; hierbei kann der Haupthebel 33 mittelst Vorsteckkeilen in seiner richtigen Lage für + oder — begrenzt werden.

601. Der Antrieb für Drehversuche ist aus Fig. 5 und 6 verständlich.

Die Einrichtung für Biegeversuche ist in Fig. 4 gezeigt.

7. Maschinen von J. Amsler-Laffon & Sohn in Schaffhausen (Schweiz).

(Taf. 14.) (L 3.)

602. Allgemeines. Die Firma hat die Erzeugung von Maschinen und Apparaten für die Materialprüfung zu einem Hauptzweige ihrer Thätigkeit gemacht. Sie liefert Maschinen mannigfacher Art und Grösse in vorzüglicher Ausführung.

Da die Besonderheiten der Konstruktion von Antrieb (460a u. 477), Kraftmesser und Quecksilbermanometer (553, 561 u. 561a) bereits eingehend besprochen sind, so bedarf es hier als Ergänzung nur einer flüchtigen Berührung der auf Taf. 14 dargestellten verschiedenen Formen und der näheren Besprechung einzelner Konstruktionen.

603. a. In ihrer einfachsten Form tritt die Amsler-Laffonsche Konstruktion, die nach Angabe der Firma zum grossen Theil infolge von Besprechungen mit Professor L. von Tetmajer entstanden sind, in den Maschinen für den Druckversuch auf, wie sie auf Taf. 14, Fig. 1, 3, 7 und 9 dargestellt sind. Antrieb und Kraftmessung hydraulisch, an dem gleichen Maschinenende vereinigt, zuweilen von der Maschine getrennt aufgestellt (Fig. 9, auch Fig. 6), Kraftangriff auf den Probekörper unmittelbar. Die Maschine an sich kann wohl kaum einfacher gestaltet und eingerichtet sein, als beispielsweise die 150000 kg-Maschine, Fig. 9. Wenn die Kolben in Presse und Druckverminderer in der That reibungsfrei laufen, wird man zugeben müssen, dass gegen die Zuverlässigkeit der Maschine kein Einwand erhoben werden kann. Die Kolben sind so lang gehalten und Kolben und Cylinder können bei der getroffenen Einrichtung so leicht und vollkommen passend gearbeitet werden, dass Ecken in der Führung nicht zu befürchten ist. Es sind keine Dichtungen vorhanden, die unter den Stössen beim Bruch spröder Körper leiden könnten. Alles, worauf es ankommt, ist, ob man immer sicher sein kann, dass die Reibung stets in genügendem Maasse klein oder gleichbleibend ist. Deswegen ist sorgfältig darauf Bedacht zu nehmen, dass kein Staub und keine Trümmer vom brechenden Probekörper an die Kolbenflächen kommen können. Zur Verhütung dessen dienen Schutzkappen aus Blech, Baumwollringe u. s. w. Man wird auch darauf zu achten haben, dass immer hinreichend Oel in den Gefässen ist und dass dieses während des Betriebes stets in sehr langsamem Fluss hervorquillt. Die Fabrik sollte keine Maschine mehr ausgeben, an welcher nicht Vorkehrungen getroffen sind, durch welche man jederzeit den Füllungszustand der einzelnen Cylinder und Messgefässe oder die Stellung der beweglichen Kolben erkennen kann.

b. Wie jede andere Prüfungsmaschine, bedürfen auch die Amsler-schen Maschinen der fortlaufenden Kontrolle. Leider ist diese Kontrolle nicht ganz so einfach durchzuführen, wie bei vielen anderen Maschinen; die Kontrolwage oder die unmittelbare Belastung treffen immer nur den Zustand für geringe Inanspruchnahme und sind mehr oder minder unzuverlässig. Die Untersuchung mit Kontrollkörper und Spiegelapparaten ist wegen des ausfliessenden Oels unbequem, weil man nicht auf bestimmte Laststufen einstellen kann, sondern meistens gezwungen wird, während der Bewegung abzulesen. Das erfordert mehrere gut geschulte Beobachter und

ist mit grösseren Unsicherheiten verbunden, als die Arbeit an fest einstellbaren Maschinen.

Die Versuchsanstalt in Charlottenburg hat eine Reihe von Prüfungen mit einer 30000 kg Druckpresse ausgeführt. Ich gebe davon einige Ergebnisse als Beispiel, füge aber hinzu, dass die Untersuchungen noch vervollkommenet und weiter durchgeführt werden müssen; die Ergebnisse gestatten bis jetzt noch kein endgültiges Urtheil über die wahren Fehlergrenzen der Maschine.

Die Presse wurde in der einen Versuchsreihe genau nach der Wasserwage ausgerichtet, und dann wurde über die Kugelschale zum Druckversuch eine lange Schiene gelegt, die an beiden Seiten die Belastungen aufnahm. Die wurden so aufgepackt, dass eine möglichst centrische Inanspruchnahme des Kolbens erfolgte. Für die Schiene wurden seitlich neben der Maschine zwei Stützpunkte geschaffen, von denen der ansteigende Kolben die Last abhob oder auf die der fallende Kolben sie absetzen konnte. Man konnte also bei den einzelnen Laststufen beliebig oft auf Null zurückgehen. Die Ablesungen am Manometer wurden nun mit den direkt gewogenen Gewichten verglichen, und zwar unter verschiedenen Umständen mit aufgehendem oder niedergehendem Kolben, sowohl während der Bewegung, als auch bei ruhendem Kolben. Dabei wurde das Rüttelwerk für die Drehbewegung der Zwischenkolben, entweder von der Maschine, wie beim gewöhnlichen Betriebe oder von Hand bewegt, in anderen Fällen blieb es ganz in Ruhe. Die Mittelwerthe der Beobachtungen sind in Tab. 42 gegeben, die wohl aus sich selbst verständlich sein dürfte.

Tabelle 42. **Prüfung der 30000 kg-Amsler-Maschine No. 51 durch Belastung.**

Die Ablesungen sind Mittelwerthe; die kleinen Ziffern entsprechen Schätzungen (Hundertel der Theilung).

Belastung von 0 bis P.	Ablesung an der Skala in kg (Theilung in 0,1 t)				
	beim Anheben; Rüttelwerk in Ruhe	Rüttelwerk in Ruhe	beim Rück- gang; Rüttel- werk in Ruhe	in Ruhe; Rüttelwerk v. Hand bewegt	beim Anheben; Rüttelwerk in Bewegung
Reihe:	1.	2.	3.	4.	5.
1062	10 45	10 45	10 54	10 67	10 70
2051	20 38	20 37	20 52	20 61	20 75
2797	27 92	27 93	28 09	28 14	28 35
bei	Wahrscheinliche Fehler der Ablesung in kg $r = \pm$				
1062	7,2	7,8	3,2	5,5	9,6
2051	4,3	4,0	7,4	7,4	3,0
2797	12,0	12,2	8,6	5,2	5,6
	Auf $\Delta P = 1000$ kg entfallen Skalentheile:				
0—1062	984	984	992	1005	1008
0—2051	994	993	1001	1005	1012
0=2797	991	991	1004	1006	1014
Mittel	990	989	999	1005	1014

Um einen Ueberblick über den Grad der Zuverlässigkeit der Beobachtungen zu geben, habe ich in Tab. 42 auch die wahrscheinlichen Fehler der Ablesungen angegeben, wie sie aus den Einzelwerthen hervorgehen;

Tabelle 43. Prüfung der 30 000 kg Amster-Maschine No. 51 durch Kontrollkörper.

Der Sollwerth der Verkürzung für den Kontrollkörper wurde auf 63,2 Einheiten für je 1000 kg festgestellt.

Der Ablesung n an der Skala der Amster-Maschine von																
0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	0	
entspricht eine Verkürzung des Kontrollstabes von $n \cdot 63,2$ Einheiten (1/200000 cm).																
0	126,4	252,8	379,2	505,6	632,0	758,4	884,8	1011,2	1137,6	1264,0	1390,4	1516,8	1643,2	1769,6	0	
0	126	239	371	502	630	752	879	1002	1137	1259	1394	1508	1638	1779	0	
0	122	246	369	496	625	752	890	1002	1139	1260	1390	1517	1634	1768	--	
0	122	248	376	501	629	762	888	1014	1138	1262	1387	1521	1645	1773	0	
0	124	247	378	504	627	749	879	1015	1135	1270	1390	1511	1648	1773	+ 3	
Mittel	0	123,5	245,0	373,5	500,8	627,8	753,5	884,0	1008,3	1137,3	1262,8	1390,3	1514,3	1641,3	1773,3	+ 1
Abweichung vom Soll	--	- 2,9	- 7,8	- 5,7	- 4,8	- 4,5	- 0,8	- 2,9	- 0,3	- 1,2	- 0,1	- 2,5	- 1,9	+ 4,7	--	

Wahrscheinlicher Fehler der Einstellung aus allen Beobachtungen $r = \pm 2,5$ Einheiten oder $\frac{2,5}{63,2} \cdot 1000 = \pm 40$ kg.

sie schwanken von ± 3 bis ± 12 kg. Man darf also erwarten, dass bei der untersuchten Maschine im damaligen Zustande und bei Belastung bis zu 3000 kg, Fehler über den Betrag von 30 kg oder 1% der Höchstlast, zu den Seltenheiten gehören werden. Aus dem Vergleich der einzelnen Reihen unter einander erkennt man aber sofort den grossen Einfluss, den die Thätigkeit des Rüttelwerkes ausübt. Die wahrscheinlichen Fehler sind für die drei ersten Reihen durchschnittlich um ein Geringes grösser als in den Reihen 4 und 5.

Aus den Reihen der Prüfungen mit dem Kontrollkörper habe ich Tab. 43 zusammengestellt.

Sobald die neuen Einrichtungen für Prüfung der Kontrollstäbe und Spiegelapparate mit unmittelbar angehängten Gewichten fertig sind, sollen die Maschinenprüfungen noch weiter vervollkommenet und eingehender durchgeführt werden.

c. Die Maschinen für Druck sind in einfachster Weise auch für Biegungsversuche herzurichten, wie dies in Fig. 1 gezeigt ist. Die beiden Seitenaufleger sind bei dieser für kleine Kräfte [Prüfung von Dachziegeln, Cementplatten u. s. w. bis zu 2000 kg Widerstand] bestimmten Maschine um den cylindrischen Querbalken drehbar, so dass sie sich auch windschiefen Körpern leicht anpassen lassen. Die Mittelschneide liegt fest und kann in der Höhenrichtung durch Schraube vor dem Versuch eingestellt werden. Für etwas grössere Kräfte [bis zu 5000 kg] ist die Maschine Fig. 12 bestimmt, die z. B. auch für die Prüfung von Normalprobekörpern aus Gusseisen [$100 \times 3 \times 3$ cm] eingerichtet ist. Auch hier sind die Endschneiden so gelagert, dass sie sich windschiefen Flächen anschmiegen können (siehe Fig. 477 u. 478). Die Maschine ist mit einem Selbstzeichner versehen, bei dem die Tafel die Bewegung des Querschnittes [Durchbiegung d in natürlicher Grösse] mitmacht, während der Schreibstift senkrecht hierzu durch die Drehung der Schwimmerrolle am Quecksilbermanometer bewegt wird.

604. Die Maschinen für Zugbeanspruchung müssen nach dem von Amsler-Laffon benutzten Grundsatz für mittelbaren Angriff gebaut werden und fallen deswegen nicht so einfach aus wie die Druckmaschinen. Die verschiedenen Formen sind in Fig. 4, 5, 6 dargestellt. Die Maschine Fig. 5 für 25000 kg Kraftleistung ist mit einem besonderen Schraubenantrieb versehen; der hydraulische Cylinder hat also im Wesentlichen die Aufgabe einer Messdose zu erfüllen. Er ist oben am Haupt angeordnet, und die obere Einspannung ist an ihm in einem Rahmen aufgehängt. Die untere Einspannung ist an den beiden Säulen geführt und trägt ein Winkelradgetriebe (Fig. 20), mit dem man im Leergange die in ihrem Halse lose laufende Hauptschraubenspindel leicht auf die für den Versuch nöthige Höhe einstellen kann. Die Einspannvorrichtungen werden am Schluss gemeinsam besprochen. Die Zeichnung zeigt den an der linken Säule befestigten Selbstzeichner (719) von Amsler-Laffon.

a. Die 50000 kg-Maschine ist in Fig. 6 zugleich mit einer Einrichtung für Biege- und Druckversuche

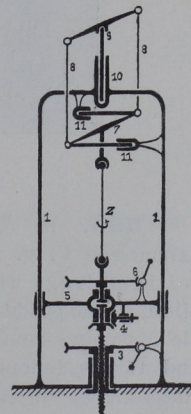


Fig. 422.

abgebildet. Es fehlt der besondere Schraubenantrieb; nur die Einstellschraube ist vorhanden. Das untere Querhaupt des Zugrahmens ist für die Vornahme von Biegeversuchen ausgebildet und dementsprechend noch durch zwei Zugbänder mit dem oberen Querhaupt verbunden. Die Druckversuche werden zwischen dem unteren Querhaupt und dem Pressenboden ausgeführt. Die Einspannungen werden später gemeinsam besprochen.

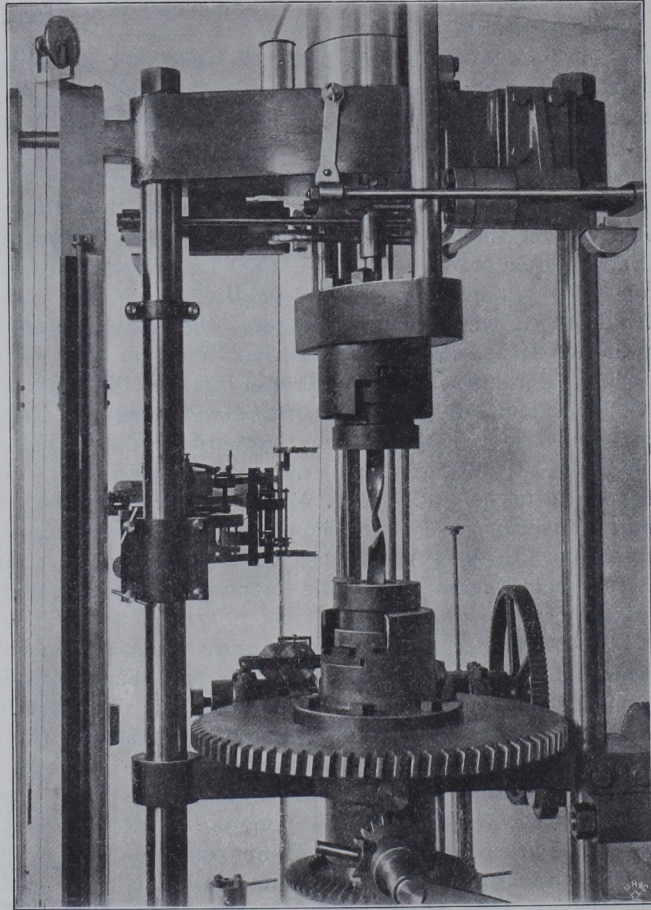


Fig. 423.

605. In Fig. 2 ist eine Maschine dargestellt, welche nach den Angaben von C. v. Bach entworfen ist, um seine Versuche unter gleichzeitiger Zug- und Drehbeanspruchung auszuführen (*L 223*). Die Abbildung entspricht in ihren Einzelheiten nicht mehr ganz der Form, in der die Maschine heute geliefert wird. Diese ist für Zugkräfte bis zu 30 000 kg und für Drehmomente bis zu 15 000 cm-kg konstruiert. Das Schema der Maschine ist in Fig. 422 gegeben. Der Schraubenantrieb 3 übt, vermitteltst des am Gestell geführten Querhauptes 5, die Zugkraft auf den Probestab z

aus. Die Zugkraft wird von hier aus durch Querhaupt 7 und Gestänge 8 auf den Kolben 3 übertragen und im Cylinder 10 mittelst Quecksilbermanometer nach der in Abs. 561, 561a beschriebenen Art gemessen. Das Winkelradgetriebe dient zur schnellen Einstellung des Querhauptes 5 auf die der Probelänge entsprechende Höhe; es kann mit einem Vorsteckstift festgestellt werden. Das Drehmoment wird durch den auf dem Querhaupt 5 angebrachten Schneckentrieb 6 [Vorgelege fortgelassen] erzeugt; es wird

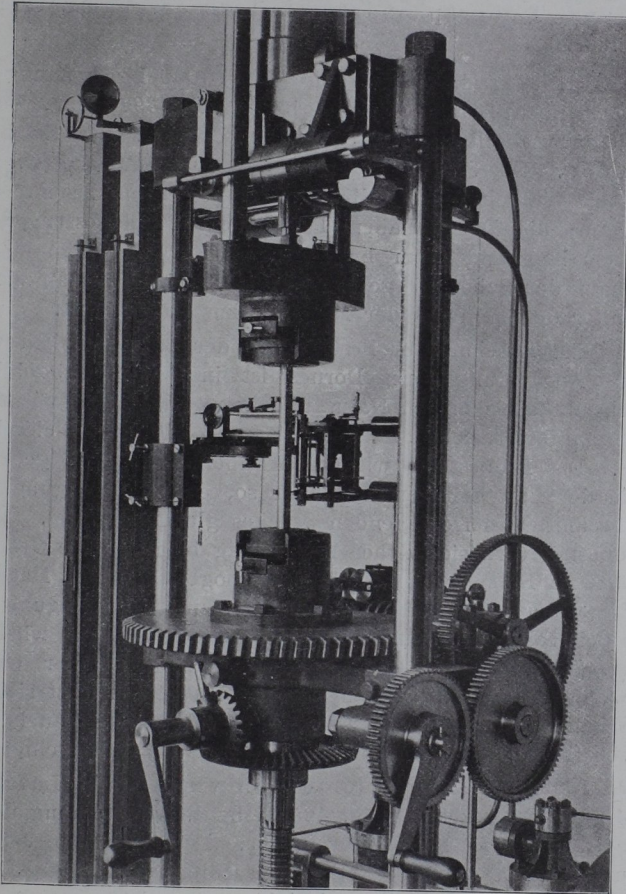


Fig. 424.

durch den Probestab z auf Querhaupt 7 übertragen, seine Kräfte werden in den beiden am Maschinengestell befestigten Cylindern 11 mittelst Quecksilbermanometer in der bereits bekannten Weise gemessen.

Die Einzelheiten der Konstruktion müssen aus Taf. 14, Fig. 2 und aus den beiden Abbildungen in Fig. 423 und 424 ersehen werden.

606. In Fig. 10 ist eine andere kleine Maschine abgebildet, die dazu dient, mit Drähten Drehversuche unter gleichzeitiger Zugbeanspruchung auszuführen (*L 3*, 1890, H. 4, S. 238). Der Antrieb er-

folgt durch Stirnrad und Vorgelege. Das Drehmoment wird durch die Drehung zweier Spiralscheiben gemessen, an welche zwei Gewichte mit Schnurzügen angreifen; der Hebelarm wächst proportional der Scheibendrehung, während die Kraft gleich bleibt. Auf der Scheibenachse sitzt die Zeichentrommel, auf der das zu jeder Verdrehung gehörige Drehmoment aufgezeichnet wird. Die Zahl der Verdrehungen wird ausserdem von einem Zählwerk angegeben. Die auf den Draht ausgeübte Zugkraft kann bis auf 100 kg gesteigert werden. — Für Verwindungsproben mit Seil- und Telegraphendrähten baut die Firma eine einfache kleine Maschine.

607. Fig. 13 stellt eine Presse für 70000 kg Leistung zur Ausführung von Biegeproben (Faltproben 372—392) dar, bei der die Biegung mit auswechselbarem Dorn und mit einstellbarer Stützweite vorgenommen wird. Die Stützweite kann durch Keilunterlagen, die durch Schrauben mit Winkelrad verstellbar sind, von 2 cm bis auf 9 cm verändert werden; die Dorne haben 1 bis 8 cm Durchmesser; die Proben können 17 cm lang und 6 cm breit sein. Die Probe kann bis zum Aufeinanderbiegen der Schenkel gebracht werden, indem man sie von der Seite her unter dem Stempel der Maschine zusammenpresst.

608. Eine Maschine zur Bestimmung der Biegefestigkeit von Flachstäben ohne Anwendung eines Dornes ist in Fig. 14 abgebildet. Die Firma beschreibt diese mir in Natur unbekannte Maschine wie folgt:

„Das Charakteristische dieser Maschine ist die Beweglichkeit der Einspannköpfe. Das Probestück wird nicht über einen Dorn gedrückt, sondern frei in der Luft gebogen und zwar so, dass das Biegemoment in jedem Querschnitt des freiliegenden Stückes gleich gross ist. Ein homogener Probestab wird sich daher kreisförmig biegen. Die Gestaltung der Biegung lässt in Folge dessen auf die Homogenität¹⁾ des Materiales und auf die Lage der neutralen Fasern schliessen. Die Biegung wird mittelst eines Schneckenrades ausgeübt; das Biegemoment wird an einem Quecksilbermanometer, die Grösse der Biegung an einer Gradtheilung ermittelt werden. Die Einspannlänge des Probestückes lässt sich von 2 cm bis 12 cm beliebig verändern. Dieselbe Maschine wird auch zur Untersuchung von Stäben auf wiederholtes Hin- und Herbiegen eingerichtet.“

609. Die Einspannvorrichtungen von Amsler-Laffon sind in den Fig. 425 u. 426 gezeigt. Fig. 425 giebt die Herrichtung der Druckmaschinen für Druck- und Biegeversuche. Das Querhaupt 2 ist mit Verzahnung und Theilung versehen, mit deren Hülfe die Auflager 7 eingestellt werden können. Diese sind mit zwei Einlagen 8 und 12 ausgerüstet, die um rechtwinkelig zu einander stehende Achsen drehbar sind, so dass die Auflager sich windschiefen Probeflächen gut anschliessen können. Die Druckversuche werden zwischen den Flächen an 3 und 6 ausgeführt. Der Bolzen 10 dient zur Sicherung der Lage von 2. Bei Druckversuchen kann der Bolzen entfernt werden, so dass man den Balken 2 beiseite drehen und dann bequem zur Druckprobe gelangen kann.

¹⁾ Hierbei ist aber zu bedenken, dass dies doch nur in beschränktem Maasse der Fall sein kann, denn ein Stab, der in jedem Querschnitt seiner ganzen Länge in gleicher Weise undicht ist, wie dies bei einem gewalzten Stabe sehr leicht möglich ist, kann sich trotzdem nach dem Kreisbogen biegen.

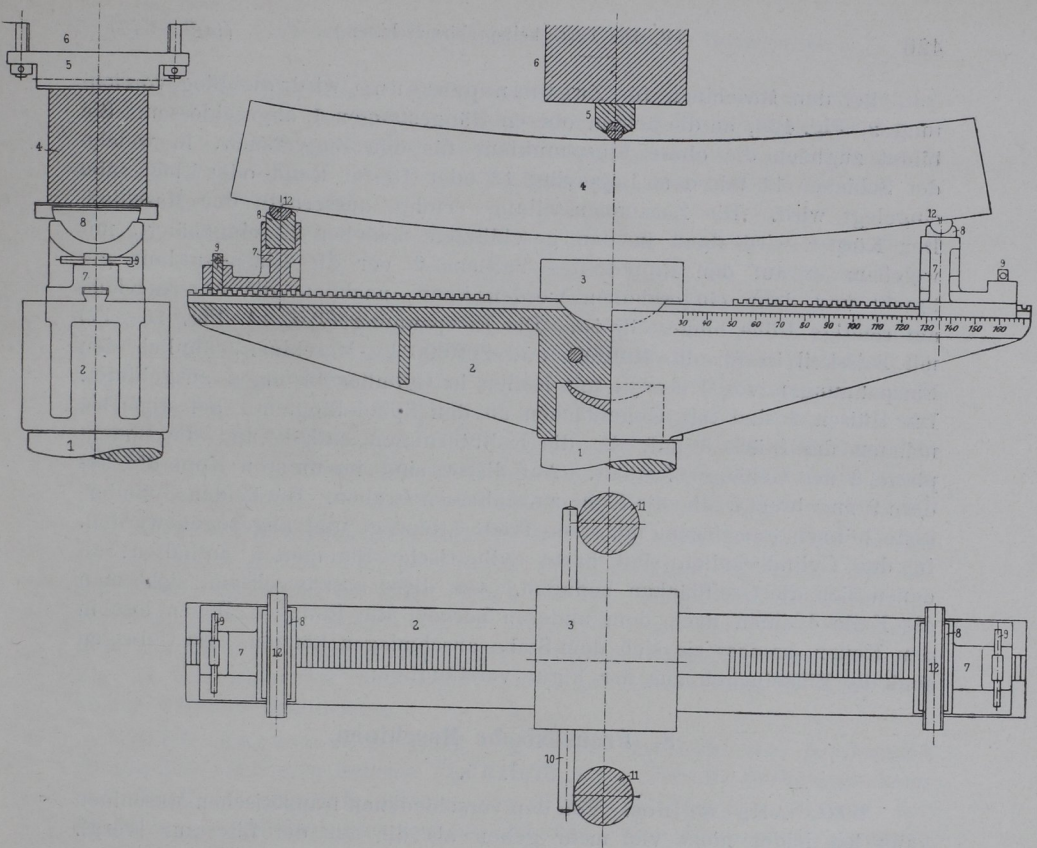


Fig. 425.

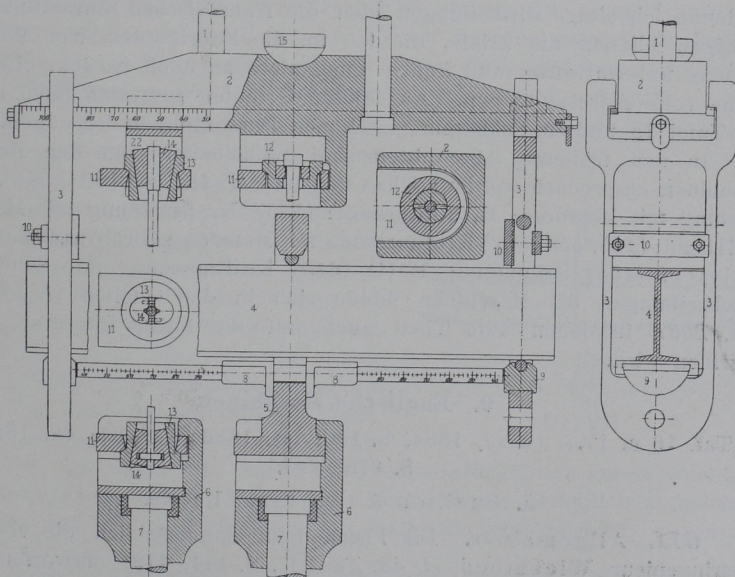


Fig. 426.

Bei den Maschinen für Zugbeanspruchung wird die Biegevorrichtung 2, Fig. 426, an die beiden oberen Hängestangen 1 angeschlossen. Sie bildet zugleich die obere Einspannklaue für den Zugversuch, in welche der Schieber 11 mit dem Lagerring 12 oder 13 für Rund- oder Flachstäbe eingelegt wird. Die Zusammenstellung erfolgt ausserhalb der Maschine. Der Körper wird dann in den geschlitzten Schieber 22 eingehängt, mit welchem er auf den Rippen des Balkens 2 vor die Einspannklaue gebracht und dann eingeschoben werden kann, nachdem die untere Klaue auf richtige Höhe eingestellt ist. Die Einspannung (Taf. 14, Fig. 15—17) mit Beisskeil ist für die 100000- und 200000 kg-Maschinen, ähnlich den Einspannungen von Emery, mit Keilen in Cylinderführung 4 ausgebildet. Die Hülsen 2 sind mit Kugelflächen an den Spindelköpfen 1 befestigt; sie nehmen das Stück 3 auf, das die Keilführungen enthält und die Bodenplatte 8 des Gehäuses festhält. Auf dieser sind im unteren Kopf die Federn 9 angebracht, die die Keile zu schliessen streben. Die beiden Cylinderkeile können gemeinsam mit dem Trieb 7 bewegt und angezogen werden. In den Cylinderkeilen sind harte cylindrische Einlagen 5 enthalten, an denen sich die Greifflächen befinden. Um diese auszuwechseln, zieht man die Keile 4 einen nach dem anderen heraus; die Einlagen liegen lose in den Keilen, so dass sie sich dem Stabe anschmiegen können. Im Uebrigen sind die Einzelheiten aus der Figur verständlich.

8. Französische Maschinen.

(Taf. 15.)

610. Allgemeines. Von den verschiedenen französischen Maschinen kann ich leider nicht viel mehr geben als die aus der Literatur [vergl. Abs. 445 und Erläuterungen zu Taf. 15] entnommenen flüchtigen Skizzen, die noch dazu zum Theil alt sind. Nur Herrn Professor Debray-Paris verdanke ich einige Mittheilungen über die französischen Einrichtungen, im Uebrigen blieben die Briefe, die ich an die Fabrikanten von Maschinen richtete, unbeantwortet und kamen auch nicht an mich zurück, obwohl sie meine volle Adresse trugen. Aus diesen Gründen muss ich mich mit den auf Tafel 15 und in Früherem gegebenen Darstellungen begnügen.

In den früheren Abschnitten sind Einzelheiten von den folgenden Maschinen besprochen worden: Chauvin und Marin Darbel: (558), Kraftmessung mit Messdose; H. Thomaset: (555), Kraftmessung mit Messdose; Maillard: (445, 556, 557) Kraftmessung mit Messdose; Curioni-Desgoffes-Ollivier: (455) Seilpumpe; Petit (510) Kraftmessung mit Schwimmer. Beschreibungen der Maschinen finden sich in den Quellen (L 102, 113, 183, 236), in denen zum Theil auch auf die ältere Literatur zurückgegriffen wird.

9. Englische Maschinen.

(Taf. 16 u. 17.) (L 49, 1884, S. 180; 55, 1886 II, S. 27; 48, 1886 II, S. 176; 243.)

J. Buckton & Co., Lim., Leeds.

611. Allgemeines. Die Firma baut hauptsächlich die von ihrem Oberingenieur Wicksteed (L 48, 1891 II, S. 144, 412) entworfenen Maschinen in allen Grössen. Ueber die Wicksteed-Maschine wurde bereits

Abs. 485, 519 gesprochen. Sie ist sehr verbreitet und wird sehr gelobt. Ich selbst sah sie in Amerika, hatte aber keine Gelegenheit mit ihr zu arbeiten oder sie zu untersuchen; über den gewonnenen äusseren Eindruck und meine Bedenken, wegen der Wirkung der trägen Masse, sprach ich früher schon (485).

Verschiedene Formen der Maschine sind auf Tafel 16 und 17, Fig. 8 und 9, abgebildet. Sie ist stehend angeordnet, und ihr mächtiger Hebel ruht auf dem Kopfende des Gestells; er ist mit einem sehr grossen Laufgewicht (519) versehen, das auf verschiedene Weise mechanisch angetrieben wird. Für die grossen Maschinen sind diese Gewichte 1000 und 1500 kg schwer. Das Laufgewicht gleicht in der äussersten Stellung am kurzen Hebelarm das Uebergewicht des grossen Armes [doppelt so lang] aus und gleitet über die Mittelschneide fort auf den langen Hebel. Hierdurch ist die Masse des Gewichtes auf ein kleinstes Maass zurückgeführt. Der Druck auf die Stützschnede des Hebels soll nicht grösser als 2000 kg/cm sein (493).

612. Die Maschine des Bradford College für 100000 kg ist tief in eine Grube gestellt und geht durch den Fussboden hindurch. Die Maschine ist eingerichtet für Zug-, Druck-, Knick-, Biege- und Drehversuche. Wenn grosse Stücke geprüft werden sollen, so wird der obere Fussboden über der Grube entfernt. Die allgemeine Anordnung geht aus Tafel 16, Fig. 11 und 12 hervor und bedarf nach der Beschreibung in (519) wohl keiner weiteren Erläuterung.

613. Zugversuch. Beim Zugversuch geschieht der Kraftangriff unmittelbar nach dem Schema Fig. 412, S. 400. Für die Probelänge kann das obere Querhaupt 8 mittelst der Winde 9 (Fig. 1 u. 2) und der Schrauben 7 gehoben und gesenkt werden. Die Einspannvorrichtungen sind in Fig. 10 gezeichnet, die zugleich auch die Verbindung des Probestabes mit dem Selbstzeichner 36 zeigt; für diese Verbindung sind zwei Klemmen 39 am Probestab befestigt. Die Schnur 38 ist mit der unteren auslösbar verbunden, geht über die Rolle der oberen Klemme neben dem Lenkerarm 37 her zur Zeichentrommel 36 und dreht diese, während der Zeichenstift den Bewegungen des Laufgewichtes 14 der Maschine folgt.¹⁾

614. Druck- und Knickversuch. Beim Druckversuch geschieht der Kraftangriff mittelbar nach dem Schema Fig. 412, S. 400. Fig. 1 und 2 zeigen die Aufstellung für den Knickversuch mit einer Gusseisensäule; für den Druckversuch werden die Druckflächen einander genähert.

615. Biegeversuch. Der Aufbau zum Biegeversuch vollzieht sich nach dem Schema Fig. 427. Antrieb und Kraftmesser greifen mittelbar an, wie es aus Fig. 9 u. 12, Tafel 16, hervorgeht. Eigentümlich ist die Konstruktion der Angriffspunkte für die Kraft; es liegen zwei lose Halbcylinder neben einander, die an dem Druckstück 28, Fig. 6 und 7, in Schlitzern beweglich aufgehängt sind. Die Auflager sind ebenfalls von Halbcylindern gebildet; auf wind-

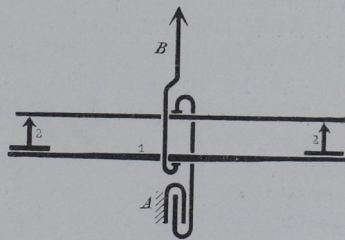


Fig. 427.

¹⁾ Vergl. das in 534 über die Lenkeranordnung Gesagte, das hier nicht voll beachtet ist.

schiefe Flächen ist keine Rücksicht genommen. Der Selbstzeichner kann auch für den Biegeversuch benutzt werden.

616. Drehversuch. Die Einrichtungen für den Drehversuch sind in Fig. 3 bis 5 dargestellt. Der Stab liegt in der Linie der Stützschnide hoch oben am Kopf der Maschine. Der Antrieb geschieht durch Schneckenrad 33 von der Kurbel 18 aus. Die Verdrehung kann mittelst des Rädchens 35 (Fig. 3 u. 5) auf die Zeichentrommel übertragen werden.

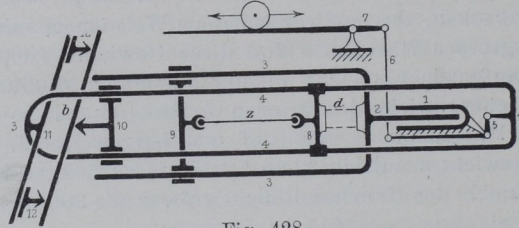


Fig. 428.

617. Eine liegende Maschine nach Wicksteeds Bauart ist in Fig. 7, Tafel 17 dargestellt und deren Schema in Fig. 428 gegeben. Antrieb 1 und Kraftmesser befinden sich am gleichen Maschinenende; letzterer besteht aus dem Winkelhebel 5, der am Maschinengestell aufgehängt ist und durch Zugstange 6 gewissermassen auf eine stehende Wicksteed-Maschine 7 wirkt. Die Kraftübertragung geschieht von Kolben 2 aus auf den Rahmen 3 und von dort aus, mittelst der am Rahmen feststellbaren Brücke 9, auf die Zerreissprobe z , durch Brücke 8 auf das Gestänge 4 und endlich auf den Hebel 5. Kurze Druckproben d werden zwischen 8 und 2 eingespannt, lange Körper und namentlich Knickproben zwischen 9 und 10, Biegeproben endlich zwischen 10 und 11. Drehversuche werden in der gleichen Weise, wie bei der zuerst beschriebenen Wicksteed-Maschine, an dem Hauptbalken 7 vorgenommen. Die Maschine ist mit einem Wicksteedschen Selbstzeichner versehen (727).

618. Zwei kleinere stehende Wicksteed-Maschinen sind auf Tafel 17 in Fig. 8 u. 9 abgebildet. Ausser den stehenden baut die Firma auch liegende Maschinen für Zug und Druck, Biegung und Drehung mit Schrauben- oder hydraulischem Betrieb, sowie Kettenprobirmaschinen zur Prüfung von Ketten, Säulen und Konstruktionsgliedern, Federprobirmaschinen und Maschinen zur Ausführung von Biegeproben. Auf Tafel 17, Fig. 10 ist eine schwere Maschine letzterer Art dargestellt, die nach dem in Abs. 375, Fig. 253 angegebenen Grundsatz gebaut ist.

Greenwood & Batley, Lim., Leeds.

619. Allgemeines. Von dieser Firma ist im Jahre 1865 die weltbekannte Maschine von D. Kirkaldy in London gebaut worden (L 121)

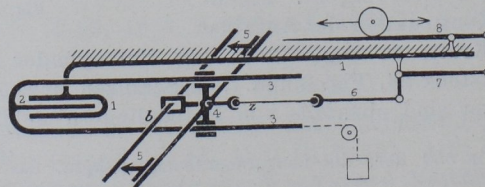


Fig. 429.

Diese Maschine hat eine Kraftleistung von 450 000 kg und ist ähnlich der in Fig. 430 abgebildeten neueren grossen Maschine. Das für die kleineren Maschinen entworfene Schema Fig. 429 passt in der Hauptsache auch für die Kirkaldy-Maschine.

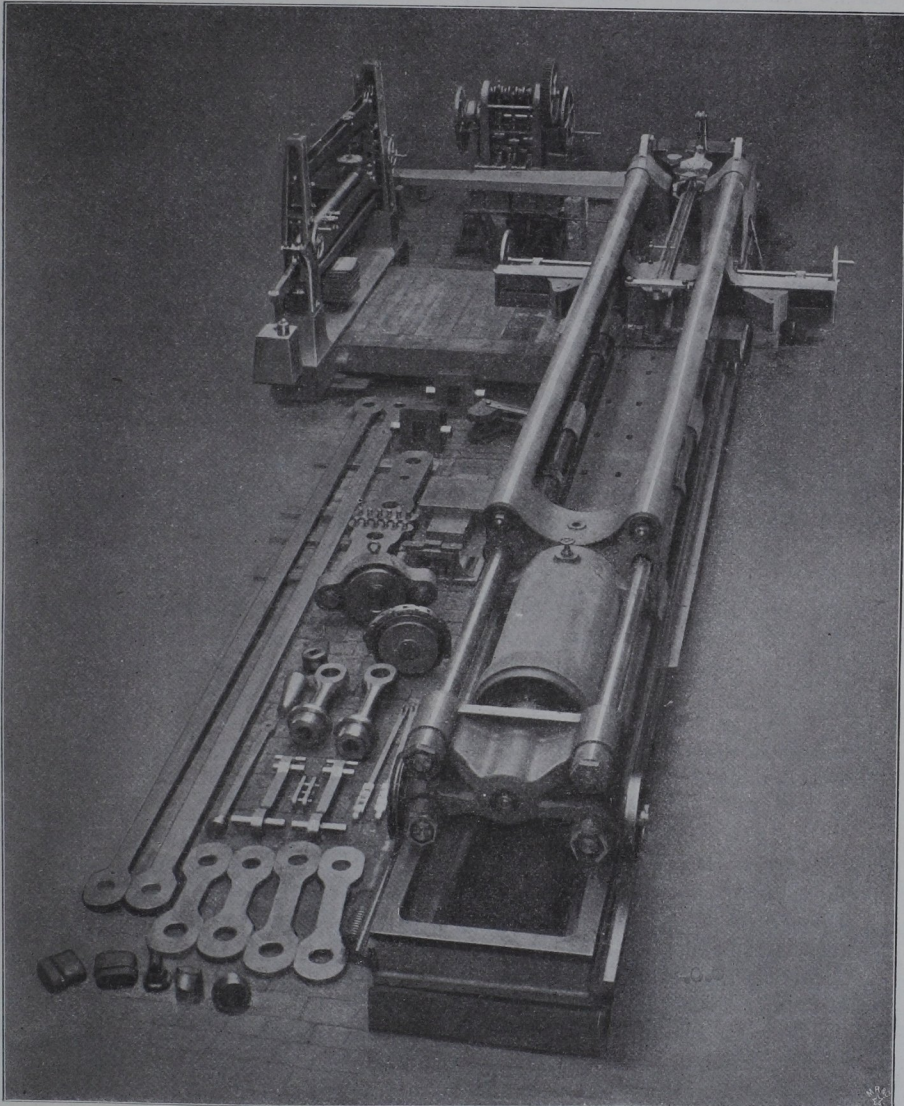


Fig. 430.

620. Die liegend angeordneten Maschinen der Firma Greenwood & Batley [Schema Fig. 29] haben hydraulischen Antrieb 1, der nach rückwärts durch vier Schrauben 3 an dem verstellbaren Querhaupt 4 angreift und von hier aus die Kraft auf die Probekörper [z = Zugprobe, b = Biegeprobe] abgibt. Der Kraftmesser besteht meistens aus einem Winkelhebel, der auf eine Lauf-

gewichtswage (Fig. 1 u. 2, Taf. 17) wirkt; bei den schwächsten Maschinen (Fig. 6) bildet der Winkelhebel zugleich den Laufgewichtshebel. Bei der Kirkaldy-Maschine ist die Wage seitlich von der Maschine, in gleicher Richtung wie diese, angeordnet, und zwischen beide der in wagerechter Ebene schwingende Haupthebel eingeschaltet; im Uebrigen ist die Konstruktion von Maschine und Wage die gleiche wie bei den kleineren Maschinen.

621. Die Anordnung für Zug- und Biegeproben wird aus dem Schema Fig. 429, aus Fig. 430 und Tafel 17, Fig. 1 u. 2 verständlich sein.

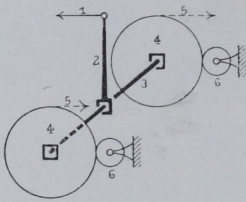


Fig. 431.

Die Einrichtung für Drehversuche ist nach dem Schema Fig. 431 gebaut. Die einzelnen Theile und die Lagerstellen im Maschinenbett sind in den Fig. 1 u. 2, Tafel 17, kenntlich. In der Mitte der Probe 3 greift der Hebel 2 an und leitet die Kraft 1 auf die Wage. Der Antrieb greift an die Ketten 5 an und überträgt die Kraft mittelst der an beiden Enden der Probe befestigten Kettenscheiben. Diese sind im Maschinengestell gelagert und ausserdem durch die Gegenrollen 6 gestützt.

622. Die Maschinen für Draht-, Gewebe- und Lederprüfung sind stehend gebaut nach Art von Fig. 6. Eine fahrbare liegende Prüfungsmaschine für Ketten ist in Fig. 4 dargestellt; die Kraftmessung geschieht durch Druckmessung in der hydraulischen Presse mittelst Federmanometer.

10. Amerikanische Maschinen.

Wm. Sellers & Co., Philadelphia, Pa.

(Taf. 18.) (L 211, 219, 242.)

623. Allgemeines. Nach der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1895, S. 421, drucke ich hier die von mir gegebene Beschreibung der Emery-Maschinen ab, indem ich zugleich auf die Absätze 483, 485, 501 und 559 verweise.

Die von der Firma William Sellers & Co. in Philadelphia gebauten Emeryschen Materialprüfungsmaschinen zeigen ganz eigenartige Anordnungen und Einzelkonstruktionen von grösstem Interesse.

Die Maschinen sind liegend angeordnet. Sie haben eine hydraulische Presse als Antriebvorrichtung, die durch zwei starke Spindeln mit der Kraftmessvorrichtung verkuppelt ist und gegen letztere, mit Hilfe von Vorsteckbolzen (45 t-Maschine, Fig. 344) oder mittelst des Spindelgewindes, in verschiedenen Entfernungen befestigt werden kann. Presse und Kraftmesser sind mit Klemmung auf dem Grundrahmen oder den Ständern (45 t-Maschine, Fig. 344) gestützt. Die eigentliche Befestigung des Ganzen auf der Unterstützung geschieht durch zwei Federpuffer, welche die beiden Spindelenden aufnehmen (485). Die Kraft wird nach Emeryschem Grundsatz durch Umsetzung der Kraftäusserung in Flüssigkeitsdruck ermittelt (559), der dann auf eine Emery-Wage (502) übertragen und durch diese gemessen wird. Die beweglichen und parallel zu führenden Theile der Maschine sind vornehmlich durch Emerysche Blattfedergelenke (501, 504) gestützt, die in der Wage auch die Stahlschneiden ersetzen.

Der eingehenderen Beschreibung der Emery-Sellersschen Maschinen möchte ich zur Erleichterung des Verständnisses eine schematische Skizze von den Haupteinrichtungen und der Wirkungsweise des Kraftmessers vorausschicken und in den Fig. 344 u. 356 zugleich die äusseren Ansichten von den 45- und 90t-Maschinen nochmals abdrucken.

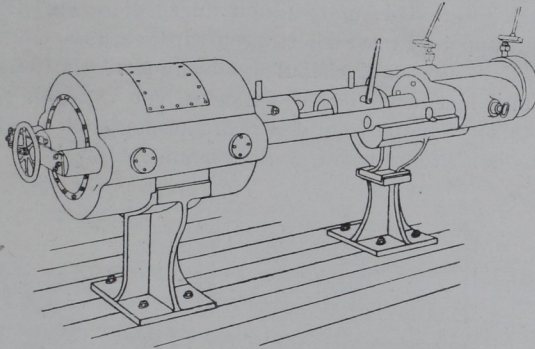


Fig. 344.

Die 45t-Maschine, Fig. 344, kann Probestücke von 1000 mm Länge auf Druck und von 480 mm auf Zug prüfen; die grösste von den Pumpen erzeugte Kolbengeschwindigkeit beträgt 380 mm/min und der ganze Kolbenweg 610 mm.

Bei der 90t-Maschine ist die grösste Länge der Proben für Druck 2360 mm, für Zug 1650 mm, die Kolbengeschwindigkeit 115 mm/min und der ganze Kolbenweg 1070 mm.

Bei der 135t-Maschine sind die gleichen Grössen 5490 mm, 3960 mm, 115 mm/min und 1070 mm.

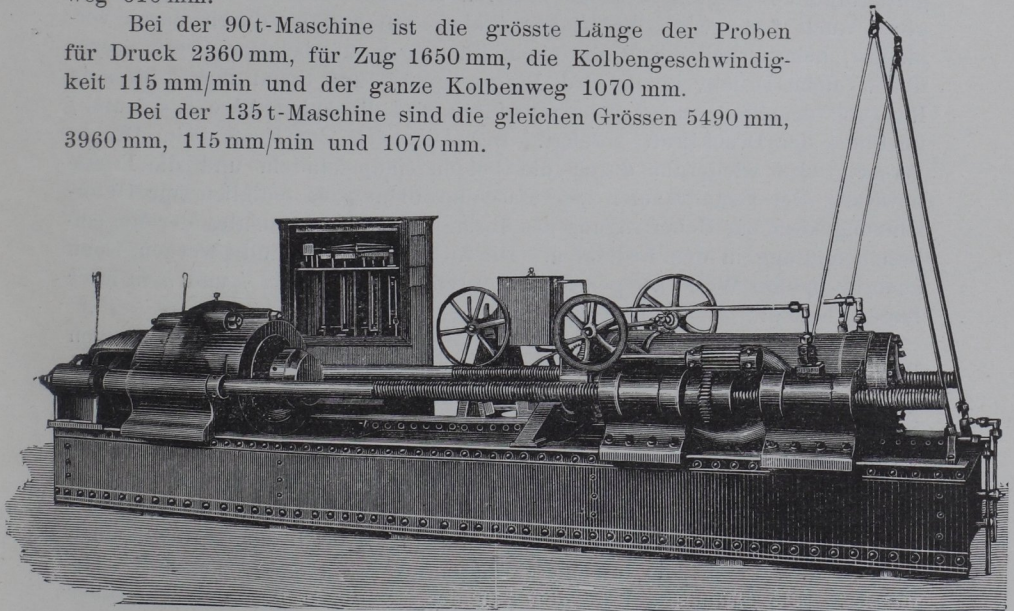


Fig. 356.

624. Der Kraftmesser hat bei allen Maschinen ähnlichen Aufbau, meist nach folgendem Grundsatz eingerichtet:

Der Körper *a*, Fig. 432, der die Kraft vom Probestab empfängt, ist

durch die Federscheiben h getragen. Auf ihm sind zwei sternförmige Körper b und c befestigt [s. Querschnitt]. Bei Zugbeanspruchung im Probekörper drücken die Zähne des Körpers c auf das Emerysche Ringdosensystem e , und dieses überträgt den in ihm erzeugten Flüssigkeitsdruck auf die Wage, während der Widerlagerdruck vermittelt des Zwischenringes d auf die Zähne des Widerlagers f_1 , von hier aus auf die beiden Seitenspindeln der Maschine, Fig. 344, und endlich durch diese auf die ebenfalls mit den Spindeln verkuppelte Presse übertragen wird, so dass der Kraftausgleich vollständig innerhalb dieses Kreislaufes stattfindet. Um eine gewisse Anfangsspannung und hierdurch festes Anliegen von c gegen e , d und f_1 zu erzeugen, sowie das Uebergewicht der Wage auszugleichen, wird das Federwerk l bis n in der Pfeilrichtung l angespannt. Der Ring d wird durch

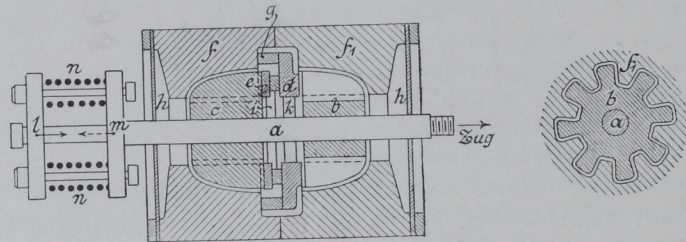


Fig. 432.

geringfügige Bewegung des mit schiefen Ebenen versehenen Ringes g zugleich auch fest gegen Widerlager f abgesteift und hierdurch daran verhindert, beim Bruch der Probe einen Rückstoss auf das Dosenwerk auszuüben. Beim Druckversuch wird Ring g gelöst und Spannwerk l bis n in Richtung des Pfeiles m gespannt; dadurch wird die Anlagefolge b , d , e und f im Sinne der Druckkraft erzeugt. Der Ausgleich der Kraft beim Druckversuch wird wiederum durch die beiden Hauptspindeln und die Presse bewirkt. Der Grundrahmen der Maschine dient also lediglich zur Unterstützung sowie zur Uebertragung des übrig bleibenden Momentes der Massenbeschleunigung in den Erdboden. Die Zwischentheile d und e werden, wenn auch in anderer Weise als gezeichnet, durch Federscheiben i und k in ihrer Lage erhalten.

625. In Fig. 1 bis 13, Taf. 18 gebe ich nunmehr, nach den mir von Professor Gaetano Lanza gütigst übersendeten Konstruktionszeichnungen, die Einrichtung einer 135 t-Maschine wieder, die von der Firma Wm. Sellers & Co. für das Applied Mechanics Laboratory des Massachusetts Institute of Technology in Boston geliefert wurde; es ist dies eine der ersten von der Firma gebauten Emery-Maschinen.

Die Fig. 1 bis 11 zeigen die Einzelheiten des in seiner Wirkung bereits geschilderten Kraftmessers, und zwar Fig. 1 bis 6 die Gesamtanordnung, Fig. 7 bis 11 die besondere Einrichtung des Dosenwerkes am Kraftmesser. [Die Grundsätze für den Bau der Messdosen besprach ich früher in den Abs. 554 bis 563].

Die tragenden Hauptkörper 1 und 2 sind in der in Fig. 3 angegebenen Weise auf den schmiedeeisernen Maschinenrahmen 2 gestützt und verklammert. Diese beiden Stücke sind durch die beiden Hauptspindeln 4 vermittelt der Muttern 5 und 6 mit einander verbunden, indem sie zugleich

den das Dosenwerk tragenden Rahmen 5 zwischen sich aufnehmen. Die Muttern 6 tragen das Pufferwerk, welches in das Gehäuse 7 eingeschlossen ist, das durch die Schrauben mit dem Maschinenrahmen 3 fest verbunden ist.

Die Stücke 1 und 2 tragen mittelst der Federscheiben 8 den Körper 9, an welchen durch Schraubengewinde und Zwischenstücke 10 die Einspannvorrichtungen für die Probekörper angeschlossen werden. Der Körper selbst ist am Kopfe sternförmig [vergl. auch den Querschnitt Fig. 432] gebildet und trägt den zweiten Sternkörper 11; nach hinten ist er mit der Anspannvorrichtung verbunden.

Der Ring 5 ist mit verschiedenen Aussparungen versehen, wie namentlich aus Fig. 7 hervorgeht; er ist mit Eindrehungen in die Körper 1 und 2 eingepasst. An diesem Ring 5 ist das Dosenwerk mit den Blattfedern 12 und 13 aufgehängt, welche zunächst den Ring 14 tragen. Dieser kann mit seiner Rückenfläche sowohl gegen die Zähne des Sternkörpers 9 als auch gegen die Zähne von 2 drücken, je nach Anspannung des Spanwerkes. Ring 14 trägt, durch den in ihn eingepassten Befestigungsring, die Federringe 15, Ring 16 aber den Deckel 17 der Ringdose. Diese Dose besteht aus zwei gewellten dünnen Metallblechen, die, an den Rändern mit einander verlöthet, den Hohlraum zur Aufnahme der Flüssigkeit bilden, welche den Druck auf die Wage überträgt (559). Die Dose wird an den Rändern umgebogen, so dass diese in die ringförmigen Vertiefungen des Körpers 18, Fig. 9, passen, in welche sie mit weichem Metallloth durch die Ringe 19 und 20 fest eingepresst werden. Diese Ringe begrenzen zugleich das Spiel für den Ring 17 und geben die Widerlager für die Federringe 15 und 16. Die Verbindung des Leitungsröhrchens 21 mit der Dose erfolgt durch den an die Dose 22 angelötheten Putzen 23 der, in das Ringstück 18 passend, durch Schrauben an 21 angeschlossen ist. Der Ring 18 trägt, ebenso wie Ring 14, am Rücken eine schmale Anlagefläche, die sich bei Zugbeanspruchung gegen den Sternkörper 4, bei Druckbeanspruchung aber gegen den Stern des Widerlagers 1 anlegt. Der Ring 24 besteht bei der hier beschriebenen Maschine aus zwei Theilen, die sich mit Hilfe der beiden Doppelspindeln 25 [Rechts- und Linksgewinde] auf schrägen Flächen verschieben lassen, so dass hierdurch Ring 14 gegen 1 und 2 abgesteift und unbeweglich gemacht werden kann. Die Einstellung geschieht mit Hilfe der Spindeln 25; Schraube 26 dient zur Hubbegrenzung.

Das ganze Dosenwerk, mit dem Ring 24 fest verbunden, kann in der Fabrik vollständig fertig gemacht und als Ganzes versandt werden, wenn man mit Hilfe von Rückenstützen und unter Benutzung der Schraubenlöcher und Schrauben 28 bis 29 die einzelnen Ringe gegen die Rückenstützen und unter einander verschraubt und feststellt. Das Dosensystem kann also im Ganzen, so wie es ist, in der Fabrik auf einer besonderen Maschine geaicht werden.

626. Das Spannwerk (Fig. 1 u. 2) liegt in einem besonderen Gehäuse 30, das mit Schrauben am Körper 1 befestigt ist. Die Spannfedern 31 und 32 liegen zwischen dem Rahmenwerk 33 u. 34, welches mittelst der Schraube 35 am Körper 3 befestigt ist. Seine Anspannung im einen oder anderen Sinne vermitteln die Spindeln 36 mit Hilfe eines Räderwerkes. Für den Zugversuch wird Rahmen 33 gegen 34, für den Druckversuch Rahmen 34 gegen 33 bewegt. Als Begrenzung für die hierzu erforder-

lichen Drehungen des Handrades dienen die beiden Anschläge 37 an den Rädern und an dem Halslager, Fig. 2. Die Handhabung dieser Vorrichtung ist also ausserordentlich einfach. Zur Stützung des Federwerkes sind wiederum Blattfedern 39 benutzt.

627. Durch die Leitung 21 wird der in der Ringdose erzeugte Flüssigkeitsdruck auf zwei ganz ähnlich konstruirte kleinere Dosen übertragen, die in einem schmiedeisernen Gehäuse 40, Fig. 12 und 13, angebracht und durch die Schraube 41 angeschlossen sind. Die Dosen werden durch die Platte 42 und dünne Bleche 43 gebildet, die mit Löthungen abgedichtet und durch Ringe 44 befestigt sind. Diese Ringe dienen zugleich zur Anbringung der Federringe 45, die die beweglichen Dosendeckel 46 in ihrer Lage erhalten. Durch die Scheiben 47 wird dann der Druck auf die beiden zur Wage führenden Stempel übertragen. Die Platte 42 liegt demgemäss unten in dem Schrank (vergl. Fig. 356), in welchem die Wage untergebracht ist.

Auf die genaue Beschreibung der Wage selbst will ich hier nicht eingehen, weil ich sie auch in der von Sellers veränderten Form nicht für praktisch halte, mindestens nicht für den Gebrauch an Festigkeitsprobirmaschinen. Die alte Form der Emery-Wage wurde schon vor Jahren durch die Berichte von Reuleaux auch bei uns bekannt; von der Sellersschen Form dieser Wage konnte ich keine Zeichnung erlangen.¹⁾

Ich will hier nur kurz andeuten, dass von den beiden Dosen 42 aus die Kraft durch ein Gestänge, das mit Blattfedergelenken an den Haupthebel der Wage angeschlossen ist, auf diesen übertragen wird. Die Wage hat mehrere Hebel und einen leichten Zeigerhebel, der den Ausschlag des letzten Hebelendes in starker Vergrösserung sichtbar macht. Alle Schneiden sind vermieden und durch Blattfedergelenke (498) ersetzt. Die Gewichtssätz sind in mehreren Reihen neben einander angebracht; in jeder Reihe liegen lauter gleiche Stücke über einander, die durch Hebelwerke eines nach dem andern aufgesetzt werden können, wobei das Gesamtgewicht an den Hebelstellungen abgelesen werden kann.

628. Wesentlich an dem Emeryschen Grundsatz der Kraftmessung ist, wie ich früher (559 und *L* 162 S. 1027) nachwies, der Umstand, dass die Beweglichkeit der Dosendeckel nur in ausserordentlich geringem Maasse in Anspruch genommen wird und somit die durch die Leitungen für jede Einstellung an der Wage zu bewegendes Wassermenge auf das aller kleinste Maass zurückgeführt wird. Daher ist, wenn man grosse Genauigkeit erzielen will, eine Wage mit grosser Uebersetzung erforderlich.²⁾ und zugleich muss die gesammte in den Dosen und Leitungen befindliche Flüssigkeitsmenge klein sein, damit die Wärmewirkungen bei Veränderung des Wärmezustandes der Massen nicht zu gross werden. Würde man die Wage ver-

¹⁾ Leider waren meine Bemühungen, von der Firma Wm. Sellers & Co. Zeichnungen zu bekommen, auch sonst erfolglos; ich musste mich deswegen auf die von Professor Lanza erhaltenen Mittheilungen beschränken. Aus diesem Grunde habe ich von der stehenden Emery-Maschine keine Abbildung und Beschreibung gegeben; sie findet sich (*L* 219).

²⁾ Selbstverständlich kann sonst jede Wage benutzt werden. Man würde diese Bedingungen auch durch eine Bourdon-Feder, durch Eingrenzung des Wagenausschlages etc. erreichen können.

einfachen und den vorher bereits aufgestellten Forderungen anpassen können, so glaube ich, könnte man der Emery-Sellers-Maschine mit grossem Erfolg eine ganz wesentliche Verbesserung zu Theil werden lassen, denn es ist an sich ein sehr schwer wiegender Vortheil ihrer Bauart, den Kraftmessapparat ganz nach Bequemlichkeit aufstellen zu können. (551, 559 a).

629. Die hydraulische Presse, Fig. 14 bis 18, ist, ebenso wie die Widerlager des Kraftmessers, auf dem Rahmen 3 durch die Theile 48 gehalten. Die Presse 49 arbeitet mit einem Liderkolben 58 unter einem grössten Betriebsdruck von 110 at. An dem Deckel und an dem Hauptgussstück 49 sind Lagerungen für die Bewegungsvorrichtung angebracht, mit deren Hülfe die Presse gegen den Kraftmesser verschoben wird. Ohne hier auf die Einzelbeschreibung einzugehen, sei hervorgehoben, dass der Antrieb durch Handrad 50 oder Schnurscheibe 51 erfolgt. Die Bewegung wird durch das Zahnrad 52 auf das Planetengetriebe 53 übertragen und von hier aus von der hohlen Welle und der darin gelagerten Welle durch die beiden Winkelräderpaare auf die Stirnräderpaare 56 und 57 geleitet. Die Räder 57 bilden die Widerlagermuttern für die Presse; sie laufen auf dem Gewinde der Hauptspindeln 4. Durch Einschaltung des Planetengetriebes wird bewirkt, dass die Muttern auf beiden Spindeln ganz gleichmässig festgezogen werden. Die meisten der beweglichen Theile sind durch Schutzkappen verdeckt. Zwischen den beiden Muttern 57 und den Anlageflächen am Gussstück 49 bleibt ein Spielraum von 104 mm, welcher es dem Pressenkörper gestattet, beim Bruch der Probekörper noch einen erheblichen Weg zurückzulegen, bevor durch seine Reibung am Bett 3 die Wirkung des Rückstosses aufgezehrt ist. Diese Reibung kann durch die Schrauben bei 48 geregelt werden. Die Zuleitungsrohre zur Presse sind mit Knien versehen, sodass sie den Bewegungen der Presse ohne weiteres folgen können.

630. Zum Betrieb der Presse liefert Sellers ein recht hübsches Pumpwerk, von dem ich in Abs. 459, Fig. 335 die äussere Ansicht, und hier die kurze Notiz geben kann, dass man durch Heben und Senken der Kurbelschleifen den Hub der drei Pumpen während des Ganges von 127 mm auf Null verändern kann. Die Pumpen haben um 120° versetzte Kurbelstellung; sie leisten bei 110 Umdr. bis zu 19 ltr/min. Dieses Pumpwerk hat ein sehr gefälliges Aussehen und arbeitet, wie ich mich mehrfach überzeugte, vorzüglich; es nimmt einen geringen Raum in Anspruch und ist besonders zu empfehlen, wenn es sich um die Bedienung einer einzigen Maschine handelt.

631. Die Emeryschen Einspannvorrichtungen sind in Fig. 19 bis 32 dargestellt.

Die Einspannung für Zug besteht aus zwei cylindrisch geformten Keilstücken mit eingelegten Beissbacken. Die beiden Keilstücke 1 liegen in cylindrischen Bohrungen, die um den Anzugwinkel des Keiles gegen die Achse des Stückes 2 geneigt sind. Die ganze Einspannvorrichtung (Spannmaul) ist mit feinem Gewinde an dem Körper 3 des Kraftmessers oder an dem Kolben 58, Fig. 17, der Presse befestigt. Die Keilbacken können mit Hülfe der Schraube 5, deren Mutter 6 mit Schwalbenschwanz in die Stücke 1 eingreift, vor- und zurückgeschoben werden, sodass das Maul sich öffnet

und schliesst. Dieser Schub wird mit Hülfe der Spindel 7 bewirkt, deren Schnecke in das durch die Stücke 10 und 11 eingeschlossene Wurmrad 15 eingreift. Dieses Rad umschliesst die Spindel nur theilweise, Fig. 23, es hat einen losen Gang von etwa $\frac{1}{4}$ Umdr. und greift dann an einen Vorsprung der Platte 14 an, die mit Schrauben an der Spindel befestigt ist. Zwischen 14 und 15 ist eine Spiralfeder 18 eingeschaltet. Zum Zweck des Einspannens wird mit Hülfe von 7, 15 und 14 unter Ueberwindung der Federspannung die Schraube fest angezogen, sodass sich die gezahnten Beissbacken 16 fest in das Probestück einbeissen und die glatten Einlagen 17 zum Anliegen kommen [in Amerika wird viel mit Probestäben ohne Köpfe gearbeitet, und daher sind auch für Stäbe mit Köpfen Beisskeile weit mehr in Gebrauch als bei uns]. Wenn nun bei wachsender Anspannung die Keile 1 während des Versuches vorangehen, so wird der Druck der Schraube 5 schliesslich aufgehoben, und dann kommt Feder 18 zur Wirkung, welche veranlasst, dass die Spindel 5 dem Vorgehen der Keile 1 folgt. Hierzu ist der lose Gang von $\frac{1}{4}$ Umdr. erforderlich. Die Schraube 5 ist doppelgängig und hat 32 mm Steigung. Die Stücke 1, 17 u. 19 sind aus Werkzeugstahl gearbeitet. Die Theile 19 bis 21 dienen zur Befestigung der Einlagen für verschieden starke Stäbe; man hat Einlagen für Rund- und Flachstäbe. Besondere Einlagen gestatten auch die Anwendung von Köpfen an den Probestücken. Die an dem Presskolben befestigte Einspannvorrichtung bedarf einer besonderen Unterstützung, wenn der Kolben sehr weit herauskommt; hierzu dient das Querhaupt 22, Fig. 34 bis 36.

632. Für die Benutzung unserer Feinmessapparate [Spiegel], die [wie wohl die meisten wirklich zuverlässigen Apparate] empfindlich gegen Stösse sind und häufig auch die Konstruktionsbedingung enthalten, dass der Spiegel seinen Ort nur wenig ändern darf, sind Spannvorrichtungen mit Keilwirkung nicht recht geeignet, auch dann nicht, wenn sie so vollkommen gearbeitet sind, wie die Sellers-Emeryschen. Man kann auch mit dieser Einrichtung den Stab kaum von vornherein so fest einspannen, dass nachher kein Nachrutschen der Keile mehr stattfindet. Ja, man darf sogar aussprechen, dass eine so starke Anspannung gegen den von Emery angewendeten Konstruktionsgrundsatz verstösst; denn er verschraubt seine beiden Spannmäuler fest mit den Maschinentheilen und lässt die zum Anspannen der Keile nothwendige Bewegungsmöglichkeit in der Längsrichtung nur unter Ueberwindung des Kolbenwiderstandes zu. Ich habe mehrfach wahrgenommen, dass man während des Versuches darauf achtete, ob die Einspannung sicher sei, ein Beweis, dass man gegentheilige Erfahrungen besass; ja, ich sah selbst, dass die Stücke im Maul beträchtlich rutschten. Im allgemeinen habe ich aus vielen ähnlichen Erfahrungen mit anderen einfacheren, wenn auch weniger vollkommenen Spannvorrichtungen, die Ueberzeugung gewonnen, dass es besser ist, bei Anwendung von Beisskeilen so zu konstruiren, dass der zur sicheren Wirkung erforderliche Seitendruck von vornherein erzeugt wird und selbstthätige Anspannung überhaupt ausgeschlossen ist.

633. Die Einspannung für Druckversuche ist in Fig. 31 und 32 dargestellt. Sie ist in gleicher Weise wie die Zugmäuler mit den Maschinentheilen verbunden, und die Vorderplatte 23 kann auf Kugelflächen mit Hülfe der Schrauben 24 eingestellt werden.

Gegenüber vielen bei uns gebräuchlichen Einspannvorrichtungen halte

ich diese Konstruktion für unvollkommen. Unsere Einrichtungen benutzen meistens die rückwärts belegene Kugelfläche, sodass der Kugelmittelpunkt der benutzten Kugelfläche dem Probekörper zugekehrt liegt, während dies bei der Emery-Sellersschen Einspannung umgekehrt ist. Unsere Einspannungen gewähren den Vortheil, dass man bei Kniekversuchen die Schalen lose lassen und wenigstens bis zu einem gewissen Grade den Versuch mit beweglichen Auflagern ausführen kann. Legt man den Kugelmittelpunkt in die den Probekörper aufnehmende Druckfläche, so wird dieser Punkt selbst dann keine Verschiebung erfahren, wenn die Vorrichtung einmal schief eingestellt werden muss, und man ist sicher, dass die auf den Endflächen angebrachten Centrirlinien auch immer die Druckmittellinie der Maschine bezeichnen, wenn die Vorrichtung zu Anfang richtig angebracht wurde, wofür leicht Einrichtungen getroffen werden können. Bei der Emery-Einrichtung verschiebt man mit jeder Einstellung die Richtungslinien, und nur wenn die Endflächen der Probekörper, was freilich die Regel sein wird, parallel sind, sind auch die Marken in der richtigen Lage. Unser Aufbau giebt im Allgemeinen etwas mehr Verlust an verfügbarer Länge für den Druckversuch.

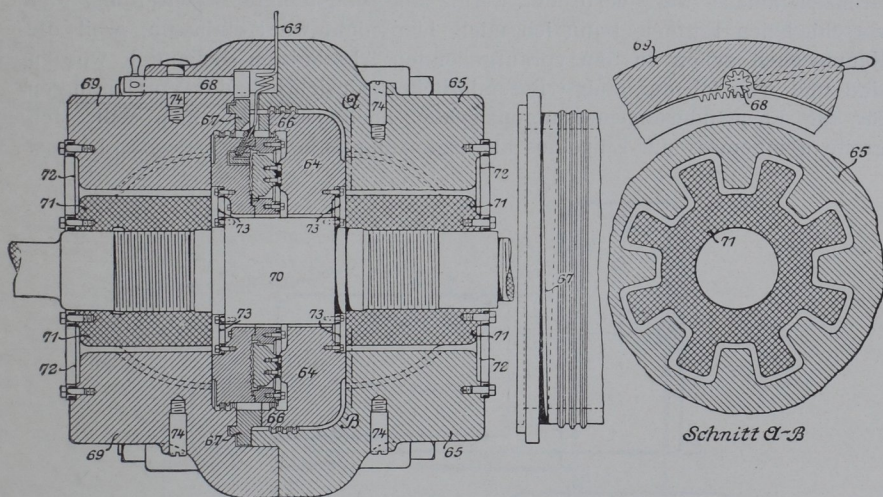


Fig. 433.

634. In den Figuren 433 ist die neuere, etwas veränderte Anordnung der Sellersschen Konstruktion des Kraftmessers dargestellt, wie sie an der Maschine auf der Weltausstellung in Chicago zu sehen war. Der Mittelkörper 70 ist durch die Federplatten 72 an den Widerlagerkörpern 65 und 69 aufgehängt. Die Sterne 71 sind auf 70 aufgeschraubt. Das Ringdosenwerk ist durch die Federringe gegen 70 abgesteift; das Dosenwerk selbst ist ähnlich wie früher konstruirt. Ring 64 wird bei dieser Anordnung durch Drehung des Ringes 67 festgeklemmt, wenn Getriebe 68 bewegt wird; zu dem Zwecke haben die Ringe 67 und 68 Schraubenflächen an den Stirnseiten. An den Stücken 64, 65, 69 u. s. w. sind Eindrehungen angebracht [im Schnitt Schraubengewinden ähnlich], welche den Zweck haben, Staub und Schmiere zu sammeln und von dem Dosenwerk fern

zu halten. Die beiden Widerlagerkörper 65 und 69 sind durch besondere Schrauben und durch die beiden Hauptspindeln mit einander verbunden.

635. Die in Abs. 625—634 beschriebenen Konstruktionen sind, wie man zugeben wird, an sich Meisterwerke der Ingenieurkunst; sie haben hüten wie drüber mit Recht ihre Lobredner gefunden; aber hier wie dort dürfte man in dieser Hinsicht gar zu einseitig vorgegangen sein, und deswegen halte ich es für meine Pflicht, es hier nicht bei einer einfachen Beschreibung bewenden zu lassen, sondern gemäss der Erfahrungsthatfache, dass es ganz Vollkommenes nun einmal nicht giebt, und dass man durch Erkennung der Fehler den Fortschritt am sichersten fördert, auch meine Bedenken und Einwendungen gegen die Emery-Maschine zum Ausdruck zu bringen.

Riehlé Bros., Testing Machine Co., Philadelphia, Pa.

(Taf. 19.) (L 51, 1881, S. 147.)

636. Allgemeines. Die Firma führt eine ganz ausserordentliche Auswahl von Festigkeitsprobirmaschinen aller Grössen und für die verschiedensten Zwecke. Ihre Maschinen sind in Nordamerika und über dessen Grenzen hinaus weit verbreitet. Auf eine eingehende Beschreibung der verschiedenen Formen kann ich mich hier nicht wohl einlassen, weil die Hauptsachen schon in den voraufgehenden Abschnitten behandelt worden sind und weil ich auf einige Besonderheiten hinsichtlich der Vorrichtungen für die Formänderungsmessungen später noch zurückkommen will. Ich greife demgemäss nur Einzelnes als Ergänzung zum früher Gesagten heraus.

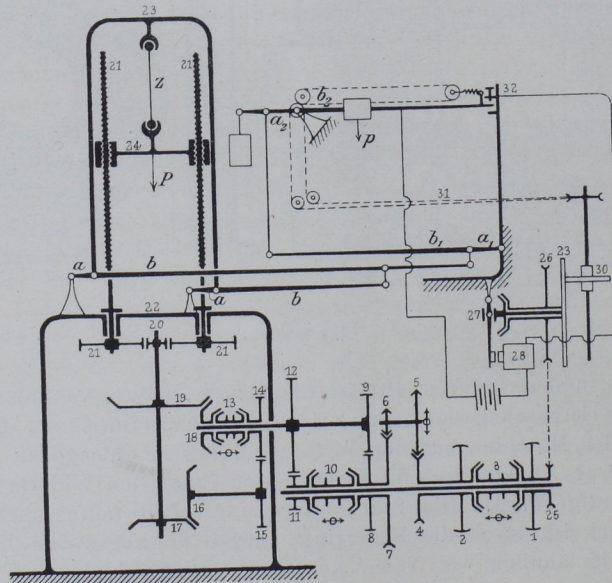


Fig. 366.

637. Die auf Taf. 19, Fig. 1—5, abgebildeten Maschinen sind im Grossen und Ganzen nach dem in Fig. 366, gegebenen Schema gebaut und in den Absätzen 526—528 beschrieben. Bei Betrachtung dieser

Abbildungen, und auch wenn man den Betrieb an den Maschinen selbst beobachtet, kann man sich des Eindruckes kaum erwehren, dass man es mit im Grunde doch wohl unnöthig verwickelten Einrichtungen zu thun hat. Es kann, namentlich bei den Maschinen, bei denen noch der elektrische Apparat für die Bewegung des Laufgewichtes hinzukommt, dem Beobachter nicht leicht werden, sich in alle die Handhabungen und Aufmerksamkeit erfordernden Dinge an einer solchen Maschine einzuarbeiten. Was ich hier sage, gilt natürlich ebenso von der ganz ähnlichen Olsenschen Maschine, Taf. 20, und von jeder anderen gleich verwickelten Bauart; ich hebe dies auch hier wieder nur deswegen hervor, um nach Kräften auf Vereinfachung im Bau und **Betrieb** von Materialprüfungsmaschinen hinzuwirken.

638. Die grossen Maschinen von Riehlé haben Sondereinrichtungen für die Ausführung aller möglichen Arten von Versuchen, sodass man auf ihnen Zug-, Druck-, Knick-, Biege-, Scheer- und Lochversuche vornehmen kann. Fig. 6 zeigt eine Maschine, die besonders für Drehversuche eingerichtet ist und aus der Abbildung allein wohl verständlich sein wird; auch die zahlreichen kleinen Maschinen, die sonst noch abgebildet sind, bedürfen keiner weiteren Erläuterung, als sie auf Taf. 19 selbst gegeben ist.

639. Ich möchte nicht unerwähnt lassen, dass nach Angabe der Firma zwei ihrer Maschinen mit unmittelbar aufgebrachtener Belastung bis zu 23000 und 45000 kg im Sibley College geprüft worden sind und dass hierbei ein Fehler von nur $\frac{1}{10}\%$ gefunden wurde, den man praktisch als konstant ansehen konnte.

Tinius Olsen & Co., Philadelphia, Pa.

(Taf. 20.) (*L 102; 113, 51, 1879, S. 36, u. 1883, S. 39; 42, 1896, S. 91.*)

640. Allgemeines. Auch Olsen & Co. führt, wie Riehlé Bros., eine sehr stattliche Anzahl von Maschinen verschiedener Grösse für alle möglichen Prüfungszwecke aus. In ihrer Einrichtung und in ihrem Aeusseren sind die Maschinen beider Firmen einander meistens sehr ähnlich; in den Einzelheiten weichen sie etwas mehr von einander ab. Auch die Maschinen von Olsen sind weit über die Grenzen von Nordamerika bekannt und verbreitet. Sie scheinen mit den Maschinen von Riehlé in den Vereinigten Staaten die eigentlich marktgängigen Maschinen zu sein; ich fand Maschinen beider Firmen in fast allen Werkstätten und Betrieben, die ich besuchte. Auf die Beschreibung im Einzelnen will ich mich auch hier nicht einlassen, da ich einzelne Einrichtungen im Schema, Fig. 365, S. 339, darstellte und andere früher schon besprach (525); über die Aufschreibvorrichtungen wird später noch berichtet werden.

Auch diese Maschinen sind mit allen Vorkehrungen für die Ausführungen von Zug-, Druck-, Knick-, Biege-, Scheer- und Lochversuchen versehen. Vorrichtungen und Maschinen für Drehversuche sind in Fig. 31 und 32 abgebildet. Die Einrichtung Fig. 32 wird in der Probirmaschine Fig. 16 benutzt. Bei ihr wird das Drehmoment durch Schneckenrad *H* erzeugt und vom Probestab aus, durch die Stange *G*, von der Wage gemessen. Fig. 31 stellt eine besondere Maschine für Drehversuche an grösseren Probestücken dar, die ganze Wellen auf Verdrehen zu prüfen gestattet.

641. Fig. 33 zeigt ein Schlagwerk nach Chas. H. Heisler (L 42, 1890, S. 91), das zur Prüfung von Gusseisen auf Schlagwirkung dient. Das Pendel schlägt auf einen Stift, der auf die Mitte der auf zwei Stützen ruhenden Gussprobe wirkt. Die Probe wird also durch den Schlag auf Biegung beansprucht.

642. Eine Olsen-Maschine von 16 000 kg [35 000 lbs] Leistung wurde von Gus. C. Henning durch unmittelbare Belastung bis zu 10 000 kg [21 000 lbs] geprüft. Hierbei wurde zugleich der Empfindlichkeitsgrad der Maschine festgestellt, indem soviel Zusatzgewicht zur Last hinzugefügt wurde, bis beim Abheben und Wiederaufsetzen dieses Gewichtes ein Ausschlag des Laufgewichtshebels um 3 mm ($\frac{1}{8}$ ") erreicht wurde. Das Ergebniss dieser Untersuchungen ist in Fig. 434 zeichnerisch dargestellt. Die

Untersuchung einer 16 000 kg-Olsen-Maschine.

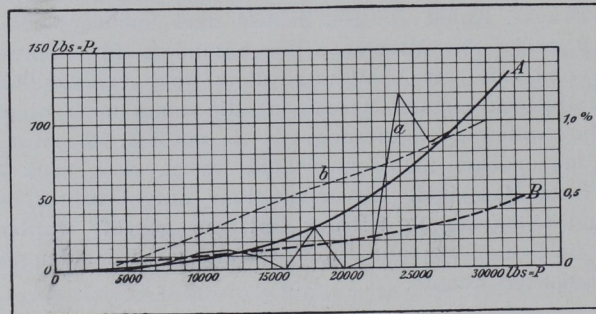


Fig. 434.

Linie a: Fehler der Wage in lbs, beobachtet.
 Linie A: " " " " " ausgeglichen.
 Linie B: " " " " " in % von P.
 Linie b: Empfindlichkeit [Zusatzgewicht für $\frac{1}{8}$ " Anschlag].
 [Trans. Amer. Soc. Mech. Eng. 1892. S. 572.]

stark punktierte Ausgleichsline zeigt, dass der Genauigkeitsgrad mit wachsender Belastung abnimmt, denn der im Allgemeinen positive Fehler der Anzeige [für ausgezogene Linien] wächst gemäss der stark punktierten Linie von etwa $0,1\%$ bis auf $0,4\%$ für 14 000 kg [30 000 lbs] Belastung. Der Empfindlichkeitsgrad [3 mm Ausschlag] beträgt durchweg etwa $0,0007 P$ [$P =$ Gesamtlast].

643. Man sieht aus den Angaben (488, 506, 509, 512, 529, 534, 543, 546, 556, 603 und 639) über Maschinenuntersuchungen, dass die im laufenden Dienst benutzten Materialprüfungsmaschinen den mehrfach als ausreichend hingestellten Genauigkeitsgrad von 10% wohl bieten können, aber dass man die Forderungen auch nicht viel höher spannen darf.