

Sonderabdruck

aus der

Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure,

Band XXXIX.

Emerysche Materialprüfungsmaschinen,

konstruirt und gebaut von Ww. Sellers & Co. in Philadelphia.

Von

Martens,

Professor.

F. Nr. 26780



Berlin 1895.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade)

Stallschreiber-Str. 45/46.

H. 11

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000303990



III 33978

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-Ma-

schine, Fig. 1) oder mittels des Spindelgewindes in verschiedenen Entfernungen befestigt werden kann. Presse und Kraftmesser sind mit Klemmung auf dem Grundrahmen oder den Ständern (45 t-Maschine, Fig. 1) gestützt. Die eigentliche Befestigung des Ganzen auf der Unterstützung geschieht durch zwei Federbuffer, welche die beiden Spindelenden aufnehmen. Die Kraft wird nach Emeryschem Grundsatz durch Umsetzung der Kraftäußerung in Flüssigkeitsdruck ermittelt, der dann auf eine Emery-Wage übertragen und durch diese gemessen wird. Die beweglichen und parallel zu führenden Teile der Maschine sind vornehmlich durch Emerysche Blattfedergelenke 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. 1 bis 3 zugleich äußere Ansichten von den 45-, 90- und 135 t-Maschinen geben.

Die 45 t-Maschine, Fig. 1, 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 90 t-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.

Fig. 1.

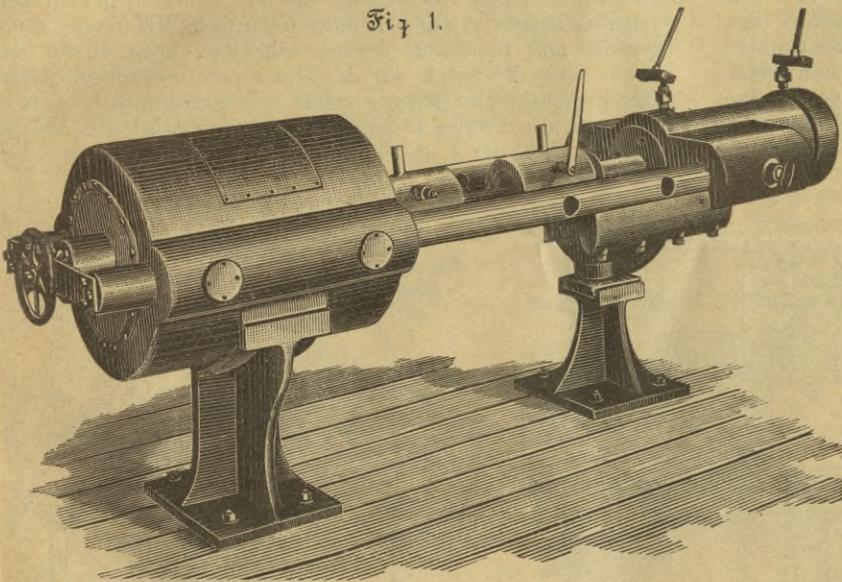


Fig. 2.

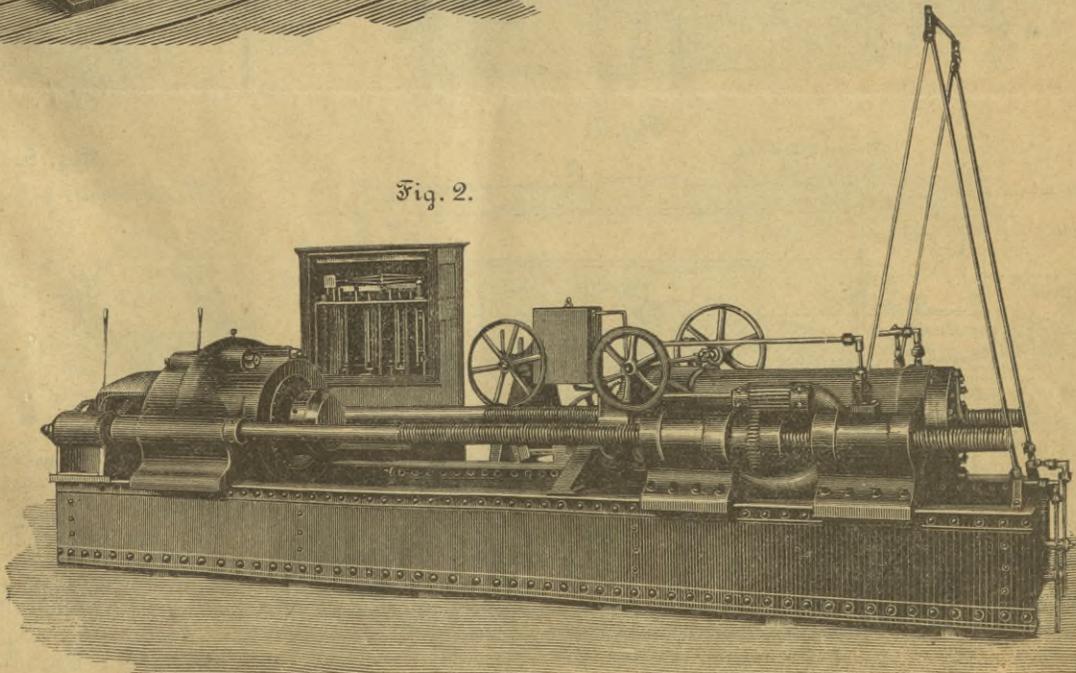
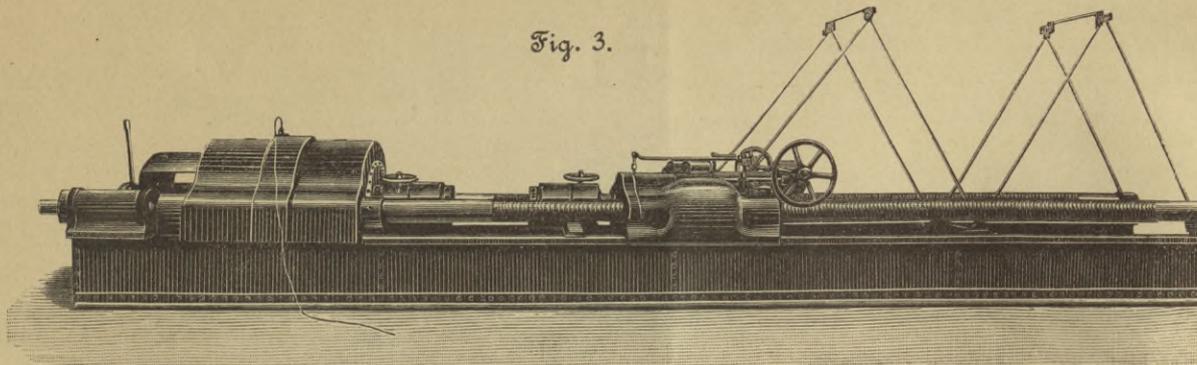


Fig. 3.



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

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

Der Körper *a*, Fig. 4 und 5, der die Kraft vom Probekörper empfangt, ist durch Federscheiben *h* getragen. Auf ihm sind zwei sternförmige Körper *b* und *c* befestigt (s. Querschnitt, Fig. 5). 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 Waage, während der Widerlagerdruck vermittels des Zwischenringes *d* auf die Zähne des Widerlagers *f*₁, von hier aus auf die beiden Seitenspindeln der Maschine, Fig. 1 bis 3, und endlich durch diese auf die ebenfalls mit den Spindeln verkuppelte Presse übertragen wird, sodass 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 Waage auszugleichen, wird das Federwerk *l* bis *n* in der Pfeilrichtung *l* angespannt. Der Ring *d* wird

Fig. 4.

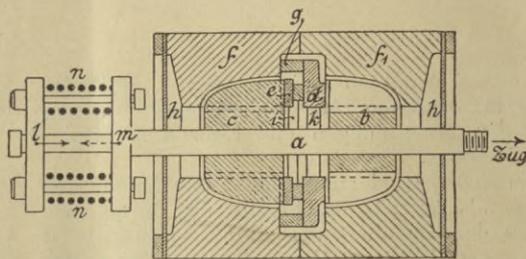
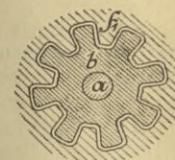


Fig. 5.



durch 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 Anlagensfolge *b*, *d*, *e* und *f* im Sinne der Druckkraft erzeugt. Der

Fig. 6.

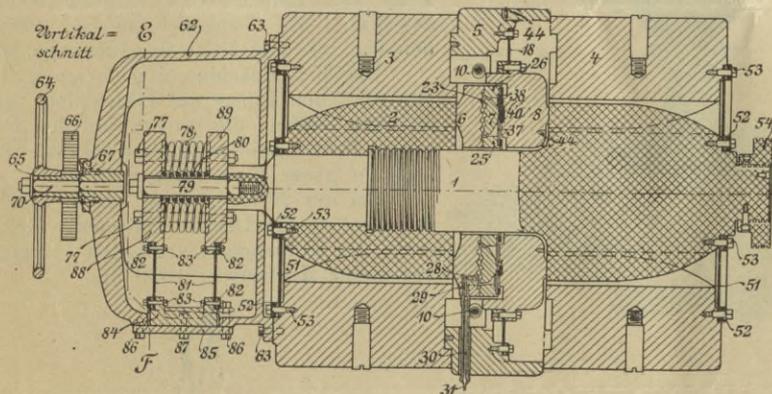


Fig. 8.

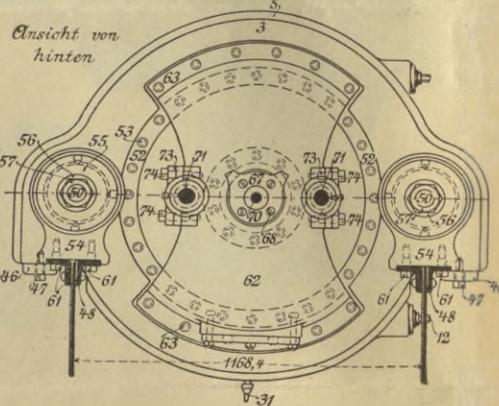


Fig. 7.

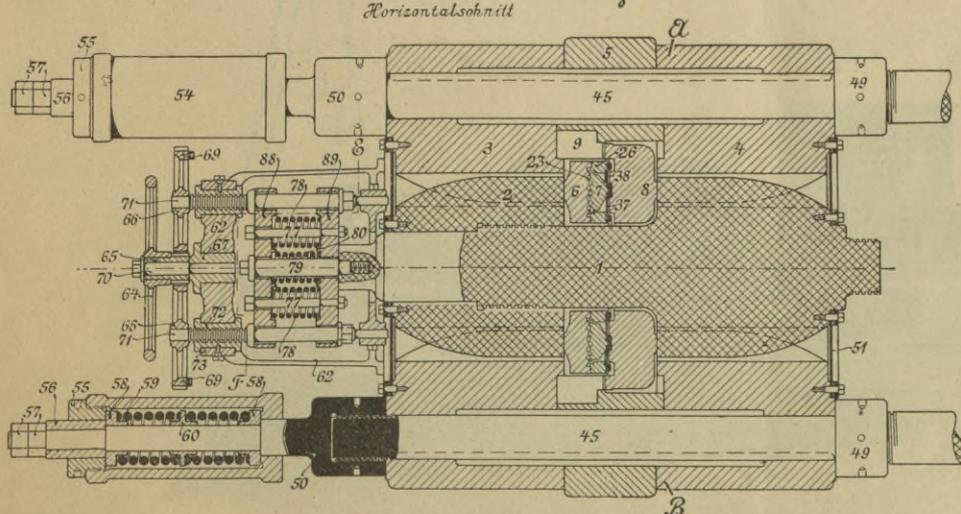


Fig. 9.

Schnitt S-F

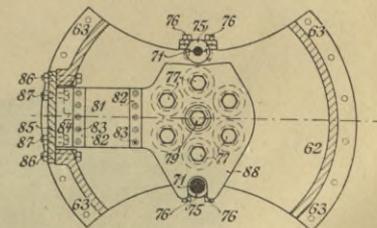
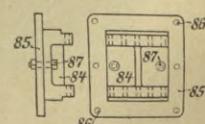


Fig. 10. Fig. 11.



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 Zwischenteile *d* und *e* werden, wenn auch in anderer Weise, als gezeichnet, durch Federscheiben *i* und *k* in ihrer Lage erhalten.

In Fig. 6 bis 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. 6 bis 16 zeigen die Einzelheiten des in seiner Wirkung bereits geschilderten Kraftmessers, und zwar Fig. 6 bis 11 die Gesamtanordnung, Fig. 12 bis 16 die besondere Einrichtung des Dosenwerkes am Kraftmesser. (Ich habe zum besseren Verständnis die einzelnen Teile in allen Figuren, wo sie vorkommen, mit den gleichen Zahlen versehen, auf die ich mich, in der Regel ohne die Figurenummern zu nennen, beziehen will.)

Die tragenden Hauptkörper 3 und 4 sind in Fig. 8 (54 bis 57) angegebener Weise auf den schmiedeisernen Maschinenrahmen 48 gestützt und verklammert (46, 47). Diese beiden Stücke sind durch die beiden Hauptspindeln 45 vermittle der Muttern 49 und 50 mit einander verbunden, indem sie zugleich den das Dosenwerk tragenden Rahmen 5 zwischen sich aufnehmen. Die Muttern 50 tragen das Bufferwerk 55 bis 60, welches in das Gehäuse 54 eingeschlossen ist, das durch die Schrauben 61 mit dem Maschinenrahmen 48 fest verbunden ist.

Die Stücke 3 und 4 tragen vermittle der Federscheiben 51 (Befestigungsteile 52 und 53) den Körper 1, an welchen

aufgehängt, welche zunächst den Ring 8 tragen. Dieser kann mit seiner Rückenfläche sowohl gegen die Zähne des Sternkörpers 1 als auch gegen die Zähne von 4 drücken, je nach Anspannrichtung des Spannwerkes. Ring 8 trägt durch den in ihn eingepassten Befestigungsring 40 der Federringe 37 und 38 (34, 35, 36, 39, 40 und 41) den Deckel 7 der Ringdose. Diese Dose besteht aus zwei gewellten dünnen Metallblechen 23, die, an den Rändern mit einander verlötet, den Hohlraum zur Aufnahme der Flüssigkeit bilden, welche den Druck auf die Wage überträgt. Die Dose wird an den Rändern umgebogen, sodass diese in die ringförmigen Vertiefungen 24 des Körpers 6, Fig. 14, passen, in welche sie mit weichem Metalllot durch die Ringe 25 und 26 (32 und 33) fest eingepresst werden. Diese Ringe begrenzen zugleich das Spiel für den Ring 7 und geben die Widerlager für die Federringe 37 und 38. Die Verbindung des Leitungsröhrchens 31 mit der Dose 23 erfolgt durch den an die Dose mittels der Lotringe 28 angelöteten Putzen 27, der, in das Ringstück 6 passend, durch Schrauben 29 und 30 an 31 angegeschlossen ist. Der Ring 6 trägt ebenso wie Ring 8 am Rücken eine schmale Anlagefläche, die sich bei Zugbeanspruchung gegen den Sternkörper 2, bei Druckbeanspruchung aber gegen den Stern des Widerlagers 3 anlegt. Der Ring 9 besteht bei der hier beschriebenen Maschine aus zwei Teilen, die sich mit Hilfe der beiden Doppelspindeln 10 (11 bis 16, Rechts- und Linksgewinde) auf schrägen Flächen verschieben lassen, sodass hierdurch Ring 8 gegen 3 und 4 abgesteift und unbeweglich gemacht werden kann. Die Einstellung geschieht mit Hilfe der Spindeln 12. Schraube 13 dient zur Hubbegrenzung.

Das ganze Dosenwerk, mit dem Ring 9 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 42 bis 44 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 geacht werden.

Das Spannwerk liegt in einem besonderen Gehäuse 62, das mit den Schrauben 63 am Körper 3 befestigt ist. Die Spannfedern 78 und 80 liegen zwischen dem Rahmenwerk 88, 89 und 77, 79, welches mittels der Schraube 79 am Körper 1 befestigt ist. Seine Anspannung im einen oder anderen Sinne vermittle die Spindeln 71 mit Hilfe des Räderwerkes 64 bis 70 (72 bis 76). Für den Zugversuch wird Rahmen 88 gegen 89, für den Druckversuch Rahmen 89 gegen 88 bewegt. Als Begrenzung für die hierzu erforderlichen Drehungen des Handrades 64 dienen die beiden Anschläge 69 an den Rädern 66 und an dem Halslager 67, Fig. 7. Die Handhabung dieser Vorrichtung ist also außerordentlich einfach. Zur Stützung des Federwerkes sind wiederum Blattfedern 81 (82 bis 87) benutzt.

Fig. 12.

Schnitt A-B Ansicht des Dosensystems

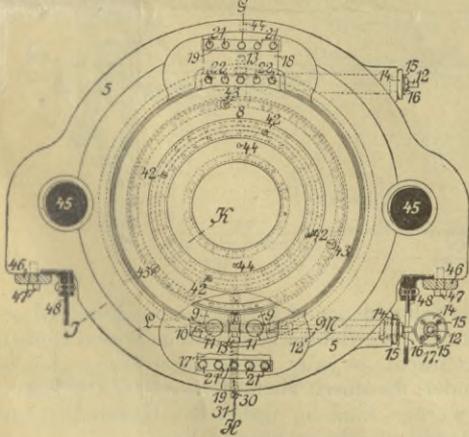


Fig. 13.

Schnitt G-H

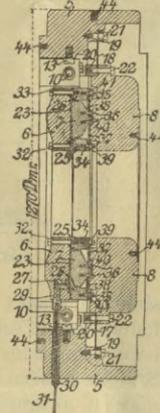


Fig. 14.

Konstruktion der Dose

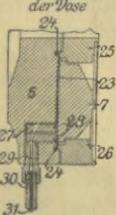


Fig. 15.

Schnitt E-M Ansicht von unten

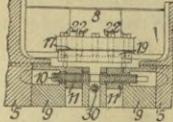


Fig. 16.

Schnitt J-K

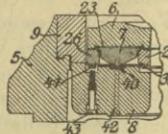


Fig. 17.

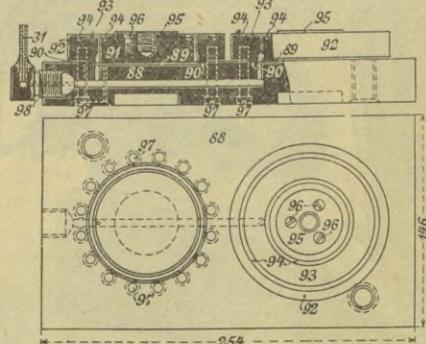


Fig. 18.

Durch die Leitung 31 wird der in der Ringdose erzeugte Flüssigkeitsdruck auf zwei ganz ähnlich konstruierte kleinere Dosen übertragen, die in einem schmiedeisernen Gehäuse 88, Fig. 17 und 18, angebracht und durch die Schraube 98 angeschlossen sind. Die Dosen werden durch die Platte 88 und

durch Schraubengewinde und Zwischenstücke 54 die Einspannvorrichtungen für die Probekörper angeschlossen werden. Der Körper selbst ist am Kopfe sternförmig (vergl. auch den Querschnitt Fig. 5) gebildet und trägt den zweiten Sternkörper 2; nach hinten hin ist er mit der Anspannvorrichtung verbunden.

Der Ring 5 ist mit verschiedenen Aussparungen versehen, wie namentlich aus Fig. 12 hervorgeht; er ist mit Eindrehungen in die Körper 3 und 4 eingepasst. An diesem Ring 5 ist das Dosenwerk mit den Blattfedern 17 und 18 (19 bis 22)

dünne Bleche 89 gebildet, die mit Lötungen 90 abgedichtet und durch Ringe 92 (97) befestigt sind. Diese Ringe 92 dienen zugleich zur Anbringung der Federringe 93 (94), die die beweglichen Dosedeckel 91 in ihrer Lage erhalten. Durch die Scheiben 95 (96) wird dann der Druck auf die beiden zur Wage führenden Stempel übertragen. Die Platte 88 liegt demgemäß unten in dem Schrank, in welchem die Wage untergebracht ist (vergl. Fig. 2).

Auf die genaue Beschreibung der Wage selbst will ich hier nicht eingehen, weil ich sie selbst in der von Sellers veränderten Form für unpraktisch, mindestens für den Gebrauch an Festigkeitsprüfungsmaschinen, halte. Die alte Form der Emery-Wage wurde schon vor Jahren durch die Berichte von Reuleaux¹⁾ auch bei uns bekannt; von der Sellerschen Form dieser Wage konnte ich keine Zeichnung erhalten.

Ich will hier nur kurz andeuten, dass von den beiden Dosen 88 aus die Kraft durch ein Gestänge, das mittels Blattfedergelenke 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

Fig. 20.

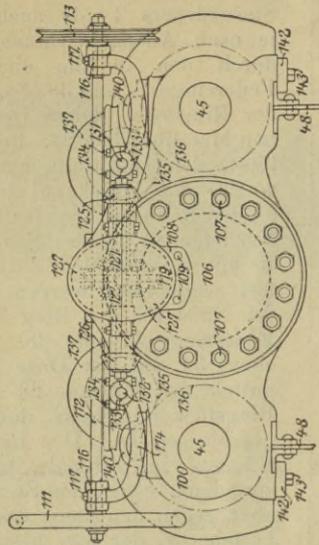


Fig. 23.

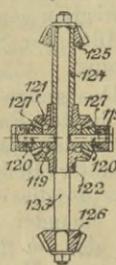


Fig. 24.

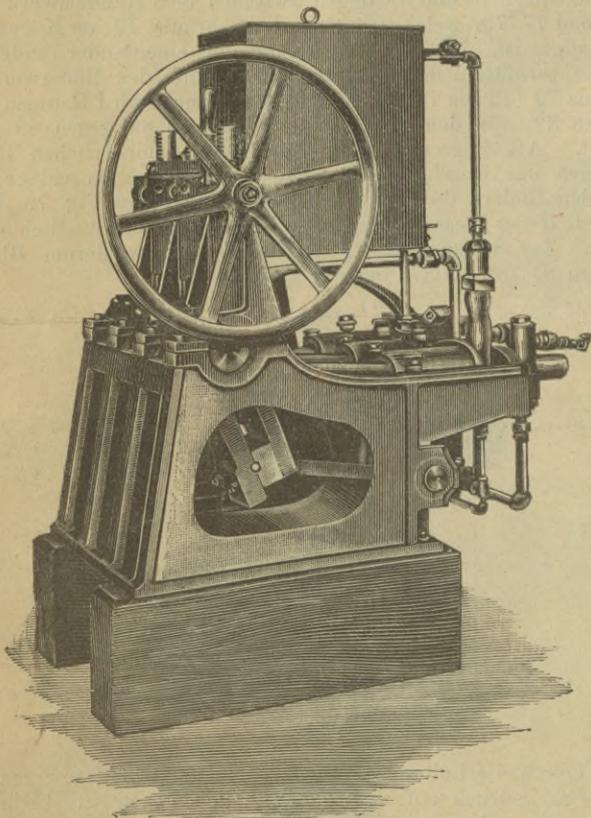


Fig. 19.

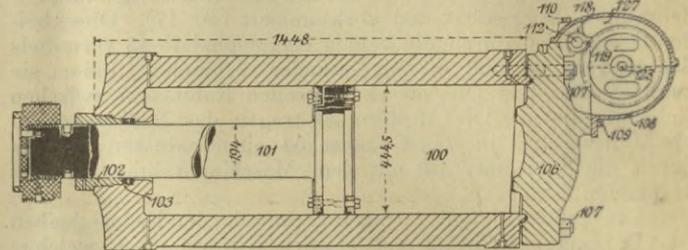
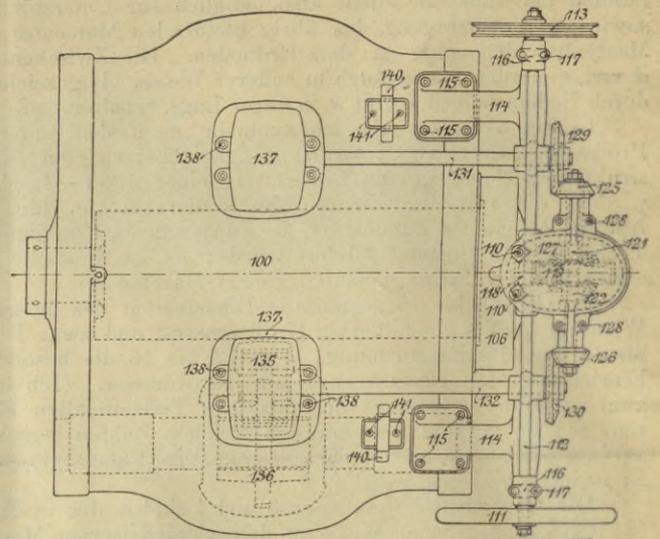
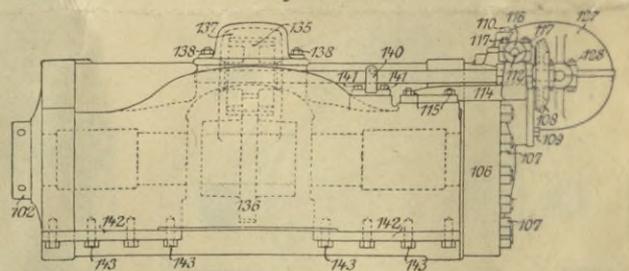


Fig. 21.

Fig. 22.



sichtbar macht. Alle Schneiden sind vermieden und durch Blattfedergelenke ersetzt. Die Gewichtsätze sind in mehreren Reihen neben einander angebracht; in jeder Reihe liegen lauter gleiche Stücke neben einander, die durch Hebelwerke eines nach dem andern aufgesetzt werden können, wobei das Gesamtgewicht an den Hebelstellungen abgelesen werden kann.

Wesentlich an dem Emeryschen Grundsatz der Kraftmessung ist, wie ich früher in Z. 1890 S. 1027 nachwies, der Umstand, dass die Beweglichkeit der Dosedeckel nur in außerordentlich geringem Maße in Anspruch genommen wird und somit die durch die Leitungen für jede Einstellung an der Wage zu bewegendes Wassermenge auf das allerkleinste Maß zurückgeführt wird. Daher ist, wenn man große Genauigkeit erzielen will, eine Wage mit großer Uebersetzung erforderlich¹⁾, und zugleich muss die gesamte 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 vereinfachen 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 teil werden lassen, denn es ist an sich ein sehr schwer wiegender Vorteil ihrer Bauart, den

¹⁾ Selbstverständlich kann sonst jede Wage benutzt werden. Man würde diese Bedingungen auch durch eine Bourdon-Feder, durch Eingrenzung des Wagenausschlages usw. erreichen können.



Kraftmessapparat ganz nach Bequemlichkeit aufstellen zu können.

Die hydraulische Presse, Fig. 19 bis 23, ist, ebenso wie die Widerlager des Kraftmessers, auf dem Rahmen 48 durch die Teile 142, 143 gehalten. Die Presse 100 arbeitet mit einem Liderkolben 101 (102 bis 105) unter einem größten Betriebsdruck von 110 Atm. An dem Deckel 106 und an dem Hauptgussstück 100 sind Lagerungen für die Bewegungs- vorrichtung angebracht, mit deren Hilfe die Presse gegen den Kraftmesser verschoben wird. Ohne hier auf die Einzel-

beschreibung einzugehen, die durch die Zahlenbezeichnung der Teile wohl entbehrlich sein dürfte, sei hervorgehoben, dass der Antrieb durch Handrad 111 oder Schnurscheibe 113 erfolgt. Die Bewegung wird durch das Zahnrad 118 auf das Planetengetriebe 119, 127, 121 und 122 übertragen und von hier aus durch die hohle Welle 124 und durch die Welle 123 auf die beiden Winkelräderpaare 125, 129 und 126, 130 und auf die Stirnräderpaare 135, 136 geleitet. Die Räder 136 bilden die Widerlagermuttern für die Presse; sie laufen auf dem Gewinde der Hauptspindeln 45. Durch Ein-

Fig. 25.

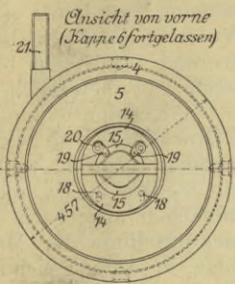


Fig. 26.

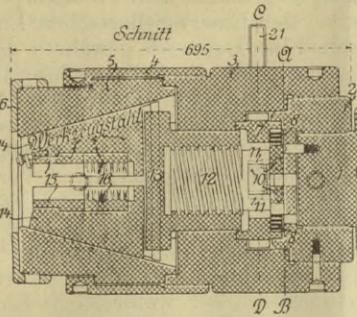


Fig. 27.

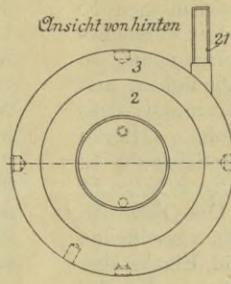


Fig. 28.

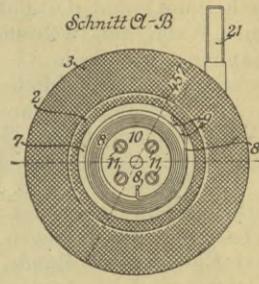


Fig. 29.

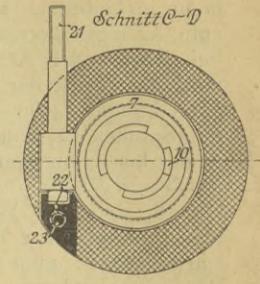
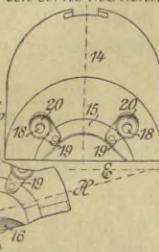


Fig. 30.

Ansicht von vorne in Richtung E-F



schließt. Dieser Schub wird mit Hilfe der Spindel 21 (22 und 23) bewirkt, deren Schnecke in das durch die Stücke 2 und 3 eingeschlossene Wurmrad 7 eingreift. Dieses Rad umschließt die Spindel 12 nur teilweise, Fig. 29; es hat einen losen Gang von etwa $\frac{1}{4}$ Umdr. und greift dann an einen Vorsprung der Platte 10 an, die mit Schrauben 11 an 12 befestigt ist. Zwischen 10 und 7 ist eine Spiralfeder 8 (9) eingeschaltet. Zum Zweck des Einspannens wird mit Hilfe von 21, 7 und 10 unter Ueberwindung der Feder-spannung in 8 die Schraube fest angezogen, sodass sich die gezahnten Beifbacks 16 fest in das Probstück einbeifsen (in Amerika wird viel mit Probestäben ohne Köpfe gearbeitet, und daher sind auch für Stäbe mit Köpfen Beifsteile weit mehr in Gebrauch als bei uns) und die glatten Einlagen 15 zum Anliegen kommen. Wenn nun während des Versuches bei wachsender Anspannung die Keile 14 vorangehen, so wird der Druck der Schraube 12 schliesslich aufgehoben, und dann kommt Feder 8 zur Wirkung, welche veranlasst, dass die Spindel 12 dem Vorgehen der Keile 14 folgt. Hierzu ist der lose Gang von $\frac{1}{4}$ Umdr. erforderlich. Die Schraube 12 ist doppelgängig und hat 32 mm Steigung. Die Stücke 14 bis 16 sind aus Werkzeugstahl gearbeitet. Die Teile 18 bis 20 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 9, Fig. 38 bis 40.

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

Beifskellen so zu konstruieren, dass der zur sicheren Wirkung erforderliche Seitendruck von vornherein erzeugt wird und selbstthätige Anspannung überhaupt ausgeschlossen ist.

Die Einspannung für Druckversuche ist in Fig. 41 und 42 dargestellt. Sie ist in gleicher Weise wie die Zugmähler mit den Maschinenteilen verbunden, und die Vorderplatte 4 kann auf Kugelflächen mit Hilfe der Schrauben 8 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 an der benutzten Kugelfläche dem Probekörper zugekehrt liegt, während dies bei der Emery-Sellersschen Einspannung umgekehrt ist. Unsere Einspannungen gewähren den Vorteil, dass man bei Knickversuchen 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 Zentrirungslinien 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.

In den Figuren 43 bis 46 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 Feder-ringe 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 usw. sind Eindrehungen angebracht (die im Schnitt Schraubengewinden ähnlich sind), 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.

Die hier beschriebenen Konstruktionen sind, wie man zugeben wird, an sich Meisterwerke der Ingenieurkunst; sie haben hüben wie drüben 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 gemäfs der Erfahrungsthat-sache, 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.

Durch Reuleaux hat seinerzeit die von Emery an die Stelle der Schneide gesetzte Blattfeder eine sehr begeisterte Fürsprache gefunden¹⁾. Ich habe schon damals Bedenken gegen die gepriesene Ueberlegenheit der Feder gehabt und habe diese Bedenken bis zur Zeit nicht fallen lassen können, ob-

¹⁾ Verhandlungen des Gewerbleiß-Vereines 1884 S. 58 u. a. O.

Fig. 43

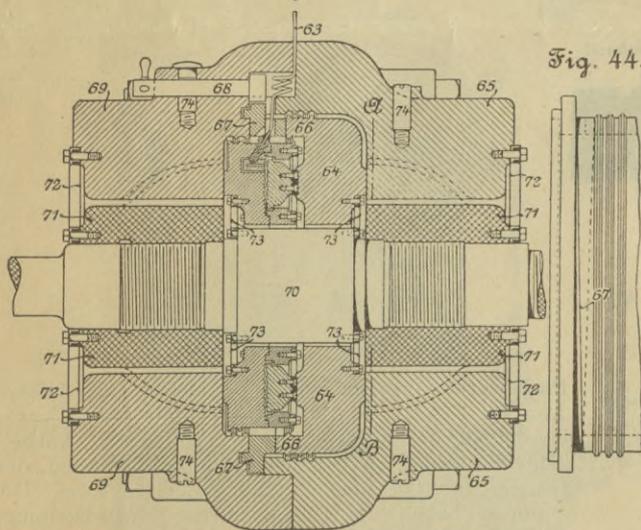
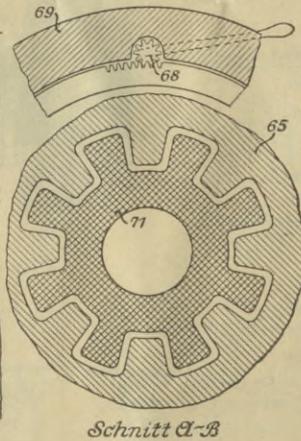


Fig. 44.



Schnitt A-B

Fig. 46.

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 Spannmähler fest mit den Maschinenteilen und lässt die zum Anspannen der Keile notwendige Bewegungsmöglichkeit in der Längsrichtung nur in der Ueberwindung des Kolbenwiderstandes zu. Ich habe mehrfach wahrgenommen, dass man während des Versuches darauf achtete, ob die Einspannung sicher sei, ein Beweis, dass man gegenteilige Erfahrungen besafs; 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

wohl ich nunmehr Gelegenheit hatte, in Amerika selbst meine Beobachtungen an zahlreichen Maschinen zu machen. Um aber den Leser im Nachstehenden nicht irre zu führen, will ich vorausschicken, dass meine Bedenken auch heute noch einen subjektiven Charakter tragen, denn einen Messapparat oder eine Prüfungsmaschine kann zuverlässig nur beurteilen, wer Gelegenheit hatte, selbst mit ihnen zu arbeiten und ihre Fehler dem Messwerte nach festzustellen, oder derjenige, dem hinreichend ausführliche und auf ihre Zuverlässigkeit kontrollierbare Messungsreihen vorliegen.

Die übermächtig große Empfindlichkeit der Emeryschen Wage und ihre für eine Prüfungsmaschine schwerfällige Unterbringung in einem großen Schranke, Fig. 2, machen es notwendig, dass der Beobachter sein unausgesetztes Augenmerk auf die Wage zu richten hat. Da die Wage sich nicht langsam und ruhig der Gleichgewichtslage nähert, so ist die Aufmerksamkeit unausgesetzt in Anspruch genommen; so lange die Presse arbeitet, darf der Beobachter die Hebel zum Aufsetzen der Gewichte kaum außer acht lassen; er ist hinter seinen Schrank gebannt. Für die Beobachtung des Probestückes bleibt ihm keine Zeit, auch ist sein Standpunkt namentlich bei den liegenden Maschinen in dieser Beziehung fast immer ungünstig. Die Maschine ist, wie beschrieben, mit Einspannvorrichtungen versehen, die durch Seitendruck wirken (Beifskeile) und einen gewissen Weg während des Versuches machen. Diese Einspannungen halten aber, wie ich mich durch den Augenschein überzeugte, auch bei der Emery-Maschine nicht immer ganz sicher. Der an die Wage gefesselte Beobachter kann die Thatsache, ob das der Fall ist oder nicht, an den liegenden Maschinen meist nicht überblicken oder am Verhalten der Wage erkennen. Will man mit einiger Sicherheit arbeiten und den ganzen Verlauf des Versuches unter Kontrolle haben, auch während des Versuches noch Formänderungsmessungen vornehmen, so wird man, namentlich bei den liegenden Maschinen, fast immer zwei Personen für die Beobachtung brauchen. Das sollte aber für eine einfache Materialprüfungsmaschine vermieden werden, und es lässt sich vermeiden, wenn man den weiter oben gegebenen Winken folgt. Der hier gegen die Emery-Maschine erhobene Vorwurf ist aber — wohlverstanden — ein Vorwurf, den man vielen anderen Maschinenarten, z. B. auch der Werder-Maschine, machen kann.

Aber gerade die Emery-Maschine liesse sich bei geschickterer Konstruktion der Wage sehr leicht so bauen, dass der Beobachter die Wage in übersichtlichster Form unmittelbar neben sich hat. Diese Bauart sollte nicht nur aus Ersparnisrücksichten, sondern vor allen Dingen mit Rücksicht darauf bevorzugt werden, dass der verantwortliche Beobachter immer in der Lage sein muss, alle Vorkommnisse in eigener Person zu übersehen und während des ganzen Versuches die Verantwortung für alle Einzelheiten zu übernehmen. Diesen Gesichtspunkt wird man in Zukunft bei der Konstruktion von Materialprüfungsmaschinen kaum aus dem Auge lassen dürfen, wenn man Anspruch auf Vollkommenheit machen will. Praktisch scheint er mir wichtiger zu sein als die Erzielung übermächtiger Empfindlichkeit oder eines unnötig hohen, in der Regel nur in der Einbildung bestehenden Genauigkeitsgrades. Wollten wir in den beiden letzten Beziehungen unsere Maschinen einer eingehenden und erschöpfenden, allerdings schwierig durchführbaren praktischen Untersuchung unterziehen, und zwar nicht bloß im Leergange, sondern auch im belasteten Zustande, so würden wir wahrscheinlich zu sehr überraschenden Ergebnissen kommen und bei unseren allermeisten Maschinenarten finden, dass es mit dem Genauigkeitsgrade nicht so weit her ist, wie wir es uns zuweilen vorrechnen. Ich fürchte, dass bei einer solchen Untersuchung sich herausstellen wird, dass hierin auch die Emery-Maschine kaum eine Ausnahme macht; besonders aber dürfte sich ergeben, dass die Ueberlegenheit der Blattfeder gegenüber der Schneide nicht zum Ausdruck kommt. Ich schliesse dies aus folgenden Umständen.

Die Einführung der Blattfeder ist hier in Deutschland vor Emery schon von sehr berühmten Leuten für physikalische Wagen versucht, aber wieder aufgegeben worden. Das scheint mir ein Beweis dafür zu sein, dass man einsah, wie viel mehr man mit der Schneide erreichen kann und wie viel sicherer

und zuverlässiger man mit ihr arbeitet. In dieser Anschauung hat mich natürlich der Umstand bestärkt, dass ich bei meinen Reisen in Amerika allerdings sehr viele Fairbanks-Wagen und andere Arten sah, aber keine Emery-Wagen bemerkte; ich habe auch nicht gesehen, dass die Laboratorien mit Analysenwagen Emeryscher Bauart ausgerüstet waren. Sellers macht Emery-Wagen nicht, und ich habe bestimmte Antworten nicht erhalten, als ich von meinen Beobachtungen sprach. Ob ich das Vorhandensein der Emery-Wagen nur übersehen habe, oder ob diese Wagen sich überhaupt nicht den Eingang verschafft haben, den man nach den pomphaften Ankündigungen hüben und drüben erwarten durfte, vermag ich freilich nicht zu sagen.

Meine Beobachtungen über den Gang der Wagen an den verschiedenen Emery-Maschinen und an einem seiner großen Manometer lassen es mir wahrscheinlich erscheinen, dass die übergroße Empfindlichkeit und die Unruhe der Schwingungen durch das zu große Uebersetzungsverhältnis und durch den Umstand hervorgerufen sein dürften, dass die Federwirkungen der vielen Blattfedergelenke sich beim Einspielen auf die Gleichgewichtslage zu stark bemerkbar machen. Die Lage der idealen Biegepunkte der Blattfedergelenke wird beeinflusst sein durch die Lage der Hebel; die Biegepunkte in den Federn eines Hebels liegen nicht in einer Ebene. Ohne eingehende Untersuchung lässt sich schwer feststellen, in welchem Grade hieraus entstehende Fehler in die Wägung eingehen. Man wird ferner kaum ohne ausreichenden Grund den Hebeln der Wage so große Massen gegeben haben, und die Frage liegt daher nahe, in welchem Mafse die elastischen Formänderungen der Hebel, der beweglichen Glieder und auch der Blattfedern auf die Genauigkeit und Empfindlichkeit einwirken, wie dies ja an unseren Balkenwagen bekannt ist.

Dass aber elastische Formänderungen und Wärmewechsel auch auf die Emery-Wage nicht ohne Einfluss sind, ist an sich selbstverständlich, und daher fragt es sich, ob das, was man an Biegsamkeit des Balkens durch Vergrößerung seiner Masse zu vermeiden suchte, nicht durch Erschwerung des Wärmeausgleiches und vermehrte Belastung des Maschinengettelles hinfällig gemacht wird.

Mein — ich will es bis auf weiteres zugeben — Vorurteil gegen die Ueberlegenheit der Blattfedergelenke wird auch noch durch den Umstand hervorgerufen, dass man nur eine einzige Möglichkeit hat, um das genaue Uebersetzungsverhältnis des Wagesystems an der Emery-Wage zu ermitteln, nämlich die Auswägung, die ja allerdings in letzter Linie auch für die Schneidenwage in Frage kommt. Die Ausmessung der Längen erscheint unzuverlässig, denn man weiß nicht, in welchem Mafse Anfangsspannungen in den Blattfedern, die beim gewaltsamen Einpressen derselben in den Balkenkörper erzeugt werden müssen, die Lage der idealen Drehpunkte des Systems beeinflussen. Für mich bleibt nach allem also die Frage bestehen: ist die Wage mit Blattfedern in der That sicherer und vollkommener als die Wage mit Schneiden? Hier kann nur eine eingehende Untersuchung ausschlaggebend sein, und es wäre wohl zu wünschen, dass man hierzu an geeigneter Stelle Veranlassung nähme.

Der Leser wird erkannt haben, dass meine Einwendungen gegen die Emery-Maschine sich in der Hauptsache gegen die Bauart der Wage richten. Die zu Anfang beschriebene Sellers-Emerysche Bauart der Maschine selbst halte ich für eine sehr glückliche Lösung der Aufgabe, und da wir im Prüfungswesen den der Emery-Maschine häufig nachgerühmten Grad der Genauigkeit der Kraftmessung in der That nicht brauchen, so bin ich überzeugt, dass die Sellers-Emery-Maschine in Verbindung mit einer einfacheren, womöglich selbstthätig wirkenden Kraftmessvorrichtung¹⁾ sich noch weit mehr Bahn brechen würde, als das ohnehin schon der Fall ist. Es ist ganz gewiss ein großer praktischer Vorzug, dass man die Wage getrennt von der Maschine aufstellen kann;

¹⁾ Ein Manometer mit Doppelwerk, das für die Anzeige der Höchstlast eine sehr geringe Wassermenge braucht, würde dem Zwecke beispielsweise genügen, wenn die Genauigkeit seiner Angaben bis auf 1 pCt sicher wäre und seine Empfindlichkeit bis auf 0,1 pCt ginge.

vermeidet man also das schwerfällige Wagesystem und den noch schwerfälligeren, die Aussicht versperrenden Schrankaufbau und ermöglicht es, dass der Beobachter die Bedienung der Ventile und der Feinmessapparate übernehmen kann, ohne durch das Arbeiten an der Wage behelligt zu sein, so ist das ein erheblicher Fortschritt gegenüber dem jetzigen Stande.

Die Bestimmung des Uebersetzungsverhältnisses in den Messdosen der Emeryschen Maschine kann allerdings nur auf empirischem Wege an dem fertigen Dosensystem geschehen. Bei Sellers sah ich eine vorzügliche Einrichtung

für diesen Zweck und habe die Ueberzeugung gewonnen, dass hier mit größter Gewissenhaftigkeit gearbeitet und nur meisterhaft Vollkommenes geliefert wird. Aber man darf nicht vergessen, dass man namentlich bei wagerecht angeordneten Maschinen auch stark auf die Zuverlässigkeit dieser ersten Bestimmungen angewiesen ist; denn die Hilfsmittel für die Untersuchung einer fertigen Materialprüfungsmaschine sind heute immer noch recht schwerfällig oder unvollkommen. Großes Verdienst würde sich erwerben, wer eine einfache sichere Vorkehrung zur schnellen Untersuchung von Prüfungsmaschinen im vollbelasteten Zustande erfände.



POLITECHNIKA KRAKOWSKA
BIBLIOTEKA GŁÓWNA

III 33978
L. inw.

Kdn. 524. 13. IX. 54

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000303990

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-33978

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000303990