

lichen Gliedern. Schliesslich ist aber diejenige Konstruktion des Kraftmessers immer ausreichend, die zuverlässig den in Absatz 506 geforderten Genauigkeitsgrad liefert, und dieser lässt sich mit einem einzigen Hebel so gut erreichen und kontrollieren, wie bei Anwendung vieler Hebel.

492. Um noch einige Besonderheiten der Hebelanordnungen für Kraftmesser zu erwähnen, mache ich auf die Maschinen von Mohr & Federhaff und von Grafenstaden (Taf. 6, 7 u. 8) aufmerksam, bei welchen Differentialhebel in der in Fig. 347 und 348 schematisch dargestellten Anordnung benutzt worden sind.

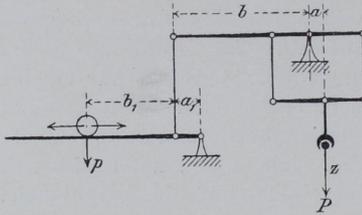


Fig. 347.

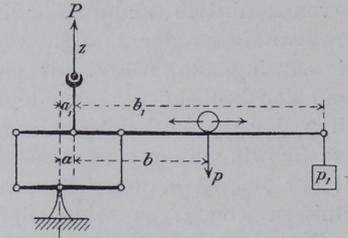


Fig. 348.

Sehr verwickelt ist die Bauart des Kraftmessers in der Gollnerschen Maschine (Taf. 13, Fig. 1—14), namentlich durch die dort benutzte Kraftumkehrung für die verschiedenen Beanspruchungsformen (Absatz 598—601, L 220).

Das Hebelsystem der Riehlschen (Taf. 19) und Olsenschen (Taf. 20) Maschinen ist in Fig. 414 Absatz 525 schematisch erläutert. Das Schema der Wage von Hoppe ist in Absatz 591, Fig. 417 gegeben.

2. Schneiden.

493. Von einiger Wichtigkeit ist die Frage wegen der Einzelheiten bei der Konstruktion der Schneiden und Pfannen an den Hebeln der Festigkeitsprobirmaschinen, und da über diesen Gegenstand in der Literatur wenig zu finden ist, will ich einige Notizen geben.

Es taucht zunächst die Frage auf, wie stark kann eine Schneide belastet werden? Konstruktionsregeln hierüber sind mir nicht bekannt, ich führe daher aus der Praxis einige Beispiele an. Bei der Werder-Maschine (Taf. 3, Fig. 1—3) hat die Mittelschneide 17 eine Länge von 34,5 cm; die Seitenschneiden haben je 18,5 cm Länge. Auf 1 cm Schneidenlänge entfallen somit 2900 bzw. 2700 kg. Die Schneidenkanten haben im Laufe der Jahre bei den zahlreichen Versuchen, die auf der Maschine der Charlottenburger Versuchsanstalt ausgeführt wurden, immerhin eine sichtbare Abplattung erfahren, und an der nicht ganz harten Pfanne sind Spuren von Eindrücken und Abnutzungen wohl bemerkbar. Schätzt man die Berührungsfläche zwischen Schneide und Pfanne hoch gegriffen auf 0,05 cm Breite, so hat das Material der Schneide und Pfanne an dieser Stelle einen Laibungsdruck von $2900/0,05 = 58\,000$ at zu übertragen. Die wirkliche Höchstspannung dürfte eher höher als niedriger sein, sie hat an der Maschine im Laufe der Jahre sehr oft, und wie ich oben unter Ab-

satz 488 anführte, auch unter ungünstigen Verhältnissen aushalten müssen; sie hat sich trotzdem zufriedenstellende Leistungsfähigkeit bewahrt. Die Mittelschneiden 8 und 13 der 50 000 kg-Maschine von Mohr & Federhaff (Taf. 6, Fig. 2) haben bei etwa 9 cm Länge 25 000 kg, d. h. 2800 kg/cm aufzunehmen; die Endschneide im Haupthebel 15 (Taf. 9, Fig. 2) der 50 000 kg-Maschine von Pohlmeier wird etwa 3800 kg/cm erhalten, und in der Maschine von Grafenstaden (Taf. 8) dürfte die Beanspruchung noch höher ausfallen. In der 500 000 kg-Maschine von Hoppe (Taf. 10) wird die Beanspruchung in den Hauptschneiden etwa 3500 kg/cm sein. Die meisten dieser Maschinen sind in grosser Zahl gebaut und haben sich gut bewährt; man darf also wohl den Schluss ziehen, dass die Schneidenbeanspruchung bis zu 4000 kg/cm praktisch als zulässig zu erachten ist; jedenfalls wird man nicht ohne Zwang bis auf diese Höhe gehen. Gollner giebt die Schneidenbelastungen für seine Maschine (Taf. 13, Fig. 1—14) auf 24 600 at an (*L* 220, S. 28).

494. Die Schneiden sollten, wenn möglich, so in den Hebeln befestigt werden, dass man sie in den Hebeln selbst gerade und parallel zu einander schleifen kann. Diese Bedingung ist meistens schwer zu erfüllen; in der Regel werden nur die Endschneiden der Hebel, im Schwalbenschwanz eingeschoben, so konstruiert; vergl. Taf. 8, Fig. 2 untere Hebel 3 und 4; Taf. 6, Fig. 1 Hebel 7 und 12. Die Mittelschneiden werden meistens durch den Hebel geschoben und dann nur an den beiden Enden abgeschärft, während sie in der Mitte rechteckigen Querschnitt erhalten. Diese Schneiden werden zuweilen nur fest eingeschlagen. Es ist dann kein Wunder, wenn die Schneidenkörper bei den heftigen Stössen beim Bruch der Probekörper mit der Zeit lose werden, namentlich wenn hohe Schneidenkörper in Hebeln von geringer Breite stecken.

495. Grossen Werth auf die gute Herstellung und Lagerung der Schneiden hat u. a. Werder gelegt. Ich habe aus diesem Grunde seine Konstruktion auch für meine 50 000 kg-Maschine benutzt und verweise auf Fig. 10, Taf. 5, weil hier die Einzelheiten besser erkennbar sind als auf Taf. 3, Fig. 3, Stücke 17 und 18. Werder legte seine Schneiden in schwere Gussstücke, um ihnen jede Neigung zu Durchbiegungen zu nehmen, und lagerte diese Gussstücke auf den ebenen gehobelten Flächen seines Hebels, auf denen sie mittelst Justirwinkel und Schrauben befestigt werden. Die Schneiden sind mit Winkelbeilagen (in Fig. 10, Taf. 5 mittelst der eingelegten Schienen 18 und 19) in ihrem Lager festgeklemmt. Die beiden Seitenschneiden 20 (Taf. 3, Fig. 4) können mittelst der Justirwinkel sehr leicht in vollkommen parallele Lage zur oberen gehobelten Ebene des schweren Gusskörpers 13 der Wage gebracht werden, so dass beide Schneiden zuverlässig in einer Geraden liegen, da die Schneidenkanten in ihrem Lagerkörper parallel zu den Anlageflächen dieser Körper geschliffen werden können. Die Mittelschneide ist in ähnlicher Weise so geschliffen, dass sie bei satter Anlage ihres Lagerkörpers an der betreffenden vertikalen Fläche des Hebelkörpers 13 genau in der durch die Schneidenkanten der Seitenschneiden 20 gehenden senkrechten Ebene zur oberen Fläche von 13 liegt. Die Mittelschneide 17 (Fig. 3) kann nun ebenfalls leicht genau parallel zur oberen Fläche von 13 eingestellt werden. Werder hatte sie ursprünglich mit Feineinstellungen versehen, so dass man den Sollabstand von 0,3 cm zwischen der geometrischen Mittelschneidenlinie und der geometrischen

Seitenschneidenlinie genau einstellen, d. h. das Hebelübersetzungsverhältniss der Wage auf $1/500$ bringen konnte, was mit Hülfe einer Kontrolwage geschah. Diese Justirung am kurzen Hebelarm war immerhin schwierig und ich habe daher später die Mittelschneide ein für alle Mal fest gemacht und die in Fig. 1—3 gezeichnete Justirvorrichtung 15 am langen Hebelarm anbringen lassen.

496. Eine eigenartige Form der Schneidenbefestigung und Justirvorrichtung (Fig. 349) benutzte Pfaff für seine Maschine [L. Mach. Out. 1890 S. 81]. Er fräst die Schneide aus einem sonst cylindrischen Bolzen 1 heraus und befestigt diesen mit Hülfe der Tangentialschraube 2 drehbar im Hebel. Die Justirung der Hebellänge geschieht durch Lagenänderung des Schneidencylinders mit Hülfe der in ihn eingreifenden Schraube 2 und die Festklemmung mittelst der beiden Klemmplättchen 3 und 4.

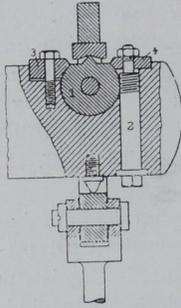


Fig. 349.

497. Man erkennt den Vortheil der Werderschen Hebelkonstruktion leicht darin, dass die Verschiebung der beiden Schneidenaxen gegen einander beliebig klein gewählt werden kann; man kann also sehr leicht Winkelhebel mit grossen Uebersetzungsverhältnissen erzeugen.

Ein anderer Vorzug ist der schwere starre Hebelkörper, der vorzüglich geeignet ist, die Biegemomente von der Mittelschneide nach den Seitenschneiden ohne merkliche eigene Biegungen zu übertragen.

498. Den Hebel meiner 50 000 kg-Maschine (Taf. 5, Fig. 1—3) konstruirte ich nach gleichem Grundsatz; er bildet einem geraden zweiarmigen Hebel mit dem Uebersetzungsverhältniss $1/250$. Die Konstruktion ist aus sich selbst verständlich, wenn bemerkt wird, dass die Verlängerung nach links, der Hebel 25 mit Gegengewicht 26, ein System für sich bildet. Die Gewichtsstücke werden bei dieser Wage mechanisch aufgesetzt, indem die einzelnen Gewichtsscheiben, mittelst Handrad und Schraube 37 bis 39 gesenkt oder gehoben, sich eins nach dem andern auf die Gehängestange 29 der Wage auflegen oder abheben; sie ruhen im letzteren Falle auf den Muttern der Stangen 36 der Aufsatzvorrichtung. Jede Scheibe 30 entspricht einer Belastung von 1000 kg. Die Scheiben 31 entsprechen einer Belastung von je 10 000 kg; sie werden mittelst der Winde 43 bewegt.

499. Eine ähnliche Konstruktion benutzte ich für meine kleine 5000 kg-Maschine (Taf. 13, Fig. 18—31). Die Einzelheiten der Hebelkonstruktionen gehen aus den Fig. 25—31 hervor; auch hierbei kann durch Verschieben der Mittelschneide eine sehr grosse Uebersetzung erzielt werden. (L 258).

500. Eine andere Konstruktionsform von Hebeln mit sehr grossem Uebersetzungsverhältniss habe ich beim Entwurf der Wage zu der grossen Torsionsmaschine für ein Drehmoment von 2 200 000 kg/cm für die Charlottenburger Versuchsanstalt angewendet (Fig. 350). Dieser Hebel 3 dient zur Unterstützung des einen Endpunktes des Armes 5, an welchem das Probestück befestigt ist. Seine Mittelschneide ist in der Gabel des Hebels selbst unverrückbar befestigt, während die zweitheilige Mittelschneide auf dem Schieber 4 befestigt ist, der, sich auf Vorsprünge am Hebelkörper 3 stützend, so verschoben und eingestellt werden kann, dass

der kleine Hebelarm des Hebels 3 schliesslich jeden Betrag annehmen könnte. Die Schneiden sind, wie leicht zu erkennen, so in ihren Körpern gelagert, dass sie in ihrem Lager leicht auf der Schmirgelmaschine genau parallel zu einander geschliffen werden können. Das Hebelübersetzungsverhältniss ist auf 1:200 eingestellt.

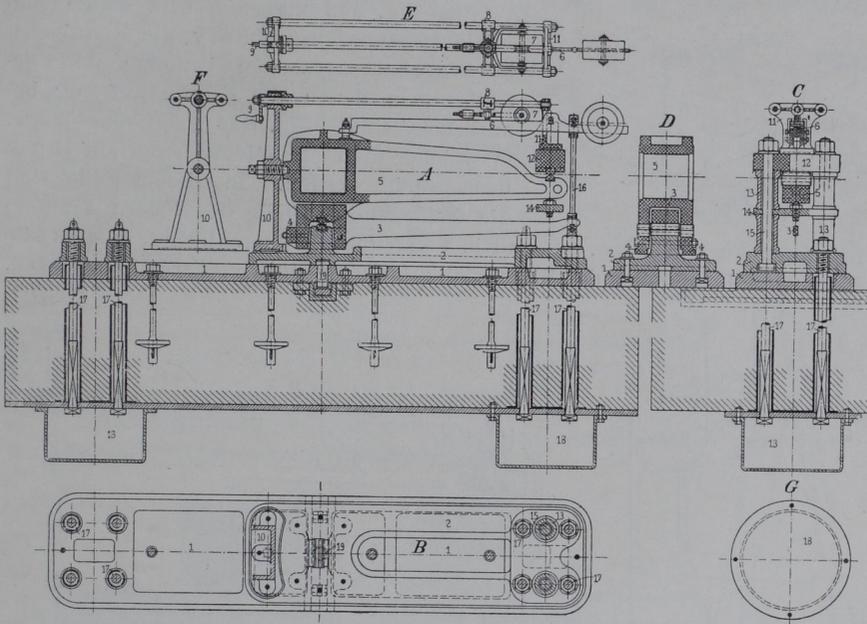


Fig. 350.

Die Wirkungsweise der Wage ist aus dem Schema (Fig. 351) ersichtlich, in welchem die gleichen Theile mit gleichen Ziffern bezeichnet wurden, wie in Fig. 350. Die Kräfte P des Drehmomentes werden die eine von der Wage aufgenommen, die andere durch das Gestell 15 und Mutterschrauben 17 (Fig. 350) auf das Fundament übertragen. Die Wage ist gebildet aus den Hebeln 3 und 6 und dem Laufgewicht 7. Sie kann rechts und linksdrehende Momente aufnehmen; linksdrehende in der gezeichneten Lage und rechtsdrehende, wenn die ganze Wage um den Drehzapfen 19 um 180° geschwenkt und mit den vier anderen Ankerbolzen 17 verbunden wird. Das Fundament ist, 2,5 m tief, unten auf einer durchgehenden Eisenplatte gegründet. Die Maschine ist von E. Becker-Berlin gebaut.

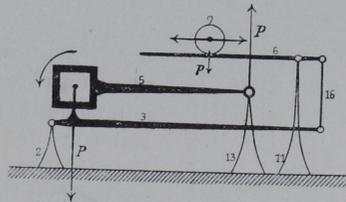


Fig. 351.

3. Blattfedergelenke.

501. In Absatz 493 ist von der starken Inanspruchnahme der Schneiden gesprochen worden; die Schneiden leiden leicht und man ist daher vielfach auf den Gedanken gekommen, sie ganz zu umgehen. Hier