



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrbuch der Experimentalphysik

Lommel, Eugen von

Leipzig, 1908

34. Wage

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](#)

mit l bezeichnet, $A'E : \frac{1}{2}P = r \sin \alpha : l$. Es ist also

$$A'E = \frac{Pr \sin \alpha}{2l},$$

und das Moment der beiden gleichen in A' und B' angreifenden und in demselben Drehungssinne wirkenden Kräfte ist demnach $A'E \cdot 2r$ oder $Pr^2 \sin \alpha / l$.

34. Wage. Die Wage dient zur Vergleichung von Massen mit bekannten Massen (Gewichten). Die gewöhnliche Wage ist ein gleicharmiger Hebel, d. h. ein um eine in seiner Mitte angebrachte stählerne Schneide, die auf einer Unterlage von Stahl oder Achat ruht, leicht drehbarer Balken (Wagebalken), an dessen Enden auf mit der Mittelschneide parallelen stählernen Schneiden mittels ebensolcher Haken oder sog. Pfannen die Wagschalen aufgehängt sind (Gehänge). Die Mittelschneide liegt mit den Endschneiden in derselben Ebene. Beim Nichtgebrauch sowie beim Auflegen und Abnehmen von Gewichten werden zur Schonung der Schneiden Balken und Gehänge durch die Arretierung abgehoben und unterstützt. Damit im unbelasteten Zustande oder bei gleicher beiderseitiger Belastung der Wagebalken im sicheren (stabilen) Gleichgewicht wagerecht schwebt, muß sein Schwerpunkt unterhalb der Drehungsschneide liegen. Ein am Wagebalken senkrecht befestigter Zeiger (die Zunge) läßt durch sein Einspielen auf eine Marke oder auf den Nullpunkt einer Skala diese Stellung leicht erkennen. Legt man nun auf die eine Wagschale ein kleines Übergewicht, so wird sich der Wagebalken nach dieser Seite hinneigen, und sein Schwerpunkt wird nach der anderen Seite so weit gehoben, bis das in diesem angreifende Gewicht des Wagebalkens ein ebenso großes entgegengesetztes Drehungsbestreben erlangt hat, wie das am Ende des Wagebalkens angreifende Übergewicht. Den Winkel, welchen die Zunge in dieser neuen Lage mit der lotrechten Linie bildet, nennt man den Ausschlagswinkel. Damit bei verschiedener Gesamtbelastung der Wage das nämliche Übergewicht immer den gleichen Ausschlag gebe, muß die Mittelschneide mit den Endschneiden in derselben Ebene liegen. Die Empfindlichkeit der Wage ist um so größer, einen je größeren Ausschlagswinkel sie für ein bestimmtes Übergewicht gibt. Der Schwerpunkt des Wagebalkens wird aber, damit sein Hebelarm groß genug werde, um so höher gehoben werden müssen und demnach der Ausschlagswinkel um so größer werden, je kleiner das Gewicht des Wagebalkens ist, je näher sein Schwerpunkt unter der Drehungsschneide liegt, und je größer andererseits der Hebelarm des Übergewichts, d. h. je länger der Wagebalken ist. Um eine Wage möglichst empfindlich zu machen, legt man daher den Schwerpunkt sehr nahe unter die Schneide und macht den Wagebalken bei hinreichender Stärke möglichst lang und möglichst leicht. Um letzteres zu erreichen, gibt man bei feinen Wagen dem Wagebalken eine durchbrochene Gestalt, und um die Lage des Schwerpunktes regulieren zu können, befindet sich über dem Wagebalken eine feine Schraubenspindel, an welcher eine Schraubenmutter

als Laufgewicht auf- und niedergeschraubt werden kann. Um Gewichtsbeträge kleiner als 1 eg zu bestimmen, wird auf den in 10 gleiche Teile geteilten Arm des Balkens ein 1 cg schwerer gebogener Platin-draht (Reiter) aufgesetzt und bis zur Herstellung des Gleichgewichts verschoben. Die Ziffer des Teilstrichs gibt alsdann an, wie viele Milligramme auf die Wagschale hätten gelegt werden müssen. Sind die Hebelarme einer Wage nicht genau gleich, was eigentlich immer der Fall ist, da es auch dem geschicktesten Mechaniker nicht gelingt, sie vollkommen gleich zu machen, so kann man dennoch genau mit ihr wägen, entweder durch doppelte Wägung, indem man den Körper auf jeder Wagschale einmal abwägt und aus den Ergebnissen das Mittel nimmt, oder durch Substitution, indem man den Körper durch beliebige auf die andere Wagschale gelegte Gegenstände, z. B. Schrotkörner (Tara), ins Gleichgewicht bringt, sodann den Körper wegnimmt und ihn bis zur Herstellung des Gleichgewichts durch Gewichte ersetzt. Die Empfindlichkeit einer Wage drückt man im allgemeinen durch den Ausschlag für ein bestimmtes kleines Übergewicht aus, bei feinen Wagen z. B. durch den Ausschlag für 1 mg Übergewicht. Gute Wagen für physikalische Zwecke sind so empfindlich, daß sie ein Millionstel des höchstens Gewichts angeben, das sie zu tragen bestimmt sind. Die Genauigkeit der Wägung wird noch erheblich gesteigert, wenn man über der Mitte des Wage-balkens senkrecht zu dessen Länge einen kleinen Spiegel befestigt und durch ein Fernrohr das Spiegelbild einer daneben vertikal aufgestellten Skala beobachtet, wodurch sehr kleine Ausschlagswinkel meßbar werden (Spiegelablesung).

Zu wissenschaftlichen Zwecken bedient man sich in der Regel gleicharmiger Wagen, im öffentlichen Verkehr aber auch ungleicharmiger.

Die römische oder Schnellwage ist ein zweiarmiger, ungleicharmiger Hebel, an dessen kürzerem Arm die zu wägende Last hängt, welche durch ein einziges, am längeren Arm verschiebbares Gewicht, den Läufer, im Gleichgewicht gehalten wird, an einer auf dem längeren Arm aufgetragenen Teilung kann man an der Stelle, wohin der Läufer zur Herstellung des Gleichgewichts jedesmal geschoben werden muß, das Gewicht der Last unmittelbar ablesen. Zur Wägung größerer Lasten dienen die Brückenwagen; eine hölzerne Tafel, die Brücke, wird von einer Hebelverbindung getragen, die so eingerichtet ist, daß die Brücke während ihres Spieles immer genau wagerecht bleibt und auf eine an ihrem Ende eingehakte Zugstange immer einen dem Gewichte der Last gleichen Zug ausübt, an welche Stelle der Brücke man die Last auch bringen mag. Bei der Quintenzschen Dezimalwage (1823) wird dies auf folgende Weise erreicht. Die Last Q (Fig. 34), welche irgendwo auf der bei A um eine Schneide drehbaren Brücke AB liegt, kann in zwei Kräfte, q und q' , zerlegt werden, deren Summe gleich Q ist, die eine, q , wirkt bei B unmittelbar an der am Wagebalken GH bei F angehängten Zugstange BF , die andere, q' , drückt bei A auf den um

C drehbaren unteren Hebel CD , und kann, wenn der Hebelarm CD n mal so groß ist wie der Hebelarm CA , durch die Kraft q'/n in D ersetzt werden, welche an der bei G am Wagebalken angehängten Stange DG zieht. Hat man nun auch EG (E ist der Drehungspunkt des Wagebalkens) n mal so groß gemacht wie EF , so kann man sich statt der Kraft q'/n in G die n mal so große Kraft q' in F wirkend denken, so daß die Last $Q = q + q'$, an welcher Stelle der Brücke sie auch liegen mag, gerade so wirkt, als wäre sie unmittelbar an die Zugstange BF angehängt. Macht man nun den Hebelarm EH , welcher die Wagschale trägt, 10 mal (oder 100 mal) so lang als den Hebelarm EF , so kann man die Last mit einem 10 mal (oder 100 mal) kleineren Gewichte ins Gleichgewicht setzen (Dezimal- und Zentesimalwagen).

Bei Neigungs- oder Zeigerwagen bewegt sich der längere Arm eines Winkelhebels als Zeiger längs einer durch Versuche ein-

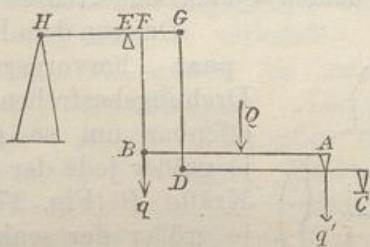


Fig. 34.
Brückenwage.

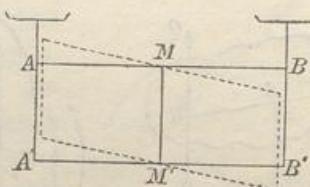


Fig. 35.
Oberschalige Tafelwage.

geteilten kreisbogenförmigen Skala, wenn man die Last an dem anderen kürzeren Arme wirken läßt.

Die oberschalige Tafelwage (Roberval, 1670) besteht dem Wesen nach aus zwei gleich langen, um ihre Mittelpunkte M und M' (Fig. 35) drehbaren Balken AB und $A'B'$, welche durch zwei lotrechte Stangen AA' , BB' zu einem Parallelogramm beweglich verbunden sind, und oben die fest mit ihnen verbundenen Wagschalen tragen.

35. Kräftepaar. Wir müssen noch einmal auf die Betrachtungen über die Zusammensetzung paralleler Kräfte (28 und 31) zurückgreifen und einen Sonderfall entgegengesetzt paralleler Kräfte näher ins Auge fassen. Die Mittelkraft zweier entgegengesetzte paralleler Kräfte ist gleich ihrem Unterschied. Läßt man aber die beiden entgegengesetzte parallelen Kräfte P und Q (Fig. 36) immer mehr und mehr einander gleich werden, so nähert sich ihr Unterschied $P - Q$ dem Wert Null und der Angriffspunkt M rückt immer weiter in die Ferne. Wird endlich $P = Q$, so ergibt sich an einem unendlich fernen Angriffspunkte eine Mittelkraft Null, d. h. es kann in diesem Falle eine Mittelkraft überhaupt nicht angegeben werden. Zwei gleiche entgegengesetzte parallele Kräfte haben demnach keine Mittelkraft: sie bilden ein „Kräftepaar“, das sich auf etwas