



## Heidelberger Texte zur Mathematikgeschichte

- Autor: **Philipp Jolly** (1809-1884)
- Titel: **Eine Federwage zu exacten Wägungen.**
- Quelle: Sitzungsberichte der Königl. Bayerischen Akademie der Wissenschaften.  
Band 1864, I.  
Seite 162 – 166.  
*Signatur UB Heidelberg: H 93::1864,Bd 1*

# Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften

zu München.

---

Jahrgang 1864. Band I.

---

München.

Druck von F. Straub (Wittelsbacherplatz 3).

1864.

In Commission bei G. Franz.

Herr Jolly trägt vor:

2) Eine Federwage zu exacten Wägungen.

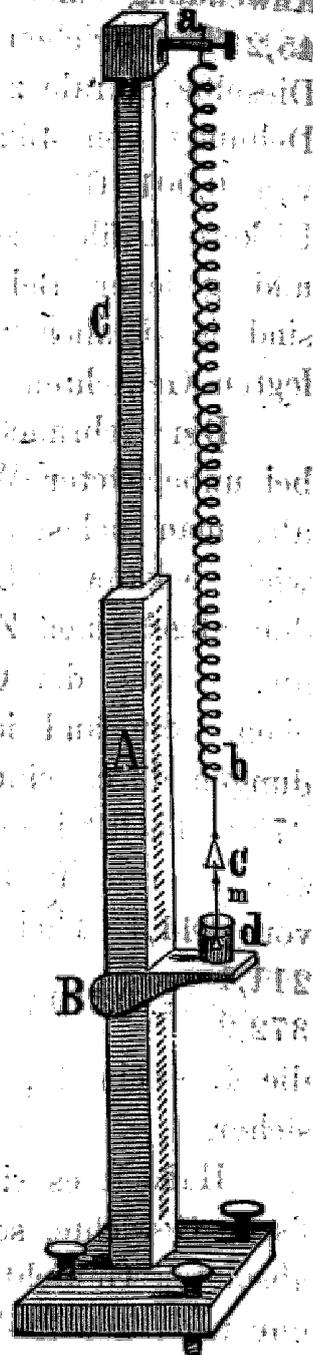
Manche Untersuchungen werden nur deshalb nicht in Angriff genommen, weil die Technik der Versuche zu umständlich ist. Vielleicht erscheint hiernach folgende Notiz über die Einrichtung einer Federwage, welche bei einer Belastung von einem oder nur wenigen Grammen noch Milliagramme genau ablesen lässt, gerechtfertigt.

Ein Versuch, unter Anwendung einer Federwage die Aenderungen im Gewichtsverlust eines in Luft verschiedener Dichtigkeit aufgehängenen Körpers abzulesen, und hiernach einen Apparat zu erhalten, der das Barometer ersetzen könne, gab Veranlassung, Federwagen verschiedener Form zu prüfen. Das Ziel, das ich erreichen wollte, scheint nicht erreichbar, weil einerseits der Einfluss der Temperatur auf die Federkraft nicht auf einen einfachen Ausdruck zurückzubringen ist, und weil andererseits Alles, was die Empfindlichkeit der Wage vermehrt, ihre Compendiosität vermindert, wodurch der Apparat nur in Laboratorien verwendbar erscheint. Handelt es sich dagegen nur um solche Anwendungen der Wage, in welchen kleine Gewichtsgrößen noch mit grosser Genauigkeit bestimmt werden sollen, so leistet sie genau das Gleiche, was die feinsten Wagen leisten, und hat den Vortheil einer unvergleichlichen Wohlfeilheit und einer grösseren Bequemlichkeit voraus. Sie kann zu absoluten Gewichtsbestimmungen, so wie zu specifischen Gewichtsbestimmungen fester und flüssiger Körper benutzt werden, und wird namentlich in Fällen, in welchen es sich um specifische Gewichte sehr kleiner Körper, von etwa nur wenigen Decigrammen Gewicht, handelt, oder um die specifischen Gewichte flüssiger Körper, die nur in kleinen Quantitäten zur Verfügung stehen, die besten Dienste leisten.

Die beistehende Figur erläutert die gebrauchte Anordnung. Ein spiralförmig gewundener Draht ist in a aufgehängt und trägt an seinem unteren Ende b zwei Wagschalen c und d. Die Wagschale d ist beständig in Wasser eingetaucht. Das Glas, in welchem sich die eingetauchte Schale befindet, steht auf einem Träger, der am Stativ der Waage auf und nieder verschiebbar ist. Eine Marke bei m dient, um mit einem Ableser (einem an einer vertikalen Stange verschiebbaren Fernröhrchen von 6- bis 8-facher Vergrößerung) die Dehnung der Spiralfäden an der an dem Stativ angebrachten Scale abzulesen. Um das Fernrohr zu ersparen, habe ich an andern Wagen die Theilung unmittelbar auf einem Spiegelstreifen, der am Stativ befestigt wurde, aufgetragen. Es wird dann mit unbewaffnetem Auge in der Art abgelesen, dass man Marke und Spiegelbild zur Deckung bringt. Diese letztere Art der Ablesung setzt etwas mehr Uebung voraus, aber doch nicht mehr, als zu genauer Ablesung eines Barometers ebenfalls erforderlich ist.

Belastet man die in der Luft befindliche Schale successiv mit grösser werdenden Gewichten, etwa steigend von  $\frac{1}{10}$  zu  $\frac{1}{10}$  Grm., so zeigt die Erfahrung, dass die Zunahme der Dehnung der Spirale proportional den aufgelegten Gewichten ist. So fand ich z. B., dass eine spiralförmig gewundene Klaviersaite (im Handel mit Nr. 6 bezeichnet) bei 36 Windungen, unter

[1864. I. 2.]



Anwendung einer Belastung von 0,1 Grm. eine Dehnung von 45,2 Theilstrichen einer Scale willkürlicher Theilung erfuhr. Dieselbe Spirale zeigte bei einer Belastung von 1 Grm. eine Dehnung von 452 Theilstrichen, und bei einer Belastung von 0,001 Grm. eine Dehnung von 0,452 Theilstrichen. Dickere Drähte zeigen bei gleicher Zahl der Windungen und gleicher Belastung kleinere Dehnungen, aber immer sind in ziemlich weiten Grenzen die Dehnungen den aufgelegten Gewichten proportional.

Der Gebrauch der Wage ist höchst einfach. Man liest bei unbelasteter Wage die Stellung der Marke an der Scale ab, man belastet hierauf die obere Schale mit einem Gewicht bekannter Grösse und liest wieder ab. Die Differenz der abgelesenen Zahlen giebt die Anzahl der Scalentheile an, welche der Grösse des aufgelegten Gewichtes entsprechen. So fand ich z. B., dass eine Spirale von 30 Windungen durch eine Belastung von 1 Grm. eine Dehnung von 372,2 Theilstrichen erfuhr. Bewirkt ein aufgelegter Körper, ein Mineralsplitter, ein kleiner Krystall u. dgl. eine Dehnung von 211,1 Theilstrichen, so ist sein absolutes Gewicht  $\frac{211,1}{372,2} = 0,5611$  Grm., und zwar ist von dieser Zahl erst die 4. Decimale, d. h. die Zehntel der Milligramme, unsicher.

Handelt es sich nicht um absolute, sondern um spezifische Gewichte, so ist es gar nicht nöthig, den Werth des absoluten Gewichtes in Grammen auszudrücken. Man hat nur nach der Reihe drei Ablesungen zu machen. Die erste bei unbelasteter Wage, die zweite nach Auflegung des Körpers in der oberen Schale, und die dritte nach Auflegung des gleichen Körpers in der unter Wasser befindlichen Schale. Die Differenz der beiden ersten Zahlen giebt, in Scalentheilen ausgedrückt, das absolute Gewicht, und die Differenz der zweiten und dritten Zahl giebt, nach der gleichen Ein-

heit ausgedrückt, das Gewicht des verdrängten Wassers. Der Quotient dieser Differenzen ist also das spezifische Gewicht. So fand ich z. B. für die Stellung der Marke

bei unbelasteter Wage . . . . .	64,2
belastet die obere Schale mit einem kleinen Mineralsplitter . . . . .	275,3
derselbe Mineralsplitter in der un- teren Schale . . . . .	220,8

Das absolute Gewicht des Körpers ist demnach ausgedrückt durch  $275,3 - 64,2 = 211,1$  Scalentheile, und der Gewichtsverlust in Wasser ist ausgedrückt durch  $275,3 - 220,8 = 54,8$

Scalentheile. Also ist das spezifische Gewicht  $\frac{211,1}{54,8} = 3,85$ .

Die dritte Ziffer dieser Zahl, oder die zweite Decimale, ist hier unsicher. Es ist diess genau die gleiche Grenze der Genauigkeit, welche mit der hydrostatischen Wage erreicht werden kann, deren Unsicherheit bekanntlich bei Wägungen so kleiner Körper unter Wasser die Zehntel der Milligramme ergreift. Ein Spiraldraht von grösserer Zahl der Windungen, oder auch ein dünnerer Draht von gleicher Zahl der Windungen, würde, wenn diess nöthig sein sollte, die Genauigkeit vermehren und die Empfindlichkeit über die der hydrostatischen Wage bringen lassen.

Körper von einem Gewicht von mehreren Grammen erzeugen eine so beträchtliche Dehnung, dass die Scale unbequem lang werden müsste, und endlich würde bei noch grösserer Belastung die Elasticitätsgrenze der Spirale überschritten, oder doch die Proportionalität zwischen Belastung und Dehnung nicht mehr vorhanden sein. Also ist es für solche Fälle angezeigt, stärkere Drähte anzuwenden.

Soll das spezifische Gewicht eines flüssigen Körpers bestimmt werden, so wird die untere Schale entfernt und statt derselben wird an einem dünnen Platindraht ein Glaskörper von beiläufig 1 CC. Inhalt aufgehängt. Die Ge-

wichtsverluste in Wasser und in anderen Flüssigkeiten werden dann, wie in dem früheren Falle, in Scalentheilen ausgedrückt.

Klaviersaiten, wie sie im Handel allerwärts zu erhalten sind, bieten das zweckmässigste Material zu Spiralfedern. Man erhält sie bekanntlich aufgespult auf kleinen hölzernen Rollen, und darf nur Windung um Windung abspringen lassen, um unmittelbar brauchbare Spiralen zu besitzen.

Die Zeichnung erläutert alles Uebrige. Am Stabe A ist der Träger B verschiebbar angebracht. Die Stange C hat die gleiche Länge wie A, sie kann auf und nieder verschoben und in jeder Lage festgehalten werden. Je nach der Länge der Spirale, mit der man arbeitet, zieht man C so weit heraus, dass die Marke bei unbelasteter Wage an einen der oberen Punkte der Scale zu stehen kömmt, wonach man also für die ganze Ausdehnung der Scale, die eine Länge von 600 Mm. hat, die Dehnung der Spirale verfolgen kann.

Jede Spirale zeigt im Anfang kleine elastische Nachwirkungen, die aber von Tag zu Tag geringer werden und die für die Dauer einer Messung geradezu Null sind. Ist durch Unvorsichtigkeit eine Spirale beschädigt, so ist der Schaden mit einem Aufwand von zwei Kreuzern ersetzt. Diess ist wenigstens hier der Preis einer Drahtrolle.<sup>1)</sup>

---

1) Mechanikus Stollenreuther in München verfertigt Wagen mit Spiegelablesungen zum Preis von 8 fl.