

### Über die Grundlagen der Ausführung von Wägungen im Laboratorium

Von Hans R. Jenemann, Hochheim

Die Entwicklung der Wägetechnik im Laboratorium ist in den Jahren nach der Jahrhundertmitte in solcher Intensität vor sich gegangen, wie es bisher noch nie vorher in einem so kurzen Zeitabschnitt der Fall gewesen ist. Hinsichtlich Sicherheit, Schnelligkeit und Bequemlichkeit des Wägevorgangs wie auch der Anwendung anderer Wägetechniken sind an der Laboratoriumswaage Änderungen vorgenommen worden, für welche kaum eine andere Kennzeichnung als „revolutionierend“ zutreffend ist.

Nabezu wie in einem Zeitraffer haben die Älteren der heute in den Laboratorien Tätigen miterlebt, wie das Wägen sich gewandelt hat von quasi der wehervollen Handlung am „Heligum des Chemikers“ zur reinen Routinearbeit an einem als „schwarzer Kasten“ erscheinenden Maßgerät. Wie auch bei vielen anderen Vorgängen in unserem technischen Zeitalter erbringt der Anwender nicht den geringsten Gedanken an dessen innere Funktion, ja oft genug fehlen ihm die Kenntnisse von seinem Wirkungsmechanismus.

#### 1 Die „gleicharmige“ Waage

Noch in der Zeit nach dem Ende des letzten Weltkrieges war in den Laboratorien die ungedämpft schwingende Analysenwaage weit verbreitet (Abb. 1). Der zentrale Teil dieses Instrumentes ist der Balken, physikalisch gesehen ein zweiarmliger Hebel. Der Hebel gehört, wie in den Lehrbüchern der Physik nachzulesen ist, zu den einfachen „klassischen“ Maschinen, ebenso wie die schiefe Ebene, die feste und bewegliche Rolle, das Wellrad, das Zahnrad, der Keil, die Schraube und die Winde. An diesen Maschinen können Kräfte angreifen, die dann so verändert werden, daß man mit Hilfe kleiner verfügbarer größerer überwinden kann. Die ausführende Arbeit wird dabei unter Inkaufnahme eines größeren Weges erbracht.

Man versucht nun, den Waagebalken der klassischen Analysenwaage von der Mittelschneide aus, dem Drehpunkt, bis zu den beiden Endschneiden so gleich wie nur möglich zu gestalten. Als Ergebnis erhält man das, was als „gleicharmige Waage“ bezeichnet wird. Indessen kann es, wenn man höhere Anforderungen an die Leistungen eines solchen Instrumentes stellt, eine wirkliche gleicharmige Waage gar nicht geben, da es nicht möglich ist, die beiden Hebelarme „absolut“ gleich lang zu machen.

Nehmen wir an, es soll an einer Waage gearbeitet werden, deren Balken 200 mm lang ist, bei dem sich jedoch die beiden Armlängen von je 100 mm um nur 1 µm unterscheiden. Dann würde – unter Anwendung des meist üblichen Wägevorgangs durch Kompensation – daraus im Ergebnis eine Abweichung von  $1 \times 10^{-7}$  resultieren.

Bei der Wägung einer Masse von 100 g wird dadurch bereits ein Fehler von 1 mg verursacht. Zwar gelingt es, beim Justieren die Gleicharmigkeit einer guten Feinwaage deutlich besser als auf 1 µm zu realisieren, jedoch ist bei längerem Gebrauch kaum zu verhindern, daß sie sich wieder verschlechtert.



Abb. 1: Ungedämpfte, ausarmige Analysenwaage. A. Sauer, Kilmgen, 1935.

Sonderdruck einer Publikation von HANS R. JENEMANN

#### 2 Das Ergebnis der Wägung – eine Größe von der Art der Masse

Blieben wir beim Ergebnis der Wägung. Was an diesem, von Annahmen abgesehen, interessiert, ist durchweg die Masse des zu wägenden Körpers. Die Masse ist eine der sieben Basisgrößen des Systems International (SI), gemessen in der Basiseinheit Kilogramm (1). Um in den zu messenden Größen des SI – auch in den von den Basisgrößen abgeleiteten – „vernünftige“ Zahlenwerte zu erhalten, kombiniert man den Einheitennamen wie auch das entsprechende Zeichen oft mit „Voratz“-Bezeichnungen, wodurch eine Vergrößerung oder Verkleinerung um jeweils den Faktor  $10^3$  erreicht wird, z. B. Mikrometer, Millimol, Kilovolt (2, 3).

Leider ist das SI gerade hinsichtlich Namen und Zeichen für die Basiseinheit Kilogramm recht inkonsequent: Im allgemeinen steht der Voratz „Kilo“ für die um den Faktor  $10^3$  vergrößerte Basiseinheit. Somit sollte eigentlich der Einheitenname ohne einen Voratz, hier also das Gramm, die Basiseinheit bedeuten. Aufgrund historischer Gegebenheiten und der Tatsache, daß das im Jahre 1799 festgelegte Kilogramm wesentlich genauer zu verkörpern ist als eine um das Tausendfache verkleinerte Einheit, nahm man diesen Nachteil in Kauf. Die Masse ist ja auch die einzige Basisgröße, deren Einheit nicht aus Naturkonstanten abgeleitet ist. Zu ihrer Darstellung benötigt man deshalb eine Verkörperung (4), deren Festlegung das „Ur-kilogramm“ in Paris, vom heutigen Standpunkt gesehen als ziemlich willkürlich angesehen werden muß (Abb. 2).

Die Masse als Basisgröße ist aus dem früher gültig gewesenen absoluten Maßsystem mit den drei Grundeinheiten Meter, Kilogramm und Sekunde unverändert in das SI übernommen worden. Mit der gesetzlichen Einführung des SI ist auch das frühere technische Maßsystem, in

CLB Chemie für Labor und Betrieb, 33. Jahrgang, Heft 7/1982

Author Jenemann, H.R.

Title Über die Grundlagen der Ausführung von Wägungen im Laboratorium

In CLB Chemie für Labor und Betrieb 33 (1982), Heft 7, pp. 315-320, Heft 8, pp. 356-358

Size 9 pp., ill., 20.7 x 29.6 cm

Publisher

Place Frankfurt

Year 1982

ISBN ISSN

Abstract

Remarks