

*Von E. Nöbel mit besten Grüßen  
 von Hans Jenemann  
 16.6.87*

**Über die Grundlagen und die geschichtliche Entwicklung  
 elektro-mechanischer Wägesysteme**

Von Hans R. Jenemann, Hochheim

Vor über einem Jahr erschien in CLB von H. R. Jenemann ein Bericht über die Entwicklung der mechanischen Analysenwaage. Hier beginnen wir nun mit dem Abrück einer neuen Aufsatzeihe, die die Entwicklung elektro-mechanischer Wägesysteme schildert. Wiederum hat der Autor das Gebiet gründlich aufgearbeitet und zahlreiche Abbildungen beigezeichnet. Wir möchten diesen Abrück als unseren Beitrag zur Technischgeschichte verstanden wissen. Nur wenn Beiträge dieser Art veröffentlicht werden, bleiben technische Entwicklungen für spätere Zeiten erhalten.

**1 Einleitung**

Zu wissenschaftlichen Wägungen werden in ständig größer werdendem Ausmaß Instrumente eingesetzt, die als elektronische Waagen bezeichnet werden. In einzelnen Bereichen ist es diesen bereits gelungen, die bisher dominierenden, nach ausschließlich mechanischen Prinzipien arbeitenden Waagen weitgehend zu verdrängen. Das gilt insbesondere für die „Pitavision“-Waage – das Waagegerät, das dadurch gekennzeichnet ist, daß es gegenüber der Analysenwaage mit geringerer Präzision arbeitet [1]. Auch bei den Waagen im Mikrobereich ist die früher unentbehrlich gewesene mechanische Waage mit hohem Auflösungsvermögen vielerorts durch neuartige Wägesysteme ersetzt worden – ein Vorgang, der wesentlich beschleunigt wurde durch eine grundlegende Änderung der Analysetechnik: Die organische Mikroanalyse arbeitet heute so gut wie kaum noch mit Waagen der in Absorptionsspektroskopie aufgefundenen Verfahrensgänge, sondern wendet fast ausschließlich instrumentelle Techniken zu deren Bestimmung an.

Im eigentlich zentralen Bereich der wissenschaftlichen Wägung, bei der eine Auflösung bis herab zu 0,1 oder auch 0,01 mg gefordert wird, konnte sich die zu spärlicher Leistung entwickelte mechanische Analysenwaage teilweise noch behaupten [2]. Aber auch sie sieht sich dem anhaltend größer werdenden Ausbreitungsdruck neuartiger Wägemessinstrumente gegenüber, bei denen die Elektronik eine maßgebliche Rolle spielt. Die Frage mag sein, ob wenigstens in diesem Teilbereich die über-

kommene Waage – die auf dem Substitutionsprinzip beruhende Zwischenscheibewaage, bei der die mechanische Grundform kombiniert ist mit optischen Elementen für die mechanisch-digitale Anzeige des Ergebnisses – trotz noch standhalten kann, oder ob auch sie eines Tages so gut wie vollständig aus den Labornutzen verschwunden sein wird. Informiert man sich in den Katalogen der Hersteller, so spürt bei einigen von ihnen die Modelle, die früher im Vordergrund gestanden haben, nur noch eine Nebenrolle.

Betrachtet man die heute angebotenen Wägesysteme etwas näher, wird man sich fragen müssen, inwieweit eine Betonung als elektronische Waagen für das technische Prinzip, nach dem sie arbeiten, tatsächlich charakteristisch ist. Grundsätzlich behält jeder Wägevorgang darauf, daß die Gewichtskraft der zu bestimmenden Masse mit einer zweiten, als bekannt vorausgesetzten Kraft in Wechselwirkung tritt. Aus dem Ergebnis dieses Vergleichs von Kräften wird dann auf die unbekannte Masse rückgeschlossen. Von Ausnahmen anderer Art abgesehen – beispielsweise der Möglichkeit, eine Masse auch über ihre Eigenschaft der Trägheit zu bestimmen – ist dieses Prinzip für alle Systeme, die in der Waagechnik von Bedeutung sind, unverändert gültig.

Neuerdings übernehmen elektronische Bauteile freilich Aufgaben, die bisher durch den Wägenden selbst ausgeführt werden mußten. Der Wägevorgang geht dabei so gut wie selbsttätig vonstatten – bis hin zur digitalen Anzeige des Ergebnisses oder dessen Übernahme in Anlagen der Datenverarbeitung.

Es mag einleuchten, daß elektronische Hilfsmittel ein besonders günstiges Anwendungsfeld dort vorfinden werden, wo die Wirkung der Gewichtskraft direkt mit der Änderung einer elektrischen Größe korrelierbar ist; als Beispiel sei der piezoelektrische Effekt genannt. Außer der mechanischen Auswertung solcher Primäreffekte gibt es noch andere Möglichkeiten, eine Gewichtskraft durch elektrische Meßverfahren zu bestimmen: Mechanische Änderungen können mit der Änderung elektrischer Effekte so kombiniert werden, daß deren Messung quasi als Sekundäreffekt zu der gesuchten Größe führt. Besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, die elastische Deformation eines Körpers als Basis zur Anwendung elektrischer Meßverfahren zu benutzen. Dadurch ist die seit bereits dem 17. Jahrhundert bekannte Federwaage in vielfältig variiert Form zur Grundlage neuartiger Wägesysteme geworden, bei denen es heute die Elektronik übernimmt, mechanische Größen metrisch zu erfassen.

Indessen stößt die Elektronik nicht nur an Waagenkonstruktionen an, die seit bereits längerer Zeit in der Praxis benutzt worden sind. Man macht sich neuerdings auch Effekte zunutze, die teilweise zwar recht lang bekannt gewesen sind, bisher aber nicht oder nur in Ausnahmefällen zur Grundlage der Konstruktion von Waagen geworden sind. Diese sind deswegen von untergeordneter Bedeutung geblieben, weil ihre Messung in der Praxis zu umständlich, zu ungenau oder auch zu wenig empfindlich gewesen ist. Wenn es gelingt, solche mechanischen Änderungen elektrisch meßbar zu machen, mag man für solch geringe Effekte den Vorteil einer relativ hohen Empfindlichkeit und Auflösung gewinnen. So sind kleine Änderungen von Strömen, Spannungen, Widerständen, Frequenzen und noch anderen Größen recht genau bestimmbar. Die elektrische Meßeinrichtung kommt dabei mit sehr geringen Leistungen

CLB Chemie für Labor und Betrieb, 36. Jahrgang, Heft 8, 1985

**Author** Jenemann, H.R.

**Title** Über die Grundlagen und die geschichtliche Entwicklung elektro-mechanischer Wägesysteme

**In** CLB Chemie für Labor und Betrieb, 36 (1985), Heft 8 pp. 393-396; Heft 10 pp. 500, 503-504; Heft 12 pp. 629-632; 37 (1986) Heft 4, pp. 169-172; Heft 7 pp. 344-345; Heft 12 pp. 631-633; 38 (1987), Heft 5, pp. 240, 242, 244, 246.

**Size** 24 pp., ill., 20.5 x 29.6 cm

**Publisher**

**Place** Frankfurt

**Year** 1985, 1986, 1987

**ISBN ISSN**

**Abstract**

**Remarks**