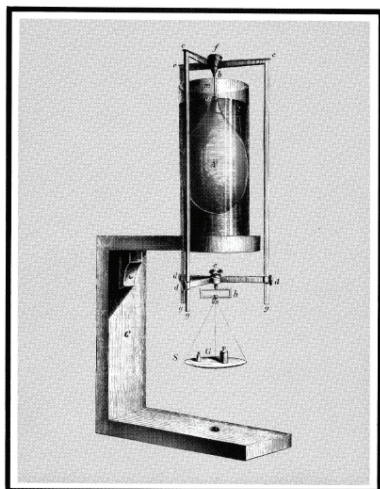


## TECHNIKGESCHICHTE



Verein Deutscher Ingenieure

Zur Geschichte der Substitutionswägung und der Substitutionswaage  
von Hans R. Jenemann

## Überblick

Durch die Anwendung der Substitutionswägung werden systembedingte Fehler beim Arbeiten an der Balkenwaage ausgeschaltet. In größerem Umfang gelangte die Substitutionswägung erstmals während der Zeit der Französischen Revolution zum Einsatz, als, unter der Leitung von Jean-Charles de Borda, die neuen Maße und Gewichte, Meter und Kilogramm, eingeführt wurden. Es wird aufgeführt, daß bereits vor Borda die Wägung durch Substitution bekannt war. Zur Ausführung hydrostatischer Wägungen war sie das meist angewandte Verfahren. Auch zur Massenbestimmung ist sie im 18. Jahrhundert mehrfach beschrieben worden. Später wurde die Substitutionswägung durch die Transpositionswägung, die nach C. F. Gauss benannte Vertauschungswägung, weitgehend verdrängt. Sie geriet faktisch in Vergessenheit. Im späteren Verlauf wurden mehrfach Waagen konstruiert, die ausschließlich zum Wägen unter Substitution bestimmt waren; diese blieben ohne größere Verbreitung, weil wichtige technische Voraussetzungen zur sicheren und bequemen Handhabung noch nicht gegeben waren. Nach dem Zweiten Weltkrieg gelang es dann Erhard Mettler, die Substitutionswägung an der von seinem Mitarbeiter Hans Meier realisierten Konstruktion einer einschaligen Substitutions-Zweischneidewaage auf breiter Basis durchzusetzen.

## Abstract

By application of substitution weighing some systematic errors of the beam balance are omitted. Substitution weighing had its advent and found wider application during French Revolution, when, under direction of Jean-Charles de Borda, new standards for measures and weights, the meter-scale and the kilogram, were introduced. It is shown, that substitution weighing was known already before the activities of Borda. It was been the dominant method of hydrostatic weighing. Its application for determinations of masses was been reported several times during 18th century. Later on substitution weighing has been displaced by transposition weighing, which is attributed to C. F. Gauss. It fell into oblivion. Still later there were constructions of balances applicable only for substitution weighing; their distribution however was low, since was lacking good technical possibilities for safe and comfortable handling. Only after world war II Erhard Mettler succeeded in extending their large application, employing a construction of his colleague Hans Meier with a one-pan system.

## 0 Einführung

Mit der Durchsetzung des Substitutionsprinzips an der Analysenwaage durch Erhard Mettler ist in den 50er Jahren unseres Jahrhunderts ein neues Kapitel in der Geschichte der Wägetechnik eingeleitet worden. Bei der Substitutionswägung werden die Gewichtskräfte der zu bestimmenden Masse und der dieser adäquaten Gewichtsstücke auf ein- und derselben Seite der Waage miteinander verglichen. Dieser Vergleich wird nacheinander vorgenommen – jeweils gegenüber der Gewichtskraft einer unveränderlich bleibenden Ausgleichsmasse auf der Gegenseite der Waage. Bei der allgemein ver-

Technikgeschichte Bd. 49 (1982) Nr. 2

89

Technikgeschichte

Bd. 49 (1982) Nr. 2

Seite 89 bis 176

**Author** Jenemann, H.R.**Title** Zur Geschichte der Substitutionswägung und der Substitutionswaage**In** Technikgeschichte 49 (1982), Nr. 2, pp. 89-131**Size** 43 pp., ill., 16.8 x 23.8 cm**Publisher** Verein Deutscher Ingenieure, VDI**Place** Düsseldorf**Year** 1982**ISBN ISSN** 0040-117X

**Abstract** By application of substitution weighing some systematic errors of the beam balance are omitted. Substitution weighing had its advent and found wider application during French Revolution, when, under direction of Jean-Charles de Borda, new standards for measures and weights, the meter-scale and the kilogram, were introduced. It is shown, that substitution weighing was known already before the activities of Borda. It was been the dominant method of hydrostatic weighing. Its application for determinations of masses was been reported several times during 18th century. Later on substitution weighing has been displaced by transposition weighing, which is attributed to C. F. Gauss. It fell into oblivion. Still later there were constructions of balances applicable only for substitution weighing; their distribution however was low, since was lacking good technical possibilities for safe and comfortable handling. Only after world war II Erhard Mettler succeeded in extending their large application, employing a construction of his colleague Hans Meier with a one-pan system.

**Remarks**