

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 113/114 (1939)
Heft: 19

Artikel: Die vollautomatische ASE-Neigungswaage
Autor: Wirth, Walter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-50602>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

kungen des Drehmomentes um einen Mittelwert handelt, so muss gelten: $M_T > 10 M_g$.

Daraus ergibt sich: $\omega < 776 \left[\frac{-1}{\text{sec}} \right]$ bzw.
 $f < 123 \text{ [Hz]}$

Dies ist jedoch schon eine so hohe Frequenz, wie sie nur noch mit sehr kleinen Amplituden auftreten wird.

Aus diesem Rechenbeispiel lassen sich alle Vorteile dieses Drehmomentenmessers erkennen. Erstens ist die Verdrehung zwischen An- und Abtrieb klein, die Kupplung also relativ «starr»; zweitens lässt sich leicht eine hohe Genauigkeit erreichen, da sich ohne allzuhohe Kosten Zahnräder sehr genau schleifen lassen; drittens lassen sich auch rasch veränderliche Drehmomente, also Maschinen im Anlauf, bei plötzlicher Bremsung und bei Kurzschluss gut messen.

Die vollautomatische ASE-Neigungswaage

Von WALTER WIRTH, Dipl. Ing. E. T. H., Zürich

Die Neigungswaage, auch Pendelwaage genannt, gestattet rasches Wägen namentlich dort, wo das Gewicht eines gegebenen Gegenstandes oder einer vorgegebenen Menge bestimmt werden soll. Aber auch das Auswägen, das Aufteilen loser oder flüssiger Güter in Portionen bestimmten Gewichts geschieht mit der Neigungswaage rascher und sicherer, als mit der früher allgemein verwendeten Tafelwaage mit Gewichtsatz, weil ein Blick auf die Skala der automatischen Waage erkennen lässt, wieviel noch fehlt oder wegzunehmen ist. In einer nicht eichfähigen und darum im Handel nicht zugelassenen Form, als Briefwaage, ist die Neigungswaage sehr verbreitet und beliebt. Die bescheidenen Genauigkeitsanforderungen und die Entbehrlichkeit eines besonderen Gewichtsatzes bei günstigem Preis haben ihr zu dieser Verbreitung verholfen.

Im Handel wird zwischen Halb- und Vollautomaten unterschieden. Die halbautomatische Waage besitzt auf der Skala nur einen kleinen Messbereich, meist 1 kg, der nach Vorschrift in mindestens 100 Teile geteilt sein muss. Ihre Skala ist auf einem Bogensegment von 30 bis 60° Zentriwinkel aufgetragen. Sie besitzt meist zwei Schalen. Sollen Lasten von mehr als 1 kg gewogen werden, so werden auf der zweiten Schale die ganzen Kilo aus einem gewöhnlichen Gewichtsatz aufgelegt und der restliche Bruchteil des kg auf der Skala abgelesen. Bei andern Modellen ist die zweite Schale im Innern des Gehäuses untergebracht. Das Auflegen der Zusatzgewichte erfolgt mittels eines Schaltmechanismus, der durch Drehen eines Handgriffes zugleich mit einer Anzeigevorrichtung betätigt wird. Auf dem Zifferblatt der Waage kann dann das Gewicht mittels Grob- und Feinablesung bestimmt werden. Der Halbautomat erfreut sich im Kleinhandel grosser Beliebtheit, während er für Grosshandel, Transportanstalten und Versandgeschäfte ungeeignet ist. Die vielen Schalteroperationen sind einer fließenden Abfertigung z. B. an einer Paketaufgabestelle der Post bei Stossbetrieb hinderlich. Hier ist die Verwendung des Vollautomaten angezeigt, da er im ganzen Messbereich das Gewicht nach einer Einspielzeit von nur 1 bis 2 sec anzeigt.

Das Hauptproblem der vollautomatischen Waage, den Weg der Zeigerspitze und damit die Skalenlänge sowie die Ablesegenauigkeit zu vergrössern, ist auf verschiedenen Wegen gelöst worden. In der Regel wird mit Hilfe von Kurvenscheiben und Stahlbändern ein gleichmässiger, d. h. der aufgelegten Last proportionaler Ausschlag erzielt. Die Vollautomaten arbeiten gewöhnlich mit einem vollen oder nahezu vollen Zeigerumgang. Bei der durch die Eichgesetze vorgeschriebenen Skalenlänge von 1 m (Schweiz) bis 1,67 m (Deutschland) ist demnach ein Skalen-durchmesser von 32 ÷ 53 cm erforderlich, wenn man nicht zu einer scheinbaren Vergrösserung durch Linsen oder Zylinder-gläser Zuflucht nehmen will.

Die von dem schweizerischen Konstrukteur Armin Wirth erfundene, von August Sauter, Ebingen, hergestellte ASE-Neigungswaage ist auf einem von dem erwähnten vollständig verschiedenen Prinzip aufgebaut. Ihr Uebertragungsmechanismus besteht aus einem Hebel-system, dessen Aufbau aus der geometrischen Deutung der Grundgleichung der Pendelwaage hervorgeht und das so genau arbeitet, dass eine Waage mit fünf Zeigerumgängen konstruiert werden konnte. Die Skalenlänge beträgt daher, trotz des kleinen Teilkreisdurchmessers von 240 mm, 3770 mm. Der kleine Kopf von nur 333 mm Ø gibt namentlich den kleineren Modellen ein gefälliges Aussehen (Abb. 12, S. 222).

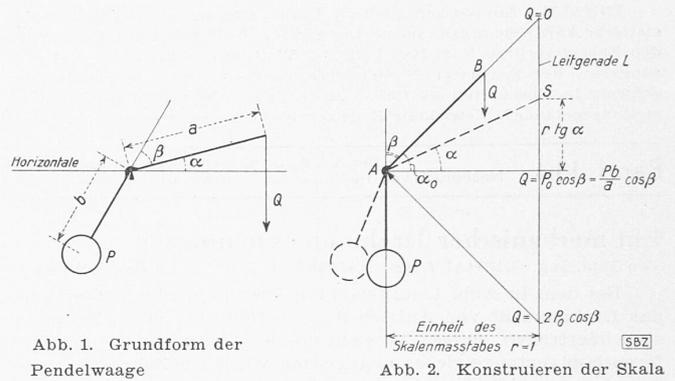


Abb. 1. Grundform der Pendelwaage

Abb. 2. Konstruieren der Skala

Das allgemeine Gesetz der Pendelwaage. Für den Gleichgewichtszustand der Pendelwaage gilt gemäss Abb. 1 folgende Beziehung:

$$Q a \cos \alpha - P b \cos (\alpha + \beta) = 0 \dots \dots (1)$$

oder, mit $P_0 = \frac{P b}{a}$:

$$Q = P_0 \cos \beta - P_0 \sin \beta \operatorname{tg} \alpha \dots \dots (1^*)$$

In Abb. 2 ist die geometrische Deutung dieser Gleichung dargestellt. Für $Q = 0$ ist $\operatorname{tg} \alpha = \cot \beta$, d. h. $\alpha = \frac{\pi}{2} - \beta$. Legen wir im beliebigen Abstand r vom Drehpunkt A aus eine vertikale Gerade, die «Leitgerade», und bringen sie zum Schnitt mit der verlängerten Verbindungslinie des Drehpunkts A und des Lastangriffspunkts B, so liefert der Schnittpunkt S die der jeweiligen Last gemäss (1*) entsprechende Grösse $\operatorname{tg} \alpha$. Für $\alpha = 0$ wird $Q = P_0 \cos \beta$, für $\alpha = -\frac{\pi}{2} + \beta$ ist $Q = 2P_0 \cos \beta$. Theo-

retisch erstreckt sich der Messbereich bis ins Unendliche; praktisch ist dieses System nur für eine beschränkte Genauigkeit und geringe Belastungen verwendbar. Eine Masstabänderung ist denkbar durch Vergrösserung des Abstandes r, doch sind auch dieser Möglichkeit praktisch sehr enge Grenzen gezogen. Bei der Briefwaage ist diese gerade Skala auf einen Kreisbogen projiziert.

Die Aufgabe für den Waagenkonstrukteur besteht also darin, ein Getriebe zu konstruieren, das den genannten Schnittpunkt S mechanisch zu realisieren und seine Bewegung mittels Zahnstange und Ritzel auf einen Zeiger zu übertragen gestattet. Dabei ist folgendes zu beachten:

Eine Schiefstellung der Leitgeraden ist gleichbedeutend mit einer Aenderung des Winkels α um den gleichen Betrag, erzeugt also, namentlich bei grossem Winkel α , bedeutende Fehler. Die symmetrische Anordnung zweier Pendel, denen je die Hälfte der Last zugewiesen wird, ergibt entgegengesetzt gleich grosse Fehler, die sich praktisch gegenseitig aufheben, wenn das arithmetische Mittel beider Pendelausschläge für die Uebertragung auf den Zeiger verwendet wird. (Von einer analogen Methode machen auch sämtliche Konstrukteure anderer Fabrikate Gebrauch.) Einen ähnlichen Effekt hat übrigens die Kopplung beider Pendel derart, dass stets eine symmetrische Stellung der beiden Pendel erzwungen wird.

Beträgt die Schiefstellung bei häufig verteilter Last δ_1 (Abbildung 3), so ergibt sich, da die Pendel ihre ursprüngliche Lage beibehalten, für das Mittel der Wert:

$$x = \frac{r \operatorname{tg} (\alpha + \delta_1) + \operatorname{tg} (\alpha - \delta_1)}{2} \dots \dots (2)$$

Dieser ist für die praktisch vorkommenden Winkel α von $r \operatorname{tg} \alpha$ nur sehr wenig verschieden.

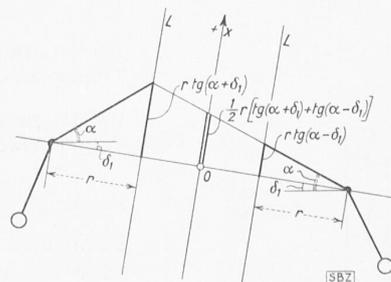


Abb. 3. Schiefe Stellung der Waage

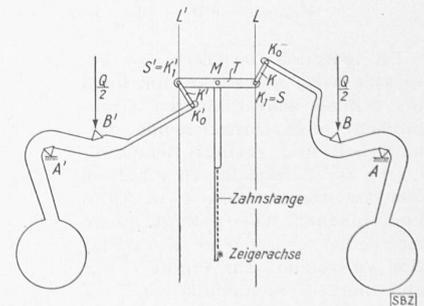


Abb. 4. Ausgleichsystem

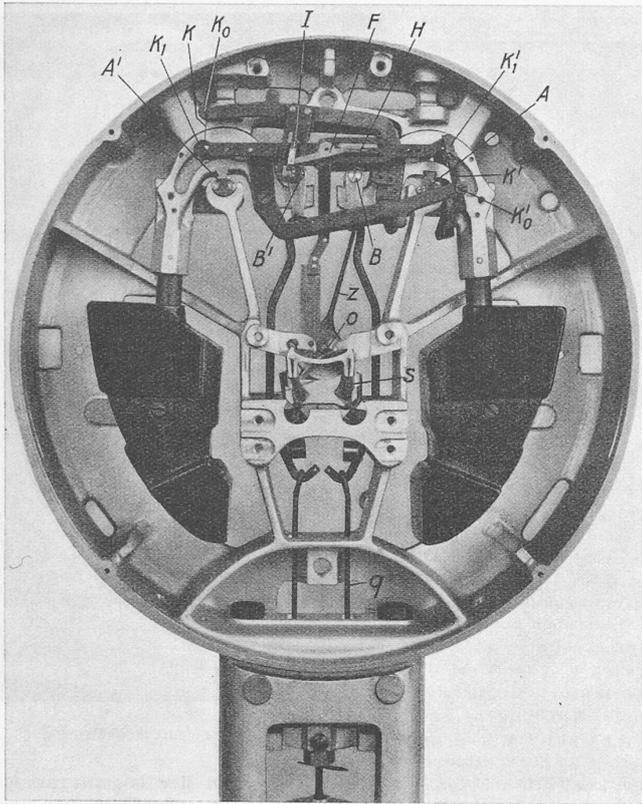


Abb. 7. Innenansicht des Messkopfes der ASE-Waage (Legende im Text)

Macht die symmetrische Anordnung der beiden Pendel die Waage unempfindlich gegen unsachgemässe Aufstellung, so gibt sie überdies die Möglichkeit, eine einfache Uebertragungseinrichtung zu schaffen, wie aus Abb. 4 hervorgeht. Die Lasthebel beider Pendel sind über die Lastschneide hinaus verlängert. Das Ende K_0 des einen liegt höher, das des andern K_0' tiefer als der Schnittpunkt S bzw. S' der bezüglichen Leitgeraden mit der Geraden AB , bzw. $A'B'$. Kurze Kuppelstücke K und K' verbinden K_0 und K_0' mit einem Querstück T , an dessen Mitte die Zahnstange Z , die in das Ritzel der Zeigerachse eingreift, gelenkig befestigt ist. Wir nehmen an, dass im dargestellten Ausgangszustand die Enden des Querstückes K_1 und K_1' mit S bzw. S' zusammenfallen. Die Kuppelstücke sind gleich lang und die Abmessungen der Pendel so gewählt, dass ABK_0 und $A'B'K_0'$ kongruente Dreiecke bilden. In Abb. 4 ist das Getriebe unter Weglassung der Geradeführung dargestellt. Es sei dazu vorausgesetzt, dass auf später zu erörternde Weise der Aufhängepunkt der Zahnstange samt der Mitte des Querbalkens T auf einer vertikalen Geraden geführt sei, dann sind es angenähert auch die Punkte K_1 und K_1' .

Wird die Waage, immer bei hälftiger Lastverteilung, also beidseitig gleichen Winkeln α , belastet, so bewegen sich die Punkte K_0 und K_0' auf kongruenten Kreisen, siehe Abb. 5, während die Punkte S und K_1 auf der Leitgeraden L, S' und K_1'

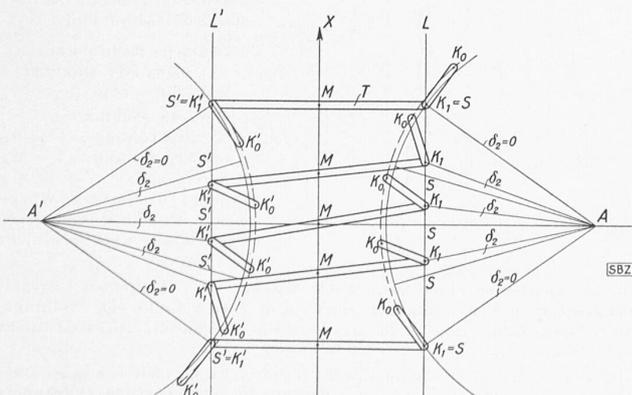


Abb. 5. Lage des Querstückes und der Kuppelglieder bei verschiedenen Belastungszuständen

auf der Geraden L' abwärts wandern. Dabei sinkt S etwas tiefer als K_1, K_1' tiefer als S' . Es kann in erster Näherung angenommen werden, dass K_1 auf Kote $r \operatorname{tg}(\alpha + \delta_2)$ und K_1' auf Kote $r \operatorname{tg}(\alpha - \delta_2)$ liege, wobei δ_2 einen Winkel von wenigen Minuten bezeichnet. Das Mittel hieraus, d. h. die Kote der Mitte M des Querstückes T , ist

$$x = r \frac{\operatorname{tg}(\alpha + \delta_2) + \operatorname{tg}(\alpha - \delta_2)}{2} \dots (2^*)$$

Wie der Vergleich mit Gl. (2) zeigt, rufen δ_1 und δ_2 ähnliche Effekte hervor. Während aber δ_1 von der Belastung unabhängig ist, erscheint δ_2 als Funktion der Pendelstellung, bzw. der aufgelegten Last. Setzen wir $\delta_1 + \delta_2 = \delta$, so ist der infolge Zusammenwirkens auftretende relative Fehler

$$\frac{\Delta x}{r \operatorname{tg} \alpha} = \frac{\operatorname{tg}(\alpha + \delta) + \operatorname{tg}(\alpha - \delta)}{2 \operatorname{tg} \alpha} - 1 \approx \frac{\delta^2}{\cos^2 \alpha} \approx \delta^2$$

der absolute:

$$\Delta x = r \operatorname{tg} \alpha \delta^2 \dots (3)$$

für δ_2 allein:

$$\Delta x = r \operatorname{tg} \alpha \delta_2^2 \dots (3^*)$$

In den extremen Stellungen des Messbereiches $Q = 0$ und $Q = Q_{\max}$ ist δ_2 , in der Mitte $\operatorname{tg} \alpha = 0$. Δx_2 hat somit für diese drei Punkte den Wert 0; es wechselt sein Vorzeichen mit $\operatorname{tg} \alpha$. Somit ergibt sich für die Fehler-Charakteristik $\Delta x_2 = f(x)$ eine S-förmige Kurve mit drei Nullstellen.

In der obigen Ableitung ist vorausgesetzt, dass M genau in der Vertikalen geführt werde. Dies ist in Anbetracht der Unmöglichkeit einer mathematisch exakten Geradeführung praktisch ausgeschlossen. Eine Näherungslösung ist aber umso eher zulässig, als sich die daraus resultierenden Fehler durch Superposition mit entgegengesetzt gleichen eliminieren lassen.

Die in Abb. 4 und 5 der Uebersichtlichkeit wegen gewählte entspricht nicht der tatsächlichen Anordnung, die aus dem Konstruktionsschema Abb. 6 und der Ansicht Abb. 7 hervorgeht: Die Verschränkung der Verlängerungen der Lasthebel aus Gründen der Raumersparnis ändert jedoch an den obigen Ueberlegungen nichts. Die beiden Abbildungen zeigen die Konstruktion der Führung: An der Verlängerung des rechten Lasthebels ist ein Führungsorgan F mittels Gelenk befestigt, dessen anderes Ende ebenfalls gelenkig am Querstück angeschlossen ist. An den beiden Kuppelstücken K und K' und dem Führungsorgan F ist das Querstück statisch bestimmt aufgehängt, seine Lage somit eindeutig bestimmt. Wenn die Länge des Führungsorganes und die Lage der Gelenke passend gewählt werden, ist die Ungenauigkeit der Führung nur gering. Was für Fehler eine Abweichung von der exakten Geradeführung zur Folge hat, erhellt aus Abbildung 5: In der höchsten Lage hat eine kleine seitliche Verschiebung des Querstückes T (nach Entfernen des Führungsorganes F) keinen Einfluss auf die Höhe x von M . Senkt sich das eine Ende infolge dieser Verschiebung, so hebt sich das andere um den selben Betrag. Das selbe gilt von der extrem tiefen Lage. Anders verhält es sich in der Mittellage bei halber Belastung der Waage. Hier ist sie gegen eine Abweichung der wirklichen «Leitlinie» von der idealen «Leitgeraden» sehr empfindlich. Das Vorzeichen des Fehlers bei einer Abweichung nach links oder rechts ist leicht festzustellen. Die Fehlercharakteristik $\Delta x = f(x)$ für eine kleine seitliche Verschiebung der Leitlinie wird nach dem Gesagten in der Mitte ein Maximum und an den Enden Nullwerte aufweisen. Sie ist in erster Näherung eine gemeine Parabel. Sorgt man aber (durch Zurechtbiegen der Zunge I , Abbildung 7) dafür, dass die Leitlinie in der Mitte des Messbereiches mit der Leitgeraden zusammenfällt, so ist dieser Fehler zum grössten Teil aufgehoben und auf praktisch unmessbare Beträge verkleinert.

Eine weitere Fehlerquelle liegt im Hebel-

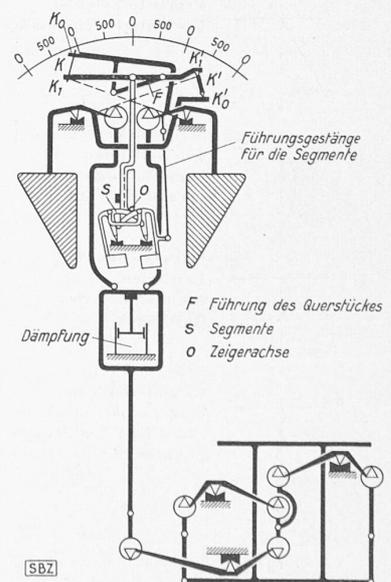


Abb. 6. Schema der ASE-Neigungswaage

system der Brücke, in der veränderlichen Lage des Zugorganes, das die Last von den Hebeln der Lastbrücke auf die Lastschneide der Pendel überträgt. Das hier entwickelte Grundgesetz der Pendelwaage und der darauf aufgebaute Anzeigemechanismus beruhen auf der Voraussetzung, dass die Last an der Lastschneide frei hänge, bzw. dass der Zug immer in genau vertikaler Richtung erfolge.

In Abb. 8 sind die Verhältnisse unter der Annahme dargestellt, dass bei der Kreisbewegung der Lastschneide *B* um den Drehpunkt *A* das untere Ende der Zugstange auf einer Geraden gleitet. Aus der Figur ist zu ersehen, dass die statischen Momente der an den Lastschneiden angreifenden Kräfte in Bezug auf *A* im obern Bereich zu klein, in der untern Hälfte des Messbereichs dagegen zu gross sind. Aehnliche Verhältnisse liegen im Hebelsystem der Brücke mit Kraftübertragung durch Zugglieder mehrfach vor, für die alle die selbe Fehlercharakteristik gilt. Diese ist in erster Näherung eine kubische Parabel. Sie superponiert sich dem Fehlereffekt von δ_2 , indem sie ihn vergrössert.

Eine Korrektur dieses Fehlers wäre, da sich das Vorzeichen von Δx_2 nach Gl. (3*) nicht willkürlich beeinflussen lässt, unmöglich, wenn nicht das Näherungssystem bei Wahl geeigneter Dimensionen eine Möglichkeit böte, die spiegelbildliche Fehlercharakteristik zu erzeugen, die zur Fehlerkompensation nötig ist.

Weiter oben wurde der Einfluss einer seitlichen Verschiebung der Leitlinie diskutiert. Auf ähnlicher Basis kann der Einfluss einer Drehung untersucht werden. Dieser ist, da nach dem oben Gesagten die Enden des Messbereiches für eine seitliche Verschiebung unempfindlich sind, und zugleich in der Mitte keine Verschiebung eintritt, an diesen drei Stellen gleich Null. Je nach

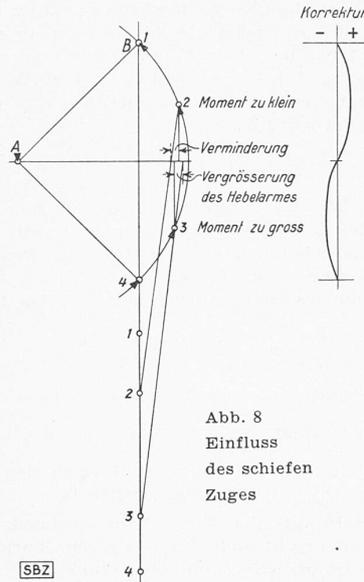


Abb. 8 Einfluss des schiefen Zuges

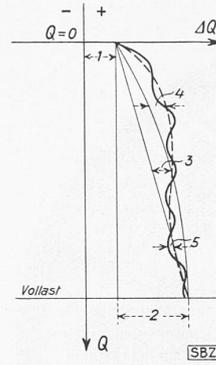


Abb. 9 Analyse der allgemeinen Fehlercharakteristik nach Pos. 1 bis 5, vgl. Abb. 10

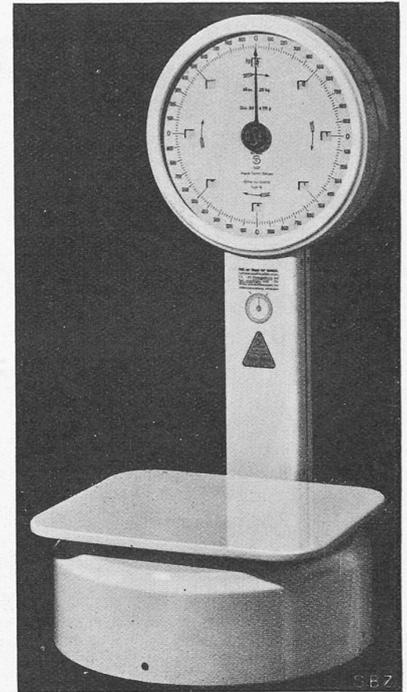


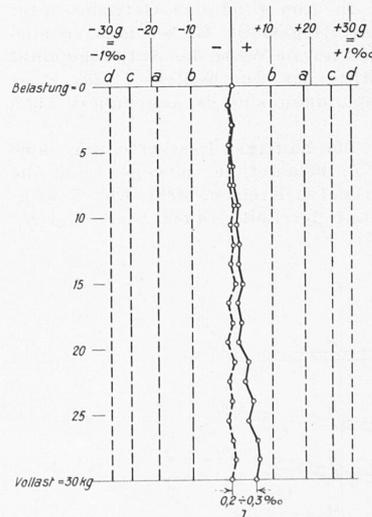
Abb. 12. 20 kg-Waage mit 20 g-Teilung

Drehungssinn ist der Fehler oben positiv und unten negativ oder umgekehrt. Damit ist die Korrektur - Möglichkeit einer S-förmigen Fehlercharakteristik gegeben. Das Zurechtbiegen der Zunge *H* in Abb. 7 bewirkt, dass von der bogenförmigen Leitlinie ein höher oder tiefer gelegener Abschnitt für den Messbereich verwendet wird und gleicht damit in seiner Wirkung einem Drehen der Leitlinie.

In der Fehlertabelle Abb. 10 sind die wichtigsten Fehlercharakteristiken, diesmal in der Form $\Delta Q = F(Q)$, und deren Korrekturmöglichkeit zusammengestellt. Pos. 1 und 2, der Proportions- und der Nullpunktfehler, bedürfen wohl keiner Erläuterung. Die Fehlerquellen nach Pos. 3 und 4 sind weiter oben erklärt. Die Fehlercharakteristik nach Pos. 5 ist eine Sinuslinie mit ebensoviel ganzen Perioden wie der Zeiger Umgänge aufweist, in unserem Falle 5. Sie ist auf drei verschiedene Ursachen zurückzuführen, deren Wirkungen sich superponieren: a) die Exzentrizität des Zifferblattes zur Zeigerachse, b) die Exzentrizität des Ritzels zur Zeigerachse, c) die Exzentrizität des Schwerpunktes der Zeigerachse, die den bedeutendsten Anteil stellt.

Pos.	Charakteristik	Ursache	Korrektur
1)		Nullpunktfehler	Nullstellen des Zeigers durch Austarieren der Schale
2)		Proportionsfehler Unrichtige Pendellänge	Verändern der Pendellänge
3)		Seitliche Verschiebung der Leitlinien bogenförmige statt gerade Führung	Superposition, passende Verschiebung der Leitlinie
4)		Schiefstehen der Leitlinien, schiefer Zug des Gestänges	Superposition Drehen der Leitlinien in der Ebene des Systems
5)		Exzentrizität der Zeigerachse, des Zahnrades und des Schwerpunktes der Zeigerachse	Verschieben der Ausgleichgewichte am Zeiger

Abb. 10. Die wichtigsten Fehlercharakteristiken $\Delta Q = F(Q)$ der ASE-Waage und deren Korrektur



—o—o—o— Fehlerkurve, aufgenommen nach beendeter Justierung, Fehler bei Vollast absichtlich $J = +0,2$ bis $0,3\%$, da der Fehler bei längerem Gebrauch zurückgeht.

---o---o--- Theoretisch mögliche Fehlerkurve dieser Waage = ungefährem Stand derselben nach einigen Monaten Gebrauch, hier Stillstand der Abnutzung

- a) Deutsche Eichtoleranz: $\pm 0,6\%$ der Maximallast = ± 18 g
- b) Schweiz. Eichtoleranz bei 20 g Teilung = ± 10 g
- c) bei 50 g Teilung = ± 25 g
- d) max. 1% = ± 30 g (kommt für eine 30 kg Waage wegen Unmöglichkeit einer 60 g Teilung praktisch nicht in Frage)

Abb. 11. Eichfehler einer 30 kg ASE-Waage. — Die kleinen Unregelmässigkeiten in der Eichkurve dürften in erster Linie von Teilungsfehlern der Zahnstange und des Ritzels herrühren, sie sind nicht korrigierbar.

Die Eichvorschriften sind sowohl in der Schweiz (seit 1. August 1939) als auch in Deutschland im Sinne einer leichten Verschärfung abgeändert worden. Abb. 11 entspricht daher nicht mehr dem neuesten Stand, gibt aber trotzdem ein gutes Bild von der Ueberlegenheit der ASE-Waage über die Anforderungen der amtlichen Vorschriften.

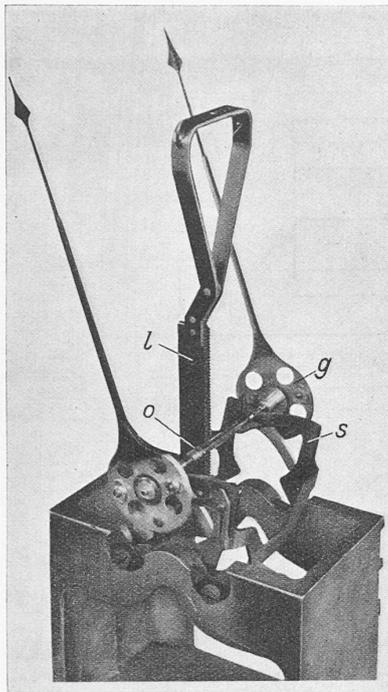


Abb. 14. Modell mit Zeigerachse o, Rollensegmenten s, Zahnstange l und Ausgleichgewichten g

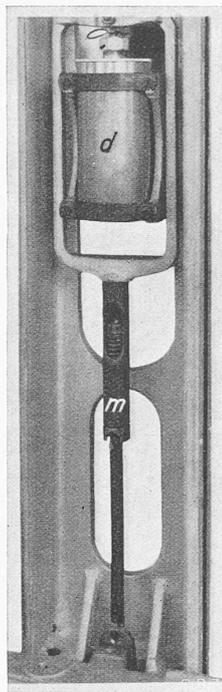


Abb. 15. Dämpfung d und Stossfänger m in ausgezogenem Zustand

Ein Milligramm, an der Zeigerspitze angebracht, erzeugt bei waagrechter Zeigerstellung einen die Eichtoleranzen überschreitenden Fehler, der um so schlimmer ist, als er schon in der Nähe des Nullpunktes bei $\frac{1}{20}$ -Last auftritt. Mit Hilfe von verschiebbaren Gewichten an der Zeigerachse kann der Fehler restlos behoben werden, auch die durch Achsen- und Zahnradexzentrizität verursachten Anteile. Die Analyse der allgemeinen Fehlercharakteristik (Abb. 9) in die einzelnen Elemente ist in Abb. 10, Pos. 1 bis 5 dargestellt.

In Abb. 11 sind die Eichfelder einer wahllos aus der Fabrikation herausgegriffenen 30 kg ASE-Waage den amtlichen Eichtoleranzen Deutschlands und der Schweiz gegenüber gestellt. Wie ersichtlich, kann die normale ASE-Waage ohne besondere Schwierigkeit auf Eichfehler von weniger als $0,1 \text{ ‰}$ der Höchstlast justiert werden, wenn ein gewisser erster Alterungsprozess (Abnutzung der Schneiden usw.) zu Ende gegangen ist, während die Eichtoleranzen in Deutschland $0,6 \text{ ‰}$, in der Schweiz je nach Feinheit der Teilung höchstens 1 ‰ oder, bei feinerer Teilung, eine halbe Teilungseinheit betragen.

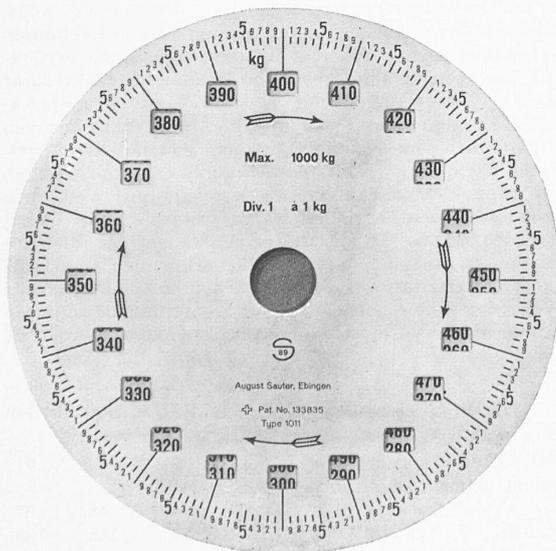


Abb. 13. 1000 kg-Skala mit untergelegter Kulisse, etwa 400 kg Last entsprechend

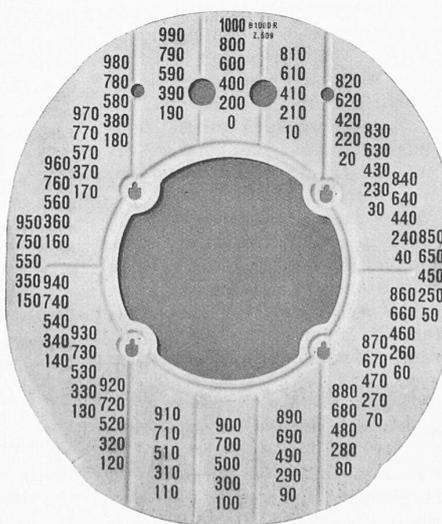


Abb. 13a. Kulisse zur Skala der 1000 kg-Waage

Das gewählte Uebertragungssystem, das einer mathematisch exakten Lösung sehr nahe kommt, bringt es mit sich, dass die Leistungen der ASE-Waage bezüglich Ablesegenauigkeit infolge grosser Skalenzahl und damit möglicher Feinheit der Teilung weit über die Anforderungen der Eichvorschriften hinausgehen. Dass Teilungsfehler der Zahnstange auf das technisch überhaupt mögliche Mass heruntergedrückt werden müssen, leuchtet ein. Während die übrigen Teile des Wiegemechanismus verhältnismässig robust gebaut sind, meist aus Blech durch Stanzen und Biegen hergestellt, sind Zahnstange und Ritzel feinmechanische Höchstleistungen (Teilungs- und Flankengenauigkeit $\pm 0,002 \text{ mm}$). Der lange Zeigerweg und die kurze Einspielzeit haben zur Folge, dass am Zeiger grosse Beschleunigungen auftreten, an der Zeigerspitze bis rd. 100 m/s^2 . Dies bedingt trotz leichtester Bauart der Zeiger grosse Kräfte am Zahnradeingriff, die zur Ausnutzung der höchstzulässigen Flankenpressung zwingen, wenn nicht durch allzubreite Zahnstangen und damit vermehrte Reibungsquellen die Präzision gefährdet werden soll.

Da der Zeiger die selben Skalenteile bei fünf verschiedenen Belastungszuständen bestreicht, erforderte die Bezifferung der Skala eine besondere Lösung. An der Stelle der Zahlen sind im Zifferblatt Fenster angebracht. Eine Kulisse, die am Querstück aufgehängt ist, trägt die Bezifferung in solcher Anordnung, dass sie mit zunehmender Belastung sukzessive hinter den Fenstern erscheint, vgl. Abb. 12 und 13. Ein Irrtum ist ausgeschlossen, da in der Nähe des Zeigers keine anderen als die zur Ablesung nötigen Zahlen ganz sichtbar sind.

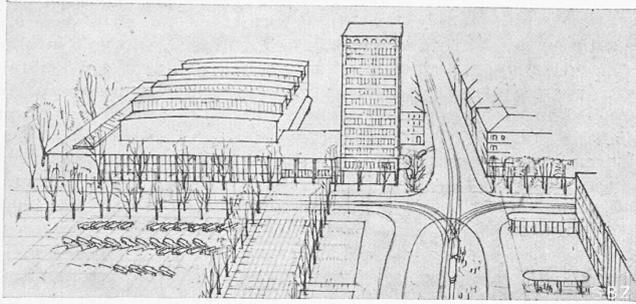
Besondere Beachtung verdienen die Zeigerlager. Diese bestehen aus geschliffenen Rollensegmenten (Abb. 6, 7 u. 14), die auf Schneiden gelagert sind und darum nur geringste Reibungskräfte erzeugen. Die Reibung, der grösste Feind eines so feinen Messgerätes, ist denn auch auf unmessbare Beträge herabgesetzt. Die Rollensegmente werden durch Gegengewichte im indifferenten Gleichgewicht gehalten und mit dem einen Pendel durch ein Führungsgestänge verbunden (in Abb. 7 der Uebersichtlichkeit wegen entfernt).

Eine Dämpfung sorgt dafür, dass die Waage nach kurzer Zeit das richtige Gewicht anzeigt. Der Zeiger schwingt, wie es die Eichvorschriften verlangen, ein geringes Mass über die Soll-lage hinaus, kehrt dann zurück und steht still. Der Dämpfer (Abb. 15) besteht aus einem ölgefüllten Zylinder, in dem sich ein mit dem Zuggestänge verbundener Kolben bewegt. Um den Dämpfungsgrad unabhängig zu erhalten von der mit der Temperatur veränderlichen Viskosität des Oeles, wird der Kolben mit einer Oeffnung veränderlicher Grösse versehen, deren Oeffnungsgrad durch einen Bimetallregler nach der Temperatur selbsttätig eingestellt wird.

Als weiteres Konstruktionsdetail sei der Stossfänger (Abbildung 15) erwähnt, der die empfindlichen Teile der Waage vor Beschädigungen durch grobes Auflegen der Lasten schützt. Er besteht aus einer in das Zuggestänge eingebauten Hülse, in deren Innerem eine Feder mit der 1,3-fachen maximal auftretenden, statischen Zugkraft vorgespannt ist. Die Feder kann eine hinreichende Stossarbeit vorübergehend aufnehmen, ohne dass die Zugkraft auf schädliche Beträge ansteigt.

Eine Arretierung verhindert Beschädigungen der Auflagerschneiden während des Transportes. Mit Hilfe von Schrauben, die staubdicht durch das Gehäuse geführt sind, werden die Pendel von den Lagern abgehoben und in der neuen Lage festgeklemmt. Besondere Sturzversuche mit einer für den Export verpackten Waage über eine Treppe von 3 m Höhe und mehrmaliger Sturz aus 1 m Höhe auf den Boden vermochten denn auch nicht, namhafte Beschädigungen hervor-zurufen.

Der ASE-Automat wird für alle Tragkräfte über 2,5 kg hergestellt. Die 2,5 kg-Waage mit ebenfalls fünf Zeigerumgängen besitzt für Brücke und Kopf-



Wettbewerb für die Erweiterung der Mustermesse Basel
Erster Rang, Entwurf der Arch. P. SARASIN und H. MÄHLY
mit Ing. J. B. GEERING

teil eine Spezialkonstruktion. Alle andern Modelle weisen den selben Kopfteil auf. Sie unterscheiden sich, abgesehen vom Uebersetzungsverhältnis im Hebelsystem der Brücke, nur durch die der Tragkraft angepasste Bezifferung der Skala.

Mit der teilweisen Herstellung in der Schweiz ist schon vor Jahresfrist begonnen worden, sodass einzelne Modelle der ASE-Pendelwaage schon jetzt reines Schweizerfabrikat sind.

Der Einfluss der Lebensbedingungen auf den Energieverbrauch im Haushalt

Der Verbrauch an elektrischer Energie und Heizgas ist bekanntlich stark durch die Lebenshaltung der Abnehmer bedingt. Eine kürzlich vorgenommene Untersuchung in einem grosstädtischen Versorgungsgebiet zeigt die Abhängigkeit des Verbrauchs von der Zahl der bewohnten Zimmer, von der Familiengrösse und vom versteuerten Einkommen. Sie erstreckte sich auf rund 5000 Abnehmer, die während eines ganzen Jahres elektrische Energie für die Wohnbeleuchtung und den Betrieb von Kleingeräten, und gleichzeitig auch Gas oder elektrische Energie für Kochen und Warmwasserbereitung (nicht für Raumheizung) bezogen hatten. Verarbeitet wurden etwa 25 000 Einzelwerte.

Der Gesamtverbrauch für Beleuchtung und Kleingeräte steigt mit der Grösse der Wohnung, dagegen fällt der spezifische Verbrauch für einen bewohnten Raum mit steigender Raumzahl zunächst etwas ab und erreicht bei einer Wohnung mit drei Zimmern und Küche seinen Mindestwert, um dann langsam wieder anzusteigen. Der spezifische Verbrauch (Gas und Elektrizität) für Kochzwecke und Heisswasserbereitung wächst nahezu proportional mit der Zahl der Zimmer und in ähnlichem Mass mit der Zahl der Bewohner. Bei sehr grossen Wohnungen wird bei einem jährlichen Gesamtverbrauch von etwa 1000 kWh für Beleuchtung und Kleingeräte und etwa 4500 kWh bzw. 1500 m³ Gas für die Küche und die Warmwasserbereitung eine gewisse Grenze erreicht.

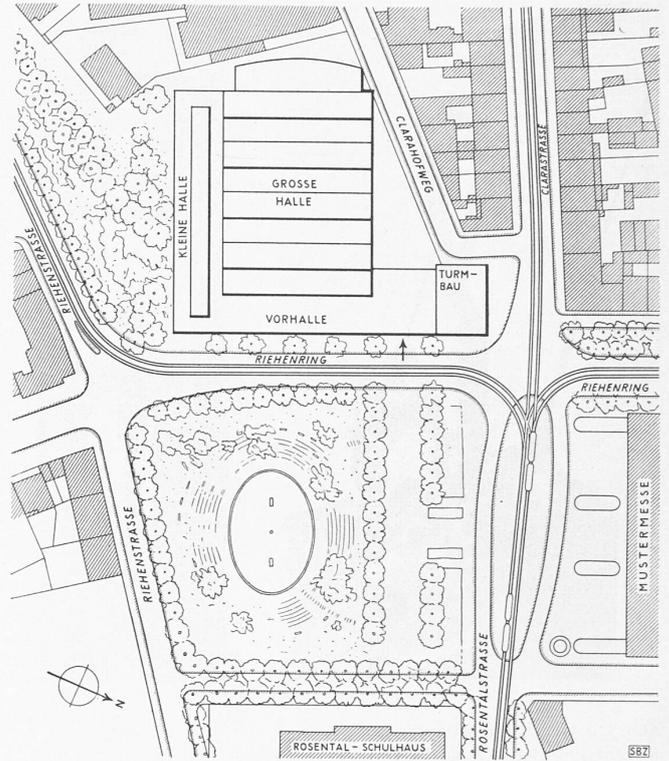
Der Hauptanteil des gesamten Energiebedarfs, d. h. 53 %, wird in Wohnungen mit vier und fünf Zimmern beansprucht. Bei der Aufstellung von Haushaltstarifen verlangt also diese Kategorie der Wohnungen besondere Aufmerksamkeit, wogegen die verhältnismässig geringe Zahl sehr grosser Wohnungen nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Der jährliche Energie- und Gasverbrauch steigt proportional der Kopfzahl einer Familie. Natürlich nimmt der Bedarf für Wärmeerzeugung weit stärker zu als der Verbrauch für Beleuchtung und Kleingeräte. Der Grundgasverbrauch von 100 m³ erhöht sich für jeden Kopf um 64 m³, der Grundenergiebedarf von 110 kWh für Licht usw. dagegen nur um 26 kWh.

Die Zimmerzahl beeinflusst den Verbrauch weit stärker als die Kopfzahl. Einmal tritt im Winter in vielen Kleinwohnungen, in Wohnungen mit Wohnküche und in grössern Wohnungen ohne Zentralheizung der Kochherd an die Stelle des Gas- und Elektroherdes. Sodann hängt auch der Heisswasserbedarf von der Grösse und Einrichtung der Wohnungen ab, indem namentlich viele Kleinwohnungen weder einen Baderaum noch einen Heisswasserspeicher besitzen.

Aus der nebenstehenden Aufstellung ist der Verbrauch von Gas und Elektrizität nach Angaben des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes ersichtlich.

Die Betrachtung der dritten Bezugsgrösse, des versteuerten Einkommens, zeigt für beide Energiearten einen ganz gleichartigen, sehr charakteristischen Verlauf. Zwischen 1500 und 3600 Fr. Einkommen bleibt der tatsächliche Energieverbrauch ziemlich unverändert. Dies hängt zweifellos vor allem damit zusammen, dass die Abnehmer mit den kleinsten Einkommen doch einen



Lageplan 1: 2500 von Platz und neuer Halle, rechts der Kopfbau der bestehenden Mustermesse-Hallen in Basel

gewissen, nicht zu unterschreitenden Mindestenergiebedarf haben, genau wie sie eine Mindestwohnungsgrösse benötigen. Dann steigt der Verbrauch ungefähr proportional mit dem Einkommen an, um bei sehr hohen Bezügen wieder eine gewisse Sättigung zu erreichen. In dem untersuchten Versorgungsgebiet betrug der jährliche Mindestenergiebedarf bis zu 3600 Fr. versteuertem Einkommen etwa 140 kWh und 200 m³. Die obere Grenze der Proportionalität war bei etwa 30 000 Fr. erreicht, die Sättigungswerte betragen rund 1000 kWh und 1500 m³ Gas.

Weitere Untersuchungen bestätigten die an sich bekannte Tatsache, dass mit steigendem Einkommen die Zimmerzahl weit stärker steigt als die Personenzahl. Bei den kleinen Einkommen ist die Kopfzahl beträchtlich höher als die Zimmerzahl, bei den grossen umgekehrt. Bei 6000 Fr. halten sich in dem betreffenden Versorgungsgebiet beide Zahlen das Gleichgewicht. Zweifellos kann also zur Zeit ganz allgemein die Wohnungsgrösse als bester Massstab für die Lebenshaltung angesehen werden. Haushaltstarife, die entsprechend den von den Wirtschaftsgruppen Elektrizitätsversorgung und Gasversorgung ausgegebenen Richtlinien auf der Zimmerzahl beruhen, tragen, wie die Untersuchung zeigt, den Verhältnissen der einzelnen Abnehmer am besten Rechnung, zumal sie auch das soziale Moment in gewissem Sinne berücksichtigen. So bewegen sich die gesamten Kosten für Elektrizität und Gas in dem Versorgungsgebiet, in dem deren Grundpreistarife aufeinander abgestimmt und auf die Zimmerzahl bezogen sind, bei Einkommen von 4000 Fr. aufwärts gleichbleibend zwischen 2,5 und 2,0 % des jeweiligen Einkommens und steigen nur bei den ganz kleinen Einkommen langsam an, weil eben hier ein gewisses unentbehrliches Mindestmass nicht unterschritten werden kann. Neben diesen Vorteilen für die Abnehmer bringen die auf der Zimmerzahl beruhenden Haushaltstarife für die Elektrizitätswerke einen bedeutenden Fortschritt auf dem Wege der Vereinheitlichung der Tarife und sie schaffen gleichzeitig überall die Voraussetzungen für eine absatzfördernde Werbearbeit.

P. Bierter, Ing., Liestal

Mittlerer ausgeglichener Verbrauch von Gas und Elektrizität für den Kochherd (bei Warmwasserbereitung auf dem Herd)

Kopfzahl der Familie	2	3	4	5	6
Mittlerer monatlicher Gesamtverbrauch:					
Gas	m ³ 25	32	40	48	57
Elektrizität	kWh 84	104	117	128	138
Mittlerer täglicher Verbrauch für 1 Person:					
Gas	m ³ 0,410	0,350	0,330	0,318	0,310
Elektrizität	kWh 1,380	1,140	0,950	0,850	0,760