

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 71 (1953)  
**Heft:** 19

**Artikel:** Zur Wirkungsweise der Ringwaage  
**Autor:** Maag, Heinrich / Ziegler, Hans  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-60548>

### **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:** 30.01.2025

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

Menschen. Zusammenfassend kann daher gesagt werden, dass der Einfluss von Zimmerpflanzen auf die Raumakustik gering ist und jedenfalls in den meisten Fällen vernachlässigt werden kann.

## Zur Wirkungsweise der Ringwaage

Von Dipl. Math. HEINRICH MAAG und  
Prof. Dr. HANS ZIEGLER, ETH, Zürich<sup>1)</sup>

DK 531.787

Ueber die Wirkungsweise der Ringwaage sind unklare, teilweise sogar irrtümliche Auffassungen weit verbreitet. Es ist sogar ein Streit um die Frage entflammt, was eigentlich der Grund für ihre Drehung sei. Dass diese Diskussion gegenstandslos ist, wird sofort klar, wenn man mit präzis definierten Begriffen an das Problem herantritt.

Die Ringwaage (Bild 1) besteht aus einem ringförmigen (meist, und wie hier angenommen werden soll) rotations-symmetrischen Hohlkörper, der in seinem Zentrum  $O$  drehbar gelagert und mittels eines Uebergewichtes an eine Gleichgewichtslage gebunden ist. Sein Inneres enthält zwei, durch eine Trennwand und eine Sperrflüssigkeit getrennte, Druckräume. Werden diese verschiedenen Drücken  $p_1$ ,  $p_2$  ausgesetzt, so dreht sich der Ring in eine neue Gleichgewichtslage; gleichzeitig stellen sich die beiden Spiegel der Trennflüssigkeit auf verschiedenen Höhen ein.

Bekanntlich bilden am ruhenden Körper die äusseren Kräfte ein Gleichgewichtssystem. (In diesem Satze ist — insofern, als die inneren Kräfte dem Reaktionsprinzip zufolge unbeachtet bleiben können — bereits das Erstattungsprinzip<sup>2)</sup> enthalten.) Es muss also insbesondere die Summe der statischen Momente aller äusseren Kräfte bezüglich  $O$  Null sein. Da diese Bedingung für die Ermittlung des Drehwinkels  $\alpha$  als Funktion der Druckdifferenz  $p_1 - p_2 = \Delta p$  ausreicht, sollen im folgenden alle Kräfte, deren Wirkungslinien durch  $O$  gehen (also insbesondere die Reaktion im reibungsfrei gedachten Lager  $O$  und die Drücke zwischen der Sperrflüssigkeit und der Gefässwand), unbeachtet bleiben.

Die Anwendung der Momentenbedingung setzt voraus, dass man sich klar darüber ist, für welchen Körper sie formuliert werden soll. Erst damit ist man nämlich in der Lage, zwischen inneren und äusseren Kräften zu unterscheiden. Betrachtet man nur den Ringkörper, so sind die einzigen äusseren Kräfte, die in die Momentenbedingung eingehen, das im Abstand  $a$  von  $O$  angreifende Gewicht  $G$  des Ringes (einschliesslich Uebergewicht) und die Druckdifferenz an der Trennwand. Die Momentenbedingung für  $O$ ,

$$(1) \quad G a \sin \alpha = \Delta p F r$$

in der  $r$  den mittleren Radius und  $F$  die lichte Weite des Ringes darstellen, ist bereits die gesuchte Beziehung zwischen  $\Delta p$  und  $\alpha$ . Sie zeigt, dass der Drehwinkel von der Art und (in gewissen Grenzen) auch von der Menge der Sperrflüssigkeit unabhängig ist<sup>3)</sup>.

Betrachtet man andererseits das aus Ringkörper, Sperrflüssigkeit und (gewichtlos gedachtem) Gas bestehende System (Bild 2), so treten als äussere Kräfte mit Beiträgen in der Momentenbedingung neben dem Gewicht  $G$  nur die Elementargewichte  $dG'$  der Flüssigkeitssäule zwischen den beiden Spiegeln auf. Eine infinitesimale Betrachtung zeigt, dass das resultierende Moment der  $dG'$  mit dem spezifischen Gewicht  $\gamma$  der Flüssigkeit in der Form  $\gamma h F r$  angeschrieben werden kann, so dass die Momentenbedingung bezüglich  $O$

$$(2) \quad G a \sin \alpha = \gamma h F r$$

lautet. Im Gegensatz zum Drehwinkel hängt also die Verschiebung der Sperrflüssigkeit von ihrem spezifischen Gewicht ab.

<sup>1)</sup> Die folgende Klarstellung erfolgt auf Grund einer Anregung von industrieller Seite.

<sup>2)</sup> Vgl. etwa E. Meissner und H. Ziegler, Mechanik I, Basel 1948, S. 48.

<sup>3)</sup> Die Formel (1) gibt auch Aufschluss über die Frage, ob der Ausschlag  $\alpha$  der Ringwaage abhängig sei von der Erdbeschleunigung  $g$ , d. h. also vom Ort der Messung. Misst man  $\Delta p$  in ortsunabhängigen Einheiten, z. B. in dyn/cm<sup>2</sup>, dann tritt  $g$  in der Formel (1) nur in der Grösse  $G = mg$  auf; der Ausschlag  $\alpha$  wird also dann abhängig vom Ort. Wird dagegen die Druckskala auf selbst ortsabhängig auch die Druckdifferenz  $\Delta p$  zu  $g$  proportional, und es besteht dann gleiche Druckeinheiten wie z. B. mm Hg oder cm H<sub>2</sub>O geeicht, so wird eine ortsunabhängige Beziehung zwischen dem Ausschlag  $\alpha$  und der in diesen Einheiten gemessenen Druckdifferenz  $\Delta p$ , da die Gleichung (1) links und rechts durch  $g$  dividiert werden kann.

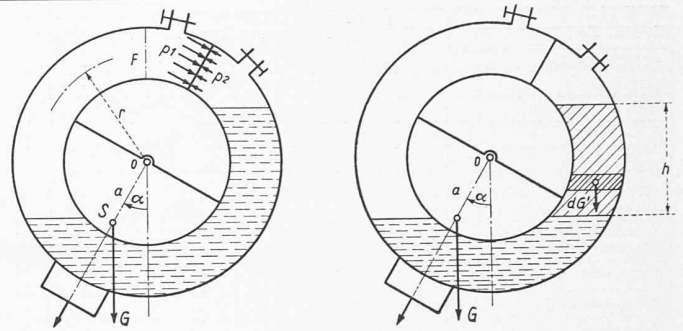


Bild 1.

Bild 2.

Daraus, dass auch die Sperrflüssigkeit für sich im Gleichgewicht ist, folgt die hydrostatische Grundbeziehung

$$(3) \quad \Delta p = \gamma h,$$

und durch Einsetzen von (3) in (2) erhält man wieder die Gleichung (1).

Es ist selbstverständlich, dass beide Berechnungsarten auf das gleiche Ergebnis führen, wie übrigens auch das Prinzip der virtuellen Leistungen, das als weiteres Verfahren beigezogen werden könnte. Jede dieser Methoden ist mechanisch gerechtfertigt, und es ist ein müssiges Unterfangen, sich darüber zu streiten, welche davon die «richtige» ist. Wohl könnte man allenfalls die Frage stellen, welches Verfahren rascher zum Ziel führe. Sie wäre im vorliegenden Falle zugunsten der ersten Methode zu entscheiden (während die Antwort im Falle eines Ringkörpers ohne Rotationssymmetrie vielleicht anders lauten würde).

Ebenso abwegig ist die Diskussion darüber, ob die «unmittelbare» Ursache für die Drehung der Waage die Druckdifferenz an der Trennwand oder die Verlagerung der Trennflüssigkeit sei. Man kann zwar offensichtlich als Ursache für die Drehung die Erzeugung einer Druckdifferenz zwischen den beiden Gaskammern bezeichnen. Wer aber darüber hinaus nach einer «unmittelbaren» Ursache fragt, möge diesen Begriff vorerst definieren.

In jedem System, in jeder Maschine hat jeder Einzelteil seine Funktion und ist damit «Ursache» für die von der Maschine erzeugte Wirkung. Es geht daher nicht an, einen Teilvorgang zu isolieren und als «Ursache» für die Funktion der Maschine hinzustellen. Eine Lokomotive ohne Adhäsion, ohne Getriebe oder ohne Lokomotivführer vermöchte sich nicht in Bewegung zu setzen; trotzdem sieht man mit gutem Recht davon ab, die Reibung, das Getriebe oder gar den Lokomotivführer als «unmittelbare Ursache» für die Fortbewegung zu bezeichnen.

Andererseits ist natürlich die Frage berechtigt, welche Kraft die Drehung der Waage aufrechterhält. Sie wird es aber nur dadurch, dass man zunächst definiert, was man unter der Waage verstehen will, und auch die Antwort hängt hievon ab. Bezeichnet man das ganze System als Waage, so ist (Bild 2) diese Kraft das Gewicht  $G'$  der Flüssigkeitssäule  $h$ . Im Meinungsstreit über die Ringwaage wird aber meistens der Ringkörper allein betrachtet; in diesem Falle ist es (Bild 1) die Differenz der Druckkräfte an der Trennwand.

## Méto-Triebwagen auf Pneureifen DK 625.23.012.55

Auf der Versuchsstrecke Porte des Lilas—Pré Saint-Gervais der Pariser Untergrundbahn wurde ein von der Firma Michelin gebauter Triebwagen mit Pneubereifung vorgeführt, dessen Rollzeug weitgehend vom bisher angewendeten abweicht. Zunächst ist eine Schienenverbreiterung vorgesehen worden<sup>1)</sup> und zwar nach den alten Michelin-Vorschlägen dergestalt, dass man an die Aussenseite jeder Schiene eine Laufbahn aus Beton (in Bild 1 mit 2 bezeichnet, in Paris provisorisch aus Holz erstellt) anschliesst, aber so, dass diese Laufbahn keine direkte Verbindung mit der Schiene hat. Auf dieser Laufbahn 2 läuft das pneubereifte Tragrad 1 allein, und zwar mit voller Auflagefläche, und hebt dabei das bisherige stahlbandagierte Spurkranzrad 5, neben dem es angebracht ist, um 35 mm von dessen Stahlschiene ab. Dabei erfährt aber der Spurkranz noch eine Anlaufmöglichkeit bei der Ablenkung an Weichenungen. Im

<sup>1)</sup> SBZ 1952, Nr. 13, S. 188\*.