

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

Artikel: Métro-Triebwagen auf Pneuereifen
Autor: Meyer, Rudolf
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-60549>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.02.2026

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 MAAß und
Prof. Dr. HANS ZIEGLER, ETH, Zürich¹⁾

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 Erstarungsprinzip²⁾ 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 α 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 Δp und α . Sie zeigt, dass der Drehwinkel von der Art und (in gewissen Grenzen) auch von der Menge der Sperrflüssigkeit unabhängig ist³⁾.

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 γ 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.

¹⁾ Die folgende Klarstellung erfolgt auf Grund einer Anregung von industrieller Seite.

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

³⁾ Die Formel (1) gibt auch Aufschluss über die Frage, ob der Ausschlag α der Ringwaage abhängig sei von der Erdbeschleunigung g , d. h. also vom Ort der Messung. Misst man Δp in ortsunabhängigen Einheiten, z. B. in dyn/cm², dann tritt g in der Formel (1) nur in der Grösse $G = mg$ auf; der Ausschlag α wird also dann abhängig vom Ort. Wird dagegen die Druckskala auf selbst ortsabhängige Druckdifferenzen Δp zu g proportional, und es besteht dann gütige Druckeinheiten wie z. B. mm Hg oder cm H₂O geeicht, so wird eine ortsunabhängige Beziehung zwischen dem Ausschlag α und der in diesen Einheiten gemessenen Druckdifferenz Δp , da die Gleichung (1) links und rechts durch g dividiert werden kann.

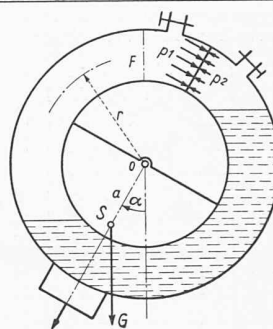


Bild 1.

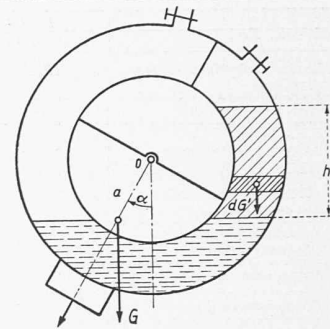


Bild 2.

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 worden¹⁾ 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

¹⁾ SBZ 1952, Nr. 13, S. 188*.

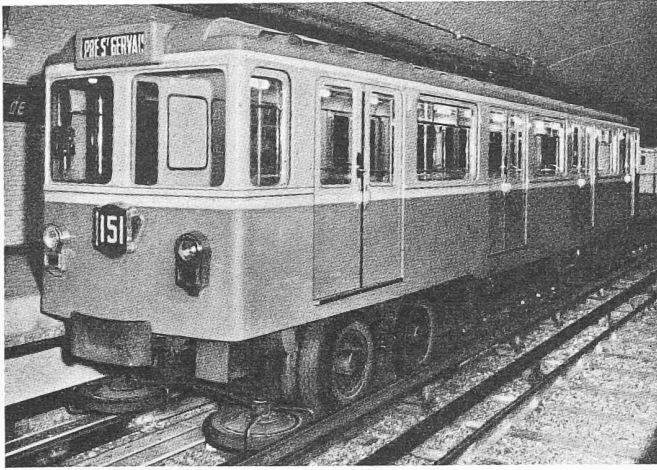


Bild 1. Der pneubereifte Triebwagen auf der Versuchsstrecke der Pariser Untergrundbahn

übrigen ist gemäss dieser Anordnung der Spurkanz an der seitlichen Führung des Radsatzes und damit des Fahrzeuges nicht mehr beteiligt. Die Seitenführung übernehmen horizontal liegende Führungsräder 3, die an einer seitlichen Schiene 4 anlaufen. Es ist hier also eine Unterteilung in senkrecht laufende Tragräder und waagrecht laufende Führungsräder angeordnet, ebenso, wie sie kürzlich hier besprochen wurde²⁾. Der Unterschied liegt hier jedoch darin, dass bei der Anwendungsweise von Michelin erhebliche Momente auf die Seitenräder 3 einwirken, während dies bei der besonderen Anordnung gemäss Fussnote 2) für ein «Schienenfahrzeug für hohe Fahrgeschwindigkeit» unterbleibt. Die Folge ist, dass ein solches Fahrzeug wie das hier gezeigte, nur mässige Geschwindigkeiten einhalten wird, wie das ja für eine Untergrundbahn vorläufig selbstverständlich ist.

Die Führungsräder 3 sind natürlich ebenfalls pneubereift. Wenn der Pneu eines Tragrades 1 luftleer werden sollte, sinkt dieses ab, wodurch das Spurkanzrad 5 zur vollen Auflage auf die Stahlschiene gelangt. Wenn der Pneu eines Seitenrades 3 luftleer werden sollte, übernimmt der Spurkanz des Spurkanzrades 5 die Seitenführung. Das Spiel zwischen Spurkanz und Stahlschiene beträgt 15 mm.

Der Triebwagen von 19,5 t Leergewicht weist zwei zweiaxlige Drehgestelle auf. Der Antrieb ist vollelektrisch (System Glaenzer Spicer). An jedem Drehgestell sind vorn und hinten je zwei seitliche Führungsräder angeordnet, die mit Hebeln und Traversen gegen das Drehgestell abgestützt sind, also ausser dem Pneu keinerlei Federungselemente aufweisen. Das in der Gleiskrümmung anlaufende Seitenrad lenkt somit das Drehgestell in die Kurve ein und führt es.

Es war nun interessant zu sehen, wie sich das Fahrzeug bei der Probefahrt verhielt. Zunächst fiel natürlich die grosse akustische Ruhe auf, die gerade für eine Untergrundbahn notwendig und zweckmässig ist. Dann war aber auch die kinematische Ruhe des Fahrzeuglaufes im Gleis völlig überzeugend, was natürlich bei einer Höchstgeschwindigkeit von nur 56,4 km/h nicht anders zu erwarten war, was aber bei den kleinen Krümmungsradien einer Untergrundbahn (in vorliegendem Falle bis auf 75 m herunter) immerhin wesentlich ist.

²⁾ SBZ 1952, Nr. 46, S. 655*.

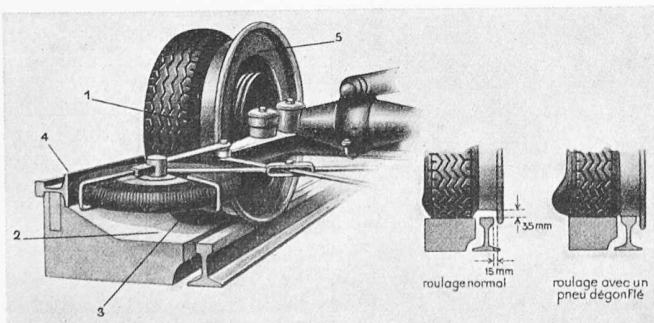


Bild 2. Anordnung der Trag- und Führungsräder. 1 Tragrad, 2 Laufbahn zu 1, 3 Führungsräder, 4 Führungsschiene, 5 Spurkanzrad

Weiterhin sind natürlich bedeutend die möglich werdende Gewichtseinsparung des Waggons (19,5 t gegen 40 t des vergleichsfähigen Métro-Wagens), die grössere Schonung des gesamten Konstruktionsverbandes und der etwa dreimal grössere Reibungskoeffizient, der die mittlere Beschleunigung des Fahrzeuges auf 1,2 m/s² (gegenüber 0,65 beim Normalfahrzeug) und die mittlere Verzögerung auf 1,4 m/s² (gegenüber 0,75) ansteigen lässt. Weiterhin ist nicht uninteressant, dass Steigungen von 150 ‰ ohne Schwierigkeit befahren werden könnten.

Es ist zweifellos hier ein weiterer Fortschritt im Hinblick auf die pneubereiften Leichtfahrzeuge der Eisenbahn gemacht worden, um die sich Michelin seit der ersten Probefahrt einer «Micheline» im Jahre 1931 grosse Verdienste erworben hat.

Dr. Rudolf Meyer, Oberingenieur, Zürich

Zehn Jahre Schweiz. Landesplanung

DK 711.3 (494)

Am 26. März 1943 wurde in Zürich die Schweizerische Vereinigung für Landesplanung gegründet. In umfassender Weise hat bei diesem Anlass Bundesrat Dr. K. Kobelt das Ziel einer schweizerischen Landesplanung wie folgt umrissen: «Sinnvoll ist die Nutzung und Bebauung unseres Landes dann, wenn sich alle Einzelmassnahmen harmonisch einfügen in ein Gesamtwerk, und wenn dieses Gesamtwerk geeignet ist, die Kulturwerke des Volkes zu mehren und seine gemeinsame Wohlfahrt zu fördern. Das ist das Ziel der Landesplanung, bei allen Massnahmen der Nutzung und Bebauung des Bodens den Kampf gegen Willkür, Selbstsucht und Rücksichtslosigkeit zu führen, und die allgemeinen Interessen den Einzelinteressen überzuordnen.» In ihrem zehnjährigen Bestehen hat sich die Tätigkeit der Vereinigung mehr und mehr auf dieses Ziel ausgerichtet, und sie darf denn auch auf eine Reihe beachtenswerter Erfolge zurückblicken.

In ihren Anfängen hatte sie allerdings zunächst einen ausgiebigen Kampf gegen mancherlei Vorurteile zu führen. Zu den hartnäckigsten zählte die weitverbreitete Meinung, die Landesplanung sei eine besonders geduldet getarnte Form von Planwirtschaft und führe geradewegs zur Diktatur. Aber auch jenseits dessen stiess sie mancherorts auf unverhohlenes Misstrauen, schien doch ihre Zielsetzung allzu umfassende Ansprüche anzumelden. Eine geduldig geführte Aufklärungsarbeit räumte allmählich diese Widerstände aus dem Weg. Fachkurse halfen eine erste Planungsequipe zu schaffen, die sich alsdann an die ersten Ortsplanungen heranwagte. Vorträge und Schrifttum trugen die landesplanischen Gedankengänge in immer weitere Kreise, ein gross angelegter Schülerwettbewerb erfasste die Schuljugend und die Lehrerschaft, und die ersten Planungsarbeiten trugen mehr als alles andere dazu bei, vor allem auch die Gemeinden von der Nützlichkeit der neuen Institution zu überzeugen.

Gleichzeitig wurde eifrig an der Schaffung einer für schweizerische Verhältnisse angemessenen Anwendung der Planung gearbeitet. Wertvolle Vorarbeit leistete in dieser Hinsicht die Schweizerische Landesplanungskommission, die als Vorgängerin der Vereinigung für Landesplanung zu gelten hat. Ihr Bericht über Regional- und Landesplanung in der Schweiz, erschieben in der volkswirtschaftlichen Schriftenreihe des Delegierten für Arbeitsbeschaffung, enthält den eigentlichen ideellen und methodischen Grundstock, auf dem später weiter gebaut werden konnte. In gleicher Weise hatten private Fachleute vorgearbeitet, die eigentlichen Pioniere der Landesplanung in der Schweiz, wozu, um nur einige zu nennen, der ehemalige Zürcher Stadtbaumeister K. Hippenmeier, der Genfer Martin, der Basler H. Bernoulli, der Zürcher Kantonsbaumeister H. Peter, der bekannte Berner Regionalplaner Bodmer gehören, und vor allem auch Nationalrat Armin Meili, welcher der Vereinigung für Landesplanung seit ihrem Bestehen als Präsident vorsteht.

Die Landesplanung hat in der Schweiz verhältnismässig spät Eingang gefunden. Lange Zeit vorher nahm sie in England ihren Anfang. Bereits um die Jahrhundertwende wurde in England die erste New Town, Letchworth, nach landesplanlichen Gesichtspunkten geplant und gebaut. Die englische Landesplanung verzeichnet denn auch gegenüber der schweizerischen einen bedeutenden Vorsprung, und es war daher nur gegeben, wenn sich die schweizerische Landesplanung zunächst an das englische Vorbild anlehnte. Die Eigenart des staatspolitischen Aufbaues und der ausgeprägte Regionalis-