

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 3/4 (1884)
Heft: 3

Inhaltsverzeichnis

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: 18.02.2026

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

INHALT: Die „Adhäsion“ der Locomotiven. Von Alb. Fliegner, Professor der theoretischen Maschinenlehre am eidg. Polytechnikum in Zürich. — Miscellanea: Eine amerikanische Ausstellung in Europa. Technische Hochschule zu London. Pariser Gasgesellschaft. Errichtung einer Hilfscasse für Techniker. Handelsgesellschaft für Tongking. Ueber

das Wachstum der Gesellschaft ehemaliger Studirender des eidg. Polytechnikums in Zürich. — Concurrenten: Umbau des Vereinslokales „Harmonie“ in Groningen. — Preisausschreiben: Société industrielle in Rouen. — Necrologie: † X. Dutel, † Louis Faton, E. Thornbury, H. Berl, J. Zimmermann, Th. Reinhardt. — Vereinsnachrichten. Stellenvermittlung.

Die „Adhäsion“ der Locomotiven.

Von *Albert Fliegner*, Professor der theor. Maschinenlehre am eidgenöss. Polytechnikum in Zürich.

Mit dem Namen „*Adhäsion*“ bezeichnet man bei den Locomotiven bekanntlich den *Reibungswiderstand* zwischen den Umfängen der Triebräder und den Schienen, welcher ein Gleiten der durch den Dampf gedrehten Räder verhindert und so ein Abwälzen derselben auf den Schienen und eine Fortbewegung des Zuges ermöglicht. Die dabei auftretende Reibung ist *Reibung der Ruhe*.

In den bekannten, in alle Lehr- und Handbücher übergegangenen Tabellen der Reibungscoefficienten nach *Morin* findet sich nun für Schmiedeeisen auf Schmiedeeisen bei trockenem Zustande der Oberflächen nur der Reibungscoefficient der *Bewegung* angegeben. Er beträgt:

$$\mu = 0,44.$$

Für Reibung der *Ruhe* müsste ein noch grösserer Werth gelten. Stahl auf Stahl, welches heutzutage bei der Adhäsion der Locomotiven in Frage kommt, scheint angenähert gleiche Reibungswiderstände zu verursachen, wie Schmiedeeisen auf Schmiedeeisen.

Coefficienten, die durch Laboratoriumsversuche bestimmt sind, lassen sich aber nicht immer ohne Weiteres auf Vorgänge in der grossen Praxis anwenden. Im vorliegenden Fall ist nicht zu erwarten, dass die Oberflächen der Räder und Schienen sich gewöhnlich in gleich günstigem Zustande befinden, wie die Oberflächen der *Morin'schen* Versuchsstücke. In der That haben auch directe Beobachtungen an dem gewöhnlichen Betriebsmaterial der Eisenbahnen diesen Coefficienten bedeutend kleiner ergeben. Eine Zusammenstellung einschlagender Versuche findet sich z. B. von *Franke* (Civilingenieur 1882, XXVIII, S. 206 u. flgd.) veröffentlicht, wo derselbe auch eine empirische Formel über die Abhängigkeit des Coefficienten von der Geschwindigkeit aufstellt. Aus der letzteren würde für die Reibung der Ruhe nur

$$\mu = 0,29 \quad (1)$$

folgen. Da die zur Herleitung der Formel benutzten Versuche eigentliche Reibungsversuche sind, bei denen keine anderen wesentlich störenden Kräfte im Spiele waren, so wird man 0,29 als den wirklichen Reibungscoefficienten der Ruhe zwischen Eisenbahnradern und Schienen ansehen müssen, wie er einem normalen mittleren Schienenzustande entspricht.

Im Widerspruche mit diesem Werthe wird der Coefficient μ , wenn er unmittelbaren Beobachtungen beim Locomotivbetriebe entnommen ist, bedeutend kleiner angegeben, nämlich zwischen den Grenzen von etwa $\frac{1}{5}$ im Maximum bis zu $\frac{1}{8}$ hinunter, gelegentlich sogar noch kleiner.

Dieser Widerspruch ist aber nur ein scheinbarer. Bei Bestimmung auf dem letzten Wege beobachtet man nämlich den Zusammenhang zwischen dem gesammten Zugwiderstand R (mit Einschluss von Locomotive und Tender) und dem Adhäsionsgewicht G der Locomotive im Ruhezustande. μ berechnet sich dann aus der Beziehung

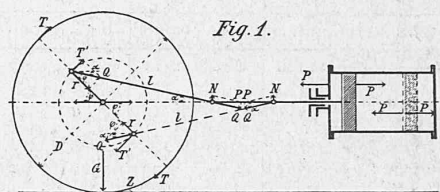
$$R = \mu G. \quad (2)$$

Bekanntlich liegt dieser Formel aber eine Anzahl angenäherter Annahmen zu Grunde, die theilweise sogar ziemlich weitgehend sind. Alle gemachten Vernachlässigungen werden dann einfach durch geeignete Wahl des Werthes von μ ausgeglichen. In eine *genaue* Formel würde dagegen auch der *wahre* Werth des Reibungscoefficienten eingesetzt werden dürfen und müssen.

Die erwähnten Annäherungen beziehen sich auf die Veränderlichkeit des Dampfdruckes und der von ihm ausgeübten *Zugkraft*, den Einfluss der *Verticalpressungen* an den

Führungslinealen und die periodische Entlastung der Triebräder durch die *Gegengewichte*. Alle diese Umstände lassen sich leicht in Formeln berücksichtigen. Die Ausnutzung der Formeln wäre aber sehr schwierig. Einige der in Frage kommenden Grössen ändern nämlich während der Fahrt das Gesetz ihres Vorlaufes periodisch, aber in der Art, dass die für eine Discussion nöthigen eminenten Werthe meistens auf solche Punkte fallen, in welchen das Aenderungsgesetz wechselt. Dieser Umstand mag wol Ursache sein, dass in der Literatur das Verhalten des Adhäsionscoefficienten der Locomotiven noch nicht eingehender untersucht worden ist. Das Nachstehende soll, durch Berechnung einiger specieller Fälle, einen Beitrag zur Klarstellung der einschlagenden Verhältnisse liefern. Dabei müssen aber zunächst die einzelnen Einflüsse getrennt untersucht werden.

Die Zugkraft. Durch den Ueberdruck des Dampfes am Kolben, verbunden mit der Einwirkung der Trägheit der hin und her gehenden Massen, wird am Kreuzkopf in der Richtung der Kolbenstange eine Kraft P ausgeübt.



(Fig. 1). Dieselbe zerlegt sich dort sofort in zwei Componenten, nämlich

$$N = P \operatorname{tg} \alpha \quad (3)$$

senkrecht zu den Führungslinealen und nach *oben* gerichtet, deren Einfluss später genauer untersucht werden wird, und

$$Q = \frac{P}{\cos \alpha} \quad (4)$$

in der Richtung der Kurbelstange. Diese Componente pflanzt sich an die Kurbelwarze fort und zerlegt sich dort ebenfalls in zwei Componenten. Die eine derselben ist radial und wird unmittelbar von den Achslagern aufgenommen. Die andere ist tangential und hat, wenn man den Drehwinkel φ der Kurbel in jedem toten Punkte frisch zu zählen beginnt, die Grösse (nach Fig. 1 u. Gl. 4)

$$T' = P \frac{\sin(\varphi + \alpha)}{\cos \alpha}. \quad (5)$$

Auf der anderen Seite der Locomotive wirkt eine gleiche Kraft (T''), nur dass ihre Phasen um den Winkel zwischen beiden Kurbeln, d. h. 90° , gegen diejenigen der ersten verstellt sind. Diese beiden Tangentialkräfte vereinigen sich, da sie in dem gleichen Abstände r wirken, durch einfache Addition zu einer resultirenden Tangentialkraft. Dieselbe soll, aber gleich auf den Umfang der Triebräder (vom Durchmesser D) *reducirt* gedacht, mit T bezeichnet werden; dann ist ihr Drehmoment

$$M = T \cdot \frac{1}{2} D = (T' + T'') r. \quad (6)$$

Diesem Moment wird das Gleichgewicht gehalten durch den Reibungswiderstand Z zwischen Rädern und Schienen. Ist G wieder das *Adhäsionsgewicht* der Locomotive, so ist

$$Z \leq \mu G, \quad (7)$$

mit einem Moment

$$M \leq \mu G \cdot \frac{1}{2} D. \quad (8)$$

Damit kein *Schleudern* eintritt, darf das Moment von T nie grösser werden, als dasjenige von Z ; und da T veränderlich ist, so ist die Bedingung gegen Schleudern

$$\max. T < \mu G. \quad (9)$$

Bei der Bildung der Momente sind alle Drehkräfte an die Achse zu transportieren. Dabei ergeben T und die