

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 105/106 (1935)  
**Heft:** 23

## 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:** 02.12.2025

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

INHALT: Reibungscharakteristik, Leistungscharakteristik und Betriebsleistung neuzeitlicher Dampf- und Wechselstromlokomotiven. — Turnhallenanlage auf dem Emmersberg in Schaffhausen. — Die Anforderung des Krieges an die Pontoniere und ihr Material. — Mitteilungen: Resonanz bei konstanter Dämpfung. Alexander von Sengers „Baubolschewismus“. Wissenschaftliche Belastungsversuche an der

Schwandbachbrücke, Kt. Bern. Die photoelektrische Steuerung von Scheren in Walzwerken. Bemerkenswerte Flugleistung der „Swissair“. Der neue „Zeppelin“. Die internationale Beleuchtungskommission. — Nekrologe: R. F. Stockar. Hans Haueter. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Association suisse pour l'essai des matériaux, etc.

Band 105

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Verbandsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 23

Reibungscharakteristik, Leistungscharakteristik und Betriebsleistung neuzeitlicher Dampf- und Wechselstromlokomotiven.

Von Dr. Ing. V. RYBIČKA, Wien.

Die in den letzten Jahren betriebsmässig gemessenen Reibungszahlen zwischen Rad und Schiene an Dampf- und Wechselstromlokomotiven veranlassen den Verfasser, der Frage näher zu treten, was beide Betriebsarten mit Rücksicht auf das Reibungsgesetz zu leisten vermögen. Die Grundgleichung für die Reibungszugkraft eines Fahrzeuges lautet:

$$Z_R = 1000 \mu G_R = f G_R \dots (1)$$

mit  $Z_R$  Radzugkraft in kg,  $\mu$  Reibungszahl,  $G_R$  Reibungsgewicht in t und  $f$  Reibungswert in kg/t. Heute weiss man durch die Versuche von Müller<sup>1)</sup> und Wichert<sup>2)</sup> mit Elektrolokomotiven und Prof. Nordmann mit Dampflokomotiven<sup>3)</sup>, dass man mit dem bisher üblichen Wert  $\mu = 1/6$  nicht rechnen darf. Die Messergebnisse dieser Versuche sind in Abb. 1 eingetragen, wobei

bei den Dampflokomotiven die Reibungszahlen als mittlere im Zylinder indizierte Höchstwerte gelten. Gemäss Abb. 1 ist die Reibungszahl der Dampflokomotive nicht nur eine Funktion der Geschwindigkeit  $V$ , sondern auch der Lokomotivbauart. Die Kurven der schweizerischen Lokomotiven (1), sowie die der deutschen Dampflokomotiven (01, 02, 43, 44) zeigen einen zur Geschwindigkeitsaxe konvexen Verlauf mit Poirée'schem Charakter, im Gegensatz zu den Kurven von Wichert (2) mit zur  $V$ -Axe konkavem Charakter. Im Folgenden sind die Kurven von Wichert nicht in Betracht gezogen, weil, wie aus dem Meinungsaustausch Oertel-Müller<sup>4)</sup> hervorgeht, die Veröffentlichungen von Müller das Ergebnis mehrjähriger Messfahrten mit verschiedenen Lokomotiven sind, wobei besonders im Gebiete niedriger Geschwindigkeiten zahlreiche Aufzeichnungen gemacht wurden. Die übrigen Kurven zeigen bei Uebertragung ins halblogarithmische Koordinatensystem, dass die Funktion  $\mu = f(V)$  sich praktisch schreiben lässt:

$$\mu_V = \mu_0 e^{-\frac{V}{c}} \dots (2)$$

mit  $\mu_0$  als Anfangswert der Reibung bei  $V = 0$ ,  $\mu_V$  dem jeweiligen Wert bei der Geschwindigkeit  $V$  und  $c$  einer Konstanten, die sich nach Abb. 1 als Subtangente der Exponentialfunktion in einem Kurvenpunkt ergibt. Damit lautet die Grundgleichung (1)

$$Z_R = f_0 e^{-\frac{V}{c}} G_R \dots (3)$$

1) El. Bahnen 1928, S. 63; E. T. Z. 1928, S. 17; E. T. Z. 1929, S. 1377.  
 2) El. Bahnen 1927, S. 90, Bild 30.  
 3) Glasers Annalen 1928, Bd. 103, S. 143.  
 4) El. Bahnen 1928, S. 192.

Die vom Schienenzustand, Geschwindigkeitsbereich und den einzelnen Lokomotivbauarten abhängigen Koeffizienten  $f_0$  und  $c$  zeigt eine Zusammenstellung in Tabelle 1.

Tabelle 1.

Reibungswerte  $f_0$  und  $c$  für verschiedene Lokomotiven, Geschwindigkeiten und Schienenzustände.

$V$ in km/h	Lok. Nr.	$f_0$ in kg/t	$c$ in km/h	Schienenzustand	
0 ÷ 25,13	elektrische Lokomotive	335,4	79,45	trocken (gut)	
25,13 ÷ 80		285,4	162,2	"	
0 ÷ 22,96		243,8	66,37	nass (feucht, neblig)	
22,96 ÷ 80	Dampflokomotiven	200,0	154,9	"	
60 ÷ 100		01	430,5	68,5	trocken
60 ÷ 100		02	286,4	118,8	"
20 ÷ 55		43	318,2	57,1	"
20 ÷ 55	44	338,9	58,7	"	

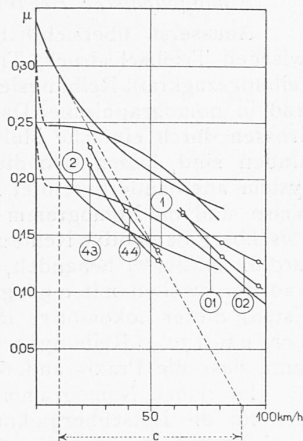


Abb. 1. Betriebsmässig ermittelte Reibungszahlen von elektr. und Dampflokomotiven an der Reibungsgrenze.

- 1 Ergebnisse Müllers für trockenen und feuchten Schienenzustand.
- 2 Desgl. Ergebnisse Wicherts.
- 43 Heissdampfzwillings-Güterzuglokomotive Reihe 43 der D. R.
- 44 Heissdampfdrillings-Güterzuglokomotive Reihe 44 der D. R.
- 01 Heissdampfzwillings-Schnellzuglokomotive Reihe 01 der D. R.
- 02 Heissdampfvierzylinderverbund-Schnellzuglok. Reihe 02 der D. R.

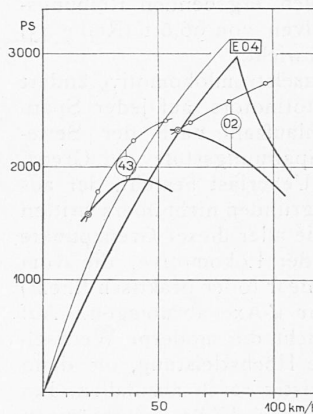


Abb. 2. Leistungs- und Reibungscharakteristik von Dampf- und Wechselstromlokomotiven.

Reibungsgewicht, Zylinder- und Kesselabmessungen müssen bei jeder Dampflokomotive in einem bestimmten harmonischen Verhältnis stehen. Elektrische Lokomotiven werden charakterisiert durch die von Prof. Dr. W. Kummer<sup>5)</sup> eingeführten beiden Kennziffern:

$$k_1 = \frac{M_L}{G_D} \leq \frac{G_R}{G_D} r f \text{ in mkg/t} \quad (4)$$

$$k_2 = \frac{N}{G_D} \text{ in PS/t} \quad (5)$$

Hierin sind  $M_L$  das auf den Radumfang bezogene Lokomotivdrehmoment in mkg,  $r$  Triebtrahndurchmesser in m,  $G_D$ ,  $G_R$  Dienst- und Reibungsgewicht in t,  $f$  der Reibungswert in kg/t und  $N$  die Lokomotiv-Nennleistung in PS, die mit der Stundenzugkraft  $Z$  in der bekannten Beziehung steht:

$$N = \frac{ZV}{270} \leq \frac{Z_R V}{270} \dots (6)$$

Mit  $Z_R$  aus (1), (3),  $N$  aus (6) folgt

$$k_2 = \frac{N}{G_D} \leq \frac{G_R f V}{G_D 270} \dots (5a)$$

Mit  $q = \frac{G_R}{G_D}$  (7), dem Reibungsgrad der Lokomotive,

nimmt die rechte Seite der Ungleichung (5a) mit den Koeffizienten aus Tabelle 1 für trockene Schienen die Form an: für  $V = 0$  bis 25,13 km/h

$$k_2' = 1,242 q e^{-\frac{V}{79,45}} V \text{ in PS/t} \quad (5b)$$

bzw.  $k_2'' = 0,9138 q e^{-\frac{V}{79,45}} V \text{ in kw/t}$

für  $V = 25,13$  bis 80 km/h

$$k_2' = 1,0571 q e^{-\frac{V}{162,2}} V \text{ in PS/t} \quad (5c)$$

bzw.  $k_2'' = 0,7776 q e^{-\frac{V}{162,2}} V \text{ in kw/t}$

5) W. Kummer: Maschinenlehre der elektrischen Zugförderung.