

**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. 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:** 16.03.2025

**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

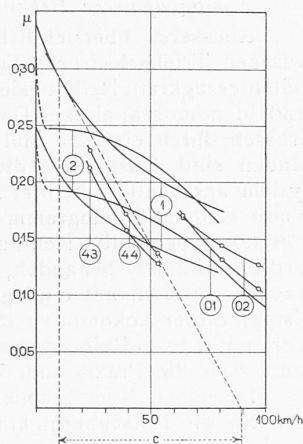


Abb. 1. Betriebsmässig ermittelte Reibungszahlen von elektr. und Dampflokomotiven an der Reibungsgrenze.

- 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.

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	"
					"

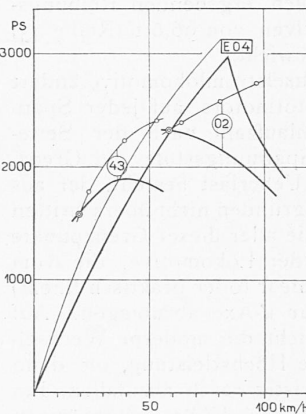


Abb. 2. Leistungs- und Reibungscharakteristik von Dampf- und Wechselstromlokomotiven.

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,  $r$  Triebradhalbmesser 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.