

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 105/106 (1935)  
**Heft:** 17

## **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:** 17.03.2025

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

INHALT: Anfahrtdiagramme bei Schnellzügen und Triebwagen. — Das Ende der Eisenerzeugung im Jura. — Die Fricktaler Eisenerze. — Fragen der Baufinanzierung. — Schweiz. Vereinigung für Gesundheitstechnik. — Nekrologe: Valentin Koch-Robbi. Paul Ulrich. E. O. Frischknecht. Carl Meybohm-Brunner. — Mitteilungen: Das Elek-

tronenmikroskop. Kohle und Heizöl in der Schweiz. Touristische Erschliessung von Tripolis. Ein Kochapparat für 32 V. Konzentration der Forschung. Betriebswissenschaftl. Institut der E. T. H. 25 Jahre Pilzdecke. Das Schulhaus Manegg in Zürich-Wollishoten. Wettbewerbe. — Literatur. — Mitteilungen d. Vereine. — Sitzungs- u. Vortrags-Kalender.

Band 106

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

Nr. 17

### Anfahrtdiagramme bei Schnellzügen und Triebwagen.

Von Dr. Ing. V. RYBIČKA, Wien.

#### Grundlagen.

Der moderne Schnellverkehr verlangt kurze Anfahrzeiten. Um einen Zug vom Gewicht  $G$  Tonnen auf die Geschwindigkeit  $V$  km/h zu beschleunigen, ist eine Zugkraft erforderlich von der Stärke

$$Z = W + \frac{1000 G \alpha}{3,6 g} \frac{dV}{dt} \text{ in kg} \quad (1)$$

mit  $W$  als Fahrwiderstand des Zuges,  $\alpha$  dem Zuschlag für die rotierenden Massen und  $g$  der Erdbeschleunigung. Für mässige Höchstgeschwindigkeiten hat  $W$  bei  $S$ ‰ Steigung bzw. Gefälle die einfache gebräuchliche Form

$$W = G (\pm S + a + bV^2) \text{ in kg} \quad (2)$$

Verlässt man das Gebiet der bis vor kurzem gebräuchlichen Höchstgeschwindigkeiten von 100 bis 120 km/h, so muss an Stelle von Gl. (2) auf die für jeden Einzelfall genau ermittelten Werte für den Triebwagen, Triebwagenzug bzw. Lokomotivzug in Stromlinienform zurückgegriffen werden. Für den Triebwagen besteht die Formel<sup>1)</sup>

$$W = c_1 G_t + c_2 F_t V^2 + n [c_3 G_a + c_4 F_a V^2] \text{ in kg} \quad (2a)$$

mit  $c_1 - c_4$  Konstanten,  $G_t$ ,  $G_a$  Trieb- bzw. Anhängewagen-gewicht in t und  $F_t$ ,  $F_a$  als Äquivalentfläche von Trieb- und Anhängewagen bei  $n$  Beiwagenzahl. Neuere Formeln von Sauthoff<sup>2)</sup> für Schnellzüge lauten auf Grund eingehender Versuche bei der D. R. B.

$$w = a + bV_F + \frac{c}{G} (n + 2,7) fV_R^3 \text{ in kg/t} \quad (2b)$$

mit  $a b c$  Konstanten,  $V_F$  Fahrgeschwindigkeit,  $G$  Gesamt-wagen-gewicht in t,  $n$  Wagenzahl,  $V_R$  Relativgeschwindigkeit zwischen Fahr- und Windgeschwindigkeit und  $f$  der Wagenfläche.

Die Integration der Gleichung (1) liefert mit Gl. (2) die Anfahrzeit in Sekunden

$$t_a = 28,32 G \alpha \int_0^V \frac{dV}{Z - W} = 28,32 \alpha \int_0^V \frac{dV}{\frac{Z}{G} - (\pm S + a + bV^2)} \quad (3)$$

$Z$  kann höchstens den Wert der Reibungszugkraft bei  $G_R$  Tonnen Reibungsgewicht,

$$Z_R = 1000 \mu G_R \text{ in kg} \quad (4)$$

mit  $\mu = f(V)^3$  erreichen. Führt man noch den Reibungsgrad

$$\frac{G_R}{G} = \varrho \quad (5)$$

des ganzen Zuges ein, so wird

$$t_a = 28,32 \alpha \int_0^V \frac{dV}{1000 \varrho f(V) - (\pm S + a + bV^2)} \quad (7)$$

Der kürzeste Anfahrweg

$$S_a = \frac{1}{3,6} \int_0^t V dt = \frac{28,32 \alpha G}{3,6} \int_0^V \frac{V dV}{Z - W} \text{ (in m)} \quad (8)$$

beträgt mit Gl. (2)

$$S_a = 7,866 \alpha \int_0^V \frac{V dV}{1000 \varrho f(V) - (\pm S + a + bV^2)} \quad (8a)$$

Die jeweils erreichbare Höchstbeschleunigung in  $m/sec^2$  errechnet sich zu

$$\dot{p} = \frac{dV}{dt} = \frac{Z - W}{102 G \alpha} = \frac{1000 \varrho f(V) - (\pm S + a + bV^2)}{102 \alpha} \quad (9)$$

<sup>1)</sup> Die Wasserwirtschaft 1933, S. 471.

<sup>2)</sup> Glasers Annalen 1932, Bd. 111, S. 113.

<sup>3)</sup> „SBZ“ 1935, Bd. 105, S. 261.

Abb. 1 bringt den Verlauf der Höchstbeschleunigung für verschiedene Reibungsgrade für 0‰ vollausgezogen und 30‰ gestrichelt, ohne Massenzuschlag bei einem spezifischen Fahrwiderstand  $w = 2,5 + 0,00025 V^2$ , wie er Schnellzugswagen entspricht. Diese Annahme ist zwar nicht ganz richtig, da entsprechend dem Reibungsgrad Trieb- und Laufachsen verschieden hohen Widerstand aufweisen, doch enden die Kurven entsprechend den Müller'schen Reibungsversuchen bereits bei 80 km/h. Die Abbildung zeigt, dass mit Reibungsgraden von 0,5 bis 1 und veränderlicher Anfahrzugkraft, entsprechend der Reibungszugkraft der Triebräder, recht ansehnliche Anfahrbeschleunigungen erzielt werden können; eine Beschleunigung von 1 bis 2  $m/sec^2$  ist im niedrigen Geschwindigkeitsbereich durchaus kein Vorrecht des Kraftwagens, sondern wird heute mit den allerneuesten Triebwagen praktisch ebenfalls erreicht.

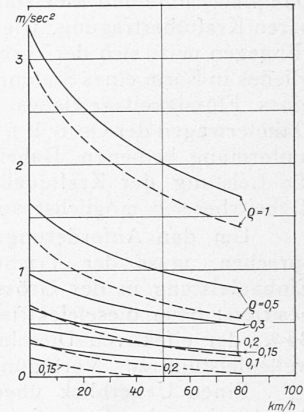


Abb. 1. Höchstbeschleunigungen bei verschiedenen Reibungsgraden und Steigungen.

In geändertem Ordinatenmasstab gibt Abb. 1 auch den Verlauf der Beschleunigungskraft  $Z_p = Z_R - W$  wieder, also den Nenner der Gleichung (3), sodass nach Bilden des reziproken Wertes<sup>4)</sup> die graphische Integration dieser Gleichung vorgenommen werden kann. Die darausfolgenden  $V, t$ -Diagramme für verschiedene Reibungsgrade, 0‰ ausgezogen, 30‰ gestrichelt, zeigt Abb. 2 im oberen Teil. Der untere Teil bringt die gesamte Anfahrzeit  $t_a$ , bzw. den gesamten Anfahrweg  $S_a$  in Funktion von  $\varrho$  bis zur Erreichung einer Endgeschwindigkeit von 80 km/h für 0 und 30‰ (Seite 194).

Da  $Z_R$  eine Funktion der Geschwindigkeit ist, lässt sich aus dem  $V, t$ -Diagramm ein  $Z, t$ -Diagramm entwickeln, das der Uebersichtlichkeit halber in Abb. 2 jedoch nicht eingezeichnet ist. Es ergibt sich ein ähnlicher Kurvenverlauf wie in Abb. 1, der, da die Zugkraft proportional dem Motorstrom ist, zugleich den erforderlichen Verlauf des Motorstromes in Funktion der Zeit angibt, um die hohen Anfahrbeschleunigungen zu erreichen.

Auf den bekannten Sägediagrammen —  $I = f(t)$  — automatischer Anlassteuerungen hat die Einhüllende der bei jeder Schaltstufe auftretenden Stromspitzen einen zeitlich ähnlichen Verlauf wie die Kurven von Abb. 1. Bei hohen Reibungsgraden und feinstufiger Steuerung, d. h. gutem Anschluss des Sägediagrammes an die Einhüllende, werden äusserst kurze Anfahrzeiten erzielt. Sie sind um einen Faktor  $\zeta > 1$  höher als die theoretischen nach Gl. (7), der die Unmöglichkeit berücksichtigt, während des gesamten Anfahrvorganges längs der Reibungsgrenze der Triebräder zu fahren.

Der Wert  $\varrho$  schwankt je nach Zugart, Steigung und Höchstgeschwindigkeit im heutigem Lokomotivbetrieb zwischen 0,05 bis 0,20; im Wiener Vororte Kurzzugverkehr mit einer 1 C 1 Dampflokomotive und 2 bis 4 Personenwagen beträgt  $\varrho$  auf das Wagenleergewicht bezogen 0,4 bis 0,3. Volle Besetzung erniedrigt den Wert um rund 10‰.

<sup>4)</sup> Dr. Ing. E. Meyer: „SBZ“ 1934, Bd. 103, S. 195\*: Die Ermittlung der Anfahrkurven und Fahrdiagramme bei dieselelektrischer Zugförderung.