Objekttyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **105/106 (1935)**

Heft 17

PDF erstellt am: **18.05.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

INHALT: Anfahrdiagramme 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 Elektronenmikroskop. 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-Wollishofen. 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

Anfahrdiagramme 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

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

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

$$W = G\,(\pm S + a + b\,V^2) \text{ in kg} \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

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[1])

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

mit c_1 - c_4 Konstanten, G_t, G_a Trieb- bzw. Anhängewagengewicht in t und F_t, F_a als Aequivalentfläche von Trieb- und Anhängewagen bei n Beiwagenzahl. Neuere Formeln von Sauthoff[2]) für Schnellzüge lauten auf Grund eingehender Versuche bei der D. R. B.

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

mit $a\ b\ c$ Konstanten, V_F Fahrgeschwindigkeit, G Gesamtwagengewicht 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

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

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

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

mit

$$\mu = f(V)^{3)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

erreichen. Führt man noch den Reibungsgrad

$$\frac{G_R}{G} = \varrho \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

des ganzen Zuges ein, so wird

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

Der kürzeste Anfahrweg

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

beträgt mit Gl. (2)

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

Die jeweils erreichbare Höchstbeschleunigung in m/sec² errechnet sich zu

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

[1]) Die Wasserwirtschaft 1933, S. 471.

[2]) Glasers Annalen 1932, Bd. 111, S. 113.

[3]) „SBZ" 1935, Bd. 105, S. 261.

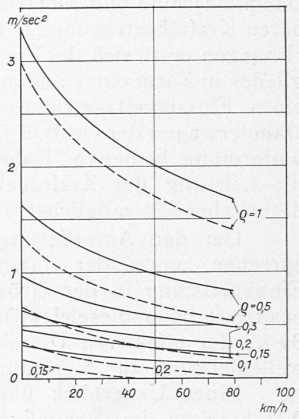

Abb. 1. Höchstbeschleunigungen bei verschiedenen Reibungsgraden und Steigungen.

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/sec² ist im niedrigen Geschwindigkeitsbereich durchaus kein Vorrecht des Kraftwagens, sondern wird heute mit den allerneuesten Triebwagen praktisch ebenfalls erreicht.

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[4]) die graphische Integration dieser Gleichung vorgenommen werden kann. Die daraus folgenden 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 ϱ 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 ϱ 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 ϱ auf das Wagenleergewicht bezogen 0,4 bis 0,3. Volle Besetzung erniedrigt den Wert um rund 10 %.

[4]) Dr. Ing. E. Meyer: „SBZ" 1934, Bd. 103, S. 195*: Die Ermittlung der Anfahrkurven und Fahrdiagramme bei dieselelektrischer Zugförderung.