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 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: 01.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://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.

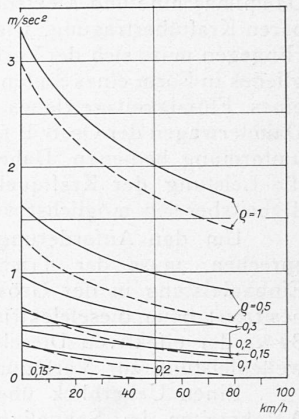

Abb. 1. Höchstbeschleunigungen bei verschiedenen Reibungsgraden und Steigungen.

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.