

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 127/128 (1946)
Heft: 20

Artikel: Die Bremstabellen
Autor: Christen, F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-83936>

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: 31.03.2025

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

vertikalen Wänden handelt, aus Betonblöcken grösster Abmessungen aufgeschichtet, müssen die zerstörten Massen bis 7 m Wassertiefe erst mit Schwimm-Greifern abgeräumt werden, um für den Neu-Aufbau die nötige Anschlussfläche zu schaffen. Zum vorläufigen Schutz des Hafens wurde hinter der Bresche der Dampfer «Monreale» versenkt. Doch befürchtet man dessen Kentern und beabsichtigt, hafenseitig desselben eine Reihe grosser Eisenbeton-Caissons auf eine auf -12 zu planierende Steinschüttung abzusetzen und mit Sand zu belasten; hierauf soll der Dampfer wieder gehoben werden. Nach Reparatur der Bresche wird der Sandballast aus den Caissons gesaugt und diese abgeschwommen.

Für die bis März 1946 ausgeführten, meist über Wasser liegenden Arbeiten stand nur Portland-Zement zur Verfügung. Wo das Mauerwerk mit Spritzwasser und Seegang in Berührung kommt, wurde reiche Mischung und Verkleidung mit Naturstein-Quadern angewandt. Erst für die späteren Arbeiten wurde die Beschaffung seewasserbeständiger Bindemittel, wie Puzzolan, möglich. Teile der verschobenen Ufermauern müssen abgespitzt werden; die mit Druckluft-Hämmern arbeitenden Leute befinden sich dabei in Taucherglocken, die von einem, auf dem Bahngleis laufenden Traggerüst gehalten werden. Mit den Wiederherstellungsarbeiten sind im Hafengebiet 2000 Mann beschäftigt. Der Hafverkehr erreichte 1946 im Januar 320 000 t, im Februar 402 000 t, im März 417 000 t. — Diese Angaben entnehmen wir dem «Giornale del Genio Civile» vom März/April 1946.

E. Schnitter

Die Bremstabellen

Von Ing. Dr. F. CHRISTEN, Sektionschef der SBB, Bern

Bekanntlich müssen in den Eisenbahnzügen sowie Wagen gebremst werden, dass auf dem massgebenden Gefälle der Strecke und bei der höchstzulässigen Fahrgeschwindigkeit nach einer Schnellbremsung der vorgeschriebene Bremsweg, der durch den Abstand des Vorsignals vom Hauptsignal gegeben ist, nicht überschritten wird. Um dem Personal, das mit der Bereitstellung einer genügenden Anzahl gebremster Wagen in den Zügen betraut ist, die Aufgabe zu erleichtern, werden Bremstabellen (auch Bremstafeln genannt) aufgestellt. Diese Tabellen geben das Bremsverhältnis in Prozenten, d. h. die Anzahl t Bremsgewicht auf 100 t Zuggewicht an, die erforderlich sind, um den Zug, je nach dem Gefälle der Strecke und der Fahrgeschwindigkeit, auf dem der Bremstabelle zu Grunde gelegten Bremsweg zum Halten zu bringen.

Schon früh wurde zum Bemessen der Anzahl der den Zügen beizugebenden Handbremswagen auf Grund der Erfahrungen eine Art Bremstabelle aufgestellt. Diese regelte die Zahl der erforderlichen Bremswagen ursprünglich nur nach der Grösse des Gefälles. Später wurden für das Aufstellen der Bremstabellen eine grosse Anzahl empirischer Formeln verwendet.

Die Bremsverhältnisse der Bremstabellen können nun auf Grund der vom Internationalen Eisenbahnverband (IEV) festgesetzten Einheit für das Bremsgewicht für die Personenzug-Bremse¹⁾ und der Ergebnisse der mit dem Einheitsbremszug (15 vierachsige Einheitsbremswagen mit ungebremster Lokomotive) durchgeführten Versuche ermittelt werden.

Es bedeuten:

- B Bremsgewicht in t
- b Bremsverhältnis (Bremsgewichtshundertstel)
- V Fahrgeschwindigkeit bei Beginn der Bremsung in km/h
- v Fahrgeschwindigkeit bei Beginn der Bremsung in m
- P Gesamter Bremsklotzdruck während der Fahrt in t
- M Masse in kgs²/m
- G Bruttogewicht des Fahrzeuges oder Zuges in t
- β Veränderliche Rechnungsgrösse in kg/t
- μ_K Mittlerer Reibungswert zwischen Klotz und Rad in kg/t
- w Mittlerer Rollwiderstand in kg/t
- i Neigung (Steigung + oder Gefälle -) in ‰
- λ Verhältniszahl
- S Bremsweg in m

Aus der Energiegleichung für die Haltebremsung

$$\frac{1}{2} M v^2 = P \mu_K S + G w S \pm G i S$$

ergibt sich bei Berücksichtigung der rotierenden Massen mit 7 ‰ des Fahrzeuggewichts

$$(1) \quad 4,2 G V^2 = S P (\mu_K + G/P w \pm G/P i)$$

¹⁾ Dr. F. Christen, Bestimmung des Bremsgewichtes der mit Druckluftbremse ausgerüsteten Eisenbahnfahrzeuge, SBZ Bd. 122, S. 39* (24. Juli 1943). — NB. Es sind dort die folgenden Druckfehler zu berichtigen: S. 39 Abb. 1 (B = b G); S. 40 Gleichung

$$s 1000 P \left(\mu_K + \frac{G}{1000 P} w \right) = \frac{1,07 \cdot 1000 G V^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 3,6^2} = 4,2 G V^2$$

Wird nach Vorschlag des Verfassers

$$(2) \text{ und } (3) \quad \mu_K + G/P w = \beta \quad \text{und} \quad P/G = \frac{b}{\lambda 100}$$

gesetzt, so folgt:

$$(4) \quad P/G = \frac{4,2 V^2}{S (\beta \pm G/P i)}$$

$$(5) \text{ und } (6) \quad b = \frac{420 \lambda V^2}{S (\beta \pm G/P i)}; \quad B = \frac{b G}{100} = \frac{4,2 \lambda G V^2}{S (\beta \pm G/P i)}$$

Aus Gleichung (3) und Gleichung (6) erhält man die grundlegende Beziehung $B = P \lambda$.

Wenn einfachheitshalber mit dem Höchstwert von P gerechnet wird statt mit dem sich aus der Bremsklotzdruck-Diagrammentwicklung ergebenden mittleren Wert von P, so wird Gleichung (2)

$$(7) \quad \beta = \mu_K \theta + G/P \cdot w.$$

Der Koeffizient θ ist abhängig vom Verhältnis der Füllzeit t_f zur totalen Bremszeit t_{br} .

Die Bremstabelle wird nun auf Grund der Versuchsergebnisse der Haltebremsungen auf der horizontalen geraden Strecke mit dem IEV-Einheitsbremszug z. B. für einen Bremsweg $S = 700$ m wie folgt aufgestellt: Die aus den Versuchswerten V, S und P/G mit Gleichung (4) berechneten β -Werte sind auf Bild 1 aufgetragen. Diese β -Werte werden aus Sicherheitsgründen erniedrigt, um den Zufälligkeiten des Betriebes Rechnung zu tragen und zwar für $V < 100$ km/h um 10 ‰ und für $V > 100$ km/h nur um 5 ‰, weil für die hohen Fahrgeschwindigkeiten allgemein das maximal vorhandene Bremsgewicht knapp ist. Gegebenenfalls kann ein längerer Bremsweg zugelassen werden.

Der Wert von λ ist abhängig von t_f , P/c und der Wagenbauart. λ wird bestimmt für die horizontale gerade Strecke mit Hilfe der Gleichung (3) oder Gleichung (5). Die Werte von P/G bzw. β für $b = 100$, d. h. den Einheitsbremsweg können ganz allgemein für die in Frage kommenden Werte von t_f und P/c aus den β -Kurven der betreffenden Wagenbauart (siehe z. B. Bd. 122, S. 40*, Abb. 2) abgelesen werden. Dabei bedeuten: t_f die Füllzeit des Bremszylinders bis 95 ‰ des Höchstwertes in s und P/c den Druck eines Bremsklotzes während der Fahrt in kg.

Für die Einheit des Bremsgewichtes für die Personenzug-Bremse ($t_f = 4,7$ s, P/c = 2500 kg) ist $b = 100$ bei $V = 100$ km/h, $S = 472$ m, $P/G = 0,8$ (siehe Bd. 122, S. 39*, Abb. 1). Somit wird mit Gleichung (3) $\lambda = G/P = 1,25$. (Für die Güterzugbremse wird $\lambda = 0,935$ und $b = \text{rd. } P/G \cdot 0,935 \cdot 1,53 \cdot 100$.)

Die Bremsverhältnisse für die Bremstabelle für die Personenzugbremse berechnet man dann mit Hilfe der Gleichung (3).

$$(8) \quad b = P/G \cdot 1,25 \cdot 100$$

Der in Gleichung (8) einzusetzende Wert von P/G wird mit Gleichung (4) ermittelt

$$P/G = \frac{4,2 V^2}{S (\beta - G/P i)} = \frac{1}{\beta} \left(\frac{4,2 V^2 + S i}{S} \right)$$

Für die horizontale Strecke und einen Bremsweg von 700 m wird

$$P/G = \frac{4,2 V^2}{\beta 700}$$

Das jeder Fahrgeschwindigkeit V entsprechende β wird aus der β -Kurve «für die Bremstabelle» des Bildes abgelesen und damit hierauf der Wert von P/G bestimmt. Durch Einsetzen von P/G in Gleichung (8) ergibt sich schliesslich das zugehörige notwendige Bremsverhältnis.

Im Gefälle muss noch die Neigung i berücksichtigt werden, ferner wird allgemein, ein weiterer, mit zunehmendem Gefälle steigender Sicherheitszuschlag gemacht.

Im Bild ist der Vollständigkeit halber noch die μ_K -Kurve (nach Gleichung (7) $\mu_K = \frac{\beta - G/P w}{\theta}$) eingezeichnet worden

wobei der Rollwiderstand mit der Formel $w = 2,5 + 0,00026 V^2$ berechnet wurde.

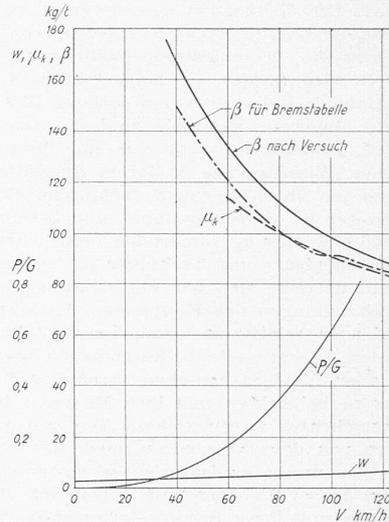


Bild 1. w-, μ_K - und β -Werte des IEV-Einheitszuges, $S = 700$ m auf horizontaler Strecke

In der Schweiz hat man, um für die Hauptbahnen mit nur einer Bremstabelle auszukommen, der Bremstabelle einen mit der Fahrgeschwindigkeit und dem Gefälle zunehmenden Bremsweg zu Grunde gelegt und für die Fahrgeschwindigkeiten bis 60 km/h die Bremsverhältnisse für die Hand- und die Güterzug-Bremse und darüber für die Personenzugbremse eingesetzt.

Der „Congrès Technique International“ Paris, 19. bis 21. September 1946

Bericht von Ing. P. SOUTTER, Zentralsekretär des S. I. A., Zürich

Der «Congrès Technique International» 1946 vereinigte in der ausgezeichnet eingerichteten «Maison de la Chimie» in Paris 1200 Teilnehmer aus 30 verschiedenen Ländern. Diese erste Zusammenkunft nach dem Krieg von Ingenieuren und Technikern der verschiedenen Fachrichtungen und aus der ganzen Welt wird gewiss als Markstein in die Geschichte der internationalen kulturellen und sozialen Geltung der technischen Berufe eingehen. Erstmals sind die Ingenieure aus der ganzen Welt gekommen, nicht nur um ihren technisch-wissenschaftlichen Wissensdrang in ihrem Spezialfach zu befriedigen, sondern um ihre allgemein technische Bildung in andern Fachgebieten zu vervollkommen und besonders, um die heute dringend eine Lösung fordernden beruflichen und sozialen Probleme der Ingenieure und Techniker zu besprechen. Diese soziale Einstellung zieht sich wie ein richtunggebender Faden durch alle Verhandlungen des Kongresses. Es war für die Schweizer, die leider in relativ zu bescheidener Zahl nach Paris gekommen waren, höchst wertvoll, festzustellen, wie sehr sich die Ingenieure in allen Ländern bemühen, ihren Beruf von einer höhern Warte aus zu betrachten und ihre Tätigkeit im Rahmen des sozialen Fortschrittes zu entwickeln. Der Krieg hat in fast allen Ländern von den Ingenieuren solch gewaltige Leistungen in technischer und organisatorischer Hinsicht verlangt, dass sie sich jetzt besser Rechenschaft geben von der Bedeutung und Verantwortung ihres Berufes im öffentlichen Leben.

Einen sehr erfreulichen Einfluss auf die Verhandlungen hatte die ständige Anwesenheit der Vertreter der «United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (Unesco)», die sich soeben in Paris niederlässt. Die «Unesco» wünscht eine Zusammenfassung der technischen Organisationen, mit welcher sie über die internationalen Fragen, die die Techniker berühren, verhandeln kann. Eine Neuigkeit war auch für einen Kongress in Europa die sehr intensive Mitarbeit der starken Vertretung aus den U. S. A. mit den drei grossen Organisationen der mechanical, electrical and civil engineers. Bedauerlich war die Abwesenheit der Russen, die trotz vorheriger Zusage nichts von sich hören liessen.

Ein aufrichtiges Lobeswort verdient die ganz ausgezeichnete Organisation der Verhandlungen, Empfänge, Besuche und Exkursionen. Der Kongress stand unter dem Patronat der französischen Regierung und eines Empfangskomitees, bestehend aus einigen massgebenden französischen Persönlichkeiten der Technik und der Wissenschaft. Das Ehrenkomitee bestand aus sämtlichen, in den einzelnen Ländern für die Organisation der Vertretung am Kongress gebildeten Ausschüsse.

In der Eröffnungssitzung wurde Ing. A. Antoine, Generalinspektor für die Elektrizität in Frankreich, als Präsident des Kongresses bestätigt. Als Vize-Präsidenten wurden ernannt: Colonel C. E. Davies (Vereinigte Staaten), W. R. Howard (Grossbritannien), Solewski (Polen), P. Soutter (Schweiz), Th. Bradi (Tschechoslowakei), Ekin Yi-Chun Cheng (China).

Die Verhandlungen erstreckten sich auf vier Sektionen:

Sektion A: Allgemeine technische Probleme des Wiederaufbaues und der wirtschaftlichen Entwicklung in der Welt. — Vorsitz: Colonel C. E. Davies (U. S. A.), Generalberichterstatter: J. Kerizel, Generalinspektor beim französischen Wiederaufbauministerium.

Besonders interessant waren Berichte über die Probleme des Wiederaufbaues in den verschiedenen Ländern, ferner ein Beitrag von Ing. Morris L. Cooke, Philadelphia, über die Industrialisierung der Welt. Cooke kommt zum Schluss, dass die Bekämpfung der Armut und der sozialen Not, unter der noch ein grosser Teil der Menschheit leidet, nur durch eine intensivere Industrialisierung der betroffenen Gebiete möglich wird. 60 Prozent der Menschheit lebt noch in der Landwirtschaft in dürrtigen Verhältnissen und vielfach in Gegenden, die grosse, unausgenützte Industrialisierungsmöglichkeiten besitzen. Beachtenswert sind Beiträge von J. W. Barker, New York, über «Applied Scientific Research», der auf die gewaltige Entwicklung der technischen Forschung in Amerika im letzten Krieg hinweist und entsprechende Lehren daraus zieht, sowie von

Fernand-Jacq, Paris, Rapporteur Général de l'A. I. P. P. I. über die Wiederaufrichtung und die Stärkung des geistigen Eigentums. Ferner wurden sehr wertvolle Beiträge über spezielle Fragen der Planung, der wissenschaftlichen Forschung und der wirtschaftlichen Entwicklung eingereicht. Die Schweiz war vertreten durch einen sehr beachteten Beitrag von Arch. Dr. A. Meili über die schweizerische Landesplanung.

Die Schlussfolgerungen der vier Gruppen dieser Sektion wünschen eine bessere internationale Zusammenarbeit zur Rationalisierung des Wiederaufbaues. Eine internationale Organisation für den Wohnungsbau wird befürwortet, wie sie von den halboffiziellen Kommissionen der Vereinigten Nationen im Juli 1946 in Brüssel und im August 1946 in London beantragt worden ist. Die Vereinigten Nationen werden ersucht, einen Stab von Ingenieuren zu schaffen, der die Probleme der Industrialisierung und der wirtschaftlichen Entwicklung studiert und entsprechende Massnahmen empfiehlt. Der Ausnützung der Wasserkräfte und der Industrialisierung der in der Entwicklung zurückgebliebenen Länder ist volle Aufmerksamkeit zu schenken. Der Kongress empfiehlt die Schaffung eines «Centre de Documentation Industrielle» als Koordinierungsstelle der bestehenden, sich mit diesen Fragen beschäftigenden internationalen Organisationen. Der Kongress begrüssigt die Beschlüsse des A. I. P. P. I. in Zürich im Juni 1946 über die Wiederaufrichtung des vom Kriege verletzten Rechtes des geistigen Eigentums.

Sektion B: Fragen der Atomenergie. — Vorsitz: P. Soutter, Schweiz, Generalberichterstatter: F. Joliot-Curie und M. Guéron, Prof. der Universität Strasbourg.

Ein beachtenswerter Bericht vom Vize-Präsidenten der «General-Electric», Harry A. Winne, New York, einem der massgebenden Erforscher der Atomenergie, bildete die Grundlage der Diskussionen. Nach einer Behandlung der technischen Fragen und insbesondere der jetzigen Gewinnungsmöglichkeiten der Atomenergie unterscheidet Winne zwischen zwei friedlichen Anwendungen: die Produktion von Kraft für Verbrauchs- und Industriezwecke und die Produktion von radioaktiven Isotopen für biologische, chemische, metallurgische und andere Anwendungen. Gegenwärtig kann nur Wärme direkt entwickelt werden. Es wird aber noch sehr viele Jahre dauern, bis diese Wärme billiger gewonnen wird, als aus den bisherigen Energiequellen. Die wahrscheinlichste erste Anwendung dürfte auf Schiffen, insbesondere auf Unterseebooten in Frage kommen, die keinen Brennstoff mehr nötig haben werden — ein Vorteil, der sich für eine Flotte, die von ihrer Basis unabhängiger wird, entsprechend hoch bezahlen lässt. Einen weiteren Vorteil bietet die Atomenergie auch für Kraftzentralen, in Regionen, wo andere Energiequellen zu teuer zu stehen kommen. Aus konstruktiven Gründen (grosse Schutzschilder gegen Neutronenstrahlungen) kommt jedenfalls nach den jetzigen Erkenntnissen eine Anwendung der Atomenergie für den Antrieb von Lokomotiven, Flugzeugen oder gar von Automobilen nicht in Frage. — An der Diskussion beteiligten sich einige amerikanische, französische und italienische Fachleute.

In den Schlussfolgerungen wünscht der Kongress, dass in allen Ländern die Öffentlichkeit über die Vorteile und die Gefahren der Atomenergie aufgeklärt wird. Die Freiheit der Veröffentlichung von Forschungsarbeiten soll so rasch als möglich wieder hergestellt werden. In allen Ländern soll die Forschung der friedlichen Anwendungen der Atomenergie gefördert werden als Basis für die weitere Entwicklung, sobald das erwartete Abkommen über die Atomenergie zwischen den Nationen abgeschlossen ist.

Sektion C: Gegenwärtiger Stand der Techniken in der Welt. — Vorsitz: W. R. Howard, England, Generalberichterstatter: Ing. A. Caquot, Mitglied der französischen Akademie der Wissenschaften.

Diese Sektion gab jedem Techniker die Möglichkeit, sich über den Stand der Entwicklung in den andern Fachgebieten zu orientieren. Die Verhandlungen wurden zerlegt in folgende 13 Spezialgebiete: Betriebswissenschaft, Normalisation, Landwirtschaft und Kulturtechnik, Rohstoffe, Energie, Umwandlungsindustrien, Stadtplanung, Hoch- und Wohnungsbau, öffentliche Arbeiten und Tiefbau, Transporte, elektrische Verbindungsmittel, Verteilung der Fertigfabrikate, Verschiedene Techniken.

Für jedes Fachgebiet wurde ein besonderer Berichterstatter bestimmt, da die Beiträge, wie dies bei internationalen Kongressen üblich ist, nicht nochmals vorlesen wurden, sondern lediglich als Diskussionsgrundlagen vorlagen. Für jedes Fachgebiet wurden auch besondere Schlussfolgerungen aufgestellt und der Schlussitzung vorgelegt. Es ist nicht möglich, auf die 79 verschiedenen, äusserst wertvollen, von massgebenden Fachleuten der ganzen Welt verfassten Beiträge dieser Sektion näher einzutreten, da sie alle eine derartige Fülle von Feststellungen,