

Objektyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **119/120 (1942)**

Heft 22

PDF erstellt am: **25.09.2024**

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: Vom Bremsweg auf Eisenbahnen. — Schweizerische Stil-
kunde von der Vorzeit bis zur Gegenwart. — Eidg. Technische Hochschule.
— Zum Unfall infolge plötzlichem Mauerbruch. — Mitteilungen: Rhone-
Kraftwerk Mörel (Oberwallis). Neue elektrische Rangierlokomotiven.

Fertigungsprobleme im Flugzeugbau. Gegen die Verwendung von Blei-
platten-Gelenken. — Nekrologe: Eugen Bosshard. — Literatur.
Mitteilungen der Vereine.
Vortragskalender.

Band 120

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung

Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestaffet

Nr. 22

Vom Bremsweg auf Eisenbahnen

Von W. MÜLLER, Obermaschineningenieur der SBB

Ueber die Theorie der Bremsung der Eisenbahnfahrzeuge und -züge ist eine umfangreiche Literatur vorhanden. Es ist nicht beabsichtigt, hier Neues von dieser Theorie beizutragen, sondern es soll über die im praktischen Eisenbahnbetrieb erzielbaren Bremswege und die Faktoren, von denen sie abhängen, einiges mitgeteilt werden. Die praktische Anwendung der theoretischen Regeln und Erkenntnisse hat seit anderthalb Jahrzehnten infolge Verdrängung der mit menschlicher Kraft betätigten Handbremsen der Güterzüge durch Druckluftbremsen und Steigerung der Fahrgeschwindigkeiten der Personen- und Güterzüge eine bedeutende Entwicklung erfahren, sodass auch der nicht speziell damit beschäftigte Fachmann einiges Interesse dafür finden mag.

Bekanntlich werden die Eisenbahnfahrzeuge in der Regel durch Anpressen von Bremsklötzen aus besonders dafür geeignetem Gusseisen an die Laufflächen der stählernen Radreifen der Fahrzeuge gebremst, wobei die Reibung zwischen den angepressten Bremsklötzen und den Radreifen die Umdrehung der Räder hemmt. Dieses einfache Verfahren, das wohl fast so alt ist wie die Erfindung der auf Rädern laufenden Fahrzeuge, findet heute noch in weit überwiegender Masse Anwendung. Besondere Bremsstrommeln oder Brems scheiben und neuzeitliche Bremsbeläge auf Bremsbacken oder -bändern findet man nur bei Triebfahrzeugen für aussergewöhnlich hohe Fahrgeschwindigkeiten und andern Spezialfahrzeugen, ebenso Bremsen ohne feste Reibkörper (hydraulische, elektrische usw.). Desgleichen dienen die ohne Vermittlung der Räder direkt an den Schienen angreifenden Reibungsbremsen (Magnetbremsen) nur besonderen Zwecken. Voraussichtlich werden die direkt auf die Radreifen wirkenden Klotzbremsen wegen ihrer Einfachheit und Zuverlässigkeit für gewöhnliche Personen- und Güterwagen noch lange bevorzugt bleiben, umso mehr, als es in letzter Zeit gelungen ist, Bremsklötze aus Material herzustellen, das gewisse unerwünschte Eigenschaften der Gusseisenklötze, von denen hier die Rede sein wird, in wesentlich geringerem Mass aufweist.

Für den Bahnbetrieb ist in erster Linie der *Bremsweg* S von Interesse, auf dem ein Fahrzeug oder Zug unter der Wirkung der Bremsen seine Fahrgeschwindigkeit von einem Anfangswert V_1 auf einen Endwert V_2 vermindert, wobei das grösste Interesse dem Spezialfall der Bremsung bis zum Stillstand, $V_2 = 0$, zukommt.

Den Anforderungen der Sicherheit entspricht natürlich am vollkommensten der kleinste Bremsweg, der mit tragbarem Aufwand erzielt werden kann. Auf der glatten Stahlschiene sind indessen dem kleinsten Wert des Bremsweges Grenzen gesetzt, die die Eisenbahnverwaltungen zwingen, mit grossem Aufwand dafür zu sorgen, dass den Zügen jederzeit «freie Bahn» gesichert ist. Beim Verkehr von Motorfahrzeugen auf der Strasse kann man sich dank der grösseren Haftung zwischen Gummiradreifen und Fahrbahn diesen Aufwand ersparen, begnügt sich aber gleichzeitig mit einem ganz bedeutend kleineren Sicherheitsgrad. Der kürzeste theoretisch erzielbare Bremsweg auf Schienen ergibt sich aus der grössten *Bremskraft* P , die von den gebremsten Rädern durch ihre *Haftung* auf die Schienen übertragen werden kann. Innert den auf normalspurigen Hauptbahnen vorkommenden Grenzen der *Raddrücke* G von etwa 2 bis 10 t kann in Betracht des schwankenden Wertes der Haftung mit genügender Annäherung angenommen werden, die grösste übertragbare Kraft sei dem Raddruck proportional: $P = G \cdot r$.

Es ist zu vermuten, dass der *Haftwert* r vom Raddurchmesser abhängig ist, doch kann dies bei den unbedeutenden Unterschieden der verwendeten Raddurchmesser neben den erheblichen Schwankungen des Wertes r aus andern Ursachen vernachlässigt werden. Während früher angenommen wurde, dass r sich mit der Geschwindigkeit ändere, herrscht heute die durch Erfahrung und neueste Versuche gestützte Auffassung vor, dass diese Abhängigkeit nicht vorhanden oder so gering sei, dass sie gegenüber der starken Abhängigkeit des Reibungswertes der gusseisernen Bremsklötze von der Geschwindigkeit und andern Einflüssen keine Rolle spielt. In hohem Masse wird jedoch der Haftwert r durch den Zustand der Schienenoberfläche — trocken, feucht, nass, sauber, staubig, schmierig usw. — beeinflusst. Das ist einer der Gründe, weshalb die Messung von r sehr schwierig

ist. Der Wert ändert sich während der Fahrt oft und rasch und wird durch äussere Umstände, wie Stosslücken der Schienen, häufig gestört. Da Eisenbahnräder in der Regel paarweise durch eine durchgehende Achswelle verbunden sind, beeinflusst beim Bremsen das eine Rad eines Paares das andere bald in günstigem, bald in ungünstigem Sinne. Wird aber ein Räderpaar, das zusammen mit der die beiden Räder verbindenden Achswelle im Bahnbetrieb meistens kurz «*Achse*» genannt wird, infolge Ueberschreitung des Haftwertes r durch die Bremsung an der Drehung gehindert, so ist die nun durch gleitende Reibung auf die Schiene übertragene Kraft bedeutend kleiner, als die bei rollenden Rädern übertragbare Bremskraft P , sodass die Räder erst nach einer wesentlichen Verminderung der Bremsung wieder zu rollen beginnen. Dabei erhalten sie schädliche und für die Reisenden lästige Flachstellen an den Laufflächen und, was für die Bremsung selbst wichtiger ist, sie üben die von ihnen erwartete Bremskraft nur unvollständig aus. Aus beiden Gründen muss das Festbremsen von Rädern vermieden werden, d. h. es darf nur mit minimalen Werten von r gerechnet werden. Auf Grund der Erfahrung ist eine zuverlässige Uebertragung einer Bremskraft von mehr als etwa 150 kg pro t des vom Rad auf die Schiene ausgeübten Druckes ($r = 0,15$) bei ungünstigen Verhältnissen nicht gewährleistet.

Der kleinste Bremsweg S_{\min} würde somit erreicht, wenn vom Augenblick, in dem der Beginn der Bremsung veranlasst, beabsichtigt oder befohlen wird, bis zum Stillstand die der Grenze der Haftung $r = 0,15$ entsprechende Bremskraft gleichbleibend ausgeübt werden könnte. Unter Berücksichtigung der übrigen verzögernden Kräfte — Rollwiderstand, Lagerreibung, Luftwiderstand — von denen besonders der letztgenannte von der Geschwindigkeit und von der Formgebung der Fahrzeuge abhängt, sowie der Trägheit der rotierenden Massen der Achsen und Räder ergäbe sich bei einer solchen idealen Bremsung auf horizontaler Bahn bei den gewöhnlich in Betracht kommenden Geschwindigkeiten V in km/h ein kleinster Bremsweg in m von angenähert:

$$S_{\min} \sim 0,026 \cdot V^2$$

Ein mit $V_1 = 100$ km/h fahrender Zug könnte danach auf horizontaler Bahn bei voller Ausnutzung der unter ungünstigen Umständen vorhandenen Haftung zwischen Rad und Schiene vom Beginn der Bremsung bis zum Stillstand auf einem Weg von etwa 260 m angehalten werden. Bei $V_1 = 125$ km/h wäre S_{\min} ungefähr 400 m. Auf einem Gefälle von 26‰ würden diese Bremswege etwa 315 bzw. 460 m betragen. Unter besonders günstigen Umständen und bei Verwendung von Streusand zur Verbesserung der Haftung kann der Haftwert r bis etwa zum doppelten Betrag steigen, wobei sich angenähert halb so grosse S_{\min} ergeben würden.

In Wirklichkeit werden die Bremswege bedeutend länger als diese theoretisch möglichen S_{\min} . Auf Schnellzughauptstrecken der schweizerischen Hochebene werden Bremswege von 800 m, bei ausländischen Bahnen 700 bis 1000 m als praktisch mögliche Grenzen erzielt. Die theoretisch möglichen Minima werden beträchtlich überschritten, weil der Haftwert r nicht oder nur während eines kleinen Teils der Bremsung voll ausgenützt wird, und zwar aus mehreren Gründen, von denen ausstehend die Rede sein soll.

Vorerst braucht es Zeit zur Entwicklung der Bremskraft. Der Bremser an der *Handbremskurbel* beispielsweise hat nach Wahrnehmung des Befehls zum Bremsen einige Kurbelumdrehungen zu machen, bis die Bremsklötze an den Rädern anliegen, und hierauf mit wachsender Kraftanstrengung die Kurbel weiter zu drehen, bis entweder seine Muskelkraft erschöpft oder aber die Grenze der Haftung zwischen Rad und Schiene erreicht ist. Diese darf aus den bereits erwähnten Gründen nicht überschritten, d. h. die Umdrehung der Räder darf nicht verhindert werden, weshalb der Bremser bei steigender Kraft vorsichtig vorgehen muss. Vom Empfang des Bremsbefehls bis zur Ausübung der grössten zulässigen oder möglichen Kraft an der Bremskurbel ist je nach der erforderlichen Zahl der Kurbelumdrehungen und der Grösse der an der Kurbel auszuübenden Kraft, d. h. je nach dem Gewicht des Wagens und dem Uebersetzungsverhältnis der Kraft von der Kurbel bis zu den Bremsklötzen, mehr oder weniger Zeit erforderlich. Für mittlere Verhältnisse bei Handbremsen und den dabei üblichen verhältnismässig kleinen Geschwindigkeiten ist mit Bremswegverlängerung von 120 bis 160 m zu rechnen.