

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

**Artikel:** Zerstörungen und Wiederaufbau im Hafen von Genua  
**Autor:** Schnitter, Erwin  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-83935>

#### 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:** 15.01.2026

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

dargestellt. Für Querdruck wurde dabei der Mittelwert zwischen tangentialem und radialem Querdruck angenommen. Auch hier stimmen Versuch und Rechnung sehr gut überein. Auch bei den übrigen von Baumann angegebenen Versuchswerten für Zug und Biegung, sowie für andere Holzarten zeigt sich gleich gute Uebereinstimmung. Dagegen fällt auf, dass sich aus dem Zugversuch der Gotthardtanne ein etwas grösserer Wert der Scherfestigkeit ergibt, als aus dem Druckversuch. Es muss deshalb vermutet werden, dass für den Zugversuch Holz grösserer Festigkeit verwendet wurde als für den Druckversuch.

4. Die beiden Beispiele der Bilder 2 und 3 dürften als Nachweis dafür genügen, dass die «scheinbare» Holzfestigkeit  $\sigma_y$  durch die «natürlichen» Festigkeitswerte  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  und  $\tau_{xy}$  nach den einfachen Beziehungen der Gleichungen (2) bestimmt ist. Möglicherweise ergibt sich hieraus für die Materialprüfung auch eine einfache Bestimmungsmöglichkeit für die Schubfestigkeit als aus dem üblichen Scherversuch, bei dem ja die Scherfestigkeit mit der Scherlänge veränderlich ist. Die vorliegende Deutung, deren systematische, versuchstechnische Ueberprüfung durch die am Holzbau interessierten Materialprüfungsanstalten erwartet werden darf, gibt nicht nur der Konstruktionspraxis den gesuchten Verlauf von  $\sigma_y$  in äusserst einfacher, auch auf die zulässigen Beanspruchungen anwendbarer Form, sondern sie dürfte in der Zukunft auch der Versuchsforschung wünschenswerte Erleichterungen bringen.

Es zeigt sich aber auch, dass es nicht möglich ist, den Zusammenhang zwischen Festigkeit und Faserwinkel durch eine einzige geschlossene Formel zu umschreiben, weil wir nicht drei verschiedene Kurven durch eine einzige darstellen können.

Die Deutung der scheinbaren Holzfestigkeit  $\sigma_y$  durch die Gleichungen (2) lässt sich, über das hier untersuchte einfachste Beispiel des einaxigen Zuges oder Druckes hinaus, ohne weiteres auch auf allgemeinere Spannungszustände übertragen. Sie stellt somit eine allgemeine Bruchtheorie für den orthotropen Baustoff Holz dar, die jedoch wesentlich einfacher ist, als die bekannten Bruchtheorien für isotrope Baustoffe.

## Zerstörungen und Wiederaufbau im Hafen von Genua

Infolge Luft- und Schiffsbombardementen, Minen und Schiffsversenkungen fand sich bei der Befreiung im April 1945 der Hafen von Genua in vollständig unbrauchbarem Zustand. Die beiden Hafeneinfahrten waren vollständig gesperrt; in der östlichen lag der grosse Uebersee «Augustus» mit sieben weiteren Schiffen darüber und daneben, in der westlichen Schiffe und grosse Eisenbeton-Caissons, bereitgestellt für den Wellenbrecher des Flughafens Genova-Sestri. Die Hafenflächen waren durch 70 magnetische Minen unzugänglich gemacht. Diese Minen wurden durch die Deutschen in den letzten Tagen vor dem Zusammenbruch planlos versenkt ohne Anfertigung irgend welcher Aufzeichnungen. Die Hafenflächen, besonders die Anlegeplätze, waren durch 300 gesunkene Schiffe aller Größen versperrt. Alle Wellenbrecher waren mehr oder weniger beschädigt. Der Haupt-Wellenbrecher vor dem neuen Hafen zeigte eine 82 m lange Bresche von 7 m Tiefe; auf alle 10 m seiner ganzen Länge waren 4 m tief, 2 m weite Minenschächte vorbereitet zwecks vollständiger Zerstörung dieses wichtigsten Hafenbauwerkes. Die östlichen Wellenbrecher hatten den ganzen, gemauerten Oberbau verloren. Alle Hafenmauern hatten gelitten; in weitem Bereich waren in den Kabeldurchgängen Minen zur Explosion gebracht und dadurch die Quai-Mauerkrone und die darauf laufenden Krane zu Fall gebracht. Die Mauermassen waren durch die Wucht der Explosions und den Sog z. T. aus ihrer Lage verschoben. Von 18 km Hafenmauern waren 6,6 km gesprengt; da diese besonders die Anlege-Molen betrafen, waren 50 Prozent

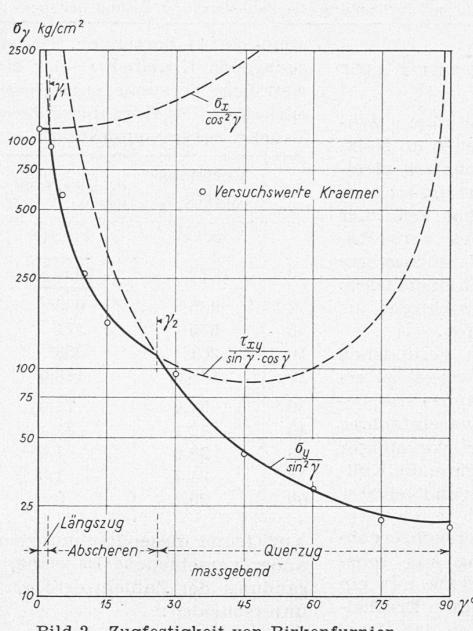


Bild 2. Zugfestigkeit von Birkenfurnier

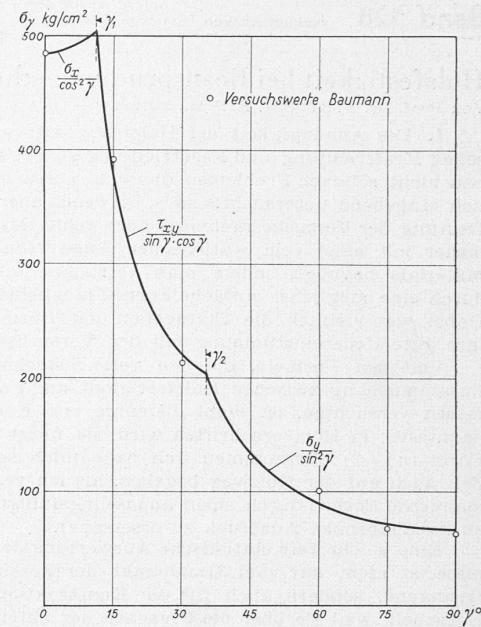


Bild 3. Druckfestigkeit der Gotthardtanne

der Anlegestellen unbenützbar. Die Strassen, Lagerplätze, Bahn-Anlagen waren mit Trümmern und Trüchtern übersät; ein durch die Deutschen als Sprengstoffmagazin benützter Eisenbahntunnel war in die Luft geflogen. Die Lagerhäuser und Hafengebäude hatten durchwegs gelitten; vollständig zerstört waren 36 000 m² Gebäudegrundfläche, schwer beschädigt 99 000 m², leicht beschädigt 17 000 m². Die vier Trockendocks waren beschädigt, die Pumpstationen unter Wasser gelaufen; deren maschinelle Ausrüstung war indessen z. T. vorsorglich demontiert und verborgen worden. Von den 91 elektrischen Hafenkränen sind neun intakt geblieben, 16 leicht beschädigt, 26 schwer beschädigt; 47 müssen vollständig ersetzt werden. Von 72 hydraulischen Hafenkränen blieb keiner betriebsfähig. Von 37 elektrischen Elevatoren und Transporteuren verblieben sechs, 14 waren reparaturfähig und 17 vollständig verloren. Die Transformatoren-, Umformer- und Druckwasser-Anlagen mussten neu aufgerichtet werden; deren Ausrüstung war z. T. in Sicherheit. Elektrische Leitungen fanden sich keine mehr; deren Material war fortgeführt, so von 48 km elektrischer Bahntraktion. Die Eisenbahnschienen waren vielfach zerstört oder weggeführt.

Unmittelbar nach der Befreiung nahm das «Consorzio Autonomo del Porto» in Zusammenarbeit mit der italienischen und alliierten Marine den Wiederaufbau des Hafens an die Hand. In der östlichen Hafeneinfahrt wurde durch die alliierte Marine die Sperre durchbrochen. Die Räumung der magnetischen Minen wurde mit Suchgeräten und magnetischen Strömen erfolglos unternommen; zum Ziele führte erst das systematische Absuchen des gesamten Hafenbodens — in für die in Betriebnahme zweckmässiger Reihenfolge — durch Taucher und Sprengsatz der Minen an Ort, die letzte am 22. Dezember 1945. Gleichzeitig wurden die längs den Anlegeplätzen gesunkenen Schiffe geräumt. Bis Ende März 1946 waren über die Hälfte der im Hafengebiet liegenden Schiffe gehoben; viele davon erwiesen sich reparaturfähig. Die Instandstellung der Hafenbauwerke wurde in drei Arbeitsetappen geteilt: 1. Abbruch und Räumung, 2. Reparatur solcher Abschnitte, deren Wiederbenutzung in kurzer Zeit möglich wurde, 3. Wiederaufbau von längerer Dauer und grösserem Materialbedarf. Grundsatz war, besonders für die erste und zweite Etappe, keine provisorischen Instandstellungen zu schaffen; jeder Abschnitt, einmal in Dienst gestellt, blieb endgültig in Betrieb. Gleichzeitig wurden alle die Abschnitte in Angriff genommen, wo eine rasche Herstellung der Hafenmauer mit einem Stück Lagerhaus oder Schuppen, Bahngleis und Kranen sich möglich erwies. Von den vier Trockendocks konnten bis März 1946 drei mit den zugehörigen Pumpstationen repariert und in Betrieb genommen werden; am vierten sind die Arbeiten in gutem Gange. Im März 1946 wurde die erste und zweite Etappe abgeschlossen; die dritte Etappe wird noch zwei Jahre intensivster Arbeit erfordern.

Als sehr schwierig erweisen sich die Instandstellungsarbeiten an dem grossen, nach Süden frei exponierten Wellenbrecher. Durch die 82 m breite Bresche dringt bei Südwind der Seegang mit voller Wucht. Da es sich hier um einen Wellenbrecher mit

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, hafen seitig desselben eine Reihe grosser Eisenbeton-Caissons auf eine auf — 12 zu planierende Steinschüttung abzusetzen und mit Sand zu beladen; 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-Hämtern 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 Hafenverkehr 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 soviele 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-Bremse<sup>1)</sup> und der Ergebnisse der mit dem Einheitsbremszug (15 vierachsige Einheitsbremswagen mit ungebremster Lokomotive) durchgeführten Versuche ermittelt werden.

Es bedeuten:

 $b$  Bremsgewicht in t $\mu_K$  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 kgs<sup>2</sup>/m $G$  Bruttogewicht des Fahrzeuges oder Zuges in t $\beta$  Veränderliche Rechnungsgrösse in kg/t $\mu_K$  Mittlerer Reibungswert zwischen Klotz und Rad in kg/t $w$  Mittlerer Rollwiderstand in kg/t $i$  Neigung (Steigung + oder Gefälle —) in % $\lambda$  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

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

<sup>1)</sup> 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

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

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  $\theta$  ist abhängig vom Verhältnis der Füllzeit  $t_f$  zur totalen Bremszeit  $t_b$ .

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  $\beta$ -Werte sind auf Bild 1 aufgezeichnet. Diese  $\beta$ -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  $\lambda$  ist abhängig von  $t_f$ ,  $P/c$  und der Wagenbauart.  $\lambda$  wird bestimmt für die horizontale gerade Strecke mit Hilfe der Gleichung (3) oder Gleichung (5). Die Werte von  $P/G$  bzw.  $\beta$  für  $b = 100$ , d. h. den Einheitsbremsweg können ganz allgemein für die in Frage kommenden Werte von  $t_f$  und  $P/c$  aus den  $\beta$ -Kurven der betreffenden Wagenbauart (siehe z. B. Bd. 122, S. 40\*, Abb. 2) abgelesen werden. Dabei bedeuten:  $t_f$  die Füllzeit des Bremszyinders 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  $\beta$  wird aus der  $\beta$ -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  $\mu_K$ -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.

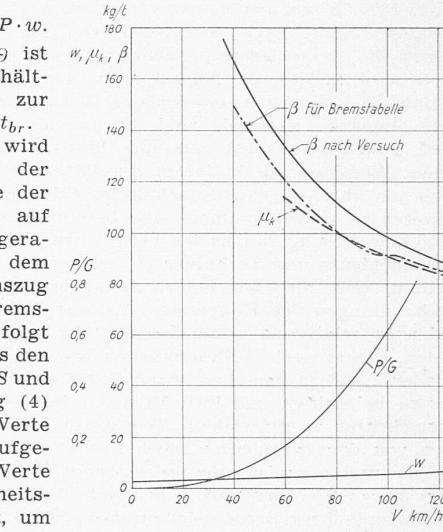


Bild 1.  $w$ -,  $\mu_K$ - und  $\beta$ -Werte des IEV-Einheitszuges,  $S = 700$  m auf horizontaler Strecke