

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 107/108 (1936)
Heft: 9

Inhaltsverzeichnis

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: 02.04.2025

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

INHALT: Der heutige Stand der Drahtseilforschung. — Die Zugseile der Luftseilbahnen an der Grimsel und an der Dixence. — Aufgaben und Organisation des Stadtplanbureau. — Erfahrungen aus dem Druckstollenbau. — Mitteilungen: Ein neuer Kerbschlagapparat. Sustenstrasse Innertkirchen-Wassen. Die Gleitsicherheit der Strassenbeläge. Die Steinkohle im Haushalt. Eine neue Strassenbrücke über die Elbe bei Dömitz. Lor-

rainehaldenlinie mit Aareübergang der SBB in Bern. Waldmanndenkmal in Zürich. Aussichtswagen III. Kl. der Oesterr. Bundesbahnen. Schweizer. Verein von Gas- und Wasserfachmännern. Eidg. Techn. Hochschule. Korrektion des alten Rheinbettes. — Nekrologe: E. F. Deluermoz. — Wettbewerbe: Platzgestaltung Place Alb. Thomas mit Zugang zum Internat. Arbeitsamt in Genf. Halbländl. Einfamilienhäuser. — Mitteilgn. d. Vereine.

Band 108

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. 9

Der heutige Stand der Drahtseilforschung.

Von Prof. M. ten BOSCH, E. T. H., Zürich.

Das Drahtseil (vor rd. 100 Jahren zum ersten Mal als Schacht-Förderseil in Clausthal verwendet) findet heute in den mannigfaltigsten Gebieten der Technik als Kran- oder Aufzugseil, als Trag- und Zugseil für Seilbahnen, bei Hängebrücken, in elektrischen Freileitungen usw., eine ausgedehnte Verbreitung.

Man rechnet die Drahtseile zu den Maschinenelementen. Unter «Elemente» darf man aber nicht etwas Einfaches verstehen, denn Drahtseile sind sehr verwickelte Bauteile, die der Berechnung schwer zugänglich sind. Während man im allgemeinen bei den Maschinenteilen als Bedingung ihrer Brauchbarkeit eine vieljährige Lebensdauer stellt, zeigen Drahtseile eine oft überraschend kurze Lebensdauer. Die Frage nach der «wirtschaftlichsten» Lebensdauer soll hier nicht berührt werden; sie ist sicher noch nicht erreicht, denn das Ziel der Drahtseilforschung ist eine Erhöhung der Lebensdauer. Bei nicht zufriedenstellender Lebensdauer ist der Verbraucher leicht geneigt, die Schuld beim Hersteller zu suchen. Werkstoff- oder Verarbeitungsfehler sind aber nur selten für das Versagen eines Seiles verantwortlich. Die Ursache liegt (ähnlich wie bei den Wälzlagern) fast immer in der ungeeigneten Anwendung.

Die Betriebsbeanspruchungen sind immer so, dass das unter der Wirkung einer Zugkraft gespannte Seil mehr oder weniger oft gebogen und wieder gerade gestreckt wird. Neben diesen Zug- und Biegebeanspruchungen treten im Betrieb noch andere Faktoren auf, die von der Kraftangriffsstelle (Befestigung, Ablenkung, usw.) herrühren, also ausserhalb der Seilkonstruktion liegen, und — wie die Erfahrung zeigt — die Lebensdauer oft ausschlaggebend beeinflussen.

Die Zugspannung σ_z wird so ermittelt, als ob das Seil aus einem Bündel paralleler, genau gleich belasteter Drähte bestehen würde, die sich gegenseitig nicht beeinflussen:

$$\frac{\pi}{4} \delta^2 \cdot i \sigma_z = P$$

worin P die Zugkraft in kg, δ der Drahtdurchmesser in mm und i die Anzahl Drähte im Seil bedeuten.

Solange wir genügend fern von der Angriffsstelle der Kraft P entfernt sind (Prinzip von de St. Venant), von der Drahtreibung und von der Elastizität des Seilkernes absehen, wird die Dehnung und damit die Zugspannung vor allem von der verschiedenen Neigung der Drähte zur Seilaxe abhängen, also verschieden gross sein. Da die genannten, einschränkenden Bedingungen aber nicht vernachlässigt werden dürfen, stösst die Berechnung der wirklich auftretenden Zugspannungen auf fast unüberwindliche Schwierigkeiten.

Die Biegespannung eines einzelnen Drahtes folgt — solange das Hooke'sche Gesetz gültig bleibt — aus der Gleichung der elastischen Linie:

$$1/\rho = M/JE \text{ (gültig für nicht zu starke Krümmungen)}$$

und aus der Biegegleichung: $\sigma_b = \frac{M}{J} \frac{\delta}{2}$ zu

$$\sigma_b = \frac{\delta}{D} E \text{ kg/mm}^2 \dots \dots \dots (1)$$

D = mittlerer Durchmesser der Rolle. Die Biegespannungen sind sehr gross: für $\delta = 1$ mm, $E = 22000$ kg/mm², $D = 220$, bzw. 440 mm wird $\sigma_b = 100$, bzw. 50 kg/mm²! Die Gleichung (1) ist aber sicher richtig, denn die Versuche zeigen, dass einzelne Drähte mit verschiedenem Durchmesser für ein bestimmtes Material und einen bestimmten Wert von σ_z und δ/D unter sonst gleichen Betriebsbedingungen eine eindeutige Lebensdauer haben (Abb. 1).

Die Biegespannungen aus einem aus vielen Drähten zusammengesetzten Seil werden nun ebenfalls nach Gl. (1) berechnet, indem das Seil wieder als Bündel reibungsfrei nebeneinander liegender gerader Drähte betrachtet wird; man nimmt also an, dass die einzelnen Drähte aufeinander frei gleiten können. Die Gesamtspannung in einem gebogenen Seil ist also (nach Reuleaux, 1861):

$$\sigma_t = \sigma_z + \sigma_b = \frac{P}{\frac{\pi}{4} \delta^2 i} + \frac{\delta}{D} E \dots \dots \dots (2)$$

C. von Bach hat 1881 die Richtigkeit dieser Gleichung bestritten und zwar auf Grund folgender Ueberlegungen: «Wenn ein im Betrieb bewährtes Seil nach dieser Gleichung berechnet wird, so ergeben sich Spannungen bis zu 3000 kg/cm². Solche Spannungen, die dazu noch oft wechseln, könnte das Seil auf die Dauer nicht ertragen, ergo muss die wirkliche Beanspruchung kleiner sein als die berechnete». — Die Gleichung von Reuleaux weiche deshalb so stark von der Wirklichkeit ab (sagte C. von Bach), weil die Schraubenform dabei nicht berücksichtigt sei. Er führte dementsprechend einen Berichtigungsfaktor β ein und schreibt

$$\sigma_t = \frac{P}{\frac{\pi}{4} \delta^2 i} + \beta \frac{\delta}{D} E \dots \dots \dots (3)$$

mit $\beta = 3/8$ für Transmissionseile und $\beta = 1/4$ für die besonders biegsamen Kran- und Aufzugseile.

Der Streit um die richtige Berechnung der Drahtseile hat lange gedauert. Prof. Benoit (Karlsruhe) hat einzelne Phasen dieses «Drahtseilkrieges» in seinem Buch «Die Drahtseilfrage» erzählt. Heute ist diese Streitfrage wohl eindeutig zu Gunsten der Gleichung von Reuleaux entschieden.

Durch eine mathematische Untersuchung kann leicht nachgewiesen werden, dass ein verseilter Draht beim Biegen sich noch etwas stärker krümmt als ein gerader und deshalb auch eine etwas (rd. 3 %) grössere Biegespannung erleidet. Schon die einfachen Versuche von Isaachsen (1907) und eindringlicher die ausgedehnten Versuche von Prof. Benoit zeigen, dass — entgegen der Bach'schen Vermutung — ein verseilter Draht viel weniger Biegungen bis zum Bruch aushält (nur etwa den hundertsten Teil!) als ein einzelner Draht. Nur zu einem sehr geringen Teil kann diese unbestreitbare Tatsache dadurch erklärt werden, dass beim Schlagen des Seiles in den einzelnen Drähten bedeutende Vorspannungen auftreten, die oberhalb der Streckgrenze liegen und eine Verfestigung des Materials (Erhöhung der Streckgrenze, Verminderung der Dehnung) zur Folge haben, aber bei wiederholten Beanspruchungen oberhalb der Elastizitätsgrenze die Lebensdauer der Drähte verkürzen. Die Auseinandersetzungen hatten zur Folge, dass man sich viel intensiver mit den tatsächlichen Beanspruchungen in einem Seil befasste, denn auch die Gleichung von Reuleaux kann noch lange nicht alle Brucherscheinungen erklären.

So folgte z. B. aus den Untersuchungen, dass unter sonst gleichen Versuchsbedingungen, die Lebensdauerkurven der einzelnen Seile für $\sigma_t = \text{konstant}$ nicht zusammenfallen (Abb. 2, S. 94); die Lebensdauer ist verschieden, je nach der Drahtdicke und Konstruktion des Seiles (Gleich- oder Kreuzschlag). Schon aus der Tatsache, dass ein Einzeldraht bis zu 100mal soviel Biegungen bis zum Bruch aushält als der im Seilverband liegende Draht, muss man schliessen, dass beim Biegen eines Seiles noch andere, wesentliche Beanspruchungen auftreten als bei der Ableitung der Reuleaux'schen Gleichung vorausgesetzt sind.

Wird ein Bündel paralleler, unverseilter Drähte so über eine Rolle gebogen, dass die Längsverschiebung an den Enden verhindert wird, so treten natürlich viel grössere Biegespannungen auf, nämlich

$$\sigma_b = \frac{d}{D} E \text{ (d = Durchmesser des Drahtbündels).}$$

Bei einer Verseilung der Drähte zur Litze liegt jeder schrauben-

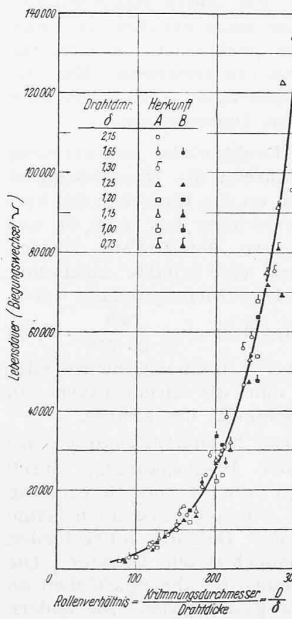


Abb. 1. Lebensdauer von Seildrähten verschiedener Dicke und Herkunft. $K_z = 130$ kg/mm², $\sigma_z = 30$ kg/mm². Die Punkte sind Mittelwerte] aus je 10 Versuchen. (Prof. Woernle, T. H. Stuttgart.)