

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 1/2 (1883)  
**Heft:** 22

**Artikel:** Die Knickungsfestigkeit der Bauhölzer  
**Autor:** Tetmajer, L.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-11141>

### **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:** 29.01.2025

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



Aus der Reihe der vorläufigen Knickungsversuche seien hier folgende angeführt:

*Fichte*, 195 Jahre alt, 1 440 m ü. M. von Graubünden. Querschnitt  $10 \times 10 = 100 \text{ cm}^2$ ; Prismenlänge = 199,4 cm. Astfreies Holz. *Bewegliche Druckplatten*; *Knickungskraft*:  $P = 29,0 \text{ tn}$ . Durchbiegung nach Süden und oben; grösste Durchbiegung 66 cm von einem Prismenende.

*Fichte*, 195 Jahre alt, etc. etc. (aus dem gleichen Stamm wie vorher). Querschnitt  $10,1 \times 9,7 \text{ cm} = 98,0 \text{ cm}^2$ ; Prismenlänge 199,8 cm. Astknotig. *Feste Druckplatten*; *Knickungskraft*:  $P = 29,0 \text{ tn}$ . Geringe Durchbiegung; Ineinanderpressen der Fasern in der Nähe eines grössern Astknotens.

*Fichte von Bergün.*

Querschnitt  $9,9 \times 9,5 \text{ cm} = 94,0 \text{ cm}^2$ ; Prismenlänge = 199,0 cm. Schwach astknotig. *Bewegliche Druckplatten*; *Knickungskraft*  $P = 32,0 \text{ tn}$ . Schwache Durchbiegung; 20 cm von einem Prismenende findet Ineinanderpressen der Fasern bei einem Astknoten statt.

*Fichte von Bergün.*

Querschnitt  $10 \times 9,5 \text{ cm} = 95,0 \text{ cm}^2$ ; Prismenlänge = 198,5 cm. Schwach astknotig. *Feste Druckplatten*; *Knickungskraft*  $P = 33,5 \text{ tn}$ . Schwache Durchbiegung; 1,20 von einem Prismenende findet Ineinanderschieben der Fasern bei einem Astknoten statt.

*Fichte von Klosters.*

Querschnitt  $10 \times 10 \text{ cm} = 100 \text{ cm}^2$ ; Prismenlänge = 130 cm. Mit kleinen Astknoten versehen. *Bewegliche Druckplatten*; *Knickungskraft*  $P = 33,5 \text{ tn}$ . Keine Durchbiegung; 26 cm von einem Prismenende tritt Ineinanderschieben der Fasern auf.

*Fichte von Klosters.*

Querschnitt  $10 \times 10 \text{ cm} = 100 \text{ cm}^2$ ; Prismenlänge = 130 cm; wie vorhin. *Feste Druckplatten*; *Knickungskraft*  $P = 35,5 \text{ tn}$ . Schwache Durchbiegung; Ineinanderpressen der Fasern an mehreren Stellen u. s. w.

Die vorstehend angeführten Resultate, welche durch eine Reihe weiterer Ergebnisse ähnlicher Art ergänzt werden könnten, waren Ursache, dass sämtliche protocollirten Knickversuche mit festen Druckplatten durchgeführt wurden; d. h. nachdem die Prüfungsobjecte in die Maschine gehängt, je auf 5 tn belastet, die Stellschrauben der Druckplatten derart angezogen wurden, dass eine Verstellung der Platten ausgeschlossen blieb, erfolgte die allmähig bis zum Bruch gesteigerte Belastung.

Die gewonnenen Resultate lassen sich durch Fixirung der Druckplatten ohne Weiteres auf den Fall mit unwandelbar geklemmter Tangente (eingemauerte Pfostenende) nicht übertragen; sie entsprechen vielmehr den tatsächlichen Verhältnissen, unter welchen die meisten correct gelagerten Streben unserer Holzconstruktionen arbeiten.

Dass der Einfluss der Lagerungsverhältnisse durch die Materialbeschaffenheit fast völlig verdeckt wird, bestätigt ferner die Uebereinstimmung der Knickungscoefficienten  $\eta$  der Rankine'schen Formel:

$$\beta_k = \beta_d \frac{1}{1 + \eta \frac{l^2}{K^2}} = \beta_d \frac{1}{1 + \eta \frac{Fl^2}{J}} = \frac{\beta_d}{n}$$

welche aus *Bauschinger's* und unsern Versuchen resultiren.

Folgende Tabelle gibt eine Zusammenstellung der *Bauschinger'schen* Versuche:

Nr.	Dimensionen der Balken.			Knickgs.-Coeff.
	Breite	Dicke,	Länge.	$\eta$
12	11,5 cm,	11,5 cm,	2,4 m	0,000045
14	11,7 "	11,9 "	2,5 "	0,000022
15	12,0 "	12,2 "	2,5 "	0,000076
18	11,85 "	11,9 "	2,2 "	0,000048
19	11,6 "	11,9 "	2,0 "	0,000052
21	12,0 "	12,0 "	2,2 "	0,000119
23	15,0 "	15,0 "	2,0 "	0,000060

Sa. = 0,000422

Mittel = 0,000060

Im Mittel aus 29 Versuchen finden wir  $\eta = 0,000068$

Gewöhnlich wird der Knickungscoefficient  $\eta$  für variable Verhältnisse der Balkenlängen und Querschnittabmessungen als *constant* angesehen und es gründen hierauf manche recht hübsche Rechnungsverfahren. Unsere Versuchsergebnisse weisen des bestimmtesten auf die Unzulässigkeit dieser Annahme und wenn schon die Ergebnisse der einzelnen Serien mitunter überraschende Unregelmässigkeiten zeigen, so springt doch bei der summarischen Behandlung des Knickungsproblems die Thatsache hervor, dass:

1. die *Druckfestigkeit* mit wachsender Länge der Balken sich mehr oder weniger sprunghaft ändert;

2. die *Knickungsgefahr* bei Balkenlängen gleich der 5 bis 10 fachen, schätzungsweise der 8 fachen Querschnittsbreite beginnt;

3. die *Abnahme der Druckfestigkeit* bei Balkenlängen von 10 bis 20 facher Querschnittsbreite unerheblich jedoch fast stetig wächst, d. h. dass der Lauf des Coefficienten  $n$  in obiger Knickungsformel durch eine Gerade dargestellt werden kann.

Zur Darlegung dieser Verhältnisse wurde beifolgende Tafel angefertigt; sie enthält die spec. Druckkräfte  $\beta$  der Weiss- und Rothtanne, der Föhre, Lärche, Eiche und Buche für Balken von gut übereinstimmenden Querschnittsabmessungen und 10, 50, 150 und 200 cm Länge. (Die fraglichen Querschnitte sind nahezu quadratisch mit 9,6 bis 10,0 Kantenlänge.) Wie bereits erwähnt, wurden sämtliche Versuchsprismen einer Serie aus reifem Holz des zu Bauzwecken tauglichen Theiles des Stammes seitlich dem Centrum entnommen.

Die Assisen der Fig. auf gen. Tafel stellen im Massstabe 1 : 20 die Balkenlängen, die Ordinaten im Masstab 1 mm = 0,004 tn pro  $\text{cm}^2$ , die spec. Druckfestigkeiten  $\beta_d$  und  $\beta_k$  dar, bei welchen, sei es unter Biegungserscheinungen, oder ohne diese die Zerstörung der Cohäsion des Materials eintrat. Die der gleichen Versuchsserie angehörigen Werthe tragen die gleichen Nummern und erscheinen durch continuirliche Linienzüge verbunden. Die Mittelwerthe der  $\beta$  für die gleichen Balkenlängen sind durch schwarze Punkte dargestellt; sie waren die leitenden Elemente beim Eintragen der strichpunctirten, resp. gestrichelten, kräftig ausgezogenen Linienzüge, welche den Verlauf der wahrscheinlichen Mittelwerthe der spec. Druckfestigkeiten  $\beta$  vorstellen und jene Werthe  $\beta_d$  und  $\beta_k$  heraus schneiden, mittelst deren die unterschiedlichen mittleren Knickungs- und Abminderungscoefficienten  $\eta$  und  $n$  berechnet wurden.

Der Rechnung lag Fall für Fall der mittlere Werth der Querschnittsflächen  $F$  und der Trägheitsmomente  $J$  der Balken gleicher Länge zu Grunde. Die Ergebnisse der Rechnung enthält nun folgende Zusammenstellung:

Holz-gattung	Mittel aus:	Balkenlänge 10 fache		15 fache		20 fache Querschnittsbreite	
		Knick.-Coefficient $\eta$	Abmind.-Coefficient $n$	Knick.-Coefficient $\eta$	Abmind.-Coefficient $n$	Knick.-Coefficient $\eta$	Abmind.-Coefficient $n$
Weisstanne	9	0,000239	1,29	0,000109	1,29	0,000063	1,30
Rothtanne	11	0,000224	1,27	0,000117	1,32	0,000077	1,38
Föhre	2	0,000194	1,23	0,000089	1,23	0,000051	1,24
Lärche	5	0,000246	1,29	0,000124	1,33	0,000079	1,38
Eiche	2	0,000257	1,30	0,000113	1,32	0,000072	1,33
Summa:		0,001160	6,38	0,000552	6,49	0,000342	6,63
Mittel:		0,000232	1,27	0,000110	1,30	0,000068	1,32

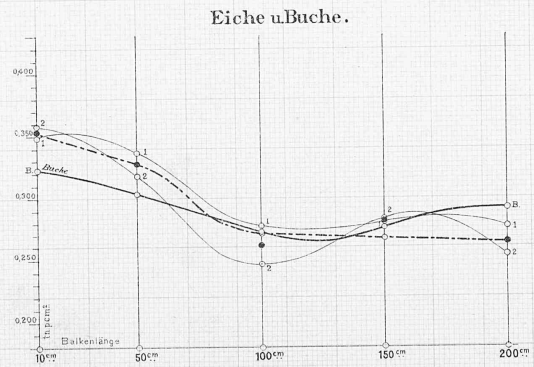
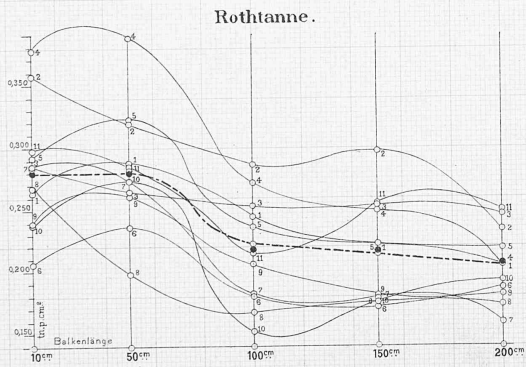
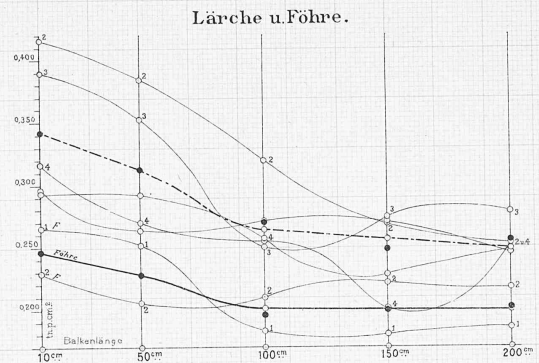
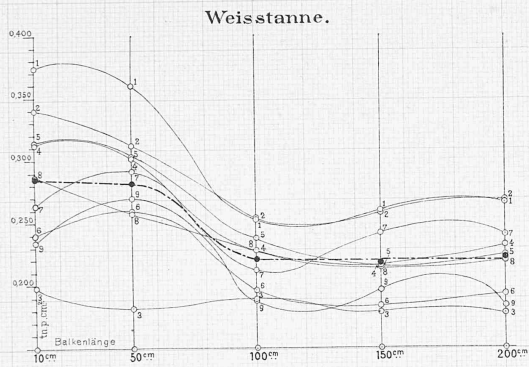
Vorstehende Zusammenstellung spricht nun klar das Abhängigkeitsverhältniss des Knickungscoefficienten mit wachsender Balkenlänge aus und weist den Weg, welcher bei Dimensionirung rückwirkend beanspruchter Theile unserer Holzconstruktionen zu betreten ist. Es wird sich empfehlen in allen Fällen, wo quadratisches Holz Verwendung findet, direct die Abminderungscoefficienten  $n$  zu benützen; bei Rund- und rechteckigem Holz wird die Feststellung einer angenäherten Querschnittsfläche unter Zugrundelegung des



Zur Frage der Knickungsfestigkeit der Bauhölzer

v. Prof. I. Tetmajer in Zürich.

ZUSAMMENSTELLUNG DER RESULTATE  
DER KNICKUNGSPROBEN.



Abscissen = Balken in cm.  
Massstab 1m.m = 2cm.

Ordinaten = Druckmodul  $\text{tn.pro cm}^2$   
Massstab 1m.m = 0,004  $\text{tn.pro cm}^2$

Seite / page

142(3)

leer / vide /  
blank

Abminderungscoefficienten  $n$  erfolgen und eine Controle der Zulässigkeit des erwählten Festigkeitscoefficienten nach der Gleichung

$$Q_k = \frac{Q_d}{1 + \eta \frac{l^2}{k^2}} = \frac{Q_d}{1 + \eta \frac{Fl^2}{J}}$$

auszuführen sein, worin

- $Q_d$  die, einer bestimmten Holzsorte entsprechende, zulässige Inanspruchnahme auf Druck,
- $k$  den kleinsten Trägheitshalbmesser, — also
- $J$  das kleinste Trägheitsmoment des Querschnitts, bezüglich seiner Schwerpunctaxe, bedeutet.

Miscellanea.

**Druckschriftensendungen an die Mitglieder der schweiz. Bundesversammlung** müssen, laut einer wiederholten Bekanntmachung der Bundeskanzlei, in einer Auflage von 250 Exemplaren und da, wo der deutsche und französische Text existirt, in einer solchen von 250 deutschen und 150 französischen Exemplaren versandt werden. Zur Vertheilung bedient man sich am besten der Vermittelung des Secretariates der Bundeskanzlei.

**Bautechniker als Attachés bei diplomatischen Vertretungen.** Die preussische Regierung hat schon vor längerer Zeit die nützliche Einrichtung getroffen, den diplomatischen Vertretungen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika und Frankreich, Techniker zuzutheilen, welche über die auf dem Gebiete des Hochbaues, Wasser- und Eisenbahnbaues gemachten Erfahrungen fortlaufend Bericht zu erstatten haben. Diese Einrichtung, welche sich vorzüglich bewährt, wird nun auch auf England ausgedehnt und es ist zu diesem Zwecke der Credit von 30 000 auf 45 000 Mark erhöht worden.

**Zum Betrieb der preussischen Staatsbahnen.** Die preussischen Staatsbahnen lieferten im letzten Jahre bei einer Gesamteinnahme von 395 Millionen Mark, einen Ueberschuss von 26 Millionen Mark. Die Verstaatlichung der preussischen Eisenbahnen hat also nicht die schlimmen Früchte getragen, die man ihr seiner Zeit vorausgesagt hat. Im Gegentheil ist damit der Beweis geleistet worden, dass der Staat zum Mindesten ein ebenso guter Administrator sein kann, als eine Gesellschaft von Privaten. Dies zeigt sich auch in der intelligenten und fortschrittlich gesinnten Oberleitung der preussischen Staatsbahnen, welche nichts verabsäumt, um sich die neuesten Errungenschaften im Eisenbahnbetrieb anzueignen. So ist beispielsweise im Etat für 1884/85 eine Summe von 500 000 Mark ausgeworfen, um die Gasbeleuchtung der Personenwagen im grösseren Umfang einzuführen, nachdem sich herausgestellt hat, dass dieselbe in fast allen Beziehungen der bisherigen Beleuchtungsart vorzuziehen ist. Im Ferneren wurden zur Herstellung von Central-Weichen und Signal-Apparaten 800 000 Mark, zur Durchführung continuirlicher Bremsen 600 000 Mark, und endlich für electriche Contact-Apparate 200 000 Mark ausgesetzt, nachdem in den letzten Jahren für solche Sicherheitsvorrichtungen bereits erhebliche Beträge verausgabt worden waren. So z. B. sind für die Central-Weichen und Signal-Apparate im Ganzen schon 2 700 000 Mark verwendet worden. Die Ausgabe für continuirliche Bremsen zweier Systeme\*) wird dadurch motivirt, „dass nach den Ergebnissen ausgestellter Versuche diese Bremsen eine *erhebliche Erhöhung der Sicherheit* des Betriebes und gleichzeitig eine *Ersparniss* an Bremspersonal mit sich brächten. Ueber die electriche Contact-Apparate sagen die Motive: „Bei den im Anfang des Jahres 1883 stattgehabten Berathungen über die Mittel zur weiteren Erhöhung der Sicherheit des Bahn-Betriebes ist eine zuverlässige Controle der Fahrgeschwindigkeit der Züge als dringend wünschenswerth anerkannt und hierfür auf Grund der angestellten ausgedehnten Versuche die möglichst baldige Einführung electriche Contact-Apparate um so mehr empfohlen worden, als durch dieselben zugleich die Möglichkeit geboten wird, von den Stationen aus zu erkennen, an welchem Punkte der freien Strecke ein Zug sich befindet und ob etwa ein Zug auf der Bahn liegen geblieben ist. Mit der Einführung derartiger Apparate soll zunächst auf den Strecken mit ungünstigen Steigungs-Verhältnissen im nächsten Jahr in grösserem Umfange vorgegangen werden.“

**Untergang eines Dampfschiffes auf dem Genfersee.** Am 23. Nov., Abends 5 1/2 Uhr, fand zwischen Ouchy und Evian ein Zusammenstoss der Raddampfer „Rhône“ und „Schwan“ statt, wobei der Bug des „Schwan“ fast senkrecht in das Backbord der „Rhône“ eindrang. Beide

\*) Für Hauptlinien das System Carpenter, für Nebenbahnen die Heberlein'sche Bremse.

Schiffe waren wegen des schlechten stürmischen Wetters von ihrem Curs abgewichen und es scheint nach der Schilderung des Augenzeugen Herrn de Constant der Zusammenstoss durch eine im letzten Moment ausgeführte Wendung des „Schwan“ veranlasst worden zu sein. Der „Schwan“ hielt die von ihm buchstäblich angespiesste „Rhône“ einige Minuten über Wasser, während welcher kurzen Zeit sich einige Passagiere des letzteren Dampfers durch Hinübersteigen auf den ersteren retten konnten. Sobald jedoch der „Schwan“ durch Rückwärtsfahren sich von der „Rhône“ losmachte drang das Wasser mit Macht durch die verursachte Oeffnung in die zweite Cajüte der „Rhône“ ein und das Schiff sank sofort. Auch der „Schwan“ hatte eine starke Beschädigung des Vordertheils erlitten und konnte nur mit Mühe den Hafen von Ouchy erreichen. Bei dem Zusammenstoss sind 15 Menschen umgekommen. Gegen den Steuermann des „Schwan“ ist die Untersuchung eingeleitet. Die in einer Tiefe von 240 m liegende untergegangene „Rhône“ wurde im Jahre 1856 von Escher Wyss & Co. in Zürich gebaut; sie war 41,2 m lang, 4,72 m breit und hatte einen Tiefgang von 1,2 m. Sie konnte 400 Personen fassen und ihre Maschine hatte eine Stärke von 45 Pferden.

**λ. Le nouveau pont de Szegedin** construit par la Maison G. Eiffel de Paris vient d'être livré à la circulation après avoir subi avec un plein succès toutes les épreuves de surcharges pour lesquelles il était calculé.

La composition de l'ouvrage et ses dimensions principales sont données dans le tableau suivant.

		m	m
Viaduc d'accès du côté Szegedin	Rampe en maçonnerie	119,10	201,55
	Viaduc métallique, 4 travées de 11,15 m	47,00	
	Arrière-culée	17,45	
	Avant-culée	18,00	
Pont proprement dit	1 <sup>ère</sup> travée (Flèche 8,88 m)	110,00	375,00
	1 <sup>ère</sup> pile	6,00	
	2 <sup>me</sup> travée (Flèche 8,88 m)	97,00	
	2 <sup>me</sup> pile	5,00	
	3 <sup>me</sup> travée (Flèche 6,90 m)	86,00	
	3 <sup>me</sup> pile	5,00	
	4 <sup>me</sup> travée (Flèche 5,30 m)	66,00	
Viaduc d'accès côté Usszeged	Avant-culée	9,20	29,80
	Travée métallique	8,00	
	Arrière-culée	12,60	
Longueur totale de l'ouvrage		606,35	

La largeur de la voie sur le pont est de 7,00 m, celle de chacun des trottoirs est de 2,00 m ce qui donne une largeur totale de 11,00 m. — La voie est constituée par un pavage en bois reposant sur 2 épaisseurs de planches croisées et portées par des pièces de bois presque pointives. — Chacune des 4 grandes travées est franchie au moyen de 4 arcs rigides à treillis avec 2 articulations sur les appuis. Dans les 2 premières travées de 110 et de 97 m les arcs sont à parois doubles, tandis que dans les 2 autres elles sont simples. — L'écartement des arcs est de 2,75 m, il est le même dans toutes les travées. — Les charges sont portées par les arcs au moyen de montants espaces d'environ trois m.

Les poids du métal dans les différentes travées sont environ les suivants.

Travées de	110 m	97 m	86 m	66 m
Tabliers	510 000 kg	400 000 kg	325 000 kg	210 000 kg
Appuis	45 000 kg	36 000 kg	34 000 kg	21 000 kg
Total	555 000 kg	436 000 kg	359 000 kg	231 000 kg
Poids au mètre courant	5050 kg	4500 kg	4150 kg	3500 kg.

Le projet d'exécution et les calculs ont été faits dans les bureaux de la Maison G. Eiffel sous la direction de Monsieur Maurice Kachlin, ancien élève de l'école de Zurich. — Les efforts dans les différentes pièces qui constituent les arcs ont été déterminés par des méthodes graphiques en tenant compte des charges défavorables. — La hauteur des arcs est plus faible à la clef que vers les naissances pour diminuer l'influence des variations de température sur le travail des pièces; mais cette hauteur est encore bien suffisante pour assurer aux arcs toute la raideur qu'exigent les surcharges partielles. — Le grand surbaissment des arcs, leur forme élégante et leur étonnante légèreté font de ce pont un des plus beaux et des plus hardis qui aient été construits jusqu'à ce jour.

**Arberg.** Die oesterreichischen Fachjournale enthalten einlässliche Beschreibungen des am 19. November stattgehabten Durchschlagsfestes, welches sich zu einer erhebenden, der Bedeutung des Ereignisses wür-