

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 75/76 (1920)
Heft: 18

Artikel: Zur Festigkeitslehre
Autor: Potterat, L.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-36543>

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.](#)

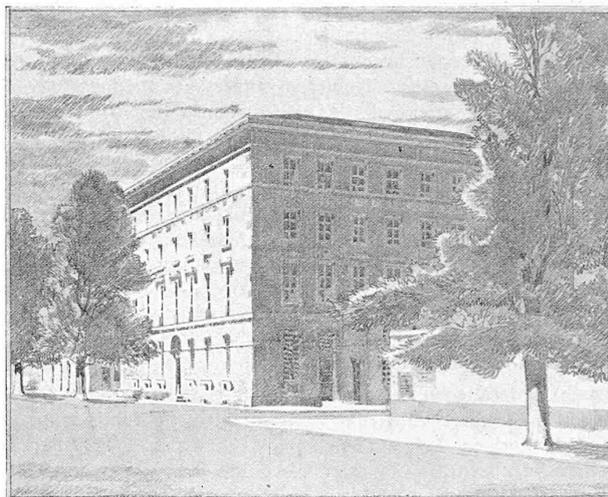
Download PDF: 01.04.2025

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

Es entbehrt auch nicht einer gewissen Komik, wenn Herr Prof. Potterat vor den Türen Anderer kehren zu müssen glaubt, indem er ihnen vorhält, „man ziehe es vor, die gemachten Annahmen als Axiome zu betrachten“ usw., in einem Falle, wo in Wirklichkeit gerade „man“ nach einem streng wissenschaftlichen Verfahren vorgeht, von dessen Richtigkeit „man“ sich überzeugt hat, während Herr Prof. Potterat die ganz unmögliche und un begründete Annahme, dass die neutrale Axe durch den Punkt B seiner Abbildung 1 gehe, an ihre Stelle setzen möchte und ausserdem seinerseits geneigt scheint, die fragwürdigsten Meldungen über Versuchsergebnisse als Axiome zu betrachten, um damit einen Angriff gegen einwandfreie und genau nachprüfbar mathematische Ableitungen zu unternehmen.

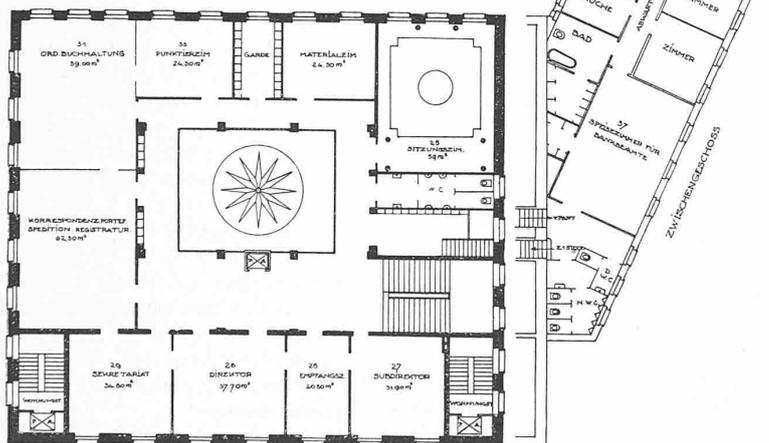
Die schlechte Uebereinstimmung zwischen den von Herrn Prof. Potterat mehrfach zitierten Bach'schen Biegungsversuchen mit \square -Eisen und dem üblichen Rechnungsverfahren sind nämlich durchaus nicht auf einen Mangel der letztgenannten zurückzuführen, wie Herr Prof. Potterat annimmt, sondern auf die unsachgemässe Versuchsanordnung und auf die bei Auswertung der Ablesungen gemachten fragwürdigen Annahmen. Wer die Beschreibung dieser Versuche aufmerksam und mit der nötigen Fachkenntnis durchliest, wird sich kaum wundern, dass dabei keine bessere Uebereinstimmung mit der Rechnung gefunden wurde. Die Ergebnisse lassen sich auch gar nicht nachprüfen, weil die Beanspruchungen lediglich aus den Durchbiegungen gefolgert wurden und nirgends angegeben ist, wo sich die beobachteten Marken befanden, sodass sich nicht feststellen lässt, inwieweit ihre Bewegungen durch die Verdrehung des Trägers, durch das Ausknicken des Druckflansches, durch Ausbiegungen und senkrechte Druckbeanspruchungen des Steges usw. mit beeinflusst war. Jedenfalls waren bedeutende Drehungsbeanspruchungen vorhanden, denn das auch von Prof. Potterat

Wettbewerb Schweizer. Nationalbank Luzern.
IV. Rang, „Ein Bagedanke“. — Arch. Klauser & Streit in Bern.

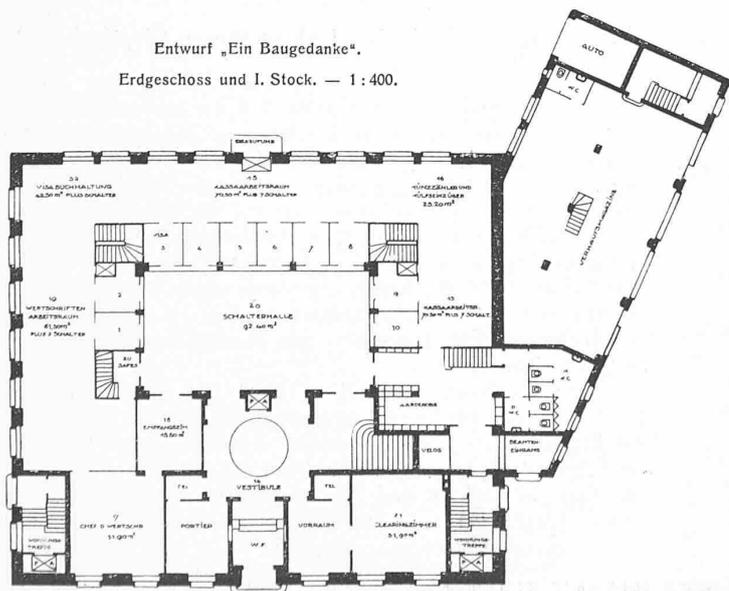


zitierte Auffinden von Punkten mit $\sigma = 0$ in den Flanschen ist nur durch Drehungsbeanspruchung zu erklären. Ein solcher Träger kann je nach der Stellung der Last im Querschnitt rechts oder links herum auf Drehung beansprucht sein und dazwischen muss es eine Laststellung geben, bei der sich der Träger weder nach rechts noch nach links verdreht, bei der also die Flanschen weder nach rechts noch nach links ausbiegen.

Das ist nur möglich, wenn die Biegungsspannungen gleichmässig über die ganze Flanschbreite verteilt sind, weil eine ungleichmässige Verteilung sofort eine verhältnissmässig starke Ausbiegung zur Folge hätte. Diesen Fall nimmt die übliche Biegungsberechnung an, nach der die Biegungsspannung in irgend einem Punkt (y, z) des Querschnittes $\sigma = \frac{M}{J} y$ und die Schubspannung $\tau = \frac{Q S}{J d}$ ist, woraus sich im Steg die Schubkräfte $\tau \cdot d \cdot dh = \frac{Q S}{J} dh$ und in den Flanschen $\tau \cdot d \cdot db = \frac{Q S}{J} db$ ergeben, die nach Lage und Richtung in die Mittellinie der Eisenstärke fallen. Ihre Resultierende ist die Querkraft und liegt auf der Rückseite des Steges und zwar für jedes \square -Profil in einer ganz bestimmten Ebene, die sich zeichnerisch durch ein Kraft- und Seileck aus $\tau \cdot d \cdot dh$ und $\tau \cdot d \cdot db$, oder, da $\frac{Q}{S}$ für den ganzen Querschnitt unveränderlich ist, aus den Werten $S \cdot dh$ und $S \cdot db$ bestimmen lässt, sofern diese als in der Mittellinie der Eisenstärke wirkende Kräfte angenommen werden. Sobald die Belastung in dieser Ebene angreift, ist der Träger genau so auf Biegung (und Schub) beansprucht, wie die normale Biegungsberechnung es ergibt. Liegen die Lasten aber in einer andern Parallelebene, dann kommt ein Drehmoment hinzu, das in \square -förmigen Querschnitten ausser Schubspannungen stets auch Längsspannungen erzeugt. Praktisch liegt die Sache so, dass die \square -Eisen fast immer mit andern Bauwerkteilen, z. B. Sparren, derart verbunden sind, dass ihre Verdrehung verhindert wird und die Querkräfte und damit die Belastung sich selbsttätig in jene Ebene einstellen, die der drehungslosen Biegungsbeanspruchung und damit der üblichen Berechnung entspricht.



Entwurf „Ein Bagedanke“.
Erdgeschoss und I. Stock. — 1:400.



Ausserdem griffen bei den Versuchsbalken die Lasten konzentriert nur am oberen und die Auflagerdrücke nur am untern Flansch an, mussten also zunächst durch sekundäre, senkrecht zur Trägeraxe gerichtete Druck- und Biegungsbeanspruchungen über den Trägerquerschnitt verteilt werden, wodurch sehr starke Formänderungen und baldige Ueberschreitungen der Streckgrenze eintreten konnten, da die Quer-

schnitte, in denen die Lasten und Auflagerdrücke angriffen, in keiner Weise ausgesteift waren. Bei der Auswertung der Versuchsablesungen wurden aber scheinbar alle diese Einflüsse vernachlässigt und die ganze beobachtete Bewegung der Messmarken lediglich der Biegungsbeanspruchung in die Schuhe geschoben.

Die ungünstigen Ergebnisse der Bach'schen Versuche lassen deshalb nicht auf eine allgemeine verminderte Biegefestigkeit der \square -Eisen schliessen, wie das von manchen Seiten irrtümlicherweise geschehen ist. Sie zeigen höchstens, dass in solchen besonderen und praktisch kaum vorkommenden Fällen, wo ausser Biegung noch verschiedenes andere hinzukommt, die Tragfähigkeit geringer sein kann, was den meisten Eisenkonstruktoren wohl ohnehin klar sein dürfte, und sie zeigen ferner, dass Mitteilungen über Versuchsergebnisse oft mit ebensoviel Vorsicht zu geniessen sind wie Rechnungsergebnisse, selbst wenn sie den Namen eines berühmten Mannes tragen und in seinem weitverbreiteten Buche mehrere Seiten füllen. Bezeichnenderweise ist auch die in der Versuchsbeschreibung angekündigte eingehendere Veröffentlichung dieser Versuche unterblieben, woraus sich vermuten lässt, dass man nachträglich in Stuttgart selbst der Sache nicht mehr richtig traute.

Im übrigen sei auf meine im „Eisenbau“ 1920 (Nr. 15) erschienene Zuschrift verwiesen, die durch eine von anderer Seite erfolgte ähnliche Zitierung der genannten Versuche veranlasst war.“
Schaffhausen, den 5. Oktober 1920. A. Eggenschwyler.

*

Hierauf schreibt uns Prof. L. Poterat:

„An die Redaktion der „Schweizerischen Bauzeitung“ Zürich.

Meine Ausführungen über Festigkeitslehre in Nr. 13 der „S. B. Z.“ scheinen Herrn A. Eggenschwyler sehr aufgebracht zu haben, was einem erst begreiflich wird, wenn man erfährt, dass sich derselbe eigentlich die Leugnung der geringen Biegefestigkeit des \square -Eisens zur Aufgabe gestellt hat (siehe die von ihm zitierte Zuschrift im „Eisenbau“ 1920, Nr. 15).

Für Herrn A. Eggenschwyler ist die Gültigkeit der Annahme eben bleibender Querschnitte „nicht im geringsten davon abhängig, ob der Querschnitt symmetrisch oder unsymmetrisch sei oder ob die Krafttrichtung in die Symmetrieaxe falle oder nicht.“ Das nenne ich ein klares Glaubensbekenntnis an die Unfehlbarkeit der Bernoulli'schen Annahme! Herr A. Eggenschwyler wird somit nichts dagegen einzuwenden haben, wenn ich künftighin seinen Namen an Stelle des sonst von mir gebrauchten, aber von ihm verpönten, unbestimmten „man“ verwende.

Ich habe behauptet, dass bei Festigkeitsberechnungen eine gegebene Belastung nicht durch ihre Resultierende ersetzt werden kann, ohne dass ihre Wirkung mehr oder weniger geändert wird. Als ein sofort ins Auge springendes und allgemein bekanntes Beispiel dafür nannte ich das Fachwerk mit vertikalen Pfosten, was aber Herrn A. Eggenschwyler nicht zu passen scheint. Ich hätte wohl als zugehöriges Beispiel besser auf die von ihm vorgeschlagene Versuchsmethode für \square -Eisen (siehe die bereits zitierte Zuschrift im „Eisenbau“) verweisen sollen. Dort sagt er nämlich, dass man beim Biegungsversuch vermutlich andere Werte erhält, wenn das \square -Eisen durch eine in der Schwerpunktsvertikalen angebrachte Kraft belastet wird, als wenn man es durch zwei vertikale Seitenkräfte, deren Resultierende genau in den Schwerpunkt fällt, belastet. Das stimmt doch vollständig mit meiner Behauptung überein. Und heute sieht es so aus, als ob Herr A. Eggenschwyler dies als unrichtig betrachte. Das dürfte aber in Wirklichkeit kaum der Fall sein; seine Auslassungen über „die Begriffsverwirrung der Poterat'schen Ausführungen“ müssen daher eher einem Anfall schlechter Laune zur Last geschrieben werden.

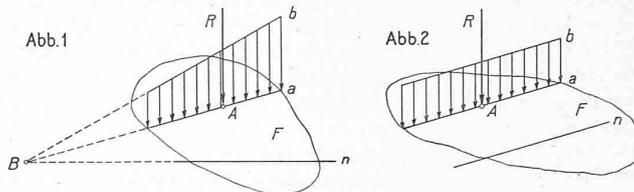
Bei Biegung mit Axialdruck glaubt Herr Eggenschwyler, es sei „widersinnig“, dass bei der Veränderung des von a und b (in Abb. 1) eingeschlossenen Winkels — das ist also bei Veränderung der Belastung — und bei Drehung des Kräftesystems die neutrale Axe sich auch drehe und die Querschnittsspannungen sich verändern. Er glaubt daher auch, dass man „jedes beliebige Ergebnis ausrechnen kann.“

Davon ist natürlich keine Rede: es wird nur das dem betreffenden Kräftesystem (Grösse des Winkels zwischen a und b) und dessen Lage zugehörige Ergebnis herauskommen.

Bei der Theorie des Herrn A. Eggenschwyler dagegen, die auf der Allgemeingültigkeit der Bernoulli'schen Annahme fusst, ist dies allerdings nicht der Fall: wie auch das Kräftesystem sei, wie

es auch gedreht werde, solange die Resultierende keine Aenderung erfährt, kommen immer dieselbe neutrale Axe und dieselben Querschnittsspannungen heraus.

Da aber Herr A. Eggenschwyler das Kräftesystem der Abbildung 1 als „praktisch gar nicht“ vorkommend bezeichnet — selten wäre hier richtig — will ich im folgenden das praktisch wichtigere System der Abbildung 2 betrachten.



Nach der Theorie des Herrn A. Eggenschwyler wird hier die neutrale Axe durch die Antipolare des Angriffspunktes der Resultierenden in Bezug auf die Zentralellipse des Querschnittes bestimmt. Das soll, wie er sagt, „streng wissenschaftlich“ sein. Wenn das Kräftesystem gedreht wird, ohne dass die Resultierende eine Aenderung erfährt, bleiben Angriffspunkt, Antipolare und Beanspruchung des Querschnittes ohne jede Aenderung; das ist, wie er sich ausdrückt, „völlig einwandfreie, rein mathematische Ableitung“. Demnach müsste man das Kräftesystem — die Belastung des Querschnittes — auch so drehen können, bis die Belastungslinie a die neutrale Axe n schneidet. In diesem Schnittpunkt hätte man dann, direkt unter der Belastung, gar keine Spannung im Querschnitt. Die Belastung würde also hier gar nicht belasten!

Ich denke, dass damit der Beweis der Unhaltbarkeit des „streng wissenschaftlichen Verfahrens“ des Herrn A. Eggenschwyler erbracht ist. Dieser Beweis ist allerdings ein Beweis ab absurdo; ein solcher gilt aber bei den mathematischen Wissenschaften wie ein anderer.

Der Fehler des Verfahrens des Herrn A. Eggenschwyler liegt nicht in der mathematischen Ableitung, sondern in dem falschen Ansatz, auf dem sie fusst. Die Mathematik gleicht einem tadellos und kunstvoll arbeitenden Werkzeug: wenn man mit demselben aber Blei statt Gold verarbeitet, so wird nie ein Kunstwerk aus Gold herauskommen, sondern immer nur ein bleiernes. Wenn man also den Ansatz der Spannungsebene der Bernoulli'schen Annahme:

$$\sigma = ax + by + c$$

der mathematischen Ableitung zu Grunde legt, so ist dies das Blei, das nie zu Gold wird.

Damit glaube ich die Aussetzungen des Herrn A. Eggenschwyler an meinem Aufsatz widerlegt zu haben. Auf seine Theorie der Biegung des \square -Eisens und auf seine Kritik der Bach'schen Versuche einzugehen, sehe ich mich nicht veranlasst. Wie meine Ausführungen darüber ausfallen würden, mögen sich die Leser der „S. B. Z.“ aus dem Vorangegangenen ableiten.“

Zürich, den 19. Oktober 1920.

Poterat.

Neue Typen elektrischer Lokomotiven für die S. B. B.

An der Lieferung von elektrischen Lokomotiven für die Schweizerischen Bundesbahnen ist die S. A. des Ateliers de Sécheron in Genf vorderhand mit je sechs Schnellzug-Lokomotiven vom Typ 1B1 + B1 und vom Typ 1C1 beteiligt, die in den Jahren 1921 und 1922 zur Ablieferung gelangen sollen. Zur Vervollständigung unserer bisherigen Mitteilungen über die für die Elektrifizierung der Normalspurlinien der S. B. B. zur Anwendung kommenden Lokomotivtypen¹⁾ geben wir hier die wichtigsten Daten dieser Lokomotiven, deren elektrische Ausrüstung von der genannten Genfer Firma geliefert wird, während der mechanische Teil in den Werkstätten der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur hergestellt wird.

Die Schnellzug-Lokomotiven 1B1 + B1, deren Bauart aus der Typenskizze Abbildung 1 ersichtlich ist, sind zur Beförderung von Zügen von 300 t Anhängengewicht auf Rampen von 26‰ mit einer Geschwindigkeit von 50 km/h bestimmt. Mit dieser Last sollen sie innert 24 Stunden drei Hin- und Herfahrten auf der Strecke Luzern-Chiasso mit je 15 Minuten Aufenthalt an den Endstationen

¹⁾ Vergl. Band LXXI, Seite 213 (18. Mai 1918); Band LXXIII, Seite 110 (8. März 1919) und Seite 152 (29. März 1919); Band LXXIV, Seite 84 (16. Aug. 1919) und Seite 184 (11. Oktober 1919), sowie Band LXXV, Seite 229 (22. Mai 1920).