

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 115/116 (1940)
Heft: 18

Inhaltsverzeichnis

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: 20.02.2026

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

INHALT: Baustatik vor 100 Jahren - die Baustatik Naviers. — Praktische Fourier-Analyse. — Das Riesenteleskop des Mount Palomar. — Die wirtschaftliche Bedeutung der technischen Forschung für die zukünftige Friedenswirtschaft. — Ein Arzthaus in Zürich-Wollishofen. — Zur Berech-

nung von Flanschverbindungen. — Mitteilungen: Kohlen- und Erzvorkommen in der Schweiz. Eidg. Technische Hochschule. Fahrbare Notstromgruppen. Rhoneschiffahrt. — Nekrologe: Adolf Hottinger. Paul Buser. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Vortrags-Kalender.

Band 116

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. 18**Baustatik vor 100 Jahren - die Baustatik Naviers**

Von Prof. Dr. F. STÜSSI, E. T. H., Zürich¹⁾

1. Es ist eine besonders reizvolle Aufgabe, dem Stand der Baustatik im ersten Drittel des letzten Jahrhunderts nachzuspüren, weil sich gerade in jener Zeit erstmals eine typisch *baustatische Denkweise* feststellen lässt, eine besondere Art also, die Gesetze und Regeln der Mechanik auf die Bemessung von Tragwerken anzuwenden. Die ausgesprochen quantitative Problemstellung, die bei dieser Aufgabe auftritt, d. h. die Notwendigkeit, ein Problem der Mechanik hier nicht diskutierend zu ergründen, sondern unter Beachtung der gegebenen Besonderheiten des Einzelfalles numerisch zu lösen, erfordert gegenüber den Methoden der theoretischen Mechanik eine besondere Be- trachtungsweise. Vor der Zeit, die wir hier betrachten, haben eine Reihe der hervorragendsten Theoretiker der Mechanik gelebt: Galilei, Newton, Jakob Bernoulli, Euler, Leibniz, Lagrange u. a.; ihre Arbeiten hatten aber auf das Bauwesen keinen oder nur einen unweisenlichen Einfluss, weil sie sich auf zu stark idealisierte Voraussetzungen statt auf die wirklichen Eigen- schaften der Baustoffe und auf die wirklichen Arbeitsbedingungen der Tragwerke stützten und weil ihre mathematische Formu- lierung meist für den Konstrukteur unverständlich und deshalb auf den Konstruktionstisch nicht übertragbar war. Aus dieser Negierung der praktischen Bedürfnisse des Bauwesens durch die theoretischen Mechaniker ist wohl der boshaft Spruch zu erklären, den uns der englische Ingenieur Tredgold²⁾ überliefert hat: «The Stability of a building is inversely proportional to the science of the builder». Den Gegensatz zwischen Theorie und Praxis, der in diesem Spruch zum Ausdruck kommt und der auch heute noch gelegentlich als Schlagwort weiterlebt, hat vor allem ein Ingenieur zu überbrücken gesucht: *Louis Navier*.

Die Aufgabe, die sich Navier (1785 bis 1836) gestellt hat, bedeutet nichts Geringeres als die Aufstellung einer eigentlichen Baustatik. Vor Navier und auch von seinen Zeitgenossen wird der Zweck der Ersteck durch zwei Gruppen von Gleichgewichtsaufgaben umschrieben, von denen sich die erste auf das Gleichgewicht der äußeren Kräfte, die andere auf das Gleichgewicht zwischen Schnittkräften und inneren Spannungen bezieht. Wir finden diese Definition beispielsweise im Werke von P. S. Girard über die Festigkeit der Körper³⁾ und in ganz ähnlicher Form bei Tredgold⁴⁾, der die erste Gruppe unter der Bezeichnung «Stability of Position» und die zweite Gruppe mit «Stability of Resistance» zusammengefasst hat. Im Gegensatz zu dieser da- mals offenbar allgemeinen Umschreibung der Aufgabe der an- gewandten Mechanik steht Navier⁵⁾, der zwei Hauptaufgaben der angewandten Mechanik bei der Bemessung von Tragwerken zu lösen sucht, nämlich die Ermittlung der Formänderungen unter der Belastung und die Ermittlung der größten tragbaren Last oder der Bruchlast eines Tragwerkes. Beide Aufgaben be- ruhen auf Baustoffeigenschaften, die nur auf dem Versuchsweg bestimmt werden können, nämlich auf dem Elastizitätsmodul und der Bruchfestigkeit. Von allem Anfang an baut sich das Werk Naviers auf diesen beiden wirklichen Eigenschaften der Baustoffe auf. Dass hier Gleichgewichtsaufgaben vorliegen, ist offenbar für Navier so selbstverständlich, dass er in seinem Vorwort dies gar nicht besonders hervorhebt. Aus der Bruchlast kann nach Navier durch Nachrechnung bestehender Bauwerke, die sich bewährt haben, und Vergleich der dort feststellbaren vorhandenen Beanspruchungen mit den Festigkeiten der erforderliche Sicherheitsgrad oder, etwas anders ausgedrückt, die zulässige Beanspruchung für jeden Baustoff und jede Beanspruchungsart bestimmt werden. Der Gegensatz zwischen Navier und seinen Vorgängern und Zeitgenossen ist ein grundsätzlicher:

¹⁾ Nach einem Vortrag gehalten in der S. I. A.-Fachgruppe der Inge- nieure für Brückenbau und Hochbau am 18. März 1939.

²⁾ T. Tredgold (gestorben 1829, 41 Jahre alt): Practical Essay on the Strength of Cast Iron and other Metals. 3. Aufl. 1831.

³⁾ P. S. Girard: Traité analytique de la Résistance des Solides et des Solides d'égal Résistance, Paris 1798.

⁴⁾ T. Tredgold: Elementary Principles of Carpentry. 3. Aufl. bearbeitet von P. Barlow, London 1840.

⁵⁾ L. Navier: Résumé des Leçons données à l'Ecole des Ponts et Chaussées sur l'Application de la Mécanique à l'Etablissement des Constructions et des Machines, Paris 1826, 1ère Partie, 2. Aufl., 1833.

Navier stellt sich auf den Boden der Erfahrung und der durch Versuche zu bestimmenden Grundlagen einer Baustatik, während vor, und teilweise auch noch nach ihm, die Baustatik lediglich als die Theorie der Gleichgewichtsaufgaben betrachtet wurde, zu deren Lösung weder Erfahrung noch Versuche, sondern lediglich theoretische Überlegungen notwendig seien.

Navier hat in seinen beiden baustatischen Hauptwerken, dem bereits erwähnten Résumé des Leçons, und in seinem Werk über Hängebrücken⁶⁾ in umfassender Weise die Bemessungsgrundlagen zusammengestellt, die die Baupraxis seiner Zeit benötigte. Es sollen im Folgenden einige dieser Aufgaben und ihre Lösung durch Navier herausgegriffen und skizziert werden, um so zu einem Bild über die Denkweise Naviers und damit über den Ausgangspunkt der Entwicklung der Baustatik während der letzten 100 Jahre zu gelangen.

2. Die bekannteste Leistung Naviers ist die nach ihm benannte klassische *Biegungslehre*, die auch heute noch in der Praxis voll befriedigt, mit Ausnahme jener Fälle, die wir etwa unter der Bezeichnung der Biegung und Verdrehung zusammengezetter dünnwandiger Stahlstäbe zusammenfassen können.

Die ersten Versuche, die Tragfähigkeit von auf Biegung beanspruchten Balken zu berechnen, gehen auf Galileo Galilei⁷⁾ zurück. Galilei nimmt an, dass im Bruchquerschnitt eine Drehung um den unteren Querschnittsrands eintrete, dass ferner die dem Moment $P l$ Gleichgewicht haltenden Spannungen über die ganze Querschnittsfläche konstant seien (Abb. 1). Die Momentengleichgewichtsbedingung bei rechteckigem Balkenquerschnitt lautet somit

$$P l = \sigma \frac{b h^2}{2}$$

Diese Darstellungsweise liefert selbstverständlich unrichtige Werte für die Biegungsfestigkeit, sie erlaubt aber anderseits doch schon gewisse Aufgaben zu lösen, bei denen es nur auf einen relativen Vergleich der tragbaren Momente ankommt, wie beispielsweise die Konstruktion eines Trägers gleicher Festigkeit.

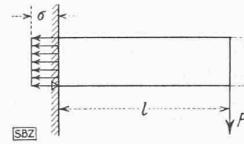


Abb. 1. Biegung nach Galilei

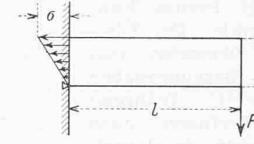


Abb. 2. Biegung nach Leibniz

Leibniz⁸⁾, angeregt durch Beobachtungen von Mariotte, schreibt den einzelnen Fasern des Balkens elastische Eigen- schaften zu; die Beanspruchungen sind danach nicht mehr konstant, sondern proportional zum Abstand von der Drehaxe (Abbildung 2). Die Gleichgewichtsbedingung liefert uns hier den Zusammenhang

$$P l = \sigma \frac{b h^2}{3}$$

In diesen beiden Formeln ist wohl die Momentengleichgewichts- bedingung erfüllt, dagegen nicht die Bedingung, dass die Resultierenden der Zug- und Druckspannungen sich gegenseitig aufheben müssen.

Einen wertvollen Einblick in den Stand der Biegungslehre unmittelbar vor Navier erhalten wir durch das bereits erwähnte Werk von Girard⁹⁾. Girard sieht beide Brucharten als mög- lich an, er schreibt die Form nach Galilei unelastischen Materialien wie etwa Stein zu, während die Form nach Leibniz für elastische Körper wie etwa Holz gelten soll. Es ist Girard be- kannt, dass Jacob Bernoulli schon im Jahre 1704¹⁰⁾ beobachtet hat, dass nur ein Teil der Fasern des Balkens auf Zug, ein anderer Teil jedoch auf Druck beansprucht ist und dass spannungslose Fasern entsprechend der Nulllinie als Gleichgewichts- axe sich innerhalb des Querschnittes befinden. Allerdings zieht Bernoulli und mit ihm auch Girard den falschen Schluss, dass die Lage dieser Nulllinie ohne Einfluss auf das Moment der

⁶⁾ L. Navier: Rapport et Mémoire sur les Ponts suspendus, Paris 1823.

⁷⁾ Galileo Galilei: Discorsi e Dimostrazioni Matematiche, 1638.

⁸⁾ G. G. Leibniz: Demonstrationes novae de Resistentia Solidorum, Acta Erudit. Lipsiae 1684.

⁹⁾ Jacob Bernoulli: Mémoires de l'Académie des Sciences, 1704.