

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 35/36 (1900)  
**Heft:** 15

## **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:** 06.02.2025

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

INHALT: Modell und Modellbelastung. — Die Entsumpfung der römischen Campagna. — Münchener bürgerliche Baukunst der Gegenwart. — Miscellanea: Die gewaltige Hochwasserkatastrophe. Gleichzeitige Kraftübertragung mit Gleichstrom und Wechselstrom. Desinfizierung eines Wasserrohrnetzes. Ausnutzung der Hochofengase für Motorentrieb. Monats-

ausweis über die Arbeiten am Simplon-Tunnel. — Konkurrenzen: Tonhalle in St. Gallen. — Nekrologie: † Carlo Fraschina. † Adolphe Fraisse. † August Müller. — Litteratur: Bulletin technique de la Suisse romande. — Vereinsnachrichten: Gesellschaft ehemaliger Studierender der eidgenössischen polytechnischen Schule in Zürich: Herbstsitzung. Stellenvermittlung.

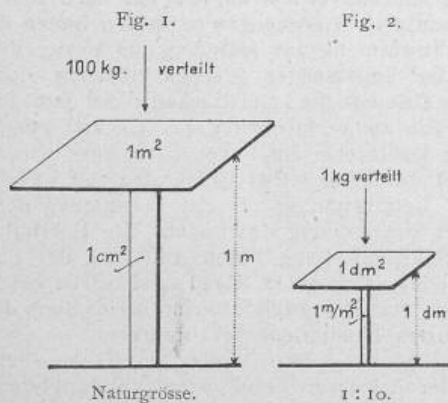
## Modell und Modellbelastung.

Von *Gustav Griot*, Brückeningenieur in Zürich.

Der Statiker weiss, wie oft ihn seine graue Theorie im Stiche lässt, wenn er die wirkliche Tragsicherheit eines statisch unbestimmten Stabgebildes zuverlässig, der Wahrheit entsprechend, beurteilen soll. In erster Linie sind es die grösseren Holzkonstruktionen, die einer genauen Berechnung meistens spotten. Dies rührt einerseits daher, dass die Holzverbindungen, besonders auf Zug, nicht absolut unverschieblich sind, andererseits sind die meisten Zimmerkonstruktionen der Form nach schon statisch unbestimmt und können wegen der genannten Verschieblichkeit nicht nach den Elasticitätsgesetzen berechnet werden wie Eisenkonstruktionen.

Dem ästhetisch schaffenden Baumeister treten auf diesem Gebiete immer mächtiger die Einwände der exakten Theorie entgegen, meistens mit Recht, oft aber auch unnötigerweise auf Kosten der Einfachheit und Schönheit. Das nächstliegende und überzeugendste Kontrollmittel sind in solchen Fällen die Probelastung und das Modell.

Zweck dieses Artikels soll es sein, die Eigenschaften des *masstäblichen Modells* und die *äquivalente Modellbelastung* näher zu besprechen und deren praktischen Wert zu begründen. Wenn einerseits das unrichtig oder gar nicht belastete Modell zu ganz falschen Schlüssen führen muss, so ist andererseits die naturgetreue Darstellung der Wirklichkeit durch das masstäbliche, äquivalent belastete Modell mindestens ebenso wahr, wie die üblichen Rückschlüsse von Festigkeitsproben auf die Bieg- und Knicksicherheit vielmal grösserer Querschnitte. Das Modell hat aber den Vorteil, alle unbestimmten Nebenumstände, wie teilweise Einspannung, excentrische Kraftwirkung etc., zu berücksichtigen und ist deshalb geeignet, das Resultat der Berechnung wesentlich zu ergänzen und zu berichtigen. Um das Kräftepiel am Modell mit dem richtigen Verständnis studieren zu können, muss aber solchen Versuchen immer eine sorgfältige statische Berechnung vorangehen.



**Zufällige Last.** Für die folgenden Ableitungen ist vorausgesetzt, dass das Modell in allen Dimensionen der Naturausführung geometrisch ähnlich ist und aus gleichem Material besteht wie diese.

Denkt man sich (Fig. 1) in Naturgrösse einen Stab von 1 m Höhe und 1 cm<sup>2</sup> Querschnitt, darauf eine Fläche von 1 m<sup>2</sup>, welche 100 kg verteilt trägt; stellt ferner Fig. 2 das Modell im Massstab 1:10 dar, dann ergibt sich durch Betrachtung der Figuren folgendes:

Wird das Modell mit der gleichen zufälligen Last pro Flächeneinheit (100 kg pro m<sup>2</sup> oder 1 kg pro dm<sup>2</sup>) belastet, wie das Naturbauwerk, so sind die spezifischen

Spannungen an beiden Objekten gleich gross. Z. B. hier:

$$\sigma = \frac{100 \text{ kg}}{1 \text{ cm}^2} = \frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ mm}^2}$$

Aber auch die Knickgefahr bleibt dieselbe, weil das Verhältnis des Trägheitsradius zur Stablänge konstant bleibt. Denkt man die Kräfte auf Zug wirkend, so ist leicht einzusehen, dass dies an der identischen Wirkungsweise nichts ändert. Dasselbe gilt von den Biegungsspannungen, weil Biegemoment wie Widerstandsmoment sich mit der dritten Potenz des Masstabes ändern.

Zur Bestimmung einer aufzulegenden Einzellast bedenke man, dass letztere immer die Lastsumme einer bestimmten Fläche ist. Die Einzellast reduziert sich für das Modell, wie ihre zugehörige Fläche, d. h. wieder das Quadrat des Masstabes. Die äquivalente Einzellast ist z. B. im Massstab 1:10, 10<sup>2</sup> = 100 mal kleiner als in Naturgrösse. Diese Regeln gelten für beliebig gerichtete Kräfte, also auch für Winddruck.

**Eigengewicht.** An einem Modell im Massstab 1:10 betragen alle Querschnitte  $\frac{1}{100}$  der Natur. Der Kubikinhalt des Modellmaterials, und folglich auch sein Gewicht beträgt aber nur  $\frac{1}{1000}$  der Natur.

Das Modell im Massstab 1:10 ohne weitere Belastung wird also in allen Teilen nur  $\frac{1}{10}$  so stark spezifisch beansprucht, wie das Naturbauwerk ohne zufällige Last.

Das unbelastete Modell erscheint dadurch viel stabiler als die Natur und kann leicht zu Trugschlüssen verleiten.

Das Misstrauen gegen Modellversuche ist wohl in erster Linie diesem Umstand zuzuschreiben. Um die Eigengewichtswirkung eines Bauwerkes am Modell naturgetreu darzustellen, muss das Modellgewicht mit der Verkleinerungszahl multipliziert gedacht werden. Z. B. ein Modell im Massstab 1:10 muss 10 mal schwerer gedacht werden, oder was auf dasselbe herauskommt: man muss das neunfache Modellgewicht an geeigneten Stellen künstlich auflegen.

Bedenkt man nun, dass Modelle meistens kleiner als 1:10 ausgeführt werden, so leuchtet ein, dass das einfache Modellgewicht für die statische Beurteilung fast ausnahmslos als verschwindend betrachtet werden kann. Ob man z. B. das neun- oder zehnfache Modellgewicht auflegt, bedeutet für die praktische Untersuchung keinen Unterschied. Erlaubt man sich diesen Fehler, so reduziert sich die Belastungsregel auf folgende einfache Form:

„Um durch ein Modell von beliebigem Masstab (kleiner als 1:10), aber geometrisch naturähnlicher Ausführung und von beliebigem, aber naturgleichem Material, ein naturgetreues Bild von der Stabilität eines Bauwerkes zu erhalten, sind *Eigenlast und zufällige Last in der gleichen Grösse pro Flächeneinheit aufzubringen, wie sie in Natur sind.*“

Man rechnet dabei am bequemsten nach dm<sup>2</sup>. Beträgt z. B. in Natur die Eigenlast 200, die zufällige Last 300 kg pro m<sup>2</sup>, so sind hierfür am Modell ebenfalls 200 und 300 kg pro m<sup>2</sup> oder 2 und 3 kg pro dm<sup>2</sup> aufzubringen.

Es ist nicht zu bestreiten, dass bei solchen Versuchen die gleichen unwesentlichen Fehler begangen werden, wie bei der üblichen statischen Berechnung; nämlich: dass das Eigengewicht an den Knotenpunkten angreifend gedacht wird, anstatt im Verhältnis der Materialmenge verteilt zu sein.

Durch Drücken und Rüteln, auch event. durch die schliessliche Bruchbelastung, kann am Modell mancher nicht sicher berechenbare Teil praktisch beurteilt werden, welcher auch in Naturgrösse wegen der enormen Steifigkeit dem Gefühl keine Antwort giebt.