

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 9/10 (1887)  
**Heft:** 22

## 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:** 16.02.2026

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

INHALT: Beitrag zur Theorie der ebenen Träger. Von Heinr. Müller-Breslau, Prof. an der Techn. Hochschule in Hannover. — Die Wettbewerbung um den Entwurf einer festen Strassenbrücke über den Neckar bei Mannheim. — Zur Bundes-Subvention angemeldete Wasser-

## Beitrag zur Theorie der ebenen Träger.

Von Heinr. Müller-Breslau, Prof. an der Technischen Hochschule  
in Hannover.

In Nr. 20, Seite 121 des vorliegenden Jahrganges dieser Zeitschrift, theilte ich ein neues Verfahren zur Berechnung statisch bestimmter Fachwerke mit, welches darin besteht, den Träger durch Beseitigung des Stabes  $s_{kr}$ , dessen Spannkraft  $S_{kr}$  gesucht wird, in eine zwangsläufige kinematische Kette zu verwandeln, den Gliedern dieser Kette verschwindend kleine Verrückungen zu ertheilen und nach Ermittelung der senkrechten Geschwindigkeiten der Angriffspunkte sämmtlicher Kräfte die Gleichgewichtsbedingung  $\Sigma P_m c_m = 0$  aufzustellen, in welcher  $c_m$  den Abstand der Kraft  $P_m$  vom Endpunkte  $m'$  der senkrechten Geschwindigkeit  $nm'$  ihres Angriffspunktes  $m$  bedeutet. Die in  $k$  und  $r$  angreifenden Spannkräfte  $S_{kr}$  werden hierbei zu den äusseren Kräften gerechnet, und es enthält dann, wenn bei der angenommenen Bewegung der Kette die Auflagerbedingungen erfüllt werden, jene Gleichung nur die eine Unbekannte  $S_{kr}$ . Um die nach einer bestimmten Richtung wirkende Seitenkraft eines Stützenwiderstandes zu finden, wird die Umwandlung des starren Fachwerks in eine zwangsläufige Kette durch Beseitigung einer Auflagerbedingung bewirkt, und ebenso leuchtet ein, dass man auch Biegungsmomente, Querkräfte u. s. w. auf kinematischem Wege herzuleiten vermag. Beispielsweise wird behufs Berechnung eines Momentes die Umwandlung des Trägers in eine Kette durch Anbringung eines Gelenkes erreicht.

Zu den Vorzügen dieses Verfahrens gehört, dass man auf dem angegebenen Wege nicht nur zu den unbekannten inneren und äusseren Kräften gelangt, sondern auch zu einer übersichtlichen Darstellung des gegenseitigen Einflusses der Verrückungen, und es ist nun der Zweck der folgenden Zeilen, die Aufmerksamkeit auf eine für die Werthschätzung neuer Arten statisch bestimmter Träger wichtige Aufgabe zu lenken, nämlich:

Zu untersuchen, ob die durch Nachgeben der Widerlager hervorgerufenen Verrückungen der Stützpunkte etwa unzulässige Formänderungen des Trägers verursachen, eine Aufgabe, welche sich stets in Verbindung mit denjenigen lösen lässt:

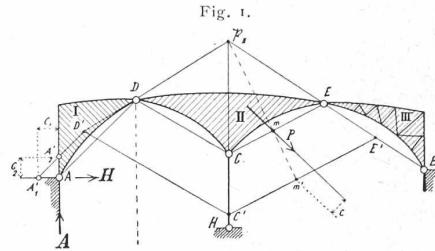
Die Grösse der Stützenwiderstände zu bestimmen.  
Die folgenden Beispiele mögen das Verfahren er-

*1. Aufgabe.* Der in Fig. 1 dargestellte, im allgemeinen starre und statisch bestimmte Bogenträger besteht aus drei starren, durch Gelenke mit einander verbundenen Scheiben I, II, III, welche vollwandig oder gegliedert (wie z. B. III) sein können. Bei *A* und *B* sind feste Auflagergelenke angeordnet. Bei *C* erfolgt die Stützung mittels einer Pendelsäule. Gesucht seien diejenigen Verrückungen, welche die Punkte des Trägers erfahren, wenn das Widerlager bei *A* nachgibt, während die Stützpunkte *B* und *H* ruhen. Gleichzeitig sollen die durch irgend eine beliebig gerichtete, gegebene Last *P* bei *A* erzeugten Stützenwiderstände *A* (senkrecht) und *H* (wagerecht) bestimmt werden.

Zunächst handle es sich um den Einfluss einer wagerechten Verrückung des Stützpunktes  $A$ . Das feste Auflagergelenk  $A$  wird ersetzt durch ein auf wagerechter Bahn geführtes, und in Folge dessen geht der starre Träger in eine zwangsläufige Kette über, deren Scheiben III und II sich beziehungsweise um die Pole  $B$  und  $\mathfrak{P}_{II}$  drehen, wobei  $\mathfrak{P}_{II}$  den Schnittpunkt der Geraden  $BE$  mit der Pendelsäule bedeutet. Der Pol von I liegt auf der Senkrechten durch  $A$ , weil sich Punkt  $A$  in einer Wagerechten bewegt. Von den

und Strassenbauprojekte. — Miscellanea: Zur Verhütung von Eisenbahn-Unfällen. Compoundlocomotiven. Die electrische Beleuchtung in Deutschland. Electrische Kraftübertragung in Valencia. Denkmäler. — Conkurrenzen: Näfelscher Denkmal. — Vereinsnachrichten. Stellenvermittlung.

sog. senkrechten Geschwindigkeiten  $EE'$ ,  $CC'$ ,  $DD'$ ,  $AA'_2$  der Punkte  $E$ ,  $C$ ,  $D$ ,  $A$  nehme man die eine, beispielsweise  $AA'_2 = c_2$ , beliebig an; die übrigen sind dann bestimmt; denn



es muss sein:  $A' D' \parallel A D$ ;  $D' C' \parallel D C$ ;  $C' E' \parallel C E$ ; auch müssen die Punkte  $D'$ ,  $C'$ ,  $E'$  auf den durch die Punkte  $D$ ,  $C$ ,  $E$  gehenden Polstrahlen liegen.

Bedeuten nun  $\delta_D$   $\delta_C$   $\delta_E$  die Verrückungen, welche die Punkte  $D$ ,  $C$ ,  $E$  erfahren, sobald sich  $A$  in wagerechter Richtung um  $\zeta_A$  verschiebt, so verhalten sich:

$$(I) \quad \delta_D : \delta_C : \delta_E : \zeta_A = \overline{DD'} : \overline{CC'} : \overline{EE'} : \overline{AA'},$$

und in gleicher Weise findet man, für die Verhältnisse  $\delta_D, \delta_C, \delta_E$ , welche entstehen, sobald  $A$  in senkrechter Richtung um  $\eta_A$  verschoben wird, die Beziehung:

$$(II) \quad \delta_D : \delta_C : \delta_E : x = \overline{DD'} : \overline{CC'} : \overline{EE'} : \overline{AA'}$$

(II)  $o_D \cdot o_C \cdot o_E \cdot o_A = DD \cdot CC \cdot EE \cdot AA$ .

Dabei ist  $A'_1$  der Schnittpunkt der Geraden  $D'A'_2$  mit der Wagerechten durch  $A$ . Die wirklichen Richtungen dieser Verschiebungen erhält man, wenn man die Richtungen  $AA'_1$ ,  $AA'_2$ ,  $DD'$  u. s. w. im gleichen Sinne um  $90^\circ$  dreht.

Um die durch irgend eine Last  $P$  hervorgerufenen Widerstände  $H$  und  $A$  zu finden, nehme man irgend einen Punkt  $m$  in der Richtung von  $P$  an, beispielsweise in Fig. 1 den Schnittpunkt der dort zwischen  $C$  und  $E$  liegenden Last  $P$  mit der Geraden  $CE$ , bestimme den zugehörigen Punkt  $m'$  und falle von  $m'$  auf  $P$  das Lot  $c$ . Nun setze man zuerst voraus, es bewege sich  $A$  auf der Wagerechten, sodann, es werde  $A$  auf der Senkrechten verschoben. Im ersten Falle liefert die Bedingung  $\Sigma P c = 0$  die Gleichung:

$$+ P c - H c_2 = 0 \quad \text{voraus } H = \frac{P c}{c_2}$$

und im zweiten Falle erhält man:

$$+ P \dot{c} - A c_1 = 0 \quad \text{also } A = \frac{P c}{c_1}.$$

Für irgend einen Belastungszustand ergibt sich:

$$(III) \quad H = \frac{\Sigma P_c}{\epsilon_2} \quad ; \quad A = \frac{\Sigma P_c}{\epsilon_1} .$$

Decken sich die Geraden  $\mathfrak{P}_{II}D$  und  $DA$ , so folgt  $c_1 = 0$  und  $c_2 = o_1$  und, im Allgemeinen:  $H = \infty, A = \infty$ . Gleichgewicht ist in diesem Falle (der z. B. vorliegt, wenn  $CH$  eine Symmetrieachse ist) nur möglich, sobald  $\Sigma P c = o$  ist. Dann aber befriedigt jeder Werth von  $H$  oder  $A$  die Gleichungen III, und der Träger ist statisch unbestimmt und von unendlich kleiner Beweglichkeit. Weichen die Richtungen der Geraden  $\mathfrak{P}_{II}D$  und  $DA$  nur wenig von einander ab, so ist der Träger ebenfalls unbrauchbar, weil in Wirklichkeit, wie aus den Gleichungen I und II hervorgeht, bereits sehr kleine Verrückungen von  $A$  gegen  $C$  und  $B$  (in Folge der unvermeidlichen Bewegungen der Widerlager) zu schädlichen Formänderungen des Trägers Veranlassung geben können.

In der Fig. 2 ist die Frage nach der Starrheit eines symmetrischen Trägers der eben untersuchten Art mit Hülfe der vom Verfasser auf Seite 121 d. J. eingeführten Figur  $F'$  entschieden worden. Die Gestalt der starren Scheiben I, II, III ist gleichgültig. I und II sind