

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 91/92 (1928)  
**Heft:** 24

## **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:** 14.01.2026

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

INHALT: Die graphische Berechnung der kontinuierlichen Träger mit frei und elastisch drehbarer Stützung nach dem ebenen Massenschwerpunkt und Seilpolygon-Verfahren. — Zum Bruch der St. Francis-Staumauer in Kalifornien. — Wettbewerb für eine Strassenunterführung in Küsnacht-Zürich. — Ausstellung „Das neue Heim“ im Kunstgewerbemuseum Zürich. — Mitteilungen: Versuchsvorortzüge der Schweizerischen Bundesbahnen, Musterwohnungen der Ausstellung „Heim und Technik“

München 1928. Die neuen Giessereien der Citroën-Werke. Technik und Seele. Schweizer Nummer des „Baumeister“. Eidgen. Technische Hochschule. Internationaler Torf-Kongress 1928. Die Studiengesellschaft für Automobilbau. Stahlskelettbau. — Nekrologe: Henri Verrey, Nicolaus Cagianut. — Wettbewerbe: Städtisches Altersheim in Zürich. — Literatur. S. T. S.

Band 91.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 24

## Die graphische Berechnung der kontinuierlichen Träger mit frei und elastisch drehbarer Stützung nach dem ebenen Massenschwerpunkt- und Seilpolygon-Verfahren.

Von Dr. Ing. PETER PASTERNAK, Zürich, Privatdozent an der Eidgen. Techn. Hochschule.

Die von O. Mohr, W. Ritter u. a. entwickelten graphostatischen Verfahren zur Berechnung durchlaufender Tragwerke haben in der Ingenieurpraxis eine viel weitere Verbreitung gefunden, als die gedanklich und in der Auswertung meistens viel einfacheren massengeometrischen Methoden, die von Claxton Fidler angebahnt und von Müller Breslau, namentlich aber A. Ostenfeld fortgesetzt wurden. Dies liegt wohl daran, dass O. Mohr dem Seilpolygonverfahren im eleganten Analogiesatz über die elastische Linie eine allgemeine, einheitliche und auch anschauliche, an die beliebten graphostatischen Methoden Culmanns sich anlehrende Grundlage gegeben hat, während die genannten massengeometrischen Verfahren, die als solche nicht erkannt wurden, sich auf kein einheitliches graphisches Uebertragungsprinzip stützten und deswegen wohl auch weniger beachtet geblieben sind.

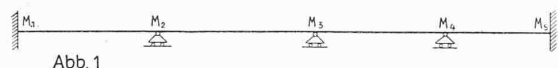


Abb. 1

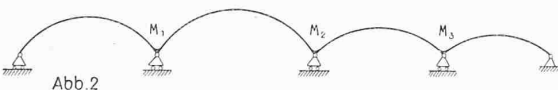


Abb. 2

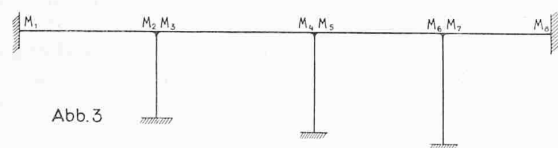


Abb. 3



Abb. 4



Abb. 5

Im folgenden wird gezeigt, dass die einfachen und allgemeinen Grundlagen, auf die sich das *räumliche Massenschwerpunktverfahren*<sup>1)</sup> aufbaut, d. h. der Satz über die Möglichkeit der Reduktion dreigliedriger Gleichungen auf zweigliedrige Rekursionsgleichungen und seine massengeometrische Deutung, auch den natürlichen und gemeinsamen Ausgangspunkt für beide erwähnten ebenen Methoden bilden. Auf dieser neuen und elementaren Grundlage, die den Vorteil hat, die einfachsten analytischen und graphischen Verfahren zu vereinigen, wird die nahe Verwandtschaft beider bisher sonst auf grundverschiedenen Wegen abgeleiteten graphischen Verfahren ersichtlich, das oft behandelte Gebiet zusammengefasst, kritisch beleuchtet und zum Abschluss gebracht. Dies ist der Grund, weswegen wir

<sup>1)</sup> Vergleiche das Buch des Verfassers: Berechnung vielfach statisch unbestimmter biegeelastischer Stab- und Flächentragwerke, S. 59, Verlag A.-G. Gebrüder Leemann & Cie., Zürich und Leipzig [Besprochen auf S. 66 laufenden Bandes, 4. Februar 1928. Red.]; ferner den Aufsatz: Die graphische Berechnung des kontinuierlichen Trägers auf elastisch drehbaren Stützen nach dem räumlichen Massenschwerpunktverfahren, im „Bauingenieur“ 1927 Nr. 47, S. 869.

nochmals auf die ebenen Methoden zur graphischen Berechnung kontinuierlicher Tragwerke zurückkommen, obschon sie durch das einheitlichere und deswegen auch einfachere *räumliche* Verfahren als überholt erscheinen.

### I. DIE REDUKTION DER DREIGLIEDRIGEN MOMENTENGLEICHUNGEN DER KONTINUIERLICHEN TRÄGER MIT FREI UND ELASTISCH DREHBARER LAGERUNG AUF ZWEIFLIEDRIGE REKURSIONSGLEICHUNGEN.

Geht man vom Grundsystem der einfachen Balken bzw. Zweigelenkbogen aus, so erhält man in allen durch die Abbildungen 1 bis 5 dargestellten Fällen durchlaufender Träger Dreimomentengleichungen, die sich in charakteristischer Weise durch die Vorzeichenfolgen in ihren symmetrischen Matrizen unterscheiden:

Bei frei drehbarer und horizontal verschieblicher Stützung sind alle Matrixvorzeichen positiv (Abbildungen 1 und 2) und bei elastisch drehbarer Lagerung wechseln die ausserhalb der rechtsfallenden Diagonale aufeinanderfolgenden Vorzeichen ihre Vorzeichen (Abb. 3).

Beim kontinuierlichen Bogen mit unverschieblicher, aber frei oder elastisch drehbarer Lagerung (Abbildungen 4 und 5) haben die Vorzeichen ausserhalb der Matrix-Hauptdiagonale immer das negative Vorzeichen.<sup>2)</sup>

Wird die Berechnung rein analytisch durchgeführt, so bleibt sie durch die genannten Vorzeichenfolgen unberührt: In allen drei genannten Fällen reduziert man die sich ergebenden dreigliedrige Momentengleichungen mit dem Matrixschema (2,3, 3,3 ... 2) auf zweigliedrige Rekursionsgleichungen mit dem Vorzeichenschema (2,2,2 ... 2,1).

Bezeichnet man in abgekürzter symbolischer Schreibweise die *k*-te dreigliedrige Grundgleichung mit

$G_k = a_{(k-1)k} M_{(k-1)} + a_{kk} M_k + a_{k(k+1)} M_{(k+1)} + a_{k0} = 0$  die unmittelbar vorangehende zweigliedrige Gleichung mit  $L_{(k-1)} = a'_{(k-1)(k-1)} M_{(k-1)} + a'_{(k-1)k} M_k + a'_{(k-1)0} = 0$  und die  $G_k = 0$  nächst nachfolgende mit

$$L_k = a'_{kk} M_k + a'_{k(k+1)} M_{(k+1)} + a'_{k0} = 0$$

so ist die Reduktionsregel zur Ueberführung des dreigliedrigen Systems in das zweigliedrige durch folgende einfache Rekursionsgleichung klargestellt

$$L_k = G_k + \mu_{(k-1)} L_{(k-1)} = 0,$$

$$\text{wo } \mu_{(k-1)} = -\frac{a_{(k-1)k}}{a'_{(k-1)(k-1)}} \text{ und } L_1 \equiv G_1 = 0$$

Die Zurückführung auf ein zweigliedriges Gleichungssystem kann natürlich auch in umgekehrter Reihenfolge, d. h. ausgehend von der letzten Gleichung, erfolgen. Werden die durch Rückwärtsreduktion sich ergebenden zweigliedrigen Gleichungen mit  $R$  und wieder mit den selben Indices wie die Grundgleichungen bezeichnet, aus denen sie hervorgehen, so gilt die entsprechende Reduktionsregel

$$R_k = G_k + \nu_{(k+1)} R_{(k+1)} = 0$$

$$\text{wo } \nu_{(k+1)} = -\frac{a_{k(k+1)}}{a'_{(k+1)(k+1)}} \text{ und } R_n \equiv G_{n+1} = 0$$

und der Doppelindex im Nenner andeutet, dass die Reduktion von unten nach oben geschieht. — Man erkennt leicht, dass ausser den Belastungsgliedern nur die Hauptvorzeichen  $a_{kk}$  in der Matrix eine Reduktion erleiden, während die  $a_{k(k+1)}$  ungeändert in die zweigliedrigen

<sup>2)</sup> Z. B. findet man beim Zweigelenkbogen mit parabolischer Axe und  $J \cos \varphi = '0$  konstant für die 24  $J_0$  E-fachen Auflagerdrehwinkel infolge des Auflagermomentes  $M_1 = 1$  oder  $M_2 = 1$ :

$$a_{11} = a_{22} = 3l, a_{12} = a_{21} = -l, \text{ wo } l = \text{Stützweite.}$$