Objekttyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **99/100 (1932)**

Heft 11

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

INHALT: Statische Untersuchung quadratischer, allseitig elastisch eingespannter Platten. — Internationale Vereinigung für Brückenbau und Hochbau. — Wettbewerb für ein Kinderhaus der Bündner Heilstätte in Arosa. — Zulässige Zugspannungen in Nieten. — Wettbewerb für ein Spital und Asyl in Menton an der französischen Riviera. — Mitteilungen: Hochdrucklokomotive der P. L. M. Ein Strassen- und Schienenautomobil. Der poröse Leichtbeton „Schima". Elektrische Ausrüstung der Ford-Fabrik, Köln. Eidg. Technische Hochschule. Neuer Dieseltriebwagen Bauart „S. L. M. Winterthur". Basler Rheinhafenverkehr. Ein interessanter Transport von vier Autobus-Chassis. Spitalbauten. Deutscher Betonverein. Internat. Automobil- und Fahrrad-Ausstellung in Genf. — Nekrologe: Dr. Jul. Weber. Harold Zangger. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine.

Band 99 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. 11

Statische Untersuchung quadratischer, allseitig elastisch eingespannter Platten.

Von Prof. Dr. M. RITTER, Zürich.

Die rechteckige, auf allen Seiten gestützte, kreuzweise armierte Platte bildet im Eisenbetonbau ein wichtiges Konstruktionselement. Ihre statische Berechnung erfolgt in der Praxis heute noch meist nach der sogenannten „Streifenmethode", die sich vermöge ihrer Einfachheit eingebürgert hat und in zahlreichen Eisenbetonvorschriften empfohlen wird. Indessen ist bekannt, dass die Streifenmethode lediglich ein rohes Näherungsverfahren darstellt und ihrer Natur nach nicht im Stande ist, das statische Verhalten einer allseitig gelagerten, auf räumliche Biegung beanspruchten Platte richtig wiederzugeben. Hierzu dient vielmehr die klassische Elastizitätstheorie der ebenen Platten, wie sie vor mehr als hundert Jahren durch *Lagrange & Navier* begründet und später durch zahlreiche Forscher weiter ausgebaut wurde.

Die Anwendung der Plattentheorie im Eisenbetonbau erfordert vor allem die zutreffende Berücksichtigung der vorhandenen Auflagerung der Platte, da die Gestalt der elastischen Fläche und die Biegungsmomente in hohem Masse von den „Randbedingungen" der Platte abhängen. In dieser Hinsicht befriedigen die klassischen Lösungen der Plattentheorie den Eisenbetoningenieur nicht, denn sie beschränken sich auf die Fälle der freien Auflagerung und der vollständigen Einspannung der Plattenränder, also auf Sonderfälle, die im Eisenbetonbau selten vorkommen. Hier liegt meist der allgemeinere Fall der „teilweisen" oder „elastischen" Einspannung vor, sei es, dass die Platte in nachgiebige Mauern eingespannt ist, oder dass sie an den Rändern in monolytischer Bauweise in elastische Tragwerke (Randträger, Nebenfelder bei durchlaufenden Platten) übergreift. Die analytische Behandlung der Platte mit elastischer Einspannung bietet wesentliche Schwierigkeiten, da die von Navier angegebene Integrationsmethode hier versagt. Es bestand bisher die Möglichkeit, mit Hilfe der Differenzenrechnung die elastische Fläche unter Berücksichtigung eines beliebigen Einspannungsgrades näherungsweise darzustellen. Die Literatur enthält Berechnungen dieser Art (*Nielsen, Markus* u. a.), doch ist dieses Vorgehen umständlich und gestattet nicht ohne weiteres, den wichtigen Zusammenhang zwischen dem Einspannungsgrad und den Biegungsmomenten zu erkennen.

Im folgenden wird die Berechnung der allseitig elastisch eingespannten Platte für gleichförmig verteilte Belastung vorgeführt. Die Lösung ergibt sich in einfacher Weise, indem die elastische Fläche durch Potenzfunktionen dargestellt wird, die den Randbedingungen der Platte genügen. Streng genommen führt dieser Ansatz zwar zu einer Näherungslösung, da die zugehörige Belastung nicht gleichmässig, sondern in Form eines Hügels über die Platte verteilt ist. Indessen lässt sich durch passende Wahl von Koeffizienten erreichen, dass der Belastungshügel plateauartige Gestalt annimmt und dann die gleichen Biegungsmomente erzeugt, wie die konstante, spezifische Belastung. Der Einfachheit halber bleibt nachstehend die Untersuchung auf die quadratische Platte mit gleichem Einspannungsgrad aller Randpunkte beschränkt; der eingeschlagene Weg soll später zur Behandlung schwierigerer Aufgaben weiter beschritten werden.

1. *Einführung. Der elastisch eingespannte Balken.*

Wir beginnen mit einer kurzen Erläuterung der Theorie des elastisch eingespannten, gleichmässig belasteten Balkens, da die Grundlagen dieser Theorie auch zur Untersuchung der Platte benötigt werden. Bei konstanter Biegungssteifigkeit EJ folgen die Einsenkungen z der Stabaxe nach den Lehren der Baustatik bekanntlich der Differentialgleichung

$$\frac{d^4 z}{dx^4} = \frac{p}{EJ}, \quad \ldots \ldots \quad (1)$$

in der p die Belastung pro Längeneinheit bezeichnet. Durch viermalige Integration ergibt sich daraus die Gleichung der elastischen Linie als Potenzkurve vierter Ordnung. Wenn die Einspannungsgrade beider Auflager gleich gross sind, so ist die elastische Linie symmetrisch zur Mitte.

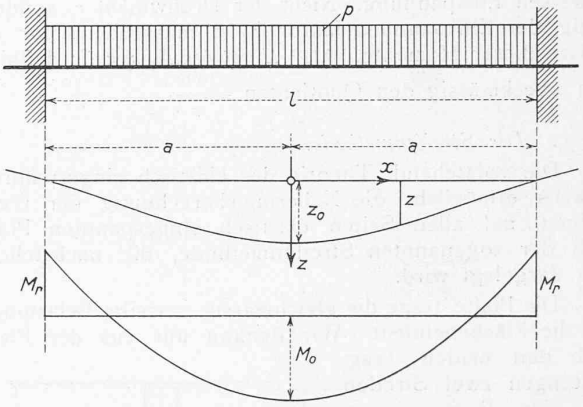

Abb. 1.

Bezieht man die Gleichung auf das in Abb. 1 angegebene Koordinatensystem, so fallen der Symmetrie wegen die Glieder mit ungeraden Potenzen weg, und die Gleichung lässt sich in der Form schreiben

$$z = z_0 \left(1 + c_1 \frac{x^2}{a^2} + c_2 \frac{x^4}{a^4}\right), \quad \ldots \quad (2)$$

wo z_0 die Einsenkung in Balkenmitte und a die halbe Stützweite bedeutet. Die Momentenfläche sieht wie in Abb. 1 skizziert aus; das Moment an der Stelle x berechnet sich nach bekannter Formel zu

$$M = -EJ \frac{d^2 z}{dx^2} = -EJ \frac{2 z_0}{a^2}\left(c_1 + 6 c_2 \frac{x^2}{a^2}\right).$$

In Balkenmitte entsteht das grösste positive Moment, das sogenannte *Feldmoment*

$$M_0 = -EJ \frac{2 z_0}{a^2} c_1;$$

an den Auflagern entstehen die negativen Einspannmomente oder *Randmomente*

$$M_r = -EJ \frac{2 z_0}{a^2}(c_1 + 6 c_2).$$

Die beiden Integrationskonstanten c_1 und c_2 ergeben sich aus den Auflager- oder Randbedingungen. An den Auflagern ist die Einsenkung $z = 0$, daher

$$1 + c_1 + c_2 = 0 \quad \ldots \ldots \quad (3)$$

Die elastische Einspannung der Trägerenden ist dadurch gekennzeichnet, dass an den Auflagern die Neigung der elastischen Linie proportional ist dem Einspannmoment, also

$$\frac{dz}{dx} = \varepsilon M_r = -\varepsilon EJ \frac{d^2 z}{dx^2}, \quad \ldots \quad (4)$$

worin ε die Drehung der Einspannquerschnitte infolge „$M_r = 1$" bezeichnet. Mit Hilfe von Gl. (2) erhält man aus dieser Beziehung

$$\frac{2 z_0}{a}(c_1 + 2 c_2) = -\varepsilon EJ \frac{2 z_0}{a^2}(c_1 + 6 c_2)$$

oder

$$c_1 (1 + k) + 2 c_2 (1 + 3 k) = 0, \quad \ldots \quad (5)$$