

Zeitschrift: IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH
Kongressbericht

Band: 2 (1936)

Artikel: Neue Eisenbetonbalkenversuche

Autor: Gebauer, F.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-2777>

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: 08.02.2025

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

II a 3

Neue Eisenbetonbalkenversuche.

Nouveaux essais effectués sur des poutres de béton armé.

New Experiments on Reinforced Concrete Beams.

Ministerialrat Dozent Dr. Ing. F. Gebauer,
Wien.

Vergleichsversuche mit verschieden hohen Eisenüberdeckungen und verschiedenen Bügelanordnungen, sowie Versuche mit sehr stark bewehrten Balken.

Der Sicherheitsgrad eines Eisenbetontragwerkes kann bei Berechnung desselben nach dem n-Verfahren nicht richtig beurteilt werden.¹ Die Versuchsergebnisse zeigen große Abweichungen des wirklichen Sicherheitsgrades gegenüber dem rechnermäßig angenommenen bzw. gegenüber dem gewünschten Sicherheitsgrad.² Wenn die Baustoffinanspruchnahmen aus den Bruchmomenten mit Hilfe des n-Verfahrens berechnet werden, ergeben sich hierfür Werte, welche von den für die Tragfähigkeit der Balken als maßgebend anzusehenden Werten der Baustoffeigenschaften — nämlich der Würfelfestigkeit des Betons und der Streckgrenze des Stahles — nach beiden Richtungen wesentlich abweichen.³ Insbesondere zeigt die Betrachtung der Eisendehnungs- und Betonstauchungslinien der Eisenbetonbalken, daß dem n-Verfahren keinerlei Berechtigung zugesprochen werden kann.⁴

Zur Fortsetzung des Nachweises der Richtigkeit seiner Anschauungen hat der Verfasser eine weitere Reihe von Balkenversuchen ausgeführt. Bei einer Reihe wurden Balken mit verschieden hohen Eisenüberdeckungen ($e = 2$ bzw. 5 cm) der vergleichweisen Prüfung unterzogen. Ferner wurden Balken mit gewöhnlichen Querbügeln solchen mit unter 45° geneigten Bügeln gegenübergestellt.⁵

Die Balkenabmessungen betragen $b:h = 20:20$ cm. Die Bewehrung bestand aus drei Rundeseisen St. 37 von 10 mm Durchmesser. Das Bewehrungsverhältnis betrug somit 0,59 %. Die Würfelfestigkeit des Betons betrug 416 bis 425 kg/cm²,

¹ Stüssi: Über die Sicherheit einfach bewehrter Rechteckbalken. Abhandlungen der I.V.B.H., Bd. 1, Zürich 1932.

² Abeles: Über die Verwendung hochwertiger Baustoffe im Eisenbetonbau. B. u. E. 1935, Heft 8 und 9.

³ Gebauer: Berechnung der Eisenbetonbalken unter Berücksichtigung der Schwindspannungen im Eisen. B. u. E. 1934, Heft 9.

⁴ Gebauer: Das alte n-Verfahren und die neuen n-freien Berechnungsweisen des Eisenbetonbalkens. B. u. E. 1936, H. 2.

⁵ Gebauer: Vergleichsversuche über den Einfluß der Dicke der Eisenüberdeckung und den Einfluß der Bügellage auf das Tragvermögen von Eisenbetonbalken. B. u. E. 1937, Heft 8.

die Streckgrenze der Rundeisen 2859 bis 2959 kg/cm², die Balkenstützweite 2,00 m. Die Balken von 22 cm Gesamthöhe ergaben bei Belastung mit zwei Einzellasten in 80 cm Abstand eine mittlere Bruchlast von 5,725 t und jene von 25 cm Gesamthöhe eine solche von 6,06 t. Unter Mithberücksichtigung der Schwindspannungen in den Eiseneinlagen ergeben sich rechnerisch Bruchlasten von 5,70 bzw. 5,93 t. Ohne Berücksichtigung der Eisenschwindspannungen und mit Außerachtlassung der Betonzugspannungen ergeben sich bei Berücksichtigung der tatsächlichen Balkenabmessungen rechnerische Bruchlasten von 4,50 bis 4,57 t. Während die wirklichen Bruchlasten von den rechnerisch ermittelten Werten bei der ersten Berechnungsweise nur um +0,4 bzw. -2,1 % abweichen, betragen die Abweichungen bei der letzteren Berechnungsweise -21 bis -25 %. Nach der Berechnung mit Hilfe des n-Verfahrens müßte die Streckgrenze des Rundeisens ohne Rücksicht auf die verschiedenen Höhen der Eisenüberdeckung bei 4,05 t Belastung erreicht werden. Der Unterschied gegenüber den wirklichen Bruchlasten beträgt in diesem Falle sogar -29 bis -33 %.

Die Druckgurthöhe nach dem n-Verfahren berechnet ergibt $x = 6,82$ cm, während die Risse der Versuchsbalken bis auf etwa 1 cm an die Druckkante heranreichen. Die rechnerische Druckhöhe nach dem n-freien Verfahren berechnet beträgt $x = 0,82$ cm.

Das Steuermannsche Berechnungsverfahren⁶ gibt — unabhängig von der Eisenüberdeckungshöhe — infolge der Annahme eines dreieckigen Betondruckspannungsbildes ebenfalls bedeutend größere Druckgurthöhen als der Balkenbiegeversuch. Z. B. ist für $\sigma_{bz} = 25$ kg/cm² $x = 2,66$ cm und die Bruchlast 6,27 t. Da die Zugfestigkeit des Betons im vorliegenden Falle nicht bestimmt wurde, kann ein genauere Vergleich hier nicht durchgeführt werden.

Besonders deutlich zeigt der Verlauf der Eisendehnungslinien und der Betonstauchungslinien auch in den vorliegenden Fällen,⁵ daß das n-Verfahren nicht als ein maßgebendes Berechnungsverfahren angesehen werden kann und zwar weder für den Bruchzustand, noch viel weniger aber für die Spannungsberechnung unter der Gebrauchslast.

Eine weitere Reihe von Versuchsbalken hat der Verfasser der Erforschung des Verhaltens außergewöhnlich stark bewehrter Balken gewidmet.⁷ Ausgeführt wurden drei Balkenpaare mit Bewehrungen von 3,14, 4,91 und 6,53 %. Die Abmessungen waren $b : h = 20 : 20$ cm, Gesamthöhe 25 cm, Stützweite 2,00 m. Die Bewehrung bestand aus St. 37 und zwar aus 4 Rundeisen von 20 mm, 4 Rundeisen von 25 mm und im letzten Fall 3 Rundeisen von 30 mm und 1 Rundeisen von 25 mm Stärke. Um zu verhindern, daß die Balken an den Scheerspannungen vorzeitig zugrunde gehen, waren in den Endstrecken der Balken nebst den schräg aufgebogenen Hauptzugeisen noch kräftige Schrägbügel angeordnet. Die Streckgrenze der Eiseneinlagen betrug ohne wesentliche Abweichungen im Mittel 2,580 kg/cm². Je einer der Balken jedes Paares wurde nach 4 Wochen und je einer nach 6 Wochen erprobt. Die Betonfestigkeiten betrugen nach

⁶ *Steuermann*: Das Widerstandsmoment eines Eisenbetonquerschnittes. B. u. E. 1933, Heft 4 und 5.

⁷ Siehe auch *Gebauer*: Neue Balkenversuche zur Klärung der Schwindspannungsfrage und des Verhaltens von Balken bei außergewöhnlich starken Bewehrungen: Monatsnachrichten d. österr. Betonvereines 1937, Heft 5.

4 Wochen 466, 458 und 410 kg/cm² und nach 6 Wochen 473, 512 und 514 kg/cm². Die Bruchlasten der Balken betragen in der vorne aufgezählten Reihenfolge 22,0 und 22,0 t, 28,9 und 29,9 t bzw. 32,9 und 36,0 t. Der ausschlaggebende Einfluß der Betonfestigkeit ist aus den Bruchlasten klar erkennbar.

Die im n-freien Rechenverfahren unter Zugrundelegung der Eisenstreckgrenze, der Betonwürfelfestigkeit und einer gleichmäßigen Druckspannungsverteilung mit (bzw. ohne) Einrechnung der Schwindspannungen ermittelten Bruchlasten der einzelnen Balken sind bei vierwöchiger Erhärtung 21,5 (20,0) 30,8 (28,7) und 33,1 (34,7) t, bei sechswöchiger Erhärtung 22,9 (20,4), 32,8 (29,7) und 40,4 (37,1) t. Der Vergleich der Rechnungsergebnisse mit den Versuchsergebnissen zeigt, daß bei den mit 3,14 % bewehrten Balken die Einbeziehung der Schwindspannungen noch immer eine bessere Übereinstimmung ergibt als deren Vernachlässigung. Im allgemeinen sind die Unterschiede bei den Balken mit mehr als 4 % Bewehrung nicht mehr groß, gleichgültig ob deren Berechnung mit oder ohne Rücksicht auf Schwindspannungen erfolgt. Bei den Balken mit 4,91 % und 6,53 % Bewehrung nähern sich die Versuchsergebnisse mehr den Rechnungsergebnissen ohne Rücksicht auf die Schwindspannungen, obwohl bei Berücksichtigung der Schwindspannungen nur bei einem Balken (Nr. 64) der Unterschied auf 12,2 % ansteigt, also die in der Regel als zulässige Fehlergrenze betrachteten 10 % nur wenig überschritten werden. Bei der Unsicherheit, welche der Berechnung der Schwindspannungen überhaupt noch anhaftet und bei der Schwierigkeit der Ausführung, welche sich bei den ganz stark bewehrten Balken bereits wegen der Engmaschigkeit des Eisengerippes ergeben hat, ist die oben erwähnte Abweichung von 12 % umso eher erklärlich, als unmittelbar vor Eintritt des Bruches ein Nachgeben des Betons bei den Endhaken zu beobachten war, so daß auch aus diesem Grunde die volle Momentenfähigkeit des Balkens nicht erreicht werden konnte.

Aus den bisher ausgeführten Versuchen kann auch gefolgert werden, daß bei besonders starken Eiseneinlagen infolge des im Verhältnis zur Querschnittsfläche geringen Umfangs eine geringere Beeinflussung durch Schwindspannungen eintritt, während schwächere Rundeseisen mit verhältnismäßig größerem Umfang der Berührungsfläche einem größeren Einfluß der Schwindung unterworfen sind.

Gestützt auf die oben besprochenen Versuchsergebnisse beantragte der Verfasser am 2. internationalen Kongreß für Brückenbau und Hochbau in Berlin das Fallenlassen der Berechnung nach dem n-Verfahren, wobei er darauf hinwies, daß auch Prof. Dr. *Saliger* in dem im Vorberichte des Kongresses abgedruckten Referate den gleichen Standpunkt einnimmt, obwohl er die Schwindspannungen außer Acht läßt und an Stelle der Würfelfestigkeit, die bis um ein Viertel kleinere Prismenfestigkeit des Betons in die Rechnung einführt, wodurch sich rechnungsmäßig etwas kleinere Bruchlasten ergeben als bei den ausgeführten Versuchen.