

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

Band: 13 (1988)

Artikel: Nachgiebige Rahmenknoten in Stahlrahmen

Autor: Tschemmernegg, Ferdinand

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-13067>

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: 17.01.2026

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

Nachgiebige Rahmenknoten in Stahlrahmen

Yielding Joints in Steel Frames

Assemblages non rigides de cadres métalliques

Ferdinand TSCHEMMERNEGG

Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr.tech.
Universität Innsbruck
Innsbruck, Öesterreich



Ferdinand Tschemmernegg, geboren 1939, promovierte 1968 als Bauingenieur an der Technischen Universität Graz. Er arbeitete in der deutschen Industrie und in Südamerika im Großbrückenbau. Seit 1980 ist Ferdinand Tschemmernegg Vorstand des Institutes für Stahlbau und Holzbau an der Universität Innsbruck.

ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Veröffentlichung wird über ein Forschungsprojekt berichtet, das am Institut für Stahlbau und Holzbau der Universität Innsbruck durchgeführt wurde. Das Forschungsprojekt befaßte sich mit der Ermittlung der Nachgiebigkeit von Rahmenknoten und den Auswirkungen dieser Nachgiebigkeit bei der Systemberechnung von unverschieblichen und verschieblichen Stahlrahmen.

SUMMARY

This paper reports on a research project with the aim of analyzing the load-deformation behaviour of joints and the implications thereof for the design of braced and unbraced frames.

RÉSUMÉ

Cet article résume les résultats d'une étude du comportement des assemblages poutres-colonnes. Le but de ce projet était de définir la rigidité et la capacité portante des noeuds sans raidisseurs et l'influence des assemblages sur le comportement des cadres avec ou sans contreventements.



1. RAHMENKNOTENMODELL

Um das $M-\vartheta$ Verhalten zu beschreiben, wurde ein allgemeingültiges Rahmenknotenmodell gefunden, das das nichtlineare Verhalten eines Rahmenknotens mechanisch zutreffend erfaßt. In der Fig. 1 ist dieses Knotenmodell dargestellt. Es besteht aus einer elastisch-plastischen Krafteinleitungs feder (E), Querkraftfeder (Q) und einer Anschlußfeder (A), die hintereinander geschaltet sind.

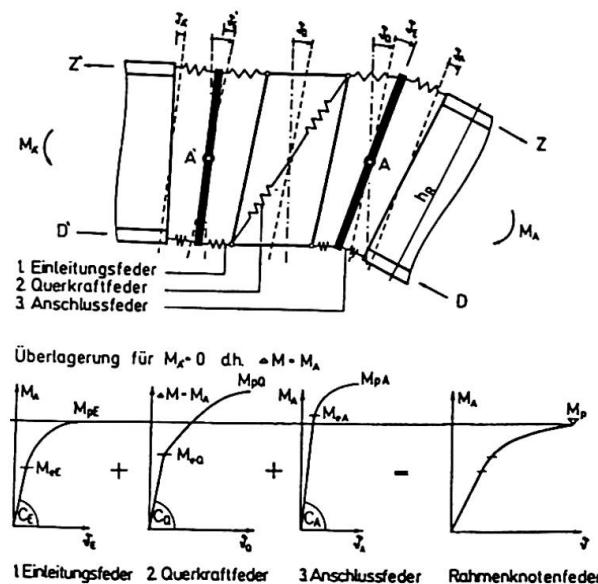


Fig. 1: Allgemeingültiges Rahmenknotenmodell

Die Krafteinleitungs- und Anschlußfeder reagieren hintereinander geschaltet auf die jeweils angreifenden Momente M_A bzw. M_A' , während die Querkraftfeder auf die Momentendifferenz $\Delta M = M_A - M_A'$ reagieren. Die Verformungsanteile φ aus den einzelnen Federn addieren sich, während die Gesamttragfähigkeit des Knotens M_p durch die Tragfähigkeit der schwächsten Feder bestimmt wird. Es wurden die Federkennwerte aller dieser Einzelfedern versuchstechnisch getrennt ermittelt, und zwar des elastischen Grenzmomentes M_E , des plastischen Grenzmomentes M_p , der elastischen Grenzrotation φ_E , der plastischen Grenzrotation φ_p . Die Ergebnisse wurden in [1] und [2] veröffentlicht.

Mit Hilfe von Tabellen nach [1] kann das Momentenrotationsverhalten für Rahmenknoten bei beliebigen Kombinationen von Riegeln und Stützen aus europäischen Walzprofilen ermittelt werden.

Fig. 2 zeigt solche Momentenrotationslinien für einen geschweißten Rahmenknoten bei Stützen HEB 180 und Riegel IPE 270 aus St 360.

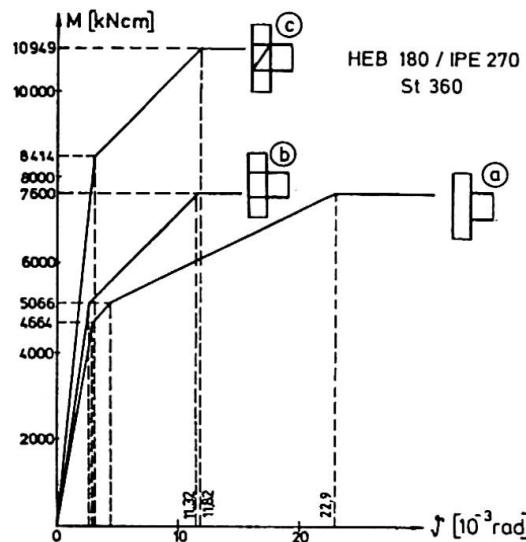


Fig. 2: M- δ Kurven für den geschweißten Knoten HEB 180, IPE 270, St 360;

Bei geschweißten Rahmenknoten kann die Anschlußverdrehung $\delta_A \approx 0$ vernachlässigt werden und die Momentenrotationskurven ergeben sich aus der Überlagerung aus Krafteinleitungs- und Querkraftfeder, wobei in diesem Beispiel die Querkraftfeder die geringere Tragfähigkeit hat und somit die Tragfähigkeit des Knotens bestimmt.

Fig 2a zeigt die Momentenrotationskurven für den steifenlosen Rahmenknoten. Bisher wurde das plastische Grenzmoment M_{pQ} einer solchen Rahmenknotens mit Hilfe der plastischen Querkrafttragfähigkeit Q_{pS} der Stütze aus $M_{pQ} = Q_{pS} \times h_R = 5.066 \text{ kNm}$ errechnet. Dies ist für den Knoten das elastische Grenzmoment M_{eQ} . Das tatsächliche plastische Grenzmoment M_{pQ} für den Rahmenknoten liegt aber bei 7.600 kNm.

Fig. 2b zeigt einen Rahmenknoten mit Krafteinleitungssteifen versehen. Sie erhöhen nicht die Tragfähigkeit des Rahmenknotens, sondern reduzieren nur etwas die Rotation.

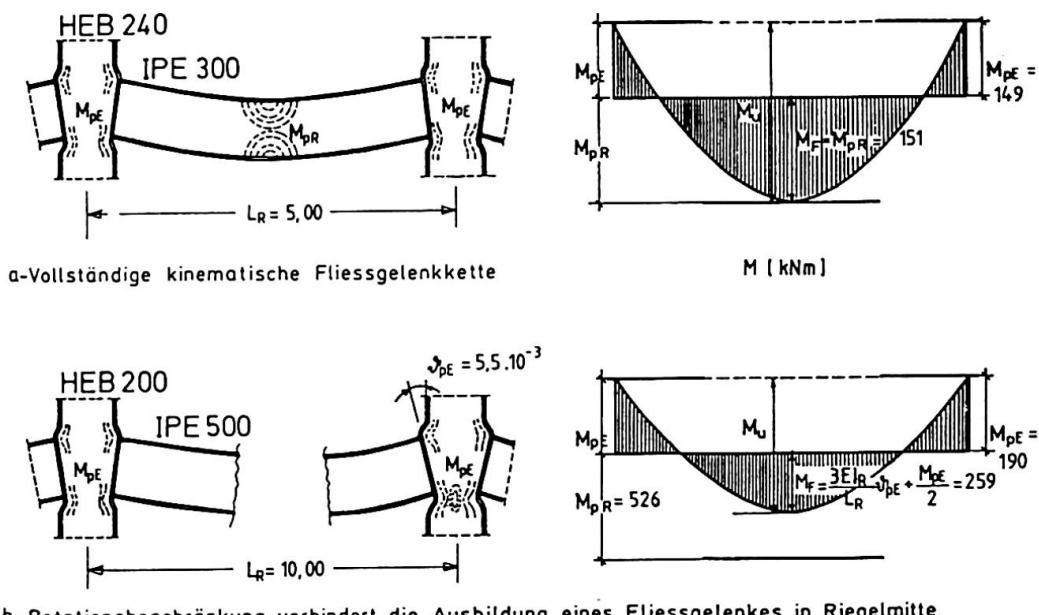
Erst durch eine Diagonalaussteifung bzw. Beilagebleche kann die Rahmenknotentragfähigkeit angehoben werden, Fig. 2c.

Es hat sich aber gezeigt, daß steifenlose Knoten doch eine erhebliche Tragfähigkeit besitzen und somit durch die Vermeidung von Aussteifungen erhebliche Kosten im Detail eingespart werden können.

2. UNVERSCHIEBLICHE RAHMEN MIT STEIFENLOSEN KNOTEN

2.1 Tragfähigkeitsnachweis

Berechnet man die Riegeltragfähigkeit von unverschieblichen Rahmen mit steifenlosen Knoten, so können zwei Fälle unterschieden werden. Fig. 3a und Fig. 3b. Entweder die volle Fließgelenkkette kann sich bei reduzierten plastischen Momenten im Knotenbereich ausbilden, oder die Ausbildung der vollen Fließgelenkkette ist nicht möglich, da der Knoten eine beschränkte Rotationskapazität hat. Diese Beschränkung der Rotationskapazität ergibt sich daraus, daß sich bei symmetrischer Momentenbelastung des Knotens nach Erreichen der plastischen Grenzmomente M_{pE} im Druckbereich des Stützensteges eine plastische Beule bildet und hierauf die Tragfähigkeit des Knotens abnimmt.



b-Rotationsbeschränkung verhindert die Ausbildung eines Fließgelenkes in Riegelmitte

Fig. 3: Unverschiebliche Rahmen mit steifenlosen Knoten

Da die Grenzrotation $\vartheta_{pE} = 5 \times 510^{-3}$ rad gemessen wurde, kann sehr schnell festgestellt werden, ob die Rotationsfähigkeit maßgebend wird. Ist der Wert $3EI_R \cdot \vartheta_{pE} / L_R + M_{pE} / 2$ kleiner als das plastische Moment M_{pR} des Riegels, dann ist die Rotationskapazität maßgebend.

2.2 Gebrauchstauglichkeitsnachweis

Es hat sich gezeigt, daß die Knotennachgiebigkeit im elastischen Bereich zweckmäßig dadurch berechnet werden kann, daß die Nachgiebigkeit des Knotens durch die Krafteinleitung durch Reduktion der Riegelsteifigkeit im Knotenbereich erfaßt wird, während die Nachgiebigkeit durch die Querkraftbeanspruchung unter Reduktion der Steifigkeit der Stützen im Knotenbereich berücksichtigt wird. Da die Steifigkeiten C_E und C_Q aus Messungen bekannt sind, können die reduzierten Steifigkeiten sehr einfach ermittelt werden und dann mit konventionellen EDV-Programmen die Deformation berechnet werden, Fig. 4.

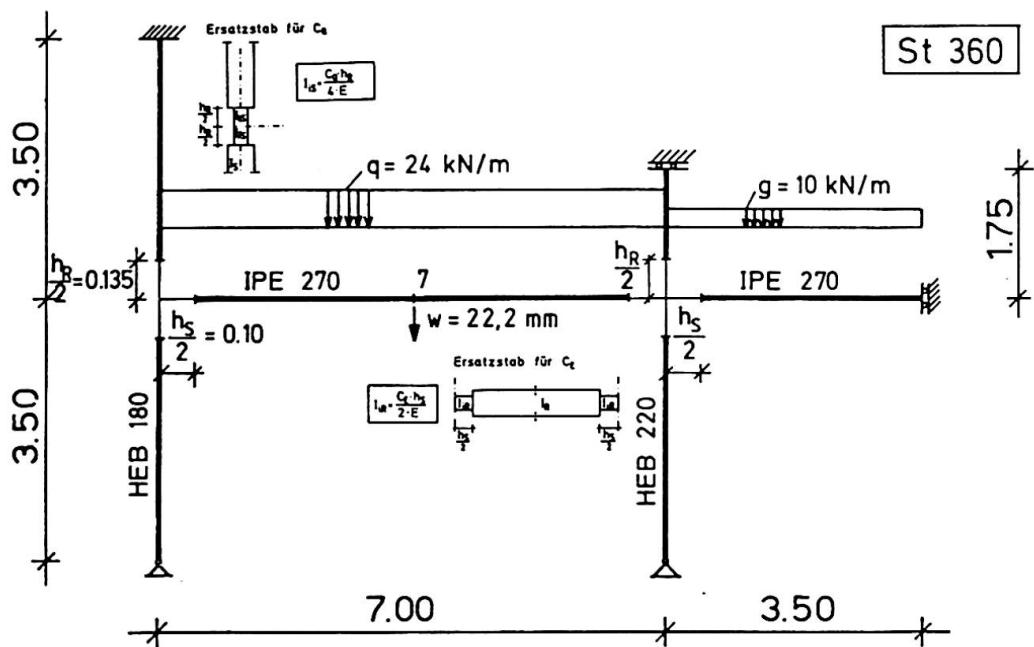


Fig. 4: Gebrauchstauglichkeitsnachweis

3. VERSCHIEBLICHE RAHMEN MIT STEIFENLOSEN KNOTEN

Verschiebliche Rahmen mit steifenlosen Knoten werden zweckmäßigerweise mit Stabwerksprogrammen, die das nichtlineare Knotenverhalten berücksichtigen, berechnet. Es wurde ein Programm entwickelt, das bei vorgegebenen Riegeln und Stützen aus europäischen Walzprofilen zunächst die Momentenrotationskurven der Knoten werden und hierauf das Gesamtsystem unter Berücksichtigung der



Knotennachgiebigkeit berechnet wird. Fig. 5 zeigt einen solchen Rahmen und die Ergebnisse für steifenlose und ausgesteifte Knoten. Da die gesamte Lastverformungskurve berechnet wird, kann nicht nur der Einfluß der Rahmenknoten auf die Tragfähigkeit, sondern auch auf die Verformungen aus den Berechnungen entnommen werden.

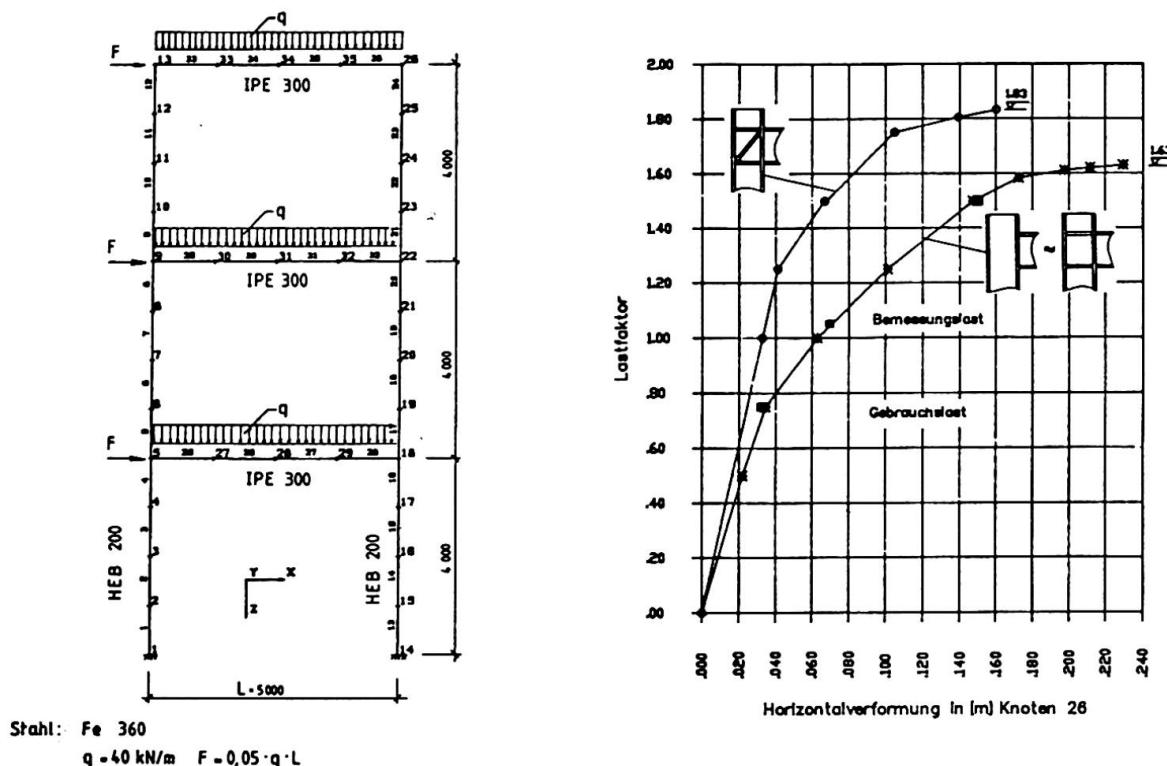


Fig. 5: Lastverformungskurve für einen verschieblichen Rahmen

5. LITERATUR

- [1] Rahmentragwerke in Stahl unter besonderer Berücksichtigung der steifenlosen Bauweise. Theoretische Grundlagen - Beispiele - Bemessungstabellen. Herausgeber: Österreichischer Stahlbauverband (OESTV), 1130 Wien, Laroche gasse 28, und Schweizerische Zentralstelle für Stahlbau (Szs), 8034 Zürich, Postfach. 1987.
- [2] TSCHEMMERNEGGL, F., TAUTSCHNIG, A., KLEIN, H., BRAUN, CH., HUMER, CH.: Zur Nachgiebigkeit von Rahmenknoten. Teil 1. Stahlbau 10/1987 - Seiten 299 bis 306.