

**Zeitschrift:** IABSE reports = Rapports AIPC = IVBH Berichte

**Band:** 60 (1990)

**Artikel:** Das Momentenrotationsverhalten von Verbundknoten

**Autor:** Tschemmernegg, F.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-46443>

### 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:** 11.02.2026

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

## Das Momentenrotationsverhalten von Verbundknoten

The Moment Rotation Behaviour of Composite Joints

Moments de rotation et comportement de nœuds mixtes

**F. TSCHEMMERNEGG**

o. Univ. Prof.  
Universität Innsbruck  
Innsbruck, Österreich



Ferdinand Tschemmernegg, geboren 1939, promovierte an der Technischen Universität Graz. Er arbeitete in der deutschen Stahlindustrie und in Südamerika im Brückenbau. Seit 1980 ist er der Leiter des Institutes für Stahlbau und Holzbau an der Universität Innsbruck, Österreich.

### ZUSAMMENFASSUNG

Das Verhalten von Verbundknoten wird bezüglich Krafteinleitung, Querkraftdeformation und Deformation der Anschlusskonstruktionen beschrieben. Es wird gezeigt, welche konstruktiven Möglichkeiten zum Anschluß von Verbundträgern an Verbundstützen bestehen.

### SUMMARY

The behaviour of composite joints is described in relation to load introduction, shear deformation and deformation of the connections. New possibilities for connections between composite beams and columns are shown. Numerous tests have been carried out.

### RÉSUMÉ

La description du comportement des nœuds mixtes est faite à partir de l'introduction des efforts, de la déformation sous effort tranchant et de la déformation des éléments de liaison de l'ouvrage. On y montre les nouvelles possibilités constructives existant dans l'assemblage des poutres mixtes sur les piliers mixtes. Des essais exhaustifs ont été effectués dans ce sens.



## 1. EINLEITUNG

Ausgehend von dem am Institut für Stahlbau und Holzbau entwickelten Knotenmodell für Knoten in Stahlrahmen [1] wird ein Knotenmodell zur Beschreibung des Verhaltens von Verbundknoten in Verbundrahmen vorgestellt. Auch hier wird unterschieden zwischen Krafeinleitung in den Knoten, der Querkraftdeformation des Knotens und der Anschlußkonstruktion des Verbundriegels an den Knoten. Außerdem ist der Einfluß der Stützennormalkraft auf den Knoten zu berücksichtigen. Dazu wurden umfangreiche Versuche durchgeführt und eine spezielle Hilfskonstruktion entwickelt, die es erlaubt alle diese Einflüsse getrennt zu messen und Zwängungsspannungen bei großen Deformationen zu vermeiden.

## 2. HILFSKONSTRUKTION FÜR DIE KNOTENUNTERSUCHUNG

Abbildung 1 zeigt die verschiedenen Beanspruchungen von Verbundknoten in einem Verbundrahmen. Hier können drei Fälle unterschieden werden: Fall ① Randknoten, Fall ② Innenknoten schachbrettbelastet, Fall ③ Innenknoten symmetrisch-belastet. Außerdem wirken im Verbundknoten noch die Normalkräfte aus der Stützenbelastung.

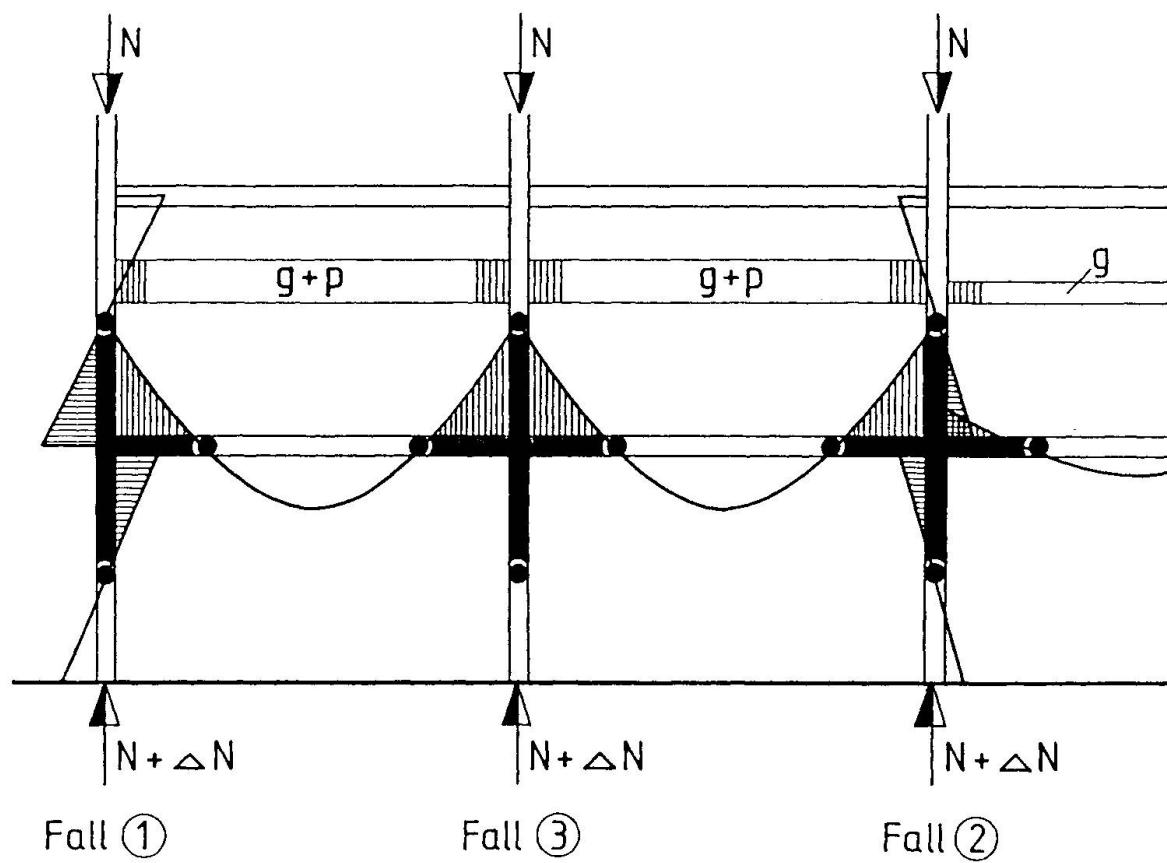


Abb. 1 Beanspruchung von Verbundknoten

Schneidet man den Verbundknoten innerhalb der Momentennullpunkte heraus und schließt in den Momentennullpunkten der Verbundstützen eine Hebelkonstruktion gelenkig an und lagert die Verbundriegel in den Momentennullpunkten gelenkig auf, so können mit diesem

"Kreuzversuch" gemäß Abbildung 2 alle Beanspruchungsfälle 1 - 3 simuliert werden, je nach dem, wo die Prüfkraft des Zylinders im angeschlossenen Hebelsystem angreift. Durch Vorspannung der Stützen kann auch die Stützennormalkraft simuliert werden. Die Anordnung des Prüfkörpers in einem entsprechenden Prüfrahmen ist in Abbildung 3 dargestellt.

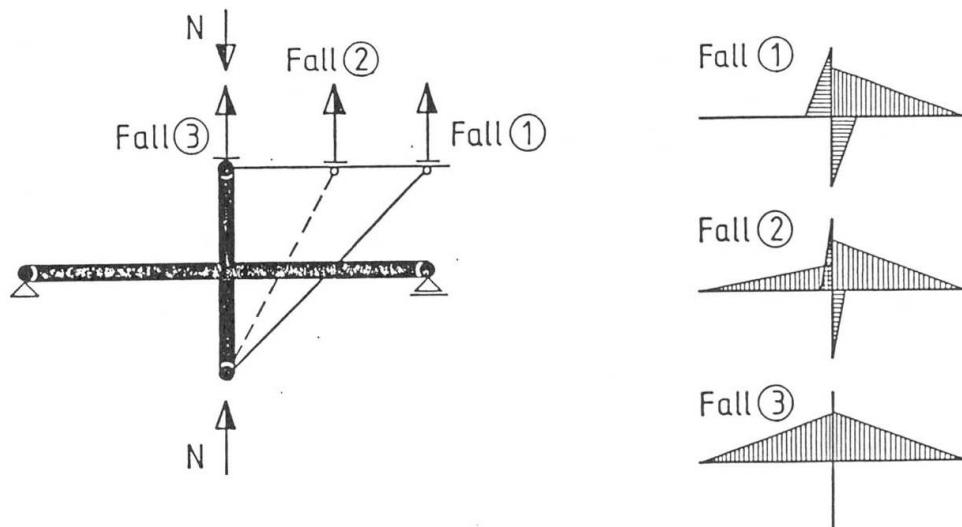


Abb. 2 Kreuzversuch mit Hilfsvorrichtung

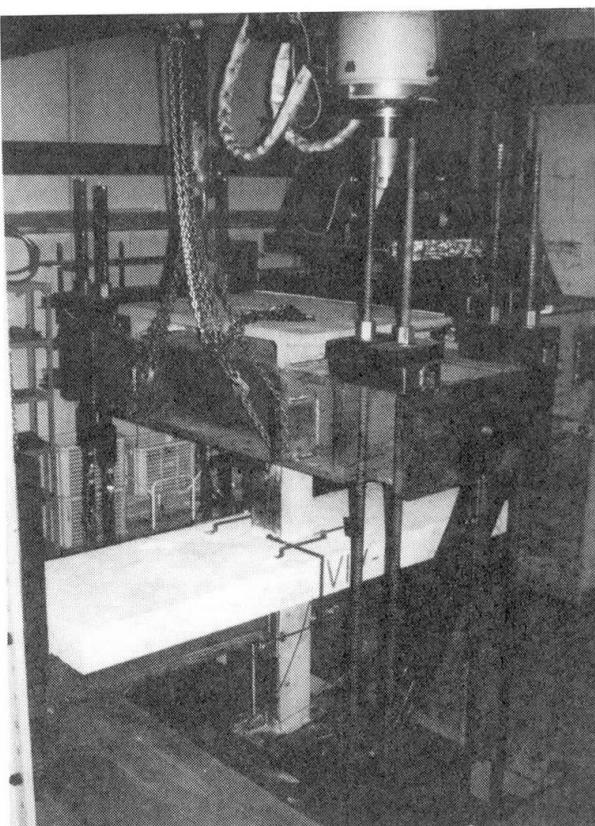
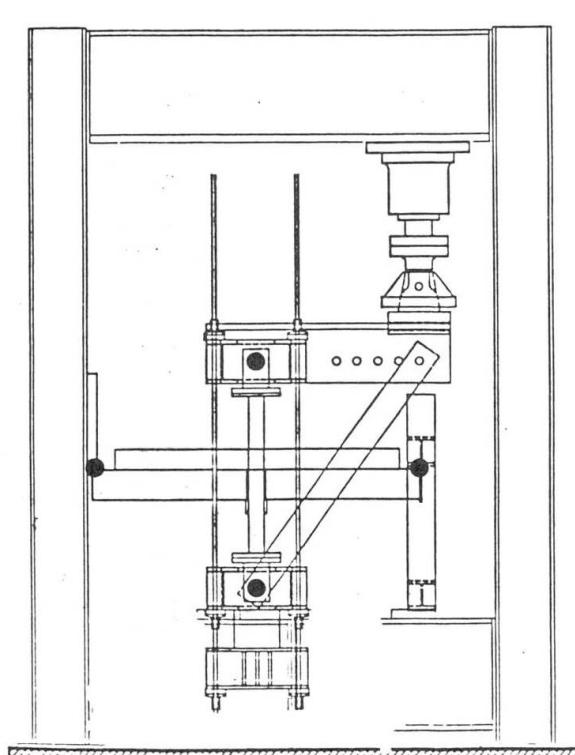
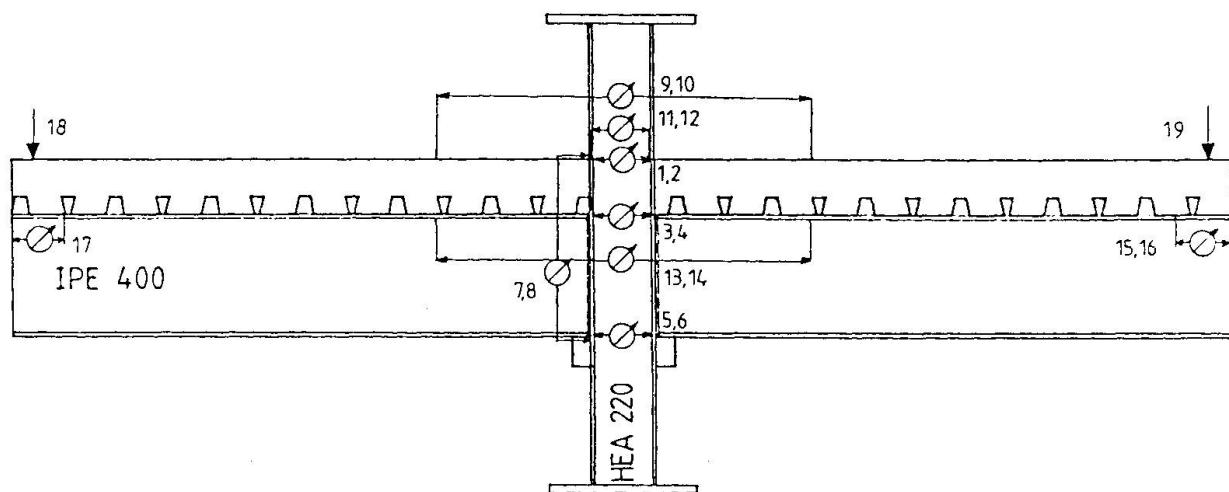


Abb. 3 Prüfrahmen mit eingebauter Hilfskonstruktion und Prüfkörper



### 3. VERSUCHSKÖRPER UND MESSMETHODE

Abbildung 4 zeigt einen Versuchskörper, der aus den Bauelementen Verbundstützen und Verbundriegeln besteht. Die Verbundstützen sind Walzprofile, die mit Beton ausgefüllt wurden. Die Verbundriegel sind ebenfalls Walzprofile, die mit Beton ausbetoniert sind und mit einer Stahlbetonplatte oder Profilblech-Verbundplatte in Verbund stehen. Die Herstellung der Prüfkörper erfolgt in der Form, daß auf die Fertigteile Verbundstützen auf Stahlknaggen die ausbetonierte Stahlträger der Riegel aufgesetzt werden und dann die Platten betoniert wurden, wobei die Stütze miteinbetoniert ist. Zur Übertragung der Stützmomente werden seitlich neben den Stützen Bewehrungsstäbe in die Platten eingelegt. Insgesamt wurden 20 verschiedene Kombinationen untersucht, wobei auch Knoten an Randstützen und Versuchskörper mit Hohlprofilstützen untersucht wurden. Gemessen wurden die Krafteinleitungsdeformation, Schubdeformation der Stütze und die Dehnung der Betonplatte, sowie zur Kontrolle die Auflagerkräfte an den Prüfkörpераuflagern (Abb. 4).



- 1, 2, 3, 4, 5, 6 ..... Krafteinleitung
- 7, 8 ..... Schubverformung
- 9, 10, 11, 12, 13, 14 ..... Dehnung Betonplatte
- 15, 16, 17 ..... Endschlupf
- 18, 19 ..... Auflagerkraft

Abb. 4 Prüfkörper mit Anordnung der Meßvorrichtungen

Mit diesen Messungen konnten Rückschlüsse auf die Krafteinleitungs-federn und Querkraftfedern im Verbundknoten, sowie die Nachgiebigkeit der Federn für verschiedene Anschlußkonstruktionen gemäß dem Knotenmodell nach [1] ermittelt werden.

#### 4. ERGEBNISSE

Die Untersuchungen für die Krafteinleitungs- und Schubdeformationen zeigen, daß durch das Ausbetonieren der Walzprofile zwar die Steifigkeit gegenüber den Stahlprofilen nicht stark verändert wird, daß aber die Tragfähigkeit sehr stark ansteigt. Außerdem erreicht man durch das Ausbetonieren eine unbegrenzte Verformungskapazität und hat somit keinerlei Begrenzungen in der Rotationskapazität im Verbundknoten. Abbildung 5 zeigt die Ergebnisse von Krafteinleitungsversuchen und Abbildung 6 Ergebnisse von Schubuntersuchungen im Verbundknoten. Je nach Anschlußkonstruktion können auch die Rotationskurven für die Anschlüsse angegeben werden. Im wesentlichen ergeben sich die Nachgiebigkeiten der Anschlüsse aus der Nachgiebigkeit durch die lokale Pressung der Verbundplatte an die Verbundstütze und die Dehnung der Bewehrungsstähle seitlich neben den Verbundstützen.

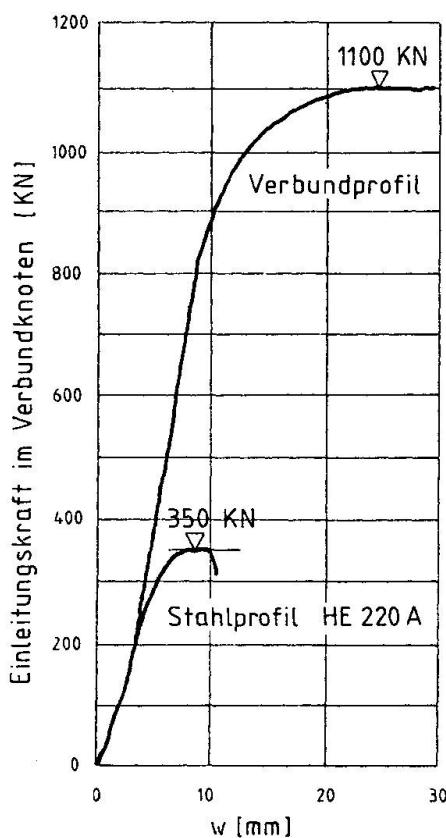


Abb. 5 Krafteinleitung in den Verbundknoten

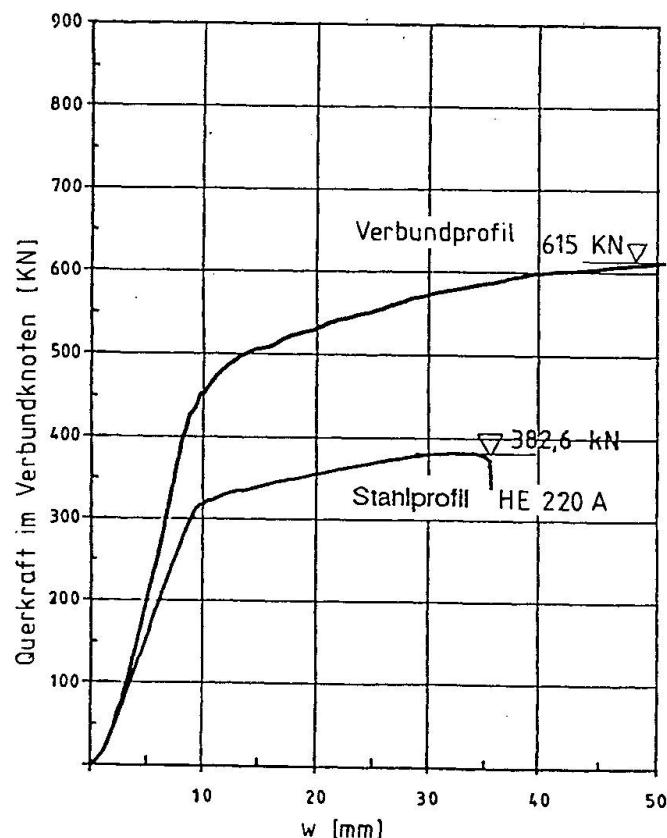


Abb. 6 Querkraftdeformation des Verbundknotens



Abbildung 7 und 8 zeigen den Prüfkörper nach dem Versuch.

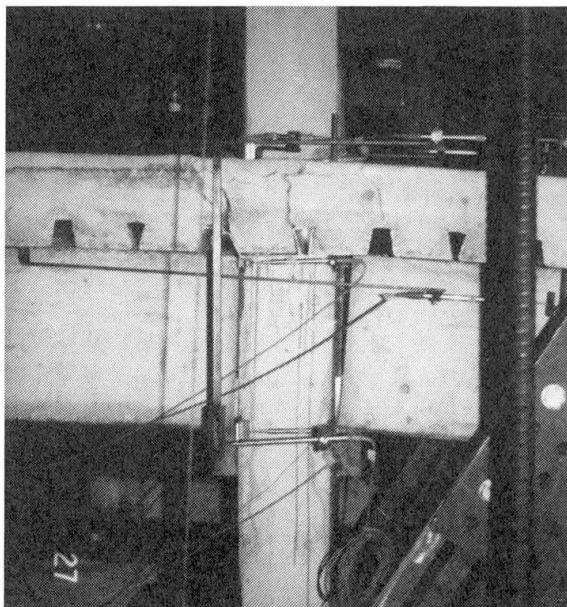


Abb. 7 Meßtechnik



Abb. 8 Prüfkörper im Tragzustand

## 5. VERBUNDRAHMENBERECHNUNG

Mit den nun ermittelten Momentenrotationskurven für Krafteinleitung, Querkraftdeformation und Anschlußkonstruktionen können nun mit dem bereits vorhandenen Programm, das die nichtlineare Knotennachgiebigkeit berücksichtigt, vom Verbundrahmensystem berechnet werden. In diesem Programm brauchen nur die Tragfähigkeiten entsprechend angepasst werden und die Berechnungen bezüglich der Rotationen können beseitigt werden. Im Rahmen einer Dissertation wird das in [2] und [3] beschriebene Programm für Stahlrahmen mit Berücksichtigung von nachgiebigen Knoten für Verbundrahmen adaptiert.

## LITERATUR

- [1] Rahmentragwerke in Stahl unter besonderer Berücksichtigung der steifenlosen Bauweise. Theoretische Grundlagen-Beispiele-Bemessungstabellen. Hrsg.: Österreichischer Stahlbauverband, 1130 Wien, Laroche gasse 28, und Schweizerische Zentralstelle für Stahlbau, 8034 Zürich, Postfach. 1987
- [2] TSCHEMMERNEGG, TAUTSCHNIG, KLEIN, BRAUN, HUMER (1987): Zur Nachgiebigkeit von Rahmenknoten. Stahlbau 10/1987
- [3] TSCHEMMERNEGG, LENER, TAUS (1989): Zur Nachgiebigkeit von Rahmenknoten, Teil 2. Stahlbau 58/1989, H.2.