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

Band: 13 (1988)

Artikel: Die Theorie der Brauchbarkeit veränderter Tragwerke

Autor: Chobot, Karel

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-13033

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: 09.08.2025

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

Die Theorie der Brauchbarkeit veränderter Tragwerke

Theory concerning the application of changed structures

Possibilité d'utilisation d'une construction modifiée

Karel CHOBOT
Prof.Ing.DrSc.
TU Prag
Prag, ČSSR

Karel Chobot, geboren 1929, promovierte als Bauingenieur auf der Fakultät für Bauingenieurwesen TU Prag. Seit 1951 arbeitet am Lehrstuhl für Baumechanik der Baufakultät TU Prag, zur Zeit als Professor.

ZUSAMMENFASSUNG
Bei Rekonstruktionen oder Havarien von Stabtragwerken ändert sich das statische Modell des Tragsystems und dadurch auch die Beanspruchung von einzelnen Elementen. Der Einfluss der Abschaffung eines Stabes des ursprünglichen Systems auf die Veränderungen der inneren Kräfte in den restlichen Stäben ist analysiert worden. Es hat sich herausgestellt, dass bestimmte Gesetzmässigkeiten der Ausbreitung dieser Veränderungen festgestellt und die entsprechenden Veränderungsbereiche geometrisch definiert werden können.

SUMMARY
In reconstructions or during failure of frame systems the statical model of the bearing structure and thus also the stress state in the individual elements undergoes a change. An analysis has been carried out of the influence of releasing one of the beams of the original system on the changes of the internal forces in the remaining beams. It has been shown that certain rules governing the distribution of these changes can be determined and their range of applicability defined.

RÉSUMÉ
A la suite de reconstruction ou de dommage sur des ossatures, le modèle statique du système porteur change de même que l'état de contraintes des différents éléments. L'influence de la disparition d'un élément du système original est étudiée avec les modifications des efforts intérieurs dans le reste du système. Certaines règles relatives à la distribution de ces efforts peuvent être déterminées de façon géométrique.

1. EINLEITUNG

Bei Rekonstruktionen oder Havarien von Rahmen ändert sich das statische Modell des Tragsystems. Die Beanspruchung von einzelnen Elementen wird also auch geändert. Jedenfalls ist das modifizierte Tragsystem neu zu berechnen. Für grosse und komplizierte Tragwerke kann die neue Berechnung sehr zeitraubend und kostspielig sein. Die Beurteilung der Tragfähigkeitsverminderung oder die Entscheidung, ob ein Teil des Tragsystems rekonstruiert werden soll, kann durch eine vorläufige Abschätzung von Beanspruchungsveränderungen wesentlich erleichtert werden. Dadurch werden Zeit und Kosten gespart. Wir haben uns deswegen bemüht, die Gesetzmässigkeiten der Ausbreitung von Beanspruchungsveränderungen in einzelnen Stabelementen nach der Abschaffung eines Stabes zu finden. Die Berechnungen haben wir für mehr als vierzig ebene und räumliche Stabtragwerke durchgeführt. Die Ergebnisse wollen wir an zwei Beispielen von ebenen Tragwerken demonstrieren. Es werden dabei zwei Gruppen von Tragsystemen unterschieden: sgn. "hohe" Systeme und "breite" Systeme (nach der Proportion der Geschossanzahl und der Anzahl der Felder). Wir haben nur prismatische Stäbe, gleichmässige Belastung der Querriegel und einseitige Windbelastung in Betracht gezogen. Systeme, die nach der Abschaffung eines Stabes instabil werden, haben wir ausser Betracht gelassen (d.h. statisch bestimmte Systeme oder Systeme mit nur einem Feld, in dem z.B. eine Stütze im ersten Geschoss beseitigt ist usw.).
Es hat sich herausgestellt, dass für die Veränderung von Biegemomenten und Normalkräften bestimmte Gesetzmässigkeiten festgestellt werden können. Bei der Auswertung von Veränderungen wurden prozentuale Differenzen benutzt. Es wurden die Differenzen von 2%, 5% und 10% im Vergleich mit dem ursprünglichen Zustand ausgewertet. Es ist dabei zu unterscheiden, ob eine innere oder äussere Stütze oder ein Querriegel beseitigt wurde.
In den Bildern sind die Veränderungsbereiche in folgender Weise markiert: Volle Linien schliessen Bereiche der Veränderungen von mehr als 10%, gestrichelte Linien von mehr als 5%, punktierte Linien von mehr als 2% ein. In den restlichen Stäben ergeben sich nur bedeutungslose Veränderungen. In Fig. 1-3 bezeichnet das Symbol x positive Veränderungen von Biegemomenten in Endquerschnitten, das Symbol + positive Veränderungen von Normalkräften, in den restlichen Stäben des Bereiches sind die Veränderungen negativ. Der beseitigte Stab wird durch Pfeile bezeichnet.

2. VERAENDERUNGEN VON BIEGEMOMENTEN

2.1. Erste Gruppe

Es wurde eine äussere Stütze beseitigt. In diesem Fall erfolgt die 10% Veränderung der Biegemomente im ganzen oberen Bereich des Tragwerkes über der beseitigten Stütze. Unterhalb dieser Stütze traten die Veränderungen höchstens in einem Geschoss ein. Die Bereiche von 5% und 2% Veränderungen verlaufen analog. Die graphische Darstellung des Veränderungsbereiches hat eine ovale Form. Der beseitigte Stab befindet sich im rechten oder linken Teil eines Ovals, das sich über das ganze Tragwerk oberhalb des beseitigten Stabes erstreckt. Dieser Bereich wird als "Ovalbereich" bezeichnet (Fig. 1)

2.2. Zweite Gruppe

Die Lage eines beseitigten Querriegels in der Konstruktion spielt keine Rolle. Unabhängig von ihr hat der Veränderungsbereich von Biegemomenten eine näherungsweise elliptische Form. Diese Ellipse schliesst höchstens ein Geschoss oberhalb und ein Geschoss unterhalb des beseitigten Stabes ein. Die Breite der Ellipse ist gleich der Breite des gesamten Tragwerkes. Dieser Bereich wird "der elliptische Bereich" genannt (Fig. 2).

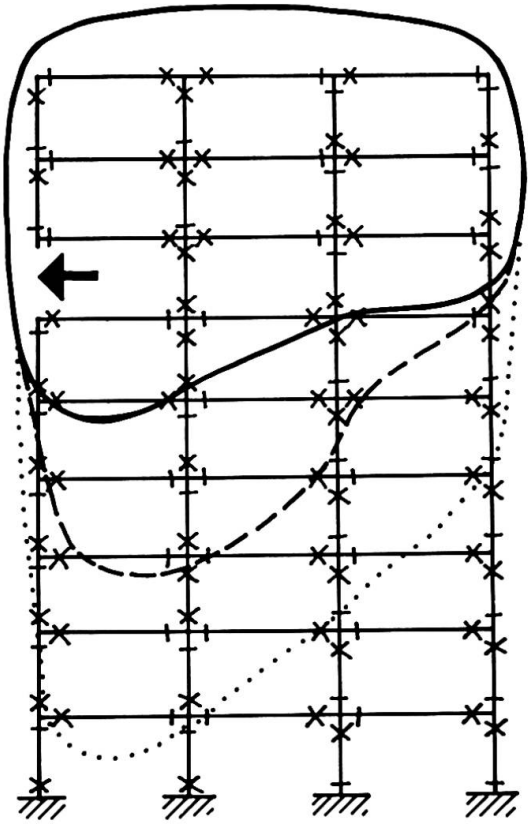

Fig.1 Der Ovalbereich

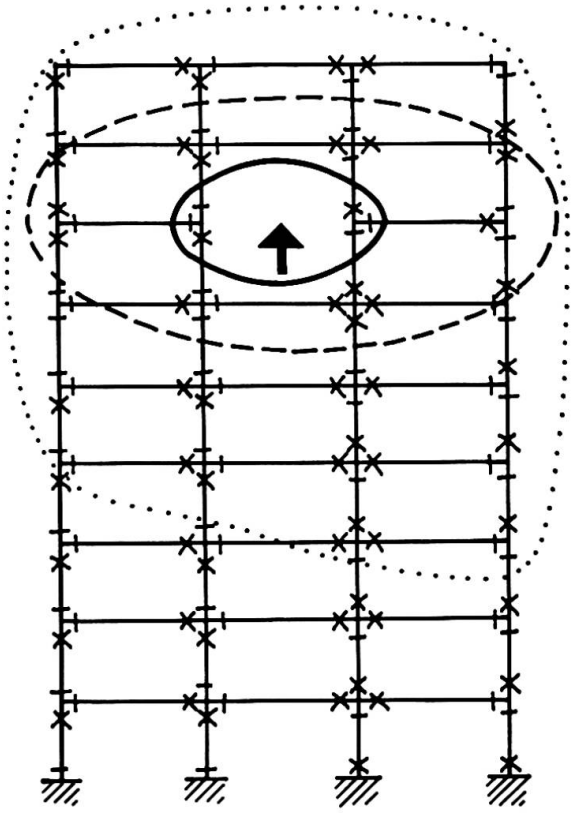

Fig.2 Der elliptische Bereich

2.3. Dritte Gruppe

Es wurde eine innere Stütze beseitigt. In diesem Fall ist der Veränderungsbereich der Biegemomente am interessantesten. Die beseitigte Stütze befindet sich in der Achse der Gebiete, die sich nur in unmittelbar benachbarten Feldern erstrecken. Die Höhe des Bereiches reicht bis zu den letzten Etagen. Unter dem entfernten Stab erfolgen die Veränderungen nur etwa zwei Etagen unterhalb des Stabes. Es ist erstaunlich, dass die unmittelbar benachbarten Stützen unter und über der Stütze kaum beeinflusst werden. Diesen Bereich bezeichnen wir als "Flügelbereich" (Fig. 3).
Alle bisher diskutierten Ergebnisse sind nur für regelmässige Tragwerke gültig. Für Tragwerke mit z.B. nicht durchlaufenden Stützen oder Querriegeln gelten die obigen Schlussfolgerungen nicht.

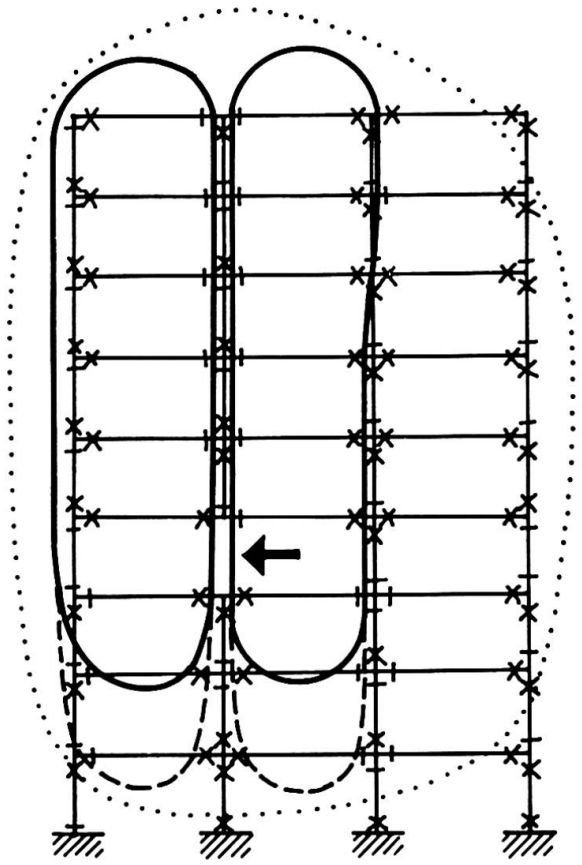

Fig. 3 Eine innere Stütze wurde beseitigt - der Flügelbereich

Für räumliche Stabwerke sind ähnliche Schlussfolgerungen gültig. Nach den Abbildungen ist klar sichtbar, dass man auch für die Vorzeichenveränderungen bestimmte Regeln finden kann. Z.B. für den elliptischen Bereich (Fig. 2) ändern sich die Differenzvorzeichen nach einem "Diagonalsystem".

3. VERAENDERUNGEN VON NORMALKRAEFTEN

Um die Bereiche der prozentualen Veränderungen von Normalkräften analog den Veränderungen von Biegemomenten definieren zu können, sind die Veränderungen von Normalkräften getrennt in Stützen und in Querriegeln zu untersuchen.

3.1. Erste Gruppe

Beim Ausfall eines der Querriegel kann der Veränderungsbereich der Normalkräfte in Säulen als ein "Rechteckbereich" bezeichnet werden. Die Normalkräfte ändern sich in den Stäben unter dem entfernten Querriegel (Fig. 4). Bei hohen Systemen können auch zusätzliche Veränderungen auftreten. Diese Anomalien sind dadurch verursacht, dass gleichzeitig eine senkrechte und eine waagrechte Belastung aufgenommen werden (Fig. 5).
Die Veränderungen von Normalkräften in Querriegeln beschränken sich auf einen "elliptischen Bereich" (Fig. 6). Bei breiten Tragsystemen befindet sich der beseitigte Stab ungefähr im Brennpunkt (Stäbe in den Mittelfeldern) der Ellipse. Normalkräfte ändern sich im Bereich von ca. zwei Etagen oberhalb und unterhalb des beseitigten Querriegels. Wenn ein Querriegel im Randfeld beseitigt wird, können die Veränderungen bis in vier Feldern erscheinen. Für hohe Tragsysteme sind praktisch die gleichen Schlussfolgerungen gültig (Fig. 7).

3.2. Zweite Gruppe

Die Lokalisierung der Veränderungsbereiche im Falle einer beseitigen Stütze ist ziemlich kompliziert. In diesem Fall ändern sich die Normalkräfte in den meisten Stäben des Systems. Trotzdem können bei breiten Tragsystemen die Veränderungsbereiche als "Rechteck"- oder "Doppelrechteckbereiche" charakterisiert werden. Dies hängt davon ab, ob eine innere Stütze beseitigt wird. Die Veränderungen erfolgen in zwei bis drei Etagen und Feldern. Die Veränderungen von Normalkräften in Querriegeln erfolgen in mehreren Feldern (Fig. 8, Fig. 9).

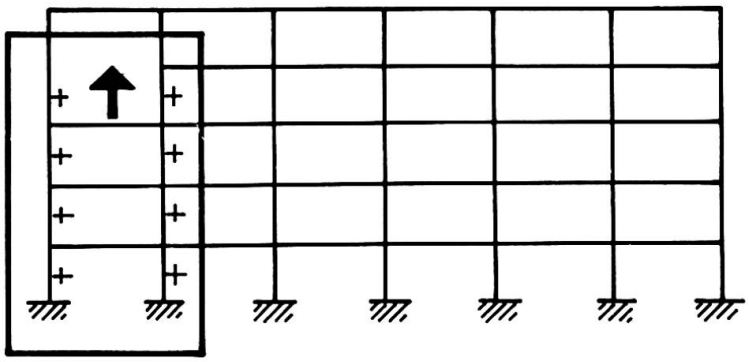

Fig.4 Der Rechteckbereich der Veränderungen von Normalkräften in Säulen bei "breiten" Konstruktionen

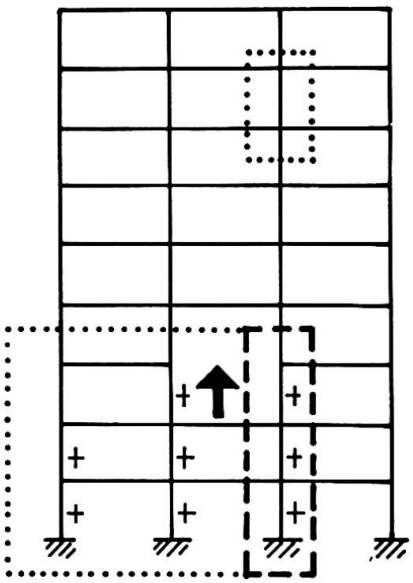

Fig.5 Der Rechteckbereich der Veränderungen von Normalkräften in Säulen in "hohen" Konstruktionen

Aus den Schemen ist sichtbar, dass die Gesetzmässigkeiten der Vorzeichenveränderungen von Normalkräftedifferenzen leichter zu verfolgen sind als diejenigen bei den Biegemomenten. Die angegebenen Kriterien können selbstverständlich die genaue Berechnung des modifizierten Tragsystems nicht ersetzen, die Veränderungsbereiche können jedoch katalogisiert werden. Man kann jedoch auf diese Weise z.B. im Falle einer Beschädigung der Tragwerke schnell beurteilen, welche Teile der Konstruktion sofort zu sichern sind, um eine weitere Beschädigung zu vermeiden. Angaben über die Topologie und Steifigkeit des Tragwerkes und über die Lage des beschädigten Stabes sind dafür ausreichend.

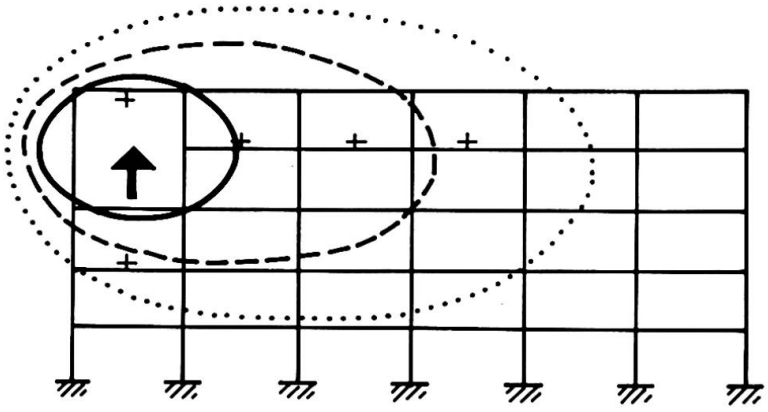

Fig.6 Der elliptische Bereich der Veränderungen von Normalkräften in Säulen in "breiten" Konstruktionen

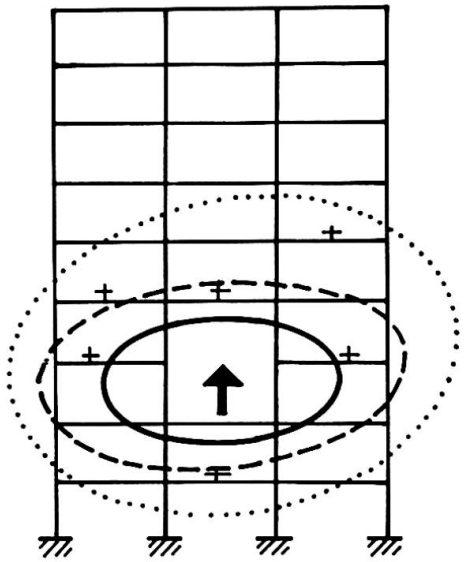

Fig.7 Der elliptische Bereich der Veränderungen von Normalkräften in Riegeln in hohen Konstruktionen

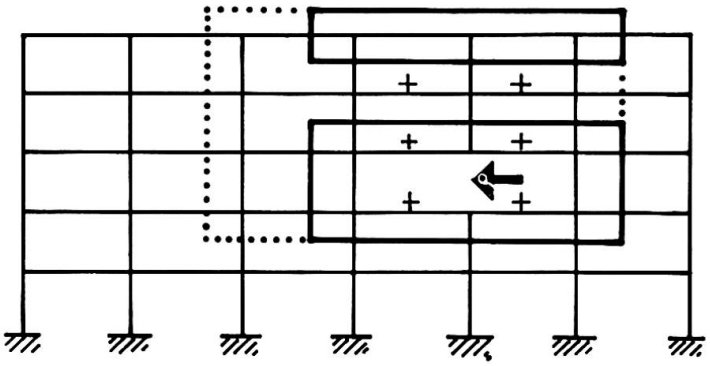

Fig.9 Der Doppelrechteckbereich der Veränderungen von Normalkräften in Riegeln in breite Konstruktion

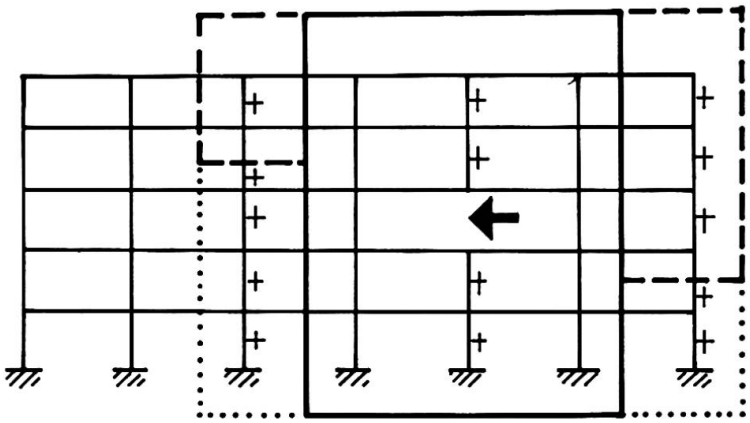

Fig.8 Der Rechteckbereich der Veränderungen von Normalkräften in Säulen in breite Konstruktion