



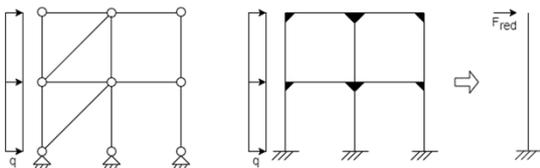
Methoden zur Modellierung von Aussteifungs- systemen im Hochhausbau

Motivation und Zielsetzung

Die Modellierung von Hochhäusern als Gesamtmodell kann für große Geschossanzahlen sehr umfangreich und aufwendig werden. Zur statischen Vereinfachung werden Hochhäuser allgemein als Kragarm interpretiert. Darauf basierend sollen in dieser Arbeit Methoden untersucht werden, verschiedene Aussteifungssysteme im Kragarmmodell zu integrieren. Aussteifungssysteme sind für den horizontalen Lastabtrag in die Fundamente zuständig und spielen im Hochhausbau eine bedeutende Rolle. Die reduzierten Systeme sollen dann mit der Modellierung als Gesamtsystem verglichen werden.

Modellierungsmethode

Am Ausgangssystem greift eine horizontale Streckenlast q an. Für die Modellierung wird das Prinzip der statischen Kondensation genutzt. Vereinfachend werden, sofern möglich, dehnstarre Stäbe verwendet, um die Anzahl der Freiheitsgrade im Ausgangssystem zu reduzieren. Nach Bestimmung der Systemsteifigkeitsmatrix \mathbf{K}_{ij} und des Lastvektors \mathbf{F} mit dem Verschiebungsgrößenverfahren wird das Ausgangssystem auf nur noch einen Freiheitsgrad kondensiert. Man erhält eine reduzierte Einzellast F_{red} , sowie eine Ersatzfedersteifigkeit K_{red} . Um repräsentative Schnittgrößenverläufe am reduzierten Kragarm zu erhalten, wird jedoch auf den Einsatz einer Verschiebefeder am kondensierten Freiheitsgrad verzichtet. Im reduzierten System muss gegebenenfalls noch ein Auflagerwechsel erfolgen und anschließend wird die Biegesteifigkeit invers über sogenannte Anpassungsfaktoren APF angepasst.



Ergebnisse für gewählte Aussteifungen

Fachwerkaussteifung:

Nach der statischen Kondensation ergeben sich die folgenden Zusammenhänge für die Ersatzlast und die Ersatzfedersteifigkeit des reduzierten Systems:

$$F_{red} = 0,5 * n * q * l_2 ; \quad K_{red} = \frac{l_1^2 * EA}{n * (l_1^2 + l_2^2)^{\frac{3}{2}}}$$

n : Geschossanzahl
 l_2 : Stützenhöhe

q : Belastung
 E : E-Modul Stahl

l_1 : Trägerspannweite
 A : Querschnittsfläche

Das Festlager muss durch eine Einspannung ersetzt werden, da das reduzierte System sonst kinematisch wäre. Für die Anpassung der Biegesteifigkeit wird ein Polynom 4. Grades ermittelt, das die Abhängigkeit der logarithmischen Geschossanzahl $\log(n)$ zum logarithmischen Anpassungsfaktor des Flächenträgheitsmoments $\log(APF)$ beschreibt.

Betreuer:
Nicolai Grünvogel, M.Sc.

<https://www.ibb.uni-stuttgart.de>

Die Biegesteifigkeit ist unabhängig von der Belastung und der Stützenanzahl. Für abweichende Stablängen, Stabprofile und variierende Anzahl an Fachwerkscheiben muss die Biegesteifigkeit weiter modifiziert werden.

Rahmenaussteifung:

Die Ersatzlast und die Ersatzfedersteifigkeit konvergieren für Geschossanzahlen ab $n \approx 12$ gegen einen Grenzwert. Für die Anpassung der Biegesteifigkeit können lineare $\log(n) - \log(APF)$ Funktionen gefunden werden. Die Anpassung der Biegesteifigkeit ist unabhängig von der Belastung, muss aber für Abweichungen der Stützenanzahl, der Stablängen und der Stabprofile modifiziert werden.

Fazit

Die Modellierung eines reduzierten Systems ist für die Fachwerkaussteifung gelungen. Mit dem Kragarmmodell lässt sich die Verschiebung am oberen Ende des Gebäudes bestimmen, sowie Rückschlüsse auf Maximalwerte und Verläufe der Schnittgrößen ziehen. Lediglich über die Normalkraft kann mit dem reduzierten System keine Aussage getroffen werden. Dies ist allerdings bei jedem Kragarmmodell unter rein horizontaler Belastung der Fall.

Die Modellierung der Rahmenaussteifung ist weniger gut gelungen. Sie ist im Wesentlichen nur für eine Abschätzung der Verschiebung zu gebrauchen, Schnittgrößen lassen sich nicht abschätzen.

Literatur

Ramm, E. ; Bischoff, M. ; Oesterle, B. ; Forster, D.: *Baustatik*. Institut für Baustatik und Baudynamik, Universität Stuttgart, 2021.

Phocas, M.C.: *Tragwerke für den Hochhausbau, System, Verformungskontrolle, Konstruktion*. Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH, Berlin, 2001.