Universität Stuttgart
Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften

Modularer Aufbau statisch unbestimmter, räumlicher Fachwerke

Michelle Jung

Motivation und Zielsetzung

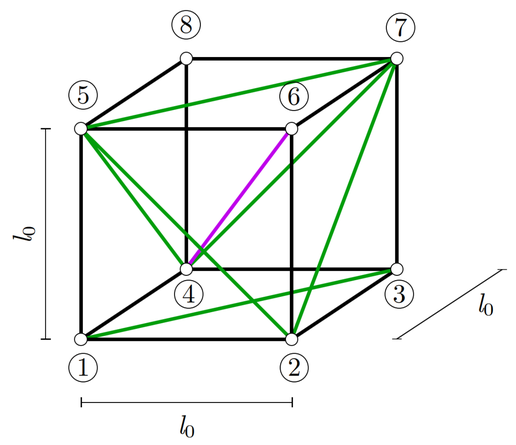
Die Verwendung von modular aufgebauten Raumfachwerken ermöglicht flexibles und kosteneffizientes Bauen.
Um zu verhindern, dass Teilstrukturen oder das gesamte System bei Ausfall einzelner Stäbe versagen, sollte das Tragwerk möglichst robust sein. Deshalb werden Tragwerke mit einer möglichst homogen verteilten statischen Unbestimmtheit angestrebt.

Ziel der Bachelorarbeit ist es, modulare Aufbauten für statisch unbestimmte, räumliche Fachwerke zu entwickeln und anhand der Redundanzverteilung sowie Bewertungskriterien nach Mengeringhausen zu bewerten.

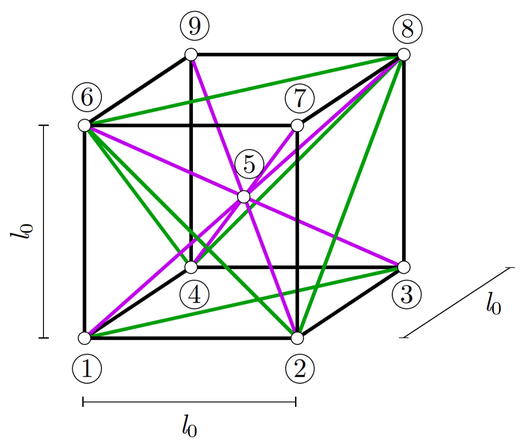
Modulare Aufbauten

Für den Entwurf von statisch unbestimmten Raumfachwerken wurden drei Module entworfen.

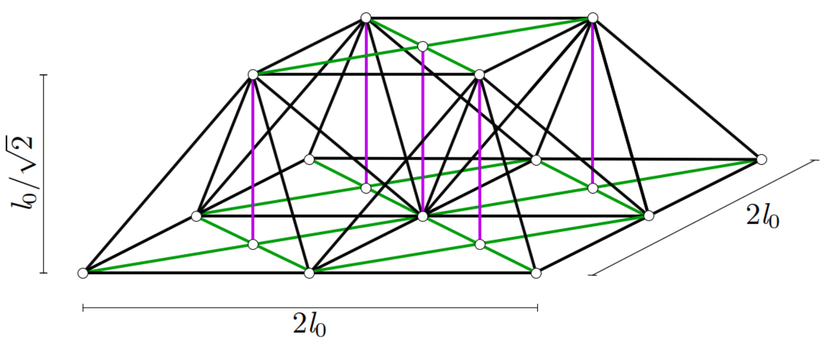
Modul 1:



Modul 3:



Modul 2:



Gütekriterien nach Mengeringhausen

Max Mengeringhausen formulierte neben acht Baugesetzten Bewertungskriterien für regelmäßige Raumfachwerke. Die Bewertungskriterien Koordinationszahl und Anzahl der Stäbe in einer Lage wurden für die modularen Aufbauten näher betrachtet.

Die Koordinationszahl entspricht der Anzahl an angeschlossenen Stäben an einem Knoten und kann entweder pro Knoten oder durchschnittlich für das gesamte System betrachtet werden. Im Rahmen der Arbeit wurde die Koordinationszahl dem Grad der statischen Bestimmtheit gegenüber gestellt, wodurch die Grenzen dieses Gütekriteriums aufgezeigt werden.

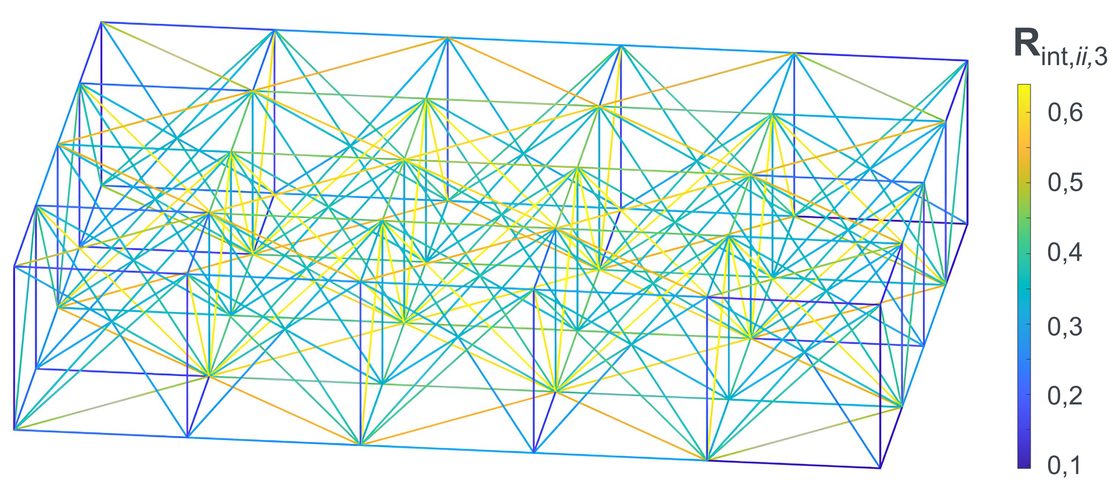
Redundanzverteilung

Die Redundanzmatrix ermöglicht es, die Verteilung der statischen Unbestimmtheit im System zu erfassen und die einzelnen Redundanzanteile der Elemente zu bestimmen.

Die mit der Strukturtopologie assoziierte Redundanzverteilung wurde für die Tragwerke aus den Modulen 1 bis 3 näher betrachtet. Neben der Ermittlung der Häufigkeitsverteilung der inneren Redundanzanteile pro Fachwerkstab wurden die Redundanzverteilungskoeffizienten λ der Tragwerke berechnet und miteinander verglichen. λ setzt die Höhe der Redundanz und die Homogenität der Verteilung der Redundanzanteile in ein Verhältnis. λ stellt somit ein Maß für die Robustheit des Tragwerks dar.

Anhand der Redundanzanteile kann ermittelt werden, ob sich statisch bestimmte Stäbe im System befinden. Bei robusten Tragwerken wird angestrebt, dass alle Stäbe eine Redundanz aufweisen, da der Ausfall von statisch bestimmten Elementen zum Versagen von Teilstrukturen führen kann.

Zweilagige rechteckige Raumfachwerke, die aus dem Modul 3 aufgebaut sind, besitzen im Vergleich mit den Tragwerken aus den Modulen 1 und 2 aufgrund einer höheren inneren Redundanz und einer homogeneren inneren Redundanzverteilung eine höhere Robustheit. Außerdem besitzen diese Tragwerke keine statisch bestimmten Stäbe.



Darstellung der innere Redundanzverteilung des dritten modularen Aufbaus anhand der inneren Redundanzanteile $R_{int,ii,3}$.

Literatur

M. Mengeringhausen, *Raumfachwerke aus Stäben und Knoten. (Komposition im Raum, 1.),* 7.Auflage, 1975.

S. Jiang et. al., *„An evaluation method for component importance of pin-jointed structures considering structural redundancy.,“* Journal of Harbin Institute of Technology, 2018.

Betreuung:

Lisa-Marie Reinken, M.Sc.

Baustatik und Baudynamik