

Numerische Analyse von Wandscheiben mit Öffnungen

Studiengang: Bachelor of Science in Holztechnik

Vertiefung: Timber Structures and Technology

Betreuer: Prof. Martin Geiser, Lukas Kramer

Experte: Dr. sc. techn. René Steiger (Empa Materials Science and Technology Abteilung Ingenieur-Strukturen)

Industriepartner: PIRMIN JUNG Schweiz AG, Sursee

Mehrgeschossige Gebäude in Holzbauweise sind besonders hohen Belastungen wie Wind- und Erdbebenkräften ausgesetzt. Durch die moderne Architektur werden die Fassaden und somit die Aussenwände oft mit zahlreichen und grossen Öffnungen geplant. Eine Wandscheibe mit Öffnung, die vollständig als tragend betrachtet wird, ist je nach Öffnungsgrösse effizienter gegenüber einer segmentierten Variante.

Ausgangslage

Die PIRMIN JUNG Schweiz AG begleitet als Vertretung der Arbeitsgruppe «Scheiben» des Verbandes Swiss Timber Engineers (STE) das Forschungsprojekt „Entwicklung einer Methode für die Modellierung, Bemessung und Ausführung von aussteifenden Holzrahmenbau-Wänden mit Öffnungen“. Dabei wurde ein nichtlineares FEM-Modell entwickelt und mit experimentellen Versuchen validiert.

Ziele

Aus der Sicht der Praxis ist dieses FEM-Modell zu komplex, damit es anwendungsfreundlich im Ingenieuralltag verwendet werden kann. Deshalb wird in der vorliegenden Arbeit untersucht, wie weit das FEM-Modell vereinfacht werden kann, damit es ausreichend genau ist und für die Analyse und Bemessung im Ingenieuralltag verwendet werden kann.

Vorgehen

Das FEM-Modell muss so konzipiert sein, dass es in der Tragwerksanalyse zur Bestimmung der dynamischen Eigenschaften, Schnittkräfte und Verformungen verwendet werden kann. Während Nichtlinearitäten in statischen Berechnungen unproblematisch sind, stellt die dynamische Tragwerksanalyse, beispielsweise mittels Antwortspektrenverfahren, eine Herausforderung dar, da ausschliesslich lineare Eingaben verarbeitet werden können. Zur Lösung dieses Problems wurde das FEM-Modell schrittweise vereinfacht. Dies erfolgte durch die Linearisierung relevanter Modellparameter. Um die Tragwerksanalyse mit den angepassten FEM-Modellen effizient durchführen zu können, wurde ein schematisches Vorgehen erarbeitet und plausibilisiert.

Ergebnisse

Das FEM-Modell konnte so vereinfacht werden, dass mit den vereinfachten Modellen sowohl eine Tragwerksanalyse als auch eine praxisnahe Bemessung durchgeführt werden kann. Während die horizontale Steifigkeit der Modelle, aus der Sicht der praktischen

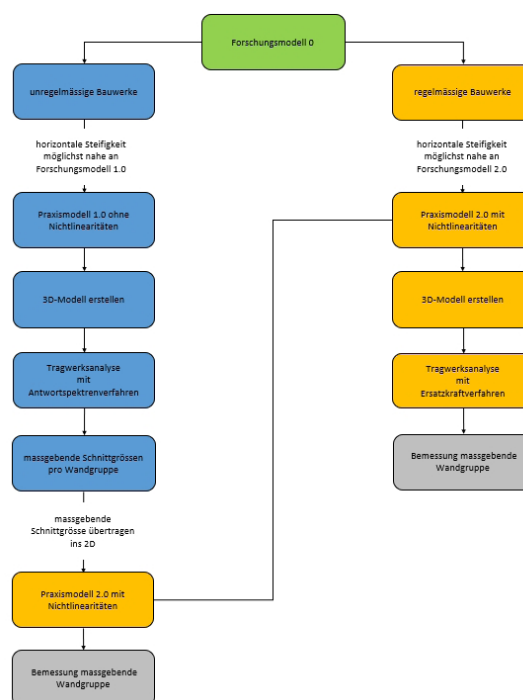
Anwendung gut mit den experimentellen Versuchsergebnissen übereinstimmt, konnten die ermittelten Schnittkräfte nicht vollständig validiert werden. Bei den Schnittkräften des FEM-Modells aus dem Forschungsprojekt handelt es sich ebenso wie bei denen der vereinfachten Modellen um modellbasierte Werte, die nicht experimentell überprüft werden konnten. Damit bleibt die Genauigkeit der Schnittkräfte aus den vereinfachten Modellen offen.



Fabio Markzoll

Fazit

Es wird empfohlen, die entwickelten FEM-Modelle in der Praxis anzuwenden, wobei Wandscheiben mit bestimmten Mindestmassen bevorzugt werden sollten, um eine höhere Genauigkeit der Berechnungen zu gewährleisten.



Schematisches Vorgehen für die Modellierung und Tragwerksanalyse von Wandscheiben mit Öffnungen