

# Tragwerksanalyse bei Holzrahmenbauten die Wandscheiben mit Öffnungen enthalten

Studiengang: Bachelor of Science in Holztechnik  
 Vertiefung: Timber Structures and Technology  
 Betreuer: Prof. Martin Geiser, Lukas Kramer  
 Experte: Dr. René Steiger

Aussteifende Wände in Holzrahmenbauweise dürfen nach geltenden Normen grundsätzlich keine Öffnungen enthalten. Diese Einschränkung wirkt sich negativ auf Effizienz, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit der jeweiligen Tragwerke aus. Im Rahmen des umfangreichen Forschungsprojekts „Holzrahmenbau-Wände mit Öffnungen“ wird deshalb nach Möglichkeiten für den Einsatz von Wandscheiben mit Öffnungen gesucht.

## Ausgangslage

Bisher durchgeführte Untersuchungen zeigen das vielversprechende Verhalten von Wandscheiben mit Öffnungen (WMOE) in Bezug auf die oben genannten Probleme. Mithilfe von detaillierten FEM-Modellen gelingt es, gute Voraussagen über das Trag- und Verformungsverhalten einzelner WMOE zu machen. Die Modelle stellen aufwändige und detaillierte Nachbildungen der realen Wände dar und enthalten eine Vielzahl von Elementen mit nichtlinearem Verhalten. Dies führt im Hinblick auf computergestützte dynamische Analysen zu Herausforderungen, da nichtlineares Verhalten bei deren Durchführung grundsätzlich nicht berücksichtigt wird. Im Rahmen dieser Arbeit wurde deshalb untersucht, ob die Analysen trotzdem durchgeführt werden können und dabei brauchbare Resultate entstehen, oder wie die Modelle angepasst werden müssen um dies zu ermöglichen. Zudem wurde überprüft, ob sich die Modelle in ein dreidimensionales Tragwerksmodell integrieren lassen.

## Vorgehen

Zunächst wurde die Durchführbarkeit von Modalanalyse und Antwortspektrenverfahren an Modellen einzelner Wandscheiben untersucht. Zusätzlich ist die Anwendbarkeit der Modellierungsmethode für WMOE auf Wandscheiben ohne Öffnungen geprüft worden, da die beiden Wandtypen durchaus gleichzeitig in ein und demselben Tragwerk auftreten können. Unter Verwendung der Modellierungsmethode für WMOE wurde anschliessend das räumliche Modell eines Mustergebäudes erstellt. An diesem konnten wiederum Modalanalyse und Antwortspektrenverfahren durchgeführt werden, um den Einsatz der Modelle für WMOE in dreidimensionalen Tragwerksmodellen zu testen.

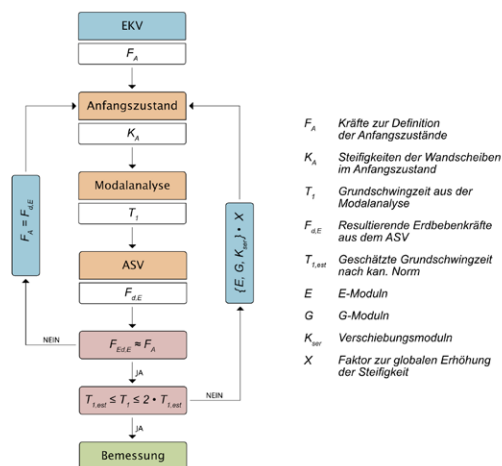
## Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Resultate zeigen, dass sich Wandscheiben mit und ohne Öffnungen auf dieselbe Weise modellieren und zur Durchführung der gewünschten Analysen in ein dreidimensionales Tragwerksmodell integrieren lassen. Um die Analysen durchführen zu können,

musste die unten abgebildete Vorgehensweise definiert werden. Diese basiert auf zwei Modellen, die in je einem Teilschritt zum Einsatz kommen. Im ersten Schritt wird das sogenannte Erdbebenmodell gezielt linearisiert. Mit Hilfe von Anfangszuständen (horizontal aufgebraachte Einzellasten) werden die aussteifenden Wände dabei in den Steifigkeitszustand versetzt, den sie auch im Erdbebenfall aufweisen. Auf Basis dieses Zustands werden anschliessend Modalanalyse und Antwortspektrenverfahren durchgeführt. Da die Erdbebeneinwirkungen zu Beginn nicht bekannt sind, werden die Anfangszustände mit dem Ersatzkraftverfahren abgeschätzt und anschliessend in einem iterativen Prozess an die Erdbebenkräfte aus dem Antwortspektrenverfahren angeglichen. Im zweiten Schritt wird das sogenannte Bemessungsmodell (nichtlinear) mit den zuvor bestimmten Erdbebenkräften und allen weiteren relevanten Einwirkungen belastet, um die Bemessungsschnittkräfte zu ermitteln. Das Vorgehen hat sich für die Durchführung der Tragwerksanalyse an einem Mustergebäude bewährt und kann verwendet werden, wenn die Ermittlung der Erdbebeneinwirkungen mittels Ersatzkraftverfahren nicht möglich ist.



Fabian Schlatter  
 fabianschlatter@bluewin.ch



Ermittlung der Erdbebeneinwirkungen bei Holzrahmenbauten, die Wandscheiben mit Öffnungen enthalten.