

Ermittlung von Ersatzstäben für die Wandscheibenmodellierung in räumlichen Tragwerksmodellen

Studiengang: Bachelor of Science in Holztechnik

Vertiefung: Timber Structures and Technology

Betreuer*innen: Christoph Fuhrmann, Prof. Dr. Martin Lehmann

Experte: Oliver Bopp (PIRMIN JUNG Schweiz AG)

Industriepartner: merz kley partner GmbH, Dornbirn

Alternativ zum Ersatzkraftverfahren können räumliche Tragwerksmodelle zur Ermittlung der Erdbebeneinwirkungen und der daraus resultierenden Kräfteverteilung verwendet werden. Um aussteifende Wände in Holzbauweise abbilden zu können, werden hierfür Ersatzstäbe ermittelt und modelliert. Diese Thesis soll die Ermittlung und Modellierung solcher Ersatzstäbe untersuchen und vereinfachen.

Ausgangslage

Für die tägliche Arbeit von Tragwerksplanenden sind Werkzeuge erforderlich, mit denen schnell, effizient und präzise Aussagen über das Tragwerk getroffen werden können. Zur Beurteilung der Aussteifung im Erdbebenfall können räumliche Tragwerksmodelle erstellt werden, um die Beanspruchung des Bauwerks und die Kräfteverteilung innerhalb des Bauwerks zu ermitteln. Die aussteifenden Wände werden dabei in der Regel als Stäbe modelliert und mit den Deckscheiben gekoppelt. Besonders im Holzbau, wo die Wände in der Regel aus mehreren Schichten mit unterschiedlichen Materialien und Verbindungsmitteln bestehen, müssen Ersatzstäbe ermittelt werden, um deren Verhalten zu beschreiben.

Zielsetzung

Ziel dieser Thesis ist es, die Ermittlung von solchen Ersatzstäben für Holzrahmen- und Brettsperrholzwände, insbesondere in frühen Projektphasen, für den Projektpartner zu erleichtern und zu standardisieren. Dazu werden geeignete Vereinfachungen erarbeitet und in einem Exceltool zur Berechnung und Bemessung zusammengeführt. Der Fokus liegt dabei auf der Reduktion der Eingaben und des Modellierungsaufwands, ohne dabei baupraktisch relevante Abweichungen zu erhalten.

Methode

Durch das Berechnen und Vergleichen von Tragfähigkeit, Verformung und Steifigkeit von verschiedenen Wandtypen werden potenzielle Vereinfachungsmöglichkeiten erarbeitet. Anhand von Schwingungsanalysen wird untersucht, wie sich die Auflagerreaktionen und Schnittgrößen verändern, wenn einzelne Vereinfachungen in die Berechnung und Modellierung des Ersatzstabes implementiert werden. Das daraus entstandene Exceltool wird an einem Beispielprojekt aus der Lignum-Dokumentation „Erdbebengerechte Holzbauten“ angewendet und die Ergebnisse werden verglichen und verifiziert.

Zusammenfassung

Als statisches System sind aussteifende Wandscheiben eingespannte Kragarme. Durch die horizontale Verformung am Wandkopf, die abhängig von der Steifigkeit der Wandscheibe ist, wird ein äquivalenter Ersatzstab für die Wandscheibe errechnet. Die Gesamtverformung einer Wandscheibe ergibt sich dabei aus den jeweiligen Verformungsanteilen der einzelnen Bestandteile der Wandscheibe. Der Ersatzstab bildet die Eigenschaften der Wandscheibe ab und wird über den Querschnitt sowie das zugeordnete Material und somit über dessen Elastizitäts- und Schubmodul definiert. In der Thesis wird aufgezeigt, dass die Ermittlung der Verbindungsmittelsteifigkeit nach der 1-mm-Regel oder nach der SIA-Norm nur einen geringen Einfluss auf die Gesamtsteifigkeit und die Schnittkraftgrößen am Wandfusspunkt hat. Ebenso führt die Implementierung der Verschiebung aus der Zugverankerung in das Ersatz-Elastizitätsmodul zu keinen nennenswerten Abweichungen bei den Schnittgrößen am Auflager und der Verformung am Wandkopf. Dadurch kann beim Erstellen des räumlichen Tragwerksmodells auf die Eingabe der Drehfeder im Geschossübergang zur Berücksichtigung der Zug- und Druckkoppelung verzichtet werden, und der Aufwand bei der Modellierung verringert sich. Über baupraktisch übliche Kennwerte, wie gängige Beplankungsmaterialien, Plattenformate und Verbindungsmittel, die in einer Datenbank erfasst worden sind, konnten die nötigen Eingaben im Exceltool weiter reduziert werden. In der „Standardeingabe“ können Wandscheiben in frühen Projektphasen mit wenigen Angaben berechnet werden. Über die „erweiterte Eingabe“ können die Standardisierungen individuell angepasst werden und eine detailliertere Betrachtung und Bemessung wird ermöglicht. Die zusätzliche Detailausgabe lieferte dabei einen prüffähigen Nachweis der Wandscheibe. Im Verlauf der Projektstudie hat sich gezeigt, dass mit dem Berechnungstool der iterative Bemessungsprozess bei Erdbebenbeanspruchung dadurch deutlich erleichtert wird.



Samuel Martin
martin.samuel77@gmail.com