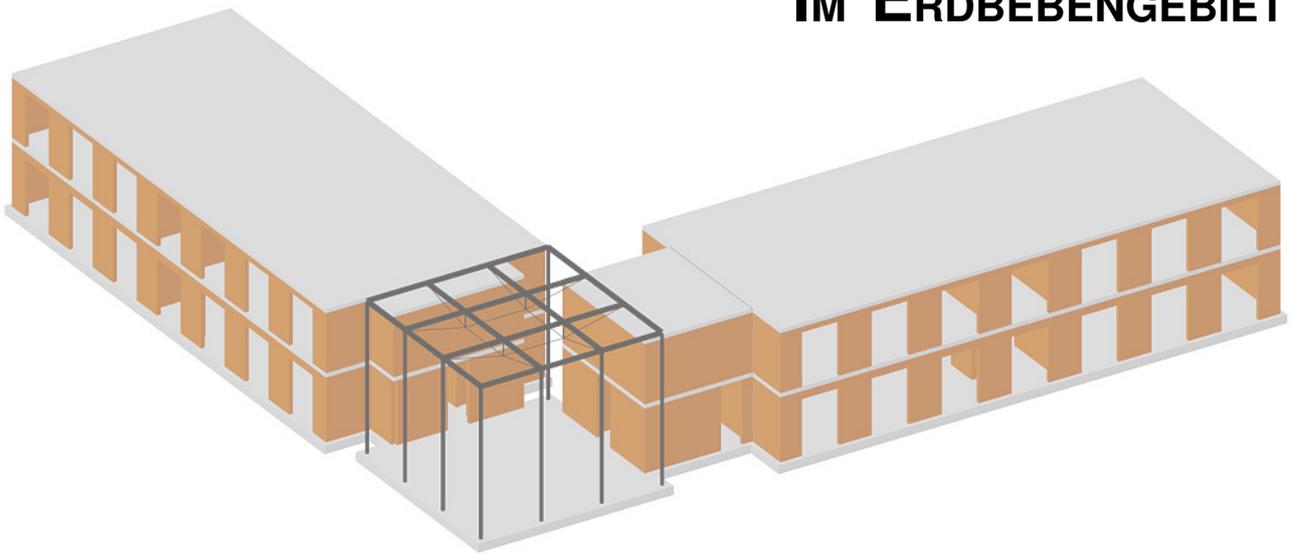


BACHELORARBEIT

TRAGWERKSPLANUNG EINES BAUWERKS IM ERDBEBENGEBIET



Verfasser:
Studienrichtung:

Jens Kretzschmar
Bauingenieurwesen
WS 2010/2011

4.	Beschreibung möglicher Berechnungsverfahren	39
4.1	Vereinfachtes Antwortspektrenverfahren	39
4.2	Multimodales Antwortspektrenverfahren	40
5.	Nachweis der Standsicherheit des Mädchenhauses unter Erdbebeneinwirkung	42
5.1	Mauerwerksbauten ohne rechnerischen Nachweis für den Lastfall Erdbeben	42
5.2	Rechnerische Nachweise für den Lastfall Erdbeben	43
5.2.1	Berechnung der Erdbebeneinwirkungen (Vereinfachtes Antwortspektrenverfahren)	51
5.2.2	Herleitung der Erdbebeneinwirkungen am theoretischen ebenen Ersatzsystem (Multimodales Antwortspektrenverfahren)	55
5.2.3	EDV-gestützte Berechnung der Erdbebeneinwirkungen am theoretischen ebenen Ersatzsystem (Multimodales Antwortspektrenverfahren)	64
5.2.4	EDV-gestützte Berechnung der Erdbebeneinwirkungen am angenäherten ebenen Ersatzsystem des Tragwerks (Multimodales Antwortspektrenverfahren)	71
5.2.5	EDV-gestützte Berechnung der Erdbebeneinwirkungen am räumlichen Ersatzsystem (Multimodales Antwortspektrenverfahren)	78
5.3	Vergleich der Systeme hinsichtlich ihres Schwingungsverhaltens	116
5.4	Mauerwerksnachweise	118
6.	Bewertung der Erdbebeneinwirkung für das Gebäude und Beschreibung der hieraus erforderlichen zusätzlichen Maßnahmen	127
6.1	Ertüchtigungsvarianten	127
6.2	Neubemessung des Gebäudes nach Ertüchtigung durch Materialänderung	130
7.	Kurze Zusammenfassung der Aufgabenstellung und des Lösungsweges sowie ein Resümee der Arbeit	139
8.	Literaturverzeichnis	141

7. Kurze Zusammenfassung der Aufgabenstellung und des Lösungsweges sowie ein Resümee der Arbeit

Die vorliegende Bachelorarbeit beinhaltet die Tragwerksplanung für ein Bauwerk im Erdbebengebiet. Bei dem Bauwerk handelt es sich um ein zweigeschossiges Mauerwerksgebäude. Das zurzeit in Wülfrath errichtete Gebäude wird dazu fiktiv in die Erdbebenzone 3 mit den Untergrundverhältnissen B-T verlegt. Da eine vollständige statische Berechnung ohne Erdbebennachweis vorliegt, beschränken sich die hier geführten Bemessungen nur auf die horizontallastabtragenden Bauteile.

Die DIN 4149:2005-04 "Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten" ist die zurzeit gültige nationale "Erdbebennorm". Im Jahre 1957 wurde die erste "Erdbebennorm" in Deutschland veröffentlicht. Diese erste Fassung wurde mehrfach erweitert und mit der aktuellen Ausgabe an die europäische Norm, die DIN EN 1998-1 (Eurocode 8), angepasst.

Die Ermittlung der Erdbebeneinwirkung nach der DIN 4149 erfordert einige Vorbetrachtungen. Eine standortspezifische Bestimmung der Erdbebenzone, der Untergrundklasse und der Baugrundklasse sind die ersten Schritte. Die Einordnung der baulichen Anlage in eine Bedeutungskategorie, sowie eine Prüfung der Regelmäßigkeit im Grundriss und im Aufriss folgen. Abschließend wird ein Antwortspektrum für das Bauwerk auf Grundlage der ermittelten Parameter entwickelt.

Hieraus lassen sich durch die berechneten Eigenperioden die maßgebenden Antwortbeschleunigungen für das Tragwerk ablesen. Die durch $Masse \cdot Beschleunigung$ berechneten *Ersatzerdbebenhorizontalkräfte* werden anschließend mit den ständigen und veränderlichen Einwirkungen kombiniert.

Die DIN 4149 gibt zwei praxistaugliche Rechenverfahren für die Erdbebenbemessung an. Das vereinfachte Antwortspektrenverfahren und das multimodale Antwortspektrenverfahren. Auf einen rechnerischen Nachweis darf gemäß Norm nur bei Einhaltung einer Vielzahl von bestimmten Bedingungen verzichtet werden. Diese Bedingungen sind bei dem betrachteten Gebäude nicht alle eingehalten. Die in der DIN 4149 geforderten Entwurfskriterien für die Regelmäßigkeit im Grundriss und im Aufriss, sowie die allgemeinen Grundsätze sind jedoch eingehalten. Somit darf eine weitere Berechnung des Tragwerks mit dem vereinfachten Antwortspektrenverfahren erfolgen.

Es wird zunächst eine Berechnung der Ersatzhorizontallast mit dem vereinfachten Antwortspektrenverfahren am Einmassenschwinger durchgeführt. Danach erfolgen Berechnungen mit dem multimodalen Antwortspektrenverfahren. Hier wird zunächst eine händische Berechnung am theoretischen ebenen Ersatzsystem durchgeführt. Diese wird anschließend mit einem Finite-Element-Modell nachgebildet; es zeigt sich, dass beide Berechnungen exakt übereinstimmen. In einem dritten Schritt wird das ebene Modell der Realität durch Anpassung der Steifigkeiten und Lagerbedingungen weiter angenähert. Abschließend wird am räumlichen Finite-Elemente-Modell die vollständige Bemessung der horizontallastabtragenden Bauteile des Gebäudes durchgeführt. Die Bemessung zeigt, dass das vorliegende Tragwerk für den Lastfall Erdbeben nicht standsicher ist. Ursache dafür ist in allen Fällen ein Versagen einiger Mauerwerkwandquerschnitte unter Schubbeanspruchung.

Aufgrund der normativ nicht erfüllten Standsicherheit erfolgt eine Ertüchtigung. Nach Vorstellung einiger Verstärkungsmaßnahmen wird eine Möglichkeit der Ertüchtigung, nämlich der Austausch einiger Mauerwerkswände gegen Stahlbetonwände näher betrachtet. Dazu wird das räumliche Modell modifiziert und neu berechnet. Abschließend werden exemplarisch zwei Wände, eine Mauerwerkswand und eine Stahlbetonwand, neu bemessen, um zu zeigen, dass die geplante Ertüchtigungsmaßnahme eine sinnvolle Möglichkeit der Verstärkung ist.

Resümee:

In den Bearbeitungswochen der Bachelorarbeit habe ich die Erdbebennorm DIN 4149 gut kennen gelernt und neue Kenntnisse über das Thema Erdbeben bzw. über die Erdbebenbemessung in Deutschland erlangt.

Außerdem konnte ich mir Grundkenntnisse im Thema Dynamik sowie im Programm SOFiSTiK[®] durch verschiedene umfangreiche Berechnungsverfahren aneignen und meine Grundkenntnisse im Programm AutoCAD weiter vertiefen.

Ein großer Dank gilt dem Büro MTM-Ingenieure, in dem ich mit viel Unterstützung und Bereitstellung verschiedener Arbeitsmaterialien dieses Thema zur Erdbebenbemessung schreiben durfte.

Abschließend kann ich sagen, dass obwohl in Deutschland keine ausgeprägten Starkbebengebiete vorliegen, so ist doch auch hier der Nachweis gegenüber Erdbeben in den entsprechenden Gebieten (z.B. Zollerngraben, Region Aachen) ein Muss. Die oft erfahrene Tendenz aufgrund mangelnder Fachkenntnis darauf zu verzichten ist nicht akzeptabel.