

Tech-News 02/06 Folge 4 - Fachgebiet: Mauerwerk u. Erdbeben DIN 4149

Von Dipl.-Ing. Jürgen Lorch
Prüfingenieur für Baustatik VPI
Eichenstrasse 11
71149 Bondorf

1. Erläuterungen zum EDV-Programm Erdbeben2-s

Vereinfachter Nachweis Mauerwerksbauten nach DIN 4149 Abschnitt 11.6

Dieser Nachweis ist nur auf den ersten Blick einfach. Viele Randbedingungen sind zu beachten. Wir haben auch nicht alle Möglichkeiten aus programmtechnischen Gründen ausgeschöpft.

Die Anzahl der Vollgeschosse haben wir auf den Wert 3 begrenzt. Für 4 Vollgeschosse sollten m.E. die genauen Verfahren herangezogen werden.

Die Ausnahmeregelung für die Steifigkeitsklasse 2 für Außenwände ist auch nicht direkt im Programm implementiert. In diesem Fall müssen 50% der restlichen Wände aus der Steifigkeitsklasse 4 bestehen und dann kann man das gesamte Mauerwerk in die Festigkeitsklasse 4 ohne Nachweis einordnen. Bei Mischmauerwerk ist vorläufig, bis genauere Auslegungen vorliegen, die kleinste vorhandene Festigkeitsklasse der Schubwände anzusetzen.

Gemäß DIN 4149 Abschnitt 11.2 Absatz 1 dürfen alle Mauersteine und Mörtelarten der DIN 1053 eingesetzt werden. Es ist also zu überprüfen, ob ein Mauerstein in seiner Zulassung den Steinen der DIN 1053 gleichgestellt werden kann.

In der Erdbebenzone 2 und 3 müssen Steine für die Schubwände, die keine in Wandlängsrichtung durchlaufenden Längsstege aufweisen, eine Steindruckfestigkeit von $2,5 \text{ N/mm}^2$ aufweisen. Dies kann gemäß Einführungserslass durch einen Ü-Nachweis dokumentiert werden.

Gemäß DIN 4149 Abschnitt 11.6 Absatz 4 soll der Steifigkeitsmittelpunkt und der Massenschwerpunkt nahe beieinander liegen, damit eine ausreichende Torsionssteifigkeit sichergestellt ist. Was bedeutet nahe beieinander liegen? Es wird kein Maß vorgegeben und wird somit der Verantwortung des Tragwerksplaners überlassen. Nach unserer Auffassung ist es zweckmäßig die angesetzten Schubwände im Außenwandbereich anzuordnen und eine symmetrische Anordnung der Innenwände ist auch zweckdienlich. Liegen schlecht zu beurteilende Anordnungen vor, ist es ratsam über ein Windverteilungsprogramm den Schubmittelpunkt zu ermitteln und dann eine Entscheidung anhand der Ausmitten im Abschnitt 6.2.2.4 der DIN 4149 zu beurteilen, ob die Forderung nach Abschnitt 11.6 Absatz 4 erfüllt ist.

Grundsätzlich müssen alle angesetzten Schubwände über alle Stockwerke durchgehen, mit Ausnahme des DG. Dies gilt auch für das UG, das in der Regel wegen der höheren Steifigkeit (Forderung 5 x mal steifer als EG) nicht als Vollgeschoss angesetzt werden muss. Bei gleicher Anordnung der Wände wie im EG ist dies bei Ausführung des UG in Stahlbeton (größerer E-Modul) gewährleistet. Wände, die auf der Decke stehen, können nicht angesetzt werden. Die angesetzten Schubwände in den Normalgeschossen müssen aber auch im UG vorhanden sein. Wände, die auf Decken (Federwirkung) stehen, können nur bei einem genauen Nachweis nach Abschnitt 6.2.2.4.2 (10) angesetzt werden

Voraussetzung sind Geschossdecken mit Scheibenwirkung. In der Regel sind hierzu Stahlbetondecken erforderlich. Alle Schubwände sind an die Deckenscheibe anzuschließen. Die Auflast auf die Schubwände sollte auf keinen Fall stark exzentrisch eingeleitet werden. Ist dies der Fall, wird empfohlen diese Wände nicht in Ansatz zu bringen oder einen genauen Nachweis für die Erdbebeneinwirkungen zu führen.

Bei Holzbalkendecken mit Beplankung muss unbedingt ein Scheibenachweis gemäß DIN 1052:2004 geführt werden. Der Hinweis im Ausführungsplan - Decke als Scheibe gemäß DIN 1052 ausbilden - ist nicht

ausreichend und ist im Schadensfall eine mangelhafte Planung. In Fall Holzbalkendecke muss auch gewährleistet sein, dass die Horizontalkräfte in die Scheibe ein- und ausgeleitet werden können, hierzu ist ebenfalls ein Nachweis erforderlich. Nach unserer Erfahrung, siehe auch Tech-News 02/06 Folge 3 Abschnitt Zusammenfassung, hängt die Tragfähigkeit der Schubwände aus Mauerwerk wesentlich von der vertikalen Auflast ab, die wegen des geringen Eigengewichts der Decke noch geringer ist. Die Fähigkeit zur Energiedissipation der Holzbalkendecke mit einer Beplankung, die mit Nägeln angeschlossen wird, ist zwar sehr groß, aber der Nachweis und die erforderlichen Werkstattzeichnungen sind sehr aufwändig. Leider muss festgestellt werden, dass im Bereich der Treppenöffnung oft die erforderlichen Zugbänder der Deckenscheibe fehlen.

Für die Grundrissabmessungen L_y und L_x sind die Systemmaße anzusetzen, in der Regel Mitte Außenmauerwerk. Bei Mauerwerksüberschneidungen ist darauf zu achten, dass keine doppelten Schubflächen ermittelt werden.

Wird der Faktor k für die mittlere Wandlänge l_{ax} bzw. l_{ay} angesetzt, so ist in einer Nebenrechnung zu überprüfen, ob die Forderung der DIN 4149 Tabelle 15 Fußnote a erfüllt ist. In diesem Fall sind mindestens 70 % der vorhandenen Schubwände länger als 2,0 m.

Für den Fall, dass der Quotient A_{erf} / A_{vorh} vom Programm null gesetzt wird, zeigt das Programm den Hinweis $k_{vNz} = \text{kein vereinfachter Nachweis zulässig}$; d.h. bei 3 Vollgeschossen und $a_g * S * \gamma < 0,12 * g * k$ ist gemäß Tabelle 15 DIN 4149 der vereinfachte Nachweis nicht möglich.

Für Bemessungswerte $a_g * S * \gamma > 0,09 * g * k$ müssen 50% der Schubwände größer als 1,99 m sein. Das Programm zeigt in diesem Fall eine Warnung an. In einer Nebenrechnung ist dies zu überprüfen.

Ein großes Problem für den Tragwerksplaner stellt die Festlegung der Untergrundverhältnisse dar. Wir empfehlen aus Haftungsgründen unbedingt beim Bauherrn ein Baugrundgutachten diesbezüglich anzufordern, dies ist in Zukunft auch deshalb angezeigt, weil die DIN 1054:2005 für die vereinfachten Nachweise der Sohlpressungen Baugrundkenntnisse voraussetzt.

Die konstruktiven Hinweise im EDV-Programm soll dem Tragwerksplaner die Arbeit erleichtern. Der Autor ist der Auffassung, dass durch die neue DIN 1052:2004 die Diskrepanz zwischen Ingenieurarbeit und Zimmermannsarbeit noch größer wird. Wir empfehlen deshalb Standarddetails auf der Grundlage dieser Hinweise zu entwickeln und diese auf den Ausführungsplänen darzustellen.

Die aussteifenden Wände tragen den überwiegenden Teil der vertikalen Lasten ab. Wände, die eine große Steifigkeit besitzen, aber wenig Lasten aus der Decke oder darüber liegenden Geschossen erhalten, können nicht angesetzt werden, klaffende Fugen werden maßgebend.

Checkliste:

1. bei $a_g * S * \gamma > 0,09 * g * k$ müssen 50% der Schubwände größer als 1,99 m sein
2. Steine müssen die Forderungen der DIN 1053 erfüllen
3. wenn Steinfestigkeitsklasse 2 bei Außenwänden, dann 50% der Schubwände \geq Klasse 4
4. Steifigkeitsmittelpunkt nahe Massenschwerpunkt
5. Masse $DG \leq 50$ % Masse Normalgeschoss, ansonsten ist das DG ein Vollgeschoss
6. alle angesetzten Schubwände müssen durch alle Geschosse gehen, auch UG
7. alle angesetzten Schubwände ≥ 98 cm in Zone 2 und 3, in Zone 1 ≥ 74 cm
8. die Auflasten müssen nahezu zentrisch in die Wände eingeleitet werden
9. je Richtung müssen 2 Wände mit einer Länge $\geq 1,99$ m vorhanden sein

2. Erläuterungen zu EDV-Programm Erdbeben1-allgemein-25-s1

Das Programm kann insgesamt für 10 rechteckige Scheiben die Beanspruchungsgrößen für den Lastfall Erdbeben ermitteln und umfasst 4 Massenpunkte; d.h. wenn das KG 5 x steifer ist als das Normalgeschoss und die Masse des Dachgeschosses weniger als 50 % der Masse des Normalgeschosses aufweist, kann mit diesem Programm ein Haus mit KG, EG, 1.OG, 2.OG und DG berechnet werden.

Die Bedeutungskategorien II und III sind implementiert. Der Verhaltensbeiwert q wird auf den Wert 1,5 festgelegt.

Für die Schubwände können Stahlbetonwände oder Mauerwerkswände in Ansatz gebracht werden. Eine Mischung aus beiden Wandarten ist nicht möglich.

Es wird das vereinfachte Antwortspektrenverfahren angewendet. Es sind also die Einschränkungen des Abschnitts 6.2.2 der DIN 4149 zu beachten. Das Programm zeigt eine Warnung an, wenn Grundschwingzeit $T_1 > 4 \cdot T_c$ ist.

Für die Torsionswirkung wird die Vereinfachung nach Abschnitt 6.2.2.4.2 Absatz (8) angesetzt. Hier gilt die Einschränkung, dass formal die Gebäudehöhe auf 10 m begrenzt wird. Bei einer normalen Stockwerkshöhe von 2,75m würde sich bei 4 Massenpunkten eine Gesamthöhe von 11,0 m ergeben und somit wäre der vereinfachte Ansatz für die Torsionswirkung formal nicht zulässig, m.E. kann dies toleriert werden.

Für die Festlegung der Untergrundverhältnisse empfehlen wir Ihnen, ein Baugrundgutachten beim Bauherrn anzufordern.

Es werden die Schnittkräfte (Querkraft und Moment) für die Schubwände am Einspannpunkt angegeben infolge der Erdbebeneinwirkung. Eine Bemessung wird nicht durchgeführt, da die Normalkräfte in der Regel durch andere Programme schon vorhanden sind. Bei der Bemessung sind die Exzentrizitäten der Normalkräfte unbedingt zu beachten.

Lesen Sie bitte die Einleitung und die Bemerkungen im Eingabeformular durch. Dies trifft vor allem für die Festlegung des Koordinatensystems y - z und die Beschreibung der Eingabewerte für die Wände zu. Wenn keine 10 Wände vorhanden sind, müssen Sie unbedingt die fehlenden Wandwerte mit null belegen, ansonsten entsteht ein Laufzeitfehler. Schräge Wände teilen Sie in zwei orthogonale Wände auf mit gleichem Schwerpunkt.

3. allgemeine Hinweise für die EDV-Programme

Für das Programm ist die Version Excel 2000 oder eine höhere Version erforderlich. Die Programme wurden selbstverständlich virusfrei ins Internet gestellt. Auf unseren Server haben nur 3 Mitarbeiter Zugriff, trotzdem empfiehlt es sich vor dem Öffnen des Programms, diese durch ein Antivirus Programm überprüfen zu lassen. Sie müssen nach dem Start von Excel und Aufruf der Programmdatei den Schalter „**Makros aktivieren**“ anklicken.

Im Internet klicken Sie mit der **rechten** Maustaste die Exceldatei an. Es öffnet sich ein Fenster, dort klicken Sie auf „Ziel speichern unter...“. Nach Eingabe des Zielordners wird das Programm herunter geladen.

Bei der Eingabe beachten Sie bitte, dass die Dezimalstellen durch ein Komma getrennt werden!

Wenn Sie einen Punkt eingeben, wird dies als Tausender Trennzeichen gewertet und berechnet.

Sollte durch eine Fehlbedienung der Hinweis Laufzeitfehler auftauchen, schließen Sie das Programm und rufen das Excel-Programm erneut auf. Wenn für einzelne Felder keine Angaben erforderlich sind, ist das entsprechende Feld mit einer Null zu belegen. Die ist leider etwas gewöhnungsbedürftig, aber vereinfacht für uns den Programmieraufwand.

Nach Drücken der OK-Schaltfläche führt das Programm einen vollständigen Rechenlauf durch. Verschiedene Hinweise werden eingeblendet, wenn zul. Grenzen überschritten werden. Sie können die Eingabewerte jetzt noch ändern. Nach dem Klick auf die Schaltfläche „Schließen“ ist eine Änderung der Eingabewerte nicht mehr möglich.

Vergessen Sie nicht die Option Untergrundverhältnisse anzuklicken, wenn sich der Wert geändert hat. Das Programm übernimmt immer den Wert der vorhergehenden Berechnung.