

Gelbdruck der Erdbeben-Norm DIN 4149-1

1. Einführung

Die derzeit gültige deutsche Norm für übliche Hochbauten in den deutschen Erdbebengebieten stammt aus dem Jahr 1981. Sie wurde 1991 um die Erdbebengebiete der neuen Bundesländer ergänzt. Im Zuge der Erarbeitung europäischer Normen wurde das Normenkonzept überarbeitet, aktualisiert und an das Konzept der europäischen Norm (Eurocode 8 – ENV 1998-1) angepasst. Im Oktober 2002 wurde der Gelbdruck dieser Neufassung veröffentlicht. Nachfolgend werden die wichtigsten Gesichtspunkte dieses Entwurfs für Mauerwerkbauten zusammengefasst. Darüber hinaus wird über Bemessungsansätze und neueste Untersuchungen zur Schubtragfähigkeit von Ziegelmauerwerk berichtet.

2. Wesentliche Inhalte der DIN 4149-1, Oktober 2002 und Änderungen zur Fassung 1981/1991

2.1 Erdbebenzonekarte

Die Erdbebenzonen wurden auf der Grundlage einer umfassenden wahrscheinlichkeitstheoretischen Auswertung neu eingeteilt, s. Bild 1. Sie entsprechen daher nicht mehr in jedem Fall den bisher bekannten Einteilungen. Die Gebiete, in denen die Norm beachtet werden muss, wurden dabei wesentlich vergrößert.

Im Gegensatz zur bisherigen Fassung gibt es die „Warnzone 0“ und die Erdbebenzonen 1 bis 3. Die Anforderungen der Norm gelten nur in den Zonen 1 bis 3. Die Rechenwerte der Horizontalbeschleunigung entsprechen in etwa den Werten der bisherigen Zonen 2 bis 4.

2.2 Untergrundkarte

Der Einfluss des Untergrunds wird auf Grund neuer Erkenntnisse deutlich differenzierter betrachtet als bisher. Anders als bisher wird nicht nur der Baugrund, d. h. die Schicht 5 bis 20 m unter Geländeoberkante

(GOK), sondern auch der Untergrund ab 20 m unter GOK betrachtet. Diese Betrachtungsweise führt richtigerweise zu deutlich unterschiedlichen Lastannahmen für Lokergesteine im Baugrund über Felsuntergrund, z. B. in Gebirgstälern (Verstärkung der Einwirkung) im Vergleich zu tiefen Sedimentbecken, z. B. Oberrheingraben. (Reduzierung der Einwirkung im Vergleich zu Fels) Die Untergrundverhältnisse in den deutschen Erdbebenzonen und der Zone 0 sind in Bild 2 dargestellt.



Bild 1: Erdbebenzonenkarte der DIN 4149-1 (10/02)

2.3 Konstruktive Regeln

Einfache Hochbauten können wie bisher durch Einhaltung konstruktiver Regeln für den Lastfall Erdbeben nachgewiesen werden, wenn bestimmte Randbedingungen vorliegen, s. Tab. 1. Dies sind i. w. die Zahl der Vollgeschosse (zzgl. Dachgeschoss und Keller), die Bedeutungskategorie (bisher Bauwerksklasse), die Geschosshöhe (z. Zt. 3,0 m) und die Beachtung allgemeiner Regelmäßigkeitskriterien.

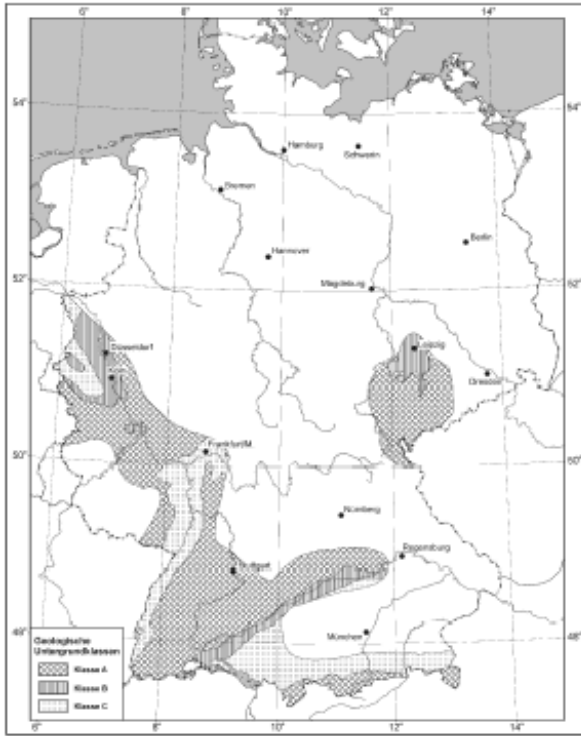


Bild 2: Untergrundkarte der DIN 4149-1 (10/02)

Weitere bauartspezifische Randbedingungen für Stahlbeton-, Stahl-, Holz- und Mauerwerksbauten sind darüber hinaus ebenfalls zu beachten.

Tabelle 1: Bedeutungskategorie und zulässige Anzahl der Vollgeschosse für Hochbauten ohne rechnerischen Standsicherheitsnachweis

Erdbebenzone	Bedeutungskategorie	max. Anzahl von Vollgeschossen
1	II bis IV	4
2	III und IV	3
3	III und IV	2

Dieser Nachweis durch Einhaltung der konstruktiven Randbedingungen ist für einfache Mauerwerksbauten in jedem Falle anzustreben, da rechnerische Nachweise meist extrem aufwändig sind.

Beim rechnerischen Nachweis ist zunächst die Grundschwingzeit des Gebäudes zu ermitteln und damit die Ordinate im Bemessungsspektrum in Abhängigkeit von Horizontalbeschleunigung und Baugrund/Untergrund abzulesen. Die damit ermittelte Gesamterdbebenkraft von bis zu 20% der Gebäudemasse ist entsprechend der Masseverhältnisse auf die einzelnen Stockwerke zu verteilen. In den Stock-

werken ist dann wiederum die Last auf die einzelnen Schubwände zu verteilen. Für diese Wände sind Nachweise auf Kippen, Druck und Schub zu führen.

2.4 Besondere Regeln für Mauerwerksbauten - Allgemeine Grundlagen

In den deutschen Erdbebengebieten dürfen alle Mauersteine und Mauermörtel (mit Ausnahme der Mörtelgruppe I) für Mauerwerk nach DIN 1053-1, d. h. auch Zulassungsprodukte, verwendet werden.

In den Erdbebenzonen 2 und 3 gilt wie bisher in den Zonen 3 und 4 eine Zusatzanforderung an Steine mit nicht in Wandlängsrichtung durchgehenden Innenstegen.

Eine ausreichende Gebäudeausteiifung soll durch Geschossdecken mit Scheibenwirkung oder Ringanker sowie Mindestanforderungen an Schubwände (Schlankheit, Dicke, Länge, s. Tabelle 2) erzielt werden.

Tabelle 2: Mindestanforderungen an Schubwände (aussteifende Wände)

Erdbebenzone	h_k/t	t in mm	l in mm
1	nach DIN 1053-1	≥ 150	≥ 490
2	≤ 15	≥ 150	≥ 490
3	≤ 15	≥ 175	≥ 490

h_k Knicklänge nach DIN 1053-1
 t Wanddicke
 l Wandlänge

2.5 Konstruktive Regeln für den Verzicht auf rechnerische Nachweise

Das Gebäude muss kompakt und annähernd rechteckig sein, also EnEV-gerecht. Die Geschosszahl nach Tabelle 1 muss eingehalten werden.

Das Gebäude ist in beide Richtungen ausreichend, d. h. mit mindestens 2 Aussteifungswänden zu Richtung, auszusteiifen. Steifigkeitsmittelpunkt und Massenschwerpunkt sollen dabei möglichst nahe beieinander liegen. Die Aussteifungswände müssen den überwiegenden Teil der vertikalen Lasten tragen, d. h. hochbelastete, knickgefährdete Stützen sind zu vermeiden.

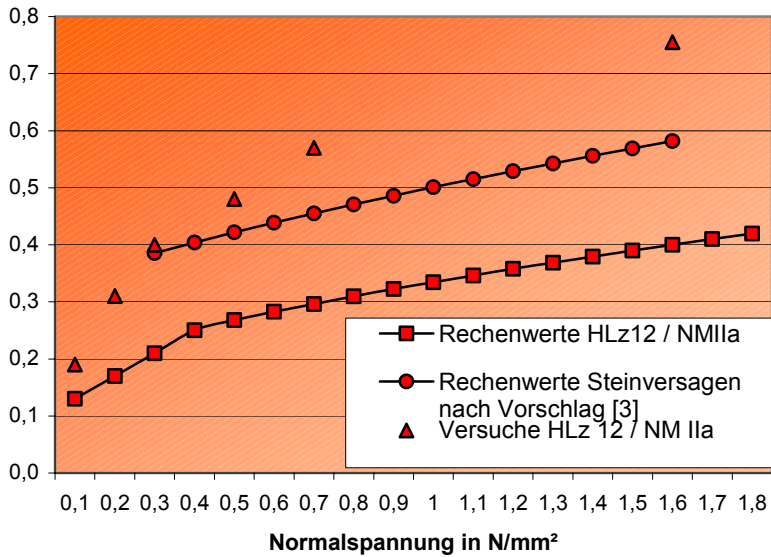


Bild 3: Schubtragfähigkeit von Ziegelmauerwerk Rechenwerte nach DIN 1053-1, [3] und Versuchsergebnisse [1].

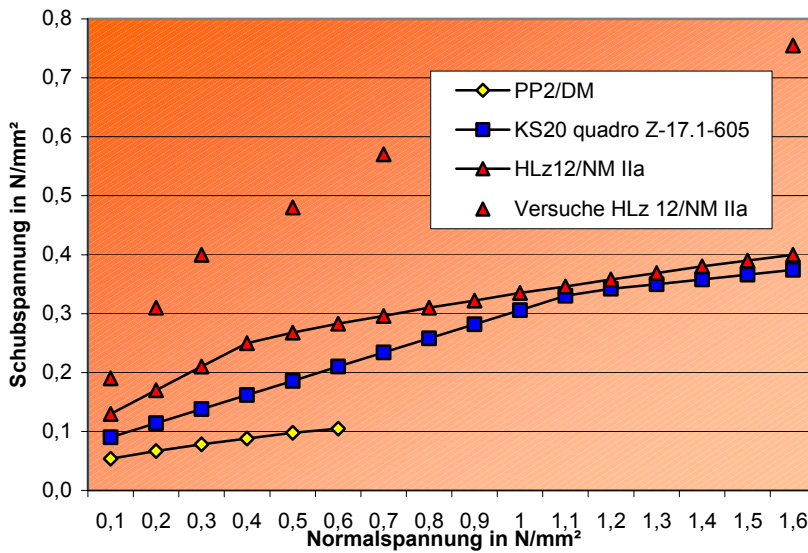


Bild 4: Schubtragfähigkeit von Ziegelmauerwerk, aktuelle Versuchsergebnisse [1] und Rechenwerte für verschiedene Stein-Mörtel-Kombinationen

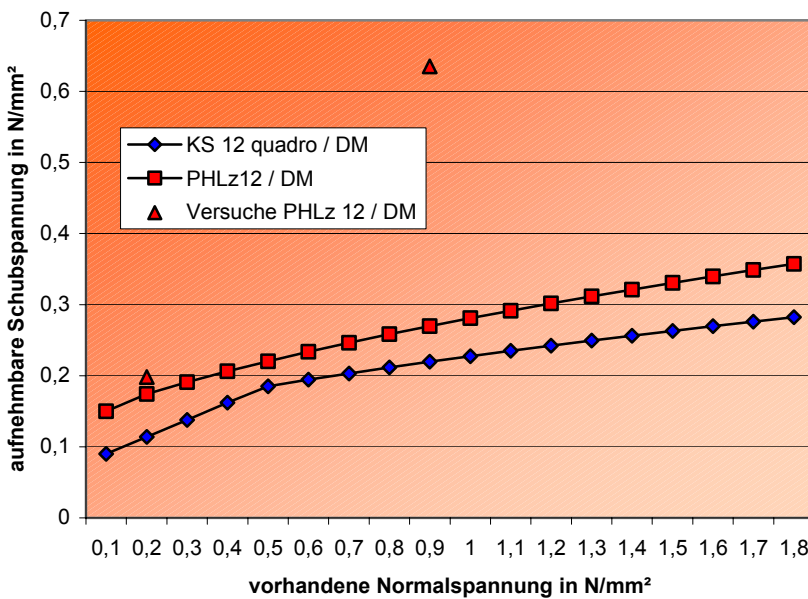


Bild 5: Schubtragfähigkeit von Ziegelmauerwerk, aktuelle Versuchsergebnisse [1] und Rechenwerte für verschiedene Stein-Mörtel-Kombinationen

3. Schubtragfähigkeit von Ziegelmauerwerk

Beim rechnerischen Nachweis der Erdbbensicherheit ist der Schubnachweis der Aussteifungswände besonders wichtig. Die Schubfestigkeit von Mauerwerk wird nach DIN 1053-1 berechnet. Im Bereich der zulässigen Spannungen ist bei geringen Auflasten die Verbundfestigkeit zwischen Stein und Mörtel, bei höheren Auflasten die Zugfestigkeit der Steine maßgebend. Ziegelmauerwerk weist hierbei auf Grund der vergleichsweise hohen Steindruckfestigkeit deutliche Vorteile gegenüber Wettbewerbsbauweisen auf, obwohl es im Vergleich zu neuen Versuchsergebnissen noch deutlich zu ungünstig bewertet wird, s. Bilder 4 bis 5.

In Bild 3 sind die Bemessungsgleichungen der DIN 1053-1 für Mauerwerk aus Hochlochziegeln HLz 12 mit Normalmörtel NM IIa ausgewertet und aktuellen Versuchsergebnissen [1] gegenübergestellt. Die Versuche wurden mit dem harmonisierten Prüfverfahren nach [2] durchgeführt. Die im Versuch ermittelten Schubfestigkeiten werden mit dem Rechenverfahren nach DIN 1053-1 deutlich unterschätzt.

Simon [3] schlägt nach Auswertung von Versuchsergebnissen vor, den Rechenwert der Steinzugfestigkeit für Hochlochziegel auf 6% der Nennfestigkeit festzulegen. Dieser Vorschlag wird durch die neuen Versuchsergebnisse untermauert. Bei Ansatz der wirklichen Steindruckfestigkeit und einer angenommenen Zugfestigkeit von 6% der Druckfestigkeit sind die Versuchsergebnisse auf +/- 5% nachrechenbar. Bei Ansatz der Nenn-Druckfestigkeit verbleiben bei üblichen Ziegelfestigkeiten im Bereich des Versagenfalls Steinzug und insbesondere bei höheren Auflasten ungenutzte Reserven von 20 bis 30 %, s. Bild 3.

In Bild 4 sind die aktuellen Versuchsergebnisse und die Rechenwerte nach DIN 1053-1 mit den Rechenwerten für Kalksand-

Planelemente sowie Porenbetonsteine zusammen gestellt. Bei gleichen Wanddicken ist mit Ziegelmauerwerk im gesamten Auflastbereich eine erhöhte Schubtragfähigkeit vorhanden, und dies trotz einer höheren Steindruckfestigkeit bei den KS-Elementen.

Die Versuchsergebnisse zeigen darüber hinaus, dass bei Ziegelmauerwerk erhebliche, bisher ungenutzte Tragfähigkeitsreserven bei Schubbeanspruchung vorhanden sind.

In Bild 5 sind die derzeit gültigen Rechenwerte der Schubtragfähigkeit für Planziegel PHLz 12 und KS 12 – quadro – Elemente zusammengestellt. Die Versuchsergebnisse für Planziegelmauerwerk liegen in der gleichen Größenordnung wie für HLz mit Normalmörtel NM II a. Weitere Untersuchungen sind in [1] zur Zeit im Gange.

Zusammenfassung

Schubwände aus Ziegelmauerwerk bieten für diese Anwendung auf Grund des guten Haftverbunds zwischen Ziegel und Mörtel und der hohen Steinfestigkeit Vorteile gegenüber Wettbewerbsbauweisen, die entweder deutlich geringere Schubfestigkeiten und/oder geringere Konstruktionsdicken aufweisen.

Literatur

[1] Schubert, P.; Roßbach, M.; Schmidt, U.: Neubewertung der rechnerischen Schubtragfähigkeit von Ziegelmauerwerk. Zwischenergebnisse. Essen, 2002.

[2] Ringversuche Schubtragfähigkeit von Mauerwerk. MPA Hannover; Prüfbericht Nr. 973919-A-, 2000.

[3] Simon, E.; Gegenüberstellung der Ergebnisse von Schubversuchen mit der Schubtheorie für Mauerwerk aus großformatigen Steinen, Heidelberg 2002.

Bonn, Dezember 2002
Dr.My-GdJ AMz

