

Vorbemessung für die Tragfähigkeit

Berechnungsannahmen

Folgende Berechnungsannahmen wurden getroffen:

- Durchschnittliche Scheibenentfernung von Deckenkonstruktion mit 20 cm Plattenstärke (Lasten $2,0 \text{ kN/m}^2 + 1,0 \text{ kN/m}^2$ Leichtwandzuschlag)
- Öffnungsgrad der Außenwände (30 - 50 %; Türen und Fenster)
- Öffnungsgrad der Innenwände (10 - 30 %; Türen)
- Geschoßhöhen 3,0 m

Öffnungsgrad:

Der Öffnungsgrad ist die Summe der Öffnungsflächen dividiert durch die Gesamtfläche in Prozenten.

(Fenster- und/oder Türflächen: Gesamtfläche)

Tragende Wände:

Wände, die überwiegend als Scheibe beansprucht werden und alle auf sie einwirkenden Lasten und Kräfte wie Eigengewicht, Decken und Dachlasten, Nutzlasten, Wind- und Erdbebenkräfte mit ausreichender Sicherheit aufnehmen und direkt oder indirekt in den Boden abtragen können.

Pfeiler:

Jene Teile der Wand, die nicht Scheibencharakter besitzen. Grenze bei Mantelbeton ist eine Betonkernlänge von 50 cm.

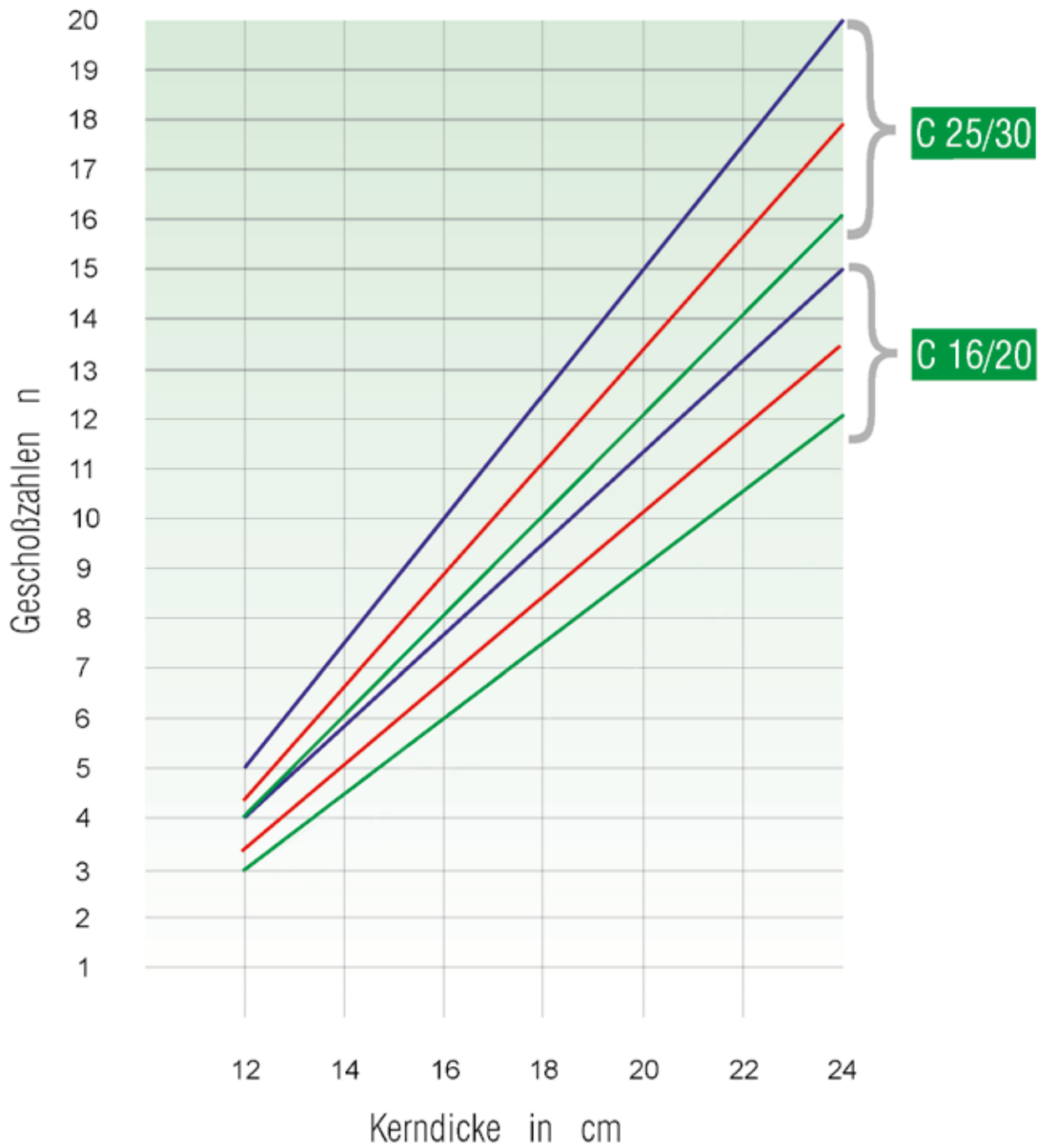
Hinweis:

Die Gesamtstatik für Wände, Pfeiler und Knoten kann angefordert werden.

Die Tragfähigkeitsberechnung erfolgt nach öNORM B 3350 – 1. März 2003.

Mantelbetonsystem

Bautechnische Grundlagen und Erdbebensicherheit



Öffnungsgrad:
Außenwand 30 %, Innenwand 10 % ————
Außenwand 40 %, Innenwand 20 % ————
Außenwand 50 %, Innenwand 30 % ————

Allgemein

Die katastrophalen Erdbebenergebnisse der letzten Jahre (Friaul 1976, Armenien 1988, Californien 1989, Iran 1990, Los Angeles 1992, Türkei, Deutschland und Kobe/Japan 1995) haben eine beschleunigte Entwicklung der zuständigen Baunormen bewirkt.

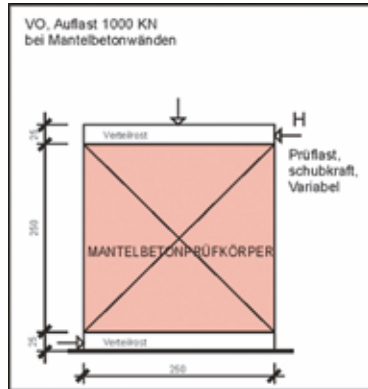
Insbesondere wurde nach dem Erdbeben von Friaul 1976 die ÖNORM B 4015 entworfen und nunmehr in überarbeiteter Fassung in Kraft gesetzt. Es sei erwähnt, dass parallel dazu die Europäische Norm (Eurocode) EC 8 für erdbebensicheres Bauen entwickelt wurde.

In diesen Normen wird eine prinzipielle Konstruktionsvorschrift angegeben. Näherungsmethoden ermöglichen die Erfassung der seismischen Lasten - dies wiederum gestattet es, den Standsicherheitsnachweis für die Baukonstruktion zu führen.

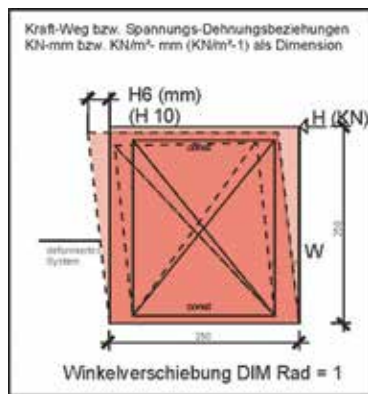
Während für Stahlbauten und Stahlbetonbauten recht zutreffende Materialparameter bekannt sind, ist dies im Mantelbeton, der ja im Wohnbau dominant ist, nicht der Fall. Aus diesem Grunde wurde auf Initiative des Arbeitskreises Naturbaustoffe Holz-Mantelbeton im Fachverband der Stein- und keramischen Industrie Österreichs unter Mithilfe des Forschungsförderungsfonds und in Zusammenarbeit mit der TU Graz das Forschungsvorhaben „Erdbebensicheres Bauen“ realisiert.

Der Lastfall Erdbeben stellt eine überwiegend horizontale Belastung für das Bauwerk dar, es wird somit die Schubfestigkeit der Wände (als Scheibenkonstruktion) auf die Probe gestellt. Die Wandschubfestigkeiten wurden experimentell ermittelt und durch theoretische Überlegungen untermauert.

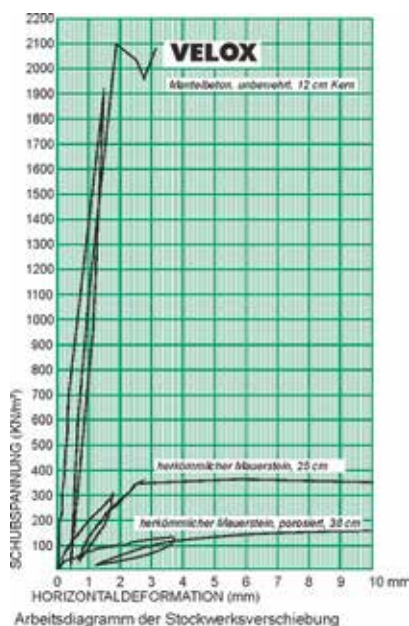
Zur Ermittlung der Festigkeitseigenschaften im Lastfall Erdbeben wurden in einem sog. Schubrahmen die Wandscheiben mit den Abmessungen von 2,50/2,50 m unter Normalspannung (Druck) und variabler, hystereseartiger Schubspannung mit steigender Intensität bis zu Bruch geprüft. Spannungs- und Wegaufnehmer haben für die jeweiligen Laststufen die Materialparameter festgehalten.



Prinzip der Belastung



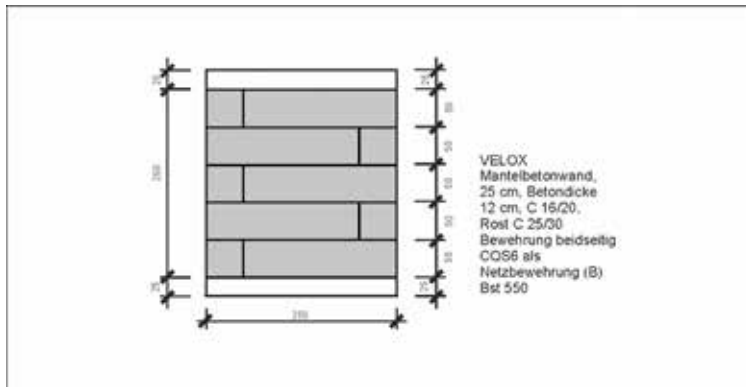
Geometrische Größe der Stockwerksverschiebung



Arbeitsdiagramm der Stockwerksverschiebung

Allgemein

Es wurden insgesamt 15 Mantelbetonwände mit Betonkernstärken von 12 bis 20 cm untersucht.



Beispiel einer VELOX-Mantelbetonwand



Statischer Nachweis

Zulässige nominelle (mittlere Schubspannung) für Mantelbetonwände ($K_r = 0,9$; $K_s = 0,93$)

Betongüte (N/mm ²)	Zul. τ_0 gem. ÖN B4700 (N/mm ²)	$\tau_{zul, nom}^{(2) (3) (4)}$ Riegel/Säulenverhältnis $f_t / f_b = f_t / f_b$ (Dim.1)				
		0,35	0,40	0,45	0,50	
Unbewehrte Mantelbetonwände						
16 (C 12/15)	0,50					0,56
22,5 (C 16/20)	0,70					0,70
30 (C 25/30)	0,80 (8 kp/cm ²)					0,80
Bewehrte Mantelbetonwände						
16 (C 12/15)	(Netzbewehrung)					1,0
22,5 (C 16/20)						1,4
30 (C 25/30)						1,6

Arbeitsfugen mit Bewehrung decken; konzentrierte Einzellasten durch Verteilbalken verteilen.

Belastungsgrenzen

Um die Duktilitätseigenschaften (Zähigkeit) bei bewehrten Wänden festzustellen, wurden ebenso bewehrte Prüfscheiben untersucht. Mantelbetonwände zeigen ein gutes duktiles Verhalten, das insbesondere durch Bewehrung in netzartiger Form um beachtliche 50 % gesteigert werden kann.

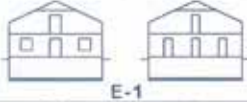





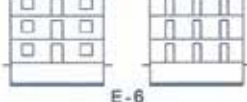
Durch die Kenntnis der elastischen Festigkeit, der Schubbruchfestigkeit und der kombinierten Festigkeit Druck plus Schub konnte ein Bemessungskriterium gefunden werden.

Mit den nun bekannten Festigkeitswerten konnte eine Serienberechnung nach der FEM-Methode (Finite-Element-Berechnung = Computerstatik) für Mantelbetonwände mit 12 bis 20 cm Mantelbetondicke, sowohl für Außen- als auch für Innenwände durchgeführt werden.

Dies bezieht sich auf Haustypen vom Einfamilienhaus bis zum 10-geschoßigen Hochhaus für alle österreichischen Erdbebenzonen. In den folgenden Matrizes sind die Ergebnisse für Mantelbetonwände (bewehrt und unbewehrt) gegliedert nach den fünf Erdbebenzonen dargestellt. Sie bieten somit eine wertvolle Hilfe für die Dimensionierung von Wohn- und Geschäftshäusern in Erdbebengebieten Österreichs.

Sie ermöglichen in kürzester Zeit eine Aussage über die Standsicherheit im Lastfall Erdbeben zu geben.

Konstruktionsmatrix Mantelbetonplatte - ohne Bewehrung für die Erdbebenzonen 0-5

VELOX Mantelbetonplatte	Zone 0	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	(Zone 5)
ϵ	0,035	0,05	0,075	0,10	0,15	(0,30)
 E-1						
 E-2						
 E-3						
 E-4						
 E-6						
 E-8						
 E-10						

Kernbetondicke außen 12, innen 14

Kernbetondicke außen 14, innen 17

Kernbetondicke außen 17, innen 20

Kernbetondicke außen 20, innen 23

Kernbetondicke außen 23, innen 26

Kernbetondicke außen 25, innen 29

kippt

kippt





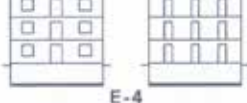

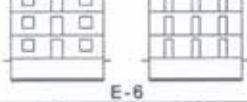
Mantelbeton

Nur konstruktive Bewehrung wie Öffnungszulagen, Parapetbewehrung, Roste und Verschleißungen.
Baustoffe C 12/15 bis C 25/30.

Verstärkte Bereiche

Entweder größere Wandstärke oder Skelettkonstruktion.

Konstruktionsmatrix Mantelbetonplatte - mit Bewehrung für die Erdbebenzonen 0-5

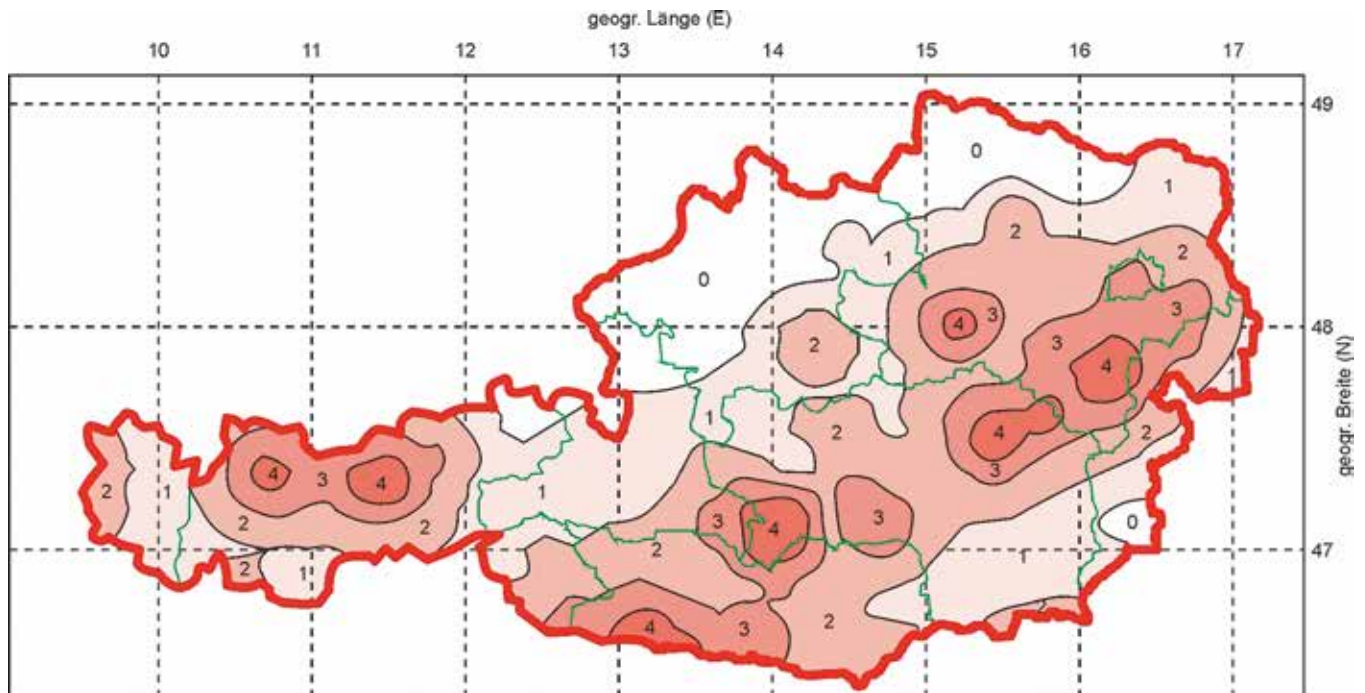
VELOX Mantelbetonplatte	Zone 0	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	(Zone 5)
ϵ	0,035	0,05	0,075	0,10	0,15	(0,30)
 E-1						
 E-2			Kernbetondicke außen 12, innen 14			
 E-3						
 E-4					Kernbetondicke außen 14, innen 16	
 E-6					Kernbetondicke außen 16, innen 18	
 E-8					Kernbetondicke außen 18, innen 21	
 E-10					Kernbetondicke außen 20, innen 24	
					Kernbetondicke außen 23, innen 28	
					kippt	
					kippt	

Mantelbeton mit Netzbewehrung

Kreuzweise Bewehrungs-
führung in Gitterform.
Etwa \varnothing 10, Variante BSTG,
e=20 bis 25 cm.

Verstärkte Bereiche

Entweder größere Wandstärke
oder Skelettkonstruktion.



Anhang zur ÖNORM B 4015, Teil 1
mit Zuordnung von Erdbebenkoeffizienten α *

Zone 0: $0.00 \leq \alpha < 0.035$
 Zone 1: $0.035 \leq \alpha < 0.050$
 Zone 2: $0.050 \leq \alpha < 0.075$
 Zone 3: $0.075 \leq \alpha < 0.10$
 Zone 4: $\alpha > 0.10$

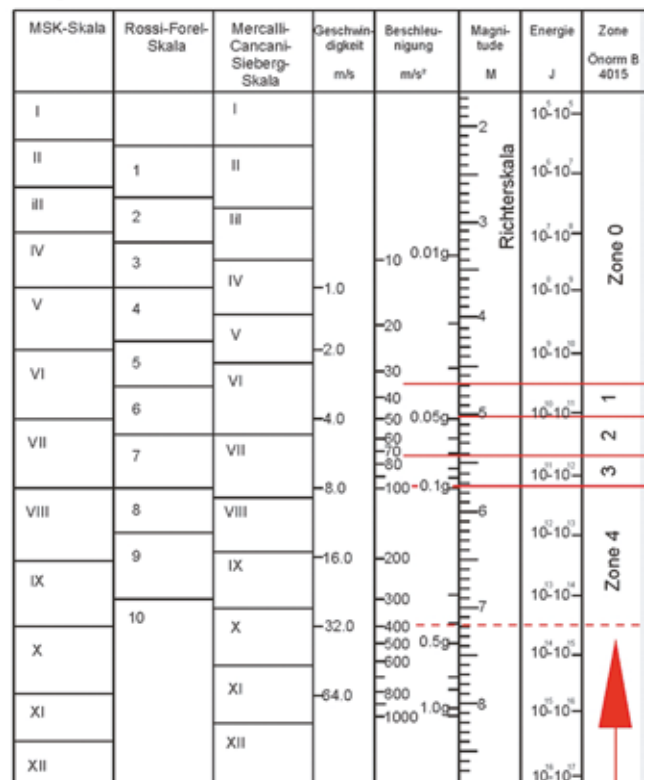
Definition: α effektive Horizontalbeschleunigung des Bodens: Fallbeschleunigung g , gültig für festgelagerten, ungestörten Boden und im allgemeinen für das hundertjährige Beben, ausgenommen die extremen Starkbebenherde Villach, Murau und Neulengbach. - Beim denkbaren Maximalbeben sind die Erdbebenkoeffizienten in der Regel dreis- bis viermal größer.

Innerhalb der Erdbebenzonen 0 bis 4 darf α - unter Beachtung der angegebenen Zwischenwerte - linear interpoliert werden.

*) Gilt nur für Anlagen des Hochbaues, von denen im Falle einer Beschädigung durch Erdbeben keine zusätzlichen Gefahren ausgehen.

Herausgeber: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien
Ausgabe 1995

Vergleich verschiedener Intensitätsskalen



MSK Medvedev-Sponheuer-Karnik (Unesco-Skala 64); ÖNORM und EUROPA

M= Magnitude nach Richter gibt Energie in J an

$M = 0,7 \cdot I_0 - 0,1$; I_0 = Epizentralintensität bei Herdtiefe von 10 km.

Die Vergrößerung der Magnitude nach Richter um eine Stufe entspricht einem 32-fachen Zuwachs der im Herd freigesetzten Energie.

Max. bisher ausgetretene $M=9$, Lissabon 1755

Seismische Begriffe

(von DI Peter Schallaschek, Ziv. Ing. für Bauwesen, Klagenfurt)

Magnitude M nach Richter:

Das ist die gesamte im Erdbebenzentrum frei werdende Energie, gemessen nach der Richterskala. Als Beispiel sei angeführt, dass das Beben in Friaul 1976 den Wert über 7,0 erreichte. Der bisher größte aufgetretene Wert von 9 wurde für das Beben im Jahre 1755 in Lissabon geschätzt. Die Richterskala ist nach oben offen.

Intensität I:

Diese stellt ein Maß der seismischen Wirkung an einem bestimmten Ort dar (Intensitätsskala I). Bekannt sind z.B. die zwölfteilige Mercalli-Cancani-Sieberg-Skala (MCS) und die derzeit in den Normen angewandte Medvedev-Sponheuer-Karnik-Skala (MSK). Die Stufeneinteilung erfolgt von I = unmerklich bis XII = landschaftsverändernd. Zum Beispiel war die Intensität beim Beben in Friaul 1976 zwischen IX und X. Hermagor am Südrand von Österreich erreichte die Intensität VII (Schäden an Gebäuden: Kleine Mauerrisse, Verputzteile fallen ab).

Die Erdbebenzonen werden in den jeweiligen Normen dargestellt. In Österreich ist dies die ÖNORM B 4015/1 (EC 8).

Es sei erwähnt, dass die seismischen Ereignisse in unserem Raum seit etwa 800 Jahren aufgezeichnet werden.

Starkbebenherde:
befinden sich in Villach, Murau und Neulengbach.

Außerdem liegen noch folgende Gebiete in Erdbebenzonen:
Das gesamte Rheintal; das mittlere Inntal mit Schwerpunkt Innsbruck; das Gail-, Drau- und Rosental und im Norden bis zur Turracherhöhe; die Mur/Mürzfurche und weiter über die Thermenlinie bis Schwadorf bei Wien; das Gebiet um Scheibbs in NÖ.

Die Messung der seismischen Größen erfolgt mittels Seismographen für jeweils entsprechende Richtungen. In der Station Tolmezzo wurde 1976 die maximale Beschleunigung von 0,40 g (40 % des Gewichtes wirken horizontal) gemessen. Der Starkausschlag dauerte etwa fünf Sekunden.

Gestaltungsprinzipien

(von DI Peter Schallaschek, Ziv. Ing. für Bauwesen, Klagenfurt)

Die Regeln für den Entwurf und Bau von Mantelbetonbauten entsprechen den Prinzipien erdbebenwiderstandsfähigen Bauens.#

Die Haupteigenschaften sind:

- Die Duktilität oder Zähigkeit des Baustoffes

Darunter versteht man seine Fähigkeit, sich unter konstanter Beanspruchung stark zu deformieren. Bei Mantelbeton kann die Duktilität mit der Bewehrung gesteuert werden. Seine Erdbebenwiderstandsfähigkeit ist hoch.

- Die Dämpfung - Baustoff - oder innere Dämpfung

Den Aufschaukelungen soll entgegengewirkt werden. Ein Teil der Erdbebenenergie wird geschluckt. Mantelbeton hat eine starke Dämpfung.

Bauliche Gestaltungsprinzipien in den Zonen 0-4 sind:

Grundriss:

Zu bevorzugen ist die Zentralsymmetrie - etwa Quadrat oder Kreis. Lange Rechtecke durch Fugen unterteilen. Aussteifende Kerne zentral oder gleichmäßig am Umfang verteilen. Unsymmetrische Formen durch Zusatzsteifigkeiten verstärken. Gebäudeecken besonders stark ausführen. Gedrungene Formen!

Aufriss:

Der Vertikalschnitt rechteckig bis pyramidenförmig. Sogenannte „Weiche Stockwerke“ wie z. B. aufgelöste Erdgeschoße vermeiden. Ungleich hohe Gebäudeteile durch Fugen teilen. Abfangungen, insbesondere in Obergeschoßen, meiden. Lotrechte Trag-Elemente (Stützen, Pfeiler, Wände) durchziehen.

Bauliche Gestaltungsprinzipien

(von DI Peter Schallaschek, Ziv. Ing. für Bauwesen, Klagenfurt)

Fundierung:

Lockerböden und Schuttkegel als Bauplätze sind zu meiden, ebenso übersteile Hänge! Fundamentniveau muss in einer Ebene liegen. Alle Fundamente in den festen Untergrund führen. Ungleich hohe Baukörper auch im Fundament als „steife Schachtel“ ausbilden. Bei Erfordernis von Tiefenfundierungen, wie Pfähle etc., auf besondere Zähigkeit (bewehrte Pfähle) achten.

Aussteifungen:

Aussteifungen durch Kerne oder Scheiben mit möglichst symmetrischer Verteilung. Für Mantelbeton eignet sich besonders das System der Wandscheibenbauweise mit ausreichend vielen Quer- und Längsscheiben. Durch die gleichzeitige Erfüllung dreier Aufgaben wie Raumteilung, Abtragung der Vertikallasten und seitliche Aussteifung ergeben sich sehr wirtschaftliche und sichere Lösungen. Vertikalsteifigkeiten vom Dach bis zum Fundament zunehmend: „Baum“! Exzentrische Aussteifung vermeiden. Kompakte Konstruktion.

Deckenscheiben und Roste:

Um Erdbebenkräfte in die lotrechten Trag-Elemente einzuleiten, horizontale Deckenscheiben und Roste ausbilden. Sie sollen nach Möglichkeit in einer Ebene liegen. Bei Deckensprüngen biegesteife Verbindungen herstellen! Vorzugsweise Stahlbetondecken als Trägerrost-Konstruktion einbauen. Bei Holzdecken im Kleinhausbau Ringbalken aus Stahlbeton über den gesamten Grundriss führen. Bei Deckenöffnungen Spannungsspitzen in den Deckenöffnungen vermeiden. Öffnungen einfassen. Verbindende Stahlbetonriegel bei Stiegenhäusern einbauen. Bei Kombination von Wand- und Rahmenbauten die Rahmen so konstruieren, dass die plastische Fließfigur die Fließgelenke in den Riegeln aufweist, d. h.: in Erdbebengebieten kräftige Stützen anordnen. Ein Versagen der Stütze bringt den Gebäudeeinsturz!

Konstruktive Gestaltungsprinzipien

(von DI Peter Schallaschek, Ziv. Ing. für Bauwesen, Klagenfurt)

Fundierung:

Bewehrte Streifenfundamente in Trägerrostform oder bewehrte Stahlbetonplatte, immer auf festen Grund geführt. Steckeisen für Kellerwände innen und außen gemäß ÖNORM B 4700. Einzelfundamente mit Stahlbetonriegel verbinden. Tiefenfundierung duktil (bewehrt) ausführen.

Keller:

Stets als „massive Stahlbetonschachtel“ ausführen. Ausreichend Quer- und Längswände vorsehen. Bewehrung gemäß ÖNORM B 4700. Günstig sind beidseitig armierte Wandscheiben. Kellerdecke in Stahlbeton ausführen.

Erdgeschoß, Regelgeschoß:

Ausreichend Quer- und Längswände anordnen. Ausführung gemäß B 3350 und B 4700. Steckanschlüsse, Verschließungen, Baufugenstecker, versteckte Rippen, Fensterzulagen, Einfassungen von Öffnungen anordnen (insbesondere Diagonalzulagen). Wände jeweils durch Deckenscheiben mit dem Rost verschließen, besondere Sorgfalt bei den Knotenverbindungen. Pfeiler und Stützen sorgfältig bewehren und verbügeln. Unterzüge und Stürze gemäß B 4700 bewehren und ordentlich einbinden. Giebelmauerwerk durch Querwände stabilisieren. Stark beanspruchte Wandscheiben und Kerne beidseitig armieren. Immer auf den ordnungsgemäßen Kraftfluss achten. Statisch hochgradige unbestimmte Konstruktionen realisieren.

Fugenteilung bei Gebäuden:

Fugenweite mindestens 2 bis 3 cm, bzw. gemäß Pkt. 4.4. laut ÖNORM B 4015/1 bemessen, da eine freie Deformation der Gebäudeteile erfolgen muss: „Seismische Fugen“.