

DIN EN 1998-1



ICS 91.010.30; 91.120.25

Ersatzvermerk
siehe unten**Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben –
Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten;
Deutsche Fassung EN 1998-1:2004 + AC:2009**

Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance –
Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings;
German version EN 1998-1:2004 + AC:2009

Eurocode 8: Calcul des structures pour leur résistance aux séismes –
Partie 1: Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments;
Version allemande EN 1998-1:2004 + AC:2009

Ersatzvermerk

Ersatz für DIN EN 1998-1:2006-04;
mit DIN EN 1998-1/NA:2010-08 und DIN EN 1998-5:2010-12 Ersatz für DIN 4149:2005-04

Gesamtumfang 208 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN



Nationales Vorwort

Dieses Dokument beinhaltet die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ (Sekretariat: BSI, Vereinigtes Königreich) ausgearbeiteten EN 1998-1:2004 + AC:2009.

Die Arbeiten wurden auf nationaler Ebene vom Arbeitsausschuss NA 005-51-06 AA „Erdbeben; Sonderfragen“ (Sp CEN/TC 250/SC 8) im Normenausschuss Bauwesen (NABau) begleitet.

Dieses Dokument enthält die Europäische Berichtigung EN 1998-1:2004/AC:2009, welche von CEN am 8. Juli 2009 angenommen wurde.

Die Norm ist Bestandteil einer Reihe von Einwirkungs- und Bemessungsnormen, deren Anwendung nur im Paket sinnvoll ist. Dieser Tatsache wird durch das Leitpapier L der Kommission der Europäischen Gemeinschaft für die Anwendung der Eurocodes Rechnung getragen, indem Übergangsfristen für die verbindliche Umsetzung der Eurocodes in den Mitgliedsstaaten vorgesehen sind. Die Übergangsfristen sind im Vorwort dieser Norm angegeben.

Die Anwendung dieser Norm gilt in Deutschland in Verbindung mit dem Nationalen Anhang.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN [und/oder die DKE] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Diese Norm einschließlich Nationaler Anhang NA ersetzen zusammen mit DIN EN 1998-5 und DIN EN 1998-5/NA die nationale Norm über Bauten in deutschen Erdbebengebieten DIN 4149:2005-04.

Anfang und Ende der durch die Europäische Berichtigung eingefügten oder geänderten Texte sind jeweils durch die Textmarkierungen **AC** **AC** angegeben.

Änderungen

Gegenüber DIN V ENV 1998-1-1:1997-06, DIN V ENV 1998-1-2:1997-06 und DIN V ENV 1998-1-3:1997-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Vornormen zusammengefasst und Vornormcharakter aufgehoben;
- b) die Stellungnahmen der nationalen Normungsinstitute wurden eingearbeitet und der Text vollständig überarbeitet.

Gegenüber DIN EN 1998-1:2006-04 und DIN 4149:2005-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) auf europäisches Bemessungskonzept umgestellt;
- b) Ersatzvermerke korrigiert;
- c) Vorgänger-Norm mit der europäischen Berichtigung EN 1998-1/AC:2009 konsolidiert;
- d) redaktionelle Änderungen durchgeführt.
- e) Gründungen, Stützbauwerke und geotechnische Aspekte werden in DIN EN 1998-5 festgelegt.

Frühere Ausgaben

DIN 4149: 2005-04
DIN 4149-1: 1981-04
DIN 4149/A1: 1992-12
DIN EN 1998-1: 2006-04
DIN V ENV 1998-1-1: 1997-06
DIN V ENV 1998-1-2: 1997-06
DIN V ENV 1998-1-3: 1997-06

— Leerseite —

Deutsche Fassung

**Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben —
Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen
und Regeln für Hochbauten**

Eurocode 8: Design of structures
for earthquake resistance —
Part 1: General rules, seismic actions
and rules for buildings

Eurocode 8: Calcul des structures
pour leur résistance aux séismes —
Partie 1: Règles générales, actions sismiques
et règles pour les bâtiments

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 23. April 2004 angenommen.

Die Berichtigung tritt am 8. Juli 2009 in Kraft und wurde in EN 1998-1:2006 eingearbeitet.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	7
Hintergrund des Eurocode-Programms	7
Status und Gültigkeitsbereich der Eurocodes	8
Nationale Fassungen der Eurocodes	9
Verbindung zwischen den Eurocodes und den harmonisierten technischen Spezifikationen für Bauprodukte (ENs und ETAs)	9
Zusatzinformationen für EN 1998-1	9
Nationaler Anhang für EN 1998-1	10
1 Allgemeines	13
1.1 Anwendungsbereich	13
1.1.1 Anwendungsbereich der Reihe EN 1998	13
1.1.2 Anwendungsbereich von EN 1998-1	13
1.1.3 Weitere Teile der Reihe EN 1998	14
1.2 Normative Verweisungen	14
1.2.1 Allgemeine Bezugsnormen	14
1.2.2 Bezugsnormen und Richtlinien	15
1.3 Annahmen	15
1.4 Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln	15
1.5 Begriffe	15
1.5.1 Allen Eurocodes gemeinsame Begriffe	15
1.5.2 [AC] Weitere Begriffe, die in EN 1998-1 verwendet werden [AC]	15
1.6 Formelzeichen	16
1.6.1 Allgemeines	16
1.6.2 Weitere in den Abschnitten 2 und 3 verwendete Formelzeichen der EN 1998-1	16
1.6.3 Weitere im Abschnitt 4 verwendete Formelzeichen der EN 1998-1	17
1.6.4 Weitere im Abschnitt 5 verwendete Formelzeichen der EN 1998-1	18
1.6.5 Weitere im Abschnitt 6 verwendete Formelzeichen der EN 1998-1	21
1.6.6 Weitere im Abschnitt 7 verwendete Formelzeichen der EN 1998-1	22
1.6.7 Weitere im Abschnitt 8 verwendete Formelzeichen der EN 1998-1	23
1.6.8 Weitere im Abschnitt 9 verwendete Formelzeichen der EN 1998-1	24
1.6.9 Weitere im Abschnitt 10 verwendete Formelzeichen der EN 1998-1	24
1.7 SI-Einheiten	25
2 Funktionsanforderungen und Übereinstimmungskriterien	26
2.1 Grundlegende Anforderungen	26
2.2 Übereinstimmungskriterien	27
2.2.1 Allgemeines	27
2.2.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit	27
2.2.3 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	28
2.2.4 Besondere Maßnahmen	28
3 Baugrundbeschaffenheit und Erdbebeneinwirkung	29
3.1 Baugrundbeschaffenheit	29
3.1.1 Allgemeines	29
3.1.2 Feststellung der Baugrundklassen	30
3.2 Erdbebeneinwirkung	31
3.2.1 Erdbebenzonen	31
3.2.2 Grundlegende Darstellung der Erdbebeneinwirkung	32
3.2.3 Alternative Darstellungen der Erdbebeneinwirkung	38
3.2.4 Kombinationen der Erdbebeneinwirkung mit anderen Einwirkungen	39

4	Auslegung von Hochbauten	40
4.1	Allgemeines	40
4.1.1	Anwendungsbereich	40
4.2	Eigenschaften erdbebensicherer Hochbauten	40
4.2.1	Grundlegende Prinzipien des Entwurfskonzepts	40
4.2.2	Primäre und sekundäre seismische Bauteile	42
4.2.3	Kriterien für konstruktive Regelmäßigkeit	42
4.2.4	Kombinationsbeiwerte für veränderliche Einwirkungen	46
4.2.5	Bedeutungskategorien und Bedeutungsbeiwerte	47
4.3	Tragwerksberechnung	48
4.3.1	Modellabbildung	48
4.3.2	Zufällige Torsionswirkungen	49
4.3.3	Berechnungsmethoden	49
4.3.4	Berechnung der Verschiebungen	59
4.3.5	Nichttragende Bauteile	60
4.3.6	Zusätzliche Maßnahmen für Rahmen mit Ausfachungsmauerwerk	62
4.4	Sicherheitsnachweise	64
4.4.1	Allgemeines	64
4.4.2	Grenzzustand der Tragfähigkeit	64
4.4.3	Schadensbegrenzung	68
5	Besondere Regeln für Betonbauteile	69
5.1	Allgemeines	69
5.1.1	Anwendungsbereich	69
5.1.2	Begriffe	69
5.2	Auslegungskonzepte	71
5.2.1	Energiedissipationskapazität und Duktilitätsklassen	71
5.2.2	Tragwerkstypen und Verhaltensbeiwerte	72
5.2.3	Auslegungskriterien	75
5.2.4	Sicherheitsnachweise	78
5.3	Auslegung nach EN 1992-1-1	78
5.3.1	Allgemeines	78
5.3.2	Baustoffe	78
5.3.3	Verhaltensbeiwert	78
5.4	Auslegung für DCM	78
5.4.1	Geometrische Bedingungen und Baustoffe	78
5.4.2	Bemessungsschnittkräfte	80
5.4.3	Nachweise und Konstruktionsregeln im Grenzzustand der Tragfähigkeit	85
5.5	Auslegung für DCH	95
5.5.1	Geometrische Bedingungen und Baustoffe	95
5.5.2	Bemessungsschnittkräfte	96
5.5.3	Nachweise und konstruktive Durchbildung im Grenzzustand der Tragfähigkeit	98
5.6	Vorschriften für Verankerungen und Stöße	108
5.6.1	Allgemeines	108
5.6.2	Verankerung der Bewehrung	108
5.6.3	Stöße von Bewehrungsstäben	110
5.7	Auslegung und konstruktive Durchbildung sekundärer seismischer Bauteile	111
5.8	Gründungsbauteile aus Beton	111
5.8.1	Anwendungsbereich	111
5.8.2	Zerrbalken und Gründungsbalken	112
5.8.3	Verbindungen vertikaler Bauteile mit Fundamentbalken oder -wänden	112
5.8.4	Pfähle in Ortbeton und Pfahlköpfe	113
5.9	Örtliche Einflüsse infolge Ausfachungen aus Mauerwerk oder Beton	113
5.10	Vorschriften für Beton-Deckenscheiben	114
5.11	Tragwerke aus Betonfertigteilen	115
5.11.1	Allgemeines	115
5.11.2	Verbindungen vorgefertigter Bauteile	118
5.11.3	Bauteile	119

6	Besondere Regeln für Stahlbauten	122
6.1	Allgemeines	122
6.1.1	Anwendungsbereich	122
6.1.2	Auslegungskonzepte	122
6.1.3	Sicherheitsnachweise	123
6.2	Werkstoffe	124
6.3	Tragwerkstypen und Verhaltensbeiwerte	125
6.3.1	Tragwerkstypen	125
6.4	Tragwerksberechnung	130
6.5	Gemeinsame Auslegungskriterien und Regeln für die bauliche Durchbildung von allen Tragwerkstypen mit dissipativem Verhalten	130
6.5.1	Allgemeines	130
6.5.2	Auslegungskriterien für dissipative Tragwerke	130
6.5.3	Auslegungsregeln für auf Druck oder Biegung beanspruchte dissipative Bauteile	130
6.5.4	Auslegungsregeln für zugbeanspruchte Bauteile oder Bauteilbereiche	131
6.5.5	Auslegungsregeln für Verbindungen in dissipativen Bereichen	131
6.6	Regeln für die Auslegung und bauliche Durchbildung von biegesteifen Rahmen	132
6.6.1	Auslegungsregeln	132
6.6.2	Träger	132
6.6.3	Stützen	133
6.6.4	Riegel-Stützen-Anschlüsse	134
6.7	Regeln für die Auslegung und bauliche Durchbildung von Rahmen mit konzentrischen Verbänden	135
6.7.1	Auslegungskriterien	135
6.7.2	Berechnung	136
6.7.3	Diagonalstreben	136
6.7.4	Riegel und Stützen	137
6.8	Regeln für die Auslegung und bauliche Durchbildung von Rahmen mit exzentrischen Verbänden	138
6.8.1	Auslegungskriterien	138
6.8.2	Seismische Verbinder	138
6.8.3	Tragwerksteile ohne integrierte Verbinder	141
6.8.4	Anschlüsse von seismischen Verbindern	142
6.9	Auslegungsregeln für umgekehrte Pendel-Systeme	142
6.10	Auslegungskriterien für Stahltragwerke mit Betonkernen oder Betonwänden und für ausgefachte oder mit Diagonalverbänden kombinierte biegesteife Rahmen	143
6.10.1	Tragwerke mit Betonkernen oder Betonwänden	143
6.10.2	Biegesteife Rahmen, kombiniert mit Diagonalverbänden	143
6.10.3	Ausgefachte biegesteife Rahmen	143
6.11	Prüfung des Entwurfs und Ausführungskontrolle	143
7	Besondere Regeln für Verbundbauten aus Stahl und Beton	144
7.1	Allgemeines	144
7.1.1	Anwendungsbereich	144
7.1.2	Auslegungskonzepte	144
7.1.3	Sicherheitsnachweise	145
7.2	Werkstoffe	145
7.2.1	Beton	145
7.2.2	Bewehrungsstahl	146
7.2.3	Baustahl	146
7.3	Tragwerkstypen und Verhaltensbeiwerte	146
7.3.1	Tragwerkstypen	146
7.3.2	Verhaltensbeiwerte	147
7.4	Tragwerksberechnung	148
7.4.1	Anwendungsbereich	148
7.4.2	Querschnittssteifigkeiten	148
7.5	Gemeinsame Auslegungskriterien und Regeln für die bauliche Durchbildung von allen Tragwerkstypen mit dissipativem Verhalten	149

7.5.1	Allgemeines	149
7.5.2	Auslegungskriterien für dissipative Tragwerke	149
7.5.3	Plastische Tragfähigkeit von dissipativen Bereichen	149
7.5.4	Auslegungsregeln für Verbund-Verbindungen in dissipativen Bereichen	150
7.6	Regeln für Bauteile	152
7.6.1	Allgemeines	152
7.6.2	Verbundträger mit Betongurt	154
7.6.3	Mittragende Breite der Betongurte	155
7.6.4	Vollständig einbetonierte Verbundstützen	158
7.6.5	Teilweise einbetonierte Stützen und Träger	160
7.6.6	Betongefüllte Verbundstützen mit Hohlprofilen	161
7.7	Regeln für die Auslegung und bauliche Durchbildung von biegesteifen Rahmen	161
7.7.1	Spezifische Regeln	161
7.7.2	Berechnung	161
7.7.3	Regeln für Stützen und Träger	162
7.7.4	Riegel-Stützen-Anschlüsse	162
7.7.5	Bedingungen für Vernachlässigung der Verbundwirkung in Trägern mit Betonplatten	162
7.8	Regeln für die Auslegung und bauliche Durchbildung von konzentrischen Verbänden in Verbundbauweise	163
7.8.1	Besondere Kriterien	163
7.8.2	Berechnung	163
7.8.3	Diagonalstreben	163
7.8.4	Riegel und Stützen	163
7.9	Regeln für die Auslegung und bauliche Durchbildung von Rahmen mit exzentrischen Verbänden in Verbundbauweise	163
7.9.1	Besondere Kriterien	163
7.9.2	Berechnung	163
7.9.3	Verbinder	163
7.9.4	Tragwerksteile ohne integrierte Verbinder	164
7.10	Auslegungskriterien für Verbundtragsysteme mit Schubwänden aus Stahlbeton in Verbund mit Stahlbauteilen	164
7.10.1	Besondere Kriterien	164
7.10.2	Berechnung	166
7.10.3	Regeln für bauliche Durchbildung von Verbundwänden der Duktilitätsklasse DCM	166
7.10.4	Regeln für bauliche Durchbildung von Koppelträgern der Duktilitätsklasse DCM	167
7.10.5	Zusätzliche Anforderungen für die Duktilitätsklasse DCH	167
7.11	Regeln für die Auslegung und bauliche Durchbildung von Verbundtragwerken mit Schubfeldern aus Stahl	167
7.11.1	Besondere Kriterien	167
7.11.2	Berechnung	167
7.11.3	Regeln für bauliche Durchbildung	167
7.12	Prüfung des Entwurfs und Ausführungskontrolle	168
8	Besondere Regeln für Holzbauten	168
8.1	Allgemeines	168
8.1.1	Anwendungsbereich	168
8.1.2	Definitionen	168
8.1.3	Auslegungskonzepte	169
8.2	Baustoffe und Eigenschaften von dissipativen Bereichen	169
8.3	Duktilitätsklassen und Verhaltensbeiwerte	170
8.4	Tragwerksberechnung	171
8.5	Regeln für die bauliche Durchbildung	172
8.5.1	Allgemeines	172
8.5.2	Regeln für die bauliche Durchbildung von Verbindungen	172
8.5.3	Regeln für die bauliche Durchbildung von horizontalen Scheiben	172
8.6	Sicherheitsnachweise	173
8.7	Kontrolle von Entwurf, Berechnung und Ausführung	173

9	Besondere Regeln für Mauerwerksbauten.....	173
9.1	Anwendungsbereich	173
9.2	Baustoffe und Ausführung	174
9.2.1	Mauersteinarten	174
9.2.2	Mindestfestigkeit von Mauersteinen.....	174
9.2.3	Mörtel	174
9.2.4	Mauerwerksverbund	174
9.3	Bauwerkstypen und Verhaltensbeiwerte	174
9.4	Tragwerksberechnung	175
9.5	Auslegungskriterien und Konstruktionsregeln	176
9.5.1	Allgemeines	176
9.5.2	Zusätzliche Anforderungen für unbewehrtes Mauerwerk nach EN 1998-1	177
9.5.3	Zusätzliche Anforderungen für eingefasstes Mauerwerk	177
9.5.4	Zusätzliche Anforderungen für bewehrtes Mauerwerk.....	178
9.6	Sicherheitsnachweise	179
9.7	Regeln für „einfache Mauerwerksbauten“	179
9.7.1	Allgemeines	179
9.7.2	Regeln	179
10	Basisisolierung	181
10.1	Anwendungsbereich	181
10.2	Definitionen	181
10.3	Grundlegende Anforderungen	183
10.4	Konformitätskriterien	183
10.5	Grundlegende Bemessungsvorgaben.....	183
10.5.1	Grundlegende Vorgaben für die Isolierungsvorrichtungen	183
10.5.2	Einschränkung unerwünschter Bewegungen	184
10.5.3	Kontrolle relativer Bodenverschiebungen	184
10.5.4	Kontrolle von Verschiebungen relativ zu benachbartem Untergrund und benachbarten Bauwerken	184
10.5.5	Entwurf und Auslegung basisisolierter Bauwerke.....	184
10.6	Erdbebeneinwirkung	185
10.7	Verhaltensbeiwert	185
10.8	Eigenschaften des Isolierungssystems	185
10.9	Tragwerksberechnung	186
10.9.1	Allgemeines	186
10.9.2	Äquivalente lineare Berechnung.....	186
10.9.3	Lineare Näherungsberechnung.....	187
10.9.4	Modale lineare Näherungsberechnung	188
10.9.5	Zeitschrittberechnung	189
10.9.6	Nichttragende Bauteile.....	189
10.10	Sicherheitsnachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	189
Anhang A (informativ)	Elastisches Verschiebungsantwortspektrum.....	190
Anhang B (informativ)	Ermittlung der Zielverschiebung für nichtlineare statische (pushover) Berechnung	192
Anhang C (normativ)	Entwurf und Bemessung von Betonplatten in Stahl-Beton-Verbundträgern im Bereich von Riegel-Stützen-Anschlüssen biegesteifer Rahmen.....	196

Vorwort

Dieses Dokument (EN 1998-1:2004 + AC:2009) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Structural Eurocodes“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird. CEN/TC 250 ist für alle Eurocodes des konstruktiven Ingenieurbaus zuständig.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2005, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2010 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt ENV 1998-1-1:1994, ENV 1998-1-2:1994, ENV 1998-1-3:1995.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Hintergrund des Eurocode-Programms

Im Jahre 1975 beschloss die Kommission der Europäischen Gemeinschaften, für das Bauwesen ein Programm auf der Grundlage des Artikels 95 der Römischen Verträge durchzuführen. Das Ziel des Programms war die Beseitigung technischer Handelshemmnisse und die Harmonisierung technischer Normen.

Im Rahmen dieses Programms leitete die Kommission die Bearbeitung von harmonisierten technischen Regelwerken für die Tragwerksplanung von Bauwerken ein, die im ersten Schritt als Alternative zu den in den Mitgliedsländern geltenden Regeln dienen und schließlich diese ersetzen sollten.

15 Jahre lang leitete die Kommission mit Hilfe eines Steuerkomitees mit Repräsentanten der Mitgliedsländer die Entwicklung des Eurocode-Programms, das zu der ersten Eurocode-Generation in den 80er Jahren führte.

Im Jahre 1989 entschieden sich die Kommission und die Mitgliedsländer der Europäischen Union und der EFTA, die Entwicklung und Veröffentlichung der Eurocodes über eine Reihe von Mandaten an CEN zu übertragen, damit diese den Status von Europäischen Normen (EN) erhielten. Grundlage war eine Vereinbarung¹⁾ zwischen der Kommission und CEN. Dieser Schritt verknüpft die Eurocodes de facto mit den Regelungen der Ratsrichtlinien und Kommissionsentscheidungen, die Europäischen Normen behandeln (z. B. die Ratsrichtlinie 89/106/EWG zu Bauprodukten, die Bauproduktenrichtlinie, die Ratsrichtlinien 93/37/EWG).

1) Vereinbarung zwischen der Kommission der Europäischen Gemeinschaft und dem Europäischen Komitee für Normung (CEN) zur Bearbeitung der Eurocodes für die Tragwerksplanung von Hochbauten und Ingenieurbauwerken.

92/50/EWG und 89/440/EWG zur Vergabe öffentlicher Aufträge und Dienstleistungen und die entsprechenden EFTA-Richtlinien, die zur Einrichtung des Binnenmarktes eingeleitet wurden).

Das Eurocode-Programm umfasst die folgenden Normen, die in der Regel aus mehreren Teilen bestehen:

EN 1990, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1991, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke*

EN 1992, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken*

EN 1993, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten*

EN 1994, *Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton*

EN 1995, *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauwerken*

EN 1996, *Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten*

EN 1997, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik*

EN 1998, *Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben*

EN 1999, *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumbauten*

Die Europäischen Normen berücksichtigen die Zuständigkeit der Behörden der jeweiligen Mitgliedsländer bei der nationalen Festlegung sicherheitsbezogener Werte, so dass diese Werte von Land zu Land unterschiedlich sein können.

Status und Gültigkeitsbereich der Eurocodes

Die Mitgliedsländer der EU und EFTA betrachten die Eurocodes als Bezugsdokumente für folgende Zwecke:

- als Mittel zum Nachweis der Übereinstimmung der Hoch- und Ingenieurbauten mit den wesentlichen Anforderungen der Richtlinie des Rates 89/106/EWG (Bauproduktenrichtlinie), besonders mit der wesentlichen Anforderung Nr. 1: Mechanische Festigkeit und Standsicherheit und der wesentlichen Anforderung Nr. 2: Brandschutz;
- als Grundlage für die Spezifizierung von Verträgen für die Ausführung von Bauwerken und dazu erforderlichen Ingenieurleistungen;
- als Rahmenbedingung für die Erstellung harmonisierter, technischer Spezifikationen für Bauprodukte (ENs und ETAs).

Die Eurocodes haben, da sie sich auf Bauwerke beziehen, eine direkte Verbindung zu den Grundlagendokumenten²⁾, auf die in Artikel 12 der Bauproduktenrichtlinie hingewiesen wird, wenn sie auch anderer Natur als die harmonisierten Produktnormen³⁾ sind.

2) Entsprechend Artikel 3.3 der Bauproduktenrichtlinie sind die wesentlichen Angaben in Grundlagendokumenten zu konkretisieren, um damit die notwendigen Verbindungen zwischen den wesentlichen Anforderungen und den Mandaten für die Erstellung harmonisierter Europäischer Normen und Richtlinien für die europäische Zulassung selbst zu schaffen.

3) Nach Artikel 12 der Bauproduktenrichtlinie hat das Grundlagendokument

- a) die wesentliche Anforderung zu konkretisieren, indem die Begriffe und, soweit erforderlich, die technische Grundlage für Klassen und Anforderungshöhen vereinheitlicht werden,
- b) Methoden zur Verbindung dieser Klasse oder Anforderungshöhen mit technischen Spezifikationen anzugeben, z. B. rechnerische Verfahren oder Prüfverfahren, Entwurfsregeln,
- c) als Bezugsdokument für die Erstellung harmonisierter Normen oder Richtlinien für Europäische Technische Zulassungen zu dienen.

Die Eurocodes spielen de facto eine ähnliche Rolle für die wesentliche Anforderung Nr 1 und einen Teil der wesentlichen Anforderung Nr 2.

Daher sind technische Gesichtspunkte, die sich aus den Eurocodes ergeben, von den Technischen Komitees des CEN und den Arbeitsgruppen von EOTA, die an Produktnormen arbeiten, zu beachten, damit diese Produktnormen mit den Eurocodes kompatibel sind.

Die Eurocodes enthalten allgemeine Regeln für die Ausführung von althergebrachten und neuartigen Bauwerken und Teilen von Bauwerken. Nicht gebräuchliche Konstruktionsarten oder Ausführungsbedingungen sind durch die Regelungen nicht abgedeckt, so dass der Planer gegebenenfalls zusätzliche Fachleute zu Rate ziehen muss.

Nationale Fassungen der Eurocodes

Die nationale Fassung eines Eurocodes enthält den vollständigen Text des Eurocodes (einschließlich aller Anhänge), so wie von CEN veröffentlicht. Zusätzlich kann eine nationale Titelseite, ein nationales Vorwort oder ein nationaler Anhang enthalten sein.

Der nationale Anhang darf nur Hinweise zu den Parametern geben, die im Eurocode für nationale Entscheidungen offen gelassen wurden. Diese national festzulegenden Parameter gelten für die Tragwerksplanung von Hoch- und Ingenieurbauten in dem Land, in dem sie erstellt werden. Sie umfassen:

- Zahlenwerte für Teilsicherheitsbeiwerte und/oder Klassen, wo die Eurocodes Alternativen eröffnen,
- Zahlenwerte, wo die Eurocodes nur Symbole angeben,
- landesspezifische, geographische und klimatische Daten, die nur für ein Mitgliedsland gelten, z. B. Schneekarten;
- Vorgehensweisen, wenn die Eurocodes mehrere zur Wahl anbieten;
- Vorschriften zur Verwendung der informativen Anhänge,
- Verweise zu nicht im Widerspruch zu den Eurocodes stehenden erläuternden Informationen.

Verbindung zwischen den Eurocodes und den harmonisierten technischen Spezifikationen für Bauprodukte (ENs und ETAs)

Es besteht die Notwendigkeit, dass die harmonisierten technischen Spezifikationen für Bauprodukte und die technischen Regelungen für die Tragwerksplanung⁴⁾ konsistent sind. Außerdem muss das CE-Zeichen an Bauprodukten, die sich auf Eurocodes beziehen, klar erkennen lassen, welche national festzulegenden Parameter zugrunde liegen.

Zusatzinformationen für EN 1998-1

Der Geltungsbereich der Reihe EN 1998 wird in 1.1.1, der Geltungsbereich dieses Teils der Reihe EN 1998 wird in 1.1.2 definiert. Weitere Teile der Reihe EN 1998 sind in 1.1.3 aufgelistet.

EN 1998-1 entstand aus der Zusammenführung von ENV 1998-1-1:1994, ENV 1998-1-2:1994 und ENV 1998-1-3:1995. Wie in 1.1.1 erwähnt, muss darauf geachtet werden, dass für die Auslegung von Bauwerken in Erdbebengebieten die Vorschriften der Reihe EN 1998 zusätzlich zu den Vorschriften der anderen einschlägigen Reihen EN 1990 bis EN 1997 und EN 1999 anzuwenden sind.

4) Siehe Artikel 3.3 und Art. 12 der Bauproduktenrichtlinie ebenso wie die Abschnitte 4.2, 4.3.1, 4.3.2 und 5.2 des Grundlagendokumentes Nr. 1.

Ein grundlegendes Thema in EN 1998-1 ist die Definition der Erdbebeneinwirkung. Wegen der großen Unterschiede bezüglich der Erdbebengefährdung und der seismogenetischen Gegebenheiten in den verschiedenen Mitgliedsländern wird die Erdbebeneinwirkung hier in allgemeiner Form definiert. Die Definition lässt verschiedene Werte für national festgelegte Parameter (NDP) zu, die in den nationalen Anhängen bestätigt oder modifiziert werden sollten.

Es wird jedoch davon ausgegangen, dass durch die Verwendung eines gemeinsamen Grundmodells zur Darstellung der Erdbebeneinwirkung in EN 1998-1 ein wichtiger Schritt im Sinne einer Harmonisierung der Normen gelungen ist.

EN 1998-1 enthält in dem Mauerwerksbauten betreffenden Abschnitt besondere Vorschriften, die die Bemessung von „einfachen Mauerwerksbauten“ vereinfachen.

Nationaler Anhang für EN 1998-1

Anmerkungen in dieser Norm weisen darauf hin, wo für alternative Verfahren, Werte und Empfehlungen für Klassen nationale Festlegungen getroffen werden können. Deshalb sollte die nationale Norm zur Umsetzung von EN 1998-1 einen Nationalen Anhang haben, der alle national festgelegten Parameter enthält, die für die Auslegung von Hoch- und Ingenieurbauten in dem betreffenden Land zu verwenden sind.

Nationale Festlegungen sind in EN 1998-1:2004 über folgende Abschnitte erlaubt:

Bezug	Gegenstand
1.1.2(7)	Informative Anhänge A und B.
2.1(1)P	Referenz-Wiederkehrperiode T_{NCR} der Erdbebeneinwirkung für die Forderung nach Standsicherheit (oder gleichwertig, Referenz-Überschreitungswahrscheinlichkeit in 50 Jahren, P_{NCR}).
2.1(1)P	Referenz-Wiederkehrperiode T_{DLR} der Erdbebeneinwirkung für die Forderung nach Schadensbegrenzung (oder gleichwertig, Referenz-Überschreitungswahrscheinlichkeit in 10 Jahren, P_{DLR}).
3.1.1(4)	Bedingungen, damit Baugrunduntersuchungen zusätzlich zu denjenigen, die für nichtseismische Einwirkungen notwendig sind, entfallen können und vordefinierte Baugrundklassen verwendet werden dürfen.
3.1.2(1)	Baugrundklassifizierungsschema zur Berücksichtigung des geologischen Untergrunds, einschließlich der Werte für die Parameter S , T_B , T_C und T_D zur Definition von horizontalen und vertikalen elastischen Antwortspektren nach 3.2.2.2 und 3.2.2.3.
3.2.1(1), (2), (3)	Erdbebenzonenkarten mit zugehörigen Referenz-Bodenbeschleunigungen.
3.2.1(4)	Fälle geringer Seismizität.
AC 3.2.1(5)P AC	Fälle sehr geringer Seismizität.
3.2.2.1(4), AC 3.2.2.2(2)P AC	Parameter S , T_B , T_C , T_D zur Definition der Form von horizontalen elastischen Antwortspektren.
3.2.2.3(1)P	Parameter a_{vg} , T_B , T_C , T_D zur Definition der Form von vertikalen elastischen Antwortspektren.
3.2.2.5(4)P	Beiwert β für den unteren Grenzwert von Bemessungs-Spektralwerten.
4.2.3.2(8)	Verweis auf Definitionen des Steifigkeitsmittelpunktes und des Torsionsradius für mehrgeschossige Gebäude, welche die Bedingungen (a) und (b) in 4.2.3.2(8) erfüllen bzw. nicht erfüllen.
4.2.4(2)P	Werte von φ für Hochbauten.

Bezug	Gegenstand
4.2.5(5)P	Bedeutungsbeiwert γ_1 für Hochbauten.
4.3.3.1(4)	Entscheidung ob nichtlineare Berechnungsmethoden für die Auslegung nicht schwingungsisolierter Gebäude verwendet werden dürfen. Verweis auf das Deformationsvermögen von Bauteilen und die zugeordneten Teilsicherheitsbeiwerte im Grenzzustand der Tragfähigkeit für die Auslegung oder Evaluierung auf Basis nichtlinearer Berechnungsmethoden.
4.3.3.1(8)	Grenzwert des Bedeutungsbeiwerts γ_1 , bis zu dem die Berechnung mit zwei ebenen Modellen zulässig ist.
4.4.2.5(2)	Beiwert für die $\langle \text{AC} \rangle$ Überfestigkeit γ_d $\langle \text{AC} \rangle$ von horizontalen Scheiben.
4.4.3.2(2)	Abminderungsbeiwert ν für Verformungen beim Nachweis der Begrenzung von Schäden.
$\langle \text{AC} \rangle$ 5.2.1(5)P $\langle \text{AC} \rangle$	Duktilitätsklassen für Betonbauten.
5.2.2.2(10)	q_o -Wert für Betonbauten, die einem besonderen Qualitätssicherungsplan unterliegen.
$\langle \text{AC} \rangle$ 5.2.4(3) $\langle \text{AC} \rangle$	Materialsicherheitsbeiwerte für Betonbauten in der Erdbebenbemessungssituation.
5.4.3.5.2(1)	Minimale Netzbewehrung großer leichtbewehrter Stahlbetonwände.
5.8.2(3)	Minimale Querschnittsabmessungen von Betonfundamentbalken.
5.8.2(4)	Minimale Dicke und Bewehrungsgrad von Betonfundamentplatten.
5.8.2(5)	Minimaler Bewehrungsgrad von Betonfundamentbalken.
5.11.1.3.2(3)	Duktilitätsklasse von vorgefertigten Wandscheibensystemen.
5.11.1.4	$\langle \text{AC} \rangle$ Abminderungsbeiwerte k_p der Verhaltensbeiwerte von vorgefertigten Tragwerken $\langle \text{AC} \rangle$.
5.11.1.5(2)	Erdbebeneinwirkung während der Errichtung von Bauwerken aus Fertigteilen.
5.11.3.4(7)e)	Minimale Längsbewehrung in vermörtelten Verbindungen von großen Wandscheiben.
$\langle \text{AC} \rangle$ 6.1.2(1)P $\langle \text{AC} \rangle$	Höchstwert von q anwendbar für das Auslegungskonzept für niedrig-dissipatives Tragwerksverhalten; Einschränkung der anwendbaren Auslegungskonzepte; regionale Einschränkungen für die Wahl der anwendbaren Duktilitätsklassen für Bauwerke aus Stahl.
6.1.3(1)	Materialsicherheitsbeiwerte für Stahlbauten in der Erdbeben-Bemessungssituation.
6.2(3)	Überfestigkeitsbeiwert für die Kapazitätsbemessung von Stahlbauten.
6.2(7)	Angaben zur Verwendung von $\langle \text{AC} \rangle$ EN 1993-1-10:2005 $\langle \text{AC} \rangle$ bei der Erdbebenbemessung.
6.5.5(7)	Hinweise auf ergänzende Regeln für zulässige Anschlussbemessung.
6.7.4(2)	Überkritische Resttragfähigkeit von knickgefährdeten Druckdiagonalen in Stahl-Rahmentragwerken mit V-Verbänden.
$\langle \text{AC} \rangle$ 7.1.2(1)P $\langle \text{AC} \rangle$	Höchstwert von q für das Auslegungskonzept für niedrig-dissipatives Tragwerksverhalten; Einschränkungen der anwendbaren Auslegungskonzepte; regionale Einschränkungen für die Wahl der anwendbaren Duktilitätsklassen für Verbundtragwerke aus Stahl und Beton.
7.1.3(1), (3)	Teilsicherheitsbeiwerte für Werkstoffe in Verbundtragwerken aus Stahl und Beton bei der Erdbebenbemessung.

Bezug	Gegenstand
7.1.3(4)	Überfestigkeitsfaktoren für die Kapazitätsbemessung von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton.
7.7.2(4)	Abminderungsfaktor für die Steifigkeit des Betonteils von Verbundstützen- querschnitten.
AC 8.3(1)P AC	Duktilitätsklassen für Holzbauten.
9.2.1(1)	Typen von Mauerwerkssteinen mit ausreichender Robustheit.
9.2.2(1)	Mindestfestigkeit von Mauerwerkssteinen.
9.2.3(1)	Mindestfestigkeit des Mörtels in Mauerwerksbauten.
9.2.4(1)	Alternative Klassen von Stoßfugen in Mauerwerk
9.3(2)	Verwendung unbewehrten Mauerwerks, das allein den Vorschriften von EN 1996 genügt.
9.3(2)	Effektive Mindestdicke unbewehrter Mauerwerkswände die allein den Vorschriften von EN 1996 genügen.
9.3(3)	Größtwert der Bodenbeschleunigung für die Verwendung unbewehrten Mauerwerks, das die Vorschriften von EN 1998-1 erfüllt.
9.3(4), Tabelle 9.1	<i>q</i> -Beiwerte in Mauerwerksbauten.
9.3(4), Tabelle 9.1	<i>q</i> -Beiwerte für Bauten mit Mauerwerkssystemen, mit erhöhter Duktilität.
9.5.1(5)	Geometrische Anforderungen für Schubwände aus Mauerwerk.
9.6(3)	Materialsicherheitsbeiwerte für Mauerwerksbauten in der Erdbebenbemessungs- situation.
9.7.2(1)	Maximal zulässige Anzahl der Geschosse und Mindestfläche der Schubwände für „einfache Mauerwerksbauten“.
9.7.2(2)b)	Mindest-Seitenverhältnis im Grundriss für „einfache Mauerwerksbauten“.
9.7.2(2)c)	Größtwert von Deckenrücksprüngen im Grundriss für „einfache Mauerwerksbauten“.
9.7.2(5)	Größter zulässiger Unterschied der Masse und der Wandfläche benachbarter Geschosse bei „einfachen Mauerwerksbauten“.
10.3(2)P	Vergrößerungsfaktor der erdbebenbedingten Verschiebungen für die Auslegung von Einrichtungen zur Schwingungsisolierung.

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

1.1.1 Anwendungsbereich der Reihe EN 1998

(1)P Die Reihe EN 1998 gilt für Entwurf, Bemessung und Konstruktion von Bauwerken des Hoch- und Ingenieurbaus in Erdbebengebieten. Das Ziel ist sicherzustellen, dass bei Erdbeben:

- menschliches Leben geschützt ist;
- Schäden begrenzt bleiben und
- wichtige Bauwerke zum Schutz der Bevölkerung funktionstüchtig bleiben.

ANMERKUNG Aufgrund der zufälligen Natur von Erdbeben und beschränkter Mittel kann den Auswirkungen nur teilweise und quantifiziert mit wahrscheinlichkeitstheoretischen Methoden begegnet werden. Der Umfang des Schutzes, der in den verschiedenen Bauwerkskategorien angeboten und nur wahrscheinlichkeitstheoretisch erfasst werden kann, hängt von der optimalen Zuteilung der Mittel ab und wird erwartungsgemäß von Land zu Land unterschiedlich sein, je nach Bedeutung des Erdbebenrisikos im Vergleich zu Risiken anderen Ursprungs und den allgemeinen wirtschaftlichen Möglichkeiten.

(2)P Sonderbauwerke, wie z. B. Kernkraftwerke, Off-Shore-Bauwerke und große Talsperren, fallen nicht in den Anwendungsbereich der Reihe EN 1998.

(3)P Die Reihe EN 1998 enthält nur diejenigen Vorschriften, die neben den Vorschriften der anderen einschlägigen Eurocodes bei der Auslegung von Bauwerken in Erdbebengebieten eingehalten werden müssen. Die Norm ergänzt in dieser Hinsicht die anderen Eurocodes.

(4) Die Reihe EN 1998 ist in verschiedene getrennte Teile untergliedert (siehe 1.1.2 und 1.1.3).

1.1.2 Anwendungsbereich von EN 1998-1

(1) EN 1998-1 gilt für die Auslegung von Bauwerken des Hoch- und Ingenieurbaus in Erdbebengebieten. Sie ist in 10 Abschnitte unterteilt, wovon einige speziell der Auslegung von Hochbauten gewidmet sind.

(2) Abschnitt 2 von EN 1998-1 enthält die grundsätzlichen Leistungsanforderungen und die Übereinstimmungskriterien, die für Bauwerke des Hoch- und Ingenieurbaus in Erdbebengebieten gelten.

(3) Abschnitt 3 von EN 1998-1 gibt die Regeln für die Darstellung von Erdbebeneinwirkungen und für ihre Kombination mit anderen Einwirkungen an. Für bestimmte Tragwerksarten, die in EN 1998-2 bis EN 1998-6 behandelt werden, sind ergänzende Regeln erforderlich, die in diesen Teilen enthalten sind.

(4) Abschnitt 4 von EN 1998-1 enthält allgemeine Auslegungsregeln, die sich speziell auf Hochbauten beziehen.

(5) Die Abschnitte 5 bis 9 von EN 1998-1 enthalten besondere Vorschriften für verschiedene Baustoffe und Bauteile, die speziell für Hochbauten von Belang sind:

- Teil 5: Besondere Regeln für Betonbauten;
- Teil 6: Besondere Regeln für Stahlbauten;
- Teil 7: Besondere Regeln für Verbundbauwerke aus Stahl und Beton;
- Teil 8: Besondere Regeln für Holzbauten;
- Teil 9: Besondere Regeln für Mauerwerksbauten.

(6) Abschnitt **10** von EN 1998-1 enthält grundsätzliche Anforderungen und andere einschlägige Aspekte für Auslegung und Sicherheit von schwingungs isolierten Tragwerken und speziell von schwingungs isolierten Hochbauten.

ANMERKUNG Besondere Regeln zur Schwingungs isolierung von Brücken werden in EN 1998-2 entwickelt.

(7) Anhang C enthält zusätzliche Angaben für die Erdbebenbemessung der Deckenbewehrung bei Verbundträgern aus Stahl und Beton in Träger-Stützen-Anschlüssen von biegesteifen Rahmen.

ANMERKUNG Die informativen Anhänge A und B von EN 1998-1 enthalten zusätzliche Angaben für das elastische Verschiebungsantwortspektrum und die Zielverschiebung für „Pushover“-Berechnungen.

1.1.3 Weitere Teile der Reihe EN 1998

(1)P Weitere Teile der Reihe EN 1998 enthalten, zusätzlich zu EN 1998-1, Folgendes:

EN 1998-2 enthält besondere Vorschriften für Brücken;

EN 1998-3 enthält Vorschriften für die Beurteilung und Verbesserung der Erdbebensicherheit bestehender Hochbauten;

EN 1998-4 enthält besondere Vorschriften für Silos, Tankbauwerke und Rohrleitungen;

EN 1998-5 enthält besondere Vorschriften betreffend Gründungen, Stützbauwerke und geotechnische Aspekte;

EN 1998-6 enthält besondere Vorschriften für Türme, Masten und Schornsteine.

1.2 Normative Verweisungen

(1)P Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

1.2.1 Allgemeine Bezugsnormen

EN 1990, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1992-1-1, *Eurocode 2: Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-1: Allgemeines — Gemeinsame Regeln für Hochbauten und Bauwerke des Konstruktiven Ingenieurbaus*

EN 1993-1-1, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-1: Allgemeines — Allgemeine Regeln*

EN 1994-1-1, *Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton — Teil 1-1: Allgemeines — Gemeinsame Regeln und Regeln für Hochbauten*

EN 1995-1-1, *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauwerken — Teil 1-1: Allgemeines — Gemeinsame Regeln und Regeln für Hochbauten*

EN 1996-1-1, *Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten — Teil 1-1: Allgemeines — Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk*

EN 1997-1, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 1: Allgemeine Regeln*

1.2.2 Bezugsnormen und Richtlinien

(1)P Bei der Anwendung der Reihe EN 1998 muss der Bezug zu EN 1990 bis EN 1997 und zu EN 1999 beachtet werden.

(2) Die Reihe EN 1998 beinhaltet andere normative Referenztexte, die an den einschlägigen Stellen im Text zitiert werden. Sie werden anschließend zusammengestellt:

ISO 1000, *The international systems of units (SI) and its application*

▣ EN 1090-2, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken* ▣

▣ EN 1993-1-8, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen* ▣

▣ EN 1993-1-10, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-10: „Stahlsortenauswahl im Hinblick auf Bruchzähigkeit und Eigenschaften in Dickenrichtung* ▣

prEN 12512, *Holzbauwerke — Prüfverfahren — Zyklische Prüfungen von Anschlüssen mit mechanischen Verbindungsmitteln*

1.3 Annahmen

(1) Zusätzlich zu den allgemeinen Annahmen in EN 1990:2002, **1.3**, gilt folgende Annahme.

(2)P Es wird angenommen, dass das Tragwerk weder in der Bauphase noch während seiner Lebensdauer geändert wird, es sei denn, es wird eine geeignete Begründung und ein ebensolcher Nachweis geliefert. Wegen der besonderen Art der Erdbebenantwort gilt dies sogar im Fall von Änderungen, die eine Erhöhung des Tragwiderstands bewirken.

1.4 Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln

(1) Es gelten die Regeln von EN 1990:2002, **1.4**.

1.5 Begriffe

1.5.1 Allen Eurocodes gemeinsame Begriffe

(1) Es gelten die Begriffe nach EN 1990:2002, **1.5**.

1.5.2 ▣ Weitere Begriffe, die in EN 1998-1 verwendet werden ▣

(1) Die folgenden Begriffe werden in der Normenreihe EN 1998 mit der folgenden Bedeutung verwendet:

Verhaltensbeiwert

Beiwert, der bei der Bemessung zur Reduzierung der durch lineare Berechnung ermittelten Kräfte verwendet wird, um der nichtlinearen Antwort eines Tragwerks in Abhängigkeit von Baustoff, Tragsystem und dem verwendeten Bemessungsverfahren Rechnung zu tragen

▣ Kapazitätsbemessung ▣

Bemessungsverfahren, bei dem Teile des Tragsystems ausgewählt und in geeigneter Weise für die Energiedissipation unter großen Verformungen bemessen und konstruktiv durchgebildet werden, während für alle anderen tragenden Teile eine ausreichende Festigkeit vorzusehen ist, damit die gewählten Energiedissipationsmechanismen erhalten bleiben

dissipatives Tragwerk

Tragwerk, das in der Lage ist, durch duktilen hysteretischen Verhalten und/oder auf andere Art und Weise Energie zu dissipieren

dissipative Bereiche

vorher festgelegte Teile eines dissipativen Tragwerks, in denen sich die Fähigkeit zur Energiedissipation vorwiegend konzentriert

ANMERKUNG 1 Diese werden auch kritische Bereiche genannt.

dynamisch unabhängige Einheit

Tragwerk oder Teil eines Tragwerks, das direkt der Bodenbewegung unterworfen ist und dessen Antwort nicht durch die Antwort der angrenzenden Einheiten oder Tragwerke beeinflusst wird

Bedeutungsbeiwert

Beiwert, der die Folgen eines Tragwerksversagens widerspiegelt

nichtdissipatives Tragwerk

Tragwerk, das für eine bestimmte Erdbeben-Bemessungssituation ohne Berücksichtigung des nichtlinearen Werkstoffverhaltens bemessen ist

nichttragendes Bauteil

architektonisches, mechanisches oder elektrisches Bauteil, System und Komponente, welches bei der Erdbebenauslegung entweder aufgrund fehlender Festigkeit oder wegen der Art und Weise seiner Verbindung mit dem Bauwerk nicht als lastabtragendes Bauteil betrachtet wird

primäre seismische Bauteile

Bauteile, die als Teil der Tragstruktur, die der Erdbebeneinwirkung widersteht, betrachtet werden, bei der Berechnung für die Erdbeben-Bemessungssituation modellmäßig erfasst und nach den Regeln von EN 1998 für Erdbebenwiderstand vollständig bemessen und durchkonstruiert werden

sekundäre seismische Bauteile

Bauteile, die nicht als Teil der Tragstruktur, die der Erdbebeneinwirkung widersteht, betrachtet werden und deren Festigkeit und Steifigkeit gegenüber Erdbebeneinwirkungen vernachlässigt werden

ANMERKUNG 2 Sie brauchen nicht allen Anforderungen der Reihe EN 1998 zu genügen, ihre Auslegung und konstruktive Durchbildung muss jedoch die Aufnahme der Beanspruchung aus Gewichtslasten beim Auftreten der Verschiebungen in der Erdbeben-Bemessungssituation sicherstellen.

1.6 Formelzeichen

1.6.1 Allgemeines

(1) Es gelten die Formelzeichen nach EN 1990:2002, 1.6. Für die werkstoffabhängigen Zeichen und auch für Zeichen, die nicht erdbebenspezifisch sind, gelten die Festlegungen der einschlägigen Eurocodes.

(2) Weitere Zeichen, die in Verbindung mit Erdbebeneinwirkungen verwendet werden, werden zur leichteren Anwendung in dem Text definiert, in dem sie auftreten. Die in EN 1998-1 am häufigsten vorkommenden Zeichen sind jedoch zusätzlich in 1.6.2 und 1.6.3 zusammengestellt und definiert.

1.6.2 Weitere in den Abschnitten 2 und 3 verwendete Formelzeichen der EN 1998-1

A_{Ed}	Bemessungswert der Erdbebeneinwirkung ($= \gamma_1 \cdot A_{Ek}$);
A_{Ek}	charakteristischer Wert der Erdbebeneinwirkung für die Referenz-Wiederkehrperiode;
E_d	Bemessungswert der Beanspruchung;
N_{SPT}	Schlagzahl beim Standard Penetration Test;

P_{NCR}	Referenz-Überschreitungswahrscheinlichkeit in 50 Jahren der Referenz-Erdbebeneinwirkung für die Standsicherheitsbedingung;
Q	veränderliche Einwirkung;
$S_e(T)$	elastisches horizontales Bodenbeschleunigungs-Antwortspektrum, auch „elastisches Antwortspektrum“ genannt. Für $T = 0$ entspricht die angegebene Spektralbeschleunigung der Bemessungs-Bodenbeschleunigung für Baugrundklasse A multipliziert mit dem Bodenparameter S ;
$S_{ve}(T)$	elastisches vertikales Antwortspektrum der Bodenbeschleunigung;
$S_{De}(T)$	elastisches Verschiebungsantwortspektrum;
$S_d(T)$	 Bemessungsspektrum (für lineare Berechnungen). 
S	Bodenparameter;
T	Schwingungsdauer eines linearen Einmassenschwingers;
T_s	Dauer des stationären Teils der seismischen Bewegung;
T_{NCR}	Referenz-Wiederkehrperiode der Referenz-Erdbebeneinwirkung für die Standsicherheitsbedingung;
a_{gR}	Referenz-Spitzenwert der Bodenbeschleunigung für Baugrundklasse A;
a_g	Bemessungswert der Bodenbeschleunigung für Baugrundklasse A;
a_{vg}	Bemessungswert der Bodenbeschleunigung in vertikaler Richtung;
c_u	undrained Scherfestigkeit des Bodens;
d_g	Bemessungswert der Bodenverschiebung;
g	Erdbeschleunigung;
q	Verhaltensbeiwert;
$v_{s,30}$	durchschnittlicher Wert der Scherwellengeschwindigkeit in den oberen 30 m des Bodenprofils bei Schubverzerrungen von höchstens 10^{-5} ;
γ_1	Bedeutungsbeiwert;
η	Dämpfungs-Korrekturbeiwert;
ξ	viskoses Dämpfungsverhältnis (in Prozent);
$\psi_{2,i}$	Kombinationsbeiwert für den quasi-ständigen Wert einer veränderlichen Einwirkung i ;
$\psi_{E,i}$	Kombinationsbeiwert für eine veränderliche Einwirkung i , der bei der Bestimmung der Beanspruchungsgrößen für die Bemessungs-Erdbebeneinwirkung zu verwenden ist.

1.6.3 Weitere im Abschnitt 4 verwendete Formelzeichen der EN 1998-1

E_E	Auswirkungen infolge der Erdbebeneinwirkung;
$E_{\text{Edx}}, E_{\text{Edy}}$	Bemessungswerte der Auswirkungen infolge der Horizontalkomponenten (x und y) der Erdbebeneinwirkung;
E_{Edz}	Bemessungswerte der Auswirkungen infolge der Vertikalkomponente der Erdbebeneinwirkung;
F_i	horizontale Erdbebenkraft am Stockwerk i ;
F_a	horizontale Erdbebenkraft auf ein nichttragendes Bauteil;
F_b	Gesamterdbebenkraft;
H	Gebäudehöhe ab Fundament oder ab Oberkante eines starren Kellergeschosses;
$L_{\text{max}}, L_{\text{min}}$	größere und kleinere der rechtwinklig zueinander gemessenen Grundrissabmessungen eines Gebäudes;

R_d	Bemessungswert des Widerstands;
S_a	Erdbebenbeiwert für nichttragende Bauteile;
T_1	Grundschwingungsdauer eines Bauwerks;
T_a	Grundschwingungsdauer eines nichttragenden Bauteils;
W_a	Gewicht eines nichttragenden Bauteils;
d	Verschiebung;
d_r	Bemessungswert der gegenseitigen Stockwerksverschiebung;
e_a	zufällige Ausmittigkeit des Massenmittelpunkts eines Stockwerks bezogen auf seine planmäßige Lage;
h	Geschosshöhe;
m_i	Masse des Stockwerks i ;
n	Anzahl der Geschosse über der Gründungsebene oder der Oberkante eines starren Kellergeschosses;
q_a	Verhaltensbeiwert eines nichttragenden Bauteils;
q_d	Verschiebungs-Verhaltensbeiwert;
s_i	Verschiebung der Masse m_i in der Grundeigenform eines Bauwerks;
z_i	Höhenlage der Masse m_i über der Angriffsebene der Erdbebeneinwirkung;
α	Verhältnis des Bemessungswertes der Bodenbeschleunigung zur Erdbeschleunigung;
γ_a	Bedeutungsbeiwert eines nichttragenden Bauteils;
γ_d	Überfestigkeitsbeiwert für Deckenscheiben;
θ	Empfindlichkeitsbeiwert für gegenseitige Stockwerksverschiebungen.

1.6.4 Weitere im Abschnitt 5 verwendete Formelzeichen der EN 1998-1

A_c	Querschnittsfläche des Betonbauteils;
A_{sh}	Gesamtquerschnittsfläche der Umschnürungsbügel in einem Balken-Stützen-Knoten;
A_{si}	Gesamtquerschnittsfläche der Bewehrung in jeder Diagonalrichtung eines Koppelbalkens;
A_{st}	Fläche eines Schenkels der Querbewehrung;
A_{sv}	Gesamtquerschnittsfläche der vertikalen Netzbewehrung einer Wand;
$A_{sv,i}$	Gesamtquerschnittsfläche der vertikalen Bewehrungsstäbe zwischen den Eckstäben in einer Richtung eines Stützenquerschnitts;
A_w	gesamte horizontale Querschnittsfläche einer Wand;
ΣA_{si}	Summe der Querschnittsflächen aller Schrägstäbe in beiden Richtungen in Wänden, die mit Schrägstäben gegen Schubgleiten bewehrt sind;
ΣA_{sj}	Summe der Querschnittsflächen von senkrechten Stäben im Steg einer Wand oder von zusätzlichen Stäben, die in den Randlelementen der Wand speziell gegen Schubgleiten vorgesehen sind;
ΣM_{Rb}	Summe der Bemessungswerte der aufnehmbaren Momente der Balken, die in der betrachteten Richtung mit einem Knoten biegesteif verbunden sind;
ΣM_{Rc}	Summe der Bemessungswerte der aufnehmbaren Momente der Stützen, die in der betrachteten Richtung mit einem Knoten biegesteif verbunden sind;
D_o	Durchmesser des umschnürten Kerns einer kreisrunden Stütze;

$M_{i,d}$	Endmoment eines Trägers oder einer Stütze zur Ermittlung der Querkraft nach der Methode der Kapazitätsbemessung;
$M_{Rb,i}$	Bemessungswert des aufnehmbaren Moments des Riegels am Ende i ;
$M_{Rc,i}$	Bemessungswert des aufnehmbaren Moments der Stütze am Ende i ;
N_{Ed}	Längskraft aus der Berechnung für die Erdbeben-Bemessungssituation;
T_1	Grundschwingungsdauer des Gebäudes in der betrachteten Horizontalrichtung;
T_C	Eckwert der Periode am oberen Ende des Bereichs konstanter Beschleunigung des elastischen Antwortspektrums;
V'_{Ed}	Querkraft in einer Wand in der Erdbeben-Bemessungssituation;
V_{dd}	Dübelbeanspruchbarkeit senkrechter Bewehrungsstäbe einer Wand;
V_{Ed}	Bemessungsquerkraft in einer Wand;
$V_{Ed,max}$	größte einwirkende Querkraft am Endquerschnitt eines Balkens nach der Kapazitätsbemessung;
$V_{Ed,min}$	kleinste einwirkende Querkraft am Endquerschnitt eines Balkens nach der Kapazitätsbemessung;
V_{fd}	Anteil der Reibung zur Beanspruchbarkeit einer Wand gegen Schubgleiten;
V_{id}	Anteil der Schrägstäbe zur Beanspruchbarkeit einer Wand gegen Schubgleiten;
$V_{Rd,c}$	Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit für Bauteile ohne Schubbewehrung nach EN 1992-1-1:2004;
$V_{Rd,S}$	Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit gegen Schubgleiten;
b	Breite des unteren Flansches eines Balkens;
b_c	Querschnittsabmessung einer Stütze;
b_{eff}	mitwirkende Gurtbreite eines Balkens im Zugbereich über einer Stütze;
b_i	Abstand zwischen benachbarten Bewehrungsstäben, die durch eine Bügelecke oder durch Querhaken in einer Stütze gehalten werden;
b_o	Breite des umschnürten Kerns einer Stütze oder eines Randelements einer Wand (bezogen auf die Bügelachsen);
b_w	Breite der umschnürten Teile eines Wandquerschnitts oder Stegbreite eines Balkens;
b_{wo}	Stegbreite einer Wand;
d	Nutzhöhe eines Querschnitts;
d_{bL}	Durchmesser eines Stabs der Längsbewehrung;
d_{bw}	Durchmesser der Umschnürungsbügel;
f_{cd}	Bemessungswert der Druckfestigkeit des Betons;
f_{ctm}	Mittelwert der Zugfestigkeit des Betons;
f_{yd}	Bemessungswert der Streckgrenze des Stahls;
$f_{yd, h}$	Bemessungswert der Streckgrenze der horizontalen Stegbewehrung;
$f_{yd, v}$	Bemessungswert der Streckgrenze der vertikalen Stegbewehrung;
f_{yld}	Bemessungswert der Streckgrenze der Längsbewehrung;
f_{ywd}	Bemessungswert der Streckgrenze der Querbewehrung;
h	Gesamthöhe eines Querschnitts;
h_c	Höhe des Stützenquerschnitts in der betrachteten Richtung;

h_f	Flansch-, Gurt Dicke;
h_{jc}	Abstand zwischen den äußersten Lagen der Stützenbewehrung in einem Balken-Stützen-Knoten
h_{jw}	Abstand zwischen oberster und unterster Bewehrungslage in einem Balken;
h_o	Höhe des umschnürten Kerns einer Stütze (bis zur Achse der Umschnürungsbügel);
h_s	lichte Geschosshöhe;
h_w	Wandhöhe oder Querschnittshöhe bei einem Balken;
k_D	Beiwert zur Berücksichtigung der Duktilitätsklasse bei der Berechnung der erforderlichen Stützenhöhe zur Verankerung der Balkenbewehrung in einem Knoten, gleich 1 für DCH und 2/3 für DCM;
k_w	Beiwert zur Berücksichtigung der Hauptversagensart in Tragsystemen mit Wänden;
l_{cl}	freie Länge eines Balkens oder einer Stütze;
l_{cr}	Länge eines kritischen Bereichs;
l_i	Abstand der Mittellinien von Schrägstabgruppen im Fußbereich von Wänden mit Schrägstabbewehrung gegen Schubgleiten;
l_w	Länge einer Wand;
n	Gesamtanzahl der Längsstäbe, die entlang des Umfangs eines Stützenquerschnitts horizontal durch Bügel oder Querhaken gehalten werden;
q_o	Grundwert des Verhaltensbeiwerts;
s	Abstand der Querbewehrung;
x_u	Höhe der Druckzone;
z	Hebelarm der inneren Kräfte;
α	Wirksamkeitsbeiwert für die Umschnürung, Winkel zwischen den Diagonalstäben und der Achse eines Koppelbalkens;
α_o	vorherrschendes Maßverhältnis der Wände des Tragsystems;
α_1	multiplikativer Faktor der horizontalen Bemessungs-Erdbebeneinwirkung bei der Entstehung des ersten Fließgelenks im Tragwerk;
α_u	multiplikativer Faktor der horizontalen Bemessungs-Erdbebeneinwirkung bei der Entstehung des globalen plastischen Mechanismus;
γ_c	Teilsicherheitsbeiwert für Beton;
γ_{Rd}	Beiwert zur Erfassung von Unsicherheiten des Bemessungswerts von Beanspruchbarkeiten (Widerständen) bei der Abschätzung von Zustandsgrößen nach der Kapazitätsbemessung, zur Berücksichtigung von Überfestigkeiten unterschiedlichen Ursprungs;
γ_s	Teilsicherheitsbeiwert für Stahl;
ϵ_{cu2}	Bruchstauchung des nicht umschnürten Betons;
$\epsilon_{cu2,c}$	Bruchstauchung des umschnürten Betons;
$\epsilon_{su,k}$	charakteristischer Wert der Bruchdehnung des Bewehrungsstahls;
$\epsilon_{sy,d}$	Bemessungswert der Dehnung bei der Stahlstreckgrenze;
η	Abminderungsbeiwert der Betondruckfestigkeit infolge Zugdehnungen in der Querrichtung;
ζ	Verhältnisswert, $V_{Ed,min}/V_{Ed,max}$, zwischen dem Kleinst- und dem Größtwert der wirkenden Querkkräfte am Balkenendquerschnitt;
μ_f	Reibungskoeffizient Beton-Beton unter zyklischer Beanspruchung;

μ_ϕ	Krümmungsduktilität;
μ_δ	Verschiebungsduktilität;
v	Längskraft in der Erdbeben-Bemessungssituation, bezogen auf $A_c f_{cd}$;
ξ	auf die statische Höhe bezogene Druckzonenhöhe;
ρ	Bewehrungsgrad der Zugbewehrung;
ρ'	Bewehrungsgrad der Druckbewehrung in Balken;
σ_{cm}	Mittelwert der Betonnormalspannung;
ρ_h	Bewehrungsgrad der horizontalen Stegbewehrungsstäbe in einer Wand;
ρ_l	geometrischer (Gesamt-)Bewehrungsgrad der Längsbewehrung;
ρ_{max}	maximal zulässiger Bewehrungsgrad der Zugbewehrung im kritischen Bereich primärer seismischer Balken;
ρ_v	Bewehrungsgrad vertikaler Stegbewehrungsstäbe in einer Wand;
ρ_w	Querkraftbewehrungsgrad;
ω_v	mechanischer Bewehrungsgrad der vertikalen Stegbewehrung;
ω_{wd}	mechanischer volumetrischer Bewehrungsgrad der Umschnürungsbewehrung

1.6.5 Weitere im Abschnitt 6 verwendete Formelzeichen der EN 1998-1

L	Spannweite
M_{Ed}	Bemessungswert der Biegemomentenbeanspruchung in der Erbeben-Bemessungssituation
$M_{pl,RdA}$	Bemessungswert der plastischen Biegetragfähigkeit am Ende „A“ eines Bauteils
$M_{pl,RdB}$	Bemessungswert der plastischen Biegetragfähigkeit am Ende „B“ eines Bauteils
N_{Ed}	Bemessungswert der Normalkraftbeanspruchung in der Erdbeben-Bemessungssituation
$N_{Ed,E}$	allein aus der Einwirkung des Bemessungsbebens ermittelter Wert der Normalkraftbeanspruchung
$N_{Ed,G}$	Normalkraftbeanspruchung infolge nichtseismischer Einwirkungen, die in der Kombination von Einwirkungen in der Erbeben-Bemessungssituation enthalten sind
$N_{pl,Rd}$	Bemessungswert der plastischen Zugkrafttragfähigkeit, ermittelt am Bruttoquerschnitt eines Bauteils entsprechend [AC] EN 1993-1-1:2005 [AC]
$N_{Rd}(M_{Ed}, V_{Ed})$	Bemessungswert der Normalkrafttragfähigkeit von Stützen oder Diagonalen nach [AC] EN 1993-1-1:2005 [AC], in dem die Interaktion mit Biege- und Querkraftbelastung, M_{Ed} und V_{Ed} , aus dem Erdbebennachweis berücksichtigt ist
R_d	Tragfähigkeit der Verbindung nach [AC] EN 1993-1-1:2005 [AC]
R_{fy}	vollplastische Tragfähigkeit des angeschlossenen dissipativen Bauteils, ermittelt mit den Bemessungswerten der Fließgrenze nach [AC] EN 1993-1-1:2005 [AC]
V_{Ed}	Bemessungswert der Querkraft für den Erdbebennachweis
$V_{Ed,G}$	Querkraft infolge nichtseismischer Einwirkungen, die in der Einwirkungskombination beim Erdbebennachweis enthalten sind
$V_{Ed,M}$	Querkraft aus dem Ansatz der plastischen Biegetragfähigkeiten an beiden Trägerenden
$V_{pl,Rd}$	Bemessungswert der Schubtragfähigkeit eines Bauteils entsprechend [AC] EN 1993-1-1:2005 [AC]
$V_{wp,Ed}$	Bemessungsquerkraft im Schubfeld infolge seismischer Einwirkungen
$V_{wp,Rd}$	Bemessungswert der Schubtragfähigkeit des Schubfeldes nach [AC] EN 1993-1-1:2005 [AC]

e	Länge eines Verbindungsglieds für Erdbebenbeanspruchungen
f_y	Nennwert der Streckgrenze von Stahl
$f_{y,max}$	☐AC☐ Maximalwert der Streckgrenze von Stahl ☐AC☐
q	Verhaltensbeiwert
t_w	Stegdicke eines Verbindungsglieds für Erdbebenbeanspruchungen
t_f	Flanschdicke eines Verbindungsglieds für Erdbebenbeanspruchungen
Ω	multiplikativer Faktor für Normalkräfte $N_{Ed,E}$, ermittelt aus seismischer Bemessungseinwirkung, für die Bemessung nichtdissipativer Bauteile in konzentrischen oder exzentrischen Verbänden nach 6.7.4 bzw. 6.8.3
α	Verhältnis des betragsmäßig kleineren Biegemomentes $M_{Ed,A}$ an einem Ende des Verbinders zu dem betragsmäßig größeren Biegemoment $M_{Ed,B}$ an der Stelle der Fließgelenkbildung
α_1	Multiplikator der horizontal wirkenden seismischen Bemessungslasten, der zum Erreichen des ersten Fließgelenkes im Tragwerk führt
α_u	Multiplikator der horizontal wirkenden seismischen Bemessungslasten, der zum Erreichen des plastischen Grenzzustandes (kinematische Kette) für das Gesamtsystem führt
γ_M	Teilsicherheitsbeiwert für Werkstoffeigenschaften
γ_{ov}	Überfestigkeitsbeiwert für Werkstoffe
δ	Durchbiegung in Trägermitte, bezogen auf die Tangente an die Trägerachse am Trägerende (siehe Bild 6.11)
γ_{pb}	Beiwert, mit dem der Bemessungswert der plastischen Zugtragfähigkeit N_{Rd} von Druckdiagonalen in V-Verbänden multipliziert wird, verwendet zur Abschätzung der Schnittgröße aus der Differenz der Diagonalenkräfte, die nach Erreichen des überkritischen Zustandes in der Druckdiagonalen entstehen
γ_s	Teilsicherheitsbeiwert für Stahl
θ_p	Rotationskapazität in Bereichen plastischer Gelenke
$\bar{\lambda}$	bezogener Schlankheitsgrad von Bauteilen nach ☐AC☐ EN 1993-1-1:2005 ☐AC☐

1.6.6 Weitere im Abschnitt 7 verwendete Formelzeichen der EN 1998-1

A_{pl}	horizontale Querschnittsfläche einer Platte
E_a	Elastizitätsmodul von Stahl
E_{cm}	Mittelwert des Elastizitätsmoduls von Beton gemäß EN 1992-1-1:2004
I_a	Flächenmoment 2. Grades des Stahlteils des Verbundquerschnittes, bezogen auf die Schwereachse des Verbundquerschnittes
I_c	Flächenmoment 2. Grades des Betonteils des Verbundquerschnittes, bezogen auf die Schwereachse des Verbundquerschnittes
I_{eq}	äquivalentes Flächenmoment 2. Grades des Verbundquerschnittes
I_s	Flächenmoment 2. Grades der Bewehrung des Verbundquerschnittes, bezogen auf die Schwereachse des Verbundquerschnittes
$M_{pl,Rd,c}$	unterer Grenzwert des Bemessungswertes der plastischen Biegetragfähigkeit von Stützen, ermittelt unter Berücksichtigung des Betons und ausschließlich der duktilen Stahlquerschnittsteile
$M_{U,Rd,b}$	oberer Grenzwert des Bemessungswertes der plastischen Biegetragfähigkeit von Trägern, ermittelt unter Berücksichtigung des Betons und aller duktilen und nicht duktilen Stahlquerschnittsteile

$V_{wp,Ed}$	Bemessungswert der Schubtragfähigkeit eines Schubfeldes, ermittelt mit den plastischen Tragfähigkeiten angrenzender dissipativer Zonen von Trägern oder Anschlüssen
$V_{wp,Rd}$	Bemessungswert der Schubtragfähigkeit von Verbundschubfeldern nach EN 1994-1-1:2004
b	Flanschbreite
b_b	Breite eines Verbundträgers (siehe Bild 7.3a) oder Breite der Auflagerfläche der Betonplatte an eine Stütze (siehe Bild 7.7)
b_e	anteilige mittragende Breite von Gurten an jeder Seite der Stegachse
b_{eff}	gesamte mittragende Breite des Betongurts
b_o	Breite (kleinste Abmessung) des umschnürten Betonkerns (bezogen auf die Achse der Bügel)
d_{bL}	Durchmesser der Längsbewehrung
d_{bw}	Durchmesser der Umschnürungsbügel
f_{yd}	Bemessungswert der Streckgrenze des Stahls
f_{ydf}	Bemessungswert der Streckgrenze des Stahls im Flansch
f_{ydw}	Bemessungswert der Festigkeit der Stegbewehrung
h_b	Höhe eines Verbundträgers
h_c	Breite einer Verbundstütze
k_r	Effektivitätsbeiwert für Profilbleche in Abhängigkeit von der Rippenform
k_t	für die Bemessung der Verdübelung in EN 1994-1-1:2004 angegebener Abminderungsbeiwert
l_{cl}	freie Stützenlänge
l_{cr}	Länge des kritischen Bereiches
n	Verhältnis des Elastizitätsmoduls des Stahls zum Elastizitätsmodul für Beton für kurzzeitige Belastung
q	Verhaltensbeiwert
r	Abminderungsbeiwert für die Betonsteifigkeit zur Berechnung der Stützensteifigkeit
t_f	Flanschdicke
γ_c	Teilsicherheitsbeiwert für Beton
γ_M	Teilsicherheitsbeiwert für Werkstoffeigenschaften
γ_{ov}	Überfestigkeitsbeiwert für Werkstoffe
γ_s	Teilsicherheitsbeiwert für Stahl
ε_a	Gesamtdehnung im Grenzzustand der Tragfähigkeit
ε_{cu2}	Grenzstauchung von nicht umschnürtem Beton
η	Mindestverdübelungsgrad wie in 6.6.1.2 der EN 1994-1-1:2004 festgelegt

1.6.7 Weitere im Abschnitt 8 verwendete Formelzeichen der EN 1998-1

E_o	Elastizitätsmodul für Holz unter sehr kurzer Belastung
b	Breite eines Holzquerschnittes
d	Durchmesser des Befestigungsmittels
h	Höhe eines Holzbalkens
k_{mod}	Anpassungsbeiwert für die Holzfestigkeit nach EN 1995-1-1:2004 unter sehr kurzer Belastung

q	Verhaltensbeiwert
γ_M	Teilsicherheitsbeiwert für Werkstoffeigenschaften

1.6.8 Weitere im Abschnitt 9 verwendete Formelzeichen der EN 1998-1

$a_{g,urm}$	oberer Wert der Bemessungs-Bodenbeschleunigung am Standort zur Verwendung von unbe-wehrtem Mauerwerk, das den Vorschriften von Eurocode 8 genügt
A_{min}	Gesamt-Querschnittsfläche der in jeder Horizontalrichtung benötigten Mauerwerkswände, damit die Regeln für „einfache Mauerwerksbauten“ Anwendung finden
$f_{b,min}$	$\boxed{AC}$ bezogene Druckfestigkeit von Mauersteinen senkrecht zur Lagerfuge $\boxed{AC}$
$f_{bh,min}$	$\boxed{AC}$ bezogene Druckfestigkeit von Mauersteinen parallel zur Lagerfuge in der Wandebene $\boxed{AC}$
$f_{m,min}$	Mindestfestigkeit des Mörtels
h	Größtwerter der lichten Höhe von Öffnungen in Wandnähe
h_{ef}	Knicklänge der Wand
l	Wandlänge
n	Anzahl der Geschosse über Grund
$p_{A,min}$	Mindestwert der Summe der Querschnittsflächen von Schubwänden in jeder Richtung, als Prozentsatz der gesamten Grundrissfläche des Geschosses
p_{max}	Prozentsatz der gesamten Grundrissfläche oberhalb der Deckenebene
q	Verhaltensbeiwert
t_{ef}	effektive Wanddicke
$\Delta_{A,max}$	maximaler Unterschied bezüglich der horizontalen Querschnittsflächen von Schubwänden benachbarter Geschosse in „einfachen Mauerwerksbauten“
$\Delta_{m,max}$	maximaler Unterschied bezüglich der Massen benachbarter Geschosse in „einfachen Mauerwerksbauten“
γ_m	Teilsicherheitsbeiwerte für Mauerwerkeigenschaften
γ_s	Teilsicherheitsbeiwert für Bewehrungsstahl
λ_{min}	Verhältnis der Längen der kurzen und der langen Seiten im Grundriss

1.6.9 Weitere im Abschnitt 10 verwendete Formelzeichen der EN 1998-1

K_{eff}	effektive Steifigkeit des Isolierungssystems in der betrachteten horizontalen Hauptrichtung, für eine Verschiebung gleich der Bemessungsverschiebung d_{dc}
K_V	Gesamtsteifigkeit des Isolierungssystems in vertikaler Richtung
K_{xi}	effektive Steifigkeit der Einheit i in x -Richtung
K_{yi}	effektive Steifigkeit der Einheit i in y -Richtung
T_{eff}	effektive Grundschwingungsdauer des Oberbaus, ermittelt unter der Annahme einer horizontalen Starrkörperverschiebung
T_f	effektive Grundschwingungsdauer des Oberbaus, ermittelt unter der Annahme einer starren Befestigung am Fußpunkt
T_V	effektive Grundschwingungsdauer des Oberbaus, ermittelt unter der Annahme einer vertikalen Starrkörperverschiebung
M	Masse des Oberbaus

M_s	Magnitude
d_{dc}	Bemessungsverschiebung des effektiven Steifigkeitsmittelpunktes in der betrachteten Richtung
d_{db}	gesamte Bemessungsverschiebung einer Isolierungseinheit
$e_{tot,y}$	Gesamtexzentrizität in y -Richtung
f_j	Horizontalkräfte in jeder Ebene j
r_y	Torsionsradius des Isolierungssystems
(x_i, y_i)	Koordinaten der Isolierungseinheit i , bezogen auf den effektiven Steifigkeitsmittelpunkt
δ_i	Vergrößerungsbeiwert
ξ_{eff}	„effektive Dämpfung“

1.7 SI-Einheiten

(1)P Es müssen SI-Einheiten in Übereinstimmung mit ISO 1000 verwendet werden.

(2) Für Berechnungen werden die folgenden Einheiten empfohlen:

— Kräfte und Lasten:	kN, kN/m, kN/m ²
— Dichte:	kg/m ³ , t/m ³
— Masse:	kg, t
— Wichte:	kN/m ³
— Spannungen und Festigkeiten:	N/mm ² (= MN/m ² oder MPa), kN/m ² (= kPa)
— Momente (Biegemoment usw.):	kNm
— Beschleunigung:	m/s ² , ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$)

2 Funktionsanforderungen und Übereinstimmungskriterien

2.1 Grundlegende Anforderungen

(1)P Tragwerke in Erdbebengebieten müssen so ausgelegt und errichtet sein, dass sie die folgenden Anforderungen mit jeweils ausreichender Zuverlässigkeit erfüllen:

— Anforderungen an die Standsicherheit:

Das Tragwerk muss so bemessen und ausgebildet sein, dass es ohne örtliches oder globales Versagen dem Bemessungserdbeben, das in Abschnitt 3 definiert wird, widersteht, ohne dabei seinen inneren Zusammenhalt und eine Resttragfähigkeit nach dem Erdbeben zu verlieren. Die Bemessungs-Erdbebeneinwirkung wird definiert mit Hilfe von a) der Referenz-Erdbebeneinwirkung mit einer Referenz-Überschreitungswahrscheinlichkeit, P_{NCR} , in 50 Jahren oder einer Referenz-Wiederkehrperiode, T_{NCR} , und b) des Bedeutungsbeiwerts γ_1 (siehe EN 1990:2002 und (2)P und (3)P in diesem Abschnitt), um hinsichtlich der erforderlichen Zuverlässigkeit differenzieren zu können.

ANMERKUNG 1 Die P_{NCR} oder T_{NCR} zur Verwendung in einem Land zugewiesenen Werte können in seinem Nationalen Anhang zu diesem Dokument festgelegt sein. Die empfohlenen Werte sind $P_{NCR} = 10\%$ und $T_{NCR} = 475$ Jahre.

ANMERKUNG 2 Der Wert der Überschreitungswahrscheinlichkeit, P_R , in T_L Jahren eines bestimmten Niveaus der Erdbebeneinwirkung hängt mit der mittleren Wiederkehrperiode, T_R , dieses Niveaus der Erdbebeneinwirkung entsprechend $T_R = -T_L / \ln(1 - P_R)$ zusammen. So darf für ein vorgegebenes T_L die Erdbebeneinwirkung in gleichwertiger Weise entweder durch ihre mittlere Wiederkehrperiode, T_R , oder durch ihre Überschreitungswahrscheinlichkeit, P_R in T_L Jahren, beschrieben werden.

— Anforderungen an die Schadensbegrenzung:

Das Bauwerk muss so bemessen und ausgebildet sein, dass es einer Erdbebeneinwirkung widersteht, die eine höhere Auftretenswahrscheinlichkeit hat als das Bemessungserdbeben, ohne dass Schäden oder damit verbundene Nutzungsbeschränkungen auftreten, deren Kosten im Vergleich zu den Baukosten selbst unverhältnismäßig hoch wären. Die Erdbebeneinwirkung, die bezüglich der „Anforderungen an die Schadensbegrenzung“ berücksichtigt werden muss, besitzt eine Überschreitungswahrscheinlichkeit, P_{DLR} , in 10 Jahren und eine Wiederkehrperiode, T_{DLR} . Falls keine genaueren Angaben vorliegen darf der Abminderungsbeiwert, der auf die Erdbebeneinwirkung nach 4.4.3.2(2) angewendet wird, dazu verwendet werden, um die Erdbebeneinwirkung für den Nachweis der „Anforderungen an die Schadensbegrenzung“ zu erhalten.

ANMERKUNG 3 Die P_{DLR} oder T_{DLR} zur Verwendung in einem Land zugewiesenen Werte können in seinem nationalen Anhang zu diesem Dokument festgelegt sein. Die empfohlenen Werte sind $P_{DLR} = 10\%$ und $T_{DLR} = 95$ Jahre.

(2)P Die angestrebte Zuverlässigkeit hinsichtlich Standsicherheit und Schadensbegrenzung wird von den zuständigen nationalen Behörden für die unterschiedlichen Arten von Hochbauten oder Ingenieurkonstruktionen auf Basis der möglichen Schadensfolgen festgelegt.

(3)P Eine Differenzierung der Zuverlässigkeit wird durch die Einteilung der Bauwerke in unterschiedliche Bedeutungskategorien erreicht. Jeder Bedeutungskategorie ist ein Bedeutungsbeiwert γ_1 zugeordnet. Wenn möglich, sollte dieser Beiwert derart ermittelt werden, dass er einem höheren oder niedrigeren Wert der Wiederkehrperiode der Erdbebeneinwirkung entspricht (bezüglich der Referenz-Wiederkehrperiode), jeweils so, wie es für die Auslegung der jeweiligen Bauwerkskategorie angemessen ist (siehe 3.2.1(3)).

(4) Die unterschiedlich hohen Zuverlässigkeitsstufen erhält man durch Multiplikation der Referenz-Erdbebeneinwirkung oder (bei linearer Berechnung) der entsprechenden Auswirkungen mit diesem Bedeutungsbeiwert. Ausführliche Hinweise auf die Bedeutungskategorien und die entsprechenden Bedeutungsbeiwerte sind in den einschlägigen Teilen von EN 1998 enthalten.

ANMERKUNG Für die meisten Standorte darf angenommen werden, dass die jährliche Überschreitungswahrscheinlichkeit, $H(a_{gR})$, des Referenz-Spitzenwertes der Bodenbeschleunigung mit a_{gR} entsprechend $H(a_{gR}) \sim k_0 a_{gR}^{-k}$ zusammenhängt, wobei der Wert des Exponenten k von der Seismizität abhängt, jedoch im Allgemeinen in der Größenordnung von 3 liegt. Wenn, in diesem Fall, die Erdbebeneinwirkung als Funktion des Referenz-Spitzenwertes der Bodenbeschleunigung a_{gR} definiert wird, darf der Wert des Bedeutungsbeiwerts γ_1 , mit dem die Referenz-Erdbebeneinwirkung multipliziert werden muss, um die gleiche Überschreitungswahrscheinlichkeit für T_L Jahre zu erhalten, wie für T_{LR} Jahre, für die die Referenz-Erdbebeneinwirkung definiert ist, als $\gamma_1 \sim (T_{LR}/T_L)^{-1/k}$ berechnet werden. Alternativ darf der Bedeutungsbeiwert γ_1 zur Multiplikation mit der Referenz-Erdbebeneinwirkung, um eine Überschreitungswahrscheinlichkeit der Erdbebeneinwirkung, P_L , in T_L Jahren zu erhalten, bei unterschiedlicher Referenz-Überschreitungswahrscheinlichkeit P_{LR} über ebenfalls T_L Jahren wie folgt überschlägig bestimmt werden: $\gamma_1 \sim (P_L/P_{LR})^{-1/k}$.

2.2 Übereinstimmungskriterien

2.2.1 Allgemeines

(1)P Um die grundlegenden Anforderungen nach 2.1 zu erfüllen, müssen die folgenden Grenzzustände überprüft werden (siehe 2.2.2 und 2.2.3):

- Grenzzustände der Tragfähigkeit;
- Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit.

Grenzzustände der Tragfähigkeit sind solche, die mit Einsturz oder anderen Formen des Tragwerksversagens verbunden sind, wobei eine Gefährdung der Sicherheit von Menschen auftreten kann.

Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit sind solche, die mit dem Auftreten von Schäden verbunden sind, bei deren Überschreitung bestimmte Anforderungen für die Gebrauchstauglichkeit nicht mehr erfüllt sind.

(2)P Um die Unsicherheiten unter Erdbebeneinwirkungen zu beschränken und ein gutmütiges Verhalten der Bauwerke unter stärkeren als der Erdbeben-Bemessungseinwirkung zu fördern, muss eine Reihe geeigneter besonderer Maßnahmen ergriffen werden (siehe 2.2.4).

(3) Für genau festgelegte Tragwerkskategorien dürfen bei Vorliegen geringer Seismizität (siehe 3.2.1(4)) die grundlegenden Anforderungen durch die Anwendung von Regeln erfüllt werden, die einfacher sind als diejenigen, die in den einschlägigen Teilen der Reihe EN 1998 enthalten sind.

(4) In Fällen sehr geringer Seismizität brauchen die Vorschriften der Reihe EN 1998 nicht beachtet zu werden (siehe 3.2.1(5) und darin enthaltene Anmerkungen zur Definition von Fällen sehr geringer Seismizität).

(5) Besondere Regeln für „einfache Mauerwerksbauten“ sind in Abschnitt 9 aufgeführt. Durch Einhaltung dieser Regeln werden die grundlegenden Anforderungen von EN 1998-1 als erfüllt betrachtet, ohne dass rechnerische Sicherheitsnachweise erforderlich sind.

2.2.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit

(1)P Es muss nachgewiesen werden, dass das Tragsystem die in den einschlägigen Teilen der Reihe EN 1998 festgelegten Werte der Beanspruchbarkeit und des Energiedissipationsvermögens besitzt.

(2) Die Beanspruchbarkeit und das Energiedissipationsvermögen, die dem Tragwerk zugeordnet werden, sind vom Umfang der Ausnutzung seiner nichtlinearen Antwort abhängig. Die Ausgewogenheit zwischen Beanspruchbarkeit und Energiedissipationsvermögen wird in der praktischen Anwendung durch die Werte des Verhaltensbeiwerts q und die zugehörigen Duktilitätsklassifikationen gekennzeichnet, die in den einschlägigen Teilen der Reihe EN 1998 angegeben sind. Als Grenzfall wird im Fall der Bemessung niedrig-dissipativ eingestufte Tragwerke keine hysteretische Energiedissipation berücksichtigt, und der Verhaltensbeiwert darf hierbei im Allgemeinen nicht größer als 1,5 angenommen werden, wodurch Überfestigkeiten berücksichtigt werden. Für Stahl- oder Stahlverbundbauten darf dieser Grenzwert des Verhaltensbeiwerts q zwischen 1,5 und 2 angenommen werden (siehe Anmerkung 1 in Tabelle 6.1 beziehungsweise Anmerkung 1 in Tabelle 7.1).

Für dissipative Tragwerke wird der Verhaltensbeiwert zur Berücksichtigung der hysteretischen Energiedissipation größer als diese Grenzwerte angenommen. Die hysteretische Energiedissipation tritt hauptsächlich in besonders bemessenen Bereichen auf, welche als dissipative Bereiche oder kritische Bereiche bezeichnet werden.

ANMERKUNG Der Wert des Verhaltensbeiwerts q sollte durch den Grenzzustand der Standsicherheit des Tragwerks unter dynamischen Lasten und durch die Schäden infolge des Versagens von Konstruktionsteilen (insbesondere Anschlüsse) nach nur wenigen Beanspruchungszyklen beschränkt bleiben. Bei der Festlegung des Verhaltensbeiwerts q [AC] sollte der ungünstigste Grenzzustand zugrunde gelegt werden [AC]. Es wird davon ausgegangen, dass die in den verschiedenen Teilen der Reihe EN 1998 angegebenen Werte des Verhaltensbeiwerts q diese Forderung erfüllen.

(3)P Die Standsicherheit des Gesamtbauwerks muss für das Bemessungserdbeben nachgewiesen werden. Sowohl die Sicherheit gegen Kippen als auch die Sicherheit gegen Gleiten müssen untersucht werden. Besondere Regeln für die Kontrolle des Kippens von Bauwerken werden in den einschlägigen Teilen von EN 1998 angegeben.

(4)P Es muss nachgewiesen werden, dass sowohl die Gründungselemente als auch der anstehende Baugrund im Stande sind, die aus der Antwort des aufgehenden Bauwerks resultierenden Lasten ohne wesentliche bleibende Verformungen aufzunehmen. Bei der Berechnung der Auflagerreaktionen muss der tatsächliche Widerstand des Bauteils, das die Einwirkungen überträgt, gebührend berücksichtigt werden.

(5)P Bei der Berechnung müssen mögliche Einflüsse von Effekten nach Theorie 2. Ordnung auf die Größe der Einwirkungen berücksichtigt werden.

(6)P Es muss nachgewiesen werden, dass das Verhalten von nichttragenden Bauteilen unter der Bemessungs-Erdbebeneinwirkung kein Risiko für Personen darstellt und keine nachteiligen Auswirkungen auf das Verhalten der tragenden Bauteile hat. Für Hochbauten werden besondere Regeln in 4.3.5 und 4.3.6 angegeben.

2.2.3 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

(1)P Eine ausreichende Zuverlässigkeit gegen unzulässige Schäden muss sichergestellt werden, indem die Verformungsgrenzen oder andere einschlägige Grenzen, die in den betreffenden Teilen der Reihe EN 1998 definiert sind, eingehalten werden.

(2)P In Bauwerken, die für den Schutz der Bevölkerung wichtig sind, muss für das Tragsystem nachgewiesen werden, dass es ausreichende Beanspruchbarkeit und Steifigkeit besitzt, um die Funktionsfähigkeit wichtiger Dienste im Falle eines Erdbebens mit angemessener Wiederkehrperiode aufrechterhalten zu können.

2.2.4 Besondere Maßnahmen

2.2.4.1 Entwurf und Bemessung

(1) Tragwerke sollten nach Möglichkeit sowohl im Grundriss als auch im Aufriss einfache und regelmäßige Formen haben (siehe 4.2.3). Falls erforderlich, kann dies durch Unterteilung des Bauwerks durch Fugen in dynamisch unabhängige Einheiten erreicht werden.

(2)P Um ein insgesamt energiedissipierendes und duktils Verhalten sicherzustellen, müssen Sprödbrüche oder die vorzeitige Bildung von kinematischen Ketten vermieden werden. Zu diesem Zweck muss, wenn es in den einschlägigen Teilen der Reihe EN 1998 verlangt wird, auf das Kapazitätsbemessungsverfahren zurückgegriffen werden, welches dazu dient, die Hierarchie der Beanspruchbarkeiten der verschiedenen tragenden Bauteile und der Versagensformen zu bestimmen, damit ein geeigneter plastischer Mechanismus sichergestellt wird und spröde Versagensformen vermieden werden.

(3)P Da das Erdbebenverhalten eines Bauwerks weitgehend vom Verhalten seiner kritischen Bereiche oder Bauteile abhängt, muss die konstruktive Durchbildung des Bauwerks im Ganzen und dieser Bereiche oder Bauteile im Einzelnen derart erfolgen, dass das Vermögen zur Übertragung der erforderlichen Kräfte und zur

Energiedissipation unter zyklischen Beanspruchungsbedingungen erhalten bleibt. Zu diesem Zweck muss der konstruktiven Durchbildung von Anschlüssen zwischen tragenden Bauteilen und von Bereichen, wo nicht-lineares Verhalten vorauszusehen ist, besondere Sorgfalt bei der Bemessung gewidmet werden.

(4)P Der Berechnung muss ein geeignetes Tragwerksmodell zugrunde gelegt werden, das, soweit erforderlich, den Einfluss der Bodenverformbarkeit und der nichttragenden Bauteile sowie weitere Aspekte, wie z. B. das Vorhandensein benachbarter Bauwerke, berücksichtigen muss.

2.2.4.2 Gründungen

(1)P Die Steifigkeit von Gründungen muss ausreichend sein, damit die Beanspruchungen, die vom Überbau kommen, so gleichmäßig wie möglich in den Baugrund geleitet werden können.

(2) Mit Ausnahme von Brücken sollte im Allgemeinen nur eine Gründungsart für ein und dasselbe Bauwerk verwendet werden, es sei denn, das Bauwerk besteht aus dynamisch unabhängigen Einheiten.

2.2.4.3 Qualitätssicherungssysteme

(1)P Die Bauunterlagen müssen die Abmessungen, die Einzelheiten und die Eigenschaften der für tragende Bauteile verwendeten Werkstoffe enthalten. Gegebenenfalls müssen die Bauunterlagen auch die Eigenschaften zur Anwendung kommender besonderer Vorrichtungen und die Abstände zwischen tragenden und nichttragenden Bauteilen enthalten. Die für die Güteüberwachung erforderlichen Vorschriften müssen ebenfalls angegeben werden.

(2)P Bauteile von besonderer Bedeutung für das Tragverhalten, bei denen eine besondere Überprüfung während der Bauausführung notwendig ist, müssen auf den Bauzeichnungen ausgewiesen werden. In diesem Fall müssen auch die anzuwendenden Kontrollverfahren angegeben werden.

(3) In Gebieten starker Seismizität und bei Bauwerken von besonderer Bedeutung sollten, zusätzlich zu den in anderen einschlägigen Eurocodes vorgeschriebenen Kontrollverfahren, formale Qualitätssicherungssysteme für die Auslegung, die Bauausführung und die Nutzung verwendet werden.

3 Baugrundbeschaffenheit und Erdbebeneinwirkung

3.1 Baugrundbeschaffenheit

3.1.1 Allgemeines

(1)P Für die Einteilung des Baugrunds nach den in **3.1.2** aufgeführten Klassen müssen geeignete Untersuchungen durchgeführt werden.

(2) Weitere Hinweise bezüglich der Bodenuntersuchung und Klassifizierung sind in EN 1998-5:2004, **4.2** angegeben.

(3) Der Standort und die Art des anstehenden Baugrunds sollten im Allgemeinen frei von Risiken hinsichtlich Grundbruch, Hangrutschung und bleibender Bodensenkungen infolge erdbebeninduzierter Verflüssigung oder Verdichtung sein. Die Möglichkeit des Auftretens solcher Phänomene muss nach EN 1998-5:2004, Abschnitt **4** untersucht werden.

(4) In Abhängigkeit von der Bedeutungskategorie des Tragwerks und den besonderen Bedingungen des Projekts sollten Baugrunderkundungen und/oder geologische Untersuchungen zur Ermittlung der Erdbebeneinwirkung durchgeführt werden.

ANMERKUNG Bedingungen, unter denen weitere Baugrunduntersuchungen, zusätzlich zu denjenigen, die im Rahmen der Bemessung für nichtseismische Einwirkungen notwendig sind, entfallen können und eine standardisierte Baugrundklassifizierung zugrunde gelegt werden darf, können im Nationalen Anhang festgelegt sein.

3.1.2 Feststellung der Baugrundklassen

(1) Die Baugrundklassen A, B, C, D und E, die durch die in Tabelle 3.1 gegebenen stratigraphischen Profile und Parameter beschrieben und im Folgenden erläutert werden, dürfen dazu verwendet werden, um den Einfluss der örtlichen Baugrundbeschaffenheit auf die Erdbebeneinwirkung zu berücksichtigen. Dies darf auch durch die zusätzliche Berücksichtigung des Einflusses des geologischen Untergrundes auf die Erdbebeneinwirkung geschehen.

ANMERKUNG Das für ein Land zu verwendende Baugrundklassifikationsschema unter Berücksichtigung des geologischen Untergrundes darf in seinem nationalen Anhang festgelegt werden, wobei auch die Werte der Parameter S , T_B , T_C und T_D , welche die horizontalen und vertikalen elastischen Antwortspektren nach 3.2.2.2 und 3.2.2.3 definieren, angegeben werden.

Tabelle 3.1 — Baugrundklassen

Baugrund- klasse	Beschreibung des stratigraphischen Profils	Parameter		
		$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (Schläge/30 cm)	c_u (kPa)
A	Fels oder andere felsähnliche geologische Formation, mit höchstens 5 m weicherem Material an der Oberfläche	> 800	—	—
B	Ablagerungen von sehr dichtem Sand, Kies oder sehr steifem Ton, mit einer Dicke von mindestens einigen zehn Metern, gekennzeichnet durch einen allmählichen Anstieg der mechanischen Eigenschaften mit der Tiefe	360–800	> 50	> 250
C	Tiefe Ablagerungen von dichtem oder mitteldichtem Sand, Kies oder steifem Ton, mit Dicken von einigen zehn bis mehreren hundert Metern	180–360	15–50	70–250
D	Ablagerungen von lockerem bis mitteldichtem kohäsionslosem Boden (mit oder ohne einige weiche kohäsive Schichten), oder von vorwiegend weichem bis steifem kohäsivem Boden	< 180	< 15	< 70
E	Ein Bodenprofil, bestehend aus einer Oberflächen-Alluvialschicht mit v_s -Werten nach C oder D und veränderlicher Dicke zwischen etwa 5 m und 20 m über steiferem Bodenmaterial mit $v_s > 800$ m/s			
S_1	Ablagerungen, bestehend aus (oder enthaltend) eine(r) mindestens 10 m dicke(n) Schicht weicher Tone oder Schluffe mit hohem Plastizitätsindex ($PI > 40$) und hohem Wassergehalt	< 100 (indikativ)	—	10–20
S_2	Ablagerungen von verflüssigbaren Böden, empfindlichen Tonen oder jedes andere Bodenprofil, das nicht in den Klassen A bis E oder S_1 enthalten ist			

(2) Der örtliche Baugrund sollte nach dem Wert der durchschnittlichen Scherwellengeschwindigkeit, $v_{s,30}$, einer Klasse zugeordnet werden, sofern dieser Wert bekannt ist, sonst sollte der N_{SPT} -Wert verwendet werden.

(3) Die durchschnittliche Scherwellengeschwindigkeit $v_{s,30}$ sollte mit Hilfe folgender Formel berechnet werden:

$$v_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{v_i}} \quad (3.1)$$

Darin bedeuten h_i und v_i die Dicke (in m) und die Scherwellengeschwindigkeit (bei Schubverzerrungen von höchstens 10–5) der i -ten von insgesamt N Formationen oder Schichten in den oberen 30 Metern.

(4)P Entspricht die örtliche Baugrundbeschaffenheit den beiden besonderen Baugrundklassen S_1 und S_2 , so müssen besondere Untersuchungen zur Festlegung der Erdbebeneinwirkung durchgeführt werden. Für diese Baugrundklassen, und besonders für S_2 , muss die Möglichkeit des Baugrundversagens infolge Erdbebeneinwirkung berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Bei Ablagerungen der Baugrundklasse S_1 ist besondere Vorsicht geboten. Solche Böden haben im Normalfall sehr niedrige v_s -Werte, niedrige Materialdämpfung und einen außergewöhnlich breiten Bereich des linearen Verhaltens, weshalb sie in der Lage sind, abweichendes Verhalten hinsichtlich der örtlichen seismischen Amplifikation und der Boden-Bauwerk-Wechselwirkung zu zeigen; siehe EN 1998-5:2004, Abschnitt 6. In diesem Fall sollte eine besondere Untersuchung zur Festlegung der Erdbebeneinwirkung durchgeführt werden, um die Abhängigkeit des Antwortspektrums von der Dicke und dem v_s -Wert der weichen Ton/Schluff-Schicht und dem Steifigkeitsunterschied zwischen dieser Schicht und dem darunter liegenden Boden zu bestimmen.

3.2 Erdbebeneinwirkung

3.2.1 Erdbebenzonen

(1)P Für die Zwecke der Reihe EN 1998 müssen die nationalen Territorien von den nationalen Behörden je nach örtlicher seismischer Gefährdung in Erdbebenzonen unterteilt werden. Definitionsgemäß wird die Gefährdung innerhalb jeder Zone als konstant angenommen.

(2) Für die meisten Anwendungsfälle der Reihe EN 1998 wird die Gefährdung als Funktion eines einzigen Parameters beschrieben, d. h. des Werts a_{gR} der Referenz-Spitzenbodenbeschleunigung für Baugrundklasse A. Zusätzliche Parameter, die für besondere Bauwerkstypen benötigt werden, sind in den einschlägigen Teilen der Reihe EN 1998 aufgeführt.

ANMERKUNG Die Referenz-Spitzenbodenbeschleunigung für Baugrundklasse A, a_{gR} , die in einem Land oder in Teilen davon verwendet werden muss, kann in Erdbebenzonenkarten festgelegt sein, die in seinem Nationalen Anhang zu finden sind.

(3) Die Referenz-Spitzenbodenbeschleunigung, die von den nationalen Behörden für jede Erdbebenzone gewählt wird, entspricht der Referenz-Wiederkehrperiode T_{NCR} der Erdbebeneinwirkung für die Standsicherheitsbedingung (oder, in gleichwertiger Weise, der Referenz-Überschreitungswahrscheinlichkeit in 50 Jahren, P_{NCR}) (siehe 2.1(1)P). Dieser Referenz-Wiederkehrperiode wird ein Bedeutungsbeiwert γ_1 gleich 1,0 zugewiesen. Für andere Wiederkehrperioden als die Referenz-Wiederkehrperiode (siehe Bedeutungskategorien in 2.1(3)P und (4)) ist die Bemessungs-Bodenbeschleunigung für Baugrundklasse A, a_g gleich a_{gR} multipliziert mit dem Bedeutungsbeiwert γ_1 ($a_g = \gamma_1 \cdot a_{gR}$). (Siehe Anmerkung zu 2.1(4).)

(4) In Fällen geringer Seismizität dürfen reduzierte oder vereinfachte Erdbebenauslegungsverfahren für bestimmte Bauwerkstypen oder -kategorien verwendet werden.

ANMERKUNG Die gewählten Bauwerkskategorien, Baugrundklassen und Erdbebenzonen eines Landes, für welche die Vorschriften für geringe Seismizität gelten, können in seinem Nationalen Anhang festgelegt sein. Es wird empfohlen, als Fälle geringer Seismizität solche zu betrachten, in denen entweder die Bemessungs-Bodenbeschleunigung für Baugrundklasse A, a_g , nicht größer ist als 0,08 g (0,78 m/s²), oder solche, in denen das Produkt $a_g \cdot S$ nicht größer ist als

0,1 g (0,98 m/s²). Die getroffene Entscheidung, ob der Wert von a_g oder derjenige des Produkts $a_g \cdot S$ in einem Land zur Definition des Schwellenwerts für geringe Seismizität verwendet wird, kann in seinem nationalen Anhang festgelegt sein.

(5)P In Fällen sehr geringer Seismizität brauchen die Vorschriften der Reihe EN 1998 nicht berücksichtigt zu werden.

ANMERKUNG Die gewählten Bauwerkskategorien, Baugrundklassen und Erdbebenzonen eines Landes, für welche die Vorschriften von EN 1998 nicht berücksichtigt zu werden brauchen (Fälle sehr geringer Seismizität), dürfen seinem nationalen Anhang entnommen werden. Es wird empfohlen, als Fälle sehr geringer Seismizität solche zu betrachten, in denen entweder die Bemessungs-Bodenbeschleunigung für Baugrundklasse A, a_{g1} , nicht größer ist als 0,04 g (0,39 m/s²), oder solche, in denen das Produkt $a_g \cdot S$ nicht größer ist als 0,05 g (0,49 m/s²). Die getroffene Entscheidung, ob der Wert von a_g oder derjenige des Produkts $a_g \cdot S$ in einem Land zur Definition des Schwellenwerts für sehr geringe Seismizität verwendet wird, kann in seinem nationalen Anhang festgelegt sein.

3.2.2 Grundlegende Darstellung der Erdbebeneinwirkung

3.2.2.1 Allgemeines

(1)P Im Anwendungsbereich der Normenreihe EN 1998 wird die Erdbebenbewegung an einem bestimmten Punkt der Erdoberfläche durch ein elastisches Bodenbeschleunigungs-Antwortspektrum dargestellt, im Folgenden „elastisches Antwortspektrum“ genannt.

(2) Die Form des elastischen Antwortspektrums wird für beide Stufen der Erdbebeneinwirkung, die in **2.1(1)P** und **2.2.1(1)P** eingeführt wurden, nämlich für die Standsicherheitsbedingung (Grenzzustand der Tragfähigkeit – Auslegungs-Erdbebeneinwirkung) und für die Schadensbegrenzungsbedingung, als gleich angenommen.

(3)P Die horizontale Erdbebeneinwirkung wird durch zwei orthogonale Komponenten beschrieben, die als voneinander unabhängig und zum gleichen Antwortspektrum gehörig betrachtet werden.

(4) Abhängig von den Erdbebenherden und den davon ausgehenden Magnituden dürfen für die drei Komponenten der Erdbebeneinwirkung alternative Formen von Antwortspektren angenommen werden.

ANMERKUNG 1 Die getroffene Wahl der Form des in einem Land oder in einem Teil davon zu verwendenden elastischen Antwortspektrums kann in seinem nationalen Anhang festgelegt sein.

ANMERKUNG 2 Bei der Wahl der geeigneten Form des Spektrums sollten, anstelle von konservativen Obergrenzen (z. B. größtmögliche Erdbeben), vor allem diejenigen Magnituden von Erdbeben berücksichtigt werden, die bei einer probabilistischen Gefährdungsanalyse am meisten zur seismischen Gefährdung beitragen.

(5) Wenn die einen Standort beeinflussenden Erdbeben von stark unterschiedlichen Herden ausgehen, sollte die Möglichkeit bedacht werden, mehr als eine Spektralform zu verwenden, um die Bemessungs-Erdbebeneinwirkung angemessen beschreiben zu können. Unter solchen Umständen werden im Normalfall verschiedene Werte von a_g für jeden Spektrumstyp und jedes Erdbeben benötigt.

(6) Für wichtige Bauwerke ($\gamma_1 > 1,0$) sollten topographische Verstärkungseffekte berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Der Informative Anhang A von EN 1998-5:2004 liefert Informationen zu topographischen Verstärkungseffekten.

(7) Es dürfen Zeitverlaufsdarstellungen der Erdbebenbewegung verwendet werden (siehe **3.2.3**).

(8) Es kann für bestimmte Tragwerksarten erforderlich sein, sowohl die räumliche als auch die zeitliche Veränderlichkeit der Bodenbewegung zu berücksichtigen (siehe EN 1998-2, EN 1998-4 und EN 1998-6).

3.2.2.2 Horizontales elastisches Antwortspektrum

(1)P Für die Horizontalkomponenten der Erdbebeneinwirkung wird das elastische Antwortspektrum $S_e(T)$ durch folgende Ausdrücke definiert (siehe Bild 3.1):

$$0 \leq T \leq T_B : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1) \right] \quad (3.2)$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \quad (3.3)$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \left[\frac{T_C}{T} \right] \quad (3.4)$$

$$T_D \leq T \leq 4 \text{ s} : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] \quad (3.5)$$

mit

$S_e(T)$ als Ordinate des elastischen Antwortspektrums;

T als Schwingungsdauer eines linearen Einmassenschwingers;

a_g als Bemessungs-Bodenbeschleunigung für Baugrundklasse A ($a_g = \gamma_1 \cdot a_{gR}$);

T_B als untere Grenze des Bereichs konstanter Spektralbeschleunigung;

T_C als obere Grenze des Bereichs konstanter Spektralbeschleunigung;

T_D als Wert, der den Beginn des Bereichs konstanter Verschiebungen des Spektrums definiert;

S als Bodenparameter;

η als Dämpfungs-Korrekturbeiwert mit dem Referenzwert $\eta = 1$ für 5 % viskose Dämpfung, siehe (3) in diesem Unterabschnitt.

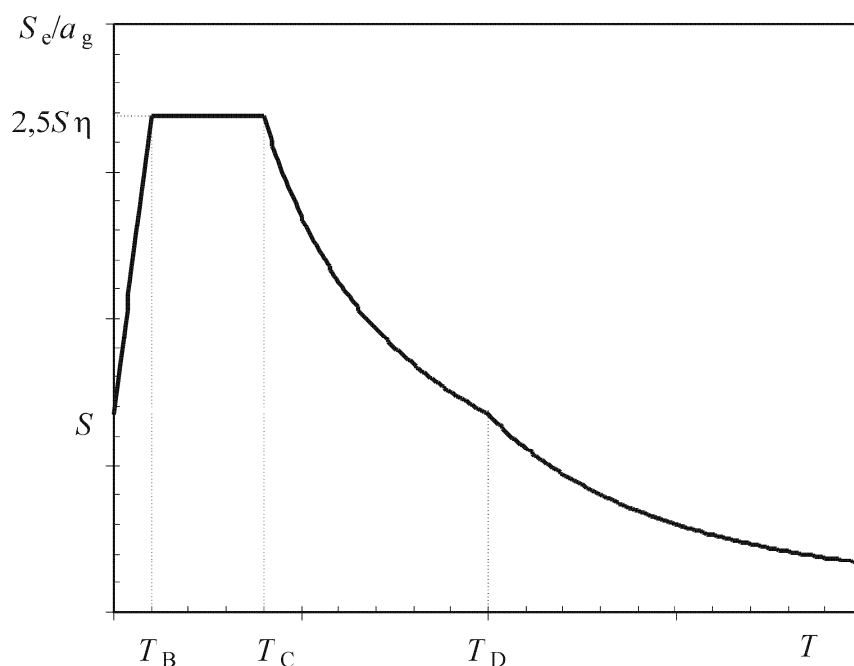


Bild 3.1 — Form des elastischen Antwortspektrums

(2)P Die Werte der Schwingungsdauer T_B , T_C und T_D und des Bodenparameters S zur Beschreibung der Form des elastischen Antwortspektrums hängen von der Baugrundklasse ab.

ANMERKUNG 1 Die T_B , T_C , T_D und S zugewiesenen Werte für jede Baugrundklasse und Spektralform zur Verwendung in einem Land können in seinem nationalen Anhang festgelegt sein. Falls der Einfluss des geologischen Untergrunds nicht berücksichtigt wird (siehe 3.1.2(1)), werden zwei Spektralformen Typ 1 und Typ 2 zur Verwendung empfohlen. Wenn die Erdbeben, die am meisten zu der zum Zweck einer probabilistischen Gefährdungsuntersuchung für den Standort definierten seismischen Gefährdung beitragen, Oberflächenwellenmagnituden M_s haben, die nicht größer als 5,5 sind, so wird die Wahl des Spektrums Typ 2 empfohlen. Für die fünf Baugrundklassen A, B, C, D und E werden die empfohlenen Werte der Parameter S , T_B , T_C und T_D in Tabelle 3.2 für das Spektrum vom Typ 1 und in Tabelle 3.3 für das Spektrum vom Typ 2 gegeben. Bild 3.2 und Bild 3.3 zeigen jeweils die für 5 % Dämpfung und auf a_g bezogenen Formen der empfohlenen Spektren vom Typ 1 und Typ 2. Wird der geologische Untergrund berücksichtigt, dürfen im Nationalen Anhang andere Spektren definiert werden.

Tabelle 3.2 — Parameterwerte zur Beschreibung der empfohlenen elastischen Antwortspektren vom Typ 1

Baugrundklasse	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,4	0,15	0,5	2,0

Tabelle 3.3 — Parameterwerte zur Beschreibung der empfohlenen elastischen Antwortspektren vom Typ 2

Baugrundklasse	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1,0	0,05	0,25	1,2
B	1,35	0,05	0,25	1,2
C	1,5	0,10	0,25	1,2
D	1,8	0,10	0,30	1,2
E	1,6	0,05	0,25	1,2

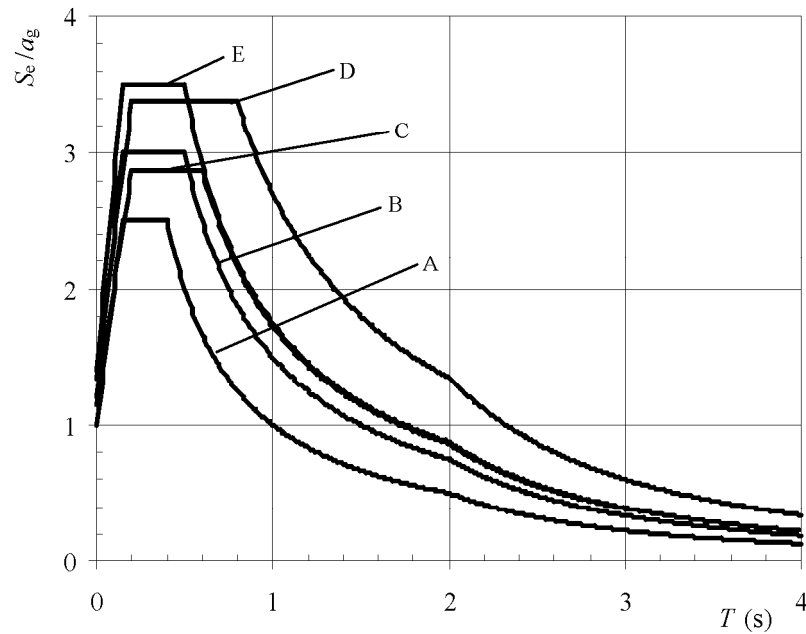


Bild 3.2 — Empfohlene elastische Antwortspektren vom Typ 1 für Baugrundklassen A bis E (5 % Dämpfung)

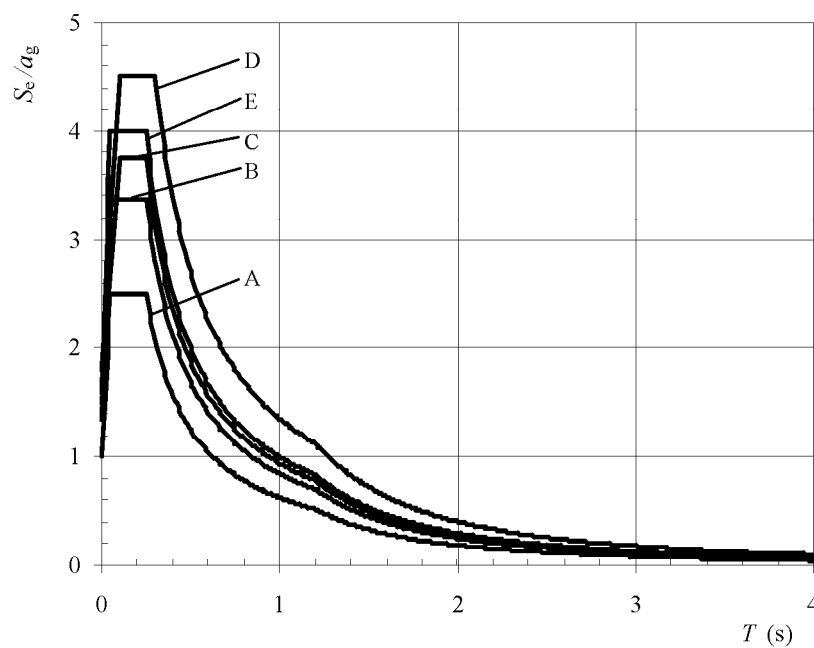


Bild 3.3 — Empfohlene elastische Antwortspektren vom Typ 2 für Baugrundklassen A bis E (5 % Dämpfung)

ANMERKUNG 2 Für die Baugrundklassen S_1 und S_2 sollten besondere Untersuchungen die entsprechenden Werte für S , T_B , T_C und T_D liefern.

(3) Der Wert des Dämpfungs-Korrekturbeiwerts η darf durch folgende Formel bestimmt werden:

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55 \quad (3.6)$$

mit ξ als viskoses Dämpfungsverhältnis des Bauwerks in Prozent.

(4) Muss in besonderen Fällen eine von 5 % abweichende viskose Dämpfung verwendet werden, wird dieser Wert im einschlägigen Teil von EN 1998 angegeben.

(5)P Das elastische Verschiebungsantwortspektrum $S_{De}(T)$ muss durch direkte Transformation des elastischen Beschleunigungsantwortspektrums $S_e(T)$ unter Verwendung des folgenden Ausdrucks bestimmt werden:

$$S_{De}(T) = S_e(T) \left[\frac{T}{2\pi} \right]^2 \quad (3.7)$$

(6) Gleichung (3.7) sollte üblicherweise für Perioden Verwendung finden, die 4,0 s nicht überschreiten. Für Bauwerke mit Perioden über 4,0 s ist eine vollständigere Definition des elastischen Verschiebungsspektrums möglich.

ANMERKUNG Für das elastische Antwortspektrum vom Typ 1 nach Anmerkung 1 zu 3.2.2.2(2)P wird im informativen Anhang A eine solche Definition für das Verschiebungsantwortspektrum angegeben. Für Perioden größer als 4,0 s darf das elastische Beschleunigungsantwortspektrum aus dem elastischen Verschiebungsantwortspektrum durch Invertierung der Gleichung (3.7) gewonnen werden.

3.2.2.3 Vertikales elastisches Antwortspektrum

(1)P Die Vertikalkomponente der Erdbebeneinwirkung muss durch ein elastisches Antwortspektrum, $S_{ve}(T)$, beschrieben werden, das mit Hilfe der Formeln (3.8) bis (3.11) definiert wird.

$$0 \leq T \leq T_B : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 3,0 - 1) \right] \quad (3.8)$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0 \quad (3.9)$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0 \left[\frac{T_C}{T} \right] \quad (3.10)$$

$$T_D \leq T \leq 4 \text{ s} : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0 \left[\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right] \quad (3.11)$$

ANMERKUNG Die T_B , T_C , T_D und a_{vg} zugewiesenen Werte für jeden Typ (Form) des Vertikalspektrums zur Verwendung in einem Land können in seinem nationalen Anhang festgelegt sein. Empfohlen werden zwei Arten von Vertikalspektren, Typ 1 und Typ 2. Wie bei den Spektren zur Beschreibung der Horizontalkomponenten der Erdbebeneinwirkung wird die Verwendung eines Typ 2-Spektrums empfohlen, wenn die Erdbeben, die am meisten zur für den Standort definierten seismischen Gefährdung zum Zweck einer probabilistischen Gefährdungsuntersuchung beitragen, Oberflächenwellenmagnituden M_s haben, die nicht größer als 5,5 sind. Für die fünf Baugrundklassen A, B, C, D und E werden die empfohlenen Werte der Parameter zur Beschreibung der Vertikalspektren in Tabelle 3.4 gegeben. Diese empfohlenen Werte gelten nicht für die besonderen Baugrundklassen S_1 und S_2 .

Tabelle 3.4 — Empfohlene Parameterwerte zur Beschreibung der vertikalen elastischen Antwortspektren

Spektrum	a_{vg}/a_g	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
Typ 1	0,90	0,05	0,15	1,0
Typ 2	0,45	0,05	0,15	1,0

3.2.2.4 Bemessungs-Bodenverschiebung

(1) Falls besondere Untersuchungen auf Basis der vorliegenden Informationen keine gegenteiligen Hinweise liefern, darf der Bemessungswert d_g der maximalen Bodenverschiebung, der der Bemessungs-Bodenbeschleunigung entspricht, mit Hilfe folgender Gleichung ermittelt werden:

$$d_g = 0,025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C \cdot T_D \quad (3.12)$$

mit a_g , S , T_C und T_D wie in 3.2.2.2 definiert.

3.2.2.5 Bemessungsspektrum für lineare Berechnung

(1) Die Fähigkeit von Tragwerken, seismische Einwirkungen durch nichtlineare Reaktion zu reduzieren, gestattet im Allgemeinen, ihre Bemessung für Kräfte durchzuführen, die kleiner sind als diejenigen, die bei einer linear-elastischen Antwort auftreten würden.

(2) Um detaillierte nichtlineare Berechnungen für Bemessungszwecke zu vermeiden, wird der Fähigkeit eines Bauwerks, Energie durch hauptsächlich duktiles Verhalten seiner Bauteile und/oder anderer Mechanismen zu dissipieren, dadurch Rechnung getragen, dass eine lineare Berechnung auf der Grundlage eines im Vergleich zum elastischen Spektrum abgeminderten Antwortspektrums, im Folgenden „Bemessungsspektrum“ genannt, durchgeführt wird. Diese Abminderung wird durch die Einführung des Verhaltensbeiwerts q erzielt.

(3)P Der Verhaltensbeiwert q ist ein Näherungswert des Verhältnisses derjenigen Erdbebenkräfte, die das Bauwerk beanspruchen würden, wenn seine Antwort bei 5 % viskoser Dämpfung vollkommen elastisch wäre, zu den Erdbebenkräften, die zur Bemessung mit einem konventionellen linearen Modell verwendet werden dürfen, um gerade noch eine zufrieden stellende Antwort des Bauwerks sicherzustellen. Die Werte des Verhaltensbeiwerts q , die auch den Einfluss einer von 5 % abweichenden Dämpfung berücksichtigen, sind für verschiedene Werkstoffe und Bauwerksarten in Abhängigkeit von den einschlägigen Duktilitätsklassen in verschiedenen Teilen der Reihe EN 1998 angegeben. Der Wert des Verhaltensbeiwerts q darf in verschiedenen horizontalen Richtungen des Bauwerks unterschiedliche Werte annehmen, obwohl die Duktilitätsklassifizierung in allen Richtungen dieselbe sein muss.

(4)P Für die Horizontalkomponenten der Erdbebeneinwirkung ist das Bemessungsspektrum $S_d(T)$ durch folgende Gleichungen definiert:

$$0 \leq T \leq T_B : S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right] \quad (3.13)$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \quad (3.14)$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases} \quad (3.15)$$

$$T_D \leq T : S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases} \quad (3.16)$$

mit a_g , S , T_C und T_D wie in 3.2.2.2 definiert;

$S_d(T)$ als Ordinate des Bemessungsspektrums;

q als Verhaltensbeiwert;

β als Beiwert für den unteren Grenzwert für das horizontale Bemessungsspektrum.

ANMERKUNG Der dem Beiwert β zur Verwendung in einem Land zugewiesene Wert kann in seinem Nationalen Anhang festgelegt sein. Der empfohlene Wert für β ist 0,2.

(5) Für die Vertikalkomponente der Erdbebeneinwirkung wird das Bemessungsspektrum durch die Gleichungen (3.13) bis (3.16) beschrieben, wobei die Bemessungsbodenbeschleunigung a_{vg} in vertikaler Richtung a_g ersetzt. S wird gleich 1,0 gesetzt und die anderen Parameter sind wie in 3.2.2.3 definiert.

(6) Für die Vertikalkomponente der Erdbebeneinwirkung sollte im Normalfall für alle Werkstoffe und Bauwerksarten der Verhaltensbeiwert q nicht größer als 1,5 angenommen werden.

(7) Die Annahme von q -Werten größer als 1,5 in der Vertikalrichtung sollte durch geeignete Nachweise belegt werden.

(8)P Das oben definierte Bemessungsspektrum reicht zur Bemessung von Tragwerken mit Schwingungsisolierung oder Energiedissipationssystemen nicht aus.

3.2.3 Alternative Darstellungen der Erdbebeneinwirkung

3.2.3.1 Zeitverlaufsdarstellung

3.2.3.1.1 Allgemeines

(1)P Die Erdbebeneinwirkung darf auch mit Hilfe von Zeitverläufen der Bodenbeschleunigung und verwandter Größen (Geschwindigkeit und Verschiebung) dargestellt werden.

(2)P Wenn ein räumliches Modell des Tragwerks benötigt wird, muss die Erdbebenbewegung aus drei gleichzeitig wirkenden Beschleunigungszeitverläufen bestehen. Ein und derselbe Beschleunigungszeitverlauf darf nicht gleichzeitig entlang beider Horizontalrichtungen verwendet werden. Vereinfachungen sind nach den einschlägigen Teilen der Reihe EN 1998 möglich.

(3) In Abhängigkeit von der Art der Anwendung und den tatsächlich zur Verfügung stehenden Angaben darf die Beschreibung der Erdbebenbewegung durch die Verwendung künstlicher Beschleunigungszeitverläufe (siehe 3.2.3.1.2) und aufgezeichneter oder simulierter Beschleunigungszeitverläufe (siehe 3.2.3.1.3) erfolgen.

3.2.3.1.2 Künstliche Beschleunigungszeitverläufe

(1)P Künstliche Beschleunigungszeitverläufe müssen so erzeugt werden, dass ihre Antwortspektren dem elastischen Antwortspektrum in 3.2.2.2 und 3.2.2.3 für 5 % viskoser Dämpfung ($\xi = 5\%$) entsprechen.

(2)P Die Dauer der Beschleunigungszeitverläufe muss zur Magnitude und den anderen einschlägigen Merkmalen des Erdbebens, die der Festlegung von a_g zugrunde lagen, konsistent sein.

(3) Wenn standortspezifische Angaben nicht zur Verfügung stehen, sollte die Mindestdauer T_s des stationären Teils des Beschleunigungszeitverlaufs gleich 10 s sein.

(4) Die Serie der künstlichen Beschleunigungszeitverläufe sollte folgenden Regeln genügen:

- a) Es sollten mindestens 3 Beschleunigungszeitverläufe verwendet werden.
- b) Das Mittel der Beschleunigungs-Spektralwerte für die Nullperiode (berechnet aus den einzelnen Zeitverläufen) sollte nicht kleiner sein als der Wert von $a_g S$ für den betrachteten Standort.

- c) Im Periodenbereich zwischen $0,2T_1$ und $2T_1$, wobei T_1 die Eigenschwingungsdauer des Tragwerks in Richtung der Einwirkung des Beschleunigungszeitverlaufs ist, sollte keine Ordinate des mittleren, mit 5 % gedämpften elastischen Spektrums, aus allen Zeitverläufen berechnet, kleiner sein als 90 % des zugehörigen Werts des mit 5 % gedämpften elastischen Antwortspektrums.

3.2.3.1.3 Aufgezeichnete oder simulierte Beschleunigungszeitverläufe

(1)P Aufgezeichnete Beschleunigungszeitverläufe oder Beschleunigungszeitverläufe, die [AC] durch eine der numerischen Simulation [AC] der Herd- und Fortpflanzungsmechanismen generiert wurden, dürfen verwendet werden, vorausgesetzt, dass die verwendeten Musterfunktionen im Hinblick auf die seismogenetischen Merkmale der Herde und der Bodenbeschaffenheit des Standorts ausreichend aussagekräftig sind und dass ihre Werte auf den Wert von a_g für die betrachtete Zone skaliert werden.

(2)P Für Berechnungen der Bodenverstärkung der Erdbebeneinwirkung und für Nachweise der dynamischen Böschungsstabilität siehe EN 1998-5:2004, 2.2.

(3) Die Serie der zu verwendenden aufgezeichneten oder simulierten Beschleunigungszeitverläufe sollte den Bedingungen von 3.2.3.1.2(4) genügen.

3.2.3.2 Räumliches Modell der Erdbebeneinwirkung

(1)P Für Bauwerke mit besonderen Eigenschaften, die eine Annahme gleicher seismischer Anregung aller Fußpunkte vernünftigerweise ausschließen, müssen räumliche Modelle der Erdbebeneinwirkung verwendet werden (siehe 3.2.2.1(8)).

(2)P Solche räumlichen Modelle müssen mit den elastischen Antwortspektren, die für die grundlegende Definition der Erdbebeneinwirkung nach 3.2.2.2 und 3.2.2.3 verwendet wurden, konsistent sein.

3.2.4 Kombinationen der Erdbebeneinwirkung mit anderen Einwirkungen

(1)P Der Bemessungswert E_d der Beanspruchungsgrößen in der Erdbeben-Bemessungssituation muss nach EN 1990:2002, 6.4.3.4 berechnet werden.

(2)P Die Trägheitseffekte der Bemessungs-Erdbebeneinwirkung müssen unter Berücksichtigung der Massen entsprechend aller Gewichtskräfte, die in der folgenden Kombination von Einwirkungen auftreten, berechnet werden:

$$\sum G_{k,j} + \sum \psi_{E,i} \cdot Q_{k,i} \quad (3.17)$$

mit

$\psi_{E,i}$ als Kombinationsbeiwert für die veränderliche Einwirkung i (siehe 4.2.4).

(3) Die Kombinationsbeiwerte $\psi_{E,i}$ berücksichtigen die Wahrscheinlichkeit, dass die Lasten $\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$ während des Erdbebens nicht überall im Bauwerk vorhanden sind. Diese Beiwerte können auch eine verminderte Mitwirkung von Massen bei der Bewegung des Bauwerks infolge von nicht starren gegenseitigen Verbindungen berücksichtigen.

(4) Werte für $\psi_{2,i}$ werden in EN 1990:2002 angegeben und Werte für $\psi_{E,i}$ für Hochbauten oder andere Bauwerksarten werden in den einschlägigen Teilen der Reihe EN 1998 angegeben.

4 Auslegung von Hochbauten

4.1 Allgemeines

4.1.1 Anwendungsbereich

(1)P Abschnitt 4 enthält allgemeine Regeln für die erdbebengerechte Auslegung von Hochbauten und muss zusammen mit den Abschnitten 2, 3 und 5 bis 9 verwendet werden.

(2) Die Abschnitte 5 bis 9 betreffen besondere Regeln für verschiedene Werkstoffe und Bauteile, die bei Hochbauten Verwendung finden.

(3) Hinweise für schwingungsisolierte Hochbauten finden sich in Abschnitt 10.

4.2 Eigenschaften erdbebensicherer Hochbauten

4.2.1 Grundlegende Prinzipien des Entwurfskonzepts

(1)P In erdbebengefährdeten Regionen muss der Aspekt der Erdbebengefährdung bereits frühzeitig beim Entwurfskonzept eines Hochbaus berücksichtigt werden, so dass ein konstruktives System erreicht wird, das die in 2.1 enthaltenen Anforderungen mit annehmbaren Kosten erfüllen kann.

(2) Die Leitprinzipien dieses Entwurfskonzepts sind:

- konstruktive Einfachheit;
- Regelmäßigkeit, Symmetrie und Redundanz;
- bidirektionale Beanspruchbarkeit (Widerstand) und Steifigkeit;
- Torsionsbeanspruchbarkeit und Torsionssteifigkeit;
- Scheibenwirkung der Decken auf Geschossebene;
- ausreichende Gründung.

Diese Prinzipien werden in den folgenden Unterabschnitten näher erläutert.

4.2.1.1 Konstruktive Einfachheit

(1) Die konstruktive Einfachheit, gekennzeichnet durch das Vorhandensein klarer und direkter Wege zur Weiterleitung der erdbebeninduzierten Kräfte, ist ein wichtiges anzustrebendes Ziel, denn die Modellabbildung, Berechnung, Dimensionierung, konstruktive Durchbildung und die Errichtung von einfachen Bauwerken gehen in diesem Fall mit wesentlich geringeren Unsicherheiten einher und die Voraussage ihres seismischen Verhaltens ist damit wesentlich zuverlässiger.

4.2.1.2 Regelmäßigkeit, Symmetrie und Redundanz

(1) Die Regelmäßigkeit im Grundriss wird durch eine gleichmäßige Verteilung der tragenden Bauteile gekennzeichnet, wodurch eine kurze und direkte Weiterleitung der Trägheitskräfte, die in den verteilten Massen des Bauwerks entstehen, ermöglicht wird. Wenn nötig, kann Regelmäßigkeit dadurch erreicht werden, dass das Gesamtgebäude durch Fugen in dynamisch unabhängige Einheiten unterteilt wird, vorausgesetzt, diese Fugen werden so bemessen, dass ein Aufeinanderschlagen der einzelnen Einheiten nach 4.4.2.7 vermieden wird.

- (2) Die Regelmäßigkeit im Aufriss entlang der Höhe des Gebäudes ist ebenfalls wichtig, denn sie trägt zur Vermeidung des Auftretens von empfindlichen Bereichen bei, in denen Spannungskonzentrationen oder große Duktilitätsanforderungen Anlass zu vorzeitigem Versagen sein können.
- (3) Eine gute Übereinstimmung zwischen der Verteilung der Massen und der Verteilung der Beanspruchbarkeit und der Steifigkeit vermeidet große Ausmittigkeiten zwischen Masse und Steifigkeit.
- (4) Ist das Bauwerk von seiner Konzeption her symmetrisch oder fast symmetrisch, so stellt eine symmetrische Anordnung der tragenden Elemente, wohl verteilt im Grundriss, eine nahe liegende Lösung zur Erreichung von Regelmäßigkeit dar.
- (5) Die Verwendung gleichmäßig verteilter tragender Bauteile erhöht die Redundanz, erlaubt eine günstigere Umlagerung von Beanspruchungsgrößen und sorgt für eine weit gestreute Energiedissipation im gesamten Tragwerk.

4.2.1.3 Bidirektionale Beanspruchbarkeit und Steifigkeit

- (1)P Die horizontale Erdbewegung ist eine bidirektionale Erscheinung, so dass das Tragwerk in der Lage sein muss, horizontalen Einwirkungen in jeder Richtung zu widerstehen.
- (2) Um (1)P zu erfüllen, sollten die tragenden Bauteile längs eines im Grundriss rechtwinkligen Rasters angeordnet werden, so dass ähnliche Beanspruchbarkeits- und Steifigkeitseigenschaften in beiden Hauptrichtungen sichergestellt werden.
- (3) Die Wahl der Steifigkeitseigenschaften des Bauwerks sollte versuchen, die Folgen der Erdbeweinwirkung (unter Berücksichtigung der speziellen Bedingungen am Standort) zu minimieren und auch das Entstehen übermäßiger Verformungen begrenzen, die zur Instabilität infolge von Effekten nach Theorie 2. Ordnung oder zu großen Schäden führen könnten.

4.2.1.4 Torsionsbeanspruchbarkeit und Torsionssteifigkeit

- (1) Neben der Beanspruchbarkeit und der Steifigkeit in horizontaler Richtung sollten Bauwerke ausreichende Torsionsbeanspruchbarkeit und Torsionssteifigkeit besitzen, um das Entstehen von Drehbewegungen zu begrenzen, die dazu führen, dass die verschiedenen tragenden Bauteile ungleichmäßig beansprucht werden. In dieser Hinsicht bieten Anordnungen, bei denen die Bauteile, die der Erdbeweinwirkung hauptsächlich Widerstand leisten, in der Nähe des Gebäudeumfangs verteilt werden, klare Vorteile.

4.2.1.5 Scheibenwirkung der Decken auf Geschossebene

- (1) In Gebäuden spielen Geschossdecken einschließlich des Daches eine sehr wichtige Rolle für das seismische Gesamtverhalten des Bauwerks. Sie verhalten sich wie horizontale Scheiben, die Trägheitskräfte sammeln und an die vertikalen tragenden Bauteile weiterleiten und dabei sicherstellen, dass diese Systeme bei der Aufnahme der horizontalen Erdbewbeanspruchung zusammenwirken. Die Scheibenwirkung der Decken ist besonders wichtig bei komplizierten und unregelmäßigen Anordnungen vertikaler Tragsysteme oder dort, wo Systeme unterschiedlicher horizontaler Verformbarkeit zusammen verwendet werden (z. B. in Mischsystemen).
- (2) Die Geschossdecken und das Dach sollten in ihrer Ebene steif und widerstandsfähig sein und wirksame Anschlüsse zu den vertikalen Tragstrukturen besitzen. Besondere Vorsicht ist geboten bei nichtkompakten oder im Grundriss sehr lang gestreckten Formen und in Fällen großer Deckenöffnungen, besonders wenn Letztere sich in der Nähe von vertikalen Haupttragstrukturen befinden und somit die Wirksamkeit der Verbindung zwischen dem vertikalen und dem horizontalen Bauteil beeinträchtigen.
- (3) Die Deckenscheiben sollten in ihrer Ebene ausreichende Steifigkeit zur Verteilung der horizontalen Trägheitskräfte an die vertikalen Tragstrukturen besitzen, im Einklang mit den Berechnungsannahmen (z. B. starre Scheiben, siehe 4.3.1(4)). Dies gilt besonders dann, wenn bedeutsame Steifigkeitsänderungen oder rückspringende vertikale Bauteile oberhalb und unterhalb der Scheibe vorkommen.

4.2.1.6 Ausreichende Gründung

(1)P Für seismische Einwirkungen müssen Auslegung und Konstruktion der Gründung und ihrer Verbindungen zum Überbau sicherstellen, dass das Gesamtbauwerk einer gleichförmigen Erdbebenanregung ausgesetzt wird.

(2) Für Bauwerke, die aus einer bestimmten Anzahl tragender Wände bestehen, die aller Wahrscheinlichkeit nach unterschiedliche Längen und Steifigkeiten haben, sollte im Allgemeinen eine starre, kasten- oder zellenförmige Gründung gewählt werden, die eine Bodenplatte und eine Deckenplatte enthält.

(3) Für Gebäude mit einzelnen Gründungsteilen (Einzelfundamenten oder Pfählen) wird die Verwendung einer Bodenplatte oder von Zerrbalken zwischen diesen Teilen in beiden Hauptrichtungen empfohlen, bei Beachtung der Kriterien und Regeln von EN 1998-5:2004, **5.4.1.2**.

4.2.2 Primäre und sekundäre seismische Bauteile

(1)P Eine bestimmte Anzahl tragender Bauteile (z. B. Balken und/oder Stützen) dürfen als „sekundäre“ seismische Bauteile betrachtet werden, wenn diese keinen Teil des Systems bilden, das die seismische Einwirkung auf das Gebäude aufnehmen muss. Die Festigkeit und die Steifigkeit dieser Elemente für Erdbebeneinwirkungen dürfen nicht berücksichtigt werden. Diese Bauteile brauchen den Anforderungen der Abschnitte **5** bis **9** nicht zu genügen. Trotzdem müssen sie und ihre Anschlüsse derart bemessen und durchkonstruiert werden, dass sie in der Lage sind, die Trägheitslasten aufzunehmen unter Berücksichtigung der Verschiebungen, die von der ungünstigsten Erdbeben-Bemessungssituation herrühren. Bei der Auslegung dieser Bauteile sollte eine angemessene Berücksichtigung des Einflusses nach Theorie 2. Ordnung (P- Δ -Effekte) erfolgen.

(2) In den Abschnitten **5** bis **9** finden sich Regeln für die Auslegung und die konstruktive Durchbildung von sekundären seismischen Elementen, zusätzlich zu den Regeln in EN 1992, EN 1993, EN 1994, EN 1995 und EN 1996.

(3) Alle Bauteile, die nicht als sekundäre seismische Bauteile betrachtet werden, stellen primäre seismische Bauteile dar. Sie werden als Teil des Systems betrachtet, das den horizontalen Kräften widersteht. Sie sollten für die Berechnung modellmäßig nach **4.3.1** abgebildet werden und nach den Regeln der Abschnitte **5** bis **9** zur Aufnahme der Erdbebenlasten ausgelegt und durchkonstruiert werden.

(4) Der Beitrag aller sekundärer seismischen Bauteile zur horizontalen Steifigkeit sollte 15 % des Beitrags aller primärer seismischen Bauteile nicht überschreiten.

(5) Die Betrachtung tragender Bauteile als sekundäre seismische Bauteile darf nicht zu einer Umklassifikation des Bauwerks nach **4.2.3** von unregelmäßig zu regelmäßig führen.

4.2.3 Kriterien für konstruktive Regelmäßigkeit

4.2.3.1 Allgemeines

(1)P Zu Zwecken der Erdbebenauslegung wird zwischen regelmäßigen und unregelmäßigen Bauwerken unterschieden.

ANMERKUNG In Bauwerken mit mehr als einer dynamisch unabhängigen Einheit beziehen sich die Einteilung und die einschlägigen Kriterien von **4.2.3** auf die einzelnen unabhängigen Einheiten. In solchen Tragwerken steht „einzelne dynamisch unabhängige Einheit“ für den Begriff „Bauwerk“ in **4.2.3**.

(2) Diese Unterscheidung wirkt sich auf folgende Aspekte der Erdbebenbemessung aus:

- das Rechenmodell, das entweder ein vereinfachtes ebenes oder ein räumliches sein kann;
- die Berechnungsmethode, die entweder ein vereinfachtes Antwortspektrumverfahren (Verfahren mit horizontalen Ersatzlasten) oder ein modales Verfahren sein kann;
- den Wert des Verhaltensbeiwerts q , der für Bauwerke, die im Aufriss nicht regelmäßig sind, abzumindern ist (siehe **4.2.3.3**).

(3)P In Anbetracht der Auswirkungen der Regelmäßigkeit der Konstruktion auf die Berechnung und Auslegung werden die Kennzeichen der Regelmäßigkeit des Bauwerks im Grundriss und im Aufriss getrennt betrachtet (Tabelle 4.1).

Tabelle 4.1 — Auswirkungen der konstruktiven Regelmäßigkeit auf die Erdbebenberechnung und -auslegung

Regelmäßig		Zulässige Vereinfachung		Verhaltensbeiwert
Grundriss	Aufriss	Modell	Linear-elastische Berechnung	(für lineare Berechnung)
Ja	Ja	Eben	Vereinfacht ^a	Referenzwert
Ja	Nein	Eben	Modal	Abgemindert
Nein	Ja	Räumlich ^b	Vereinfacht ^a	Referenzwert
Nein	Nein	Räumlich	Modal	Abgemindert
^a Falls die Bedingung von 4.3.3.2.1(2)a ebenfalls erfüllt ist. ^b Unter den besonderen Bedingungen von 4.3.3.1(8) darf ein eigenes ebenes Modell in jeder der beiden Horizontalrichtungen verwendet werden, nach 4.3.3.1(8) .				

(4) Kriterien zur Beschreibung der Regelmäßigkeit im Grundriss und im Aufriss stehen in **4.2.3.2** und **4.2.3.3**; Regeln zur Modellabbildung und Berechnung werden in **4.3** angegeben.

(5)P Die Regelmäßigkeitskriterien von **4.2.3.2** und **4.2.3.3** sollten als notwendige Bedingungen betrachtet werden. Es muss nachgewiesen werden, dass die angenommene Regelmäßigkeit des Bauwerks nicht durch andere Eigenschaften beeinträchtigt wird, die in diesen Kriterien nicht enthalten sind.

(6) Die Referenzwerte der Verhaltensbeiwerte werden in den Abschnitten **5** bis **9** angegeben.

(7) Für im Aufriss unregelmäßige Bauwerke ergeben sich abgeminderte Werte der Verhaltensbeiwerte durch Multiplikation der Referenzwerte mit 0,8.

4.2.3.2 Kriterien für Regelmäßigkeit im Grundriss

(1)P Damit ein Gebäude als im Grundriss regelmäßig klassifiziert werden kann, muss es alle in den folgenden Absätzen aufgeführten Bedingungen erfüllen.

(2) Hinsichtlich der Verteilung der horizontalen Steifigkeit und der Masse muss das Bauwerk im Grundriss ungefähr symmetrisch bezüglich zweier rechtwinklig zueinander stehender Achsen sein.

(3) Die Grundrissform muss kompakt sein, d. h., jedes Stockwerk muss durch ein konvexes Polygon umrissen sein. Wenn es im Grundriss Rücksprünge gibt (rückspringende Ecken oder Ecknischen), darf trotzdem eine Regelmäßigkeit im Grundriss angenommen werden, vorausgesetzt, dass diese Rücksprünge die Steifigkeit der Decke in ihrer Ebene nicht beeinträchtigen und dass für jeden Rücksprung die Fläche zwischen dem Umriss des Stockwerks und einem konvexen Polygon als Umhüllende des Stockwerks 5 % der Stockwerksfläche nicht überschreitet.

(4) Die Steifigkeit der Decken in ihrer Ebene muss im Vergleich zur Horizontalsteifigkeit der vertikalen tragenden Bauteile ausreichend groß sein, so dass die Verformung der Decke sich nur unwesentlich auf die Verteilung der Kräfte an die vertikalen tragenden Bauteile auswirkt. In dieser Beziehung sollten L-, C-, H-, I-, X-Grundrissformen sorgfältig untersucht werden, besonders in Bezug auf die Steifigkeit horizontal abstehender Teile, die derjenigen des Zentralteils vergleichbar sein muss, um die Bedingung der starren Scheibe zu erfüllen. Die Anwendung dieses Absatzes sollte bei der Beurteilung des globalen Verhaltens des Gebäudes stattfinden.

(5) Die Schlankheit $\lambda = L_{\max}/L_{\min}$ des Gebäudes im Grundriss darf nicht größer als 4 sein, wobei $L_{\max}$ und $L_{\min}$ jeweils die senkrecht zueinander gemessene größte und kleinste Gebäudeabmessung im Grundriss darstellt.

(6) Für jedes Geschoss und in jeder Berechnungsrichtung x oder y müssen die tatsächliche Ausmittigkeit e_o und der Torsionsradius r die beiden unten stehenden Bedingungen erfüllen, die für die Berechnungsrichtung y angeschrieben wurden:

$$e_{ox} \leq 0,30 \cdot r_x \quad (4.1a)$$

$$r_x \geq l_s \quad (4.1b)$$

mit

e_{ox} als Abstand zwischen dem Steifigkeitsmittelpunkt und dem Massenmittelpunkt, gemessen in x -Richtung, die senkrecht zur betrachteten Berechnungsrichtung verläuft;

r_x als Quadratwurzel des Verhältnisses zwischen der Torsionssteifigkeit und der Horizontalsteifigkeit in y -Richtung („Torsionsradius“);

l_s als Trägheitsradius der Geschossmasse im Grundriss (Quadratwurzel des Verhältnisses von (a) dem polaren Trägheitsmoment der Geschossmasse im Grundriss bezüglich des Massenmittelpunkts des Geschosses zu (b) der Masse des Geschosses).

Die Definitionen des Steifigkeitsmittelpunktes und des Torsionsradius r werden in den Abschnitten (7) bis (9) dieses Unterabschnitts gegeben.

(7) In eingeschossigen Gebäuden wird der Steifigkeitsmittelpunkt als der Mittelpunkt der horizontalen Steifigkeit aller primären seismischen Bauteile definiert. Der Torsionsradius r ist definiert als die Quadratwurzel des Verhältnisses der globalen Torsionssteifigkeit bezogen auf den Mittelpunkt der horizontalen Steifigkeit zur globalen Horizontalsteifigkeit in einer Richtung unter Berücksichtigung aller primären seismischen Bauteile in dieser Richtung.

(8) In mehrgeschossigen Gebäuden sind nur Näherungsdefinitionen von Steifigkeitsmittelpunkt und Torsionsradius möglich. Eine vereinfachte Definition zwecks Klassifizierung der konstruktiven Regelmäßigkeit im Grundriss und zur näherungsweisen Erfassung von Torsionseffekten ist möglich, wenn die beiden folgenden Bedingungen erfüllt werden:

- a) Alle Systeme zur Abtragung horizontaler Lasten, wie Kerne, tragende Wände oder Rahmen, verlaufen ohne Unterbrechung von der Gründung bis zur Gebäudeoberkante.
- b) Die Biegelinien der einzelnen Aussteifungssysteme unter Horizontallasten unterscheiden sich nicht wesentlich. Diese Bedingung darf als erfüllt betrachtet werden bei Rahmensystemen und Wandsystemen. Im Allgemeinen ist diese Bedingung bei Mischsystemen nicht erfüllt.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang kann Hinweise zu Dokumenten enthalten, die Definitionen des Steifigkeitsmittelpunkts und des Torsionsradius für mehrgeschossige Gebäude angeben, und zwar sowohl für solche, die die Bedingungen a) und b) von Absatz (8) erfüllen, als auch für solche, die diese nicht erfüllen.

(9) Bei Rahmen und bei Systemen aus schlanken Wänden mit überwiegend Biegeverformungen dürfen die Lage des Steifigkeitsmittelpunkts und der Torsionsradius aller Geschosse unter Verwendung der Trägheitsmomente der Querschnitte der Vertikalbauteile berechnet werden. Wenn zusätzlich zu den Biegeverformungen auch Schubverformungen eine nicht zu vernachlässigende Rolle spielen, dürfen sie durch die Verwendung von äquivalenten Querschnitts-Trägheitsmomenten berücksichtigt werden.

4.2.3.3 Kriterien für Regelmäßigkeit im Aufriss

- (1)P Damit ein Gebäude als im Aufriss regelmäßig klassifiziert werden kann, muss es alle in den folgenden Absätzen aufgeführte Bedingungen erfüllen.
- (2) Alle horizontalen Aussteifungssysteme wie Kerne, tragende Wände oder Rahmen müssen ohne Unterbrechung von ihren Gründungen bis zur Oberkante des Gebäudes oder, wenn auf verschiedenen Höhen Rücksprünge vorhanden sind, bis zur Oberkante des entsprechenden Gebäudeteils verlaufen.
- (3) Sowohl die Horizontalsteifigkeit als auch die Masse der einzelnen Geschosse müssen konstant sein oder allmählich ohne sprunghafte Änderungen vom Fundament bis zur Spitze eines Gebäudes abnehmen.
- (4) In Rahmentragwerken sollte das Verhältnis der tatsächlichen Geschossbeanspruchbarkeit zu der laut Berechnung erforderlichen Beanspruchbarkeit nicht unverhältnismäßig stark zwischen benachbarten Geschossen variieren. In diesem Zusammenhang werden die besonderen Aspekte von mit Mauerwerk ausgefachten Rahmen in **4.3.6.3.2** behandelt.
- (5) Wenn Rücksprünge vorhanden sind, gelten folgende zusätzliche Bedingungen:
- a) für allmähliche Rücksprünge unter Wahrung der axialen Symmetrie darf der Rücksprung in jedem Stockwerk nicht größer sein als 20 % der vorhergehenden Grundrissabmessung in Richtung des Rücksprungs (siehe Bild 4.1.a und Bild 4.1.b);
 - b) für einen einzelnen Rücksprung innerhalb der unteren 15 % der Gesamthöhe des Haupttragsystems darf der Rücksprung nicht größer als 50 % der vorhergehenden Grundrissabmessung sein (siehe Bild 4.1.c). In diesem Fall sollte die Tragkonstruktion des unteren Bereichs innerhalb der Vertikalprojektion des Umrisses der oberen Stockwerke derart ausgelegt werden, dass sie mindestens 75 % der horizontalen Schubkräfte aufnehmen kann, die in diesem Bereich eines ähnlichen Gebäudes ohne Vergrößerung der Basis entstehen würden;
 - c) wenn die Rücksprünge die Symmetrie verletzen, darf in jeder Seitenansicht die Summe der Rücksprünge von allen Geschossen nicht größer als 30 % der Grundrissabmessung des ersten Geschosses oberhalb der Gründung oder oberhalb eines starren Kellergeschosses sein, und die einzelnen Rücksprünge dürfen nicht größer als 10 % der vorhergehenden Grundrissabmessung sein (siehe Bild 4.1.d).

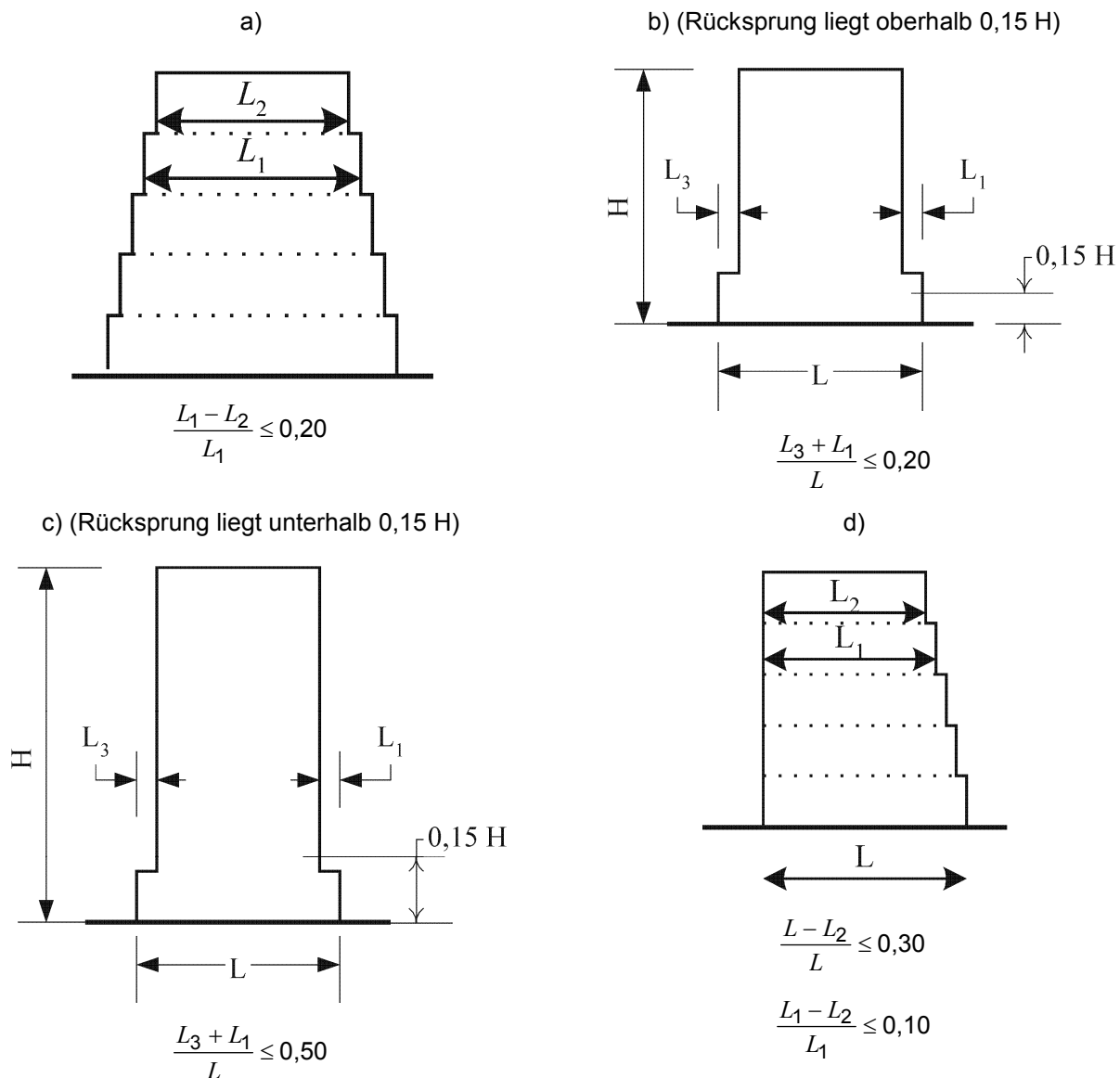


Bild 4.1 — Kriterien für die Regelmäßigkeit von Gebäuden mit Rücksprüngen

4.2.4 Kombinationsbeiwerte für veränderliche Einwirkungen

(1)P Die Kombinationsbeiwerte ψ_{2i} (für den quasi-ständigen Wert einer veränderlichen Einwirkung q_i) für die Auslegung von Hochbauten (siehe 3.2.4) müssen diejenigen sein, die in EN 1990:2002, Anhang A.1 angegeben sind.

(2)P Die in 3.2.4(2)P für die Berechnung der Beanspruchungsgrößen infolge Erdbebeneinwirkungen eingeführten Kombinationsbeiwerte ψ_{Ei} müssen nach folgender Formel berechnet werden:

$$\psi_{Ei} = \varphi \cdot \psi_{2i} \quad (4.2)$$

ANMERKUNG Die φ zugewiesenen Werte zur Verwendung in einem Land können in seinem Nationalen Anhang festgelegt sein. Die empfohlenen Werte für φ sind in Tabelle 4.2 aufgeführt.