

DIN EN 1998-3



ICS 91.010.30; 91.120.25

Ersatz für
DIN EN 1998-3:2006-04**Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben –
Teil 3: Beurteilung und Ertüchtigung von Gebäuden;
Deutsche Fassung EN 1998-3:2005 + AC:2010**

Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance –
Part 3: Assessment and retrofitting of buildings;
German version EN 1998-3:2005 + AC:2010

Eurocode 8: Calcul des structures pour leur résistance aux séismes –
Partie 3: Evaluation et renforcement des bâtiments;
Version allemande EN 1998-3:2005 + AC:2010

Gesamtumfang 84 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN



Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm (EN 1998-3:2005 + AC:2010) ist in der Verantwortung von CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ entstanden und wurde auf der Grundlage der ENV 1996-1-4:1999 erarbeitet.

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

Die Norm ist Bestandteil einer Reihe von Einwirkungs- und Bemessungsnormen, deren Anwendung nur im Paket sinnvoll ist. Dieser Tatsache wird durch die Richtlinie der Kommission der Europäischen Gemeinschaft für die Anwendung der Eurocodes Rechnung getragen, indem dort Übergangsfristen für die verbindliche Umsetzung der Eurocodes in den Mitgliedstaaten vorgesehen sind. Die Übergangsfristen müssen im Einzelfall von CEN und der Kommission präzisiert werden.

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.

Der Beginn und das Ende des hinzugefügten oder geänderten Textes wird im Text durch die Textmarkierungen **AC** **AC** angezeigt.

Änderungen

Gegenüber DIN V ENV 1998-1-4:1999-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Stellungnahmen der nationalen Normungsinstitute wurden eingearbeitet und der Text vollständig überarbeitet;
- b) der Vornorm-Charakter wurde aufgehoben und die Nummer DIN EN 1998-3 geändert;
- c) Überarbeitung und Anpassung des Inhalts an den Stand der Technik.

Gegenüber DIN EN 1998-3:2006-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Vorgänger-Norm mit der europäischen Berichtigung EN 1998-3/AC:2010 konsolidiert;
- b) redaktionelle Änderungen durchgeführt.

Frühere Ausgaben

DIN V ENV 1998-1-4: 1999-09
DIN EN 1998-3: 2006-04

Deutsche Fassung

**Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben —
Teil 3: Beurteilung und Ertüchtigung von Gebäuden**

Eurocode 8: Design of structures for
earthquake resistance —
Part 3: Assessment and retrofitting of buildings

Eurocode 8: Calcul des structures pour
leur résistance aux séismes —
Partie 3: Evaluation et renforcement des bâtiments

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 15. März 2005 angenommen.

Die Berichtigung tritt am 10. März 2010 in Kraft und wurde in EN 1998-3:2005 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 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, Kroatien, 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	4
Hintergrund des Eurocode-Programms	4
Status und Gültigkeitsbereich der Eurocodes	5
Nationale Fassungen der Eurocodes	6
Verbindung zwischen den Eurocodes und den harmonisierten technischen Spezifikationen für Bauprodukte (ENs und ETAs)	6
Zusatzinformationen zu EN 1998-3	6
Nationaler Anhang für EN 1998-3	8
1 Allgemeines	9
1.1 Anwendungsbereich	9
1.2 Normative Verweisungen	9
1.2.1 Allgemeine Bezugsnormen	10
1.3 Annahmen	10
1.4 Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln	10
1.5 Definitionen	10
1.6 Formelzeichen	10
1.6.1 Allgemeines	10
1.6.2 Im Anhang A verwendete Formelzeichen	10
1.6.3 Im Anhang B verwendete Formelzeichen	12
1.7 SI-Einheiten	13
2 Funktionsanforderungen und Übereinstimmungskriterien	13
2.1 Grundlegende Anforderungen	13
2.2 Übereinstimmungskriterien	14
2.2.1 Allgemeines	14
2.2.2 Grenzzustand des Quasiversagens (NC)	15
2.2.3 Grenzzustand der wesentlichen Schädigung (SD)	15
2.2.4 Grenzzustand der Schadensbegrenzung (DL)	15
3 Informationen zur Beurteilung der Konstruktion	16
3.1 Allgemeine Informationen und Vorgeschichte	16
3.2 Erforderliche Eingangsdaten	16
3.3 Kenntnisstände	17
3.3.1 Definition von Kenntnisständen	17
3.3.2 KL1: Beschränkter Kenntnisstand	18
3.3.3 KL2: Normaler Kenntnisstand	19
3.3.4 KL3: Vollständiger Kenntnisstand	19
3.4 Identifikation des Kenntnisstands	20
3.4.1 Geometrie	20
3.4.2 Konstruktive Details	20
3.4.3 Werkstoffe	21
3.4.4 Definition der Inspektions- und Versuchsniveaus	21
3.5 Konfidenzbeiwerte	22
4 Beurteilung	22
4.1 Allgemeines	22
4.2 Erdbebeneinwirkungen und seismische Lastfallkombinationen	22
4.3 Modellierung des Bauwerks	23
4.4 Berechnungsmethoden	23
4.4.1 Allgemeines	23
4.4.2 Vereinfachtes Antwortspektrumsverfahren (Ersatzlastverfahren)	24
4.4.3 Multimodales Antwortspektrumsverfahren	24

4.4.4	Nichtlineare statische Berechnung	24
4.4.5	Nichtlineare Zeitverlaufsrechnung	25
4.4.6	Verfahren mit q -Beiwerten	25
4.4.7	Kombination der Komponenten der Erdbebeneinwirkung	25
4.4.8	Zusätzliche Maßnahmen für Rahmen mit Mauerwerksausfachungen	26
4.4.9	Kombinationsbeiwerte für veränderliche Einwirkungen	26
4.4.10	Bedeutungskategorien und Bedeutungsbeiwerte	26
4.5	Sicherheitsnachweise	26
4.5.1	Lineare Berechnungsmethoden (Ersatzkraftverfahren oder multimodales Antwortspektrumsverfahren)	26
4.5.2	Nichtlineare Berechnungsmethoden (statisch oder dynamisch)	26
4.5.3	Verfahren mit q -Beiwerten	27
4.6	Zusammenfassung der Kriterien für Berechnungen und Sicherheitsnachweise	27
5	Entscheidungen für bauliche Eingriffe	28
5.1	Kriterien für einen baulichen Eingriff	28
5.1.1	Einführung	28
5.1.2	Technische Kriterien	28
5.1.3	Arten von Eingriffen	28
5.1.4	Nichttragende Bauteile	29
5.1.5	Begründung der Wahl der Eingriffsstrategie	29
6	Auslegung konstruktiver Eingriffe	30
6.1	Entwurfsvorgehen für nachträgliche Ertüchtigung	30
Anhang A (informativ)	Stahlbetonbauten	31
Anhang B (informativ)	Stahl- und Verbundbauten	50
Anhang C (informativ)	Mauerwerksbauten	76

Vorwort

Dieses Dokument (EN 1998-3:2005 + AC:2010), Eurocode 8: Auslegungen von Bauwerken gegen Erdbeben — Teil 3: Beurteilung und Ertüchtigung von Gebäuden wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ 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 Dezember 2005, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2010 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt ENV 1998-1-4:1996.

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, 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).

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.

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 Bauaufsichtsorgane 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 89/106/EWG, besonders mit der wesentlichen Anforderung Nr 1: Mechanischer Widerstand und Stabilität 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 Herstellung 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 Art sind als die harmonisierten Produktnormen³⁾.

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 oder Testverfahren, 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 liefern Einzelbauteile, allgemeine Regelungen für den Entwurf, die Berechnung und Bemessung von vollständigen Tragwerken und Einzelbauteilen, die sich für die übliche Anwendung eignen. Sie treffen auf bewährte Bauweisen und Aspekte neuartiger Anwendungen, enthalten aber keine Regelungen für ungewöhnliche Konstruktionen oder Sonderlösungen, wofür es erforderlich ist, Experten zu Rate zu ziehen.

Nationale Fassungen der Eurocodes

Die nationale Fassung eines Eurocodes enthält den vollständigen Text des Eurocodes (einschließlich aller Anhänge), so wie von CEN veröffentlicht, mit möglicherweise einer nationalen Titelseite und einem nationalen Vorwort sowie einem Nationalen Anhang.

Der Nationale Anhang darf nur Hinweise zu den Parametern geben, die im Eurocode für nationale Entscheidungen offen gelassen wurden. Diese national festzulegenden Parameter (NDP) gelten für die Tragwerksplanung von Hochbauten 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 zur Anwendung des Eurocodes, soweit sie diese ergänzen und nicht widersprechen.

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. Insbesondere sollten die Hinweise, die mit den CE-Zeichen an den Bauprodukten verbunden sind, die die Eurocodes in Bezug nehmen, klar erkennen lassen, welche national festzulegenden Parameter zugrunde liegen.

Zusatzinformationen zu EN 1998-3

Obwohl Beurteilung und Ertüchtigung bestehender Bauwerke für nichtseismische Einwirkungen noch nicht durch die entsprechenden werkstoffbezogenen Eurocodes abgedeckt werden, wurde dieser Teil des Eurocode 8 aus folgenden Gründen gezielt entwickelt:

- Bei vielen älteren Bauwerken wurde der Widerstand gegen Erdbeben beim Originalentwurf nicht berücksichtigt, während nichtseismische Einwirkungen zumindest über die Konstruktionsregeln der tradierten Bauweisen Berücksichtigung fanden.

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.

- Die Erfassung der seismischen Gefährdung nach dem jetzigen Wissensstand könnte die Notwendigkeit der Durchführung von Ertüchtigungsmaßnahmen ergeben.
- Das Auftreten von Erdbebenschäden könnte die Durchführung größerer Reparaturen notwendig machen.

Darüber hinaus stellen Kriterien zur seismischen Beurteilung (von Tragwerken, deren Auslegung nach EC 8 erfolgte und die später beschädigt wurden) einen unverzichtbaren Teil des Gesamtprozesses zur Beurteilung der seismischen Sicherheit von Bauwerken dar, nachdem nach Auffassung des Eurocode 8 die erdbebengerechte Auslegung neuer Bauwerke eine gewisse zulässige Schädigung für das Bemessungserdbeben unterstellt.

Im Rahmen seismischer Ertüchtigungen sind qualitative Überprüfungen für die Identifizierung und Behebung größerer konstruktiver Mängel sehr wichtig; ihre Anwendung darf nicht durch das in diesem Teil des Eurocode 8 präsentierte quantitative Berechnungsverfahren behindert werden. Es wird der Initiative der nationalen Behörden überlassen, Dokumente von starker qualitativer Natur zu erstellen.

Diese Norm bezieht sich allein auf die baulich-konstruktiven Aspekte der seismischen Beurteilung und Ertüchtigung, die lediglich eine Komponente einer umfassenden Strategie zur Verminderung des Erdbebenrisikos darstellen könnten. Diese Norm wird maßgebend, sobald die Notwendigkeit der Durchführung einer Beurteilung für ein bestimmtes Bauwerk feststeht. Die Umstände, welche die Durchführung einer seismischen Beurteilung von bestimmten Bauwerken, die möglicherweise Ertüchtigungsmaßnahmen zur Folge haben, notwendig machen könnten, sind nicht Gegenstand dieser Norm.

Nationale Programme zur Verminderung des Erdbebenrisikos durch seismische Beurteilung und Ertüchtigung dürfen zwischen „aktiven“ und „passiven“ Programmen zur seismischen Beurteilung und Ertüchtigung unterscheiden. „Aktive“ Programme dürfen von den Eigentümern bestimmter Kategorien von Bauwerken verlangen, dass sie bestimmte Termine für die Erledigung der seismischen Beurteilung und – in Abhängigkeit von ihrem Ergebnis – der Ertüchtigung einhalten. Die dabei ins Auge gefassten Bauwerkskategorien können von der Seismizität und den Baugrundbedingungen, der Bedeutungskategorie und der Nutzungsart und der wahrgenommenen Vulnerabilität abhängen (Letztere als Funktion des Werkstoffs und der Bauweise, der Anzahl der Stockwerke, des Alters des Gebäudes in Bezug auf das Datum älterer Normen und deren Gültigkeit bzw. verbindliche Umsetzung usw.). „Passive“ Programme verknüpfen die seismische Beurteilung – die möglicherweise eine durchzuführende Ertüchtigung zur Folge hat – mit anderen, mit der Nutzung des Bauwerks und der Fortschreibung seines Zustands verbundenen Ereignissen oder Aktivitäten, wie z. B. mit einer mit stärkerer Nutzung oder erhöhter Wichtigkeit einhergehenden Änderung der Verwendung, mit einer einen gewissen Umfang (als Prozentsatz der Nutzfläche oder des gesamten Gebäudewertes) übersteigenden Umbaumaßnahme, mit der Behebung von Schäden nach Erdbeben usw. Die Wahl der zu überprüfenden Grenzzustände und die Wiederkehrperioden der ihnen zugeordneten Erdbebeneinwirkung dürfen vom gewählten Beurteilungs- und Ertüchtigungsprogramm abhängen. Die relevanten Anforderungen dürfen für „aktive“ Programme weniger stringent als für „passive“ Programme sein; so dürfen z. B. in „passiven“ Programmen, die durch Umbaumaßnahmen ausgelöst wurden, die entsprechenden Anforderungen in Abhängigkeit von dem Umfang und den Kosten der durchgeführten Umbauarbeiten variieren.

In Fällen niedriger Seismizität (siehe EN 1998-1, **3.2.1(4)**) darf diese Norm durch die zuständigen nationalen Anhänge den örtlichen Gegebenheiten angepasst werden.

Nationaler Anhang für EN 1998-3

Diese Norm enthält alternative Methoden und Werte sowie Empfehlungen für Klassen mit Hinweisen, an welchen Stellen nationale Festlegungen getroffen werden. Dazu wird die jeweilige nationale Ausgabe von EN 1998-3 einen Nationalen Anhang mit den national festzulegenden Parametern erhalten, mit dem die Tragwerksplanung von Hochbauten und Ingenieurbauten, die in dem Ausgabeland gebaut werden sollen, möglich ist.

Nationale Festlegungen sind in EN 1998-3:2005 bei folgenden Regelungen vorgesehen:

Bezug	Gegenstand
1.1(4)	Informative Anhänge A, B und C
2.1(2)P	Anzahl der zu berücksichtigenden Grenzzustände
2.1(3)P	Wiederkehrperiode von seismischen Einwirkungen, für welche die Grenzzustände nicht überschritten werden dürfen.
2.2.1(7)P	Teilsicherheitsbeiwerte für Werkstoffe
3.3.1(4)	Konfidenzbeiwerte
3.4.4(1)	Inspektions- und Versuchsebenen
4.4.2(1)P	Maximalwert des Verhältnisses $\rho_{\max}/\rho_{\min}$
AC A.4.4.2(5)	Teilsicherheitsbeiwert γ_{fd} für die Ablösung (Abschälen) des FRP AC
AC A.4.4.2(9)	Teilsicherheitsbeiwert γ_{fd} des FRP AC
4.4.4.5(2)	Ergänzende, nicht im Widerspruch zum Eurocode stehende Information über nicht-lineare statische Berechnungsmethoden, welche den Einfluss höherer Eigenformen zu erfassen gestatten.

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

(1) Der Anwendungsbereich von Eurocode 8 ist in EN 1998-1:2004, **1.1.1** definiert und der Anwendungsbereich dieser Norm ist in **(2)**, **(4)** und **(5)** definiert. Zusätzliche Teile von Eurocode 8 werden in EN 1998-1:2004, **1.1.3** aufgeführt.

(2) Der Anwendungsbereich von EN 1998-3 erstreckt sich auf Folgendes:

- Bereitstellung von Kriterien für die Erfassung des seismischen Verhaltens von bereits bestehenden einzelnen Bauwerken.
- Beschreibung des Verfahrens zur Auswahl der notwendigen Rehabilitationsmaßnahmen.
- Vorstellung von Kriterien für den Entwurf von Ertüchtigungsmaßnahmen (z. B. Konzepte, Berechnungen einschließlich der konstruktiven Eingriffe, endgültige Dimensionierung der tragenden Teile und ihrer Verbindung zu den vorhandenen Bauteilen).

ANMERKUNG Für die Zwecke dieser Norm umfasst der Begriff Ertüchtigung sowohl die Verstärkung unbeschädigter Bauwerke als auch die Sanierung von durch Erdbeben beschädigten Bauwerken.

(3) Beim Entwurf konstruktiver Eingriffe zur Erlangung einer ausreichenden Tragfähigkeit für seismische Einwirkungen müssen auch für die nichtseismischen Lastkombinationen Nachweise durchgeführt werden.

(4) Entsprechend den Grundanforderungen von EN 1998-1:2004 deckt diese Norm die seismische Beurteilung und Ertüchtigung von Gebäuden ab, die aus den am häufigsten verwendeten Werkstoffen bestehen: Beton, Stahl und Mauerwerk.

ANMERKUNG Die informativen Anhänge A, B und C enthalten Zusatzinformationen bezüglich der Beurteilung von Gebäuden aus Stahlbeton, Stahl- oder Verbundbauten und Mauerwerkbauten und, soweit notwendig, bezüglich deren Ertüchtigung.

(5) Obwohl die Vorschriften dieser Norm auf alle Bauwerksarten anwendbar sind, erfordert die Reparatur oder Verstärkung von Monumenten und historischen Gebäuden oft verschiedene Arten von Vorschriften und Verfahren, die in geeigneter Weise die jeweiligen Besonderheiten der Monumente berücksichtigen sollten.

(6) Weil bestehende Bauwerke

- i. den Kenntnisstand zur Zeit ihrer Errichtung widerspiegeln,
- ii. möglicherweise versteckte grobe Mängel enthalten,
- iii. möglicherweise früheren Erdbeben oder anderen nicht planmäßigen Einwirkungen mit unbekannten Folgen ausgesetzt waren,

ist ihre konstruktive Beurteilung und die Planung möglicher baulicher Eingriffe in der Regel mit anderen Unsicherheiten (Kenntnisständen) verknüpft als der Entwurf neuer Bauwerke. Es werden deshalb andere Sätze von Sicherheitsbeiwerten für die Werkstoffe und die Tragwirkung benötigt und auch, in Abhängigkeit von der Vollständigkeit und Zuverlässigkeit der vorhandenen Information, andere Berechnungsverfahren.

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 1998-1, *Eurocode 8 — Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben — Teil 1: Grundlagen, seismische Einwirkungen und Regeln für Hochbauten*

1.3 Annahmen

- (1) Es wird auf EN 1998-1:2004, **1.3** hingewiesen.
- (2) Die Vorschriften dieser Norm unterstellen, dass die Zusammenstellung der Daten und die Versuche durch erfahrenes Personal durchgeführt werden und dass der für die Beurteilung, die mögliche Auslegung der Erleichterung und die Ausführung der Arbeiten verantwortliche Ingenieur über einschlägige Erfahrungen für den Bauwerkstyp, der verstärkt oder saniert wird, verfügt.
- (3) Inspektionsprozeduren, Checklisten und andere Vorgehensweisen für die Durchführung der Datensammlung sollen dokumentiert und archiviert werden. Auf sie ist in den Entwurfsunterlagen Bezug zu nehmen.

1.4 Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln

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

1.5 Definitionen

- (1) Es wird auf EN 1998-1:2004, **1.5** hingewiesen.

1.6 Formelzeichen

1.6.1 Allgemeines

- (1) Es wird auf EN 1998-1:2004, **1.6** hingewiesen.
- (2) Weitere, in dieser Norm verwendete Formelzeichen werden im Text, in dem sie auftreten, definiert.

1.6.2 Im Anhang A verwendete Formelzeichen

b	Breite der Stahlbänder in Stahlummantelungen
b_o und h_o	Abmessungen des umschnürten Betonkerns von Bügelachse zu Bügelachse
b_i	Abstände der Längsbewehrungsstäbe, Mitte zu Mitte
c	Betonüberdeckung der Bewehrung
d	Nutzhöhe des Querschnitts (bis zur Zugbewehrung)
d'	Überdeckung der Druckbewehrung
d_{bL}	Durchmesser der Zugbewehrung
f_c	Druckfestigkeit des Betons (MPa)
f_{cc}	Druckfestigkeit des umschnürten Betons
f_{cd}	Bemessungswert der Druckfestigkeit des Betons
f_{ctm}	Mittelwert der Zugfestigkeit des Betons
$f_{idd,e}$	Bemessungswert der effektiven Ablösefestigkeit (Abschälen) von FRP
$f_{fu,W(R)}$	Bruchfestigkeit der FRP-Bahn, die um eine Ecke mit dem Radius R gewickelt wird, Formel (A.25)

f_y	geschätzter Mittelwert der Stahlstreckgrenze
f_{yd}	Bemessungswert der Streckgrenze der (Längs-)Bewehrung
$f_{yj,d}$	Bemessungswert der Stahlstreckgrenze der Stahlummantelung
f_{yw}	Streckgrenze der Querbewehrung oder der Umschnürungsbewehrung
h	Querschnittshöhe
$k_b = \sqrt{1,5 \cdot (2 - w_f / s_f) / (1 + w_f / 100 \text{ mm})}$	Überdeckungsbeiwert für FRP-Streifen oder FRP-Bahnen (FRP: Faserverstärkte Polymere)
n	Anzahl der entlang des Umfangs p gestoßenen Stäbe
p	Länge des Umfangs des Stützenquerschnitts entlang der Innenseite der Längsbewehrung
s	Bügelabstand von Mitte zu Mitte
s_f	mittiger Abstand von FRP-Streifen (= w_f für FRP-Bahnen)
t_f	Dicke der FRP-Bahn
t_j	Dicke der Stahlummantelung
x	Höhe der Druckzone
w_f	Breite des FRP-Streifens oder der FRP-Bahn
z	Hebelarm der inneren Kräfte
A_c	Fläche des Stützenquerschnitts
A_f	= $t_f \cdot w_f \cdot \sin \beta$: Horizontalprojektion der Querschnittsfläche eines FRP-Streifens oder einer FRP-Bahn mit der Dicke t_f , der Breite w_f und dem Winkel β
A_s	Querschnittsfläche der Längsbewehrung
A_{sw}	Querschnittsfläche der Bügel
E_f	Elastizitätsmodul des FRP
$L_V = M/V$	Schublänge am Stabende
N	Längskraft (als Druck positiv)
$V_{R,c}$	Schubtragfähigkeit (Scherwiderstand) für Bauteile ohne Schubbewehrung
$V_{R,max}$	Schubwiderstand, bestimmt durch das Druckversagen der Druckdiagonale
V_w	Beitrag der Querbewehrung zum Schubwiderstand
α	Wirksamkeitsbeiwert für die Umschnürung
γ_{el}	Beiwert, größer als 1,0 für primäre seismische Bauteile und gleich 1,0 für sekundäre seismische Bauteile
γ_{fd}	Teilsicherheitsbeiwert für die Ablösung (Abschälen) des FRP
δ	Winkel zwischen der Diagonale und der Stützenachse
ε_{cu}	Bruchstauchung des Betons
ε_{ju}	Bruchdehnung des FRP
$\varepsilon_{su,w}$	Bruchdehnung der Umschnürungsbewehrung
θ	Neigungswinkel der Diagonale bei der Schubbemessung
θ_y	Sekantenrotation beim Fließen eines Betonbauteils
θ_u	Sekantenrotation beim Bruch eines Betonbauteils
ν	= N/bhf_c (b Breite der Druckzone)

ρ_d	Bewehrungsgrad der Diagonalbewehrung
ρ_f	volumetrischer Bewehrungsgrad des FRP
ρ_s	geometrischer Bewehrungsgrad
ρ_{sx}	$= A_{sx}/b_w s_h$ = Bewehrungsgrad der Querbewehrung parallel zur Belastungsrichtung x (s_h = Bügelabstand)
ρ_{tot}	Gesamtbewehrungsgrad der Längsbewehrung
ρ_{sw}	volumetrischer Bewehrungsgrad der Umschnürungsbewehrung
ρ_w	Bewehrungsgrad der Querbewehrung
φ_u	Bruchkrümmung am Endquerschnitt
φ_y	Fließkrümmung am Endquerschnitt
ω, ω'	mechanischer Bewehrungsgrad der Zug- und Druckbewehrung

1.6.3 Im Anhang B verwendete Formelzeichen

b_{cp}	Breite der Decklasche
b_f	Flanscbreite
d_c	Stützhöhe
d_z	Höhe des Schubfelds zwischen den durchlaufenden Laschen
e	Abstand zwischen dem Fließgelenk und der Stützenaußenfläche
f_c	Druckfestigkeit des Betons
f_{ct}	Zugfestigkeit des Betons
f_{uw}	Zugfestigkeit der Schweißnähte
f_{ywh}	Streckgrenze der Querbewehrung
$f_{y,pl}$	Nominalstreckgrenze jedes Gurt (Flansches)
l_{cp}	Länge der Decklasche
t_{cp}	Dicke der Decklasche
t_f	Flanschdicke
t_{hw}	Stegdicke
w_z	Breite des Schubfeldes zwischen den Stützenflanschen
A_g	Bruttoquerschnittsfläche
A_{hf}	Fläche des gevouteten Flansches
A_{pl}	Fläche eines jeden Flansches
B_s	Breite der Aussteifungsdiagonale aus Flachstahl
B	Breite des Verbundquerschnitts
E	E-Modul des Balkens
E_B	E-Modul der Stahlbetonscheibe
F_t	Erdbebengesamtkraft
H	Rahmenhöhe
H_c	Geschosshöhe des Rahmens
K_φ	Rotationssteifigkeit des Anschlusses

I	Trägheitsmoment
L	Balkenspannweite
$M_{pb,Rd}$	plastisches Moment des Balkens
N_d	Bemessungslängskraft
N_y	Streckgrenze der aussteifenden Stahldiagonale
S_x	statisches Moment des Balkens um seine starke Achse
T_C	Dicke des Schubfeldes
$V_{pl,Rd,b}$	Querkraft an einem Balkenfließgelenk
Z_b	plastisches statisches Moment eines Balkens
Z_e	wirksames plastisches statisches Moment am Fließgelenkquerschnitt
ρ_w	Bewehrungsgrad der Querbewehrung

1.7 SI-Einheiten

- (1) Es wird auf EN 1998-1:2004, 1.7 hingewiesen.

2 Funktionsanforderungen und Übereinstimmungskriterien

2.1 Grundlegende Anforderungen

(1)P Die grundlegenden Anforderungen beziehen sich auf den Schadenszustand im Bauwerk, der hier durch drei Grenzzustände (limit states, LS) definiert wird, nämlich Quasiversagen (Near Collapse, NC), wesentliche Schädigung (Significant Damage, SD) und Schadensbegrenzung (Gebrauchstauglichkeit, Damage Limitation, DL). Diese Grenzzustände werden wie folgt charakterisiert:

Grenzzustand des Quasiversagens (NC). Das Bauwerk ist schwer beschädigt und besitzt niedrige horizontale Restfestigkeit und -steifigkeit, obwohl die vertikalen Tragglieder noch dazu in der Lage sind, Vertikallasten aufzunehmen. Die meisten nichttragenden Bauteile haben versagt. Das Bauwerk steht kurz vor dem Einsturz und würde wahrscheinlich kein weiteres Erdbeben, auch kein solches geringer Intensität, aushalten.

Grenzzustand der wesentlichen Schädigung (SD). Das Bauwerk ist in wesentlichen Teilen beschädigt. Es besitzt eine gewisse horizontale Restfestigkeit und -steifigkeit, und die vertikalen Tragglieder sind dazu imstande, Vertikallasten aufzunehmen. Nichttragende Bauteile sind beschädigt, obwohl es kein Versagen von Trennwänden und Ausfachungen senkrecht zu ihrer Ebene gegeben hat. Es sind geringe bleibende gegenseitige Stockwerksverschiebungen vorhanden. Das Bauwerk kann Nachbeben geringer Intensität aushalten. Eine Sanierung des Bauwerks ist wahrscheinlich unwirtschaftlich.

Grenzzustand der Schadensbegrenzung (DL). Das Bauwerk ist nur leicht beschädigt, die tragenden Bauteile erlitten keine maßgeblichen Plastifizierungen und haben ihre Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften behalten. Nichttragende Bauteile wie Trennwände und Ausfachungen können verteilte Risse aufweisen, aber die Schäden lassen sich ohne großen wirtschaftlichen Aufwand beheben. Bleibende gegenseitige Stockwerksverschiebungen sind vernachlässigbar klein. Das Bauwerk benötigt keine Sanierungsmaßnahmen.

ANMERKUNG Die in diesem Teil 3 des Eurocode 8 gegebene Definition des Grenzzustands des Quasiversagens liegt näher am tatsächlichen Bauwerksversagen als die von EN 1998-1:2004 und sie entspricht der stärksten möglichen Ausnutzung der Verformungskapazität der tragenden Bauteile. Der Grenzzustand der Tragfähigkeit nach EN 1998-1:2004 entspricht in etwa dem hier eingeführten Grenzzustand der wesentlichen Schädigung.

(2)P Die angemessenen Niveaus baulicher Schutzmaßnahmen zur Abwehr des Überschreitens der oben beschriebenen Grenzzustände müssen durch die nationalen Behörden festgelegt werden. Es obliegt auch den nationalen Behörden zu entscheiden, ob alle drei Grenzzustände, zwei davon oder auch nur einer davon überprüft werden müssen.

ANMERKUNG Die Wahl derjenigen der in **2.1(1)P** definierten Grenzzustände, die in einem Land nachgewiesen werden müssen, kann in seinem Nationalen Anhang festgelegt sein.

(3)P Das angemessene Niveau baulicher Schutzmaßnahmen wird definiert, indem für jeden Grenzzustand eine Wiederkehrperiode für die seismische Einwirkung ausgewählt wird.

ANMERKUNG Die Wiederkehrperioden, die den einzelnen Grenzzuständen zur Verwendung in einem Land zugewiesen werden, können in seinem Nationalen Anhang festgelegt sein. Es wird davon ausgegangen, dass die Schutzwirkung, die normalerweise für gängige neu errichtete Bauten als ausreichend angesehen wird, durch Wahl folgender Wiederkehrperioden erreicht wird:

- Grenzzustand des Quasiversagens (NC): 2 475 Jahre, entsprechend einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 2 % in 50 Jahren;
- Grenzzustand der wesentlichen Schädigung (SD): 475 Jahre, entsprechend einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 10 % in 50 Jahren;
- Grenzzustand der Schadensbegrenzung (DL): 225 Jahre, entsprechend einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 20 % in 50 Jahren.

2.2 Übereinstimmungskriterien

2.2.1 Allgemeines

(1)P Die Erfüllung obiger Anforderungen erfolgt durch Verwendung der in **2.1** enthaltenen Erdbebeneinwirkungen und Methoden für die Berechnung, den Nachweis und die konstruktive Gestaltung, wie sie jeweils den verschiedenen Werkstoffen innerhalb des Anwendungsgebiets (d. h. für Beton, Stahl und Mauerwerk) zugeordnet sind.

(2)P Zur Überprüfung der Übereinstimmung wird die volle (nicht reduzierte, elastische) Erdbebeneinwirkung, wie sie der Wiederkehrperiode in **2.1** und **4.2** zugeordnet wurde, verwendet, es sei denn, es wird das Verfahren mit q -Beiwerten verwendet.

(3)P Für den Nachweis der tragenden Bauteile wird ein Unterschied zwischen „duktilen“ und „spröden“ Bauteilen gemacht. Im ersten Fall muss nachgewiesen werden, dass die Anforderung die entsprechende Verformungskapazität nicht überschreitet, es sei denn, es wird das Verfahren mit q -Beiwerten verwendet. Im zweiten Fall muss nachgewiesen werden, dass die Anforderung die entsprechende Festigkeitskapazität nicht überschreitet.

ANMERKUNG Informationen zur Klassifizierung von Komponenten und Mechanismen als „duktil“ oder „spröd“ können in den einschlägigen werkstoffbezogenen Anhängen festgelegt sein.

(4)P Alternativ ist ein auf dem Beiwert q basierendes Verfahren erlaubt, dem eine mit q reduzierte Erdbebeneinwirkung, wie in **4.2(3)P** dargestellt, zugrunde gelegt wird. Bei Sicherheitsnachweisen müssen alle tragenden Bauteile überprüft werden, indem nachgewiesen wird, dass die Anforderung infolge der reduzierten Erdbebeneinwirkung die nach **(5)P** ermittelte zugehörige Festigkeitskapazität nicht übersteigt.

(5)P Bei der Ermittlung der Kapazitätswerte für duktile oder spröde Bauteile, die im Rahmen von Sicherheitsnachweisen gemäß **(3)P** und **(4)P** den Anforderungswerten gegenübergestellt werden sollen, müssen Mittelwerte der tatsächlichen Materialeigenschaften verwendet werden, wie sie direkt aus *In-situ*-Versuchen und aus zusätzlichen Informationsquellen gewonnen werden. Sie werden jeweils durch die in **3.5** definierten Konfidenzbeiwerte, die den erreichten Kenntnisstand berücksichtigen, dividiert. Für neue oder hinzugefügte Werkstoffe müssen Nominalwerte ihrer Eigenschaften verwendet werden.

(6)P Einige der vorhandenen tragenden Bauteile dürfen als „seismisch sekundär“ entsprechend den Definitionen in EN 1998-1:2004, **4.2.2 (1)P**, **(2)** und **(3)** bezeichnet werden. „Seismisch sekundäre“ Bauteile werden mit denselben Übereinstimmungskriterien wie primäre seismische Bauteile, jedoch unter Verwendung weniger konservativer Abschätzungen ihrer Kapazität im Vergleich zu solchen, die als „seismisch primäre“ Bauteile betrachtet werden, überprüft.

(7)P Bei der Berechnung der Festigkeitskapazität spröder „seismisch primärer“ Bauteile müssen die Werkstofffestigkeiten durch den Teilsicherheitsbeiwert des Werkstoffs dividiert werden.

ANMERKUNG Die den Teilsicherheitsbeiwerten für Stahl, Beton, Baustahl und anderen Werkstoffen zur Verwendung in einem Land zugewiesenen Werte können in seinem Nationalen Anhang zu dieser Norm festgelegt sein. Die Anmerkungen zu **5.2.4(3)**, **6.1.3(1)P**, **7.1.3(1)P** und **9.6(3)** in EN 1998-1:2004 beziehen sich auf die Werte der Teilsicherheitsbeiwerte für Stahl, Beton, Baustahl und Mauerwerk zur Verwendung in einem Land bei der Auslegung neuer Gebäude.

2.2.2 Grenzzustand des Quasiversagens (NC)

(1)P Die Anforderungswerte müssen auf der Grundlage der diesem Grenzzustand zugeordneten Bemessungs-Erdbebeneinwirkung ermittelt werden. Für duktile und spröde Bauteile müssen Anforderungswerte aus rechnerischen Ergebnissen bestimmt werden. Wird eine lineare Berechnungsmethode verwendet, könnte sich die Notwendigkeit ergeben, die Anforderungswerte für spröde Bauteile nach **4.5.1(1)P** zu modifizieren.

(2)P Kapazitäten müssen auf der Grundlage angemessen definierter Bruchverformungen für duktile Bauteile und Bruchfestigkeiten für spröde Bauteile ermittelt werden.

(3) Das Verfahren mit q -Beiwerten (siehe **2.2.1(4)P**, **4.2(3)P**) ist im Allgemeinen zur Überprüfung dieses Grenzzustands ungeeignet.

ANMERKUNG Die in **4.2(3)P** für Stahlbeton- bzw. Stahlbauten angegebenen Werte $q = 1,5$ bzw. $2,0$ und auch die im Hinblick auf die vorhandene lokale und globale Duktilität möglicherweise berechtigten höheren Werte für q nach den einschlägigen Vorschriften von EN 1998-1:2004 entsprechen der Erfüllung des Grenzzustands der wesentlichen Schädigung. Entscheidet man sich, dieses Verfahren zur Überprüfung des Grenzzustands des Quasiversagens anzuwenden, darf **2.2.3(3)P** mit q -Werten, welche diejenigen in **4.2(3)P** um etwa ein Drittel übersteigen, verwendet werden.

2.2.3 Grenzzustand der wesentlichen Schädigung (SD)

(1)P Die Anforderungswerte müssen auf der Grundlage der diesem Grenzzustand zugeordneten Bemessungs-Erdbebeneinwirkung ermittelt werden. Für duktile und spröde Bauteile müssen Anforderungswerte aus rechnerischen Untersuchungen bestimmt werden. Wird eine lineare Berechnungsmethode verwendet, könnte sich die Notwendigkeit ergeben, die Anforderungswerte für spröde Bauteile nach **4.5.1(1)P** zu modifizieren.

(2)P Kapazitäten müssen auf der Grundlage von schadensbezogenen Verformungen für duktile Bauteile und konservativ geschätzte Festigkeiten für spröde Bauteile ermittelt werden, es sei denn, es wird das Verfahren mit q -Beiwerten verwendet.

(3)P Beim Weg über den q -Beiwert (siehe **2.2.1(4)P**, **4.2(3)P**) basieren die Anforderungen auf reduzierten seismischen Einwirkungen und die Kapazitäten werden wie für nichtseismische Bemessungssituationen ermittelt.

2.2.4 Grenzzustand der Schadensbegrenzung (DL)

(1)P Die Anforderungswerte müssen auf der Grundlage der diesem Grenzzustand zugeordneten Bemessungs-Erdbebeneinwirkung ermittelt werden.

(2)P Die Kapazitäten müssen für alle Bauteile, ob duktil oder spröde, auf Streckgrenzen bezogen werden, es sei denn, es wird das Verfahren mit q -Beiwerten verwendet. Die Kapazitäten für Ausfachungen müssen auf Mittelwerten der Kapazität der Ausfachung für gegenseitige Stockwerksverschiebungen basieren.

(3)P Beim Verfahren mit q -Beiwerten (siehe **2.2.1(4)P**, **4.2(3)P**) müssen Anforderungs- und Kapazitätswerte auf der Basis von Mittelwerten der gegenseitigen Stockwerksverschiebungen verglichen werden.

3 Informationen zur Beurteilung der Konstruktion

3.1 Allgemeine Informationen und Vorgeschichte

(1)P Bei der Beurteilung des seismischen Widerstands bestehender Bauwerke müssen die Eingangsdaten aus einer Vielzahl von Quellen zusammengetragen werden. Dazu zählen

- die zum jeweiligen Bauwerk gehörende vorhandene Dokumentation,
- einschlägige allgemeine Informationsquellen (z. B. zeitgenössische Normen und Richtlinien),
- Felduntersuchungen und
- in den meisten Fällen, *In-situ*- und/oder Labormessungen und Versuche, wie unter 3.2 und 3.4 im Einzelnen erläutert.

(2) Zur Minimierung der Unsicherheiten sollten Daten aus verschiedenen Quellen durch Überkreuzprüfungen kontrolliert werden.

3.2 Erforderliche Eingangsdaten

(1) Im Allgemeinen sollten die der konstruktiven Beurteilung zugrunde liegenden Daten die folgenden Punkte a) bis i) abdecken.

- a) Identifikation des konstruktiven Systems und Überprüfung der Einhaltung oder Nichteinhaltung der Regelmäßigkeitskriterien nach EN 1998-1:2004, 4.2.3. Diese Informationen sollten entweder durch Vor-Ort-Untersuchungen oder, sofern vorhanden, aus Originalplänen gewonnen werden. In diesem letzten Fall sollten auch Informationen über mögliche konstruktive Veränderungen seit der Errichtung eingeholt werden.
- b) Identifikation der Art der Gebäudefundamentierung.
- c) Identifikation der Bodenverhältnisse, wie in EN 1998-1:2004, 3.1 klassifiziert.
- d) Informationen über die Globalabmessungen und Querschnittseigenschaften der Bauteile, die mechanischen Eigenschaften und den Zustand der beteiligten Werkstoffe.
- e) Informationen über erkennbare Werkstofffehler und über mangelhafte konstruktive Lösungen.
- f) Informationen über die seismischen Auslegungskriterien, die dem Originalentwurf zugrunde lagen, einschließlich gegebenenfalls des Werts des Verhaltensbeiwerts (q -Beiwert).
- g) Beschreibung der gegenwärtigen und/oder geplanten Nutzung des Gebäudes (mit Angabe seiner Bedeutungskategorie, wie in EN 1998-1:2004, 4.2.5 beschrieben).
- h) Erneute Beurteilung der aufgezwungenen Einwirkungen, unter Berücksichtigung der Nutzung des Bauwerks.
- i) Informationen über die Art und das Ausmaß früherer und gegenwärtiger konstruktiver Schäden, sofern vorhanden, dazu über frühere Sanierungsmaßnahmen.

(2)P Es werden gemäß 3.3 verschiedene Berechnungsmethoden und unterschiedlich große Konfidenzbeiwerte in Abhängigkeit von der Anzahl und der Qualität der zu obigen Punkten gesammelten Daten gewählt.

3.3 Kenntnisstände

3.3.1 Definition von Kenntnisständen

(1) Zum Zweck der Auswahl der zulässigen Berechnungsmethode und der geeigneten Zahlenwerte für die Konfidenzbeiwerte werden folgende drei Kenntnisstände (Knowledge levels, KL) definiert:

KL1: Beschränkter Kenntnisstand

KL2: Normaler Kenntnisstand

KL3: Vollständiger Kenntnisstand

(2) Die Faktoren, welche den einschlägigen Kenntnisstand (d. h. KL1, KL2 oder KL3) definieren, sind folgende:

- i. *Geometrie*: Die geometrischen Eigenschaften des Tragsystems und von solchen nicht tragenden Bauteilen (z. B. Mauerwerksausfachungen), welche das Bauwerksverhalten beeinflussen könnten,
- ii. *Konstruktive Einzelheiten*: Diese umfassen Menge und Verteilung der Bewehrung bei Stahlbetonbauteilen, die Anschlüsse von Stahlbauteilen, die Verbindung der Deckenscheiben zum Aussteifungssystem für Horizontallasten, den Verbund und die Mörtelfugen beim Mauerwerk sowie etwaige Bewehrungen im Mauerwerk,
- iii. *Werkstoffe*: Die mechanischen Eigenschaften der eingebauten Werkstoffe.

(3) Der erreichte Kenntnisstand legt die zulässige Berechnungsmethode (siehe 4.4) und auch die für die Konfidenzbeiwerte (Confidence factors, CF) zu wählenden Werte fest. Die Verfahren zur Bestimmung der benötigten Daten werden in 3.4 angegeben.

(4) Der Zusammenhang zwischen den Kenntnisständen und den anzuwendenden Berechnungsmethoden und Konfidenzbeiwerten wird in Tabelle 3.1 dargestellt. Die Definitionen der Ausdrücke ‚visuell‘, ‚vollständig‘, ‚beschränkt‘, ‚erweitert‘ und ‚umfassend‘ dieser Tabelle werden in 3.4 angegeben.

Tabelle 3.1 — Kenntnisstände und zugehörige Berechnungsmethoden (LF: Vereinfachtes Antwortspektrumsverfahren (Ersatzlastverfahren), MRS: Multimodales Antwortspektrumsverfahren) und Konfidenzbeiwerte (CF)

Kennntnis-stand	Geometrie	Konstruktive Einzelheiten	Werkstoffe	Berechnungs-methode	CF
KL1	Aus Original-Übersichtsplänen mit visuellen Stichproben oder aus vollständiger Überprüfung	Simulierter Entwurf nach der üblichen Vorgehensweise und aus beschränkter In-situ -Inspektion	Vorbelegte Werte nach den Normen zur Zeit der Errichtung und aus beschränkten In-situ -Versuchen	LF-MRS Verfahren mit q -Beiwerten	CF_{KL1}
KL2		Aus unvollständigen detaillierten Original-Bauplänen mit beschränkten In-situ -Inspektionen oder aus erweiterten In-situ -Inspektionen	Aus Original-Bemes-sungsvorgaben mit beschränkten In-situ -Versuchen oder aus erweiterten In-situ -Versuchen	Alle	CF_{KL2}
KL3		Aus detaillierten Original-Bauplänen mit beschränkten In-situ -Inspektionen oder aus umfassenden In-situ -Inspektionen	Aus Original-Versuchs-berichten mit beschränkten In-situ -Versuchen oder aus umfassenden In-situ -Versuchen	Alle	CF_{KL3}

ANMERKUNG Die den Konfidenzbeiwerten zur Verwendung in einem Land zugewiesenen Werte können in seinem Nationalen Anhang festgelegt sein. Empfohlene Werte sind $CF_{KL1} = 1,35$, $CF_{KL2} = 1,20$ und $CF_{KL3} = 1,00$.

3.3.2 KL1: Beschränkter Kenntnisstand

(1) KL1 entspricht folgendem Kenntnisstand:

- Geometrie:** Die Gesamtabmessungen des Bauwerks und die Bauteilabmessungen sind entweder (a) aus Messungen, oder (b) aus Original-Übersichtsplänen, die sowohl für die ursprüngliche Konstruktion als auch für eventuelle spätere Änderungen verwendet wurden, bekannt. Im Fall (b) sollte zur Überprüfung vor Ort eine ausreichende Stichprobe von Abmessungen sowohl des Gesamtbauwerks als auch der Einzelbauteile vorgenommen werden; falls sich wesentliche Abweichungen von den Übersichtsplänen ergeben, sollte eine vollständigere Aufnahme der Abmessungen vorgenommen werden.
- Konstruktive Einzelheiten:** Die konstruktiven Einzelheiten sind nicht aus genauen Bauplänen bekannt und dürfen auf der Grundlage eines simulierten Entwurfs entsprechend der üblichen Bauweise zur Zeit der Errichtung angenommen werden; in diesem Fall sollten in beschränktem Umfang Inspektionen in den am stärksten gefährdeten Bauteilen durchgeführt werden, um zu überprüfen, inwiefern die Annahmen dem Ist-Zustand entsprechen. Anderenfalls sind umfangreichere *In-situ*-Inspektionen erforderlich.
- Werkstoffe:** Es stehen keine unmittelbaren Informationen über die mechanischen Eigenschaften der Werkstoffe, weder aus den Original-Entwurfsvorgaben noch aus Original-Versuchsberichten, zur Verfügung. Vorbelegte Werte sollten in Anlehnung an die Richtlinien zur Zeit der Errichtung angenommen werden, begleitet durch eine beschränkte Anzahl von *In-situ*-Versuchen in den am stärksten gefährdeten Bauteilen.

(2) Die gesammelten Daten sollten dazu ausreichen, um örtliche Überprüfungen der Bauteiltragfähigkeit (Kapazität) durchführen und ein lineares Berechnungsmodell des Tragwerks aufstellen zu können.

(3) Die konstruktive Beurteilung für den beschränkten Kenntnisstand sollte mit Hilfe linearer statischer oder dynamischer Berechnungsmethoden durchgeführt werden (siehe 4.4).

3.3.3 KL2: Normaler Kenntnisstand

(1) KL2 entspricht folgendem Kenntnisstand:

- i. *Geometrie*: Die Gesamtabmessungen der Struktur und die Bauteilabmessungen sind entweder (a) aus einem erweiterten Messprogramm oder (b) aus Original-Übersichtsplänen, die sowohl für die ursprüngliche Konstruktion als auch für eventuelle spätere Änderungen verwendet wurden, bekannt. Im Fall (b) sollte zur Überprüfung vor Ort eine ausreichende Stichprobe von Abmessungen sowohl der Gesamtstruktur als auch der Einzelbauteile vorgenommen werden; falls sich wesentliche Abweichungen von den Übersichtsplänen zeigen, sollte eine vollständigere Aufnahme der Abmessungen vorgenommen werden.
- ii. *Konstruktive Einzelheiten*: Die konstruktiven Einzelheiten sind entweder aus erweiterten *In-situ*-Inspektionen oder aus unvollständigen detaillierten Bauplänen bekannt. In diesem letzten Fall sollten in beschränktem Umfang *In-situ*-Inspektionen in den am stärksten gefährdeten Bauteilen durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass die vorhandene Information dem Ist-Zustand entspricht.
- iii. *Werkstoffe*: Informationen über die mechanischen Eigenschaften der Werkstoffe liegen entweder aus erweiterten *In-situ*-Versuchen oder aus Original-Entwurfsvorgaben vor. In diesem letzten Fall sollten in beschränktem Umfang *In-situ*-Versuche durchgeführt werden.

(2) Die gesammelten Daten sollten dazu ausreichen, um örtliche Überprüfungen der Bauteiltragfähigkeit durchführen und um ein lineares oder nichtlineares Berechnungsmodell des Tragwerks aufstellen zu können.

(3) Die konstruktive Beurteilung auf der Basis dieses Kenntnisstands darf mit Hilfe linearer oder nichtlinearer, statischer oder dynamischer Berechnungsmethoden durchgeführt werden (siehe 4.4).

3.3.4 KL3: Vollständiger Kenntnisstand

(1) KL3 entspricht folgendem Kenntnisstand:

- i. *Geometrie*: Die Gesamtabmessungen des Bauwerks und die Bauteilabmessungen sind entweder (a) aus einem umfassenden Messprogramm oder (b) aus dem vollständigen Satz der Original-Übersichtspläne, die sowohl für die ursprüngliche Konstruktion als auch für eventuelle spätere Änderungen verwendet wurden, bekannt. Im Fall (b) sollte zur Überprüfung vor Ort eine ausreichende Stichprobe von Abmessungen sowohl der Gesamtstruktur als auch der Einzelbauteile vorgenommen werden; falls sich wesentliche Abweichungen von den Übersichtsplänen zeigen, sollte eine vollständigere Aufnahme der Abmessungen vorgenommen werden.
- ii. *Konstruktive Einzelheiten*: Die konstruktiven Einzelheiten sind entweder aus umfassenden *In-situ*-Inspektionen oder aus einem vollständigen Satz detaillierter Baupläne bekannt. In diesem letzten Fall sollten in beschränktem Umfang *In-situ*-Inspektionen in den am stärksten gefährdeten Bauteilen durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass die vorhandene Information dem Ist-Zustand entspricht.
- iii. *Werkstoffe*: Informationen über die mechanischen Eigenschaften der Werkstoffe liegen entweder aus umfassenden *In-situ*-Versuchen oder aus Original-Versuchsdokumentationen vor. In diesem letzten Fall sollten in beschränktem Umfang *In-situ*-Versuche durchgeführt werden.

(2) Es gilt 3.3.3(2).

(3) Es gilt 3.3.3(3).

3.4 Identifikation des Kenntnisstands

3.4.1 Geometrie

3.4.1.1 Übersichtspläne

(1) Übersichtspläne sind Dokumente, welche die Geometrie der Konstruktion beschreiben und dabei die Identifizierung der tragenden Bauteile und ihrer Abmessungen erlauben und auch die Tragsysteme zur Aufnahme sowohl der vertikalen als auch der horizontalen Einwirkungen erkennen lassen.

3.4.1.2 Detaillierte Baupläne

(1) Detaillierte Baupläne sind Dokumente, welche die Geometrie der Konstruktion beschreiben und dabei die Identifizierung der tragenden Bauteile und ihrer Abmessungen erlauben und auch die Tragsysteme zur Aufnahme sowohl der vertikalen als auch der horizontalen Einwirkungen erkennen lassen. Darüber hinaus enthalten sie Angaben über konstruktive Einzelheiten (wie in **3.3.1(2)** erläutert).

3.4.1.3 Visuelle Überprüfung

(1) Die visuelle Überprüfung stellt ein Verfahren zur Feststellung der Übereinstimmung zwischen der tatsächlichen Geometrie des Bauwerks und den vorhandenen Übersichtsplänen dar. Es sollten stichprobenweise Messungen an ausgewählten Bauteilen durchgeführt werden. Konstruktive Veränderungen, die möglicherweise während oder nach der Errichtung durchgeführt wurden, sollten Gegenstand einer Überprüfung nach **3.4.1.4** sein.

3.4.1.4 Vollständige Überprüfung

(1) Die vollständige Überprüfung stellt ein Verfahren dar, das zur Erstellung von Bauplänen führt, welche die Geometrie des Bauwerks beschreiben und dabei die Identifikation der tragenden Bauteile und ihrer Abmessungen erlauben, dazu des Tragsystems, das sowohl vertikale als auch horizontale Einwirkungen aufzunehmen in der Lage ist.

3.4.2 Konstruktive Details

(1) Bei den im Folgenden beschriebenen Inspektionen dürfen zuverlässige zerstörungsfreie Methoden angewandt werden.

3.4.2.1 Simulierter Entwurf

(1) Der simulierte Entwurf stellt ein Verfahren dar, welches die Bestimmung der Menge und Lage sowohl der Längs- als auch der Querbewehrung in allen tragenden Bauteilen erlaubt, die bei den vertikalen und horizontalen Aussteifungssystemen des Gebäudes mitwirken. Die Auslegung sollte auf der Grundlage der Richtlinien und des Standes der Technik durchgeführt werden, die zur Zeit der Errichtung galten.

3.4.2.2 Beschränkte *In-situ*-Inspektionen

(1) Beschränkte *In-situ*-Inspektionen erlauben die Überprüfung der Übereinstimmung zwischen den tatsächlichen konstruktiven Details des Bauwerks und den vorhandenen genauen Bauplänen oder den Ergebnissen des simulierten Entwurfs nach **3.4.2.1**. Dies macht die Durchführung von Inspektionen nach **3.4.4(1)P** erforderlich.

3.4.2.3 Erweiterte *In-situ*-Inspektionen

(1) Erweiterte *In-situ*-Inspektionen kommen dann zum Einsatz, wenn die genauen Original-Baupläne nicht verfügbar sind. Dies macht die Durchführung von Inspektionen nach **3.4.4(1)P** erforderlich.

3.4.2.4 Umfassende *In-situ*-Inspektionen

(1) Umfassende *In-situ*-Inspektionen kommen dann zum Einsatz, wenn die genauen Original-Baupläne nicht zur Verfügung stehen und wenn ein höherer Kenntnisstand angestrebt wird. Dies macht die Durchführung von Inspektionen nach **3.4.4(1)P** erforderlich.

3.4.3 Werkstoffe

3.4.3.1 Zerstörende und zerstörungsfreie Prüfverfahren

(1) Es sollte der Einsatz zerstörungsfreier Prüfverfahren in Erwägung gezogen werden (z. B. Schmidt-hammer-Versuche usw.), doch sollten solche Versuche nicht allein, sondern nur im Zusammenhang mit zerstörenden Prüfungen Verwendung finden.

3.4.3.2 Eingeschränkte *In-situ*-Versuche

(1) Eingeschränkte *In-situ*-Versuche dienen der Ergänzung der Daten über Materialeigenschaften, die den Richtlinien zur Zeit der Errichtung, den Angaben von Original-Bauzeichnungen oder Original-Versuchsberichten entnommen wurden. Dies macht die Durchführung von Versuchen nach **3.4.4(1)P** erforderlich. Sind jedoch die aus Versuchen ermittelten Werte niedriger als die Vorbelegungen dieser Werte in den Richtlinien aus der Zeit der Errichtung des Bauwerks, so sind erweiterte *In-situ*-Versuche nötig.

3.4.3.3 Erweiterte *In-situ*-Versuche

(1) Erweiterte Versuche *In-situ*-Versuche dienen der Gewinnung von Daten, wenn weder Original-Bemessungswerte noch Versuchsberichte verfügbar sind. Dies macht die Durchführung von Versuchen nach **3.4.4(1)P** erforderlich.

3.4.3.4 Umfassende *In-situ*-Versuche

(1) Umfassende *In-situ*-Versuche dienen der Gewinnung von Daten, wenn weder Original-Auslegungsunterlagen noch Versuchsberichte verfügbar sind und ein höherer Kenntnisstand angestrebt wird. Dies macht die Durchführung von Versuchen nach **3.4.4(1)P** erforderlich.

3.4.4 Definition der Inspektions- und Versuchsniveaus

(1)P Die Klassifizierung der Inspektions- und Versuchsniveaus hängt sowohl vom Prozentsatz der tragenden Bauteile, bei welchen konstruktive Details untersucht werden müssen, als auch von der Anzahl der pro Stockwerk zu Versuchszwecken zu entnehmenden Werkstoffproben ab.

ANMERKUNG Der in einem Land zu betreibende Aufwand an Inspektionen und Versuchen kann in seinem Nationalen Anhang festgelegt sein. Für normale Situationen werden die empfohlenen Minimalwerte in Tabelle 3.2 angegeben. Es könnte Fälle geben, die Änderungen im Sinne einer Erhöhung einiger dieser Werte notwendig machen. Auf diese Fälle wird im Nationalen Anhang hinzuweisen sein.

Tabelle 3.2 — Empfohlene Mindestanforderungen für verschiedene Inspektions- und Versuchsniveaus

	Inspektion (von konstruktiven Details)	Versuche (an Werkstoffen)
	Für jeden Typ primärer tragender Bauteile (Balken, Stütze, Wand):	
Inspektions- und Versuchsniveaus	Prozentsatz der für ihre konstruktiven Details zu überprüfenden Bauteile	Materialproben pro Stockwerk
Eingeschränkt	20	1
Erweitert	50	2
Umfassend	80	3

3.5 Konfidenzbeiwerte

(1)P Um die bei der Bestimmung der Tragfähigkeit (Kapazität) zum Vergleich mit der Anforderung im Rahmen des Sicherheitsnachweises zu verwendenden Eigenschaften der vorhandenen Werkstoffe zu erhalten, müssen die aus *In-situ*-Versuchen und weiteren Informationsquellen gewonnenen Mittelwerte durch den Konfidenzbeiwert CF nach Tabelle 3.1 für den jeweiligen Kenntnisstand dividiert werden (siehe **2.2.1(5)P**).

(2)P Bei der Bestimmung der bei der Berechnung der Festigkeit (Kapazität) duktiler Bauteile, die Schnittkräfte an spröde Bauteile oder Mechanismen weiterleiten, in **4.5.1(1)P(b)** zu verwendenden Eigenschaften müssen die aus *In-situ*-Versuchen und weiteren Informationsquellen gewonnenen Mittelwerte mit dem Konfidenzbeiwert CF nach Tabelle 3.1 für den jeweiligen Kenntnisstand multipliziert werden.

4 Beurteilung

4.1 Allgemeines

(1) Die Beurteilung ist ein quantitatives Verfahren zur Überprüfung, ob ein bestehendes unbeschädigtes oder beschädigtes Bauwerk die Anforderungen des einschlägigen Grenzzustands für die betrachtete seismische Einwirkung, wie in **2.1** beschrieben, erfüllen wird.

(2)P Diese Norm behandelt die Beurteilung einzelner Bauwerke, um zu entscheiden, ob die Notwendigkeit eines konstruktiven Eingriffs besteht, und um die Ertüchtigungsmaßnahmen, die eventuell notwendig sind, zu gestalten. Sie ist nicht gedacht für die Vulnerabilitätsbeurteilung von Gesamtheiten oder Gruppen von Gebäuden im Zuge der Ermittlung des seismischen Risikos für unterschiedliche Zwecke (z. B. zur Bestimmung des Versicherungsrisikos, zur Setzung von Prioritäten bei das Risiko herabsetzenden Maßnahmen usw.).

(3)P Das Beurteilungsverfahren muss mittels der in EN 1998-1:2004, **4.3** vorgesehenen allgemeinen Berechnungsmethoden durchgeführt werden, wie sie in dieser Norm zur Anpassung an die spezifischen Probleme, die bei dieser Beurteilung auftreten, modifiziert wurden.

(4) Wann immer möglich, sollte das verwendete Verfahren Informationen über das beobachtete Verhalten desselben Gebäudetyps oder ähnlicher Gebäude während früherer Erdbeben berücksichtigen.

4.2 Erdbebeneinwirkungen und seismische Lastfallkombinationen

(1)P Die grundlegenden Modelle zur Definition der Erdbebeneinwirkung sind diejenigen, die in EN 1998-1:2004, **3.2.2** und **3.2.3** vorgestellt wurden.

(2)P Es wird insbesondere auf das in EN 1998-1:2004, **3.2.2.2** angegebene elastische Antwortspektrum Bezug genommen, das auf die für den Nachweis der verschiedenen Grenzzustände festgelegten Bemessungswerte der Bodenbeschleunigung skaliert wird. Die Verwendung der in EN 1998-1:2004, **3.2.3** zugelassenen alternativen Darstellungen der Erdbebeneinwirkung als künstliche oder aufgezeichnete Beschleunigungszeitverläufe ist ebenfalls möglich.

(3)P Beim *q*-Verfahren (siehe **2.2.1(4)P**) entstammt das Bemessungsspektrum für die lineare Berechnung EN 1998-1:2004, **3.2.2.5**. Werte von *q* = 1,5 für Stahlbetonbauten und 2,0 für Stahlbauten dürfen unabhängig von der Art des Bauwerks zugrunde gelegt werden. Höhere Werte für *q* dürfen bei entsprechender Begründung betreffend die lokal und global vorhandene Duktilität, die nach den einschlägigen Vorschriften von EN 1998-1:2004 ermittelt wird, angenommen werden.

(4)P Die Bemessungs-Erdbebeneinwirkung muss mit den anderen einschlägigen ständigen und veränderlichen Einwirkungen nach den in EN 1998-1:2004, **3.2.4** festgelegten Regeln kombiniert werden.

4.3 Modellierung des Bauwerks

(1)P Auf der Grundlage der Informationen, die wie in 3.2 dargelegt gesammelt wurden, muss ein Berechnungsmodell des Bauwerks aufgestellt werden. Dieses Modell muss die Ermittlung der Beanspruchungen in allen tragenden Bauteilen unter der seismischen Lastfallkombination nach 4.2 gestatten.

(2)P Alle Vorschriften des EN 1998-1:2004 betreffend die Modellbildung (EN 1998-1:2004, 4.3.1) und zufällige Torsionswirkungen (EN 1998-1:2004, 4.3.2) gelten unverändert.

(3) Die Festigkeit und die Steifigkeit sekundärer seismischer Bauteile (siehe 2.2.1(6)P) bei horizontalen Einwirkungen dürfen im Allgemeinen bei der Berechnung vernachlässigt werden.

(4) Es wird jedoch empfohlen, bei nichtlinearen Berechnungen sekundäre seismische Bauteile im globalen Tragwerksmodell zu berücksichtigen. Die Wahl der als seismisch sekundär zu betrachtenden Bauteile kann sich nach Vorliegen der Ergebnisse einer Vorberechnung ändern. Keinesfalls darf die Wahl dieser Bauteile derart erfolgen, dass die Klassifizierung des Bauwerks von unregelmäßig zu regelmäßig entsprechend den Definitionen in EN 1998-1:2004, 4.2.3 umgeändert wird.

(5)P Im Berechnungsmodell müssen Mittelwerte der Werkstoffeigenschaften verwendet werden.

4.4 Berechnungsmethoden

4.4.1 Allgemeines

(1) Die Beanspruchungen infolge seismischer Einwirkungen, die mit den Beanspruchungen infolge anderer ständiger und veränderlicher Einwirkungen nach den Regeln in 4.2(4)P zu kombinieren sind, dürfen mit Hilfe einer der folgenden Methoden ermittelt werden:

- Vereinfachtes Antwortspektrumsverfahren (Ersatzlastverfahren), linear,
- modales Antwortspektrumsverfahren (linear),
- nichtlineare statische (push over) Berechnung,
- nichtlineare dynamische Zeitverlaufsrechnung,
- Verfahren mit q -Beiwerten.

(2)P Mit Ausnahme des q -Beiwert-Verfahrens nach 2.2.1(4)P und 4.2(3)P muss die zu verwendende seismische Einwirkung dem elastischen (d. h. nicht durch den Verhaltensbeiwert q reduzierten) Antwortspektrum nach EN 1998-1:2004, 3.2.2.2 oder seinen äquivalenten Alternativdarstellungen nach EN 1998-1:2004, 3.2.3 entsprechen.

(3)P Beim Verfahren mit q -Beiwerten nach 2.2.1(4)P wird die seismische Einwirkung wie in 4.2(3)P definiert.

(4) Es gilt 4.3.3.1(5) von EN 1998-1:2004.

(5) Die oben erwähnten Berechnungsmethoden können unter Beachtung der in 4.4.2 bis 4.4.5 angegebenen Regeln angewendet werden, mit Ausnahme von Mauerwerksbauten, für die geeignete Verfahren verwendet werden müssen, welche die Besonderheiten dieses Konstruktionstyps berücksichtigen.

ANMERKUNG Ergänzende Informationen zu diesen Verfahren können dem zugehörigen werkstoffabhängigen informativen Anhang entnommen werden.

4.4.2 Vereinfachtes Antwortspektrumsverfahren (Ersatzlastverfahren)

(1)P Die Bedingungen für die Zulässigkeit der Anwendung dieses Verfahrens sind in EN 1998-1:2004, **4.3.3.2.1**, angegeben, mit folgenden Zusätzen:

Mit $\rho_i = D_i/C_i$ wird das Verhältnis zwischen der Anforderung D_i , wie sie für die seismische Lastfallkombination berechnet wurde, und dem zugehörigen Kapazitätswert C_i für das i -te duktile primäre tragende Bauteil des Tragwerks (Biegemoment in biegesteifen Rahmen oder Schubwänden, Längskraft im Verband eines ausgesteiften Rahmens usw.) bezeichnet, mit $\rho_i > 1$. Sind $\rho_{\max}$ und $\rho_{\min}$ die jeweiligen maximalen und minimalen Werte von ρ_i über alle „duktilen“ primären tragenden Bauteile des Tragwerks, darf das Verhältnis $\rho_{\max}/\rho_{\min}$ einen maximal zulässigen Wert im Wertebereich zwischen 2 und 3 nicht übersteigen. In Riegel-Stützen-Knoten braucht das Verhältnis ρ_i nur an den Querschnitten ausgewertet zu werden, wo aufgrund des Vergleichs der Summe der Biegetragfähigkeiten der Riegel zu denjenigen der Stützen die Entstehung von Fließgelenken erwartet wird. Für die Berechnung der Kapazitätswerte C_i gilt **4.3(5)P**. Für die Bestimmung der Biegemomentkapazitätswerte C_i von vertikalen Bauteilen darf der Wert der Längskraft gleich demjenigen infolge der alleinigen Wirkung von Vertikallasten genommen werden.

ANMERKUNG 1 Der diesem Grenzwert von $\rho_{\max}/\rho_{\min}$ zur Verwendung in einem Land innerhalb des oben angegebenen Wertebereichs zugewiesene Wert darf in seinem Nationalen Anhang festgelegt werden. Der empfohlene Wert ist 2,5.

ANMERKUNG 2 Als zusätzliche Bedingung sollte der Kapazitätswert C_i von „spröden“ Bauteilen oder Mechanismen größer sein als die nach **4.5.1(1)P**, **(2)** und **(3)** ermittelte Anforderung D_i . Trotzdem ist es überflüssig, dies als Kriterium für die Anwendbarkeit linearer Berechnungsmethoden vorzuschreiben, weil nach **2.2.2(2)P**, **2.2.3(2)P** und **2.2.4(2)P** diese Bedingung schließlich in allen Bauteilen der beurteilten oder ertüchtigten Konstruktion unabhängig von der verwendeten Berechnungsmethode erfüllt sein muss.

(2)P Das Verfahren ist, wie in EN 1998-1:2004, **4.3.3.2.2**, **4.3.3.2.3** und **4.3.3.2.4** beschrieben, anzuwenden, wobei das Antwortspektrum in Gleichung (4.5) dem elastischen Spektrum $S_e(T_1)$ und nicht dem Bemessungsspektrum $S_d(T_1)$ entspricht.

4.4.3 Multimodales Antwortspektrumsverfahren

(1)P Die Bedingungen für die Zulässigkeit der Anwendung dieses Verfahrens stehen in EN 1998-1:2004, **4.3.3.3.1** mit den in **4.4.2** angegebenen zusätzlichen Bedingungen.

(2)P Das Verfahren ist, wie in EN 1998-1:2004, **4.3.3.3.2/3** beschrieben, anzuwenden, unter Verwendung des elastischen Antwortspektrums $S_e(T_1)$.

4.4.4 Nichtlineare statische Berechnung

4.4.4.1 Allgemeines

(1)P Die nichtlineare statische (push over) Berechnung ist eine nichtlineare statische Berechnung unter konstanten Gewichtslasten und monoton wachsenden Horizontallasten.

(2)P Gebäude, welche die Kriterien von EN 1998-1:2004, **4.3.3.4.2.1(2)**, **(3)** für Regelmäßigkeit im Grundriss nicht erfüllen, sind unter Verwendung eines räumlichen Modells zu berechnen.

(3)P Bei Gebäuden, die den Regelmäßigkeitskriterien von EN 1998-1:2004, **4.2.3.2** genügen, darf die Berechnung anhand von zwei ebenen Modellen, jeweils eines für jede der beiden horizontalen Hauptrichtungen des Gebäudes, durchgeführt werden.