

DIN EN 1998-3



ICS 91.010.30; 91.120.25

Einsprüche bis 2023-10-11
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 1998-3:2010-12

Entwurf**Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben –
Teil 3: Beurteilung und Ertüchtigung von Gebäuden und Brücken;
Deutsche und Englische Fassung prEN 1998-3:2023**

Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance –
Part 3: Assessment and retrofitting of buildings and bridges;
German and English version prEN 1998-3:2023

Eurocode 8: Calcul des structures pour leur résistance au séisme –
Part 3: Evaluation et renforcement des bâtiments et des ponts;
Version allemande et anglaise prEN 1998-3:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-08-11 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 427 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

<i>Titel de:</i>	Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben — Teil 3: Beurteilung und Ertüchtigung von Gebäuden und Brücken
<i>Titel en:</i>	Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance — Part 3: Assessment and retrofitting of buildings and bridges
<i>Titel fr:</i>	Eurocode 8: Calcul des structures pour leur résistance au séisme — Part 3: Evaluation et renforcement des bâtiments et des ponts

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	7
Einleitung	8
0.1 Einleitung zu den Eurocodes	8
0.2 Einleitung zu EN 1998 (alle Teile)	8
0.3 Einleitung zu prEN 1998-3	9
0.4 In den Eurocodes verwendete Verbformen	11
0.5 Nationaler Anhang zu prEN 1998-3	11
1 Anwendungsbereich	12
1.1 Anwendungsbereich von prEN 1998-3	12
1.2 Voraussetzungen	13
2 Normative Verweisungen	13
3 Begriffe und Symbole	13
3.1 Begriffe	13
3.2 Symbole und Abkürzungen	14
3.2.1 Symbole	15
3.2.2 Abkürzungen	30
3.3 SI-Einheiten	31
4 Bemessungsgrundlagen	31
4.1 Leistungsanforderungen	31
4.2 Konformitätskriterien für bestehende Bauwerke	32
4.2.1 Spezifität von bestehenden Bauwerken	32
4.2.2 Nachweisregeln	32
4.2.3 Grenzzustandsnachweise	34
4.3 Allgemeine Verfahrensweise für die Planung der Beurteilung und Ertüchtigung	35
4.3.1 Seismische Beurteilung im aktuellen Zustand	35
4.3.2 Planung der Ertüchtigung	36
5 Informationen zur Beurteilung der Konstruktion	36
5.1 Allgemeine Informationen und Vorgeschichte	36
5.2 Erforderliche Eingangsdaten	37
5.3 Kenntnisstände: Definitionen	38
5.4 Kenntnisstände: Ermittlung	38
5.4.1 Geometrie	38
5.4.2 Vorläufige Berechnung	40
5.4.3 Konstruktive Einzelheiten	40
5.4.4 Baustoffe	41
5.5 Repräsentative Werte für Baustoffeigenschaften	42
6 Modellierung, statische Berechnung und Nachweis	43
6.1 Allgemeines	43
6.2 Modellierung	43
6.3 Berechnung: Kräftebasierter Ansatz	45
6.3.1 Reduziertes Spektrum für den kräftebasierten Ansatz	45
6.4 Berechnung: Verschiebungsbasierter Ansatz	46
6.4.1 Linear-elastische Berechnung	46
6.4.2 Nichtlineare statische Berechnung	46
6.4.3 Nichtlineare Antwortverlaufsrechnung	47

6.5	Sicherheitsnachweise	47
6.5.1	Allgemeines	47
6.5.2	Nachweise bezüglich des Grenzzustands des Quasiversagens	47
6.5.3	Nachweise für zusätzliche Grenzzustände	49
7	Planung von konstruktiven Eingriffen	49
7.1	Kriterien für einen baulichen Eingriff	49
7.1.1	Allgemeines	49
7.1.2	Allgemeine technische Kriterien	49
7.1.3	Arten von Eingriffen	50
7.1.4	Nichttragende Bauteile	51
7.1.5	Begründung der Wahl der Eingriffsart	51
7.2	Entwurfsvorgehen für nachträgliche Ertüchtigung	51
8	Spezifische Regeln für Stahlbetonbauwerke	52
8.1	Anwendungsbereich	52
8.2	Ermittlung der Geometrie, der konstruktiven Einzelheiten und der Baustoffe	52
8.2.1	Allgemeines	52
8.2.2	Geometrie	53
8.2.3	Einzelheiten	53
8.2.4	Baustoffe	53
8.3	Erstellung des Tragwerksmodells	56
8.4	Beanspruchbarkeitsmodelle für die Beurteilung	57
8.4.1	Einleitung	57
8.4.2	Balken, Stützen und Wände bei Biegung mit oder ohne Längskraft	57
8.4.3	Balken, Stützen und Wände: Schubnachweis in kritischen Zonen	65
8.4.4	Balken-Stützen-Knoten	65
8.5	Grenzzustandsnachweise	65
8.5.1	Balken, Stützen und Wände bei Biegung mit und ohne Längskraft	65
8.5.2	Schub bei Balken, Stützen und Wänden	67
8.5.3	Balken-Stützen-Knoten	68
8.6	Beanspruchbarkeitsmodelle für die Ertüchtigung	69
8.6.1	Allgemeines	69
8.6.2	Betonummantelungen	70
8.6.3	Stahlummantelungen	71
8.6.4	FRP-Tafeln und Umwicklungen	73
9	Spezifische Regeln für Stahl- und Verbundtragwerke	78
9.1	Anwendungsbereich	78
9.2	Ermittlung der Geometrie, der konstruktiven Einzelheiten und der Baustoffe	79
9.2.1	Allgemeines	79
9.2.2	Geometrie	79
9.2.3	Einzelheiten	79
9.2.4	Baustoffe	81
9.3	Erstellung des Tragwerksmodells	87
9.4	Beanspruchbarkeitsmodelle für die Beurteilung	90
9.4.1	Allgemeines	90
9.4.2	Balken und Stützen bei Biegung mit oder ohne Längslast	91
9.4.3	Stahlverbände	102
9.4.4	Verbinder in Rahmen mit exzentrischen Verbänden	102
9.4.5	Gegen Knicken ausgesteifte Verbände	102
9.4.6	Stahlstützen- und Balken-Stoßverbindungen	102
9.4.7	Balken-Stützenstegfeld-Anschluss	104
9.4.8	Verband-Endverbindungen	104
9.5	Grenzzustandsnachweise	106
9.5.1	Allgemeines	106
9.5.2	Balken und Stützen bei Biegung mit oder ohne Längslast	107

9.5.3	Aussteifende Verbände	109
9.5.4	Verbinder in Rahmen mit exzentrischen Verbänden.....	110
9.5.5	Stahlstützen- und Balken-Stoßverbindungen.....	110
9.5.6	Balken-Stützenstegfeld-Anschluss	111
9.5.7	Verband-Endverbindungen	111
9.6	Beanspruchbarkeitsmodelle für die Ertüchtigung	112
9.6.1	Allgemeines	112
9.6.2	Schweißverbindungsertüchtigungen.....	112
9.6.3	Ertüchtigung mit Steifen oder Verstärkungsblechen.....	113
9.6.4	Ertüchtigung von Balken-Stützen-Knoten mit betonummantelten Steifen	113
9.6.5	Ertüchtigung mit einbetonierten Verbundstützen	114
9.6.6	Ertüchtigung genieteter oder geschraubter Verbindungen und Anschlüsse	114
10	Spezifische Regeln für Holzgebäude.....	115
10.1	Anwendungsbereich.....	115
10.2	Ermittlung der Geometrie, der konstruktiven Einzelheiten und der Baustoffe.....	115
10.2.1	Allgemeines	115
10.2.2	Geometrie	116
10.2.3	Einzelheiten	116
10.2.4	Baustoffe	116
10.3	Klassifizierung von tragenden Holzbauteilen.....	121
10.3.1	Holzscheiben	121
10.3.2	Holzrahmen	123
10.4	Erstellung des Tragwerksmodells.....	125
10.4.1	Allgemeines	125
10.4.2	Scheiben.....	125
10.4.3	Rahmen	126
10.5	Statische Berechnung.....	127
10.5.1	Allgemeines	127
10.5.2	Ortsbezogene Berechnung von Scheiben nach einem kräftebasierten Ansatz.....	127
10.6	Beanspruchbarkeitsmodelle für die Beurteilung.....	128
10.6.1	Allgemeines	128
10.6.2	Holzscheiben	129
10.6.3	Zimmermannsverbindungen	129
10.6.4	Verbindungen mit dübelartigen Verbindungsmitteln.....	133
10.7	Grenzzustandsnachweise	133
10.7.1	Holzscheiben	133
10.7.2	Holzrahmen	134
10.7.3	Zimmermannsverbindungen	134
10.7.4	Dübelverbindungen.....	135
10.8	Beanspruchbarkeitsmodelle für die Ertüchtigung	135
10.8.1	Bemessungswert der Beanspruchbarkeit des Baustoffs	135
10.8.2	Scheiben.....	135
10.8.3	Holzrahmen	139
10.8.4	Zimmermannsverbindungen	140
10.8.5	Dübelverbindungen.....	141
11	Spezifische Regeln für gemauerte Gebäude.....	142
11.1	Anwendungsbereich.....	142
11.2	Identifizierung der Geometrie, der konstruktiven Einzelheiten und der Baustoffe	143
11.2.1	Allgemeines	143
11.2.2	Geometrie	143
11.2.3	Konstruktive Einzelheiten	143
11.2.4	Baustoffe	144
11.3	Erstellung des Tragwerksmodells und statische Berechnung.....	146
11.3.1	Allgemeines	146

11.3.2	Modellierung und Berechnung der Gesamtantwort von Mauern in Plattenebene	148
11.3.3	Modellierung und Berechnung von aus ihrer Ebene heraus wirkenden Teilmechanismen und Traglastberechnung	152
11.3.4	Modellierung der Antwort von Mauerwerksaufmachungen in Rahmengebäuden in Plattenebene	157
11.4	Beanspruchbarkeitsmodelle für die Beurteilung	159
11.4.1	Beanspruchbarkeitsmodelle für in Plattenebene belastete Mauerwerkbauteile.....	159
11.4.2	Beanspruchbarkeitsmodelle für die Beurteilung von teilweise aus ihrer Ebene heraus wirkenden Mechanismen.....	170
11.5	Grenzzustandsnachweise.....	172
11.5.1	Nachweis der Gesamtantwort von Mauern in Plattenebene	172
11.5.2	Nachweis von teilweise aus ihrer Ebene heraus wirkenden Mechanismen.....	180
11.6	Berechnung und Beanspruchbarkeitsmodelle für die Ertüchtigung.....	186
11.6.1	Allgemeines	186
11.6.2	Erstellung des Tragwerksmodells des verstärkten Gebäudes	187
11.6.3	Beanspruchbarkeitsmodelle für verstärkte Mauerwerkbauteile.....	188
12	Spezifische Regeln für Brücken.....	188
12.1	Anwendungsbereich.....	188
12.2	Anforderungen an die Leistungsfähigkeit.....	189
12.3	Übereinstimmungskriterien	189
12.3.1	Unterscheidung zwischen „duktilen“ und „spröden“ Mechanismen	189
12.3.2	Unterscheidung zwischen primären und sekundären seismischen Bauteilen	189
12.4	Informationen zur Beurteilung der Konstruktion	189
12.4.1	Allgemeines	189
12.4.2	Verfahrensweise der Untersuchungen.....	190
12.4.3	Beurteilung des Kenntnisstandes	191
12.5	Verfahrensweisen der Beurteilung	192
12.5.1	Allgemeines	192
12.5.2	Brücken, bei denen die Trägheitserdbebeneinwirkung dominiert	192
12.5.3	Hinterfüllte Brücken, bei denen die kinematische Erdbebeneinwirkung dominiert.....	192
12.6	Planung von konstruktiven Eingriffen	193
12.6.1	Eingriffe an Pfeilern.....	194
12.6.2	Eingriffe an Gründungen	194
12.6.3	Eingriffe an Widerlagern und Stützwandkonstruktionen.....	194
12.6.4	Eingriffe an Lagern.....	195
12.6.5	Eingriffe an Decks.....	195
Anhang A (informativ)	Vorläufige Berechnung.....	196
A.1	Anwendung dieses Anhangs.....	196
A.2	Anwendungsbereich und Anwendungsgrenzen	196
A.3	Stahlbetonbauwerke	196
A.4	Mauerwerksbauten	198
Anhang B (informativ)	Ergänzende Informationen zu Betonbauwerken	200
B.1	Anwendung dieses informativen Anhangs.....	200
B.2	Anwendungsbereich und Anwendungsgrenzen	200
B.3	Vorhersage der Sehnennrotation im Grenzzustand am Ende einer Stütze mit durchgehenden oder mit Übergreifungsstoß angeordneten Glattstäben, wobei der Querschnitt aus rechteckigen Teilen und/oder FRP besteht.....	200
Anhang C (informativ)	Ergänzende Informationen zu Holzbauten	203
C.1	Anwendung dieses Anhangs.....	203
C.2	Anwendungsbereich und Anwendungsgrenzen	203
Anhang D (informativ)	Ergänzende Informationen zu gemauerten Gebäuden	206
D.1	Anwendung dieses Anhangs.....	206
D.2	Anwendungsbereich und Anwendungsgrenzen	206

D.3	Klassifizierung von nicht nach EN 1996-1-1 ausgeführten Mauerwerkstypen und Bezugswerte für die Baustoffeigenschaften	206
D.4	Bezugswerte für die äquivalente Steifigkeit von verschiedenen Arten von horizontalen Scheiben in Plattenebene	210
D.5	Seitliche Verschiebungskapazität von Mauerwerkbauteilen im Falle hybrider Versagensarten.....	211
D.6	Bezugswerte für die Baustoffeigenschaften verschiedener Arten von verstärktem Mauerwerk.....	212
D.7	Sanierungs- und Ertüchtigungsverfahren	213
D.7.1	Sanierung von Rissen	213
D.7.2	Sanierung und Ertüchtigung von Wandkreuzungen	214
D.7.3	Verstärkung und Versteifung horizontaler Deckenscheiben.....	214
D.7.4	Zerr- und Verbindungsbalken	214
D.7.5	Ertüchtigung von Gebäuden mit Hilfe von Stahlzugbändern	215
D.7.6	Ertüchtigung von Mauerwerk mit einem Kern aus Bauschutt oder Gesteinstrümmern (mehrschaliges Mauerwerk)	215
D.7.7	Ertüchtigung von Wänden mit Hilfe von Ummantelungen aus Stahlbeton oder Stahlprofilen.....	215
D.7.8	Ertüchtigung von Wänden mit Hilfe von Ummantelungen mit Polymernetzen	215
D.8	Deckenspektralbeschleunigungen für gemauerte Gebäude	215
Anhang E (informativ) Ablaufdiagramme für die Anwendung dieser Norm.....		217
E.1	Anwendung dieses Anhangs	217
Literaturhinweise.....		222

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1998-3:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird. CEN/TC 250 ist für alle Eurocodes des konstruktiven Ingenieurbaus zuständig. Die Verantwortung für alle Angelegenheiten der Tragwerks- und geotechnischen Planung wurde dem CEN/TC 250 von CEN übertragen.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen formellen Abstimmung vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 1998-3:2005 ersetzen.

Die erste Generation der EN Eurocodes wurde zwischen den Jahren 2002 und 2007 veröffentlicht. Dieses Dokument wurde als Teil der zweiten Generation der Eurocodes im Rahmen des Mandats M/515 erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben.

Die Eurocodes wurden erarbeitet, um in Verbindung mit einschlägigen Ausführungs-, Werkstoff-, Produkt- und Prüfnormen angewendet zu werden und um Anforderungen an Ausführung, Werkstoffe, Produkte und Prüfung zu identifizieren, auf denen die Eurocodes beruhen.

Die Eurocodes erkennen die Verantwortlichkeit aller Mitgliedstaaten an und wahren deren Recht, sicherheitsbezogene Werte auf nationaler Ebene in Nationalen Anhängen festzulegen.

Einleitung

0.1 Einleitung zu den Eurocodes

Die Eurocodes des konstruktiven Ingenieurbaus umfassen 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 Holzbauten*
- 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 Aluminiumtragwerken*
- Neue Teile sind derzeit in Erarbeitung, z. B. der Eurocode für die Bemessung von tragenden Konstruktionen aus Glas.

Die Eurocodes sind für die Anwendung durch Tragwerksplaner, Bauherren, Hersteller, Ausführende, zuständige Behörden (bei der Wahrnehmung ihrer Aufgaben in Übereinstimmung mit nationalen oder internationalen Vorschriften), Lehrkräfte, Softwareentwickler und Normenausschüsse, in denen verwandte Produktnormen, Prüfnormen und Ausführungsnormen erarbeitet werden, gedacht.

ANMERKUNG Einige Entwurfs- und Bemessungsaspekte werden am zutreffendsten von den zuständigen Behörden festgelegt oder können, sofern keine Festlegungen getroffen wurden, für ein bestimmtes Bauvorhaben zwischen den beteiligten Parteien wie Tragwerksplanern und Bauherren vereinbart werden. In den Eurocodes werden solche Aspekte durch ausdrückliche Bezugnahme auf die zuständigen Behörden und die beteiligten Parteien gekennzeichnet.

0.2 Einleitung zu EN 1998 (alle Teile)

EN 1998 (alle Teile) legt die Regeln für die erdbebenbezogene Bemessung neuer Hoch- und Ingenieurbauten sowie für die Beurteilung und Ertüchtigung bestehender Gebäude, einschließlich geotechnischer Aspekte, sowie für Bauten mit begrenzter Standzeit fest.

ANMERKUNG Diese Norm befasst sich außerdem Nachweis von Bauwerken in der Erdbebensituation während der Bauausführung, sofern dies erforderlich ist.

Es sollte beachtet werden, dass für die Auslegung von Bauwerken in Erdbebengebieten die Festlegungen der Reihe EN 1998 zusätzlich zu den maßgebenden Festlegungen der Reihen EN 1990 bis EN 1997 und EN 1999 angewendet werden sollte sind. EN 1998 sollte speziell auf Bauwerke der Versagensfolgeklassen CC1, CC2 und CC3, die in EN 1990:2023, 4.3, festgelegt sind, angewendet werden. Bauwerke der Versagensfolgeklasse CC4 werden nicht vollständig von den Eurocodes abgedeckt; die zuständigen Behörden können aber eine Einhaltung der Festlegungen von EN 1998 oder Teilen davon verlangen.

Ein perfekter Schutz gegen Erdbeben (ein seismisches Risiko gleich null) ist in der Praxis von Natur aus nicht möglich, besonders weil Kenntnisse über die Gefährdung selbst mit einer erheblichen Unsicherheit behaftet sind. Deshalb wird die Erdbebeneinwirkung in Eurocode 8 in konventioneller Form dargestellt, deren Amplitude proportional zu den Erdbeben ist, die an einem bestimmten Ort auftreten können, und die für deren Frequenzanteil repräsentativ ist. Diese Darstellung ist keine Vorhersage einer bestimmten seismischen Bewegung, und eine solche Bewegung könnte Anlass für noch schwerwiegendere Auswirkungen als jene der betrachteten Erdbebeneinwirkung sein und damit zu größeren Schäden führen, als sie von den in dieser Norm betrachteten Grenzzuständen beschrieben werden.

Nicht nur die Erdbebeneinwirkung kann nicht vorhergesagt werden, sondern es sollte auch anerkannt werden, dass ingenieurstechnische Verfahren keine perfekte Vorhersage treffen, wenn es um die spezifischen Auswirkungen geht, bei denen davon ausgegangen wird, dass die Bauwerke im nichtlinearen Bereich reagieren. Solche Unsicherheiten werden entsprechend dem allgemeinen Rahmen von EN 1990 berücksichtigt, wobei ein Restrisiko besteht, dass ihre Auswirkungen unterschätzt werden.

EN 1998 ist in folgende Teile gegliedert:

EN 1998-1-1, *Eurocode 8 — Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben — Teil 1-1: Grundlagen und Erdbebeneinwirkung*;

EN 1998-1-2, *Eurocode 8 — Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben — Teil 1-2: Hochbauten*;

EN 1998-2, *Eurocode 8 — Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben — Teil 2: Brücken*;

EN 1998-3, *Eurocode 8 — Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben — Teil 3: Beurteilung und Ertüchtigung von Gebäuden und Brücken*;

EN 1998-4, *Eurocode 8 — Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben — Teil 4: Silos, Tankbauwerke und Rohrleitungen*;

EN 1998-5, *Eurocode 8 — Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben — Teil 5: Geotechnische Aspekte, Gründungen, Stütz- und Untertagebauwerke*.

0.3 Einleitung zu prEN 1998-3

prEN 1998-3 wurde aus folgenden Gründen erarbeitet:

- Bei vielen bestehenden Bauwerken wurde der Widerstand gegen seismische Beanspruchungen beim Originalentwurf nicht berücksichtigt, während nichtseismische Einwirkungen zumindest über die Konstruktionsregeln der herkömmlichen Bauweisen Berücksichtigung fanden.
- Bewertungen von seismischen Risiken nach dem jetzigen Wissensstand können ergeben, dass es notwendig ist, Ertüchtigungsmaßnahmen zu ergreifen.
- Das Auftreten von Erdbebenschäden kann die Durchführung umfangreicher Sanierungsmaßnahmen notwendig machen, was mit hohen Kosten verbunden sein kann.

Die Politiken zur Minderung der seismischen Risiken können eine Unterscheidung zwischen „aktiven“ und „passiven“ seismischen Beurteilungs- und Ertüchtigungsprogrammen treffen.

- „Aktive“ Programme können von den Eigentümern bestimmter Kategorien von Bauwerken verlangen, dass sie bestimmte Termine für die Erledigung der seismischen Beurteilung und – in Abhängigkeit von deren Ergebnis – der Ertüchtigung einhalten. Die Kategorien der als anzugehen ausgewählten Bauwerke können von dem damit verbundenen seismischen Risiko abhängen, das seinerseits von der Gefährdung, den Standortbedingungen und der Anfälligkeit und/oder der Versagensfolgeklasse und der Belegung oder letztlich der erkannten Anfälligkeit des Bauwerks abhängt (die wiederum von der Art der Baustoffe und

der Bauart, der Größe und dem Alter des Bauwerks und dem zum gegebenen Zeitpunkt gültigen Bemessungsregelwerk usw. beeinflusst wird);

- „Passive“ Programme verbinden die seismische Beurteilung – die möglicherweise Ertüchtigungsmaßnahmen zur Folge hat – mit anderen Ereignissen oder Aktivitäten bezüglich der Nutzung des Bauwerks und seines Fortbestehens, wie z. B. einer Änderung der Nutzung, die mit einer Erhöhung der Belegung oder der Versagensfolgeklasse einhergeht, Umbauten über bestimmte Grenzwerte hinaus (wie z. B. über einen bestimmten Prozentsatz der Grundfläche oder des Gesamtwerts des Bauwerks hinaus), Behebung von Schäden nach einem Erdbeben usw.

Entsprechend enthält diese Norm nur technische Abschnitte. Die Entscheidung, ob sie auf eine bestimmte Art von Bauwerk anzuwenden ist, hängt je nachdem, welcher Risikominderungsansatz betrachtet wird, von der Entscheidung der zuständigen Behörde oder des Projekteigentümers ab.

Die Entscheidung über die nachzuweisenden Grenzzustände sowie die Wiederkehrperioden der den verschiedenen Grenzzuständen zugeschriebenen Erdbebeneinwirkung können von dem für die Beurteilung und Ertüchtigung angewendeten Programm abhängen. Die maßgebenden Anforderungen können von den Kosten der auszuführenden Ertüchtigungsarbeiten in ihrem Verhältnis zu den schließlich akzeptierten Risiken abhängen. Im Falle von durch Umbauten ausgelösten „passiven“ Programmen können die maßgebenden Anforderungen in Abhängigkeit von Ausmaß und Kosten der auszuführenden Umbauarbeiten abgestuft werden.

Im Gegensatz zu neuen Bauwerken, bei denen die mechanischen und physikalischen Eigenschaften der Baustoffe in der Planungsphase des Bauvorhabens vorgeschrieben werden können, gibt es bei bestehenden Bauwerken in Abhängigkeit von der durchgeführten Erkundung und den dabei angewendeten Untersuchungsverfahren immer auch Unbekannte. Daher sind die bei der Berechnung dieser Bauwerke zugrunde gelegten Eigenschaften immer auch mit Unsicherheiten behaftet, was um so wichtiger ist, als die aus der Begutachtung resultierenden Kenntnisse begrenzt sind. Die aus der Beurteilung – und der späteren Ertüchtigungsplanung – gezogenen Schlussfolgerungen sind daher notwendigerweise ebenfalls unsicherheitsbehaftet, und es bleibt eine geringe Versagenswahrscheinlichkeit auch dann bestehen, wenn die Vorgaben dieser Norm eingehalten wurden.

Diese Norm bezieht sich allein auf die baulich-konstruktiven Aspekte der seismischen Beurteilung und Ertüchtigung, die gegebenenfalls nur einer Komponente einer umfassenden Strategie zur Verminderung des seismischen Risikos entsprechen könnten. Die Umstände, welche die Durchführung einer seismischen Beurteilung einzelner Gebäude oder Brücken, die möglicherweise Ertüchtigungsmaßnahmen zur Folge haben, notwendig machen könnten, sind nicht Gegenstand dieser Norm. Diese Norm gilt ab dem Moment, in dem festgestellt wird, dass es erforderlich ist, ein bestimmtes Bauwerk zu beurteilen, und zwar in der Situation, dass dieses Bauwerk von den benachbarten Bauwerken dynamisch unabhängig ist. Diese Norm darf auch dann angewendet werden, wenn das Bauwerk mit anderen Bauwerken verbunden ist, die nicht explizit modelliert wurden, sofern die Tragwerkswechselwirkungen vernachlässigbar sind oder im Modell durch entsprechende Einschränkungen und/oder zusätzliche Massen berücksichtigt werden.

In Fällen niedriger Erdbebeneinwirkungsklassen [siehe prEN 1998-1-1:2022, 4.1(4)] darf diese Norm den örtlichen Gegebenheiten mittels entsprechender Nationaler Anhänge angepasst werden. In diesem Zusammenhang darf, besonders von Ländern in Gebieten mit geringer Seismizität, das Konzept der risikobasierten Beurteilung angewendet werden.

Im Rahmen seismischer Ertüchtigungen sind qualitative Nachweise für die Erkennung und Behebung größerer konstruktiver Mängel sehr wichtig, und ihre Anwendung sollte nicht durch den in diesem Teil des Eurocode 8 dargelegten quantitativen Berechnungsansatz behindert werden. Es wird der Initiative der nationalen Behörden überlassen, eher qualitativ ausgerichtete Dokumente zu erstellen.

0.4 In den Eurocodes verwendete Verbformen

Das Verb „muss“ beschreibt eine Anforderung, die zwingend zu befolgen ist und von der bei Anwendung der Eurocodes keine Abweichung zulässig ist.

Das Verb „sollte“ beschreibt eine streng empfohlene Auswahl oder Verfahrensweise. In Abhängigkeit von nationalen Regeln und/oder relevanten Vertragsbestimmungen können alternative Lösungen verwendet/angenommen werden, wenn sie technisch gerechtfertigt sind.

Das Verb „darf“ beschreibt eine erlaubte Verfahrensweise innerhalb der Anwendungsgrenzen der Eurocodes.

Das Verb „kann“ beschreibt Möglichkeiten und Fähigkeiten; es wird für Tatsachenfeststellungen und Erklärungen verwendet.

0.5 Nationaler Anhang zu prEN 1998-3

Nationale Festlegungen zu dieser Norm sind dann erlaubt, wenn diese im Rahmen von Anmerkungen ausdrücklich gestattet sind. Zu den nationalen Festlegungen gehört die Auswahl von Werten für die national festzulegenden Parameter (NDPs, en: nationally determined parameters).

Die jeweilige nationale Ausgabe von prEN 1998-3 kann einen Nationalen Anhang mit allen nationalen Festlegungen enthalten, die für die Beurteilung und Ertüchtigung von Gebäuden und Brücken im jeweiligen Land Verwendung finden.

Wird keine nationale Festlegung angeführt, so ist der in dieser Norm festgelegte Standardwert anzuwenden.

Wenn keine nationale Festlegung angeführt wird und kein Standardwert in dieser Norm angegeben ist, kann die Festlegung durch eine zuständige Behörde getroffen werden oder, sofern keine Festlegungen getroffen wurden, können die betroffenen Parteien im Einzelfall eine Vereinbarung treffen.

Nationale Festlegungen sind in prEN 1998-3 im Rahmen von Anmerkungen zu Folgendem gestattet:

4.1(2)	4.1(3)	4.2.2(8)	5.4.4(1)
8.2.4.1(2)	8.6.4.3(10)	10.2.1(3)	A.3(2)

Nationale Festlegungen sind in prEN 1998-3 für die Anwendung der folgenden informativen Anhänge gestattet:

Anhang A	Anhang B	Anhang C	Anhang D
Anhang E	Anhang F		

Der Nationale Anhang kann, direkt oder durch Verweisungen, ergänzende nicht widersprechende Angaben zur Erleichterung der Umsetzung enthalten, sofern dadurch keine Bestimmungen der Eurocodes geändert werden.

1 Anwendungsbereich

1.1 Anwendungsbereich von prEN 1998-3

(1) Dieses Dokument gilt für die Beurteilung und Ertüchtigung von Gebäuden und Brücken in Erdbebengebieten, und zwar wie in a) bis c) angegeben:

- a) um Kriterien für die Beurteilung des seismischen Verhaltens von bereits bestehenden einzelnen Gebäuden und Brücken bereitzustellen;
- b) um die für die Auswahl der notwendigen Korrekturmaßnahmen zu befolgende Verfahrensweise zu beschreiben;
- c) um Kriterien für die Planung von Ertüchtigungsmaßnahmen festzulegen (d.h. Planung, statische Berechnungen einschließlich der konstruktiven Eingriffe, endgültige Dimensionierung der tragenden Teile und ihrer Verbindungen zu vorhandenen tragenden Bauteilen).

ANMERKUNG 1 Für die Anwendung dieser Norm umfasst die Ertüchtigung sowohl die seismische Modernisierung (z. B. Verstärkung oder Hinzufügung eines passiven Systems) von unbeschädigten Bauwerken als auch die Sanierung und mögliche Modernisierung von durch Erdbeben beschädigten Bauwerken.

ANMERKUNG 2 Anhang E enthält Ablaufdiagramme für die Anwendung dieser Norm.

(2) Sofern nicht ausdrücklich angegeben, gelten prEN 1998-1-1 und prEN 1998-5.

(3) Entsprechend den Leistungsanforderungen von prEN 1998-1-1:2022, 4.1 deckt diese Norm die seismische Beurteilung und Ertüchtigung von Gebäuden und Brücken ab, die aus den am häufigsten verwendeten Baustoffen bestehen: Beton, Stahl und Verbundwerkstoffe, Holz und Mauerwerk.

ANMERKUNG Die Anhänge B, C und D enthalten zusätzliche Hinweise bezüglich der Beurteilung von Stahlbeton-, Holz- bzw. Mauerwerksbauten und, soweit notwendig, bezüglich deren Ertüchtigung.

(4) Diese Norm behandelt die Beurteilung einzelner Bauwerke, um zu entscheiden, ob die Notwendigkeit eines konstruktiven Eingriffs besteht, und um gegebenenfalls die notwendigen Ertüchtigungsmaßnahmen zu planen. Sie ist nicht gedacht für die Vulnerabilitätsbeurteilung von Gesamtheiten oder Gruppen von Bauwerken im Zuge der Ermittlung des seismischen Risikos für unterschiedliche Zwecke (z. B. zur Bestimmung des Versicherungsrisikos, zur Setzung von Prioritäten bei Risikominderungsmaßnahmen usw.).

(5) Diese Norm stellt (in ihren baustoffspezifischen Abschnitten Abschnitt 8 bis Abschnitt 11) Kriterien für den Nachweis der gängigsten unter den zurzeit angewendeten Ertüchtigungsverfahren zur Verfügung.

(6) Dieses Dokument enthält spezifische Regeln für die Beurteilung und Ertüchtigung, die für bestehende Gebäude und Brücken der Versagensfolgekassen CC1, CC2 und CC3, wie in EN 1990:2023, 4.3 festgelegt, maßgebend sind.

(7) Obgleich die Vorgaben dieser Norm auf alle gängigen Kategorien von Gebäuden und Brücken anwendbar sind, erfordern die seismische Beurteilung und die Ertüchtigung von Denkmälern und zum kulturellen Erbe gehörenden Bauwerken häufig – je nach Art des Bauwerks – verschiedene Arten von Vorgaben und Ansätzen, die von der Beschaffenheit dieser Denkmäler abhängen.

1.2 Voraussetzungen

- (1) Es wird davon ausgegangen, dass die Voraussetzungen von prEN 1998-1-1:2022, 1.2 angewendet werden.
- (2) Die Vorgaben dieser Norm gehen von der Voraussetzung aus, dass die Datenerfassung und die Prüfungen von erfahrener Personal durchgeführt werden und dass der für die Beurteilung, die mögliche Planung der Ertüchtigung und die Ausführung der Arbeiten verantwortliche Ingenieur über einschlägige Erfahrungen für den zu modernisierenden oder sanierenden Bauwerkstyp verfügt.
- (3) Die bei Inspektionen anzuwendenden Verfahrensweisen, Checklisten und die anderen bei Datenerfassungen anzuwendenden Verfahrensweisen sollten dokumentiert und archiviert werden, und auf sie sollte in den Beurteilungs-/Planungsunterlagen Bezug genommen werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

ANMERKUNG Siehe Literaturhinweise für eine Auflistung anderer zitierter Dokumente, bei denen es sich nicht um normative Verweisungen handelt, einschließlich solcher, die als Empfehlungen (d. h. in „sollte/sollten“-Abschnitten), Erlaubnisse („darf/dürfen“-Abschnitte), Möglichkeiten („kann/können“-Abschnitte) und in Anmerkungen in Bezug genommen werden.

EN 1990:2023, *Eurocode — Grundlagen der Tragwerksplanung*

prEN 1998-1-1:2022, *Eurocode 8 — Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben — Teil 1-1: Grundlagen und Erdbebeneinwirkung*

prEN 1998-1-2:2023, *Eurocode 8 — Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben — Teil 1-2: Hochbauten*

prEN 1998-2:2023, *Eurocode 8 — Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben — Teil 2: Brücken*

prEN 1998-5:2022, *Eurocode 8 — Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben — Teil 5: Geotechnische Aspekte, Gründungen, Stütz- und Untertagebauwerke*

ISO 80000 (alle Teile), *Quantities and units*

3 Begriffe und Symbole

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 1990, prEN 1998-1-1:2022, 3.1, prEN 1998-1-2:2023, 3.1 (für Gebäude) und prEN 1998-2:2023, 3.1 (für Brücken) sowie die folgenden Begriffe.

3.1.1

Scheibe

waagerechtes oder annähernd waagerechtes tragende Bauteil, wie z. B. ein Decken- oder Dachsystem, das dazu dient, horizontal wirkende Trägheitskräfte auf Vertikalbauteile des für den Widerstand gegen die Erdbebeneinwirkung dienenden Systems zu übertragen

3.1.2

Scheibensehne

senkrecht zur Trägheitskraft wirkendes Randbauteil, das dazu dient, dem durch den Momentenkopplungseffekt der Scheibe verursachten Zug oder Druck entgegenzuwirken

3.1.3

Scheibensammler

parallel zur Trägheitskraft wirkendes Bauteil, das Horizontalkräfte von der Scheibe des Bauwerks auf Vertikalbauteile des für den Widerstand gegen die Erdbebeneinwirkung dienenden Systems überträgt

3.1.4

Scheibenzugband

Scheibendruckstrebe

parallel zur Trägheitskraft wirkendes Bauteil, das dazu dient, Wandverankerungs- oder Scheibenträgheitskräfte innerhalb der Scheibe zu übertragen

3.1.5

Kenntnisstand zu den Dominanten

Kenntnisstand bezüglich der Informationskategorie (Geometrie (G), konstruktive Einzelheiten (D), Baustoffeigenschaften (M)), auf die ein Beanspruchbarkeitsmodell am stärksten anspricht

3.1.6

Kenntnisstand zu den konstruktiven Einzelheiten

KLD, en: knowledge level of construction details

Kenntnisstand bezüglich der baulichen Durchbildung und der Verbindungen sowie deren Menge, die jeweils vom Bauwerkstyp abhängen

3.1.7

Kenntnisstand zur Geometrie

KLG, en: knowledge level of geometry

Kenntnisstand bezüglich der geometrischen Eigenschaften des Tragsystems und der nichttragenden Bauteile

3.1.8

Kenntnisstand zu den Baustoffeigenschaften

KLM, en: knowledge level of material properties

Kenntnisstand bezüglich der mechanischen Eigenschaften der Gefügebestandteile

3.1.9

simulierter Entwurf

Verfahrensweise, die zur Festlegung von Querschnittsprofilen und Verbindungseinzelheiten und im Falle von Stahlbetonbauwerken der Menge und Anordnung von Bewehrungen führt

3.2 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Symbole und Abkürzungen nach EN 1990:2023, 3.2, prEN 1998-1-1:2022, 3.2, prEN 1998-1-2:2023, 3.2 (für Gebäude) und prEN 1998-2:2023, 3.2 (für Brücken).

Für die baustoffbezogenen Symbole sowie für nicht spezifisch auf die Erdbebenbemessungssituation bezogene Symbole gelten die Vorgaben der maßgebenden Eurocodes.

Weitere Symbole und Abkürzungen, die im Zusammenhang mit der Erdbebenbemessungssituation zur Anwendung kommen, sind der leichten Anwendbarkeit wegen in dieser Norm in den betreffenden Abschnitten definiert. Die meisten der in prEN 1998-3 häufig verwendeten Symbole sind jedoch in 3.2.2 aufgeführt und definiert, und zusätzliche Abkürzungen sind in 3.2.3 angegeben.

3.2.1 Symbole

3.2.1.1 In Abschnitt 8 und Anhang B verwendete Symbole

Auf lateinischen Großbuchstaben basierende Symbole

A_c	Fläche des Stützenquerschnitts
A_{compr}	Gesamtfläche der Stauchungszone (rechteckig oder nicht rechteckig)
A_f	Horizontalprojektion der Querschnittsfläche eines FRP(faserverstärkten Polymer)-Streifens oder einer FRP-Bahn mit der Dicke t_f , der Breite w_f und dem Winkel β zwischen der Faserrichtung und der Bauteilachse ($= t_f w_f \sin\beta$)
A_s	Querschnittsfläche der Längsbewehrung aus Stahl
A_{sh}	Gesamt-Querschnittsfläche der horizontalen Wandbewehrung
A_{sv}	Gesamt-Querschnittsfläche der vertikalen Wandbewehrung
A_{sw}	Querschnittsfläche der Bügel
$C_{\text{Rd,c}}$	Korrekturbeiwert, der in Gleichung (8.76) anzuwenden ist
D	Durchmesser von Rundquerschnitten
D_o	Achse-zu-Achse-Durchmesser eines Ringbügels
E_f	Elastizitätsmodul des FRP
E_s	Elastizitätsmodul der Stahlbewehrung
H_i	Gesamthöhe des Geschosses i
K	durch Einschnürung bedingter Festigkeitserhöhungsfaktor
L_e	effektive Verbundlänge
$L_v = M/V$	Schubfeld am Bauteilende
N	Längskraft (als Druck positiv)
$N_{\text{b,compr}}$	Anzahl der Bewehrungsstäbe in der Nähe äußersten Druckfasern
R	Radius des FRP an den abgefasten Ecken eines Rechteckquerschnitts oder um einen Rundquerschnitt
R_c	Radius des Umschnürungsmediums, der gleich dem Biegeradius des Stahlzugbandes ist
$V_{\text{R,c}}$	Schubbeanspruchbarkeit eines Bauteils ohne Stegbewehrung
$V_{\text{R,max}}$	Schubbeanspruchbarkeit, bestimmt durch das Druckversagen der diagonalen Druckstrebe
V_w	Beitrag der Querbewehrung zur Schubbeanspruchbarkeit

Auf lateinischen Kleinbuchstaben basierende Symbole

a_c	Faktor für das Umschnürungsmedium
a_n	Beiwert für die Wirksamkeit der Umschnürung innerhalb eines Querschnitts
a_s	Beiwert für die Wirksamkeit der Umschnürung über die Bauteillänge oder das Schubfeldverhältnis (Schub schlankheit)

a_f	Beiwert für die Wirksamkeit der Umschnürung eines Rechteckquerschnitts, dessen Ecken mit dem Radius R abgefast sind, durch FRP
a_V	Faktor, der, falls zu erwarten ist, dass am Endquerschnitt die Schubrissbildung dem Biegefließen vorausgeht, gleich 1 und anderenfalls gleich 0 ist
a_{VZ}	Versatz der Zugkraftlinie des Biegemomentendiagramms
b	Breite der Stahlbänder in Stahlmantelungen
b_o und h_o	Maße des umschnürten Kerns bis zur Mittellinie des Umfassungstabs
b_i	Achse-zu-Achse-Abstände der durch eine Bügelecke oder einen Haken horizontal gehaltenen Längsstäbe (Index i) der Bewehrung entlang des Querschnittsumfangs
b_w	Breite des Querschnitts genau eines Steges oder Breite eines Wandquerschnitts
b_x, b_y	Maße eines Rechteckquerschnitts mit $b_x < b_y$
c	Betonüberdeckung der Bewehrung
c_f	Umschnürungsbeiwert, der vom FRP-Typ abhängt
c_{min}	Mindest-Betonüberdeckung von überlappenden Stäben oder durch 2 geteilte lichte Weite zum nächstgelegenen im Übergreifungsstoß angeordneten Stab, je nachdem, welches der kleinere Wert ist
d	Nutzhöhe eines Querschnitts (Höhe bis zur Zugbewehrung)
d'	Überdeckung der Druckbewehrung
d_b	Bewehrungsstabdurchmesser
d_{bL}	Durchmesser der Längszugbewehrung
f_c	Druckfestigkeit des Betons
f_{cm}	Mittelwert der Druckfestigkeit des Betons
f_{cc}	Druckfestigkeit des umschnürten Betons
f_{cd}	Bemessungswert der Druckfestigkeit des Betons
f_{ct}	Mittelwert der Zugfestigkeit des Betons
f_{eff}	effektive Spannung von mit Übergreifungsstoß angeordneten Glattstäben
f_{idd}	Bemessungswert der Ablösefestigkeit (Abschälen) von FRP
$f_{idd,e}$	Bemessungswert der effektiven Ablösefestigkeit (Abschälen) von FRP
f_o	Spannung eines Glattstahls mit einem 180°-Normhaken an der Verankerung
$f_{o,b}$	maximale Spannung, die ein Glattstahl an seinem Haken entwickeln kann
$f_{o,b0}$	maximale Spannung, die ein Anschlussbewehrungsglattstahl am Haken seiner Einbettungslänge entwickeln kann
$f_{o,t}$	maximale Spannung, die ein Glattstahl am Haken seiner Einbettungslänge entwickeln kann
f_{sm}	aufgrund überlappender Längsrippenstäbe der Bewehrung verminderte Streckgrenze des Stahls
$f_{u,f}$	effektive Festigkeit eines FRP
$f_{u,fd}$	Bemessungswert der Bruchfestigkeit des FRP

f_y	geschätzter Mittelwert der Streckgrenze des Stahls
f_{yd}	Bemessungswert der Streckgrenze der (Längs-)Bewehrung
f_{yh}	Streckgrenze von horizontalen Schubbewehrungseisen
$f_{yj,d}$	Bemessungswert der Streckgrenze der Stahlummantelung
f_{yL}	Streckgrenze von Längsbewehrungsstäben aus Stahl
f_{yv}	Streckgrenze von vertikalen Schubbewehrungseisen
f_{yw}	mittlere Streckgrenze der Querbewehrung oder der Umschnürungsbewehrung
h	Querschnittshöhe
$h_{b,i}$	Balkenhöhe an der Oberkante von Geschoss i
h_w	Höhe des Steges unter der Plattenunterkante
k_b	geometrischer Korrekturbeiwert
k_{eff}	FRP-Wirksamkeitsbeiwert, der vom Typ des FRP-Baustoffs abhängt
k_G	Korrekturbeiwert für die Auslegungsbruchenergie [siehe Gleichung (8.73)]
l_b	Einbettungslänge des Stabs in das am höchsten gelegene Bauteil, mit dem die Stütze verbunden ist (üblicherweise ein Balken)
$l_{b,0}$	Länge des Anschlussbewehrungsglattstahls, der die Stütze mit dem Fundament verbindet
l_o	Überlappungslänge
$l_{o,i}$	Überlappungslänge von Senkrechstäben an der Basis einer Stütze in Geschoss i
$l_{oy,min}$	Überlappungslänge, bei deren Überschreitung die Strecksehnrotation nicht aufgrund eines Übergreifungsstoßes vermindert wird
$l_{ou,min}$	Überlappungslänge, bei deren Überschreitung die Sehnrotation im Grenzzustand nicht aufgrund eines Übergreifungsstoßes vermindert wird
m_c	Anzahl an Betonkernen
n	Anzahl der Längsstäbe der durch eine Bügelecke oder einen Haken horizontal gehaltenen Bewehrung entlang des Querschnittsumfangs
p_c	auf den Übergreifungsstoß wirkender Umschnürungsdruck; $A_{sw}f_{yw}/(s_w R_c)$ bei der Umschnürung durch Stahlzugbänder; $t_f f_{u,f}/R$ bei der Umschnürung durch eine FRP-Ummantelung mit der Dicke t_f
s	Achse-zu-Achse-Abstand von Bügeln
s_f	Mittellinienabstand von FRP-Streifen (= w_f bei FRP-Bahnen)
s_h	Abstand der horizontalen Wandbewehrung
s_v	Abstand der vertikalen Wandbewehrung
s_w	Abstand der Querbewehrung
t_f	Dicke der FRP-Bahn
t_j	Dicke der Stahlummantelung

x	Höhe der Stauchungszone (neutrale Faser)
w_f	Breite des FRP-Streifens oder der FRP-Bahn bei Messung im rechten Winkel zur (starken) Faserrichtung
z	Länge des dem Querschnitt inhärenten Hebelarms
z_i	einer Stütze in Geschoss i inhärenter Hebelarm

Auf griechischen Großbuchstaben basierende Symbole

Γ_{Fd}	Bemessungsbruchenergie
$\Delta\theta_{u,slip}$	Rotation fester Enden nach Erreichen des Fließpunkts aufgrund von dessen Eindringtiefe in der Verankerungszone jenseits des nachgebenden Bauteilendes

Auf griechischen Kleinbuchstaben basierende Symbole

α	Wirksamkeitsbeiwert für die Umschnürung
β	Winkel zwischen der (starken) Faserrichtung des FRP-Streifens, der FRP-Bahn oder des FRP-Gewebes und der Bauteilachse
β_f	Umschnürungsbeiwert, der vom Baustofftyp abhängt
γ_{fd}	Teilsicherheitsbeiwert für die Ablösung (Abschälen) des FRP
γ_{Rd}	Teilsicherheitsbeiwert zur Berücksichtigung der mit der Grenzverformung (Beanspruchbarkeit) verbundenen Unsicherheit, der von unterschiedlichen Kenntnisständen KLG, KLD und KLM abhängt
δ	Winkel zwischen der Diagonalen und der Achse einer Stütze $\varepsilon_{co,c}$ Betondehnung bei f_c , die mit 0,002 angesetzt werden sollte
ε_{cu}	Bruchdehnung des nicht umschnürten Betons
$\varepsilon_{cu,c}$	Bruchdehnung des umschnürten Betons im Falle einer rechteckigen, kreisförmigen oder dreieckigen Stauchungszone
$\varepsilon_{f,ed}$	maximal zulässige Dehnung im FRP (darf als gleich 0,005 angesetzt werden)
ε_{su}	Bruchdehnung der Zugbewehrung
$\varepsilon_{su,nom}$	gleichmäßige Streckung bei Erreichen der Zugfestigkeit während einer Normprüfung an einem Stahlabschnitt
$\varepsilon_{su,w}$	Bruchdehnung der Umschnürungsbewehrung
$\varepsilon_{su,ribbed,laps}$	reduzierte Bruchdehnung von aufgrund eines Übergreifungsstoßes extrem gespannten Rippenstählen
$\varepsilon_{u,f}$	Bruchdehnung des FRP
θ	bei der Schubbemessung angesetzter Neigungswinkel der Sehnenrotationsstrebe
θ_{cr}	Winkel eines Diagonalrisses in einer Wand
θ_y	Sehnenrotation bei Erreichen des Fließpunkts eines Betonbauteils
$\theta_{y,slip}$	Sehnenrotation am oberen und unteren Ende einer Stütze in Geschoss i bei Erreichen des Fließpunkts eines Betonbauteils
θ_u	Sehnenrotation im Grenzzustand eines Betonbauteils

θ_u^{pl}	plastischer Teil der Sehnennrotation
$\theta_{u,ribbed,laps}^{pl}$	reduzierter plastischer Teil der Sehnennrotation im Grenzzustand aufgrund von mit Übergreifungsstoß angeordneter Rippenbewehrung
θ_{u0}^{pl}	Grundwert des plastischen Teils der Sehnennrotation
κ_{axial}	Korrekturbeiwert für die Sehnennrotation im Grenzzustand eines Betonbauteils im Falle des Einwirkens einer Längskraft ungleich 0
$\kappa_{concrete}$	Korrekturbeiwert für die Sehnennrotation im Grenzzustand eines Betonbauteils im Falle einer Betonfestigkeit ungleich 25 MPa
$\kappa_{confinement}$	Korrekturbeiwert für die Sehnennrotation im Grenzzustand eines Betonbauteils im Falle einer Umschnürung von Beton aufgrund von Querbewehrungsstäben
$\kappa_{conform}$	Korrekturbeiwert für die Sehnennrotation im Grenzzustand eines Betonbauteils für Nichteinhaltung der Regeln für die auf der Duktilität basierende Erdbebenauslegung: bei Konformität gleich 1, anderenfalls gleich 0,78
κ_{reinf}	Korrekturbeiwert für die Sehnennrotation im Grenzzustand eines Betonbauteils im Falle asymmetrischer Bewehrung
$\kappa_{shearspan}$	Korrekturbeiwert für die Sehnennrotation im Grenzzustand eines Betonbauteils im Falle eines Schubfeldverhältnisses ungleich 2,5
$\lambda_{section}$	Korrekturbeiwert der Fließgelenklänge für die Querschnittsbreite
$\lambda_{shearspan}$	Korrekturbeiwert der Fließgelenklänge für das Schubfeld
λ_{axial}	Korrekturbeiwert der Fließgelenklänge bei Einwirken einer Längslast
μ_{Δ}	Verschiebungsduktilität
μ_{Δ}^{pl}	plastischer Teil der Verschiebungsduktilität
ν	= $N/bhfc$ (dabei ist b die Breite der Stauchungszone)
ρ	Bewehrungsgrad der Zugbewehrung von Stahlbetonbauteilen
ρ_d	Bewehrungsgrad der Diagonalbewehrung
ρ_f	volumetrischer Bewehrungsgrad des FRP
ρ_s	geometrischer Bewehrungsgrad
ρ_{tot}	Gesamtbewehrungsgrad der Längsbewehrung
ρ_{sv}	volumetrischer Bewehrungsgrad der Querbewehrung, definiert als das Volumen von Umschnürungsbügeln im Verhältnis zum Volumen des Betonkerns
ρ_{sw}	Bewehrungsgrad der Querbewehrung in Stahlbetonbauteilen
ρ_v	Bewehrungsgrad der vertikalen Stegbewehrung
ρ_h	Bewehrungsgrad der horizontalen Stegbewehrung
φ	Winkel der Stäbe einer Schrägstabbewehrung zum Fußquerschnitt einer Betonwand
ϕ_u	Grenzkrümmung, berechnet anhand der Querschnittsberechnung des Endquerschnitts
ϕ_y	Fließkrümmung, berechnet anhand der Querschnittsberechnung des Endquerschnitts
ω, ω'	mechanischer Bewehrungsgrad der Zug- und Druckbewehrung

3.2.1.2 In Abschnitt 9 verwendete Symbole

Auf lateinischen Großbuchstaben basierende Symbole

A	Bruttoquerschnittsfläche eines tragenden Stahlbauteils
A_b	Bruttoquerschnittsfläche eines Baustahlbolzens
A_c	Bruttoquerschnittsfläche einer Stahlstütze
A_e	effektive Nettoquerschnittsfläche
A_g	Bruttoquerschnittsfläche
A_v	effektive Schubfläche
E	Elastizitätsmodul eines Baustahlwerkstoffs
$F\left(\frac{a_0}{t_{fu}}\right)$	Bruchparameter
G	Schubmodul eines Baustahlwerkstoffs
I_b	Trägheitsmoment des freiliegenden Stahlquerschnitts an der Biegeachse
K_e	elastische Steifigkeit eines tragenden Bauteils für die lineare Berechnung
K_{Ic}	Bruchzähigkeitsparameter
K_θ	elastische Steifigkeit des verformbaren, teiltragfähigen Balken-Stützen-Knotens
L	Achsenlänge des Stahlbalkens zwischen Anschlüssen
L_b	unversteifte Länge des Stahlbalkens
$L_{gp,b}$	durchschnittliche nicht ausgesteifte Knicklänge des Knotenblechs der Verband-Endverbindung
L_v	Schubfeld
$M_{Ed,y}$	Biegemoment bei Biegung der starken Achse in der Erdbebenbemessungssituation
$M_{Ed,z}$	Biegemoment bei Biegung der schwachen Achse in der Erdbebenbemessungssituation
M_y^*	effektive Biegebeanspruchbarkeit bei Erreichen des Fließpunkts (Fließtragfähigkeit)
M_y^{*+}	effektive Biegebeanspruchbarkeit bei Erreichen des Fließpunkts eines Stahlverbundbalkens mit positivem Moment
M_y^{*-}	effektive Biegebeanspruchbarkeit bei Erreichen des Fließpunkts eines Stahlverbundbalkens mit negativem Moment
M_u^*	effektive Biegebeanspruchbarkeit im Grenzzustand (Grenzbiegetragfähigkeit)
M_u^{*+}	effektive Biegebeanspruchbarkeit im Grenzzustand eines Stahlverbundbalkens mit positivem Moment
M_u^{*-}	effektive Biegebeanspruchbarkeit im Grenzzustand eines Stahlverbundbalkens mit negativem Moment
N_{Ed}	Längslast in der Erdbebenbemessungssituation
$N_{b,e}$	effektiver Knickwiderstand eines tragenden Bauteils
$N_{Ed,G}$	Längslast in der Stütze aufgrund von nichtseismischen Einwirkungen in der Erdbebenbemessungssituation
N_{pl}	Zugbeanspruchbarkeit eines tragenden Stahlbauteils
$N_{pl,e}$	erwartete axiale Beanspruchbarkeit bei Erreichen des Fließpunkts eines tragenden Stahlbauteils

Q_y^*	effektive Beanspruchbarkeit bei Erreichen des Fließpunkts
Q_r^*	restliche Beanspruchbarkeit
Q_u^*	effektive Beanspruchbarkeit im Grenzzustand
Q_{NC}	effektive Beanspruchbarkeit im Grenzzustand
Q_R^*	effektive Beanspruchbarkeit bei Erreichen des Fließpunkts oder im Grenzzustand, je nachdem, was zutrifft
V_y^*	effektive Schubbeanspruchbarkeit bei Erreichen des Fließpunkts
W_{el}	elastischer Querschnittsmodul
$W_{el,y}$	elastischer Querschnittsmodul bei Biegung der y-y-Achse
$W_{el,z}$	elastischer Querschnittsmodul bei Biegung der y-y-Achse
W_d	mittragende Breite des Knotenblechs in der Gelenkzone

Auf lateinischen Kleinbuchstaben basierende Symbole

a_0	Maß der kleineren Flansch- oder Stegdicke, die nicht geschweißt ist
a_h	Verfestigungsverhältnis des Stahlwerkstoffs nach Erreichen des Fließpunkts
b_a	Abstand der Bolzenachse zum unteren Ende des T-Kurzbalken-Flanschs
b_t	Abstand zwischen einer Verbindungsmittelreihe im T-Kurzbalken-Flansch (oder im Flansch des geteilten T-Stücks) und der Rippenmittellinie
c	Breite oder Höhe eines Teils eines Querschnitts
d	Höhe der parallel zur Erdbebeneinwirkungsrichtung liegenden Kante des Hohlprofils für den Stahlbau
d_1	Abstand von der Mitte der Spalt-T-Rippe zum Rand der Flanschhohlkehle des geteilten T-Stücks
f_y	Nenn-Streckgrenze eines Baustahlwerkstoffs
f_u	untere Grenzzugfestigkeit eines Baustahlwerkstoffs
$f_{u,b}$	Nenn-Grenzzugfestigkeit eines Niets oder Bolzens
h	Gesamthöhe des Stahlquerschnitts
i_z	querschnittsbezogener Trägheitsradius eines Stahlbalkens um seine z-z-Achse
n_b	Mindestanzahl an Verbindungsbolzen zwischen zwei Stahlbauteilen
q	Verhaltensbeiwert
s_γ	Formfaktor zur Berücksichtigung der Unsicherheit der Verformungskapazität im Grenzzustand des Quasiversagens für Verbinder in exzentrischen Verbänden
t	Dicke
t_a	Dicke eines Stützwinkels
t_f	Flanschdicke
$t_{f,u}$	Dicke des Flansches oder Steges des kleineren Bauteils in einer Stoßverbindung
t_p	Dicke des Knoten(oder Binde-)blechs
t_s	Dicke der T-Kurzbalkenrippe
t_w	Stegdicke
w	Länge des Flanschwinkels oder des geteilten T-Stücks

Auf griechischen Kleinbuchstaben basierende Symbole

γ_{Rd}	Teilsicherheitsbeiwert zur Berücksichtigung der Unsicherheit in der Grenzverformung (Beanspruchbarkeit), der von unterschiedlichen Kenntnisständen KLG, KLD und KLM abhängt
δ_y	Fließverformung
δ_{DL}	dem Grenzzustand der Schadensbegrenzung (DL) entsprechende Verformungskapazität
δ_{NC}	dem Grenzzustand des Quasiversagens (NC) entsprechende Verformungskapazität
δ_c^{pl}	plastische Verformung vom Grenzzustand bis zum Einsturz
δ_u	Verformung im Grenzzustand
δ_u^{pl}	plastische Verformung vom Fließen bis zum Grenzzustand
δ_c	Verformung beim Einsturz (Verlust der Tragfähigkeit eines Bauteils)
θ_y	Sehnenrotation über die Bauteillänge beim Erreichen des Fließpunkts
θ_c	Sehnenrotation über die Bauteillänge beim Einsturz
θ_c^{pl}	plastische Rotation an Biegeelenken eines Stahlbalkens nach dem Bruch
θ_u^{pl}	plastische Rotation an Biegeelenken eines Stahlbalkens vom Erreichen des Fließpunkts bis zum Bruch
$\theta_u^{pl,+}$	plastische Rotation eines Stahlverbundbalkens mit positivem Moment vom Erreichen des Fließpunkts bis zum Bruch
$\theta_u^{pl,-}$	plastische Rotation eines Stahlverbundbalkens mit negativem Moment vom Erreichen des Fließpunkts bis zum Bruch
σ_{Ed}	Wirkung der Normalspannung
σ_{cr}	Nennzugfestigkeit von mit teilweise durchgeschweißten Fugennähten ausgeführten Überlappungsstößen
ω_{rm}	Zufälligkeitsfaktor des Werkstoffs

3.2.1.3 In Abschnitt 10 und Anhang C verwendete Symbole

Auf lateinischen Großbuchstaben basierende Symbole

A	Bruttofläche der Scheibe
A_n	Nettofläche der Scheibe
B	Scheibenbreite in Bezug auf Lasten in Plattenebene
E_m	Elastizitätsmodul des nicht gerissenen Mauerwerks
F_a	auf die Scheibe wirkende Trägheitskraft
G_{d0}	äquivalente Schubsteifigkeit der Scheibe in Plattenebene
$G_{d0,eff}$	äquivalente effektive Schubsteifigkeit der Scheibe in Plattenebene zur Berücksichtigung der Zustandsbeurteilung
L_a	Scheibenstützweite in Bezug auf Lasten in Plattenebene
$N_{c,I,d}$	Bemessungswert der Normaldruckbelastung im Sparren in Bezug auf das vordere #Gegenlager
$N_{c,II,d}$	Bemessungswert der Normaldruckbelastung im Sparren in Bezug auf das hintere #Gegenlager

$N_{c,d}$	Bemessungswert der Normaldruckbelastung im Sparren
$N_{c,i,d}$	Bemessungswert der Normaldruckbelastung im Sparren entsprechend jedem einzelnen Gegenlager eines zweischnittigen Anschlusses
$N_{c,max,d}$	Bemessungshöchstwert der Normaldruckbelastung im Sparren des Gegenlagers eines zweischnittigen Anschlusses
$N_{c,tot,d}$	Bemessungsgesamtwert der Normaldruckbelastung im Sparren des Gegenlagers eines zweischnittigen Anschlusses
T_{an}	Periode der Eigenschwingung der Scheibe in Plattenebene

Auf lateinischen Kleinbuchstaben basierende Symbole

b	Breite von Zerr- und Verbindungsbalken
d_r	seitliche Verschiebung der Scheibe (in Plattenebene)
f_a	Trägheitskraft, bezogen auf die spezifische Stützweite der Scheibe
$f_{c,0,k}$	charakteristische Druckfestigkeit parallel zur Faserrichtung, in N/mm^2
$f_{c,90,k}$	charakteristische Druckfestigkeit senkrecht zur Faserrichtung, in N/mm^2
$f_{c,\alpha,k}$	charakteristische Druckfestigkeit unter dem Winkel α zur Faserrichtung, in N/mm^2
$f_{c,0,mean}$	mittlere Druckfestigkeit parallel zur Faserrichtung, in N/mm^2
$f_{c,90,mean}$	mittlere Druckfestigkeit senkrecht zur Faserrichtung, in N/mm^2
$f_{c,\alpha,mean}$	mittlere Druckfestigkeit unter dem Winkel α zur Faserrichtung, in N/mm^2
$f_{v,mean}$	mittlere Schubfestigkeit des Holzes parallel zur Faserrichtung, in N/mm^2
g	Erdbeschleunigung
h_i	Höhe des darunterliegenden Geschosses
h_s	Höhe des darüberliegenden Geschosses
l_v	Schublänge
$l_{v,eff}$	effektive Schublänge unter Berücksichtigung des Ausmaßes der ungleichmäßigen Schubspannungsverteilung entlang der Faserrichtung auf Höhe des Gegenlagers im Zerr- bzw. Verbindungsbalken
$k_{c,90}$	Faktor zur Berücksichtigung der Möglichkeit des Spaltens und des Grades der Druckverformung für die jeweilige Lastkonfiguration
k_{cr}	Beiwert zur Abminderung der Balkenbreite durch Berücksichtigung der Auswirkung von Rissen auf die Schubfestigkeit
k_{mod}	Anpassungsbeiwert zur Berücksichtigung der Belastungsdauer und des Feuchtegehalts
$k_{v,red}$	Abminderungsbeiwert zur Berücksichtigung der ungleichmäßigen Schubspannungsverteilung auf Höhe des Gegenlagers entlang der Faserrichtung im Zerr- bzw. Verbindungsbalken
m_{ap}	beitragende seismische Masse der Scheibe
q_{ap}	Beiwert für das Verhalten der Scheibe in Plattenebene
$t_{ef,1}$	effektive Länge auf der Sparrenseite

$t_{\text{ef},2}$	effektive Länge auf der Zerr- bzw. Verbindungsbalkenseite
t_i	Dicke einer aus ihrer Ebene heraus belasteten Mauer für das unter der Scheibe befindliche Geschoss
t_s	Dicke einer aus ihrer Ebene heraus belasteten Mauer für das Geschoss über der Scheibe
t_v	Höhe des Gegenlagers
v_{Ed}	Bemessungswert der spezifischen in Plattenebene auf die Scheibe wirkenden Schubkraft
v_{Rd}	Bemessungswert der spezifischen Schubfestigkeit der Scheibe in Plattenebene
$v_{\text{R},k}$	charakteristischer Wert der spezifischen Schubfestigkeit der Scheibe in Plattenebene

Auf griechischen Großbuchstaben basierende Symbole

$\Delta_{\text{max},i}$	maximale Durchbiegung der Scheibe in Plattenebene
-------------------------	---

Auf griechischen Kleinbuchstaben basierende Symbole

α	Winkel zwischen einer Kraft und der Faserrichtung
α_m	Anpassungsbeiwert zur Berücksichtigung des Beitrags von aus ihrer Ebene heraus belasteten Wänden zur äquivalenten Schubsteifigkeit der Scheibe in Plattenebene
β	Schräglaufwinkel des Sparrens
γ	Neigungswinkel der Oberfläche des Kerbenbodens entsprechend der Faserrichtung
γ_M	Teilsicherheitsbeiwert für Baustoffeigenschaften
θ	Neigungswinkel der Frontkerbenoberfläche zur Senkrechten der Faserrichtung im Zerr- bzw. Verbindungsbalken
μ_d	Beiwert für die Duktilität der Scheibe in Plattenebene
φ	Beiwert für die Zustandsbeurteilung

3.2.1.4 In Abschnitt 11 und Anhang D verwendete Symbole

Auf lateinischen Großbuchstaben basierende Symbole

D	horizontales Maß der Wand in Plattenebene, bei Pfeilern die Länge und bei Bogenzwickeln die Höhe
D'	Höhe des druckbeanspruchten Bereichs am Endquerschnitt des Pfeilers
E	Elastizitätsmodul des Mauerwerks
F^*	horizontale Gesamtkraft des äquivalenten Einmassenschwinger-Systems für teilweise aus ihrer Ebene heraus wirkende Mechanismen
F_{DL}^*	als Kraft angegebene Beanspruchbarkeit des äquivalenten Einmassenschwinger-Systems im Grenzzustand der Schadensbegrenzung für teilweise aus ihrer Ebene heraus wirkende Mechanismen
F_y	als Kraft angegebene horizontale Beanspruchbarkeit des äquivalenten Einmassenschwinger-Systems für teilweise aus ihrer Ebene heraus wirkende Mechanismen
G	Schubmodul des Mauerwerks
G_k	vom k -ten Block aufgenommene ständige Einwirkungen (Eigengewichte), die am Schwerpunkt des Blocks angreifen

G_d	äquivalenter Schubmodul der zur Modellierung der horizontalen Scheibe dienenden Schale
H	Länge des Mauerwerkbauteils, Höhe des Pfeilers und Stützweite des Bogenzwickels
H_0	Abstand zwischen dem Querschnitt, in dem die Biegebeanspruchbarkeit erreicht wird, und dem Momentennullpunkt
$H_{i(j)}$	Abstand zwischen dem Querschnitt i (j) und dem Momentennullpunkt
K_d	Steifigkeit der Geschossdecke in Plattenebene
L_i	Gesamtarbeit der Schnittkräfte in den Verbindungen zwischen Blöcken bei infinitesimaler Aktivierung des teilweise aus seiner Ebene heraus wirkenden Mechanismus
N	Anzahl der Blöcke in der kinematischen Kette eines teilweise aus seiner Ebene heraus wirkenden Mechanismus
N_S	Mindestwert zwischen der Zugbeanspruchbarkeit des mit dem Bogenzwickel verbundenen Horizontalbauteils und der Druckbeanspruchbarkeit der einer Diagonale entsprechenden Mauerwerkstrebe
P_u	Diagonalkraft beim Versagen von Mauerwerktafeln während der Diagonaldruckprüfung
$Q_{1,k}$	vom k -ten Block getragene veränderliche Einwirkungen $Q_{1,k}$, die am Schwerpunkt des Blocks angreifen
$Q_{2,k}$	Summe aller veränderlichen Einwirkungen, die nicht vom k -ten Block getragen werden, diesen aber mit einer horizontalen Erdbebenkraft proportional zu α angreifen
$Q_{3,k}$	Summe aller veränderlichen am k -ten Block angreifenden Einwirkungen, die keine Erdbebenkraft erzeugen
S_{De}	elastisches Antwortspektrum der Verschiebung
S_e	elastisches Antwortspektrum der Beschleunigung
S_{eZ}	elastisches Antwortspektrum der Etagenbeschleunigung auf der Ebene z des Gebäudes
T_0	Anfangsperiode für teilweise aus ihrer Ebene heraus wirkende Mechanismen
T_1	erste Schwingungsperiode eines Gebäudes in der Nachweisrichtung des teilweise aus seiner Ebene heraus wirkenden Mechanismus
T_{SD}	lineare äquivalente Periode für die Bewertung des Verschiebungsbedarfs des äquivalenten Einmassenschwinger-Systems im Grenzzustand der wesentlichen Schädigung bei teilweise aus ihrer Ebene heraus wirkenden Mechanismen
T_{NC}	lineare äquivalente Periode für die Bewertung des Verschiebungsbedarfs des äquivalenten Einmassenschwinger-Systems im Grenzzustand des Quasiversagens bei teilweise aus ihrer Ebene heraus wirkenden Mechanismen
V_d	Schubbeanspruchbarkeit eines durch Diagonalarissbildung versagenden Mauerwerkbauteils
$V_{d,lim}$	Schubbeanspruchbarkeit von Mauerwerkbauteilen aufgrund des Versagens von Mauersteinen
V_f	Schubbeanspruchbarkeit eines durch Biegung versagenden Mauerwerkbauteils
V_s	Schubbeanspruchbarkeit eines durch Schubgleiten versagenden Mauerwerkbauteils
$V_{s,units}$	Begrenzung von V_s aufgrund des Versagens von Mauersteinen
V_R	Schubbeanspruchbarkeit von Mauerwerkbauteilen

Z	Parameter der Kraft-Verformungsbeziehung bei hybriden Versagensarten
Z_f	Parameter der Kraft-Verformungsbeziehung bei Biegeversagen
$Z_{s/d}$	Parameter der Kraft-Verformungsbeziehung bei Schubgleiten oder Diagonalschubversagen
X_1, X_2, X_3	Elastizitätsmoduln (E oder G) der beiden äußeren Wandschalen und des inneren Kerns bei dreischaligem Mauerwerk

Auf lateinischen Kleinbuchstaben basierende Symbole

a_z	Spitzenwert der Etagenbeschleunigung auf Ebene z , entnommen aus Etagenbeschleunigungsspektren
b	Berichtigungsbeiwert für die Schubspannungsverteilung in der Querschnittsmitte der Tafel, bezogen auf das Seitenverhältnis der Tafel
c	Stoßzahl des teilweise aus seiner Ebene heraus wirkenden Mechanismus
$c_{P,w}$	Korrekturbeiwert für die Mauer w zur Berücksichtigung von Torsionswirkungen
$c_{E,w,i}$	Korrekturbeiwert für die Mauer w auf Ebene i zur Berücksichtigung von Torsionswirkungen und Einflüssen höherer Eigenformen im Aufriss
d	nach dem äquivalenten bilinearen Einmassenschwinger-System bewertete Zielverschiebung, Ergebnis der bei der nichtlinearen statischen Berechnung erhaltenen Transformation der Push-over-Kurve
d_C	Verschiebung des Bezugspunktes des teilweise aus seiner Ebene heraus wirkenden Mechanismus
d_{C0}	Verschiebung des Bezugspunktes des teilweise aus seiner Ebene heraus wirkenden Mechanismus, bei der der horizontale Multiplikator zu Null wird
d_u	Grenz-Verschiebungskapazität des äquivalenten Einmassenschwinger-Systems, abgeleitet aus der durch die nichtlineare statische Berechnung erhaltenen Push-over-Kurve; Wert der Verschiebung des Bezugspunktes des teilweise aus seiner Ebene heraus wirkenden Mechanismus, der einem Abfall des horizontalen seismischen Multiplikators um 40 % entspricht
d_{u2}	Wert der Verschiebung des Bezugspunktes des teilweise aus seiner Ebene heraus wirkenden Mechanismus, der einem Abfall des horizontalen seismischen Multiplikators um 60 % entspricht
d^*	Verschiebung des äquivalenten Einmassenschwinger-Systems
d_{DL}	Verschiebung des äquivalenten Einmassenschwinger-Systems im Grenzzustand der Schadensbegrenzung
d_{SD}	Verschiebung des äquivalenten Einmassenschwinger-Systems im Grenzzustand der wesentlichen Schädigung
d_{NC}	Verschiebung des äquivalenten Einmassenschwinger-Systems im Grenzzustand des Quasiversagens
d_y	Verschiebung des äquivalenten bilinearen Einmassenschwinger-Systems bei Erreichen des Fließpunktes, bewertet bis zu der dem Grenzzustand des Quasiversagens entsprechenden Verschiebung; Verschiebung des äquivalenten Einmassenschwinger-Systems bei Erreichen der maximalen Beanspruchbarkeit für teilweise aus ihrer Ebene heraus wirkende Mechanismen
d_{et}	Verschiebung des Kontrollknotens, die durch lineare Berechnung unter Berücksichtigung der zufälligen Torsionswirkungen erhalten wird

$d_{et,w}$	durchschnittliche Verschiebung der Wand w auf der Ebene, für die die Kontrollverschiebung definiert ist; dient zur Berücksichtigung der Torsionswirkungen
d_t	Zielverschiebung des durch nichtlineare statische Berechnung erhaltenen Kontrollknotens
$d_{t,w}$	Verschiebung der Wand w auf der Ebene, für die die Kontrollverschiebung definiert ist; wird durch nichtlineare statische Berechnung entsprechend der Zielverschiebung des Kontrollknotens erhalten
f	vertikale Druckfestigkeit des Mauerwerks
f_b	normalisierte Druckfestigkeit von Mauersteinen
f_{bt}	Zugfestigkeit von Mauersteinen
f_h	horizontale Druckfestigkeit des Mauerwerks
f_{ht}	horizontale Zugfestigkeit des Mauerwerks am Endquerschnitt des Bogenzwickel-Bauteils
f_t	Diagonalzugfestigkeit des Mauerwerks
f_v	Schubfestigkeit des Mauerwerks
f_{v0}	Anfangsschubfestigkeit von modernem Mauerwerk und regelmäßigem, vormodernem Mauerwerk im Falle von Schubgleitversagen; wird als für die Kohäsion der Mörtelfuge repräsentativ vorausgesetzt
$\tilde{f}_{v0}$	Anfangsschubfestigkeit von vormodernem, regelmäßigem Mauerwerk im Falle von Diagonalrissversagen
f_{LS}	Faktor zur Verstärkung des Verformungsbedarfs in Mauerwerkbauteilen bei linearer Berechnung
g	Erdbeschleunigung
h_i	Höhe des Geschosses unterhalb von Ebene i
l_d	Abstand zwischen zwei gegenüberliegenden Wänden einer Stockwerksfläche (Scheibe)
l_r	Gewölbestichhöhe
l_v	Gewölbespannweite
m	Anzahl der nicht mit der Erdbebeneinwirkung verbundenen äußeren Kräfte, die an den Blöcken des teilweise aus seiner Ebene heraus wirkenden Mechanismus angreifen
m^*	Masse des äquivalenten Einmassenschwinger-Systems für teilweise aus ihrer Ebene heraus wirkende Mechanismen
n	Anzahl an für die Aktualisierung von Baustoffeigenschaften nach Bayes durchgeführten direkten Prüfungen
q_{LM}	Verhaltensbeiwert von teilweise aus ihrer Ebene heraus wirkenden Mechanismen
r_i	Rotation am Endquerschnitt i des Mauerwerkbauteils
$\bar{s}$	Standardabweichung von den Versuchsergebnissen der Baustoffeigenschaft (Festigkeit oder Steifigkeit) für die Aktualisierung der a-priori-Verteilung nach dem Bayesschen Ansatz
t	Dicke eines Mauerwerkbauteils (Wand, Pfeiler, Bogenzwickel)
t_1, t_3	Dicke der beiden äußeren Wandschalen bei dreischaligem Mauerwerk
t_2	Dicke des inneren Kerns bei dreischaligem Mauerwerk
t_d	konventionelle Dicke der die horizontale Scheibe modellierenden Schale

u_0	horizontale Verschiebung am Momentennullpunkt des Mauerwerkbauteils
u_i	horizontale Verschiebung am Endquerschnitt i des Mauerwerkbauteils
u_{LS}	Grenzwert des Verhältnisses der das Fließen verursachenden Spektralbeschleunigung des äquivalenten Einmassenschwinger-Modells zur Spektralbeschleunigungsauswirkung der Erdbebeneinwirkung bei den Grenzzuständen der wesentlichen Schädigung und des Quasiversagens
$u_{w,i}$	durchschnittliche horizontale Verschiebung der Wand w auf Ebene i
w	spezifisches Gewicht des Mauerwerks
z	vertikale Lage (Höhe) im Gebäude bei Etagenbeschleunigungsspektren
$\bar{x}$	Mittelwert der für die betreffende Baustoffeigenschaft (Festigkeit oder Steifigkeit) erhaltenen Versuchsergebnisse für die Aktualisierung der a-priori-Verteilung nach dem Bayesschen Ansatz

Auf griechischen Großbuchstaben basierende Symbole

Γ	Transformationsbeiwert für teilweise aus ihrer Ebene heraus wirkende Mechanismen
----------	--

Auf griechischen Kleinbuchstaben basierende Symbole

α	horizontaler seismischer Multiplikator für teilweise aus ihrer Ebene heraus wirkende Mechanismen, Verhältnis der angreifenden horizontalen Trägheitseinwirkungen zu den entsprechenden ständigen Eigenlasten
α_0	horizontaler seismischer Multiplikator, der teilweise aus ihrer Ebene heraus wirkende Mechanismen aktiviert
$\delta_{GQ1y,k}$	vertikale Verschiebung des Schwerpunkts der bei einer infinitesimalen Aktivierung der Mechanismen am k -ten Block angreifenden ständigen und veränderlichen Einwirkungen, G_k und $Q_{1,k}$
$\delta_{GQ12x,k}$	horizontale Verschiebung des Angriffspunktes der Resultierenden der Horizontalkräfte $\alpha(G_k + Q_{1,k} + Q_{2,k})$ am k -ten Block beim teilweise aus seiner Ebene heraus wirkenden Mechanismus
$\delta_{Q3,k}$	Verschiebung des Angriffspunktes der veränderlichen Einwirkungen Q_{3k} in der Richtung der Kraft selbst, bewertet für eine infinitesimale Aktivierung der Mechanismen
ε_r	Normalverformung bei Druckversagen der schwächeren der beiden äußeren Wandschalen von dreischaligem Mauerwerk
ε	Prüffehler bei der Messung von Baustoffeigenschaften
ϕ	Verspannungsbeiwert für Mauerwerk mit regelmäßigem Muster, definiert als das Verhältnis der Höhe der Mauersteine zur Überlappungslänge (operativ ist das die Tangente der durchschnittlichen Neigung der möglichen abgetreppten Risse)
κ	Beiwert zur Berücksichtigung des Prüffehlers und der Variabilität der Baustoffeigenschaften im Gebäude
κ'	Beiwert zur Berücksichtigung der Präzision des Prüfverfahrens (experimentelle Prüfung und Korrelation mit der mechanischen Eigenschaft)
κ''	Beiwert zur Berücksichtigung der Variabilität der mechanischen Eigenschaft über das Gebäude in Bezug auf die Streuung innerhalb des gesamten Mauerwerkstyps
λ	Schlankheit des Blocks für teilweise aus ihrer Ebene heraus wirkende Mechanismen
μ	örtlicher Reibungskoeffizient an der Mörtelfuge

$\bar{\mu}$	äquivalenter Reibungskoeffizient von vormodernem, regelmäßigem Mauerwerk im Falle von Diagonalrissversagen
μ'	Mittelwert der a-priori-Verteilung der Baustoffeigenschaft (Festigkeit oder Steifigkeit), der durch Versuchsergebnisse unter Anwendung des Bayesschen Ansatzes zu aktualisieren ist
ν	normalisierte Längslast
σ_0	mittlere Axialspannung im Mauerwerkbauteil: i) bei Pfeilern die mittlere vertikale Spannung im Stirnschnitt der Tafel; ii) bei Bogenzwickeln entweder die mittlere horizontale Spannung oder die vertikale Spannung, je nachdem, welches der größere Wert ist, und berechnet unter Berücksichtigung der möglicherweise von den horizontalen Scheiben darauf übertragenen verteilten Eigenlast und/oder der durch die benachbarten Pfeiler eingeleiteten vertikalen Spannungen
σ_y	mittlere vertikale Druckspannung, die auf die horizontalen Anschlüsse an den Endquerschnitten des Bogenzwickels wirkt
σ'	Standardabweichung der a-priori-Verteilung der Baustoffeigenschaft (Festigkeit oder Steifigkeit), die durch Versuchsergebnisse unter Anwendung des Bayesschen Ansatzes zu aktualisieren ist
θ	Verformungsauswirkung der Erdbebeneinwirkung (relative seitliche Verschiebung) in einem Mauerwerkbauteil
$\theta_{d,i}$	Winkelverformung einer Scheibe auf Ebene i in Plattenebene
θ_e	relative seitliche Bauteilverschiebung
$\theta_{i(j)}$	Sehnenrotation am Endquerschnitt i (j) des Mauerwerkbauteils
$\theta_{d,u}$	Sehnenrotation im Grenzzustand des durch Diagonalrissbildung versagenden Mauerwerkbauteils
$\theta_{d,u2}$	zweite Sehnenrotation im Grenzzustand des durch Diagonalrissbildung versagenden Mauerwerkbauteils
$\theta_{f,u}$	Sehnenrotation im Grenzzustand des durch Biegung versagenden Mauerwerkbauteils
$\theta_{f,u2}$	zweite Sehnenrotation im Grenzzustand des durch Biegung versagenden Mauerwerkbauteils
$\theta_{s,u}$	Sehnenrotation im Grenzzustand des durch Schubgleiten versagenden Mauerwerkbauteils
$\theta_{s,u2}$	zweite Sehnenrotation im Grenzzustand des durch Schubgleiten versagenden Mauerwerkbauteils
θ_u	einem Abfall der Schubkraft in Bezug auf deren Spitzenwert entsprechende seitliche Verschiebung des Bauteils im Grenzzustand
θ_{u2}	zweite seitliche Verschiebung des Bauteils im Grenzzustand, bei der die Schubkraft gegenüber der von θ_u in Bezug auf die maximale Schubbeanspruchbarkeit weiter verringert ist (um einen vom Versagensmechanismus abhängigen Betrag)
$\theta_{w,i}$	relative gegenseitige Geschossverschiebung der Wand zwischen den Ebenen $i-1$ und i
θ_y	seitliche Verschiebung des Bauteils bei Erreichen des Fließpunkts, entspricht dem Erreichen der maximalen Schubfestigkeit
θ_{DL}	seitliche Verschiebung des Bauteils im Grenzzustand der Schadensbegrenzung
θ_{SD}	seitliche Verschiebung des Bauteils im Grenzzustand der wesentlichen Schädigung
θ_{NC}	seitliche Verschiebung des Bauteils im Grenzzustand des Quasiversagens

$\theta_{et,w,i}$	relative gegenseitige Geschossverschiebung $\theta_{w,i}$ der Wand w im i -ten Geschoss, die durch lineare Berechnung unter Berücksichtigung der zufälligen Torsionswirkungen erhalten wird
$\theta_{et,w,i}$	relative gegenseitige Geschossverschiebung $\theta_{w,i}$ der Wand w im i -ten Geschoss, die durch nichtlineare statische Berechnung erhalten wird; entspricht der Zielverschiebung
ξ_{SD}	äquivalentes Dämpfungsverhältnis des äquivalenten Einmassenschwinger-Systems beim Grenzzustand der wesentlichen Schädigung für teilweise aus ihrer Ebene heraus wirkende Mechanismen
ξ_{NC}	äquivalentes Dämpfungsverhältnis des äquivalenten Einmassenschwinger-Systems beim Grenzzustand des Quasiversagens für teilweise aus ihrer Ebene heraus wirkende Mechanismen
ζ	Beiwert für die Interpolation von Parametern der Kraft-Verformungsbeziehung des Mauerwerkbauteils im Falle hybrider Versagensarten

3.2.2 Abkürzungen

AFRP	aramidfaserverstärktes Polymer (en: Aramid Fibre Reinforced Polymer)
c.o.v.	Variationskoeffizient (en: coefficient of variation)
CFRP	kohlenstofffaserverstärktes Polymer (en: Carbon Fibre Reinforced Polymer)
CJP	voll durchgeschweißte Fugennähte (en: Complete Joint Penetration groove welds)
CLT	Kreuzlagenholz (en: Cross-Laminated Timber)
CVN	Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy (en: Charpy-V Notch impact testing)
DL	Grenzzustand der Schadensbegrenzung (en: Damage Limitation limit state)
DSJ	zweischnittiger Anschluss (en: Double Step Joint)
FRP	faserverstärktes Polymer (en: Fibre Reinforced Polymer)
GFRP	glasfaserverstärktes Polymer (en: Glass Fibre Reinforced Polymer)
KL	Kenntnisstand (en: Knowledge Level)
KLD	Kenntnisstand zu den (konstruktiven) Einzelheiten (en: Knowledge Level on Details)
KLG	Kenntnisstand zur Geometrie (en: Knowledge Level on Geometry)
KLM	Kenntnisstand zu den Baustoffen (en: Knowledge Level on Materials)
LS	Grenzzustand (en: Limit State)
LVL	Furnierschichtholz (en: Laminated Veneer Lumber)
NC	Grenzzustand des Quasiversagens (en: Near Collapse limit state)
NDT	zerstörungsfreie Technik (en: Non-Destructive Technique)
NS	NDT oder SDT, je nach der angewendeten Prüfmethode (en: NDT or SDT, depending on the testing methodology used)
OSB	Grobspanplatte (en: Orientated Strand Board)
PAF	Polyacetalfaser (en: Polyacetal Fibre)
PJP	teilweise durchgeschweißte Fugennähte (en: Partial-Joint Penetration groove welds)
RC	Stahlbeton (en: Reinforced Concrete)
SD	Grenzzustand der wesentlichen Schädigung (en: Significant Damage limit state)
SDOF	Einmassenschwinger-System (en: Single Degree Of Freedom system [Einfreiheitssystem])

SDT	zerstörungsarme Technik (en: Semi-Destructive Technique)
SSJ	einschnittiger Anschluss (en: Single Step Joint)
URM	unbewehrtes Mauerwerk (en: Unreinforced Masonry)

3.3 SI-Einheiten

Es müssen SI-Einheiten in Übereinstimmung mit ISO 80000 verwendet werden.

Für Berechnungen sollten, soweit anwendbar, die folgenden Einheiten verwendet werden:

— Kräfte und Lasten:	kN, kN/m, MN/m
— Länge, Verschiebung:	m, mm
— Dichte:	kg/m ³ , t/m ³
— Masse:	kg, t
— Wichte:	kN/m ³
— Spannungen und Festigkeiten:	Pa (= N/m ²), kPa (kN/m ²), MPa (= MN/m ²)
— Momente (Biege- usw.):	kNm
— Beschleunigung:	m/s ²

4 Bemessungsgrundlagen

4.1 Leistungsanforderungen

(1) Die Leistungsanforderungen müssen sich auf das Ausmaß der Schädigung des Bauwerks beziehen, das in diesem Dokument anhand der in prEN 1998-1-1:2022, 4.3(1) festgelegten Grenzzustände beschrieben wird.

(2) Jedem der nachzuweisenden Grenzzustände sollte eine Erdbebeneinwirkung zugeordnet werden. Diese Erdbebeneinwirkung sollte durch ihre Wiederkehrperiode $T_{LS,CC}$ nach prEN 1998-1-1:2022, 4.3(3) oder alternativ durch einen Leistungsbeiwert $\gamma_{LS,CC}$ nach prEN 1998-1-1:2022, 4.3(5) beschrieben werden.

ANMERKUNG Die $T_{LS,CC}$ oder alternativ $\gamma_{LS,CC}$ für jede Art von gewählttem bestehendem Bauwerk zugeschriebenen Mindestwerte können von den zuständigen Behörden bereitgestellt oder dem Nationalen Anhang entnommen werden. Sie können niedriger sein als diejenigen, die für neue Bauwerke verwendet werden, sofern für bestehende Bauwerke niedrigere Werte von $\beta_{t,LS,CC}$ als die für neue Bauwerke festgelegten als annehmbar gelten. Niedrigere Werte von $\beta_{t,LS,CC}$ in der Nutzungsdauer t_L können eine kürzere Restnutzungsdauer eines bestehenden Bauwerks widerspiegeln.

(3) Das Verhalten eines Bauwerks bei einem Erdbeben sollte entweder für alle vier Grenzzustände oder für eine Teilmenge dieser vier Grenzzustände, mindestens jedoch für den Grenzzustand des Quasiversagens nachgewiesen werden.

ANMERKUNG 1 Da bestehende Bauwerke in Allgemeinen die geeignete Duktilität – die bei neuen mit Hilfe der auf die örtliche Duktilität ausgerichteten Kapazitätsbemessung und die bauliche Durchbildung sichergestellt wird – nicht besitzen, impliziert der Nachweis des Grenzzustands der wesentlichen Schädigung für eine bestimmte Intensität nicht notwendigerweise den Nachweis des Grenzzustands des Quasiversagens für eine höhere Intensität.

ANMERKUNG 2 Die Bauwerkstypen, für die diese Norm gilt, und die Wahl, der für die einzelnen Typen bestehender Bauwerke nachzuweisenden Grenzzustände können von der zuständigen Behörden angegeben oder dem Nationalen Anhang entnommen werden, und sie können von den für neue Bauwerke verwendeten abweichen.

(4) Bei der Anwendung von prEN 1998-1-1:2022, 6.1(4) darf das Verhalten eines Bauwerks bei einem Erdbeben in Fällen niedriger und mittlerer Klassen der Erdbebeneinwirkung (prEN 1998-1-1:2022, 4.1(4)) mit Hilfe des kräftebasierten Ansatzes unter Verwendung der in 6.3.1(1) angegebenen q -Werte und der Erdbebeneinwirkung für den Grenzzustand des Quasiversagens nachgewiesen werden.

ANMERKUNG Der kräftebasierte Ansatz beruht auf dem duktilen Gesamtverhalten und der Umlagerungskapazität des Bauwerks. Seine Anwendung auf bestehende Bauwerke erfolgt daher als Näherung, und es können nur reduzierte Werte von q , entsprechend der Überfestigkeit des Bauteils angewendet werden. Daher ist das Verfahren konservativ. Falls das Ergebnis des Nachweises negativ ist, kann das eher durch diese Konservativität als durch einen tatsächlichen Mangel des Bauwerks bedingt sein. Der Zustand des Bauwerks kann erneut beurteilt werden, und zwar nach einem genaueren verschiebungsbasierten Ansatz, um die Planung der Ertüchtigung zu kalibrieren.

4.2 Konformitätskriterien für bestehende Bauwerke

4.2.1 Spezifität von bestehenden Bauwerken

(1) Das Tragwerksmodell sollte in Bezug auf die festgestellten Schäden (sofern vorhanden) validiert werden, bevor es für den Nachweis des Widerstandes gegen seismische Beanspruchungen genutzt wird.

ANMERKUNG Die Sanierung und die Ertüchtigung oder die Modernisierung von durch Erdbeben beschädigten Bauwerken sind durch spezifische Merkmale in Bezug auf sowohl die bei der Beurteilung anzuwendenden Verfahrensweisen als auch die Eingriffstechniken gekennzeichnet.

(2) Die Wirksamkeit von Ertüchtigungseingriffen sollte im Falle der Anwendung auf Mauern mit großen Rissen, die die ursprüngliche Verspannung zwischen Bauteilen beeinträchtigen, nachgewiesen werden.

(3) Bei der Planung eines konstruktiven Eingriffs bezüglich des Widerstands gegen Erdbebeneinwirkungen sollten auch für nichtseismische Situationen Tragwerksnachweise durchgeführt werden.

(4) Es sollten andere Sätze von Teilsicherheitsbeiwerten für die Baustoffe und die Tragwirkung sowie, in Abhängigkeit von der Vollständigkeit und Zuverlässigkeit der verfügbaren Informationen, andere Berechnungsverfahren angewendet werden.

ANMERKUNG Da die bestehenden Bauwerke: (i) den Kenntnisstand zum Zeitpunkt ihrer Errichtung widerspiegeln, (ii) möglicherweise versteckte grobe Fehler aufweisen, (iii) möglicherweise bereits früheren Erdbeben oder anderen außergewöhnlichen Einwirkungen mit möglicherweise unbekannten Auswirkungen ausgesetzt waren, (iv) möglicherweise während ihrer Nutzungsdauer in einer Weise verändert wurden, die ihre Tragwerksleistung beeinträchtigen könnte, sind die Tragwerksbewertung und mögliche Tragwerkseingriffe üblicherweise durch einen höheren Grad der Unsicherheit (einen niedrigeren Kenntnisstand) gekennzeichnet als die Planung neuer Bauwerke.

4.2.2 Nachweisregeln

(1) Konformität mit 4.1 muss durch Annahme der Erdbebeneinwirkung, Modellierung, Berechnungsverfahren und die in dieser Norm in Ergänzung zu prEN 1998-1-1 und prEN 1998-5 enthaltenen Nachweisverfahren erzielt werden, je nachdem, was für die verschiedenen in ihren Anwendungsbereich fallenden Tragwerksbaustoffe (d. h. Beton, Stahl, Holz, Mauerwerk) und Arten von Bauwerken (Gebäude und Brücken) zutrifft.

(2) Eine bestimmte Anzahl der vorhandenen tragenden Bauteile darf in Übereinstimmung mit den für Gebäude in prEN 1998-1-2:2023, 4.4.2 und für Brücken in prEN 1998-2:2023, 4.3.2 enthaltenen Definitionen als sekundäre seismische Bauteile bezeichnet werden.

(3) Bei Brücken darf eine bestimmte Anzahl der sekundären seismischen Bauteile als „Opferelement“ bezeichnet werden. Diese Bauteile dürfen bei der Modellierung und den Nachweisen vernachlässigt und gegebenenfalls auch schwer beschädigt werden, sofern ihre Versagensart keine Gefahr für Leib und Leben mit sich bringt, die Unversehrtheit anderer tragender Bauteile nicht gefährdet und die Möglichkeit örtlicher Sanierung vorsieht.

ANMERKUNG Zu Auswahlkriterien und für Beispiele derartiger Bauteile siehe 12.3.2.

(4) Sofern keine Verfahren höheren Niveaus (der Zuverlässigkeit) angewendet werden (prEN 1998-1-1:2022, Anhang F), sollten Sicherheitsnachweise unter Anwendung des Verfahrens der Teilsicherheitsbeiwerte nach EN 1990:2023, 8 geführt werden.

(5) Bemessungswerte der Einwirkungsauswirkungen (E_d) sollten nach EN 1990:2023, 8.3.2.1(1), einschließlich aller maßgebenden (ständigen, veränderlichen, seismischen) Einwirkungen für die Erdbebenkombination, ausgedrückt werden. Bei der Anwendung dieses allgemeinen Ausdrucks in diesem Eurocode-Teil sollten die folgenden Definitionen von Symbolen angewendet werden.

γ_{Sd} ist ein Teilsicherheitsbeiwert zur Berücksichtigung der mit der Modellierung der Einwirkungsauswirkungen in Abhängigkeit vom Zustand des Bauwerks verbundenen Unsicherheit, die bei unbeschädigten Bauwerken gleich 1,0 und anderenfalls gleich 1,15 ist;

A_{Ed} ist der für den nachzuweisenden Grenzzustand angemessene Bemessungswert der Erdbebeeinwirkung (siehe 4.1(3)).

ANMERKUNG 1 γ_{Sd} trägt der geringeren Zuverlässigkeit der Berechnungsergebnisse Rechnung, die bei der Modellierung von Bauwerken erhalten wird, die durch Alterung, Schädigung und möglicherweise durch ein früheres Erdbebenereignis verursachte Schäden beeinträchtigt sind (z. B. wenn die Beurteilung Teil der Ertüchtigung nach einem Erdbeben ist).

(6) Bemessungswerte der Beanspruchbarkeit (R_d) sollten dem in EN 1990:2023, 8.3.5.1(1) angegebenen allgemeinen Ausdruck entsprechend ausgedrückt werden. Bei der Anwendung dieses allgemeinen Ausdrucks dieser Norm sollten die folgenden Definitionen von Symbolen angewendet werden.

γ_{Rd} ist ein Teilsicherheitsbeiwert zur Berücksichtigung der mit dem Beanspruchbarkeits(Festigkeits- oder Verformungs-)modell verbundenen Unsicherheit, der nach prEN 1998-1-1:2022, 6.7.2(1), Anmerkung 2 berechnet wird;

$X_{d,i}$ ist der Bemessungswert der i -ten Baustoff- oder Bauprodukteigenschaft. Im Falle vorhandener Baustoffe wird X_d durch Prüfungen der *In-situ*-Eigenschaften und anhand zusätzlicher Informationsquellen nach 5.5(1) bis (3) ermittelt. Für hinzugefügte Baustoffe werden die Bemessungswerte nach 5.5(4) bzw. (5) ermittelt.

ANMERKUNG 2 Der Teilsicherheitsbeiwert γ_{Rd} trägt Folgendem Rechnung: a) der angestrebten Zuverlässigkeit; b) der Unsicherheit der maßgebenden Variablen, die die Geometrie, (konstruktive) Einzelheiten und Baustoffeigenschaften beschreiben und ins Beanspruchbarkeitmodell einbezogen werden, einschließlich der statistischen Unsicherheit, die mit ihrer auf begrenzten Stichprobengrößen basierenden Schätzung sowie dem Modellfehler des Beanspruchbarkeitsmodells selbst verbunden ist. Die Werte der logarithmischen Standardabweichung als Funktion vom Kenntnisstand (KL) sind in dieser Norm angegeben.

(7) Die Nachweise der aus (5) abgeleiteten Bemessungswerte der Einwirkungsauswirkungen gegenüber dem jeweils aus (6) abgeleiteten Bemessungswert der entsprechenden Beanspruchbarkeiten sollten je nach der Art des gewählten Ansatzes (kräftebasiert oder verschiebungsbasiert) und der Versagensart anhand von entweder verallgemeinerten Spannungen oder verallgemeinerten Verformungen geführt werden.

ANMERKUNG 1 Entsprechende Kriterien sind in Abschnitt 6 angegeben.

ANMERKUNG 2 Während das Ergebnis von Sicherheitsnachweisen binär ist (E_d ist entweder größer als oder kleiner gleich R_d), kann es für die Auswahl des Eingriffsablaufplans, wenn ein solcher notwendig ist, nützlich sein, für jeden Nachweis das Verhältnis der Einwirkungsauswirkung zur Beanspruchbarkeit im Prüfbericht anzugeben.

(8) Nachweise bezüglich spröder Mechanismen und Instabilitäten müssen mit einer angemessenen Zuverlässigkeit geführt werden.

(9) (8) darf als eingehalten angesehen werden, wenn die Beanspruchbarkeit in Bezug auf nichtspröde Mechanismen, die die (bei der Kapazitätsplanung) zu betrachtenden Einwirkungsauswirkungen begrenzt, bei der Berechnung der Beanspruchbarkeit in Bezug auf spröde Mechanismen der Überfestigkeit vorschriftsmäßig Rechnung trägt. Falls der Verfestigung bei der nichtlinearen Berechnung Rechnung getragen wird (mit Werten des Steifigkeitsverhältnisses nach Erreichen des Fließpunkts zu dem vor Erreichen des Fließpunkts von mindestens 5 %, es sei denn, es liegt eine angemessene Begründung vor), dürfen die in prEN 1998-1-1:2022, 7.2.4 und 7.3.1 angegebenen Überfestigkeitsbeiwerte abgemindert werden.

ANMERKUNG 1 Maßgebende Kriterien sind in Abschnitt 6 und in Abschnitt 8 bis Abschnitt 12 angegeben.

ANMERKUNG 2 Der Überfestigkeitsbeiwert (siehe prEN 1998-1-1) trägt ungünstigen Abweichungen der Baustoffeigenschaften (z. B. f_y) von den entsprechenden Mittelwerten und der Verfestigung Rechnung.

(10) Bemessungswerte der Einwirkungsauswirkungen (E_d) und der entsprechenden Beanspruchbarkeiten (R_d) dürfen je nach Art der Modellierung und angewendetem Berechnungsverfahren entweder auf eine bestimmte Stelle bezogen oder global miteinander verglichen werden, wie in Abschnitt 6 und in Abschnitt 8 bis Abschnitt 12 festgelegt.

4.2.3 Grenzzustandsnachweise

4.2.3.1 Allgemeines

(1) Für jeden im Rahmen des Nachweises betrachteten Grenzzustand sollten Einwirkungsauswirkungen nach einem der in Abschnitt 6 angegebenen Verfahren für die in 4.1(2) festgelegte Erdbebeneinwirkung berechnet werden. Beanspruchbarkeiten sollten auf den in 4.2.3.2 bis 4.2.3.5 und 5.5 angegebenen Anforderungen unter Anwendung der maßgebenden der in Abschnitt 6 und in Abschnitt 8 bis Abschnitt 12 angegebenen Kriterien basieren.

4.2.3.2 Grenzzustand des Quasiversagens (NC)

(1) Beanspruchbarkeiten sollten auf Grenzbedingungen basieren, die in Bezug auf Festigkeits- oder Verformungsparameter in angemessener Weise festgelegt sind, und zwar in Abhängigkeit vom Typ des zu führenden Nachweises und unter Berücksichtigung der Auswirkung des bei zyklischer Belastung auftretenden Festigkeitsabbaus.

(2) Wird dieser Grenzzustand überschritten, so sollte im Prüfbericht angegeben werden, ob der Tragfähigkeitsverlust des betreffenden Bauteils das Potential hat, zu einem vollständigen Einsturz zu eskalieren, oder ob davon ausgegangen wird, dass er auf einen teilweisen, örtlich begrenzten Einsturz beschränkt bleibt. Falls eine Überschreitung dieses Grenzzustandes zu einem örtlich begrenzten Teileinsturz führt, darf die Berechnung unter der Annahme, dass diese Überschreitung durch einen Tragwerkseingriff verhindert wird, auch wiederholt werden, und beide Ergebnisse sollten im Prüfbericht angegeben werden.

4.2.3.3 Grenzzustand der wesentlichen Schädigung (SD)

(1) Beanspruchbarkeiten sollten auf in Bezug auf Festigkeits- oder Verformungsparametern und in Abhängigkeit vom zu führenden Nachweis angemessen festgelegten Schädigungszuständen zwischen der Elastizitätsgrenze und dem Grenzzustand nach prEN 1998-1-1:2022, 6.7.2(1) basieren.

(2) Falls dieser Grenzzustand anstelle des Grenzzustands des Quasiversagens [siehe 4.1(3)] nachgewiesen wird, darf das Verfahren mit q -Beiwerten (siehe 6.4.2) angewendet werden.

4.2.3.4 Grenzzustand der Schadensbegrenzung (DL)

(1) Beanspruchbarkeiten sollten bei allen tragenden Bauteilen sowohl für duktile als auch für spröde Versagensmechanismen auf Elastizitätsgrenzwerten (bei Stahlbeton- oder Stahltragwerken z. B. der Streckgrenze) sowie angemessenen Grenzwerten für nichttragende Bauteile, einschließlich Ausfachungen in Gebäuden, basieren.

(2) Verformungsgrenzen für Ausfachungen in Gebäuden sollten den zutreffenden Angaben von prEN 1998-1-2:2023, 7.4.2.1 entsprechen.

4.2.3.5 Grenzzustand der vollen Betriebsfähigkeit (OP)

(1) Beanspruchbarkeiten sollten auf der Beschädigung von nichttragenden Bauteilen basieren.

ANMERKUNG Für ein bestimmtes Bauvorhaben können die beteiligten Parteien alle für den Nachweis interessierenden nichttragenden Bauteile in Verbindung mit einer Beschreibung der maßgebenden Schädigungszustände für jedes Bauteil und den damit verbundenen Anforderungen festlegen.

(2) Der Grenzzustand der vollen Betriebsfähigkeit darf als nachgewiesen angesehen werden, wenn die (für Gebäude) in prEN 1998-1-1:2022, 6.7.3(7) und prEN 1998-1-2:2023, 6.3.3(1) oder (für Brücken) in prEN 1998-2:2023, 6.4.3 enthaltenen Vorgaben eingehalten sind.

4.3 Allgemeine Verfahrensweise für die Planung der Beurteilung und Ertüchtigung

4.3.1 Seismische Beurteilung im aktuellen Zustand

(1) Informationen für die Tragwerksbeurteilung sollten bezüglich der Eingabedaten nach 5.2 und bezüglich der Kenntnisstände nach 5.3 und 5.4 erfasst werden. Nach der geometrischen Begutachtung (siehe 5.4.1) darf für die in a) und b) angegebenen Zwecke eine vorläufige Berechnung, wie in 5.4.2 und Anhang A beschrieben, angewendet werden:

- a) um kritische Teile des Bauwerks zu ermitteln, auf die sich die weiteren Untersuchungen konzentrieren sollten;
- b) um eine vorläufige Beurteilung des Widerstandes gegen seismische Beanspruchungen durchzuführen mit dem Ziel, zu entscheiden, ob mit einer detaillierten seismischen Beurteilung des Bauwerks in seinem aktuellen Zustand fortzufahren oder direkt zur Planung von Ertüchtigungseingriffen überzugehen ist.

(2) Im Einklang mit unterschiedlichen möglichen Kenntnisständen sollten Untersuchungen zu Einzelheiten (siehe 5.4.3) und experimentelle Prüfungen an Baustoffen (siehe 5.4.4) durchgeführt werden. Repräsentative Werte für Baustoffeigenschaften sollten den Festlegungen in 5.5 entsprechen.

(3) Es sollte ein Tragwerksmodell in Übereinstimmung mit prEN 1998-1-1:2022, 6.2 und prEN 1998-1-2:2023, 5.1 für Gebäude und mit prEN 1998-2:2023, 5.1 für Brücken sowie in Übereinstimmung mit den zusätzlichen Vorgaben in 6.3 und spezifischen baustoffabhängigen Merkmalen in 8.3, 9.3, 10.3 oder 11.3 erstellt werden.

(4) Es sollte ein Berechnungsverfahren gewählt werden (siehe 6.4), das den spezifischen Anwendungsbedingungen entspricht. Zusätzlich zu den für Gebäude in prEN 1998-1-1:2022, Abschnitt 6 und prEN 1998-1-2:2023, 5.3 und für Brücken in prEN 1998-2:2023, 5.2 angegebenen Berechnungsverfahren sollten die Besonderheiten bestehender Gebäude oder Brücken berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Alte Bauwerke sind nicht für bestimmte Zielwerte des Verhaltens bei Erdbeben ausgelegt, weswegen es notwendig ist, die Berechnung an die tatsächlichen Tragwerksbedingungen anzupassen. Das gilt besonders bei unkonstruierten gemauerten Gebäuden.

(5) Sicherheitsnachweise sollten, wie für lineare (in 6.4.3) und nichtlineare Berechnungen (in 6.4.4) sowie für das vereinfachte Verfahren mit q -Beiwerten (in 6.4.2) angegeben, geführt werden; das letztgenannte Verfahren sollte bei niedrigen Werten von q angewendet werden.

ANMERKUNG Das Verfahren mit q -Beiwerten ist ein stark vereinfachtes Verfahren für bestehende Bauwerke, weil die damit erhaltenen q -Werte nur für den Grenzzustand der wesentlichen Schädigung maßgebend sind und die Grundidee, auf der das Verfahren mit q -Beiwerten beruht, nämlich dass Duktilitätsanforderungen in allen Teilen des Bauwerks im Wesentlichen konstant bleiben, im Falle von bestehenden Gebäuden oder Brücken nicht immer gültig ist.

(6) Beanspruchbarkeitsmodelle sollten angewendet werden, wie in den maßgebenden baustoffabhängigen Abschnitten in Bezug auf Festigkeit (verallgemeinerte Spannungen in tragenden Bauteilen, siehe – 8.4.3, 8.4.4, 9.4, ... 11.4.1.1) und/oder Verformung (Sehnenrotationen, seitliche Verschiebungen von Mauerwerkbauteilen, siehe 8.4.2, 9.4, ... 11.4.1.2) angegeben.

REDAKTIONELLE ANMERKUNG Die Liste der Verweisungen wird abschließend bearbeitet, sobald die Abschnitte zu Stahl und Holz abgeschlossen sind.

(7) Für die unterschiedlichen Baustoffe sollten Nachweiskriterien für die verschiedenen Grenzzustände angewendet werden, wie in 8.5, 9.5, 10.7 oder 11.5 angegeben.

4.3.2 Planung der Ertüchtigung

(1) Für die Ertüchtigungseingriffe dürfen die in a) bis c) angegebenen alternativen Optionen in Betracht gezogen werden:

- a) Ertüchtigung bestehender tragender Bauteile ohne wesentliche Veränderung der Tragwerkskonfiguration: Für die Sicherheitsnachweise sollte dasselbe Verfahren angewendet werden wie für die seismische Beurteilung im aktuellen Zustand (siehe 4.3.1);
- b) Einbau von neuen tragenden Bauteilen, die Teilen der Auswirkungen von Erdbebeneinwirkungen widerstehen: Für die Sicherheitsnachweise sollte dasselbe Verfahren angewendet werden wie für die seismische Beurteilung im aktuellen Zustand (siehe 4.3.1), ausgenommen, dass für den Nachweis neuer Bauteile die entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerte für verschiebungsbasierte Planung angewendet werden sollten, wie für Gebäude in EN 1998-1-2 und für Brücken in EN 1998-2 angegeben;
- c) Planung eines neuen Tragsystems, um sämtlichen Auswirkungen von Erdbebeneinwirkungen zu widerstehen: Der Nachweis des neuen primären Bauwerks sollte unter Bezugnahme auf entweder prEN 1998-1-1, prEN 1998-1-2 oder prEN 1998-2 oder auf prEN 1998-1-1 und prEN 1998-3 geführt werden; die Bauteile des bestehenden Bauwerks sollten im Hinblick auf die Kompatibilität der vom primären Bauwerk eingeleiteten Verformungen als sekundär nachgewiesen werden; spezifische Nachweise sollten für die Verbindungen zwischen primären und sekundären Systemen geführt werden.

ANMERKUNG Im Fall c) ist es notwendig, dass das neue Bauwerk ausreichend steif ist, um die Verformung des bestehenden Bauwerks zu begrenzen.

5 Informationen zur Beurteilung der Konstruktion

5.1 Allgemeine Informationen und Vorgeschichte

(1) Bei der Beurteilung des Widerstandes bestehender Bauwerke gegen Erdbeben sollten die Eingangsdaten aus einer Vielzahl von Quellen zusammengetragen werden; zu diesen gehören die in a) bis d) angegebenen:

- a) die zum betreffenden Tragwerk gehörende verfügbare Dokumentation;
- b) einschlägige allgemeine Informationsquellen (wie z. B. zeitgenössische Regelwerke, Normen und dokumentierte Praxis);

- c) Felduntersuchungen und -messungen;
- d) zerstörende *In-situ*- und/oder Laborprüfungen sowie zerstörungsfreie Prüfungen (diese dürfen *In-situ*-Messungen von dynamischen Eigenschaften umfassen), wie ausführlicher in 5.2 und 5.4 beschrieben.

(2) Felduntersuchungen sollten auch darauf abzielen, alle möglichen von nichttragenden Bauteilen verursachten Bedrohungen für Leib und Leben aufzuzeigen, wie z. B. Schornsteine, Mauerbrüstungen, schlecht ausgesteifte Ausrüstungsteile oder unangemessene Konfigurationen (Zirkulation oder anfälliger Zugang). Diese Anfälligkeiten sollten bei der Planung von Ertüchtigungseingriffen berücksichtigt werden.

(3) Die folgenden Aspekte sollten nachgewiesen werden, um eine angemessene Inspektion sicherzustellen: Zugänglichkeit, Sichtbarkeit, Beleuchtung, Reinigung von Oberflächen.

(4) Zur Verringerung der Unsicherheiten auf ein Mindestmaß sollten Daten aus verschiedenen Quellen gegengeprüft werden. Im Falle einander widersprechender Informationen sollte auf die bauwerksspezifischen *In-situ*-Informationen Bezug genommen werden.

5.2 Erforderliche Eingangsdaten

(1) Die der konstruktiven Beurteilung zugrunde liegenden Informationen sollten die in a) bis i) festgelegten Punkte abdecken:

- a) Identifizierung des Tragsystems. Diese Informationen sollten entweder durch Vor-Ort-Untersuchungen oder, sofern verfügbar, aus Originalplänen und/oder Bauzeichnungen gewonnen werden. Im letzten Fall sollten auch Informationen über mögliche konstruktive Veränderungen seit der Errichtung eingeholt werden;
- b) Identifizierung der Art der Gründung;
- c) Ermittlung der Standortbedingungen, wie in prEN 1998-1-1:2022, 5.1 festgelegt;
- d) Informationen über die Gesamtmaße und Querschnitteigenschaften der tragenden Bauteile und die mechanischen Eigenschaften sowie den Zustand der Gefügebestandteile;
- e) Informationen über erkennbare Baustoffmängel und über nicht ausreichende bauliche Durchbildung;
- f) Informationen zu den seismischen Bemessungskriterien und dem der ursprünglichen Planung zugrunde gelegten Grad der Erdbebeneinwirkungen. Im Falle von nichtkonstruierten Bauwerken Informationen zur Einhaltung der üblicherweise in der betreffenden Region angewendeten praktischen Vorschriften;
- g) Beschreibung der gegenwärtigen und/oder geplanten Nutzung des Bauwerks (mit Angabe seiner Versagensfolgeklasse, wie im einschlägigen Teil von EN 1998 beschrieben);
- h) erneute Beurteilung der aufgezwungenen Einwirkungen unter Berücksichtigung der zukünftigen Nutzung des Bauwerks;
- i) Informationen über die Art und das Ausmaß früherer und gegenwärtiger konstruktiver Schäden, sofern vorhanden, einschließlich früherer Sanierungs- und Ertüchtigungsmaßnahmen.

(2) In Abhängigkeit von der Menge und Qualität der nach (1) erfassten und quantitativ durch die entsprechenden in 5.3 festgelegten Kenntnisstände ausgedrückten Informationen sollten die in 6 festgelegten unterschiedlichen Berechnungsverfahren und die in 4.2.2(6) festgelegten Werte der Teilsicherheitsbeiwerte angewendet werden.

5.3 Kenntnisstände: Definitionen

(1) Die erfassten Informationen sollten einer der drei in a) bis c) festgelegten Kategorien zugeordnet werden:

- a) *Geometrie*: die geometrischen Eigenschaften des Tragsystems und von solchen nichttragenden Bauteilen (z. B. Mauerwerksausfachungen), die das Bauwerksverhalten beeinflussen können;
- b) *konstruktive Einzelheiten*: Diese umfassen je nachdem, was zutrifft, die Menge an und die bauliche Durchbildung der Bewehrung in Stahlbeton, die Verbindungen zwischen Stahl- und/oder Holzbauteilen, die Verbindungen zwischen Mauern und die Beschaffenheit jeglicher Bewehrungselemente im Mauerwerk, die Arten von Stürzen und gemauerten Bogenzwickeln, Verbindungen von Deckenscheiben mit dem zur Aufnahme der horizontalen Lasten vorgesehenen Tragwerk usw.;
- c) *Baustoffe*: die mechanischen Eigenschaften der Gefügebestandteile.

ANMERKUNG Die Untersuchung der geometrischen Eigenschaften schließt alle Bauteile ein, die die Tragwerksantwort auf die Erdbebeneinwirkung beeinträchtigen. Das bedeutet, dass einige tragende Bauteile ausgenommen werden können, sofern sie in dieser Phase als sekundär eingestuft werden können, während einige nichttragende Bauteile, wie z. B. Mauerwerksausfachungen, die die Steifigkeit und Festigkeit in der Regel beeinträchtigen – und zwar besonders, wenn unregelmäßig verteilte Ausfachungen die Verteilung der Einwirkungsauswirkungen in signifikantem Maße verändern können – einbezogen werden können.

(2) Die Menge und die Qualität der in jeder Kategorie erfassten Informationen sollten durch die drei unterschiedlichen, in a) bis c) festgelegten Kenntnisstände (KL) ausgedrückt werden:

- a) KLG: Kenntnisstand zur Geometrie, wie in 5.4.1 ausgeführt;
- b) KLD: Kenntnisstand zu den konstruktiven Einzelheiten, wie in 5.4.3 ausgeführt;
- c) KLM: Kenntnisstand zu den Baustoffeigenschaften (für jeden Gefügebestandteil eine), wie in 5.4.4 ausgeführt.

ANMERKUNG Diese Kenntnisstände werden unterschiedlich genutzt.

(3) Jeder der in (2) festgelegten Kenntnisstände (KL) sollte einen von drei verschiedenen Werten annehmen, wie in a) bis c) festgelegt:

- a) Mindestwert;
- b) Durchschnittswert;
- c) Höchstwert.

(4) Die Werte der Kenntnisstände dürfen in unterschiedlichen Bereichen des Bauwerks unterschiedlich sein. Und es dürfen in den unterschiedlichen Bereichen des Bauwerks für jede Informationskategorie Einzelwerte bestimmt werden.

5.4 Kenntnisstände: Ermittlung

5.4.1 Geometrie

(1) Für jede Art von tragenden Bauteilen (Balken, Stütze, Wand, Scheibe usw.) und jeden Bereich des Bauwerks sollte der bezüglich der Geometrie aufgrund der erfassten Informationen erreichte Kenntnisstand anhand von Tabelle 5.1 festgelegt werden.

Tabelle 5.1 — Kenntnisstand zur Geometrie (KLG) in Abhängigkeit von den erfassten Informationen

Originale Planungsunterlagen (Skizzen oder detaillierte Bauzeichnungen)	Umfang der Begutachtung*		
	L	E	C
Nicht verfügbar	KLG1	KLG2	KLG3
Unvollständiger Satz	KLG2	KLG3	
Vollständiger Satz	KLG3		
* L: begrenzt (en: limited); E: erweitert (en: extended); C: umfassend (en: comprehensive) (siehe 3.1.3)			
** Zur Bedeutung von 1, 2, 3 siehe 5.4.4.			

(2) Falls die Abweichungen zwischen den Bauzeichnungen und den Ergebnissen der Begutachtung signifikant sind, sollte entweder eine weitergehende maßliche Begutachtung (z. B. mit Steigerung von begrenzt auf erweitert) durchgeführt oder ein niedrigerer KLG angewendet werden.

(3) Für jede Art von tragenden Bauteilen (Stütze, Wand, Balken, Scheibe usw.) ist der prozentuale Mindestanteil an (Stahlbeton- oder Stahl-)Bauteilen, der bezüglich seiner Maße begutachtet werden sollte, in Abhängigkeit vom erforderlichen Umfang der Begutachtung mit Gleichung (5.1) angegeben.

$$p = p_1 n^{-c} \leq 100 \quad (5.1)$$

Dabei ist bzw. sind

n die Gesamtanzahl n an Bauteilen des betreffenden Typs im Bauwerk, ermittelt nach (5);

p_1 und c die Beiwerte, die für die einzelnen Begutachtungsniveaus aus Tabelle 5.2 entnommen werden sollten.

Tabelle 5.2 — Mindestanforderungen an verschiedene Begutachtungsniveaus (Vertikalbauteile)

Begutachtungsniveau	Begrenzt (L)	Erweitert (E)	Umfassend (C)
p_1	200	250	300
c	0,8	0,6	0,5

(4) Die in Tabelle 5.2 für p_1 und c angegebenen Werte sollten auf Vertikalbauteile angewendet werden; für Horizontalbauteile dürfen unabhängig vom angestrebten KL begrenzte Begutachtungen durchgeführt werden.

ANMERKUNG Das Begutachtungsniveau für Horizontalbauteile wird bei der Bestimmung des KL nicht berücksichtigt.

(5) Zur Bestimmung der Bauteilanzahl n sollten die Punkte a) bis c) angewendet werden:

- Decken sollten durch den Schnitt mit den Grundachsen des Tragsystems (d. h. ein Paar senkrechter, durch den Deckenschwerpunkt verlaufender Achsen) in Grundeinheiten aufgeteilt werden, während Stahlbetonwände als ein Segment je Geschoss betrachtet werden sollten.
- Im Falle großer Wände, die sich über mehr Grundachsen erstrecken, dürfen Wandsegmente weiter und in kleinere Einheiten unterteilt werden, die durch den Schnitt mit Grundachsen bestimmt werden.
- Wie im Falle gemauerter Gebäude sollten Horizontalbauteile (Bogenzwickel) und Stahlbeton-Ringbalken begutachtet werden, sofern sie im Modell berücksichtigt sind.

(6) Bei der Planung von Begutachtungen sollten die Bedingungen der Symmetrie und der Wiederholungshäufigkeit berücksichtigt werden, um eine allzu starke Konzentration der Bemühungen auf ähnliche Bauteile zu vermeiden.

ANMERKUNG Die Symmetrie und die Wiederholungshäufigkeit zu berücksichtigen bedeutet, dass der Zielprozentsatz p der zu untersuchenden Bauteile nicht durch Untersuchung allzu vieler ähnlicher Bauteile erreicht wird.

(7) Bei Gebäuden sollten die untersuchten Bauteile die gesamte Höhe abdecken.

5.4.2 Vorläufige Berechnung

(1) Sobald die Geometrie des Bauwerks bekannt ist, darf eine vorläufige Berechnung durchgeführt werden, um kritische Bauwerksteile (z. B. Geschosse) und Bauteile im Bauwerk zu ermitteln und Informationen für die Planung der Inspektion konstruktiver Einzelheiten und der Prüfungen zu Baustoffeigenschaften bereitzustellen.

ANMERKUNG Der bei der vorläufigen Berechnung erhaltene Wert ist in diesem Zusammenhang nicht notwendigerweise die mittels dieser Berechnung erhaltene Erdbebenklasse, sondern die damit gegebene Möglichkeit, eine ganzheitliche Sicht auf die potentiellen Schwachstellen des Tragwerks zu erhalten. Die anhand der Nenneigenschaften durchgeführte vorläufige Berechnung ist bei Stahlbeton- und Stahlrahmenbauten sowie Holzbauten im Allgemeinen linear-elastisch und bei Mauerwerksbauten nichtlinear-statisch. Weitere Einzelheiten hierzu finden sich in Anhang A.

(2) Falls eine vorläufige Berechnung nach (1) durchgeführt wird, dürfen die weiteren Untersuchungen zu konstruktiven Einzelheiten (5.4.3) und Baustoffeigenschaften (5.4.4) auf die ermittelten kritischen Bauwerksteile begrenzt werden oder sich hauptsächlich auf diese konzentrieren. Im letztgenannten Fall sollte sich die Gesamtanzahl der Bauteile, n , auf die Anzahl der betreffenden Bauteile in den ermittelten kritischen Bauwerksteilen beziehen.

5.4.3 Konstruktive Einzelheiten

(1) Im Allgemeinen sollte zerstörenden Inspektionsverfahren der Vorzug gegeben werden. Bei den Inspektionen dürfen aber auch zuverlässige zerstörungsfreie Verfahren angewendet werden. Es sollten Kalibrierungen anhand von zerstörenden Verfahren durchgeführt werden, wobei deren Umfang vom zerstörungsfreien Verfahren abhängt.

ANMERKUNG Ein Beispiel für ein zerstörendes Verfahren ist die Abnahme der Überdeckung (um die Bewehrung zu inspizieren).

(2) Für jede Art von tragenden Bauteilen (Balken, Stütze, Wand, Scheibe usw.) und jeden Bereich des Bauwerks sollte der bezüglich der konstruktiven Einzelheiten aufgrund der erfassten Informationen erreichte Kenntnisstand anhand von Tabelle 5.3 festgelegt werden.

Tabelle 5.3 — Kenntnisstand zu konstruktiven Einzelheiten in Abhängigkeit von den erfassten Informationen

Originale Planungsunterlagen (detaillierte Tragwerkszeichnungen)	Inspektionen*		
	L	E	C
Nicht verfügbar	KLD1	KLD2	KLD3
Unvollständiger Satz	KLD2	KLD3	
Vollständiger Satz	KLD3		
* L: begrenzt (en: limited); E: erweitert (en: extended); C: umfassend (en: comprehensive) (siehe 3.1.5).			
** Zur Bedeutung von 1, 2, 3 siehe 5.4.4.			

(3) Es sollte 5.4.1(3) angewendet werden.

(4) Bei Gebäuden sollten die untersuchten Bauteile die gesamte Höhe abdecken, es sei denn, die Konzentration auf einen als kritisch ermittelten Bauwerksteil ist aufgrund einer vorläufigen Berechnung gerechtfertigt [5.4.2(2)].

5.4.4 Baustoffe

(1) Die Kenntnisstände bezüglich der Eigenschaften der im Bauwerk verwendeten Baustoffe sollten nach den Definitionen a) bis c) klassifiziert werden:

- a) KLM1 (Mindestkenntnisstand) wird erreicht, wenn keine unmittelbaren Informationen über die mechanischen Eigenschaften der Baustoffe, weder aus den Original-Entwurfsvorgaben noch aus Original-Prüfberichten, zur Verfügung stehen. Es sollten Standardwerte angenommen werden, die den zur Zeit der Errichtung geltenden Normen entsprechen, begleitet von einer begrenzten Anzahl an *In-situ*-Prüfungen in den am stärksten gefährdeten Bauteilen. Im Falle von Mauerwerksbauten darf die direkte Prüfung unterbleiben, und es dürfen nach einer erweiterten visuellen Begutachtung von Mauerwerkmerkmalen Bezugswerte für zuvor festgelegte Mauerwerkstypen (nach Tabelle 5.1) zugeordnet werden. Im Falle von Holzgebäuden und Holzbauteilen darf die direkte Prüfung unterbleiben, vorausgesetzt, es wird eine genaue Sichtprüfung nach 10.2.4.1 durchgeführt;
- b) KLM2 (durchschnittlicher Kenntnisstand) wird erreicht, wenn Informationen über die mechanischen Eigenschaften der Baustoffe entweder aus (i) erweiterten *In-situ*-Prüfungen oder aus (ii) Original-Entwurfsvorgaben, die durch begrenzte *In-situ*-Prüfungen ergänzt werden, zur Verfügung stehen. Wenn im Falle von Mauerwerksbauten keine originalen Planungsunterlagen zur Verfügung stehen, dürfen direkte Prüfungen dennoch unterbleiben, zusätzlich zu den für den KLM1 erforderlichen Informationen sollten die Kenntnisse jedoch durch erweiterte zerstörungsfreie Prüfungen, wie für Inspektionen in Tabelle 5.3 festgelegt, angereichert werden, die eine genauere Klassifizierung der im Bauwerk enthaltenen Mauerwerkstypen ermöglichen. Wenn im Falle von 1940 errichteten Holzgebäuden keine originalen Planungsunterlagen zur Verfügung stehen, dürfen direkte Prüfungen unterbleiben, zusätzlich zu den für den KLM1 erforderlichen Informationen sollten die Kenntnisse jedoch durch zerstörungsfreie Prüfungen, wie in Tabelle 10.1 festgelegt, angereichert werden;

ANMERKUNG 1 Im Falle von Mauerwerksbauten und vor 1940 errichteten Holzbauten stehen originale Planungsunterlagen nur selten zur Verfügung.

- c) KLM3 (hoher Kenntnisstand) wird erreicht, wenn Informationen über die mechanischen Eigenschaften der Baustoffe aus entweder (i) umfassenden *In-situ*-Prüfungen; oder (ii) Original-Prüfberichten, die durch begrenzte *In-situ*-Prüfungen ergänzt werden; oder (iii) Original-Entwurfsvorgaben, die durch erweiterte *In-situ*-Prüfungen ergänzt werden, zur Verfügung stehen. Zusätzlich zu den für den KLM2 erforderlichen Informationen sollten im Falle von Mauerwerksbauten direkte Prüfungen von Baustoffeigenschaften in den kritischen Bereichen durchgeführt werden, um die Bezugswerte von zuvor festgelegten Mauerwerkstypen zu aktualisieren; Baustoffeigenschaften sollten dann unter Verwendung der Ergebnisse von Prüfungen für die Aktualisierung der Bezugswerte für die Mauerwerkstypen festgelegt werden. Zusätzlich zu den für den KLM2 erforderlichen Informationen sollten im Falle von Holzbauten (semi-)zerstörungsfreie (d. h. gegebenenfalls zerstörungsarme) Prüfungen, z. B. durch Widerstandsbohren und/oder Dichtemessungen an kleinen Stichproben vorgenommen werden, um die Baustoffeigenschaften in den kritischen Zonen festzulegen (siehe Tabelle 10.1).

ANMERKUNG 2 Für die Anwendung bei den Punkten a) bis c) stellen Anhang D, Tabelle D.1 und Tabelle D.2 Bezugswerte für zuvor festgelegte Mauerwerkstypen zur Verfügung, es sei denn, im Nationalen Anhang sind andere, spezifischen Mauerwerkstypen zugeordnete Bezugswerte angegeben. Soweit es Holzbauteile betrifft, finden sich maßgebende Informationen zu Baustoffeigenschaften in 10.2.1(3).

(2) Für jede Art von tragenden Bauteilen (Balken, Stütze, Wand, Scheibe usw.) und jede Baustoffart sollte der bezüglich der Baustoffe aufgrund der erfassten Informationen erreichte Kenntnisstand wie in Abschnitt 8 bis Abschnitt 12 festgelegt angesetzt werden.

5.5 Repräsentative Werte für Baustoffeigenschaften

(1) Im Falle vorhandener Baustoffe sollten Bemessungswerte von Baustoffeigenschaften, X_d , für die Berechnung der in örtlichen Nachweisen zu verwendenden Beanspruchbarkeiten als Mittelwerte angesetzt werden. Mittelwerte sollte aus Prüfungen und zusätzlichen Informationsquellen erhalten werden, und für unterschiedliche Bereich des Bauwerks dürfen, je nachdem, was angemessen ist, basierend auf den Prüfergebnissen, unterschiedliche Mittelwerte betrachtet werden.

ANMERKUNG Der Variabilität der Baustoffeigenschaften und der Unsicherheit, die mit auf einer begrenzten Anzahl an Prüfwerten basierenden Schätzungen verbunden ist, wird durch die vom Kenntnisstand (KL) abhängigen Teilsicherheitsbeiwerte γ_{Rd} Rechnung getragen, die für jedes Beanspruchbarkeitsmodell in Abhängigkeit von KLG, KLD und KLM in den maßgebenden Unterabschnitten von Abschnitt 8 bis Abschnitt 11 festgelegt sind.

(2) Die Standardabweichung des natürlichen Logarithmus $s_{\ln X}$ der maßgebenden Prüfwerte (d. h. der Prüfungen am vorhandenen Baustoff und im betrachteten Bereich des Bauwerks) sollte immer im Prüfbericht angegeben werden, es sei denn, die Eigenschaften sind nicht aus Prüfungen der *In-situ*-Baustoffe abgeleitet wie im Falle von KLM1 für Bewehrungsstahl, Holz und Mauerwerk.

ANMERKUNG 1 Die Standardabweichungen des natürlichen Logarithmus der Baustofffestigkeiten innerhalb desselben Bauwerks liegen in den folgenden als Richtwerte dienenden Bereichen:

- Ausfachungswände: 0,20 bis 0,40
- Beton: 0,10 bis 0,20
- Bewehrungsstahl: 0,05 bis 0,10
- Baustahl: 0,05 bis 0,10
- Holz: 0,15 bis 0,25
- Mauerwerk: 0,20 bis 0,30 (spezifische Werte sind in Anhang D, Tabelle D.1 angegeben)

ANMERKUNG 2 Standardabweichungen des natürlichen Logarithmus von mittels Prüfungen bestimmten Baustoffeigenschaften, die über den oberen Grenzwerten für die angezeigten Bereiche liegen, zeigen eine mangelhafte Bauausführungsgüte und einen niedrigeren Vertrauensgrad der geschätzten Mittelwerte an. Für diese Fälle wird empfohlen, das von den Baustoffeigenschaften zu erfüllende Prüfniveau zu erhöhen.

(3) Wenn die Eigenschaften im Falle vorhandener Baustoffe nicht aus Prüfungen von *In-situ*-Baustoffen abgeleitet werden, wie dies bei KLM1 für Bewehrungsstahl, Holz und Mauerwerk der Fall ist, sollten die Mittelwerte unter Berücksichtigung der Punkte a) und b) aus den zur Zeit der Errichtung (für Stahl und Holz) gültigen Normen entnommen werden:

- a) Bei Beton darf der Mittelwert aus dem mit Gleichung (5.2) gegebenen charakteristischen Wert ermittelt werden.

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 \text{ MPa} \quad (5.2)$$

- b) Im Falle von Stahl und Holz sollten charakteristische Werte, die üblicherweise in Regelwerken festgelegt sind, in Mittelwerte umgerechnet werden, die der für den ermittelten Stahl oder das ermittelte Holz unter Annahme einer Normalverteilung angemessenen Standardabweichung Rechnung tragen.

ANMERKUNG 1 Angemessene Standardabweichungswerte sind die in ANMERKUNG 1 zu (2) angegebenen.

ANMERKUNG 2 Zusätzliche Informationen für Mauerwerk finden sich in Anhang D, D.2.

(4) Im Falle hinzugefügter Baustoffe sollten Bemessungswerte von Baustoffeigenschaften, X_d , für die Berechnung der in örtlichen Nachweisen zu verwendenden Beanspruchbarkeiten als Mittelwerte festgelegt werden. Diese Mittelwerte dürfen aus dem jeweiligen charakteristischen Wert abgeleitet werden, wie in (3) dargelegt.

(5) Bei neuen Baustoffen sollten Bemessungswerte der Baustoffeigenschaften:

- a) anhand charakteristischer Eigenschaften (f_k) berechnet werden, die durch den entsprechenden Teilsicherheitsbeiwert zu dividieren sind, sofern ein neues Bauwerk so errichtet wird, dass es allen Auswirkungen von Erdbebeneinwirkungen standhält [siehe 4.3.2c)], und der entsprechende Nachweis nach dem in prEN 1998-1-1:2022, 6.1(2) festgelegten kräftebasierten Ansatz geführt wird;
- b) als Mittelwert von (f_m) festgelegt werden, falls die neuen Baustoffe in neuen Bauteilen, die so ausgelegt sind, dass sie nur einem Teil der Erdbebeneinwirkung standhalten, parallel zu bestehenden verbaut werden [siehe 4.3.2b)] oder falls sie ein neues Bauwerk bilden, für das der entsprechende Nachweis nach dem in prEN 1998-1-1:2022, 6.1(6) festgelegten verschiebungsbasierten Ansatz geführt wird. Dieser Mittelwert darf aus dem jeweiligen charakteristischen Wert abgeleitet werden, wie in (3) angegeben.

6 Modellierung, statische Berechnung und Nachweis

6.1 Allgemeines

(1) Um zu überprüfen, ob ein bestehendes unbeschädigtes oder beschädigtes Bauwerk dem geforderten Grenzzustand, wie festgelegt in 4.1 entspricht, sollte ein quantitatives Beurteilungsverfahren angewendet werden.

(2) Die Beurteilung sollte mit Hilfe der in prEN 1998-1-1:2022, Abschnitt 6 festgelegten Berechnungsverfahren, ergänzt durch prEN 1998-1-2:2023, 5.3 für Gebäude und prEN 1998-2:2023, 5.2 für Brücken, und zwar wie durch 6.3 und 6.4 geändert, um die spezifischen bei der Beurteilung bestehender Bauwerke auftretenden Probleme anzugehen.

ANMERKUNG Zusätzliche Informationen zu den bei der Berechnung anzuwendenden Verfahrensweisen finden sich in den maßgebenden baustoffbezogenen Abschnitten (8, 9, 10, 11), dem Abschnitt zu Brücken (12) sowie in den betreffenden Anhängen.

(3) Wenn 4.1(4) nicht anwendbar ist, sollte der kräftebasierte Ansatz nicht angewendet werden.

6.2 Modellierung

(1) Auf der Grundlage der Informationen, die wie in 5.2 vorgeschrieben gesammelt wurden, sollte ein Berechnungsmodell des Bauwerks aufgestellt werden. Dieses Modell sollte so beschaffen sein, dass die Einwirkungsauswirkungen in allen tragenden Bauteilen unter der in EN 1990:2023, 8.4.3.5 angegebenen Kombination von Erdbebeneinwirkungen mit anderen Einwirkungen ermittelt werden können.

(2) Bei der Anwendung von 4.2.1(1) sollte das angewendete Tragwerksmodell, wann immer dies möglich ist, Informationen über das beobachtete Verhalten des zu beurteilenden Bauwerks oder desselben Bauwerkstyps während früherer Erdbeben einbeziehen.

(3) Sofern keine weiter verfeinerten Modellierungsansätze in Übereinstimmung mit (2) angewendet werden, sollte das Tragwerksmodell prEN 1998-1-1:2022, 6.2 entsprechen, ergänzt um entweder a) oder b):

- a) sämtliche Vorgaben von prEN 1998-1-2:2023, 5.1 für Gebäude;
- b) sämtliche Vorgaben von prEN 1998-2:2023, 5.1 für Brücken.

(4) Bei der Anwendung von prEN 1998-1-1:2022, 6.2.1(4) sollten im Tragwerksmodell Mittelwerte aller Baustoffeigenschaften, einschließlich Festigkeits- und Grenzverformungseigenschaften in nichtlinearen Modellen, verwendet werden.

(5) Die in 11.3 angegebenen zusätzlichen und speziell für nichtkonstruiertes Mauerwerk geltenden Vorgaben sollten angewendet werden.

(6) Nach prEN 1998-1-1:2022, 6.2.1(6) sollte bei Mauerwerkausfachungen in Gebäuden prEN 1998-1-2:2023, 7.4 angewendet werden.

(7) Bei sekundären Bauteilen von Gebäuden sollte prEN 1998-1-2:2023, 5.1.3 angewendet werden.

(8) Im Falle von Brücken, bei denen die räumliche Variabilität der Erdbebeneinwirkung nach prEN 1998-2:2023, 4.2.2 berücksichtigt wird, sollten die entsprechenden Modelle in Abhängigkeit vom Berechnungsverfahren nach prEN 1998-2:2023, 5.3 gewählt werden.

(9) Das nichtlineare Modell sollte den allgemeinen Regeln von prEN 1998-1-1:2022, 6.2.3 sowie für Gebäude den in prEN 1998-1-2:2023, 5.1 angegebenen Regeln und für Brücken den in prEN 1998-2:2023, 5.1 angegebenen Regeln entsprechen. Es dürfen die in a) bis c) angegebenen Modelle angewendet werden:

- a) Im Falle der nichtlinearen Antwortverlaufsrechnung dürfen die Bauteile unter Anwendung angemessener Hysteresekurven modelliert werden, deren Form von den Baustoffeigenschaften, den Tragwerkseinheiten und der Art des Antwortverhaltens des Bauteils abhängt.
- b) Die einhüllenden der Hysteresekurven sollten anhand der in den maßgebenden baustoffbezogenen Abschnitten (8, 9, 10, 11) angegebenen Regeln festgelegt werden.
- c) Für nichtlineare statische Berechnungen dürfen, basierend auf den Hüllkurven der Hysteresemodelle, konstitutive Gesetze festgelegt werden.

ANMERKUNG Einige geeignete Modelle sind in Bild 6.1 dargestellt. In Bild 6.1 zeigen V und θ verallgemeinerte Spannungen bzw. Verformungen an.

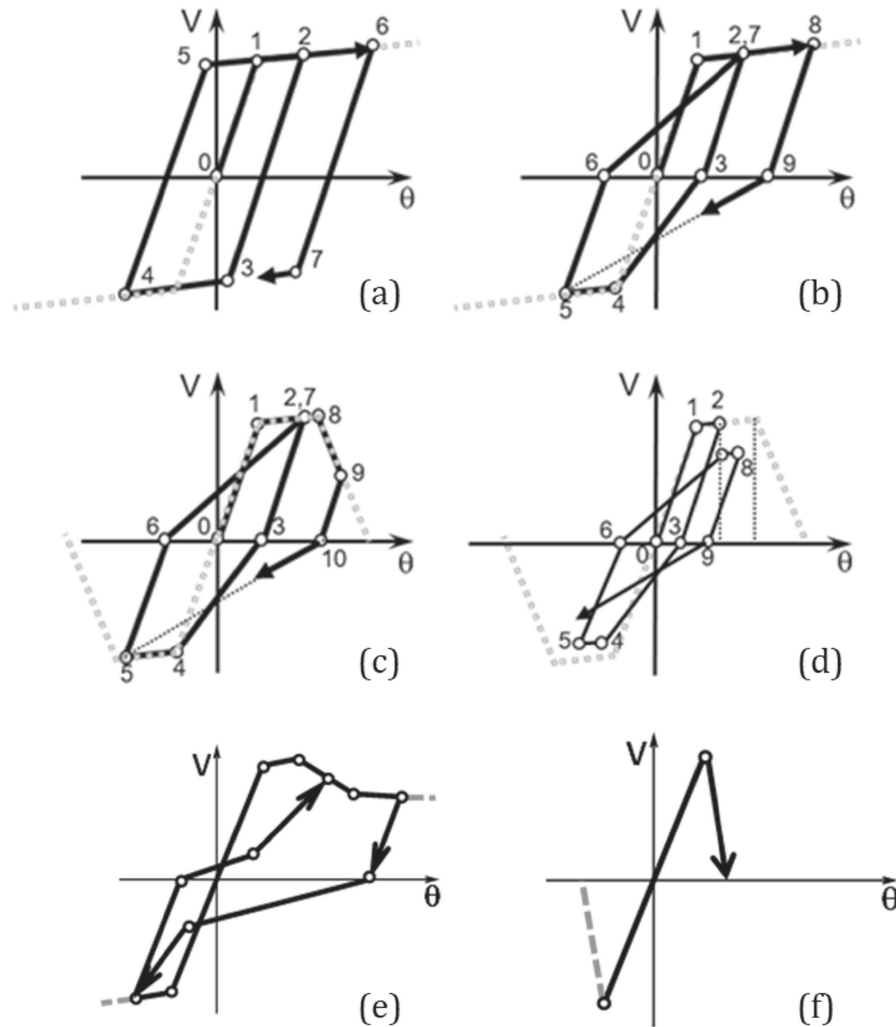


Bild 6.1 — Hysteresemodelle für nichtlineare Antwortverlaufsrechnungen: (a) bilinear, ohne Festigkeits- und Steifigkeitsabbau; (b) ohne Festigkeits-, jedoch mit Steifigkeitsabbau; (c) mit Festigkeitsabbau innerhalb des Zyklus; (d) mit sowohl innerhalb des Zyklus stattfindendem als auch zyklischem Festigkeitsabbau; (e) mit Restfestigkeit und Quetschen; (f) spröde Antwort

6.3 Berechnung: Kräftebasierter Ansatz

6.3.1 Reduziertes Spektrum für den kräftebasierten Ansatz

(1) Mit Ausnahme des Falls, dass höhere Werte von q aufgrund der örtlichen Duktilität und der Gesamtduktilität gerechtfertigt sind, sollten die für die horizontalen Komponenten von Erdbebeneinwirkungen verwendeten Werte des q -Beiwerts, unabhängig vom Tragsystem und je nach dem dominierenden Baustoff, die in Tabelle 6.1 aufgeführten Werte nicht überschreiten.

Tabelle 6.1 — Werte des q -Beiwerts für die horizontalen Komponenten der Erdbebeneinwirkung

Dominierender Baustoff des Bauwerks	q -Beiwert
Stahlbeton	1,5
Stahl	2,0
Holz	1,5
Mauerwerk	1,5

(2) Für die vertikale Komponente der Erdbebeneinwirkung sollte im Falle von Gebäuden ein Wert von q_v gleich 1,5 und im Falle von Brücken gleich 1,0 angewendet werden.

(3) Falls nach prEN 1998-1-2:2023, 5.3.3 für Gebäude und nach prEN 1998-2:2023, 5.2.2.2 für Brücken anwendbar, darf das Horizontalkraft-Verfahren angewendet werden.

6.4 Berechnung: Verschiebungsbasierter Ansatz

6.4.1 Linear-elastische Berechnung

(1) Falls die Einwirkungsauswirkungen E_d und die entsprechenden Beanspruchbarkeiten R_d in Form verallgemeinerter Spannungen ausgedrückt werden, für die R_d im Falle von Gebäuden nach den maßgebenden Abschnitten von prEN 1998-1-2 und bei Brücken nach den maßgebenden Abschnitten von prEN 1998-2 unter Verwendung der nach 4.2.2(6) erhaltenen Bemessungswerte berechnet wird, werden die Regionen von primären tragenden Bauteilen, in denen $E_d > R_d$ ist, als kritische Zonen bezeichnet. Für jede kritische Zone i darf ein Verhältnis ρ_i festgelegt werden, wie durch Gleichung (6.1) angegeben.

$$\rho_i = \frac{E_{d,i}}{R_{d,i}} \quad (\rho_i > 1) \quad (6.1)$$

(2) Eine linear-elastische Berechnung darf anhand des in prEN 1998-1-1:2022, 5.2.2 angegebenen elastischen Antwortspektrums durchgeführt werden, wenn $\rho_{\max}/\rho_{\min}$ im Falle von Gebäuden einen Wert von 2,5 und im Falle von Brücken von 2,0 nicht überschreitet, wobei, unter Berücksichtigung aller kritischen Zonen, gilt: $\rho_{\max} = \max(\rho_i)$; $\rho_{\min} = \min(\rho_i)$; und ρ_i ist für jede kritische Zone durch Gleichung (6.1) festgelegt.

ANMERKUNG Falls Bedingungen auftreten, bei denen die unelastisch veränderte Form der elastischen ähnlich ist, kann der verschiebungsbasierte Ansatz näherungsweise über eine linear-elastische Berechnung umgesetzt werden. Die sich aus den letztgenannten ergebenden Verformungen werden als Auswirkungen von Erdbebeneinwirkungen für den Nachweis von duktilen Mechanismen genutzt.

6.4.2 Nichtlineare statische Berechnung

6.4.2.1 Allgemeines

(1) Falls eine nichtlineare statische Berechnung angewendet wird, sollte sie nach den allgemeinen Regeln von prEN 1998-1-1:2022, 6.5 und Anhang D und den in prEN 1998-1-2:2023, 5.3.5 für Gebäude und in prEN 1998-2:2023, 5.2.3 für Brücken festgelegten zusätzlichen Regeln durchgeführt werden. Zusätzliche Regeln für bestehende Bauwerke sollten wie in (2) bis (5) angegeben berücksichtigt werden.

(2) Falls bei einem Gebäude ein einem weichen Geschoss entsprechender Mechanismus erwartet oder anhand nichtlinear-statischer Berechnung mit dem „modalen“ Muster vorhergesagt wird, sollte zusätzlich ein „gleichmäßiges“ Muster angewendet werden.

ANMERKUNG Bei einem „gleichmäßigen“ Muster handelt es sich um eine massenproportionale Verteilung der Kräfte. Als angemessene Verteilung der Trägheitskräfte gilt, wenn die Deckenverschiebung und somit die Deckenbeschleunigungen aufgrund der Entwicklung eines einem weichen Geschoss entsprechenden Mechanismus annähernd gleich sind.

(3) Im Falle von gemauerten Gebäuden mit steifen Scheiben (siehe 11.3.2.2) oder wenn das modale Verhältnis der beteiligten Massen der überwiegenden Schwingungsmode in der betrachteten Richtung geringer als 70 % ist, sollte das „modale“ Muster durch entweder a) oder b) ersetzt werden:

- a) „Dreiecks“muster, basierend auf massenproportionalen Horizontalkräften und unter Berücksichtigung eines invertierten Dreiecksbeschleunigungsprofils im Aufriss;

- b) modale Kombination von Lastverteilungsmustern aus den maßgebenden Moden, die als diejenigen festgelegt sind, bei denen die Verschiebungen im Aufriss keine Vorzeichenänderung erfahren; diese Option sollte bei signifikanten Unregelmäßigkeiten im Aufriss angewendet werden.

(4) In Gebäuden ohne starre Scheiben sollten die horizontalen Lasten am Ort der Massen des Modells oder proportional zu diesen angreifen.

(5) Im Falle von gemauerten Gebäuden mit steifen Scheiben (siehe 11.3.2.2) sollte die Kontrollverschiebung als die durchschnittliche unter den Verschiebungen unterschiedlicher Wände gegenüber der Bezugsplatte, gewichtet durch die entsprechenden Erdbebenmassen, angenommen werden.

ANMERKUNG In derartigen Gebäuden entspricht der Schwerpunkt der obersten Platte des Gebäudes (prEN 1998-1-2:2023, 5.3.5.2(5)) keinem physischen Punkt des Tragwerksmodells. Diese Definition der Kontrollverschiebung ist kohärent mit der des Schwerpunkts, weil diese im Falle von starren Scheiben zusammenfallen.

6.4.3 Nichtlineare Antwortverlaufsrechnung

(1) Falls nichtlineare Antwortverlaufsrechnung angewendet wird, sollte diese nach prEN 1998-1-1:2022, 6.6 vorgenommen werden.

6.5 Sicherheitsnachweise

6.5.1 Allgemeines

(1) Nachweise sollte nach prEN 1998-1-1:2022, 6.7, wie in 4.2.2, 4.2.3, 6.5.2 und 6.5.3 integriert oder modifiziert, geführt werden.

(2) Bei allen Grenzzuständen, Berechnungsverfahren und Nachweisformaten sollten die Einwirkungsauswirkungen mit γ_{Sd} multipliziert werden.

6.5.2 Nachweise bezüglich des Grenzzustands des Quasiversagens

6.5.2.1 Allgemeines

(1) Mit Ausnahme des in 4.1(4) genannten Falls sollten Nachweise bezüglich des Quasiversagens nach dem verschiebungsbasierten Ansatz vorgenommen werden. Bei der Anwendung von prEN 1998-1-1:2022, 6.7.1(3) sollten die Nachweise entweder ortsbezogen oder für das Gesamtbauwerk geführt werden.

(2) Es sollte prEN 1998-1-1:2022, 6.7.3(1) angewendet werden.

(3) Ortsbezogene Nachweise müssen ausgeführt werden, wenn die Berechnung für einen linear-elastischen oder nichtlinearen Antwortverlauf erfolgt.

(4) Nachweise für das Gesamtbauwerk dürfen in Verbindung mit einer nichtlinear-statischen Berechnung geführt werden. Bei Mauerwerksbauten oder mauerwerkausgefasten Rahmen darf die Grenzverschiebung d_u direkt an der Kapazitätskurve ermittelt werden (anstelle der Abbildung auf diese anhand einer örtlichen Bedingung nach prEN 1998-1-1:2022, 6.5.2(7)), sofern der Festigkeitsabbau nach Erreichen des Spitzenwertes auf der Bauteilebene modelliert wird [siehe Bild 6.1 c) bis f) und (11)].

6.5.2.2 Ortsbezogene Nachweise unter Anwendung linear-elastischer Berechnung

(1) Nachweise zu duktilen Mechanismen sollten in Bezug auf verallgemeinerte Verformungen nach prEN 1998-1-1:2022, 6.7.3(2) geführt werden. Die Verformungskapazität R_d sollte nach prEN 1998-1-1:2022, Abschnitt 7 bewertet werden, ergänzt durch Abschnitt 8 bis Abschnitt 11, je nachdem, was zutrifft.

(2) Nachweise zu spröden Mechanismen sollten in Bezug auf verallgemeinerte Spannungen nach prEN 1998-1-1:2022, 6.7.3(3) geführt werden. Spröden Mechanismen entsprechende Auswirkungen von Erdbebeneinwirkungen sollten aus dem Gleichgewicht unter Berücksichtigung der Beanspruchbarkeit von nichtspröden Mechanismen (der Kapazitätsbemessung ähnlicher Ansatz) multipliziert mit γ_{sd} aus 4.2.2(5) und dem Überfestigkeitsbeiwert nach 4.2.2(10) abgeleitet werden. Hierfür sollten die Beanspruchbarkeiten nichtspröder Mechanismen unter Berücksichtigung der Mittelwerte der Baustoffeigenschaften abgeleitet und nicht durch γ_{Rd} dividiert werden.

6.5.2.3 Ortsbezogene Nachweise unter Anwendung nichtlinearer Berechnung

(1) Ortsbezogene Nachweise (für die Bauteilebene) sollten dann geführt werden, wenn der Festigkeitsabbau der betreffenden tragenden Bauteile nach Erreichen des Spitzenwertes nicht modelliert wird [z. B. siehe Bild 6.1 a) oder b)]. In allen anderen Fällen darf er geführt werden.

(2) Nachweise zu duktilen Mechanismen sollten in Bezug auf verallgemeinerte Verformungen nach prEN 1998-1-1:2022, 6.7.3(2) geführt werden. Die Verformungskapazität R_d sollte nach prEN 1998-1-1:2022, Abschnitt 7 bewertet werden, ergänzt durch Abschnitt 8 bis Abschnitt 11, je nachdem, was zutrifft.

(3) Nachweise zu spröden Mechanismen sollten in Bezug auf verallgemeinerte Spannungen nach prEN 1998-1-1:2022, 6.7.3(3) geführt werden. Als Auswirkungen von Erdbebeneinwirkungen für die Nachweise spröder Mechanismen gelten die bei der Berechnung erhaltenen, multipliziert mit γ_{sd} aus 4.2.2(5), und die für den Überfestigkeitsbeiwert nach 4.2.2(10) erhaltenen Auswirkungen.

(4) Versagensarten, die durch das bei der Berechnung angewendete Verhaltensmodell nicht direkt erfasst werden, sollten durch Nachweise mit Hilfe von Teilmodellen, die den maßgebenden Teil des Bauwerks einschließen, überprüft werden.

6.5.2.4 Nachweise für das Gesamtbauwerk

(1) Nachweise für das Gesamtbauwerk (auf der Ebene des Tragsystems) dürfen bei gemauerten Gebäuden und bei Gebäuden geführt werden, in denen die Gesamtkapazität von Ausfachungen dominiert wird. Bei derartigen Gebäuden sollte der Festigkeitsabbau nach Erreichen des Spitzenwertes auf der Bauteilebene modelliert werden (siehe Abschnitt 11).

(2) Nachweise sollten in Bezug auf die äquivalente Einmassenschwinger-Verschiebung nach prEN 1998-1-1:2022, 6.7.3(4) geführt werden, wobei die Beanspruchbarkeit d_{NC}^* in Übereinstimmung mit 11 definiert ist.

(3) Bei Gebäuden sollten die Korrekturbeiwerte c_p oder c_E nach prEN 1998-1-2:2023, 5.3.5.3 unter Einhaltung der in 11.5.1.3.1 und 11.5.1.4.1 angegebenen spezifischen Vorgaben für gemauerte Gebäude bewertet werden. Örtliche Nachweise sollten bei Bauteilen geführt werden, für die die Beiwerte c_p oder c_E größer als 1,2 sind.

(4) Die beiden Komponenten der Erdbebeneinwirkung sollte für die Kontrollknotenverschiebung – die im Falle von Nachweisen für das Gesamtbauwerk in der Auswirkung der Erdbebeneinwirkungen enthalten ist – nach prEN 1998-1-1:2022, 6.5.4(6) betrachtet werden. Bei diesen Kombinationen sollten Kräfte in der sekundären Richtung mit dem Vorzeichen angewendet werden, das zu einer Vergrößerung der Verschiebung in der Hauptrichtung führt.

(5) Der Wert von γ_{sd} für die Berechnung von E_d sollte 4.2.2(5) entnommen werden.

(6) Versagensarten, die bei der Berechnung vom Gesamtbauwerksmodell nicht direkt erfasst werden, sollten durch örtliche Nachweise, die gegebenenfalls Teilmodelle umfassen, überprüft werden.