

DIN EN 1990



ICS 91.010.30

Entwurf

Einsprüche bis 2020-09-30
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 1990:2010-12

**Eurocode –
Grundlagen der Tragwerksplanung;
Deutsche und Englische Fassung prEN 1990:2020**

Eurocode –
Basis of structural and geotechnical design;
German and English version prEN 1990:2020

Eurocodes –
Bases de calcul des structures;
Version allemande et anglaise prEN 1990:2020

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-07-31 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 Saatwinkler Damm 42/43, 13627 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 241 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1990:2020) 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.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-51-01 AA „Grundlagen für Entwurf, Berechnung und Bemessung von Tragwerken (SpA zu CEN/TC 250/WG 2, WG 6 und CEN/TC 250/SC 10)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1990:2010-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Stellungnahmen der nationalen Normungsinstitute zur systematischen Überprüfung eingearbeitet;
- b) Text vollständig überarbeitet;
- c) Dokument redaktionell überarbeitet.

<i>Titel de:</i>	Eurocode — Grundlagen der Tragwerksplanung
<i>Titel en:</i>	Eurocode — Basis of structural and geotechnical design
<i>Titel fr:</i>	Eurocodes — Bases de calcul des structures

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	10
1.1 Anwendungsbereich von EN 1990	10
1.2 Annahmen	10
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe, Definitionen und Symbole	11
3.1 Begriffe und Definitionen	11
3.1.1 Einheitliche Begriffe in den Eurocodes	14
3.1.2 Begriffe im Zusammenhang mit der Bemessung	15
3.1.3 Begriffe im Zusammenhang mit Einwirkungen	18
3.1.4 Begriffe im Zusammenhang mit den Baustoff- und Produkteigenschaften	21
3.1.5 Begriffe im Zusammenhang mit geometrischen Eigenschaften	21
3.1.6 Begriffe im Zusammenhang mit der Tragwerks- und Gründungsberechnung	22
3.2 Symbole und Abkürzungen	23
3.2.1 Lateinische Großbuchstaben	23
3.2.2 Lateinische Kleinbuchstaben	25
3.2.3 Griechische Großbuchstaben	27
3.2.4 Griechische Kleinbuchstaben	27
4 Allgemeine Regeln	29
4.1 Grundlegende Anforderungen	29
4.2 Tragwerkszuverlässigkeit	29
4.3 Versagensfolgen	30
4.4 Robustheit	31
4.5 Geplante Nutzungsdauer	32
4.6 Dauerhaftigkeit	32
4.7 Nachhaltigkeit	33
4.8 Qualitätsmanagement	33
5 Grundsätze der Bemessung nach Grenzzuständen	33
5.1 Allgemeines	33
5.2 Bemessungssituationen	34
5.3 Grenzzustände der Tragfähigkeit (ULS, en: ultimate limit states)	34
5.4 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (SLS, en: serviceability limit states)	35
5.5 Tragwerksmodelle und Lastmodelle	36
6 Basisvariablen	36
6.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse	36
6.1.1 Einteilung der Einwirkungen	36
6.1.2 Repräsentative Werte der Einwirkungen	37
6.1.3 Bestimmte Arten von Einwirkungen	40
6.1.4 Umgebungseinflüsse	42
6.2 Eigenschaften von Baustoffen und Bauprodukten	42
6.3 Geometrische Eigenschaften	43
7 Statische Berechnung und versuchsgestützte Bemessung	43
7.1 Tragwerksmodelle	43

7.1.1	Allgemeines	43
7.1.2	Statische Einwirkungen	43
7.1.3	Dynamische Einwirkungen.....	44
7.1.4	Einwirkungen mit Ermüdungsfolge.....	44
7.1.5	Baulicher Brandschutz.....	45
7.2	Berechnungen.....	45
7.2.1	Lineare Berechnungen	45
7.2.2	Nicht-lineare Berechnungen	46
7.3	Versuchsgestützte Bemessung	46
8	Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten	47
8.1	Allgemeines	47
8.2	Beschränkungen	47
8.3	Nachweis der Grenzzustände der Tragfähigkeit (ULS, en: ultimate limit states)	48
8.3.1	Allgemeines	48
8.3.2	Bemessungswerte für die Auswirkungen der Einwirkungen	48
8.3.3	Bemessungswerte für Einwirkungen.....	50
8.3.4	Kombination von Einwirkungen.....	53
8.3.5	Bemessungswerte der Tragfähigkeit.....	56
8.3.6	Bemessungswerte für Baustoffeigenschaften.....	59
8.3.7	Bemessungswerte für geometrische Eigenschaften.....	60
8.4	Nachweis der Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (SLS, en: serviceability limit states)	60
8.4.1	Allgemeines	60
8.4.2	Bemessungswerte für die Auswirkungen der Einwirkungen	61
8.4.3	Kombinationen von Einwirkungen.....	61
8.4.4	Bemessungskriterien.....	63
8.4.5	Bemessungswerte für geometrische Eigenschaften.....	63
Anhang A (normativ)	Anwendungsregeln	64
A.1	Allgemeine Anwendung und Anwendung im Hochbau	64
A.1.1	Anwendungsbereich.....	64
A.1.2	Versagensfolgeklassen	64
A.1.3	Geplante Nutzungsdauer	64
A.1.4	Einwirkungen	65
A.1.5	Einwirkungskombinationen	65
A.1.6	Teilsicherheitsbeiwerte für Grenzzustände der Tragfähigkeit (ULS, en: ultimate limit states)	69
A.1.7	Gebrauchstauglichkeitskriterien	72
A.2	Anwendung für Brücken.....	79
A.3	Anwendung für Türme, Maste und Schornsteine	79
A.4	Anwendung für Silos und Tanks	79
A.5	Anwendung für Unterstützungsstrukturen von Kranen	79
A.6	Anwendung für Tragwerke von Meeres- und Küstenbauwerken	79
Anhang B (informativ)	Technische Managementmaßnahmen für die Planung und Bauausführung.....	80
B.1	Anwendung dieses informativen Anhangs.....	80
B.2	Umfang und Anwendungsbereich	80
B.3	Festlegung der technischen Managementmaßnahmen	80
B.4	Qualitätsanforderungen für die Planung.....	80
B.5	Prüfung der Planung	81
B.6	Qualität der Bauausführung.....	82
B.7	Überwachung während der Bauausführung	82
B.8	Technische Managementmaßnahmen	83
Anhang C (informativ)	Zuverlässigkeitsanalyse und Normkalibrierung	85

C.1	Anwendung dieses informativen Anhangs.....	85
C.2	Anwendungsbereich und Anwendungsgrenzen.....	85
C.3	Grundlage für die Zuverlässigkeitsanalyse und die Bemessung mit Teilsicherheitsbeiwerten	86
C.3.1	Überblick über die Ansätze zum Nachweis der Zuverlässigkeit	86
C.3.2	Darstellung von Unsicherheiten im Modell	87
C.3.3	Zuverlässigkeitsbasierte Bemessung.....	88
C.3.4	Zuverlässigkeitsanforderungen.....	90
C.4	Ansatz für die Kalibrierung von Bemessungswerten.....	93
C.4.1	Zuverlässigkeitsanforderungen für die zuverlässigkeitsorientierte Normkalibrierung.....	93
C.4.2	Bemessungsverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten und Normparametern	93
C.4.3	Teilsicherheitsbeiwerte	94
C.4.4	Grundlage für die Kalibrierung von Bemessungswerten	95
C.4.5	Kombination von veränderlichen Einwirkungen	97
Anhang D (informativ)	Versuchsgestützte Bemessung.....	99
D.1	Anwendung dieses informativen Anhangs.....	99
D.2	Anwendungsbereich und Anwendungsgrenzen.....	99
D.3	Verschiedene Arten von Versuchen.....	99
D.4	Versuchsplanung	100
D.4.1	Allgemeines	100
D.4.2	Zielsetzung und Umfang.....	101
D.4.3	Einflussgrößen und potentielle Versagensarten	101
D.4.4	Festlegung der Prüfkörper und Probenahme	101
D.4.5	Versuchseinrichtung und -durchführung.....	102
D.4.6	Festlegung der Belastungen.....	102
D.4.7	Einzelheiten zu den Messungen	102
D.4.8	Bewertungsverfahren	103
D.4.9	Verfahren zur Angabe der Versuchsergebnisse.....	103
D.5	Ableitung der charakteristischen Werte oder Bemessungswerte	103
D.6	Allgemeine Grundlagen für die statistische Auswertung	104
D.7	Statistische Bestimmung einer einzelnen Eigenschaft	105
D.7.1	Allgemeines	105
D.7.2	Beurteilung mithilfe des charakteristischen Werts	106
D.7.3	Direkte Beurteilung des Bemessungswerts für den Nachweis des Grenzzustands der Tragfähigkeit.....	107
D.8	Statistische Bestimmung von Widerstandsmodellen	108
D.8.1	Allgemeines	108
D.8.2	Standardisiertes Auswerteverfahren für Methode A	108
D.8.3	Standardisiertes Auswerteverfahren für Methode B.....	112
D.8.4	Verwendung zusätzlicher Vorinformationen.....	113
Anhang E (informativ)	Zusätzliche Hinweise zur Verbesserung der Robustheit von Gebäuden und Brücken	115
E.1	Anwendung dieses informativen Anhangs.....	115
E.2	Anwendungsbereich und Anwendungsgrenzen.....	115
E.3	Entwurfs- und Bemessungsstrategien	116
E.4	Entwurfs- und Bemessungsverfahren.....	117
Anhang F (informativ)	Rainflow- und Reservoir-Zählverfahren für die Bestimmung der Spannungsschwingbreiten infolge Ermüdung mit hoher Lastspielzahl.....	119
F.1	Anwendung dieses informativen Anhangs.....	119
F.2	Anwendungsbereich und Anwendungsgrenzen.....	119
F.3	Rainflow-Zählverfahren.....	119
F.4	Reservoir-Zählverfahren	120
Anhang G (normativ)	Bemessungsgrundlagen für Lager	122

Anhang H (informativ) Schwingungsnachweise für Fußgängerbrücken bei Fußgängeranregung	123
Literaturhinweise.....	124

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1990:2020) 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 CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 1990:2002 und seine Änderungen und Berichtigungen 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>

ANMERKUNG 1 Die Eurocodes des konstruktiven Ingenieurbaus werden in diesem Dokument als die Eurocodes bezeichnet.

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 2 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 1990

Dieses Dokument gibt die Grundsätze und die Anforderungen für und an die Sicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit von Tragwerken an, die allen Eurocode-Teilen zugrunde liegen und die bei deren Anwendung zu berücksichtigen sind.

Dieses Dokument gilt für alle Parteien, die an Baumaßnahmen beteiligt sind (z. B. Behörden, Bauherren, Tragwerksplaner, Ausführende, Hersteller, Gutachter usw.).

0.3 In den Eurocodes verwendete Verbformen

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

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

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

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

0.4 Nationaler Anhang zu EN 1990

Nationale Festlegungen können dann getroffen werden, wenn in dieser Norm im Rahmen von Anmerkungen eine Wahl ausdrücklich gestattet ist. Hierzu kann die jeweilige nationale Ausgabe von EN 1990 einen Nationalen Anhang mit allen national festgelegten Parametern enthalten, die für den Entwurf und die Bemessung von Hoch- und Ingenieurbauten im jeweiligen Land Verwendung finden.

Wird keine nationale Festlegung angeführt, ist der in dieser Norm angegebene 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 beteiligten Parteien im Einzelfall eine Vereinbarung treffen.

Nationale Festlegungen sind in EN 1990 zu den folgenden Abschnitten gestattet:

- im Hauptteil in 4.2(3) Anmerkung 1, 4.3(1) Anmerkung 1 Tabelle 4.1, 6.1.3.2(4) Anmerkung 1 bis Anmerkung 4, 6.1.3.2(6) Anmerkung, 7.1.5(7) Anmerkung, 8.3.3.1(5) Anmerkung, 8.3.4.2(2) Anmerkung 1 und Anmerkung 2;
- in Anhang A.1 in A.1.2(1) Anmerkung 1 Tabelle A.1.1, A.1.3(1) Anmerkung Tabelle A.1.2, A.1.5.1(1) Tabelle A.1.3, A.1.5.1(1) Anmerkung 1 und Anmerkung 3, A.1.5.3(1) Anmerkung Tabelle A.1.7, A.1.6(1) Anmerkung 1 Tabelle A.1.8, Anmerkung 2 Tabelle A.1.8 und Anmerkung 3 Tabelle A.1.9, A.1.7.2.2(1) Anmerkung Tabelle A.1.10, A.1.7.2.3(2) Anmerkung Tabelle A.1.11, A.1.7.3(3) Anmerkung 1, A.1.7.3(4) Anmerkung, A.1.7.4(2) Anmerkung Tabelle A.1.16, A.1.7.4(4) Anmerkung Tabelle A.1.13, Tabelle A.1.14 und Tabelle A.1.15.

Nationale Festlegungen sind in informativen Anhängen zu den folgenden Abschnitten gestattet:

- in Anhang B in B.4(2) Anmerkung Tabelle B.1, B.5(1) Anmerkung Tabelle B.2, B.6(1) Anmerkung, B.6(2) Anmerkung 2, B.7(1) Anmerkung 2 Tabelle B.3, B.8(1) Anmerkung Tabelle B.4;
- in Anhang C in C.3.4.2(2) Anmerkung 1 Tabelle C.3;
- in Anhang D in D.4.1(1) Anmerkung;
- in Anhang E in E.4(4) Anmerkung 1.

Nationale Festlegungen sind in EN 1990 zu den folgenden informativen Anhängen gestattet:

- Anhang B (informativ) Technische Managementmaßnahmen für Planung und Bauausführung;
- Anhang C (informativ) Zuverlässigkeitsanalyse und Normkalibrierung;
- Anhang D (informativ) Versuchsgestützte Bemessung;

- Anhang E (informativ) Zusätzliche Hinweise zur Verbesserung der Robustheit von Gebäuden und Brücken;
- Anhang F (informativ) Rainflow- und Reservoir-Zählverfahren für die Bestimmung der Spannungsschwingbreiten infolge Ermüdung mit hoher Lastspielzahl.

Der Nationale Anhang kann, direkt oder durch Verweisungen, nicht widersprüchliche ergänzende Informationen zur Erleichterung der Anwendung enthalten, sofern dadurch keine Regelungen der Eurocodes geändert werden.

1 Anwendungsbereich

1.1 Anwendungsbereich von EN 1990

(1) Unter Einbeziehung der Folgen für ein Versagen legt dieses Dokument die Grundsätze und Anforderungen für die Sicherheit, Gebrauchstauglichkeit, Robustheit und Dauerhaftigkeit von Tragwerken, einschließlich geotechnischen Bauwerken fest.

(2) Dieses Dokument soll zusammen mit den anderen Eurocodes für den Entwurf und die Bemessung von Gebäuden und Ingenieurbauten, einschließlich temporären Tragwerken, angewendet werden.

(3) Dieses Dokument beschreibt die Grundlagen für die Planung von Tragwerken und geotechnischen Bauwerken sowie für die Bemessung nach dem Konzept der Bemessung nach Grenzzuständen.

(4) Tragwerksplanung und Bemessung basieren in diesem Dokument hauptsächlich auf dem Bemessungskonzept mit Teilsicherheitsbeiwerten.

ANMERKUNG 1 Alternative Verfahren sind in den anderen Eurocodes für bestimmte Anwendungsfälle angegeben.

ANMERKUNG 2 Die Anhänge dieses Dokuments enthalten zudem allgemeine Leitlinien für die Anwendung alternativer Verfahren.

(5) Dieses Dokument gilt auch für:

- die Beurteilung des Tragverhaltens bestehender Bauwerke;
- die Planung von Instandsetzungs-, Ertüchtigungs- und Umbaumaßnahmen;
- die Beurteilung von Nutzungsänderungen.

(6) Dieses Dokument ist auch für die Planung von Tragwerken mit Baustoffen oder Einwirkungen anwendbar, die nicht in den Anwendungsbereich von EN 1991 bis EN 1999 fallen.

ANMERKUNG In diesem Fall können zusätzliche oder abgeänderte Regelungen notwendig sein.

1.2 Annahmen

(1) Es wird angenommen, dass die Bemessung nach dem anerkannten Stand der Technik mit der für das Projekt angemessenen Befähigung und Sorgfalt durchgeführt wird.

(2) Es wird angenommen, dass die Bemessung des Tragwerks durch entsprechend qualifizierte und erfahrene Personen durchgeführt wird.

(3) Die in den Eurocodes enthaltenen Bemessungsregeln gehen davon aus, dass:

- die Bauausführung durch ausreichend befähigte und erfahrene Personen erfolgt;
- sachgerechte Kontrollen und Überwachungen während der Planung und der Bauausführung, sei es in Fabriken, Fertigungsanlagen oder auf der Baustelle, erfolgen;
- die Verwendung von Baustoffen und -produkten entsprechend den Angaben in den Eurocodes, in den maßgebenden Produkt- und Ausführungsnormen, und den Projektspezifikationen erfolgt;
- das Tragwerk sachgemäß instand gehalten wird;

— das Tragwerk entsprechend den Planungsannahmen genutzt wird.

ANMERKUNG Leitlinien zu Managementmaßnahmen, mit denen die Annahmen für die Planung und Bauausführung erfüllt werden, sind in Anhang B angegeben.

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).

EN 1991 (alle Teile), *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke*

EN 1992 (alle Teile), *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken*

EN 1993 (alle Teile), *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten*

EN 1994 (alle Teile), *Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton*

EN 1995 (alle Teile), *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten*

EN 1996 (alle Teile), *Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten*

EN 1997 (alle Teile), *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik*

EN 1998 (alle Teile), *Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben*

EN 1999 (alle Teile), *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken*

3 Begriffe, Definitionen und Symbole

3.1 Begriffe und Definitionen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG Tabelle 3.1 enthält eine Auflistung der nachstehend definierten Begriffe in alphabetischer Reihenfolge mit Verweis auf die im Folgenden verwendete Nummerierung (separate Tabelle für jede Sprache).

Tabelle 3.1 — Alphabetische Reihenfolge der Benennungen mit Verweisung auf die Nummerierung der Definitionen

Benennung	Verweisung
außergewöhnliche Bemessungssituation	3.1.2.5
außergewöhnliche Einwirkung	3.1.3.8
Auswirkung der Einwirkungen	3.1.3.4
Basisvariable	3.1.2.25
Bauausführung	3.1.1.7
Baugrund	3.1.1.5
baulicher Brandschutz	3.1.2.9

Benennung	Verweisung
Bauwerk	3.1.1.1
Begleiteinwirkung	3.1.3.24
begrenzte Einwirkung	3.1.3.13
Bemessungsfall	3.1.2.8
Bemessungskriterien	3.1.2.1
Bemessungssituation	3.1.2.2
Bemessungssituation mit Erdbeben	3.1.2.6
Bemessungssituation mit Ermüdung	3.1.2.7
Bemessungswert einer Baustoff- oder Produkteigenschaft	3.1.4.3
Bemessungswert einer Einwirkung	3.1.3.20
Bemessungswert einer geometrischen Eigenschaft	3.1.5.2
Bezugszeitraum	3.1.3.21
charakteristischer Wert einer Baustoff- oder Produkteigenschaft	3.1.4.1
charakteristischer Wert einer Einwirkung	3.1.3.19
Dauerhaftigkeit	3.1.2.30
Differenzierung der Zuverlässigkeit	3.1.2.24
direkte Einwirkung	3.1.3.2
dynamische Einwirkung	3.1.3.16
Einwirkung	3.1.3.1
Einzeleinwirkung	3.1.3.14
Erdbebeneinwirkung	3.1.3.9
Ermüdungseinwirkung	3.1.3.7
Festigkeit	3.1.2.21
freie Einwirkung	3.1.3.12
Gebrauchstauglichkeitskriterium	3.1.2.19
Gefährdung	3.1.2.11
geometrische Nicht-Linearität	3.1.6.4
geotechnische Einwirkung	3.1.3.10
geplante Nutzungsdauer	3.1.2.10
Grenzzustand	3.1.2.14
Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	3.1.2.16
Grenzzustand der Tragfähigkeit	3.1.2.15
grober Fehler	3.1.2.33
Gründungsbauwerk	3.1.1.6

Benennung	Verweisung
häufiger Wert einer veränderlichen Einwirkung	3.1.3.26
indirekte Einwirkung	3.1.3.3
Instandhaltung	3.1.2.26
Instandsetzung	3.1.2.27
Kombination von Einwirkungen	3.1.3.22
Kombinationswert einer veränderlichen Einwirkung	3.1.3.25
Lastanordnung	3.1.2.12
Lastfall	3.1.2.13
Leiteinwirkung	3.1.2.22
lineares Verhalten	3.1.6.2
Nachhaltigkeit	3.1.2.31
Nennwert	3.1.2.28
Nennwert einer geometrischen Eigenschaft	3.1.5.1
nicht umkehrbarer Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	3.1.2.17
nicht-lineares Verhalten	3.1.6.3
Nicht-Linearität der Grenzzustandsfunktion	3.1.6.9
Nicht-Linearität des Baustoffs	3.1.6.7
Nicht-Linearität des Kontakts	3.1.6.8
ortsfeste Einwirkung	3.1.3.11
quasi-ständiger Wert einer veränderlichen Einwirkung	3.1.3.27
quasi-statische Einwirkung	3.1.3.17
repräsentativer Wert einer Baustoff- oder Produkteigenschaft	3.1.4.2
repräsentativer Wert einer Einwirkung	3.1.3.18
Robustheit	3.1.2.29
Spannungsverlauf	3.1.6.10
ständige Bemessungssituation	3.1.2.3
ständige Einwirkung	3.1.3.5
statische Berechnung	3.1.6.1
statische Einwirkung	3.1.3.15
Theorie 1. Ordnung	3.1.6.5
Theorie 2. Ordnung	3.1.6.6
tragendes Bauteil	3.1.1.3
Tragfähigkeit	3.1.2.20
Tragwerk	3.1.1.2

Benennung	Verweisung
Tragwerksmodell oder geotechnisches Modell	3.1.1.4
Tragwerkszuverlässigkeit	3.1.2.23
übermäßige Verformung	3.1.2.22
umkehrbarer Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	3.1.2.18
veränderliche Einwirkung	3.1.3.6
Versagensfolgeklasse	3.1.2.32
vorübergehende Bemessungssituation	3.1.2.4

3.1.1 Einheitliche Begriffe in den Eurocodes

3.1.1.1

Bauwerk

alles, was baulich erstellt wird oder von Bauarbeiten herrührt

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff umfasst sowohl Bauwerke des Hoch- als auch des Ingenieurbaus. Er bezieht sich auf das vollständige Bauwerk, das sowohl tragende Bauteile als auch nicht tragende Bauteile, und auch geotechnische Elemente enthält.

3.1.1.2

Tragwerk

Teil des Bauwerks, der ihm die Stabilität, die Tragfähigkeit und die Steifigkeit gegenüber verschiedenen Einwirkungen verleiht

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition schließt Tragwerke ein, die aus einem Bauteil oder aus einer Kombination von miteinander verbundenen Bauteilen bestehen.

3.1.1.3

tragendes Bauteil

physisch unterscheidbarer Teil des Tragwerks, z. B. Stütze, Träger, Platte, Gründung

3.1.1.4

Tragwerksmodell oder geotechnisches Modell

physikalische, mathematische oder numerische Idealisierung des Tragsystems oder des geotechnischen Systems zum Zwecke der Berechnung, der Bemessung und des Nachweises

3.1.1.5

Baugrund

Boden, Fels und Auffüllung, die vor Beginn der Baumaßnahme vor Ort vorhanden sind

[QUELLE: ISO 6707-1:2017, 3.4.2.1]

3.1.1.6

Gründungsbauwerk

Tragwerk, das den Baugrund umfasst, oder tragendes Bauteil, dessen Tragfähigkeit auf dem Baugrund beruht

3.1.1.7

Bauausführung

alle Tätigkeiten für die physische Erstellung des Bauwerks, einschließlich Beschaffung, Überwachung und deren Dokumentation

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff umfasst die Arbeiten auf der Baustelle; er kann auch die Fertigung von Teilen außerhalb der Baustelle sowie ihren anschließenden Einbau auf der Baustelle bezeichnen.

3.1.2 Begriffe im Zusammenhang mit der Bemessung

3.1.2.1

Bemessungskriterien

quantitative Aussagen, welche die Bedingungen beschreiben, die für jeden Grenzzustand zu erfüllen sind

3.1.2.2

Bemessungssituation

physikalische Bedingungen, die innerhalb eines bestimmten Zeitraums auftreten könnten, und für die mit ausreichender Zuverlässigkeit nachzuweisen ist, dass maßgebende Grenzzustände nicht überschritten werden

3.1.2.3

ständige Bemessungssituation

übliche Bedingungen der Nutzung oder Beanspruchung des Tragwerks

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Dauer einer ständigen Bemessungssituation entspricht der geplanten Nutzungsdauer des Tragwerks.

3.1.2.4

vorübergehende Bemessungssituation

vorübergehende Bedingungen der Nutzung oder Beanspruchung des Tragwerks, die innerhalb eines wesentlich kürzeren Zeitraums als der geplanten Nutzungsdauer des Tragwerks maßgeblich sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine vorübergehende Bemessungssituation bezieht sich auf vorübergehende Bedingungen der Nutzung oder Beanspruchung des Tragwerks, z. B. während der Bauzeit oder während Instandsetzungsmaßnahmen oder unter dynamischen Lasten.

3.1.2.5

außergewöhnliche Bemessungssituation

Bemessungssituation, in der das Tragwerk außergewöhnlichen Ereignissen oder Beanspruchungen ausgesetzt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Hervorgerufen durch Ereignisse wie Feuer, Explosion, Anprall oder lokales Versagen.

3.1.2.6

Bemessungssituation mit Erdbeben

Bemessungssituation, in der das Tragwerk einem Erdbeben ausgesetzt ist

3.1.2.7

Bemessungssituation mit Ermüdung

Bemessungssituation, in der das Tragwerk wiederholten Spannungsspielen ausgesetzt ist, hervorgerufen durch Belastungen oder Verformungen

3.1.2.8

Bemessungsfall

Satz von Teilsicherheitsbeiwerten, welche für den Nachweis eines bestimmten Grenzzustands auf die Einwirkungen oder auf die Auswirkungen von Einwirkung angewendet werden

3.1.2.9

baulicher Brandschutz

Tragwerksplanung unter Berücksichtigung der Brandschutzanforderungen

3.1.2.10

geplante Nutzungsdauer

angenommener Zeitdauer, innerhalb der ein Tragwerk oder ein Teil davon unter Berücksichtigung vorgesehener Instandhaltungsmaßnahmen für seinen vorgesehenen Zweck genutzt werden soll, ohne dass jedoch eine wesentliche Instandsetzung erforderlich ist

3.1.2.11

Gefährdung

außergewöhnliches und schwerwiegendes Ereignis, z.B. eine ungewöhnliche Einwirkung oder ein Umwelteinfluss, ungenügende Festigkeit oder ungenügende Steifigkeit oder übermäßige nachteilige Abweichung von den vorgesehenen Abmessungen

3.1.2.12

Lastanordnung

Festlegung der Lage, Größe und Richtung einer freien Einwirkung

3.1.2.13

Lastfall

untereinander verträgliche Lastanordnungen, Verformungen und geometrische Imperfektionen, soweit maßgeblich, für den Nachweis eines bestimmten Grenzzustands

3.1.2.14

Grenzzustand

Zustand, bei dessen Überschreitung das Tragwerk die maßgeblichen Entwurfsanforderungen nicht mehr erfüllt

3.1.2.15

Grenzzustand der Tragfähigkeit

ULS

(en: ultimate limit state)

Zustand, der im Zusammenhang mit Einsturz oder anderen Formen des Tragwerksversagens steht

Anmerkung 1 zum Begriff: Grenzzustände der Tragfähigkeit entsprechen im Allgemeinen dem größten Tragwiderstand eines Tragwerks oder eines tragenden Bauteils.

3.1.2.16

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

SLS

(en: serviceability limit state)

Zustand, bei dessen Überschreitung die festgelegten Bedingungen für die Gebrauchstauglichkeit eines Tragwerks oder eines tragenden Bauteils nicht mehr erfüllt sind

3.1.2.17

nicht umkehrbarer Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit, in dem die Auswirkungen der Einwirkungen bestehen bleiben, nachdem die Einwirkungen entfernt wurden

3.1.2.18

umkehrbarer Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit, in dem die Auswirkungen der Einwirkungen nicht bestehen bleiben, nachdem die Einwirkungen entfernt wurden

3.1.2.19

Gebrauchstauglichkeitskriterium

Bemessungskriterium für einen Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

3.1.2.20

Tragfähigkeit

Fähigkeit eines Tragwerks oder eines Teils davon, den Einwirkungen ohne Versagen standzuhalten

3.1.2.21

Festigkeit

mechanische Eigenschaft eines Baustoffs, die dessen Fähigkeit angibt, den Einwirkungen standzuhalten, üblicherweise in Spannungseinheiten angegeben

3.1.2.22

übermäßige Verformung

Verformung, welche die Grenzen in einem solchen Ausmaß überschreitet, dass angenommen werden kann, dass das Tragwerk einen Grenzzustand der Tragfähigkeit erreicht hat

3.1.2.23

Tragwerkszuverlässigkeit

Fähigkeit eines Tragwerks oder eines tragenden Bauteils, die festgelegten Anforderungen während der Nutzungsdauer, für die es entworfen wurde, zu erfüllen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Zuverlässigkeit wird oftmals als Überschreitungswahrscheinlichkeit angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Zuverlässigkeit gilt für die Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit eines Tragwerks.

3.1.2.24

Differenzierung der Zuverlässigkeit

Maßnahmen zur volkswirtschaftlichen Optimierung der im Bauwesen eingesetzten Mittel unter Berücksichtigung aller erwarteten Versagensfolgen und Baukosten

3.1.2.25

Basisvariable

Variable, die eine physikalische Größe bezeichnet, mit der Einwirkungen und Umgebungseinflüsse, geometrische Größen und Baustoffeigenschaften einschließlich der Eigenschaft des Baugrunds charakterisiert werden

3.1.2.26

Instandhaltung

Gesamtheit der Maßnahmen, die während der Nutzungsdauer des Tragwerks durchgeführt werden, damit es seine Zuverlässigkeitsanforderungen erfüllt

Anmerkung 1 zum Begriff: Maßnahmen zur Wiederinstandsetzung eines Tragwerks nach außergewöhnlichen Einwirkungen oder Erdbebeneinwirkungen gehören normalerweise nicht zur Instandhaltung.

3.1.2.27

Instandsetzung

Maßnahmen, die über die Definition der Instandhaltung hinausgehen und durchgeführt werden, um die Funktion eines Tragwerks aufrechtzuerhalten oder wiederherzustellen

3.1.2.28

Nennwert

Wert, der nicht auf einer statistischen Grundlage ausgewiesen ist, sondern z. B. auf Erfahrungen oder physikalischen Bedingungen beruht

3.1.2.29

Robustheit

Fähigkeit eines Tragwerks, unvorhergesehenen unerwünschten Ereignissen standzuhalten, ohne dabei in einem Ausmaß beschädigt zu werden, das in keinem Verhältnis zur Schadensursache steht

3.1.2.30

Dauerhaftigkeit

Fähigkeit eines Tragwerks oder eines tragenden Bauteils, bei Umsetzung der geplanten Instandhaltungsmaßnahmen die Bemessungsleistungsanforderungen über die geplante Nutzungsdauer zu erfüllen

3.1.2.31

Nachhaltigkeit

Fähigkeit, die nachteiligen Auswirkungen der Bauwerke auf nicht erneuerbare Ressourcen, auf die Gesellschaft und auf die Wirtschaft während ihres gesamten Lebenszyklus auf ein Minimum zu begrenzen

3.1.2.32

Versagensfolgeklasse

Klassifizierung der Versagensfolgen eines Tragwerkes im Sinne von Verlust von Menschenleben oder Personenschäden sowie wirtschaftlichen, sozialen und umweltbezogenen Verlusten

3.1.2.33

grober Fehler

Fehler, der aus Unwissenheit oder Versehen resultiert und eine grundlegende Änderung des Verhaltens oder eine grundlegende Verringerung der Zuverlässigkeit des Tragwerks verursacht

3.1.3 Begriffe im Zusammenhang mit Einwirkungen

3.1.3.1

Einwirkung

F

mechanischer Einfluss auf ein Tragwerk oder auf ein tragendes Bauteil, der direkt oder indirekt von seiner Umgebung ausgeübt wird

3.1.3.2

direkte Einwirkung

Gruppe von Kräften oder Lasten, die auf das Tragwerk wirken

3.1.3.3

indirekte Einwirkung

Gruppe von aufgezwungenen Verformungen oder Beschleunigungen, die z. B. durch Temperaturänderungen, Feuchtigkeitsänderung, ungleiche Setzung oder Erdbeben hervorgerufen werden

3.1.3.4

Auswirkung der Einwirkung

E

Auswirkung an einem tragenden Bauteil oder am gesamten Tragwerk, die aus den Einwirkungen resultiert

BEISPIEL Innere Kräfte, Momente, Spannungen, Dehnungen, Durchbiegungen und Verdrehungen.

3.1.3.5

ständige Einwirkung

G

Einwirkung, die wahrscheinlich während der gesamten geplanten Nutzungsdauer auftritt, und deren Größenänderung im Verhältnis zum Mittelwert entweder klein oder monoton ist, d. h. entweder steigt oder fällt ihre Größe nur, bis sie einen Grenzwert erreicht

3.1.3.6

veränderliche Einwirkung

Q

Einwirkung, die wahrscheinlich während der geplanten Nutzungsdauer auftritt, und deren Größenänderung über die Zeit weder vernachlässigbar noch monoton ist

3.1.3.7

Ermüdungseinwirkung

Q_{fat}

Einwirkung, die wiederholte Spannungsspiele bewirkt

3.1.3.8

außergewöhnliche Einwirkung

A

Einwirkung, die üblicherweise von kurzer Dauer, aber von bedeutender Größenordnung ist, und die während der geplanten Nutzungsdauer mit keiner nennenswerten Wahrscheinlichkeit auftritt

Anmerkung 1 zum Begriff: Von einer außergewöhnlichen Einwirkung können erhebliche Versagensfolgen ausgehen, wenn keine besonderen Maßnahmen ergriffen werden.

3.1.3.9

Erdbebeneinwirkung

A_E

Einwirkung, die infolge eines Erdbebens auftritt

3.1.3.10

geotechnische Einwirkung

Einwirkung, die aus dem Eigengewicht des Baugrunds oder des Grundwassers stammt oder durch den Baugrund oder das Grundwasser auf das Tragwerk übertragen wird

3.1.3.11

ortsfeste Einwirkung

Einwirkung mit festgelegter Verteilung und Position über einem Tragwerk oder einem tragenden Bauteil, sodass Größe und Richtung für das gesamte Tragwerk oder tragende Bauteil eindeutig bestimmt werden

3.1.3.12

freie Einwirkung

Einwirkung, die verschiedene räumliche Verteilungen über das Tragwerk haben kann

3.1.3.13

begrenzte Einwirkung

Einwirkung, die einen Grenzwert besitzt, der nicht überschritten werden kann und der mit ausreichender Genauigkeit bekannt ist

3.1.3.14

Einzeleinwirkung

Einwirkung, von der angenommen werden kann, dass sie statistisch gesehen zeitlich und räumlich von jeder anderen Einwirkung auf das Tragwerk unabhängig ist

3.1.3.15

statische Einwirkung

Einwirkung, die keine signifikante Beschleunigung des Tragwerks oder der tragenden Bauteile erzeugt

3.1.3.16

dynamische Einwirkung

Einwirkung, die signifikante Beschleunigungen des Tragwerks oder der tragenden Bauteile erzeugt

3.1.3.17

quasi-statische Einwirkung

dynamische Einwirkung, die durch eine äquivalente statische Ersatzeinwirkung in einem statischen Modell beschrieben wird

3.1.3.18

repräsentativer Wert einer Einwirkung

F_{rep}

Wert einer Einwirkung, der für den Nachweis eines Grenzzustands verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der repräsentative Wert kann der charakteristische Wert, der Kombinationswert, der häufige Wert oder der quasi-ständige Wert (oder ein Nennwert) sein.

3.1.3.19

charakteristischer Wert einer Einwirkung

F_k

Wert einer Einwirkung, der, sofern er statistisch festgelegt werden kann, so ausgewählt wurde, dass er einer vorgeschriebenen Wahrscheinlichkeit entspricht, mit der er während eines bestimmten Bezugszeitraums nicht ungünstig überschritten wird

3.1.3.20

Bemessungswert einer Einwirkung

F_d

Wert, der durch Multiplikation des repräsentativen Werts einer Einwirkung mit dem Teilsicherheitsbeiwert γ_F ermittelt oder direkt bestimmt wird

3.1.3.21

Bezugszeitraum

Zeitraum als Grundlage für die statistische Beurteilung von extremen Ereignissen veränderlicher Einwirkungen und, wo möglich, auch außergewöhnlicher Einwirkungen

3.1.3.22

Kombination von Einwirkungen

Gruppe von Bemessungswerten von Einwirkungen für den Nachweis der Tragwerkszuverlässigkeit für einen Grenzzustand, wobei verschiedene Einwirkungen gleichzeitig berücksichtigt werden

3.1.3.23

Leiteinwirkung

maßgebende Einwirkung in einer Kombination von Einwirkungen

3.1.3.24

Begleiteinwirkung

Einwirkung, die die Leiteinwirkung in einer Kombination von Einwirkungen begleitet

3.1.3.25

Kombinationswert einer veränderlichen Einwirkung

Q_{comb}

Wert einer Begleiteinwirkung, der für den Nachweis der Grenzzustände der Tragfähigkeit in ständigen oder vorübergehenden Bemessungssituationen und nicht umkehrbaren Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit verwendet wird, und der so ausgewählt wird – sofern statistisch festlegbar – dass die Überschreitungswahrscheinlichkeit der Auswirkungen der Kombination von Einwirkungen etwa der gleichen Wahrscheinlichkeit wie für die Auswirkung des charakteristischen Wertes einer Einzeleinwirkung entspricht

Anmerkung 1 zum Begriff: Q_{comb} kann als der Anteil ψ_0 des charakteristischen Werts angegeben werden (d. h. $Q_{\text{comb}} = \psi_0 Q_k$). Dabei ist $\psi_0 \leq 1$.

3.1.3.26

häufiger Wert einer veränderlichen Einwirkung

Q_{freq}

Wert, der für den Nachweis der Grenzzustände der Tragfähigkeit mit außergewöhnlichen Einwirkungen und für den Nachweis einiger umkehrbarer Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Q_{freq} kann als der Anteil ψ_1 des charakteristischen Werts angegeben werden (d. h. $Q_{\text{freq}} = \psi_1 Q_k$). Dabei ist $\psi_1 \leq 1$.

3.1.3.27

quasi-ständiger Wert einer veränderlichen Einwirkung

Q_{qper}

Wert, der für den Nachweis der Grenzzustände der Tragfähigkeit mit außergewöhnlichen Einwirkungen oder Erdbebeneinwirkungen, für den Nachweis einiger umkehrbarer Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit und für die Berechnung von Langzeitauswirkungen verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Q_{qper} kann als der Anteil ψ_2 des charakteristischen Werts angegeben werden (d. h. $Q_{\text{qper}} = \psi_2 Q_k$). Dabei ist $\psi_2 \leq 1$.

3.1.4 Begriffe im Zusammenhang mit den Baustoff- und Produkteigenschaften

3.1.4.1

charakteristischer Wert einer Baustoff- oder Produkteigenschaft

X_k

Wert einer Baustoff- oder Bauprodukteigenschaft mit einer vorgeschriebenen Wahrscheinlichkeit, in einer hypothetischen unbegrenzten Prüfreihe nicht erreicht zu werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Wert entspricht im Allgemeinen einem festgelegten Fraktile der angenommenen statistischen Verteilung der jeweiligen Eigenschaft des Baustoffs oder Bauprodukts. Ein Nennwert wird unter Umständen als der charakteristische Wert verwendet.

3.1.4.2

repräsentativer Wert einer Baustoff- oder Produkteigenschaft

X_{rep}

Wert, der durch Multiplikation des charakteristischen Werts einer Baustoff- oder Produkteigenschaft mit einem Umrechnungsfaktors erhalten wird, mit dem Maßstabsbeeinflüsse, Einflüsse durch Feuchtigkeit und Temperatur, Einflüsse durch Alterung von Baustoffen und alle sonstigen maßgeblichen Parameter berücksichtigt werden

3.1.4.3

Bemessungswert einer Baustoff- oder Produkteigenschaft

X_d

Wert, der entweder durch die Division des unteren repräsentativen Werts einer Baustoff- oder Produkteigenschaft durch einen Teilsicherheitsbeiwert für den Baustoff erhalten wird, oder wenn dies der kritischere Fall ist, durch Multiplikation des oberen repräsentativen Werts mit einem Teilsicherheitsbeiwert für den Baustoff

Anmerkung 1 zum Begriff: Unter bestimmten Umständen darf dieser Wert direkt bestimmt werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Spezifische Regeln sind in den anderen Eurocodes enthalten.

3.1.5 Begriffe im Zusammenhang mit geometrischen Eigenschaften

3.1.5.1

Nennwert einer geometrischen Eigenschaft

a_{nom}

Wert einer geometrischen Eigenschaft, der den bei der Bemessung festgelegten Maßen entspricht

Anmerkung 1 zum Begriff: Sofern angemessen, können Nennwerte von geometrischen Eigenschaften durch ein festgelegtes Fraktil ihrer statistischen Verteilung ersetzt werden.

3.1.5.2

Bemessungswert einer geometrischen Eigenschaft

a_d

Wert einer geometrischen Eigenschaft, der jegliche Abweichung enthält

Anmerkung 1 zum Begriff: Soweit maßgeblich, kann er mögliche Abweichungen vom Nennwert enthalten.

3.1.6 Begriffe im Zusammenhang mit der Tragwerks- und Gründungsberechnung

3.1.6.1

statische Berechnung

Methode oder Rechenverfahren zur Ermittlung der Auswirkungen von Einwirkungen in jedem Punkt eines Tragwerks

Anmerkung 1 zum Begriff: Statische Berechnungen werden mitunter auf mehr als einer Ebene mithilfe unterschiedlicher Modelle durchgeführt (z. B. Gesamtberechnung, Bauteilberechnung und lokale Berechnung).

3.1.6.2

lineares Verhalten

Verhalten eines Tragwerks oder eines tragenden Bauteils, bei dem sich die Beziehung zwischen den Einwirkungen und ihren Auswirkungen direkt proportional verhält

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Überlagerungsprinzip gilt für ein Tragwerk mit linearem Verhalten.

3.1.6.3

nicht-lineares Verhalten

Verhalten eines Tragwerks oder eines tragenden Bauteils, bei dem sich die Beziehung zwischen den Einwirkungen und ihren Auswirkungen nicht proportional verhält

3.1.6.4

geometrische Nicht-Linearität

Nicht-Linearität durch Änderungen der Geometrie gegenüber dem ursprünglichen unverformten Zustand

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für geometrische Nicht-Linearität sind Membranen, Kabel, flache Bögen, Oberleitungen, schlanke Stützen und Träger.

3.1.6.5

Theorie 1. Ordnung

Beziehung zwischen Einwirkungen und Auswirkungen, bei der die Verformungen eines tragenden Bauteils oder des gesamten Tragwerks keinen signifikanten Einfluss auf die Gleichgewichtsbedingungen haben

3.1.6.6

Theorie 2. Ordnung

Beziehung zwischen Einwirkungen und Auswirkungen, bei der die Verformungen einen Einfluss auf die Gleichgewichtsbedingungen haben

3.1.6.7

Nicht-Linearität des Baustoffs

Nicht-Linearität, die auf eine nicht-lineare Spannungs-Dehnungs-Beziehung des Baustoffs zurückzuführen ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für die Nicht-Linearität des Baustoffs sind Verformbarkeit, Rissbildung im Beton, Kaltverfestigung, Hysterese.

3.1.6.8

Nicht-Linearität des Kontakts

Nicht-Linearität, die auf Änderungen an der Kontaktgrenze zwischen Tragwerksteilen während des Einleitens von Einwirkungen zurückzuführen ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für die Nicht-Linearität des Kontakts sind Reibungsflächen, Schnittstellen zwischen Betonplatte und Mauerwerk, Boden und Fundament.

3.1.6.9

Nicht-Linearität der Grenzzustandsfunktion

Nicht-Linearität zwischen der Tragfähigkeit und den Variablen, welche die Tragfähigkeit beeinflussen

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies ist bei der Anwendung von Teilsicherheitsbeiwerten wichtig.

3.1.6.10

Spannungsverlauf

Spannungsänderungen im Laufe der Zeit

3.2 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole.

ANMERKUNG Die verwendete Notation beruht auf ISO 3898:2013.

3.2.1 Lateinische Großbuchstaben

A	außergewöhnliche Einwirkung
A_d	Bemessungswert einer außergewöhnlichen Einwirkung
A_E	Erdbebeeinwirkung
A_{Ed}	Bemessungswert einer Erdbebeeinwirkung
$A_{Ed,ULS}$	Bemessungswert einer Erdbebeeinwirkung in einem Grenzzustand der Tragfähigkeit
$A_{Ed,SLS}$	Bemessungswert einer Erdbebeeinwirkung in einem Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
$A_{w,rep}$	repräsentativer Wert einer außergewöhnlichen Wassereinwirkung
$C_{d,SLS}$	Bemessungsgrenzwert für das maßgebende Gebrauchstauglichkeitskriterium
$C_{d,ULS}$	Bemessungsgrenzwert des Grenzzustands der Tragfähigkeit bei übermäßiger Verformung
CC	Versagensfolgeklasse (en: consequence class)
E	Auswirkung der Einwirkungen
$E(.)$	Mittelwert von $(.)$
E_d	Bemessungswert der Auswirkung der Einwirkungen
F	Einwirkung
F_{Ed}	Bemessungswert der Einwirkungen zur Beurteilung von E_d
F_d	Bemessungswert einer Einwirkung
F_k	charakteristischer Wert einer Einwirkung

F_{rep}	repräsentativer Wert einer Einwirkung
G	ständige Einwirkung
G_d	Bemessungswert einer ständigen Einwirkung
$G_{d,fav}$	Bemessungswert einer ständigen Einwirkung, die eine günstige Auswirkung bewirkt
G_k	charakteristischer Wert einer ständigen Einwirkung
$G_{k,i}$	charakteristischer Wert einer ständigen Einwirkung i
$G_{k,sup}$	oberer charakteristischer Wert einer ständigen Einwirkung
$G_{k,inf}$	unterer charakteristischer Wert einer ständigen Einwirkung
G_{rep}	repräsentativer Wert einer ständigen Einwirkung
G_w	Wassereinwirkung
G_{wk}	charakteristischer Wert einer Wassereinwirkung
$G_{wk,sup}$	oberer charakteristischer Wert einer Wassereinwirkung
$G_{wk,inf}$	unterer charakteristischer Wert einer Wassereinwirkung
$G_{w,rep}$	repräsentativer Wert einer Wassereinwirkung
H	Gebäudehöhe
H_i	Geschosshöhe
L	Stützweite
N_C	Anzahl der Spannungsspiele bis zum Versagen
NDP	national festgelegter Parameter (en: nationally determined parameter)
P	Vorspannkraft
P_d	Bemessungswert einer Vorspannkraft
P_f	Versagenswahrscheinlichkeit
P_k	charakteristischer Wert einer Vorspannkraft
$P_{k,sup}$	oberer charakteristischer Wert einer Vorspannkraft
$P_{k,inf}$	unterer charakteristischer Wert einer Vorspannkraft
Q	veränderliche Einwirkung
Q_{comb}	Kombinationswert einer veränderlichen Einwirkung
Q_d	Bemessungswert einer veränderlichen Einwirkung
Q_{fat}	Ermüdungseinwirkung
Q_{freq}	häufiger Wert einer veränderlichen Einwirkung
Q_k	charakteristischer Wert einer veränderlichen Einwirkung
$Q_{k,1}$	charakteristischer Wert der veränderlichen Leiteinwirkung 1

$Q_{k,j}$	charakteristischer Wert der veränderlichen Begleiteinwirkung j
Q_{qper}	quasi-ständiger Wert einer veränderlichen Einwirkung
Q_{rep}	repräsentativer Wert einer veränderlichen Einwirkung
Q_{wk}	charakteristischer Wert einer Änderung der Wassereinwirkung
$Q_{w,comb}$	Kombinationswert einer Änderung der Wassereinwirkung
$Q_{w,freq}$	häufiger Wert einer Änderung der Wassereinwirkung
$Q_{w,qper}$	quasi-ständiger Wert einer Änderung der Wassereinwirkung
$Q_{w,rep}$	repräsentativer Wert einer Änderung der Wassereinwirkung
R	Widerstand / Tragfähigkeit
R_d	Bemessungswert des Widerstandes / der Tragfähigkeit
SLS	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (en: serviceability limit state)
T_{life}	geplante Nutzungsdauer
T_{fire}	Branddauer
ULS	Grenzzustand der Tragfähigkeit (en: ultimate limit state)
V	Variationskoeffizient, $V = (\text{Standardabweichung})/(\text{Mittelwert})$
V_X	Variationskoeffizient für X
V_δ	Schätzwert für den Variationskoeffizienten für das Streumaß δ
X	Reihe von j Basisvariablen $X_1 \dots X_j$
X_d	Bemessungswert einer Baustoff- oder Produkteigenschaft
X_k	charakteristischer Wert einer Baustoff- oder Produkteigenschaft
$X_{k(n)}$	charakteristischer Wert unter Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit für eine Probenzahl n , jedoch ohne weitere Umrechnungsfaktoren vor der Anwendung eines Korrekturfaktors
X_m	Reihe der Mittelwerte der Basisvariablen
X_N	Reihe der Nennwerte der Basisvariablen
X_{Rd}	Wert einer Baustoff- oder Produkteigenschaft zur Beurteilung von R_d
X_{rep}	repräsentativer Wert einer Baustoff- oder Produkteigenschaft

3.2.2 Lateinische Kleinbuchstaben

a_d	Bemessungswert einer geometrischen Eigenschaft
a_{nom}	Nennwert einer geometrischen Eigenschaft
b	Korrekturfaktor
b_i	Korrekturfaktor für Prüfkörper i
$g_{rt}(\underline{X})$	theoretische Widerstandsfunktion der Basisvariablen $\underline{X}$, die das Bemessungsmodell darstellt

k_n	Fraktilenfaktor für den charakteristischen Wert einer Probenzahl n
m_X	Mittelwert der Variable X aus n Probenergebnissen
n	Anzahl der Versuchsergebnisse
r	Wert der Widerstandsfunktion
r_d	Bemessungswert der Widerstandsfunktion
r_e	experimenteller Wert der Widerstandsfunktion
r_{ee}	Extremwert (Maximum oder Minimum) der experimentellen Werte des Widerstands, d. h. der Wert r_e , der am meisten vom Mittelwert r_{em} abweicht
r_{ei}	experimenteller Wert des Widerstands für Prüfkörper i
r_{em}	Mittelwert der experimentellen Werte der Widerstandsfunktion
r_k	charakteristischer Wert der Widerstandsfunktion
r_m	Wert der Widerstandsfunktion, berechnet aus den Mittelwerten X_m der Basisvariablen
r_t	theoretischer Widerstand, ermittelt aus der Widerstandsfunktion $g_{rt}(\underline{X})$
r_{ti}	theoretischer Widerstand, ermittelt mithilfe der gemessenen Parameter $\underline{X}$ für Prüfkörper i
s	Schätzwert für die Standardabweichung σ
i_d	Bemessungswert einer geometrischen Imperfektion
$k_{d,n}$	Fraktilenfaktor für den Bemessungswert einer Probenzahl n
k_F	Versagensfolgefaktor
s_{Cd}	Setzungsunterschied
s_Δ	Schätzwert für σ_Δ
s_δ	Schätzwert für σ_δ
u	Horizontalverschiebung eines Tragwerks oder eines tragenden Bauteils
u_i	relative Horizontalverschiebung über eine Geschosshöhe, ohne Starrkörperverdrehung
w	vertikale Durchbiegung eines tragenden Bauteils
w_c	Überhöhung
w_1	anfänglicher Durchbiegungsanteil aus ständiger Belastung
w_2	Durchbiegungszuwachs aus Langzeitwirkung der ständigen Belastung
w_3	Anfangsdurchbiegung infolge veränderlicher Einwirkung
w_{tot}	Gesamtdurchbiegung
w_{max}	verbleibende Gesamtdurchbiegung unter Berücksichtigung der Überhöhung

3.2.3 Griechische Großbuchstaben

Φ	kumulative Verteilungsfunktion der Standard-Normalverteilung
Δ	Logarithmus des Streumaßes δ , $\Delta_i = \ln(\delta_i)$
$\bar{\Delta}$	Schätzwert für $E(\Delta)$
Δa	Abweichung einer geometrischen Eigenschaft
$\Delta s_{Cd,SLS}$	maximaler Setzungsunterschied
$\Delta \sigma_c$	Ermüdungswiderstand entsprechend N_c Spannungsspielen bis zum Versagen
$\Delta \sigma_{Cd}$	Bemessungswert der ermüdungsbeständigen Spannungsschwingbreite
$\Delta \sigma_{i,d}$	Bemessungswert der Spannungsschwingbreite
$\Delta \sigma_i$	i -te Spannungsschwingbreite eines Spannungskollektivs

3.2.4 Griechische Kleinbuchstaben

α_E	Wichtungsfaktor für Auswirkungen von Einwirkung nach der Zuverlässigkeitsmethode 1. Ordnung (FORM, en: first order reliability method)
α_R	Wichtungsfaktor für den Widerstand nach der Zuverlässigkeitsmethode 1. Ordnung (FORM, en: first order reliability method)
β	Zuverlässigkeitsindex
β_{Cd}	Winkeländerung
$\beta_{Cd,SLS}$	maximale Winkeländerung
γ	Teilsicherheitsbeiwert
γ_E	Teilsicherheitsbeiwert, angewendet auf die Auswirkungen von Einwirkungen, der die durch γ_f und γ_{Rd} abgedeckten Unsicherheiten berücksichtigt
$\gamma_{E,fav}$	Teilsicherheitsbeiwert, angewendet auf die günstigen Auswirkungen von Einwirkungen
γ_f	Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen, der ungünstige Abweichungen der Einwirkungsgrößen von den repräsentativen Werten berücksichtigt
γ_F	Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen, der die durch γ_f und γ_{Rd} abgedeckten Unsicherheiten berücksichtigt
γ_{Ff}	Teilsicherheitsbeiwert für Ermüdungseinwirkungen
γ_G	Teilsicherheitsbeiwert für eine ständige Einwirkung, die ungünstige Auswirkungen bewirkt
$\gamma_{G,fav}$	Teilsicherheitsbeiwert für eine ständige Einwirkung, die günstige Auswirkungen bewirkt
$\gamma_{G,i}$	Teilsicherheitsbeiwert für eine ständige Einwirkung i
$\gamma_{G,stab}$	Teilsicherheitsbeiwert für den günstigen (stabilisierenden) Teil einer ständigen Einwirkung, die als einziger Ursprung behandelt wird
γ_{Gw}	Teilsicherheitsbeiwert für Wassereinwirkungen
$\gamma_{Gw,stab}$	Teilsicherheitsbeiwert für den günstigen (stabilisierenden) Teil der Wassereinwirkungen

γ_m	Teilsicherheitsbeiwert für eine Baustoffeigenschaft, der eine ungünstige Abweichung der Baustoff- oder Produkteigenschaften von ihren charakteristischen Werten, die Streuung des Umrechnungsfaktors η und geometrische Abweichungen, falls diese nicht explizit modelliert wurden, berücksichtigt
γ_M	Teilsicherheitsbeiwert für eine Baustoffeigenschaft, der die durch γ_m und γ_{Rd} abgedeckten Unsicherheiten berücksichtigt
γ_M^*	korrigierter Teilsicherheitsbeiwert für Widerstände, $\gamma_M^* = r_n/r_d$, dann ist $\gamma_M^* = k_c \gamma_M$
γ_{Mf}	Teilsicherheitsbeiwert für den Ermüdungswiderstand
γ_P	Teilsicherheitsbeiwert für Vorspannkräfte
γ_Q	Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkungen, der die durch γ_F abgedeckten Unsicherheiten berücksichtigt
$\gamma_{Q,fav}$	Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkungen, die günstige Auswirkungen bewirken
$\gamma_{Q,j}$	Teilsicherheitsbeiwert für eine veränderliche Einwirkung j
γ_{Qw}	Teilsicherheitsbeiwert für eine Änderungen der Wassereinwirkungen
γ_R	Teilsicherheitsbeiwert, der eine ungünstige Abweichung der Baustoff- oder Produkteigenschaften von ihren charakteristischen Werten, die Streuung des Umrechnungsfaktors η und geometrische Abweichungen (falls diese nicht explizit modelliert wurden) und die Unsicherheit im Widerstandsmodell berücksichtigt
γ_{Rd}	Teilsicherheitsbeiwert in Zusammenhang mit der Unsicherheit des Widerstandsmodells und geometrischen Abweichungen, falls diese nicht explizit modelliert wurden
γ_{Sd}	Teilsicherheitsbeiwert in Zusammenhang mit der Unsicherheit des Modells der Einwirkungen und/oder Auswirkungen
δ	Streumaß
δ_i	untersuchtes Streumaß für Probe i , erhalten aus einem Vergleich des experimentellen Widerstandswerts mit dem theoretischen Widerstandswert br_{ti} , korrigiert um den Korrekturfaktor für die dazugehörigen Mittelwerte (b_m)
η	Umrechnungsfaktor zur Berücksichtigung von Maßstabseinflüssen, Einflüssen durch Feuchtigkeit und Temperatur, Einflüssen durch Alterung von Baustoffen und allen sonstigen maßgeblichen Parametern
η_d	Bemessungswert des möglichen Umrechnungsfaktors, soweit er nicht im Teilsicherheitsbeiwert für den Widerstand γ_M enthalten ist
η_K	Abminderungsfaktor zur Berücksichtigung von Vorinformationen
ξ	Abminderungsfaktor, angewendet auf ungünstige ständige Einwirkungen
ρ	Abminderungsfaktor, angewendet auf γ_G bei der Ableitung von $\gamma_{G,stb}$
σ	Standardabweichung, $\sigma = \sqrt{\text{Varianz}}$
σ_Δ^2	Varianz für den Ausdruck Δ
ψ	Kombinationsbeiwert, angewendet auf den charakteristischen Wert einer veränderlichen Einwirkung

ψ_0	Kombinationsbeiwert, angewendet auf eine veränderliche Einwirkung zur Bestimmung ihres Kombinationswerts
ψ_1	Kombinationsbeiwert, angewendet auf eine veränderliche Einwirkung zur Bestimmung ihres häufigen Werts
ψ_2	Kombinationsbeiwert, angewendet auf eine veränderliche Einwirkung zur Bestimmung ihres quasi-ständigen Werts
$\psi_{0,j}$	Kombinationsbeiwert, angewendet auf eine veränderliche Einwirkung j zur Bestimmung ihres Kombinationswerts
$\psi_{1,j}$	Kombinationsbeiwert, angewendet auf eine veränderliche Einwirkung j zur Bestimmung ihres häufigen Werts
$\psi_{2,j}$	Kombinationsbeiwert, angewendet auf eine veränderliche Einwirkung j zur Bestimmung ihres quasi-ständigen Werts
ω_{Cd}	Verkantung
ω_{Cd}	maximale Verkantung

4 Allgemeine Regeln

4.1 Grundlegende Anforderungen

(1) Die in diesem Dokument und in den anderen Eurocodes enthaltenen Annahmen sind nachzuweisen.

(2) Ein Tragwerk ist so zu bemessen und auszuführen, dass es während seiner geplanten Nutzungsdauer mit angemessenen Zuverlässigkeiten und Wirtschaftlichkeit:

- allen vorhersehbaren und festgelegten Einwirkungen und Einflüssen standhält, die bei seiner Errichtung und Nutzung wahrscheinlich auftreten;
- die festgelegten Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit des Tragwerks oder eines tragenden Bauteils erfüllt;
- die festgelegten Anforderungen an die Dauerhaftigkeit des Tragwerks oder eines tragenden Bauteils erfüllt.

ANMERKUNG Entwurf und Bemessung in Übereinstimmung mit den Eurocodes erfüllen diese Anforderungen.

(3) Im Brandfall muss für den geforderten Zeitraum eine ausreichende Tragfähigkeit vorhanden sein.

ANMERKUNG Siehe auch EN 1991-1-2 für allgemeine Festlegungen in Zusammenhang mit dem baulichen Brandschutz.

4.2 Tragwerkszuverlässigkeit

(1) Die Zuverlässigkeit, die von Tragwerken innerhalb des Anwendungsbereichs dieses Dokuments gefordert wird, muss durch Entwurf und Bemessung entsprechend den Eurocodes erzielt werden.

(2) Es sollten angemessene Maßnahmen umgesetzt werden, um grobe Fehler und Auslassungen zu vermeiden und deren Auswirkungen auf die Tragwerkszuverlässigkeit zu begrenzen.

ANMERKUNG 1 Dieses Dokument berücksichtigt keine groben Fehler.

ANMERKUNG 2 Leitlinien zu geeigneten Maßnahmen für die Begrenzung der Eintrittswahrscheinlichkeit grober Fehler und Auslassungen sind in Anhang B enthalten.

(3) Bei der Wahl eines angemessenen Zuverlässigkeitsniveaus für das Tragwerk sollte Folgendes beachtet werden:

- mögliche Versagensfolgen im Hinblick auf das Risiko für Leben, die Verletzung von Personen und mögliche wirtschaftliche Verluste, siehe 4.3;
- die mögliche Ursache und Form des Erreichens eines Grenzzustands;
- die öffentliche Abneigung zu dem Versagen;
- die Kosten und die Aufwendungen, die notwendig sind, um das Versagensrisiko zu verringern.

ANMERKUNG 1 Für die Umsetzung in einem Land können Mindest-Zuverlässigkeitsniveaus im Nationalen Anhang festgelegt werden. Weitere Leitlinien sind in Anhang C enthalten.

ANMERKUNG 2 Für Grenzzustände im Zusammenhang mit Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit werden üblicherweise unterschiedliche Zuverlässigkeitsniveaus angewendet.

ANMERKUNG 3 Die Zuverlässigkeitsniveaus für Tragwerksversagen und Gebrauchstauglichkeit werden wie folgt erreicht:

- durch angemessene Darstellung der Basisvariablen, siehe Abschnitt 6;
- durch die Genauigkeit der verwendeten mechanischen Modelle und die Auswertung ihrer Ergebnisse;
- durch Verhindern von Fehlern bei der Bemessung und Bauausführung des Tragwerks, einschließlich grober Fehler, siehe auch Anhang B;
- durch geeignete Überwachung und Instandhaltung entsprechend den Vorgaben der Projektunterlagen.

4.3 Versagensfolgen

(1) Die Versagensfolgen des Tragwerks oder eines tragenden Bauteils müssen in eine der fünf folgenden Versagensfolgeklassen eingeordnet werden:

- CC4 – höchste Versagensfolge;
- CC3 – höhere Versagensfolge;
- CC2 – normale Versagensfolge;
- CC1 – geringere Versagensfolge;
- CC0 – geringste Versagensfolge.

ANMERKUNG 1 Tabelle 4.1 (NDP) enthält die Einteilung der Versagensfolgeklassen mit Bezug zu einer Einschätzung der Versagensfolgen, sofern im Nationalen Anhang keine andere Einschätzung für ein Land angegeben ist.

Tabelle 4.1 (NDP) — Einteilung von Versagensfolgeklassen

Versagensfolgekategorie	Einschätzung der Versagensfolgen	
	Verlust von Menschenleben oder Verletzung von Personen ^a	Wirtschaftliche, soziale oder umweltbezogene Versagensfolgen ^a
CC4 – Höchste Versagensfolge	Extrem	Enorm
CC3 – Höhere Versagensfolge	Hoch	Sehr stark
CC2 – Normale Versagensfolge	Mäßig	Beträchtlich
CC1 – Geringere Versagensfolge	Gering	Geringfügig
CC0 – Geringste Versagensfolge	Sehr gering	Unbedeutend
^a Die Versagensfolgekategorie bestimmt sich jeweils nach der schwerwiegenden Einschätzung in den beiden Spalten.		

ANMERKUNG 2 Anhang A enthält Beispiele für die Einstufung von Tragwerken in Versagensfolgekategorien.

ANMERKUNG 3 Die Versagensfolgekategorie wird verwendet, um den Wert des Versagensfolgefaktors k_F zu ermitteln, siehe Anhang A.

ANMERKUNG 4 Die Versagensfolgekategorie kann verwendet werden, um die Managementmaßnahmen zu bestimmen, mit denen die geplante Tragwerkszuverlässigkeit erreicht werden soll; siehe Anhang B für weitere Leitlinien hierzu.

ANMERKUNG 5 Die Versagensfolgekategorie kann verwendet werden, um die akzeptablen Versagenswahrscheinlichkeiten P_F oder die Zielwerte der Zuverlässigkeitsindizes β zu modifizieren; siehe Anhang C für weitere Leitlinien hierzu.

ANMERKUNG 6 Die Versagensfolgekategorie kann zur direkten Abschätzung der Bemessungswerte für den Nachweis des Grenzzustands der Tragfähigkeit (ULS) verwendet werden; siehe Anhang D für weitere Leitlinien hierzu.

ANMERKUNG 7 Die Versagensfolgekategorie kann für die Auswahl von Bemessungsverfahren zur Verbesserung der Robustheit verwendet werden; siehe Anhang E für weitere Leitlinien hierzu.

(2) Die Versagensfolgekategorien CC1 bis CC3 können in anderen Eurocodes in höhere und niedrigere Teilkategorien unterteilt sein.

ANMERKUNG 1 Die Festlegungen in den Eurocodes behandeln Bemessungsregeln für Tragwerke, die in Versagensfolgekategorie CC1 bis CC3 eingestuft sind.

ANMERKUNG 2 Die Festlegungen in den Eurocodes behandeln nicht in vollem Umfang die Bemessungsregeln, die für Tragwerke benötigt werden, die in Versagensfolgekategorie CC4 eingestuft sind. Für diese Tragwerke können zusätzliche Festlegungen in Ergänzung zu den bereits in den Eurocodes enthaltenen notwendig sein.

(3) Für Versagensfolgekategorie CC0 dürfen entweder die Festlegungen in den Eurocodes oder alternative Festlegungen angewendet werden.

(4) Nicht tragende Bauteile dürfen als CC0 klassifiziert werden.

4.4 Robustheit

(1) Ein Tragwerk sollte so bemessen sein, dass es eine angemessene Robustheit aufweist, um während seiner geplanten Nutzungsdauer nicht durch unvorhergesehene unerwünschte Ereignisse in einem Ausmaß beschädigt zu werden, das in keinem Verhältnis zur Schadensursache steht, wie beispielsweise durch Versagen oder Einsturz eines tragenden Bauteils oder eines Tragwerksteils.

ANMERKUNG 1 Ein progressiver Einsturz ist ein Beispiel für einen Schaden, der in keinem Verhältnis zur Schadensursache steht.

ANMERKUNG 2 Für die meisten Tragwerke bietet eine Bemessung in Übereinstimmung mit den Eurocodes eine ausreichende Robustheit, ohne dass zusätzliche Bemessungen notwendig sind, um die Robustheit des Tragwerks zu erhöhen.

(2) Die Robustheit des Tragwerks sollte durch Bemessungen erhöht werden, sofern dies durch die zuständige Behörde festgelegt ist, oder sollte, sofern keine Festlegungen getroffen wurden, für ein bestimmtes Bauvorhaben zwischen den beteiligten Parteien vereinbart werden.

ANMERKUNG Leitlinien für zusätzliche Bemessungen, mit denen die Robustheit von Gebäuden und von Brücken erhöht wird, sind in Anhang E enthalten.

4.5 Geplante Nutzungsdauer

(1) Die geplante Nutzungsdauer T_{life} des Tragwerks sollte festgelegt sein.

ANMERKUNG Werte für T_{life} sind in Anhang A für verschiedene Gebäudekategorien angegeben.

(2) Die geplante Nutzungsdauer sollte verwendet werden, um das zeitabhängige Verhalten des Tragwerks zu bestimmen.

ANMERKUNG Beispiele für zeitabhängiges Verhalten berücksichtigen die Dauerhaftigkeit, die Ermüdung und die Verformung durch Bodenverfestigung.

(3) Tragwerke oder Teile von Tragwerken, die mit der Absicht der Wiederverwendung demontiert werden können, sollten nicht als Tragwerke mit befristeter Standzeit eingestuft werden.

(4) Für den Ermüdungsnachweis und den Dauerhaftigkeitsnachweis von austauschbaren Tragwerken und Tragwerksteilen darf eine reduzierte geplante Nutzungsdauer verwendet werden, sofern der Austausch ausdrücklich im Entwurf berücksichtigt wurde.

ANMERKUNG Siehe 4.6 für den Dauerhaftigkeitsnachweis und 8.3.5.4 für den Ermüdungsnachweis.

4.6 Dauerhaftigkeit

(1) Das Tragwerk ist so zu bemessen, dass sämtliche Verschlechterungen über seine geplante Nutzungsdauer sein vorgesehenes Verhalten nicht beeinträchtigen, wobei Einflüsse aus der Umwelt und Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen zu berücksichtigen sind.

(2) Um eine angemessene Dauerhaftigkeit zu erreichen, sollte bei der Bemessung des Tragwerks Folgendes berücksichtigt werden:

- die vorgesehene oder vorhersehbare zukünftige Nutzung des Tragwerks;
- sämtliche geforderten Bemessungskriterien;
- erwartete Umweltbedingungen;
- Zusammensetzung, Eigenschaften und Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten des Tragwerks, sowohl in ihrer eigenständigen Verwendung als auch in Kombination mit anderen Baustoffen;
- Eigenschaften des Baugrunds;
- die Wahl des Tragwerks, die Gestaltung der tragenden Bauteile und die konstruktive Durchbildung;

- die Qualität der Bauausführung und das Überwachungs niveau;
- sämtliche umgesetzten Schutzmaßnahmen;
- jede geplante Instandhaltung während der geplanten Nutzungsdauer des Tragwerks.

ANMERKUNG In den anderen Eurocodes sind entsprechende Maßnahmen zur Erhöhung der Dauerhaftigkeit des Tragwerks festgelegt.

(3) Die Umweltbedingungen sind während der Entwurfsphase zu erfassen, um ihren Einfluss auf die Dauerhaftigkeit beurteilen zu können und geeignete Maßnahmen für den Schutz der für das Tragwerk verwendeten Baustoffe treffen zu können.

(4) Das Ausmaß einer Verschlechterung, die sich auf die Leistungsfähigkeit eines Tragwerks oder eines tragenden Bauteils auswirkt, darf mithilfe von Berechnungen, Versuchen, Erfahrungen mit bereits erstellten Bauwerken oder auf Grundlage einer Kombination daraus abgeschätzt werden.

4.7 Nachhaltigkeit

(1) Das Tragwerk sollte so bemessen sein, dass seine nachteiligen Auswirkungen auf nicht erneuerbare Umweltressourcen, auf die Gesellschaft und auf die Wirtschaft während seiner gesamten Nutzungsdauer begrenzt werden, wie von der zuständigen Behörde festgelegt oder, sofern keine Festlegungen getroffen wurden, für ein bestimmtes Bauvorhaben zwischen den beteiligten Parteien vereinbart.

ANMERKUNG Die nachteilige Auswirkung eines Tragwerks auf seine Umwelt, auf die Gesellschaft und auf die Wirtschaft kann durch entsprechend ausgewählte Konstruktionsprozesse, umweltverträgliche Baustoffe einschließlich deren Herstellung, Entwurflösungen, Dauerhaftigkeit und Wiederverwertbarkeit auf ein Mindestmaß begrenzt werden.

4.8 Qualitätsmanagement

(1) Es sollten geeignete Qualitätssicherungsmaßnahmen umgesetzt werden, um ein Tragwerk zu erstellen, das den Entwurfsanforderungen und den Annahmen der Tragwerksplanung entspricht.

(2) Die folgenden Qualitätssicherungsmaßnahmen sollten umgesetzt werden:

- organisatorische Abläufe für Entwurf und Bemessung, Bauausführung, Nutzung und Instandhaltung;
- Kontrollen in der Entwurfsphase, während der konstruktiven Durchbildung, bei der Bauausführung, während der Nutzung und Instandhaltung.

ANMERKUNG Siehe Anhang B und die anderen Eurocodes für Leitlinien zu geeigneten Qualitätsmanagementmaßnahmen.

5 Grundsätze der Bemessung nach Grenzzuständen

5.1 Allgemeines

(1) Es ist zwischen den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit zu unterscheiden.

(2) Der Nachweis eines bestimmten Grenzzustands darf entfallen, wenn der Nachweis eines anderen Grenzzustand belegt, dass ersterer nicht überschritten wird.

(3) Grenzzustände müssen für alle maßgebenden Bemessungssituationen nachgewiesen werden.

(4) Grenzzustände, welche das zeitabhängige Tragwerkverhalten einbeziehen, sollten unter Berücksichtigung seiner geplanten Nutzungsdauer nachgewiesen werden.

ANMERKUNG Siehe 4.5(1).

5.2 Bemessungssituationen

(1) Bemessungssituationen müssen entsprechend den Bedingungen, unter denen das Tragwerk seine Anforderungen erfüllen muss, ausgewählt werden.

(2) Bemessungssituationen müssen alle Bedingungen, die während der Bauausführung und Nutzung des Tragwerks sinnvollerweise erwartet werden können, hinreichend genau erfassen.

(3) Bemessungssituationen sollten nach Tabelle 5.1 eingeteilt werden.

ANMERKUNG Informationen zu den spezifischen Bemessungssituationen innerhalb dieser Einteilung sind in den anderen Eurocodes enthalten.

Tabelle 5.1 — Einteilung von Bemessungssituationen

Bemessungssituation	Bedingungen	Beispiele
Ständige Bemessungssituation	Normale Nutzung und Beanspruchung	Während der gewöhnlichen Nutzung
Vorübergehende Bemessungssituation	Vorübergehende Nutzung und Beanspruchung innerhalb eines wesentlich kürzeren Zeitraums als der geplanten Nutzungsdauer des Tragwerks	Während der Bauausführung, der Instandsetzung oder vorübergehender Umgebungseinflüsse
Außergewöhnliche Bemessungssituation	Außergewöhnliche Bedingungen oder Beanspruchungen	Bei Überschwemmung, Brandbelastung, Explosion oder Anprall oder bei lokalem Versagen
Bemessungssituation mit Erdbeben	Außergewöhnliche Bedingungen während eines Erdbebens	Während eines Erdbebens
Bemessungssituation mit Ermüdung	Bedingungen aufgrund wiederholter Spannungsspiele, welche Belastungen oder Verformungen hervorrufen	Infolge von Verkehrslasten auf einer Brücke, windinduzierten Schwingungen von Schornsteinen, oder Vibrationen durch Maschinen

5.3 Grenzzustände der Tragfähigkeit (ULS, en: ultimate limit states)

(1) Grenzzustände, welche die Sicherheit des Tragwerks betreffen, um Folgendes zu verhindern:

- Verluste von Menschenleben oder Verletzung von Personen;
- unzumutbare wirtschaftliche oder umweltbezogene Schäden;

sind als Grenzzustände der Tragfähigkeit (ULS) einzustufen.

(2) Zustände vor dem Tragwerksversagen dürfen als Grenzzustände der Tragfähigkeit behandelt werden.

ANMERKUNG Wenn beispielsweise die Bauwerksantwort duktil und ein Systemversagen schwer festzulegen ist, kann es hilfreich sein, einen Zustand vor dem Systemversagen als Grenzzustand der Tragfähigkeit zu betrachten.

(3) Soweit maßgeblich, sind die folgenden Grenzzustände der Tragfähigkeit nachzuweisen:

- Versagen des Tragwerks oder des Baugrunds oder eines Teils davon, einschließlich der Lager und Gründungen, durch Bruchzustand, übermäßige Verformung, Übergang in einen kinematischen Zustand oder Knicken bzw. Beulen;
- Verlust der Lagesicherheit des Tragwerks oder eines Teils davon;
- Versagen des Baugrunds durch hydraulischen Grundbruch, interne Erosion oder das Piping aufgrund von übermäßigen hydraulischen Gradienten;
- Versagen durch Ermüdung;
- Versagen durch Schwingungen;
- Versagen durch sonstige zeitabhängige Auswirkungen.

ANMERKUNG 1 Einzelheiten zu den Grenzzuständen der Tragfähigkeit durch Ermüdung sind in den anderen Eurocodes angegeben.

ANMERKUNG 2 Einzelheiten zu den Grenzzuständen der Tragfähigkeit durch hydraulische Gradienten sind in EN 1997 angegeben.

ANMERKUNG 3 Der Verlust der Lagesicherheit schließt Hebungen durch Wasserdruck (Auftriebskraft) oder sonstige vertikale Einwirkungen ein.

(4) Für den Nachweis des Verlusts der Lagesicherheit sollten Änderungen der Größe oder der räumlichen Verteilung der ständigen Einwirkungen aus einem gemeinsamen Ursprung berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Der Ausdruck „gemeinsamer Ursprung“ wird in 6.1.1 erläutert.

5.4 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (SLS, en: serviceability limit states)

(1) Die Grenzzustände, die

- die Funktion des Tragwerks oder der tragenden Bauteile unter normalen Nutzungsbedingungen betreffen,
- das Wohlbefinden der Nutzer betreffen,
- das Erscheinungsbild des Bauwerks betreffen,

sind als Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (SLS) einzustufen.

ANMERKUNG Der Begriff „Erscheinungsbild“ bezieht sich hier eher auf Kriterien wie große Durchbiegungen und übermäßige Rissbildung als auf ästhetische Gesichtspunkte.

(2) Es ist zwischen umkehrbaren und nicht umkehrbaren Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit zu unterscheiden.

(3) Der Nachweis der Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit sollte auf den folgenden Kriterien basieren:

- Verformungen, welche das Erscheinungsbild des Bauwerks, das Wohlbefinden der Nutzer oder die Funktion des Tragwerks (einschließlich der Funktionsfähigkeit von Maschinen und Installationen) nachteilig beeinflussen;

- Verformungen, welche Schäden an Ausbauten oder an nichttragenden Bauteilen hervorrufen;
- Vibrationen, welche bei Personen körperliches Unbehagen hervorrufen oder die Funktionsfähigkeit des Tragwerks einschränken;
- Schäden, die voraussichtlich das Erscheinungsbild, die Dauerhaftigkeit oder die Funktionsweise des Tragwerks nachteilig beeinflussen.

ANMERKUNG 1 „Nichttragende“ Bauteile beziehen sich auf Zwischenwände, Zwischendecken usw.

ANMERKUNG 2 Weitere Festlegungen zu den Gebrauchstauglichkeitskriterien sind in den anderen Eurocodes enthalten.

(4) Die Gebrauchstauglichkeitsanforderungen sollten individuell für jedes Bauvorhaben festgelegt werden.

ANMERKUNG Gebrauchstauglichkeitskriterien sind für einige Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit in Anhang A angegeben.

5.5 Tragwerksmodelle und Lastmodelle

(1) Die Grenzzustände müssen mithilfe von geeigneten Modellen für das Tragsystem und für die Belastung nachgewiesen werden.

(2) Die Tragwerksmodelle und die Lastmodelle, die zum Nachweis der Grenzzustände verwendet werden, müssen auf folgenden Bemessungswerten basieren:

- Einwirkungen;
- Baustoff- und Produkteigenschaften;
- geometrische Eigenschaften.

(3) Es müssen alle relevanten Bemessungssituationen ermittelt werden.

(4) Der Nachweis des Tragwerks muss für alle maßgebenden Lastfälle in jeder relevanten Bemessungssituation erbracht werden.

(5) Die Bemessungswerte der Basisvariablen in (2) sollten mit dem Bemessungsverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten ermittelt werden, das in Abschnitt 8 angegeben ist.

(6) Alternativ zu (5) darf ein Bemessungsverfahren verwendet werden, das auf probabilistischen Methoden basiert, sofern dies durch die zuständige Behörde festgelegt ist, oder darf, sofern keine Festlegungen getroffen wurden, für ein bestimmtes Bauvorhaben zwischen den beteiligten Parteien vereinbart werden.

ANMERKUNG Weitere Leitlinien zu probabilistischen Methoden sind in Anhang C enthalten.

6 Basisvariablen

6.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse

6.1.1 Einteilung der Einwirkungen

(1) Einwirkungen F sind nach ihrer zeitlichen Veränderung wie folgt zu unterteilen:

- ständige Einwirkungen (G); oder

- veränderliche Einwirkungen (Q); oder
- außergewöhnliche Einwirkungen (A); oder
- Erdbebeneinwirkungen (A_E).

(2) Klimatische Einwirkungen wie Wind und Schnee dürfen in Abhängigkeit vom Standort entweder als veränderliche Einwirkungen oder als außergewöhnliche Einwirkungen eingestuft werden.

ANMERKUNG Siehe EN 1991.

(3) Einwirkungen dürfen auch eingeteilt werden nach:

- ihrem Ursprung, ob direkt oder indirekt; oder
- der Veränderung ihrer räumlichen Verteilung, ob ortsfest oder frei; oder
- ihrer Natur und/oder der Bauwerksantwort, ob statisch oder dynamisch.

(4) Einwirkungen, die Auswirkungen hervorrufen, die aus physikalischen Gründen in enger Wechselbeziehung zueinander stehen, selbst wenn sie aus verschiedenen Teilen des Tragwerks stammen oder auf verschiedene Teile des Tragwerks einwirken oder auf verschiedene Baustoffe zurückzuführen sind, dürfen als eine Einwirkung gemeinsamen Ursprungs behandelt werden.

ANMERKUNG 1 Diese Regel ist allgemein als das „Prinzip des gemeinsamen Ursprungs“ (en: single-source principle) bekannt.

ANMERKUNG 2 Das Prinzip des gemeinsamen Ursprungs gilt üblicherweise für das Eigengewicht des Tragwerks oder des Baugrunds und das Eigengewicht der Bauteile aus unterschiedlichen Baustoffen sowie für Wasserdrücke, die auf beide Seiten eines Tragwerks wirken, wobei das Wasser um das Tragwerk herum oder unterhalb des Tragwerks fließt.

(5) Klimatische Einwirkungen aus Wind, Schnee, Temperatur oder Wasser, die auf verschiedene Teile eines Tragwerks wirken, dürfen als Einwirkungen gemeinsamen Ursprungs behandelt werden.

6.1.2 Repräsentative Werte der Einwirkungen

6.1.2.1 Allgemeines

(1) Der wichtigste repräsentative Wert einer Einwirkung F_{rep} sollte ihr charakteristischer Wert F_k sein.

ANMERKUNG Für außergewöhnliche Einwirkungen und Erdbebeneinwirkungen sind keine repräsentativen Werte festgelegt; siehe Abschnitt 8 für die Definition von Bemessungswerten.

(2) Für veränderliche Einwirkungen (siehe 6.1.2.3) und Einwirkungen mit Ermüdung (siehe 6.1.3.3) dürfen in Abhängigkeit vom nachzuweisenden Grenzzustand andere repräsentative Werte ausgewählt werden.

(3) Der charakteristische Wert einer Einwirkung muss entsprechend den Verfahren von EN 1991, EN 1997 und EN 1998 ausgewählt werden.

ANMERKUNG Der charakteristische Wert einer Einwirkung F_k kann sein:

- ein Mittelwert; oder
- ein oberer oder unterer Grenzwert; oder
- ein Nennwert.

6.1.2.2 Ständige Einwirkungen

(1) Der repräsentative Wert G_{rep} einer ständigen Einwirkung G muss als ihr charakteristischer Wert G_k angenommen werden.

(2) Eine ständige Einwirkung G sollte durch einen charakteristischen Einzelwert G_k repräsentiert werden, sofern ihr Variationskoeffizient klein ist.

(3) Für die meisten tragenden Bauteile darf der Variationskoeffizient von G als klein angenommen werden, wenn:

- er für den Nachweis von Grenzzuständen mit Kippen oder Abheben nicht größer als 5 % ist; oder
- er in allen anderen Fällen nicht größer als 10 % ist.

ANMERKUNG Siehe EN 1997 für die Beurteilung des Variationskoeffizienten von ständigen Einwirkungen durch den Baugrund.

(4) Wird ein charakteristischer Einzelwert von G_k verwendet, dann darf sein Wert als der Mittelwert von G angenommen werden.

(5) Wird das Eigengewicht des Tragwerks oder des tragenden Bauteils durch einen charakteristischen Einzelwert dargestellt, darf er aus dem Produkt der Nennmaße des Tragwerks oder des tragenden Bauteils und dessen Nenndichte berechnet werden.

ANMERKUNG Werte der Nenndichten sind für verschiedene Baustoffe in EN 1991-1-1 angegeben.

(6) Wenn die Unsicherheit der ständigen Einwirkung G nicht klein ist oder wenn das Tragwerk empfindlich auf Änderungen ihres Werts oder ihrer räumlichen Verteilung reagiert, sollte die ständige Einwirkung G durch die oberen und unteren charakteristischen Werte, $G_{k,\text{sup}}$ bzw. $G_{k,\text{inf}}$, dargestellt werden.

ANMERKUNG Es wird angenommen, dass ständige Einwirkungen üblicherweise normalverteilt sind.

(7) Für andere Baustoffe als den Baugrund sollte der obere (en: „superior“) charakteristische Wert $G_{k,\text{sup}}$ als das 95 %-Fraktil und der untere (en: „inferior“) charakteristische Wert $G_{k,\text{inf}}$ als das 5 %-Fraktil der statistischen Verteilung von G ausgewählt werden.

ANMERKUNG 1 Für die Spezifikation von $G_{k,\text{sup}}$ und $G_{k,\text{inf}}$ in Zusammenhang mit dem Baugrund siehe EN 1997.

ANMERKUNG 2 Siehe 6.1.3.2 für die Spezifikation von ständigen Wassereinwirkungen.

6.1.2.3 Veränderliche Einwirkungen

(1) Der repräsentative Wert Q_{rep} einer veränderlichen Einwirkung Q muss in Abhängigkeit vom nachzuweisenden Grenzzustand einem der folgenden Werte entsprechen:

- ihrem charakteristischen Wert Q_k ; oder
- ihrem Kombinationswert Q_{comb} ; oder
- ihrem häufigen Wert Q_{freq} ; oder
- ihrem quasi-ständigen Wert Q_{qper} .

(2) Der charakteristische Wert einer veränderlichen Einwirkung Q_k muss einem der folgenden Werte entsprechen:

- einem oberen charakteristischen Wert, der für einen bestimmten Bezugszeitraum eine vorgegebene Wahrscheinlichkeit nicht überschreitet; oder
- einem unteren charakteristischen Wert, der für einen bestimmten Bezugszeitraum eine vorgegebene Wahrscheinlichkeit überschreitet; oder
- einem Nennwert, sofern die statistische Verteilung von Q nicht bekannt ist.

ANMERKUNG 1 Obere und untere charakteristische Werte sowie Nennwerte sind in den verschiedenen Teilen von EN 1991 angegeben.

ANMERKUNG 2 Der charakteristische Wert einer veränderlichen klimatischen Einwirkung basiert auf einer Wahrscheinlichkeit von 2 %, dass ihr zeitabhängiger Teil in einem Bezugszeitraum von einem Jahr überschritten wird. Dies entspricht einer mittleren Wiederkehrperiode von 50 Jahren.

ANMERKUNG 3 Alle Koeffizienten bzw. Modelle zur Ableitung der charakteristischen Werte von veränderlichen Einwirkungen werden so ausgewählt, dass die jährliche Überschreitungswahrscheinlichkeit des berechneten charakteristischen Werts nicht die jährliche Überschreitungswahrscheinlichkeit des zeitabhängigen Teils der veränderlichen Einwirkung überschreitet.

(3) Die Kombinationswerte, die häufigen Werte und die quasi-ständigen Werte sollten durch Multiplikation der charakteristischen Werte Q_k mit den Kombinationsbeiwerten ψ_0 , ψ_1 und ψ_2 berechnet werden, wie in Gleichung (6.1) bis Gleichung (6.3) angegeben:

$$Q_{\text{comb}} = \psi_0 Q_k \quad (6.1)$$

$$Q_{\text{freq}} = \psi_1 Q_k \quad (6.2)$$

$$Q_{\text{qper}} = \psi_2 Q_k \quad (6.3)$$

ANMERKUNG 1 Die Werte für ψ_0 , ψ_1 und ψ_2 sind in Anhang A angegeben.

ANMERKUNG 2 Der charakteristische Wert wird für den Nachweis der Grenzzustände der Tragfähigkeit verwendet, siehe 8.3.

ANMERKUNG 3 Der Kombinationswert wird für den Nachweis der Grenzzustände der Tragfähigkeit und für den Nachweis der nicht umkehrbaren Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit verwendet.

ANMERKUNG 4 Der häufige Wert wird für den Nachweis der Grenzzustände der Tragfähigkeit mit außergewöhnlichen Einwirkungen und für den Nachweis von umkehrbaren Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit verwendet. Für Gebäude wird der häufige Wert so ausgewählt, dass der Zeitraum, in dem er überschritten wird, 0,01 des Bezugszeitraums beträgt. Für Lasten durch Straßenverkehr auf Brücken werden die häufigen Werte auf der Grundlage einer Wiederkehrperiode von einer Woche beurteilt.

ANMERKUNG 5 Der quasi-ständige Wert wird für den Nachweis der Grenzzustände der Tragfähigkeit mit außergewöhnlichen Einwirkungen oder Erdbebeneinwirkungen verwendet sowie für den Nachweis von umkehrbaren Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit und für die Berechnung von Langzeitauswirkungen. Für Nutzlasten auf Geschossdecken wird der quasi-ständige Wert so ausgewählt, dass der Zeitraum, in dem er überschritten wird, 0,50 des Bezugszeitraums beträgt. Er kann alternativ auch aus der Mittelung über ein bestimmtes Zeitintervall festgelegt werden.

(4) Für einige bestimmte Arten von Einwirkungen, insbesondere für Wassereinwirkungen, dürfen repräsentative Werte direkt ohne die Verwendung von Kombinationsbeiwerten festgelegt werden.

ANMERKUNG Siehe 6.1.3.2 für die Spezifikation von veränderlichen Wassereinwirkungen.

6.1.3 Bestimmte Arten von Einwirkungen

6.1.3.1 Vorspannung

(1) Vorspannkraft P , die durch das kontrollierte Aufbringen von Kräften oder Verformungen an einem Tragwerk erzeugt werden, sollten als ständige Einwirkungen eingestuft werden.

ANMERKUNG Auf ein Tragwerk wirkende Vorspannkraften können aus der Vorspannung durch Spannglieder oder aus der Vorspannung durch auferzwungene Lagerverformungen usw. entstehen.

(2) Eine Vorspannkraft P sollte durch ihren oberen charakteristischen Wert $P_{k,sup}$ oder durch ihren unteren charakteristischen Wert $P_{k,inf}$ dargestellt werden.

(3) Sofern dies durch die anderen Eurocodes erlaubt ist, darf eine Vorspannkraft P für Grenzzustände der Tragfähigkeit durch einen charakteristischen Einzelwert P_k dargestellt werden.

6.1.3.2 Wassereinwirkungen

(1) Einwirkungen, die auf Wasser zurückzuführen sind, sollten als ständige, veränderliche oder außergewöhnliche Einwirkungen eingestuft werden.

ANMERKUNG Dieser Abschnitt 6.1.3.2 gilt nicht für Wassereinwirkungen, die auf Strömungen und Wellen zurückzuführen sind, und auch nicht für Einwirkungen in wasserbaulichen Anlagen mit schnell fließendem Wasser. Für Einwirkungen, die auf Strömungen und Wellen zurückzuführen sind, siehe Anhang A, A.6 und EN 1991-1-8.

(2) Wird eine Wassereinwirkung als eine ständige Einwirkung eingestuft, wie in 6.1.2.2 definiert, sollte ihr repräsentativer Wert $G_{w,rep}$ wie folgt ausgewählt werden:

- entweder als ein charakteristischer Einzelwert G_{wk} in Form des Mittelwerts von G_w ; oder
- als ihr oberer charakteristischer Wert $G_{wk,sup}$ oder ihr unterer charakteristischer Wert $G_{wk,inf}$, je nachdem, welcher dieser beiden Werte ungünstiger ist; oder
- als ein Nennwert.

ANMERKUNG Weitere Informationen können in Anhang A, in EN 1991 und in EN 1997 gefunden werden.

(3) Wenn eine Wassereinwirkung als eine veränderliche Einwirkung eingestuft wird, sollte sie mithilfe von zwei Komponenten dargestellt werden:

- einer ständigen Komponente $G_{w,rep}$ in Form des Mittelwerts von G_w ;
- einer veränderlichen Komponente $Q_{w,rep}$ in Form des repräsentativen Werts der Veränderung der Wassereinwirkung.

(4) Der repräsentative Wert $Q_{w,rep}$ sollte in Übereinstimmung mit den Definitionen der charakteristischen, häufigen und quasi-ständigen Werte von 6.1.2.3(1) ausgewählt werden.

ANMERKUNG 1 Der Wert von Q_{wk} basiert auf der jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeit von 2 % (entspricht einer Wiederkehrperiode von 50 Jahren), sofern im Nationalen Anhang kein anderer Wert für die Verwendung in einem Land angegeben ist.

ANMERKUNG 2 Der Wert von $Q_{w,comb}$ basiert auf der jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeit von 5 % (entspricht einer Wiederkehrperiode von 20 Jahren), sofern im Nationalen Anhang kein anderer Wert für die Verwendung in einem Land angegeben ist.

ANMERKUNG 3 Der Wert von $Q_{w,freq}$ wird so ausgewählt, dass der Zeitraum, in dem er überschritten wird, 0,01 des Bezugszeitraums beträgt, sofern im Nationalen Anhang kein anderer Wert für die Verwendung in einem Land angegeben ist.

ANMERKUNG 4 Der Wert von Q_w wird so ausgewählt, dass der Zeitraum, in dem er überschritten wird, 0,50 des Bezugszeitraums beträgt, sofern im Nationalen Anhang kein anderer Wert für die Verwendung in einem Land angegeben ist.

ANMERKUNG 5 Für den Nachweis von Erdbebeneinwirkungen mit Wassereinwirkungen siehe EN 1998-5.

(5) Die Werte für Q_{wk} und $Q_{w,comb}$ dürfen alternativ unter Beachtung der physischen Beschränkungen, welche die Einwirkungen beeinflussen, ermittelt werden.

ANMERKUNG Physische Beschränkungen können beispielsweise die Oberseite einer Stützwand oder das Vorhandensein von Abflüssen sein.

(6) Wenn eine Wassereinwirkung als außergewöhnlich eingestuft wird, sollte sie durch einen repräsentativen Einzelwert für die Wassereinwirkung $A_{w,rep}$ dargestellt werden.

ANMERKUNG Der Wert von $A_{w,rep}$ basiert auf der jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeit von 0,1 % (entspricht einer Wiederkehrperiode von 1 000 Jahren), sofern im Nationalen Anhang kein anderer Wert für die Verwendung in einem Land angegeben ist.

6.1.3.3 Ermüdungseinwirkungen

(1) Modelle für Ermüdungseinwirkungen müssen unter Beachtung des Einwirkungs-/Auswirkungs-Spektrums und der erwarteten Lastspielzahl während der geplanten Nutzungsdauer festgelegt werden.

ANMERKUNG Das Einwirkungs-/Auswirkungs-Spektrum hängt von der Art des Tragwerks ab.

(2) Soweit maßgeblich, sollte die Spannungsänderungen im Laufe der Zeit (Spannungsverlauf) jegliche Wechselwirkung zwischen der Einwirkung und dem Tragwerk berücksichtigen.

(3) Die Lastmodelle für Ermüdungsberechnungen in EN 1991 dürfen für Ermüdungsnachweise verwendet werden.

ANMERKUNG Die Lastmodelle für Ermüdungsberechnungen in EN 1991 enthalten die Auswirkung von dynamischen Einwirkungen entweder:

- implizit in den äquivalenten und häufigen Werten der Ermüdungslasten; oder
- explizit durch Anwendung von dynamischen Verstärkungsbeiwerten auf die Ermüdungslasten.

(4) Für Tragwerke, für die die Modelle von EN 1991 nicht zutreffen, sollten die Ermüdungseinwirkungen aus der Auswertung von Messungen oder durch Ad-hoc-Studien zur Ermittlung der erwarteten Einwirkungs-/Auswirkungs-Spektren bestimmt werden.

(5) Modelle für Ermüdungseinwirkungen dürfen auf der Bewertung der Bauwerksantwort auf Belastungsänderungen basieren, angegeben als Lastmodelle für häufige oder äquivalente Ermüdungslasten.

ANMERKUNG 1 Die Lastmodelle für häufige Ermüdungseinwirkungen sind dafür vorgesehen, die unbegrenzte Lebensdauer zu beurteilen. Diese Modelle sind nur für Baustoffe festgelegt, für die eine Dauerfestigkeit in den einschlägigen Eurocodes angegeben ist.

ANMERKUNG 2 Die Lastmodelle für äquivalente Ermüdungseinwirkungen sind dafür vorgesehen, unter Berücksichtigung der Ermüdungsfestigkeitskurven (Wöhlerlinien) den gleichen Ermüdungsschaden zu erzeugen, der durch das Einwirkungsspektrum hervorgerufen wird.

(6) Spannungsschwingbreiten durch Ermüdung bei hoher Lastspielzahl sollten durch ein geeignetes Zählverfahren für die Bestimmung der Lastspielzahl abgeleitet werden.

(7) Spannungsschwingbreiten durch Ermüdung bei hoher Lastspielzahl dürfen entweder durch das Rainflow-Zählverfahren oder durch das Reservoir-Zählverfahren abgeleitet werden.

ANMERKUNG 1 Das Rainflow-Zählverfahren und das Reservoir-Zählverfahren sind gleichbedeutend.

ANMERKUNG 2 Siehe Anhang F.

(8) Wenn der Ermüdungsschaden von der Mittelspannung des Lastspiels abhängt, sollte das Beurteilungsverfahren mit dieser Abhängigkeit in Einklang stehen.

6.1.3.4 Geotechnische Einwirkungen

(1) Geotechnische Einwirkungen sind nach EN 1997-1 zu beurteilen.

6.1.4 Umgebungseinflüsse

(1) Die Umgebungseinflüsse, die die Dauerhaftigkeit des Tragwerks beeinflussen könnten, sollten bei der Auswahl von Baustoffen, deren Spezifikation, dem Tragwerkskonzept und dessen bauliche Durchbildung berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Die anderen Eurocodes enthalten relevante Maßnahmen für die Berücksichtigung von Umgebungseinflüssen.

6.2 Eigenschaften von Baustoffen und Bauprodukten

(1) Die Eigenschaften von Baustoffen und Bauprodukten sollten durch charakteristische Werte angegeben werden.

ANMERKUNG Zu den Baustoffen in diesem Unterabschnitt gehört auch der Boden.

(2) Wenn der Nachweis eines Grenzzustands empfindlich auf die Veränderlichkeit einer Baustoffeigenschaft reagiert, sollte ihr charakteristischer Wert wie folgt festgelegt werden, sofern in den Eurocodes nichts anderes angegeben ist:

- als der 5 %-Fraktilenwert, wenn ein niedriger Wert einer Baustoff- oder Bauprodukteigenschaft ungünstig ist; oder
- als der 95 %-Fraktilenwert, wenn ein hoher Wert einer Baustoff- oder Bauprodukteigenschaft ungünstig ist.

ANMERKUNG Siehe EN 1997 für die Spezifikation von charakteristischen Werten der Bodeneigenschaften.

(3) Wenn der Nachweis eines Grenzzustands unempfindlich auf die Veränderlichkeit einer Baustoffeigenschaft reagiert, sollte ihr charakteristischer Wert als der Mittelwert festgelegt werden, sofern in den Eurocodes nichts anderes angegeben ist.

(4) Die Baustoffeigenschaften sollten nach genormten Prüfverfahren unter festgelegten Bedingungen bestimmt werden.

(5) Falls notwendig, ist ein Umrechnungsfaktor anzuwenden, mit dem Prüfergebnisse in Werte umgerechnet werden, die das Verhalten des Baustoffs oder Bauprodukts im Tragwerk oder Baugrund darstellen.

ANMERKUNG Siehe Anhang D und die anderen Eurocodes für Werte des Umrechnungsfaktors, sofern er benötigt wird.

(6) Liegen unzureichende statistische Daten für die Bestimmung des charakteristischen Werts einer Baustoff- oder Bauprodukteigenschaft vor, darf für den charakteristischen Wert der Nennwert verwendet werden.

(7) Wenn Baustoff- oder Bauprodukteigenschaften nicht in den Eurocodes festgelegt sind, sollten ihre Werte so ausgewählt werden, dass ein Niveau der Tragwerkszuverlässigkeit erreicht wird, das nicht unter dem in den Eurocodes festgelegten liegt.

ANMERKUNG Siehe Anhang C für Leitlinien zur Tragwerkszuverlässigkeit.

6.3 Geometrische Eigenschaften

(1) Wenn der Tragwerksentwurf unempfindlich gegenüber den Änderungen einer geometrischen Eigenschaft ist, sollte diese Eigenschaft durch ihren Nennwert dargestellt werden.

(2) Wenn der Tragwerksentwurf empfindlich gegenüber den Änderungen einer geometrischen Eigenschaft ist, sollten die damit zusammenhängenden geometrischen Imperfektionen, die in den anderen Eurocodes definiert sind, berücksichtigt werden.

(3) Liegen ausreichende Daten vor, darf der charakteristische Wert einer geometrischen Eigenschaft aus ihrer statistischen Verteilung ermittelt und anstelle eines Nennwerts verwendet werden.

(4) Verbundene Bauteile, die aus unterschiedlichen Baustoffen bestehen, müssen physisch miteinander kompatibel sein.

(5) Für den Entwurf eines Gründungsbauwerks sollten die geometrischen Eigenschaften, welche das mechanische Verhalten des Baugrunds beeinflussen, bei der Bestimmung der Baugrundeigenschaften berücksichtigt werden, wie in EN 1997 festgelegt.

ANMERKUNG Beispielsweise werden bei der Auswahl von charakteristischen Gesteinseigenschaften die Verteilung und Ausrichtung von Unregelmäßigkeiten berücksichtigt.

7 Statische Berechnung und versuchsgestützte Bemessung

7.1 Tragwerksmodelle

7.1.1 Allgemeines

(1) Den statischen Berechnungen sind geeignete Tragwerksmodelle mit den maßgebenden Variablen zugrunde zu legen.

ANMERKUNG Solche Berechnungen können zur Darstellung von potentiellen Versagensarten, zur Vorhersage von Grenztragfähigkeiten oder zur Darstellung von Verformungen verwendet werden (vorausgesetzt, die Ergebnisse können mit ausreichender Genauigkeit nachgewiesen werden).

(2) Die Tragwerksmodelle müssen auf den technischen Grundlagen und der technischen Praxis beruhen.

7.1.2 Statische Einwirkungen

(1) Der Modellaufbau für statische Einwirkungen muss auf geeigneten Annahmen des Last-Verformungsverhaltens der Bauteile und ihrer Verbindungen sowie der Bauteile und dem Baugrund basieren.

(2) Auswirkungen von Verschiebungen und Verformungen müssen für die Nachweise der Grenzzustände der Tragfähigkeit berücksichtigt werden, sofern sie diese Effekte von Einwirkungen signifikant erhöhen.

ANMERKUNG Bestimmte Verfahren für die Berücksichtigung von Auswirkungen der Verformungen sind in den anderen Eurocodes angegeben.

(3) Indirekte Einwirkungen sollten in die Berechnung wie folgt aufgenommen werden:

- bei linear-elastischer Berechnung, direkt oder als äquivalente Kräfte (unter Verwendung geeigneter Steifigkeitsannahmen); oder
- bei nicht-linearer Berechnung, direkt als auferlegte Verformungen.

7.1.3 Dynamische Einwirkungen

(1) Wenn zeitabhängige Einwirkungen erhebliche Beschleunigungen des Tragwerks erzeugen, sollten dynamische Berechnungen des Tragsystems durchgeführt werden.

ANMERKUNG 1 Leitlinien zur Notwendigkeit von dynamischen Berechnungen sind in EN 1991 enthalten.

ANMERKUNG 2 Zu Erdbebeneinwirkungen siehe EN 1998.

(2) Dynamische Einwirkungen dürfen in Form von Zeitverläufen oder in Form von Spektren angegeben werden.

(3) Soweit maßgeblich, dürfen Auswirkungen von Einwirkungen durch eine Modalanalyse definiert werden.

(4) Für Tragwerke mit regelmäßiger Geometrie, Steifigkeits- und Massenverteilung darf eine ausdrückliche Modalanalyse durch eine Analyse mit äquivalenten statischen Einwirkungen ersetzt werden.

ANMERKUNG Beispiele für maßgebliche Einwirkungen sind durch Wind erregte Schwingungen oder Erdbebeneinwirkungen.

(5) Wenn es angemessen ist, eine dynamische Einwirkung als quasi-statische Einwirkung abzubilden, darf der dynamische Anteil entweder direkt in dem quasi-statischen Wert enthalten sein oder durch einen zusätzlichen dynamischen Lasterhöhungsfaktor für die statische Einwirkung berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 1 Quasi-statische Einwirkungen sind in EN 1991 definiert.

ANMERKUNG 2 Für Beschränkungen der Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten siehe 8.2.

(6) Wenn eine dynamische Einwirkung Schwingungen erzeugt, die aufgrund ihrer Amplitude oder Frequenz die Gebrauchstauglichkeitsgrenzen überschreiten könnten, sollten Nachweise der spezifischen Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit durchgeführt werden.

ANMERKUNG Leitlinien für die Beurteilung dieser Grenzen sind in Anhang A und in den anderen Eurocodes enthalten.

7.1.4 Einwirkungen mit Ermüdungsfolge

(1) Die für den Ermüdungsnachweis benötigten Parameter sollten mit der verwendeten Ermüdungsfestigkeitskurve (Wöhlerlinie) übereinstimmen.

(2) Der Spannungsverlauf sollte für die Nennspannungen, Kerbspannungen oder effektiven Kerbspannungen an Stellen mit Spannungskonzentrationen bestimmt werden.

7.1.5 Baulicher Brandschutz

(1) Die Analyse der Tragwerksbemessung im Brandfall muss auf Brandszenarien für die Bemessung basieren und muss Modelle für die Temperaturentwicklung innerhalb des Tragwerks sowie Modelle für das mechanische Verhalten des Tragwerks in einem Brandfall berücksichtigen.

ANMERKUNG Siehe EN 1991-1-2 für Leitlinien zur Auswahl von Brandszenarien für die Bemessung.

(2) Das Verhalten eines Tragwerks im Brandfall muss unter Berücksichtigung der Begleiteinwirkungen beurteilt werden sowie unter Berücksichtigung von entweder:

- der Nennbranddauer; oder
- der physikalisch bedingten Branddauer.

(3) Das erforderliche Leistungsverhalten eines Tragwerks im Brandfall sollte nachgewiesen werden durch entweder:

- Berechnung des gesamten Tragwerks; oder
- Berechnung von Teilen des Tragwerks; oder
- Berechnung von Bauteilen mithilfe eines oder mehrerer der folgenden Bemessungsverfahren:
 - tabellierte Bemessungswerte;
 - vereinfachte Bemessungsverfahren;
 - erweiterte Bemessungsverfahren.

(4) Alternativ zur Bemessung durch Berechnung darf die Beurteilung der Feuerwiderstandsfähigkeit auf den Ergebnissen von Brandprüfungen beruhen oder auf Brandprüfungen in Kombination mit Berechnungen.

(5) Im Fall einer Bemessung durch Berechnung muss das Verhalten des brandbeanspruchten Tragwerks entsprechend den einschlägigen Abschnitten der anderen Eurocodes beurteilt werden, die sich mit Modellen des wärmetechnischen und mechanischen Verhaltens für Analysezwecke beschäftigen.

(6) Die Modelle für das mechanische Verhalten eines brandbeanspruchten Tragwerks sollten sowohl temperaturabhängige mechanische Eigenschaften als auch das nicht-lineare Verhalten, soweit maßgeblich, berücksichtigen.

(7) Anhand der physikalisch bedingten Branddauer sollte das Tragwerksverhalten für die Branddauer T_{fire} beurteilt werden.

ANMERKUNG Der Wert für T_{fire} entspricht der vollständigen Branddauer (einschließlich der Abkühlphase), sofern im Nationalen Anhang kein anderer Wert für die Verwendung in einem Land angegeben ist.

7.2 Berechnungen

7.2.1 Lineare Berechnungen

(1) Lineare Berechnungen dürfen erfolgen, wenn das Verhältnis von Spannungen und Dehnungen linear ist und Verformungen keinen Einfluss auf das Gleichgewicht der Kräfte des Tragwerks haben.

ANMERKUNG Das Superpositionsprinzip gilt für lineare Berechnungen.

(2) Lineare Berechnungen dürfen auch zur Vereinfachung des tatsächlichen Tragwerkverhaltens angewendet werden, wie in den anderen Eurocodes festgelegt.

7.2.2 Nicht-lineare Berechnungen

(1) Nicht-lineare Berechnungen sollten durchgeführt werden, wenn das Tragwerks- oder Bauteilverhalten einen bedeutenden Einfluss auf die Kräfte und Verformungen des Tragwerks hat.

ANMERKUNG Das Superpositionsprinzip gilt nicht für nicht-lineare Berechnungen.

(2) Nicht-lineare Berechnungen sollten die jeweilige Art der Nicht-Linearität berücksichtigen.

ANMERKUNG Nicht-Linearität kann in Zusammenhang mit der Belastung, dem Baustoffverhalten und der Geometrie auftreten.

(3) Numerische Modelle, welche Baustoffeigenschaften und deren Wechselwirkungen beschreiben, sollten alle signifikanten und relevanten Aspekte des mechanischen Verhaltens für das jeweils betrachtete Problem erfassen.

(4) Nicht-lineare numerische Modelle sollte durch Prüfungen validiert werden, um herauszufinden, ob das numerische Modell die notwendigen physikalischen Phänomene korrekt wiedergibt.

ANMERKUNG Je nach untersuchtem physikalischem Phänomen können die Validierungsprüfungen aus Baustoffprüfungen, physikalischen Referenzprüfungen und Netzempfindlichkeitsprüfungen bestehen.

(5) Es sollte eine Sensitivitätsstudie durchgeführt werden, wenn eine nicht-lineare Grenzzustandsfunktion angewendet wird oder wenn keine explizit formulierte Grenzzustandsfunktion vorgegeben ist, um den sensitivsten Eingabeparameter zu ermitteln und um zu bestimmen, wie die in den Eurocodes festgelegten Teilsicherheitsbeiwerte dafür anzuwenden sind.

7.3 Versuchsgestützte Bemessung

(1) Es dürfen physikalische oder numerische Versuche durchgeführt werden, um die für Entwurf und Bemessung zu verwendenden Parameter zu bestimmen.

(2) Die Versuche dürfen durchgeführt werden, um das Tragverhalten eines Tragwerks oder tragenden Bauteils zu bestimmen, wie durch die zuständige Behörde festgelegt oder, sofern keine Festlegungen getroffen wurden, für ein bestimmtes Bauvorhaben zwischen den beteiligten Parteien vereinbart.

ANMERKUNG Versuche werden z. B. unter folgenden Umständen durchgeführt werden:

- wenn keine zutreffenden Rechenmodelle zur Verfügung stehen;
- zur Kontrolle von Annahmen bei der Bemessung;
- zur Definition von Ermüdungsfestigkeitskurven (Wöhlerlinien);
- zur Bestimmung von Formfaktoren für Schneelasten;
- zur Bestimmung von Druck- oder Kraftbeiwerten für Windeinwirkungen;
- wenn eine große Anzahl gleichartiger Bauteile verwendet werden soll.

(3) Bei einer durch Versuchsergebnisse gestützten Bemessung muss das Zuverlässigkeitsniveau erreicht werden, das für die maßgebende Bemessungssituation erforderlich ist, wobei die statistische Unsicherheit durch eine begrenzte Anzahl an Versuchsergebnissen und die Modellunsicherheit zu berücksichtigen sind.

ANMERKUNG Weitere Informationen über die Anwendung probabilistischer Methoden sind in Anhang C enthalten. Weitere Informationen über die versuchsgestützte Bemessung und die damit verbundene statistische Unsicherheit sind in Anhang D angegeben.

(4) Aus Versuchen abgeleitete Teilsicherheitsbeiwerte für die Bemessung (einschließlich derjenigen für die Modellunsicherheiten) sollten ein Zuverlässigkeitsniveau bieten, das mit dem in 4.2 festgelegten übereinstimmt.

(5) Das Versuchsverfahren, das für die Bestimmung der Wöhlerlinie angewendet wird, sollte Folgendes spezifizieren:

- ob Nennspannungen oder Spitzenspannungen an Stellen mit Spannungskonzentrationen zu messen sind;
- das Verfahren, das zur Bewertung der Nennspannungen bzw. der Spitzenspannungen anzuwenden ist.

8 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten

8.1 Allgemeines

(1) Bei Anwendung des Verfahrens mit Teilsicherheitsbeiwerten ist nachzuweisen, dass kein maßgebender Grenzzustand in einer der zutreffenden Bemessungssituationen überschritten wird.

ANMERKUNG Dieser Abschnitt enthält allgemeine Anforderungen, wohingegen Anhang A spezifische Anwendungsregeln für verschiedene Tragwerksarten enthält.

(2) Rechenmodelle müssen auf den Bemessungswerten für Einwirkungen, für geometrische Eigenschaften und für Baustoffeigenschaften basieren oder auf den Bemessungswerten für die Auswirkungen von Einwirkungen und für die Tragsicherheiten.

ANMERKUNG Siehe 8.3 für den Nachweis der Grenzzustände der Tragfähigkeit und 8.4 für den Nachweis der Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit.

(3) Bemessungswerte dürfen direkt bestimmt werden, sofern das resultierende Zuverlässigkeitsniveau nicht unter dem Niveau liegt, das durch dieses Dokument gefordert wird.

ANMERKUNG Leitlinien für die direkte Bestimmung der Bemessungswerte sind in Anhang D und in den anderen Eurocodes enthalten.

8.2 Beschränkungen

(1) Die in Abschnitt 8 angegebenen Bemessungsregeln sollten für Tragwerke mit statischer Einwirkung angewendet werden.

(2) Die in diesem Dokument angegebenen Bemessungsregeln dürfen angewendet werden, wenn dynamische Auswirkungen mithilfe dynamischer Verstärkungsbeiwerte durch quasi-statische Einwirkungen dargestellt werden, wie in den anderen Eurocodes angegeben.

ANMERKUNG Windlasten und Verkehrslasten sind Beispiele für dynamische Einwirkungen, die allgemein durch quasi-statische Einwirkungen dargestellt werden.

(3) Zusätzliche Bemessungsregeln, die in anderen Eurocodes angegeben sind, sollten für Bemessungssituationen angewendet werden, für die Folgendes erforderlich ist:

- nicht-lineare Berechnungen; oder

- ausdrückliche Berücksichtigung von dynamischen Einwirkungen; oder
- Berücksichtigung von Ermüdung.

8.3 Nachweis der Grenzzustände der Tragfähigkeit (ULS, en: ultimate limit states)

8.3.1 Allgemeines

(1) Bei Überprüfung der Grenzzustände der Tragfähigkeit ist die Ungleichung von Gleichung (8.1) nachzuweisen:

$$E_d \leq R_d \quad (8.1)$$

Dabei ist

E_d der Bemessungswert für die Auswirkungen der Einwirkungen, festgelegt in 8.3.2;

R_d der Bemessungswert für die zugehörige Tragfähigkeit, festgelegt in 8.3.5.

ANMERKUNG Der Nachweis des Grenzzustands der Tragfähigkeit kann sowohl auf Bauteilebene als auch auf Systemebene erbracht werden.

(2) Bei Überprüfung der Grenzzustände der Tragfähigkeit infolge übermäßiger Verformung ist die Ungleichung von Gleichung (8.2) nachzuweisen:

$$E_d \leq C_{d,ULS} \quad (8.2)$$

Dabei ist, in Ergänzung zu den für Gleichung (8.1) festgelegten Symbolen:

$C_{d,ULS}$ der Bemessungsgrenzwert des Grenzzustands der Tragfähigkeit bei übermäßiger Verformung, von der angenommen wird, dass sie einen Grenzzustand der Tragfähigkeit bewirkt.

ANMERKUNG 1 In Gleichung (8.2) entspricht E_d eher einer Verschiebung oder Dehnung als einer Kraft oder Spannung.

ANMERKUNG 2 Insbesondere bei duktilen Baustoffen kann vor dem Bruch des Baustoffs ein Grenzzustand der Tragfähigkeit bei übermäßiger Verformung auftreten.

ANMERKUNG 3 Siehe die anderen Eurocodes für Leitlinien zur Auswahl von $C_{d,ULS}$.

8.3.2 Bemessungswerte für die Auswirkungen der Einwirkungen

8.3.2.1 Allgemeines

(1) Der Bemessungswert für die Auswirkung von Einwirkungen, E_d , sollte für eine bestimmte Kombination von Einwirkungen mit Gleichung (8.3) berechnet werden:

$$E_d = \gamma_{Sd} E \{ \Sigma (\gamma_f \psi F_k); a_d; X_{Rd} \} \quad (8.3)$$

Dabei ist

γ_{Sd} der Teilsicherheitsbeiwert in Zusammenhang mit den Unsicherheiten der Einwirkungen und/oder den Unsicherheiten in der Modellierung für die Auswirkungen von Einwirkungen;

$E\{\dots\}$ die kombinierte Auswirkung der eingeschlossenen Variablen;

$\Sigma(\dots)$ die Kombination von Einwirkungen;