

DIN EN 1990

DIN

ICS 91.010.30

Ersatzvermerk  
siehe unten

**Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung;  
Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010**

Eurocode: Basis of structural design;  
German version EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010

Eurocodes structuraux –  
Eurocodes: Bases de calcul des structures;  
Version allemande EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010

**Ersatzvermerk**

Ersatz für DIN EN 1990:2002-10;  
mit DIN EN 1990/NA:2010-12 Ersatz für DIN 1055-100:2001-03;  
Ersatz für DIN EN 1990/A1:2006-04 und DIN EN 1990/A1 Berichtigung 1:2010-05

Gesamtumfang 112 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

## Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm (EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Die Arbeiten wurden auf nationaler Ebene vom NA 005-51, FBR „Fachbereichsbeirat Bau KOA 01 „Mechanische Festigkeit und Standsicherheit“ begleitet.

Dieses Dokument enthält die europäische Änderung A1:2005, die den Anhang A2 zu EN 1990:2002 mit ergänzenden Regeln zu Bemessungswerten von Einwirkungen und Einwirkungskombinationen für Brücken zusätzlich festlegt.

Dieses Dokument enthält weiterhin die europäische Berichtigung AC:2010 zur Änderung A1:2005 zu DIN EN 1990:2002, die vom CEN 2010-04-21 angenommen wurde und EN 1990:2002 modifiziert und berichtigt.

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

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

Anfang und Ende der durch die Änderung eingefügten oder geänderten Texte sind jeweils durch die Textmarkierungen **A1** **A1**, der durch die Berichtigung eingefügten oder geänderten Texte sind jeweils durch die Textmarkierungen **AC** **AC** angegeben.

## Änderungen

Gegenüber DIN V ENV 1991-1:1995-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die Stellungnahmen der nationalen Normungsinstitute wurden eingearbeitet und der Text vollständig überarbeitet.

Gegenüber DIN EN 1990:2002-10, DIN EN 1990/A1:2006-04, DIN EN 1990/A1 Berichtigung 1:2010-05, DIN 1055-100:2001-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) auf europäisches Bemessungskonzept umgestellt;
- b) Ersatzvermerke korrigiert;
- c) Vorgänger-Norm mit der Berichtigung 1 zum A1 und dem A1 konsolidiert;
- d) redaktionelle Änderungen durchgeführt.

## Frühere Ausgaben

DIN 1055-100: 2001-03  
DIN EN 1990: 2002-10  
DIN EN 1990/A1: 2006-04  
DIN EN 1990/A1 Berichtigung 1: 2010-05  
DIN V ENV 1991-1-1: 1995-12

Deutsche Fassung

## Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung

Eurocode —  
Basis of structural design

Eurocodes structuraux —  
Eurocodes: Bases de calcul des structures

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 29. November 2001 angenommen.

Diese Änderung A1 modifiziert die Europäische Norm EN 1990:2002. Sie wurde vom CEN am 14. Oktober 2004 angenommen.

Die Berichtigung tritt am 21. April 2010 in Kraft und wurde in EN 1990:2002 eingearbeitet.

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

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

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



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

Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels

# Inhalt

|                                                                                                                           | Seite |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Vorwort EN 1990:2002/A1:2005 .....                                                                                        | 5     |
| Hintergrund des Eurocode-Programms .....                                                                                  | 6     |
| Status und Gültigkeitsbereich der Eurocodes .....                                                                         | 7     |
| Nationale Fassungen der Eurocodes .....                                                                                   | 7     |
| Verbindung zwischen den Eurocodes und den harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte (ENs und ETAs) ..... | 8     |
| Besondere Hinweise zu EN 1990.....                                                                                        | 8     |
| Nationaler Anhang zu EN 1990.....                                                                                         | 9     |
| 1 Allgemeines .....                                                                                                       | 9     |
| 1.1 Anwendungsbereich .....                                                                                               | 9     |
| 1.2 Normative Verweisungen .....                                                                                          | 10    |
| 1.3 Annahmen .....                                                                                                        | 10    |
| 1.4 Unterscheidung nach Prinzipien und Anwendungsregeln.....                                                              | 11    |
| 1.5 Begriffe .....                                                                                                        | 11    |
| 1.5.1 Einheitliche Begriffe in EN 1990 bis EN 1999 .....                                                                  | 11    |
| 1.5.2 Besondere Begriffe im Zusammenhang mit der Tragwerksplanung .....                                                   | 12    |
| 1.5.3 Begriffe im Zusammenhang mit Einwirkungen .....                                                                     | 15    |
| 1.5.4 Begriffe im Zusammenhang mit den Eigenschaften von Baustoffen, Bauprodukten und Bauteilen .....                     | 17    |
| 1.5.5 Begriffe im Zusammenhang mit geometrischen Größen .....                                                             | 18    |
| 1.5.6 Begriffe im Zusammenhang mit der statischen Berechnung .....                                                        | 18    |
| 1.6 Symbole und Formelzeichen .....                                                                                       | 19    |
| 2 Anforderungen .....                                                                                                     | 22    |
| 2.1 Grundlegende Anforderungen .....                                                                                      | 22    |
| 2.2 Behandlung der Zuverlässigkeit .....                                                                                  | 23    |
| 2.3 Geplante Nutzungsdauer .....                                                                                          | 25    |
| 2.4 Dauerhaftigkeit.....                                                                                                  | 25    |
| 2.5 Qualitätsmanagement .....                                                                                             | 26    |
| 3 Grundsätzliches zur Bemessung mit Grenzzuständen .....                                                                  | 26    |
| 3.1 Allgemeines .....                                                                                                     | 26    |
| 3.2 Bemessungssituationen .....                                                                                           | 26    |
| 3.3 Grenzzustände der Tragfähigkeit.....                                                                                  | 27    |
| 3.4 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit .....                                                                         | 27    |
| 3.5 Bemessung nach Grenzzuständen .....                                                                                   | 28    |
| 4 Basisvariable .....                                                                                                     | 29    |
| 4.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse .....                                                                             | 29    |
| 4.1.1 Einteilung der Einwirkungen .....                                                                                   | 29    |
| 4.1.2 Charakteristische Werte von Einwirkungen .....                                                                      | 29    |
| 4.1.3 Weitere repräsentative Werte veränderlicher Einwirkungen .....                                                      | 30    |
| 4.1.4 Darstellung der Ermüdungsbelastung .....                                                                            | 31    |
| 4.1.5 Darstellung dynamischer Einwirkungen .....                                                                          | 31    |
| 4.1.6 Geotechnische Einwirkungen .....                                                                                    | 31    |
| 4.1.7 Umgebungseinflüsse .....                                                                                            | 32    |
| 4.2 Eigenschaften von Baustoffen, Bauprodukten und Bauteilen .....                                                        | 32    |
| 4.3 Geometrische Angaben .....                                                                                            | 33    |
| 5 Statische Berechnung und versuchsgestützte Bemessung .....                                                              | 33    |
| 5.1 Statische Berechnung .....                                                                                            | 33    |
| 5.1.1 Tragwerksmodelle .....                                                                                              | 33    |
| 5.1.2 Statische Einwirkungen .....                                                                                        | 33    |

|                       |                                                                                                   |    |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.1.3                 | Dynamische Einwirkungen.....                                                                      | 33 |
| 5.1.4                 | Baulicher Brandschutz .....                                                                       | 34 |
| 5.2                   | Entwurf und Berechnung mit Versuchsunterstützung.....                                             | 35 |
| 6                     | Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten .....                                              | 35 |
| 6.1                   | Allgemeines .....                                                                                 | 35 |
| 6.2                   | Einschränkungen .....                                                                             | 35 |
| 6.3                   | Bemessungswerte.....                                                                              | 36 |
| 6.3.1                 | Bemessungswerte für Einwirkungen .....                                                            | 36 |
| 6.3.2                 | Bemessungswerte für Auswirkungen von Einwirkungen.....                                            | 36 |
| 6.3.3                 | Bemessungswerte für Eigenschaften von Baustoffen, Bauprodukten und Bauteilen .....                | 37 |
| 6.3.4                 | Bemessungswerte geometrischer Größen .....                                                        | 38 |
| 6.3.5                 | Bemessungswert der Tragfähigkeit .....                                                            | 38 |
| 6.4                   | Nachweise für Grenzzustände der Tragfähigkeit.....                                                | 39 |
| 6.4.1                 | Allgemeines .....                                                                                 | 39 |
| 6.4.2                 | Nachweis der Lagesicherheit und der Tragfähigkeit.....                                            | 40 |
| 6.4.3                 | Kombinationsregeln für Einwirkungen (ohne Ermüdung).....                                          | 40 |
| 6.4.4                 | Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Kombinationen von Einwirkungen .....                 | 42 |
| 6.4.5                 | Teilsicherheitsbeiwerte für Eigenschaften von Baustoffen, Bauprodukten und Bauteilen .....        | 42 |
| 6.5                   | Nachweise für Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit.....                                        | 42 |
| 6.5.1                 | Nachweise .....                                                                                   | 42 |
| 6.5.2                 | Gebrauchstauglichkeitskriterien .....                                                             | 43 |
| 6.5.3                 | Kombination der Einwirkungen .....                                                                | 43 |
| 6.5.4                 | Teilsicherheitsbeiwerte für Eigenschaften von Baustoffen, Bauprodukten und Bauteilen .....        | 44 |
| Anhang A 1 (normativ) | Anwendung im Hochbau .....                                                                        | 45 |
| A.1.1                 | Anwendungsbereich .....                                                                           | 45 |
| A.1.2                 | Kombinationen der Einwirkungen .....                                                              | 45 |
| A.1.3                 | Grenzzustände der Tragfähigkeit .....                                                             | 46 |
| A.1.4                 | Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit .....                                                     | 50 |
| Anhang A 2 (normativ) | Anwendung für Brücken .....                                                                       | 55 |
| A2.1                  | Anwendungsbereich .....                                                                           | 57 |
| A2.2                  | Einwirkungskombinationen.....                                                                     | 57 |
| A2.2.1                | Allgemeines .....                                                                                 | 57 |
| A2.2.2                | Kombinationsregeln für Straßenbrücken .....                                                       | 59 |
| A2.2.3                | Kombinationsregeln für Fußgängerbrücken .....                                                     | 60 |
| A2.2.4                | Kombinationsregeln für Eisenbahnbrücken.....                                                      | 60 |
| A2.2.5                | Kombination der Einwirkungen in außergewöhnlichen Bemessungssituationen (ohne Erdbeben).....      | 61 |
| A2.2.6                | Zahlenwerte für $\psi$ -Faktoren.....                                                             | 61 |
| A2.3                  | Grenzzustände der Tragfähigkeit .....                                                             | 65 |
| A2.3.1                | Bemessungswerte der Einwirkungen in ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen .....     | 65 |
| A2.3.2                | Bemessungswerte der Einwirkungen in außergewöhnlichen Bemessungssituationen und bei Erdbeben..... | 69 |
| A2.4                  | Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit und andere spezielle Grenzzustände.....                   | 71 |
| A2.4.1                | Allgemeines .....                                                                                 | 71 |
| A2.4.2                | Gebrauchstauglichkeitskriterien für die Verformungen und Schwingungen von Straßenbrücken .....    | 71 |
| A2.4.3                | Schwingungsnachweise für Fußgängerbrücken bei Fußgängeranregung.....                              | 72 |
| A2.4.4                | Verformungsnachweise und Schwingungsnachweise bei Eisenbahnbrücken.....                           | 73 |
| Anhang B (informativ) | Behandlung der Zuverlässigkeit im Bauwesen.....                                                   | 81 |
| B.1                   | Anwendungsbereich und Anwendungsgrenzen .....                                                     | 81 |
| B.2                   | Symbole und Formelzeichen.....                                                                    | 81 |
| B.3                   | Differenzierung der Zuverlässigkeit .....                                                         | 81 |
| B.3.1                 | Schadensfolgeklassen.....                                                                         | 81 |
| B.3.2                 | Differenzierung der Zuverlässigkeitsindex $\beta$ .....                                           | 82 |
| B.3.3                 | Differenzierung durch Veränderung der Teilsicherheitsbeiwerte .....                               | 82 |

|                                                                                                | Seite      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| B.4 Differenzierung der Überwachungsmaßnahmen bei der Planung .....                            | 83         |
| B.5 Herstellungsüberwachung.....                                                               | 84         |
| B.6 Teilsicherheitsbeiwerte für Bauteilwiderstände .....                                       | 84         |
| <b>Anhang C (informativ) Grundlagen für die Bemessung mit Teilsicherheitsbeiwerten und die</b> |            |
| <b>Zuverlässigkeitsanalyse .....</b>                                                           | <b>85</b>  |
| C.1 Anwendungsbereich und Anwendungsgrenzen .....                                              | 85         |
| C.2 Symbole und Formelzeichen .....                                                            | 85         |
| C.3 Einführung.....                                                                            | 86         |
| C.4 Überblick über Zuverlässigkeitsmethoden .....                                              | 86         |
| C.5 Zuverlässigkeitsindex $\beta$ .....                                                        | 87         |
| C.6 Zielwerte für den Zuverlässigkeitsindex $\beta$ .....                                      | 88         |
| C.7 Verfahren zur Kalibration der Bemessungswerte .....                                        | 89         |
| C.8 Möglichkeiten der Zuverlässigkeitsnachweise in den Eurocodes .....                         | 91         |
| C.9 Teilsicherheitsbeiwerte in EN 1990.....                                                    | 92         |
| C.10 Kombinationsbeiwerte .....                                                                | 93         |
| <b>Anhang D (informativ) Versuchsgestützte Bemessung .....</b>                                 | <b>94</b>  |
| D.1 Anwendungsbereich und Anwendungsgrenzen .....                                              | 94         |
| D.2 Symbole und Formelzeichen .....                                                            | 94         |
| D.3 Verschiedene Arten von Versuchen .....                                                     | 96         |
| D.4 Versuchsplanung.....                                                                       | 96         |
| D.5 Ableitung von Bemessungswerten.....                                                        | 98         |
| D.6 Allgemeine Grundsätze für die statistische Auswertung.....                                 | 99         |
| D.7 Statistische Bestimmung einer einzelnen Eigenschaft .....                                  | 100        |
| D.7.1 Allgemeines.....                                                                         | 100        |
| D.7.2 Bestimmung des Bemessungswertes über den charakteristischen Wert.....                    | 101        |
| D.7.3 Direkte Bestimmung des Bemessungswertes für Tragfähigkeitsnachweise.....                 | 102        |
| D.8 Statistische Bestimmung eines Widerstandsmodells .....                                     | 103        |
| D.8.1 Allgemeines.....                                                                         | 103        |
| D.8.2 Standardisiertes Auswerteverfahren (Methode (a)) .....                                   | 103        |
| D.8.3 Standardisiertes Auswerteverfahren (Methode (b)).....                                    | 108        |
| D.8.4 Verwendung zusätzlicher Vorinformationen .....                                           | 108        |
| <b>Literaturhinweise .....</b>                                                                 | <b>110</b> |

## Vorwort

Dieses Dokument (EN 1990:2002) wurde vom CEN/TC 250 „Structural Eurocodes“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI geführt wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung des identischen Textes oder durch amtliche Bekanntmachung bis spätestens Oktober 2002 und entgegenstehende nationale Normen müssen bis spätestens Mai 2010 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt ENV 1991–1:1994.

CEN/TC 250 ist für alle Eurocodes des konstruktiven Ingenieurbaus zuständig.

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

## Vorwort EN 1990:2002/A1:2005

Dieses Dokument (EN 1990:2002/A1:2005) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Änderung zur Europäischen Norm EN 1990:2002 muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2006 und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2006 zurückgezogen werden.

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

## Hintergrund des Eurocode-Programms

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

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

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

Im Jahre 1989 entschieden sich die Kommission und die Mitgliedsländer der Europäischen Union und der EFTA, die Entwicklung und Veröffentlichung der Eurocodes über eine Reihe von Mandaten an CEN zu übertragen, damit diese den Status von Europäischen Normen (EN) erhielten. Grundlage war eine Vereinbarung<sup>1)</sup> zwischen der Kommission und CEN. Dieser Schritt verknüpft die Eurocodes de facto mit den Regelungen der Ratsrichtlinien und Kommissionsentscheidungen, die die Europäischen Normen behandeln (z. B. die Ratsrichtlinie 89/106/EWG zu Bauprodukten, die Bauproduktenrichtlinie, die Ratsrichtlinien AC gestrichener Text AC AC 2004/17/EG und 2004/18/EG AC zur Vergabe öffentlicher Aufträge und Dienstleistungen und die entsprechenden EFTA-Richtlinien, die zur Einrichtung des Binnenmarktes eingeleitet wurden).

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

EN 1990 Eurocode, *Grundlagen der Tragwerksplanung*.

EN 1991 Eurocode 1, *Einwirkung auf Tragwerke*.

EN 1992 Eurocode 2, Entwurf, *Berechnung und Bemessung von Stahlbetonbauten*.

EN 1993 Eurocode 3, Entwurf, *Berechnung und Bemessung von Stahlbauten*.

EN 1994 Eurocode 4, Entwurf, *Berechnung und Bemessung von Stahl-Beton-Verbundbauten*.

EN 1995 Eurocode 5, Entwurf, *Berechnung und Bemessung von Holzbauten*.

EN 1996 Eurocode 6, Entwurf, *Berechnung und Bemessung 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, Entwurf, *Berechnung und Bemessung von Aluminiumkonstruktionen*.

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

---

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

## Status und Gültigkeitsbereich der Eurocodes

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

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

Die Eurocodes haben, da sie sich auf Bauwerke beziehen, eine direkte Verbindung zu den Grundlagendokumenten<sup>2)</sup>, auf die in Artikel 12 der Bauproduktenrichtlinie hingewiesen wird, wenn sie auch anderer Art sind als die harmonisierten Produktnormen<sup>3)</sup>.

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

Die Eurocodes liefern Einzelbauteile, allgemeine Regelungen für den Entwurf, die Berechnung und Bemessung von vollständigen **AC** *gestrichener Text* **AC** **AC** Tragwerken, Bauwerksteilen und tragenden Bauprodukten **AC**, die sich für die übliche Anwendung eignen. Sie treffen auf bewährte Bauweisen und Aspekte neuartiger Anwendungen, enthalten aber keine Regelungen für ungewöhnliche Konstruktionen oder Sonderlösungen, wofür es erforderlich ist Experten zu Rate zu ziehen.

## Nationale Fassungen der Eurocodes

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

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

- Zahlenwerte für Teilsicherheitsbeiwerte und/oder Klassen, wo die Eurocodes Alternativen eröffnen,
- Zahlenwerte, wo die Eurocodes nur Symbole angeben,

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

3) Nach Artikel 12 der Bauproduktenrichtlinie hat das Grundlagendokument

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

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

- Landesspezifische, geographische und klimatische Daten, die nur für ein Mitgliedsland gelten, z. B. Schneekarten;
- Vorgehensweisen, wenn die Eurocodes mehrere zur Wahl anbieten;

Der Nationale Anhang darf auch enthalten:

- Vorschriften zur Verwendung der informativen Anhänge,
- Verweise zur Anwendung des Eurocodes, soweit diese ergänzen und nicht widersprechen.

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

Es besteht die Notwendigkeit, dass die harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte und die technischen AC gestrichener Text AC Vorschriften AC für die Tragwerksplanung<sup>4)</sup> konsistent sind. Insbesondere sollten die Hinweise, die mit den CE-Zeichen an den Bauprodukten verbunden sind, die die Eurocodes AC gestrichener Text AC verwenden AC, klar erkennen lassen, welche national festzulegenden Parameter zugrunde liegen.

## Besondere Hinweise zu EN 1990

EN 1990 liefert Prinzipien und Anforderungen zur Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit von Tragwerken. Sie beruht auf dem Konzept der Bemessung nach Grenzzuständen mit Teilsicherheitsbeiwerten.

EN 1990 ist für die direkte Verwendung beim Entwurf, bei der Berechnung und Bemessung von Neubauten in Verbindung mit den Eurocodes EN 1991 bis EN 1999 gedacht.

EN 1990 liefert auch Hinweise zu Fragen der Zuverlässigkeit in Verbindung mit der Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit:

- für Bemessungsfälle, die in den EN 1991 bis EN 1999 nicht behandelt sind (z. B. bei ungewöhnlichen Einwirkungen, Tragwerken und Baustoffen),
- als Bezugsdokument für andere Technische Komitees von CEN, die sich mit baulichen Fragen beschäftigen.

EN 1990 ist für folgenden Anwenderkreis gedacht, für:

- Komitees, die Normen für die Tragwerksplanung und damit verbundene Produktstandards, Prüfnormen und Ausführungsnormen bearbeiten,
- Bauherren (die z. B. besondere Anforderungen an die Zuverlässigkeit oder Dauerhaftigkeit spezifizieren wollen)
- Tragwerksplaner und Ausführende,
- die Bauaufsicht und öffentliche Auftraggeber.

---

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

EN 1990 darf bei Bedarf außerhalb des Geltungsbereiches der EN 1991 bis EN 1999 für:

- die Festlegung anderer Einwirkungen und Einwirkungskombinationen,
  - die Festlegung von Berechnungsmodellen für andere Baustoffe und deren Verhalten,
  - die Bestimmung von Zahlenwerten aufgrund anderer Zuverlässigkeitsanforderungen
- angewendet werden.

Die Zahlenwerte für Teilsicherheitsbeiwerte und andere Zuverlässigkeitsparameter gelten als Empfehlungen zur Erreichung eines akzeptablen Zuverlässigkeitsniveaus. Es werden dabei angemessene Fachkenntnisse und Qualitätssicherung vorausgesetzt. Daher sollten andere Technische Komitees von CEN, die EN 1990 als Grundlage verwenden, die gleichen Werte übernehmen.

## Nationaler Anhang zu EN 1990

Diese Norm enthält alternative Methoden und Werte sowie Empfehlungen für Klassen mit Hinweisen, an welchen Stellen nationale Festlegungen getroffen werden. Dazu wird die jeweilige nationale Ausgabe von EN 1990 einen Nationalen Anhang mit den national festzulegenden Parametern erhalten, mit dem die Tragwerksplanung von Hochbauten und Ingenieurbauten, die in dem Ausgabeland gebaut werden sollen, möglich ist.

AC gestrichener Text AC

AC Nationale Auswahlmöglichkeiten bestehen zu den folgenden Regelungen des Anhangs A1 der EN 1990: AC

- A1.1(1)
- A1.2.1(1)
- A1.2.2 (Tabelle A1.1)
- A1.3.1(1) (Tabellen A1.2(A) bis (C))
- A1.3.1(5)
- A1.3.2 (Tabelle A1.3)
- A1.4.2 (2)

## 1 Allgemeines

### 1.1 Anwendungsbereich

(1) EN 1990 legt Prinzipien und Anforderungen für die Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit von Tragwerken fest, beschreibt die Grundlagen der Tragwerksplanung einschließlich der Nachweise und gibt Hinweise zu den dafür anzuwendenden Zuverlässigkeitsanforderungen.

(2) EN 1990 gilt in Verbindung mit den EN 1991 bis EN 1999 für die Tragwerksplanung von Bauwerken des Hoch- und Ingenieurbaus und schließt geotechnische Aspekte, die Brandschutzbemessung, die Bemessung für Erdbeben sowie Gesichtspunkte für die Ausführung und für Tragwerke mit befristeter Standzeit ein.

ANMERKUNG Für Sonderbauwerke (z. B. Kerntechnische Anlagen, Dämme usw.) können weitere Regelungen über EN 1990 bis EN 1999 hinaus erforderlich werden.

(3) EN 1990 kann auch für die Tragwerksplanung mit Baustoffen und Einwirkungen herangezogen werden, die nicht in den EN 1991 bis EN 1999 geregelt sind.

(4) EN 1990 kann auch zur Beurteilung des Tragverhaltens bestehender Bauwerke, bei Instandsetzungs- und Umbaumaßnahmen oder bei beabsichtigten Nutzungsänderungen verwendet werden.

ANMERKUNG Dafür können zusätzliche oder ergänzende Vorkehrungen notwendig werden.

## 1.2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

ANMERKUNG Die Eurocodes wurden als Europäische Vornormen veröffentlicht. Die folgenden bereits veröffentlichten oder in Bearbeitung befindlichen Normen werden in den normativen Abschnitten zitiert.

EN 1991 Eurocode 1: *Einwirkungen auf Tragwerke*.

EN 1992 Eurocode 2: *Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken*.

EN 1993 Eurocode 3: *Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahltragwerken*.

EN 1994 Eurocode 4: *Entwurf, Berechnung und Bemessung von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton*.

EN 1995 Eurocode 5: *Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holztragwerken*.

EN 1996 Eurocode 6: *Entwurf, Berechnung und Bemessung von Tragwerken aus Mauerwerk*.

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

EN 1998 Eurocode 8: *Auslegung von Bauwerken in Erdbebengebieten*.

EN 1999 Eurocode 9: *Entwurf, Berechnung und Bemessung von Tragwerken aus Aluminium*.

## 1.3 Annahmen

(1) Die mit den Prinzipien und Anwendungsregeln verfolgten Bemessungsziele werden erreicht, wenn die Annahmen, die in der EN 1990 bis EN 1999 genannt werden, zutreffen (siehe Abschnitt 2).

(2) Die allgemeinen Annahmen für EN 1990 sind:

- Die Wahl des Tragsystems und die Tragwerksplanung werden von dafür entsprechend qualifizierten und erfahrenen Personen durchgeführt.
- Die Bauausführung erfolgt durch geschultes und erfahrenes Personal.
- **AC** gestrichener Text **AC** **AC** Sachgerechte Aufsicht und Güteüberwachung während der Bemessung und der Bauausführung, d.h. in Fabriken, Fertigungsanlagen und auf der Baustelle, sind sichergestellt; **AC**
- Die Verwendung von Baustoffen und Erzeugnissen erfolgt entsprechend den Angaben in EN 1990 oder EN 1991 bis EN 1999 oder den maßgebenden Ausführungsnormen, Werkstoff- oder Produktnormen.
- Das Tragwerk wird sachgemäß instand gehalten.

— Das Tragwerk wird entsprechend den Planungsannahmen genutzt.

ANMERKUNG Für besondere Bauvorhaben können darüber hinausgehende Annahmen getroffen werden.

## 1.4 Unterscheidung nach Prinzipien und Anwendungsregeln

(1) Abhängig vom Charakter der einzelnen Absätze wird in EN 1990 nach Prinzipien und Anwendungsregeln unterschieden.

(2) Die Prinzipien enthalten:

- Allgemeine Festlegungen und Festlegungen von Begriffen, die grundsätzlich gelten;
- Anforderungen und Rechenmodelle, die grundsätzlich gültig sind, soweit auf die Möglichkeit von Alternativen nicht ausdrücklich hingewiesen wird.

(3) Die Prinzipien werden durch den Buchstaben P nach der Absatznummer gekennzeichnet.

(4) Die Anwendungsregeln sind allgemein anerkannte Regeln, die den Prinzipien folgen und deren Anforderungen erfüllen.

(5) Abweichende Anwendungsregeln sind zulässig, wenn vom Aufsteller nachgewiesen werden kann, dass sie mit den maßgebenden Prinzipien übereinstimmen und im Hinblick auf die Bemessungsergebnisse bezüglich der Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit, die bei Anwendung der Eurocodes erwartet werden, mindestens gleichwertig sind.

ANMERKUNG Wird bei dem Entwurf eines Tragwerks eine abweichende Anwendungsregel verwendet, kann der Anspruch der vollständigen Übereinstimmung des Tragwerks mit EN 1990 nicht erhoben werden, wenn die abweichende Anwendungsregel der Prinzipien in EN 1990 entspricht. Wird EN 1990 hinsichtlich der Eigenschaft in Anhang Z einer Produktnorm oder einer ETA-Richtlinie verwendet, so kann die Anwendung einer abweichenden Anwendungsregel die Erteilung des CE-Zeichens ausschließen.

(6) In EN 1990 werden Anwendungsregeln durch Absatznummern in Klammern, z. B. wie für diesen Abschnitt, gekennzeichnet.

## 1.5 Begriffe

ANMERKUNG Für die Zwecke dieser Norm wurden die Begriffe aus ISO 2394, ISO 3898, ISO 8930, ISO 8402 abgeleitet.

### 1.5.1 Einheitliche Begriffe in EN 1990 bis EN 1999

#### 1.5.1.1

##### **Bauwerk**

alles, was baulich erstellt wird oder von Bauarbeiten herrührt

ANMERKUNG Definition nach ISO 6707-1. Dieser Begriff beinhaltet sowohl Gebäude als auch Ingenieurbauwerke. Er bezieht sich auf das vollständige Bauwerk, das sowohl tragende und nicht tragende Bauteile, auch für die Gründung, enthält.

#### 1.5.1.2

##### **Art des Bauwerks**

Art des Bauwerks, die vorgesehene Nutzung angibt, z. B. Wohnhaus, Stützwand, Industriegebäude, Straßenbrücke

#### **1.5.1.3**

##### **Bauart**

gibt die hauptsächlich verwendeten tragenden Baustoffe an, z. B. Stahlbetonbau, Stahlbau, Holzbau, Mauerwerkbau, Verbundbau

#### **1.5.1.4**

##### **Bauverfahren**

Art und Weise, in der das Bauwerk ausgeführt wird, z. B. Ortbetonbau, Fertigteilbau, Freivorbaug

#### **1.5.1.5**

##### **Baustoff**

Material, das für Bauwerke verwendet wird, z. B. Beton, Stahl, Holz, Mauerwerk

#### **1.5.1.6**

##### **Tragwerk**

planmäßige Anordnung miteinander verbundener Bauteile, die so entworfen sind, dass sie ein bestimmtes Maß an Tragfähigkeit und Steifigkeit aufweisen

#### **1.5.1.7**

##### **Bauteil**

physisch unterscheidbarer Teil des Tragwerks, z. B. eine Stütze, ein Träger, eine Deckenplatte, ein Gründungspfahl

#### **1.5.1.8**

##### **Art des Tragwerks**

bezeichnet die Anordnung tragender Bauteile

ANMERKUNG Tragwerksarten sind z. B. Rahmen, Hängebrücken.

#### **1.5.1.9**

##### **Tragsystem**

tragende Teile eines Bauwerks und die Art und Weise, in der diese Teile zusammenwirken

#### **1.5.1.10**

##### **Tragwerksmodell**

Idealisierung des Tragsystems zum Zwecke der Berechnung und Bemessung

#### **1.5.1.11**

##### **Bauausführung**

alle Tätigkeiten für die physische Erstellung eines Gebäudes oder Ingenieurbauwerks einschließlich der Beschaffung von Baustoffen, Überwachung und der Erstellung der Herstellungsunterlagen

ANMERKUNG Der Begriff beinhaltet die Arbeiten auf der Baustelle; es kann auch die Herstellung von Bauteilen außerhalb der Baustelle sowie ihren anschließenden Einbau auf der Baustelle bezeichnen.

### **1.5.2 Besondere Begriffe im Zusammenhang mit der Tragwerksplanung**

#### **1.5.2.1**

##### **Bemessungskriterien**

quantitative Aussagen, welche die für jeden Grenzzustand zu erfüllenden Bedingungen beschreiben

#### **1.5.2.2**

##### **Bemessungssituationen**

eine Reihe von physikalischen Bedingungen, ersatzweise für die wirklichen Bedingungen innerhalb eines bestimmten Zeitabschnitts angenommen werden kann, für die die Tragwerksplanung nachweist, dass maßgebende Grenzzustände nicht überschritten werden

#### 1.5.2.3

##### **vorübergehende Bemessungssituation**

eine Bemessungssituation, die während eines wesentlich kürzeren Zeitraums als der geplanten Nutzungsdauer des Tragwerks maßgebend ist und die eine hohe Auftretenswahrscheinlichkeit hat

ANMERKUNG Eine vorübergehende Bemessungssituation bezieht sich auf vorübergehende Bedingungen des Tragwerks, der Nutzung oder Einwirkung, z. B. während der Bauzeit oder während Instandsetzungsmaßnahmen.

#### 1.5.2.4

##### **ständige Bemessungssituation**

eine Bemessungssituation, die innerhalb eines Zeitraumes von gleicher Größenordnung wie die geplante Nutzungsdauer des Tragwerks maßgebend ist.

ANMERKUNG Im Allgemeinen bezieht sie sich auf die üblichen Nutzungsbedingungen.

#### 1.5.2.5

##### **außergewöhnliche Bemessungssituation**

eine Bemessungssituation, die außergewöhnliche Bedingungen für das Tragwerk einbezieht; z. B. Brand, Explosion, Anprall oder örtliches Versagen

#### 1.5.2.6

##### **baulicher Brandschutz**

Tragwerksplanung unter Berücksichtigung der Brandschutzanforderungen

#### 1.5.2.7

##### **Bemessungssituation mit Erdbeben**

eine Bemessungssituation die für das Tragwerk unter der Bedingung, von Erdbebeneinwirkung gilt

#### 1.5.2.8

##### **geplante Nutzungsdauer**

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

#### 1.5.2.9

##### **Gefährdung**

im Zusammenhang mit EN 1990 bis EN 1999 ein außergewöhnliches und schwer wiegendes Ereignis, z. B. eine ungewöhnliche Einwirkung oder ein Umwelteinfluss, ungenügende Festigkeit oder Tragwiderstand oder übermäßige Abweichung von den vorgesehenen Abmessungen.

#### 1.5.2.10

##### **Lastanordnung**

Festlegung der Lage, Größe und Richtung einer freien Einwirkung

#### 1.5.2.11

##### **Lastfall**

untereinander verträgliche Lastanordnungen, Verformungen und Imperfektionen mit vorgegebenen veränderlichen und ständigen Einwirkungen, die für einen bestimmten Nachweis gleichzeitig zu berücksichtigen sind

#### 1.5.2.12

##### **Grenzzustände**

Zustände, bei deren Überschreitung das Tragwerk die Entwurfsanforderungen nicht mehr erfüllt

#### 1.5.2.13

##### **Grenzzustände der Tragfähigkeit**

Zustände, die im Zusammenhang mit Einsturz oder anderen Formen des Tragwerksversagens stehen

ANMERKUNG Sie entsprechen im Allgemeinen dem größten Tragwiderstand des Tragwerks oder des tragenden Bauteils.

#### 1.5.2.14

##### **Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit**

Zustände, bei deren Überschreitung die festgelegten Bedingungen für die Gebrauchstauglichkeit eines Tragwerks oder eines Bauteils nicht mehr erfüllt sind

#### 1.5.2.14.1

##### **nicht umkehrbare Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit**

Grenzzustände, die dauernd überschritten bleiben, nachdem die für die Überschreitung maßgeblichen Einwirkungen entfernt werden

#### 1.5.2.14.2

##### **umkehrbare Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit**

Grenzzustände, die nicht überschritten bleiben, wenn die für die Überschreitung maßgeblichen Einwirkungen zurückgenommen wird

#### 1.5.2.14.3

##### **Gebrauchstauglichkeitskriterium**

Entwurfskriterium für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

#### 1.5.2.15

##### **Tragfähigkeit**

mechanische Eigenschaft eines Bauteils oder eines Bauteilquerschnitts im Hinblick auf Versagensformen, z. B. Biegewiderstand, Knickwiderstand, Zugwiderstand

#### 1.5.2.16

##### **Festigkeit**

mechanische Baustoffeigenschaft, üblicherweise in Spannungseinheiten ausgedrückt

#### 1.5.2.17

##### **Zuverlässigkeit**

Fähigkeit eines Tragwerks oder Bauteils die festgelegten Anforderungen innerhalb der geplanten Nutzungszeit zu erfüllen. Die Zuverlässigkeit wird i. d. R. mit probabilistischen Größen ausgedrückt

ANMERKUNG Zuverlässigkeit gilt für Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit eines Tragwerks.

#### 1.5.2.18

##### **Differenzierung der Zuverlässigkeit**

Maßnahmen zur volkswirtschaftlichen Optimierung der im Bauwesen eingesetzten Mittel unter Berücksichtigung der Schadensfolgen und Baukosten

#### 1.5.2.19

##### **Basisvariable**

variable, die eine physikalische Größe bezeichnet, mit der eine Einwirkung oder ein Umwelteinfluss, eine Baustoff- oder Bauteileigenschaft einschließlich der Eigenschaft des Baugrundes oder eine geometrische Abmessung charakterisiert wird

#### 1.5.2.20

##### **Instandhaltung**

Gesamtheit der Maßnahmen, die während der geplanten Nutzungsdauer des Tragwerks durchgeführt werden, um dessen Funktionsfähigkeit zu erhalten

ANMERKUNG Maßnahmen zur Wiederinstandsetzung eines Tragwerks nach außergewöhnlichen Einwirkungen oder Erdbeben gehören nicht zur Instandhaltung.

#### 1.5.2.21

##### **Instandsetzung**

Maßnahmen zur Erhaltung oder Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit des Tragwerks, die über Maßnahmen der Bauwerksunterhaltung

### 1.5.2.22

#### **Nennwert**

ein Wert, der nicht auf statistischer Grundlage ausgewiesen ist, sondern z. B. aufgrund von Erfahrungen oder physikalischen Bedingungen

### 1.5.3 Begriffe im Zusammenhang mit Einwirkungen

#### 1.5.3.1

##### **Einwirkung**

$F$

- a) eine Gruppe von Kräften (Lasten), die auf ein Tragwerk wirken (direkte Einwirkung).
- b) eine Gruppe von aufgezwungenen Verformungen oder Beschleunigung, die z. B. durch Temperaturänderungen, Feuchtigkeitsänderung, ungleiche Setzung oder Erdbeben hervorgerufen werden (indirekte Einwirkung).

#### 1.5.3.2

##### **Auswirkung von Einwirkungen**

$E$

Beanspruchungen von Bauteilen (z. B. Schnittkräfte, Momente, Spannungen, Dehnungen) oder Reaktionen des Gesamttragwerks (z. B. Durchbiegungen, Verdrehungen) die durch Einwirkungen hervorgerufen werden

#### 1.5.3.3

##### **ständige Einwirkung**

$G$

eine Einwirkung, von der vorausgesetzt wird, dass sie während der gesamten Nutzungsdauer wirkt und deren zeitliche Größenänderung gegenüber dem Mittelwert vernachlässigbar ist oder bei der die Änderung bis zum Erreichen eines bestimmten Grenzwertes immer in der gleichen Richtung (gleichmäßig) stattfindet.

#### 1.5.3.4

##### **veränderliche Einwirkung**

$Q$

eine Einwirkung, deren zeitliche Größenänderung nicht vernachlässigbar ist oder für die die Änderung nicht immer in der gleichen Richtung stattfindet

#### 1.5.3.5

##### **außergewöhnliche Einwirkung**

$A$

eine Einwirkung, die i. d. R. von kurzer Dauer, aber von bedeutender Größenordnung ist, und die während der geplanten Nutzungsdauer des Tragwerks, jedoch mit keiner nennenswerten Wahrscheinlichkeit auftreten kann

ANMERKUNG 1 Von einer außergewöhnlichen Einwirkung können erhebliche Folgen ausgehen, wenn keine besonderen Maßnahmen ergriffen werden.

ANMERKUNG 2 Anprall, Schnee, Wind und Erdbeben können als veränderliche oder außergewöhnliche Einwirkungen behandelt werden, je nach statistischem Auftreten.

#### 1.5.3.6

##### **Erdbebeneinwirkung**

$A_E$

Einwirkung, die infolge von Bewegungen des Baugrundes während eines Erdbebens auftritt

#### 1.5.3.7

##### **geotechnische Einwirkung**

Einwirkung, die vom Boden, durch Bodenverfüllung oder Grundwasser auf das Bauwerk übertragen wird

#### 1.5.3.8

##### **ortsfeste Einwirkung**

Einwirkung mit festgelegter Verteilung über das Tragwerk oder Bauteil, so dass Größe und Richtung der gesamten Einwirkung eindeutig durch die Festlegung der Größe und Richtung an einen Punkt bestimmt sind

#### 1.5.3.9

##### **freie Einwirkung**

Einwirkung, die eine unterschiedliche räumliche Verteilungen über das Tragwerk haben kann

#### 1.5.3.10

##### **Einzeleinwirkung**

Einwirkung, von der angenommen werden kann, dass sie zeitlich und räumlich von jeder anderen Einwirkung unabhängig ist

#### 1.5.3.11

##### **statische Einwirkung**

Einwirkung, die keine bemerkenswerte Beschleunigung des Tragwerks oder der Bauteile erzeugt

#### 1.5.3.12

##### **dynamische Einwirkung**

Einwirkung, die bemerkenswerte Beschleunigungen des Tragwerks oder der Bauteile erzeugt

#### 1.5.3.13

##### **quasi-statische Einwirkung**

dynamische Einwirkung, die durch eine äquivalente statische Ersatzeinwirkung bei der Berechnung beschrieben wird

#### 1.5.3.14

##### **charakteristischer Wert einer Einwirkung**

$F_k$

wichtigster repräsentativer Wert einer Einwirkung

ANMERKUNG Sofern der charakteristische Wert auf statistischer Grundlage festgelegt werden kann, wird er mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit gewählt, mit der er während des „Bezugszeitraumes“ nicht überschritten wird, wobei die geplante Nutzungsdauer des Tragwerks und die Dauer der Bemessungssituation berücksichtigt werden.

#### 1.5.3.15

##### **Bezugszeitraum**

gewählter Zeitraum für die statistische Beurteilung veränderlicher Einwirkungen und, wo möglich, auch außer-gewöhnlicher Einwirkungen

#### 1.5.3.16

##### **Kombinationswert einer veränderlichen Einwirkung**

$\psi_0 Q_k$

Wert der Einwirkung, der – sofern statistisch festlegbar – so gewählt wird, dass die Auswirkung der Kombination von Einwirkungen etwa der gleichen Auftretenswahrscheinlichkeit wie die Auswirkung des charakteristischen Wertes einer Einzeleinwirkung entspricht. Der Kombinationswert kann mittels des Beiwerts  $\psi_0 \leq 1$  als Teil des charakteristischen Wertes angegeben werden.

#### 1.5.3.17

##### **häufiger Wert einer veränderlichen Einwirkung ( $\psi_1 Q_k$ )**

Wert der Einwirkung, der – sofern statistisch festlegbar – so gewählt wird, dass entweder der Überschreitzungszeitraum nur ein Teil des Bezugszeitraums ist oder die Überschreitungshäufigkeit innerhalb des Bezugszeitraumes auf einen bestimmten Wert beschränkt ist. Der häufige Wert kann mittels des Beiwertes  $\psi_1 \leq 1$  als Teil des charakteristischen Wertes angegeben werden.

**AC** ANMERKUNG Zum häufigen Wert von Verkehrseinwirkungen mit mehreren Komponenten siehe die Lastgruppen in EN 1991-2. **AC**

### 1.5.3.18

#### quasi-ständiger Wert einer veränderlichen Einwirkung

$\psi_2 Q_k$

Wert der Einwirkung, der so gewählt wird, dass der Zeitraum, in dem er überschritten wird, einen wesentlichen Teil des Bezugszeitraums ausmacht. Der quasi-ständige Wert kann mittels des Beiwerts  $\psi_2 \leq 1$  als Teil des charakteristischen Wertes angegeben werden.

### 1.5.3.19

#### Begleitwert einer veränderlichen Einwirkung

$\psi Q_k$

Wert einer veränderlichen Einwirkung, die die Leiteinwirkung in einer Einwirkungskombination begleitet

ANMERKUNG Der Begleitwert einer veränderlichen Einwirkung kann der Kombinationswert, der häufige Wert oder der quasi-ständige Wert sein.

### 1.5.3.20

#### Repräsentativer Wert einer Einwirkung

$F_{rep}$

Wert, der für den Nachweis eines Grenzzustandes verwendet wird. Der repräsentative Wert kann der charakteristische Wert ( $F_k$ ) oder ein Begleitwert ( $\psi F_k$ ) sein

### 1.5.3.21

#### Bemessungswert einer Einwirkung

$F_d$

Wert einer Einwirkung, der durch Multiplikation des repräsentativen Wertes mit dem Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_F$  ermittelt wird

ANMERKUNG Auch das Produkt aus dem repräsentativen Wert und dem Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_F$  ( $\gamma_F = \gamma_{sd} \times \gamma_f$ ) kann als Bemessungswert bezeichnet werden (siehe 6.3.2).

### 1.5.3.22

#### Kombination von Einwirkungen

Gesamtheit der Bemessungswerte für den Nachweis der Tragwerkszuverlässigkeit für einen Grenzzustand unter Berücksichtigung der Gleichzeitigkeit ihres Auftretens

## 1.5.4 Begriffe im Zusammenhang mit den Eigenschaften von Baustoffen, Bauprodukten und Bauteilen

### 1.5.4.1

#### charakteristischer Wert einer Baustoff- oder Produkteigenschaft $X_k$ oder einer Bauteileigenschaft $R_k$

Wert einer Baustoff-, Produkt- oder Bauteileigenschaft mit bestimmter Auftretenswahrscheinlichkeit bei unbegrenzter Probenzahl. Dieser Wert entspricht i. d. R. einer bestimmten Fraktile der statistischen Verteilung, in einigen Fällen werden Nennwerte verwendet.

### 1.5.4.2

#### Bemessungswert einer Baustoff- oder Produkteigenschaft $X_d$ oder einer Bauteileigenschaft $R_d$

Wert, der aus dem charakteristischen Wert der Baustoff- oder Produkteigenschaft  $X_k$  oder einer Bauteileigenschaft  $R_k$  durch Teilen mit dem Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_m$  oder  $\gamma_M$  gebildet wird, oder deren besonderen Fällen auch direkt bestimmt wird

### 1.5.4.3

#### Nennwert einer Baustoff- oder Produkteigenschaft $X_n$ oder einer Bauteileigenschaft $R_n$

ein üblicherweise als charakteristischer Wert benutzter Wert, der einem geeigneten Dokument z. B. einer Europäischen Norm oder Vornorm entnommen wird

## 1.5.5 Begriffe im Zusammenhang mit geometrischen Größen

### 1.5.5.1

#### **charakteristischer Wert einer geometrischen Eigenschaft $a_k$**

Der Wert entspricht üblicherweise den bei der Planung festgelegten Nennmaßen. Wo notwendig, entsprechen die geometrischen Größen festgelegten Fraktilen einer statistischen Verteilung.

### 1.5.5.2

#### **Bemessungswert einer geometrischen Größe $a_d$**

Im Allgemeinen der Nennwert. Wo notwendig, entsprechen die geometrischen Werte festgelegten Fraktilen der statistischen Verteilung.

ANMERKUNG Im Allgemeinen entspricht der Bemessungswert einer geometrischen Eigenschaft dem charakteristischen Wert. Abweichungen treten auf, wenn der Grenzzustand sehr empfindlich auf die Größe der geometrischen Eigenschaft reagiert, z. B. beim Einfluss von geometrischen Imperfektionen auf das Knicken. In diesen Fällen wird der Bemessungswert direkt in den Bemessungsnormen EN 1992 bis EN 1999 angegeben. Im Bedarfsfall kann der Bemessungswert auch aus statistischen Auswertungen mit einer Fraktile bestimmt werden, die über die Fraktile des charakteristischen Wertes hinausgeht.

## 1.5.6 Begriffe im Zusammenhang mit der statischen Berechnung

ANMERKUNG Die in diesem Absatz enthaltenen Definitionen beziehen sich nicht immer auf Begriffe, die in EN 1990 verwendet werden. Sie werden aber hier aufgeführt, um eine Vereinheitlichung der sich auf die Tragwerksberechnung beziehenden Begriffe für EN 1991 bis EN 1999 sicherzustellen.

### 1.5.6.1

#### **statische Berechnung**

Methode oder Rechenverfahren zur Ermittlung der Schnittgrößen in jedem Punkt eines Tragwerks

ANMERKUNG Eine statische Berechnung kann in drei Stufen mit verschiedenen Verfahren durchgeführt werden: Berechnung des gesamten Tragwerks, Berechnung eines Bauteils, örtliche Untersuchung.

### 1.5.6.2

#### **Berechnung des gesamten Tragwerks**

Ermittlung von miteinander abgestimmten Schnittgrößen (Kräfte, Momenten oder Spannungen), die im Gleichgewicht mit den Einwirkungen des Tragwerks stehen und die konstruktive Ausbildung sowie die Werkstoffeigenschaften berücksichtigen

### 1.5.6.3

#### **linear elastische Berechnung nach Theorie 1. Ordnung ohne Schnittgrößenumlagerung**

Berechnung auf der Grundlage eines linearen Baustoffgesetzes (Spannungen-Dehnungen oder Momenten-Krümmungen) und der Geometrie des unverformten Tragwerks

### 1.5.6.4

#### **linear elastische Berechnung nach Theorie 1. Ordnung mit Schnittgrößenumlagerung**

Die Schnittgrößen aus einer linear elastischen Berechnung nach Theorie 1. Ordnung werden für die Bemessung unter Beibehaltung des Gleichgewichts mit den äußeren Lasten umgelagert, ohne in genaueren Rechnungen auf das Rotationsvermögen einzugehen.

### 1.5.6.5

#### **linear elastische Berechnung nach Theorie 2. Ordnung**

linear elastische Berechnung auf der Grundlage eines linearen Baustoffgesetzes und der Geometrie des verformten Tragwerks

### 1.5.6.6

#### **nichtlineare Berechnung nach Theorie 1. Ordnung**

Berechnung anhand der Geometrie des unverformten Tragwerks unter Berücksichtigung der Nichtlinearität des Baustoffverhaltens

ANMERKUNG Die nichtlineare Berechnung nach Theorie 1. Ordnung kann elastisch mit geeigneten Steifigkeitsannahmen, elastisch-ideal plastisch (siehe 1.5.6.8 und 1.5.6.9), elastisch-plastisch (siehe 1.5.6.10) oder starr-plastisch (siehe 1.5.6.11) durchgeführt werden.

#### 1.5.6.7

##### **nichtlineare Berechnung nach Theorie 2. Ordnung**

Berechnung anhand der Geometrie des verformten Tragwerks unter Berücksichtigung der Nichtlinearität der Baustoffe

ANMERKUNG Die nichtlineare Berechnung nach Theorie 2. Ordnung kann elastisch-ideal plastisch oder elastisch-plastisch sein.

#### 1.5.6.8

##### **elastisch-ideal plastische Berechnung nach Theorie 1. Ordnung**

Berechnung auf der Grundlage der Geometrie des unverformten Tragwerks und eines Baustoffgesetzes mit einem linear elastischen Teil und einem anschließenden ideal plastischen Teil ohne Wiederverfestigung

#### 1.5.6.9

##### **elastisch – ideal plastische Berechnung nach Theorie 2. Ordnung**

Berechnung auf der Grundlage eines Baustoffgesetzes mit einem linear elastischen Teil und einem anschließenden ideal plastischen Teil ohne Wiederverfestigung und der Geometrie des verformten Tragwerks

#### 1.5.6.10

##### **elastisch-plastische Berechnung** *gestrichener Text*

Berechnung auf der Grundlage einer Spannungs-Dehnungs- oder Momenten-Krümmungsbeziehung mit linear elastischem Teil und einem anschließenden plastischen Teil mit oder ohne Wiederverfestigung

ANMERKUNG In der Regel werden die Berechnungen mit Theorie 1. Ordnung durchgeführt, seltener mit Theorie 2. Ordnung.

#### 1.5.6.11

##### **starr-plastische Berechnung**

Berechnung auf der Grundlage der Geometrie des unverformten Tragwerks, bei der die Grenztragsfähigkeit direkt anhand eines Versagensansatzes bestimmt wird

ANMERKUNG Als Baustoffgesetz wird ein ideal plastisches Momenten-Rotationsgesetz ohne elastische Anteile und Verfestigungsanteile zugrunde gelegt.

## 1.6 Symbole und Formelzeichen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Symbole.

ANMERKUNG Die verwendeten Symbole und Formelzeichen beruhen auf der ISO 3898:1987.

### *Lateinische Großbuchstaben*

|          |                                                                             |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|
| $A$      | Außergewöhnliche Einwirkung                                                 |
| $A_d$    | Bemessungswert einer außergewöhnlichen Einwirkung                           |
| $A_{Ed}$ | Bemessungswert einer Einwirkung infolge Erdbeben $A_{Ed} = \gamma_1 A_{Ek}$ |
| $A_{Ek}$ | Charakteristischer Wert einer Einwirkung infolge Erdbeben                   |
| $C_d$    | Nennwert oder Funktion bestimmter Bemessungs-Material-Eigenschaften         |
| $E$      | Auswirkung der Einwirkungen                                                 |
| $E_d$    | Bemessungswert einer Auswirkung                                             |

|                         |                                                                                                        |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $E_{d,dst}$             | Bemessungswert der destabilisierenden Auswirkung der Einwirkungen                                      |
| $E_{d,stb}$             | Bemessungswert der stabilisierenden Auswirkung der Einwirkungen                                        |
| $F$                     | Einwirkung                                                                                             |
| $F_d$                   | Bemessungswert einer Einwirkung                                                                        |
| $F_k$                   | Charakteristischer Wert einer Einwirkung                                                               |
| $F_{rep}$               | Repräsentativer Wert einer Einwirkung                                                                  |
| $G$                     | Ständige Einwirkung                                                                                    |
| $G_d$                   | Bemessungswert einer ständigen Einwirkung                                                              |
| $G_{d,inf}$             | Unterer Bemessungswert einer ständigen Einwirkung                                                      |
| $G_{d,sup}$             | Oberer Bemessungswert einer ständigen Einwirkung                                                       |
| $G_k$                   | Charakteristischer Wert einer ständigen Einwirkung                                                     |
| $G_{kj}$                | Charakteristischer Wert einer ständigen Einwirkung $j$                                                 |
| $G_{kj,sup}/G_{kj,inf}$ | Oberer/Unterer charakteristischer Wert einer ständigen Einwirkung                                      |
| $P$                     | Maßgebender repräsentativer Wert einer Vorspannung (siehe EN 1992 bis EN 1996 und EN 1998 bis EN 1999) |
| $P_d$                   | Bemessungswert einer Vorspannkraft                                                                     |
| $P_k$                   | Charakteristischer Wert einer Vorspannkraft                                                            |
| $P_m$                   | Mittelwert der Vorspannung                                                                             |
| $Q$                     | Veränderliche Einwirkung                                                                               |
| $Q_d$                   | Bemessungswert einer veränderlichen Einwirkung                                                         |
| $Q_k$                   | Charakteristischer Wert einer einzelnen veränderlichen Einwirkung                                      |
| $Q_{k1}$                | Charakteristischer Wert einer maßgebenden veränderlichen Einwirkung 1 (Leiteinwirkung)                 |
| $Q_{ki}$                | Charakteristischer Wert einer nicht maßgebenden veränderlichen Einwirkung $i$ (Begleiteinwirkung)      |
| $R$                     | Widerstand                                                                                             |
| $R_d$                   | Bemessungswert eines Widerstandes                                                                      |
| $R_k$                   | Charakteristischer Wert eines Widerstandes                                                             |
| $X$                     | Baustoffeigenschaft oder Produkteigenschaft                                                            |
| $X_d$                   | Bemessungswert der Baustoffeigenschaft oder Produkteigenschaft                                         |
| $X_k$                   | Charakteristischer Wert der Baustoffeigenschaft oder Produkteigenschaft                                |

### *Lateinische Kleinbuchstaben*

|           |                                                      |
|-----------|------------------------------------------------------|
| $a_d$     | Bemessungswert einer geometrischen Größe             |
| $a_k$     | Charakteristischer Wert einer geometrischen Größe    |
| $a_{nom}$ | Nennwert einer geometrischen Größe                   |
| $u$       | Horizontalverschiebung eines Tragwerks oder Bauteils |
| $w$       | Durchbiegung eines Bauteils                          |

### *Griechische Großbuchstaben*

|            |                                                                                                                                  |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\Delta a$ | Änderung einer geometrischen Nenngroße für bestimmte Bemessungszwecke, z. B. die Abschätzung von Auswirkungen von Imperfektionen |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### *Griechische Kleinbuchstaben*

|                                   |                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\gamma$                          | Teilsicherheitsbeiwert                                                                                                                                                     |
| $\gamma_f$                        | Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen, der die Möglichkeit einer ungünstigen Abweichung der Einwirkungen gegenüber den repräsentativen Werten berücksichtigt             |
| $\gamma_{ff}$                     | Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen unter Berücksichtigung von Modellunsicherheiten und Größenabweichungen                                                             |
| $\gamma_g$                        | Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen, der die Möglichkeit einer ungünstigen Abweichung der Einwirkungen gegenüber den repräsentativen Werten berücksichtigt    |
| $\gamma_G$                        | Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen unter Berücksichtigung von Modellunsicherheiten und Größenabweichungen                                                    |
| $\gamma_{G,j}$                    | Teilsicherheitsbeiwert für die ständige Einwirkung $G_j$                                                                                                                   |
| $\gamma_{Gj,sup}/\gamma_{Gj,inf}$ | Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen $j$ für die Berechnung mit oberen/unteren Bemessungswerten                                                                |
| $\gamma_I$                        | Wichtungsfaktor (siehe EN 1998)                                                                                                                                            |
| $\gamma_m$                        | Teilsicherheitsbeiwert für eine Baustoffeigenschaft                                                                                                                        |
| $\gamma_M$                        | Teilsicherheitsbeiwert für eine Bauteileigenschaft unter Berücksichtigung von Modellunsicherheiten und Größenabweichungen                                                  |
| $\gamma_p$                        | Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen aus Vorspannen (siehe EN 1992 bis EN 1996 und EN 1998 bis EN 1999)                                                                 |
| $\gamma_q$                        | Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkungen, der die Möglichkeit einer ungünstigen Abweichung der Einwirkung gegenüber den repräsentativen Werten berücksichtigt |
| $\gamma_Q$                        | Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkungen unter Berücksichtigung von Modellunsicherheiten und Größenabweichungen                                               |
| $\gamma_{Qi}$                     | Teilsicherheitsbeiwert für eine veränderliche Einwirkung $Q_i$                                                                                                             |
| $\gamma_{Rd}$                     | Teilsicherheitsbeiwert zur Berücksichtigung der Modellunsicherheiten des Widerstandsmodells                                                                                |

|                      |                                                                                                                               |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\gamma_{\text{sd}}$ | Teilsicherheitsbeiwert zur Berücksichtigung der Modellunsicherheiten der Idealisierung der Einwirkungen und/oder Auswirkungen |
| $\eta$               | Umrechnungsfaktor                                                                                                             |
| $\xi$                | Abminderungsfaktor                                                                                                            |
| $\psi_0$             | Kombinationswerte einer veränderlichen Einwirkungen                                                                           |
| $\psi_1$             | Beiwert für häufige Werte der veränderlichen Einwirkungen                                                                     |
| $\psi_2$             | Beiwert für quasi-ständige Werte der veränderlichen Einwirkungen                                                              |

## 2 Anforderungen

### 2.1 Grundlegende Anforderungen

(1)P Ein Tragwerk ist so zu planen und auszuführen, dass es während der Errichtung und in der vorgesehenen Nutzungszeit mit angemessener Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit

- den möglichen Einwirkungen und Einflüssen standhält und
- **A1** *gestrichener Text* **A1** **A1** die geforderten Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit eines Bauwerks oder eines Bauteils erfüllt.

ANMERKUNG Siehe auch 1.3, 2.1(7) und 2.4(1)P. **A1**

(2)P Bei der Planung und der Berechnung des Tragwerks sind

- ausreichende Tragfähigkeit,
- Gebrauchstauglichkeit und
- Dauerhaftigkeit

zu beachten.

(3)P Im Brandfall muss für die geforderte Feuerwiderstandsdauer eine ausreichende Tragsicherheit vorhanden sein.

ANMERKUNG Siehe dazu EN 1991-1-2.

(4)P Ein Tragwerk ist so auszubilden und auszuführen, dass durch Ereignisse wie

- Explosionen,
- Anprall oder
- menschliches Versagen

keine Schadensfolgen entstehen, die in keinem Verhältnis zur Schadensursache stehen.

ANMERKUNG 1 Die vorgenannten Ereignisse und Gefährdungen sind für jedes Projekt mit dem Bauherrn und der zuständigen Behörde festzulegen.

ANMERKUNG 2 Weitere Informationen enthält EN 1991-1-7.

(5)P Die mögliche Schädigung ist durch die angemessene Wahl einer oder mehrerer der folgenden Maßnahmen zu begrenzen oder zu vermeiden:

- Verhinderung, Ausschaltung oder Minderung der Gefährdungen, denen das Tragwerk ausgesetzt sein kann ;
- Wahl der Art des Tragsystems so, dass die Anfälligkeit gegen die hier betrachteten Gefährdungen gering bleibt;
- Wahl der Art des Tragsystems und seiner baulichen Durchbildung derart, dass mit dem schädigungsbedingten Ausfall eines einzelnen Bauteils oder eines begrenzten Teils des Tragwerks oder mit sonstigen in Kauf genommenen lokalen Schäden kein Totalversagen des Gesamttragwerks auftritt ;
- wenn möglich, Vermeidung von Tragsystemen, die ohne Vorankündigung total versagen können ;
- Kopplung von Tragelementen.

(6) Die grundlegenden Anforderungen sind durch

- die Wahl geeigneter Baustoffe,
- durch zweckmäßigen Entwurf und Bemessung und geeignete bauliche Durchbildung sowie
- durch die Festlegung von Überwachungsverfahren für den Entwurf, die Herstellung, Ausführung und Nutzung entsprechend den Besonderheiten des Projektes zu erfüllen.

(7) Die Festlegungen in Abschnitt 2 setzen voraus, dass der Entwurf und die Berechnung nach dem anerkannten Stand der Technik mit der für das Projekt erforderlichen Befähigung und Sorgfalt durchgeführt werden.

## 2.2 Behandlung der Zuverlässigkeit

(1)P Für in den Anwendungsbereich von EN 1990 fallende Tragwerke ist die erforderliche Zuverlässigkeit dadurch sicherzustellen, dass

- a) der Entwurf und die Bemessung nach EN 1990 bis EN 1999 erfolgen und
- b) geeignete
  - Ausführungs- und
  - Qualitätsmanagementmaßnahmen

angewendet werden.

ANMERKUNG Siehe 2.2(5) und Anhang B.

(2) Differenzierte Zuverlässigkeitsniveaus können z. B.

- für die Tragfähigkeit oder
- die Gebrauchstauglichkeit

zur Anwendung kommen.

(3) Bei der Wahl differenzierter Zuverlässigkeitsniveaus für ein bestimmtes Tragwerk sind z. B. folgende Gesichtspunkte zu beachten:

- Mögliche Ursachen und Formen des Versagens;
- Mögliche Versagensfolgen in Hinblick auf Leben und Unversehrtheit von Personen und auf wirtschaftliche Verluste;
- Öffentliche Einstellung zu dem Versagen;
- Kosten und Aufwendungen, um das Versagensrisiko zu vermindern.

(4) Bei der Festlegung eines Zuverlässigkeitsniveaus für ein bestimmtes Tragwerk darf

- die einheitliche Einstufung des Tragwerks als Ganzes oder
- die eine unterschiedliche Einstufung der Bauteile des Tragwerks vorgenommen werden.

ANMERKUNG Siehe Anhang B.

(5) Das geforderte Zuverlässigkeitsniveau für die Tragsicherheit oder Gebrauchstauglichkeit darf durch folgende Maßnahmen erreicht werden:

- a) Präventivmaßnahmen oder Schutzmaßnahmen (z. B. Einbau von Anprallsicherungen, aktive oder passive Brandschutzmaßnahmen, Korrosionsschutzmaßnahmen wie Beschichtungen, Überzüge, kathodischen Schutz usw.);
- b) Geeignete Maßnahmen bei der Berechnung:
  - Zahlenwerte für repräsentative Werte der Einwirkungen,
  - Wahl der Teilsicherheitsbeiwert bei der Bemessung;
- c) Vorkehrungen für das Qualitätsmanagement;
- d) Maßnahmen zur Fehlerreduzierung beim Entwurf, der Berechnung und der Ausführung von Tragwerken sowie zur Verhütung grober Fehler;
- e) Weitere Maßnahmen bei der Tragwerksplanung, die auf folgende Gesichtspunkte eingehen:
  - Grundlegende Anforderungen;
  - Robustheit (Schadenstoleranz);
  - Dauerhaftigkeit in Verbindung mit der Wahl einer geeigneten Nutzungsdauer;
  - Art und Umfang von vorausgehenden Bodenuntersuchungen und Untersuchung möglicher Umwelteinflüsse;
  - Genauigkeit der verwendeten Berechnungsverfahren;
  - Konstruktive Durchbildung.
- f) Sicherstellung der geplanten Ausführung in Übereinstimmung mit den in EN 1991 bis EN 1999 in Bezug genommenen Ausführungsnormen.
- g) Geeignete Überwachung und Instandhaltung entsprechend den Vorgaben der Projektunterlagen.

(6) Die Maßnahmen zur Abwehr potentieller Schadensursachen oder Minderung von Schadensfolgen dürfen in gewissen Grenzen ausgetauscht werden, wenn die erforderliche Gesamtzuverlässigkeit dadurch nicht beeinträchtigt wird.

## 2.3 Geplante Nutzungsdauer

(1) Die geplante Nutzungsdauer sollte festgelegt werden.

ANMERKUNG In Tabelle 2.1 sind Klassen für die Planung der Nutzungsdauer angegeben. Die Werte in Tabelle 2.1 dürfen für Dauerhaftigkeitsnachweise (z. B. Ermüdungsnachweise) verwendet werden. Siehe auch Anhang A.

**Tabelle 2.1 — Klassifizierung der Nutzungsdauer**

| Klasse der Nutzungsdauer                                                                                                                                                                                 | Planungsgröße der Nutzungsdauer (in Jahren) | Beispiele                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                        | 10                                          | Tragwerke mit befristeter Standzeit <sup>a</sup>          |
| 2                                                                                                                                                                                                        | 10–25                                       | Austauschbare Tragwerksteile, z. B. Kranbahnträger, Lager |
| 3                                                                                                                                                                                                        | 15–30                                       | Landwirtschaftlich genutzte und ähnliche Tragwerke        |
| 4                                                                                                                                                                                                        | 50                                          | Gebäude und andere gewöhnliche Tragwerke                  |
| 5                                                                                                                                                                                                        | 100                                         | Monumentale Gebäude, Brücken und andere Ingenieurbauwerke |
| <sup>a</sup> ANMERKUNG Tragwerke oder Teile eines Tragwerks, die mit der Absicht der Wiederverwendung demontiert werden können, sollten nicht als Tragwerke mit befristeter Standzeit betrachtet werden. |                                             |                                                           |

## 2.4 Dauerhaftigkeit

(1)P Das Tragwerk ist so zu bemessen, dass zeitabhängige Veränderungen der Eigenschaften das Verhalten des Tragwerks während der geplanten Nutzungsdauer nicht unvorhergesehen verändern. Dabei sind die Umweltbedingungen und die geplanten Instandhaltungsmaßnahmen zu berücksichtigen.

(2) Für ein angemessen dauerhaftes Tragwerk sind die folgenden Aspekte zu berücksichtigen:

- die vorgesehene oder vorhersehbare zukünftige Nutzung des Tragwerks;
- die geforderten Entwurfskriterien;
- die erwarteten Umweltbedingungen;
- die Zusammensetzung, Eigenschaften und Verhalten der Baustoffe und Bauprodukte;
- die Eigenschaften des Baugrundes;
- die Wahl des Tragsystems;
- die Gestaltung der Bauteile und Anschlüsse;
- die Qualität der Bauausführung und der Überwachungsaufwand;
- besondere Schutzmaßnahmen;
- die geplante Instandhaltung während der geplanten Nutzungszeit.

ANMERKUNG Die EN 1992 bis EN 1999 schreiben geeignete Maßnahmen zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit in ihrem Anwendungsbereich vor.

(3)P Die Umweltbedingungen sind während der Planungsphase zu erfassen, um ihre Bedeutung für die Dauerhaftigkeit festzustellen und geeignete Maßnahmen für den Schutz von Baustoffen und Bauprodukten treffen zu können.

(4) Das Maß der zeitabhängigen Änderungen der Eigenschaften darf aufgrund von Berechnungen, Messungen und Erfahrungen mit bereits erstellten Bauwerken oder aufgrund einer Kombination solcher Vorerfahrungen eingeschätzt werden.

## **2.5 Qualitätsmanagement**

(1) Um ein Tragwerk zu erstellen, das den Anforderungen und den Annahmen der Tragwerksplanung entspricht, sollten geeignete Maßnahmen zur Qualitätssicherung ergriffen werden. Diese Maßnahmen umfassen

- die Festlegung der Zuverlässigkeitsanforderungen,
- organisatorische Maßnahmen und
- Überwachungen in der Planungsphase, bei der Ausführung, während der Nutzung und Instandhaltung.

ANMERKUNG Falls zutreffend, kann EN ISO 9001:2000 für Qualitätsmanagementmaßnahmen angewendet werden.

## **3 Grundsätzliches zur Bemessung mit Grenzzuständen**

### **3.1 Allgemeines**

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

ANMERKUNG In einigen Fällen werden zusätzliche Nachweise benötigt, z. B. zur Aufrechterhaltung der Verkehrssicherheit.

(2) Der Nachweis für einen Grenzzustand darf entfallen, wenn ausreichend Kenntnis belegen, dass er durch den Nachweis eines anderen Grenzzuständen abgedeckt wird.

(3)P Die Grenzzustände sind für die Bemessungssituationen nachzuweisen, siehe 3.2.

(4) Bemessungssituationen sollten in ständige, vorübergehende und außergewöhnliche Situationen unterteilt werden, siehe 3.2.

(5) Nachweise für Grenzzuständen, die von der Nutzungszeit abhängen, (z. B. bei der Ermüdung), sollten auf die geplante Nutzungszeit des Tragwerks bezogen werden.

ANMERKUNG Die meisten zeitabhängigen Einflüsse sind kumulativ.

### **3.2 Bemessungssituationen**

(1)P Die maßgebende Bemessungssituation sind unter Berücksichtigung der Gegebenheiten, bei denen das Tragwerk seine Funktion erfüllen muss, zu bestimmen.

(2)P Die Bemessungssituationen sind wie folgt einzuteilen:

- ständige Situationen, die den üblichen Nutzungsbedingungen des Tragwerks entsprechen;
- vorübergehende Situationen, die sich auf zeitlich begrenzte Zustände des Tragwerks beziehen, z. B. im Bauzustand oder bei der Instandsetzung;

- außergewöhnliche Situationen, die sich auf außergewöhnliche Bedingungen für das Tragwerk beziehen, z. B. auf Brand, Explosionen, Anprall oder Folgen lokalen Versagens;
- Situationen bei Erdbeben, die die Bedingungen bei Erdbebeneinwirkungen auf das Tragwerk umfassen.

ANMERKUNG Die notwendigen Angaben der jeweiligen Bemessungssituation sind EN 1991 bis EN 1999 zu entnehmen.

(3) Die gewählten Bemessungssituationen müssen alle Bedingungen, die während der Ausführung und Nutzung des Tragwerks vernünftigerweise erwartet werden können, hinreichend genau erfassen.

### 3.3 Grenzzustände der Tragfähigkeit

(1)P Die Grenzzustände, die

- die Sicherheit von Personen und/oder
- die Sicherheit des Tragwerks betreffen,

sind als Grenzzustände der Tragfähigkeit einzustufen.

(2) Unter bestimmten Umständen sind auch Grenzzustände, die den Schutz von Gegenständen in Tragwerken betreffen, als Grenzzustände der Tragfähigkeit einzustufen.

ANMERKUNG Die Umstände werden im Einzelfall mit dem Bauherrn und der zuständigen Behörde festgelegt.

(3) Zustände vor Eintritt des Bauteilversagens dürfen zur Vereinfachung als Grenzzustände der Tragfähigkeit behandelt werden.

(4)P Die folgenden Grenzzustände sind im Bedarfsfall nachzuweisen:

- der Verlust der Lagesicherheit des als starrer Körper betrachten Tragwerks oder eines seiner Teile.
- das Versagen durch übermäßige Verformungen bzw. Übergang des Bauwerks oder seiner Teile, einschließlich der Lager und Gründungen in einen kinematischen Zustand, einem Bruchzustand oder eine instabile Lage.
- das Versagen des Tragwerks oder eines seiner Teile durch Materialermüdung oder andere zeitabhängige Auswirkungen.

ANMERKUNG Für die verschiedenen Grenzzustände der Tragfähigkeit werden unterschiedliche AC gestrichener Text AC Teilsicherheitsbeiwerte angewendet, siehe 6.4.1. AC

### 3.4 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

(1)P Die Grenzzustände, die

- die Funktion des Tragwerks oder eines seiner Teile unter normalen Gebrauchsbedingungen oder
- das Wohlbefinden der Nutzer oder
- das Erscheinungsbild des Bauwerks betreffen,

sind als Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit einzustufen.

ANMERKUNG 1 In Verbindung mit der Gebrauchstauglichkeit wird beim "Aussehen" auf große Durchbiegungen und ungewollte Rissbildung Bezug genommen und nicht auf andere Gesichtspunkte des Erscheinungsbildes.

ANMERKUNG 2 In der Regel werden die Gebrauchstauglichkeitsanforderungen für jedes Projekt besonders vereinbart.

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

(3) Die Gebrauchstauglichkeitsnachweise sollten auf folgende Kriterien eingehen:

a) Verformungen und Verschiebungen, die das

- Erscheinungsbild,
- das Wohlbefinden der Nutzer oder
- die Funktionen des Tragwerks (einschließlich der Funktionsfähigkeit von Maschinen und Installationen) beeinflussen oder
- die Schäden an Belägen, Beschichtungen oder an nichttragenden Bauteilen hervorrufen;

b) Schwingungen,

- die bei Personen körperliches Unbehagen hervorrufen oder
- die Funktionsfähigkeit des Tragwerks einschränken;

c) Schäden, die voraussichtlich das

- Erscheinungsbild,
- die Dauerhaftigkeit oder
- die Funktionsfähigkeit des Tragwerks nachteilig beeinflussen.

ANMERKUNG Weitere Regelungen zu Gebrauchstauglichkeitskriterien sind in EN1992 bis EN1999 zu finden.

### **3.5 Bemessung nach Grenzzuständen**

(1)P Die Bemessung ist mit für die jeweiligen Grenzzustände geeigneten Modellen für das Tragsystem und für die Belastung durchzuführen.

(2)P Es ist nachzuweisen, dass kein Grenzzustand überschritten wird, wenn die zutreffenden Bemessungswerte für

- die Einwirkungen,
- die Baustoffeigenschaften oder
- die Produkt- oder Bauteileigenschaften und
- die geometrischen Maße in diesen Modellen verwendet werden.

(3)P Die Nachweise sind für alle maßgebenden Bemessungssituationen und Lastfälle durchzuführen.

(4) Zur Erfüllung der Anforderungen in 3.5(1)P sollte das Bemessungsverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten nach Abschnitt 6 angewendet werden.

(5) Mit Zustimmung des Bauherrn und der zuständigen Behörde darf eine Bemessung mit direkter Anwendung probabilistischer Verfahren (Definition siehe Anhang C) durchgeführt werden.

ANMERKUNG 1 Die zuständige Behörde kann spezielle Bedingungen für die Anwendung geben.

ANMERKUNG 2 Die Grundlagen von probabilistischen Verfahren enthält der Anhang C.

(6)P Für ausgewählte Bemessungssituationen sind die kritischen Lastfälle zu bestimmen.

(7) Die Lastfälle sollten die für den jeweiligen Nachweis maßgebenden Belastungsanordnungen sowie die Imperfektionen und Verformungen enthalten, die gleichzeitig mit den ständigen Lasten und ortsfesten veränderlichen Lasten anzusetzen sind.

(8)P Bei den Lastannahmen sind mögliche Richtungsabweichungen oder Lageabweichungen des Lastangriffs zu berücksichtigen.

(9) Die Tragwerks- und Lastmodelle können wirkliche physikalische Modelle oder virtuelle mathematische Modelle sein.

## 4 Basisvariable

### 4.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse

#### 4.1.1 Einteilung der Einwirkungen

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

- ständige Einwirkungen (G), z. B. Eigengewicht von Tragwerken, eingebauten Ausrüstungen oder Straßenbelägen oder indirekte Einwirkungen aus Schwinden oder ungleichmäßigen Setzungen;
- veränderliche Einwirkungen (Q), z. B. Nutzlasten auf Decken, Trägern oder Dächern, Wind- und Schneelasten;
- außergewöhnliche Einwirkungen (A), z. B.: Explosionen oder Fahrzeuganprall.

ANMERKUNG Indirekte Einwirkungen aus eingprägten Verformungen können ständige oder veränderliche Einwirkungen sein.

(2) Einige Einwirkungen, z. B. Erdbebeneinwirkungen oder Schneelasten dürfen nach Bauwerksstandort als außergewöhnliche oder veränderliche Einwirkung angesehen werden, siehe EN 1991.

(3) Wasserlasten dürfen je nach ihrer Zeitveränderlichkeit als ständige oder veränderliche Einwirkung eingestuft werden.

(4)P Einwirkungen werden auch eingeteilt:

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

(5) Eine Einwirkung wird durch ein Modell beschrieben, wobei ihre Größe meistens durch einen Zahlenwert, der verschiedene repräsentative Beträge annehmen kann, ausgedrückt wird.

ANMERKUNG Für einige Einwirkungen und Nachweise ist eine komplexere Formulierung erforderlich.

#### 4.1.2 Charakteristische Werte von Einwirkungen

(1)P Der charakteristische Wert  $F_k$  einer Einwirkung ist als wichtigster repräsentativer Wert wie folgt festzulegen:

- aus EN 1991 als Mittelwert, als oberer oder unterer Wert oder als Nennwert (d. h. ohne Bezug auf eine statistische Verteilung);
- aus den Projektunterlagen, wobei die in EN 1991 angegebenen Verfahren zu beachten sind.

(2)P Der charakteristische Wert einer ständigen Einwirkung ist wie folgt zu bestimmen:

- bei kleiner Streuung von  $G$  als ein einziger Wert  $G_k$ ;
- bei größerer Streuung von  $G$  als oberer Wert  $G_{k,sup}$  und unterer Wert  $G_{k,inf}$

(3) Eine kleine Streuung von  $G$  darf angenommen werden, wenn sich  $G$  nicht erheblich während der geplanten Nutzungszeit verändert und der Variationskoeffizient klein ist. Dann darf  $G_k$  als Mittelwert angesetzt werden.

ANMERKUNG Ein solcher Variationskoeffizient kann je nach Tragwerkstyp im Bereich von 0,05 bis 0,10 liegen.

(4) Reagiert das Tragwerk sehr empfindlich auf die Veränderung von  $G$  (z. B.: bei einigen Arten von vorgespannten Betontragwerken), dann sollten auch bei  $V_G \leq 0,05$  die Werte  $G_{k,sup}$  und  $G_{k,inf}$  verwendet werden. Dann darf  $G_{k,inf}$  als 5%-Fraktile und  $G_{k,sup}$  als 95%-Fraktile einer Gaußverteilung von  $G$  angenommen werden.

(5) Das Eigengewicht  $G_k$  eines Tragwerks darf durch einen einzigen charakteristischen Wert ausgedrückt und auf der Grundlage der Nennabmessungen und der Durchschnittswichten bestimmt werden, siehe EN 1991-1-1.

ANMERKUNG Zur Bestimmung von Setzungen der Gründung, siehe EN 1997.

(6) Die Vorspannung ( $P$ ) sollte als ständige Einwirkung eingestuft werden, die durch kontrolliert aufgebrachte Kräfte oder durch kontrolliert aufgebrachte Verformungen erzeugt wird. Die gewählte Vorspannung sollte entsprechend zugeordnet werden (z. B.: Vorspannung durch Spannglieder oder Vorspannung durch eingeprägte Lagerverschiebungen).

ANMERKUNG Der charakteristische Wert der Vorspannung zum Zeitpunkt  $t$  kann der obere Wert  $P_{k,sup}(t)$ , der untere Wert  $P_{k,inf}(t)$  oder der Mittelwert  $P_m(t)$  sein. Genauere Angaben, siehe in EN 1992 bis EN 1996 und EN 1999.

(7)P Bei veränderlichen Einwirkungen ist der charakteristische Wert  $Q_k$  so festzulegen, dass er entweder

- für einen bestimmten Bezugszeitraum als oberer Wert eine vorgegebene Wahrscheinlichkeit nicht überschreitet oder als unterer Wert eine vorgegebene Wahrscheinlichkeit erreicht
- oder als Nennwert angegeben wird, wenn eine statistische Verteilung unbekannt ist.

ANMERKUNG 1 Zahlenwerte werden in EN 1991 angegeben.

ANMERKUNG 2 Der charakteristische Wert der klimatischen Einwirkungen beruht auf der 98%-Überschreitungsfraktile der Extremwertverteilung der wesentlichen zeitveränderlichen Basisvariablen für einen Bezugszeitraum von 1 Jahr. Dies entspricht einer mittleren Wiederkehrperiode dieser Basisvariablen von 50 Jahren. In bestimmten Fällen verlangt die Natur der Belastung oder die Bemessungssituation jedoch andere Wiederkehrperioden oder Fraktilen.

(8) Außergewöhnliche Einwirkungen sollten durch ihre Bemessungswerte  $A_d$  für jedes Projekt festgelegt werden.

ANMERKUNG siehe auch EN 1991-1-7.

(9) Bei Erdbebeneinwirkungen sollte der Bemessungswert  $A_{Ed}$  für den Einzelfall aus dem charakteristischen Wert  $A_{Ek}$  bestimmt werden.

ANMERKUNG Siehe EN 1998.

(10) Für Einwirkungen mit mehreren Komponenten (z. B. Verkehrslasten auf Straßenbrücken) sollte die charakteristische Einwirkung durch eine Gruppe von Werten angegeben werden, die einzeln bei der Bemessung zu berücksichtigen sind.

#### **4.1.3 Weitere repräsentative Werte veränderlicher Einwirkungen**

(1)P Als weitere repräsentative Werte einer Einwirkung sind anzusetzen:

- a) der Kombinationswert, der durch das Produkt  $\psi_0 Q_k$  beschrieben wird und für Tragfähigkeitsnachweise und Gebrauchstauglichkeitsnachweise für Grenzzustände mit nicht umkehrbaren Auswirkungen verwendet wird (siehe Abschnitt 6 und Anhang C);

- b) der häufige Wert, der durch das Produkt  $\psi_1 Q_k$  beschrieben wird und für Tragsicherheitsnachweise einschließlich solcher mit außergewöhnlichen Belastungen und für Gebrauchstauglichkeitsnachweise für Grenzzustände mit umkehrbaren Grenzzuständen verwendet wird.

ANMERKUNG 1 Für den Hochbau ist beispielsweise der häufige Wert so gewählt, dass er in nicht weniger als 1 % des Bezugszeitraumes überschritten wird; für die Verkehrsbelastung von Straßenbrücken ist der häufige Wert mit einer Wiederkehrperiode von 1 Woche definiert.

ANMERKUNG 2 AC *gestrichener Text* AC AC Der durch das Produkt  $\psi_{1,inf} Q_k$  beschriebene seltene Wert darf nur für die Gebrauchstauglichkeitsnachweise für Betonbrücken verwendet werden. Der seltene Wert, der nur bei Verkehrslasten auf Straßen (siehe EN 1991-2) definiert ist, hat eine Wiederkehrperiode von 1 Jahr.

ANMERKUNG 3 Zum häufigen Wert von Verkehrseinwirkungen mit mehreren Komponenten siehe EN 1991-2. AC

Der „seltene“ Wert, der nur bei Verkehrslasten auf Brücken (siehe EN 1991-2), thermischen Temperatureinwirkungen (siehe EN 1991-1-5) und Windlasten (siehe EN 1991-1-4) definiert ist, hat eine Wiederkehrperiode von 1 Jahr;

- c) der quasi-ständige Wert, der durch das Produkt  $\psi_2 Q_k$  beschrieben wird und für Tragfähigkeitsnachweise mit außergewöhnlichen Einwirkungen und Gebrauchstauglichkeitsnachweisen mit umkehrbaren Grenzzuständen verwendet wird. Quasi-ständige Werte werden auch für die Berechnung von Langzeitwirkungen verwendet.

ANMERKUNG Für Nutzlasten auf Decken ist der quasi-ständige Wert i. d. R. so festgelegt, dass er in nicht weniger als 50 % des Bezugszeitraumes überschritten wird. Der quasi-ständige Wert kann auch aus der Mittelung über ein bestimmtes Zeitintervall festgelegt werden. Für Windlasten und Verkehrslasten auf Brücken.

#### 4.1.4 Darstellung der Ermüdungsbelastung

(1) Die Ermüdungsbelastungen, die für häufige Fälle (z. B.: für Einfeld- und Durchlaufträger von Brücken, turmartigen Bauwerken unter Windbelastung usw.) aus den Bauwerksreaktionen auf zeitveränderliche Einwirkungen bestimmt wurden, sollten den entsprechenden Teilen von EN 1991 entnommen werden.

(2) Für Tragwerke, die nicht in den Anwendungsbereich der entsprechenden Teile von EN 1991 fallen, sind die Ermüdungslasten aus Messungen oder gleichwertigen numerischen Untersuchungen an wirklichen Bauwerken zu bestimmen.

ANMERKUNG Baustoffspezifische Regelungen (z. B. zur Berücksichtigung des Einflusses der mittleren Spannung oder nicht-linearer Bauteilreaktionen) sind in EN 1992 bis EN 1999 enthalten.

#### 4.1.5 Darstellung dynamischer Einwirkungen

(1) AC *gestrichener Text* AC AC Die in EN 1991 angegebenen Lastmodelle, die durch charakteristische Werte bestimmt werden, und die darin angegebenen Ermüdungslastmodelle können die Auswirkungen von Beschleunigungen enthalten, die entweder implizit von den Einwirkungen oder explizit durch Anwendung von Schwingbeiwerten verursacht werden. AC

ANMERKUNG Die Gültigkeitsgrenzen für diese Lastmodelle sind in den verschiedenen Teilen von EN 1991 angegeben.

(2) Wenn dynamische Einwirkungen erhebliche Bauwerksbeschleunigungen außerhalb der Gültigkeitsgrenzen der dynamischen Lastmodelle erzeugen, sollten dynamische Berechnungen der Tragwerke durchgeführt werden, siehe 5.1.3(6).

#### 4.1.6 Geotechnische Einwirkungen

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

#### **4.1.7 Umgebungseinflüsse**

(1)P Umgebungseinflüsse mit Wirkung auf die Dauerhaftigkeit des Tragwerks sind durch geeignete Baustoffwahl, das Tragwerkskonzept und dessen bauliche Durchbildung zu berücksichtigen.

ANMERKUNG EN 1992 bis EN 1999 zeigen die notwendigen Maßnahmen auf.

(2) Die Auswirkungen von Umgebungseinflüssen sind, soweit möglich, auch quantitativ zu berücksichtigen.

#### **4.2 Eigenschaften von Baustoffen, Bauprodukten und Bauteilen**

(1) Die Eigenschaften von Baustoffen (einschließlich Boden und Fels), Bauprodukten oder Bauteilen sollten als charakteristische Werte angegeben werden (siehe 1.5.4.1).

(2) Wenn die Grenzzustandsnachweise auf die Größen der Baustoff-, Bauprodukt- und Bauteileigenschaften empfindlich reagieren, sollten obere und untere charakteristische Eigenschaften verwendet werden.

(3) Soweit nicht anders in EN 1991 bis EN 1999 geregelt, sollten folgende Werte gelten:

- für den unteren charakteristischen Wert die 5%-Fraktile;
- für den oberen charakteristischen Wert die 95%-Fraktile.

(4)P Die Baustoff-, Produkt- und Bauteileigenschaften sind nach den gültigen Prüfnormen und genormten Verfahren zu bestimmen. Wo notwendig, sind Übertragungsbeiwerte anzuwenden, mit denen die Probeneigenschaften auf die Eigenschaften im Tragwerk oder im Boden umgerechnet werden.

ANMERKUNG Siehe Anhang D und EN 1992 bis EN 1999.

(5) Wenn nicht genügend statistische Daten für die Bestimmung der charakteristischen Werte oder Bemessungswerte zur Verfügung stehen, dürfen Nennwerte verwendet werden. Werden obere oder untere Bemessungswerte direkt bestimmt (z. B.: Reibungsbeiwerte oder Dämpfungswerte), so sollten dies so erfolgen, dass die ungünstigen Werte das geforderte Zuverlässigkeitsmaß für Erreichen des betrachteten Grenzzustandes im gleichen Umfang wie bei anderen Bemessungswerten beeinflussen wird.

(6) Wo obere Grenzwerte der Festigkeit nötig sind (z. B.: für die Kapazitätsbemessung oder bei der Bestimmung von Rissmomenten bei Betonkonstruktionen), sollten obere charakteristische Werte verwendet werden.

(7) Soweit Abminderungen von Festigkeitseigenschaften aus wiederholten Lasten zu berücksichtigen sind, sind die Festlegungen in EN 1992 bis EN 1999 zu beachten.

(8) Für Steifigkeitsparameter (z. B.: Elastizitätsmoduli, Kriechbeiwerte) und Wärmeausdehnungsbeiwerte sollten Mittelwerte verwendet werden. Wo die Einwirkungsdauer der Lasten Einfluss hat, sollten geeignete andere Werte verwendet werden.

ANMERKUNG In einigen Fällen sollte ein niedriger oder höherer Wert als der Mittelwert des E-Moduls berücksichtigt werden (z. B. im Fall eines Stabilitätsversagens).

(9) Baustoff- und Produkteigenschaften werden in EN 1992 bis EN 1999 sowie in den maßgebenden harmonisierten Europäischen Technischen Produktnormen oder in anderen Dokumenten angegeben. Soweit die EN 1992 bis EN 1999 keine anders lautenden Angaben machen, sollten aus den Europäischen Produktnormen die ungünstigsten Werte verwendet werden.

(10)P Wenn keine Teilsicherheitsbeiwerte vorliegen, die statistisch abgeleitet sind, sind auf der sicheren Seite liegende Werte zu verwenden.

ANMERKUNG Bei neuartigen Baustoffen oder Produkten ist entsprechende Vorsicht angezeigt.