



Institut luxembourgeois de la normalisation
de l'accréditation, de la sécurité et qualité
des produits et services

ILNAS-EN 1998-2:2005

**Eurocode 8 - Auslegung von
Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 2:
Brücken**

Eurocode 8 - Design of structures for
earthquake resistance - Part 2: Bridges

Eurocode 8 - Calcul des structures pour
leur résistance aux séismes - Partie 2:
Ponts

11/2005



Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm EN 1998-2:2005 wurde als luxemburgische Norm ILNAS-EN 1998-2:2005 übernommen.

Alle interessierten Personen, welche Mitglied einer luxemburgischen Organisation sind, können sich kostenlos an der Entwicklung von luxemburgischen (ILNAS), europäischen (CEN, CENELEC) und internationalen (ISO, IEC) Normen beteiligen:

- Inhalt der Normen beeinflussen und mitgestalten
- Künftige Entwicklungen vorhersehen
- An Sitzungen der technischen Komitees teilnehmen

<https://portail-qualite.public.lu/fr/normes-normalisation/participer-normalisation.html>

DIESES WERK IST URHEBERRECHTLICH GESCHÜTZT

Kein Teil dieser Veröffentlichung darf ohne schriftliche Einwilligung weder vervielfältigt noch in sonstiger Weise genutzt werden - sei es elektronisch, mechanisch, durch Fotokopien oder auf andere Art!

EUROPÄISCHE NORM ILNAS-EN 1998-2:2005 **EN 1998-2**
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE

November 2005

ICS 91.120.25; 93.040

Ersatz für ENV 1998-2:1994

Deutsche Fassung

**Eurocode 8 - Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil
2: Brücken**

Eurocode 8 - Design of structures for earthquake resistance
- Part 2: Bridges

Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux
séismes - Partie 2: Ponts

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 7. Juli 2005 angenommen.

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 Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

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



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

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort	6
Hintergrund des Eurocode-Programms	7
Status und Anwendungsgebiet der Eurocodes	8
Nationale Fassungen der Eurocodes	8
Verbindungen zwischen den Eurocodes und den harmonisierten technischen Spezifikationen (EN und ETA) für Produkte	9
Zusatzinformationen zu EN 1998-2	9
Nationaler Anhang für EN 1998-2	9
1 Einführung	12
1.1 Anwendungsbereich	12
1.1.1 Anwendungsbereich von EN 1998-2	12
1.1.2 Weitere Teile von EN 1998	13
1.2 Normative Verweisungen	13
1.2.1 Verwendung	13
1.2.2 Allgemeine Bezugsnormen	13
1.2.3 Bezugsnormen und Richtlinien	13
1.2.4 Zusätzliche allgemeine und andere Bezugsnormen für Brücken	13
1.3 Annahmen	14
1.4 Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsfällen	14
1.5 Definitionen	14
1.5.1 Allgemeines	14
1.5.2 Allen Eurocodes gemeinsame Begriffe	14
1.5.3 Weitere in EN 1998-2 verwendete Begriffe	14
1.6 Formelzeichen	15
1.6.1 Allgemeines	15
1.6.2 Weitere, in den Abschnitten 2 und 3 von EN 1998-2 verwendete Formelzeichen	15
1.6.3 Weitere Formelzeichen, die im Abschnitt 4 von EN 1998-2 verwendet werden	16
1.6.4 Weitere Formelzeichen, die im Abschnitt 5 von EN 1998-2 verwendet werden	17
1.6.5 Weitere Formelzeichen, die in Abschnitt 6 von EN 1998-2 verwendet werden	19
1.6.6 Weitere, im Abschnitt 7 und in den Anhängen J, JJ und K von EN 1998-2 verwendete Formelzeichen	20
2 Grundlegende Anforderungen und Übereinstimmungskriterien	22
2.1 Bemessungs-Erdbebeneinwirkung	22
2.2 Grundlegende Anforderungen	24
2.2.1 Allgemeines	24
2.2.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)	24
2.2.3 Schadensbegrenzung (Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit, SLS)	24
2.3 Übereinstimmungskriterien	24
2.3.1 Allgemeines	24
2.3.2 Beabsichtigtes seismisches Verhalten	25
2.3.3 Beanspruchbarkeitsnachweise	26
2.3.4 Kapazitätsbemessung	27
2.3.5 Vorschriften für die Duktilität	27
2.3.6 Anschlüsse – Kontrolle von Verschiebungen – Bauliche Durchbildung	29
2.3.7 Vereinfachte Kriterien	33
2.4 Konzeptioneller Entwurf	33
3 Erdbebeneinwirkung	34
3.1 Definition der Erdbebeneinwirkung	34
3.1.1 Allgemeines	34
3.1.2 Aufbringung der Bodenbewegungskomponenten	34

	Seite
3.2 Quantifizierung der Komponenten	35
3.2.1 Allgemeines	35
3.2.2 Standortabhängiges elastisches Antwortspektrum	35
3.2.3 Zeitbereichsdarstellung	35
3.2.4 Standortabhängiges Bemessungsspektrum für lineare Berechnungen	36
3.3 Räumliche Veränderlichkeit der Erdbebeneinwirkung	36
4 Berechnungsverfahren	39
4.1 Modellierung	39
4.1.1 Dynamische Freiheitsgrade	39
4.1.2 Massen	40
4.1.3 Bauwerksdämpfung und Bauteilsteifigkeit	40
4.1.4 Modellierung des Bodens	41
4.1.5 Torsionseffekte	41
4.1.6 Verhaltensbeiwert für lineare Berechnungen	42
4.1.7 Vertikale Komponente der Erdbebeneinwirkung	45
4.1.8 Reguläres und irreguläres seismisches Verhalten duktiler Brücken	45
4.1.9 Nicht-lineare Berechnung irregulärer Brücken	46
4.2 Berechnungsmethoden	46
4.2.1 Lineare dynamische Berechnung – Antwortspektrumsmethode	46
4.2.2 Vereinfachtes Antwortspektrenverfahren	48
4.2.3 Alternative lineare Methoden	51
4.2.4 Nicht-lineare dynamische Zeitverlaufsrechnung	51
4.2.5 Statische nicht-lineare Berechnung (Pushover-Berechnung)	53
5 Festigkeitsnachweis	54
5.1 Allgemeines	54
5.2 Werkstoffe und Bemessungsfestigkeit	54
5.2.1 Werkstoff	54
5.2.2 Bemessungsfestigkeit	54
5.3 Kapazitätsbemessung	54
5.4 Effekte nach Theorie 2. Ordnung	56
5.5 Kombination der seismischen Einwirkung mit anderen Einwirkungen	57
5.6 Tragfähigkeitsnachweis von Betonquerschnitten	58
5.6.1 Bemessungstragfähigkeit	58
5.6.2 Bauwerke mit beschränkt duktilem Verhalten	58
5.6.3 Bauwerke mit duktilem Verhalten	58
5.7 Tragfähigkeitsnachweis von Stahl- und Verbundbauteilen	66
5.7.1 Stahlpfeiler	66
5.7.2 Stahl- oder Verbund-Überbau	67
5.8 Gründungen	67
5.8.1 Allgemeines	67
5.8.2 Bemessungszustandsgrößen	67
5.8.3 Tragfähigkeitsnachweis	68
6 Bauliche Durchbildung	68
6.1 Allgemeines	68
6.2 Betonpfeiler	68
6.2.1 Umschnürung	68
6.2.2 Ausknicken der Druckbewehrung in Längsrichtung	72
6.2.3 Weitere Regeln	73
6.2.4 Hohle Pfeiler	73
6.3 Stahlpfeiler	74
6.4 Gründungen	74
6.4.1 Flächengründungen	74
6.4.2 Pfahlgründungen	74
6.5 Bauwerke mit beschränkt duktilem Verhalten	75
6.5.1 Nachweis der Duktilität kritischer Querschnitte	75
6.5.2 Vermeidung von Sprödbrüchen besonderer nicht-duktiler Bauteile	75

6.6	Lager und seismische Verbinder	75
6.6.1	Allgemeine Anforderungen	75
6.6.2	Lager	76
6.6.3	Seismische Verbinder, Festhaltevorrichtungen, Vorrichtungen zur Stoßübertragung	77
6.6.4	Mindestüberlappungslängen	79
6.7	Betonwiderlager und Stützwände	80
6.7.1	Allgemeine Anforderungen	80
6.7.2	Flexibel an den Überbau angeschlossene Widerlager	81
6.7.3	Starr an den Überbau angeschlossene Widerlager	81
6.7.4	Durchlässe mit großer Überschüttung	82
6.7.5	Stützwände	83
7	Brücken mit seismischer Isolation	84
7.1	Allgemeines	84
7.2	Definitionen	84
7.3	Grundlegende Anforderungen und Konformitätskriterien	85
7.4	Seismische Einwirkung	86
7.4.1	Bemessungsspektren	86
7.4.2	Zeitverlaufsdarstellung	86
7.5	Berechnungsverfahren und Modellierung	86
7.5.1	Allgemeines	86
7.5.2	Bemessungseigenschaften des Isolationssystems	86
7.5.3	Voraussetzungen für die Anwendung von Berechnungsmethoden	92
7.5.4	Vereinfachtes Antwortspektrenverfahren	93
7.5.5	Multimodales Antwortspektrenverfahren	96
7.5.6	Zeitverlaufsberechnung	97
7.5.7	Vertikalkomponente der Erdbebeneinwirkung	97
7.6	Nachweise	97
7.6.1	Erdbeben-Bemessungssituation	97
7.6.2	Isolationssystem	98
7.6.3	Unter- und Überbau	99
7.7	Besondere Anforderungen für das Isolationssystem	100
7.7.1	Fähigkeit der Rezentrierung (Rückstellung) in Horizontalrichtung	100
7.7.2	Horizontale Festhaltevorrichtungen an der Isolationsebene	101
7.7.3	Inspektionen und Wartung	102
Anhang A (informativ) Wahrscheinlichkeiten, bezogen auf die Referenz-Erdbebeneinwirkung —		
Anleitung zur Auswahl der Bemessungs-Erdbebeneinwirkung während der Bauphase		103
A.1	Referenz-Erdbebeneinwirkung	103
A.2	Bemessungs-Erdbebeneinwirkung während der Bauphase	103
Anhang B (informativ) Zusammenhang zwischen der Verschiebungsduktilität und der		
Krümmungsduktilität von plastischen Gelenken in Betonpfeilern		104
Anhang C (informativ) Berechnung der effektiven Steifigkeit von duktilen Stahlbetonbauteilen		105
C.1	Allgemeines	105
C.2	Methode 1	105
C.3	Methode 2	105
Anhang D (informativ) Räumliche Veränderlichkeit von Erdbeben-Bodenbewegungen: Modell		
und Berechnungsmethoden		107
D.1	Beschreibung des Modells	107
D.2	Erzeugung von Musterfunktionen	108
D.3	Berechnungsmethoden	108
Literatur		113
Anhang E (informativ) Wahrscheinliche Werkstoffeigenschaften und Verformungskapazität		
plastischer Gelenke für nicht-lineare Berechnungen		114
E.1	Allgemeines	114
E.2	Wahrscheinliche Werkstoffeigenschaften	114
E.3	Rotationskapazität von plastischen Gelenken	117

Anhang F (informativ) Zusatzmasse des mitbewegten Wassers bei im Wasser stehenden (eingetauchten) Pfeilern.....	120
Anhang G (normativ) Berechnung von Zustandsgrößen nach der Kapazitätsbemessung.....	122
G.1 Generelle Vorgehensweise.....	122
G.2 Vereinfachte Annahmen	122
Anhang H (informativ) Statische nicht-lineare Berechnung (Pushover).....	124
H.1 Berechnungsrichtungen, Referenzpunkt und Zielverschiebungen	124
H.2 Lastverteilung	124
H.3 Verformungsbedarf	125
H.4 Nachweise für den Überbau	126
H.5 Nachweis nicht-duktiler Versagensformen und des Baugrunds	126
Anhang J (normativ) Veränderlichkeit der Bemessungseigenschaften seismischer Isolationsvorrichtungen.....	127
J.1 Faktoren die zu einer Veränderlichkeit der Bemessungseigenschaften führen.....	127
J.2 Auswertung der Veränderlichkeit	128
Anhang JJ (informativ) λ-Beiwerte für übliche Isolationstypen.....	130
JJ.1 $\lambda_{\max}$-Werte für Elastomerlager	130
JJ.2 $\lambda_{\max}$-Werte für gleitende Isolierungseinheiten	131
Anhang K (informativ) Versuche zur Bestätigung der Bemessungseigenschaften von Isolationsvorrichtungen.....	133
K.1 Anwendungsgebiet	133
K.2 Prototypversuche	133
K.3 Weitere Versuche	136

Vorwort

Dieses Dokument (EN 1998-2:2005) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Structural Eurocodes“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

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

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2006, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2010 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt ENV 1998-2:1994.

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

1975 beschloss die Kommission der Europäischen Gemeinschaft ein Aktionsprogramm auf dem Gebiet der Bauindustrie aufzulegen, auf der Basis von Artikel 95 des Staatsvertrags. Ziel des Programms war die Eliminierung von technischen Handelshindernissen und die Harmonisierung von technischen Spezifikationen.

Die Kommission ergriff innerhalb dieses Aktionsprogramms die Initiative, einen Satz harmonisierter technischer Regeln für den Entwurf und die Bemessung von Baukonstruktionen zu erstellen, der in einer ersten Stufe eine Alternative zu den nationalen, in den Mitgliedsstaaten gültigen Regeln darstellen und diese schließlich ersetzen sollte.

Fünfzehn Jahre lang förderte die Kommission mit Hilfe eines Steuerungskomitees aus Vertretern der Mitgliedsstaaten die Entwicklung des Eurocode-Programms, was zu der ersten Generation europäischer Normen in den 80er Jahren führte.

1989 beschlossen die Kommission und die Mitgliedsstaaten der EU und der EFTA auf der Basis einer Vereinbarung¹⁾ zwischen der Kommission und CEN, mittels einer Reihe von Aufträgen die Vorbereitung und die Veröffentlichung der Eurocodes CEN zu übertragen, um diese mit dem zukünftigen Status von Europäischen Normen (EN) zu versehen. Das verbindet *de facto* die Eurocodes mit den Vorschriften aller Ratsdirektiven und/oder den Kommissionsentscheidungen, die Europäische Normen betreffen (z. B. die Ratsdirektive 89/106/EEC — Bauproduktenrichtlinie, CPD — und die Ratsdirektiven 93/37/EEC, 92/50/EEC und 89/440/EEC über öffentliche Bauten und Dienstleitungen und entsprechende EFTA-Direktiven, die mit dem Zweck der Errichtung des internen Handels erstellt wurden).

Das Programm der Eurocodes für den Konstruktiven Ingenieurbau enthält die folgenden Vorschriften, die im Allgemeinen aus mehreren Teilen bestehen:

EN 1990, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1991, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke*

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

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

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

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

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

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

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

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

In den Eurocode-Vorschriften wird die Verantwortlichkeit der Behörden in allen Mitgliedsstaaten anerkannt und ihr Recht bewahrt, behördlich festzulegende Richtwerte im Zusammenhang mit Fragen der Sicherheit auf nationaler Ebene vorzuschreiben, sofern sich diese von Staat zu Staat unterscheiden.

1) Abkommen zwischen der EU-Kommission und dem Europäischen Komitee für Standardisierung (CEN) betreffend die Arbeit an den EUROCODES für die Auslegung von Gebäuden und Baukonstruktionen (BC/CEN/03/89)