

DIN EN 1993-1-9

ICS 91.010.30; 91.080.10

Ersatzvermerk
siehe unten

**Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten –
Teil 1-9: Ermüdung;
Deutsche Fassung EN 1993-1-9:2005 + AC:2009**

Eurocode 3: Design of steel structures –
Part 1-9: Fatigue;
German version EN 1993-1-9:2005 + AC:2009

Eurocode 3: Calcul des structures en acier –
Partie 1-9: Fatigue;
Version allemande EN 1993-1-9:2005 + AC:2009

Ersatzvermerk

Ersatz für DIN EN 1993-1-9:2005-07;
mit DIN EN 1993-1-1:2010-12, DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12, DIN EN 1993-1-3:2010-12,
DIN EN 1993-1-3/NA:2010-12, DIN EN 1993-1-5:2010-12, DIN EN 1993-1-5/NA:2010-12,
DIN EN 1993-1-8:2010-12, DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12, DIN EN 1993-1-9/NA:2010-12,
DIN EN 1993-1-10:2010-12, DIN EN 1993-1-10/NA:2010-12, DIN EN 1993-1-11:2010-12 und
DIN EN 1993-1-11/NA:2010-12 Ersatz für DIN 18800-1:2008-11;
Ersatz für DIN EN 1993-1-9 Berichtigung 1:2009-12

Gesamtumfang 43 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 1993-1-9:2005 + AC:2009) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Die Arbeiten auf nationaler Ebene wurden durch die Experten des NABau-Spiegelausschusses NA 005-08-16 AA „Tragwerksbemessung (Sp CEN/TC 250/SC 3)“ begleitet.

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 16. April 2005 angenommen.

Die Norm ist Bestandteil einer Reihe von Einwirkungs- und Bemessungsnormen, deren Anwendung nur im Paket sinnvoll ist. Dieser Tatsache wird durch das Leitpapier L der Kommission der Europäischen Gemeinschaft für die Anwendung der Eurocodes Rechnung getragen, indem Übergangsfristen für die verbindliche Umsetzung der Eurocodes in den Mitgliedstaaten vorgesehen sind. Die Übergangsfristen sind im Vorwort dieser Norm angegeben.

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.

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

Änderungen

Gegenüber DIN V ENV 1993-1-1:1993-04, DIN V ENV 1993-1-1/A1:2002-05 und DIN V ENV 1993-1-1/A2:2002-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Vornorm-Charakter wurde aufgehoben;
- b) in Teil 1-1, Teil 1-8, Teil 1-9 und Teil 1-10 aufgeteilt;
- c) die Stellungnahmen der nationalen Normungsinstitute wurden eingearbeitet und der Text vollständig überarbeitet und in einen eigenständigen Normteil überführt.

Gegenüber DIN EN 1993-1-9:2005-07, DIN EN 1993-1-9 Berichtigung 1:2009-12 und DIN 18800-1:2008-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

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

Frühere Ausgaben

DIN 1050: 1934-08, 1937xxxx-07, 1946-10, 1957x-12, 1968-06

DIN 1073: 1928-04, 1931-09, 1941-01, 1974-07

DIN 1073 Beiblatt: 1974-07

DIN 1079: 1938-01, 1938-11, 1970-09

DIN 4100: 1931-05, 1933-07, 1934xxxx-08, 1956-12, 1968-12

DIN 4101: 1937xxx-07, 1974-07

DIN 18800-1: 1981-03, 1990-11, 2008-11

DIN 18800-1/A1: 1996-02

DIN V ENV 1993-1-1: 1993-04

DIN V ENV 1993-1-1/A1: 2002-05

DIN V ENV 1993-1-1/A2: 2002-05

DIN EN 1993-1-9: 2005-07

DIN EN 1993-1-9 Berichtigung 1: 2009-12

— Leerseite —

Deutsche Fassung

**Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten —
Teil 1-9: Ermüdung**

Eurocode 3: Design of steel structures —
Part 1-9: Fatigue

Eurocode 3: Calcul des structures en acier —
Partie 1-9: Fatigue

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 23. April 2004 angenommen.

Die Berichtigung tritt am 1. April 2009 in Kraft und wurde in EN 1993-1-9:2005 eingearbeitet.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN 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, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2009 CEN Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den nationalen Mitgliedern von CEN vorbehalten.

Ref. Nr. EN 1993-1-9:2005 + AC:2009 D

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Hintergrund des Eurocode-Programms	3
Status und Gültigkeitsbereich der Eurocodes	4
Nationale Fassungen der Eurocodes	5
Verbindung zwischen den Eurocodes und den harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte (EN und ETAG)	5
Nationaler Anhang zu EN 1993-1-9	5
1 Allgemeines	6
1.1 Anwendungsbereich	6
1.2 Normative Verweisungen	6
1.3 Begriffe	7
1.3.1 Allgemeines	7
1.3.2 Parameter für die Ermüdungsbelastung	7
1.3.3 Ermüdungsfestigkeit	9
1.4 Formelzeichen	9
2 Grundlegende Anforderungen und Verfahren	10
3 Bemessungskonzepte	11
4 Ermüdungsbeanspruchungen	12
5 Berechnung der Spannungen	13
6 Berechnung der Spannungsschwingbreiten	14
6.1 Allgemeines	14
6.2 Bemessungswert der Spannungsschwingbreite der Nennspannungen	15
6.3 Bemessungswert der Spannungsschwingbreite korrigierter Nennspannungen	15
6.4 Bemessungswert der Spannungsschwingbreite für geschweißte Hohlprofilknoten	15
6.5 Bemessungswert der Spannungsschwingbreite der Strukturspannungen (Kerbspannungen)	16
7 Ermüdungsfestigkeit	17
7.1 Allgemeines	17
7.2 Modifizierung der Ermüdungsfestigkeit	20
7.2.1 Nicht geschweißte oder spannungsarm geglühte geschweißte Konstruktionen unter Druckbeanspruchung	20
7.2.2 Größenabhängigkeit	21
8 Ermüdungsnachweis	21
Anhang A (normativ) Bestimmung von ermüdungsrelevanten Lastkenngrößen und Nachweisformate	36
A.1 Bestimmung von Belastungszyklen	36
A.2 Spannungszeitverlauf am Kerbdetail	36
A.3 Zählverfahren	36
A.4 Spektrum der Spannungsschwingbreiten	36
A.5 Anzahl der Spannungsschwingspiele bis zum Versagen	37
A.6 Nachweisformate	37
Anhang B (normativ) Ermüdungsfestigkeit bei Verwendung von Strukturspannungen (Kerbspannungen)	39

Vorwort

Dieses Dokument (EN 1993-1-9:2005 + AC:2009) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird. CEN/TC 250 ist verantwortlich für alle Eurocode-Teile.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis November 2005, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2010 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt ENV 1993-1-1.

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

Im Rahmen dieses Programms leitete die Kommission die Bearbeitung von harmonisierten technischen Regelwerken für die Tragwerksplanung von Bauwerken ein, die im ersten Schritt als Alternative zu den in den Mitgliedsländern geltenden Regeln dienen und sie schließlich 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 80'er Jahren führte.

Im Jahre 1989 entschieden sich die Kommission und die Mitgliedsländer der Europäischen Union und der EFTA, die Entwicklung und Veröffentlichung der Eurocodes über eine Reihe von Mandaten an CEN zu übertragen, damit diese den Status von Europäischen Normen (EN) erhielten. Grundlage war eine Vereinbarung¹⁾ zwischen der Kommission und CEN. Dieser Schritt verknüpft die Eurocodes de facto mit den Regelungen der Ratsrichtlinien und Kommissionsentscheidungen, die die Europäischen Normen behandeln (z. B. die Ratsrichtlinie 89/106/EWG zu Bauprodukten, die Bauproduktenrichtlinie, die Ratsrichtlinien 93/37/EWG, 92/50/EWG und 89/440/EWG zur Vergabe öffentlicher Aufträge und Dienstleistungen und die entsprechenden EFTA-Richtlinien, die zur Einrichtung des Binnenmarktes eingeleitet wurden).

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

EN 1990, *Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung*;

EN 1991, *Eurocode 1: Einwirkung auf Tragwerke*;

EN 1992, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbetonbauten*;

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

EN 1994, *Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Stahl-Beton-Verbundbauten*;

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 (BC/CEN/03/89).

EN 1995, *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten*;

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

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

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

EN 1999, *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumkonstruktionen*.

Die Europäischen Normen berücksichtigen die Verantwortlichkeit der Bauaufsichtsorgane in den Mitgliedsländern und haben deren Recht zur nationalen Festlegung sicherheitsbezogener Werte berücksichtigt, so dass diese Werte von Land zu Land unterschiedlich bleiben können.

Status und Gültigkeitsbereich der Eurocodes

Die Mitgliedsländer der EU und von 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 Festigkeit und Standsicherheit 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 (EN's und ETA's)

Die Eurocodes haben, da sie sich auf Bauwerke beziehen, eine direkte Verbindung zu den Grundlagendokumenten²⁾, auf die in Artikel 12 der Bauproduktenrichtlinie hingewiesen wird, wenn sie auch anderer Art sind als die harmonisierten Produktnormen³⁾. Daher sind die technischen Gesichtspunkte, die sich aus den Eurocodes ergeben, von den Technischen Komitees von CEN und den Arbeitsgruppen von EOTA, die an Produktnormen arbeiten, zu beachten, damit diese Produktnormen mit den Eurocodes vollständig kompatibel sind.

Die Eurocodes liefern Regelungen für den Entwurf, die Berechnung und Bemessung von kompletten Tragwerken und Baukomponenten, die sich für die tägliche Anwendung eignen. Sie gehen auf traditionelle Bauweisen und Aspekte innovativer Anwendungen ein, liefern aber keine vollständigen Regelungen für ungewöhnliche Baulösungen und Entwurfsbedingungen, wofür Spezialistenbeiträge erforderlich sein können.

-
- 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 Zulassungen 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) die 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.

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 γ -Faktoren und/oder Klassen, wo die Eurocodes Alternativen eröffnen;
- Zahlenwerte, wo die Eurocodes nur Symbole angeben;
- landesspezifische, geographische und klimatische Daten, die nur für ein Mitgliedsland gelten, z. B. Schneekarten;
- Vorgehensweise, wenn die Eurocodes mehrere zur Wahl anbieten;

Des weiteren dürfen enthalten sein:

- Entscheidungen über die Anwendung der informativen Anhänge, und
- Verweise zu ergänzenden, nicht widersprechenden Informationen, die dem Nutzer bei der Anwendung der Eurocodes helfen.

Verbindung zwischen den Eurocodes und den harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte (EN und ETAG)

Die harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte und die technischen Regelungen für die Tragwerksplanung⁴⁾ müssen konsistent sein. Insbesondere sollten die Hinweise, die mit den CE-Zeichen an den Bauprodukten verbunden sind und die die Eurocodes in Bezug nehmen, klar erkennen lassen, welche national festzulegenden Parameter (NDP) zugrunde liegen.

Nationaler Anhang zu EN 1993-1-9

Diese Norm enthält alternative Methoden, Zahlenangaben und Empfehlungen in Verbindung mit Anmerkungen, die darauf hinweisen, wo Nationale Festlegungen getroffen werden können. EN 1993-1-9 wird bei der nationalen Einführung einen Nationalen Anhang enthalten, der alle national festzulegenden Parameter enthält, die für die Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten im jeweiligen Land erforderlich sind

Eine nationale Wahl darf für folgende Abschnitte erfolgen:

- 1.1(2);
- 2(2);
- 2(4);
- 3(2);
- 3(7);
- 5(2);
- 6.1(1);
- 6.2(2);
- 7.1(3);
- 7.1(5);
- 8(4).

4) Siehe Artikel 3.3 und Art. 12 der Bauproduktenrichtlinie, ebenso wie 4.2, 4.3.1, 4.3.2 und 5.2 des Grundlegendokumentes Nr. 1

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

(1) EN 1993-1-9 enthält Nachweisverfahren zur Prüfung der Ermüdungsfestigkeit von Bauteilen, Verbindungen und Anschlüssen, die unter Ermüdungsbeanspruchung stehen.

(2) Die Nachweisverfahren basieren auf Ergebnissen von Ermüdungsversuchen mit bauteilähnlichen Prüfkörpern mit geometrischen und strukturellen Imperfektionen, die von der Stahlproduktion und Bauteilherstellung herrühren (z. B. Herstellungstoleranzen und Eigenspannungen infolge Schweißens).

ANMERKUNG 1 Zu Toleranzen siehe EN 1090. Solange EN 1090 noch nicht veröffentlicht ist, darf die Wahl der Ausführungsnorm im Nationalen Anhang geregelt werden.

ANMERKUNG 2 Informationen zu Anforderungen an die Herstellungsüberwachung dürfen im Nationalen Anhang gegeben werden.

(3) Die Regelungen gelten für Bauteile, die nach EN 1090 ausgeführt werden.

ANMERKUNG Gegebenenfalls sind zusätzliche Anforderungen in den Kerbschlagtabellen angegeben.

(4) Die in EN 1993-1-9 angegebenen Nachweisverfahren gelten in gleicher Weise für Baustähle, nicht-rostende Stähle und ungeschützte wetterfeste Stähle, soweit in den Kerbfalltabellen keine anderen Angaben gemacht werden. EN 1993-1-9 gilt nur für Werkstoffe, die den Zähigkeitsanforderungen nach EN 1993-1-10 genügen.

(5) Diese Norm enthält das Nachweisverfahren mit Ermüdungsfestigkeitskurven (Wöhlerlinien). Andere Verfahren oder Konzepte wie das Kerbgrundkonzept oder das bruchmechanische Konzept werden in EN 1993-1-9 nicht behandelt.

(6) Andere Nachbehandlungsmethoden als Spannungsarmglühen zur Erhöhung der Ermüdungsfestigkeit werden in dieser Norm nicht behandelt.

(7) Die in dieser Norm angegebenen Ermüdungsfestigkeiten gelten für Konstruktionen unter normalen atmosphärischen Bedingungen und ausreichendem Korrosionsschutz. Korrosionserscheinungen infolge Seewasser werden nicht behandelt; Zeitschäden aus hohen Temperaturen ($>150\text{ °C}$) werden ebenfalls nicht behandelt.

1.2 Normative Verweisungen

(1) 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 angeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderungen oder Überarbeitungen eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 1090, *Anforderungen für die Ausführung von Stahlbauten*

EN 1990, *Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1991, *Einwirkungen auf Tragwerke*

EN 1993, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten*

EN 1994-2, *Bemessung und Konstruktion von Stahl-Beton-Verbundbauten — Teil 2: Brücken*

1.3 Begriffe

(1) Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Begriffe.

1.3.1 Allgemeines

1.3.1.1

Ermüdung

Prozess der Rissbildung und des Rissfortschritts in einem Bauteil, hervorgerufen durch wiederholte Spannungsschwankungen

1.3.1.2

Nennspannung

Spannung im Grundwerkstoff oder einer Schweißnaht unmittelbar an der erwarteten Rissstelle, berechnet nach der elastischen Spannungstheorie ohne Berücksichtigung der örtlichen Kerbwirkung

ANMERKUNG Mit Spannungen sind Längsspannungen oder Schubspannungen, Hauptspannungen oder Vergleichsspannungen gemeint.

1.3.1.3

korrigierte Nennspannung

Nennspannung, vergrößert um den geometrischen Kerbfaktor k_f , der die geometrischen Abweichungen erfasst, die nicht im Kerbfall des Konstruktionsdetails berücksichtigt sind

1.3.1.4

Strukturspannung

Kerbspannung

maximale Hauptspannung im Grundwerkstoff unmittelbar an der potenziellen Rissstelle am Schweißnahtübergang einschließlich der lokalen Spannungsspitze aufgrund der geometrischen Ausbildung des Bauteils

ANMERKUNG Die Kerbwirkung infolge Nahtausbildung braucht nicht berücksichtigt zu werden, da diese in der Ermüdungsfestigkeitskurve enthalten ist, siehe Anhang B.

1.3.1.5

Eigenspannung

Die Eigenspannung ist eine ständige im Gleichgewicht befindliche Spannungsverteilung im Bauteil ohne äußere Lasteinwirkung. Eigenspannungen können vom Walzprozess, Schneiden, Schweißschrumpf oder von Zwängungen aus dem Zusammenbau herrühren. Sie entstehen auch bei Überschreitung der Streckgrenze infolge äußerer Belastung.

1.3.2 Parameter für die Ermüdungsbelastung

1.3.2.1

Belastungszyklus

ein bestimmter Ablauf der Belastung auf ein Tragwerk, der zu einem Spannungs-Zeit-Verlauf führt, mit einer in der Regel definierten Anzahl von Wiederholungen während der Nutzungsdauer des Tragwerks

1.3.2.2

Spannungs-Zeit-Verlauf

gemessene oder berechnete Zeitfolge der Spannungen an einem bestimmten Tragwerkspunkt für einen Belastungszyklus

1.3.2.3

Rainflow-Methode

Zählverfahren zur Bestimmung des Spektrums der Spannungsschwingbreiten aus einem Spannungs-Zeit-Verlauf

1.3.2.4

Reservoir-Methode

Zählverfahren zur Bestimmung des Spektrums der Spannungsschwingbreiten aus einem Spannungs-Zeit-Verlauf

ANMERKUNG Zur mathematischen Vorgehensweise siehe Anhang A.

1.3.2.5

Spannungsschwingbreite

algebraische Differenz zwischen zwei Extremwerten einer Spannungsänderung in einem Spannungs-Zeit-Verlauf

1.3.2.6

Spektrum der Spannungsschwingbreiten

Darstellung der Auftretenshäufigkeit der Spannungsschwingbreiten verschiedener Größe aus Messungen oder Berechnungen für einen bestimmten Belastungszyklus

1.3.2.7

Bemessungsspektrum

Gesamtheit aller Spektren der Spannungsschwingbreiten während der Nutzungsdauer, die für den Ermüdungsnachweis zugrunde gelegt werden

1.3.2.8

Nutzungsdauer

Bezugszeitraum, für den mit ausreichender Zuverlässigkeit planmäßiges Verhalten des Tragwerks ohne Versagen durch Ermüdungsrisse verlangt wird

1.3.2.9

Lebensdauer (Zeitgröße)

voraussichtlicher Zeitraum mit der Gesamtzahl von Spannungsschwingspielen, die zu Ermüdungsversagen führen können

1.3.2.10

Miner-Regel

lineare Schadensakkumulationshypothese nach Palmgren-Miner

1.3.2.11

schadensäquivalente konstante Spannungsschwingbreite

konstante Spannungsschwingbreite, die nach der Miner-Regel zu derselben Lebensdauer führen würde wie das Spektrum nicht konstanter Spannungsschwingbreiten

ANMERKUNG Zur mathematischen Bestimmung der schadensäquivalenten konstanten Spannungsschwingbreite siehe Anhang A.

1.3.2.12

Ermüdungsbelastung

eine Reihe von Einwirkungsparametern, die mit typischen Belastungszyklen bestimmt wurden und die Anordnung und Größe der Lasten, ihre relative Auftretenshäufigkeit und ihre Zeitfolge beschreiben

ANMERKUNG 1 Bei den Ermüdungseinwirkungen in EN 1991 handelt es sich um obere Grenzwerte, die anhand von Messauswertungen nach Anhang A bestimmt wurden.

ANMERKUNG 2 Die Einwirkungsparameter in EN 1991 sind entweder:

- $Q_{\max}$, $n_{\max}$, standardisiertes Spektrum oder
- $Q_{E, n_{\max}}$ bezogen auf $n_{\max}$ oder
- $Q_{E, 2}$ bezogen auf $n = 2 \cdot 10^6$ Lastwechsel.

Dynamische Effekte sind, soweit nicht anders geregelt, in diesen Parametern enthalten.

1.3.2.13

schadensäquivalente konstante Ermüdungsbelastung

vereinfachte konstante Ermüdungsbelastung, die nach der Miner-Regel zu der gleichen Lebensdauer führt wie die wirklichen Belastungszyklen mit veränderlicher Belastung

1.3.3 Ermüdungsfestigkeit

1.3.3.1

Ermüdungsfestigkeitskurve

Wöhlerlinie

quantitative Beziehung zwischen den Spannungsschwingbreiten und der Anzahl der Spannungsspiele, die zum Ermüdungsversagen führen; sie wird für den Ermüdungsnachweis für einen bestimmten Kerbfall angewendet

ANMERKUNG Die Ermüdungsfestigkeiten in diesem Normenteil sind untere Grenzwerte, die anhand von Auswertungen von Ermüdungsversuchen mit bauteilähnlichen Prüfkörpern nach EN 1990, Anhang D bestimmt wurden.

1.3.3.2

Kerbfall

Zahlenwert, der einem bestimmten Konstruktionsdetail für eine bestimmte Beanspruchung zugeordnet ist, um die Ermüdungsfestigkeitskurve für den Ermüdungsnachweis festzulegen (die Kerbfallzahl bezeichnet den Bezugswert der Ermüdungsfestigkeit $\Delta\sigma_C$ in N/mm²)

1.3.3.3

Dauerfestigkeit

Grenze für die Schwingbreite der Längsspannung oder Schubspannung, unterhalb derer im Versuch mit konstanten Schwingbreiten kein Ermüdungsschaden auftritt. Bei variablen Spannungsschwingbreiten müssen alle Schwingbreiten unterhalb dieser Grenze liegen, damit kein Ermüdungsschaden auftritt.

1.3.3.4

Schwellenwert der Ermüdungsfestigkeit

Grenze, unterhalb derer Spannungsschwingbreiten von Bemessungsspektren nicht mehr zur Akkumulation des Ermüdungsschadens beitragen

1.3.3.5

Lebensdauer (Anzahl der Spannungsschwingspiele)

in Spannungsschwingspielen ausgedrückte Zeit bis zum Versagen bei Einwirkung konstanter Spannungsschwingbreiten

1.3.3.6

Bezugswert der Ermüdungsfestigkeit

konstante Spannungsschwingbreite $\Delta\sigma_C$ oder $\Delta\tau_C$ für einen bestimmten Kerbfall, die zu der Lebensdauer $N = 2 \times 10^6$ Schwingspiele gehört

1.4 Formelzeichen

$\Delta\sigma$	Spannungsschwingbreite (Längsspannungen);
$\Delta\tau$	Spannungsschwingbreite (Schubspannungen);
$\Delta\sigma_E, \Delta\tau_E$	schadensäquivalente konstante Spannungsschwingbreite bezogen auf $n_{\max}$;
$\Delta\sigma_{E,2}, \Delta\tau_{E,2}$	schadensäquivalente konstante Spannungsschwingbreite bezogen auf 2×10^6 Schwingspiele;
$\Delta\sigma_C, \Delta\tau_C$	Bezugswert für die Ermüdungsfestigkeit bei $N_C = 2 \times 10^6$ Schwingspielen;
$\Delta\sigma_D, \Delta\tau_D$	Dauerfestigkeit bei N_D Schwingspielen;