

DIN EN 1999-1-3

DIN

ICS 91.010.30; 91.080.17

Einsprüche bis 2021-04-26
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 1999-1-3:2011-11**Entwurf****Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken –
Teil 1-3: Ermüdungsbeanspruchte Tragwerke;
Deutsche und Englische Fassung prEN 1999-1-3:2021**Eurocode 9: Design of aluminium structures –
Part 1-3: Structures susceptible to fatigue;
German and English version prEN 1999-1-3:2021Eurocode 9: Calcul des structures en aluminium –
Partie 1-3: Structures sensibles à la fatigue;
Version allemande et anglaise prEN 1999-1-3:2021**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-02-26 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-
Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de,
sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann
im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-
Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin oder Saatwinkler
Damm 42/43, 13627 Berlin.

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

Gesamtumfang 255 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)



Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1999-1-3:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

CEN/TC 250 ist für alle Eurocodes des konstruktiven Ingenieurbaus zuständig. Die Verantwortung für alle Angelegenheiten der Tragwerks- und geotechnischen Planung wurde dem CEN/TC 250 von CEN übertragen.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Unterausschuss NA 005-08-07 AA „Aluminiumkonstruktionen (SpA zu CEN/TC 250/SC 9 und CEN/TC 135)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

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

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1999-1-3:2011-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) das Dokument wurde vollständig überarbeitet.

Titel de: Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken — Teil 1-3: Ermüdungsbeanspruchte Tragwerke

Titel en: Eurocode 9: Design of aluminium structures — Part 1-3: Structures susceptible to fatigue

Titel fr: Eurocode 9: Calcul des structures en aluminium — Partie 1-3: Structures sensibles à la fatigue

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich.....	11
1.1 Anwendungsbereich von EN 1999-1-3	11
1.2 Annahmen	11
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe und Symbole	11
3.1 Begriffe	11
3.2 Symbole	15
4 Grundlagen der Bemessung.....	18
4.1 Grundregeln.....	18
4.2 Methoden der Ermüdungsbemessung	19
4.2.1 Schwingbruchsichere Bemessung (SLD).....	19
4.2.2 Schadenstolerante Bemessung (DTD)	19
4.2.3 Versuchsunterstützte Bemessung.....	19
4.3 Ermüdungsbelastung	19
4.3.1 Herkunft der Ermüdungsbelastung.....	19
4.3.2 Herleitung der Ermüdungsbelastung.....	20
4.3.3 Äquivalente Ermüdungsbelastung.....	20
4.4 Teilsicherheitsbeiwerte für Ermüdungslasten.....	21
4.5 Anforderungen an die Ausführung	21
4.5.1 Allgemeines	21
4.5.2 Ausführungsklassen	21
4.5.3 Ausführungsspezifikation	22
4.5.4 Betriebsbuch	22
4.5.5 Prüf- und Wartungsbuch.....	22
5 Werkstoffe, Produktbestandteile und Verbindungsmittel	22
6 Dauerhaftigkeit	23
7 Strukturanalyse.....	23
7.1 Globale Analyse	23
7.1.1 Allgemeines	23
7.1.2 Anwendung von Balkenelementen	25
7.1.3 Anwendung von Membran-, Schalen- und Kontinuumselementen.....	25
7.2 Spannungsarten	26
7.2.1 Allgemeines	26
7.2.2 Nennspannungen.....	26
7.2.3 Modifizierte Nennspannungen	26
7.2.4 Hot-Spot-Spannungen	27
7.3 Herleitung von Spannungen	28
7.3.1 Herleitung von Nennspannungen.....	28
7.3.2 Herleitung von modifizierten Nennspannungen	29
7.3.3 Herleitung von Hot-Spot-Spannungen.....	29
7.3.4 Spannungsrichtung.....	30
7.4 Spannungsschwingbreiten für bestimmte Rissentstehungsstellen.....	30

7.4.1	Grundmaterial, Schweißnähte und Verbindungen mit mechanischen Befestigungselementen.....	30
7.4.2	Kehlnähte und partiell durchgeschweißte Stumpfnähte	30
7.5	Klebeverbindungen	31
7.6	Gussstücke	31
7.7	Spannungskollektive.....	31
7.8	Berechnung von äquivalenten Spannungsschwingbreiten für standardisierte Ermüdungsbelastungs-Modelle	31
7.8.1	Allgemeines	31
7.8.2	Bemessungswert der Spannungsschwingbreite	32
8	Ermüdungswiderstand und Detailkategorien.....	32
8.1	Detailkategorien.....	32
8.1.1	Allgemeines	32
8.1.2	Einflussfaktoren für die Detailkategorien	32
8.1.3	Konstruktionsdetails	33
8.2	Ermüdungsfestigkeitsdaten	33
8.2.1	Klassifizierte Konstruktionsdetails.....	33
8.2.2	Nicht klassifizierte Details	36
8.2.3	Klebeverbindungen.....	36
8.2.4	Bestimmung der Referenzwerte für die Hot-Spot-Ermüdungsfestigkeit	36
8.3	Einfluss der Mittelspannung	36
8.3.1	Allgemeines	36
8.3.2	Grundwerkstoff und Verbindungen mit mechanischen Verbindungsmitteln.....	36
8.3.3	Schweißverbindungen.....	37
8.3.4	Klebeverbindungen	37
8.3.5	Bereich der Kurzzeitfestigkeit.....	37
8.3.6	Schwingspielzählung für die Berechnung des <i>R</i> -Verhältnisses.....	37
8.4	Einfluss der Umgebung.....	37
8.5	Techniken für die Erhöhung der Ermüdungsfestigkeit.....	38
Anhang A (normativ) Grundlagen der Berechnung der Ermüdungsfestigkeit.....		39
A.1	Anwendung dieses Anhangs.....	39
A.2	Anwendungsbereich und Anwendungsfeld	39
A.3	Allgemeines	39
A.3.1	Einfluss der Ermüdung auf die Bemessung	39
A.3.2	Versagensmechanismus.....	39
A.3.3	Mögliche Stellen für Ermüdungsrisse	40
A.3.4	Bedingungen für die Ermüdungsanfälligkeit.....	40
A.4	Schwingbruchsichere Bemessung.....	41
A.4.1	Allgemeines	41
A.4.2	Voraussetzungen für die schwingbruchsichere Bemessung.....	42
A.4.3	Bemessungsansatz	42
A.4.4	Schwingspielzählung.....	44
A.4.5	Herleitung des Spannungs-Kollektivs.....	46
A.5	Schadenstolerante Bemessung.....	46
A.5.1	Voraussetzungen für schadenstolerante Bemessung.....	46
A.5.2	Wahl der Tragwerksart und deren bauliche Durchbildung	47
A.5.3	Festlegung der Inspektionsstrategie bei schadenstoleranter Bemessung	47
Anhang B (informativ) Hinweise für die Bewertung des Rissfortschritts durch Bruchmechanik.....		50
B.1	Anwendung dieses informativen Anhangs.....	50
B.2	Anwendungsbereich und Anwendungsfeld	50
B.3	Grundlagen	50
B.3.1	Fehlerabmessungen	50
B.3.2	Rissfortschrittsabhängigkeit.....	51
B.4	Rissfortschrittsdaten <i>A</i> und <i>m</i>	52

B.5	Geometriefunktion y	53
B.6	Integration des Rissfortschritts	53
B.7	Ermittlung der maximalen Risslänge a_2	54
Anhang C (informativ) Versuche für die Ermüdungsbemessung.....		62
C.1	Anwendung dieses informativen Anhangs.....	62
C.2	Anwendungsbereich und Anwendungsfeld	62
C.3	Ermittlung von Belastungsdaten	62
C.3.1	Feste Tragwerke unter mechanischen Belastungen	62
C.3.2	Feste Tragwerke unter Umweltbelastungen.....	63
C.3.3	Bewegliche Konstruktionen	63
C.4	Ermittlung der Spannungsdaten.....	64
C.4.1	Versuchsergebnisse aus Bauteilen.....	64
C.4.2	Versuchsergebnisse aus Tragwerken	64
C.4.3	Bestätigung des Spannungs-Zeit-Verlaufs.....	64
C.5	Ermittlung von Lebensdauerdaten	65
C.5.1	Bauteilprüfung.....	65
C.5.2	Großbauteilprüfung	65
C.5.3	Akzeptanzkriterien.....	66
C.6	Rissfortschrittsdaten.....	69
C.7	Berichterstellung.....	69
Anhang D (informativ) Spannungsanalyse		71
D.1	Anwendung dieses informativen Anhangs.....	71
D.2	Anwendungsbereich und Anwendungsfeld	71
D.3	Anwendung von Finiten-Elementen für die Ermüdungsanalyse	71
D.3.1	Elementtypen.....	71
D.3.2	Weitere Hinweise für die Anwendung finiter Elemente	72
D.4	Spannungskonzentrationsbeiwerte	72
D.5	Ermüdungsbegrenzung bei wiederholtem lokalem Beulen	74
Anhang E (informativ) Klebeverbindungen		75
E.1	Anwendung dieses informativen Anhangs.....	75
E.2	Anwendungsbereich und Anwendungsfeld	75
Anhang F (informativ) Bereich der Kurzzeitfestigkeit.....		78
F.1	Anwendung dieses informativen Anhangs.....	78
F.2	Anwendungsbereich und Anwendungsfeld	78
F.3	Änderung an Ermüdungsfestigkeitskurven.....	78
F.4	Versuchsergebnisse.....	79
Anhang G (informativ) Einfluss des herrschenden Spannungsverhältnisses R		80
G.1	Anwendung dieses informativen Anhangs.....	80
G.2	Anwendungsbereich und Anwendungsfeld	80
G.3	Erhöhung der Ermüdungsfestigkeit	80
G.4	Fälle für erhöhte Werte	80
G.4.1	Fall 1	80
G.4.2	Fall 2	81
G.4.3	Fall 3	82
Anhang H (informativ) Verbesserung der Ermüdungsfestigkeit von Schweißnähten		83
H.1	Anwendung dieses informativen Anhangs.....	83
H.2	Anwendungsbereich und Anwendungsfeld	83
H.3	Maschinelle Bearbeitung oder Schleifen	84
H.4	Nachbearbeitung durch WIG oder Plasma	85
H.5	Strahlen	85
Anhang I (informativ) Gussstücke.....		86
I.1	Anwendung dieses informativen Anhangs.....	86

I.2	Anwendungsbereich und Anwendungsfeld	86
I.3	Ermüdungsfestigkeitsdaten	86
I.3.1	Einfach geformte Gussstücke	86
I.3.2	Geschweißter Werkstoff.....	86
I.3.3	Mechanisch verbundene Gussstücke	87
I.3.4	Geklebte Gussstücke	87
I.4	Qualitätsanforderungen	87
Anhang J (informativ) Tabellen der Detailkategorien.....		89
J.1	Anwendung dieses informativen Anhangs.....	89
J.2	Anwendungsbereich und Anwendungsfeld	89
Anhang K (informativ) Hot-Spot-Referenz-Detail-Methode.....		119
K.1	Anwendung dieses informativen Anhangs.....	119
K.2	Anwendungsbereich und Anwendungsfeld	119
K.3	Hot-Spot-Referenz-Detail-Methode	119
Anhang L (informativ) Leitfaden für die Anwendung von Bemessungsmethoden, Wahl der Teilsicherheitsbeiwerte, Grenzen für Schadenswerte, Inspektionsintervalle und Kenngrößen für die Ausführung bei Übernahme von Anhang J.....		120
L.1	Anwendung dieses informativen Anhangs.....	120
L.2	Anwendungsbereich und Anwendungsfeld	120
L.3	Konzept der schwingbruchsicheren Bemessung.....	120
L.3.1	Allgemeines	120
L.3.2	SLD-I	121
L.3.3	SLD-II.....	121
L.4	Konzept der schadenstoleranten Bemessung.....	121
L.4.1	Allgemeines	121
L.4.2	DTD-I.....	121
L.4.3	DTD-II	122
L.5	Beginn der Inspektion und Inspektionsintervalle.....	123
L.6	Teilsicherheitsbeiwerte γ_{Mf} und Werte für D_{Lim}	124
L.7	Kenngrößen für die Ausführung.....	125
L.7.1	Beanspruchungskategorie	125
L.7.2	Berechnung des Ausnutzungsgrads.....	126
Literaturhinweise.....		128

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1999-1-3:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird. CEN/TC 250 ist für alle Eurocodes des konstruktiven Ingenieurbaus zuständig. Die Verantwortung für alle Angelegenheiten der Tragwerks- und geotechnischen Planung wurde dem CEN/TC 250 von CEN übertragen.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 1999-1-3:2007 ersetzen.

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

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

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

Einleitung

0.1 Einleitung zu den Eurocodes

Die Eurocodes des konstruktiven Ingenieurbaus umfassen die folgenden Normen, die in der Regel aus mehreren Teilen bestehen:

- EN 1990, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*
- EN 1991, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke*
- EN 1992, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken*
- EN 1993, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten*
- EN 1994, *Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton*
- EN 1995, *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten*
- EN 1996, *Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten*
- EN 1997, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik*
- EN 1998, *Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben*
- EN 1999, *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken*
- <Neue Teile>

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

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

0.2 Einleitung zu EN 1999 Eurocode 9

EN 1999 (alle Teile) gilt für den Entwurf, die Berechnung und die Bemessung von Bauwerken und Tragwerken aus Aluminium. Sie entspricht den Grundsätzen und Anforderungen an die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit von Tragwerken, sowie den Grundlagen für ihre Bemessung und Nachweise, die in EN 1990, Grundlagen der Tragwerksplanung, enthalten sind.

EN 1999 (alle Teile) behandelt ausschließlich Anforderungen an die Tragfähigkeit, die Gebrauchstauglichkeit, die Dauerhaftigkeit und den Feuerwiderstand von Tragwerken aus Aluminium. Andere Anforderungen, wie z. B. Wärmeschutz oder Schallschutz, werden nicht behandelt.

EN 1999 (alle Teile) behandelt nicht die besonderen Anforderungen an die Erdbebenauslegung. Festlegungen bezüglich dieser Anforderungen sind in EN 1998 enthalten, in Ergänzung zu und im Einklang mit EN 1999.

EN 1999 ist in fünf Teile gegliedert:

- EN 1999-1-1, *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln.*
- EN 1999-1-2, *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken — Teil 1-2: Tragwerksbemessung für den Brandfall.*
- EN 1999-1-3, *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken — Teil 1-3: Ermüdungsbeanspruchte Tragwerke.*
- EN 1999-1-4, *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken — Teil 1-4: Kaltgeformte Profiltafeln.*
- EN 1999-1-5, *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken — Teil 1-5: Schalenträgerwerke.*

0.3 Einleitung zu EN 1999-1-3

Dieses Dokument enthält die Grundlage für die Bemessung und Konstruktion von ermüdungsbeanspruchten Tragwerken aus Aluminiumlegierungen im Grenzzustand der Tragfähigkeit.

0.4 In den Eurocodes verwendete Verbformen

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

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

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

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

0.5 Nationaler Anhang für prEN 1999-1-3

Nationale Festlegungen sind in diesem Dokument zulässig, wo diese Möglichkeit ausdrücklich in Anmerkungen angegeben wird. Nationale Festlegungen umfassen die Auswahl der Werte für national festgelegte Parameter (NDP, en: nationally determined parameters).

Die nationale Ausgabe von EN 1999-1-3 kann einen Nationalen Anhang mit allen national festgelegten Parametern enthalten, die für den Entwurf und die Bemessung von Hoch- und Ingenieurbauten im jeweiligen Land Verwendung finden.

Wird keine nationale Festlegung angeführt, ist der in diesem Dokument angegebene Standardwert anzuwenden.

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