

DIN EN 1999-1-3:2024-11 (D)

Eurocode 9 - Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken - Teil 1-3: Ermüdungsbeanspruchte Tragwerke; Deutsche Fassung EN 1999-1-3:2023

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich.....	10
1.1 Anwendungsbereich von EN 1999-1-3	10
1.2 Annahmen.....	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe und Symbole	10
3.1 Begriffe	10
3.2 Symbole	15
4 Grundlagen der Bemessung.....	17
4.1 Grundregeln	17
4.2 Methoden der Ermüdungsbemessung.....	18
4.2.1 Schwingbruchsichere Bemessung (SLD).....	18
4.2.2 Schadenstolerante Bemessung (DTD)	18
4.2.3 Versuchsunterstützte Bemessung	19
4.3 Ermüdungsbelastung	19
4.3.1 Herkunft der Ermüdungsbelastung.....	19
4.3.2 Herleitung der Ermüdungsbelastung	19
4.3.3 Äquivalente Ermüdungsbelastung.....	20
4.4 Teilsicherheitsbeiwerte für Ermüdungslasten.....	20
4.5 Anforderungen an die Ausführung.....	21
4.5.1 Allgemeines.....	21
4.5.2 Ausführungsklassen	21
4.5.3 Ausführungsspezifikation	21
4.5.4 Betriebsbuch.....	21
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.....	24
7.1.3 Anwendung von Membran-, Schalen- und Kontinuumselementen.....	25
7.2 Spannungsarten	25
7.2.1 Allgemeines.....	25
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 mechanische Verbindungselemente	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	Grundmaterial 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 von <i>R</i> -Verhältnissen	37
8.4	Einfluss der Umgebung	37
8.5	Methoden zur 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	47
A.5.1	Voraussetzungen für schadenstolerante Bemessung	47
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 Feststellung des Rissfortschritts mittels 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 <i>y</i>	53
B.6	Integration des Rissfortschritts	54

B.7	Ermittlung der maximalen Risslänge a_2	54
Anhang C (informativ) Versuche für die Ermüdungsbemessung		
C.1	Anwendung dieses informativen Anhangs.....	62
C.2	Anwendungsbereich und Anwendungsfeld	62
C.3	Ermittlung von Belastungsdaten.....	63
C.3.1	Feste Tragwerke unter mechanischen Belastungen.....	63
C.3.2	Feste Tragwerke unter Umwelteinflüssen.....	63
C.3.3	Bewegliche Konstruktionen	64
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.....	65
C.5	Ermittlung von Lebensdauerdaten.....	65
C.5.1	Bauteilprüfung.....	65
C.5.2	Großbauteilprüfung	66
C.5.3	Akzeptanzkriterien.....	66
C.6	Rissfortschrittsdaten	69
C.7	Berichterstellung.....	69
Anhang D (informativ) Spannungsanalyse		
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		
E.1	Anwendung dieses informativen Anhangs.....	75
E.2	Anwendungsbereich und Anwendungsfeld	75
Anhang F (informativ) Bereich der Kurzzeitfestigkeit		
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.....		
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.....		
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.....		
I.1	Anwendung dieses informativen Anhangs.....	86
I.2	Anwendungsbereich und Anwendungsfeld	86
I.3	Ermüdungsfestigkeitsdaten.....	86
I.3.1	Gusswerkstoff.....	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		120
K.1	Anwendung dieses informativen Anhangs	120
K.2	Anwendungsbereich und Anwendungsfeld	120
K.3	Hot-Spot-Referenz-Detail-Methode.....	120
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.....		121
L.1	Anwendung dieses informativen Anhangs	121
L.2	Anwendungsbereich und Anwendungsfeld	121
L.3	Konzept der schwingbruchsicheren Bemessung.....	121
L.3.1	Allgemeines.....	121
L.3.2	SLD-I	122
L.3.3	SLD-II	122
L.4	Konzept der schadenstoleranten Bemessung.....	122
L.4.1	Allgemeines.....	122
L.4.2	DTD-I	122
L.4.3	DTD-II.....	123
L.5	Beginn der Inspektion und Inspektionsintervalle	124
L.6	Teilsicherheitsbeiwerte γ_{Mf} und Werte für D_{Lim}	125
L.7	Kenngrößen für die Ausführung	127
L.7.1	Beanspruchungskategorie	127
L.7.2	Berechnung des Ausnutzungsgrads	128
Literaturhinweise		130