E DIN EN 1999-1-3:2021-04 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2021-02-26

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 1999-1-3:2021

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 *R*-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 A und m 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**