DIN EN 1999-1-3:2011-11 (D)

Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken - Teil 1-3: Ermüdungsbeanspruchte Tragwerke; Deutsche Fassung EN 1999-1-3:2007 + A1:2011

Inhalt

Seite

Vorwort ... 6
Hintergrund des Eurocode-Programmes ... 6
Status und Gültigkeitsbereich der Eurocodes ... 7
Nationale Fassungen der Eurocodes ... 8
Verhältnis zwischen den Eurocodes und den harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte (ENs und ETAs) ... 9
Besondere Hinweise zu EN 1999-1-3 ... 9
Nationaler Anhang für EN 1999-1-3 ... 9
Vorwort der Änderung A1 ... 10

1 Allgemeines ... 11
1.1 Anwendungsbereich ... 11
1.1.1 Anwendungsbereich von EN 1999 ... 11
1.1.2 Anwendungsbereich von EN 1999-1-3 ... 11
1.2 Normative Verweisungen ... 12
1.3 Annahmen ... 12
1.4 Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln ... 13
1.5 Definitionen ... 13
1.5.1 Allgemeines ... 13
1.5.2 Zusätzliche Begriffe, die in EN 1999-1-3 verwendet werden ... 13
1.6 Symbole ... 17
1.7 Spezifikationen für die Ausführung ... 19
1.7.1 Ausführungsspezifikation ... 19
1.7.2 Betriebsbuch ... 19
1.7.3 Prüf- und Wartungsbuch ... 19

2 Grundlagen der Bemessung ... 20
2.1 Allgemeines ... 20
2.1.1 Grundlegende Anforderungen ... 20
2.2 Bemessungsmethoden gegen Ermüdung ... 21
2.2.1 Schwingbruchsichere Bemessung (SLD) ... 21
2.2.2 Schadenstolerante Bemessung (DTD) ... 22
2.2.3 Versuchsunterstützte Bemessung ... 22
2.3 Ermüdungsbelastung ... 22
2.3.1 Herkunft der Ermüdungsbelastung ... 22
2.3.2 Herleitung der Ermüdungsbelastung ... 23
2.3.3 Äquivalente Ermüdungsbelastung ... 23
2.4 Teilsicherheitsbeiwerte für Ermüdungslasten ... 24
2.5 Anforderungen an die Ausführung ... 24

3 Werkstoffe, Produktbestandteile und Verbindungsmittel ... 24

4 Dauerhaftigkeit ... 25

5 Strukturanalyse ... 25
5.1 Globale Analyse ... 25
5.1.1 Allgemeines ... 25
5.1.2 Anwendung von Balkenelementen ... 26
5.1.3 Anwendung von Membran-, Schalen- und Kontinuumelementen ... 27
5.2 Spannungsarten ... 27

5.2.1 Allgemeines 27
5.2.2 Nennspannungen 27
5.2.3 Modifizierte Nennspannungen 28
5.2.4 Hot-Spot-Spannungen 28
5.3 Herleitung von Spannungen 30
5.3.1 Herleitung von Nennspannungen 30
5.3.2 Herleitung von modifizierten Nennspannungen 31
5.3.3 Herleitung von Hot-Spot-Spannungen 31
5.3.4 Spannungsrichtung 31
5.4 Spannungsschwingbreiten für bestimmte Rissentstehungsstellen 32
5.4.1 Grundmaterial, Schweißnähte und Verbindungen mit mechanischen Befestigungselementen 32
5.4.2 Kehlnähte und partiell durchgeschweißte Stumpfnähte 32
5.5 Klebeverbindungen 33
5.6 Gussstücke 33
5.7 Spannungskollektive 33
5.8 Berechnung von äquivalenten Spannungsschwingbreiten für standardisierte Ermüdungsbelastungs-Modelle 33
5.8.1 Allgemeines 33
5.8.2 Bemessungswert der Spannungsschwingbreite 34

6 Ermüdungswiderstand und Detailkategorien 34
6.1 Detailkategorien 34
6.1.1 Allgemeines 34
6.1.2 Einflussfaktoren für die Detailkategorien 34
6.1.3 Konstruktionsdetails 35
6.2 Werte der Ermüdungsfestigkeit 35
6.2.1 Klassifizierte Konstruktionsdetails 35
6.2.2 Nicht klassifizierte Details 37
6.2.3 Klebeverbindungen 37
6.2.4 Bestimmung der Referenzwerte für die Hot-Spot-Ermüdungsfestigkeit 38
6.3 Einfluss der Mittelspannung 38
6.3.1 Allgemeines 38
6.3.2 Grundwerkstoff und Verbindungen mit mechanischen Verbindungsmitteln 38
6.3.3 Schweißverbindungen 38
6.3.4 Klebeverbindungen 38
6.3.5 Bereich der Kurzzeitfestigkeit 38
6.3.6 Schwingspielzählung für die Berechnung des R-Verhältnisses 39
6.4 Einfluss der Umgebung 39
6.5 Techniken für die Erhöhung der Ermüdungsfestigkeit 39

Anhang A (normativ) Grundlagen der Berechnung der Ermüdungsfestigkeit 40
A.1 Allgemeines 40
A.1.1 Einfluss der Ermüdung auf die Bemessung 40
A.1.2 Versagensmechanismus 40
A.1.3 Mögliche Stellen für Ermüdungsrisse 41
A.1.4 Bedingungen für die Ermüdungsanfälligkeit 41
A.2 Bemessung für sichere Lebensdauer 42
A.2.1 Voraussetzungen für die Bemessung nach sicherer Lebensdauer 42
A.2.2 Schwingspielzählung 43
A.2.3 Herleitung des Spannungs-Kollektivs 43
A.3 Schadenstolerante Bemessung 46
A.3.1 Voraussetzungen für schadenstolerante Bemessung 46
A.3.2 Festlegung der Inspektionsstrategie bei schadenstoleranter Bemessung 47

Anhang B (informativ) Hinweise für die Bewertung des Rissfortschritts durch Bruchmechanik 50
B.1 Geltungsbereich 50
B.2 Grundlagen 50
B.2.1 Fehlerabmessungen 50
B.2.2 Rissfortschrittsabhängigkeit 51
B.3 Rissfortschrittsdaten A und m 51
B.4 Geometriefunktion y 53
B.5 Integration des Rissfortschritts 53

B.6 Ermittlung der maximalen Risslänge a_2 53

Anhang C (informativ) **Versuche für die Ermüdungsbemessung 63**
C.1 Allgemeines 63
C.2 Ermittlung von Belastungsdaten 63
C.2.1 Feste Tragwerke unter mechanischen Belastungen 63
C.2.2 Feste Tragwerke unter Umweltbelastungen 64
C.2.3 Bewegliche Konstruktionen 64
C.3 Ermittlung der Spannungsdaten 65
C.3.1 Versuchsergebnisse aus Bauteilen 65
C.3.2 Versuchsergebnisse aus Tragwerken 65
C.3.3 Bestätigung des Spannungs-Zeit-Verlaufs 65
C.4 Ermittlung von Lebensdauerdaten 66
C.4.1 Bauteilprüfung 66
C.4.2 Großbauteilprüfung 66
C.4.3 Akzeptanzkriterien 67
C.5 Rissfortschrittsdaten 70
C.6 Berichterstattung 70

Anhang D (informativ) **Spannungsanalyse 72**
D.1 Anwendung von Finiten-Elementen für die Ermüdungsanalyse 72
D.1.1 Elementtypen 72
D.1.2 Weitere Hinweise für die Anwendung finiter Elemente 73
D.2 Spannungskonzentrationsbeiwerte 73
D.3 Ermüdungsbegrenzung bei wiederholtem lokalem Beulen 75

Anhang E (informativ) **Klebeverbindungen 76**

Anhang F (informativ) **Bereich der Kurzzeitfestigkeit 80**
F.1 Einleitung 80
F.2 Modifikation der $\Delta\sigma$-N Kurven 80
F.3 Versuchsergebnisse 80

Anhang G (informativ) **Einfluss des R-Verhältnisses 82**
G.1 Erhöhung der Ermüdungsfestigkeit 82
G.2 Fälle, die erhöht werden 82
G.2.1 Fall 1 82
G.2.2 Fall 2 83
G.2.3 Fall 3 83

Anhang H (informativ) **Verbesserung der Ermüdungsfestigkeit von Schweißnähten 84**
H.1 Allgemeines 84
H.2 Maschinelle Bearbeitung oder Schleifen 85
H.3 Nachbearbeitung durch WIG oder Plasma 85
H.4 Strahlen 85

Anhang I (informativ) **Gussstücke 86**
I.1 Allgemeines 86
I.2 Ermüdungsfestigkeitsdaten 86
I.2.1 Flachguss 86
I.2.2 Geschweißter Werkstoff 86
I.2.3 Mechanisch verbundene Gussstücke 86
I.2.4 Geklebte Gussstücke 87
I.3 Qualitätsanforderungen 87

Anhang J (informativ) **Tabellen der Detailkategorien 88**
J.1 Allgemeines 88

Anhang K (informativ) **Hot-Spot-Referenz-Detail-Methode 110**

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 111**
L.1 Schwingbruchsichere Bemessung 111
L.2 Schadenstolerante Bemessung 112

L.2.1 Allgemeines **112**
L.2.2 DTD-I **112**
L.2.3 DTD-II **113**
L.3 Beginn der Inspektion und Inspektionsintervalle **114**
L.4 Teilsicherheitsbeiwerte γ_{Mf} und Werte für D_{lim} **115**
L.5 Kenngrößen für die Ausführung **117**
L.5.1 Beanspruchungskategorie **117**
L.5.2 Berechnung des Ausnutzungsgrads **118**

Literaturhinweise **120**