DIN EN 1999-1-1:2014-03 (D)

Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln; Deutsche Fassung EN 1999-1-1:2007 + A1:2009 + A2:2013

Inhalt

Seite

Vorwort ... 7

A1 Vorwort der Änderung A1 ... 7

A1 Vorwort der Änderung A2 ... 7

Nationaler Anhang zu EN 1999-1-1 ... 11

1 Allgemeines ... 12
1.1 Anwendungsbereich ... 12
1.1.1 Anwendungsbereich von EN 1999 ... 12
1.1.2 Anwendungsbereich von EN 1999-1-1 ... 12
1.2 Normative Verweisungen ... 14
1.2.1 Allgemeine Verweisungen ... 14
1.2.2 Verweisungen zur Tragwerksbemessung ... 14
1.2.3 Regelungen für Aluminiumlegierungen ... 14
1.2.4 Verweisungen zum Schweißen ... 17
1.2.5 Sonstige Verweisungen ... 17
1.3 Annahmen ... 17
1.4 Unterscheidung nach Grundsätzen und Anwendungsregeln ... 17
1.5 Begriffe ... 18
1.6 Formelzeichen ... 19
1.7 Definition der Bauteilachsen ... 36
1.8 Ausführungsspezifikation ... 36

2 Grundlagen für die Tragwerksplanung ... 38
2.1 Anforderungen ... 38
2.1.1 Grundlegende Anforderungen ... 38
2.1.2 Behandlung der Zuverlässigkeit ... 38
2.1.3 Nutzungsdauer, Dauerhaftigkeit und Robustheit ... 38
2.2 Grundsätzliches zur Bemessung mit Grenzzuständen ... 38
2.3 Basisvariable ... 39
2.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse ... 39
2.3.2 Werkstoff- und Produkteigenschaften ... 39
2.4 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten ... 39
2.4.1 Bemessungswerte von Werkstoffeigenschaften ... 39
2.4.2 Bemessungswerte der geometrischen Größen ... 39
2.4.3 Bemessungswerte der Beanspruchbarkeit ... 40
2.4.4 Nachweis der Lagesicherheit (EQU) ... 40
2.5 Bemessung mit Hilfe von Versuchen ... 40

3 Werkstoffe ... 41
3.1 Allgemeines ... 41
3.2 Aluminium für Bauteile ... 41
3.2.1 Werkstoffarten ... 41
3.2.2 Werkstoffeigenschaften von Aluminiumknetlegierungen ... 42
3.2.3 Werkstoffeigenschaften von Aluminiumgusslegierungen ... 47
3.2.4 Abmessungen, Gewichte und Toleranzen ... 48
3.2.5 Bemessungswerte der Werkstoffkennwerte ... 48
3.3 Verbindungsmittel ... 49
3.3.1 Allgemeines ... 49
3.3.2 Schrauben, Muttern und Scheiben ... 49

3.3.3 Niete 51
3.3.4 Schweißzusätze 51
3.3.5 Klebstoffe 51

4 Dauerhaftigkeit 53

5 Tragwerksberechnung 53
5.1 Statische Systeme 53
5.1.1 Grundlegende Annahmen 53
5.1.2 Berechnungsmodelle für Anschlüsse 53
5.1.3 Bauwerks-Boden-Interaktion 54
5.2 Untersuchung von Gesamttragwerken 54
5.2.1 Einflüsse der Tragwerksverformung 54
5.2.2 Stabilität von Tragwerken 54
5.3 Imperfektionen 55
5.3.1 Grundlage 55
5.3.2 Imperfektionen für die Tragwerksberechnung 56
5.3.3 Imperfektionen zur Berechnung aussteifender Systeme 61
5.3.4 Bauteilimperfektionen 64
5.4 Berechnungsmethoden 64
5.4.1 Allgemeines 64
5.4.2 Elastische Tragwerksberechnung 64
5.4.3 Plastische Tragwerksberechnung 65

6 Grenzzustände der Tragfähigkeit von Bauteilen 65
6.1 Grundlage 65
6.1.1 Allgemeines 65
6.1.2 Charakteristische Festigkeitswerte 65
6.1.3 Teilsicherheitsbeiwerte 65
6.1.4 Klassifizierung von Querschnitten 66
6.1.5 Beulen 72
6.1.6 Festigkeitsreduktionen in der Wärmeeinflusszone von Schweißungen 74
6.2 Beanspruchbarkeit der Querschnitte 77
6.2.1 Allgemeines 77
6.2.2 Querschnittswerte 78
6.2.3 Zugbeanspruchung 80
6.2.4 Druckbeanspruchung 80
6.2.5 Biegebeanspruchung 81
6.2.6 Querkraftbeanspruchung 84
6.2.7 Torsionsbeanspruchung 85
6.2.8 Beanspruchung aus Biegung und Querkraft 87
6.2.9 Beanspruchung aus Biegung und Normalkraft 88
6.2.10 Beanspruchung aus Biegung, Querkraft und Normalkraft 89
6.2.11 Stegkrüppeln 90
6.3 Stabilitätsnachweise für Bauteile 90
6.3.1 Bauteile mit planmäßig zentrischem Druck 90
6.3.2 Bauteile mit Biegung 95
6.3.3 Bauteile mit Biegung und zentrischem Druck 98
6.4 Mehrteilige druckbeanspruchte Bauteile 102
6.4.1 Allgemeines 102
6.4.2 Gitterstützen 105
6.4.3 Stützen mit Bindeblechen (Rahmenstützen) 106
6.4.4 Mehrteilige Bauteile mit geringer Spreizung 108
6.5 Unausgesteifte, in ihrer Ebene belastete Platten 109
6.5.1 Allgemeines 109
6.5.2 Beanspruchbarkeit unter gleichförmigem Druck 109
6.5.3 Beanspruchbarkeit bei Biegung in der Ebene 111
6.5.4 Beanspruchbarkeit bei in Quer- oder Längsrichtung veränderlichen Normalspannungen 112
6.5.5 Beanspruchbarkeit durch gleichförmige Schubspannungen 112
6.5.6 Beanspruchbarkeit bei kombinierten Einwirkungen 113
6.6 Ausgesteifte, in ihrer Ebene belastete Platten 113
6.6.1 Allgemeines 113
6.6.2 Ausgesteifte Platten unter gleichförmigem Druck 114

6.6.3 Ausgesteifte Platten unter Biegung in ihrer Ebene 116
6.6.4 Gleichförmig versteifte Platten mit in Längsrichtung veränderlichen Spannungen 117
6.6.5 Gleichförmig versteifte Platten unter Schubbeanspruchung 118
6.6.6 Beullasten orthotroper Platten 118
6.7 Vollwandträger mit schlanken Stegen 121
6.7.1 Allgemeines 121
6.7.2 Beanspruchbarkeit bei Biegung in der Trägerebene 122
6.7.3 Beanspruchbarkeit von Trägern mit Längssteifen am Steg 123
6.7.4 Schubbeanspruchbarkeit 125
6.7.5 Beanspruchbarkeit unter Querlasten 130
6.7.6 Interaktion 134
6.7.7 Gurtinduziertes Stegblechbeulen 135
6.7.8 Stegblechsteifen 136
6.8 Bauteile mit Trapezblechstegen 137
6.8.1 Beanspruchbarkeit durch Biegemomente 137
6.8.2 Schubkraftbeanspruchbarkeit 138

7 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit 139
7.1 Allgemeines 139
7.2 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit für den Hochbau 140
7.2.1 Vertikale Durchbiegungen 140
7.2.2 Horizontale Verformungen 140
7.2.3 Dynamische Einflüsse 140
7.2.4 Berechnung von elastischen Verformungen 140

8 Bemessung von Anschlüssen 141
8.1 Bemessungsgrundlagen 141
8.1.1 Einführung 141
8.1.2 Schnittgrößen 141
8.1.3 Beanspruchbarkeit von Anschlüssen 142
8.1.4 Bemessungsannahmen 142
8.1.5 Herstellung und Ausführung 142
8.2 Schnittpunkte in geschraubten, genieteten und geschweißten Anschlüssen 143
8.3 Schubbeanspruchte Anschlüsse mit Stoßbeanspruchung, Schwingungsbeanspruchung oder Lastumkehr 143
8.4 Klassifizierung von Anschlüssen 143
8.5 Schrauben-, Niet- und Bolzenverbindungen 143
8.5.1 Rand- und Lochabstände für Schrauben und Niete 143
8.5.2 Lochabminderungen 146
8.5.3 Kategorien von Schraubenverbindungen 149
8.5.4 Kräfteverteilung auf Verbindungsmittel 150
8.5.5 Bemessungswerte der Tragfähigkeit von Schrauben 151
8.5.6 Beanspruchbarkeit von Nieten 154
8.5.7 Senkschrauben und Senkniete 154
8.5.8 Hohlniete und Blindniete 155
8.5.9 Hochfeste Schrauben in gleitfesten Verbindungen 155
8.5.10 Abstützkräfte 157
8.5.11 Lange Anschlüsse 158
8.5.12 A2 Einschnittige Verbindungen A2 159
8.5.13 Verbindungsmittel durch Futterbleche 159
8.5.14 Bolzenverbindungen 159
8.6 Schweißverbindungen 162
8.6.1 Allgemeines 162
8.6.2 Wärmeeinflusszone (WEZ) 162
8.6.3 Bemessung von Schweißverbindungen 163
8.7 Hybride Verbindungen 171
8.8 Geklebte Verbindungen 171
8.9 Andere Verbindungsverfahren 171

Anhang A (informativ) A1 Differenzierung der Zuverlässigkeit 172
A.1 Einleitung 172
A.2 Vorschriften für die Planung zur Differenzierung der Zuverlässigkeit — Planungsüberwachungsstufen 172

A.3 Vorschriften für die Ausführung zur Differenzierung der Zuverlässigkeit — Ausführungsklassen ... **172**
A.4 Maßgebende Faktoren für die Auswahl der Ausführungsklassen ... **173**
A.5 Festlegung der Ausführungsklasse ... **174**
A.6 Ausnutzungsgrade ... **174**

Anhang B (normativ) **Äquivalenter T-Stummel mit Zugbeanspruchung** ... **175**
B.1 Allgemeine Regeln zur Bewertung der Tragfähigkeit ... **175**
B.2 Einzelne Schraubenreihen, Schraubengruppen und Gruppen von Schraubenreihen ... **180**

Anhang C (informativ) **Werkstoffauswahl** ... **182**
C.1 Allgemeines ... **182**
C.2 Knethalbzeuge ... **182**
C.2.1 Aushärtbare Knetlegierungen ... **182**
C.2.2 Nichtaushärtbare Knetlegierungen ... **186**
C.3 Gussprodukte ... **187**
C.3.1 Allgemeines ... **187**
C.3.2 Aushärtbare Gusslegierungen EN AC-42100, EN AC-42200, EN AC-43000 und EN AC-43300 ... **187**
C.3.3 Nichtaushärtbare Gusslegierungen EN AC-44200 und EN AC-51300 ... **187**
C.3.4 Besondere Bemessungsregeln für Gussstücke ... **187**
C.4 Verbindungsmittel ... **189**
C.4.1 Aluminiumschrauben ... **189**
C.4.2 Aluminiumniete ... **190**

Anhang D (informativ) **Korrosion und Oberflächenschutz** ... **191**
D.1 Korrosion von Aluminium unter verschiedenen Umgebungsbedingungen ... **191**
D.2 Dauerhaftigkeit von Aluminiumlegierungen ... **192**
D.3 Korrosionsschutz ... **192**
D.3.1 Allgemeines ... **192**
D.3.2 Vollflächiger Schutz von Aluminiumbauteilen ... **192**
D.3.3 Aluminium bei Kontakt mit Aluminium und anderen Metallen ... **194**
D.3.4 Aluminiumoberflächen in Kontakt mit Nichtmetallen ... **194**

Anhang E (informativ) **Analytische Modelle für das Spannungs-Dehnungsgesetz** ... **199**
E.1 Anwendungsbereich ... **199**
E.2 Analytische Modelle ... **199**
E.2.1 Modelle mit abschnittsweiser linearer Beschreibung ... **199**
E.2.2 Kontinuierliche Modelle ... **202**
E.3 Näherungsweise Ermittlung von ε_u ... **206**

Anhang F (informativ) **Tragverhalten von Querschnitten oberhalb der Elastizitätsgrenze** ... **207**
F.1 Allgemeines ... **207**
F.2 Definition der Querschnittsgrenzzustände ... **207**
F.3 Klassifizierung von Querschnitten nach Grenzzuständen ... **208**
F.4 Ermittlung der Traglast unter Normalkraft ... **209**
F.5 Ermittlung des Tragmomentes ... **209**

Anhang G (informativ) **Rotationskapazität** ... **211**

Anhang H (informativ) **Fließgelenkverfahren bei Durchlaufträgern** ... **214**

Anhang I (informativ) **Biegedrillknicken von Trägern sowie Drillknicken und Biegedrillknicken von gedrückten Bauteilen** ... **217**
I.1 Ideales Biegedrillknickmoment und Schlankheitsgrad ... **217**
I.1.1 Grundlage ... **217**
I.1.2 Allgemeine Gleichungen für Träger mit konstantem zur schwachen oder starken Achse symmetrischem Querschnitt ... **218**
I.1.3 Träger mit konstantem Querschnitt, der zur starken Achse symmetrisch, zentralsymmetrisch oder doppeltsymmetrisch ist ... **224**
I.1.4 Kragträger mit konstantem, zur schwachen Achse symmetrischem Querschnitt ... **225**
I.2 Schlankheitsgrad für Biegdrillknicken ohne Normalkraft ... **227**
I.3 Ideale Drillknicklast und Biegedrillknicklast bei Axialbelastung ... **230**
I.4 Schlankheitsgrad für Drillknicken und Biegedrillknicken mit Normalkraft ... **233**

Anhang J (informativ) **Querschnittseigenschaften** ... **239**

J.1 Torsionsträgheitsmoment I_t ... 239
J.2 Lage des Schubmittelpunktes S ... 239
J.3 Wölbwiderstand I_w ... 240
J.4 Querschnittswerte offener, dünnwandiger Querschnitte ... 244

Bild J.3 — Querschnittsknoten ... 244
J.5 Querschnittswerte offener, verzweigter Querschnitte ... 247
J.6 Torsionsträgheitsmoment [A2] *gestrichener Text* [A2] von Querschnitten mit geschlossenen Zellen ... 248

Anhang K (informativ) **Mittragende Breiten bei der Bauteilbemessung ... 249**
K.1 Allgemeines ... 249
K.2 Als wirksam anzusetzende mittragende Breiten ... 249
K.2.1 Beiwert für die mittragende Breite ... 249
K.2.2 Spannungsverteilung im Falle der mittragenden Breite ... 251
K.2.3 Lasteinleitung in der Scheibenebene ... 252
K.3 Mittragende Breite bei Grenzzuständen der Tragfähigkeit ... 253

Anhang L (informativ) **Klassifizierung von Anschlüssen ... 254**
L.1 Allgemeines ... 254
L.2 Voll wirksame Verbindungen ... 255
L.3 Teilweise wirksame Verbindungen ... 255
L.4 Klassifizierung nach der Steifigkeit ... 256
L.5 Klassifizierung nach der Tragfähigkeit ... 257
L.6 Klassifizierung nach der Duktilität ... 257
L.7 Allgemeine Bemessungsanforderungen für Verbindungen ... 257
L.8 Anforderungen an Verbindungen in Rahmentragwerken ... 257
L.8.1 Allgemeines ... 257
L.8.2 Gelenkige Verbindungen ... 259
L.8.3 Momentenübertragende Verbindungen ... 259

Anhang M (informativ) **Geklebte Verbindungen ... 261**
M.1 Allgemeines ... 261
M.2 Klebstoffe ... 261
M.3 Bemessung geklebter Verbindungen ... 262
M.3.1 Allgemeines ... 262
M.3.2 Charakteristische Festigkeit von Klebstoffen ... 263
M.3.3 Bemessungswert der Scherspannung ... 264
M.4 Versuche ... 264

[A1] Literaturhinweise ... 265