

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
A2 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	Hohlните 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 Tragemomentes.....	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 doppelsymmetrisch ist.....	224
I.1.4	Kragträger mit konstantem, zur schwachen Achse symmetrischem Querschnitt.....	225
I.2	Schlankheitsgrad für Biegedrillknicken 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 I_t <i>gestrichener Text</i> I_t 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
A_1	Literaturhinweise	265