

DIN EN 1999-1-1:2010-05 (D)

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

Inhalt	Seite
Vorwort	7
Vorwort der Änderung A1	8
Nationaler Anhang zu EN 1999-1-1	12
1 Allgemeines	13
1.1 Anwendungsbereich	13
1.1.1 Anwendungsbereich von EN 1999	13
1.1.2 Anwendungsbereich von EN 1999-1-1	13
1.2 Normative Verweisungen	15
1.2.1 Allgemeine Verweisungen	15
1.2.2 Verweisungen zur Tragwerksbemessung	15
1.2.3 Regelungen für Aluminiumlegierungen	15
1.2.4 Verweisungen zum Schweißen	17
1.2.5 Sonstige Verweisungen	18
1.3 Annahmen	18
1.4 Unterscheidung nach Grundsätzen und Anwendungsregeln	18
1.5 Begriffe	18
1.6 Formelzeichen	19
1.7 Definition der Bauteilachsen	36
1.8 Ausführungsspezifikation	37
2 Grundlagen für die Tragwerksplanung	39
2.1 Anforderungen	39
2.1.1 Grundlegende Anforderungen	39
2.1.2 Behandlung der Zuverlässigkeit	39
2.1.3 Nutzungsdauer, Dauerhaftigkeit und Robustheit	39
2.2 Grundsätzliches zur Bemessung mit Grenzzuständen	39
2.3 Basisvariable	40
2.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse	40
2.3.2 Werkstoff- und Produkteigenschaften	40
2.4 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten	40
2.4.1 Bemessungswerte von Werkstoffeigenschaften	40
2.4.2 Bemessungswerte der geometrischen Größen	40
2.4.3 Bemessungswerte der Beanspruchbarkeit	41
2.4.4 Nachweis der Lagesicherheit (EQU)	41
2.5 Bemessung mit Hilfe von Versuchen	41
3 Werkstoffe	42
3.1 Allgemeines	42
3.2 Aluminium für Bauteile	42
3.2.1 Werkstoffarten	42
3.2.2 Werkstoffeigenschaften von Aluminiumknetlegierungen	43
3.2.3 Werkstoffeigenschaften von Aluminiumgusslegierungen	48
3.2.4 Abmessungen, Gewichte und Toleranzen	49
3.2.5 Bemessungswerte der Werkstoffkennwerte	49
3.3 Verbindungsmittel	50
3.3.1 Allgemeines	50
3.3.2 Schrauben, Muttern und Scheiben	50
3.3.3 Niete	52
3.3.4 Schweißzusätze	52
3.3.5 Klebstoffe	52
4 Dauerhaftigkeit	53
5 Tragwerksberechnung	54
5.1 Statische Systeme	54

5.1.1	Grundlegende Annahmen	54
5.1.2	Berechnungsmodelle für Anschlüsse	54
5.1.3	Bauwerks-Boden-Interaktion	54
5.2	Untersuchung von Gesamttragwerken	55
5.2.1	Einflüsse der Tragwerksverformung	55
5.2.2	Stabilität von Tragwerken	55
5.3	Imperfektionen	56
5.3.1	Grundlage	56
5.3.2	Imperfektionen für die Tragwerksberechnung	57
5.3.3	Imperfektionen zur Berechnung aussteifender Systeme	62
5.3.4	Bauteilimperfektionen	64
5.4	Berechnungsmethoden	64
5.4.1	Allgemeines	64
5.4.2	Elastische Tragwerksberechnung	65
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	66
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	97
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	114
6.6.1	Allgemeines	114
6.6.2	Ausgesteifte Platten unter gleichförmigem Druck	115
6.6.3	Ausgesteifte Platten unter Biegung in ihrer Ebene	117
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	133
6.7.7	Gurtinduziertes Stegblechbeulen	134
6.7.8	Stegblechsteifen	135
6.8	Bauteile mit Trapezblechstegen	136
6.8.1	Beanspruchbarkeit durch Biegemomente	137
6.8.2	Schubkraftbeanspruchbarkeit	137
7	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	139
7.1	Allgemeines	139
7.2	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit für den Hochbau	139
7.2.1	Vertikale Durchbiegungen	139
7.2.2	Horizontale Verformungen	139
7.2.3	Dynamische Einflüsse	139
7.2.4	Berechnung von elastischen Verformungen	139
8	Bemessung von Anschlüssen	140
8.1	Bemessungsgrundlagen	140
8.1.1	Einführung	140
8.1.2	Schnittgrößen	141
8.1.3	Beanspruchbarkeit von Anschlüssen	141
8.1.4	Bemessungsannahmen	141
8.1.5	Herstellung und Ausführung	141
8.2	Schnittpunkte in geschraubten, genieteten und geschweißten Anschlüssen	142
8.3	Schubbeanspruchte Anschlüsse mit Stoßbeanspruchung, Schwingungsbeanspruchung oder Lastumkehr	142
8.4	Klassifizierung von Anschlüssen	142
8.5	Schrauben-, Niet- und Bolzenverbindungen	143
8.5.1	Rand- und Lochabstände für Schrauben und Nieten	143
8.5.2	Lochabminderungen	145
8.5.3	Kategorien von Schraubenverbindungen	148
8.5.4	Kräfteverteilung auf Verbindungsmittel	149
8.5.5	Bemessungswerte der Tragfähigkeit von Schrauben	150
8.5.6	Beanspruchbarkeit von Nieten	153
8.5.7	Senkschrauben und Senkniete	153
8.5.8	Hohlните und Blindniete	154
8.5.9	Hochfeste Schrauben in gleitfesten Verbindungen	154
8.5.10	Abstützkräfte	156
8.5.11	Lange Anschlüsse	157
8.5.12	Einschnittige Verbindungen mit einer Schraubenreihe	158
8.5.13	Verbindungsmittel durch Futterbleche	158
8.5.14	Bolzenverbindungen	158
8.6	Schweißverbindungen	161
8.6.1	Allgemeines	161
8.6.2	Wärmeinflusszone (WEZ)	161
8.6.3	Bemessung von Schweißverbindungen	162
8.7	Hybride Verbindungen	170
8.8	Geklebte Verbindungen	170
8.9	Andere Verbindungsverfahren	170
Anhang A (informativ)	A Differenzierung der Zuverlässigkeit	171
A.1	Einleitung	171

A.2	Vorschriften für die Planung zur Differenzierung der Zuverlässigkeit — Planungsüberwachungsstufen	171
A.3	Vorschriften für die Ausführung zur Differenzierung der Zuverlässigkeit — Ausführungsklassen	171
A.4	Maßgebende Faktoren für die Auswahl der Ausführungsklassen	172
A.5	Festlegung der Ausführungsklasse	173
A.6	Ausnutzungsgrade	173
Anhang B (normativ) Äquivalenter T-Stummel mit Zugbeanspruchung		174
B.1	Allgemeine Regeln zur Bewertung der Tragfähigkeit	174
B.2	Einzelne Schraubenreihen, Schraubengruppen und Gruppen von Schraubenreihen	179
Anhang C (informativ) Werkstoffauswahl.....		181
C.1	Allgemeines	181
C.2	Knethalbzeuge	181
C.2.1	Aushärtbare Knetlegierungen	181
C.2.2	Nichtaushärtbare Knetlegierungen	185
C.3	Gussprodukte	186
C.3.1	Allgemeines	186
C.3.2	Aushärtbare Gusslegierungen EN AC-42100, EN AC-42200, EN AC-43000 und EN AC-43300	186
C.3.3	Nichtaushärtbare Gusslegierungen EN AC-44200 und EN AC-51300.....	186
C.3.4	Besondere Bemessungsregeln für Gussstücke	186
C.4	Verbindungsmittel	188
C.4.1	Aluminiumschrauben.....	188
C.4.2	Aluminiumniete.....	189
Anhang D (informativ) Korrosion und Oberflächenschutz.....		190
D.1	Korrosion von Aluminium unter verschiedenen Umgebungsbedingungen	190
D.2	Dauerhaftigkeit von Aluminiumlegierungen	191
D.3	Korrosionsschutz	191
D.3.1	Allgemeines	191
D.3.2	Vollflächiger Schutz von Aluminiumbauteilen	191
D.3.3	Aluminium bei Kontakt mit Aluminium und anderen Metallen	193
D.3.4	Aluminiumoberflächen in Kontakt mit Nichtmetallen.....	193
Anhang E (informativ) Analytische Modelle für das Spannungs-Dehnungsgesetz.....		198
E.1	Anwendungsbereich	198
E.2	Analytische Modelle	198
E.2.1	Modelle mit abschnittsweiser linearer Beschreibung	198
E.2.2	Kontinuierliche Modelle	201
E.3	Näherungsweise Ermittlung von ε_u	205
Anhang F (informativ) Tragverhalten von Querschnitten oberhalb der Elastizitätsgrenze		206
F.1	Allgemeines	206
F.2	Definition der Querschnittsgrenzzustände.....	206
F.3	Klassifizierung von Querschnitten nach Grenzzuständen	207
F.4	Ermittlung der Traglast unter Normalkraft.....	208
F.5	Ermittlung des Tragmomentes	208
Anhang G (informativ) Rotationskapazität		210
Anhang H (informativ) Fließgelenkverfahren bei Durchlaufträgern		212
Anhang I (informativ) Biegedrillknicken von Trägern sowie Drillknicken und Biegedrillknicken von gedrückten Bauteilen		215
I.1	Ideales Biegedrillknickmoment und Schlankheitsgrad.....	215
I.1.1	Grundlage.....	215
I.1.2	Allgemeine Gleichungen für Träger mit konstantem zur schwachen oder starken Achse symmetrischem Querschnitt.....	215
I.1.3	Träger mit konstantem Querschnitt, der zur starken Achse symmetrisch, zentralsymmetrisch oder doppelsymmetrisch ist	222

I.1.4	Kragträger mit konstantem, zur schwachen Achse symmetrischem Querschnitt.....	223
I.2	Schlankheitsgrad für Biegedrillknicken ohne Normalkraft	225
I.3	Ideale Drillknicklast und Biegedrillknicklast bei Axialbelastung.....	228
I.4	Schlankheitsgrad für Drillknicken und Biegedrillknicken mit Normalkraft	230
Anhang J (informativ) Querschnittseigenschaften.....		236
J.1	Torsionsträgheitsmoment I_t	236
J.2	Lage des Schubmittelpunktes S	236
J.3	Wölbwiderstand I_w	237
J.4	Querschnittswerte offener, dünnwandiger Querschnitte	241
Bild J.3 — Querschnittsknoten		241
J.5	Querschnittswerte offener, verzweigter Querschnitte.....	244
J.6	Torsionsträgheitsmoment und Schubmittelpunkt von Querschnitten mit geschlossenen Zellen.....	245
Anhang K (informativ) Mittragende Breiten bei der Bauteilbemessung.....		246
K.1	Allgemeines.....	246
K.2	Als wirksam anzusetzende mittragende Breiten	246
K.2.1	Beiwert für die mittragende Breite	246
K.2.2	Spannungsverteilung im Falle der mittragenden Breite.....	248
K.2.3	Lasteinleitung in der Scheibenebene	249
K.3	Mittragende Breite bei Grenzzuständen der Tragfähigkeit	250
Anhang L (informativ) Klassifizierung von Anschlüssen.....		251
L.1	Allgemeines.....	251
L.2	Voll wirksame Verbindungen.....	252
L.3	Teilweise wirksame Verbindungen	252
L.4	Klassifizierung nach der Steifigkeit.....	253
L.5	Klassifizierung nach der Tragfähigkeit.....	254
L.6	Klassifizierung nach der Duktilität.....	254
L.7	Allgemeine Bemessungsanforderungen für Verbindungen	254
L.8	Anforderungen an Verbindungen in Rahmentragwerken	254
L.8.1	Allgemeines.....	254
L.8.2	Gelenkige Verbindungen	256
L.8.3	Momentenübertragende Verbindungen.....	256
Anhang M (informativ) Geklebte Verbindungen		258
M.1	Allgemeines.....	258
M.2	Klebstoffe	258
M.3	Bemessung geklebter Verbindungen	259
M.3.1	Allgemeines.....	259
M.3.2	Charakteristische Festigkeit von Klebstoffen	260
M.3.3	Bemessungswert der Scherspannung	261
M.4	Versuche.....	261
	Literaturhinweise.....	262