

# 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**

---

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
Vorwort .....	7
<b>A1</b> Vorwort der Änderung A1 .....	7
<b>A2</b> Vorwort der Änderung A2 .....	7
Nationaler Anhang zu EN 1999-1-1 .....	11
<b>1</b> 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
<b>2</b> 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
<b>3</b> 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	<b>A2</b> Einschnittige Verbindungen <b>A2</b> .....	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) <b>A1</b> 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
<b>Anhang B (normativ) Äquivalenter T-Stummel mit Zugbeanspruchung.....</b>		<b>175</b>
B.1	Allgemeine Regeln zur Bewertung der Tragfähigkeit .....	175
B.2	Einzelne Schraubenreihen, Schraubengruppen und Gruppen von Schraubenreihen.....	180
<b>Anhang C (informativ) Werkstoffauswahl .....</b>		<b>182</b>
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	Verbindungsmitel .....	189
C.4.1	Aluminiumschrauben .....	189
C.4.2	Aluminiumniete .....	190
<b>Anhang D (informativ) Korrosion und Oberflächenschutz .....</b>		<b>191</b>
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
<b>Anhang E (informativ) Analytische Modelle für das Spannungs-Dehnungsgesetz .....</b>		<b>199</b>
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 $\varepsilon_u$ .....	206
<b>Anhang F (informativ) Tragverhalten von Querschnitten oberhalb der Elastizitätsgrenze.....</b>		<b>207</b>
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
<b>Anhang G (informativ) Rotationskapazität.....</b>		<b>211</b>
<b>Anhang H (informativ) Fließgelenkverfahren bei Durchlaufträgern .....</b>		<b>214</b>
<b>Anhang I (informativ) Biegedrillknicken von Trägern sowie Drillknicken und Biegedrillknicken von gedrückten Bauteilen .....</b>		<b>217</b>
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
<b>Anhang J (informativ) Querschnittseigenschaften.....</b>		<b>239</b>

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
<b>Bild J.3 — Querschnittsknoten .....</b>		<b>244</b>
J.5	Querschnittswerte offener, verzweigter Querschnitte .....	247
J.6	Torsionsträgheitsmoment $I_t$ <i>gestrichener Text</i> $I_t$ von Querschnitten mit geschlossenen Zellen .....	248
<b>Anhang K (informativ) Mittragende Breiten bei der Bauteilbemessung .....</b>		<b>249</b>
K.1	<b>Allgemeines .....</b>	<b>249</b>
K.2	<b>Als wirksam anzusetzende mittragende Breiten.....</b>	<b>249</b>
K.2.1	<b>Beiwert für die mittragende Breite.....</b>	<b>249</b>
K.2.2	<b>Spannungsverteilung im Falle der mittragenden Breite .....</b>	<b>251</b>
K.2.3	<b>Lasteinleitung in der Scheibenebene.....</b>	<b>252</b>
K.3	<b>Mittragende Breite bei Grenzzuständen der Tragfähigkeit .....</b>	<b>253</b>
<b>Anhang L (informativ) Klassifizierung von Anschlüssen .....</b>		<b>254</b>
L.1	<b>Allgemeines .....</b>	<b>254</b>
L.2	<b>Voll wirksame Verbindungen .....</b>	<b>255</b>
L.3	<b>Teilweise wirksame Verbindungen.....</b>	<b>255</b>
L.4	<b>Klassifizierung nach der Steifigkeit.....</b>	<b>256</b>
L.5	<b>Klassifizierung nach der Tragfähigkeit.....</b>	<b>257</b>
L.6	<b>Klassifizierung nach der Duktilität .....</b>	<b>257</b>
L.7	<b>Allgemeine Bemessungsanforderungen für Verbindungen .....</b>	<b>257</b>
L.8	<b>Anforderungen an Verbindungen in Rahmentragwerken .....</b>	<b>257</b>
L.8.1	<b>Allgemeines .....</b>	<b>257</b>
L.8.2	<b>Gelenkige Verbindungen .....</b>	<b>259</b>
L.8.3	<b>Momentenübertragende Verbindungen .....</b>	<b>259</b>
<b>Anhang M (informativ) Geklebte Verbindungen.....</b>		<b>261</b>
M.1	<b>Allgemeines .....</b>	<b>261</b>
M.2	<b>Klebstoffe .....</b>	<b>261</b>
M.3	<b>Bemessung geklebter Verbindungen.....</b>	<b>262</b>
M.3.1	<b>Allgemeines .....</b>	<b>262</b>
M.3.2	<b>Charakteristische Festigkeit von Klebstoffen .....</b>	<b>263</b>
M.3.3	<b>Bemessungswert der Scherspannung.....</b>	<b>264</b>
M.4	<b>Versuche .....</b>	<b>264</b>
$A_1$	<b>Literaturhinweise .....</b>	<b>265</b>