

Aluminiumkonstruktionen unter vorwiegend ruhender Belastung

Berechnung und bauliche Durchbildung

DIN
4113
Teil 1

Aluminium constructions under predominantly static loading; static analysis and structural design

Teilweise Ersatz für DIN 4113

Diese Norm wurde im Fachbereich „Stahlbau“ des NABau ausgearbeitet. Sie ist den obersten Bauaufsichtsbehörden vom Institut für Bautechnik, Berlin, zur bauaufsichtlichen Einführung empfohlen worden.

DIN 4113 ist gegliedert in:

Teil 1 Aluminiumkonstruktionen unter vorwiegend ruhender Belastung; Berechnung und bauliche Durchbildung

Teil 2 (z. Z. noch Entwurf) Aluminiumkonstruktionen unter vorwiegend ruhender Belastung; geschweißte Konstruktionen; Berechnung und bauliche Durchbildung

Inhalt

	Seite		Seite
0 Allgemeines	1	5 Berechnungsgrundsätze	3
1 Geltungsbereich und Mitgeltende Normen und Unterlagen	1	6 Zulässige Spannungen und Sicherheitszahlen	4
2 Bauvorlagen	1	7 Besondere Bemessungsregeln	7
3 Werkstoffe	3	8 Stabilitätsnachweise	8
4 Lastannahmen	3	9 Bauliche Durchbildung	20
		10 Korrosionsschutz	21

0 Allgemeines

Entwurf, Bemessung und Ausführung von tragenden Bauteilen aus Aluminium erfordern eine gründliche Kenntnis dieser Bauart. Daher dürfen nur solche Betriebe damit betraut werden, deren entwerfende und ausführende Ingenieure und Fachkräfte sowie Werkseinrichtungen Gewähr für eine einwandfreie Bemessung und Ausführung bieten. Eine Wärmebehandlung, z. B. zum Verformen und Vergüten tragender Aluminiumbauteile, darf nur im Halbzeugwerk oder nach Anleitung des Fachpersonals ausgeführt werden; die Verantwortung des Herstellers bleibt davon jedoch unberührt.

Schweißungen an Aluminiumkonstruktionen dürfen nur von solchen Betrieben durchgeführt werden, die den Nachweis erbracht haben, daß eine anerkannte Stelle ihre Werkseinrichtung und ihr Fachpersonal überprüft hat (siehe auch DIN 4113 Teil 2 (z. Z. noch Entwurf)).

1 Geltungsbereich und Mitgeltende Normen und Unterlagen

1.1 Geltungsbereich

Die Bestimmungen dieser Norm gelten für alle tragenden Bauteile aus Aluminiumlegierungen für Konstruktionen mit vorwiegend ruhender Belastung (siehe DIN 1055 Teil 3, Ausgabe Juni 1971, Abschnitt 1.4).

1.2 Mitgeltende Normen und Unterlagen

DIN 267 Teil 3	Schrauben, Muttern und ähnliche Gewinde- und Formteile; Technische Lieferbedingungen, Festigkeitsklassen und Prüfverfahren für Schrauben aus unlegierten oder niedriglegierten Stählen
DIN 267 Teil 11	Mechanische Verbindungselemente; Technische Lieferbedingungen, Teile aus nichtrostenden Stählen
DIN 1050	Stahl im Hochbau; Berechnung und bauliche Durchbildung

DIN 4114 Teil 1 Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung); Berechnungsgrundlagen, Vorschriften

DIN 4114 Teil 2 Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung); Berechnungsgrundlagen, Richtlinien

DAST-Ri 001 Richtlinien für Verbindungen mit Schließringbolzen im Anwendungsbereich des Stahlhochbaues mit vorwiegend ruhender Belastung (Ausgabe Februar 1970) ¹⁾

DAST-Ri 010 Richtlinien für die Anwendung hochfester Schrauben im Stahlbau (Ausgabe Juni 1976) ¹⁾

2 Bauvorlagen

Bauvorlagen sind die wesentlichen Konstruktionszeichnungen und die Standsicherheitsnachweise. In den Konstruktionszeichnungen muß das Tragwerk im Ganzen, in seinen Teilen und seinen Verbindungen (das sind Stöße und Anschlüsse) dargestellt werden. Ferner müssen die für die Prüfung des Standsicherheitsnachweises erforderlichen Maße eingetragen sein. Andere Bauteile (Decken und Dachplatten, Wandscheiben u. a.), soweit sie zur Tragwirkung herangezogen werden, müssen ebenfalls in den Unterlagen dargestellt sein. Außerdem müssen angegeben werden: Maßstäbe, Baustoffe, Verbindungsmittel, Hinweise auf zugehörige Zeichnungen und sonstige Baubelege; auch Belastungspläne und Fundamentpläne sowie Vermerke über Änderungen sind erforderlichenfalls mitzuliefern. Die Standsicherheitsnachweise (Lastannahmen, Festigkeits-, Stabilitäts- und sonstige Nachweise) sind für alle tragenden Bauteile übersichtlich und leicht prüfbar zu erbringen. Eine Beschreibung der Gesamtkonstruktion und ihres tragenden Systems ist beizufügen, wobei die Berechnungsannahmen und die Berechnungsverfahren aufzuführen sind.

¹⁾ Zu beziehen durch die Stahlbau-Verlags-GmbH, Ebertplatz 1, 5000 Köln 1.

Fortsetzung Seite 2 bis 23

Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Tabelle 1. Legierungen für Konstruktionsteile, Festigkeiten in N/mm² 1)

1		2				3				4				5
Legierung nach DIN 1725 Teil 1		Mindestzugfestigkeit Mindeststreckgrenze für Bleche nach DIN 1745 Teil 1				Mindestzugfestigkeit Mindeststreckgrenze für Rohre nach DIN 1746 Teil 1				Mindestzugfestigkeit Mindeststreckgrenze für Profile nach DIN 1748 Teil 1				Bemerkungen
	Zu- stand	β_Z	$\beta_{0,2}^2)$	Dicke mm	Zu- stand	β_Z	$\beta_{0,2}^2)$	Wanddicke mm	Zu- stand	β_Z	$\beta_{0,2}^2)$	Dicke mm		
1	AlZn4,5Mg1	F 35 F 34	275 270	bis 15 15 bis 60	F 35	350	290	bis 20	F 35	350	290	3 bis 30	Halbzeug aus aushärtbaren Legierungen im Zustand warm- ausgehärtet	
2	AlMgSi1	F 32 F 30 F 30	255 245 240	bis 10 10 bis 20 20 bis 100	F 31	310	260	bis 20	F 31	310	260	bis 20		
3	AlMgSi1	F 28	200	bis 20	F 28	275	200	jede	F 28	275	200	bis 10		
4	AlMgSi0,5	—	—	—	F 22	215	160	jede	F 22	215	160	jede		
5	AlMg4,5Mn	G 31	205	2 bis 40	—	—	—	—	—	—	—	—	Bleche verfestigt G 31 = rückgeglüht	
6	AlMg4,5Mn	W 28 F 27	125 125	bis 50 2 bis 30	F 27	270	140	$\geq 3,5$	F 27	270	140	jede	Bleche weich bzw. warmgewalzt Rohre und Profile gepreßt	
7	AlMg2Mn0,8 AlMg3	F 24 G 24	190 160	bis 5 bis 5	F 25	250	180	bis 5 (bis $\varnothing 80$)	—	—	—	—	Bleche und Rohre halbhart G 24 = rückgeglüht aus höher verfestigtem Zustand	
8	AlMg2Mn0,8	—	—	—	F 20	200	100	≥ 3	F 20	200	100	jede	Rohre und Profile gepreßt	
9	AlMg3	—	—	—	F 18	180	80	≥ 3	F 18	180	80	jede	Bleche warmgewalzt bzw. weich Rohre weich	
10	AlMg2Mn0,8 AlMg3	F 19 W 19	80 80	25 bis 50 bis 25	W 18	180	80	bis 10	—	—	—	—		

1) Für Kraftgrößen wird nach DIN 1301 Teil 1 die Einheit kN (Kilonewton) $1\text{ kN} = 10^3\text{ N}$ verwendet ($1\text{ kN} = 1/9,80665\text{ Mp}$) und $1\text{ kN} \approx 0,1\text{ Mp}$ bzw. $1\text{ kN/m}^2 \approx 0,01\text{ kp/cm}^2$.

2) Die Festigkeitskennwerte gelten jeweils für die Bereiche der in Teil 1 von DIN 1745 bis DIN 1749 angegebenen Grenzdicken, bei sonstigen Dicken müssen gewährleistete $\beta_{0,2}$ -Werte mit dem Lieferwerk vereinbart und durch ein Abnahmeprüfzeugnis DIN 50 049 — 3,1 B nachgewiesen werden.

1) Für Kraftgrößen wird nach DIN 1301 Teil 1 die Einheit kN (Kilonewton) $1 \text{ kN} = 10^3 \text{ N}$ verwendet ($1 \text{ kN} = 1/9,80665 \text{ Mp}$) und $1 \text{ kN} \approx 0,1 \text{ Mp}$ bzw. $1 \text{ kN/m}^2 \approx 0,01 \text{ kp/cm}^2$.2) Die Festigkeitskennwerte gelten jeweils für die Bereiche der in Teil 1 von DIN 1745 bis DIN 1749 angegebenen Grenzdicken, bei sonstigen Dicken müssen gewährleistete $\beta_{0,2}$ -Werte mit dem Lieferwerk vereinbart und durch ein Abnahmeprüfzeugnis DIN 50 049 — 3,1 B nachgewiesen werden.

3 Werkstoffe

3.1 Konstruktionsteile

Als Werkstoffe für Konstruktionsteile dürfen nur solche Aluminiumlegierungen verwendet werden, deren Eigenschaften in ausreichendem Umfang bekannt sind und deren Brauchbarkeit erwiesen ist.

3.1.1 Die in Tabelle 1 aufgeführten Aluminiumlegierungen sind vorzugsweise zu verwenden, wobei als Nachweis ein Werkzeugeignis DIN 50049 – 2.2 genügt.

3.1.2 Aluminiumlegierungen nach DIN 1725 Teil 1²⁾ und DIN 1725 Teil 2 dürfen für die dort genannten Anwendungsbereiche verwendet werden, wenn ihre Brauchbarkeit für tragende Teile im Zusammenhang mit der vorgesehenen Konstruktion von einer hierfür anerkannten Stelle festgestellt worden ist. Hierbei ist auf der Grundlage der in DIN 1745 Teil 1, DIN 1746 Teil 1 und DIN 1748 Teil 1 gewährleisteten technologischen Eigenschaften festzulegen, welche Rechenwerte den Standsicherheitsnachweisen zugrunde gelegt werden können. Die zulässigen Spannungen für Druck und Zug dieser Werkstoffe betragen in der Regel

$$\frac{\beta_{0,2}}{1,7} \text{ bzw. } \frac{\beta_Z}{2,5} \text{ für den Lastfall H.}$$

Die Werkstoffgüte ist mit dem Abnahmeprüfzeugnis DIN 50049 – 3.1B nachzuweisen.

3.1.3 Bei allen anderen Aluminiumlegierungen ist der Nachweis der Brauchbarkeit, insbesondere durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, zu führen.

3.2 Verbindungsmittel

3.2.1 Aluminiumniete und -schrauben

Für vollschäftige Verbindungsmittel aus Aluminium sind die in Tabelle 2 aufgeführten Werkstoffe zu verwenden.

3.2.2 Stahnniete und -schrauben

Für vollschäftige Verbindungsmittel aus Stahl sind die in DIN 1050 genannten Werkstoffe, für hochfeste Schrauben

²⁾ Siehe auch Beiblatt 1 zu DIN 1725 Teil 1

Werkstoffe der Festigkeitsklassen 8.8 und 10.9, für Schließringbolzen mindestens der Festigkeitsklasse 8.8 nach DIN 267 Teil 3 zu verwenden.

Hinsichtlich des Korrosionsschutzes ist Abschnitt 10 zu beachten.

Nichtrostende Stähle sind ebenfalls als Werkstoffe für Verbindungsmittel geeignet.

3.2.3 Andere Werkstoffe

Die Brauchbarkeit anderer Werkstoffe ist im Sinne der Abschnitte 3.1.2 und 3.1.3 nachzuweisen.

4 Lastannahmen

4.1 Einteilung der Lasten und Lastfälle

Die auf ein Tragwerk wirkenden Lasten werden eingeteilt in Hauptlasten (H) und Zusatzlasten (Z). Diese werden zu Lastfällen H und HZ nach DIN 1050, Ausgabe Juni 1968, Abschnitt 4.1, zusammengefaßt.

Zusätzlich ist bei Aluminiumkonstruktionen wegen des Kriecheinflusses der Lastfall H_S zu berücksichtigen. Er umfaßt alle ständig wirkenden Hauptlasten, d. h. auch langfristig einwirkende Verkehrslasten (Stapellasten), im Sinne von Abschnitt 6.3.

4.2 Maßgebender Lastfall

Für Spannungsnachweis und Bemessung sind für jeden Lastfall die zulässigen Spannungen bzw. die geforderten Sicherheiten einzuhalten.

5 Berechnungsgrundsätze

5.1 Berechnungsgrundlagen

Der Berechnung sind als Mindestzugfestigkeiten (β_Z) und Mindeststreckgrenzen ($\beta_{0,2}$) die Werte der Tabelle 1 zugrunde zu legen. Bei der Berechnung der statisch unbestimmten Größen und der Verformungen sind folgende Werkstoffkennwerte zu verwenden (siehe auch die Abschnitte 7.2 und 8 sowie DIN 4113 Teil 2 (z. Z. noch Entwurf)).

Tabelle 2. Legierungen für Verbindungsmittel

	1		2	3	4	5
	Legierung (DIN 1725 Teil 1)	Zustand	Zustand	Durchmesser	Verwendung	Bemerkungen
1	AlMgSi1	F 20 ¹⁾ F 21 ²⁾ F 25 ¹⁾	kaltausgehärtet kaltausgehärtet und gezogen	bis 12 mm ¹⁾ bis 80 mm ²⁾ bis 10 mm ¹⁾	Niete	für alle Werkstoffe nach Tabelle 1
2	AlMg5	W 27 ¹⁾ F 31 ¹⁾	weich gezogen	bis 15 mm ¹⁾ bis 15 mm ¹⁾		
3	AlMgSi1	F 32 ¹⁾ F 31 ²⁾ }	warm- ausgehärtet	bis 6 mm ¹⁾ bis 60 mm ²⁾	Schrauben, Paßschrauben und Muttern	
4	AlCuMg1	F 42 ¹⁾ F 38 ²⁾	kaltausgehärtet und gezogen kaltausgehärtet	bis 10 mm ¹⁾ bis 50 mm ²⁾		für alle Werkstoffe nach Tabelle 1; hinsichtlich Ober- flächenschutz der Verbindungs- stelle, vgl. Abschnitt 10
5	AlZnMgCu0,5	F 46 ¹⁾ ²⁾	warm- ausgehärtet	bis 8 mm ¹⁾ bis 50 mm ²⁾		
¹⁾ Drähte (DIN 1790 Teil 1)						
²⁾ Stangen (DIN 1747 Teil 1)						

Elastizitätsmodul	$E = 70\,000\text{ N/mm}^2$
Schubmodul	$G = 27\,000\text{ N/mm}^2$
Querdehnungszahl	$\mu = 0,3$
Wärmedehnzahl	$\alpha_T = 2,3 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mm}}{(\text{mm K})}$

5.2 Berechnungsverfahren

Das Berechnungsverfahren ist freigestellt, soweit es nicht den Festlegungen dieser Norm widerspricht. In der Regel wird die klassische Elastizitätstheorie zur Anwendung kommen. Ein Traglastverfahren kann nur unter besonderer Beachtung der Stabilität und unter Berücksichtigung der für jede Legierung speziellen σ - ε -Diagramme angewendet werden (für geschweißte Konstruktionen gilt DIN 4113 Teil 2 (z. Z. noch Entwurf)).

5.3 Querschnittswerte und Lochabzug

Die maßgebenden Querschnittswerte beim allgemeinen Spannungsnachweis (siehe Abschnitt 5.4) sind aus der Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 3. Maßgebende Querschnittswerte

Schnittgröße	Spannungsart	Maßgebende Querschnittswerte
Längskraft	Zug	$A - \Delta A$
	Druck	A
Querkraft	Schub	A_{Steg}
Biegemoment	Zug	$W_z = \frac{I - \Delta I}{e_z}$
	Druck	$W_d = \frac{I}{e_d}$

Als Lochabzug ΔA von der Querschnittsfläche A eines auf Zug beanspruchten Stabes sind die Flächen aller in den ungünstigsten Rißverlauf fallenden Löcher einzusetzen. Als Lochabzug ΔI vom Trägheitsmoment I eines auf Biegung beanspruchten Stabes sind nur die ungünstigsten Löcher des gezogenen Gurtes anzusetzen. Der Lochabzug ΔI und die Randabstände e_z und e_d sind auf die Schwerachse des ungelochten Querschnitts zu beziehen.

Für die Berechnung von Verformungen (siehe auch Abschnitt 5.4.5) sind die Querschnittswerte ohne Lochabzug einzusetzen.

5.4 Bemessung

5.4.1 Übersicht der Nachweise

Soweit erforderlich, sind folgende Nachweise zu erbringen:

- Allgemeiner Spannungsnachweis nach Abschnitt 5.4.2 zum Nachweis der Sicherheit gegen Erreichen der $\beta_{0,2}$ -Grenze oder in Sonderfällen gegen den statischen Bruch.
- Stabilitätsnachweis nach Abschnitt 8 zum Nachweis der Sicherheit gegen Knicken, Kippen und Beulen.
- Nachweis der Sicherheit gegen Umkippen nach Abschnitt 5.4.3 gegen Abheben und Abgleiten von den Lagern.
- Sonstige Nachweise nach den Abschnitten 5.4.4, 5.4.5 und gemäß Abschnitt 6.3.

5.4.2 Allgemeiner Spannungsnachweis

Der allgemeine Spannungsnachweis ist mit den Querschnittswerten nach Abschnitt 5.3 zu führen.

5.4.3 Nachweis gegen Umkippen

Für die Sicherheit gegen Umkippen von Bauteilen sowie gegen Abheben von den Lagern, z. B. bei Durchlaufträgern, und für die Standsicherheit des ganzen Tragwerks gelten die Bestimmungen von DIN 1050.

5.4.4 Sonstige Nachweise

Die vom Aluminiumtragwerk auf andere Tragteile (z. B. Fundamente) übertragenen Auflager- und Schnittgrößen sind, getrennt für die einzelnen angreifenden Lasten, nach Größe, Richtung und Angriffspunkt, anzugeben.

Soweit andere Bauteile gleichzeitig für den Kraftfluß innerhalb des Aluminiumtragwerks mitbenutzt werden (z. B. Wände oder Decken als Ersatz für Verbände oder zur Sicherheit gegen Ausknicken), muß für diese ein Festigkeitsnachweis erbracht werden. Dies gilt auch für bauliche Zwischenzustände.

5.4.5 Formänderungen

Die größten Verformungen (insbesondere Durchbiegungen) sind rechnerisch nachzuweisen, wobei mit dem Elastizitätsmodul nach Abschnitt 5.1 zu rechnen ist. Der Zweck des Bauwerks kann eine Beschränkung der Formänderung aus konstruktiven Gründen (z. B. Wasserablauf bei Flachdächern, Rissebildung in massiven Bauwerksteilen, Einfluß auf Maschinen) erforderlich machen. Der Einfluß der Eigenlast darf durch Überhöhung ausgeglichen werden.

6 Zulässige Spannungen und Sicherheitszahlen

6.1 Konstruktionsteile

Für den allgemeinen Spannungsnachweis sind die zulässigen Spannungen der Tabelle 4 zu entnehmen. Diese Festigkeitsangaben gelten für tragende Konstruktionen bis zu einer maximalen Temperatur von 80 °C. Im Steg vollwandiger Träger dürfen die Normal- und die Schubspannungen je für sich die zulässigen Werte nicht überschreiten. Außerdem darf beim allgemeinen Spannungsnachweis die Vergleichsspannung

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + 3 \tau^2}$$

folgende Werte nicht überschreiten:

0,75 $\beta_{0,2}$ beim Lastfall H und

0,80 $\beta_{0,2}$ beim Lastfall HZ.

Für die Schubspannung im Stegblech von Trägern mit oberen und unteren Flanschen darf dabei der mittlere Wert

$$\tau = \frac{Q}{A_{\text{Steg}}} \text{ statt } \tau = \frac{Q \cdot S}{I \cdot t}$$

eingesetzt werden. Gegebenenfalls ist zusätzlich gemäß Abschnitt 6.3 zu verfahren.

6.2 Verbindungsmittel

Die hier getroffenen Regelungen gelten nur für vollschäftige Verbindungsmittel, wobei bei Schrauben der Gewindeanteil des Schaftes nicht mehr als 20% in die Lochleibungsfläche des äußeren Bleches hineinragen darf.

6.2.1 Verbindungsmittel aus Aluminium

Die zulässigen Scher- und Zugspannungen für Aluminiumniete, -schrauben und -paßschrauben (nach Tabelle 2) sind der Tabelle 5 zu entnehmen. Der maßgebende Querschnitt bei Beanspruchung auf Abscheren ist der Schaftquerschnitt, bei Beanspruchung auf Zug der Spannungsquerschnitt gemäß DIN 267 Teil 3, Ausgabe November 1967, Abschnitt 6.2.

Als zulässige Lochleibungspressungen gelten die Werte der Tabelle 4, Spalten 6 bis 9.

Gegebenenfalls ist zusätzlich gemäß Abschnitt 6.3 zu verfahren.

6.2.2 Verbindungsmittel aus Stahl

Die zulässigen Scherspannungen für Niete und Schrauben sowie für hochfeste Schrauben und Schließringbolzen sind in der Tabelle 6 enthalten.

Als zulässige Lochleibungspressungen gelten ebenfalls die Werte der Tabelle 4, Spalten 6 bis 9; bei hochfesten Schrauben und Schließringbolzen mit halber oder voller Vorspannung gelten die erhöhten Werte der Tabelle 7.

Bei Beanspruchung der Verbindungsmittel auf Zug gelten die Werte aus DIN 1050. Bei voll vorgespannten hochfesten Schrauben und bei Schließringbolzen darf die rechnerisch zusätzliche Zugbelastung bis zu 70% der Vorspannkraft betragen.

Als zulässige Lochleibungsdrücke sind dann die Werte der Tabelle 7, Spalten 2 bis 5, zugrunde zu legen.

Gegebenenfalls ist zusätzlich gemäß Abschnitt 6.3 zu verfahren.

6.2.3 Andere Verbindungsmittel

Die Brauchbarkeit von Sonderverfahren der Verbindungstechnik, z. B. unter Verwendung von gleitfesten Schraubenverbindungen (HV-Verbindungen) aus Stahl und Aluminium, von Schließringbolzen, Blindnieten und von Klebstoffen, ist sinngemäß nach den Abschnitten 3.1.2 bzw. 3.1.3 nachzuweisen.

Tabelle 4. Zulässige Spannungen in N/mm^2 für Beanspruchung der Bauteile bei verschiedenen Lastfällen

	1		2	3	4	5	6	7	8	9
	Werkstoffe und Werkstoffzustände nach Tabelle 1		Zug und Druck		Schub		Lochleibung Schrauben, hochfeste Schrauben (ohne Vorspannung) mit einem Lochspiel von $\Delta d = 1 \text{ mm}$		Lochleibung Niete, Paßschrauben und hochfeste Paßschrauben (ohne Vorspannung) mit $\Delta d \leq 0,3 \text{ mm}$	
			zul σ		zul τ		zul σ_L		zul σ_L	
			H	HZ	H	HZ	H	HZ	H	HZ
1	AlZn4,5Mg1 F35 ¹⁾ (F34)	Bleche Rohre Profile	160	180	95	110	190	215	240	270
2	AlMgSi1 F32/F31 ²⁾ (F30)	Bleche Rohre Profile	145	165	90	100	170	190	210	240
3	AlMgSi1 F28	Bleche Rohre Profile	115	130	70	80	130	145	160	180
4	AlMgSi0,5 F22	Rohre Profile	95	105	55	60	120	135	145	165
5	AlMg4,5Mn G31	Bleche	120	135	70	80	155	175	190	215
6a	AlMg4,5Mn F27/W28	Bleche	70	80	45	50	90	100	115	130
6b	AlMg4,5Mn F27	Rohre Profile	80	90	50	55	100	115	125	140
7	AlMg2Mn0,8 F24, F25, G24 AlMg3 F24, F25, G24	Bleche Rohre	95	105	55	60	120	135	145	165
8	AlMg2Mn0,8 F20	Rohre Profile	55	65	35	40	70	80	90	100
9	AlMg3 F18	Rohre Profile	45	50	30	35	65	75	80	90
10	AlMg2Mn0,8 W18, W/F19 AlMg3 W18, W19, F19	Bleche Rohre								

¹⁾ Die Werte gelten bei Blechen bis 15 mm Dicke. Bei Blechen über 15 mm bis 60 mm ist ein Umrechnungsfaktor von $c = 0,97$ zu berücksichtigen (AlZn4,5Mg1 F34).

²⁾ Die Werte gelten bei Blechen bis 10 mm Dicke. Bei Blechen über 10 mm bis 100 mm Dicke ist ein Umrechnungsfaktor von $c = 0,94$ zu berücksichtigen (AlMgSi1 F30).

Hinweis: Im übrigen gelten die zulässigen Spannungen nur für die entsprechenden Dickenbereiche der Tabelle 1.

Tabelle 5. **Zulässige Spannungen in N/mm² für Abscheren (zul τ_a) von Nieten, für Abscheren und Zug (zul τ_a und zul σ) von Schrauben und Paßschrauben aus Aluminium bei verschiedenen Lastfällen**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Verbindungsmittel Spannungsart	Niete Abscheren		Schrauben				Paßschrauben			
				Abscheren		Zug		Abscheren		Zug	
		H	HZ	H	HZ	H	HZ	H	HZ	H	HZ
1	AlMgSi1 F20/F21	50	55	—	—	—	—	—	—	—	—
2	AlMgSi1 F25	60	70	—	—	—	—	—	—	—	—
3	AlMg5 W27	65	75	—	—	—	—	—	—	—	—
4	AlMg5 F31	75	85	—	—	—	—	—	—	—	—
5	AlMgSi1 F31/F32	—	—	75	85	125	140	90	105	125	140
6	AlCuMg1 F38	—	—	85	95	125	140	105	120	125	140
7	AlCuMg1 F42	—	—	100	110	145	160	120	140	145	160
8	AlZnMgCu0,5 F46	—	—	115	130	185	210	140	160	185	210

Anmerkung: Diese Werte gelten in Verbindung mit den in Tabelle 2 angegebenen Begrenzungen der Abmessungen für Verbindungsmittel. Die zulässigen Werte für Lochleibungspressungen sind der Tabelle 4 zu entnehmen.

Tabelle 6. **Zulässige Spannungen in N/mm² für Abscheren (zul τ_a) von Nieten ¹⁾, Schrauben, hochfesten Schrauben ($\Delta d = 1$ mm bzw. $\Delta d \leq 0,3$ mm) und Schließringbolzen aus Stahl mit Lochspiel $\Delta d = 1$ mm und mit Paßwirkung (Lochspiel $\Delta d \leq 0,3$ mm) bei verschiedenen Lastfällen**

	Stahlschrauben Festigkeitsklasse 4.6 nach DIN 267 Teil 3		Stahlschrauben Festigkeitsklasse 5.6 nach DIN 267 Teil 3		hochfeste Schrauben Festigkeitsklasse 10.9 nach DIN 267 Teil 3		Schließringbolzen mind. Festigkeitsklasse 8.8 nach DIN 267 Teil 3		Schrauben aus nichtrostenden Stählen der Gruppe A2 und A4 nach DIN 267 Teil 11	
	H	HZ	H	HZ	H	HZ	H	HZ	H	HZ
Lochspiel $\Delta d = 1$ mm	110	125	165	185	240	270	200	220	145	165
Lochspiel $\Delta d \leq 0,3$ mm	140	160	210	240	280	320	220	250	210	235
Zug	nach DIN 1050		nach DIN 1050		nach DAST-Ri 010		nach DAST SRB-Ri 1970		150	170

¹⁾ Für Niete aus Stahl gelten die Werte von Paßschrauben der Festigkeitsklassen 4.6 und 5.6 (siehe DIN 1050).

Tabelle 7. Zulässige Spannungen in N/mm² für Lochleibungsdruck (zul σ_L) bei hochfesten stählernen Schrauben und Paßschrauben der Festigkeitsklassen 10.9 und 8.8 mit halber und mit voller Vorspannung sowie bei Schließringbolzen mindestens der Festigkeitsklasse 8.8 mit voller Vorspannung

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Werkstoffe und Werkstoffzustände nach Tabelle 1	Hochfeste Schrauben mit halber Vorspannung				Hochfeste Schrauben Hochfeste Schließringbolzen mit voller Vorspannung ¹⁾			
		$\Delta d = 1 \text{ mm}$		$\Delta d \leq 0,3 \text{ mm}$		$\Delta d = 1 \text{ mm}$		$\Delta d \leq 0,3 \text{ mm}$	
		H	HZ	H	HZ	H	HZ	H	HZ
1	AlZn4,5Mg1 F35	210	235	265	300	265	300	345	390
2	AlMgSi1 F32, F31	180	205	235	265	235	265	295	335
3	AlMgSi1 F28	145	165	185	210	185	210	230	260
4	AlMgSi0,5 F22	125	140	160	180	160	180	205	230
5	AlMg4,5Mn G31	160	180	210	235	210	235	265	300
6a	AlMg4,5Mn F27/W28 (Bleche)	100	110	130	150	130	150	160	180
6b	AlMg4,5Mn F27 (Rohre, Profile)	105	120	135	155	135	155	175	195
7	AlMg2Mn0,8 F24/G24/F25 AlMg3 F24/G24/F25	125	140	160	180	160	180	205	230
8	AlMg2Mn0,8 F20	80	90	100	110	100	110	130	150
9	AlMg3 F18	70	80	90	100	90	100	120	135
10	AlMg2Mn0,8 F/W19, W18 AlMg3 F/W19, W18								
¹⁾ Volle Vorspannung der hochfesten Schraube bedeutet $P_v = P_{v, \text{ Soll}}$ nach DAST-Ri 010, Tabelle 9, Januar 1974 Volle Vorspannung des hochfesten Schließringbolzens bedeutet $P_v = P_{v, \text{ Soll}}$ nach DAST-Ri 010, Tabelle 9, Januar 1974									

6.3 Kriecheinfluß bei Konstruktionsteilen und Verbindungsmitteln

Überschreitet das Verhältnis der Spannungen σ_{HS}/σ_H bzw. τ_{HS}/τ_H aus den Lastfällen H_S und H (siehe Abschnitt 4) den Wert 0,5, so sind die in den Tabellen 4, 5 und 7 angegebenen Werte nach Maßgabe des Faktors c (Langzeitversuch 1000 Stunden) abzumindern; es gilt dann:

$$\text{zul } \sigma_c = c \cdot \text{zul } \sigma$$

$$\text{zul } \tau_c = c \cdot \text{zul } \tau$$

und

$$c = 1 - 0,4 \left(\frac{\sigma_{HS}}{\sigma_H} - 0,5 \right) \text{ bzw. } 1 - 0,4 \left(\frac{\tau_{HS}}{\tau_H} - 0,5 \right)$$

Diese Abminderung ist auch bei Stabilitätsnachweisen nach Abschnitt 8 zu berücksichtigen.

7 Besondere Bemessungsregeln

7.1 Zugstäbe

Bei Zugstäben wird der allgemeine Spannungsnachweis im Sinne des Abschnittes 5.4.2 mit den maßgebenden Querschnittswerten nach Abschnitt 5.3 geführt.

7.1.1 Stäbe, die unter den rechnerisch einzusetzenden Lasten nur geringe Zugkräfte erhalten, sollen entweder vorgespannt oder aber für eine unvorhersehbare Druckkraft von einem Zehntel der Zugkraft bemessen werden.

7.1.2 Planmäßig außermittig beanspruchte Zugstäbe sind im allgemeinen auf Längskraft und Biegung zu berechnen. Nicht berücksichtigt zu werden brauchen Außermittigkeiten, die entstehen, wenn

- Schwerachsen von Gurten gemittelt werden,
- die Anschlußebene eines Verbandes nicht in der Ebene der gemittelten Gurtschwerachse liegt,
- die Schwerachse der einzelnen Stäbe von Verbänden unerheblich (z. B. mit dem kleinstmöglichen Randabstand) aus der Anschlußebene herausfällt.

7.1.3 Bei außermittiger Zugkraft in einem Stab, der aus einem einzelnen Winkel besteht, darf der Nachweis der Biegespannung entfallen, wenn die Spannung aus der mittig gedachten Längskraft 0,8 zul σ nicht überschreitet.

7.2 Druckglieder

Sind Druckglieder gegen Ausweichen gesichert, so ist nur der allgemeine Spannungsnachweis mit den maßgebenden Querschnitten gemäß Abschnitt 5.3 zu führen. Treten dagegen Stabilitätsfälle (Knicken, Kippen, Beulen) auf, so gilt zusätzlich Abschnitt 8.

7.3 Auf Biegung beanspruchte Tragwerksteile

Auf Biegung beanspruchte Teile sind, sofern sie gegen Ausweichen gesichert sind, im allgemeinen Spannungsnachweis nach Abschnitt 5.4.2 mit den maßgebenden Querschnitten nach Abschnitt 5.3 nachzuweisen.