

# MINISTERIALBLATT

FÜR DAS LAND NORDRHEIN-WESTFALEN

<b>37. Jahrgang</b>	<b>Ausgegeben zu Düsseldorf am 20. Dezember 1984</b>	<b>Nummer 89</b>
---------------------	--	------------------

## Inhalt

### I.

**Veröffentlichungen, die in die Sammlung des bereinigten Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen (SMBl. NW.) aufgenommen werden.**

Glied.- Nr.	Datum	Titel	Seite
<b>232343</b>	17. 10. 1984	RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung DIN 18 800 Teil 1 – Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion . . . . .	1790
<b>232343</b>	18. 10. 1984	RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung DIN 18 800 Teil 7 – Stahlbauten; Herstellen, Eignungsnachweise zum Schweißen . . . . .	1823
<b>232343</b>	19. 10. 1984	RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung DIN 18 801 – Stahlhochbau; Bemessung, Konstruktion, Herstellung . . . . .	1834
<b>23236</b>	19. 10. 1984	RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung DIN 4421 – Traggerüste . . . . .	1844
<b>23236</b>	18. 10. 1984	RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung DIN 4112 – Fliegende Bauten . . . . .	1864
<b>23230</b>	24. 9. 1984	RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung DIN 1055 Teil 3 – Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten – . . . . .	1896
<b>23230</b>	24. 9. 1984	RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung Lastannahmen für Wetterschutzhallen . . . . .	1896
<b>232344</b>	12. 10. 1984	RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung Richtlinie für die Bemessung und Ausführung von Holzhäusern in Tafelbauart – Fassung Februar 1979 – (Ergänzung zu DIN 1052 Teil 1 – Holzbauwerke, Berechnung und Ausführung, Ausgabe Oktober 1969 . . . . .	1896
<b>23235</b>	24. 9. 1984	RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung DIN 1072 – Straßen- und Wegbrücken; Lastannahmen . . . . .	1904
<b>23236</b>	13. 10. 1984	RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung DIN 4134 – Tragluftbauten; Berechnung, Ausführung und Betrieb . . . . .	1906
<b>232374</b>	24. 9. 1984	RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung DIN 68 800 Teil 2 – Holzschutz im Hochbau; Vorbeugende bauliche Maßnahmen . . . . .	1922

## I.

232343

# **DIN 18 800 Teil 1 - Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion**

RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung  
v. 17. 10. 1984 - V B 4 - 480.101

## 1 Die Norm

**DIN 18 800 Teil 1** (Ausgabe März 1981) -  
Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion -

wird hiermit nach § 3 Abs. 3 der Landesbauordnung  
(BauO NW) als technische Baubestimmung bauauf-  
sichtlich eingeführt.

Anlage Die Norm ist als Anlage abgedruckt.

Zusammen mit den Normen DIN 18 800 Teil 7 (Ausgabe Mai 1983) und DIN 18 801 (Ausgabe September 1983) ersetzt sie die Normen DIN 1050 (Ausgabe Juni 1968) und DIN 4100 (Ausgabe Dezember 1968).

Ferner ersetzt DIN 18 800 Teil 1 (Ausgabe März 1981) teilweise die Normen DIN 1073 (Ausgabe Juli 1974)\*), DIN 1079 (Ausgabe September 1970)\*), DIN 4101 (Ausgabe Juli 1974)\*\*\*) und DIN 4115 (Ausgabe August 1950 x) sowie zusammen mit DIN 18 800 Teil 7 (Ausgabe Mai 1983) die DAST-Richtlinie 010 (Fassung Juni 1976).

## 2 Bei Anwendung der Norm DIN 18 800 Teil 1 ist folgendes zu beachten:

## 2.1 Zu Abschnitt 1.1 b - Anwendungsbereich;

Zusätzliche Regelungen für nicht vorwiegend ruhende Belastungen:

Zusätzliche Angaben für Stahlbauten unter nicht vorwiegend ruhender Belastung soll künftig die in Vorbereitung befindliche Norm DIN 18 800 Teil 6 enthalten. Es bestehen keine Bedenken, bis zum Vorliegen dieser Norm die bestehenden Regelungen für diese Belastungsart in Verbindung mit DIN 18 800 Teil 1 weiterhin anzuwenden. So darf z. B. der Bemessung von Verbindungen mit hochfesten Schrauben unter nicht vorwiegend ruhender Belastung weiterhin die DAST-Richtlinie 010 - Anwendung hochfester Schrauben im Stahlbau - (Fassung Juni 1976) zusammen mit DIN 4132 - Kranbahnen; Stahltragwerke - (Ausgabe Februar 1981), Abschnitte 4.5 und 5.4 sinngemäß zugrundegelegt werden. Dabei ist der Bezug in Abschnitt 4.3.1 der DAST-Richtlinie 010 auf die zwischenzeitlich aufgehobene Bundesbahnvorschrift DV 804 (Ausgabe 1965) gegenstandslos.

## 2.2 Zu Abschnitt 2.1.5 - Rechenwerte für Werkstoffeigenschaften: Tabelle 1, Fußnote 1

Werden Erzeugnisse der Festigkeitsklasse St 37 mit Dicken > 63 mm (siehe DIN 17 100) auf Zug beansprucht, sind beruhigte Stähle mindestens der Gütegruppe RSt 37-2 zu wählen.

## 2.3 Zu Abschnitt 3.3 - Berechnungsverfahren;

Abschnitt 3.3, letzter Absatz, wird von der Einführung ausgenommen.

## 2.4 Die Norm DIN 1000 (Ausgabe Dezember 1973) wurde in der Zwischenzeit durch die Norm DIN 18 800 Teil 7

(Ausgabe Mai 1983) ersetzt. Anstelle der Verweisungen auf DIN 1000 gilt daher folgendes:

- in Abschnitt 2.5 -  
Schweißzusatzwerkstoffe, Schweißpulver, Schutzgase;  
DIN 18 800 Teil 7 (Ausgabe Mai 1983), Abschnitt 3.4.2.3

- in Abschnitt 7.2.2.1 -  
Gleitfeste Verbindungen mit hochfesten Schrauben;  
DIN 18 800 Teil 7 (Ausgabe Mai 1983), Abschnitt 3.3.3.2

- in Abschnitt 7.2.2.3 -  
GV- und GVP-Verbindungen mit gleitfesten Beschichtungsstoffen;  
DIN 18 800 Teil 7 (Ausgabe Mai 1983), Abschnitt 3.3.3.1

- in Tabelle 6 Spalte 4 -  
Rechnerische Schweißnahtdicken;  
DIN 18 800 Teil 7 (Ausgabe Mai 1983), Abschnitt 3.4.3

- in Tabelle 6 Zeile 9 und 10  
DIN 18 800 Teil 7 (Ausgabe Mai 1983), Abschnitt 3.4.3.2 a

- in Tabelle 9 Spalte 2 -  
Vorspannkraft und zul. übertragbare Kräfte;  
DIN 18 800 Teil 7 (Ausgabe Mai 1983), Tabelle 1 Spalte 2

- in Abschnitt 9.2.2.4 -  
Gurtplatten;  
DIN 18 800 Teil 7 (Ausgabe Mai 1983), Abschnitt 3.4.3.6

## 2.5 Druckfehler

Auf folgenden Druckfehler wird hingewiesen: In Bild 9 in Abschnitt 7.1.6 muß es heißen „m = 2“ statt „m = 3“.

## 3 Folgende Runderlasse, mit denen die unter Punkt 3.1 bis 3.6 aufgeführten Normen und Richtlinien bauaufsichtlich eingeführt wurden, werden hiermit aufgehoben:

3.1 RdErl. v. 17. 3. 1975 betr. DIN 1000 (Ausgabe Dezember 1973) - (MBL. NW. S. 700/SMBL. NW. 232343),

3.2 RdErl. v. 17. 2. 1970 betr. DIN 1050 (Ausgabe Juni 1968) - (MBL. NW. S. 582/SMBL. NW. 232343),

3.3 RdErl. v. 11. 2. 1970 betr. DIN 4100 (Ausgabe Dezember 1968) - (MBL. NW. S. 733/SMBL. NW. 232343) -; hierzu bekanntgegeben: Beiblätter 1 und 2 zu DIN 4100 (MBL. NW. S. 747/SMBL. NW. 232343),

RdErl. v. 14. 3. 1974 betr. Neufassung des Einführungserlasses zu DIN 4100 v. 11. 2. 1970 (MBL. NW. S. 506/SMBL. NW. 232343),

RdErl. v. 13. 5. 1976 betr. Änderung des Einführungserlasses zu DIN 4100 v. 11. 2. 1970 (MBL. NW. S. 1131/SMBL. NW. 232343),

RdErl. v. 8. 12. 1981 betr. Änderung des Einführungserlasses zu DIN 4100 v. 11. 2. 1970 (MBL. NW. S. 2328/SMBL. NW. 232343),

3.4 RdErl. v. 4. 1. 1951 betr. DIN 4115 (Ausgabe August 1950 x) - (MBL. NW. S. 22/SMBL. NW. 232343) - sowie RdErl. v. 15. 3. 1974 betr. Änderung des Einführungserlasses zu DIN 4115 (MBL. NW. S. 509/SMBL. NW. 232343), soweit sie den Stahlleichtbau betreffen,

3.5 RdErl. v. 30. 11. 1978 betr. DAST-Richtlinie 010 (Fassung Juni 1976) - (MBL. NW. S. 1958/SMBL. NW. 232343) -, mit Ausnahme der für nicht vorwiegend ruhende Belastung geltenden Regelungen,

3.6 RdErl. v. 18. 3. 1974 betr. die „Richtlinien zur Anwendung des Traglastverfahrens im Stahlbau“ (Fassung März 1973) - (MBL. NW. S. 511/SMBL. NW. 232343).

\*) Bauaufsichtliche Einführung der Normen DIN 1073, DIN 1079 und DIN 4101: Erlasse v. 14. 9. 76 (MBL. NW. S. 2074), v. 25. 2. 1972 (MBL. NW. S. 704), v. 7. 12. 1977 (MBL. NW. S. 2107) - (SMBL. NW. 23235)

\*\*) Für Stahlbrücken sind bis zur Herausgabe der neuen Fachnorm DIN 18 809 weiterhin für die Bemessung und Konstruktion die Normen 1073 (Ausgabe Juli 1974), DIN 1079 (Ausgabe September 1970) und DIN 4101 (Ausgabe Juli 1974) anzuwenden. Soll in begründeten Fällen bereits von einzelnen Bestimmungen von DIN 18 800 Teil 1 Gebrauch gemacht werden, so kann dies im Einvernehmen mit der zuständigen Bauaufsichtsbehörde geschehen.

DK 693.814 : 624.014.2

DEUTSCHE NORMEN

Anlage  
März 1981

	<p style="text-align: center;"><b>Stahlbauten</b></p> <p style="text-align: center;">Bemessung und Konstruktion</p>	<p style="text-align: center;"><b>DIN</b></p> <p style="text-align: center;"><b>18 800</b></p> <p style="text-align: center;">Teil 1</p>
--	---	--

Steel structures; design and construction  
Structures en acier; calcul et construction

Teilweise Ersatz für DIN 1050,  
DIN 1073, DIN 4100 und DIN 4101

*Diese Norm wurde im Fachbereich „Stahlbau“ des NABau ausgearbeitet.*

*Die Regelungen dieser Norm ersetzen die in den Normen DIN 1050, DIN 1073, DIN 4100 und DIN 4101 enthaltenen für den Stahlbau geltenden allgemeingültigen Festlegungen soweit sie Bemessung und Konstruktion betreffen. Die vorgenannten Normen können erst dann zurückgezogen werden, wenn die momentan laufende Überarbeitung im Zuge der Neuordnung des Stahlbaunormenwerks abgeschlossen ist (siehe hierzu auch Erläuterungen).*

*Um die Anwender vorab mit der neuen Gliederung des Stahlbau-Normenwerks in Grund- und Fachnormen (für bestimmte Anwendungsgebiete) vertraut und der Praxis eine Reihe von Verbesserungen und Neuerungen zugänglich zu machen, wird die vorliegende Norm zum jetzigen Zeitpunkt herausgegeben.*

*Im Rahmen dieser Norm erfolgt die Bemessung der Bauteile und Verbindungsmittel zunächst weiterhin auf der Grundlage zulässiger Spannungen, daneben ist wie bisher die Anwendung des Traglastverfahrens gestattet.*

*Eine Umstellung der Norm auf eine Bemessung mit  $\gamma$ -fachen Gebrauchslasten (Bemessungslasten) ist erst zusammen mit einer geplanten Neuauflage der Grundnormen für Stabilitätsnachweise (bisher DIN 4114 Teil 1 und Teil 2) vorgesehen, die ebenfalls auf diesem Bemessungskonzept basieren sollen. Entsprechende Norm-Entwürfe für diese neuen Grundnormen sind in Vorbereitung.*

### Inhalt

- |   |   |
|---|---|
| <p><b>1 Allgemeine Angaben</b></p> <p>1.1 Anwendungsbereich</p> <p>1.2 Bautechnische Unterlagen</p> <p><b>2 Werkstoffe</b></p> <p>2.1 Walzstahl, Stahlguß, Gußeisen</p> <p>2.2 Drähte, Seile</p> <p>2.3 Schrauben, Niete</p> <p>2.4 Kopf- und Gewindebolzen</p> <p>2.5 Schweißzusatzwerkstoffe, Schweißpulver, Schutzgase</p> <p><b>3 Grundsätze für die Berechnung</b></p> <p>3.1 Allgemeines</p> <p>3.2 Genauigkeit</p> <p>3.3 Berechnungsverfahren</p> <p>3.4 Querschnittswerte bei gelochten Bauteilen</p> <p>3.5 Mitwirkende Plattenbreite</p> <p><b>4 Lastannahmen</b></p> <p><b>5 Erforderliche Nachweise</b></p> <p>5.1 Allgemeines</p> <p>5.2 Allgemeiner Spannungsnachweis</p> <p>5.3 Stabilitätsnachweis</p> <p>5.4 Lagesicherheitsnachweis</p> <p>5.5 Formänderungsuntersuchung</p> | <p><b>6 Bemessungsannahmen für Bauteile</b></p> <p>6.1 Walzstahl, Stahlguß, Gußeisen</p> <p>6.2 Seile</p> <p><b>7 Bemessungsannahmen für Verbindungen der Bauteile</b></p> <p>7.1 Grundsätzliche Regeln für Anschlüsse und Stöße</p> <p>7.2 Schrauben- und Nietverbindungen</p> <p>7.2.1 Scher-/Lochleibungsverbindungen (SL- und SLP-Verbindungen)</p> <p>7.2.2 Gleitfeste Verbindungen mit hochfesten Schrauben (GV- und GVP-Verbindungen)</p> <p>7.2.3 Verbindungen mit Zugbeanspruchung in Richtung der Schraubenachse aus äußerer Belastung</p> <p>7.3 Schweißverbindungen</p> <p>7.4 Zusammenwirken verschiedener Verbindungsmittel</p> <p><b>8 Zulässige Spannungen</b></p> <p><b>9 Grundsätze für die Konstruktion</b></p> <p>9.1 Allgemeine Grundsätze</p> <p>9.2 Verbindungen und Verbindungsmittel</p> <p>9.2.1 Schrauben- und Nietverbindungen</p> <p>9.2.2 Schweißverbindungen</p> <p>9.3 Seilkonstruktionen</p> <p><b>Normen und Unterlagen</b></p> |
|---|---|

**Frühere Ausgaben:**

DIN 1050: 08.34, 07.37xxxxx, 10.46, 12.57x,  
06.68

DIN 1073: 04.28, 09.31, 01.41, 07.74

DIN 4100: 05.31, 07.33, 08.34xxxx, 12.56, 12.68

DIN 4101: 07.37xxx, 07.74

**Änderung März 1981:**

Siehe Vorbemerkungen und Erläuterungen.

## DIN 18 800 Teil 1

**1 Allgemeine Angaben**

Entwurf, Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten erfordern gründliche Fachkenntnisse. Daher dürfen diese Arbeiten nur von solchen Fachleuten und Betrieben ausgeführt werden, die entsprechende Kenntnisse und Erfahrungen in den jeweiligen Anwendungsgebieten haben und eine sorgfältige Ausführung der übernommenen Aufgaben bieten.

**1.1 Anwendungsbereich**

Diese Norm ist anzuwenden für die Bemessung und Konstruktion tragender Bauteile aus Stahl mit

- a) vorwiegend ruhender Beanspruchung und
- b) nicht vorwiegend ruhender Beanspruchung unter Beachtung zusätzlicher Regelungen (Folgeteil in Vorbereitung)

Die zusätzlichen Bestimmungen in den entsprechenden Fachnormen sind zu beachten.

Die Mindestdicken der Bauteile sind in den jeweiligen Fachnormen festgelegt (für Verbindungen siehe Abschnitt 7). Bei dünnwandigen Bauteilen ist insbesondere auf eine ausreichende Sicherheit gegen örtliche Instabilität (siehe Abschnitt 5.3) sowie auf einen besonders wirkungsvollen Korrosionsschutz zu achten (siehe DIN 55 928 Teil 8).

**1.2 Bautechnische Unterlagen**

Für die Beurteilung der Standsicherheit des Stahlbauwerks im Endzustand, von Montagezuständen und für die bautechnische Überwachung sind die bautechnischen Unterlagen nach den Abschnitten 1.2.1 bis 1.2.3 erforderlich.

**1.2.1 Berechnung (Nachweis der Standsicherheit)**

Hierzu gehören der allgemeine Spannungsnachweis, der Stabilitätsnachweis und der Nachweis der Sicherheit gegen Abheben, Umkippen und Gleiten. Diese Nachweise müssen ausreichende Angaben enthalten über:

- a) Lastannahmen
- b) Statische Systeme (auch für Bauzustände)
- c) Werkstoffe
- d) Maße und Querschnittswerte aller tragenden Bauteile und Verbindungen
- e) Ungünstigste Beanspruchung aller tragenden Bauteile und Verbindungen
- f) Formänderungen, soweit diese für die Standsicherheit und für die Gebrauchsfähigkeit von Bedeutung sind
- g) Belastungsangaben für die Fundamente

**1.2.2 Ausführungsunterlagen**

Sie müssen alle für die Prüfung und Abnahme notwendigen Angaben über Maße, Querschnitte, Werkstoffe, Verbindungen und den Korrosionsschutz enthalten. Sofern Besonderheiten bei der Montage zu beachten sind, ist dies ebenfalls zu vermerken.

**1.2.3 Bescheinigungen**

Siehe Abschnitt 2.1.3

**2 Werkstoffe****2.1 Walzstahl, Stahlguß, Gußeisen****2.1.1 Stahlsorten**

Als Werkstoffe dürfen im allgemeinen nur die Stähle St 37-2, St 37-3 und St 52-3 nach DIN 17 100 verwendet werden, im folgenden kurz mit St 37 bzw. St 52 bezeichnet.

Als Werkstoffe für Lager, Gelenke und Sonderbauteile dürfen außer den Baustählen St 37 und St 52 auch Stahlguß GS 52.3 nach DIN 1681, Vergütungsstahl C 35 N nach DIN 17 200 und Grauguß GG 15 nach DIN 1691 verwendet werden.

Andere Stähle dürfen nur verwendet werden,

- a) wenn ihre mechanischen Eigenschaften, chemische Zusammensetzung und Schweißreignung aus den Gütevorschriften oder Werknormen der Stahlhersteller ausreichend hervorgehen und diese Stähle einer der im 1. Absatz genannten Stahlsorten zugeordnet werden können,
- b) wenn für einzelne Anwendungsbereiche die den besonderen Bedingungen angepaßten Stähle in den speziellen Fachnormen vollständig beschrieben und hinsichtlich der Verwendung geregelt sind
- c) wenn ihre Brauchbarkeit, z. B. im Rahmen einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, besonders nachgewiesen ist.

**2.1.2 Güteauswahl**

Die Auswahl der Stähle richtet sich nach dem Verwendungszweck. (Empfehlungen zur Wahl der Stahlgütegruppen enthält DAST-Ri 009.)

**2.1.3 Bescheinigungen**

Die verwendeten Stähle sind durch Bescheinigungen nach DIN 50 049 zu belegen, ausgenommen ungeschweißte Bauteile aus St 37 und untergeordnete Bauteile.

Für Bleche und Breitflachstähle in geschweißten Bauteilen mit Dicken über 30 mm bei St 37-2 und St 37-3 und über 25 mm bei St 52-3, die auf Zug oder Biegezug beansprucht werden, muß der Aufschweißbiegeversuch nach DIN 17 100 durchgeführt und durch ein Prüfzeugnis belegt sein.

In den Fachnormen oder bei der Bestellung können gegebenenfalls auch weitergehende Festlegungen getroffen werden, die sich auf die vorzulegende Bescheinigung nach DIN 50 049, auf Art, Umfang und Bewertung von zusätzlichen Prüfungen sowie die Kennzeichnung der Stähle beziehen können.

**2.1.4 Kennzeichnung**

Die verwendeten Stähle, ausgenommen St 37-2, sind gegen Verwechselungen zu kennzeichnen. Bei Trennung der Teile ist die Kennzeichnung auf die Einzelteile zu übertragen.

**2.1.5 Rechenwerte für Werkstoffeigenschaften**

In Tabelle 1 sind die Rechenwerte für Werkstoffeigenschaften von Walzstahl, Stahlguß und Gußeisen angegeben, die zur Ermittlung von Formänderungen und Schnittgrößen in die Berechnung einzusetzen sind.

Tabelle 1. Rechenwerte für Werkstoffeigenschaften für Walzstahl, Stahlguß und Gußeisen

	1	2	3	4	5
	Stahl	Streckgrenze $\beta_s$ N/mm <sup>2</sup>	Elastizitätsmodul $E$ N/mm <sup>2</sup>	Schubmodul $G$ N/mm <sup>2</sup>	Lineare Wärmedehnzahl $\alpha_T$ K <sup>-1</sup>
1	Baustahl St 37	240 <sup>1)</sup>	210 000	81 000	$12 \cdot 10^{-6}$
2	Baustahl St 52	360 <sup>2)</sup>			
3	Stahlguß GS 52	260			
4	Vergütungsstahl C 35 N	280			
5	Grauguß GG 15	—	100 000	38 000	$10 \cdot 10^{-6}$
<sup>1)</sup> Für Materialdicken $\leq 100$ mm <sup>2)</sup> Für Materialdicken $\leq 60$ mm Für größere Dicken sind entsprechende Festlegungen zu treffen					

## 2.2 Drähte, Seile

### 2.2.1 Materialeigenschaften

Als Werkstoffe für die Drähte dürfen im allgemeinen unlegierte, beruhigt vergossene Qualitätsstähle nach DIN 17 140 oder legierte Edelstähle verwendet werden.

Andere Werkstoffe dürfen nur verwendet werden, wenn die Eignung nachgewiesen ist.

Alle Drähte eines Seiles sollen die gleiche Nennfestigkeit  $\beta_N$  haben; diese soll 1800 N/mm<sup>2</sup> nicht überschreiten.

Die Nennfestigkeit des Drahtes ist ein Rechenwert für die Bestimmung der rechnerischen Bruchkraft des Drahtseiles.

Die verwendeten Seilarten sind vom Hersteller mindestens durch ein Werkszeugnis nach DIN 50 049 zu belegen.

Der Prüfumfang ist bei der Bestellung festzulegen.

Für die unter Abschnitt 2.2.2 aufgeführten Seilarten kann näherungsweise der Elastizitätsmodul nach Tabelle 4, Spalte 22, in die statische Berechnung eingesetzt werden. Wird der Elastizitätsmodul durch Prüfungen des zum Einbau bestimmten Seiles festgestellt, so sind Abweichungen zwischen diesem Elastizitätsmodul und dem in die statische Berechnung aufgrund der Tabelle 4 eingeführten Werte im allgemeinen bis  $\pm 10\%$  zulässig, ohne daß eine Korrektur der statischen Berechnung vorgenommen zu werden braucht.

Für Drahtseile darf eine Temperaturdehnzahl  $\alpha_T = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  angesetzt werden.

### 2.2.2 Seilarten

#### 2.2.2.1 Geschlagene Drahtseile (siehe DIN 3051)

Diese Seile werden fabrikmäßig gefertigt. Zur Anwendung kommen in Frage:

- **Spiralseile:** Sie bestehen aus einer oder mehreren Lagen von Drähten, die lagenweise schraubenlinienförmig links- oder rechtsgängig um einen Kerndraht gewunden werden. Eingesetzt werden im allgemeinen offene oder vollverschlossene Spiralseile. Offene Spiralseile bestehen nur aus Runddrähten (siehe Bild 1).

Vollverschlossene Spiralseile bestehen in der äußeren Lage oder den äußeren Lagen aus Formdrähten und haben damit praktisch eine geschlossene Oberfläche (siehe Bild 2).

- **Rundlitzenseile:** Sie bestehen aus einer oder mehreren Lagen von Litzen, die schraubenlinienförmig um einen Kern gewunden sind (siehe Bild 3). Es dürfen nur Seile mit Stahleinlage verwendet werden.

Kreuzschlagseile sind wegen ihrer geringen Drehungsanfälligkeit Gleichschlagseilen vorzuziehen.

Für die Anwendung geschlagener Drahtseile können die Eigenschaften „drehungsarm“ und „spannungsarm“ von Bedeutung sein.

Drehungsarm ist ein Drahtseil, wenn es sich unter Einwirkung einer ungeführten Last nicht oder nur wenig um seine Längsachse dreht.

Bei spannungsarmen Drahtseilen ist die aus der Verseilung herrührende elastische Rückfederung ganz oder nahezu beseitigt. Bei Spiralseilen ist eine spannungsarme Ausführung nur bedingt möglich.

#### 2.2.2.2 Paralleldrahtbündel

Sie bestehen aus Runddrähten oder Litzen, die parallel zu ihrer Achse verlaufen und entweder kontinuierlich oder in Abständen zu einem Bündel zusammengefaßt werden (siehe Bild 4).

Paralleldrahtbündel haben eine größere Dehnsteifigkeit als geschlagene Drahtseile. Sie sind drehungsfrei – bei Paralleldrahtbündeln aus Litzen unter der Voraussetzung, daß sie je zur Hälfte aus links- und rechtsgängigen Litzen bestehen.

Ihre Herstellung erfordert große Sorgfalt und Erfahrung, durch die allein sichergestellt werden kann, daß sämtliche Drähte bzw. Litzen bei Belastung nahezu gleichen Kraftanteil erhalten.

Um den Zusammenhalt der einzelnen Drähte bzw. Litzen zu gewährleisten, wird empfohlen, das Paralleldrahtbündel mit einer durchlaufenden Wendel und/oder in gewissen Abständen mit engen Bunden zu umwickeln, z. B. aus dick feuerverzinktem Bindendraht (siehe Bild 5).

## DIN 18 800 Teil 1

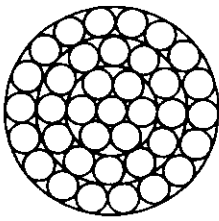


Bild 1.

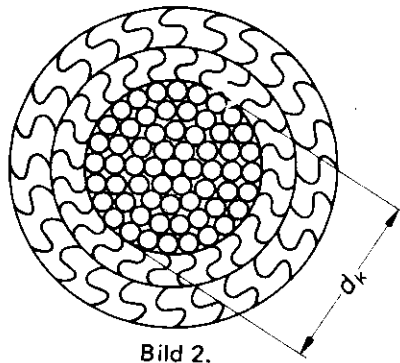


Bild 2.

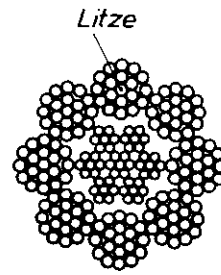


Bild 3.

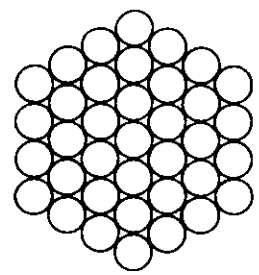


Bild 4.



Bild 5.

## 2.3 Schrauben, Niete

### 2.3.1 Festigkeitsklassen, Stahlsorten

Im allgemeinen sind Schrauben in den Festigkeitsklassen 4.6, 5.6 und 10.9 nach DIN ISO 898 Teil 1 zu verwenden.

Als Werkstoffe für Niete sind die Stahlsorten USt 36-1 und RSt 44-2 nach DIN 17 111 zu verwenden.

Für die Verwendung anderer Verbindungsmittel gilt Abschnitt 2.1.1, 3. Absatz sinngemäß.

### 2.3.2 Hochfeste Schrauben

Für hochfeste Schrauben nach DIN 6914 in der Festigkeitsklasse 10.9 nach DIN ISO 898 Teil 1 sind Muttern nach DIN 6915 in der Festigkeitsklasse 10 nach DIN 267 Teil 4 und gehärtete Unterlegscheiben nach DIN 6916 bis DIN 6918 in der Festigkeitsklasse 10.9 nach DIN ISO 898 Teil 1 zu verwenden.

### 2.3.3 Bescheinigungen

Für Schrauben 10.9 hat das Herstellerwerk laufend durch geeignete Prüfungen nachzuweisen, daß die Anforderungen hinsichtlich Festigkeitseigenschaften, Oberflächenbeschaffenheit, Maßhaltigkeit und Anziehverhalten für diese Schrauben erfüllt sind. Hierüber ist vom Hersteller eine Bescheinigung nach DIN 50 049, mindestens ein Werkzeugezeugnis auszustellen.

Die übrigen Schrauben und Niete sind nach den Grundsätzen von DIN 267 Teil 5 zu prüfen. Eine Bescheinigung hierüber wird nicht gefordert.

### 2.3.4 Feuerverzinkte hochfeste Schrauben

Werden Schrauben 10.9 und zugehörige Muttern und Scheiben in feuerverzinkter Ausführung verwendet, darf die Feuerverzinkung nur vom Schraubenhersteller im Eigenbetrieb bzw. Fremdbetrieb unter seiner Verantwortung übernommen werden. Es sind nur komplette Garnituren (Schrauben und Muttern) von ein und demselben Hersteller zu verwenden. Bei anderen Korrosionsschutzüberzügen, z. B. galvanische Verzinkung, ist die Möglichkeit einer Wasserstoffversprödung in Betracht zu ziehen.

## 2.4 Kopf- und Gewindebolzen

Es dürfen Kopfbolzen nach DIN 32 500 Teil 3 mit den Festigkeitseigenschaften  $\sigma_B = 450$  bis  $600 \text{ N/mm}^2$  und  $\sigma_s \geq 350 \text{ N/mm}^2$  sowie Gewindebolzen nach DIN 32 500 Teil 1 in der Festigkeitsklasse 4.8 ( $\sigma_B \geq 400 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_s \geq 320 \text{ N/mm}^2$ ) verwendet werden.

## 2.5 Schweißzusatzwerkstoffe, Schweißpulver, Schutzgase

Schweißzusatzwerkstoffe, Schweißpulver und Schutzgase müssen DIN 1913, DIN 8557, DIN 8559 und DIN 32 526 entsprechen, eignungsgeprüft und gegebenenfalls gekennzeichnet sein. (Siehe auch DIN 1000, Ausgabe Dezember 1973, Abschnitt 4.4.2.3.)

## 3 Grundsätze für die Berechnung

### 3.1 Allgemeines

Die nach Abschnitt 5 für alle tragenden Bauteile und Verbindungen geforderten Nachweise sind vollständig, übersichtlich und prüfbar zu führen. Die Berechnung muß in sich geschlossen sein und eindeutige Angaben für die Ausführungszeichnungen enthalten. Es dürfen deshalb im allgemeinen keine Werte aus anderen Berechnungen ohne Herleitung oder Quellenangabe übernommen werden.

### 3.2 Genauigkeit

Die Genauigkeit ist dem Berechnungsverfahren und der Eigenart des Tragsystems anzupassen. Bei Seilkonstruktionen sind außer den elastischen Formänderungen der Seile auch die Änderungen des Seildurchhanges in der Berechnung zu berücksichtigen.

Die für die Bemessung maßgebenden Querschnittswerte sowie Schnitt- und Stützgrößen dürfen auf 3 Ziffern gerundet werden.

### 3.3 Berechnungsverfahren

Die Berechnungsverfahren sind freigestellt.

Werden neue Berechnungsverfahren angewendet, sollten sich Aufsteller und Prüfer vor Aufstellen der Berechnung abstimmen. Für außergewöhnliche Formeln und Berechnungsverfahren ist die Quelle anzugeben, sofern sie veröffentlicht ist; anderenfalls sind die Formeln oder Verfahren so weit abzuleiten, daß ihre Richtigkeit nachgeprüft werden kann.

Für ganz oder teilweise mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung (EDV) durchgeführte Berechnungen sind die „Vorläufigen Richtlinien für das Aufstellen und Prüfen elektronischer Standsicherheitsberechnungen“<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Abgedruckt z. B. im Ministerialamtsblatt für das Land Bayern 1966, Seite 34

zu beachten; u. a. sind danach Bezeichnung und Herkunft der Programme anzugeben und die für die Bemessung maßgebenden Angaben auszudrucken.

Sollen Berechnungen durch Bauteil- oder Modellversuche ergänzt oder ersetzt werden, haben Aufsteller und Prüfer vorher das Versuchsprogramm untereinander abzustimmen.

### 3.4 Querschnittswerte bei gelochten Bauteilen

In gelochten Bauteilen darf die Berücksichtigung der Lochabzüge für Löcher von Verbindungsmitteln bei dem nach Abschnitt 5.2 geforderten allgemeinen Spannungsnachweis näherungsweise nach Tabelle 2 erfolgen; d. h. Druck- und Schubspannungen dürfen am Bruttoquerschnitt (ohne Lochabzug) ermittelt werden.

Bei Anwendung des Traglastverfahrens sind bei der Ermittlung der in einem vollplastisierten Querschnitt aufnehmbaren Schnittgrößen alle im Zugbereich liegenden Lochquerschnitte als nicht vorhandene Querschnittsteile abzuziehen.

### 3.5 Mitwirkende Plattenbreite

Regelungen über die mitwirkende Plattenbreite sind, soweit erforderlich, in den jeweiligen Fachnormen festgelegt.

### 4 Lastannahmen

Der Berechnung sind die Lastannahmen der jeweiligen Fachnormen zugrunde zu legen. Außerdem sind darüber hinausgehende spezielle Belastungen zu berücksichtigen, wie z. B. Massenkkräfte von Maschinen, Über- bzw. Unterdruck usw.

Tabelle 2. Querschnittswerte bei näherungsweiser Berücksichtigung von Löchern für Verbindungsmittel

	1	2	3	4
	Schnittgröße	Spannungsart	Maßgebende Querschnittswerte zur Ermittlung der Spannungen aus	
			$N$ und $Q$	$M_B$ und $M_T$
1	Längskraft $N$	Druck	$A$	
2		Zug *)	$A - \Delta A$	
3	Biegemoment $M_B$	Druck		$W_D = \frac{I}{z_D}$
4		Zug *)		$W_Z = \frac{I - \Delta I}{z_Z}$
5	Längskraft $N$ und Biegemoment $M_B$	Druck	$A$	$W_D = \frac{I}{z_D}$
6		Zug *)	$A - \Delta A$	$W_Z = \frac{I - \Delta I}{z_Z}$
7	Querkraft $Q$	Schub	$A_Q, S, I, t$	
8	Torsionsmoment $M_T$			**) )

$A$  Fläche des ungelochten Querschnittes

$\Delta A$  Summe aller abzuziehenden Lochflächen, die in derjenigen Reißlinie liegen, die den kleinsten Wert  $A - \Delta A$  ergibt

$A_Q$  Querkraftfläche, die bei näherungsweiser Berechnung der Schubspannungen infolge Querkraft zu deren Aufnahme geeignet ist

$S$  Flächenmoment 1. Grades (Statisches Moment) von ungelochten Querschnittsteilen, bezogen auf die Schwerachse des ungelochten Querschnittes

$I$  Flächenmoment 2. Grades (Trägheitsmoment) des ungelochten Querschnittes

$\Delta I$  Summe der Trägheitsmomente der in die ungünstigste Reißlinie fallenden Löcher im Biegezugbereich, bezogen auf die Schwerachse des ungelochten Querschnittes

$z_D$  Abstand der Randfaser am Druckrand von der Schwerachse des ungelochten Querschnittes

$z_Z$  Abstand der Randfaser am Zugrand von der Schwerachse des ungelochten Querschnittes

$W_D$  Maßgebendes Widerstandsmoment für die Randdruckspannung

$W_Z$  Maßgebendes Widerstandsmoment für die Randzugspannung

$t$  Dicke des zur Querkraftaufnahme geeigneten Querschnittsteiles

\*) Gleitfeste Verbindung siehe Abschnitt 7.2.2.2

\*\*) Querschnittswerte des ungelochten Querschnittes

## DIN 18 800 Teil 1

Die Einstufung der verschiedenen Lasten in Haupt-, Zusatz- und Sonderlasten sowie in die bei den einzelnen Nachweisen gemäß Abschnitt 5 zu berücksichtigenden Lastfälle ist in den jeweiligen Fachnormen festgelegt.

## 5 Erforderliche Nachweise

### 5.1 Allgemeines

Zum Nachweis einer ausreichenden Bemessung sind die in den Abschnitten 5.2 bis 5.5 und 6.2.3 aufgezählten Nachweise zu führen.

Zum Nachweis der Tragsicherheit kann anstelle der Nachweise nach den Abschnitten 5.2 und 5.3 auch die Traglast benutzt werden, d. h. die bei gegebener Lastkombination größte vom Bauwerk getragene Last.

Vereinfachend kann die Traglast für dafür geeignete Fälle näherungsweise nach DAST-Ri 008 berechnet werden.

Ein Nachweis der Tragsicherheit unter  $\gamma$ -fach gesteigerter Belastung ist stets dann zu führen, wenn die Schnittgrößen überproportional gegenüber der Belastung zunehmen und kein Ersatzverfahren, z. B.  $\omega$ -Verfahren nach DIN 4114 Teil 1 und Teil 2, angewendet wird.

Falls der Nachweis der Tragsicherheit unter  $\gamma$ -fach gesteigerter Belastung geführt wird, ist eine Berechnung unter Gebrauchslasten im allgemeinen nur für den Formänderungsnachweis durchzuführen, wenn aus Sicherheitsgründen oder zur Sicherstellung der Gebrauchsfähigkeit des Bauwerkes die Beschränkung der Formänderungen erforderlich ist (siehe Abschnitt 5.5).

### 5.2 Allgemeiner Spannungsnachweis

Der allgemeine Spannungsnachweis ist für alle Bauteile und Verbindungsmittel für die verschiedenen in den Fachnormen festgelegten Lastfälle (z. B. H = Hauptlasten, HZ = Haupt- und Zusatzlasten, S = Sonderlasten) zu führen. Die errechneten Spannungen sind den zulässigen Werten gegenüberzustellen. Für die Lastfälle H und HZ sind die zulässigen Spannungen für Bauteile und Verbindungsmittel bzw. die zulässigen übertragbaren Kräfte für Schrauben und Niete in Abschnitt 8, Tabellen 7 bis 13, angegeben.

### 5.3 Stabilitätsnachweis

Der Stabilitätsnachweis ist nach DIN 4114 Teil 1 und Teil 2 und DAST-Ri 012 zu führen.

### 5.4 Lagesicherheitsnachweis

Der Lagesicherheitsnachweis für Stahltragwerke umfaßt die Nachweise der Sicherheit gegen Abheben, Umkippen (Erreichen der kritischen Pressung) und gegen Gleiten.

#### 5.4.1 Sicherheit gegen Abheben und Erreichen der kritischen Pressung $\beta_{\alpha}$

Zum Nachweis der Sicherheit gegen Abheben und Erreichen der kritischen Pressung ist aus den maßgebenden Haupt-, Zusatz- und Sonderlasten die hierfür ungünstigste Belastung zu ermitteln, wobei die einzelnen Anteile mit den Lasterhöhungsfaktoren  $\gamma_{\alpha}$  nach der Tabelle 3 zu vervielfachen sind.

Tabelle 3. Lasterhöhungsfaktoren  $\gamma_{\alpha}$  beim Nachweis der Sicherheit gegen Abheben und Umkippen

	1	2
	Belastungen	$\gamma_{\alpha}$
1	günstig wirkende Anteile aller angesetzten Lasten	1,0
2	ungünstig wirkende Anteile der Eigenlast	1,1
3	ungünstig wirkende Anteile der Lasten außer den Lasten nach Zeile 2 und 5	1,3
4	ungünstig wirkende Anteile der Lasten in Bauzuständen	1,5
5	ungünstig wirkende Anteile aus Ersatzlasten bei Anprallfällen	1,1
6	Verschiebungs- und Verdrehungsgrößen	1,0
Ungewollte Außermittigkeiten und die Verformungen des Systems unter $\gamma_{\alpha}$ -facher Belastung sind, falls erforderlich, zu berücksichtigen.		

#### 5.4.1.1 Abheben

Die Sicherheit gegen Abheben von einzelnen Lagern ist nachzuweisen, wenn sie nicht zweifelsfrei feststeht. Sie ist ausreichend, wenn folgende Bedingung erfüllt ist:

$$N_D \geq N_Z \quad (1)$$

Es bedeuten:

$N_D$  Normalkomponente der Resultierenden aller im Lager angreifenden pressenden Stützgrößen aus den  $\gamma_{\alpha}$ -fachen Belastungen

$N_Z$  Normalkomponente der Resultierenden aller im Lager angreifenden abhebenden Stützgrößen aus den  $\gamma_{\alpha}$ -fachen Belastungen

Werden zur Sicherung gegen Abheben Anker angebracht, so darf die Ankerzugkraft  $Z_A$  wie folgt berücksichtigt werden:

$$N_D + 1,3 \cdot \text{zul } Z_A \geq N_Z \quad (2)$$

Es ist hierbei  $\text{zul } Z_A$  die im Lastfall H zulässige Ankerzugkraft;  $\text{zul } \sigma_Z$  siehe Tabelle 10, Zeile 9.

Die ausreichende Verankerung des Ankers ist nachzuweisen.

#### 5.4.1.2 Erreichen der kritischen Pressung $\beta_{\alpha}$ (Umkippen)

Die Sicherheit von Bauwerken und Bauteilen gegen Umkippen ist nachzuweisen, wenn sie nicht zweifelsfrei feststeht. Sie ist ausreichend, wenn unter den  $\gamma_{\alpha}$ -fachen Belastungen folgende Bedingung eingehalten wird:

$$\sigma_{\alpha} = \frac{D_{\alpha}}{A_{\alpha}} \leq \beta_{\alpha} \quad (3)$$

Es bedeuten:

$\sigma_{\alpha}$  Pressung unter den  $\gamma_{\alpha}$ -fachen Belastungen, wobei eine konstante Spannungsverteilung in der gedrückten Teilfläche der Lagerfuge unter Einhaltung der Gleichgewichtsbedingungen angenommen werden kann. Die Annahme einer rechteckigen gedrückten Teilfläche ist zulässig.

$D_{\alpha}$  Reaktionskraft in der Lagerfuge (siehe Bild 6)

$N_{\alpha}$  Normalkomponente der Resultierenden aller im Lager angreifenden Stützgrößen aus  $\gamma_{\alpha}$ -facher Belastung.

$A_{\alpha}$  Teilfläche der Gesamtfläche der Lagerfuge, deren Schwerpunkt in der Wirkungsline von  $D_{\alpha}$  liegt (bei der Annahme  $\sigma = \text{konst.}$ ).

$\beta_{\alpha}$  die nach Tabelle 14 kritische Pressung in der Fuge bei  $\gamma_{\alpha}$ -facher Belastung.

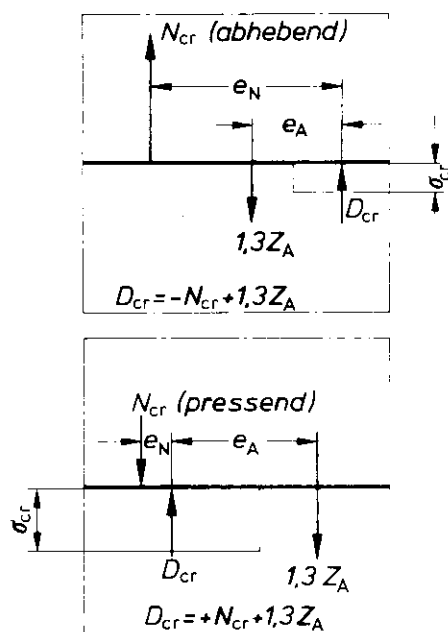


Bild 6. Ermittlung der Ankerzugkraft  $Z_A = \frac{N_{\alpha}}{1,3} \cdot \frac{e_N}{e_A}$

In Gründungsfugen ist die Grundbruchsicherheit unter  $\gamma_{\alpha}$ -fachen Belastungen nachzuweisen. Die Grundbruchsicherheit unter  $\gamma_{\alpha}$ -fachen Belastungen muß mindestens 1,35 betragen.

#### 5.4.2 Gleitsicherheit

Die Sicherheit gegen Gleiten parallel zur Bauwerksfuge ist wie folgt nachzuweisen, sofern in den Fachnormen nicht anders geregelt:

$$1,5 \cdot H \leq \mu_N \cdot N \quad (4 \text{ a})$$

Wird die Reibkraft nicht in Rechnung gestellt, genügt der einfache Nachweis:

$$H \leq D \quad (4 \text{ b})$$

Hierin bedeuten:

- $\mu$  Reibungsbeiwerte  
Stahl auf Stahl:  $\mu_N = 0,10$   
Stahl auf Beton:  $\mu_N = 0,30$
- $N$  pressende Normalkraft in der Bauwerksfuge infolge der äußeren Lasten
- $H$  parallel zur Bauwerksfuge wirkende Kraft infolge der äußeren Lasten  
 $N$  und  $H$  gelten für die gleiche maßgebende Lastkombination.
- $D$  Zulässige übertragbare Kraft von eventuell vorhandenen Dollen, Rippen oder ähnlichen mechanischen Schubsicherungen in der Gleitrichtung, ermittelt mit den für den jeweiligen Lastfall zulässigen Spannungen gemäß Abschnitt 8.

Im Fall von Anpralllasten ist in Formel (4 a) statt 1,5 der Faktor 1,0 einzuführen.

#### 5.5 Formänderungsuntersuchung

Die Funktionsfähigkeit des Bauwerkes kann je nach Anwendungsbereich eine Beschränkung der Formänderungen erforderlich machen. Zulässige Werte für Formänderungen sind fallweise in den Fachnormen enthalten; anderenfalls sind sie vor dem Aufstellen der bautechnischen Unterlagen mit dem Besteller festzulegen.

Für die Ermittlung der Formänderungen können im allgemeinen die Querschnittswerte ohne Lochabzug angesetzt werden.

Weitere Angaben zum Formänderungsnachweis, z. B. Berücksichtigung des Schraubenschlupfes, sind gegebenenfalls in den Fachnormen enthalten.

#### 6 Bemessungsannahmen für Bauteile

##### 6.1 Walzstahl, Stahlguß, Gußeisen

Für den allgemeinen Spannungsnachweis gelten die folgenden Festlegungen.

##### 6.1.1 Formelzeichen

In Bild 7 und den nachfolgenden Gleichungen (5) bis (10) bedeuten, soweit nicht bereits zu Tabelle 2 erläutert:

Koordinaten:

- $x$  Schwerachse
- $y, z$  Querschnittshauptachsen

Schnittgrößen:

- $N$  Längskraft in x-Richtung
- $Q_y, Q_z$  Querkraft in y- bzw. z-Richtung
- $M_y, M_z$  Biegemomente um die y- bzw. z-Achse (Momentenvektor in y- bzw. z-Richtung)
- $M_T (M_x)$  Torsionsmoment in x-Richtung

Spannungen:

- $\sigma_x$  Normalspannung infolge  $N, M_y$  und  $M_z$
- $\sigma_{x, m}$  Mittelwert der Normalspannung  $\sigma_x$  im nachzuweisenden Querschnittsteil
- $\sigma_y, \sigma_z$  Normalspannungen infolge örtlicher Krafteinleitung
- $\sigma_{y, m}, \sigma_{z, m}$  Mittelwert der Normalspannungen  $\sigma_y$  bzw.  $\sigma_z$  im nachzuweisenden Querschnittsteil
- $\tau_{xy}, \tau_{xz}$  Schubspannung im Querschnitt (Flächennormale  $x$ ) in Richtung y bzw. z infolge  $Q_y, Q_z$  und  $M_T$
- $\tau_m$  Mittelwert der Schubspannung  $\tau_{xy}$  bzw.  $\tau_{xz}$  im nachzuweisenden Querschnittsteil

##### 6.1.2 Beanspruchung durch eine Längskraft $N$

Für ein durch eine Längskraft  $N$  beanspruchtes Bauteil ist der Nachweis nach Gleichung (5 a) bzw. (5 b) zu führen.

$$\text{Druck } N < 0; \quad \left| \sigma_D \right| = \frac{N}{A} \quad (5 \text{ a})$$

$$\text{Zug } N > 0; \quad \sigma_Z = \frac{N}{A - \Delta A} \leq \text{zul} \sigma \quad (5 \text{ b})$$

Bei Zugstäben mit unsymmetrischem Anschluß durch nur eine Schraube ist der Nachweis für den schwächeren Teil des Nettoquerschnittes mit der halben zu übertragenden Kraft zu führen.

## DIN 18 800 Teil 1

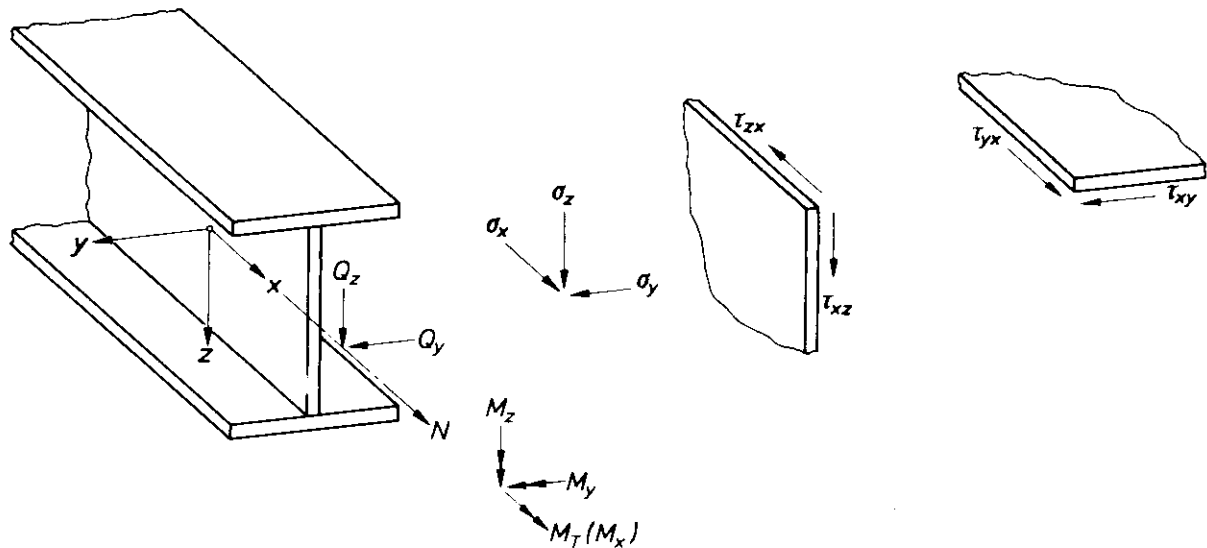


Bild 7. Koordinatensystem für Schnittgrößen und Beanspruchungen

**6.1.3 Beanspruchung durch eine Querkraft  $Q_y$  oder  $Q_z$** 

Für ein durch eine Querkraft  $Q_y$  oder  $Q_z$  beanspruchtes Bauteil ist im allgemeinen der Schubspannungsnachweis nach Gleichung (6 a) zu führen:

$$\left. \begin{aligned} \max \tau_{Q_y} &= \frac{Q_y \cdot \max S_z}{I_z \cdot t} \\ \text{bzw.} \\ \max \tau_{Q_z} &= \frac{Q_z \cdot \max S_y}{I_y \cdot t} \end{aligned} \right\} \leq \text{zul } \tau \quad (6 \text{ a})$$

Die maximale Schubbeanspruchung  $\max \tau$  darf die zulässige Schubspannung  $\text{zul } \tau$  bis zu 10 % überschreiten (Gleichung 6 b), wenn die mittlere Schubspannung eines Querschnitts  $\tau_m$  die zulässige Schubspannung  $\text{zul } \tau$  nicht überschreitet (Gleichung 6 c)

$$\left. \begin{aligned} \max \tau_{Q_y} &= \frac{Q_y \cdot \max S_z}{I_z \cdot t} \\ \text{bzw.} \\ \max \tau_{Q_z} &= \frac{Q_z \cdot \max S_y}{I_y \cdot t} \end{aligned} \right\} \leq 1,1 \cdot \text{zul } \tau \quad (6 \text{ b})$$

$$\left. \begin{aligned} \tau_{Q_y, m} &= \frac{Q_y}{A_{Q_y}} \\ \text{bzw.} \\ \tau_{Q_z, m} &= \frac{Q_z}{A_{Q_z}} \end{aligned} \right\} \leq \text{zul } \tau \quad (6 \text{ c})$$

Bei gleichzeitigem Auftreten von Schubspannungsanteilen aus Querkraften  $Q_y$  und  $Q_z$  sowie Torsion gelten für die Summe der Schubspannungen die Gleichungen (6 a) bis (6 c) sinngemäß:

$$\max (\tau_{Q_y} + \tau_{Q_z} + \tau_T) \leq \text{zul } \tau \quad (6 \text{ d}) \text{ statt (6 a)}$$

$$\max (\tau_{Q_y} + \tau_{Q_z} + \tau_T) \leq 1,1 \cdot \text{zul } \tau \quad (6 \text{ e}) \text{ statt (6 b)}$$

$$\left. \begin{aligned} \tau_{Q_y, m} + \tau_{Q_z, m} + \tau_T \\ \tau_{Q_y, m} + \tau_{Q_z, m} + \tau_T \end{aligned} \right\} \leq \text{zul } \tau \quad (6 \text{ f}) \text{ statt (6 c)}$$

**6.1.4 Beanspruchung durch ein Biegemoment  $M_y$  oder  $M_z$** 

Für ein durch ein Biegemoment  $M_y$  oder  $M_z$  beanspruchtes Bauteil ist der Nachweis nach Gleichung (7 a) und (7 b) zu führen:

$$\text{Biegedruck} \quad \sigma_D = \left| \frac{M_y}{W_{D, y}} \right| \text{ bzw. } \left| \frac{M_z}{W_{D, z}} \right| \leq \text{zul } \sigma \quad (7 \text{ a})$$

$$\text{Biegezug} \quad \sigma_Z = \frac{M_y}{W_{Z, y}} \text{ bzw. } \frac{M_z}{W_{Z, z}} \leq \text{zul } \sigma \quad (7 \text{ b})$$

**6.1.5 Beanspruchung durch ein Torsionsmoment  $M_T$** 

Für ein durch ein Torsionsmoment  $M_T$  beanspruchtes Bauteil sind die daraus resultierenden Schubspannungen  $\tau$  nach St. Venant und falls erforderlich, auch die Wölbspennungen zu ermitteln.

**6.1.6 Gleichzeitige Beanspruchung durch eine Längskraft  $N$  und Biegemomente  $M_y$  und  $M_z$** 

Wird ein Bauteil durch eine Längskraft  $N$  ( $\sigma_N$ ) und Biegemomente  $M_y$  und  $M_z$  ( $\sigma_{M_y}$ ,  $\sigma_{M_z}$ ) beansprucht, sind die zu den Einzelschnittgrößen nach Abschnitt 6.1.2 und 6.1.4 ermittelten Spannungsanteile für die maßgebenden Rand- bzw. Eckpunkte zu überlagern. Es sind die Nachweise nach Gleichung (8 a) bzw. (8 b) oder (8 c) zu führen.

Längskraft und einachsige Biegung ( $N$  und  $M_y$  oder  $N$  und  $M_z$ ):

$$\left. \begin{aligned} |\sigma_N + \sigma_{M_y}| \\ |\sigma_N + \sigma_{M_z}| \end{aligned} \right\} \leq \text{zul } \sigma \quad (8 \text{ a})$$

Längskraft und zweiachsige Biegung ( $N$ ,  $M_y$  und  $M_z$ ):

$$|\sigma_N + \sigma_{M_y} + \sigma_{M_z}| \leq \text{zul } \sigma \quad (8 \text{ b})$$

Wenn je für sich

$$\left. \begin{aligned} |\sigma_N + \sigma_{M_y}| \\ |\sigma_N + \sigma_{M_z}| \end{aligned} \right\} \leq 0,8 \cdot \text{zul } \sigma,$$

darf die maximale Randspannung

$$\text{betragen.} \quad |\sigma_N + \sigma_{M_y} + \sigma_{M_z}| \leq 1,1 \cdot \text{zul } \sigma \quad (8 \text{ c})$$

### 6.1.7 Zweiachsige Spannungszustände

Bei zweiachsigen Spannungszuständen ist für das Zusammenwirken von Einzelspannungen (z. B.  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  und  $\tau$ ) ein Vergleichsspannungsnachweis nach Gleichung (9) zu führen.

$$\sigma_V = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau^2} \leq \text{zul } \sigma \quad (9)$$

Bei Biegeträgern, die ausschließlich durch Querkräfte und einachsige Biegung beansprucht sind, darf statt dessen der Nachweis gemäß Gleichung (10) geführt werden.

$$\sigma_V = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq 1,1 \cdot \text{zul } \sigma \quad (10)$$

Gleichung (10) gilt als erfüllt, sofern die einzelnen Spannungsanteile die Bedingungen  $\sigma \leq 0,5 \cdot \text{zul } \sigma$  oder  $\tau \leq 0,5 \cdot \text{zul } \tau$  erfüllen.

Für die Nachweise gemäß Gleichung (9) oder (10) darf anstelle von  $\tau$  die mittlere Schubspannung  $\tau_m$  gemäß den Abschnitten 6.1.3 und 6.1.5 eingesetzt werden.

## 6.2 Seile

### 6.2.1 Allgemeines

Seile werden vorwiegend durch Längskräfte auf Zug beansprucht. Für die Bemessung sind bevorzugt Versuchsergebnisse zugrunde zu legen, die an solchen Seilen, Endausbildungen (Verankerungen) von Seilen, Umlenklagern und Schellen ermittelt wurden, die bei dem betreffenden Bauwerk verwendet werden.

### 6.2.2 Begriffe (siehe auch DIN 3051)

Der Seildurchmesser  $d$  ist der Durchmesser des dem Seil umschriebenen Kreises.

Der Füllfaktor  $f$  ist das Verhältnis des metallischen Querschnittes des Seiles zum Flächeninhalt seines Umkreises; siehe Tabelle 4, Spalte 2 bis 12.

Der metallische Seilquerschnitt  $A_m$  ist die Summe der Querschnitte aller Drähte im Seil. Er wird mittels des Füllfaktors  $f$  berechnet.

$$A_m = f \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4}$$

Die rechnerische Bruchkraft  $F_r$  des Seiles ist das Produkt aus dem metallischen Seilquerschnitt und der Nennfestigkeit  $\beta_N$  der Drähte.

$$F_r = A_m \cdot \beta_N$$

Die ermittelte Bruchkraft  $F_e$  des Seiles ist die Summe der einzeln im Zugversuch festgestellten Bruchkräfte aller Drähte des Seiles.

Die wirkliche Bruchkraft  $F_w$  des Seiles ist die durch Zerreißen des Seiles im ganzen Strang festgestellte Bruchkraft.

Der Verseilverlust ist die Differenz zwischen der ermittelten und der wirklichen Bruchkraft des Seiles.

Der Verseilfaktor  $k_s$  ist ein Erfahrungswert, der den Verseilverlust berücksichtigt; siehe Tabelle 4, Spalte 13 bis 20.

Die Mindestbruchkraft  $\min F$  des Seiles ist das Produkt aus der rechnerischen Bruchkraft und dem Verseilfaktor.

$$\min F = A_m \cdot \beta_N \cdot k_s$$

Der Gewichsfaktor  $w$  ist ein Rechenwert, der außer dem Gewichtsanteil der Drähte auch die Gewichtsanteile des Korrosionsschutzes berücksichtigt; siehe Tabelle 4, Spalte 21.

Das rechnerische Gewicht  $G$  des Seiles in kg/m ist das Produkt aus dem metallischen Seilquerschnitt  $A_m$  in mm<sup>2</sup> und dem Gewichsfaktor.

$$G = A_m \cdot w$$

### 6.2.3 Nachweise

#### 6.2.3.1 Alle Seilarten

Bei Seilen einschließlich Endausbildung muß die Sicherheit  $v$  gegenüber der wirklichen Bruchkraft

$$\begin{aligned} \text{im Lastfall H} & \quad v_H \geq 2,2 \\ \text{im Lastfall HZ} & \quad v_{HZ} \geq 2,0 \end{aligned}$$

betragen.

Beim Aufstellen der statischen Berechnung ist im allgemeinen die wirkliche Bruchkraft noch nicht ermittelt. In diesem Fall darf die Mindestbruchkraft des Seiles eingesetzt werden.

Für den Tragfähigkeitsnachweis des Seiles einschließlich Endausbildung ist die Mindestbruchkraft des Seiles um den Verlustfaktor der Endausbildung  $k_e$  nach Tabelle 5, Spalte 3, abzumindern, d. h.

$$\min F_w \geq A_m \cdot \beta_N \cdot k_s \cdot k_e \quad (11)$$

Unter Einhaltung der geforderten Sicherheit  $v$  ergibt sich daraus die zulässige Seilkraft

$$\text{zul } F = \frac{A_m \cdot \beta_N}{v} \cdot k_s \cdot k_e \quad (12 a)$$

bzw. die zulässige Spannung  $\text{zul } \sigma$  für die Ermittlung der zulässigen Seilkraft zu

$$\text{zul } \sigma = \frac{\beta_N}{v} \cdot k_s \cdot k_e \quad (12 b)$$

## DIN 18 800 Teil 1

Tabelle 4. Seilkennwerte für die statische Berechnung

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22						
Konstruktionsmerkmale				Füllfaktor $f$											Verseilfaktor $k_s$								Gewichts- faktor $w \cdot 100$	Elastizitäts- modul $E$			
Seilarten	Runddraht- kern + 1 Lage Profil- drähte	Runddraht- kern + 2 Lagen Profil- drähte	Runddraht- kern + mehr als 2 Lagen Profil- drähte	Anzahl der um den Kerndraht angeordneten Drahtlagen								Anzahl der um den Kerndraht angeordneten Drahtlagen								$\frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{mm}^2}$	$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$						
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8											
1 Offene Spiralseile	0,81	—	0,86	0,77	0,76	0,75	—		—		0,90	0,88	0,87	0,84	0,82	—					0,83	$0,15 \cdot 10^6$					
2 vollverschlossene Spiralseile	0,81	0,84	0,86	0,77	0,76	0,75	—		—		—	0,92					—					0,83	$0,16 \cdot 10^6$				
3 Rundlitzenseile	7	6	6 bis 8	0,55											0,92								0,93	$0,12 \cdot 10^6$			
	8	8	6 bis 8												0,84									$0,11 \cdot 10^6$			
	17	6	15 bis 26												0,78									$0,11 \cdot 10^6$			
	19	8	15 bis 26												0,80									$0,10 \cdot 10^6$			
	23	6	27 bis 49												0,75									$0,10 \cdot 10^6$			
	30	8	27 bis 49												0,77									$0,10 \cdot 10^6$			
	25	6	50 bis 75												0,73									$0,09 \cdot 10^6$			
4 Paralleldrahtbündel *)	8	8	50 bis 75	0,78	0,76	0,75												0,70								0,85 **)	$0,10 \cdot 10^6$
																		1,00									$0,09 \cdot 10^6$

\*) Diese Werte gelten nicht für Paralleldrahtbündel aus Litzen.  
\*\*) Dieser Wert gilt für einen Korrosionsschutz durch Verzinken und Beschichten.

\*) Diese Werte gelten nicht für Paralleldrahtbündel aus Litzen.

\*\*) Dieser Wert gilt für einen Korrosionsschutz durch Verzinken und Beschichten.

Tabelle 5. Abminderung der Mindestbruchkraft in Abhängigkeit von der Endausbildung

	1	2	3
	Art der Endausbildung	nach Norm	Verlustfaktor $k_e$
1	Metallischer Drahtseilverguß	DIN 3092	1,00
2	Preßklemme	DIN 3093 Teil 1 bis Teil 3	0,85
3	Drahtseilklemme	DIN 1142	0,80
Für andere hier nicht aufgeführte Endausbildungen sind die Werte $k_e$ z. B. durch Versuche zu ermitteln.			

Vergußkegel und Seilkopf als mögliche Seilendausbildung müssen so bemessen sein, daß eine Übertragung der Mindestbruchkraft des Seiles gewährleistet ist. Diese Bedingung gilt bei Ausführung nach Bild 22 ohne weitere Nachweise als erfüllt.

Die wirkliche Bruchkraft des Seiles einschließlich Endausbildung (min  $F_w$ ) ist durch einen Zugversuch nachzuweisen. Hierauf darf verzichtet werden, wenn

- die Ausführung des Seiles und der Endausbildung sowie zugehörige Angaben zur Tragfähigkeit einer DIN-Norm, z. B. nach den Abschnitten 2.2.1 und 9.3, entnommen werden können oder
- ein Nachweis für vergleichbare Ausführungen und Abmessungen bereits erbracht ist.

Ist ein Zugversuch erforderlich, so ist er an mindestens 1 Probestück je Seildurchmesser von einer amtlichen oder amtlich anerkannten Prüfstelle 2) durchzuführen. Das Probestück muß aus derjenigen Materiallieferung entnommen werden, die für das Bauwerk, für das der Nachweis erbracht wird, bestimmt ist, und mindestens an einem Ende mit der für das Bauwerk vorgesehenen Endausbildung versehen sein.

Wenn die wirkliche Bruchkraft des Probestückes (Seil einschließlich Endausbildung) den nach Formel (11) errechneten Wert  $F_w$  um nicht mehr als 5 % unterschreitet, so ist eine nachträgliche Berücksichtigung der wirklichen Bruchkraft in der statischen Berechnung nicht erforderlich.

Über die Reibungsbeiwerte zur Berechnung von Kabelschellen, Umlenklagern oder ähnlichen Bauteilen aus Stahl liegen für offene Spiralseile, Rundlitzenseile und Paralleldrahtbündel keine ausreichenden Erfahrungen vor. Diese sind durch Versuche zu bestimmen. Zulässige Querpressungen und Krümmungsradien sind ebenfalls durch Versuche nachzuweisen.

### 6.2.3.2 Vollverschlossene Spiralseile

Die zulässige Spannung für die Ermittlung der zulässigen Seilkraft ergibt sich nach Formel (12 b) mit den Werten  $k_s = 0,92$  nach Tabelle 4, Spalte 15 bis 20 und  $k_e = 1,00$  nach Tabelle 5, Zeile 1 (für metallischen Drahtseilverguß) zu

$$\text{zul } \sigma_H = \frac{0,92 \cdot 1,00}{2,2} \cdot \beta_N = 0,42 \cdot \beta_N \quad (12 c)$$

bzw.

$$\text{zul } \sigma_{HZ} = \frac{0,92 \cdot 1,00}{2,0} \cdot \beta_N = 0,46 \cdot \beta_N \quad (12 d)$$

Bei der Berechnung von Kabelschellen, Umlenklagern oder ähnlichen Bauteilen aus Stahl sind, falls nicht durch Versuche anders nachgewiesen, folgende Reibungswerte einzusetzen:

zwischen Seilen bzw. zwischen Seilen und Stahl:  $\mu = 0,10$   
zwischen Einlegeseilen und Stahl:  $\mu = 0,12$

Die Sicherheit gegen Gleiten muß

in Schellen  $v_H = 1,5$   $v_{HZ} = 1,33$  und  
auf Umlenklagern  $v_H = 2,2$   $v_{HZ} = 2,00$  betragen.

Werden für Umlenklager, Schellen, Seilköpfe und Verankerungen Werkstoffe verwendet, für die in Tabelle 12 keine zulässigen Spannungen angegeben sind, so müssen folgende Sicherheiten eingehalten werden:

gegen Bruch  $v_H = 2,2$   $v_{HZ} = 2,0$   
gegen die 0,2-Dehngrenze  $v_H = 1,5$   $v_{HZ} = 1,33$

Die Querpressung wird als Linienlast angegeben. Bei Umlenklagern darf sie für Haupt- und Zusatzkräfte im allgemeinen folgende Werte nicht überschreiten:

Seil auf Stahl: 10 kN/cm

Seil auf Weichmetalleinlage  $\geq 1$  mm: 25 kN/cm

Der für den Krümmungsradius der Seile in Umlenklagern in Abschnitt 9.3.3 angegebene Mindestwert  $r \geq 30 d$  darf für Seildurchmesser  $d \leq 80$  mm auf  $r \geq 20 d$  verringert werden, wenn dies beim Seilaufbau, insbesondere durch eine entsprechende Wahl der Schlaglänge berücksichtigt und außerdem sichergestellt ist, daß bei der Verwendung von Weichmetalleinlagen  $\geq 1$  mm die als Linienlast gerechnete Querpressung  $p$  [in kN/cm] des Seiles nicht höher ist als der Durchmesser  $d_k$  (Bild 2) des Runddrahtkernes [in mm].

Noch kleinere Krümmungsradien dürfen nur angewendet werden, wenn die wirkliche Bruchkraft des Seiles einschließlich Umlenkung durch mindestens einen Versuch einer amtlichen oder amtlich anerkannten Prüfstelle mit Prüfstücken, die der Ausführung im Bauwerk entsprechen, nachgewiesen ist.

In Schellen müssen die Seile formtreu quergepreßt werden, wobei darauf zu achten ist, daß lokale Spannungspitzen im Seil und scharfe Kanten vermieden werden. Die Querpressung soll möglichst hoch gewählt werden. Unter Haupt- und Zusatzlasten soll die als Linienlast gerechnete Querpressung  $p$  [in kN/cm] bei formtreuer Führung des Seiles etwa gleich dem Durchmesser  $d_k$  (Bild 2) des Runddrahtkernes [in mm] sein.

Für den Krümmungsradius der Seile sind die zulässigen Werte nach Abschnitt 9.3.3 einzuhalten.

### 6.2.3.3 Paralleldrahtbündel

Die zulässige Spannung für die Ermittlung der zulässigen Seilkraft ergibt sich nach Formel (12 b) mit den Werten  $k_s = 1,00$  nach Tabelle 4, Spalte 13 bis 20 und  $k_e = 1,00$  nach Tabelle 5, Zeile 1 (für metallischen Drahtseilverguß) zu

$$\text{zul } \sigma_H = \frac{1,00 \cdot 1,00}{2,2} \cdot \beta_N = 0,45 \cdot \beta_N \quad (12 e)$$

bzw.

$$\text{zul } \sigma_{HZ} = \frac{1,00 \cdot 1,00}{2,0} \cdot \beta_N = 0,50 \cdot \beta_N \quad (12 f)$$

2) Diese sind im Verzeichnis C der Allgemeinen Verwaltungsvorschriften zum Geräte-Sicherheitsgesetz angegeben.

## DIN 18 800 Teil 1

## 7 Bemessungsannahmen für Verbindungen der Bauteile

### 7.1 Grundsätzliche Regeln für Anschlüsse und Stöße

#### 7.1.1 Allgemeines

Die einzelnen Querschnittsteile, z. B. Flansche, Stege, sind im allgemeinen je für sich nach den anteiligen Schnitt- und Stützgrößen anzuschließen oder zu stoßen. Wird ein unmittelbarer Stoß oder Anschluß aller Querschnittsteile nicht oder nur teilweise ausgeführt, so ist die Kräfteumleitung im Stoßbereich nachzuweisen.

#### 7.1.2 Schwerachsen der Verbindungen

Decken sich die Schwerachsen der einzelnen Naht-, Schrauben- oder Nietgruppen nicht mit den Schwerachsen der zu verbindenden Querschnittsteile, entstehen Exzentrizitäten. Ob und in welchem Umfang diese zu berücksichtigen sind, ist den Fachnormen zu entnehmen.

#### 7.1.3 Beiwinkel

Bei geschraubten und bei genieteten Anschlüssen sind Beiwinkel (siehe Bild 8) entweder an einem Schenkel mit dem 1,5fachen oder an beiden Schenkeln mit dem 1,25fachen der anteiligen Schnittgrößen anzuschließen. Damit gelten auch in solchen Anschlüssen auftretende Exzentrizitäten als abgedeckt.

Für gleitfeste Verbindungen nach Abschnitt 7.2.2 ist diese Erhöhung nicht erforderlich.

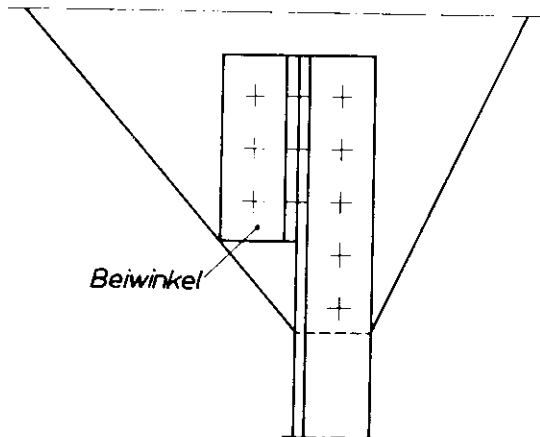


Bild 8. Anschluß eines Stabes durch Beiwinkel

#### 7.1.4 Durchbindelaschen bei biegesteifen Stößen

Bei Anschlüssen mit Durchbindelaschen sind die Zugkräfte aus den Biegemomenten durch die Laschen allein aufzunehmen. Als Hebelarm darf vereinfachend angesetzt werden:

- bei Zug- und Drucklaschen der Abstand ihrer Schwerpunkte,
- bei nur einer gezogenen Lasche der Abstand ihres Schwerpunktes vom Druckrand. Hierbei muß eine einwandfreie Übertragung der Druckkraft durch Kontakt sichergestellt sein.

#### 7.1.5 Stoßdeckung durch Knotenbleche

Knotenbleche dürfen zur Stoßdeckung herangezogen werden. Es ist ein entsprechender Nachweis zu führen.

#### 7.1.6 Mittelbare Stoßdeckung

Bei mittelbarer Stoßdeckung über  $m$  Zwischenlagen zwischen der Stoßlasche und dem zu stoßenden Teil ist die Anzahl der Schrauben und Niete gegenüber der bei unmittelbarer Deckung rechnerisch erforderlichen Anzahl  $n$  auf  $n' = n \cdot (1 + 0,3 \cdot m)$  zu erhöhen (Bild 9).



Bild 9. Erhöhung der Anzahl der Verbindungsmittel bei mittelbarer Stoßdeckung

Futterstücke von mehr als 6 mm Dicke gelten als Zwischenlage, wenn sie nicht mit mindestens einer Niet- bzw. Schraubenreihe oder durch entsprechende Schweißnähte vorgebunden werden.

In gleitfesten Verbindungen nach Abschnitt 7.2.2 ist ein Vorbinden oder Erhöhen der Schraubenzahl nicht erforderlich.

#### 7.1.7 Gurtplattenanschluß

Gurtplatten von Vollwandträgern gelten erst an der Stelle als voll wirksam, an der ihre anteilige Kraft angeschlossen ist. Bei Anschlüssen mit Scher-/Lochleibungs- und gleitfesten Verbindungen ist, entsprechend Bild 10 mindestens eine Reihe der Verbindungsmittel vor dem rechnerischen Anschlußpunkt anzuordnen; für geschweißte Anschlüsse siehe auch Abschnitt 9.2.2.4.

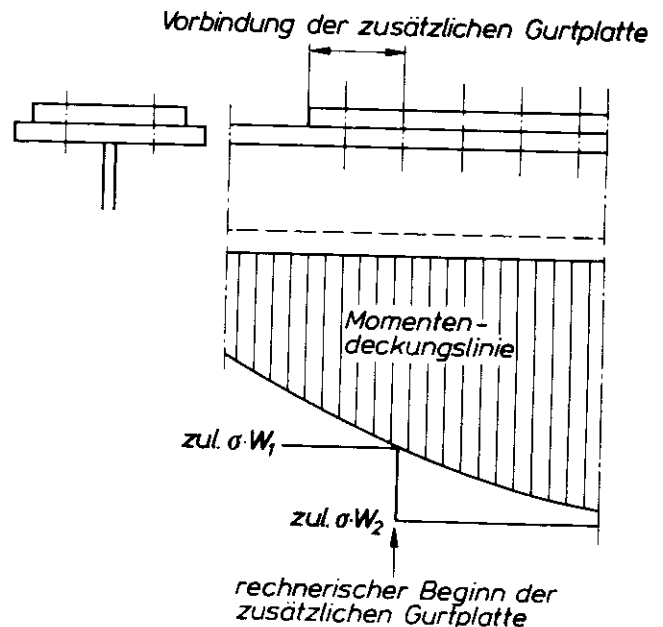


Bild 10. Verbindung zusätzlicher Gurtplatten

#### 7.1.8 Kontaktstöße

Entsprechende Regelungen enthalten die Fachnormen.

## 7.2 Schrauben- und Nietverbindungen

### 7.2.1 Scher-/Lochleibungsverbindungen (SL- und SLP-Verbindungen)

#### 7.2.1.1 Wirkungsweise

In Scher-/Lochleibungsverbindungen werden Schrauben bzw. Niete senkrecht zu ihrer Achse beansprucht. Für die Berechnung der übertragbaren Kräfte wird ausschließlich die Beanspruchung auf Abscheren in der Schraube bzw. im Niet sowie auf Lochleibung zwischen der Schraube bzw. dem Niet und der Lochwand des zu verbindenden Bauteiles herangezogen. Hochfeste Schrauben (Festigkeitsklasse 10.9) dürfen dabei ohne Vorspannung oder mit teilweiser Vorspannung  $\geq 0,5 F_v$  ( $F_v$  nach Tabelle 9, Spalte 2), im folgenden mit „nichtplanmäßiger Vorspannung“ bezeichnet, verwendet werden.

Durch nichtplanmäßiges Vorspannen der Schrauben läßt sich durch Ausnutzen des dadurch hervorgerufenen räumlichen Spannungszustandes unter Nutzlast das Verformungsverhalten infolge Lochleibungsdruck verbessern. Dieses darf durch eine Erhöhung des zulässigen Lochleibungsdrucks in Rechnung gestellt werden (siehe Tabelle 7, Zeile 5 und 7).

Scher-/Lochleibungsverbindungen dürfen mit einem Lochspiel  $\Delta d \leq 2$  mm (SL-Verbindungen) und  $\Delta d \leq 0,3$  mm (SLP-Verbindungen) ausgeführt werden. Bei Anschlüssen und Stößen in seitenverschieblichen Rahmen darf das Lochspiel maximal 1,0 mm betragen.

Senkschrauben und Senkniete dürfen verwendet werden. Bei Verbindungen mit Senkschrauben darf das Lochspiel  $\Delta d$  maximal 1 mm betragen.

#### 7.2.1.2 Nachweise

In den nachfolgenden Formeln (13) und (14) bedeuten:

$A_a$	Querschnittsfläche des Schaftes von Schraube bzw. geschlagenem Niet entsprechend Tabelle 8, Spalte 2 und 9
$F$	Zu übertragende Schnittkraft (Längskraft $N$ , Querkraft $Q$ )
$\text{zul } Q_{SL}$	zulässige übertragbare Kraft einer Schraube je Scherfläche senkrecht zur Schraubenachse in einer SL-Verbindung
$\text{zul } Q_{SLP}$	zulässige übertragbare Kraft einer Schraube bzw. eines Nietes je Scherfläche senkrecht zur Schrauben- bzw. Nietachse in einer SLP-Verbindung.
$d$	Schaftdurchmesser der Schraube bzw. des geschlagenen Nietes
$n$	Anzahl der Schrauben bzw. Niete in der Verbindung
$m$	Anzahl der Scherfugen (Schnittigkeit)
$\min \Sigma t$	kleinste Summe der Blechdicken mit in gleicher Richtung wirkendem Lochleibungsdruck
$\sigma_1$	Lochleibungsdruck zwischen Schraube bzw. Niet und Lochwand des zu verbindenden Bauteiles
$\tau_a$	Beanspruchung auf Abscheren in Schraube bzw. Niet

Die nachstehenden Formeln gelten für einschnittige sowie für mehrschnittige, symmetrische Verbindungen. Der Lochleibungsdruck  $\sigma_1$  und die Abscherspannung  $\tau_a$  sind ungeachtet der wirklichen Spannungsverhältnisse wie folgt zu berechnen:

$$\sigma_1 = \frac{F}{d \cdot n \cdot \min \Sigma t} \quad (13)$$

Die Werte für  $\text{zul } \sigma_1$  sind für das Bauteil in Tabelle 7 und für die Schraube bzw. Niet in Tabelle 8 enthalten. Bei unterschiedlichen Werkstoffen für Bauteil und Verbindungsmittel ist der kleinere Wert der Bemessung zugrunde zu legen.

$$\tau_a = \frac{F}{n \cdot m \cdot A_a} \quad \text{mit } A_a = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (14 a)$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{zul } Q_{SL} \\ \text{zul } Q_{SLP} \end{array} \right\} = \text{zul } \tau_a \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (14 b)$$

Die Werte für  $\text{zul } \tau_a$  sind in Tabelle 8 angegeben, ebenso die Werte  $\text{zul } Q_{SL}$  und  $\text{zul } Q_{SLP}$  für die gängigen Schrauben bzw. Niete.

Die Nachweise für Senkschrauben und Senkniete können nach den Ausführungen dieses Abschnittes durchgeführt werden, wenn die rechnerische Lochleibungsspannung zwischen dem außenliegenden Bauteil und dem glatten Schraubenschaft (Bereich II nach Bild 11) den zulässigen Wert nicht überschreitet. Anderenfalls sind die zulässigen Kräfte auf 80 % abzumindern. In Verbindungen mit Senkschrauben und -nieten sind oberhalb der Gebrauchslast größere Verformungen als in anderen Schrauben- bzw. Nietverbindungen mit vergleichbaren Abmessungen zu erwarten, insbesondere besteht bei kleiner werdendem Bereich II die Tendenz, daß sich der Schraubenkopf infolge der Keilwirkung bei der Kraftübertragung im Bereich I aus der Oberfläche herausdreht.

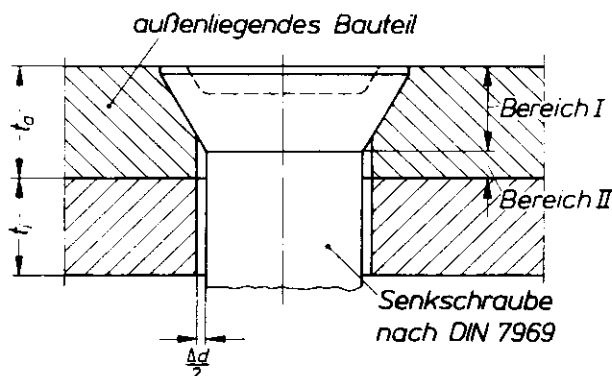


Bild 11. Verbindung mit Senkschraube nach DIN 7969

Bei Gelenkbolzen ist im allgemeinen zusätzlich die Biegespannung bzw. Vergleichsspannung nachzuweisen.

### 7.2.2 Gleitfeste Verbindungen mit hochfesten Schrauben (GV- und GVP-Verbindungen)

#### 7.2.2.1 Wirkungsweise

In gleitfesten Verbindungen sind die Schrauben planmäßig nach DIN 1000, Ausgabe Dezember 1973, Abschnitt 4.3.3.2, vorzuspannen. Damit lassen sich in den besonders vorbehandelten Berührungsflächen der zu verbindenden Bauteile Kräfte senkrecht zur Schraubenachse durch Reibung übertragen (GV-Verbindungen). Bei Verbindungen mit hochfesten Paßschrauben wird gleichzeitig die Kraftübertragung durch Abscheren und Lochleibungsdruck herangezogen (GVP-Verbindungen).

Gleitfeste Verbindungen dürfen mit einem Lochspiel  $d \leq 2$  oder 3 mm (GV-Verbindungen) und mit einem Lochspiel  $d \leq 0,3$  mm (GVP-Verbindungen) ausgeführt werden.

## DIN 18 800 Teil 1

## 7.2.2.2 Nachweise

In den nachfolgenden Formeln (15) und (16) bedeuten:

- $F_V$  Vorspannkraft in der Schraube nach Tabelle 9, Spalte 2
- zul  $Q_{GV}$  zulässige übertragbare Kraft einer Schraube je Reibfläche senkrecht zur Schraubenachse in einer GV-Verbindung
- zul  $Q_{GVP}$  zulässige übertragbare Kraft einer Schraube je Reibfläche (Scherfläche) senkrecht zur Schraube in einer GVP-Verbindung
- zul  $Q_{SLP}$  zulässige übertragbare Kraft einer Schraube je Scherfläche senkrecht zur Schraubenachse in einer SLP-Verbindung [vergleiche Formel (14 b)].
- $\mu = 0,5$  Reibbeiwert der Berührungsflächen bei einer der folgenden Reibflächenvorbereitungen:
- Stahlgußkiesstrahlen
  - 2x Flammstrahlen
  - Sandstrahlen
  - gleitfeste Beschichtungsstoffe nach Abschnitt 7.2.2.3

$v_G$  Sicherheitsbeiwert gegen Gleiten

In gleitfesten Verbindungen mit hochfesten Schrauben Lochspiel  $\Delta d \leq 2,0$  mm (GV-Verbindungen) beträgt:

$$\text{zul } Q_{GV} = \frac{\mu}{v_G} \cdot F_V \quad (15)$$

mit  $v_{G,H} = 1,25$  oder  $v_{G,HZ} = 1,10$

Die Werte zul  $Q_{GV}$  sind in Tabelle 9, Spalten 3 und 4 angegeben. Bei einem Lochspiel  $2,0 \text{ mm} < \Delta d \leq 3,0$  mm sind diese Werte auf 80 % zu ermäßigen.

In gleitfesten Verbindungen mit hochfesten Paßschrauben, Lochspiel  $\Delta d \leq 0,3$  mm (GVP-Verbindungen) beträgt:

$$\text{zul } Q_{GVP} = \frac{1}{2} \text{ zul } Q_{SLP} + \text{zul } Q_{GV} \quad (16)$$

Die Werte zul  $Q_{GVP}$  sind in Tabelle 9, Spalte 5 und 6 angegeben.

Der Lochleibungsdruck  $\sigma_1$  in den zu verbindenden Bauteilen ist rechnerisch nach Formel (13) Abschnitt 7.2.1.2 nachzuweisen; dabei ist der Einfluß von Reibungskräften unberücksichtigt zu lassen. Die Werte für zul  $\sigma_1$  sind Tabelle 7, Zeile 8, zu entnehmen. Ein Nachweis der Scherspannung  $\tau_a$  ist nicht erforderlich.

Für Bauteile mit Zugbeanspruchung, die durch GV- oder GVP-Verbindungen angeschlossen sind, darf beim allgemeinen Spannungsnachweis angenommen werden, daß 40 % der zulässigen übertragbaren Kraft zul  $Q_{GV}$  nach Formel (15) derjenigen hochfesten Schrauben, die im betrachteten Querschnitt mit Lochabzug liegen, vor Beginn der Lochschwächung durch Reibungsschluß angeschlossen sind (Kraftvorabzug).

Außerdem ist der Vollquerschnitt mit der Gesamtkraft nachzuweisen.

Werden GVP-Verbindungen durch Schnittkräfte mit wechselnden Vorzeichen beansprucht, so ist die Übertragung der dem Betrag nach größeren Kraft mit den Werten zul  $Q_{GVP}$  der Tabelle 9, Spalte 5 und 6, und die Übertragung der dem Betrag nach kleineren Kraft mit den Werten zul  $Q_{GV}$  der Tabelle 9, Spalte 3 und 4, nachzuweisen.

## 7.2.2.3 GV- und GVP-Verbindungen mit gleitfesten Beschichtungsstoffen

Wird auf die nach DIN 1000, Ausgabe Dezember 1973, Abschnitt 4.3.3.1 vorbehandelten Reibflächen ein gleitfester Beschichtungsstoff aufgebracht, so sind für GV- und GVP-Verbindungen die Werte nach Tabelle 9, Spalte 3 und 4 bzw. 5 und 6 in Rechnung zu stellen. Gleitfeste Beschichtungsstoffe müssen den Technischen Lieferbedingungen (TL) Nr. 918 300, Blatt 85 der Deutschen Bundesbahn entsprechen und die darin unter Abschnitt 2.1 geforderten Reibbeiwerte durch Zeugnis einer anerkannten Materialprüfanstalt <sup>3)</sup> belegt sein. Diese Prüfung ist mindestens im Abstand von 3 Jahren zu wiederholen.

## 7.2.3 Verbindungen mit Zugbeanspruchung in Richtung der Schraubenachse aus äußerer Belastung

## 7.2.3.1 Nichtplanmäßig vorgespannte Verbindungen

In der nachfolgenden Formel (17) bedeuten:

zul  $Z$  zulässige übertragbare Kraft einer Schraube in Richtung der Schraubenachse

$A_S$	Spannungsquerschnitt	} siehe DIN ISO 898 Teil 1, Ausgabe April 1979, Abschnitt 8.2
$d_2$	Nenn-Flankendurchmesser	
$d_3$	Nenn-Kerndurchmesser	

zul  $\sigma_Z$  zulässige Zugbeanspruchung in der Schraube

Es beträgt:

$$\text{zul } Z = \text{zul } \sigma_Z \cdot A_S$$

$$\text{mit } A_S = \frac{\pi}{4} \cdot \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2 \quad (17)$$

Die Werte für zul  $\sigma_Z$  und zul  $Z$  sind in Tabelle 10 angegeben.

Die Verwendung hochfester Schrauben ohne Vorspannung oder mit nicht planmäßiger Vorspannung bei Beanspruchung auf Zug aus äußerer Belastung ist nur zulässig unter der Voraussetzung, daß die für die vorgesehene Lebensdauer der Verbindung zu erwartende Lastspielzahl  $N$  der nicht ständigen Lasten eine der folgenden Bedingungen erfüllt.

1.  $N \leq 10^4$ ; diese Bedingung gilt als erfüllt bei nicht ständigen Lasten infolge Schnee, Temperatur, Nutzlasten in Wohnungen, Büros, Büchereien und Lagerstoffen.
2.  $N \leq 10^5$ ; jedoch dürfen Spannungen, die größer als 40 % der im Lastfall H nach Tabelle 10, Spalte 7 zulässigen Werte sind, nicht mit einer größeren Spannungsspielzahl als  $10^4$  auftreten; diese Bedingung gilt als erfüllt bei Windbelastung, solange eine durch das Tragverhalten bedingte Periodizität der Windbelastung, z. B. durch angefachte Schwingungen, ausgeschlossen werden kann.

Dabei darf die zulässige übertragbare Zugkraft zul  $Z$  nach Formel (17) ermittelt werden. Die Werte zul  $\sigma_Z$  und zul  $Z$  sind dafür in Tabelle 10, Spalte 7 bzw. 8 angegeben.

<sup>3)</sup> Hierfür anerkannte Materialprüfungsanstalten sind die Forschungs- und Materialprüfungsanstalten für das Bauwesen an der Universität Stuttgart (Otto-Graf-Institut) und die Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine an der Universität Karlsruhe.

Sind die vorgenannten Bedingungen nicht erfüllt, ist im Einzelfall eine Zustimmung der für die Bauaufsicht zuständigen Stelle erforderlich, sofern nicht eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erteilt ist. Anderenfalls sind die hochfesten Schrauben planmäßig vorzuspannen (siehe Abschnitt 7.2.3.2).

In SL- und SLP-Verbindungen sind bei gleichzeitiger Beanspruchung auf Abscheren und Zug alle Einzelnachweise ( $Q, \sigma_1, Z$ ) unabhängig voneinander zu führen. Dabei dürfen die zulässigen Werte für die einzelnen Beanspruchungsarten nach Tabelle 7, 8 und 10 ohne Nachweis einer Vergleichsspannung voll ausgenutzt werden. Für den zulässigen Lochleibungsdruck  $\sigma_1$  sind in nicht planmäßig vorgespannten Verbindungen ( $\geq 0,5 \cdot F_v$ ) die Werte nach Tabelle 7, Zeile 4 (SL-Verbindungen) bzw. Zeile 6 (SLP-Verbindungen) in Rechnung zu stellen.

### 7.2.3.2 Planmäßig vorgespannte Verbindungen

Die Zugbeanspruchung aus äußerer Belastung wird rechnerisch ausschließlich den Schrauben zugewiesen, d. h. der tatsächlich eintretende Abbau der Klemmkraft in den Berührungsflächen der zu verbindenden Bauteile sowie die Vergrößerung der Pressung in den Auflageflächen von Schraubenkopf und Mutter werden nicht berücksichtigt. Die auf eine einzelne Schraube oder Paßschraube entfallende rechnerische Zugkraft  $Z$  darf die in Tabelle 10, Spalte 9 bzw. 10, angegebenen Werte zu  $Z$  nicht überschreiten.

In GV- und GVP-Verbindungen ist bei gleichzeitiger Beanspruchung aus äußerer Belastung in Richtung und senkrecht zur Richtung der Schraubenachse die zulässige übertragbare Kraft zu  $Q_{GV}$  bzw. zu  $Q_{GVP}$  wie folgt abzumindern:

$$\text{zul } Q_{GV, Z} = \left( 0,2 + 0,8 \cdot \frac{\text{zul } Z - Z}{\text{zul } Z} \right) \cdot \text{zul } Q_{GV} \quad (18 a)$$

$$\text{zul } Q_{GVP, Z} = 0,5 \cdot \text{zul } Q_{SLP} + \left( 0,2 + 0,8 \cdot \frac{\text{zul } Z - Z}{\text{zul } Z} \right) \cdot \text{zul } Q_{GV} \quad (18 b)$$

Für den zulässigen Lochleibungsdruck  $\sigma_1$  sind die Werte nach Tabelle 7, Zeile 5 (SL-Verbindungen) bzw. Zeile 7 (SLP-Verbindungen) in Rechnung zu stellen.

## 7.3 Schweißverbindungen

### 7.3.1 Verbindungen durch Lichtbogenschweißung

Die nachstehenden Bestimmungen gelten auch für Nähte, bei denen Fertigungsbeschichtungen überschweißt werden, wenn die Bedingungen der DAST-Ri 006 „Überschweißen von Fertigungsbeschichtungen (FB) im Stahlbau“ beachtet sind.

#### 7.3.1.1 Maße der Schweißnähte

Die rechnerischen Maße der Schweißnähte sind mit der Dicke  $a$  und der Länge  $l$  gegeben.

Die rechnerischen Nahtdicken  $a$  sind Tabelle 6 zu entnehmen. Aus schweißtechnischen Gründen werden bei Kehlnähten folgende Grenzwerte empfohlen:

$$\min a \geq \frac{2 \text{ mm}}{\sqrt{\max t - 0,5}}$$

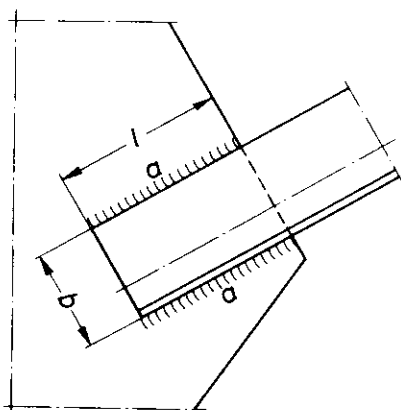
$$\max a \leq 0,7 \min t \quad (a \text{ und } t \text{ in mm})$$

Die rechnerische Nahtlänge  $l$  ist gleich der Gesamtlänge einer Naht, bei Kehlnähten gleich der Länge der Wurzelinie.

In unmittelbaren Laschen- und Stabanschlüssen sind für die rechnerische Länge der einzelnen Flankenkehlnähte die Bedingungen nach den Bildern 12 bis 14 einzuhalten. Unsymmetrische Anschlüsse nach Bild 14 sind nur zulässig, wenn die längere Naht näher zum Schwerpunkt des anzuschließenden Teiles liegt.

Bei gleichmäßiger Krafteinleitung über die Anschlußlänge, z. B. bei Querkraftübertragung vom Trägersteg zur Stirnplatte nach Bild 16 ist eine Begrenzung der rechnerischen Nahtlänge nicht erforderlich.

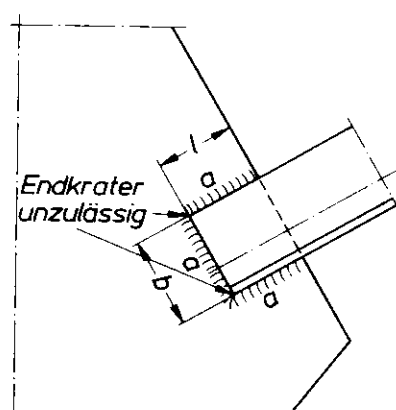
Für den mittelbaren Anschluß von Teilen zusammengesetzter Querschnitte ist die rechnerische Nahtlänge  $l$  nach Bild 15 anzusetzen.



$$100 a \geq l \geq 15 a$$

$$\text{rechn } \Sigma l = 2 l$$

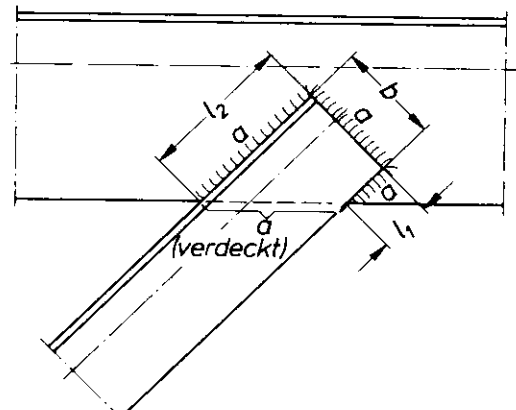
Bild 12. Anschluß mit Flankenkehlnähten



$$100 a \geq l \geq 10 a$$

$$\text{rechn } \Sigma l = b + 2 l$$

Bild 13. Anschluß mit Stirn- und Flankenkehlnähten

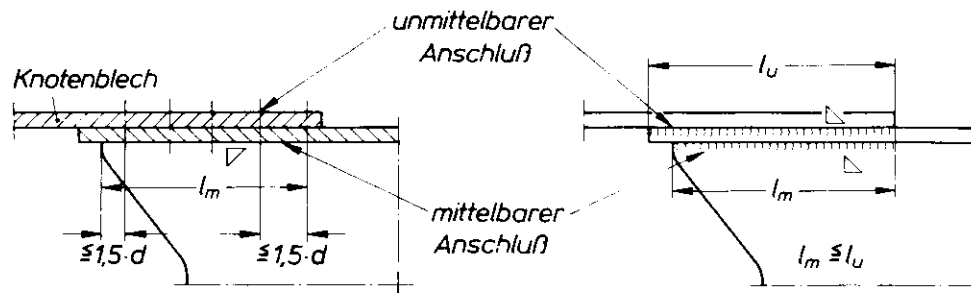


$$l_1 \geq 10 a$$

$$\text{rechn } \Sigma l = (l_1 + l_2 + 2 b)$$

Bild 14. Anschluß mit ringsumlaufender Kehlnaht

## DIN 18 800 Teil 1

Bild 15. Rechnerische Nahtlänge  $l$  für den mittelbaren Anschluß von Teilen zusammengesetzter Querschnitte

Darin bedeutet:

 $d$  Schaftdurchmesser der Schraube bzw. des geschlagenen Nietes.Tabelle 6. Rechnerische Schweißnahtdicken  $a$ 



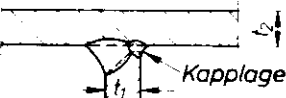
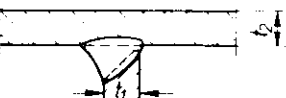
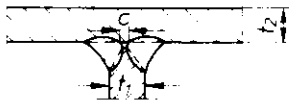
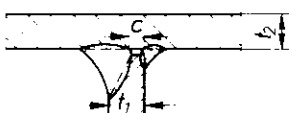
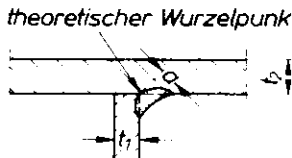
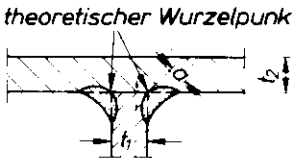
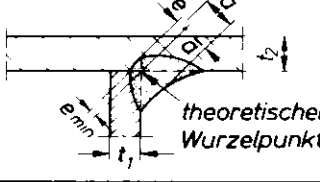
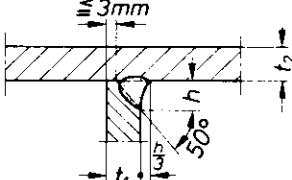
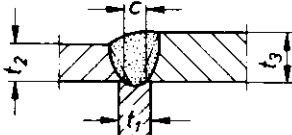
		1	2	3	4	
		Nahtart	Bild	Rechn. Nahtdicke $a$	Bemerkung zur Ausführung	
1	Durch- oder gegengeschweißte Nähte	Stumpfnah		$a = t_1$ wenn $t_1 \leq t_2$	Ausführung nach DIN 1000, Ausgabe Dezember 1973, Abschnitt 4.4.3.1.	
2		D(oppel)-HV-Nah (K-Nah)		$a = t_1$		
3		HV-Nah	Kaplage gegen- geschweiß			
4			Wurzel durch- geschweiß			

Tabelle 6. (Fortsetzung)

		1	2	3		4
		Nahtart	Bild	Rechn. Nahtdicke $a$		Bemerkung zur Ausführung
5	Stegnähte	D(oppel)-HY-Naht (K-Stegnaht)		$a = t_1$ $c \begin{cases} \leq \frac{1}{5} t_1 \\ \leq 3 \text{ mm} \end{cases}$	Wenn Bedingung für $c$ nicht eingehalten wird, ist Nahtdicke $a$ nach Zeile 7 bis 10 zu bestimmen	Ausführung nach DIN 1000, Ausgabe Dezember 1973, Abschnitt 4.4.3.2.
6		HY-Naht				
7	Kehlnähte	Kehlnaht		Nahtdicke $a$ ist gleich der bis zum theoretischen Wurzelpunkt gemessenen Höhe des einschreibbaren gleichschenkligen Dreiecks	Empfohlene Grenzwerte für $a$ siehe Abschnitt 7.3.1.1	
8		Doppelkehlnaht				
9		Kehlnaht		$a = \bar{a} + \frac{\min e}{2}$		
10		Doppelkehlnaht		$\bar{a}$ : entspricht Nahtdicke $a$ nach Zeile 7 und 8 $\min e$ : aus Versuchsprüfung (siehe DIN 1000, Ausgabe Dezember 1973, Abschnitt 4.4.3.2 a)		
11		Kehlnaht		$t_1 \geq 10 \text{ mm}$ $a = t_1$		
12		Doppelkehlnaht		$t_1 \geq 20 \text{ mm}$ $\Sigma a = t_1$		
13	Dreiblenchnaht			$t_2$ nach $t_3$	$a = t_2$ für $t_2 < t_3$	
14				$t_1$ nach $t_2$ und $t_3$	$a = c$	

## DIN 18 800 Teil 1

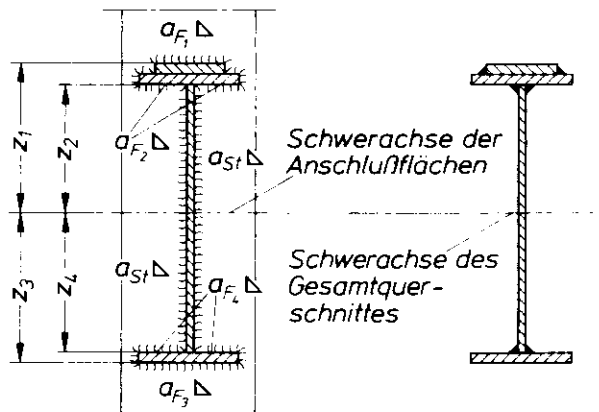


Bild 16. Biegesteifer Trägeranschluß

## 7.3.1.2 Nahtfläche, Nahtträgheitsmoment

Die rechnerische Schweißnahtfläche ist im allgemeinen gegeben durch

$$A_w = \Sigma (a \cdot l) \quad (19)$$

Der Ausdruck  $\Sigma (a \cdot l)$  umfaßt bei Übertragung

- von Längskraft alle Nähte der Schweißverbindungen, gleichmäßige Steifigkeit der Anschlußebene vorausgesetzt,
- von Querkraft nur diejenigen Anschlußnähte, die aufgrund ihrer Lage vorzugsweise imstande sind, Querkraft zu übertragen, z. B. bei I-, U- und ähnlichen Querschnitten nur die Stegnähte.

Der Schwerpunkt der Schweißnaht-Anschlußfläche entsprechend Bild 16, soll unter Beachtung von Abschnitt 7.1.1 möglichst in der Schwerlinie des zu verbindenden Bauteils liegen.

Zur Berechnung des Schweißnahtflächen-Trägheitsmoments  $I_w$  sind bei Kehlnähten die Schweißnahtflächen-Schwerachsen an den theoretischen Wurzelpunkten anzusetzen (siehe Bild 16 und Tabelle 6).

## 7.3.1.3 Nachweise

1. In den folgenden Bildern und Formeln (20) bis (23) bedeuten:

$A_w$	rechnerische Schweißnahtfläche gemäß Formel (19)
$F$	zu übertragende Schnittgröße (Längskraft $N$ , Querkraft $Q$ )
$I$	Flächenmoment 2. Grades (Trägheitsmoment) des Gesamtquerschnitts
$I_w$	Flächenmoment 2. Grades (Trägheitsmoment) des Schweißnahtquerschnitts
$S$	Flächenmoment 1. Grades (Statisches Moment) der angeschlossenen Querschnittsflächen
$z_1, \dots, z_4$	Abstände der Nähte von der Schwerachse der Anschlußflächen (entsprechend Abschnitt 7.3.1.2, letzter Absatz)
$a$	Nahtdicke
$\Sigma a$	Summe der jeweils anzusetzenden Schweißnahtdicken für die angeschlossenen Querschnittsflächen
$a_{F_1}, \dots, a_{F_4}$	Schweißnahtdicken für Anschluß der Flansche
$a_{St}$	Schweißnahtdicken für Anschluß der Stege
$e$	Nahtfreie Länge bei unterbrochenen Nähten
$l$	Nahtlänge

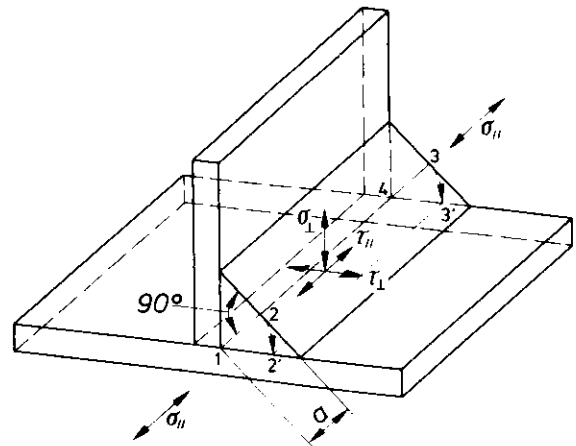


Bild 17. Mögliche Spannungsrichtungen in der Kehlnaht

$\sigma_{\perp}$	Normalspannung quer zur Nahtrichtung	siehe Bild 17
$\tau_{\perp}$	Schubspannung quer zur Nahtrichtung	
$\sigma_{\parallel}$	Normalspannung in Nahtrichtung	
$\tau_{\parallel}$	Schubspannung in Nahtrichtung	

2. Für eine durch Längskraft  $N$  oder Querkraft  $Q$  je für sich allein beanspruchte Schweißverbindung ist die Normal- und Schubspannung

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_{\perp} \\ \tau_{\perp} \end{array} \right\} = \frac{F}{A_w} = \frac{F}{\Sigma (a \cdot l)} \quad (20)$$

3. Für eine durch ein Biegemoment  $M$  beanspruchte Schweißverbindung ist die Normalspannung

$$\sigma_{\perp} = \frac{M}{I_w} \cdot z \quad (21)$$

Unter Beachtung von Abschnitt 7.1.1 und Einhaltung von zul  $\sigma$  in den Flanschen darf das Biegemoment  $M$  ausschließlich den Nähten zum Anschluß der Flansche zugewiesen werden.

4. Für eine Längsnaht des durch eine Querkraft  $Q$  beanspruchten Biegeträgers ist die Schubspannung

$$\tau_{\parallel} = \frac{Q \cdot S}{I \cdot \Sigma a} \quad (22 a)$$

und bei unterbrochenen Längsnähten

$$\tau_{\parallel} = \frac{Q \cdot S}{I \cdot \Sigma a} \cdot \frac{e + l}{l} \quad (22 b)$$

Bei Trägeranschlüssen und in Stegblechquerstößen darf die Schubspannung nach Formel (20) berechnet werden, wenn das Bauteil nach Gleichung (6 b/c), Abschnitt 6.1.3 bemessen wurde.

5. Für eine durch ein Torsionsmoment  $M_T$  beanspruchte Schweißverbindung sind die daraus resultierenden Schubspannungen und, falls erforderlich, auch die Wölbspannungen zu berücksichtigen.

6. Bei zusammengesetzter Beanspruchung in Kehlnähten oder HY-Nähten (K-Stegnähte) nach Tabelle 6, Zeilen 5 bis 12 bei Beanspruchung durch mehr als eine der in Absatz 2 bis 5 aufgeführten Spannungen, z. B. für den biegesteifen Trägeranschluß ist der Vergleichswert  $\sigma_v$  nach Formel (23) zu ermitteln:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + \tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2} \quad (23)$$

Dabei ist jeweils der Maximalwert einer Spannung mit

den zugehörigen Werten der übrigen Spannungen einzusetzen. In Formel (23) bleibt die Normalspannung  $\sigma_{||}$  unberücksichtigt.

Der Vergleichswert braucht nicht ermittelt zu werden für Kehlnähte und HY-Nähte (K-Stegnähte) eines biegesteifen Anschlusses mit den Schnittgrößen Biegemoment, Querkraft und Längskraft, wenn die Aufnahme des größten Biegemomentes und der größten Normalkraft durch die Flanschnähte (siehe Absatz 3 dieses Abschnittes) und der größten Querkraft durch die Stegnähte nach Formel (20) nachgewiesen ist.

### 7.3.2 Widerstandsabbrennstumpfschweißen

Bei Anwendung des Widerstandsabbrennstumpfschweißens ist ein Gutachten einer hierfür amtlich anerkannten Stelle vorzulegen. Darin sind die zulässigen Beanspruchungen der Schweißverbindung anzugeben.

### 7.3.3 Bolzenschweißen

Kopf- und Gewindebolzen können durch Stumpfschweißung mit dem Stahlbauteil verbunden werden. Zulässige Spannungen, die für die Schweißnaht und den Bolzen gelten, sind in Tabelle 13 angegeben.

### 7.4 Zusammenwirken verschiedener Verbindungsmittel

Bei Verwendung verschiedener Verbindungsmittel ist auf die Verträglichkeit der Formänderungen in der Verbindung zu achten. Gemeinsame Kraftübertragung darf z. B.

Tabelle 7. Zulässige Spannungen für Bauteile in  $\text{N/mm}^2$

angenommen werden bei gleichzeitiger Anwendung von

- Nieten und Paßschrauben
- GV- oder GVP-Verbindungen und Schweißnähten
- Schweißnähten in einem Gurt und Nieten, Paßschrauben oder gleitfeste Verbindungen in allen übrigen Querschnittsteilen bei vorwiegend auf einachsige Biegung beanspruchten Stößen.

Die zulässige übertragbare Gesamtkraft ergibt sich durch Addition der zulässigen übertragbaren Kräfte der einzelnen Verbindungsmittel.

SL-Verbindungen dürfen nicht mit SLP-, GV-, GVP- und Schweißverbindungen zur gemeinsamen Kraftübertragung herangezogen werden.

## 8 Zulässige Spannungen

Die zulässigen Spannungen bzw. zulässigen übertragbaren Kräfte für den allgemeinen Spannungsnachweis für Bauteile, Verbindungsmittel, Lager und Gelenke sind in den Tabellen 7 bis 13 angegeben; Tabelle 14 enthält die zulässigen Werte  $\beta_{\alpha}$  für den nach Abschnitt 5.4 zu führenden Lagesicherheitsnachweis.

Davon abweichende zulässige Spannungen und Werte  $\beta_{\alpha}$  bei Ausnahmebelastungen, z. B. Anpralllasten, Sonderlasten bzw. außergewöhnlichen Bauzuständen, z. B. Montage, Umbau, sind fallweise in den Fachnormen enthalten.

	1			2	3	4	5
	Spannungsart			Werkstoff			
				St 37		St 52	
				Lastfall			
				H	HZ	H	HZ
			N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	
1	Druck und Biegedruck (zul $\sigma_D$ ) für Stabilitätsnachweis nach DIN 4114 Teil 1 und Teil 2 (siehe Abschnitt 5.3)			140	160	210	240
2	Zug und Biegezug (zul $\sigma$ ) Druck und Biegedruck			160	180	240	270
3	Schub (zul $\tau$ )			92	104	139	156
4	Lochleibungsdruck (zul $\sigma_1$ ) für Materialdicken $\Delta d \leq 3$ mm bei Verbindung durch	SL	rohe Schrauben (DIN 7990), hochfeste Schrauben (DIN 6914) oder Senkschrauben (DIN 7969) Lochspiel $0,3 \text{ mm} < \Delta d \leq 2 \text{ mm}$ – ohne Vorspannung	280	320	420	480
5		SL	hochfeste Schrauben (DIN 6914) Lochspiel $0,3 \text{ mm} < \Delta d \leq 2 \text{ mm}$ nicht planm. Vorspannung: $\geq 0,5 \cdot F_V$ ( $F_V$ n. Tab. 9, Spalte 2)	380	430	570	645
6		SLP	Niete (DIN 124 und DIN 302) oder Paßschrauben (DIN 7968) Lochspiel $\Delta d \leq 0,3 \text{ mm}$ ohne Vorspannung	320	360	480	540
7		SLP	hochfeste Paßschraube (Lochspiel $\Delta d \leq 0,3 \text{ mm}$ ) nicht planm. Vorspannung: $\geq 0,5 \cdot F_V$ ( $F_V$ n. Tab. 9, Spalte 2)	420	470	630	710
8		GV, GVP	hochfeste Schraube (Lochspiel $0,3 \text{ mm} < \Delta d \leq 2 \text{ mm}$ ) hochfeste Paßschraube (Lochspiel $\Delta d \leq 0,3 \text{ mm}$ ) Vorspannung: $1,0 \cdot F_V$ ( $F_V$ n. Tab. 9, Spalte 2)	480	540	720	810

## DIN 18 800 Teil 1

Tabelle 8. Zulässige übertragbare Scherkräfte zu  $Q_{SL}$  und zu  $Q_{SLP}$  je Schraube bzw. Niet und je Scherfläche senkrecht zur Schrauben- bzw. Nietachse in kN und zulässige Spannungen für Schrauben und Niete in SL/SLP-Verbindungen in N/mm<sup>2</sup>

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Schrauben- größe	SL-Verbindungen Rohe Schrauben (DIN 7990), hochfeste Schrauben (DIN 6914), Senkschrauben (DIN 7969) Lochspiel $0,3 \text{ mm} < \Delta d \leq 2 \text{ mm}^1)$								SLP-Verbindungen Paßschrauben (DIN 7968), Niete (DIN 124 und DIN 302) Lochspiel $\Delta d \leq 0,3 \text{ mm}$						
	Scher- fläche  $\pi \cdot d^2$  4  mm <sup>2</sup>	DIN 7990 DIN 7969 4.6 <sup>2)</sup>		DIN 7990 DIN 7969 5.6 <sup>2)</sup>		DIN 6914 10.9 <sup>2)</sup>		Scher- fläche  $\pi \cdot d^2$  4  mm <sup>2</sup>	Paßschrauben 4.6 <sup>2)</sup> Niete St 36		Paßschrauben 5.6 <sup>2)</sup> Niete St 44		Paßschrauben 10.9 <sup>2)</sup>		
		Lastfall		Lastfall		Lastfall			Lastfall		Lastfall		Lastfall		
		H	HZ	H	HZ	H	HZ		H	HZ	H	HZ	H	HZ	
		kN	kN	kN	kN	kN	kN		kN	kN	kN	kN	kN	kN	
1	M 12	113	12,7	14,2	19,2	21,5	27,0	30,5	133	18,6	21,3	27,9	31,9	37,0	42,5
2	M 16	201	22,5	25,3	34,1	38,2	48,5	54,5	227	31,8	36,3	47,7	54,5	63,5	72,5
3	M 20	314	35,2	39,6	53,4	59,7	75,5	85,0	346	48,4	55,4	72,2	83,0	97,0	111,0
4	M 22	380	42,6	47,9	64,6	72,2	91,0	102,5	415	58,1	66,4	87,2	99,6	116,5	133,0
5	M 24	452	50,6	57,0	76,8	85,9	108,5	122,0	491	68,7	78,6	103,1	117,8	137,5	157,0
6	M 27	573	64,2	72,2	97,4	108,9	137,5	154,5	616	86,2	98,6	129,4	147,8	172,5	197,0
7	M 30	707	79,2	89,1	120,2	134,3	169,5	191,0	755	105,7	120,8	158,6	181,2	211,5	241,5
8	M 36	1018	114,0	128,3	173,1	193,4	244,5	275,0	1075	150,6	172,0	225,8	258,0	301,1	344,0
9	Abscheren zul $\tau_a$ (N/mm <sup>2</sup> )		112	126	168	192	240	270	—	140	160	210	240	280	320
10	Lochleibungsdruck zul $\sigma_1$ (N/mm <sup>2</sup> )		280	320	420 <sup>3)</sup>	470 <sup>3)</sup>	4)	4)	—	320	360	480 <sup>3)</sup>	540 <sup>3)</sup>	4)	4)

1) Bei Anschlüssen und Stößen seitenverschieblicher Rahmen ist  $\Delta d \leq 1 \text{ mm}$  einzuhalten (siehe Abschnitt 7.2.1.1, 3. Absatz)

2) Festigkeitsklassen der Schrauben gemäß DIN ISO 898 Teil 1.

3) Bei Verwendung in Bauteilen aus St 37 sind die dafür zulässigen kleineren Werte nach Tabelle 7, Zeilen 4 bis 8 anzusetzen.

4) Es sind hier die  $\sigma_1$ -Werte des zu verbindenden Bauteils maßgebend.

Tabelle 9. Vorspannkraft und zulässige übertragbare Kräfte zu  $Q_{GV}$  und zu  $Q_{GVP}$  je Schraube und je Reibfläche (Scherfläche) senkrecht zur Schraubenachse in kN für Materialdicken  $t \geq 3 \text{ mm}$ 

	1	2	3	4	5	6
Schrauben- größe		Vorspannkraft $F_V$ siehe DIN 1000 Ausgabe Dezember 1973 Tabelle 1, Spalte 2	zul $Q_{GV}$ (GV-Verbindungen) Lochspiel $0,3 \text{ mm} < \Delta d \leq 2 \text{ mm}$		zul $Q_{GVP}$ (GVP-Verbindungen) Lochspiel $\Delta d \leq 0,3 \text{ mm}$	
			Werkstoff der zu verbindenden Bauteile			
			St 37, St 52		St 37, St 52	
			Lastfall		Lastfall	
			H	HZ	H	HZ
			kN	kN	kN	kN
1	M 12	50	20,0	22,5	38,5	43,5
2	M 16	100	40,0	45,5	72,0	82,0
3	M 20	160	64,0	72,5	112,5	128,0
4	M 22	190	76,0	86,5	134,0	153,0
5	M 24	220	88,0	100,0	156,5	178,5
6	M 27	290	116,0	132,0	202,0	230,5
7	M 30	350	140,0	159,0	245,5	280,0
8	M 36	510	204,0	232,0	354,5	404,0

Für GV-Verbindungen mit Lochspiel  $2 \text{ mm} < \Delta d \leq 3 \text{ mm}$  sind die Werte der Spalte 3 und 4 auf 80 % zu ermäßigen.

Tabelle 10. Zulässige übertragbare Zugkräfte  $zul Z$  je Schraube bzw. Paßschraube in Richtung der Schraubenachse in kN <sup>1)</sup>

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Schrauben- größe	Spannungs- querschnitt $A_s$	Schrauben ohne Vorspannung						Schrauben mit planmäßiger Vorspannung <sup>3)</sup> 10.9 <sup>4)</sup>	
			4.6 <sup>4)</sup>		5.6 <sup>4)</sup>		10.9 <sup>2), 4)</sup>			
			Lastfall							
		H	HZ	H	HZ	H	HZ	H		
		mm <sup>2</sup>	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
1	M 12	84,3	9,3	10,5	12,6	14,3	30,5	34,6	35,0	40,0
2	M 16	157	17,3	19,6	23,6	26,7	56,5	64,4	70,0	80,0
3	M 20	245	27,0	30,6	36,8	41,7	88,2	100,5	112,0	128,0
4	M 22	303	33,3	37,9	45,5	51,5	109,0	124,2	133,0	152,0
5	M 24	353	38,8	44,1	53,0	60,0	127,0	144,7	154,0	176,0
6	M 27	459	50,5	57,4	68,9	78,0	165,2	188,2	203,0	232,0
7	M 30	561	61,7	70,1	84,2	95,4	202,0	230,0	245,0	280,0
8	M 36	817	89,9	102,1	122,6	138,9	294,0	335,0	357,0	408,0
9	zul $\sigma_Z$ (N/mm <sup>2</sup> ):		110	125	150	170	360	410	$0,7 \cdot F_V/A_s$	$0,8 \cdot F_V/A_s$

<sup>1)</sup> In SL- und SLP-Verbindungen sind bei gleichzeitiger Beanspruchung auf Abscheren und Zug alle Einzelnachweise ( $Q, \sigma_1, Z$ ) unabhängig voneinander zu führen. Dabei dürfen die zulässigen Werte für die einzelnen Beanspruchungsarten nach den Tabellen 7, 8 und 10 ohne Nachweis einer Vergleichsspannung voll ausgenutzt werden. Für den zulässigen Lochleibungsdruck  $\sigma_1$  sind in planmäßig vorgespannten Verbindungen ( $1,0 \cdot F_V$ ) die Werte nach Tabelle 7, Zeile 5 (SL-Verbindungen) bzw. Zeile 7 (SLP-Verbindungen), in nicht planmäßig vorgespannten Verbindungen ( $\geq 0,5 \cdot F_V$ ) die Werte nach Tabelle 7, Zeile 4 (SL-Verbindungen) bzw. Zeile 6 (SLP-Verbindungen) in Rechnung zu stellen. Diese Werte gelten nur für  $Z = \text{zul } Z$ . Für kleinere Werte  $Z$  kann zwischen den Werten der Tabelle 7, Zeilen 5 und 4 bzw. 7 und 6 geradlinig interpoliert werden.

<sup>2)</sup> Nur in Sonderfällen, siehe Abschnitt 7.2.3.1

<sup>3)</sup>  $F_V$  nach Tabelle 9, Spalte 2

<sup>4)</sup> Festigkeitseigenschaften der Schrauben nach DIN ISO 898 Teil 1.

Tabelle 11. Zulässige Spannungen für Schweißnähte in N/mm<sup>2</sup>

1		2	3	4	5	6	7					
Nahtart		Bild nach Tabelle 6, Spalte 2	Nahtgüte (siehe Tabelle 6, Spalte 4)	Spannungsart	St 37		St 52					
					Lastfall							
					H	HZ	H	HZ				
					N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>				
1	Stumpfnäht D(oppel)-HV-Naht (K-Naht) HV-Naht D(oppel)-HY-Naht <sup>2)</sup> (K-Stegnaht) HY-Naht <sup>2)</sup> Dreibelechnaht	Zeile 1	alle Nahtgüten	Druck und Biegedruck	zul $\sigma_D$	160	180	240	270			
2		Zeile 2										
3		Zeilen 3 u. 4	Nahtgüte nachgewiesen <sup>1)</sup>	Zug und Biegezug	zul $\sigma_Z$	135	150	170	190			
4	Zeile 5	Nahtgüte nicht nachgewiesen										
5	Zeile 6	alle Nahtgüten	Druck und Biegedruck	zul $\sigma_D$								
6	Zeile 13				Zug und Biegezug					zul $\sigma_Z$		
7	Zeile 7 bis 12										Schub in Naht- richtung	zul $\tau$
8	Zeile 14											
9	alle Nähte	Zeile 1 bis 14	Vergleichs- wert	zul $\sigma_V$								
10	HY-Naht Kehlnähte				Zeile 6							
11		Zeile 7 bis 12										

1) Freiheit von Rissen, Binde- und Wurzelfehlern und Einschlüssen, ausgenommen vereinzelte und unbedeutende Schlackeneinschlüsse und Poren, ist mit Durchstrahlungs- oder Ultraschalluntersuchung nachzuweisen.

Dieser Nachweis gilt als erbracht, wenn beim Durchstrahlen von mindestens 10 % der Nähte, wobei die Arbeit aller beteiligten Schweißer gleichmäßig zu erfassen ist, ein einwandfreier Befund (d. h. mindestens Nahtgüte „blau“ nach IIW-Katalog) festgestellt wird.

2) Wegen des vorhandenen Wurzelspaltes kommen für Zug und Biegezug nur die Werte der Zeile 3 in Betracht.

Tabelle 12. Zulässige Spannungen für Lagerteile und Gelenke<sup>1)</sup> in N/mm<sup>2</sup>

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Spannungsart	Werkstoff									
		GG-15		St 37		St 52		GS 52		C 35 N	
		Lastfall									
		H	HZ	H	HZ	H	HZ	H	HZ	H	HZ
		N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
1	Druck	100	110	160	180	240	270	180	200	160	180
2	Biegedruck	90	100								
3	Biegezug	45	50								
4	Berührungsdruck nach Hertz 2)	500	600	650	800	850	1050	850	1050	800	1000
5	Lochleibungsdruck bei Gelenkbolzen 3)	4)		210	240	320	360	240	265	210	240

1) Für andere Stähle und Baustoffe (z. B. bei Kunststofflagern) sind die jeweiligen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen maßgebend. Ein Normblatt über Lager ist in Vorbereitung.

2) Bei beweglichen Lagern mit mehr als 2 Rollen sind diese Werte auf 85 % zu ermäßigen. Solche Lager sind jedoch möglichst zu vermeiden.

3) Diese Werte gelten nur für mehrschnittige Verbindungen.

4) Als Gelenkbolzen nicht verwendbar.

Tabelle 13. Zulässige Spannungen für Kopf- und Gewindebolzen in N/mm<sup>2</sup>

	1	2	3	4	5	6
Spannungsart		Kopfbolzen nach DIN 32 500 Teil 3		Gewindebolzen nach DIN 32 500 Teil 1		Maßgebender Querschnitt für Spannungs- nachweis
		Lastfall		Lastfall		
		H	HZ	H	HZ	
		N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	
1	Zug	165	185	140	160	Spannungs- querschnitt
2	Biegezug und Biegedruck			—	—	Schaft
3	Schub	140	160	—	—	Schaft

Tabelle 14. Kritische Pressung  $\beta_{\alpha}$  bei  $\gamma_{\alpha}$ -facher Belastung

	1	2	3
	Bau- oder Werkstoff	$\beta_{\alpha}$ N/mm <sup>2</sup>	Bemerkung
1	Beton	$\beta_{wN}$	$\beta_{wN}$ siehe DIN 1045
2	stählerne Linienkipplager	1,5 zul $\sigma_{HE}$	$\sigma_{HE}$ : Hertzsche Pressung für Lastfall H siehe Tabelle 12
3	Gummiplatten (Elastomer)	1,5 zul $\sigma$	zul $\sigma$ siehe allgemeine bauaufsicht- liche Zulassung bzw. entsprechende Richtlinien
4	Polytetrafluoräthylenplatten (z. B. Teflon)	1,5 zul $\sigma$	
5	Holz	1,5 zul $\sigma$	zul $\sigma$ siehe DIN 1052 Teil 1

## 9 Grundsätze für die Konstruktion

### 9.1 Allgemeine Grundsätze

Beim Entwerfen der Einzelteile, insbesondere der Verbindungen, ist darauf zu achten, daß sich alle Teile einfach bearbeiten, verbinden und erhalten lassen (siehe DIN 55 928 Teil 2).

Im Bereich von Lasteinleitungen oder von Kraftumlenkungen an Knicken, Krümmungen, Ausschnitten und Durchbrüchen ist zu prüfen, ob bauliche Maßnahmen zu treffen sind, z. B. Anordnung von Steifen.

Die Verwendung verschiedener Stahlsorten am selben Bauwerk und im selben Querschnitt ist zulässig.

### 9.2 Verbindungen und Verbindungsmittel

Die Anzahl der Stöße ist möglichst einzuschränken. Dabei ist die Größe der Bauteile auf die Möglichkeit der Fertigung, Montage und des Transportes zur Baustelle abzustellen.

Stöße und Anschlüsse sind gedungen auszubilden. In Stößen ist deshalb unmittelbare Stoßdeckung und doppelsymmetrische Verlaschung anzustreben.

Schrauben-, Niet- und Schweißverbindungen am selben Bauwerk sind zulässig; über das Zusammenwirken verschiedener Verbindungsmittel in einer Verbindung siehe Abschnitt 7.4.

### 9.2.1 Schrauben- und Nietverbindungen

#### 9.2.1.1 Allgemeines

Am selben Bauwerk sollen Schrauben und Nieten mit möglichst wenig unterschiedlichen Durchmessern verwendet werden.

In Schraubenverbindungen dürfen rohe Schrauben nach DIN 7990 bzw. DIN 6914, Paßschrauben nach DIN 7968 und Senkschrauben nach DIN 7969 unter Beachtung von Abschnitt 7.2.1.1, letzter Absatz verwendet werden.

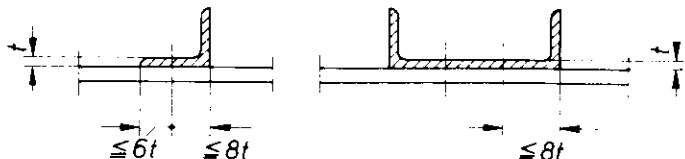
Hochfeste Schrauben nach DIN 6914 dürfen auch als Paßschrauben verwendet werden (SLP- und GVP-Verbindungen). Sie müssen hinsichtlich Schaft und Gewinde DIN 7968 und im übrigen DIN 6914 entsprechen.

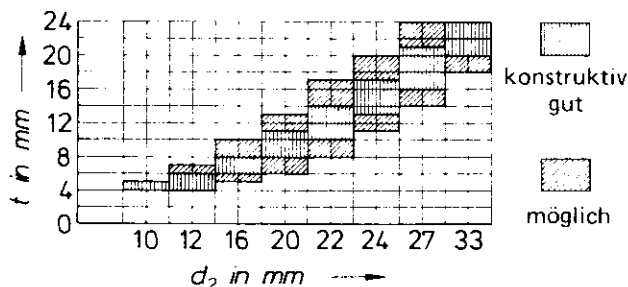
In Nietverbindungen sind möglichst Halbrundnieten nach DIN 124 zu verwenden; Senknieten nach DIN 302 Teil 2 dürfen unter Beachtung von Abschnitt 7.2.1.1, letzter Absatz, angewendet werden.

Empfehlungen für die Wahl der Niet- und Schraubenschaftdurchmesser in Abhängigkeit von der Materialdicke sind in Bild 18 angegeben.

Bei Stabanschlüssen und Gurtstößen dürfen in Kraftrichtung höchstens 6 Schrauben oder Nieten hintereinander angeordnet werden. Bei Verbindungen mit Nieten ist jedes Querschnittsteil mit mindestens 2 Nieten anzuschließen, ausgenommen bei untergeordneten Bauteilen (z. B. Geländer, leichte Vergitterungen). Bei Schraubenverbindungen ist auch 1 Schraube zulässig.

Tabelle 15. Rand- und Lochabstände von Schrauben und Nieten

Randabstände			Lochabstände		
Kleinsten Randabstand	In Kraftrichtung	$2 d_1$	Kleinsten Lochabstand	bei allen Bau- werksteilen	$3 d_1$
	Senkrecht zur Kraftrichtung	$1,5 d_1$			
Größter Randabstand	In und senkrecht zur Kraftrichtung	$3 d_1$ oder $6 t$	Größter Lochabstand, soweit die Bemessung keine engere Teilung er- fordert	im Druck- bereich und für Beul- steifen	$6 d_1$ oder $12 t$
				im Zugbe- reich und für Heftung auch im Druck- bereich	$10 d_1$ oder $20 t$
Bei Stab- und Formstählen darf als größter Randabstand $8 t$ statt $6 t$ genommen werden, wenn das abstehende Ende eine Versteifung durch die Profilform erfährt.					
					
Größere Rand- und Lochabstände sind zulässig, wenn geeignete Maßnahmen einen ausreichenden Korrosionsschutz gewährleisten, wie z. B. erforderlich für Stirnplatten biegesteifer Stirnplattenverbindungen mit hochfesten Schrauben.					



$d_2$  = Rohniet- bzw. Schraubenschaftdurchmesser

$t$  = kleinste zu verbindende Materialdicke

Bild 18. Zusammenhang zwischen Materialdicke und Schrauben- bzw. Nietdurchmesser

### 9.2.1.2 Schrauben- und Nietabstände

Die zulässigen Schrauben- und Nietabstände voneinander und vom Rand – von Lochmitte zu Lochmitte gemessen – sind in Tabelle 15 in Abhängigkeit vom Lochdurchmesser  $d_1$  und der Dicke  $t$  des dünnsten außenliegenden Teiles der Verbindung angegeben. Der jeweils kleinere Wert ist maßgebend. Der Abstand ist auch bei versetzten Schrauben- und Nietreihen von Lochmitte zu Lochmitte zu messen.

Bei breiten Stäben mit mehr als 2 Lochreihen sind nur für die äußeren Reihen die Werte nach Tabelle 15 einzuhalten. Für die Anreißmaße und Lochdurchmesser der Form- und Stabstähle sowie für die zulässigen kleinsten Versetzungen

der Schrauben und Niete in den beiden Schenkeln der Winkelstähle gelten unter Beachtung von Tabelle 15 DIN 997, DIN 998 und DIN 999.

## 9.2.2 Schweißverbindungen

### 9.2.2.1 Allgemeines

Die Bauteile müssen schweißgerecht durchgebildet sein. Das Schweißen in Wannenlage ist zu bevorzugen. Anhäufungen von Schweißnähten sollen vermieden werden.

### 9.2.2.2 Stumpfstöße in Form- und Stabstählen

Auf Zug- oder Biegezug beanspruchte Stumpfstöße in Formstählen wie I-, IP-, U-Stählen oder Stabstählen wie Z-, T- und L-Stählen sollen möglichst vermieden werden. Müssen solche Stöße ausnahmsweise ausgeführt werden, so sind sie möglichst rechtwinklig zur Längsachse anzuordnen. Auf eine sorgfältige Nahtvorbereitung ist besonders zu achten.

### 9.2.2.3 Stumpfstöße von Blechen verschiedener Dicke

Wechselt an Stößen die Dicke von Gurtplatten oder Stegblechen, so sind wegen des besseren Überganges zum dickeren Teil die mehr als 10 mm vorstehenden Kanten im Verhältnis 1 : 1 oder flacher zu brechen. Dickenunterschiede kleiner als 10 mm dürfen in der Naht ausgeglichen werden (siehe Bild 19).

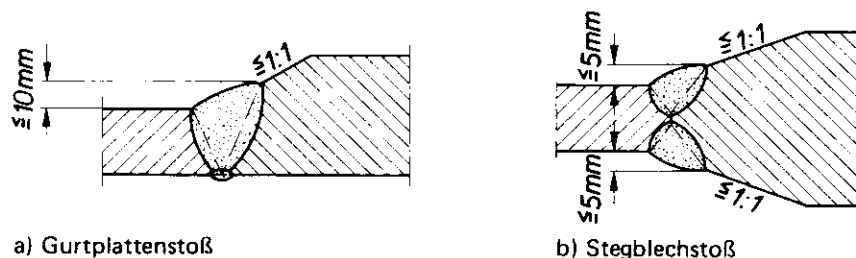


Bild 19. Stumpfstöße von Blechen verschiedener Dicken

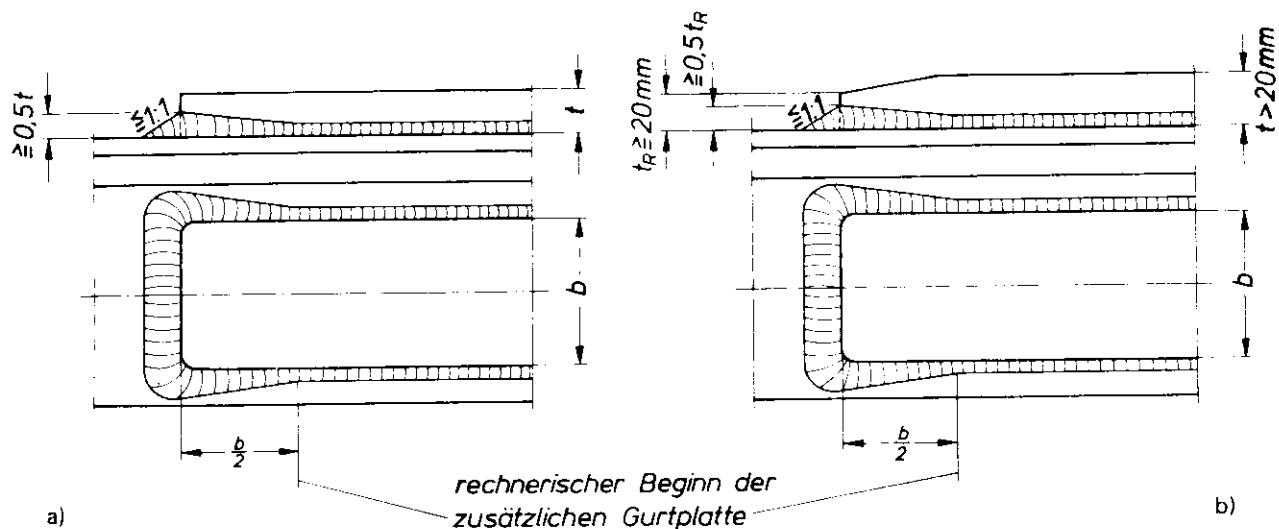


Bild 20. Nahtanschluß an Gurtplattenenden

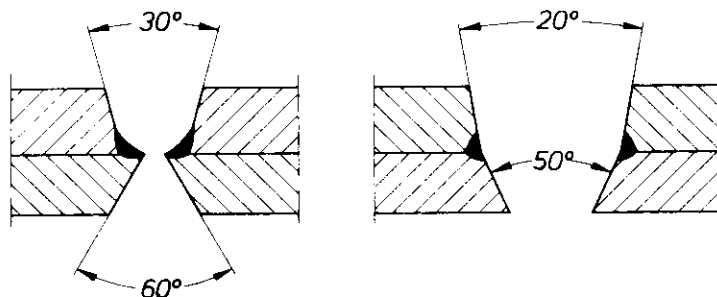


Bild 21. Gemeinsamer Stumpfstoß aufeinanderliegender Gurtplatten

#### 9.2.2.4 Gurtplatten

Gurtplatten von mehr als 50 mm Dicke dürfen nur verwendet werden, wenn ihre einwandfreie Verarbeitung durch entsprechende Maßnahmen sichergestellt ist (siehe DIN 1000, Ausgabe Dezember 1973, Abschnitt 4.4.3.6).

Die Enden zusätzlicher Gurtplatten sind rechtwinklig abzuschneiden und durch Schweißnähte entsprechend Bild 20 anzuschließen. Zusatzgurtplatten mit Dicken über 20 mm dürfen nach Bild 20 b an den Enden abgefräst werden, um zu große Stirnkehlnähte zu vermeiden.

Gurtplattenstöße müssen rechtwinklig zur Kraftrichtung liegen.

Müssen aufeinanderliegende Gurtplatten an der gleichen Stelle gemeinsam gestoßen werden, dann sind die Gurtplatten vor dem Schweißen des Stumpfstoßes an der Stirnseite durch Nähte so zu verbinden, daß diese Nähte beim Schweißen des Stoßes erhalten bleiben (siehe z. B. Bild 21).

#### 9.2.2.5 Unterbrochene Schweißnähte

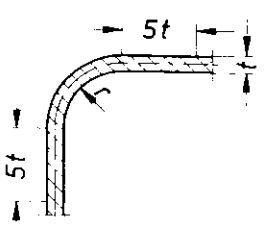
Unterbrochene oder nicht durchgeschweißte Stumpfnahte sind unzulässig, wenn eine Beanspruchung quer zur Naht vorliegt.

Unterbrochene Kehlnähte dürfen – außer an Bauteilen im Freien oder bei besonderer Korrosionsgefahr – ausgeführt werden; dieses gilt auch für gegenüberliegende oder versetzt gegenüberliegende Doppelkehlnähte. In den nicht geschweißten Bereichen ist mit besonderer Sorgfalt ein ausreichender Korrosionsschutz sicherzustellen.

#### 9.2.2.6 Schweißnähte in Hohlkehlen von Walzprofilen

In Hohlkehlen von Walzprofilen aus unberuhigt vergossenen Stählen sind Schweißnähte in Längsrichtung unzulässig.

Tabelle 16. Bedingungen für das Schweißen in kaltgeformten Bereichen

	1	2	3	4
	$r/t$	$\varepsilon$ in %	zul $t$ in mm	
1	$\geq 10$	$< 5$	alle	
2	$\geq 3,0$	$\leq 14$	$\leq 24$	
3	$\geq 2$	$\leq 20$	$\leq 12$	
4	$\geq 1,5$	$\leq 25$	$\leq 8$	
5	$\geq 1,0$	$\leq 33$	$\leq 4$	

### 9.2.2.7 Schweißen in kaltgeformten Bereichen

In kaltgeformten Bereichen von Bauteilen einschließlich der angrenzenden Flächen von der Breite  $5t$  (siehe Bild in Tabelle 16, Spalte 4), darf geschweißt werden, wenn die Bedingungen nach Tabelle 16 abhängig von der Dehnung  $\varepsilon$  oder bei Biegeverformungen vom Verhältnis Biegeradius  $r$  der inneren Rundung zur Blechdicke  $t$  eingehalten sind.

Sofern kaltverformte Teile vor dem Schweißen normalgeglüht werden, brauchen die Grenzwerte der Umformgrade nach Tabelle 16, Spalte 1 und 2 nicht eingehalten werden.

## 9.3 Seilkonstruktionen

### 9.3.1 Seile und Kabel

Gleiche Seilarten können zu Kabeln zusammengefaßt werden. Auf eine korrosionsschutz- und wartungsgerechte Gestaltung ist zu achten, ebenso auf die konstruktive Erfassung möglicher Verformungen, z. B. Schwingungen infolge Wind.

Da geschlagene Drahtseile im Anlieferungszustand noch nicht ihren endgültigen E-Modul erreicht haben, empfiehlt es sich, diese Seile vor dem Einbau vorzurecken.

Der innere und der äußere Korrosionsschutz sind sorgfältig auf die zu erwartende Korrosionsbeanspruchung abzustimmen.

### 9.3.2 Endausbildung der Seile

Die Endausbildung richtet sich nach der Art und dem Durchmesser der gewählten Seile.

#### 9.3.2.1 Seilköpfe

Seile werden im allgemeinen in Seilköpfen (auch Seilschuhe oder Seilhülsen genannt) verankert. Die äußere Form des Seilkopfes kann z. B. durch die Montage- oder die Nachspann-Vorrichtungen bestimmt sein. Die Ausbildung des Vergußkegels und das Vergießen haben nach DIN 3092 zu erfolgen.

Von dem in Bild 22 dargestellten Seilkopf darf abgewichen werden, wenn durch mindestens einen Zugversuch nachgewiesen wird, daß die Mindestbruchkraft des Seiles durch den Seilkopf und den Verguß übertragen wird.

Sämtliche Seilköpfe aus Stahlguß sind einer Ultraschall- oder Durchstrahlungsprüfung zu unterziehen. Die Fehlerbeurteilung erfolgt nach DIN 17 245, Ausgabe Oktober 1977, Tabelle 4 bzw. 5, Gütestufe 2 (III).

Die Freiheit von Rissen ist bei sämtlichen Seilköpfen durch Magnetpulverprüfung nachzuweisen.

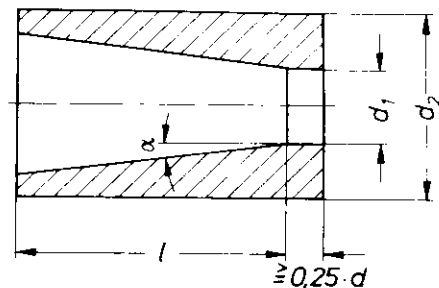


Bild 22. Zylindrischer Seilkopf

Darin bedeuten:

$$5^\circ \leq \alpha \leq 9^\circ$$

$$d_1 = 1,2 \cdot d + 3 \text{ mm}$$

$$d_2 \geq 3,5 d^*)$$

$$l \geq 5 d \text{ bzw.}$$

$$50 d_D \leq l \leq 7 d \text{ bei Drahtseilen mit weniger als 50 Drähten}$$

$d$  Seildurchmesser

$d_D$  größter Drahtdurchmesser

\*) Voraussetzungen für das Maß  $d_2$ :

- Zugaben aus Allgointoleranzen sind zusätzlich zu berücksichtigen
- Materialgüte für den Seilkopf mindestens GS-60, 3 nach DIN 1681
- Nennfestigkeit  $\beta_N$ 

bei vollverschlossenen Spiralseilen	$\leq 1600 \text{ N/mm}^2$
bei Paralleldrahtbündeln	$\leq 1700 \text{ N/mm}^2$
bei offenen Spiralseilen und Rundlitzenseilen	$\leq 1800 \text{ N/mm}^2$

#### 9.3.2.2 Kauschen und Klemmen

Diese Verankerung gehört insbesondere zu den unter Abschnitt 2.2.2.1 aufgeführten Rundlitzenseilen. Bei der Verwendung für offene Spiralseile ist auf ausreichende Biegsamkeit des Seiles zu achten.

Das um die Kausche (siehe DIN 3090 und DIN 3091) gelegte Seilende kann befestigt werden durch Preßklemmen aus Aluminium-Knetlegierungen (siehe DIN 3093) oder durch Drahtseilklemmen (siehe DIN 1142). Bei offenen Spiralseilen ist die nach DIN 1142, Ausgabe Oktober 1975, Tabelle 2 erforderliche Anzahl um 1 zu erhöhen und nach DIN 3093 mit 2 Preßklemmen zu verpressen.

### 9.3.2.3 Andere Endausbildungen

Andere Endausbildungen, z. B. Preßklemmen aus Stahl, Seilschlösser, Spleißarten nach DIN 83 318, Endlosseile oder Abspannschrauben, dürfen nur dann verwendet werden, wenn deren Eignung nachgewiesen wird.

### 9.3.3 Umlenkklager und Schellen für vollverschlossene Spiralseile, Kabel aus vollverschlossenen Spiralseilen und Paralleldrahtbündel

Der Radius  $r$  der Seilauflegerfläche soll mindestens gleich dem dreißigfachen Wert des Seildurchmessers  $d$  und die Bogenlänge  $l_1$  der Auflagerfläche soll  $l_1 = l_2 + 2 \Delta l_2$  sein. (Siehe auch Abschnitt 6.2.3.2, drittlebter Absatz.)

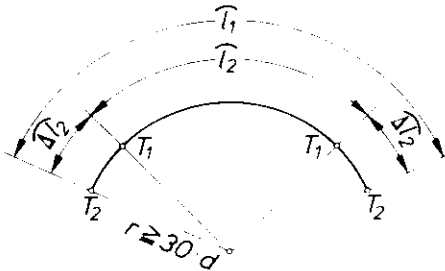


Bild 23. Umlenkklager für verschlossene Seile bzw. Kabel

In Bild 23 bedeuten:

- $l_2$  Bogenlänge zwischen den beiden theoretischen Berührungspunkten  $T_1$ , ermittelt für die jeweils ungünstigsten Lastfälle, wobei die Bewegung des Lagers

und der Durchgang des Seiles bzw. des Kabels zu berücksichtigen sind.

- $\Delta l_2$  0,03  $l_2$ , die Verschiebung der Berührungspunkte  $T_1$  nach  $T_2$  aufgrund der Einschnürung des Seiles bzw. Kabels im Lagerbereich infolge der Querpressung.

$$l_1 \geq l_2 + 2 \Delta l_2 \geq 1,06 \cdot l_2$$

Die Endrundungen der Seilauflegerfläche, die innerhalb der Bogenlänge  $l_1$  liegen können, sollen mindestens 20 mm betragen.

Die Auflagerfläche ist der Querschnittsform des Seiles bzw. Kabels anzupassen. Im gesamten Bereich der Auflagerung sind zum Übertragen der Querpressung Formstücke zwischen den Seilen einzulegen. Bei Verwendung dieser Formstücke oder einer Ausfütterung zwischen Seil bzw. Kabel und Auflagerfläche (z. B. mit einem mindestens 1 mm dicken weichen Metall) sind gegebenenfalls Maßnahmen zur Vermeidung elektrolytischer Korrosion zu treffen.

Klemmschellen sind so auszubilden, daß die erforderliche Reibung zwischen Seil bzw. Kabel und Schelle erreicht wird, um ein Wandern oder Rutschen zu vermeiden; sie müssen deshalb im allgemeinen mit Einlegedrähten ausgefüttert werden. Für Spreizschellen gelten diese Festlegungen sinngemäß.

Es ist zu beachten, daß sich die Klemmkraft in den Schellen durch Querschnittsverringern der Seile infolge Zugbeanspruchung teilweise abbauen.

## Normen und Unterlagen

Auf die folgenden Normen und Richtlinien wird im Text dieser Norm hingewiesen:

DIN 124	Halbrundniete, Nenndurchmesser 10 bis 36 mm
DIN 267 Teil 4	Schrauben, Muttern und ähnliche Gewinde- und Formteile; Technische Lieferbedingungen, Festigkeitsklassen und Prüfverfahren für Muttern aus unlegierten und niedriglegierten Stählen
DIN 267 Teil 5	Schrauben, Muttern und ähnliche Gewinde- und Formteile; Technische Lieferbedingungen, Prüfung und Abnahme
DIN 302	Senkniete, Nenndurchmesser 10 bis 36 mm
DIN 997	Anreißmaße (Wurzelmaße) für Form- und Stabstahl
DIN 998	Lochabstände in ungleichschenkligen Winkelstählen
DIN 999	Lochabstände in gleichschenkligen Winkelstählen
DIN 1000	Stahlbauten, Ausführung
DIN 1045	Beton- und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung
DIN 1052 Teil 1	Holzbauwerke; Berechnung und Ausführung
DIN 1142	Drahtseilklemmen für Seilendverbindungen bei sicherheitstechnischen Anforderungen
DIN 1681	Stahlguß für allgemeine Verwendungszwecke; Gütevorschriften
DIN 1691	Gußeisen mit Lamellengraphit (Grauguß)
DIN 1913 Teil 1	Stabelektroden für das Verbindungsschweißen von Stahl, unlegiert und niedriglegiert; Einteilung, Bezeichnung, technische Lieferbedingungen
DIN 3051 Teil 1	Drahtseile aus Stahldrähten; Grundlagen, Übersicht
DIN 3051 Teil 2	Drahtseile aus Stahldrähten; Grundlagen, Seilarten, Begriffe
DIN 3051 Teil 3	Drahtseile aus Stahldrähten; Grundlagen, Berechnung, Faktoren
DIN 3051 Teil 4	Drahtseile aus Stahldrähten; Grundlagen, Technische Lieferbedingungen
DIN 3090	Kauschen; Formstahlkauschen für Drahtseile
DIN 3091	Kauschen; Vollkauschen für Drahtseile
DIN 3092	Metallische Drahtseilvergüsse in Seilhülsen
DIN 3093 Teil 1	Preßklemmen aus Aluminium-Knetlegierungen; Rohlinge aus Flachovalrohren mit gleichbleibender Wanddicke, Technische Lieferbedingungen

## DIN 18 800 Teil 1

DIN 3093 Teil 2	Preßklemmen aus Aluminium-Knetlegierungen; Preßverbindungen aus Rohlingen mit gleichbleibender Wanddicke, Formen, Zuordnung
DIN 3093 Teil 3	Preßklemmen aus Aluminium-Knetlegierungen, Preßverbindungen aus Rohlingen mit gleichbleibender Wanddicke, Herstellung, Güteanforderungen, Prüfung
DIN 4114 Teil 1	Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung) Berechnungsgrundlagen, Vorschriften
DIN 4114 Teil 2	Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung) Berechnungsgrundlagen, Richtlinien
DIN 6914	Sechskantschrauben mit großen Schlüsselweiten für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen
DIN 6915	Sechskantmutter mit großen Schlüsselweiten für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen
DIN 6916	Scheiben; rund, für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen
DIN 6917	Scheiben; vierkant, für HV-Verbindungen an I-Trägern in Stahlkonstruktionen
DIN 6918	Scheiben; vierkant, für HV-Verbindungen an U-Trägern in Stahlkonstruktionen
DIN 7968	Sechskant-Paßschrauben, ohne Mutter, mit Sechskantmutter, für Stahlkonstruktionen
DIN 7969	Senkschrauben mit Schlitz, ohne Mutter, mit Sechskantmutter für Stahlkonstruktionen
DIN 7990	Sechskantschrauben mit Sechskantmutter für Stahlkonstruktionen
DIN 8557	Schweißzusatzwerkstoffe und Schweißpulver für das Unterpulverschweißen
DIN 8559 Teil 1	Schweißzusatz für das Schutzgasschweißen; Drahtelektroden und Schweißdrähte für das Metall-Schutzgasschweißen von unlegierten und niedriglegierten Stählen
DIN 17 100	Allgemeine Baustähle; Gütenorm
DIN 17 111	Kohlenstoffarme unlegierte Stähle für Schrauben, Muttern und Niete; Gütevorschriften
DIN 17 140	Walzstahl aus Massenhäuten und unlegierten Qualitätsstählen; Gütevorschriften
DIN 17 200	Vergütungsstähle; Gütevorschriften
DIN 17 245	Warmfester ferritischer Stahlguß; Technische Lieferbedingungen
DIN 32 500 Teil 1	Bolzen für Bolzenschweißen mit Hubzündung; Gewindebolzen
DIN 32 500 Teil 3	Bolzen für Bolzenschweißen mit Hubzündung; Betonanker und Kopfbolzen
DIN 32 526	Schutzgase zum Schweißen
DIN 50 049	Bescheinigungen über Werkstoffprüfungen
DIN 55 928 Teil 2	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; korrosionsschutzgerechte Gestaltung
DIN 55 928 Teil 8	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Korrosionsschutz von tragenden dünnwandigen Bauteilen
DIN 83 318	Spleiße für Drahtseile
DIN ISO 898 Teil 1	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen; Schrauben
DAST-Ri 006	Überschweißen von Fertigungsbeschichtungen im Stahlbau
DAST-Ri 008	Richtlinien zur Anwendung des Traglastverfahrens im Stahlbau 1)
DAST-Ri 009	Empfehlungen zur Wahl der Stahlgütegruppen für geschweißte Stahlbauten 1)
DAST-Ri 012	Beulsicherheitsnachweise für Platten 1)

Vorläufige Richtlinien für das Aufstellen und Prüfen elektronischer Standsicherheitsberechnungen 2)

Technische Lieferbedingungen (TL) Nr. 918 300, Blatt 85. Deutsche Bundesbahn, Anstrichstoffe auf Alkali-Silikat-Grundlage mit Zinkstaub für Reibflächen von gleitfesten Verbindungen (Stahlbau); Technische Lieferbedingungen 3)

1) Bezugsquelle: Stahlbau-Verlags GmbH, Köln

2) Abgedruckt im Ministerialamtsblatt für das Land Bayern 1966, S. 34

3) Bezugsquelle: Bundesbahndirektion Hannover, Drucksachenlager Minden

## Erläuterungen

Zu den Vorbemerkungen (Seite 1)

Die Herausgabe von DIN 18 800 Teil 1 und die vorgesehene Neugliederung der Stahlbaunormen in Grund- und Fachnormen soll die Anwendung der Stahlbaunormen in der Praxis erleichtern.

Bei der Neubearbeitung von DIN 1050 „Stahl im Hochbau“ wurde vom zuständigen NABau-Arbeitsausschuß angeregt, die Stahlbaunormen neu zu gliedern. Außerdem lag dazu ein entsprechender Vorschlag des Institutes für Bautechnik, Berlin, vor. Danach sollten für die Berechnung, Konstruktion und Ausführung des gesamten Stahlbaus geltende Grundnormen geschaffen werden, mit Regelungen, die für alle Anwendungsgebiete einheitlich gültig sind und daneben durch Überarbeitung der bestehenden Stahlbaunormen Fachnormen mit nur noch zusätzlich zu den Grundnormen zu beachtenden Bestimmungen aufgestellt werden.

Mit den Arbeiten an DIN 18 800 Teil 1 wurde Ende 1973 begonnen.

Als Grundnorm für den Bereich „Stahlbauten, Bemessung und Konstruktion“ wurde die DIN-Hauptnummer DIN 18 800 gewählt. Im Anhang zu diesen Erläuterungen ist in der Übersicht 1 die vorgesehene Gliederung dargestellt. Diese Übersicht läßt erkennen, daß das neue Normenkonzept erst dann richtig genutzt werden kann, wenn neben den Fachgrundnormen eine genügende Anzahl von Fachnormen zur Verfügung stehen. Mit der Bearbeitung der besonders wichtigen Fachnormen „Stahlhochbauten“ und „Stählerne Straßenbrücken“ wurde bereits begonnen. Mit dem Erscheinen entsprechender Normen-Entwürfe noch in diesem Jahr ist zu rechnen.

Um einerseits möglichst schnell die Anwender mit der neuen Gliederung des Stahlbau-Normenwerkes vertraut und der Praxis eine Reihe von neuen technischen Erkenntnissen zugänglich zu machen, andererseits internationale Tendenzen für ein neues Sicherheitskonzept nicht außer Betracht zu lassen, hat man sich in dem für DIN 18 800 Teil 1 zuständigen NABau-Arbeitsausschuß nach ausführlichen Beratungen und in Abstimmung mit den anderen Arbeitsausschüssen im Fachbereich VIII Stahlbau des NABau im DIN dazu entschlossen, das neue Normenkonzept in zwei Schritten zu verwirklichen.

Der erste Schritt ist mit der vorliegenden Norm DIN 18 800 Teil 1 erreicht. Man hat dazu das bisherige Konzept der Bemessung, d. h. den Vergleich der vorhandenen Spannungen mit den zulässigen Spannungen im maßgebenden Querschnitt beibehalten, um in diesem ersten Schritt zunächst das neue Konzept der Gliederung in Grund- und Fachnormen möglichst schnell für die Praxis anwendbar zu machen. Ein Grund dafür bestand auch im Hinblick auf die derzeit noch gültige und bei der Bemessung von Stahlbauten zu beachtende Stabilitätsvorschrift DIN 4114 und der kürzlich neu erschienenen DAST-Ri 012, die ebenfalls auf zulässigen Spannungen basieren.

Dort, wo mit dem Bemessungskonzept der zulässigen Spannungen keine eindeutige Aussage über die Stand-sicherheit des Bauteils oder Bauwerks möglich ist, z. B. sobald kein linearer Zusammenhang zwischen Belastungen und Beanspruchungen besteht, kann zur Bemessung auch die Traglast benutzt, d. h. ein Nachweis der Tragsicherheit unter  $\gamma$ -fach gesteigerten Lasten geführt werden.

Die wichtigsten Verbesserungen und Neuerungen, die, begründet durch den derzeitigen Erkenntnisstand der Technik, bereits jetzt Eingang in die Norm gefunden

haben und der Praxis wirtschaftlichen Nutzen bringen, sind am Schluß der Erläuterungen zu den Vorbemerkungen zusammengestellt.

Unmittelbar nach Abschluß der Arbeiten zu DIN 18 800 Teil 1 wurde der zweite Schritt des vorgesehenen Plans in Angriff genommen. Die „Bemessung“, die bisher auf der Gegenüberstellung von vorhandenen und zulässigen Spannungen beruht, soll dabei durch ein Verfahren ersetzt werden, bei dem die aus den Bemessungslasten – d. h. die mit Sicherheitsbeiwerten  $\gamma$  multiplizierten Gebrauchslasten – resultierenden Schnittgrößen, den sogenannten Traglasten eines Systems, gegenübergestellt werden.

Bei den z. Z. in Bearbeitung befindlichen Folgeteilen dieser Norm (siehe Übersicht 1), die in der Endphase die Stabilitätsnorm DIN 4114 Teil 1 und Teil 2 geschlossen ersetzen sollen, hat man diesen Weg der Bemessung für stabilitätsgefährdete druckbeanspruchte Bauteile bereits teilweise beschritten.

DIN 18 800 Teil 1 entstand im wesentlichen aus der Zusammenfassung der Regelungen für die Bemessung und bauliche Durchbildung aus DIN 1050, DIN 1073, DIN 4100 und DIN 4101 und der DAST-Richtlinie 010. Auch die einschlägige Bundesbahnvorschrift DS 804 wurde entsprechend berücksichtigt.

Die wichtigsten Neuregelungen in DIN 18 800 Teil 1 gegenüber den genannten Vorschriften sind

- a) Umstellung auf neue SI-Einheiten und neue Bezeichnungen nach DIN 1080 Teil 1, Teil 2 und Teil 4
- b) Mindestdicke für Konstruktionsteile i. a. nicht mehr festgelegt. Lediglich für Schrauben- und Schweißverbindungen sind bestimmte Materialmindestdicken vorgeschrieben.
- c) Aufnahme von Regelungen über Seile
- d) Neufassung des Lagesicherheitsnachweises (früher: Standsicherheitsnachweis)
- e) Möglichkeit, Berechnungen mittels EDV durchzuführen und durch Modell- und Bauteilversuche zu ergänzen
- f) Aufnahme von Formeln für die Bemessung von Bauteilen
- g) Neuerungen für Bauteil-Verbindungen
  - Formeln für die Bemessung von Schrauben- bzw. Nietverbindungen
  - Zulässigkeit von Ein-Schrauben-Verbindungen
  - Regelungen für die Bemessung von Senkschrauben
  - Erhöhung des Lochspiels für SL- und GV-Verbindungen auf 2 mm
  - Erweiterung der zulässigen Schraubendurchmesser für hochfeste Schrauben auf M 36
  - Erhöhung der zulässigen Lochleibungsspannungen in den Lastfällen H und HZ und der zulässigen Zugspannung im Lastfall HZ für Verbindungen mit Schrauben nach DIN 7990 und DIN 7968
  - neue Schweißnahtformen entsprechend den Wünschen der Praxis
  - Regelungen über das Widerstandsabbrennstumpfschweißen und das Bolzenschweißen
  - Erweiterung des Anwendungsbereiches von Schweißnähten in Hohlkehlen von Walzprofilen und in kaltverformten Bereichen.

## DIN 18 800 Teil 1

**Zu 1.1 Anwendungsbereich**

Auf eine Begrenzung des Anwendungsbereiches der Norm nur auf „Bauteile mit vorwiegend ruhender Beanspruchung“ wurde bewußt verzichtet, weil die hier festgelegten Regelungen allgemeine Gültigkeit haben. Zusätzliche oder einschränkende Bestimmungen für „nicht vorwiegend ruhend“ beanspruchte Bauteile sollen im geplanten Folgeteil der Norm geregelt werden.

Bezüglich der Mindestdickenbegrenzung sind nur noch für Schrauben- und Schweißverbindungen bestimmte Forderungen enthalten.

**Zu 2.1.1**

Von den allgemeinen Baustählen nach DIN 17 100 wurden für den Stahlbau die Stähle St 37-2 (USt 37-2 und RSt 37-2), St 37-3 und St 52-3 ausgewählt. Unter bestimmten Voraussetzungen ist auch die Verwendung anderer Stähle gestattet:

Zu a) z. B. Wetterfeste Stähle nach DAST-Richtlinie 007, Stähle für Rohre und Hohlprofile, für die sich Normen in Vorbereitung befinden

Zu b) z. B. Kesselbleche nach DIN 17 155 gemäß DIN 4119

Zu c) z. B. Nichtrostende Stähle mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung durch das Institut für Bau-technik, Berlin

**Zu 2.1.3**

Um Verwechslungen auszuschließen und sicherzustellen, daß die gewählten Stahlsorten tatsächlich eingebaut werden, sind für alle verwendeten Stähle entsprechende Bescheinigungen nach DIN 50 049 vorzulegen. Ausgenommen hiervon ist lediglich die Stahlsorte St 37 für nichtgeschweißte Bauteile, da die Verwendung einer geringwertigen Stahlsorte als St 37 nicht gestattet und eine Verwechslung deshalb nicht kritisch ist. Der Umfang der erforderlichen Werkstoffbescheinigungen ist gegenüber den früheren Regelungen insgesamt gleich geblieben.

Sämtliche nicht aus St 37-2 bestehenden Einzelteile (Träger, Bleche usw.) sind außerdem, z. B. durch Schlagmale oder Farbzeichen, zu kennzeichnen, um auch hier Verwechslungen, z. B. von St 52 und St 37, auszuschließen.

**Zu 2.1.5 (Tabelle 1)**

Für die Streckgrenze sind Rechenwerte angegeben, die im Gegensatz zu den in DIN 17 100 enthaltenen für die Anwendung bei Bemessung und Konstruktion unpraktikabeln, ungeraden Werten – bedingt durch die exakte Umrechnung in die neuen SI-Maßeinheiten ( $1 \text{ kp} = 9,80665 \text{ N}$ ) – entsprechend einer Empfehlung des NABau für alle bautechnischen Normen auf einem Umrechnungsverhältnis 1:10 basieren. Für größere Materialdicken ( $t > 60$  bzw. 100 mm), bei denen die Streckgrenze gegenüber dem angegebenen Rechenwert – und damit auch die zulässige Spannung – bedeutend abfallen kann, sind im Einzelfall entsprechende Festlegungen zu treffen, bzw. entsprechend hohe Streckgrenzenwerte für diese Dicken bei der Bestellung mit dem Hersteller zu vereinbaren.

**Zu 2.2 Drähte, Seile**

Erstmals wurden in einer Stahlbaugrundnorm Regelungen über Seile – hier als Oberbegriff auch für Kabel und Bündel verwendet – aufgenommen, da Seilkonstruktionen heute in vielen Anwendungsgebieten des Stahlbaues zu finden sind.

**Zu 2.3 Schrauben, Niete**

Es sind hier nur die im Stahlbau üblicherweise verwendeten Schrauben-Festigkeitsklassen 4,6, 5,6 und 10,9 auf-

geführt. Für die Verwendung anderer, z. B. Edelstahl-Schrauben gelten die Erläuterungen zu Abschnitt 2.1.1 sinngemäß.

Bei der Norm DIN ISO 898 Teil 1 handelt es sich um die Folgeausgabe der Normen DIN 267 Teil 3 und Teil 7, wobei internationale Festlegungen übernommen wurden.

**Zu 3.3 Berechnungsverfahren**

Es wird hier ausdrücklich auch auf die Möglichkeit hingewiesen, Berechnungen mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung durchführen zu dürfen oder sie durch entsprechende Modellversuche zu ersetzen.

**Zu 4 Lastannahmen**

Die Einstufungen von Lasten in Haupt-, Zusatz- und Sonderlasten bleibt grundsätzlich den Fachnormen vorbehalten, da gleiche Lasten je nach Anwendungsgebiet unterschiedliche Bedeutungen haben können.

**Zu 5.1 Erforderliche Nachweise, Allgemeines**

Obwohl diese Norm noch auf dem Konzept der zulässigen Spannungen aufbaut, wird grundsätzlich auf die Möglichkeit hingewiesen, die Bemessung auch mit Hilfe der Traglast durchführen zu dürfen. Für den Fall, daß Schnittgrößen überproportional zur Belastung anwachsen, wird der Nachweis unter  $\gamma$ -fachgesteigerten Gebrauchslasten sogar zwingend vorgeschrieben.

Im Entwurf DIN 18 800 Teil 2 sollen die Sicherheitsbeiwerte wie folgt festgelegt werden:

Lastfall Hauptlasten (H)	$\gamma = 1,50$
Lastfall Haupt- und Zusatzlasten (HZ)	$\gamma = 1,3$

**Zu 5.4 Lagesicherheitsnachweis**

Der Nachweis der äußeren Stabilität eines Tragwerkes (Sicherheit gegen Abheben, Umkippen und Gleiten) wurde wie in der Vorgabe der neuen Bundesbahnvorschrift für Eisenbahnbrücken und sonstige Ingenieurbauwerke DS 804 neugefaßt. Hier werden erstmalig unterschiedliche Lasterhöhungsfaktoren  $\gamma_{\alpha}$  (entsprechen den Sicherheitsbeiwerten gemäß Erläuterungen zu 5.1) für in ihrer Wirkung verschiedenartige Lastanteile eingeführt.

Der früher übliche Nachweis gegen Umkippen des Tragwerks um eine Bauwerkskante ist nunmehr ersetzt durch den Nachweis gegen das Erreichen einer kritischen Pressung  $\beta_{\alpha}$  in der untersuchten Fuge. Durch die angegebenen Nachweise ist gewährleistet, daß die Reaktionskraft in der Fuge ( $D_{\alpha}$ ) stets einen ausreichenden Abstand von einer möglichen Kippkante aufweist und daß unter dieser Kippkante die Festigkeit des betreffenden Baustoffes nicht überschritten wird. Der Nachweis der Sicherheit gegen Umkippen ist also erbracht, wenn nachgewiesen ist, daß die vorhandene Pressung  $\sigma_{\alpha}$  unter  $\gamma_{\alpha}$ -facher Belastung kleiner ist als die für den jeweiligen Baustoff zulässige kritische Pressung  $\beta_{\alpha}$ .

Die jeweils ungünstigste, d. h. maßgebende Lastkombination muß durch Probieren ermittelt werden; es genügt im allgemeinen nicht, den Lagesicherheitsnachweis mit den um  $\gamma_{\alpha}$  vervielfachten Lastkombinationen der Lastfälle H und HZ durchzuführen.

**Zu 6 Bemessungsannahmen für Bauteile****Zu 6.1 Walzstahl, Stahlguß, Gußeisen**

Sämtliche verwendeten Formelzeichen sind auf die Festlegungen in DIN 1080 abgestimmt worden. Für den Praktiker bedeutet das ein gewisses Umdenken, weil nunmehr die „x-Achse“ einheitlich die „Trägerlängsachse“ bezeichnet. Für die Querschnittshauptachsen verbleiben damit die Buchstaben y und z. Schnittkräfte erhalten als Indizes grundsätzlich den Buchstaben der Achse, in dessen Rich-

tung ihr zugehöriger Vektor zeigt. Nach Bild 7 sind die Momente  $M_y$  und  $M_z$  Momente um die y- bzw. z-Achse (Trägerquerachsen), d. h. Biegemomente und das Moment  $M_x$  ein Moment um die x-Achse (Trägerlängsachse), d. h. ein Torsionsmoment.

Für die Spannungsermittlung wurden nur die gängigen Bemessungsformeln in die Norm aufgenommen, um einen Lehrbuchcharakter zu vermeiden. Weitergehende Formeln z. B. für die Berechnung von Wölbspennungen sind deshalb der einschlägigen Literatur zu entnehmen.

Hinsichtlich des Schub- und Vergleichsspannungsnachweises ist darauf hinzuweisen, daß beim Nachweis mit den maximalen (örtlich) auftretenden Spannungen die zulässigen Werte um 10 % überschritten werden dürfen, wenn gleichzeitig nachgewiesen wird, daß bei der Rechnung mit den entsprechenden Mittelwerten für den untersuchten Querschnittsteil die zulässigen Spannungen eingehalten werden.

### Zu 6.1.3 Beanspruchung durch eine Querkraft $Q$

#### Zu Formel (6 c)

Die Querkraftfläche  $A_Q$  von Stäben mit I- oder [Querschnitt ergibt sich mit den Bezeichnungen nach Bild E 1 aus Gleichung (E 6 a)

$$A_Q = h_Q \cdot t_{\text{Steg}} \quad (\text{E 6 a})$$

Ein I- oder [Querschnitt mit ausgeprägten Flanschen im Sinne von Abschnitt 6.1.3, bei dem der Nachweis nach Formel (6 c) entfallen kann, liegt immer dann vor, wenn die Bedingung (E 6 b) erfüllt ist:

$$\Delta A_Q = t_{\text{Steg}} \cdot z_{F1 \min} \leq t_{F1 \min} \cdot b_{F1 \min} \quad (\text{E 6 b})$$

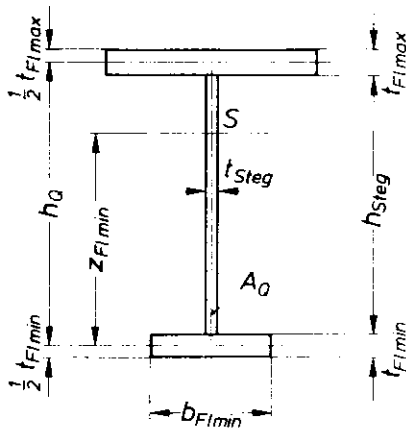


Bild E 1.

Bei gleich großen Flanschen läßt sich Bedingung (E 6 b) durch Bedingung (E 6 c) ersetzen.

$$A_Q \leq \frac{1}{2} A \quad (\text{E 6 c})$$

Bei Querschnitten mit nicht ausgeprägten Flanschen, d. h. bei Nichterfüllung der Bedingung (E 6 b) bzw. (E 6 c), ist immer die Bedingung (E 6 d) erfüllt.

$$\frac{\max \tau}{\tau_m} > 1,1 \quad (\text{E 6 d})$$

In solchen Fällen darf also beim Nachweis von  $\max \tau$  die zulässige Spannung  $\tau$  bis zu 10 % überschritten werden ohne zusätzlichen Nachweis von Bedingung (6 a).

Bei Stäben mit □-Querschnitt darf Bedingung (6 a) nur bei mindestens einfachsymmetrischen Querschnitten mit Querkraft in der Symmetrieachse und bei Einhaltung der Bedingung (E 6 b) bzw. (E 6 c) angewandt werden.

In (E 6 a) und (E 6 b) ist in diesem Fall  $t_{\text{Steg}}$  durch die Summe beider Stegdicken zu ersetzen.

Bei allen anderen Stäben mit □-Querschnitten ist der Nachweis für  $\max \tau$  nach Bedingung (6 b) zu führen, wobei zu berücksichtigen ist, daß  $\max \tau$  das Ergebnis der statisch unbestimmten Schubflußverteilung ist. Die Überschreitung von  $\tau$  um 10 % für  $\max \tau$  ist immer dann zulässig, wenn Bedingung (E 6 d) eingehalten wird, wobei  $\tau_m$  den Mittelwert der Querkraftschubspannungen des betrachteten Steges darstellt. Bei einfachsymmetrischen Kastenquerschnitten mit Querkraft senkrecht zur Symmetrieachse darf Bedingung (E 6 d) als erfüllt angesehen werden, wenn Bedingung (E 6 c) mit  $\Sigma t_{\text{Steg}}$  anstelle von  $t_{\text{Steg}}$  nicht erfüllt ist.

### Zu 6.2.3.1

Die Tragfähigkeit eines Seiles wird im allgemeinen durch einen Zugversuch bestimmt. Da jedoch beim Aufstellen der statischen Berechnung die wirkliche Bruchkraft im allgemeinen noch nicht ermittelt ist, darf für die Seilarten nach Abschnitt 2.2.2 mit den theoretischen Werten  $\beta_N$ ,  $A_m$ ,  $k_s$  und  $k_e$  gerechnet werden.

### Zu 7.2 Schrauben- und Nietverbindungen

Erstmals sind in einer Stahlbaunorm auch für Schrauben- und Nietverbindungen entsprechende Bemessungsformeln enthalten. Angaben über die Bemessung von Senkschrauben und -nieten sowie die Vergrößerung des zulässigen Lochspiels bei SL- und GV-Verbindungen von 1 mm auf 2 mm erfüllen häufig geäußerte Forderungen aus der Praxis.

Regelungen bezüglich der Materialmindestdicke siehe Erläuterungen zu 8.

### Zu 7.3 Schweißverbindungen

Die bisherigen Regelungen aus DIN 4100 wurden dem Stand der Technik angepaßt. So ist z. B. die in der Praxis häufig angewandte „versenkte Kehlnaht“ als neue Nahtform aufgenommen worden, als Ersatz der auch in DIN 1000 noch enthaltenen HV-Stegnaht mit Kehlnaht.

Die Mindestdicke geschweißter Bauteile ergibt sich aus den beiden Forderungen  $\min a \geq 2 \text{ mm}$  und  $\max a \leq 0,7 \min t$  zu  $\min t \geq \frac{2}{0,7} \approx 3 \text{ mm}$ .

### Zu 8 Zulässige Spannungen

Die für die geforderten Nachweise jeweils zulässigen Spannungen sind in den Tabellen 7 bis 14 zusammengefaßt. Gegenüber früheren Regelungen sei auf folgende Änderungen bzw. Ergänzungen besonders hingewiesen:

- Die Werte für „ $\sigma$ “ gelten nicht nur für die jeweils auftretenden Zug- und Druckspannungen, sondern auch für den Vergleichsspannungsnachweis nach Abschnitt 6.1.7 (siehe auch Erläuterungen zu 6.1, letzter Absatz)
- Angabe von Tragfähigkeitswerten bei gleitfesten Verbindungen auch für Schraubendurchmesser M 36
- Erhöhung der zulässigen Lochleibungsspannungen im Lastfall H und HZ und der zulässigen Zugbeanspruchung im Lastfall HZ für Verbindungen mit Schrauben nach DIN 7990 und DIN 7968. Die Werte für den zulässigen Lochleibungsdruck in Bauteilen und Verbindungsmitteln gelten nur für Materialdicken  $\geq 3 \text{ mm}$ .

### Zu 9 Grundsätze für die Konstruktion

#### Zu 9.2.2.7 Schweißen in kaltgeformten Bereichen

Gegenüber den bisherigen Regelungen in DIN 4100 sind die Grenzen, in denen das Schweißen in kaltgeformten Bereichen zulässig ist, aufgrund neuer Erkenntnisse und Untersuchungen erweitert worden.

## Anhang zu den Erläuterungen

Übersicht 1. Vorgesehene Gliederung in Fachgrund- und Fachnormen

NEU	Fachgrundnormen	ALT <sup>1)</sup>
DIN 18 800 Teil 1	Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion	DIN 1050, DIN 1073, DIN 4100, DIN 4101; DAST-Ri 010
Folgeteile in Vorbereitung	Stahlbauten; Knicken von Stäben und Stabwerken	DIN 4114 Teil 1 und Teil 2
	Stahlbauten; Beulen von Platten	DIN 4114 Teil 1 und Teil 2; DAST-Ri 012
	Stahlbauten; Beulen von Schalen	Sonderfälle in DIN 15 018, DIN 4119, DIN 4133
	Stahlbauten; Verbundkonstruktionen, Grundlagen	Richtlinien für Stahlverbundträger
	Stahlbauten; Bemessung bei nicht vorwiegend ruhender Belastung	
	Stahlbauten; Herstellung	DIN 1000
	Stahlbauten; Erhaltung	

NEU	Fachnormen	ALT <sup>1)</sup>
Neubearbeitung im Rahmen der „18 800er-Reihe“ in Vorbereitung	Stahlhochbauten	DIN 1050; DIN 4100
	Niedrigdruckgasbehälter und oberirdische Tankbauwerke	DIN 3397; DIN 4119 Teil 1 und Teil 2
	Türme und Maste	(DIN 4131)
	Kranbahnen	DIN 4132
	Stahlschornsteine	DIN 4133
	Verbundkonstruktionen im Hochbau	Richtlinien für Stahlverbundträger
	Stahltrapezprofile	
	Hohlprofile im Stahlbau	
	Stählerne Straßenbrücken	DIN 1073, DIN 1079, DIN 4101
	Verbundträger-Straßenbrücken	Richtlinien für Stahlverbundträger

<sup>1)</sup> Zur Zeit existierende, noch gültige Regelungen für den jeweiligen Bereich.

232343

**DIN 18 800 Teil 7 - Stahlbauten;****Herstellen, Eignungsnachweise zum Schweißen**

RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung  
v. 18. 10. 1984 - V B 4 - 480.107

**1 Die Norm**

**DIN 18 800 Teil 7 (Ausgabe Mai 1983)\* -**

**Stahlbauten; Herstellen, Eignungsnachweise zum Schweißen -**

wird hiermit nach § 3 Abs. 3 der Landesbauordnung (BauO NW) als technische Baubestimmung bauaufsichtlich eingeführt.

Anlage

Die Norm ist als Anlage abgedruckt.

DIN 18 800 Teil 7 (Ausgabe Mai 1983) ersetzt folgende Normen:

- DIN 1000 (Ausgabe Dezember 1973), bauaufsichtlich eingeführt mit RdErl. v. 17. 3. 1975 (MBL NW. S. 700/SMBl. NW. 232343),
- Beiblätter 1 und 2 zu DIN 4100 (Ausgabe Dezember 1968), bekanntgegeben mit RdErl. v. 11. 2. 1970 (MBL NW. S. 733/SMBl. NW. 232343),
- zusammen mit DIN 18 800 Teil 1 (Ausgabe März 1981) und DIN 18 801 (Ausgabe September 1983) die Norm DIN 4100 (Ausgabe Dezember 1968).

**2 Bei der Anwendung der Norm DIN 18 800 Teil 7 (Ausgabe Mai 1983) ist folgendes zu beachten:****2.1 Zu Abschnitt 2 - Werkstoffe;**

Die Eignung zum Schweißen ist in DIN 17 100 nur für bestimmte Stahlgütegruppen und Schweißverfahren angegeben; jedoch ermöglichen die vom Deutschen Ausschuss für Stahlbau herausgegebenen „Empfehlungen zur Wahl der Stahlgütegruppen für geschweißte Stahlbauten“ (zu beziehen bei der Deutschen Stahlbau Verlags-GmbH, Ebertplatz 1, 5000 Köln 1) eine Beurteilung.

**2.2 Zu Abschnitt 3 - Herstellen von Stahlbauten;**

Für Bauteile mit nicht vorwiegend ruhender Beanspruchung sind ggf. weitere Einschränkungen in den entsprechenden Fachnormen und zusätzlichen technischen Vorschriften zu beachten.

**2.3 Zu den Abschnitten 3.4 - Schweißverbindungen und 6 - Eignungsnachweise zum Schweißen;****2.3.1 Allgemeines**

Aufgrund des § 20 Abs. 2 BauO NW haben Betriebe, die Schweißarbeiten ausführen, der Bauaufsichtsbehörde nachzuweisen, daß sie über die erforderlichen Fachkräfte und betrieblichen Einrichtungen verfügen. Dieser Nachweis gilt als erbracht, wenn eine gültige Bescheinigung über den Großen bzw. Kleinen Eignungsnachweis nach DIN 18 800 Teil 7 einer dafür anerkannten Stelle (siehe Abschnitt 2.4 dieses Erlasses) vorliegt.

Hinsichtlich des Eignungsnachweises von Betrieben zur Herstellung von geschweißten Stahlbauten haben die anerkannten Stellen die vom Arbeitskreis „Schweißaufsicht“ der Fachkommission „Baunormung“ aufgestellte „Richtlinie für den Nachweis der Eignung zum Schweißen von Stahlbauten nach DIN 18 800 Teil 7“ (zu beziehen beim DVS-Verlag, 4000 Düsseldorf 1) zu beachten.

Die Erteilung der Eignungsbescheinigungen ist bei den anerkannten Stellen unmittelbar zu beantragen.

**2.3.2 Erweiterung des Anwendungsbereiches der Eignungsnachweise**

Eine Erweiterung des Anwendungsbereiches des Eignungsnachweises für Schweißen von Hohlprofilen

(z. B. beim Kleinen Nachweis nach Abschnitt 6.3.1.2 a) ist nur für das Schweißen von Hohlprofilen mit kreisförmigem Querschnitt untereinander erforderlich.

Die Erweiterung für das Anwendungsgebiet Eisenbahnbrückenbau - nach DS 804 - erfolgt auf Antrag bei der zuständigen anerkannten Stelle unter Beteiligung der Deutschen Bundesbahn.

Die Bestimmungen für die Erweiterung des Anwendungsbereiches auf das Schweißen von nicht rostenden Stählen und hochfesten Feinkornbaustählen richten sich nach den Zulassungsbescheiden des Instituts für Bautechnik.

**2.3.3 Durchführung einfacher oder untergeordneter Schweißarbeiten ohne Eignungsnachweis**

Für das Anschweißen von Kopf- und Fußplatten mit Dicken  $\leq 30$  mm an einfache, nicht eingespannte und nicht zusammengesetzte Profilstützen aus St 37 und zur Herstellung von Treppen unter 5,00 m Länge (gemessen in Lauflinie) in Wohngebäuden und von den in DIN 18 800 Teil 7, Abschnitt 6.3.1.1, nicht genannten Geländern ist ein Eignungsnachweis des Betriebes nicht erforderlich. Der Betrieb hat hierfür jedoch Fachpersonal, z. B. Schweißer mit gültiger Prüfungsbescheinigung nach DIN 8560, einzusetzen. Ein Eignungsnachweis ist ferner nicht erforderlich für Schweißarbeiten an Bauteilen für untergeordnete Zwecke, die aufgrund schweißtechnischer Erfahrungen beurteilt werden können.

**2.3.4 Zu Abschnitt 3.4.2.3 - Fußnote 3**

Abweichend von den Angaben der Fußnote 3 ist das dort erwähnte Zulassungsverzeichnis zu beziehen bei der Drucksachenverwaltung der BD Karlsruhe, Hinterm Hauptbahnhof 2 a, 7500 Karlsruhe.

**2.4 Anerkannte Stellen****2.4.1 Großer Eignungsnachweis**

Anerkannte Stelle für die Durchführung Großer Eignungsnachweise und Erteilung der Eignungsbescheinigungen für Betriebe im Lande Nordrhein-Westfalen ist die Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt Duisburg des Deutschen Verbandes für Schweißtechnik e. V., Bismarckstr. 85, 4100 Duisburg.

**2.4.2 Kleiner Eignungsnachweis**

Anerkannte Stellen für die Durchführung Kleiner Eignungsnachweise und Erteilung der Eignungsbescheinigungen für Betriebe im Lande Nordrhein-Westfalen sind:

- die Handwerkskammer Aachen, Sandkaulbach 21, 5100 Aachen (für Handwerksbetriebe in den Regierungsbezirken Düsseldorf und Köln),
- die Handwerkskammer Bielefeld, Obernstr. 48, 4800 Bielefeld (für Handwerksbetriebe in den Regierungsbezirken Arnsberg, Detmold und Münster),
- die Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt Duisburg, Bismarckstr. 85, 4100 Duisburg (für Industriebetriebe im Lande Nordrhein-Westfalen).

**2.4.3 Eignungsnachweis für Betriebe außerhalb der Bundesrepublik Deutschland**

Anerkannte Stellen für die Durchführung Großer und Kleiner Eignungsnachweise und Erteilung der Eignungsbescheinigungen für Betriebe, die ihren Sitz oder ihre gewerbliche Niederlassung außerhalb der Bundesrepublik Deutschland haben, sind alle Stellen, die bei inländischen Betrieben für den Großen Eignungsnachweis nach DIN 18 800 Teil 7 anerkannt sind. Die Bescheinigung über den Großen bzw. den Kleinen Eignungsnachweis ist zunächst auf der Grundlage eines mit dem Betrieb abgeschlossenen Überprüfungsvertrages zu erteilen.

**2.4.4 Ein Verzeichnis aller in den Bundesländern sowie im Land Berlin anerkannten Stellen für die Durchführung von Eignungsnachweisen wird beim Institut für Bautechnik, Reichpietschufer 72-76, 1000 Berlin 30, geführt und in dessen „Mitteilungen“ veröffentlicht.**

\*) Druckfehler des Erstdrucks (erste Ausgabe) sind berichtigt.

### 3 Bauaufsichtliches Verfahren

Die Bauaufsichtsbehörden werden angewiesen, bei der Erteilung der Baugenehmigung für Bauvorhaben mit geschweißten Stahlbauteilen oder bei Ausführung von Schweißarbeiten auf Baustellen folgende Auflage in den Bauschein aufzunehmen:

Aufgrund des § 20 Abs. 2 BauO NW wird verlangt, daß die geschweißten Stahlbauteile erst dann eingebaut bzw. Schweißarbeiten an den Stahlbauteilen auf der Baustelle erst dann durchgeführt werden dürfen, wenn der zuständigen unteren Bauaufsichtsbehörde gegenüber nachgewiesen ist, daß der die Schweißarbeiten durchführende Betrieb den Nachweis der Eignung zum Schweißen von Stahlbauten erbracht hat.

### 4 Verzeichnisse

Verzeichnisse der Betriebe im Land Nordrhein-Westfalen, die den Großen bzw. Kleinen Eignungsnachweis nach DIN 18 800 Teil 7 erbracht haben, werden von der Schweißtechnischen Lehr- und Versuchsanstalt Duisburg geführt und können von dort bezogen werden. Ein Bezugsquellennachweis für derartige Verzeichnisse aller Bundesländer sowie des Landes Berlin wird vom Institut für Bautechnik, Reichpietschufer 72-76, 1000 Berlin 30, geführt und in dessen „Mitteilungen“ veröffentlicht.

DK 693.814 : 624.014.2 : 624.07 : 371.27  
: 621.791-05

DEUTSCHE NORM

Anlage  
Mai 1983

	<b>Stahlbauten</b> Herstellen, Eignungsnachweise zum Schweißen	<b>DIN</b> <b>18 800</b> Teil 7
--	---	---------------------------------------

Steel structures; construction, certification for welding  
Structures en acier; construction, certification pour le soudage

Ersatz für DIN 1000/12.73 und  
Beiblatt 1 und 2 zu  
DIN 4100/12.68  
Mit DIN 18 800 T 1/03.81 und  
DIN 18 801  
Ersatz für DIN 4100/12.68

Diese Norm wurde im Fachbereich „Stahlbau“ des NABau ausgearbeitet.

## Inhalt

- |   |  |
|---|--|
| <p><b>1 Anwendungsbereich</b></p> <p><b>2 Werkstoffe</b></p> <p><b>3 Herstellen von Stahlbauten</b></p> <p>3.1 Bautechnische Unterlagen</p> <p>3.2 Bearbeiten von Werkstoffen und Bauteilen</p> <p>3.3 Schrauben- und Nietverbindungen</p> <p>3.4 Schweißverbindungen</p> | <p><b>4 Zusammenbau</b></p> <p><b>5 Abnahme</b></p> <p><b>6 Eignungsnachweise zum Schweißen</b></p> <p>6.1 Allgemeines</p> <p>6.2 Großer Eignungsnachweis</p> <p>6.3 Kleiner Eignungsnachweis</p> <p>Zitierte Normen und andere Unterlagen</p> |
|---|--|

### 1 Anwendungsbereich

Diese Norm ist anzuwenden für das Herstellen tragender Bauteile aus Stahl mit

- a) vorwiegend ruhender Beanspruchung und
- b) nicht vorwiegend ruhender Beanspruchung.

Die Einstufung der Bauteile nach den Aufzählungen a) oder b) dieses Abschnittes ist in den bautechnischen Unterlagen nach entsprechenden Regelungen in den Fachnormen festzulegen.

### 2 Werkstoffe

Es gilt DIN 18 800 Teil 1.

### 3 Herstellen von Stahlbauten

Für Bauteile mit vorwiegend ruhender Beanspruchung gelten die nachfolgenden Bestimmungen ohne die zusätzlichen Anforderungen.

Bei Bauteilen mit nicht vorwiegend ruhender Beanspruchung werden mit Rücksicht auf die Betriebsfestigkeit zum Teil schärfere Anforderungen bezüglich der Güte des Herstellens gestellt. Diese sind jeweils am Schluß der einzelnen Abschnitte aufgeführt und durch einen seitlich angeordneten senkrechten Strich kenntlich gemacht.

#### 3.1 Bautechnische Unterlagen

Mit dem Herstellen von Stahlbauten darf erst begonnen werden, wenn die bautechnischen Unterlagen (siehe DIN 18 800 Teil 1, Ausgabe März 1981, Abschnitt 1.2) nach denen Stahlbauteile zu fertigen sind soweit erforderlich in geprüfter Form vorliegen.

In den bautechnischen Unterlagen sind auch Verbindungen an tragenden Bauteilen zu berücksichtigen, die nur Montagezwecken dienen, auch wenn sie nach erfolgtem Zusammenbau wieder entfernt werden.

Werden beim Herstellen Änderungen gegenüber den bautechnischen Unterlagen nötig, so sind diese zu berichtigen.

#### 3.2 Bearbeiten von Werkstoffen und Bauteilen

**3.2.1** Der Werkstoff darf nur im kalten oder rotwarmen Zustand umgeformt werden, nicht aber im Blauwärmebereich. Abschrecken ist nicht gestattet.

**3.2.2** Die Berührungsflächen von Stahlbauteilen sind so vorzubereiten, daß diese nach dem Zusammenbau auch im Hinblick auf den Korrosionsschutz aufeinander liegen. Grate und erhabene Walzzeichen sind abzarbeiten.

**3.2.3** Grobe Fehler an der Oberfläche, z. B. Kerben, sind durch geeignete Bearbeitungsverfahren, z. B. Hobeln, Fräsen, Schleifen oder Feilen, zu beseitigen.

## DIN 18800 Teil 7

Bei Fehlern im Werkstoff (z. B. Schlackeneinschlüsse, Blasen, Doppelungen) sind die erforderlichen Maßnahmen mit dem Statiker und Konstrukteur sowie bei Schweißarbeiten auch mit der Schweißaufsicht festzulegen, oder das fehlerhafte Teil ist zu ersetzen. Die durchgeführten Maßnahmen sind in den bautechnischen Unterlagen zu vermerken.

**Zusätzliche Anforderungen****für nicht vorwiegend ruhend beanspruchte Bauteile:**

Wird bei festgestellten Fehlerstellen im Werkstoff das betroffene Teil nicht ersetzt, so muß dazu und zu den zu treffenden Maßnahmen auch das Einverständnis der für die Bauaufsicht zuständigen Stelle eingeholt werden.

**3.2.4** Trennschnitte sind fehlerfrei herzustellen, z. B. mit Sägeschnitten, und sind gegebenenfalls nachzuarbeiten. Anderenfalls ist der neben dem Schnitt befindliche Werkstoff, soweit er verletzt ist, durch geeignete Bearbeitungsverfahren (siehe Abschnitt 3.2.3) zu beseitigen.

Die durch autogenes Brennschneiden oder Plasma-Schmelzschnitten entstandenen Schnittflächen müssen mindestens der Güte II nach DIN 2310 Teil 3 oder der Güte I nach DIN 2310 Teil 4 entsprechen.

Bei gescherten Schnitten und gestanzten Ausklinkungen in zugbeanspruchten Bauteilen über 16 mm Dicke sind deren Schnittflächen abzarbeiten.

**Zusätzliche Anforderungen****für nicht vorwiegend ruhend beanspruchte Bauteile:**

Die durch autogenes Brennschneiden entstandenen Schnittflächen müssen Güte I nach DIN 2310 Teil 3 aufweisen. Die Kanten sind zu brechen.

Bei gescherten Schnitten und gestanzten Ausklinkungen sind die neben dem Schnitt befindlichen verletzten und verfestigten Zonen in der Schnittfläche spanend, z. B. durch Hobeln, Fräsen, Schleifen oder Feilen, abzarbeiten, es sei denn, daß durch das Schweißen diese Zonen aufgeschmolzen werden. Die Kanten der bearbeiteten Flächen sind zu entgraten.

**3.2.5** Als Markierungen sind Schlagzahlen oder Körner zulässig, nicht jedoch Meißelkerben.

**Zusätzliche Anforderungen****für nicht vorwiegend ruhend beanspruchte Bauteile:**

Bauteilbereiche, in denen keine Schlagzahlen angebracht werden dürfen, sind in den bautechnischen Unterlagen entsprechend zu kennzeichnen.

**3.2.6** Einspringende Ecken und Ausklinkungen sind auszurunden.

**Zusätzliche Anforderungen****für nicht vorwiegend ruhend beanspruchte Bauteile:**

Einspringende Ecken und Ausklinkungen sind mit mindestens 8 mm Halbmesser auszurunden.

**3.2.7** Berührungsflächen von Kontaktstößen sollen so hergestellt werden, daß die Kraft planmäßig über den gesamten Querschnitt übertragen wird. Bei zusammen-

gesetzten Querschnitten genügt im allgemeinen das Herstellen gegen einen Anschlag.

**Zusätzliche Anforderungen****für nicht vorwiegend ruhend beanspruchte Bauteile:**

Bei zusammengesetzten Querschnitten sind die Kontaktflächen der Querschnittsteile einzeln oder insgesamt zu bearbeiten.

**3.3 Schrauben- und Nietverbindungen****3.3.1 Allgemeines**

**3.3.1.1** Schrauben- und Nietlöcher dürfen nur gebohrt, gestanzt oder maschinell gebrannt (Güte nach Abschnitt 3.2.4) werden. In zugbeanspruchten Bauteilen über 16 mm Dicke ist das gestanzte Loch vor dem Zusammenbau im Durchmesser um mindestens 2 mm aufzureiben. Dieses ist in den Ausführungsunterlagen festzulegen. Zusammengehörige Löcher müssen aufeinanderpassen; bei Versatz der Löcher ist der Durchgang für Schrauben und Niete aufzubohren oder aufzureiben, jedoch nicht aufzudornen.

**Zusätzliche Anforderungen****für nicht vorwiegend ruhend beanspruchte Bauteile:**

Die Schrauben- und Nietlöcher müssen entgratet sein. Außenliegende Lochränder sind zu brechen.

Das Stanzen von Löchern ist nur zulässig, wenn die Löcher vor dem Zusammenbau im Durchmesser um mindestens 2 mm aufgerieben werden.

**3.3.1.2** Die Einzelteile sollen möglichst zwangsfrei zusammengebaut werden.

**3.3.1.3** Bei tragenden Schrauben darf das Gewinde nur soweit in das zu verbindende Bauteil hineinragen, daß die Ist-Länge des darin verbleibenden Schraubenschaftes mindestens das 0,4fache des Schraubendurchmessers beträgt.

**Zusätzliche Anforderungen****für nicht vorwiegend ruhend beanspruchte Bauteile:**

Das Schraubengewinde darf nicht in das zu verbindende Bauteil hineinragen, ausgenommen bei Schrauben nach DIN 6914 in gleitfesten Verbindungen.

**3.3.1.4** Schraubenköpfe und Muttern müssen mit der zur Anlage bestimmten Fläche aufliegen. Bei schiefen Auflageflächen sind die Schraubenköpfe ebenso wie die Muttern mit keilförmigen Unterlegscheiben zu versehen.

**Zusätzliche Anforderungen****für nicht vorwiegend ruhend beanspruchte Bauteile:**

Die Muttern von Schraubenverbindungen sind gegen unbeabsichtigtes Lösen zu sichern, z. B. durch Federringe oder Vorspannen der Schrauben.

**3.3.1.5** Bei Verwendung von Paßschrauben ist beim Herstellen der Schraubenlöcher ein Toleranzfeld von H 11 nach DIN 7154 Teil 1 einzuhalten.

**3.3.2 Scher-/Lochleibungsverbindungen**

**3.3.2.1** Berührungsflächen sind durch Grundbeschichtungen mit Pigmenten nach DIN 55928 Teil 5 zu schützen. Hierauf darf verzichtet werden, wenn die Berührungsflächen unbeschädigte Fertigungsbeschichtungen<sup>1)</sup> aufweisen. Bei Nietverbindungen sind Bleimennige und Zinkchromatpigmente nicht zulässig. Die Oberflächen sind nach DIN 55928 Teil 4 vorzubereiten.

<sup>1)</sup> Siehe DAST-Ri 006 „Überschweißen von Fertigungsbeschichtungen (FB) im Stahlbau“, Ausgabe Januar 1980. Zu beziehen bei der Stahlbau-Verlags GmbH, Ebertplatz 1, 5000 Köln 1.

**Zusätzliche Anforderungen****für nicht vorwiegend ruhend beanspruchte Bauteile:**

Als Zwischenbeschichtung für die Berührungsflächen in genieteten Verbindungen von Stäben und Knotenblechen bei Fachwerkträgern aus St 52, ausgenommen Verbände, sind ausschließlich gleitfeste Beschichtungen aus Alkalisilikat-Zinkstaubfarben nach den Technischen Lieferbedingungen (TL) 918 300 Blatt 85 der Deutschen Bundesbahn<sup>2)</sup> zu verwenden. Etwaige bereits auf den Oberflächen vorhandene Fertigungsbeschichtungen<sup>1)</sup> dürfen nicht belassen werden. Die Oberflächen sind nach DIN 55 928 Teil 4 vorzubereiten.

**3.3.2.2** Niete sind so einzuschlagen, daß die Nietlöcher ausgefüllt werden. Der Schließkopf ist voll auszuschlagen; dabei dürfen keine schädlichen Eindrücke im Werkstoff entstehen. Die geschlagenen Niete sind auf festen Sitz zu überprüfen.

Beim Auswechseln fehlerhafter Niete sind aufgeweitete Lochwandungen auf den nächstgrößeren Nietlochdurchmesser aufzureiben und Beschädigungen am Bauteil aus-

zubessern (siehe Abschnitt 3.2.3). In keinem Fall ist es zulässig, Niete im kaltem Zustand nachzutreiben.

**3.3.3 Gleitfeste Verbindungen mit hochfesten Schrauben****3.3.3.1 Vorbereitung**

Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben sind vor ihrer Verwendung geschützt zu lagern.

Die Reibflächen in gleitfesten Verbindungen sind vor dem Zusammenbau durch Strahlen mit den zur Oberflächenvorbereitung von Stahlbauten üblichen Strahlmitteln (ausgenommen Drahtkorn) und Korngrößen (Norm-Reinheitsgrad mindestens Sa 2 1/2) oder durch zweimaliges Flammstrahlen (Norm-Reinheitsgrad Fl) nach DIN 55 928 Teil 4 zu reinigen.

Soll die Reibfläche beschichtet werden, sind Alkalisilikat-Zinkstaubfarben nach der TL 918 300 Blatt 85 der Deutschen Bundesbahn<sup>2)</sup> zu verwenden. Hierfür ist mindestens der Norm-Reinheitsgrad Sa 2 1/2 erforderlich.

**3.3.3.2 Vorspannen der Schrauben**

Das Vorspannen kann durch Anziehen der Mutter, gegebenenfalls auch des Schraubenkopfes, nach dem Drehmoment-, Drehimpuls- oder Drehwinkel-Verfahren erfolgen. Hierfür sind Drehmomentenschlüssel, Schlagschrauber und ähnliche Anziehgeräte zu verwenden.

2) Zu beziehen beim Drucksachenlager der BD Hannover, Schwarzer Weg 8, 4950 Minden.

Tabelle 1. Erforderliche Anziehmomente, Vorspannkraft und Drehwinkel

1		2	3	4	5	6
Schraube		erforderliche Vorspannkraft $F_V$	Vorspannen der Schraube nach dem			
			a) Drehmoment- Verfahren		b) Drehimpuls- Verfahren	c) Drehwinkel- Verfahren
			Aufzubringendes Anziehmoment $M_V$ MoS <sub>2</sub> geschmiert <sup>1)</sup>	leicht geölt	Aufzubringende Vorspann- kraft $F_V$ <sup>2)</sup>	Aufzubringendes Voranzieh- moment $M_V$ <sup>2)</sup>
		kN	Nm	Nm	kN	Nm
1	M 12	50	100	120	60	10
2	M 16	100	250	350	110	50
3	M 20	160	450	600	175	100
4	M 22	190	650	900	210	200
5	M 24	220	800	1100	240	
6	M 27	290	1250	1650	320	
7	M 30	350	1650	2200	390	
8	M 36	510	2800	3800	560	

Drehwinkel  $\varphi$  und Umdrehungsmaß  $U$  siehe Tabelle 2

1) Da die Werte  $M_V$  sehr stark vom Schmiermittel des Gewindes abhängen, ist die Einhaltung dieser Werte vom Schraubenhersteller zu bestätigen.

2) Unabhängig von Schmierung des Gewindes und der Auflagerflächen von Muttern und Schraube.

Für das Aufbringen einer teilweisen Vorspannkraft  $\geq 0,5 \cdot F_V$  genügen jeweils die halben Werte nach Tabelle 1, Spalten 3 bis 5 sowie handfester Sitz nach Spalte 6.

Tabelle 2. Erforderlicher Drehwinkel  $\varphi$  und Umdrehungsmaße  $U$ 

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	$l_k$ mm	$l_k \leq 50$		$51 < l_k \leq 100$		$101 < l_k \leq 170$		$171 < l_k \leq 240$	
		$\varphi$	$U$	$\varphi$	$U$	$\varphi$	$U$	$\varphi$	$U$
1	M 12 bis M 22	180°	1/2	240°	2/3	270°	3/4	360°	1
2	M 24 bis M 36							270°	3/4

Für das Aufbringen einer teilweisen Vorspannkraft  $\geq 0,5 \cdot F_V$  genügen jeweils die halben Werte nach Tabelle 2, Spalten 2 bis 9.

- a) Beim Anziehen nach dem Drehmoment-Verfahren mit handbetriebenen Drehmomentenschlüsseln wird die erforderliche Vorspannkraft  $F_V$  durch ein meßbares Drehmoment erzeugt. Die aufzubringenden Werte  $M_V$  sind je nach Schmierung des Gewindes und der Auflagerflächen von Schraube und Mutter in Tabelle 1, Spalte 3 und 4 angegeben. Drehmomentenschlüssel müssen ein zuverlässiges Ablesen der erforderlichen Anziehmomente  $M_V$  ermöglichen oder bei einem mit genügender Genauigkeit einstellbaren Anziehmoment ausklinken. Die Fehlergrenze beim Einstellen oder Ablesen darf  $\pm 0,1 M_V$  nicht überschreiten. Dies ist vor Verwendung und während des Einsatzes mindestens halbjährlich zu überprüfen.
- b) Beim Anziehen nach dem Drehimpuls-Verfahren mit maschinellen Schlagschraubern wird die erforderliche Vorspannkraft  $F_V$  durch Drehimpulse erzeugt. Die vom Schlagschrauber aufzubringenden Werte  $F_V$  sind in Tabelle 1, Spalte 5, angegeben. Der Schlagschrauber ist an Hand von mindestens 3 der zum Einbau vorgeschriebenen Schrauben (Durchmesser, Klemmlängen) mit Hilfe geeigneter Meßvorrichtungen, z. B. Tensimeter, auf diese Vorspannkraft einzustellen. Die im Kontrollgerät erreichten Werte sind in ein Kontrollbuch einzutragen.
- Es dürfen nur typengeprüfte Schlagschrauber verwendet werden.
- c) Das Vorspannen der Schrauben nach dem Drehwinkel-Verfahren erfolgt in 2 Schritten. Zuerst sind die Schrauben mit den in Tabelle 1, Spalte 6, angegebenen Vorantriebsmomenten  $M_V$  und anschließend durch Aufbringen eines Drehwinkels  $\varphi$  nach Tabelle 2, um den die Mutter und Schraube gegeneinander weiter anzuziehen sind, vorzuspannen. Der Drehwinkel  $\varphi$  bzw. das Umdrehungsmaß  $U$  sind abhängig von der Klemmlänge  $l_k$ , jedoch unabhängig vom Schraubendurchmesser sowie der Schmierung des Gewindes und der Auflagerflächen von Schraube und Mutter.

Bei Verbindungen mit feuerverzinkten, hochfesten Schrauben ist beim Anziehen der Mutter entweder die komplette Mutter oder das Gewinde der Schraube und die Unterlegscheibe, dort wo angezogen wird, grundsätzlich mit Molybdändisulfid ( $\text{MoS}_2$ ), z. B. Molykote zu schmieren. Beim Anziehen des Schraubenkopfes ist bei Verwendung einer komplett geschmierten Mutter zusätzlich auch die Unterlegscheibe unter dem Schraubenkopf zu schmieren. Beim Vorspannen nach dem Drehmoment-Verfahren können dafür die Werte nach Tabelle 1, Spalte 3, unter Beachtung der Fußnote 1 dieser Tabelle

benutzt werden. Beim Vorspannen nach dem Drehimpuls- und Drehwinkel-Verfahren gelten unverändert die Werte nach Tabelle 1, Spalten 5 bzw. 6 und Tabelle 2, Spalten 2 bis 9.

### 3.3.3.3 Überprüfen der gleitfesten Verbindungen

Die Wirksamkeit der gleitfesten Verbindungen ist neben dem Reibbeiwert der Berührungsflächen der zu verbindenden Bauteile hauptsächlich von der Vorspannkraft der Schrauben abhängig. Die Überprüfung der Vorspannkraft erstreckt sich auf 5 % aller Schrauben in der Verbindung. Sie ist mit einem dem Anziehgerät entsprechenden Prüfgerät vorzunehmen, d. h. handangezogene Schrauben sind mit einem Handschlüssel, maschinell angezogene mit einem maschinellen Anziehgerät zu prüfen. Die Prüfung erfolgt ausschließlich durch Weiteranziehen.

- a) Bei allen mit handbetriebenen Drehmomentenschlüsseln nach dem Drehmoment-Verfahren angezogenen und zu prüfenden Schrauben ist das Drehmoment 10 % höher als nach Tabelle 1, Spalte 3 bzw. 4 angegeben, einzustellen.
- b) Bei allen mit auf  $F_V$  geeichten Schlagschraubern angezogenen Schrauben genügt zur Überprüfung das Wiederansetzen und Betätigen eines auf  $F_V$  nach Tabelle 1, Spalte 5, eingestellten Schlagschraubers.
- c) Bei allen nach dem Drehwinkel-Verfahren angezogenen, zu prüfenden Schrauben ist je nach dem verwendeten Anziehgerät das Prüfverfahren nach Abschnitt 3.3.3.3, Aufzählung a) oder b) anzuwenden, d. h. die Prüfgeräte sind fallweise auf die Werte nach Tabelle 1, Spalten 3 bzw. 4 oder 5, einzustellen.

Tabelle 3 enthält Angaben darüber, wann die Vorspannkraft der Schraube als ausreichend nachgewiesen gilt, gegebenenfalls weitere Schrauben zusätzlich zu überprüfen oder auszuwechseln sind.

## 3.4 Schweißverbindungen

### 3.4.1 Allgemeines

Der ausführende Betrieb hat für das Schweißen einen Eignungsnachweis nach Abschnitt 6 zu erbringen.

Der notwendige Prüfumfang für die Schweißnähte muß aus den bautechnischen Unterlagen hervorgehen.

### Zusätzliche Anforderungen

#### für nicht vorwiegend ruhend beanspruchte Bauteile:

Im allgemeinen dürfen nur die Lichtbogenschweißverfahren angewandt werden. Die Schweißarbeiten sind, soweit erforderlich, nach einem Schweißplan auszuführen.

Tabelle 3. Überprüfen der Vorspannung

1			2
1	Weiterdrehwinkel der Mutter (bzw. Schraube) bis zum Erreichen des nach Abschnitt 3.3.3.3, Aufzählungen a) bis c) eingestellten Prüfmomentes:	< 30°	Vorspannung ausreichend
2		30 bis 60°	Vorspannung ausreichend, zusätzlich 2 weitere Schrauben im gleichen Stoß prüfen
3		> 60°	Schraube auswechseln, zusätzlich 2 weitere Schrauben im gleichen Stoß prüfen

### 3.4.2 Vorbereitung

**3.4.2.1** Die zu verbindenden Teile sind so zu lagern und zu halten, daß beim Schweißen möglichst geringe Schrumpfspannungen entstehen und die Bauteile die planmäßige Form erhalten. Hierzu kann die Angabe einer bestimmten Schweißfolge erforderlich werden.

**3.4.2.2** Von den Oberflächen im Schweißbereich und den Berührungsflächen sind Schmutz, Fette, Öle, Feuchtigkeit, Rost, Zunder zu entfernen sowie Beschichtungen<sup>1)</sup>, soweit diese die Schweißnahtgüte ungünstig beeinflussen.

**3.4.2.3** Die Schweißzusätze sind auf die zu schweißenden Grundwerkstoffe, auf etwa vorhandene Fertigungsbeschichtungen und bei Sortenwechsel der Grundwerkstoffe untereinander abzustimmen. Bei allen Schweißverfahren müssen außerdem die Schweißzusätze und die Schweißhilfsstoffe (z. B. Schweißpulver, Schutzgase) untereinander sowie auf das Schweißverfahren abgestimmt sein. Die Güte des Schweißgutes soll den Grundwerkstoffgüten weitgehend entsprechen.

Unter diesen Voraussetzungen ist der Nahtaufbau mit verschiedenen Schweißzusätzen statthaft, auch wenn hierbei die Schweißverfahren wechseln.

Schweißzusätze müssen DIN 1913 Teil 1, Schweißpulver DIN 8557 Teil 1 und DIN 32 522 und Schutzgase DIN 8559 Teil 1 und DIN 32 526 entsprechen und zugelassen sein<sup>3)</sup>.

**3.4.2.4** Form und Vorbereitung der Schweißfugen sind auf das Schweißverfahren abzustimmen (siehe z. B. DIN 8551 Teil 1 und Teil 4).

### 3.4.3 Schweißen

Beim Herstellen tragender Schweißnähte sind die Bedingungen nach den Abschnitten 3.4.3.1 bis 3.4.3.7 einzuhalten, sofern nicht je nach Art der Konstruktion davon abgewichen werden darf.

**3.4.3.1** Stumpfnahht, D(oppel)-HV-Nahht, HV-Nahht (Nahtarten nach DIN 18 800 Teil 1, Ausgabe März 1981, Tabelle 6, Zeile 1 bis 4)

a) Einwandfreies Durchschweißen der Wurzeln

Damit eine einwandfreie Schweißverbindung sichergestellt ist, soll die Wurzellage in der Regel ausgearbeitet und gegengeschweißt werden. Beim Schweißen nur von einer Seite muß mit geeigneten Mitteln einwandfreies Durchschweißen erreicht sein.

b) Maßhaltigkeit der Nähte (siehe Abschnitt 3.4.3.3).

c) Kraterfreies Ausführen der Nahtenden bei Stumpfnähten mit Auslaufblechen oder anderen geeigneten Maßnahmen.

d) Flache Übergänge zwischen Naht und Blech ohne schädigende Einbrandkerben.

e) Freiheit von Rissen, Binde- und Wurzelfehlern sowie Einschlüssen.

#### Zusätzliche Anforderungen

**für nicht vorwiegend ruhend beanspruchte Bauteile:**

f) Die nach den technischen Unterlagen zu bearbeitenden Schweißnähte dürfen in der Naht und im angrenzenden Werkstoff eine Dickenunterschreitung bis 5 % aufweisen.

g) Freiheit von Kerben.

h) Die Wurzellage muß im allgemeinen ausgearbeitet und gegengeschweißt werden.

**3.4.3.2** D(oppel)-HY-Nahht, HY-Nahht, Kehlnähte, Dreiblechnahht (Nahtarten nach DIN 18 800 Teil 1, Ausgabe März 1981, Tabelle 6, Zeile 5 bis 14); andere Nahtformen sind sinngemäß einzuordnen.

a) Genügender Einbrand

Bei Kehlnähten ist durch konstruktive oder fertigungstechnische Maßnahmen sicherzustellen, daß die notwendige Nahtdicke erreicht wird. Hierbei ist anzustreben, daß der theoretische Wurzelpunkt erfaßt wird. Bei Schweißverfahren, für die ein über den theoretischen Wurzelpunkt hinausgehender Einbrand sichergestellt ist, z. B. teilmechanische oder vollmechanische UP- oder Schutzgasverfahren (CO<sub>2</sub>, Mischgas) muß das Maß  $\min e$  (siehe DIN 18 800 Teil 1, Ausgabe März 1981, Tabelle 6, Zeile 9 und 10) für jedes Schweißverfahren in einer Verfahrensprüfung bestimmt sein.

b) Maßhaltigkeit der Nähte (siehe Abschnitt 3.4.3.3).

c) Weitgehende Freiheit von Kerben und Kratern.

d) Freiheit von Rissen; Sichtprüfung ist im allgemeinen ausreichend.

<sup>3)</sup> Die amtliche Zulassungsstelle ist das Bundesbahn-Zentralamt Minden (Zulassungsverzeichnis DS 920/I zu beziehen beim Drucksachenlager der BD Hannover, Schwarzer Weg 8, 4950 Minden)

## DIN 18800 Teil 7

**Zusätzliche Anforderungen****für nicht vorwiegend ruhend beanspruchte Bauteile:**

- e) Schweißnähte kerbfrei bearbeiten, wenn dies in den Ausführungsunterlagen angegeben ist.
- f) Bei Nahtansätzen, z. B. bei Elektrodenwechsel, darf die zusätzliche Nahtüberhöhung 2 mm nicht überschreiten.

**3.4.3.3** Bezüglich der Maßhaltigkeit von Schweißnähten sind folgende Werte zulässig:

- a) Überschreitungen bis zu 25 % der Nahtdicke für alle Nahtarten.
- b) Stellenweise Unterschreitung der Nahtdicke von 5 % bei Stumpfnähten sowie 10 % bei Kehlnähten, sofern die geforderte durchschnittliche Nahtdicke erreicht wird.

**3.4.3.4** Beim Schweißen in mehreren Lagen ist die Oberfläche vorhergehender Lagen von Schlacken zu reinigen. Risse, Löcher und Bindefehler dürfen nicht überschweißt werden.

**3.4.3.5** Der Lichtbogen darf nur an solchen Stellen gezündet werden, an denen anschließend Schweißlagen aufgebracht werden.

**3.4.3.6** Bei zu geringem Wärmeeinbringen und zu schneller Wärmeableitung sowie bei niedrigen Werkstücktemperaturen ist in Abhängigkeit vom Werkstoff im Bereich der Schweißzonen ausreichend vorzuwärmen.

Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse, z. B. Wind, können erforderlich werden.

**3.4.3.7** Während des Schweißens und Erkaltsens der Schweißnaht (Blauwärme) sind Erschütterungen und Schwingungen der geschweißten Teile zu vermeiden.

**3.4.4 Nachbearbeiten**

Schweißnähte, die den Anforderungen nach Abschnitt 3.4.3.1 bis Abschnitt 3.4.3.2 nicht entsprechen, sind auszubessern. Dabei darf der Grundwerkstoff beiderseits der Naht durch Schweißgut ersetzt werden. Dieses gilt auch für das Ausbessern von Terrassenbrüchen (siehe DAST-Ri. 014) 4). Hierbei ist Abschnitt 3.2.3 besonders zu beachten.

Werkstücke und Schweißnähte sind von Schlacken zu säubern.

Um in besonderen Fällen innere Spannungen und beim Schweißen aufgetretene Aufhärtungen in Naht und Übergangszonen abzubauen, kann eine Behandlung nach dem Schweißen, z. B. Spannungsarmglühen oder Entspannen durch örtliche Wärme, zweckmäßig sein. Art und Umfang dieser zusätzlichen Behandlung ist im Einzelfall festzulegen und in den bautechnischen Unterlagen zu vermerken.

**Zusätzliche Anforderungen****für nicht vorwiegend ruhend beanspruchte Bauteile:**

Von Werkstücken und Schweißnähten sind Schweißspritzer, Schweißtropfen und Schweißperlen zu entfernen.

**4 Zusammenbau**

**4.1** Die Abschnitte 4.2 bis 4.6 gelten für den Zusammenbau von Stahlbauteilen sowohl in der Werkstatt als auch auf der Baustelle.

**4.2** Stahlbauteile dürfen beim Lagern, Ein- und Ausladen, Transport und Aufstellen nicht überbeansprucht werden. Sie sind an den Anschlagstellen vor Beschädigungen zu schützen.

**4.3** Werden an tragenden Bauteilen für den Transport oder für die Montage oder aus sonstigen Gründen Veränderungen erforderlich, die nicht in bautechnischen Unterlagen vorgesehen sind, z. B. Anschweißen von Hilfsflaschen, Bohren von Anschlaglöchern, so dürfen diese nur unter sinngemäßer Beachtung des Abschnittes 3.2.3 ausgeführt werden.

Montagelöcher dürfen nicht durch Schweißgut geschlossen werden.

**4.4** Mit dem endgültigen Nieten, Schrauben und Schweißen der Stahlbauteile darf erst begonnen werden, wenn deren planmäßige Form, gegebenenfalls unter Berücksichtigung noch eintretender Verformungen, hergestellt ist. Insbesondere ist beim Freisetzen der mögliche Einfluß von Verformungen des Haupttragwerkes auf andere Bauteile, z. B. Verbände, Anschlüsse, zu berücksichtigen.

**4.5** Für den Einbau beweglicher Auflagerteile gelten DIN 4141 Teil 1 bis Teil 3 (z. Z. Entwürfe) oder die „Besonderen Bestimmungen“ in den Zulassungsbescheiden für Lager.

**4.6** Beim Aufstellen des Stahltragwerkes ist auf Stabilität und Tragfähigkeit besonders zu achten, weil im Bauzustand andere Verhältnisse vorliegen können als im Endzustand.

**5 Abnahme**

**5.1** Zulässige Werte für Maßabweichungen, welche die Gebrauchsfähigkeit der Bauteile beeinflussen können, sind rechtzeitig vor dem Aufstellen der bautechnischen Unterlagen mit dem Besteller festzulegen.

**5.2** Für die Abnahmen müssen Schrauben, Niete und Schweißnähte zugänglich sein. Für Verbindungen, die bei der Endabnahme nicht mehr zugänglich sind, ist eine Zwischenabnahme vorzusehen. Schweißnähte dürfen vor der Abnahme keine oder nur eine durchsichtige Beschichtung erhalten.

**6 Eignungsnachweise zum Schweißen****6.1 Allgemeines**

Das Herstellen geschweißter Bauteile aus Stahl erfordert in außergewöhnlichem Maße Sachkenntnisse und Erfahrungen der damit betrauten Personen sowie eine besondere Ausstattung der Betriebe mit geeigneten Einrichtungen.

Betriebe, die Schweißarbeiten in der Werkstatt oder auf der Baustelle – auch zur Instandsetzung – ausführen, müssen ihre Eignung nachgewiesen haben. Der Nachweis gilt als erbracht, wenn auf der Grundlage von DIN 8563 Teil 1 und Teil 2 je nach Anwendungsbereich der

- Große Eignungsnachweis nach Abschnitt 6.2 oder der
- Kleine Eignungsnachweis nach Abschnitt 6.3

geführt wurde.

4) Zu beziehen bei der Stahlbau-Verlags GmbH, Ebertplatz 1, 5000 Köln 1

Geschweißte Bauteile, die von Betrieben ohne diese Eignungsnachweise hergestellt werden, gelten als nicht normgerecht ausgeführt.

## 6.2 Großer Eignungsnachweis

### 6.2.1 Anwendungsbereiche

Der große Eignungsnachweis ist von Betrieben zu erbringen, die geschweißte Stahlbauten mit „vorwiegend ruhender Beanspruchung“ herstellen wollen.

Für Stahlbauten mit nicht vorwiegend ruhender Beanspruchung, z. B. Brücken, Krane, wird der Große Eignungsnachweis entsprechend den zusätzlichen Anforderungen erweitert.

In besonderen Fällen kann der Große Eignungsnachweis eingeschränkt oder erweitert erbracht werden, z. B. für das Überschweißen von Fertigungsbeschichtungen<sup>1)</sup>.

Dies gilt auch für das Verarbeiten von Werkstoffen, die nicht in DIN 18 800 Teil 1, Ausgabe März 1981, Abschnitt 2.1.1 aufgeführt sind, z. B. nichtrostende Stähle, hochfeste Feinkornbaustähle, sowie für den Einsatz vollmechanischer oder automatischer Schweißverfahren; in solchen Fällen können Verfahrensprüfungen notwendig werden.

### 6.2.2 Anforderungen an den Betrieb

#### 6.2.2.1 Betriebliche Einrichtungen

Es gilt DIN 8563 Teil 2.

#### 6.2.2.2 Schweißtechnisches Personal

##### – Schweißaufsicht

Der Betrieb muß für die Schweißaufsicht zumindest einen dem Betrieb ständig angehörenden, auf dem Gebiet des Stahlbaus erfahrenen Schweißfachingenieur haben. Seine Ausbildung und Prüfung muß mindestens den Richtlinien des Deutschen Verbandes für Schweißtechnik (DVS) entsprechen. Er hat in Übereinstimmung mit den in DIN 8563 Teil 2 genannten Aufgaben auch die Prüfung der Schweißer nach DIN 8560 durchzuführen oder bei einer in DIN 8560 genannten Prüfstelle zu veranlassen.

Bei der laufenden Beaufsichtigung der Schweißarbeiten darf sich der Schweißfachingenieur durch betriebszugehörige, schweißtechnisch besonders ausgebildete und als geeignet befundene Personen unterstützen lassen; er ist für die richtige Auswahl dieser Personen verantwortlich.

Zur uneingeschränkten Vertretung des Schweißfachingenieurs ist nur ein dafür bestätigter Schweißfachingenieur befugt.

##### – Schweißer

Mit Schweißarbeiten dürfen nur Schweißer beschäftigt werden, die für die erforderliche Prüfgruppe nach DIN 8560 und für das jeweilig angewendete Schweißverfahren eine gültige Prüfbescheinigung haben.

Das Bedienungspersonal vollmechanischer Schweißeinrichtungen muß an diesen Einrichtungen ausgebildet und in Anlehnung an DIN 8560 überprüft sein.

### 6.2.3 Nachweis der Eignung

Im Rahmen einer Betriebsprüfung durch die anerkannte Stelle<sup>5)</sup> hat der Betrieb den Nachweis zu erbringen, daß er über die erforderlichen betrieblichen Einrichtungen und das erforderliche schweißtechnische Personal verfügt.

Bei der Betriebsprüfung hat die Schweißaufsicht nachzuweisen, daß sie in der Lage ist, ihren Aufgaben gerecht zu werden, und daß sie Schweißer nach DIN 8560 überprüfen kann.

### 6.2.4 Bescheinigung

Nachdem der Eignungsnachweis geführt wurde, stellt die anerkannte Stelle dem Betrieb eine Bescheinigung über den Großen Eignungsnachweis aus.

Die Bescheinigung gilt höchstens 3 Jahre. Nach einer erfolgreichen Verlängerungsprüfung kann die Bescheinigung jeweils auf weitere 3 Jahre ausgestellt werden.

Die Eignungsbescheinigung wird ungültig, wenn die Voraussetzungen, unter denen sie ausgestellt wurde, nicht mehr erfüllt sind.

Beabsichtigt ein Betrieb während der Geltungsdauer den Anwendungsbereich oder die Schweißverfahren zu ändern oder ergibt sich ein Wechsel in der Schweißaufsicht, so hat der Betrieb dies der anerkannten Stelle mitzuteilen.

## 6.3 Kleiner Eignungsnachweis

### 6.3.1 Anwendungsbereich

Der kleine Eignungsnachweis ist von Betrieben zu erbringen, die geschweißte Stahlbauten mit „vorwiegend ruhender Beanspruchung“ in dem nachfolgend genannten Umfang herstellen wollen.

#### 6.3.1.1 Bauteile aus St 37

- Vollwand- und Fachwerkträger bis 16 m Stützweite,
- Maste und Stützen bis 16 m Länge,
- Silos bis 8 mm Wanddicke,
- Gärfutterbehälter nach DIN 11 622 Teil 4,
- Treppen über 5 m Länge in Lauflinie gemessen,
- Geländer mit Horizontallast in Holmhöhe  $\geq 0,5$  kN/m
- andere Bauteile vergleichbarer Art und Größenordnung.

Dabei gelten folgende Begrenzungen:

- |   |                            |
|---|----------------------------|
| – Verkehrslast  | $\leq 5$ kN/m <sup>2</sup> |
| – Einzeldicke im tragenden Querschnitt im allgemeinen | $\leq 16$ mm               |
| – bei Kopf- und Fußplatten                            | $\leq 30$ mm               |

#### 6.3.1.2 Erweiterungen des Anwendungsbereiches des Kleinen Eignungsnachweises

Der Anwendungsbereich kann, sofern geeignete betriebliche Einrichtungen und entsprechend qualifiziertes schweißtechnisches Personal vorhanden sind, erweitert werden auf

- a) Bauteile aus Hohlprofilen nach DIN 18 808 (z. Z. Entwurf),
- b) Bolzenschweißverbindungen bis 16 mm Bolzendurchmesser nach DIN 8536 Teil 10 (z. Z. Entwurf)
- c) Bauteile nach Abschnitt 6.3.1.1 aus St 52 ohne Beanspruchung auf Zug und Biegezug mit folgender Begrenzung:
  - Kopf- und Fußplatten  $\leq 25$  mm,
  - keine Stumpfstöße in Formstählen.

<sup>5)</sup> Das Verzeichnis der anerkannten Stellen ist dem Mitteilungsblatt des Instituts für Bautechnik zu entnehmen. Zu beziehen beim IfBt, Reichpietschufer 72–76, 1000 Berlin 30.

## DIN 18 800 Teil 7

**6.3.1.3** Bei Betrieben, die mindestens 3 Jahre lang geschweißte Bauteile mit Erfolg und in ausreichendem Umfang ausgeführt haben, darf die anerkannte Stelle für den Kleinen Eignungsnachweis in technischer Abstimmung mit der zuständigen anerkannten Stelle für den Großen Eignungsnachweis den Anwendungsnachweis auf eine über Abschnitt 6.3.1.1 und Abschnitt 6.3.1.2 hinausgehende Serienfertigung (mit eindeutiger Festlegung von Tragwerksform, Stahlorten, Art der Schweißverbindungen und Fertigungsprogramm) erweitern. Dafür ist in einer Zusatzprüfung mit hierfür typischen Prüfstücken die dafür notwendige Beherrschung der Bauweise und des Schweißens nachzuweisen.

### 6.3.2 Anforderungen an den Betrieb

#### 6.3.2.1 Betriebliche Einrichtungen

Es gilt DIN 8563 Teil 2.

#### 6.3.2.2 Schweißtechnisches Personal

##### – Schweißaufsicht

Der Betrieb muß für die Schweißaufsicht zumindest einen dem Betrieb ständig angehörenden, auf dem Gebiet des Stahlbaus erfahrenen Schweißfachmann oder Schweißtechniker haben. Deren Ausbildung und Prüfung muß mindestens den Richtlinien des Deutschen Verbandes für Schweißtechnik (DVS) entsprechen.

Die Schweißaufsicht muß in dem in der Fertigung vorwiegend eingesetzten Schweißverfahren praktisch ausgebildet sein und einmal eine entsprechende Prüfung nach DIN 8560 abgelegt haben.

Die Schweißaufsicht muß den in DIN 8563 Teil 2 gestellten Anforderungen gerecht werden und die Fähigkeit besitzen, alle ihrer Stellung entsprechenden Aufgaben zu erfüllen. Sie ist für die Güte der Schweißarbeiten in der Werkstatt und auf der Baustelle verantwortlich.

Die Schweißaufsicht darf bei Schweißerprüfungen nach DIN 8560 das Schweißen der Prüfstücke überwachen und den fachkundigen Teil der Prüfung durchführen. Die Bewertung der Prüfstücke und Proben ist jedoch bei einer der in DIN 8560 genannten Prüfstellen zu veranlassen.

Bei der laufenden Beaufsichtigung der Schweißarbeiten darf sich die Schweißaufsicht durch betriebszugehörige schweißtechnisch besonders ausgebildete und als

geeignet befundene Personen unterstützen lassen; sie ist für die richtige Auswahl dieser Personen verantwortlich.

Zur uneingeschränkten Vertretung der Schweißaufsicht ist nur eine dafür bestätigte Schweißaufsichtsperson befugt.

##### – Schweißer

Mit Schweißarbeiten dürfen nur Schweißer beschäftigt werden, die für die erforderliche Prüfgruppe nach DIN 8560 und für das jeweilig angewendete Schweißverfahren eine gültige Prüfbescheinigung haben.

Das Bedienungspersonal vollmechanischer Schweißeinrichtungen muß an diesen Einrichtungen ausgebildet und in Anlehnung an DIN 8560 überprüft sein.

### 6.3.3 Nachweis der Eignung

Im Rahmen einer Betriebsprüfung durch die anerkannte Stelle 5) hat der Betrieb den Nachweis zu erbringen, daß er über die erforderlichen betrieblichen Einrichtungen und das erforderliche schweißtechnische Personal verfügt. Bei der Betriebsprüfung hat die Schweißaufsicht nachzuweisen, daß sie in der Lage ist, ihren Aufgaben gerecht zu werden. Dabei sind unter der Anleitung der Schweißaufsicht auch Prüfstücke in Anlehnung an DIN 8560 zu schweißen. Die Schweißaufsicht muß dabei ausreichend Kenntnisse im Beurteilen und Vermeiden von Schweißfehlern nachweisen.

### 6.3.4 Bescheinigung

Nachdem der Eignungsnachweis geführt wurde, stellt die anerkannte Stelle dem Betrieb eine Bescheinigung über den Kleinen Eignungsnachweis aus.

Die Bescheinigung gilt höchstens 3 Jahre. Nach einer erfolgreichen Verlängerungsprüfung kann die Bescheinigung jeweils auf weitere 3 Jahre ausgestellt werden.

Die Eignungsbescheinigung wird ungültig, wenn die Voraussetzungen, unter denen sie ausgestellt wurde, nicht mehr erfüllt sind.

Beabsichtigt ein Betrieb während der Geltungsdauer den Anwendungsbereich oder die Schweißverfahren zu ändern oder ergibt sich ein Wechsel in der Schweißaufsicht, so hat der Betrieb dies der anerkannten Stelle mitzuteilen.

**Zitierte Normen und andere Unterlagen**

- DIN 1913 Teil 1 Stabelektroden für das Verbindungsschweißen von Stahl, unlegiert und niedriglegiert; Einteilung, Bezeichnung, technische Lieferbedingungen
- DIN 2310 Teil 3 Thermisches Schneiden; Autogenes Brennschneiden, Verfahrensgrundlagen, Güte, Maßabweichungen
- DIN 2310 Teil 4 Thermisches Schneiden; Plasma-Schmelzschnitten, Verfahrensgrundlagen, Begriffe, Güte, Maßabweichungen
- DIN 4141 Teil 1 (z. Z. Entwurf) Lager im Bauwesen; Allgemeine Richtlinien für Lager
- DIN 4141 Teil 2 (z. Z. Entwurf) Lager im Bauwesen; Richtlinien für die Lagerung von Brücken und vergleichbaren Bauwerken
- DIN 4141 Teil 3 (z. Z. Entwurf) Lager im Bauwesen; Richtlinien für die Lagerung im Hoch- und Industriebau
- DIN 6914 Sechskantschrauben mit großen Schlüsselweiten, für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen
- DIN 7154 Teil 1 ISO-Passungen für Einheitsbohrung; Toleranzfelder, Abmaße in µm
- DIN 8551 Teil 1 Schweißnahtvorbereitung; Fugenformen an Stahl, Gasschweißen, Lichtbogenhandschweißen und Schutzgasschweißen
- DIN 8551 Teil 4 Schweißnahtvorbereitung; Fugenformen an Stahl, Unter-Pulver-Schweißen
- DIN 8557 Teil 1 Schweißzusätze für das Unterpulverschweißen; Verbindungsschweißen von unlegierten und legierten Stählen; Bezeichnungen, technische Lieferbedingungen
- DIN 8559 Teil 1 Schweißzusatz für das Schutzgasschweißen; Drahtelektroden und Schweißdrähte für das Metall-Schutzgasschweißen von unlegierten und niedriglegierten Stählen
- DIN 8560 Prüfung von Stahlschweißern
- DIN 8563 Teil 1 Sicherung der Güte von Schweißarbeiten; Allgemeine Grundsätze
- DIN 8563 Teil 2 Sicherung der Güte von Schweißarbeiten; Anforderungen an den Betrieb
- DIN 8563 Teil 10 (z. Z. Entwurf) Sicherung der Güte von Schweißarbeiten; Bolzenschweißverbindungen an Stahl, Bolzenschweißen mit Hub- und Ringzündung
- DIN 11 622 Teil 4 Gärfutterbehälter; Bemessung, Ausführung, Beschaffenheit; Gärfutterbehälter aus Stahl
- DIN 18 800 Teil 1 Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion
- DIN 18 808 (z. Z. Entwurf) Stahlbauten; Tragwerke aus Hohlprofilen unter vorwiegend ruhender Beanspruchung
- DIN 32 522 Schweißpulver zum Unterpulverschweißen; Bezeichnung, Technische Lieferbedingungen
- DIN 32 526 Schutzgase zum Schweißen
- DIN 55 928 Teil 4 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Vorbereitung und Prüfung der Oberflächen
- DIN 55 928 Teil 5 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Beschichtungsstoffe und Schutzsysteme
- DAST-Ri. 006 Überschweißen von Fertigungsbeschichtungen (FB) im Stahlbau<sup>4)</sup>
- DAST-Ri. 014 Empfehlungen zur Vermeidung von Terrassenbrüchen in geschweißten Konstruktionen aus Baustahl<sup>4)</sup>

Technische Lieferbedingungen (TL) für Anstrichstoffe Nr. 918 300 der Deutschen Bundesbahn, Blatt 85<sup>2)</sup>

**Frühere Ausgaben**

- DIN 1000: 03.21; 10.23; 07.30; 03.56x, 12.73
- DIN 4100: 05.31, 07.33, 08.34xxxx, 12.56, 12.68
- Beiblatt 1 zu DIN 4100: 12.56x, 12.68
- Beiblatt 2 zu DIN 4100: 12.56x, 12.68

**Änderungen**

Gegenüber DIN 1000/12.73, DIN 4100/12.68, Beiblatt 1 zu DIN 4100/12.68 und Beiblatt 2 zu DIN 4100/12.68 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

Im Rahmen der Neuordnung der Normen von Stahlbauten, Inhalt von DIN 1000 neu gegliedert, dem Stand der Technik angepaßt und zum Teil mit überarbeiteten Regelungen aus DIN 4100 zusammengefaßt. Inhalt von DIN 4100 Beiblatt 1 und Beiblatt 2 überarbeitet und dem Stand der Technik angepaßt und als Norm vereinbart.

**Internationale Patentklassifikation**

E 04 B 1/08

232343

**DIN 18 801 – Stahlhochbau;  
Bemessung, Konstruktion, Herstellung**

RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung  
v. 19. 10. 1984 – V B 4 – 481.101

1 Die Norm

**DIN 18 801** (Ausgabe September 1983)\*) –  
Stahlhochbau; Bemessung, Konstruktion, Herstellung –  
wird hiermit nach § 3 Abs. 3 der Landesbauordnung  
(BauO NW) als technische Baubestimmung bauauf-  
sichtlich eingeführt.

**Anlage** Die Norm ist als Anlage abgedruckt.

Zusammen mit DIN 18 800 Teil 1 (Ausgabe März 1981)  
und mit DIN 18 800 Teil 7 (Ausgabe Mai 1983) ersetzt  
sie die Normen DIN 1050 (Ausgabe Juni 1968) und  
DIN 4100 (Ausgabe Dezember 1968).

2 Bei Anwendung der Norm DIN 18 801 ist folgendes zu  
beachten:

Zu Abschnitt 1 – Anwendungsbereich;

Bauteile mit kleineren Materialdicken als 1,5 mm, für  
die keine Verwendungsregeln in Normen angegeben  
sind (z. B. DIN 18 807 – Trapezprofile – oder DIN 18 914  
– Dünnwandige Rundsilos aus Stahl – z. Zt. Entwurf),  
dürfen nur verwendet werden, wenn ihre Brauchbar-  
keit entsprechend § 21 BauO NW nachgewiesen ist, z. B.  
durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung.

\*) Druckfehler des Erstdrucks (erste Ausgabe) sind berichtigt.

	<p style="text-align: center;"><b>Stahlhochbau</b></p> <p style="text-align: center;">Bemessung, Konstruktion, Herstellung</p>	<p style="text-align: center;"><b>DIN</b></p> <p style="text-align: center;"><b>18 801</b></p>
--	--	--

Steel construction in buildings; dimensioning, design, construction  
 Construction de bâtiment à ossature métallique; dimensionnement, calcul, construction

Mit DIN 18 800 T1/03.81  
 Ersatz für DIN 1050/06.68  
 Mit DIN 18 800 T1/03.81 und  
 DIN 18 800 T7/05.83  
 Ersatz für DIN 4100/12.68

Diese Norm wurde im Fachbereich „Stahlbau“ des NABau ausgearbeitet.

## Inhalt

### 1 Anwendungsbereich

### 2 Allgemeines

### 3 Grundsätze für die Berechnung

#### 3.1 Mitwirkende Plattenbreite (voll mitwirkende Gurtflächen)

### 4 Lastannahmen

#### 4.1 Allgemeines

#### 4.2 Einteilung der Lasten

#### 4.3 Lastfälle (Lastkombinationen)

### 5 Erforderliche Nachweise

#### 5.1 Allgemeiner Spannungsnachweis

#### 5.2 Formänderungsuntersuchung

### 6 Bemessungsannahmen für Bauteile

#### 6.1 Walzstahl, Stahlguß, Gußeisen; Besondere Bemessungsregeln

##### 6.1.1 Zugstäbe

##### 6.1.2 Auf Biegung beanspruchte vollwandige Tragwerksteile

##### 6.1.3 Fachwerkträger

##### 6.1.4 Aussteifende Verbände, Rahmen und Scheiben

#### 6.2 Seile, Nachweise

##### 6.2.1 Alle Seilarten

##### 6.2.2 Vollverschlossene Spiralseile

### 7 Bemessungsannahmen für Verbindungen der Bauteile

#### 7.1 Grundsätzliche Regeln für Anschlüsse und Stöße

##### 7.1.1 Kontaktstöße

##### 7.1.2 Schwerachsen der Verbindungen

##### 7.1.3 Lochleibungsdruck

#### 7.2 Schweißverbindungen

##### 7.2.1 Stirnkehlnähte

##### 7.2.2 Nicht zu berechnende Nähte

##### 7.2.3 Nicht tragend anzunehmende Schweißnähte

##### 7.2.4 Stumpfstöße in Form- und Stabstählen

##### 7.2.5 Punktschweißung

### 8 Zulässige Spannungen

### 9 Grundsätze für die Konstruktion

#### 9.1 Schraubenverbindungen

#### 9.2 Schweißverbindungen

##### 9.2.1 Punktschweißung

### 10 Korrosionsschutz

### 11 Anforderungen an den Betrieb

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Bemessung, Konstruktion und Herstellung tragender Bauteile aus Stahl von Hochbauten mit vorwiegend ruhender Beanspruchung mit Materialdicken  $\geq 1,5$  mm. Bauteile mit geringerer Materialdicke, z. B. Trapezprofile, können zusätzliche Regelungen erfordern.

Für Bauten in deutschen Erdbebengebieten gilt außerdem DIN 4149 Teil 1.

## 2 Allgemeines

Diese Fachnorm gilt nur in Verbindung mit den Grundnormen DIN 18 800 Teil 1, Ausgabe März 1981 (alle ent-

sprechenden Verweise beziehen sich auf diese Ausgabe) und DIN 18 800 Teil 7.

Es sind hier nur davon abweichende oder zusätzlich zu beachtende Regelungen aufgeführt.

## 3 Grundsätze für die Berechnung

### 3.1 Mitwirkende Plattenbreite (voll mitwirkende Gurtflächen)

(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 3.5)

Bei Trägern mit breiten Gurten, die vorwiegend durch Biegemomente mit Querkraft beansprucht werden, braucht beim allgemeinen Spannungsnachweis die geometrisch vorhandene Gurtfläche nicht reduziert zu werden, es sei denn,

## DIN 18 801

auftretende Spannungsspitzen können durch Plastizierung nicht abgebaut werden (z. B. bei Stabilitätsproblemen). Bei großen Einzellasten kann die verminderte Mitwirkung sehr breiter Gurte bei der Aufnahme der Biegemomente die Formänderungen nennenswert vergrößern, so daß dieser Einfluß gegebenenfalls berücksichtigt werden muß.

#### 4 Lastannahmen

(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 4)

##### 4.1 Allgemeines

Der Berechnung sind die Lastannahmen aus DIN 1055 Teil 1 bis Teil 6 zugrunde zu legen. Soweit dort ausreichende Angaben fehlen, sind entsprechende Festlegungen durch die Beteiligten zu treffen.

##### 4.2 Einteilung der Lasten

Die auf ein Tragwerk wirkenden Lasten werden eingeteilt in Hauptlasten (H), Zusatzlasten (Z) und Sonderlasten (S).

**Hauptlasten** sind alle planmäßigen äußeren Lasten und Einwirkungen, die nicht nur kurzzeitig auftreten, z. B.:

- ständige Last,
- planmäßige Verkehrslast,
- Schneelast,
- sonstige Massenkraft,
- Einwirkungen aus wahrscheinlichen Baugrundbewegungen.

**Zusatzlasten** sind alle übrigen bei der planmäßigen Nutzung auftretenden Lasten und Einwirkungen, z. B.:

- Windlast,
- Lasten aus Bremsen und Seitenstoß (z. B. von Kranen),
- andere kurzzeitig auftretende Massenkraft,
- Wärmewirkungen.

**Sonderlasten** sind nichtplanmäßige, mögliche Lasten und Einwirkungen, z. B.:

- Anprall,
- Einwirkungen aus möglichen Baugrundbewegungen.

##### 4.3 Lastfälle (Lastkombinationen)

Für die Berechnung sind die Lasten wie folgt zu kombinieren:

Lastfall H	alle Hauptlasten <sup>1)</sup>	jeweils in der Kombination, welche die ungünstigsten Schnittkräfte liefert.
Lastfall HZ	alle Haupt- und Zusatzlasten	
Lastfall HS	alle Hauptlasten mit nur einer Sonderlast (und gegebenenfalls weiteren Zusatz- und Sonderlasten)	

Wird ein Bauteil, abgesehen von seiner Eigenlast, nur durch Zusatzlasten beansprucht, so gilt die mit der größten Wirkung als Hauptlast.

Bauzeitabhängig dürfen in überschaubaren Fällen Windlasten, Schneelasten und Sonderlasten reduziert werden.

#### 5 Erforderliche Nachweise

##### 5.1 Allgemeiner Spannungsnachweis

(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 5.2)

Beim allgemeinen Spannungsnachweis dürfen Eigenspannungen aus der Herstellung sowie Spannungsspitzen an Kerben, z. B. Löchern, unberücksichtigt bleiben.

##### 5.2 Formänderungsuntersuchung

(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 5.5)

Formänderungen müssen unter Umständen bei der Schnittkraftermittlung für den Standsicherheitsnachweis berücksichtigt werden.

Eine Beschränkung von Formänderungen hinsichtlich der Gebrauchsfähigkeit kann z. B. zur Vermeidung von Wassersäcken auf Dächern, zur Vermeidung von Rissen in massiven Bauteilen oder zur Sicherung des Betriebes von Maschinen erforderlich werden.

#### 6 Bemessungsannahmen für Bauteile

##### 6.1 Walzstahl, Stahlguß, Gußeisen; Besondere Bemessungsregeln

(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 6.1)

###### 6.1.1 Zugstäbe

###### 6.1.1.1 Gering beanspruchte Zugstäbe

Stäbe, die bei der angenommenen Größe und Verteilung der Lasten keine Kräfte oder nur geringe Zugkräfte erhalten, aber bei kleinen ungewollten Änderungen in Größe und/oder Anordnung der Lasten Druckkräfte übertragen müssen, sind auch für eine angemessene Druckkraft zu bemessen, wobei die Bedingung Schlankheitsgrad  $\lambda \leq 250$  einzuhalten ist.

###### 6.1.1.2 Planmäßig ausmittig beanspruchte Zugstäbe

Bei planmäßig ausmittig beanspruchten Zugstäben ist im allgemeinen außer der Längskraft auch das Biegemoment infolge der Ausmittigkeiten zu berücksichtigen. Dieses Biegemoment darf vernachlässigt werden bei Ausmittigkeiten, die entstehen, wenn

- a) Schwerachsen von Gurten gemittelt werden,
- b) die Anschlußebene eines Verbandes nicht in der Ebene der gemittelten Gurtschwerachsen liegt,
- c) die Schwerachsen der einzelnen Stäbe von Verbänden nicht erheblich aus der Anschlußebene herausfallen.

###### 6.1.1.3 Zugstäbe mit einem Winkelquerschnitt

Wenn die Zugkraft durch unmittelbaren Anschluß eines Winkelschenkels eingeleitet wird, darf die Biegespannung aus Ausmittigkeit unberücksichtigt bleiben.

- wenn bei Anschlüssen mit mindestens 2 in Krafrichtung hintereinander liegenden Schrauben oder mit Flankenkehlnähten, die mindestens so lang wie die Gurtschenkelbreite sind, die aus der mittig gedachten Längskraft stammende Zugspannung  $0,8 \text{ zu } \sigma$  nicht überschreitet oder

- wenn bei einem Anschluß mit einer Schraube die Bemessung nach DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 6.1.2, letzter Absatz durchgeführt wird.

##### 6.1.2 Auf Biegung beanspruchte vollwandige Tragwerksteile

###### 6.1.2.1 Stützweite

Bei Lagerung unmittelbar auf Mauerwerk oder Beton darf als Stützweite die um  $1/20$ , mindestens aber um 12 cm, vergrößerte Lichtweite angenommen werden.

###### 6.1.2.2 Auflagerkräfte von Durchlaufträgern

Die Auflagerkräfte dürfen für die Stützweitenverhältnisse  $\min l \geq 0,8 \text{ max } l$  – mit Ausnahme des Zweifeldträgers – wie für Träger auf zwei Stützen berechnet werden.

<sup>1)</sup> Zum Lastfall H gehört auch die Kombination von Schneelast und Windlast nach DIN 1055 Teil 4, Ausgabe Mai 1977, Abschnitt 5 bzw. DIN 1055 Teil 5, Ausgabe Juni 1975, Abschnitt 5.

**6.1.2.3 Deckenträger, Pfetten, Unterzüge**

Träger, deren Querschnitte zur Lastebene symmetrisch sind, dürfen nach DAST-Richtlinie 008 bemessen werden. Die Beschränkung der Mindestdicken für die in den Erläuterungen zur DAST-Richtlinie 008, Ausgabe März 1973, Tabelle 3, aufgeführten Walzprofile der Stahlsorte St 37 entfällt. Von den Walzprofilen der Stahlsorte St 52 werden folgende ausgeschlossen:

HE 180 A bis HE 340 A und HE 1000 A  
(IPBl 180 bis IPBl 340 und IPBl 1000).

Durchlaufträger dürfen vereinfacht für die Biegemomente

$$M_E = ql^2/11 \text{ in den Endfeldern,}$$

$$M_I = ql^2/16 \text{ in den Innenfeldern und}$$

$$M_S = -ql^2/16 \text{ an den Innenstützen}$$

bemessen werden, wenn folgende Bedingungen eingehalten sind:

- Der Träger hat doppelt-symmetrischen Querschnitt.
- Stöße weisen volle Querschnittsdeckung auf.
- Die Belastung besteht aus feldweise konstanten, gleichgerichteten Gleichstreckenlasten  $q$ , deren Größe nicht weniger als Null beträgt.
- Bei unterschiedlichen Feldlängen  $l$  darf die kleinste nicht kleiner als 0,8 der größten Feldlänge sein.
- Die Einschränkungen der DAST-Richtlinie 008, Ausgabe März 1973, Abschnitt 7.1 – Örtliches Ausbeulen – (Walzprofile ausgenommen) und Abschnitt 7.2 – Kippen sind zu beachten.

Für  $M_E$  und  $M_I$  sind  $q$  und  $l$  der jeweiligen Felder anzusetzen, für  $M_S$  jedoch stets  $q$  und  $l$  des angrenzenden Feldes, das den größeren Wert liefert.

Mit diesen Biegemomenten und dem elastischen Widerstandsmoment des Querschnittes ist nachzuweisen, daß die Spannungen nach DIN 18 800 Teil 1, Tabelle 7, Zeile 2, eingehalten sind.

**6.1.3 Fachwerkträger**

Die Stabkräfte von Fachwerkträgern dürfen unter Annahme reibungsfreier Gelenke in den Knotenpunkten berechnet werden.

Biegespannungen aus Lasten, die zwischen den Fachwerkknoten angreifen, sind zu erfassen. Dagegen brauchen Biegespannungen aus Wind auf die Stabflächen, und bei Zugstäben das Eigengewicht der Stäbe, im allgemeinen für den Einzelstab nicht berücksichtigt zu werden.

**6.1.4 Aussteifende Verbände, Rahmen und Scheiben**

Aussteifende Verbände und Rahmen sind so zu bemessen, daß sie die auf das Tragwerk wirkenden Lasten (z. B. Wind) ableiten und das Bauwerk sowie seine Teile gegen Ausweichen (Instabilitäten) sichern. Dabei sind Herstellungsungenauigkeiten (Imperfektionen), wie z. B. Stützenschiefstellungen, in angemessener Weise zu berücksichtigen. Falls die Verformungen einen nicht vernachlässigbaren Einfluß auf die Schnittgrößen haben, ist der Nachweis nach Theorie II. Ordnung zu führen. Hierbei sind alle Lasten, die auf die Bauwerksteile wirken, die durch den untersuchten Verband oder den untersuchten Rahmen ausgesteift werden, zu berücksichtigen. Bei der Untersuchung sind gegebenenfalls Nachgiebigkeiten in Anschlüssen und Stößen, z. B. bei Schraubenverbindungen mit Lochspiel größer 1 mm, zu berücksichtigen.

Scheiben aus Trapezprofilen, Riffelblechen, Beton, Stahlbeton, Stahlsteindecken, Mauerwerk<sup>2)</sup> können Aufgaben wie Verbände übernehmen.

Holzpfeilen dürfen zur Aussteifung von Binderobergurten herangezogen werden.

**6.2 Seile, Nachweise****6.2.1 Alle Seilarten**

(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 6.2.3.1)

Im Lastfall HS muß die Sicherheit gegenüber der wirklichen Bruchkraft bei Seilen einschließlich Endausbildung  $v_{HS} \geq 1,5$  betragen.

**6.2.2 Vollverschlossene Spiralseile**

(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 6.2.3.2)

Im Lastfall HS muß die Sicherheit gegen Gleiten bei der Berechnung von Kabelschellen, Umlenkklagern oder ähnlichen Bauteilen aus Stahl

- in Schellen  $v_{HS} \geq 1,0$  und
- in Umlenkklagern  $v_{HS} \geq 1,5$  betragen.

Im Lastfall HS müssen folgende Sicherheiten eingehalten werden, wenn für Umlenkklager, Schellen, Seilköpfe und Verankerungen Werkstoffe verwendet werden, für die sich aus Abschnitt 8 keine zulässigen Spannungen ermitteln lassen:

- gegen Bruch  $v_{HS} \geq 1,5$
- gegen die 0,2%-Dehngrenze  $v_{HS} \geq 1,0$ .

**7 Bemessungsannahmen für Verbindungen der Bauteile****7.1 Grundsätzliche Regeln für Anschlüsse und Stöße****7.1.1 Kontaktstöße**

(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 7.1.8)

Die Übertragung von Druckkräften durch Kontakt ist zulässig. Beim Nachweis sind gegebenenfalls – abhängig von der Ausführung – die lokalen Zusatzverformungen zu berücksichtigen. Die Lagesicherung ist sicherzustellen.

Im Sonderfall durchgehender Stützen von Geschoßbauten mit einem Schlankheitsgrad  $\lambda \leq 100$ , die nur planmäßig mittig auf Druck beansprucht werden und deren Stöße in den äußeren Viertelteilen der Geschoßhöhen angeordnet sind, dürfen die Deckungsteile und Verbindungsmittel der Stöße für die halbe Stützenlast berechnet werden, wenn die Stoßflächen rechtwinklig zur Stützenachse angeordnet sind, sofern kein genauerer Nachweis geführt wird.

(Siehe hierzu auch DIN 18 800 Teil 7, Ausgabe Mai 1983, Abschnitt 3.2.7).

An Kopf und Fuß von nur planmäßig mittig auf Druck beanspruchten Stützen brauchen bei rechtwinkliger Bearbeitung der Endquerschnitte und bei Anordnung ausreichend dicker Auflagerplatten die Verbindungsmittel der Anschlußteile nur für 10% der Stützenlast bemessen zu werden.

**7.1.2 Schwerachsen der Verbindungen**

(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 7.1.2)

Fallen bei Anschlüssen von Winkelstählen die Schwerlinien des Schweißnahtanschlusses oder die Rißlinien bei Schrauben- und Nietanschlüssen nicht mit der Schwerachse des anzuschließenden Stabes zusammen, dürfen die daraus entstehenden Exzentrizitäten beim Nachweis der Verbindungen unberücksichtigt bleiben.

**7.1.3 Lochleibungsdruck**

Für den Lochleibungsdruck in Bauteilen aus St 37 dürfen in zweischnittigen Verbindungen mit rohen Schrauben mit Lochspiel  $\Delta d \leq 1 \text{ mm}$  abweichend von DIN 18 800 Teil 1,

<sup>2)</sup> Siehe „Die Bautechnik“ 5/79, Seite 158 bis 163. Davies: „Stählerne Rahmen, die durch Mauerwerk ausgesteift sind“.

## DIN 18 801

Tabelle 7, Zeile 4, folgende erhöhte Spannungen (zul $\sigma_1$ ) zugelassen werden:

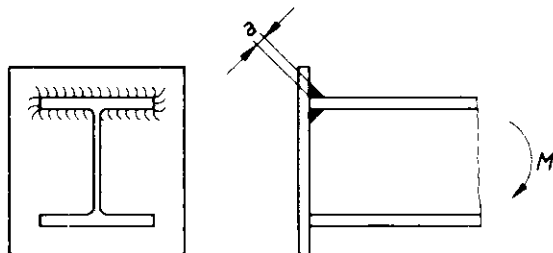
- 300 N/mm<sup>2</sup> im Lastfall H
- 340 N/mm<sup>2</sup> im Lastfall HZ

## 7.2 Schweißverbindungen

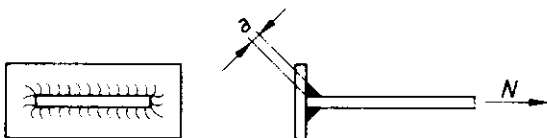
(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 7.3.1.3)

### 7.2.1 Stirnkehlnähte

Für die zulässigen Spannungen in symmetrischen Kehlnähten mit Beanspruchung senkrecht zur Nahttrichtung entsprechend Bild 1 an Bauteilen aus St 37 dürfen die Werte nach DIN 18 800 Teil 1, Tabelle 11, Zeilen 1 und 2 angesetzt werden.



a) Beanspruchung durch Biegemoment



b) Beanspruchung durch Normalkraft

Bild 1. Symmetrischer Kehlnahtanschluß bei Beanspruchung senkrecht zur Nahttrichtung

### 7.2.2 Nicht zu berechnende Nähte

Nicht berechnet zu werden brauchen:

- a) Stumpfnähte in Stößen von Stegblechen,
  - b) Halsnähte in Biegeträgern, die als
    - D(oppel)-HV-Naht (K-Naht)
    - HV-Naht
    - D(oppel)-HY-Naht (K-Stegnaht) oder
    - HY-Naht
 ausgeführt sind,
- siehe  
DIN 18 800  
Teil 1  
Tabelle 6,  
Zeilen 2 bis 6)

c) Nähte nach Tabelle 1

- wenn sie auf Druck beansprucht werden,
- wenn sie auf Zug beansprucht werden und ihre Nahtgüte nachgewiesen ist.

### 7.2.3 Nicht tragend anzunehmende Schweißnähte

Nähte, die wegen erschwelter Zugänglichkeit nicht einwandfrei ausgeführt werden können, sind in der Berechnung als nicht tragend anzunehmen. Dies kann z. B. gegeben sein bei Kehlnähten mit einem Kehlwinkel kleiner als 60°, sofern keine besonderen Maßnahmen getroffen werden.

### 7.2.4 Stumpfstöße in Form- und Stabstählen

Müssen Stumpfstöße in Formstählen ausnahmsweise ausgeführt werden, so sind in den Schweißnähten bei Beanspruchung durch Zug oder Biegezug

- bei den Stählen St 37-2 und USt 37-2 mit Materialdicken  $\geq 16$  mm die halben Werte der zulässigen Spannungen nach DIN 18 800 Teil 1, Tabelle 11, Zeile 2,
- bei anderen Stählen und Dicken die zulässigen Spannungen nach DIN 18 800 Teil 1, Tabelle 11, Zeile 5 einzuhalten.

### 7.2.5 Punktschweißung

Punktschweißung ist zulässig für Kraft- und Heftverbindungen, wenn nicht mehr als drei Teile durch einen Schweißpunkt verbunden werden.

Bei Punktschweißung sind in der Berechnung zur Vereinfachung – wie bei der Nietung – die Scher- und Lochleibungsspannungen nachzuweisen. Hierzu ist der Durchmesser  $d$  der Schweißpunkte vom Hersteller durch Vorversuche festzulegen.

In der Berechnung ist

$$d \leq 5\sqrt{t}$$

$d$  und  $t$  in mm

einzusetzen, wobei  $t$  die kleinste Dicke der zu verbindenden Teile ist.

Beim Nachweis der Verbindungen sind folgende Bedingungen einzuhalten:

- a) Scherspannung:  $\text{vorh } \tau_s \leq 0,65 \cdot \text{zul } \sigma$
- b) Lochleibungsspannung:
  - einschnittige Verbindung:  $\text{vorh } \sigma_l \leq 1,8 \cdot \text{zul } \sigma$
  - zweischnittige Verbindung:  $\text{vorh } \sigma_l \leq 2,5 \cdot \text{zul } \sigma$
 mit  
zul $\sigma$  nach DIN 18 800 Teil 1, Tabelle 7, Zeile 2.

Tabelle 1. Nicht zu berechnende Nähte

Nahtart	DIN 18 800 Teil 1 Tabelle 6	Bemerkungen
Stumpfnähte	Zeile 1	ausgenommen zugbeanspruchte Stumpfnähte in Form- und Stabstählen (siehe Abschnitt 7.2.4)
D(oppel)-HV-Nähte (K-Nähte)	Zeile 2	–
HV-Nähte	Zeilen 3 und 4	–
D(oppel)-HY-Nähte (K-Stegnahte)	Zeile 5	nur bei Druckbeanspruchung
HY-Nähte	Zeile 6	
Dreiblenchnähte	Zeile 13	–

In Kraftrichtung hintereinander sind mindestens 2 Schweißpunkte anzuordnen; es dürfen höchstens 5 in Kraftrichtung hintereinanderliegende Schweißpunkte als tragend in Rechnung gestellt werden. Diese Einschränkung gilt nicht für die Verbindung von Blechen, die vorwiegend Schub in ihrer Ebene abtragen.

## 8 Zulässige Spannungen

(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 8)

Für den Lastfall HS

- dürfen die zulässigen Spannungen für den Lastfall H nach DIN 18 800 Teil 1 Tabellen 7 bis 13 um 30% erhöht werden,
- darf die erforderliche Beanspruchung auf 77% derjenigen des Lastfalls H abgemindert werden,
- dürfen Nachweise nach Elastizitätstheorie II. Ordnung mit 1,3fachen Lasten geführt werden.

## 9 Grundsätze für die Konstruktion

### 9.1 Schraubenverbindungen

(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 9.2.1)

An Bauteilen, die derart belastet werden, daß ein Lockern der Schrauben nicht ausgeschlossen werden kann, sind die Muttern von Schraubenverbindungen gegen unbeabsichtigtes Lösen zu sichern, z. B. durch Vorspannen von Schrauben der Festigkeitsklasse 10.9 oder durch Kontern.

## 9.2 Schweißverbindungen

(zu DIN 18 800 Teil 1, Abschnitt 9.2.2)

### 9.2.1 Punktschweißung

Für die Abstände der Schweißpunkte untereinander und zum Rand sind die in Tabelle 2 genannten Grenzwerte einzuhalten.

## 10 Korrosionsschutz

Die Bemessung nach DIN 18 800 Teil 1 setzt voraus, daß während der Nutzung des Objektes keine die Standsicherheit beeinträchtigende Korrosion der Stahlbauteile und ihrer Verbindungen eintreten kann. Die Planung, Ausführung und Überwachung aller Korrosionsschutzarbeiten hat deshalb nach DIN 55 928 Teil 1 bis Teil 9, zu erfolgen. Dort nicht genannte Korrosionsschutzstoffe und -verfahren dürfen nur angewandt werden, wenn ihre Brauchbarkeit durch Gutachten einer hierfür geeigneten Materialprüfanstalt nachgewiesen ist.

## 11 Anforderungen an den Betrieb

Betriebe, die geschweißte Stahlkonstruktionen nach dieser Norm herstellen, müssen den Anforderungen von DIN 18 800 Teil 7, Ausgabe Mai 1983, Abschnitt 6 im Sinne des Großen oder Kleinen Eignungsnachweises genügen. Werden Bauteile mit Wanddicken  $< 3$  mm gefertigt, sind besondere Regeln hinsichtlich des schweißgerechten Konstruierens, der Fertigungstoleranzen und der Schweißfolge zu beachten.

Tabelle 2. Grenzwerte für die Abstände von Schweißpunkten untereinander und zum Rand

Kraftverbindung	Abstand $e_1$ der Schweißpunkte untereinander		$3d \leq e_1 \leq 6d$	
	Randabstand $e_2$ in Kraftrichtung		$2,5d \leq e_2 \leq 5d$	
	Randabstand $e_3$ rechtwinklig zur Kraftrichtung		$2d \leq e_3 \leq 4d$	
Heftverbindung		Beanspruchung der Bauteile	außenliegende Bauteile nicht umgebördelt	
	Abstand $e_H$ der Schweißpunkte untereinander	Druck	$e_H \leq 8d$ $e_H \leq 20t$	$e_H \leq 12d$ $e_H \leq 30t$
		Zug	$e_H \leq 12d$ $e_H \leq 30t$	$e_H \leq 18d$ $e_H \leq 45t$
	Randabstand $e_{HR}$	Druck	$e_{HR} \leq 4d$ $e_{HR} \leq 10t$	$e_{HR} \leq 6d$ $e_{HR} \leq 15t$
		Zug	$e_{HR} \leq 6d$ $e_{HR} \leq 15t$	$e_{HR} \leq 9d$ $e_{HR} \leq 22,5t$
	$d$ Schweißpunktdurchmesser nach Abschnitt 7.2.5 $t$ Dicke des dünnsten außenliegenden Teils			

### Zitierte Normen und andere Unterlagen

DIN 1055 Teil 1	Lastannahmen für Bauten; Lagerstoffe, Baustoffe und Bauteile, Eigenlasten und Reibungswinkel
DIN 1055 Teil 2	Lastannahmen für Bauten; Bodenkenngößen, Wichte, Reibungswinkel, Kohäsion, Wandreibungswinkel
DIN 1055 Teil 3	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten
DIN 1055 Teil 4	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten; Windlasten nicht schwingungsanfälliger Bauwerke
DIN 1055 Teil 5	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten; Schneelast und Eislast
DIN 1055 Teil 6	Lastannahmen für Bauten; Lasten in Silozellen
DIN 4149 Teil 1	Bauten in deutschen Erdbebengebieten, Lastannahmen; Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten
DIN 18 800 Teil 1	Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion
DIN 18 800 Teil 7	Stahlbauten; Herstellen, Eignungsnachweise zum Schweißen
DIN 55 928 Teil 1	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Allgemeines
DIN 55 928 Teil 2	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Korrosionsschutzgerechte Gestaltung
DIN 55 928 Teil 3	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Planung der Korrosionsschutzarbeiten
DIN 55 928 Teil 4	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Vorbereitung und Prüfung der Oberflächen
DIN 55 928 Teil 5	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Beschichtungsstoffe und Schutzsysteme
DIN 55 928 Teil 6	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Ausführung und Überwachung der Korrosionsschutzarbeiten
DIN 55 928 Teil 7	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Technische Regeln für Kontrollflächen
DIN 55 928 Teil 8	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Korrosionsschutz von tragenden dünnwandigen Bauteilen (Stahlleichtbau)
DIN 55 928 Teil 9	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Bindemittel und Pigmente für Beschichtungsstoffe
DAST-Ri 008	Richtlinien zur Anwendung des Traglastverfahrens im Stahlbau <sup>3)</sup>
Die Bautechnik <sup>4)</sup>	

### Frühere Ausgaben

DIN 1050: 08.34, 07.37xxxxx, 10.46, 12.57x, 06.68

DIN 4100: 05.31, 07.33, 08.34xxxx, 12.56, 12.68

### Änderungen

Gegenüber DIN 1050/06.68 und DIN 4100/12.68 wurden folgende Änderungen vorgenommen (siehe hierzu auch Erläuterungen):

- Inhalt im Zuge der Neuordnung des Stahlbaunormenwerks in Grund- (DIN 18 800 Teil 1) und Fachnorm (DIN 18 801) gegliedert.
- Anwendungsbereich auf Materialdicken  $\geq 1,5$  mm erweitert.
- Angaben zur Berechnung nach dem „Traglastverfahren“ geändert.
- Angaben zur Punktschweißung aufgenommen.

### Erläuterungen

Die vorliegende Norm, die im NABau-Arbeitsausschuß VIII 12 „Stahl im Hochbau“ erarbeitet wurde, stellt im Rahmen der Neuordnung des Stahlbaunormenwerks (siehe Übersicht 1) die Fachnorm für das Anwendungsgebiet „Stahlhochbau“ dar. Sie ersetzt zusammen mit der Grundnorm DIN 18 800 Teil 1 die bisherige „Hochbaunorm“ DIN 1050.

Bislang waren die für einen Stahlhochbau zu beachtenden Regelungen in einer Anzahl von Normen und Richtlinien angegeben, so z. B. in DIN 1000, DIN 1050, DIN 4100, Beiblatt 1 und 2 zu DIN 4100, DIN 4114 Teil 1 und Teil 2, DIN 4115, DAST-Ri 010, wobei diese Aufzählung noch unvollständig ist.

Durch die Neuordnung des Stahlbaunormenwerks wird eine erhebliche Straffung und Vereinfachung angestrebt.

In Grundnormen (z. B. DIN 18 800 Teil 1, siehe auch Übersicht 1) sind die für alle Anwendungsgebiete des Stahlbaus einheitlich zu beachtenden Regeln enthalten. Darüber hinaus gibt es für bestimmte Anwendungsgebiete Fachnormen (z. B. DIN 18 801, siehe auch Übersicht 1), die dann lediglich die in diesem Bereich zusätzlich zu beachtenden besonderen Regelungen enthalten.

#### Zu Abschnitt 1

Gegenüber DIN 1050 ist die untere Materialdicke von 4 mm einheitlich auf 1,5 mm herabgesetzt worden. Die noch im

<sup>3)</sup> Bezugsquelle: Stahlbau-Verlag GmbH, Ebertplatz 1, 5000 Köln 1

<sup>4)</sup> Bezugsquelle: Wilhelm Ernst & Sohn, Hohenzollerndamm 170, 1000 Berlin 31

Entwurf zur Norm enthaltene und aus DIN 4115 übernommene Staffelung der Mindestmaterialdicken – im Hinblick auf Korrosion – nach innen und außen liegenden Bauteilen, sowie offenen und Hohlprofilen wurde fallengelassen, da auch innen liegende Bauteile einem erhöhten Korrosionsangriff ausgesetzt sein können und außerdem für die Anwendbarkeit dieser Norm ein ausreichender Korrosionsschutz Grundvoraussetzung ist (siehe Abschnitt 10).

Durch die Begrenzung der Materialdicke nach unten sind dünnere Bauteile nicht – wie vielfach fälschlicherweise angenommen – verboten; ihre Anwendung ist lediglich nicht durch **diese** Norm geregelt.

Werden in anderen Normen, z. B. über Stahltrapezprofile oder Abhängungen von Deckenbekleidungen Regelungen für dünnere Materialdicken getroffen, so sind diese im Rahmen des Anwendungsbereiches dieser Norm anwendbar.

#### Zu Abschnitt 5.2

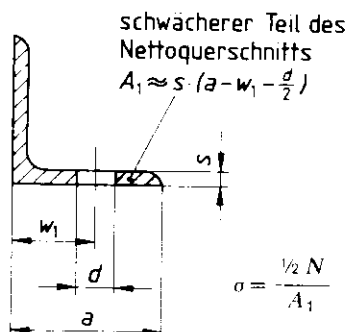
Die Berücksichtigung von Formänderungen beschränkt sich im allgemeinen nicht nur auf die Schnittkraftermittlung bei Nachweisen nach Theorie II. Ordnung.

Formänderungen können unter Umständen auch zu einer Erhöhung der anzusetzenden Lasten führen. Zum Beispiel können Formänderungen bei Flachdächern größere Wasseransammlungen verursachen, die erhöhten Lastansatz erforderlich machen. Im allgemeinen sind auch die Formänderungen stabilisierender Bauteile zu überprüfen und so zu begrenzen, daß die Bauteile tatsächlich ihren Zweck erfüllen.

#### Zu Abschnitt 6.1.1.3

Die bisher in DIN 1050 enthaltene Vereinfachung, daß bei einem auf Zug beanspruchten Winkelstahl das durch den in der Regel ausmittigen Anschluß verursachte Biegemoment unberücksichtigt bleiben darf, sofern die mittig gedachte Zugspannung  $0,8$  zu  $\sigma$  nicht überschreitet, ist bei „Ein-Schraubenanschlüssen“ nicht mehr vertretbar.

Nach den Regeln der Grundnorm ist hierbei der Nachweis mit der halben zu übertragenden Kraft und dem schwächeren Teil  $A_1$  des Nettoquerschnitts (Beispiel siehe Bild) zu führen. Der angeschlossene Winkelschenkel ist dabei quasi als Flachstahl zu betrachten, wobei außerdem zu beachten ist, daß bei Einhaltung der Wurzelmaße nach DIN 997 das Schraubenloch in der Regel nicht in der Mitte des betrachteten Schenkels liegt.



#### Zu Abschnitt 6.1.2.3

Die aufgeführten Näherungsformeln sind aus dem Traglastverfahren abgeleitet und gelten in den angegebenen Gren-

zen. Für Träger mit einem konstant über die Länge durchlaufenden Profil, das an Stößen volle Querschnittsdeckung aufweist, braucht stets nur die Vollast ( $\max q$ ) als Belastung  $q$  angesetzt zu werden.

Die Näherungsformeln dürfen nicht verwendet werden, wenn in einem Feld die Vollast ( $\max q$ ) und gleichzeitig in einem anderen Feld eine zur Wirkungsweise von  $\max q$  negative Gleichstreckenlast auftreten kann.

Bei der Wahl unterschiedlicher Profile bzw. bei Trägerstößen ohne volle Querschnittsdeckung ist anhand der extremen Schnittgrößen nachzuweisen, daß die Konstruktion ausreichend dimensioniert ist. Man verhindert damit das vorzeitige Auftreten eines Fließgelenkes bzw. die Reduktion der erforderlichen Sicherheit.

#### Zu Abschnitt 6.1.4

Voraussetzung für die Verwendung von Holzplatten zur Aussteifung von Binderobergurten ist, daß der Schlupf der Verbindungsmittel nicht größer ist als z. B. beim Anschluß von Stahlplatten mit rohen Schrauben.

#### Zu Abschnitt 7.1.1

Die Übertragung von Druckkräften durch Kontakt ist im Stahlhochbau üblich und bewährt.

Eine einwandfreie und verformungsarme Übertragung von Druckkräften durch Kontakt setzt eine saubere Bearbeitung der Kontaktflächen voraus, mit der ein vollflächiges Anliegen auch ohne Kraftübertragung gesichert ist und mit der erreicht wird, daß die Wirkungslinie der Kraft etwa normal zur Kontaktfläche steht. Schließlich muß durch konstruktive Maßnahmen dafür gesorgt werden, daß die gegenseitige Lage der Kontaktflächen gesichert ist.

Versuche haben gezeigt, daß auch bei sorgfältiger Ausführung ein voller Kontakt vor Aufbringen der Last nicht zu erreichen ist. Es ist daher mit einem „Setzen“ der Konstruktion zu rechnen. (Dies tritt bei Übertragung von Kräften über Paßschrauben-, über gleitfeste Reib- und über Schweißverbindungen nicht in diesem Maß auf, so daß lokale Zusatzverformungen in diesen Verbindungen vernachlässigt werden).

Falls Konstruktionen in ihrer Gebrauchsfähigkeit gegen die Auswirkungen lokaler Zusatzverformungen in Kontaktstößen empfindlich sind, sind diese nach Bearbeitungsgrad zu schätzen und gegebenenfalls zu berücksichtigen. Versuche können in kritischen Fällen zu einer sicheren Beurteilung führen.

Bei der Übertragung von Druckkräften durch Kontakt muß besonders sorgfältig geprüft werden, ob auch unter Berücksichtigung der Unsicherheiten bei den Lastannahmen, der Unvollkommenheiten bei der Berechnung der Schnittgrößen und der Verformungen immer Druckkräfte auftreten. Falls dies nicht gesichert ist, ist eine angemessene Übertragung von Zugkräften durch entsprechende Verbindungen sicherzustellen.

Bei der Beurteilung lokaler Stabilitätsprobleme, z. B. bei der Beulsicherheit dünner Bleche im Bereich von Kontaktstößen ist zu berücksichtigen, daß im allgemeinen durch den Kontaktstoß größere geometrische Imperfektionen als sonst in Kauf genommen werden müssen, z. B. ein kleiner Versatz der Mittellinien der gestoßenen Bleche.

## DIN 18 801

Übersicht 1. **Vorgesehene Gliederung in Grund- und Fachnormen**

Neue bzw. geplante Regelungen	Grundnormen	Zur Zeit gültige Regelungen
DIN 18 800 Teil 1	Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion	DIN 4114 Teil 1 und Teil 2  DIN 4114 Teil 1 und Teil 2 DAST-Ri 012  Sonderfälle in DIN 15 018, DIN 4119, DIN 4133  Richtlinien für Stahlverbundträger
DIN 18 800 Teil 2 (z. Z. Entwurf)	Stahlbauten; Stabilitätsfälle; Knicken von Stäben und Stabwerken	
	Stahlbauten; Stabilitätsfälle; Beulen von Platten	
	Stahlbauten; Stabilitätsfälle; Beulen von Schalen	
	Stahlbauten; Verbundkonstruktionen, Grundlagen	
	Stahlbauten; Bemessung bei häufig wiederholter Beanspruchung	
DIN 18 800 Teil 7	Stahlbauten; Herstellen, Eignungsnachweise zum Schweißen	
	Stahlbauten; Erhaltung	

Neue bzw. geplante Regelungen	Fachnormen	Zur Zeit gültige Regelungen
DIN 18 801	Stahlhochbau; Bemessung, Konstruktion, Herstellung	DIN 3397; DIN 4119 Teil 1 und Teil 2  DIN 4131  DIN 4132  DIN 4133
	Niedrigdruckgasbehälter und oberirdische Tankbauwerke	
	Antennentragwerke aus Stahl; Berechnung und Ausführung	
	Kranbahnen; Stahltragwerke; Grundsätze für Berechnung, bauliche Durchbildung und Ausführung	
	Schornsteine aus Stahl; Statische Berechnung und Ausführung	
DIN 18 806 Teil 1 (z. Z. Entwurf)	Verbundkonstruktionen; Verbundstützen	
DIN 18 807 Teil 1 (z. Z. Entwurf)	Trapezprofile im Hochbau; Stahltrapezprofile, Allgemeine Anforderungen, Ermittlung der Tragfähigkeitswerte durch Berechnung	
DIN 18 807 Teil 2 (z. Z. Entwurf)	Trapezprofile im Hochbau, Stahltrapezprofile; Durchführung und Auswertung von Traglastversuchen	
DIN 18 807 Teil 3 (z. Z. Entwurf)	Trapezprofile im Hochbau, Stahltrapezprofile; Festigkeitsnachweis und konstruktive Ausbildung	
DIN 18 808 (z. Z. Entwurf)	Stahlbauten; Tragwerke aus Hohlprofilen unter vorwiegend ruhender Beanspruchung	
	Stählerne Straßenbrücken	DIN 4115
	Verbundträger-Straßenbrücken	DIN 1073, DIN 1079, DIN 4101  Richtlinien für Stahlverbundträger

**Internationale Patentklassifikation**

E 04 B 1-08



**23236****DIN 4421 - Traggerüste**

RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung  
v. 19. 10. 1984 - V B 4 - 525.110

**1 Die Norm**

**DIN 4421** (Ausgabe August 1982) -  
Traggerüste; Berechnung, Konstruktion und  
Ausführung -

**Anlage** wird hiermit nach § 3 Abs. 3 der Landesbauordnung  
(BauO NW) bauaufsichtlich eingeführt und als Anlage  
bekanntgegeben.

Die Norm DIN 4421 ersetzt:

die sich auf Traggerüste beziehenden Festlegungen der  
Norm DIN 4420 (Ausgabe Januar 1952 x) - Gerüstord-  
nung -, die entsprechend RdErl. v. 7. 4. 1977 (MBl. NW.  
S. 469/SMBL. NW. 23236) weiter anzuwenden waren,

die Ergänzenden Bestimmungen zu DIN 4420 (Ausgabe  
September 1973) - Gerüstordnung -, eingeführt und be-  
kanntgegeben durch RdErl. v. 4. 4. 1974 (MBl. NW. S.  
560/SMBL. NW. 23236),

die Richtlinien für die zulässige Belastung und Anwen-  
dung von Baustützen aus Stahl, Schalungsträgern, Ge-  
rüstkupplungen, eingeführt und bekanntgegeben durch  
RdErl. v. 24. 11. 1972 (MBl. NW. S. 122/SMBL. NW. 23236).

**2** Bei der Anwendung der Norm DIN 4421 (Ausgabe Au-  
gust 1982) ist zu beachten, daß für die Bemessung und  
Ausführung von Stahlbauteilen und für Schweißverbin-  
dungen sowie für den Eignungsnachweis der Schweiß-  
betriebe die Normen DIN 18 800 Teile 1 und 7 und DIN  
18 801 an die Stelle von DIN 1000, DIN 1050 und  
DIN 4100 einschließlich der Beiblätter 1 und 2 getreten  
sind.

**3** Die RdErl. v. 24. 11. 1972 (SMBL. NW. 23236), v. 4. 4. 1974  
(SMBL. NW. 23236) und v. 7. 4. 1977 (SMBL. NW. 23236)  
werden aufgehoben.

DK 69.057.6.07-182.66 : 001.4  
: 620.22 : 624.04

DEUTSCHE NORM

Anlage  
August 1982

	<b>Traggerüste</b> Berechnung, Konstruktion und Ausführung	<b>DIN</b> <b>4421</b>
--	---	---------------------------

Falsework; calculation, design and construction

Echafaudages d'etaitement; calcul, construction et exécution

Diese Norm wurde im Fachbereich Einheitliche Technische Baubestimmungen des NABau ausgearbeitet.

Die Benennung „Last“ wird für Kräfte verwendet, die von außen auf ein System einwirken; das gilt auch für zusammengesetzte Wörter mit der Silbe ... „Last“ (siehe DIN 1080 Teil 1).

Die Verwendung von Baustoffen und Bauteilen sowie die Anwendung von Bauarten, die in dieser Norm nicht erfaßt sind, bedürfen nach den bauaufsichtlichen Vorschriften eines Nachweises ihrer Brauchbarkeit, z. B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung. Einige Gerüstbauteile – auf sie wird in dieser Norm besonders hingewiesen – bedürfen nach den Prüfzeichenverordnungen der Länder eines Prüfzeichens, falls sie nicht nach einer in der Anlage zur Prüfzeichenverordnung genannten Norm hergestellt, überwacht (güteüberwacht) und gekennzeichnet werden. Zulassungen und Prüfzeichen werden vom Institut für Bautechnik, Berlin, erteilt.

## Inhalt

### 1 Anwendungsbereich

#### 2 Begriffe

- 2.1 Traggerüste
- 2.2 Gerüstbauteile
- 2.2.1 Kupplungen mit Schraub- und Keilverschluß
- 2.2.2 Trägerklemmen
- 2.2.3 Baustützen aus Stahl mit Ausziehvorrichtung
- 2.2.4 Schrägstützen mit Ausziehvorrichtung
- 2.2.5 Rahmenstützen
- 2.2.6 Tragkonsolen
- 2.2.7 Längenverstellbare Schalungsträger

#### 3 Traggerüstgruppen

- 3.1 Einteilung
- 3.2 Traggerüste der Gruppe I
- 3.3 Traggerüste der Gruppe II
- 3.4 Traggerüste der Gruppe III
- 3.5 Verschiedene Gerüstgruppen in einem Traggerüst

#### 4 Werkstoffe für tragende Gerüstbauteile

- 4.1 Werkstoffe
- 4.2 Schweißbeignung

#### 5 Konstruktive Anforderungen

- 5.1 Allgemeine Anforderungen
- 5.1.1 Bauteile
- 5.1.1.1 Holzschutz von Holzbauteilen
- 5.1.1.2 Mindestdicken und Korrosionsschutz bei Stahlbauteilen
- 5.1.1.3 Schalungsträger

- 5.1.1.4 Stützen mit Ausziehvorrichtung

- 5.1.1.5 In Rohre eingesteckte Kopf- und Fußspindeln

- 5.1.1.6 Tragkonsolen

- 5.1.1.7 Zugglieder aus Spannstahl

- 5.1.1.8 Schalungsanker

- 5.1.1.9 Spindeln bei Holzgerüsten

- 5.1.2 Verbindungen

- 5.1.2.1 Allgemeines

- 5.1.2.2 Vertikale Steckverbindungen

- 5.1.2.3 Schrauben und Bolzen

- 5.1.2.4 Verschwertungsklammern

- 5.1.3 Verformungsfähigkeit

- 5.1.4 Gründungen

- 5.2 Zusätzliche Anforderungen für Traggerüste der Gruppen I und II

- 5.2.1 Traggerüste der Gruppe I

- 5.2.2 Traggerüste der Gruppe II

- 5.2.2.1 Ausschottung von Profilträgern

- 5.2.2.2 Stützenkonstruktionen

- 5.2.2.3 Verbände aus Rohren und Kupplungen

- 5.2.2.4 Verbände zwischen Fachwerkträgern

#### 6 Standsicherheit

- 6.1 Grundlagen

- 6.2 Geometrische Imperfektionen

- 6.3 Einwirkungen

- 6.3.1 Ständige Einwirkungen

- 6.3.1.1 Eigenlast

- 6.3.1.2 Frischbeton

- 6.3.1.3 Setzungen

**DIN 4421**

- 6.3.1.4 Horizontale Ersatzlast
- 6.3.2 Einwirkungen mit begrenzter Dauer
  - 6.3.2.1 Ersatzlasten aus Arbeitsbetrieb
  - 6.3.2.2 Windlasten
  - 6.3.2.3 Temperatur
  - 6.3.2.4 Schneelasten
  - 6.3.2.5 Absenken von Traggerüsten
- 6.4 Schnittgrößen – statische Systeme
  - 6.4.1 Traggerüste der Gruppe III
  - 6.4.2 Traggerüste der Gruppe II
    - 6.4.2.1 Lastverteilung
    - 6.4.2.2 Anschlußexzentrizitäten und Nachgiebigkeit der Verbindungsmittel
    - 6.4.2.3 Stützjoche
    - 6.4.2.4 Aussteifung von Rüstbindern
    - 6.4.2.5 Schnittgrößen infolge Temperatur- und Setzungsdifferenzen
    - 6.4.2.6 Nachweis von Biegeträgern aus Walzstahlprofilen
  - 6.4.3 Traggerüste der Gruppe I
- 6.5 Nutzbare Widerstände zu  $R$ 
  - 6.5.1 Allgemeines
  - 6.5.2 Zulässige Spannungen für Traggerüstbauteile und Verbindungsmittel aus Stahl
  - 6.5.3 Kupplungen
  - 6.5.4 Rohrkupplungsverbände bei Traggerüsten der Gruppe II
  - 6.5.5 Baustützen aus Stahl mit Ausziehvorrichtung
  - 6.5.6 Spindeln
  - 6.5.7 Regelmäßig gelochte Rohre
  - 6.5.8 Zuglieder aus Spannstahl
  - 6.5.9 Reibung
  - 6.5.10 Gründungen
- 7 Bautechnische Unterlagen für die Baustelle**
  - 7.1 Allgemeine Anforderungen
  - 7.2 Zusätzliche Anforderungen bei Traggerüsten der Gruppe I
  - 7.3 Zusätzliche Anforderungen bei Traggerüsten der Gruppen II und III
    - 7.3.1 Unterlagen für die Baustelle
    - 7.3.2 Koordinierung
    - 7.3.3 Ausführungsprotokoll
- 8 Kennzeichnung**
  - Anhang A
  - Zulässige Lasten für Kupplungen
  - Zitierte Normen und andere Unterlagen

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Traggerüste.

## 2 Begriffe

### 2.1 Traggerüste

Traggerüste dienen in der Regel

- der Stützung von Massiv-Tragwerken, bis diese ausreichende Tragfähigkeit erreicht haben,
- der Aufnahme der beim Herstellen, Instandhalten, Ändern oder Beseitigen von baulichen Anlagen auftretenden Lasten von Bauteilen, Geräten und Transportmitteln,
- der vorübergehenden Lagerung von Baustoffen, Bauteilen und Geräten.

Sie sind Baukonstruktionen, die im allgemeinen an der Verwendungsstelle aus Einzelteilen zusammengesetzt und wieder auseinandergenommen werden können.

Zu den Traggerüsten gehören auch deren Gründungen.

### 2.2 Gerüstbauteile

Gerüstbauteile sind alle Teile, welche auf Traggerüste wirkende Lasten weiterzuleiten haben oder andere Gerüstbauteile aussteifen. Dazu zählt auch die Schalhaut, soweit sie für das Traggerüst stützende Aufgaben hat.

#### 2.2.1 Kupplungen mit Schraub- und Keilverschluß <sup>1)</sup>

Kupplungen sind Vorrichtungen zur kraftschlüssigen Verbindung zweier Gerüstrohre oder von Gerüstrohren mit anderen Bauteilen.

#### 2.2.2 Trägerklemmen <sup>2)</sup>

Trägerklemmen sind Vorrichtungen zur kraftschlüssigen Verbindung von Bauteilen aus Profil- und Flachstählen.

#### 2.2.3 Baustützen aus Stahl mit Ausziehvorrichtung <sup>1)</sup>

Baustützen mit Ausziehvorrichtung sind teleskopartig verstellbare Druckstäbe zur Unterstützung von Schalungen und Bauteilen.

#### 2.2.4 Schrägstützen mit Ausziehvorrichtung

Schrägstützen sind teleskopartig verstellbare Zug- oder Druckstäbe zur Sicherung und Ausrichtung von Bauteilen im Montagezustand.

#### 2.2.5 Rahmenstützen

Rahmenstützen sind mehrstielige Stützen, die aus vorgefertigten Fachwerk- oder Rahmenscheiben oder aus diesen und Ausfachungsteilen zusammengesetzt werden.

#### 2.2.6 Tragkonsolen

Tragkonsolen sind Einzelteile von Konsolgerüsten, die Schalungselemente tragen und zugleich als Arbeits- und Schutzgerüste dienen können.

#### 2.2.7 Längenverstellbare Schalungsträger <sup>1)</sup>

Längenverstellbare Schalungsträger sind Biegeträger veränderlicher Stützweite. Sie dienen vorwiegend zur unmittelbaren Unterstützung der Schalung.

## 3 Traggerüstgruppen

### 3.1 Einteilung

Es werden drei Traggerüstgruppen unterschieden, die gleichen Sicherheitsanforderungen in unterschiedlicher Weise genügen. Die Wahl der Traggerüstgruppe ist dem Ausführenden überlassen. Der Anwendungsbereich der Traggerüstgruppe I ist jedoch nach Abschnitt 3.2 beschränkt.

#### 3.2 Traggerüste der Gruppe I

In Gruppe I dürfen nur Traggerüste eingestuft werden, mit Einbauhöhen bis zu 5,0 m und Stützweiten bis zu 6,0 m und bei denen die senkrecht wirkenden

- gleichmäßig verteilten Lasten  $8,0 \text{ kN/m}^2$  nicht überschreiten und
- Gleichstreckenlasten von Balken, Unterzügen und ähnlichem  $15,0 \text{ kN/m}$  nicht überschreiten.

Zu den Traggerüsten der Gruppe I können außerdem senkrechte, geankerte Schalungskonstruktionen mit Höhen bis zu 5,0 m und senkrechten Ankerabständen bis zu 3,0 m sowie Schalungen für Stützen, Säulen und Pfeiler mit Querschnitten bis  $1,5 \text{ m}^2$  zählen. Als senkrecht gelten Schalungen, die zur Waagerechten einen Winkel von  $90^\circ \pm 10^\circ$  aufweisen.

Auf Zeichnungen darf bei dieser Traggerüstgruppe verzichtet werden. Die Standsicherheit braucht nach Abschnitt 6.4.3 nur nachgewiesen zu werden, wenn die fachliche Erfahrung zur Beurteilung nicht ausreicht. Der Standsicherheitsnachweis ist dabei unter Berücksichtigung des Gruppenfaktors  $\gamma_T$  nach Abschnitt 6.1 zu führen.

Werden serienmäßig hergestellte Bauteile, bei denen der nutzbare Widerstand für die Traggerüstgruppen II und III berechnet worden ist, in Gruppe I eingesetzt, so dürfen die Forderungen nach Abschnitt 7.3 entfallen.

#### 3.3 Traggerüste der Gruppe II

Bei Traggerüsten der Gruppe II sind alle wesentlichen, für die Standsicherheit erforderlichen Tragglieder und ihre Anschlüsse statisch nachzuweisen. Sie dürfen mit den Vereinfachungen nach Abschnitt 6.4.2 berechnet werden.

Es sind Übersichtszeichnungen erforderlich, die die Konstruktion in Grundrissen und Schnitten eindeutig festlegen. Wesentliche Details sind darzustellen.

#### 3.4 Traggerüste der Gruppe III

Traggerüste der Gruppe III stellen hohe Anforderungen an die rechnerische Erfassung des tatsächlichen Tragverhaltens. Dies gilt insbesondere hinsichtlich des statischen Systems und der Lagerung. Dabei müssen alle Einflüsse berücksichtigt werden, von denen die Ermittlung der auf die Gerüstbauteile wirkenden Beanspruchungen abhängt. Es sind Übersichtszeichnungen erforderlich, die die Konstruktion in Grundrissen und Schnitten eindeutig festlegen. Wesentliche Details sind darzustellen. Die zeichnerische Darstellung muß den erhöhten Anforderungen der Gruppe III genügen. Konstruktionen nach DIN 18800 Teil 1 bzw. DIN 1052 Teil 1 entsprechen Traggerüsten der Gruppe III.

#### 3.5 Verschiedene Gerüstgruppen in einem Traggerüst

Ein Traggerüst darf dann in mehrere Gerüstabschnitte verschiedener Gerüstgruppen eingeteilt werden, wenn die

<sup>1)</sup> Zur Zeit nach den bauaufsichtlichen Vorschriften prüfzeichenpflichtig

<sup>2)</sup> Zur Zeit nach den bauaufsichtlichen Vorschriften Nachweis der Brauchbarkeit erforderlich



### 5.1.1.2 Mindestdicken und Korrosionsschutz bei Stahlbauteilen

Stahlbauteile müssen mindestens 2,0 mm dick sein. Rohre, an die Kupplungen angeschlossen werden sollen, müssen eine Wanddicke von mindestens 3,2 mm aufweisen.

Serienmäßig hergestellte Gerüstbauteile mit Wanddicken bis zu 3,0 mm müssen bei der Herstellung mindestens einen Korrosionsschutz nach DIN EN 39 erhalten.

### 5.1.1.3 Schalungsträger

Schalungsträger dürfen auf Mauerwerk nur aufgelegt werden, wenn dieses mindestens 24 cm dick ist, vor der Belastung ausreichend erhärtet ist und in seinen oberen drei Schichten unter dem Trägersauflager Steine mit einer Mindestdruckfestigkeit von 6 MN/m<sup>2</sup> in Mörtel der Mörtelgruppe II vermauert sind.

Längenverstellbare Schalungsträger aus Metall sind mit ganzer Klaue vollflächig aufzulegen.

### 5.1.1.4 Stützen mit Ausziehvorrichtung

Stützen mit Ausziehvorrichtung sind am Kopf und Fuß seitlich unverschieblich zu halten. Platten für Nagelan-schlüsse von Verschwertungen sind nicht zulässig. Verbände dürfen z. B. mit Kupplungen oder Verschwertungs-kammern angeschlossen werden (siehe aber Abschnitt 5.1.1.2).

### 5.1.1.5 In Rohre eingesteckte Kopf- und Fußspindeln

Die Gewinde der Spindeln sind konstruktiv so zu begrenzen, daß die Rohre die Spindeln mindestens 150 mm übergreifen.

### 5.1.1.6 Tragkonsolen

Aufhängevorrichtungen von Tragkonsolen müssen Einrichtungen besitzen, die ein unbeabsichtigtes Lösen ausschließen. Tragkonsolen müssen außerdem Einrichtungen aufweisen, die das Anbringen eines Seitenschutzes nach DIN 4420 Teil 1 ermöglichen.

### 5.1.1.7 Zugglieder aus Spannstahl

Der Einsatz von Spannstählen als Stahlzugglied ist nur erlaubt, wenn die Spannstähle in prinzipieller Übereinstimmung mit den entsprechenden Zulassungen verankert werden, wenn sie ausreichend korrosionsschutz sind und wenn bei der Konstruktion die besonderen Spannstahleigenschaften berücksichtigt werden. Hinweise auf

den Korrosionsschutz und die Konstruktion gibt die Vorläufige Richtlinie für Zugglieder aus Spannstählen (Ausgabe Dezember 1976) Abschnitte 3 und 5. Danach braucht z. B. neuwertiger Spannstahl St 835/1030 oder einer geringeren Festigkeit bei einer Einsatzdauer von etwa 6 Monaten unter bestimmten Bedingungen keinen Korrosionsschutz.

Spannstähle mit einer Zugfestigkeit  $\beta_z > 1100 \text{ N/mm}^2$  dürfen nicht verwendet werden (siehe auch Abschnitt 6.5.8). Querschwingungen infolge Windeinwirkung müssen durch geeignete konstruktive Maßnahmen weitgehend gedämpft werden.

### 5.1.1.8 Schalungsanker

Schalungsanker sind in Übereinstimmung mit DIN 18 216 zu verwenden.

### 5.1.1.9 Spindeln bei Holzgerüsten

Bei Spindeln, welche nicht mit dem Traggerüst verbunden sind (z. B. bei hölzernen Traggerüsten), sind Ausmittigkeiten zu vermeiden und gegebenenfalls konstruktive Stabilisierungsmaßnahmen vorzusehen.

## 5.1.2 Verbindungen

### 5.1.2.1 Allgemeines

Für stahlbaumäßige Verbindungen gelten DIN 1050, DIN 18 800 Teil 1 und DIN 4100; in brückenähnlichen Konstruktionen, z. B. Vorschub- und Vorbaugeräten, gelten DIN 4101 uneingeschränkt und DIN 1073 (Ausgabe Juli 1974) mit Ausnahme von Abschnitt 7.1.1.2 sowie des letzten Satzes von Abschnitt 7.1.1.1.

Verbindungen müssen Vorkehrungen gegen ein unbeabsichtigtes Lösen und eine unbeabsichtigte Lageänderung haben. Für Holzverbindungen gilt DIN 1052 Teil 1 und Teil 2.

### 5.1.2.2 Vertikale Steckverbindungen

Vertikale Steckverbindungen gelten als gegen unbeabsichtigtes Lösen gesichert, wenn die Übergreifungslänge mindestens 150 mm beträgt.

### 5.1.2.3 Schrauben und Bolzen

Verbindungen mit einem Bolzen oder einer Schraube sind zulässig.

Hinsichtlich der zulässigen Spannungen in Stahlbauteilen, siehe Tabelle 5.

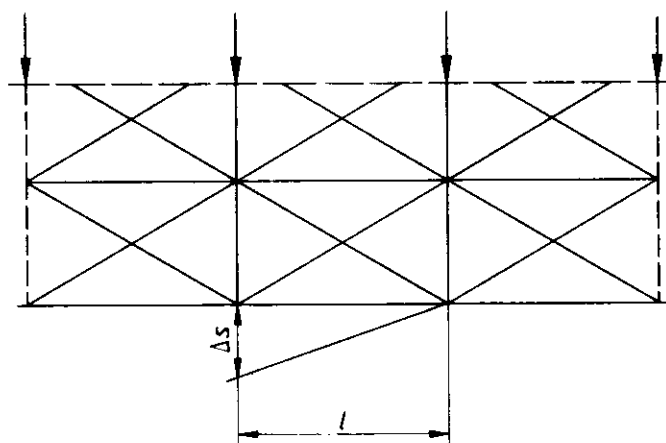


Bild 1. Unterschiedliche Setzungen in Stützkonstruktionen

## DIN 4421

Schrauben und Bolzen in Holzbauteilen sind vor dem Aufbringen der Belastungen nachzuziehen.

#### 5.1.2.4 Verschwertungsklammern

Verschwertungsklammern dürfen in Traggerüsten der Gruppe I allgemein und in Traggerüsten der Gruppen II und III nur zum Anschluß von Aussteifungen an Baustützen aus Stahl mit Ausziehvorrichtung verwendet werden.

#### 5.1.3 Verformungsfähigkeit

Bei kleinen Setzungsunterschieden darf die Tragfähigkeit von statisch unbestimmt gelagerten Stützkonstruktionen nicht nennenswert abfallen (siehe Abschnitt 6.3.1.3). Dies ist der Fall, wenn unterschiedliche Setzungen von

$$\Delta s = 25 \cdot 10^{-4} \cdot l \leq 5 \text{ mm mit } l \text{ in mm} \quad (1)$$

zu einem Traglastabfall von nicht mehr als 10% führen (siehe Bild 1).

Auf einen Nachweis darf verzichtet werden

- bei Traggerüsten der Gruppe I,
- bei Traggerüsten der Gruppe II, wenn keine Zweifel an der Erfüllung dieses Kriteriums bestehen, z. B. bei Traggerüsten mit Rohrkupplungsverbänden und Traggerüsten aus Holz.

#### 5.1.4 Gründungen

Abweichend von DIN 1054 dürfen Gründungen von Traggerüsten ohne Einbindetiefe ausgeführt werden, wenn

- während der Standzeit der Gerüste ein Ausspülen des umgebenden Bodens und Unterspülen des Fundamentes durch Oberflächen- oder Schichtwasser verhindert wird (z. B. durch Drainagen, Entwässerungsgräben, Oberflächenbefestigungen mit Zementmilch, Geländeabgleich),
- bei bindigen Böden die Sohlfläche vor Herstellung der Fundamente durch eine mindestens 10 cm dicke eingerüttelte Schicht aus Sand oder einem anderen wasserdurchlässigen Material verbessert wird und in die Nutzungszeit des Gerüsts keine Frostperiode fällt,
- bei nichtbindigen Böden der Grundwasserspiegel nicht höher als 1,0 m unter der Gründungssohle ansteht oder in die Nutzungszeit keine Frostperiode fällt,

- die Neigung der Geländeoberfläche – ausgenommen bei Fels – weniger als 8 % beträgt.

Auf Fels sind Flächengründungen ohne oder mit geringer Einbindetiefe abweichend von DIN 1054, Ausgabe November 1976, Abschnitt 4.1.1, auch auf verwitterten Fels, zulässig, falls keine Beeinträchtigung durch Frost oder Oberflächenwasser zu befürchten ist.

Von diesen Bedingungen darf in Übereinstimmung mit einem Grundbausachverständigen abgewichen werden. Mehrlagige Kantholzunterlagen zum Höhenausgleich sind bei Gründungen kreuzweise auszuführen. Bei mehr als zwei übereinanderliegenden Kanthölzern und bei Kreuzstapeln mit mehr als 40 cm Höhe ist die Standsicherheit nachzuweisen. Bei Pfahlgründungen ist besonders auf eine zentrische Lasteinleitung und eine ordnungsgemäße Ableitung der Kräfte zu achten.

### 5.2 Zusätzliche Anforderungen für Traggerüste der Gruppen I und II

#### 5.2.1 Traggerüste der Gruppe I

Traggerüste der Gruppe I müssen am Fuß und Kopf horizontal unverschieblich gelagert sein. Die Lagerung am Kopf darf entfallen, wenn die Ableitung der Horizontal-lasten durch die Stütze selbst sichergestellt werden kann. Als Aussteifung sind Dreieckverbände mit etwa 45° Neigung der Diagonalstäbe anzuordnen. Ihre Stäbe sind so zu führen, daß Biegebeanspruchungen der Stützen vermieden werden.

Dreieckverbände dürfen in solchen Stützenfeldern entfallen, die durch benachbarte, ausgesteifte Felder oder durch standfeste Bauteile unverschieblich gehalten sind. Für Holzstützen sind Kanthölzer mit mindestens 8 cm Kantenlänge oder Rundhölzer mit mindestens 7 cm Zopfdurchmesser zu verwenden. Nur jede dritte Holzstütze darf einmal gestoßen werden. Der Stoß darf nicht im mittleren Drittel der Stütze liegen.

Die Maße der Grundplatten von stählernen Kopf- und Fußspindeln müssen mindestens 150 mm x 150 mm x 8 mm betragen.

#### 5.2.2 Traggerüste der Gruppe II

##### 5.2.2.1 Ausschüttung von Profilträgern

Ausschüttungen in Profilträgern sollen wegen der Schwierigkeit der sachgemäßen Ausführung nicht durch Holzverkeilungen hergestellt werden.

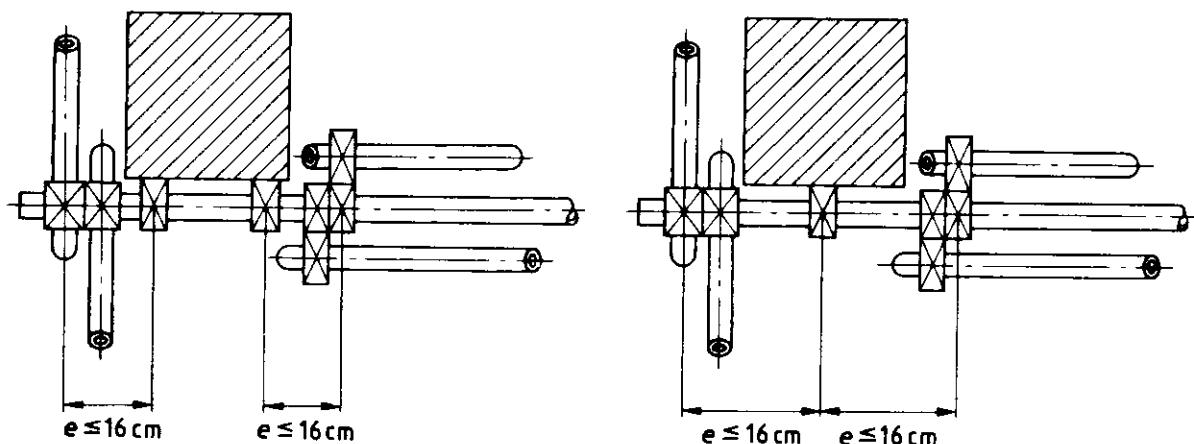


Bild 2. Zulässige Anschlußexzentrizitäten

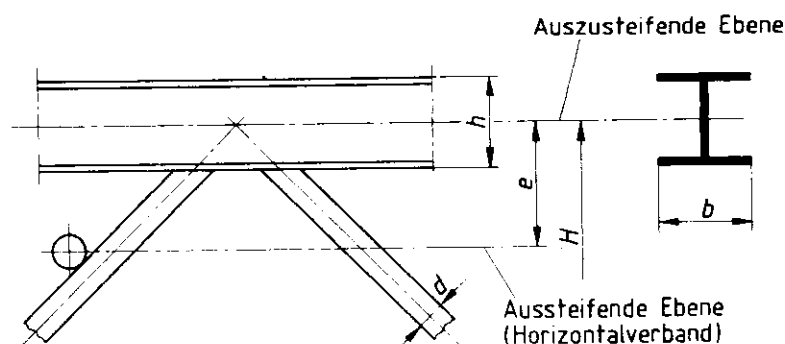


Bild 3. Exzentrizitäten beim Anschluß von Horizontalverbänden an Fachwerkträger

### 5.2.2.2 Stützenkonstruktionen

Bei Stützentürmen ist die Erhaltung der Querschnittsform sicherzustellen, z. B. durch waagerechte Verbände (Querschotte).

### 5.2.2.3 Verbände aus Rohren und Kupplungen

Bei Vertikalverbänden aus Gerüstrohren mit Außendurchmesser 48,3 mm sind die Horizontalriegel im allgemeinen direkt am auszusteifenden Gerüstbauteil zu befestigen.

Nebeneinanderliegende, um je eine Kupplungsbreite versetzte Verbandsstäbe dürfen beiderseits des auszusteifenden Gerüstbauteils ohne Nachweis des Knotens angeordnet werden (siehe Bild 2), wenn

- das Achsmaß zwischen Horizontalriegelanschluß und äußerster Kupplung höchstens 16 cm beträgt und
- aus Stahlrohren 48,3 mm x 4,05 mm in St 52 höchstens 9 kN, aus solchen Rohren in St 37 höchstens 6 kN durch jede Kupplung in die Knoten eingeleitet werden.

### 5.2.2.4 Verbände zwischen Fachwerkträgern

Verbände zur Knicksicherung der Druckgurte von Trägern und zur Ableitung von Kräften quer zur Tragebene sind nach Möglichkeit direkt am Gurt anzuschließen. Anschlußexzentrizitäten  $e$  brauchen nicht berücksichtigt zu werden, wenn die nachfolgenden Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind (siehe Bild 3).

$$\begin{aligned} e &\leq 1,5 b & e &\leq 5,0 d \\ e &\leq 1,5 h & e &\leq 0,2 H \end{aligned}$$

Dabei bedeuten:

$b$  Breite des Druckgurtes

$h$  Höhe des Druckgurtes

$d$  Durchmesser oder kleinstes Maß der Rüstträger-Verbandsstäbe

$H$  Abstand der Schwerachsen des Druck- und Zuggurtes

Aus Gründen der Stabilität sind

- bei Endauflagerung der Untergurte immer Endquerverbände (siehe Bild 4, Fall A) anzuordnen oder vergleichbare Maßnahmen zu treffen und
- bei Endauflagerung der Obergurte Endquerverbände (siehe Bild 4, Fall B oder C) vorzusehen oder vergleichbare Maßnahmen zu treffen, falls kein genauerer Nachweis erbracht wird.

Stützweiten von mehr als 10 m erfordern wenigstens einen zusätzlichen Querverband (siehe Bild 4, Fall D) im mittleren Bereich, größere Stützweiten entsprechend mehr.

## 6 Standsicherheit

### 6.1 Grundlagen

Um ein ausreichendes Sicherheitsniveau bei Traggerüsten sicherzustellen, ist zwischen rechnerischen Einwirkungen und rechnerischen Widerständen bei Traggerüsten der Gruppen I und II ein größerer Sicherheitsabstand erforderlich, als sonst bei Baukonstruktionen üblich ist. Im Traggerüstbau sind deshalb bei der Bemessung den nutzbaren Widerständen zu  $R$  (Traglasten, Schnittgrößen oder Spannungen)  $\gamma_T$ -fache Beanspruchungen  $P$ , beide

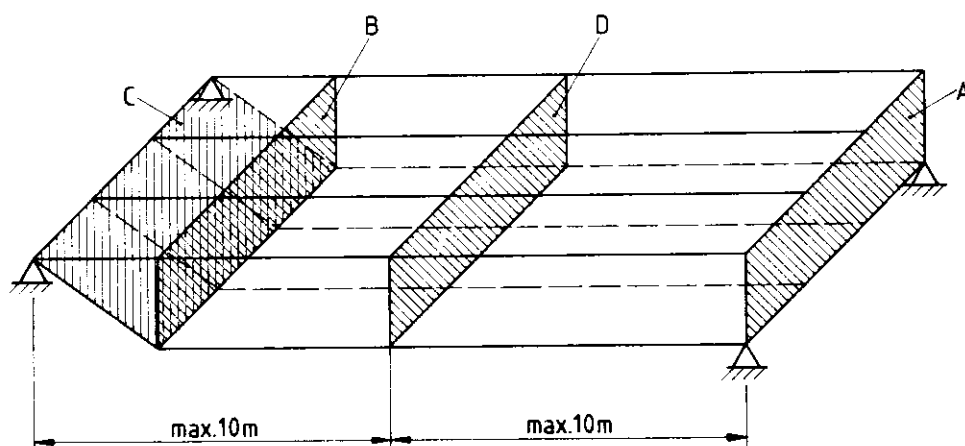


Bild 4. Anordnung von Querverbänden zwischen Fachwerkträgern (Beispiel)

## DIN 4421

gegebenenfalls am verformten System nach Theorie II. Ordnung ermittelt, gegenüberzustellen:

$$\gamma_T \cdot P \leq \text{zul } R \quad (2)$$

Die nutzbaren Widerstände  $\text{zul } R$  werden dabei nach den einschlägigen technischen Baubestimmungen mit den dort verwendeten Sicherheitsbeiwerten ermittelt; soweit keine besonderen Angaben gemacht werden, gilt der Lastfall H. Die Gruppenfaktoren  $\gamma_T$  sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2. Gruppenfaktor  $\gamma_T$  für Traggerüste

Traggerüstgruppe	I	II	III
$\gamma_T$	1,25	1,15	1,00

Einzelne Tragglieder des Traggerüsts, z. B. Rahmenstützen, dürfen in keine höhere, wohl aber in eine niedrigere Traggerüstgruppe eingestuft werden als die übrige Konstruktion. Sie müssen sodann mit dem Gruppenfaktor  $\gamma_T$  der niedrigeren Traggerüstgruppe berechnet werden.

## 6.2 Geometrische Imperfektionen

Unvermeidbare Ungenauigkeiten in der Geometrie des Traggerüsts können die Beanspruchung der Gerüstbauteile nennenswert beeinflussen. Sie sind deshalb beim Standsicherheitsnachweis zu berücksichtigen.

Sofern auf einen genauen Nachweis verzichtet wird und wenn entsprechende Imperfektionen für einzelne Bauteile nicht bereits in den technischen Baubestimmungen festgelegt sind, darf bei Gerüsten von folgenden unvermeidbaren Ausmittigkeiten und Schiefstellungen ausgegangen werden. Diese gelten bei Stützen einschließlich der notwendigen Einrichtungen zur Anpassung der Stützenlänge (siehe auch Abschnitt 6.5.6).

Für Stützen und Stützenjoche sowie für Biegeträger ist

$$f = l/500 \quad (3)$$

anzunehmen (siehe Bild 5).

Dieser Wert darf mit zunehmender Anzahl  $n$  parallel zueinander angeordneter, gleich gelagerter und gleich gestützter Bauteile abgemindert werden auf

$$f = \frac{l}{500} \cdot \frac{1}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

wenn gleichgroße Verformungen durch systematische Einflüsse, wie sie z. B. beim Verziehen des Gerüsts oder planmäßiger schiefer Trägerlage auftreten können, auszuschließen sind.

Die Schiefstellung  $\psi$  beträgt

für Stützen mit  $l \leq 10 \text{ m}$

$$\tan \psi = 0,01 \quad (5a)$$

für Stützen mit  $l > 10 \text{ m}$

$$\tan \psi = \frac{0,1}{l} \text{ mit } l \text{ in m} \quad (5b)$$

Die Imperfektionen nach Bild 5c) und Bild 5d) brauchen dabei nicht gleichzeitig berücksichtigt zu werden. Alternativ dürfen Imperfektionen aus den Spielen infolge der Nennmaße bzw. nach Messungen bestimmt werden. Im letztgenannten Fall ist auf eine hinreichende Stichproben-

zahl zu achten. Für Traggerüste der Gruppe III ist die 95%-Fraktile bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von 90 % maßgebend; für Traggerüste der Gruppe II genügt im allgemeinen der 1,25fache Mittelwert. Die Vorgabe einer maximalen Imperfektion für den Standsicherheitsnachweis ist ebenfalls zulässig, wenn eine Nachprüfung auf der Baustelle ergibt, daß der angenommene Wert in keinem Fall überschritten wird.

Zusätzlich sind am Kopf von Stützen und Spindeln 5 mm Ausmittigkeit der planmäßig einzuleitenden Kraft zu berücksichtigen, wenn nicht Zentrierkonstruktionen nachweisbar kleinere Ausmittigkeiten sicherstellen.

## 6.3 Einwirkungen

Soweit im folgenden keine besonderen Regelungen getroffen werden, gilt für die Lastannahmen DIN 1055 Teil 1 bis Teil 4. Können mehrere Einwirkungen gleichzeitig auftreten, so sind diese nach folgender Kombinationsregel ungünstigst zu überlagern.

$$P = \sum_i P_{s,i} + 0,9 \cdot \sum_i P_{b,i} \quad (6)$$

Dabei ist zwischen

$P_{s,i}$  ständigen Einwirkungen und

$P_{b,i}$  Einwirkungen mit begrenzter Dauer zu unterscheiden.

### 6.3.1 Ständige Einwirkungen

Als ständige Einwirkungen  $P_{s,i}$  gelten unter anderem:

#### 6.3.1.1 Eigenlast

Es ist die Eigenlast des planmäßigen Frischbetons einschließlich der Bewehrung und die Eigenlast der Schalungs- und Rüstelemente anzusetzen.

#### 6.3.1.2 Frischbeton

Für Horizontallasten aus Frischbetondruck ist DIN 18 218 maßgebend.

#### 6.3.1.3 Setzungen

Wahrscheinliche Setzungsunterschiede  $\Delta s \leq 5 \text{ mm}$  brauchen bei Traggerüsten der Gruppe I nicht berücksichtigt zu werden, bei Traggerüsten der Gruppe II nur dann, wenn eine ausreichende Verformungsfähigkeit nach Abschnitt 5.1.3 nicht sichergestellt ist.

Bei Traggerüsten der Gruppe III sind Setzungen stets zu berücksichtigen.

#### 6.3.1.4 Horizontale Ersatzlast

Nicht planmäßige horizontale Beanspruchungen werden durch eine äußere horizontal wirkende Ersatzlast in Höhe der Schalungsunterkante berücksichtigt. Sie beträgt 1/100 der örtlich wirkenden lotrechten Last.

Die Ableitung dieser äußeren Last ist bis in den Baugrund zu verfolgen.

### 6.3.2 Einwirkungen mit begrenzter Dauer

Einwirkungen  $P_{b,i}$  mit begrenzter Dauer sind wie Verkehrslasten nur zu berücksichtigen, wenn sie die Standsicherheit ungünstig beeinflussen. Als solche gelten unter anderem:

#### 6.3.2.1 Ersatzlasten aus Arbeitsbetrieb

Zusätzlich zur Eigenlast der Schal- und Rüstkonstruktion und der Eigenlast des planmäßig aufzubringenden Frischbetons einschließlich Bewehrung ist im Bereich der

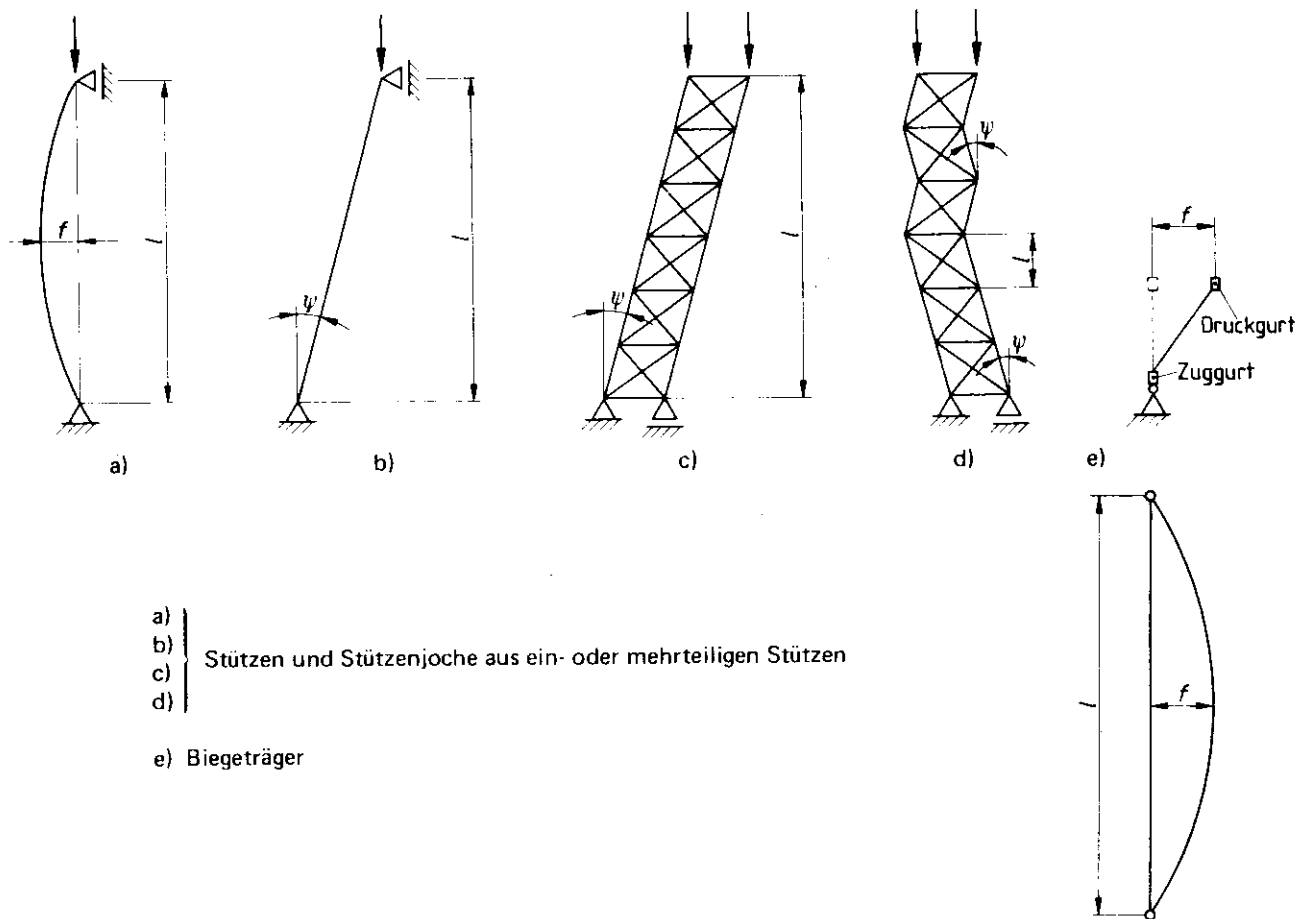


Bild 5. Berechnungsannahmen zur Berücksichtigung unvermeidbarer Imperfektionen

Betonierfläche eine lotrechte Ersatzlast aus dem Arbeitsbetrieb zu berücksichtigen, und zwar:

auf einer Fläche von  $3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$  20 % der aufzubringenden Frischbetoneigenlast, jedoch nicht weniger als  $1,5 \text{ kN/m}^2$  und nicht mehr als  $5,0 \text{ kN/m}^2$  und

auf der restlichen Betonierfläche  $0,75 \text{ kN/m}^2$ .

Bei gegliederten Querschnitten, insbesondere bei Brücken, ist die mittlere Dicke maßgebend, ansonsten ist sinn gemäß zu verfahren.

Bei Vorschubrüstungen im Verschiebezustand ist die rechnerische Verschiebelast nach den Anweisungen der Betriebsanleitung anzusetzen, mindestens jedoch sind  $0,5 \text{ kN/m}^2$  Ersatzlast auf Arbeitsbühnen, Laufstegen usw. zu berücksichtigen.

#### 6.3.2.2 Windlasten

Abweichend von DIN 1055 Teil 4 darf für den Verschiebevorgang bei Traggerüsten der rechnerische Staudruck auf  $q = 0,25 \text{ kN/m}^2$  ermäßigt werden, wenn die Baustelle angewiesen wird, daß nur bis zu einer Windgeschwindigkeit von  $v = 20 \text{ m/s}$  verschoben werden darf. Sind in diesem Fall bei längerer Verschiebedauer höhere Windgeschwindigkeiten nicht auszuschließen, muß die Vorschubrüstung kurzfristig gesichert werden können.

#### 6.3.2.3 Temperatur

Im allgemeinen ist von folgenden gleichmäßigen Temperaturänderungen gegenüber einer Aufstelltemperatur von  $+10^\circ\text{C}$  auszugehen:

stählerne Konstruktionen  $\pm 30 \text{ K}$

Betonkonstruktionen  $\pm 15 \text{ K}$

Für zeitlich begrenzte Zustände darf bei stählernen Brücken nach Gegebenheit von diesen Temperaturannahmen abgewichen werden. Mindestens ist aber eine Temperaturdifferenz von  $\pm 15 \text{ K}$  zu berücksichtigen.

Eine ungleichmäßige Erwärmung einzelner Gerüstbauteile darf im allgemeinen vernachlässigt werden.

Bei Traggerüsten der Gruppe I braucht der Temperatureinfluß nicht berücksichtigt zu werden (siehe auch Abschnitt 6.4.2.5).

#### 6.3.2.4 Schneelasten

Schneelasten brauchen bei Traggerüsten im allgemeinen nicht in Rechnung gestellt zu werden.

#### 6.3.2.5 Absenken von Traggerüsten

Das Absenken ist, insbesondere bei größeren Tragwerken, in einzelnen Stufen nach vorher festzulegendem Programm vorzunehmen. Dieses Programm ist – gegebenenfalls in Abhängigkeit vom Aufbringen der Vorspannungen – so aufzustellen, daß zu keinem Zeitpunkt des Absenkens im Tragwerk und im Traggerüst unzulässige Beanspruchungen auftreten.

### 6.4 Schnittgrößen – statische Systeme

#### 6.4.1 Traggerüste der Gruppe III

Alle Berechnungsverfahren, die zu Schnittgrößen führen, die mit Sicherheit größer oder gleich den tatsächlich auftretenden sind, entsprechen den Bedingungen der Traggerüstgruppe III, insbesondere solche, die in technischen Baubestimmungen festgelegt sind.

## DIN 4421

## 6.4.2 Traggerüste der Gruppe II

Abweichend von den Anforderungen für Traggerüste der Gruppe III sind folgende Näherungen zulässig:

## 6.4.2.1 Lastverteilung

Die Lastverteilung darf im allgemeinen unter Zugrundelegung äußerlich statisch bestimmter Teilsysteme erfolgen.

## 6.4.2.2 Anschlußexzentrizitäten und Nachgiebigkeit der Verbindungsmittel

Der Verformungseinfluß von Anschlußexzentrizitäten, wie sie z. B. bei Rohrkupplungsverbänden und Holzgerüsten auftreten sowie der Einfluß von Schlupf und Nachgiebigkeit von Verbindungen, die nicht in einschlägigen technischen Baubestimmungen geregelt sind (z. B. Kupplungen), darf näherungsweise an idealisierten Stabsystemen mit zentrischen Anschlüssen erfaßt werden, indem die Stabwerksverformungen mit Hilfe der ideellen Schubsteifigkeit  $S_i$  eines entsprechenden Ersatzstabes errechnet werden. Diese ist die Querkraft, die am System eine Schubverformung mit dem Winkelmaß 1 rad erzeugt. Bei Rohrkupplungsverbänden mit Rohren des Durchmessers 48,3 mm und Dreh- und Normalkupplungen nach DIN 4423 (z. Z. Entwurf) darf dabei die ideelle Schubsteifigkeit  $S_i$  ermittelt werden, indem die Stabdehnsteifigkeiten durch Division mit einem Wert  $\beta$  global abgemindert werden. So läßt sich z. B. in dem Joch nach Bild 6 mit  $k$  Feldern und mit je  $n_k$  Diagonalen in den Feldern in jedem der Stockwerke des Joches die entsprechende ideelle Schubsteifigkeit  $S_i$  nach Gleichung (7) ermitteln:

$$S_i = \frac{1}{\beta} \sum_k n_k \cdot E A_k \cdot \sin^2 \alpha_k \cdot \cos \alpha_k \quad (7)$$

$$\beta = \frac{35(1+m)}{2 \cdot m} \quad \text{mit } m = \sum_k n_k \quad (8)$$

wobei:

$E$  Elastizitätsmodul der Diagonalrohre

$A_k$  Querschnittsfläche jedes Diagonalrohres im Feld  $k$

$\alpha_k$  Neigungswinkel aller Diagonalen im Feld  $k$  nach Bild 6

$n_k$  Anzahl der Diagonalen im jeweiligen Horizontalschnitt des Feldes  $k$

Dabei gilt der Wert  $\beta = 35$  für eine Dreh- und Normalkupplung nach DIN 4423 (z. Z. Entwurf). In Verbandsfeldern mit mehreren Diagonalen darf in Abhängigkeit von deren Anzahl  $n_k$  die Summe ihrer Steifigkeiten nach Gleichung (8) erhöht werden.

Bei Holzgerüsten, deren Verbände mit Bolzen, Stabdübeln, Einlaßdübeln oder Einpreßdübeln angeschlossen sind, berechnet sich  $S_i$  für  $k$ -Felder (siehe Bild 6) näherungsweise wie folgt

$$S_i = \sum_k \frac{a_k \cdot \sin \alpha_k \cdot \cos \alpha_k}{\frac{1}{n_{D,k} \cdot C_{VD}} + \frac{\sin^2 \alpha_k}{n_{P,k} \cdot C_{VP}}} \quad (9)$$

mit:

$\alpha_k$  Neigungswinkel der Diagonalstäbe nach Bild 6

$2 \cdot a_k$  Abstand der Stiele nach Bild 6

$n_{D,k}, n_{P,k}$  Anzahl der Verbindungsmittel im Diagonalen- bzw. Pfosten-/Zangenanschluß im jeweiligen Horizontalschnitt des Feldes  $k$

$C_{VD}, C_{VP}$  Verschiebungsmodul nach DIN 1052 Teil 1. Für Bolzen oder Stabdübel gilt  $C_V = \text{zul } N / 1,5$  in N/mm

Bolzen sind dabei wie Stabdübel gleichen Durchmessers zu behandeln.

zul  $N$  Zulässige Belastung des Verbindungsmittels nach DIN 1052 Teil 1 in Newton.

## 6.4.2.3 Stützjoche

Stützjoche, abgespannte Joche und vergleichbare Konstruktionen dürfen näherungsweise mit Hilfe der Querkraft  $Q^{\text{II}}$  eines idealisierten Ersatzstabes bemessen werden, wenn außerdem alle Druckstäbe als Knickstäbe mit der Knicklänge  $s_k$  bzw.  $d_k$  (siehe Bild 6) nachgewiesen werden.

Für das System nach Bild 6 gilt z. B.:

$$Q^{\text{II}} = \frac{1}{1 - \gamma \frac{P_v}{P_{Ki}}} (Q^{\text{I}} + P_v \cdot \psi) \quad (10)$$

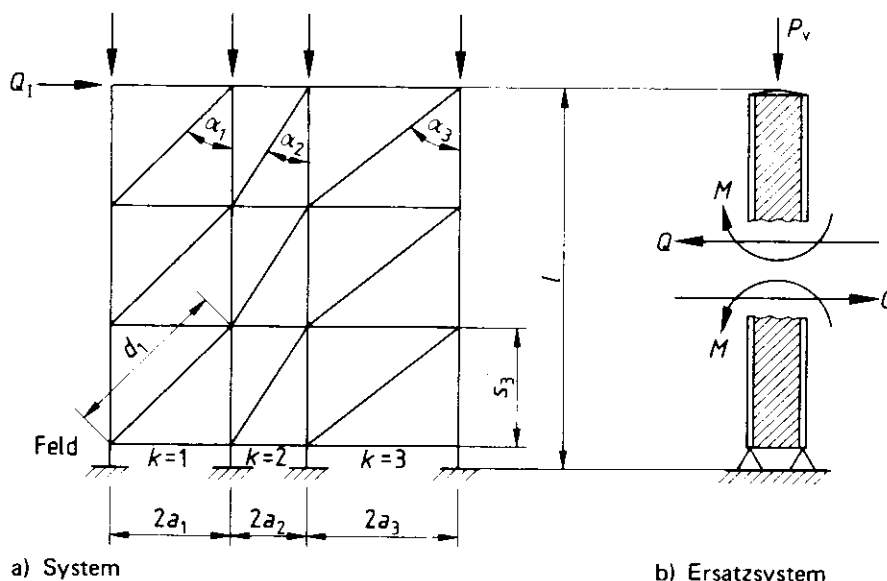


Bild 6. System und Ersatzsystem



**DIN 4421**

Im einzelnen gilt:

Für St 37 und St 52: DIN 1073  
DIN 18 800 Teil 1

(St 35 ist wie St 37 zu behandeln)

Für St 33: DIN 1050

(St 34 ist wie St 33 zu behandeln)

Für St 42, St 44, St 55, C 35, C 45 Tabelle 3

Für Gußwerkstoffe: Tabelle 4

Für Verbindungsmittel von Stahlbauteilen sind folgende technische Baubestimmungen bzw. Tabellen maßgebend:

– für Schraubenverbindungen nach

DIN ISO 898 Teil 1

der Festigkeitsklasse 4.6, 5.6 DIN 18 800 Teil 1

der Festigkeitsklasse 8.8 Tabelle 5

der Festigkeitsklasse 10.9 DIN 18 800 Teil 1

– für Bolzenwerkstoffe

Tabelle 5

– für Schweißnähte

DIN 4100 und  
DIN 18 800 Teil 1

– für Schweißnähte bei St 44-2

Tabelle 6

Alle Einschraubenverbindungen dürfen nur bis zu 75 % der im allgemeinen zulässigen Beanspruchungen für Schraubenverbindungen ausgenutzt werden.

Werden Gußwerkstoffe geschweißt, so sind die zulässigen Beanspruchungen von einer dafür anerkannten Stelle festzulegen 3).

3) Zur Zeit kommt dafür die Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt (SLV) in Duisburg in Frage.

Tabelle 3. Zulässige Spannungen in N/mm<sup>2</sup> und Knickzahlen  $\omega$  für Bauteile von Traggerüsten

1				2a	2b	3	4	5
				Werkstoff-Kurzzeichen				
				St 42-2 nach DIN 17 100 (09.66 2))	St 44-2 nach DIN 17 100 (01.80)	St 55 nach DIN 1629 Teil 2	C 35 V 1) nach DIN 17 200	C 45 V 1) nach DIN 17 200
1	Druck und Biegedruck, wenn Stabilitätsnachweis erforderlich ist zul $\sigma$			152	164	175	192	222
2	Zug, Biegezug, Biegedruck, wenn Stabilitätsnachweis nicht erforderlich ist zul $\sigma$			173	187	200	220	253
3	Schub zul $\tau$			100	108	115	127	146
4	Lochleibungs- druck Verbindungs- mittel zul $\sigma_2$	Anzahl $\geq 2$	Rohe Schrauben	260	280	300	330	380
5		$\geq 2$	Paß- schrauben, Niete	303	327	350	385	443
6		1	Rohe Schrauben, Paß- schrauben, Niete, Bolzen	227	245	262	289	332
7	Streckgrenze $\beta_S$			260	280	300	330	380
8	Knickzahlen $\omega^3)$			0,83 $\omega_{37}$ + 0,17 $\omega_{52}$	0,67 $\omega_{37}$ + 0,33 $\omega_{52}$	0,50 $\omega_{37}$ + 0,50 $\omega_{52}$	0,25 $\omega_{37}$ + 0,75 $\omega_{52}$	- 0,17 $\omega_{37}$ + 1,17 $\omega_{52}$

1) Blechdicke unter 100 mm

2) Diese Angaben gelten nur für Traggerüstbauteile, die vor dem 1. Januar 1981 hergestellt worden sind.

3) Nach DIN 4114 Teil 1, Ausgabe Juli 1952xx, Tafel 1 und Tafel 2 bzw. Anhang Tafel 1a und Tafel 2a.



## DIN 4421

Tabelle 6. Zulässige Spannungen für Schweißnähte bei St 44-2

1			2	3		4
Nahtart		Bild nach 2) Tabelle 1, Spalte 2	Nahtgüte	Spannungsart		zul $\sigma$ in N/mm <sup>2</sup>
1	Stumpfnah	Zeile 1	alle Nahtgüten	Druck- und Biegedruck	Spannungen quer zur Naht- richtung	190
2	K-Naht mit Doppelkehlnaht	Zeile 2	Nahtgüte nachgewiesen 1)	Zug- und Biegezug		135
3	HV-Naht mit Kehlnaht	Zeilen 3 und 4	Nahtgüte nicht nachgewiesen			
4	Doppelkehlnaht	Zeile 5	alle Nahtgüten	Druck- und Biegedruck		190
5	Doppelkehlnaht	Zeile 6		Zug- und Biegezug		135
6	Kehlnaht	Zeile 7	alle Nahtgüten	Druck- und Biegedruck, Zug- und Biegezug, Schub		
	Kehlnähte	Zeilen 8 bis 11				
7	alle Nähte	Zeilen 1 bis 11	alle Nahtgüten	Schub in Nahrichtung		
8	Kehlnaht Kehlnähte	Zeile 7 Zeilen 8 bis 11	alle Nahtgüten	Vergleichswert		

1) Freiheit von Rissen, Binde- und Wurzelfehlern und Einschlüssen, ausgenommen vereinzelte und unbedeutende Schlackeneinflüsse und Poren, ist mit Durchstrahlungs- oder Ultraschalluntersuchung nachzuweisen.

2) DIN 4101, Ausgabe Juli 1974

## 6.5.3 Kupplungen

Bis zur Herausgabe von DIN 4423 (z. Z. Entwurf) sind die zulässigen Lasten für Kupplungen in Anhang A festgelegt.

6.5.4 Rohrkupplungsverbände  
bei Traggerüsten der Gruppe II

Stäbe in Rohrkupplungsverbänden dürfen als zentrisch angeschlossen betrachtet werden, solange die in Abschnitt 5.2.2.3 geforderten Bedingungen eingehalten sind. Andernfalls ist das maximale Biegemoment aus Querlast eines angeschlossenen Verbandstabes an einem statisch bestimmten System nach Theorie I. Ordnung zu ermitteln und nachzuweisen, daß dieses Biegemoment und die dazugehörige Normalkraft die zulässigen Schnittgrößen zul  $M$  und zul  $N$  nach den Gleichungen (16) und (17) nicht überschreiten.

$$\text{zul } M = W_{pl} \cdot \frac{\beta_S}{\gamma} = 4 r^2 t \cdot \frac{\beta_S}{\gamma} \quad (16)$$

$$\text{zul } N = A \cdot \frac{\beta_S}{\gamma} = 2 \pi r \cdot t \cdot \frac{\beta_S}{\gamma} \quad (17)$$

Hierin bedeuten:

$t$  Wanddicke des Rohres

$r$  Radius der Mittelfläche

$\beta_S$  Streckgrenze des Stahles

$\gamma = 1,5$  Sicherheitsbeiwert

Treten Momente und Normalkräfte gemeinsam auf, so ist die zulässige Kombination zul  $M^*$  und zul  $N^*$  mit Hilfe des Bildes 8 zu bestimmen.

## 6.5.5 Baustützen aus Stahl mit Ausziehvorrichtung

Die zulässigen Lasten für Baustützen mit Ausziehvorrichtung (siehe auch Abschnitt 2.2.3) betragen im allgemeinen

$$\text{zul } N = \frac{30}{l} \cdot \frac{\max l}{l} \text{ in kN} \quad (18)$$

und für Stützen mit erhöhter Tragfähigkeit (Kennbuchstaben G)

$$\text{zul } N = \frac{45}{l} \cdot \frac{\max l}{l} \text{ in kN} \quad (19)$$

Hierin bedeuten:

$l$  Stützenlänge in m

$\max l$  größtmögliche Ausziehlänge in m.

Wenn bei Gerüsten der Gruppe II oder III sichergestellt ist,

- daß keine Momente eingeleitet werden, wie sie z. B. bei unvollkommener Lagerung der Außenstützen von Durchlaufträgern auftreten können,
- daß Träger so in den Stützenköpfen festgelegt werden, daß höchstens ein Spiel zwischen Träger und Gabel (siehe Bild 9a) bis c)) oder zwischen Träger und Rohr (siehe Bild 9d)) von 1,0 cm bleibt (Ausmittigkeit der Lasteintragung  $\leq 0,5$  cm),

darf die in den Gleichungen (18) und (19) angegebene zulässige Last um 50 % erhöht werden.

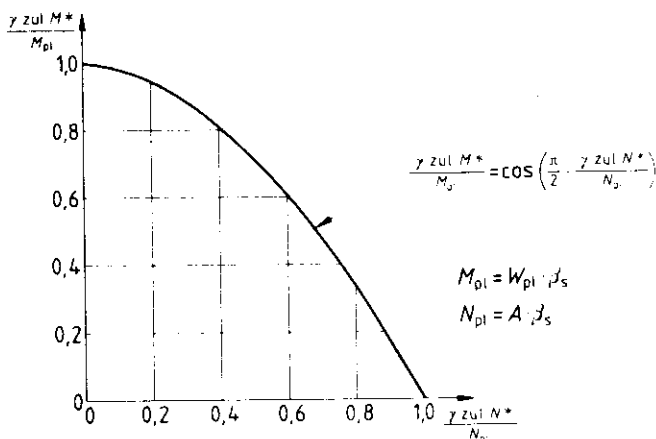


Bild 8. Interaktionsdiagramm

### 6.5.6 Spindeln

Bei der Ermittlung der zulässigen Belastung von Spindeln in Traggerüsten der Gruppe II sind folgende Hinweise zu beachten. Sofern keine genaueren Untersuchungen vorliegen, sind die Schnittgrößen beim Spannungsnachweis der Spindeln unter der Annahme einer Spindelschrägstellung – Neigung zwischen Spindel- und Stützenachse – von 2° nach Theorie I. Ordnung zu ermitteln.

Dem Spannungsnachweis sind dabei folgende Querschnittswerte zugrunde zulegen:

- der Spannungsquerschnitt mit der Fläche  $A_S$

$$A_S = \frac{\pi}{4} \left[ \left( \frac{d_F + d_K}{2} \right)^2 - d_i^2 \right] \quad (20a)$$

und dem Widerstandsmoment  $W_S$

$$W_S = \frac{\pi}{64} \left[ \left( \frac{d_F + d_K}{2} \right)^4 - d_i^4 \right] \cdot \frac{4}{(d_F + d_K)} \quad (21a)$$

zur Bemessung von Gewindevollstäben (mit  $d_i = 0$ ) sowie Hohlspindeln, wenn das Gewinde durch Umformung (z. B. Aufrollen) hergestellt wird,

- der Kernquerschnitt mit der Fläche  $A_K$

$$A_K = \frac{\pi}{4} (d_K^2 - d_i^2) \quad (20b)$$

und dem Widerstandsmoment  $W_K$

$$W_K = \frac{\pi}{64} (d_K^4 - d_i^4) \cdot \frac{2}{d_K} \quad (21b)$$

zur Bemessung von Hohlspindeln, wenn das Gewinde spanabhebend hergestellt wird.

Hierin bedeuten:

$d_a$  Außendurchmesser der Spindel

$d_i$  Innendurchmesser der Hohlspindel

$d_K$  Nennkerndurchmesser des Gewindes

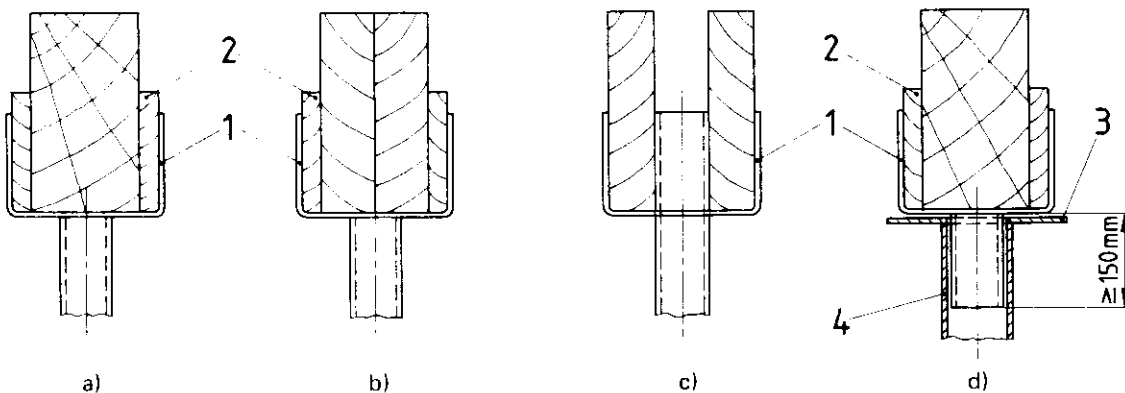
$d_F = \frac{1}{2} (d_a + d_K)$  Nennflankendurchmesser.

Bei Traggerüsten der Gruppe III dürfen Querschnittswerte und Spindelschrägstellungen den Messungen einer ausreichend großen Stichprobe unter Zugrundelegung einer statistischen Auswertung entnommen werden.

Für die maßgebenden Fraktilenwerte und Aussagewahrscheinlichkeiten gilt Abschnitt 6.2.

### 6.5.7 Regelmäßig gelochte Rohre

Spannungsnachweise zur Ermittlung von  $zul R$  sind immer mit dem Nettoquerschnitt zu führen. Auf den



1 Kopfgabel

2 Keile oder Füllholz

3 Stützenkopfplatte

4 Stützenrohr

a) Stützenkopf mit angeschweißter Kopfgabel

b) Doppel-Bohlen in Kopfgabel

c) Bohlungabel mit versetzt angeordneten Bohlen

d) Stützenkopf mit aufgesetzter, loser Kopfgabel

Bild 9. Beispiele für die Lasteinleitung in die Kopfgabel

## DIN 4421

Nachweis von Spannungserhöhungen an den Lochrändern darf verzichtet werden.

Verformungsnachweise dürfen bei Rohren mit regelmäßig angeordneten Bohrungen näherungsweise mit Hilfe eines wirksamen Flächenmomentes 2. Grades (Trägheitsmomentes  $I_i$ ) geführt werden, sofern

$$a \geq D$$

$$a \geq 60 \text{ mm}$$

$$D \geq 48 \text{ mm}$$

$$D/t \geq 10$$

$$I_i = \frac{I_B}{1 + 2 \frac{d}{a} \left( \frac{I_B}{I_N} - 1 \right)} \quad (22)$$

Hierin bedeuten:

$I_B$  Flächenmoment 2. Grades (Trägheitsmoment) des ungeschwächten (Brutto-)Querschnittes

$I_N$  Flächenmoment 2. Grades (Trägheitsmoment) des Netto-Querschnittes

$d$  Durchmesser der Bohrungen

$a$  Achsabstand der Bohrungen

$D$  Außendurchmesser des Rohres

$t$  Wanddicke des Rohres

### 6.5.8 Zugglieder aus Spannstahl

Die zulässige Belastung von Zuggliedern aus Spannstahl ist nach Gleichung (23) zu ermitteln, wenn bei den Ein-

wirkungen auch wesentliche Einflüsse nach Theorie II. Ordnung berücksichtigt sind.

$$\text{zul } Z = A \cdot \frac{\beta_S}{\gamma} \quad (23)$$

Hierin bedeuten:

$\beta_S$  Streckgrenze des Spannstahls (siehe auch Abschnitt 5.1.1.7)

$A$  Querschnittsfläche des Spannstahls

$\gamma = 2,0$  Sicherheitsbeiwert

Ausfallbetrachtungen nach der Vorläufigen Richtlinie für Zugglieder aus Spannstahl (Ausgabe Dezember 1976) Abschnitt 2.2.1 brauchen nicht angestellt zu werden.

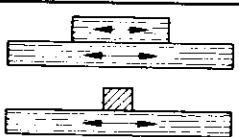
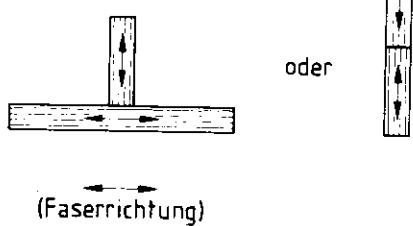
### 6.5.9 Reibung

Reibungskräfte können in gleicher Weise Beanspruchungen, z. B. Zwängungen, verursachen oder helfen, Schnittgrößen aufzunehmen. Da Reibungswerte stark streuen, ist bei der Bemessung jeweils der ungünstigere Wert nach Tabelle 7 in Ansatz zu bringen.

Reibungskräfte dürfen jedoch nur in Ansatz gebracht werden, wenn ihr Auftreten zweifelsfrei nachgewiesen wird. Der Sicherheitsbeiwert  $\gamma$  beträgt 1,5.

Für den Fall „Traggerüst im Leerzustand“ darf  $\gamma$  auf 1,2 reduziert werden, wenn der Anteil aus Wind an der Kraft parallel zur Fuge mindestens 80 % der Gesamtkraft beträgt. Ein Zusammenwirken der Reibung mit Verbindungsmitteln darf nur berücksichtigt werden, wenn

Tabelle 7. Reibungswerte für Traggerüste

Baustoffkombination			Reibungswert	
			max.	min.
1	Holz/Holz Reibfläche parallel zur Faser oder senkrecht zur Faser		1,0	0,4
2	Holz/Holz mindestens eine Reibfläche senkrecht zur Faser (Hirnholz)		1,0	0,6
3	Holz/Stahl		1,2	0,5
4	Holz/Beton oder Holz/Mörtelbett		1,0	0,8
5	Stahl/Stahl		0,8	0,2
6	Stahl/Beton		0,4	0,3
7	Stahl/Mörtelbett		1,0	0,5
8	Beton/Beton		1,0	0,5

hierfür ein besonderer Nachweis, z. B. durch Versuche, geführt wird.

#### 6.5.10 Gründungen

Auch bei der Bemessung von Gründungen gilt die Einteilung in Traggerüstgruppen nach Abschnitt 3. Die nutzbaren Widerstände sind nach DIN 1054 zu bestimmen. Wenn die dort genannten Mindest-Einbindetiefen unterschritten werden sollen, ist ein Nachweis der Grundbruchsicherheit nach DIN 1054, Ausgabe November 1976, Abschnitt 4.3.2 zu führen. Maßgebend ist dabei der Lastfall 2 nach DIN 1054, Ausgabe November 1976, Abschnitt 4.1.3.2. Bei verwittertem Fels (siehe DIN 1054, Ausgabe November 1976, Abschnitt 5.1.4) dürfen die nutzbaren Widerstände nach DIN 1054, Ausgabe November 1976, Tabelle 7 berechnet werden, wenn die Fundamente wenigstens 25 cm breit sind.

### 7 Bautechnische Unterlagen für die Baustelle

#### 7.1 Allgemeine Anforderungen

Für serienmäßig hergestellte Gerüstbauteile und -systeme, soweit sie nicht einer Bauteil-Norm entsprechen, muß auf der Baustelle eine Montage- und Verwendungsanweisung vorliegen. Diese muß alle für die bestimmungsgemäße Verwendung des Bauteils oder Systems erforderlichen Angaben, einschließlich der zulässigen Einwirkungen und den Eigenlasten, enthalten.

#### 7.2 Zusätzliche Anforderungen bei Traggerüsten der Gruppe I

Die für die Standsicherheit maßgebenden Unterlagen (z. B. Zulassungsbescheide, Prüfbescheide) müssen an der Verwendungsstelle zur Verfügung stehen.

#### 7.3 Zusätzliche Anforderungen bei Traggerüsten der Gruppen II und III

##### 7.3.1 Unterlagen für die Baustelle

Über die Forderungen nach Abschnitt 7.1 und Abschnitt 7.2 hinaus sind folgende Unterlagen erforderlich:

- Zeichnungen nach Abschnitt 3.3 oder Abschnitt 3.4;
- Angaben über Lastannahmen, wie z. B. Betonierverlauf, Frischbetondruck, Setzungsannahmen, Verlauf des Vorspannens und Absenkens, Größe der Vorspannung bei Abspannungen;

- Angaben über Baustoffe, wie z. B. Stahlsorte, Güteklasse des Holzes;
- Angaben über den Baugrund, wie z. B. zulässige Bodenpressungen, Art und Verdichtung von Aufschüttungen

##### 7.3.2 Koordinierung

Der überwachenden Stelle ist vom Unternehmer des einzurüstenden Bauwerks der für die technische Koordinierung Verantwortliche zu benennen. Dieser hat die erfolgte Koordination auf den Ausführungsunterlagen zu bestätigen.

Der Unternehmer hat dafür zu sorgen, daß Auf-, Um- und Abbau sowie gegebenenfalls Verschieben der Traggerüste durch einen fachkundigen Ingenieur überwacht wird, der auch das Ausführungsprotokoll nach Abschnitt 7.3.3 zu unterzeichnen hat.

##### 7.3.3 Ausführungsprotokoll

Vor Aufbringen der Nutzlast ist in einem Protokoll zu bestätigen:

- Die Ausführung stimmt mit den Ausführungsunterlagen überein. Abweichungen sind begründet und belegt.
- Die eingebauten Teile sind augenscheinlich unbeschädigt.
- Alle Schweißarbeiten sind von Betrieben durchgeführt worden, die einen Befähigungsnachweis nach Beiblatt 1 zu DIN 4100 bzw. Beiblatt 2 zu DIN 4100 besitzen.

Außerdem sind besondere Vorkommnisse während der Montage im Protokoll festzuhalten und die daraufhin getroffenen Maßnahmen zu begründen, wie z. B. Schwierigkeiten, die Lehrgerüstgeometrie (z. B. Achsmaße, Gradienten, Sollhöhen) zu erfüllen und deren Korrektur.

### 8 Kennzeichnung

Alle serienmäßig hergestellten wesentlichen Gerüstbauteile müssen so gekennzeichnet werden, daß

- Baujahr
  - Hersteller sowie
  - Typ und Werkstoffqualität
- eindeutig zu erkennen sind.

**Anhang A**  
**Zulässige Lasten für Kupplungen**

Zeile	Art der Kupplung	Klasse			
		A	AA	B	BB
		zulässige Belastung in kN			
1.1	Normalkupplung als Einzelkupplung	6	6	9	9
1.2	Normalkupplung mit untergesetzter Kupplung	— *)	10	— *)	15
2	Stoßkupplung	3	— *)	6	— *)
3	Drehkupplung	6			
4	Parallelkupplung	3			
*) Nicht zulässig					

Die zulässigen Werte der Tabelle setzen voraus, daß die Schraubkupplungen mit einem Moment von 50 N/m angezogen bzw. die Keilkupplungen mit einem 300 g schweren Hammer bis zum Prellschlag festgeschlagen sind.

**Zitierte Normen und andere Unterlagen**

DIN 1050	Stahl im Hochbau; Berechnung und bauliche Durchbildung
DIN 1052 Teil 1	Holzbauwerke; Berechnung und Ausführung
DIN 1052 Teil 2	Holzbauwerke; Bestimmungen für Dübelverbindungen besonderer Bauart
DIN 1054	Baugrund; Zulässige Belastung des Baugrunds
DIN 1055 Teil 1	Lastannahmen für Bauten; Lagerstoffe, Baustoffe und Bauteile, Eigenlasten und Reibungswinkel
DIN 1055 Teil 2	Lastannahmen für Bauten; Bodenkenngößen, Wichte, Reibungswinkel, Kohäsion, Wandreibungswinkel
DIN 1055 Teil 3	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten
DIN 1055 Teil 4	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten, Windlasten nicht schwingungsanfälliger Bauwerke
DIN 1073	Stählerne Straßenbrücken; Berechnungsgrundlagen
DIN 1626 Teil 3	Geschweißte Stahlrohre aus unlegierten und niedrig legierten Stählen für Leitungen, Apparate und Behälter; Rohre mit Gütevorschriften, Technische Lieferbedingungen
DIN 1629 Teil 3	Nahtlose Rohre aus unlegierten Stählen für Leitungen, Apparate und Behälter, Rohre mit Gütevorschriften, Technische Lieferbedingungen
DIN 1681	Stahlguß für allgemeine Verwendungszwecke; Gütevorschriften
DIN 1692	Temperguß; Begriffe, Eigenschaften
DIN 4074 Teil 1	Bauholz für Holzbauteile; Gütebedingungen für Bauschnittholz (Nadelholz)
DIN 4100	Geschweißte Stahlbauten mit vorwiegend ruhender Belastung; Berechnung und bauliche Durchbildung
Beiblatt 1 zu DIN 4100	Geschweißte Stahlbauten mit vorwiegend ruhender Belastung; Nachweis zur Befähigung zum Schweißen von Stahlbauten, Großer Befähigungsnachweis
Beiblatt 2 zu DIN 4100	Geschweißte Stahlbauten mit vorwiegend ruhender Belastung; Nachweis der Befähigung zum Schweißen von einfachen Stahlbauten mit vorwiegend ruhender Belastung, Kleiner Befähigungsnachweis
DIN 4101	Geschweißte stählerne Straßenbrücken; Berechnung und bauliche Durchbildung
DIN 4114 Teil 1	Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung) Berechnungsgrundlagen, Vorschriften
DIN 4420 Teil 1	Arbeits- und Schutzgerüste (ausgenommen Leitergerüste); Berechnung und bauliche Durchbildung
DIN 4423	(z. Z. Entwurf) Kupplungen für Stahlrohre im Gerüstbau; Belastungsgruppen; Anforderungen, Prüfungen
DIN 8563 Teil 2	Sicherung der Güte von Schweißarbeiten; Anforderungen an den Betrieb
DIN 17 100	Allgemeine Baustähle; Gütenorm
DIN 17 200	Vergütungsstähle; Gütevorschriften
DIN 18 216	Schalungsanker für Betonschalungen; Begriffe, Anforderungen, Prüfung
DIN 18 218	Frischbetondruck auf lotrechte Schalungen
DIN 18 800 Teil 1	Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion
DIN 50 049	Bescheinigungen über Werkstoffprüfungen
DIN 68 800 Teil 2	Holzschutz im Hochbau, Vorbeugende bauliche Maßnahmen
DIN 68 800 Teil 3	Holzschutz im Hochbau; Vorbeugender chemischer Schutz von Vollholz
DIN ISO 898 Teil 1	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen; Schrauben
DIN EN 39	Stahlrohr für Arbeitsgerüste; Anforderungen, Prüfung

Vorläufige Richtlinie für Zugglieder aus Spannstahl (Ausgabe Dezember 1976), zu beziehen beim Beuth Verlag, Berlin

**Internationale Patentklassifikation**

E 04 G

## 23236

**DIN 4112 – Fliegende Bauten**

RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung  
v. 18. 10. 1984 – V B 4 – 125.03

## 1 Die Norm

**DIN 4112** (Ausgabe Februar 1983)

– Fliegende Bauten; Richtlinien für Bemessung und Ausführung –

wird hiermit nach § 3 Abs. 3 der Landesbauordnung (BauO NW) bauaufsichtlich eingeführt.

## Anlage

Die Norm ist als Anlage abgedruckt.

Die Ausgabe Februar 1983 der Norm DIN 4112 ersetzt die frühere Ausgabe März 1960, die mit RdErl. v. 13. 11. 1962 (SMBL. NW. 23236) bauaufsichtlich eingeführt worden ist, und das Beiblatt zu DIN 4112 (Ausgabe Oktober 1962).

## 2 Bei Anwendung der Norm DIN 4112 (Ausgabe Februar 1983) ist folgendes zu beachten:

## 2.1 Zu Abschnitt 2 – Bauvorlagen

Änderungen bereits genehmigter „Fliegender Bauten“ können erhebliche Auswirkungen auf die Sicherheit haben; Änderungen der Konstruktion, der Belastung und der Geschwindigkeit bedürfen der Genehmigung.

## 2.2 Zu Abschnitt 3.4 – Holz

Bis zur Festlegung der zulässigen Schlankheitsgrade bei Fliegenden Bauten in DIN 1052 Teil 1 gilt die folgende Regelung nach DIN 4112 (Ausgabe März 1960), Abschnitt 6.21:

Bei stoßweiser Belastung ist bei Druckstäben ein Schlankheitsgrad von  $\lambda > 150$  unzulässig; sonst dürfen Druckstäbe mit einem Schlankheitsgrad  $\lambda \leq 200$  verwendet werden. Zeltstangen zur Minderung des freien Durchhanges der Leinwand dürfen einen Schlankheitsgrad  $\lambda \leq 250$  haben.

## 2.3 Zu Abschnitt 4.8

Anstelle von DIN 1050 gilt nunmehr DIN 18 801 (Ausgabe September 1983), Abschnitte 4.2 und 4.3.

## 2.4 Zu Abschnitt 8.4 – Schweißverbindungen

Bei Bauteilen mit vorwiegend ruhender Belastung gelten für die Schweißnachweise die Bedingungen von DIN 18 800 Teil 7. Für Bauteile mit nicht vorwiegend ruhender Belastung bedarf es des Großen Eignungsnachweises nach DIN 18 800 Teil 7 mit der Erweiterung auf den dynamischen Bereich nach DIN 4112.

## 3 Hinsichtlich der bauaufsichtlichen Behandlung Fliegender Bauten wird auf den RdErl. v. 27. 7. 1978 (MBl. NW. S. 1404/SMBL. NW. 23213) und die mit diesem RdErl. bekanntgegebenen Richtlinien für den Bau und Betrieb Fliegender Bauten hingewiesen.

## 4 Der RdErl. v. 13. 11. 1962 (SMBL. NW. 23236) wird aufgehoben.

DK 69.033 : 624.04 : 688.77 : 614.8

DEUTSCHE NORM

Anlage  
Februar 1983**Fliegende Bauten**

Richtlinien für Bemessung und Ausführung

**DIN****4112**

Temporary structures, fair-ground amusements; directives for dimensioning and construction

Métiers forains, types de manège; directives pour la dimensionnement et la construction

Ersatz für Ausgabe 03.60  
und Beiblatt zu DIN 4112/10.62

Diese Norm wurde in der Arbeitsgruppe Einheitliche Technische Baubestimmungen des NABau ausgearbeitet.

**Inhalt**

- |   |  |
|---|--|
| <p><b>1 Allgemeines</b></p> <p>1.1 Anwendungsbereich</p> <p><b>2 Bauvorlagen</b></p> <p>2.1 Allgemeines</p> <p>2.2 Bau- und Betriebsbeschreibung</p> <p>2.3 Konstruktionszeichnungen</p> <p>2.4 Nachweis der Standsicherheit</p> <p><b>3 Werkstoffe</b></p> <p>3.1 Allgemeines</p> <p>3.2 Gebräuchliche Stähle</p> <p>3.2.1 Stähle für Bauteile</p> <p>3.2.2 Stähle für Maschinenteile und Bauteile, die gleichzeitig Maschinenbauteile sind</p> <p>3.2.3 Verbindungselemente</p> <p>3.3 Aluminium-Legierungen</p> <p>3.4 Holz</p> <p><b>4 Lastarten und Lastannahmen</b></p> <p>4.1 Ständige Lasten</p> <p>4.2 Verkehrslasten</p> <p>4.2.1 Lotrechte Lasten</p> <p>4.2.2 Waagerechte Lasten</p> <p>4.3 Antriebs- und Bremskräfte</p> <p>4.4 Zuschläge für Stöße, für die Schwingung direkt befahrener Bauteile und für den Anprall</p> <p>4.4.1 Stöße</p> <p>4.4.2 Schwingung direkt befahrener Bauteile</p> | <p>4.4.3 Anprall</p> <p>4.5 Windlasten</p> <p>4.6 Schneelasten</p> <p>4.7 Massenkkräfte, z. B. Flieh-, Kreisel- und Corioliskräfte</p> <p><b>5 Grundsätze für die statischen Berechnungen</b></p> <p>5.1 Allgemeines</p> <p>5.2 Schaukeln</p> <p>5.2.5.1 Strebenkräfte</p> <p>5.2.5.2 Kippsicherheit der Schaukel</p> <p>5.3 Riesenräder</p> <p>5.3.1 Lasten</p> <p>5.3.2 Maßgebende Lastfälle</p> <p>5.3.3 Berechnung</p> <p>5.3.4 Montage</p> <p>5.3.5 Allgemeine Hinweise</p> <p>5.4 Karussells</p> <p>5.4.1 Allgemeines</p> <p>5.4.2 Fliegerkarussells und Hängekarussells</p> <p>5.4.3 Bodendarussells (Hänge- und Drehbodendarussells)</p> <p>5.4.4 Karussells mit mehreren Bewegungen</p> <p>5.4.4.1 Allgemeines</p> <p>5.4.4.2 Karussells auf Schienenbahn</p> |
|---|--|

## DIN 4112

- 5.4.4.2 Ohne zentrale Führung  
(z. B. Bayernkurve)
- 5.4.4.3 Karussells mit wellenartiger  
Laufbahn (z. B. Berg- und  
Talbahnen)
- 5.4.4.4 Karussells mit mehreren Dreh-  
werken (z. B. Calypso)
- 5.5 Hochgeschäfte mit schienen-  
gebundenen Fahrzeugen
  - 5.5.1 Schiene
  - 5.5.2 Traggerüst
  - 5.5.3 Fahrzeuge
  - 5.5.4 Bremsen
  - 5.5.5 Rücklaufsicherungen
- 5.6 Sonstige Bahnen mit schienen-  
gebundenen Fahrzeugen
- 5.7 Autofahrgeschäfte
  - 5.7.1 Autofahrgeschäfte mit Fahrbahnen  
für eine Fahrtrichtung (z. B. Autopisten,  
Stockwerksautobahnen,  
Go-Cart-Bahnen, Motorrollerbahnen)
    - 5.7.1.1 Fahrbahnen
    - 5.7.1.2 Fahrbahnbanden
    - 5.7.1.3 Fahrbahntraggerüste
    - 5.7.1.4 Fahrzeuge
    - 5.7.1.5 Verkehrslasten
  - 5.7.2 Fahrgeschäfte mit beliebigen  
Fahrtrichtungen (Autoskooter)
    - 5.7.2.1 Überdachungskonstruktion
    - 5.7.2.2 Fahrbahnfläche
    - 5.7.2.3 Fahrbahnbanden
    - 5.7.2.4 Tragkonstruktion
    - 5.7.2.5 Fahrzeuge
- 5.8 Steilwandbahnen
- 5.9 Globusse
- 5.10 Anlagen für artistische  
Vorführungen in der Luft
- 5.11 Rotoren
- 5.12 Toboggans
- 5.13 Rollende Tonnen
- 5.14 Schiebebühnen
- 5.15 Drehscheiben (Teufelsräder  
und dergleichen)
- 5.16 Tribünen
- 5.17 Überdachungskonstruktionen  
(z. B. geschlossene oder offene Hallen,  
Zelthallen, Membranbauten)
  - 5.17.1 Allgemeines
  - 5.17.2 Werkstoffe für raum-  
abschließende Elemente
  - 5.17.3 Konstruktionen mit Primär-  
tragwerk (z. B. Binderhallen)
    - 5.17.3.1 Einspannung
    - 5.17.3.2 Bodenaufasten und Verankerungen  
zur Sicherung gegen Windsoglasten
    - 5.17.3.3 Windverbände
    - 5.17.3.4 Membrankräfte aus Wind
  - 5.17.4 Konstruktionen mit mechanisch  
gespannten, primärtragenden  
Membranen
    - 5.17.4.1 Allgemeines
    - 5.17.4.2 Vorspannung
    - 5.17.4.3 Wind auf das Membrantragwerk
    - 5.17.4.4 Konstruktive Durchbildung
- 5.17.4.5 Sicherheitsabstände –  
Sicherungen
- 5.17.4.6 Prüfmessungen, Nachspannen
- 6 Umkippen, Gleiten und Abheben**
  - 6.1 Kipp-, Gleit- und Abhebesicherheit
  - 6.2 Bodenverankerungen
    - 6.2.1 Ankertragfähigkeiten
      - 6.2.1.1 Allgemeines
      - 6.2.1.2 Gewichtsanker
      - 6.2.1.3 Stabanker
      - 6.2.1.4 Zu verankernde Kraft  
und Sicherheitsbeiwerte
    - 6.2.2 Hinweise
  - 6.3 Unterpallungen
- 7 Festigkeitsnachweise**
  - 7.1 Allgemeines
  - 7.2 Vorwiegend ruhende Beanspruchung
  - 7.3 Schwingende Beanspruchung
    - 7.3.1 Schwingfestigkeit von  
Baukonstruktionen
    - 7.3.2 Schwingfestigkeit von  
Maschinenteilen
      - 7.3.2.1 Ermittlung der ertragbaren  
Spannung
      - 7.3.2.2 Ermittlung der vorhandenen  
Spannungen
      - 7.3.2.3 Sicherheitsbeiwert
  - 7.4 Schrauben
  - 7.5 Seile, Ketten, Sicherheitseinrich-  
tungen, Seiltriebe, Anschluß-  
und Verbindungsteile
    - 7.5.1 Normen für Seile, Ketten,  
Sicherheitseinrichtungen, Seiltriebe,  
Anschluß- und Verbindungsteile
    - 7.5.2 Seile, Ketten, Riemen, Bänder
      - 7.5.2.1 Zulässige Tragfähigkeit von Seilen,  
Ketten, Riemen, Bändern
      - 7.5.2.2 Aufhängungen von mit Personen  
belasteten Bauteilen  
(z. B. Sitze, Gondeln)
      - 7.5.2.3 Halte-, Abspann- und Veranke-  
rungsseile bzw. -ketten
    - 7.5.3 Seiltriebe
    - 7.5.4 Sicherheitseinrichtungen
    - 7.5.5 Anschluß- und Verbindungsteile
- 8 Bauliche Durchbildung und Ausführung**
  - 8.1 Anordnung – Zugänglichkeit
  - 8.2 Sicherungen – Sicherheits-  
einrichtungen
  - 8.3 Lösbare Verbindungen
  - 8.4 Schweißverbindungen
  - 8.5 Formgebung schwingend  
beanspruchter Teile
  - 8.6 Auflagerungen
  - 8.7 Zentralmaste
  - 8.8 Bremsen
  - 8.9 Verbände – Aussteifungen
    - 8.9.1 Aussteifende Verbände  
(Windverbände)
  - 8.10 Korrosionsschutz, Oberflächenschutz,  
Schutz gegen Fäulnis
  - 8.11 Fahrgastsitze – Fahrgastraum
  - 8.12 Kugeldrehverbindungen

## 1 Allgemeines

Entwurf, Berechnung und Ausführung Fliegender Bauten, aber auch deren Auf- und Abbau, Betrieb und Reparatur erfordern gründliche Kenntnisse der baulichen und betrieblichen Anforderungen an diese Anlagen, Kenntnisse über die Eigenschaften der zu verwendenden Baustoffe sowie Erfahrungen bezüglich des Zusammenbaues der Einzelteile im Hinblick auf häufigen Auf- und Abbau und Transport. Daher dürfen nur solche Fachleute und Betriebe diese Bauten entwerfen, berechnen, herstellen und instandsetzen, die über diese Kenntnisse und Erfahrungen verfügen und eine einwandfreie Ausführung sicherstellen.

### 1.1 Anwendungsbereich

Diese Norm ist anzuwenden für bauliche Anlagen, die geeignet und in der Regel auch dazu bestimmt sind, wiederholt aufgestellt und zerlegt zu werden, z. B. Karussells, Luftschaukeln, Riesenräder, Achterbahnen und Rutschbahnen, Tribünen, Buden und Zelte, bauliche Anlagen für artistische Vorführungen in der Luft. Ferner gehören dazu auch Wagen, die zeitweilig betriebsmäßig ortsfest benutzt werden.

Die Norm ist auch anzuwenden für die Bemessung Fliegender Bauten in Vergnügungsparks mit Ausnahme der Gründung.

Ortsfeste Tribünen, Baustelleneinrichtungen, Gerüste und versetzbare landwirtschaftliche bauliche Anlagen gehören nicht zu den Fliegenden Bauten.

## 2 Bauvorlagen

### 2.1 Allgemeines

Zu den Bauvorlagen gehören alle für die Beurteilung der Stand- und Betriebssicherheit bei der Bearbeitung des Bauantrages und bei den nachfolgenden Abnahmen erforderlichen Unterlagen. Sie müssen alle Bauzustände für den Betrieb des Fliegenden Baues umfassen. Dazu sind eine Bau- und Betriebsbeschreibung, Konstruktionszeichnungen und der Nachweis der Standsicherheit nach Abschnitt 2.4 und der Betriebssicherheit erforderlich.

### 2.2 Bau- und Betriebsbeschreibung

In dieser Beschreibung ist der Fliegende Bau, insbesondere seine Konstruktion und Nutzung und sein statisches System zu erläutern. Ausreichende Angaben über maschinen- und elektrotechnische Einrichtungen sind aufzuführen.

Zur Beschreibung gehören Angaben über Besonderheiten des Fliegenden Baues und eventuelle Aufstellungsvarianten, über die Hauptabmessungen und darüber hinausgehende Bewegungsräume, Abgrenzungen, konstruktive Merkmale und Werkstoffe, Bewegungssysteme, Antriebsarten, Geschwindigkeiten, Beschleunigungen, über elektrotechnische Einrichtungen, Funktions- und Betriebsablauf, eventuelle Einschränkungen des Benutzerkreises.

### 2.3 Konstruktionszeichnungen

Sie sind für alle Baugruppen und Einzelteile erforderlich, deren Bruch bzw. Versagen die Stand- oder Betriebssicherheit gefährden können. Die Konstruktionszeichnungen müssen alle für die Prüfung und die Abnahmen notwendigen Maße und Querschnittswerte, Angaben über Werkstoffe, Bauteile und Verbindungsmittel sowie über Geschwindigkeiten enthalten.

Zu den Konstruktionszeichnungen gehören:

- Übersichtszeichnungen in Grundriß, Aufriß und Schnitten, je nach Größe des Fliegenden Baues im Maßstab 1 : 100, 1 : 50 oder 1 : 20. Der für die beweglichen Teile erforderliche lichte Raum ist anzugeben.
- Detailzeichnungen über alle in den Übersichtszeichnungen nicht klar erkennbaren Bauteilgruppen, Anschlüsse und für die Sicherheit des Fliegenden Baues und des Betriebes wichtigen Einzelheiten bautechnischer, maschinentechnischer und elektrotechnischer Art in größerem Maßstab, z. B. 1 : 10, 1 : 5, 1 : 2,5, 1 : 1.

Dazu können erforderlich sein, Darstellungen

- der Drehwerke, Hub- und Schwenkeinrichtungen mit ihren Lagerungen, Antrieben und Steuerungen, Hub- und Schwenkbereichen,
  - der Fahrzeuge bzw. Gondeln und dergleichen in allen notwendigen Ansichten und Schnitten mit Angabe der Außenmaße, der für die Fahrgäste wichtigen Innenmaße (Sitze, Seiten- und Rückenlehnen, Fußraum), Festhaltungsmöglichkeiten, Schließ- und Sicherungseinrichtung,
  - der Fahrwerke mit Angaben über Lauf- und Sicherungsrollen, Lager, Achsen, Wellen, ihrer Befestigung und Bewegungsmöglichkeit gegenüber dem Fahrzeug, der Lenkung bzw. Steuerung sowie der Rücklaufsicherungen, Entgleisungs- bzw. Kipp-sicherungen, Puffer, Anhängervorrichtungen, Schutzvorrichtungen, Antriebe und Bremsen, der Verankerung mit dem Untergrund.
- Erforderlichenfalls Elektroschaltpläne, Pneumatik- und Hydraulikschaltpläne

### 2.4 Nachweis der Standsicherheit

2.4.1 Über die Standsicherheit sind folgende Nachweise zu erbringen:

- allgemeiner Spannungsnachweis,
- Betriebsfestigkeitsnachweis,
- Stabilitätsnachweis,
- Nachweis der Sicherheit gegen Umkippen, Gleiten und Abheben,
- gegebenenfalls Formänderungsnachweis.

2.4.2 Die Nachweise müssen unter anderem enthalten:

- Die Lastannahmen unter Berücksichtigung der möglichen Betriebszustände bzw. der Aufstellungsvarianten. Bei bewegten Teilen sind Geschwindigkeit bzw. Drehzahl und Beschleunigung anzugeben,
- Hauptabmessungen und Querschnittswerte aller tragenden Bauteile sowie Angaben zur Beurteilung der Betriebsfestigkeit,
- Angaben über Werkstoffe,
- Ermittlung der ungünstigsten Spannungen und Angaben über die zulässigen Beanspruchungen der tragenden Bauteile und der Verbindungen,
- Angaben über elastische Formänderungen (Durchbiegung, Verdrehung), soweit diese für die Stand- oder Betriebssicherheit von Bedeutung sind,
- Angabe der Konstruktionsteile, die nach Abschnitt 7.3.1 besonders überprüft werden müssen.

## DIN 4112

**3 Werkstoffe****3.1 Allgemeines**

Im allgemeinen dürfen für Bauteile Werkstoffe verwendet werden, für die in technischen Baubestimmungen Bemessungsangaben enthalten sind.

Andere Werkstoffe dürfen nur verwendet werden, wenn der Nachweis ihrer Brauchbarkeit durch allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen erbracht ist, oder wenn im Einzelfall die zuständige oberste Bauaufsichtsbehörde ihrer Verwendung zustimmt.

**3.2 Gebräuchliche Stähle****3.2.1 Stähle für Bauteile**

St 35	nach DIN 1629 Teil 1
St 37-2	nach DIN 17 100
St 52-3	nach DIN 17 100
GS-52	nach DIN 1681
C 35	nach DIN 17 200

**3.2.2 Stähle für Maschinenteile und Bauteile, die gleichzeitig Maschinenbauteile sind**

St 37-2	nach DIN 17 100
St 50-2	nach DIN 17 100
St 52-3	nach DIN 17 100
St 60-2	nach DIN 17 100
St 70-2	nach DIN 17 100
C 15	nach DIN 17 210
16 MnCr 5	nach DIN 17 210
20 MnCr 5	nach DIN 17 210
C 45	nach DIN 17 200
C 60	nach DIN 17 200
40 Mn 4	nach DIN 17 200
41 Cr 4	nach DIN 17 200
42 CrMo 4	nach DIN 17 200
50 CrV 4	nach DIN 17 200
GS-45.3	nach DIN 1681

Für Maschinenteile dürfen auch Werkstoffe verwendet werden, für die in anderen Normen oder Werksnormen technologische Werte angegeben sind.

**3.2.3 Verbindungselemente**

Schrauben und Bolzen der Festigkeitsklassen 4.6, 5.6, 6.9, 8.8 und 10.9 nach DIN ISO 898 Teil 1.

**3.3 Aluminium-Legierungen**

Aluminium-Legierungen für vorwiegend ruhende Beanspruchung nach DIN 4113 Teil 1.

**3.4 Holz**

Nach DIN 1052 Teil 1.

**4 Lastarten und Lastannahmen****4.1 Ständige Lasten**

Hierzu gehören die Eigenlast des Tragwerks, des Zubehörs und der technischen Einrichtungen, die zum Betrieb notwendig sind sowie Bespannungen, Dekorationen und dergleichen.

Die ständigen Lasten sind nach DIN 1055 Teil 1 und Teil 2 zu ermitteln. Für Maschinenteile, elektrische Einrichtungen, Fahrzeuge, Gondeln und dergleichen sind die Eigenlasten nachzuweisen.

Die Eigenlast trockener Leinwand bei Berechnung der Bauten für Winddruck von unten, erforderlich für Unter-

suchung der Kippsicherheit und Bemessung der Verankerung, ist mit  $0,005 \text{ kN/m}^2$ , in allen anderen Fällen nach DIN 1055 Teil 1 anzunehmen.

**4.2 Verkehrslasten**

Das sind die an einem Bauteil angreifenden äußeren Kräfte, die Größe, Richtung und Angriffsort im regelmäßigen Betrieb ändern können (siehe auch Abschnitt 5).

**4.2.1 Lotrechte Lasten**

**4.2.1.1** Die Last je erwachsener Person ist mit  $0,75 \text{ kN}$ , je Kind mit  $0,50 \text{ kN}$  anzunehmen. Ist die bauliche Anlage zur Benutzung durch Erwachsene und Kinder oder nur für Kinder vorgesehen, so ist die zulässige Personenanzahl je Sitzgruppeneinheit (z. B. Gondel) durch Anschlag anzuzeigen.

**4.2.1.2** Für Fußböden, allgemein zugängliche Treppen, Treppenabsätze, Rampen, Zu- und Abgänge und dergleichen ist eine Verkehrslast von  $3,5 \text{ kN/m}^2$  anzunehmen. Ist mit besonders großem Menschengedränge zu rechnen, so ist die Verkehrslast auf  $5 \text{ kN/m}^2$  zu erhöhen. Das muß z. B. stets bei Zirkussen geschehen. Tribünen mit festen Sitzplätzen sind für eine Verkehrslast von  $5 \text{ kN/m}^2$ , Tribünen ohne feste Sitzplätze für eine Verkehrslast von  $7,5 \text{ kN/m}^2$  zu bemessen. Für Tribünentreppen und deren Podeste ist eine Verkehrslast von  $7,5 \text{ kN/m}^2$  anzusetzen.

**4.2.1.3** Fußböden, Podien, Rampen, Treppen, Laufstege und dergleichen, die zwar von Einzelpersonen begangen werden, aber für die allgemeine Benutzung nicht bestimmt sind, sind mit  $1 \text{ kN}$  Einzellast in ungünstigster Stellung bzw. mit  $1 \text{ kN/m}^2$  zu bemessen.

**4.2.1.4** Bei Karussells, in dem vom Publikum betriebsmäßig begangenen Dreh- bzw. Auslegerbereich, sind zur Berücksichtigung des Fahrgastwechsels als Verkehrslast auf den Böden doppelt so viele Personen anzunehmen wie Plätze auf den Fahrzeugen bzw. Figuren vorhanden sind, oder es ist eine Verkehrslast von  $2 \text{ kN/m}^2$  in Rechnung zu stellen. Der ungünstigere Wert ist für die Bemessung maßgebend.

**4.2.1.5** Die Sitzbretter von Sitzreihen sind für eine Verkehrslast von  $1,5 \text{ kN/m}$  zu bemessen. Dies gilt auch für Fußböden zwischen festen Sitzreihen, wenn sich aus Abschnitt 4.2.1.2 nicht höhere Lasten ergeben.

**4.2.1.6** Bei Treppen ohne Setzstufen oder bei Treppen mit nur einer mittleren Wange ist eine Einzellast von  $1 \text{ kN}$  je Stufe in ungünstigster Laststellung bzw. Flächenlast nach Abschnitt 4.2.1.2 oder Abschnitt 4.2.1.3 anzunehmen.

**4.2.2 Waagerechte Lasten**

**4.2.2.1** Bei Brüstungen und Geländern sowie bei Wandtafeln ist die waagerechte Seitenkraft im allgemeinen mit  $0,5 \text{ kN/m}$  in Holmhöhe (Handlaufhöhe) anzunehmen. Bei Fliegenden Bauten, bei denen mit besonders großem Menschengedränge zu rechnen ist, muß dieser Wert auf  $1 \text{ kN/m}$  erhöht werden. Der Zwischenholm ist für eine waagerechte Seitenkraft von  $0,1 \text{ kN/m}$  zu bemessen.

**4.2.2.2** Für Geländer von Bedienungstreppten und -laufstegen nach Abschnitt 4.2.1.3 ist eine waagerechte Seitenkraft in Holmhöhe von  $0,15 \text{ kN/m}$  anzunehmen.

**4.2.2.3** Bei Tribünen und ähnlichen Sitz- und Steheinrichtungen ist zur Erzielung ausreichender Längs- und

Quersteifigkeit neben einer etwaigen Windlast nach Abschnitt 4.5 eine in Fußbodenhöhe angreifende waagerechte Seitenkraft in jeweils ungünstigster Richtung in Rechnung zu stellen, die zu  $1/10$  der Verkehrslast nach Abschnitt 4.2.1.2 anzunehmen ist.

#### 4.3 Antriebs- und Bremskräfte

Antriebs- und Bremskräfte sind für den gewählten Antrieb (z. B. Gleichstrommotor, Drehstrommotor, Hydraulikantrieb usw.) und die gewählte Bremse rechnerisch zu ermitteln und in dieser Größe anzusetzen. Bei Hydraulikzylindern sind die Einflüsse aus Anfahren und Abbremsen durch konstruktive Maßnahmen erfaßbar klein zu halten und rechnerisch zu berücksichtigen.

Für langsam laufende Fahrzeuge oder Drehwerke mit Geschwindigkeiten  $\leq 3 \text{ m/s}$  dürfen die Antriebs- und Bremskräfte mit  $1/15$  der bewegten ständigen Last und Verkehrslast angenommen werden, wenn kein genauere Nachweis geführt wird.

#### 4.4 Zuschläge für Stöße, für die Schwingung direkt befahrener Bauteile und für den Anprall

##### 4.4.1 Stöße

Treten während der Fahrbewegung in der Konstruktion oder in einzelnen ihrer Teile Stoßkräfte auf (z. B. aus Schienenstößen oder Abnutzung), so sind die in Betracht kommenden bewegten Lasten (ständige Last und Verkehrslast) mit der Stoßzahl von mindestens  $\varphi_1 = 1,2$  zu vervielfachen, sofern die Art des Betriebes und der Konstruktion keinen höheren Wert erfordert. Werden bei Fahrversuchen an der Ausführung entscheidend größere Stoßkräfte (z. B. durch Schienenstöße) festgestellt und können diese konstruktiv nicht behoben werden, dann ist der Wert  $\varphi_1$  entsprechend zu erhöhen.

Nicht zu den Stoßkräften zählen Kräfte aus Anfahren und Abbremsen wie z. B. beim Hydraulikzylinder, siehe hierzu Abschnitt 4.3.

##### 4.4.2 Schwingung direkt befahrener Bauteile

Wegen der Schwingwirkungen in direkt befahrenen Bauteilen, z. B. Achterbahnschienen, sind alle Schnittgrößen im Fahrzeug und den direkt befahrenen Bauteilen mit dem Schwingbeiwert  $\varphi_2 = 1,2$  zu vervielfachen.

Bei entsprechendem Nachweis darf  $1,0 \leq \varphi_2 < 1,2$  angesetzt werden. Ohne Schwingbeiwert sind zu berechnen: Unterstutzungen oder Aufhängungen der direkt befahrenen Bauteile,

Bodenpressungen,  
Formänderungen,  
Stand- und Gleitsicherheit.

##### 4.4.3 Anprall

Anprall ist an der ungünstigsten Stelle des betroffenen Bauteils in der Größe des Gewichts des vollbesetzten Fahrzeugs ( $1,0 \cdot Q$ ) anzusetzen.

Kommt Anprallen nur unter Winkeln  $\alpha < 90^\circ$  in Betracht, so ist für den Anprall  $Q \cdot \sin \alpha$  zu setzen; jedoch ist mit mindestens  $0,3 \cdot Q$  zu rechnen.

Der Einfluß aus vorgenannten Anpralllasten braucht nur für die unmittelbar betroffenen Bauteile und ihre Verankerungen berücksichtigt zu werden.

#### 4.5 Windlasten

4.5.1 Für die Windlasten ist DIN 1055 Teil 4 mit folgenden Staudrücken maßgebend:

$0,50 \text{ kN/m}^2$  für Fliegende Bauten bis  $8,00 \text{ m}$  Höhe,

$0,80 \text{ kN/m}^2$  für Fliegende Bauten über  $8,00$  bis  $20,00 \text{ m}$  Höhe.

Aufgrund der vorliegenden Erfahrungen mit Zelten herkömmlicher Bauart darf die Windlast derartiger Zeltkonstruktionen mit den aerodynamischen Beiwerten aus Bild 1 ermittelt werden.

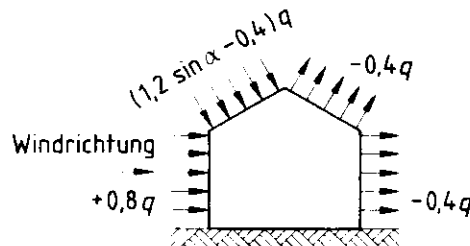


Bild 1. Aerodynamische Beiwerte für Zelte herkömmlicher Bauart

4.5.2 Abweichend von Abschnitt 4.5.1 darf bei Fliegenden Bauten – außer bei Festzelten mit einer Höhe  $> 5,00 \text{ m}$  oder mit einer Breite  $> 10,00 \text{ m}$  bzw. bei Rundzelten mit größerem Durchmesser als  $15,00 \text{ m}$  – der Staudruck bis zu einer Höhe von  $5,00 \text{ m}$  über Erdboden mit  $q = 0,3 \text{ kN/m}^2$  angenommen werden.

4.5.3 Bei Fliegenden Bauten im Betriebszustand darf die Windlast mit einem Staudruck von  $0,15 \text{ kN/m}^2$  bis  $5,00 \text{ m}$  über Erdboden und darüber mit  $0,25 \text{ kN/m}^2$  angesetzt werden, wenn ab Windstärke 8 bzw. ab einer Windgeschwindigkeit von  $20 \text{ m/s}$  der Betrieb eingestellt wird. Die Windangriffsfläche aus Verkehrslast ist zu berücksichtigen.

#### 4.6 Schneelasten

Für die Schneelasten ist DIN 1055 Teil 5 maßgebend.

#### 4.7 Massenkkräfte, z. B. Flieh-, Kreisel- und Corioliskräfte

Sie sind entsprechend den Gegebenheiten besonders zu ermitteln, siehe z. B. Abschnitt 5.5.1 und Abschnitt 5.4.4.1.

4.8 Die Lasten nach Abschnitt 4.5 sind Zusatzlasten im Sinne von DIN 1050.

#### 5 Grundsätze für die statischen Berechnungen

##### 5.1 Allgemeines

5.1.1 Die Grenzwerte der Normalkräfte, Momente, Querkkräfte und Auflagerkräfte sind getrennt für die einzelnen Lasten nach Abschnitt 4 zu bestimmen. Aus den Grenzwerten sind die Spannungen zu ermitteln und den zulässigen Spannungen gegenüberzustellen.

5.1.2 Alle Nachweise sind für die ungünstigste Belastung aufzustellen. Dabei sind die beweglichen Lasten einschließlich der daraus resultierenden Betriebslasten und die Lage der beweglichen Teile stets in der Stellung und Größe und mit derjenigen Geschwindigkeit anzunehmen,

## DIN 4112

die für die zu berechnenden Bauteile im Betrieb die ungünstigsten Beanspruchungen ergeben. Bei Bauteilen und Ausrüstungsgegenständen, die nicht dauernd vorhanden sind, ist auch zu untersuchen, ob bei deren Wegfall ungünstigere Verhältnisse auftreten können.

**5.1.3** Wenig bekannte Formeln sind zunächst mit den Zeichen nach DIN 1080 Teil 1 niederzuschreiben. Für solche Formeln ist die Quelle anzugeben, wenn sie allgemein zugänglich ist. Sonst sind die Formeln so weit zu entwickeln, daß ihre Richtigkeit geprüft werden kann.

**5.1.4** Bei Anwendung von Rechenautomaten sind die vorläufigen Richtlinien für das Aufstellen und Prüfen elektronischer Standsicherheitsberechnungen<sup>1)</sup> zu beachten.

## 5.2 Schaukeln

**5.2.1** Die folgenden Bestimmungen gelten mit Ausnahme des Abschnittes 5.2.7 für Schaukeln ohne motorischen Antrieb.

**5.2.2** Schaukeln sind für einen größten Ausschlag von  $\max \vartheta = 120^\circ$  gegenüber der Ruhelage zu berechnen. Für Kinderschaukeln, bei denen der Abstand vom Gondelboden bis zur Aufhängeachse 2,00 m nicht überschreitet, genügt ein Winkel von  $\max \vartheta = 90^\circ$ .

**5.2.3** Bei Überschlagschaukeln ist der volle Ausschlag von  $\max \vartheta = 180^\circ$  in Rechnung zu stellen.

**5.2.4** Bei Überschlagschaukeln mit Gegengewicht muß als einseitige Überlast außer dem Gewicht der Fahrgäste auch das jeweilige Übergewicht der Gondel berücksichtigt werden.

**5.2.5** Unter der Voraussetzung, daß die Fußpunkte der Streben in derselben horizontalen Ebene liegen und der Neigungswinkel der Streben gleich ist, gilt für herkömmliche Schiffschaukeln (ohne Gegengewicht) das folgende vereinfachte Rechenverfahren.

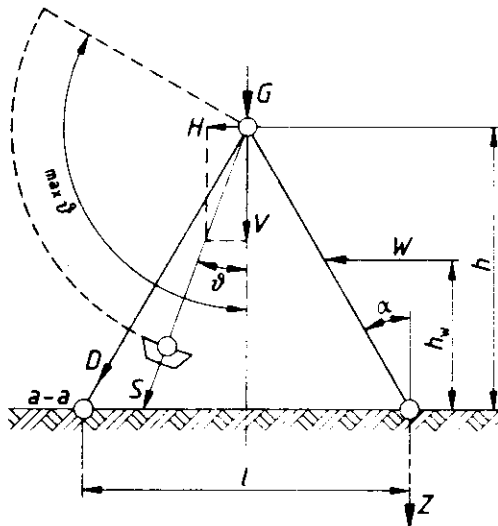


Bild 2. Schiffschaukel

Es bedeuten:

**G** Last der festen Teile (Schaukelgerüst, Kopfbalken und Lager). Die Eigenlast des Podiums darf nur dann zu **G** hinzugezählt werden, wenn es mit den Streben fest verbunden und stets mit aufgebaut wird.

<b>Q</b>	Eigenlast und Verkehrslast der bewegten Teile (Gestänge, Gondel und Personen)
<b>W</b>	Windlast
<b>S</b>	Fadenkraft des der schwingenden Gondel gleichwertigen Pendels
<b>H</b> <b>V</b>	Horizontal- und Vertikalkomponenten der Fadenkraft <b>S</b>
<b>l</b>	Stützweite der Schaukel
<b>h</b>	Höhe der Schaukel
<b>h<sub>w</sub></b> <b>a – a</b>	Höhe des Windangriffs über der Kippachse
<b>\alpha</b>	Strebenneigung gegen die Lotrechte
<b>\vartheta</b>	Ausschlagwinkel gegen die Lotrechte
<b>\max \vartheta</b>	Maximaler Ausschlagwinkel gegen die Lotrechte
<b>D</b>	Druckkraft in der Schaukelstrebe
<b>Z</b>	Verankerungskraft
<b>a – a</b>	Kippachse

Die beim Schaukeln auftretenden Kräfte sind:

$$S = Q (3 \cdot \cos \vartheta - 2 \cdot \cos \max \vartheta) \quad (1)$$

$$H = S \cdot \sin \vartheta \quad (2)$$

$$V = S \cdot \cos \vartheta \quad (3)$$

In der Tabelle 1 sind für größte Gondelausschläge  $\max \vartheta = 90, 120$  und  $180^\circ$  gegen die Ruhelage die sich aus vorstehenden Formeln ergebenden Kräfte bei verschiedenen Ausschlagwinkeln angegeben.

### 5.2.5.1 Strebenkräfte

Strebenkraft aus Eigenlast **G**

$$D_g = \frac{G}{2 \cdot \cos \alpha} \quad (4)$$

Strebenkraft aus Fliehkraft

$$D_f = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{V}{\cos \alpha} + \frac{H}{\sin \alpha} \right) \quad (5)$$

Der Großwert der Strebenkraft  $D_f$  wird ermittelt aus dem Verhältnis  $D_f/Q$  für verschiedene Ausschlagwinkel  $\vartheta$  unter Verwendung der Werte  $V/Q$  und  $H/Q$  nach Tabelle 1. Die Anwendung der Formel (5) setzt voraus, daß eine wirksame, unnachgiebige Verankerung an den Strebenfüßen vorhanden ist. Andernfalls sind die Werte für  $D_f$  mit dem Faktor 2 zu multiplizieren.

Strebenkraft aus Wind

$$D_w = \frac{\sum W \cdot h_w}{l \cdot \cos \alpha} \quad (6)$$

Die Windangriffsfläche für Gondel und Personen kann für Schaukelstellungen zwischen  $\vartheta = 0^\circ$  und  $\vartheta = 60^\circ$  angenähert mit  $1,0 \text{ m}^2$  senkrecht getroffener Fläche angenommen werden. Der Angriffspunkt dieser Windkraft ist in Höhe der Aufhängung (Achse) anzunehmen. Windlasten aus Schrift- und Schautafeln, Überdachungen und dergleichen müssen gegebenenfalls berücksichtigt werden.

Es ist in jedem Fall auch zu untersuchen, ob bei voller Windlast und ruhendem Betrieb höhere Beanspruchungen auftreten.

<sup>1)</sup> Abgedruckt z. B. im Ministerialamtsblatt NW 1966, S. 666

Tabelle 1. Pendelkräfte bei verschiedenen Gondelausschlägen

max $\vartheta = 90^\circ$				max $\vartheta = 120^\circ$				max $\vartheta = 180^\circ$			
$\vartheta$	S/Q	V/Q	H/Q	$\vartheta$	S/Q	V/Q	H/Q	$\vartheta$	S/Q	V/Q	H/Q
90°	0,00	0,00	0,00	120°	-0,50	+0,25	-0,43	180°	-1,00	+1,00	0,00
80°	+0,52	+0,09	+0,51	110°	-0,03	+0,01	-0,02	170°	-0,96	+0,94	-0,17
70°	+1,03	+0,35	+0,96	100°	+0,48	-0,08	+0,47	160°	-0,82	+0,77	-0,28
60°	+1,50	+0,75	+1,30	90°	+1,00	0,00	+1,00	150°	-0,60	+0,52	-0,30
50°	+1,93	+1,24	+1,48	80°	+1,52	+0,27	+1,50	140°	-0,30	+0,23	-0,19
45°	+2,12	+1,50	+1,50	70°	+2,03	+0,69	+1,90	130°	+0,07	-0,05	+0,05
40°	+2,30	+1,76	+1,48	60°	+2,50	+1,25	+2,16	120°	+0,50	-0,25	+0,43
30°	+2,60	+2,25	+1,30	50°	+2,93	+1,88	+2,24	110°	+0,97	-0,33	+0,92
20°	+2,82	+2,65	+0,97	40°	+3,30	+2,53	+2,12	100°	+1,48	-0,26	+1,46
10°	+2,96	+2,91	+0,51	30°	+3,60	+3,11	+1,80	90°	+2,00	0,00	+2,00
0°	+3,00	+3,00	0,00	20°	+3,82	+3,59	+1,31	80°	+2,52	+0,44	+2,48
				10°	+3,96	+3,90	+0,69	70°	+3,03	+1,04	+2,84
				0°	+4,00	+4,00	0,00	60°	+3,50	+1,75	+3,03
								50°	+3,93	+2,53	+3,01
								40°	+4,30	+3,29	+2,76
								30°	+4,60	+3,98	+2,30
								20°	+4,82	+4,53	+1,65
								10°	+4,96	+4,88	+0,86
								0°	+5,00	+5,00	0,00

Die Gesamtstrebenkraft ergibt sich zu:

$$\Sigma D = D_g + \max D_f + D_w \quad (7)$$

### 5.2.5.2 Kippsicherheit der Schaukel

Das  $v$ -fache Kippmoment, bezogen auf die Kippachse  $a - a$  beträgt

$$M_{K_v} = 1,3 \cdot \left( H \cdot h - V \cdot \frac{l}{2} \right) + 1,2 \cdot \Sigma W \cdot h_w \quad (8)$$

Die Werte  $V$  und  $H$  sind aus Tabelle 1 für den entsprechenden Ausschlagwinkel  $\max \vartheta$  zu entnehmen.

Das Standmoment, bezogen auf die Kippachse  $a - a$  beträgt

$$M_{St} = \frac{\bar{G} \cdot l}{2} \quad (9)$$

Für  $\bar{G}$  darf nur das mit Sicherheit immer vorhandene Mindestgewicht (Hölzer in ausgetrocknetem Zustand) angesetzt werden.

Es muß sein  $M_{St} \geq M_{K_v}$ .

Für  $\frac{M_{St}}{M_{K_v}} < 1,0$  ist eine zusätzliche Verankerung der

Bockstreben erforderlich gemäß der Gleichung

$$\text{erf } Z_v = \frac{M_{K_v} - M_{St}}{l} \quad (10)$$

Es muß sein  $Z \geq \text{erf } Z_v$ .

$Z$  siehe Abschnitt 6.2.1

**5.2.6** Die Aufhängestangen der Gondel sind auf Zug und bei Ausschlagwinkeln  $\vartheta > 120^\circ$  auch auf Knicken zu untersuchen. Liegen die Lager für die Aufhängung der Gondeln außermittig zum Kopfbalken, so werden die Streben des Gerüsts auch auf Verdrehen und damit die Streben des Gerüsts auch auf Biegung beansprucht. Dies ist bei der Berechnung zu berücksichtigen; ebenso der Einfluß der Ausmittigkeit auf die Kopfbalkenlager und die Strebenverbindungen.

**5.2.7** Bei motorisch angetriebenen Schaukeln sind die aus dem Motorbetrieb sich ergebenden Antriebs- und Bremskräfte zusätzlich zu berücksichtigen.

## 5.3 Riesenräder

### 5.3.1 Lasten

Die Radscheiben von  $n$ -teiligen Riesenrädern sind für die Lasten nach Bild 3 zu berechnen:

$$Q_\varphi = \varphi \cdot (G_g + P) + G_R \quad (11)$$

$$Q = (G_g + P) + G_R \quad (11a)$$

$$Q_r = \frac{Q}{g} \cdot \omega^2 \cdot R \quad (12)$$

$$Q_t = \frac{Q}{g} \cdot \varepsilon \cdot R \quad (13)$$

$W_t$  und  $W_r$

## DIN 4112

Hierin bedeuten:

$\varphi = 1,2$  Stoßfaktor

$G_g$  Eigenlast einer Gondel mit Aufhängung

$P$  Verkehrslast in einer vollbesetzten Gondel

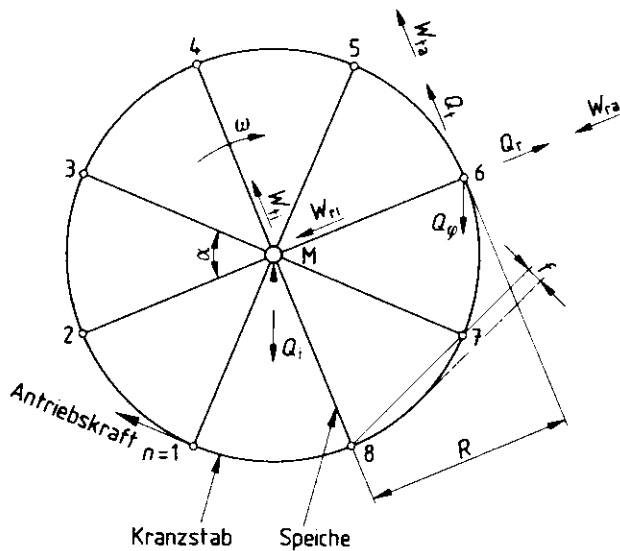


Bild 3.  $n = 8$  teiliges Riesenrad  
Belastung nur im Punkt  $i = 6$  dargestellt

$G_R$  zu einer Gondel gehörige anteilige Last des Rades

$Q_i$  anteilige Speichenlast, innen, an der Nabe

$g$  Fallbeschleunigung

$\omega$  Winkelgeschwindigkeit des Rades

$R$  Radius des Rades

$\epsilon = \frac{\omega}{t}$  Winkelbeschleunigung des Rades

$t$  Anfahr- bzw. Abbremszeit des Rades, ist aus dem gewählten Antrieb bzw. der Bremse zu errechnen

$W_{ta}$  Windlast in tangentialer Richtung des Rades aus Gondel und Speichenanteil

$W_{ti}$  Windlast in tangentialer Richtung des Rades aus Speichenanteil

$W_{ra}$  Windlast in radialer Richtung des Rades aus Gondel, Kranzstäben und Speichenanteil

$W_{ri}$  Windlast in radialer Richtung des Rades aus Speichenanteil

Die aus Antrieb bzw. Bremsung auftretenden Kräfte, die dem Rad um den Punkt M das Gleichgewicht halten, sind am Entstehungsort anzusetzen und abzuleiten, z. B. beim Antrieb an der Welle das Biegemoment in den Speichen und das Torsionsmoment in der Welle, oder beim Reibradantrieb auf dem Kranzstab der Anpreßdruck und die tangential Reibkraft.

### 5.3.2 Maßgebende Lastfälle

**Vollbesetzung:** (Lastfall a)

Alle Gondeln des Rades sind vollbesetzt. Hierbei ergeben sich die größten Spannungen in den Kranzstäben.

**Teilbesetzung:** (Lastfall b)

Als einseitige Belastung des Rades sind zwei aufeinanderfolgende vollbesetzte Gondeln bzw. zwei aufeinanderfolgende leere Gondeln, die übrigen besetzt anzunehmen.

Fliehkraft  $Q_r$ : (Lastfall c)

Anfahren und Abbremsen  $Q_t$ : (Lastfall d)

Wind parallel zum Rad: (Lastfall e 1)

Wind senkrecht zum Rad: (Lastfall e 2)

Sollen mehr als zwei Gondeln vollbelastet einseitig gefahren werden, dann ist das in der Berechnung zu berücksichtigen.

### 5.3.3 Berechnung

Die Stabkräfte der Speichen und Kranzstäbe des Rades sind im allgemeinen nach der Elastizitätslehre (einfach statisch unbestimmtes Fachwerk) zu ermitteln. Hierbei werden die Speichen als im Wellenmittelpunkt angeschlossen betrachtet. Bei allen Lastfällen sind die aus dem Antrieb (bzw. Bremsung) resultierenden Lasten wirklichkeitsgetreu anzusetzen.

Sind  $Q_r$ ,  $Q_t$ ,  $W_r$  und  $W_t$  klein gegenüber  $Q_\varphi$

$$\left( Q_r \leq \frac{Q_\varphi}{5}, Q_t \leq \frac{Q_\varphi}{10}, \sqrt{W_t^2 + W_r^2} \leq \frac{Q_\varphi}{4} \right),$$

dann können für die Berechnung der Radscheiben von  $n$ -teiligen Riesenrädern nachstehende Formeln verwendet werden. Sie gelten für die Lasten  $Q = 1$ .

Weitere Voraussetzungen:

Elastizitätsmodul bei allen Stäben gleich

$A_S$  Querschnittsfläche einer Speiche, bei allen Speichen gleich

$A_K$  Querschnittsfläche eines Kranzstabes, bei allen Kranzstäben gleich

$I_K$  Flächenmoment zweiten Grades (Trägheitsmoment) eines Kranzstabes, bei allen Kranzstäben gleich

(n) Index als Bezeichnung für einen beliebigen Knotenpunkt des  $n$ -teiligen Riesenrades

$\alpha$  der von zwei Speichen eingeschlossene Zentriwinkel (bei allen Speichen gleich)

$S_{0S}$  bzw.  $S_{0K}$  Stabkräfte am statisch bestimmten System in den Speichen bzw. Kranzstäben infolge  $Q_1 = 1, Q_2 = 1 \dots Q_n = 1$

$S_{1S}$  bzw.  $S_{1K}$  Stabkräfte am statisch bestimmten System in den Speichen bzw. Kranzstäben infolge  $X_1 = 1$

$$f = R \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) = \text{Pfeilhöhe} \quad (14)$$

$$c' = \frac{A_S}{A_K} \quad (15)$$

$$c'' = \frac{A_S}{I_K} \quad (16)$$

$$S_{1S} = -2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}; \quad (17)$$

$$S_{1K} = +1 \quad (18)$$

$$\max M_{1K} = R \cdot \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right); \quad (19)$$

bei polygonartig ausgebildeten Kranzstäben wird  $M_{1K} = 0$ .

Für das  $n$ -teilige Rad wird für den Zustand  $X_1 = 1$

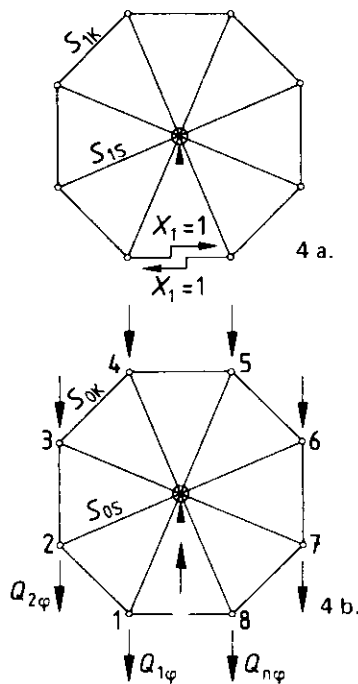


Bild 4.  $n = 8$ teiliges (polygonartiges) Riesenrad statisch bestimmtes Grundsystem

Aus Normalkraft

$$\frac{E \cdot A_S}{R} \cdot \delta_{11}^N = n \cdot 2 \cdot \left( \sin \frac{\alpha}{2} \right) \cdot \left( 2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + c' \right) \quad (20)$$

Aus Moment

$$\frac{E \cdot A_S}{R} \cdot \delta_{11}^M = n \cdot c'' \cdot R^2 \cdot \left( \frac{\alpha}{2} + \alpha \cos^2 \frac{\alpha}{2} - 3 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \right) \quad (21)$$

bei polygonartig ausgebildeten Kranksstäben wird

$$\frac{E \cdot A_S}{R} \cdot \delta_{11}^M = 0 \quad (22)$$

$$\frac{E \cdot A_S}{R} \cdot \delta_{10} = 2 \cdot \left( \sin \frac{\alpha}{2} \right) \cdot \left( c' \cdot \sum_1^n S_{0K} - \sum_1^n S_{0S} \right) \quad (23)$$

Damit wird die statisch Unbestimmte

$$X_1 \text{ aus } Q_1 = 1, Q_2 = 1 \dots Q_n = 1$$

$$X_1 = - \frac{\frac{E \cdot A_S}{R} \cdot \delta_{10}}{\frac{E \cdot A_S}{R} \cdot \delta_{11}^N + \frac{E \cdot A_S}{R} \cdot \delta_{11}^M} \quad (24)$$

Endgültige Schnittgrößen am statisch unbestimmten System für ein  $n$ -teiliges Riesenrad mit zwei Radscheiben aus der Belastung  $Q_\varphi$

$$\text{Speichen: } S_S = \frac{Q_\varphi}{2} \cdot (S_{0S} + X_1 \cdot S_{1S}) \quad (25)$$

$$\text{Krankst be: } S_K = \frac{Q_\varphi}{2} \cdot (S_{0K} + X_1 \cdot S_{1K}) \quad (26)$$

$$\max M_{1K} = S_K \cdot R \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) \quad (27)$$

bei polygonartig ausgebildeten Kranks ben wird  $M_K = 0$ .

Für polygonartig ausgebildete Riesenräder sind für  $c' = 0,2$  bis  $3,0$  für den Lastfall  $Q_n = 1$  und  $n = 6$  bis  $16$  die gröſsten Stabkräfte in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt. Die Stabkräfte in einer Radscheibe werden

ermittelt durch Multiplizieren der Tabellenwerte mit  $\frac{Q_\varphi}{2}$

Tabelle 2.

Teilung $n =$	6	8	10	12	14	16
Speichen	$\pm 2,00$	$\pm 2,00$	$\pm 2,00$	$\pm 2,00$	$\pm 2,00$	$\pm 2,00$
Krankst�be	$+ 1,16$	$+ 1,43$	$+ 1,68$	$+ 2,00$	$+ 2,30$	$+ 2,64$
	$- 1,50$	$- 1,60$	$- 1,68$	$- 2,00$	$- 2,30$	$- 2,64$
In der Tabelle bedeuten: + = Zug    - = Druck						

Der Einfluß auf die Speichen und Kranks be aus Wind senkrecht zur Radscheibe (Windlastanteil je Speiche aus Gondeln, Speiche, Kranks ben und eventuell vorhandene Verkleidung) ist nachzuweisen. Bei den Speichen und Kranks ben ist der Biegeeinfl  aus Eigenlast und eventuell weiteren vorhandenen Belastungen zu berücksichtigen. Erfolgen Antrieb und Bremsung nur an einer Radscheibe, so ist der daraus resultierende Einfluß auf das Rad zu untersuchen.

### 5.3.4 Montage

Der Montagevorgang des Rades ist nachzuweisen. Wird das Rad z. B. so montiert, daß der letzte Kranks b unten eingebaut wird, so ist der Kranks b so auseinanderzudr cken, daß er die Druckkraft erhält, die sich bei den vorhandenen Lasten aus der statisch unbestimmten Rechnung ergibt.

### 5.3.5 Allgemeine Hinweise

Die Summe aller äußeren angreifenden Kräfte ist über die Stützkonstruktion abzuleiten, wobei der Kipp- und Gleitsicherheitsnachweis im Betriebsfall mit Windbelastung nach Abschnitt 4.5.3 auf die eventuell durch die Verkehrslast vergrößerte Windangriffsfläche und im Stillstand (ohne Verkehrslast) mit Windbelastung nach Abschnitt 4.5.1 und Abschnitt 4.5.2 zu führen ist. Der Wind ist einmal parallel zur Radscheibe und in einem zweiten Lastfall senkrecht zur Radscheibe anzusetzen. Für die beiden vorgenannten Lastfälle ist die Kipp- und Gleitsicherheit des Bauwerkes nachzuweisen. Die Kipp- und Gleitsicherheit ist gegebenenfalls für den Montagezustand nachzuweisen. Da die Speichen in der Regel nicht, wie gerechnet, im Wellenmittelpunkt angeschlossen werden können, handelt es sich bei der Radscheibe um ein labiles System, d. h. die Nabe kann bei festgehaltenem Rad eine endliche Drehung bis in eine stabile Lage ausführen. Um diesem Verschleiß vorzubeugen, sollten die Speichen an der Nabe so angeschlossen werden (z. B.

## DIN 4112

durch Einspannung), daß die Relativdrehung der Nabe verhindert wird. Werden als Speichen Zugglieder verwendet, dann ist der Einfluß aus dem Zugglieddurchhang auf das Rad zu erfassen.

Bei der Berechnung auf Wind senkrecht zur Radscheibe ist zu beachten, daß die gesamte Windlast des Rades sich an einem Lager absetzt, wenn durch die Achs- und Lagerausbildung eine beidseitige Lastverteilung nicht zweifelsfrei sichergestellt ist.

Für den Kippsicherheitsnachweis darf Kippen des Gesamtbauwerkes nur dann gerechnet werden, wenn das Gesamtbauwerk um eine Kante oder einen Punkt kippen kann. Kippen z. B. Stützbocke einzeln, so ist für jeden Stützbock allein der Kippsicherheitsnachweis zu erbringen. Bei schrägliegenden auf Druck beanspruchten Stützen ist das Moment aus der Druckkraft multipliziert mit der Durchbiegung zu berücksichtigen.

Der Einfluß aus halbseitig besetzter Gondel und Windbelastung auf die Gondelaufhängung ist zu berücksichtigen.

## 5.4 Karussells

### 5.4.1 Allgemeines

Karussells sind im Ruhestand und im Betriebszustand sowohl mit Vollbelastung als auch unter der Annahme zu untersuchen, daß nur ein Teil des Drehwerkes belastet wird.

Als einseitige Belastung ist anzunehmen, daß mindestens die Sitze besetzt sind, die auf  $1/4$  bzw.  $3/4$  des Umfanges liegen. Für diese einseitige Belastung ist der allgemeine Spannungsnachweis zu führen.

Das Kippmoment durch einseitige Belastung bei Besetzung der Sitze auf mindestens  $1/6$  des Umfanges darf nicht größer sein als das gleichzeitig vorhandene Standmoment ohne Berücksichtigung von Zugankern. Für diese einseitige Belastung ist der Betriebsfestigkeitsnachweis zu führen. Außerdem ist auch der Betriebsfestigkeitsnachweis für eine einseitige Belastung auf  $5/6$  des Umfangs zu führen. Die entsprechenden Sektorausschnitte sind für den ungünstigsten Fall zu wählen, wobei auch Sitze mit zu zählen sind, die auf dem Sektorrand liegen.

Sind statt Einzelsitze mehrsitzige Gondeln vorhanden, ist analog zu verfahren.

Bei 18 und mehr gleichmäßig auf den Umfang verteilten Sitzen kann unter bestimmten Bedingungen eine größere einseitige Belastung für eine ausreichende Kippsicherheit maßgebend sein. Siehe hierzu den Vergleich  $M_{St} \geq M_{Kv}$  im Abschnitt 5.4.2.

Soll ein Karussell auch planmäßig rückwärts fahren, so sind für die Bemessung beide Fahrtrichtungen zu berücksichtigen.

Laufkränze, Laufbahnen, Laufrollen, Sicherungsrollen und dergleichen unterliegen einer Abnutzung. Die zulässigen Verschleißmaße sind festzulegen.

Die ausreichende Sicherheit der hydraulischen und pneumatischen Einrichtungen ist durch Konstruktionszeichnungen, Berechnungen und die zugehörigen Schaltpläne nachzuweisen.

Die Sitze und Gondeln sind für diejenigen Kräfte zu bemessen, die sich aus den Eigenlasten, der Verkehrslast und aus der Bewegung ergeben. Wenn Sitze gelenkig gelagert werden, müssen sie so angebracht sein, daß keine Zwängungen auftreten können. Die Befestigung der Sitze

auf den Auslegern ist ebenfalls für diese Kräfte auszulegen.

Die Seitenlehnen, Rückenlehnen, Sicherungsbügel, Ketten, Seile und die zugehörigen Schließvorrichtungen müssen die vorgenannten Kräfte aus der Personenlast übernehmen können. Die Bewegungen des Karussells sind so festzulegen, bzw. die Sitze sind so zu konstruieren oder zu sichern, daß die Personen im Hinblick auf die Bewegungen des Karussells sicher in den Sitzen untergebracht sind. Eine Sicherung des Fahrgastes ist notwendig, wenn der Fahrgast aus der resultierenden Beschleunigung mit weniger als  $0,2 \cdot g$  auf den Sitz gedrückt wird.

Der Unterbau ist so zu bemessen und zu konstruieren, daß die auftretenden Kräfte (wie z. B. Anfahr- und Bremskräfte, Stoßkräfte, Unwuchtkräfte) sicher auf den Untergrund übertragen werden.

### 5.4.2 Fliegerkarussells und Hängekarussells

Die Fliehkräfte bei den Flieger- und Hängekarussells mit vertikaler Drehachse errechnen sich zu:

$$H_{FL} = \frac{m \cdot v^2}{R + a} = Q' \cdot \tan \alpha; \quad (28)$$

$$m = \frac{Q'}{g} \quad (29); \quad v = \frac{\pi \cdot n \cdot (R + a)}{30} \quad (30)$$

wobei  $a = l \cdot \sin \alpha$  (31) in Abhängigkeit von  $v$  zunächst unbekannt ist. Zur Ermittlung von  $\alpha$  (siehe Bild 5) dient die Gleichung

$$q = \cos \alpha + \frac{R}{l} \cdot \cot \alpha \quad (32)$$

wobei

$$q = \frac{894}{l \cdot n^2} \quad \text{mit } l \text{ in m und } n \text{ in U/min} \quad (33)$$

$Q'$  Gondel-eigenlast mit Verkehrslast

$l$  Fadenlänge

$R$  Radius im Bild 6

$n$  Drehzahl

$a$  Ausflugsweite der Gondel

$\alpha$  Ausflugswinkel gemessen zur Vertikalen

$v$  Umfangsgeschwindigkeit der Gondel

$m$  Masse aus Gondel und Verkehrslast

$H_{FL}$  Die in einer Gondel bewirkte Fliehkraft

$g$  Fallbeschleunigung

Statt der Auflösung der angegebenen Gleichung kann der Ausflugswinkel in Abhängigkeit von der Drehzahl mit Hilfe von Bild 5 ermittelt werden.

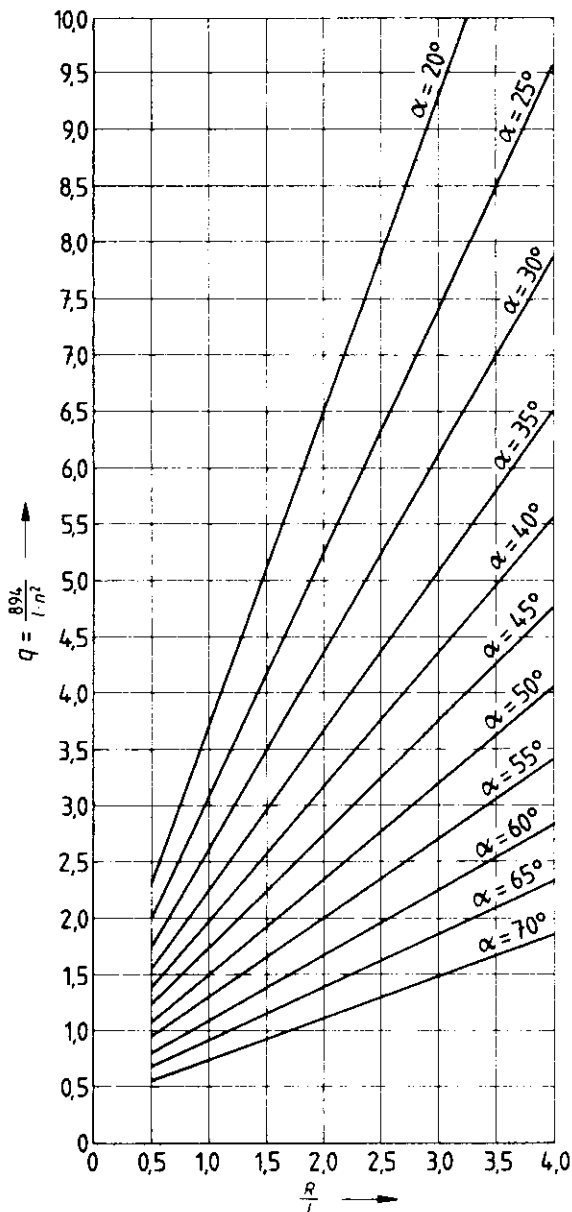
Aufhängeteile (z. B. 4 Ketten, 4 Seile, 4 Stangen) für Sitze oder Gondeln und die Verbindungsmittel sind so zu bemessen, daß jedes Aufhängeteil die halbe resultierende Kraft aus  $H_{FL}$  und  $Q'$  aufnehmen kann.

Auch die Schließvorrichtungen (Seil) sind für die resultierende Kraft aus  $H_{FL}$  und  $Q'$  zu berechnen; bei Ketten ist die Kraft aus dem Kettenzug zu berücksichtigen.

Die Schließvorrichtung darf nicht an den Aufhängeteilen befestigt sein.

Für kleinere Kettenfliegerkarussells genügt es – soweit nichts Genaueres nachgewiesen wird – einen Ausflugswinkel  $\alpha = 45^\circ$  anzunehmen ( $H_{FL} = Q'$ ).

Sind an einem Ausleger 2 Sitze nebeneinander befestigt, so darf zur Vereinfachung für beide Sitze ein Ausflugswinkel  $\alpha = 45^\circ$  angenommen werden.

Bild 5. Diagramm zur Bestimmung des Ausflugsinkels  $\alpha$ 

Für Kinderkarussells mit angehängten Tierfiguren und ähnlichem genügt – wenn nichts Genaueres nachgewiesen wird – die Annahme eines Ausflugsinkels  $\alpha = 30^\circ$  ( $H_{FL} = 0,5 Q'$ ).

Das Moment der lotrechten und waagerechten Lasten um Punkt A (Fußpunkt des Mastes) beträgt:

$$M_A = c_1 \cdot P \cdot (R + h \cdot \tan \alpha) + (H_w \cdot h_w - V_w \cdot x) \quad (34)$$

Für die Bestimmung der Kippsicherheit im Betriebszustand ist einseitige Verkehrslast bei max. Drehzahl maßgebend.

Die Windbelastung ist in ungünstigster Richtung anzusetzen.

Die Momente um die Kippkante k – k bzw. k' – k' betragen:

Kippmoment:

$$M_{K_V} = 1,3 \cdot [P \cdot c_1 (R + h \cdot \tan \alpha) - P \cdot c_2 \cdot e] + 1,2 \cdot [H_w \cdot h_w - V_w (x + e)] \quad (35)$$

$$M_{K_V} = 1,3 \cdot \left[ P \cdot c_1 (R + h \cdot \tan \alpha) - P \cdot c_2 \cdot \frac{e}{\sqrt{2}} \right] + 1,2 \cdot \left[ H_w \cdot h_w - V_w \left( x + \frac{e}{\sqrt{2}} \right) \right] \quad (36)$$

Standmoment:

$$M_{St} = \Sigma \bar{G} \cdot e \quad (37)$$

$$M_{St'} = \Sigma \bar{G} \cdot \frac{e}{\sqrt{2}} \quad (38)$$

Für  $\bar{G}$  darf nur das mit Sicherheit immer vorhandene Mindestgewicht (Hölzer im ausgetrockneten Zustand) angesetzt werden.

Es muß sein  $M_{St} \geq M_{K_V}$  und  $M_{St'} \geq M_{K_V'}$

Bei 18 und mehr gleichmäßig auf den Umfang verteilten Sitzen kann unter bestimmten Bedingungen eine ausreichende Kippsicherheit maßgebend sein. Dann ist ein weiterer Nachweis zu führen mit

$$\max M_{K_V} = [P \cdot c_3 (R + h \cdot \tan \alpha) - P \cdot c_4 \cdot e] + 1,2 [H_w \cdot h_w - V_w (x + e)] \quad (39)$$

$$\max M_{K_V'} = \left[ P \cdot c_3 (R + h \cdot \tan \alpha) - P \cdot c_4 \cdot \frac{e}{\sqrt{2}} \right] + 1,2 \left[ H_w \cdot h_w - V_w \left( x + \frac{e}{\sqrt{2}} \right) \right] \quad (40)$$

$c_3$  und  $c_4$  sind Beiwerte analog  $c_1$  und  $c_2$  (tabellarisch hier nicht erfaßt), aber für eine einseitige Belastung auf 1/2 des Umfangs, wobei eventuell auf den Sektorrand fallende Sitze als nicht besetzt anzunehmen sind.

Es muß sein  $M_{St} \geq \max M_{K_V}$

$$M_{St'} \geq \max M_{K_V'}$$

Für  $\frac{M_{St}}{M_{K_V}}$  bzw.  $\frac{M_{St'}}{M_{K_V'}} < 1$ , bei einseitiger 1/4-Besetzung

am Umfang, sind zusätzliche Maßnahmen zu treffen, z. B. Gegengewichte anzubringen oder Verankerungen vorzunehmen.

Bei Anordnung von Bodenankern an den Enden des Bodenkreuzes beträgt die aufzunehmende Zugkraft  $Z$  (siehe Bild 6):

$$\text{erf } Z_V = \frac{M_{K_V} - M_{St}}{z} \quad (41)$$

$$\text{oder } \text{erf } Z_V = \frac{M_{K_V'} - M_{St'}}{2 \cdot z'} \quad (42)$$

Es muß sein  $Z \geq \text{erf } Z_V$

$Z$	siehe Abschnitt 6.2.1
$G'$	Eigenlast einer Gondel mit Aufhängung
$\Sigma G$	Eigenlast aller ständig vorhandenen, auf die Auflager wirkenden Einzelteile
$P$	Verkehrslast einer Gondel
$Q'$	$G' + P$
$h$	Abstand des Aufhängepunktes C der Gondel vom Erdboden
$c_1$	Beiwert, der die Lage der besetzten Gondel für 1/4 bzw. 1/6 des Umfangs berücksichtigt

## DIN 4112

$c_2$  Beiwert, der die Anzahl der besetzten Gondeln (bei einseitiger Belastung  $1/4$  bzw.  $1/6$  des Umfanges) berücksichtigt

$H_w$  Summe der waagerechten Windlast

$h_w$  Abstand  $H_w$  vom Erdboden

$V_w$  Summe der lotrechten Windlasten

$x$  Abstand  $V_w$  von Mastmitte

erf  $Z_v$  die im höchstbeanspruchten Verankerungspunkt wirkende Ankerzugkraft unter  $v$ -facher Kippbelastung

$e$  Abstand von der Kippachse zur Mastmitte

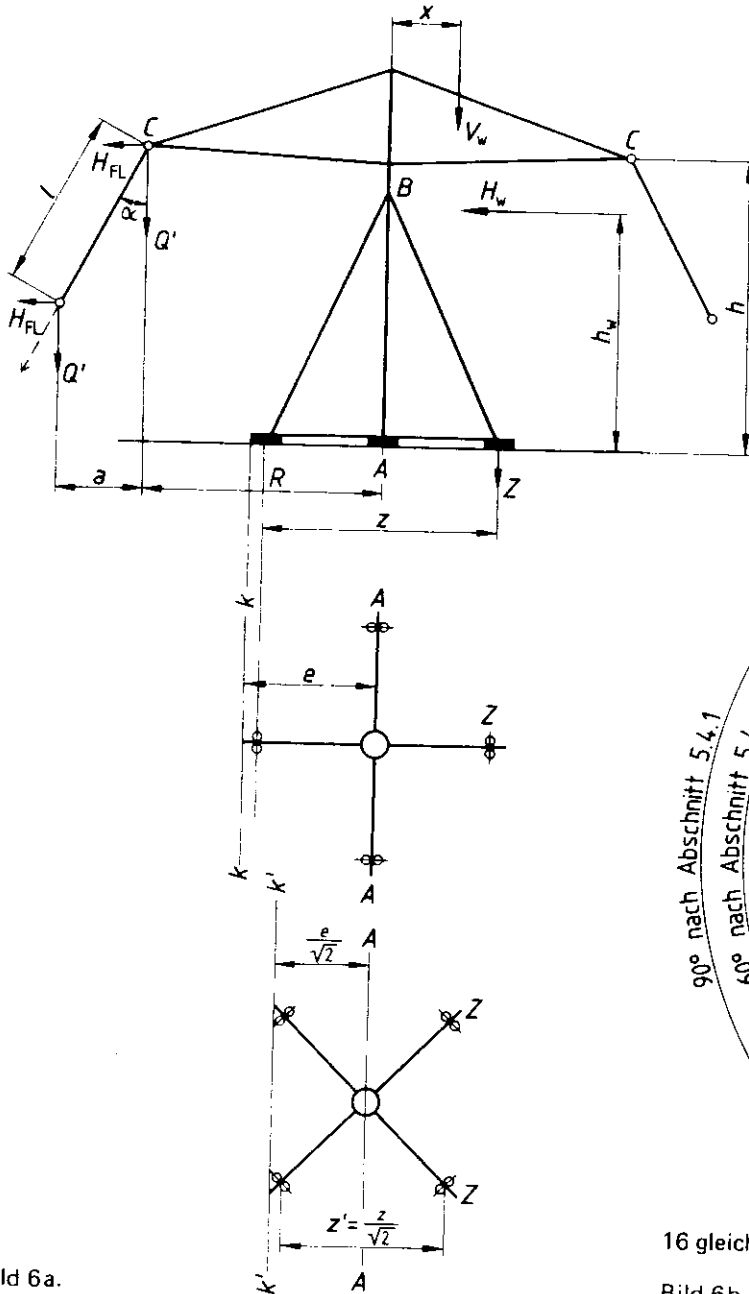
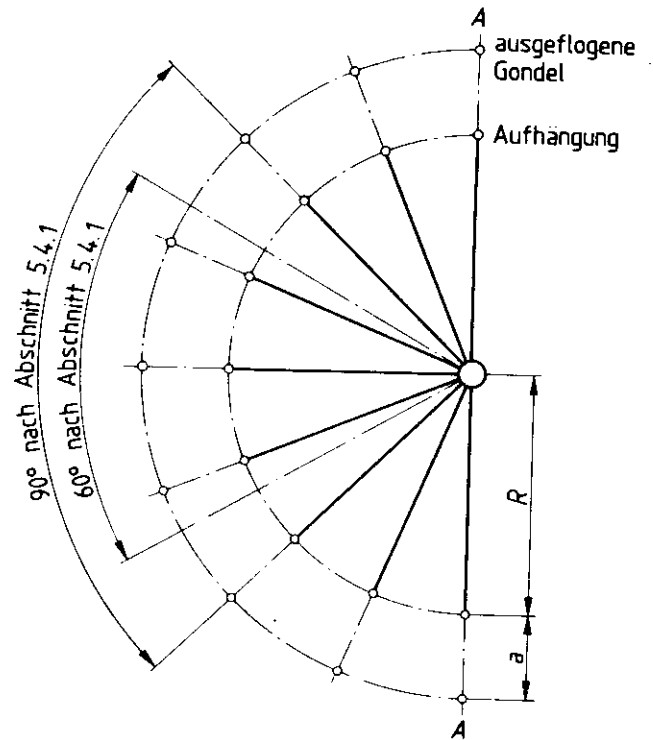


Bild 6a.

Bild 6. Fliegerkarussell



16 gleichmäßig auf den Umfang verteilte Gondeln

Bild 6b.

Tabelle 3. Beiwerte  $c_1$  und  $c_2$  bei einseitiger Belastung

Gesamtzahl der Gondeln		4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
$1/4$ bzw. $3/4$ des Umfanges	$c_1$	1,414	1,732	2,414	2,618	3,346	3,514	4,262	4,412	5,172	5,310	6,078
	$c_2$	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7
$1/6$ des Umfanges	$c_1$	1,0	1,732	1,848	1,902	2,732	2,802	2,848	3,702	3,757	3,799	4,664
	$c_2$	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5

### 5.4.3 Bodenkarussells (Hänge- und Drehbodenkarussells)

Dies sind Karussells, bei denen sich der Boden mit den Aufbauten dreht. Der Drehboden kann hierbei entweder an Auslegern aufgehängt sein oder auf einem Drehwerk aufsitzen.

Die Belastung nach Abschnitt 4.2.1.4 ist auch einseitig auf einem Bodenausschnitt mit einem Zentriwinkel  $\alpha = 90^\circ$  bzw.  $270^\circ$  anzusetzen.

Der Schwerpunktabstand für einen Zentriwinkel von  $90^\circ$  von der senkrechten Drehachse ist

$$a_s = 0,60 \cdot \frac{R_a^3 - R_i^3}{R_a^2 - R_i^2} \quad (43)$$

$R_a$  und  $R_i$  sind die äußeren und inneren Halbmesser des Drehbodens.

Bei Karussells, deren Sitze von unten liegenden Auslegern getragen werden, sind außer im Mast auch in diesen Auslegern die Biegemomente zu berücksichtigen, die durch außermittig angreifende Fliehkräfte hervorgerufen werden.

### 5.4.4 Karussells mit mehreren Bewegungen

#### 5.4.4.1 Allgemeines

Bei Karussells, bei denen die bewegten Teile um mehrere Achsen in verschiedenen Ebenen gedreht werden, sind für die gewählten Winkelgeschwindigkeiten alle auftretenden Kräfte zu ermitteln. Außer den dabei auftretenden Fliehkräften, den Anfahr- und Bremskräften und eventuell auftretenden Stoßkräften sind, wenn die Richtung einer oder mehrerer Drehachsen geändert wird, die dabei auftretenden Corioliskräfte bzw. die Kräfte, die durch Präzession des Kreisel hervorgerufen werden, zu berücksichtigen.

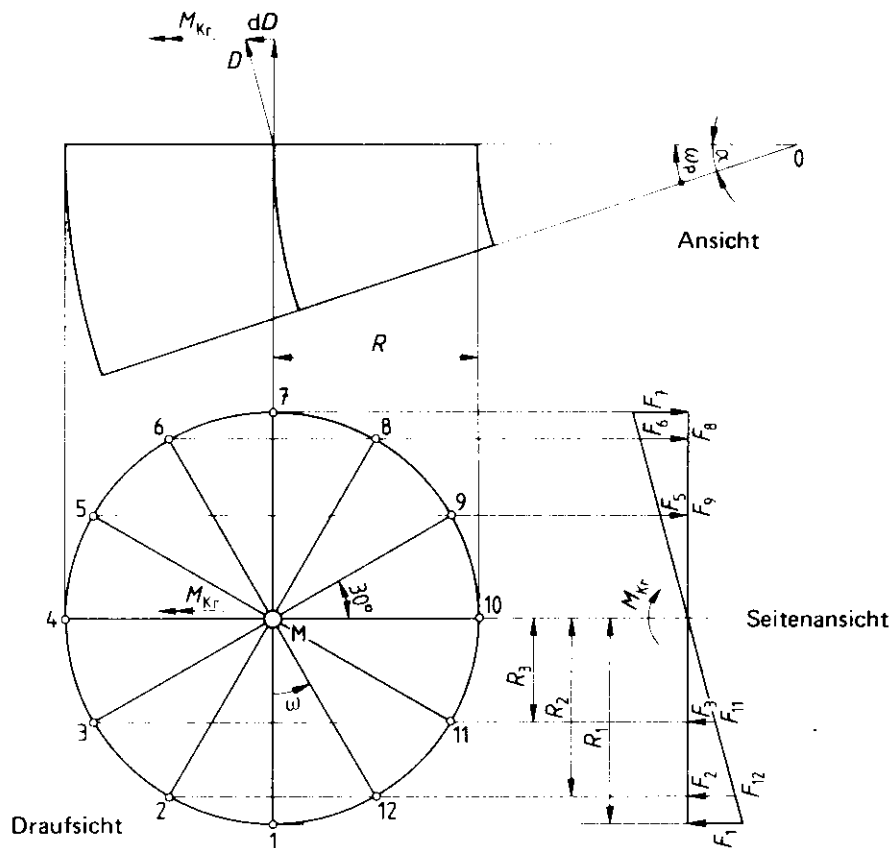


Bild 7. Beispiel zur Ermittlung des Kreiselmomentes und die Weiterverfolgung des Einflusses daraus für ein mit  $\omega$  rotierendes Drehwerk mit 12 Auslegern, das um den Winkel  $\alpha$  geschwenkt wird

$D$	Drall
$dD$	Dralländerung
$M_{Kr}$	Kreiselmoment
$R$	Radius
$\omega$	Winkelgeschwindigkeit um die Kreiselachse
$\omega_p$	Winkelgeschwindigkeit der Präzession

$\Theta = \int R^2 dm$ , Massenträgheitsmoment des Drehwerkes

$$\text{Kreiselmoment } M_{Kr} = \Theta \cdot \omega \cdot \omega_p \quad (44)$$

Ersatzlast je Ausleger

$$F = M_{Kr} \frac{R}{\sum R^2} \quad (45)$$

## DIN 4112

Auftretende Geschwindigkeiten und Beschleunigungen unter Berücksichtigung von Relativbewegungen und Coriolisbeschleunigungen

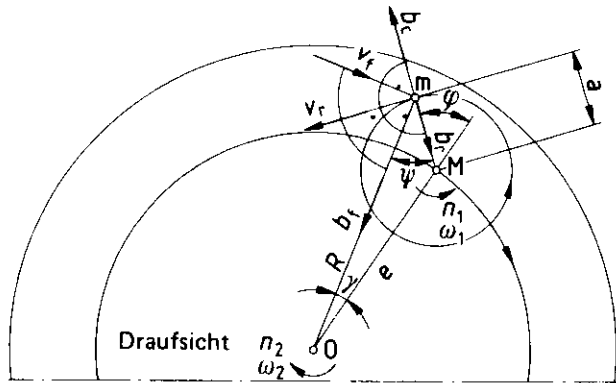


Bild 8. Geschwindigkeiten und Beschleunigungen des Massenpunktes m

M umlaufender Drehmittelpunkt  
O feststehender Drehmittelpunkt

Indexbezeichnung:

f für Führung

r für Relativ

c für Coriolisbeschleunigung

ohne Index für Absolutwert

Geschwindigkeiten:

$$\vec{v} = \vec{v}_f + \vec{v}_r \quad (46)$$

$$\vec{v}_f = \vec{R} \cdot \omega_2 \quad (47)$$

$$\vec{v}_r = \vec{a} \cdot \omega_1 \quad (48)$$

$$\vec{R} = \vec{e} + \vec{a} \quad (49)$$

$$R = \sqrt{[e + a - (a - a \cdot \cos \varphi)]^2 + [a \cdot \sin \varphi]^2} \quad (50)$$

$$= \sqrt{e^2 + 2 \cdot e \cdot a \cdot \cos \varphi + a^2}$$

$$v_{r \parallel \varphi_0} = -v_r \cdot \sin \varphi \quad (51)$$

$$v_{r \perp \varphi_0} = +v_r \cdot \cos \varphi \quad (52)$$

$$v_{f \parallel \varphi_0} = +v_f \cdot \sin \gamma \quad (53)$$

$$v_{f \perp \varphi_0} = -v_f \cdot \cos \gamma \quad (54)$$

$$\sin \gamma = \frac{a \cdot \sin \varphi}{\sqrt{e^2 + 2 \cdot e \cdot a \cdot \cos \varphi + a^2}} \quad (55)$$

$$\cos \gamma = \frac{e + a \cdot \cos \varphi}{\sqrt{e^2 + 2 \cdot e \cdot a \cdot \cos \varphi + a^2}} \quad (56)$$

$$v = \sqrt{(\sum v_{\parallel \varphi_0})^2 + (\sum v_{\perp \varphi_0})^2} \quad (57)$$

Richtung von v:

$$\cot \delta = \frac{v_{\parallel \varphi_0}}{v_{\perp \varphi_0}} \quad (58)$$

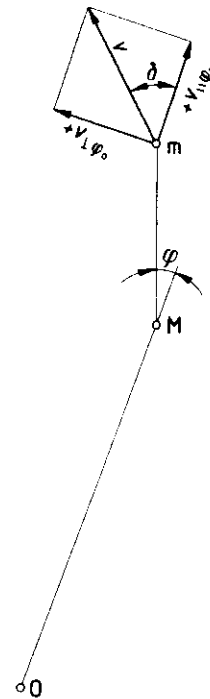


Bild 9. Zerlegung der Geschwindigkeit v

Beschleunigungen:

$$\vec{b} = \vec{b}_f + \vec{b}_r + \vec{b}_c \quad (59)$$

$$b_t = R \cdot \omega_2^2 \quad (60)$$

$$b_r = a \cdot \omega_1^2 \quad (61)$$

$$b_c = 2 \cdot \omega_2 \cdot v_r \quad (62)$$

$$b_n = b_r - b_c + b_t \cos \psi \quad (\text{normal}) \quad (63)$$

$$b_t = b_f \cdot \sin \psi \quad (\text{tangential}) \quad (64)$$

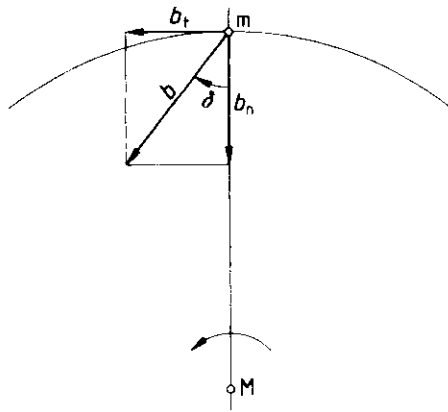
$$R \cdot \sin \psi = e \cdot \sin \varphi$$

$$\sin \psi = \frac{e}{R} \cdot \sin \varphi \quad (65)$$

$$R \cdot \cos \psi = e \cdot \cos \varphi + a$$

$$\cos \psi = \frac{e \cdot \cos \varphi + a}{R} \quad (66)$$

$$b = \sqrt{b_n^2 + b_t^2} \quad (67)$$



$$\tan \delta = \frac{b_t}{b_n} \quad (68)$$

Bild 10. Richtung der Beschleunigung  $b$ 

Die vorstehenden Ableitungen haben nur Gültigkeit für  $n_1$  entgegengesetzt  $n_2$ .

Für  $n_1$  gleiche Drehrichtung wie  $n_2$  kehrt sich die Richtung von  $b_c$  um

#### 5.4.4.2 Karussells auf Schienenbahn

##### 5.4.4.2.1 Mit Auslegerführung zentral, mit Innen- oder Außenantrieb (z. B. Raketenbahnen).

Bei solchen Karussells ist auf mögliche Zwangungen und durch die aus der Art der Gondel- oder Sitzbefestigung entstehenden Biege- und Torsionsmomente in den Auslegern zu achten. Die Schienen bzw. die Laufbahn sind so zu bemessen, daß die Durchbiegung unter der Radlast  $l/500$  nicht überschreitet.

##### 5.4.4.2.2 Ohne zentrale Führung (z. B. Bayernkurve)

Die Kippsicherheit der Wagen ist durch Überhöhung der Schienen oder durch Sicherungsrollen und ähnliches, gegebenenfalls durch beide, sicherzustellen. Beim Nachweis der 1,0fachen Kippsicherheit der Unterkonstruktion darf die Verankerung mit dem Untergrund rechnerisch nicht berücksichtigt werden. Zur Erzielung der  $v$ -fachen Kippsicherheit darf die Verankerung rechnerisch berücksichtigt werden.

##### 5.4.4.3 Karussells mit wellenartiger Laufbahn (z. B. Berg- und Talbahnen)

Hierbei sind die Massenkräfte aus der räumlichen Bewegung der Gondeln zu berücksichtigen.

##### 5.4.4.4 Karussells mit mehreren Drehwerken (z. B. Calypso)

Insbesondere sind hier die Auswirkungen der Corioliskräfte auf die Konstruktion zu untersuchen. Bei nicht zwangsgesteuerten Drehbewegungen sind die Auswirkungen der Drehung der einzelnen Drehwerke zu untersuchen.

Bei Auslegerflugkarussells (z. B. Round up, Ski-Lift, Twister, Hully-Gully), deren Gondeln gehoben werden können, sind die beim Heben und Senken, Anfahren und Bremsen entstehenden Kraftwirkungen unter Berücksichtigung eventuell ungünstig wirkender Stoßkräfte und Fliehkräfte zu berücksichtigen. Dabei sind die Auswirkungen der genannten Kräfte in der jeweils ungünstigsten Stellung zu untersuchen, auf den einzelnen Ausleger, auf das gesamte Karussell, auf die Kippsicherheit des Karus-

sells. Die Hubpressen müssen zwangungsfrei gelagert und knicksicher bemessen sein.

Gleiches gilt sinngemäß für Hubkarussells. Unvermeidliche Beschleunigungen beim Teleskopzylinder am Anfang und Ende eines Hubvorganges müssen, soweit sie nicht durch Dämpfungsglieder gemildert werden, bei der Bemessung der Karussellbauteile durch eine entsprechende Lasterhöhung berücksichtigt werden.

Die Senkgeschwindigkeit darf bei Bruch der Druckleitungen der Hubzylinder 1,0 m/s oder den doppelten Wert der Betriebsgeschwindigkeit nicht überschreiten.

## 5.5 Hochgeschäfte mit schienengebundenen Fahrzeugen

### 5.5.1 Schiene

Die Längsneigung der Schiene ist so zu begrenzen, daß die Andruckkomponente senkrecht dazu im ungünstigsten Fall  $0,2g$  nicht unterschreitet. Dieser Wert gilt bei Zügen auch für das Fahrzeug mit der größten Geschwindigkeit. Wird dieser Wert unterschritten, dann müssen die Fahrgäste gegen Abheben gesichert werden.

Die Querneigung  $\alpha$  der Schiene soll so gewählt werden, daß die Kräfte quer zum Fahrzeug klein bleiben. Das ist der Fall, wenn  $\alpha$  nach folgender Formel gewählt wird:

$$\tan \alpha = \frac{v^2 \cdot \cos^2 \gamma}{R_h \left( g \cdot \cos \gamma + \frac{v^2}{R_v} \right)} \quad (69)$$

Der Winkel  $\alpha$  ist rechtwinklig zu  $R_h$  und zur Schiene zu messen.

$v$  Fahrzeuggeschwindigkeit

$\gamma$  Schienenlängsneigung

$R_h$  Horizontaler Radius

$R_v$  Vertikaler Radius

+  $\triangleq$  Wanne

–  $\triangleq$  Kuppe

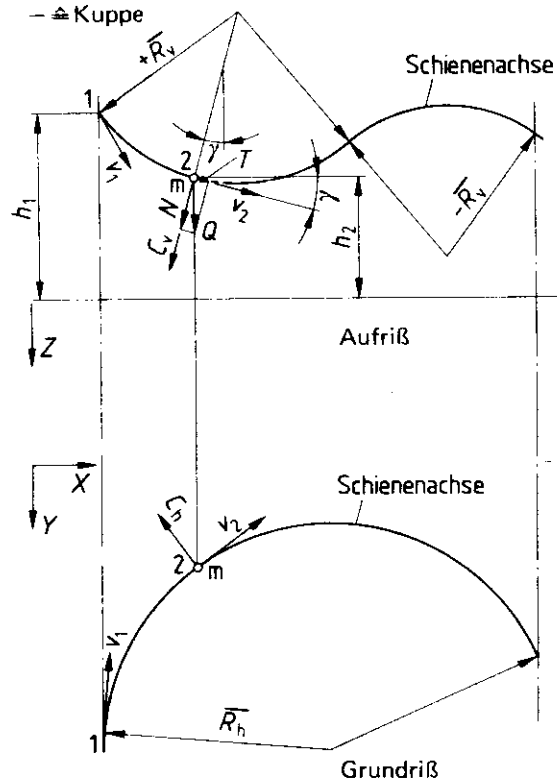


Bild 11. Schienenverlauf einer Achterbahn

## DIN 4112

Die maximale Querneigung der Schiene ist an den Stellen, an denen das Fahrzeug betriebsmäßig zum Stillstand kommen kann (z. B. an Sicherheitsbremsen) auf einen Höchstwert von  $25^\circ$  zu begrenzen. Der Schienenverlauf ist so zu wählen, daß Beschleunigungsänderungen nicht größer als  $2g$  werden.

Die Fahrzeuggeschwindigkeit kann nach Formel (80) für den Massenpunkt ermittelt werden.

## Zeichen

$a$	Spurweite
$e$	Schwerpunktsabstand
$\alpha$	theoretische Schienenquerneigung
$\beta$	wirkliche Schienenquerneigung
$\gamma$	Schienenlängsneigung
$\delta$	Anstellwinkel der Führungsrollen
$\bar{R}_v$	vertikaler Radius der Schienenachse
$\bar{R}_h$	horizontaler Radius der Schienenachse
$\pm R_v$	vertikaler Radius des Massenschwerpunktes + $\triangle$ Wanne; – $\triangle$ Kuppe
$R_h$	horizontaler Radius des Massenschwerpunktes
$C_v$	vertikale Fliehkraft
$C_h$	horizontale Fliehkraft
$F_{res}$	resultierende Last
$V$	Last aus $R$ vertikal zur Schiene
$H$	Last aus $R$ horizontal zur Schiene
$\mu_1$	Reibwert zwischen Rädern und Schiene
$\bar{\mu}$	Reibwert zwischen Führungsrollen und Schiene
$f$	Hebelarm der Reibung
$\mu_2$	Reibwert der Wälzlager
$A$	Angriffsfläche, die das Fahrzeug dem Wind bietet

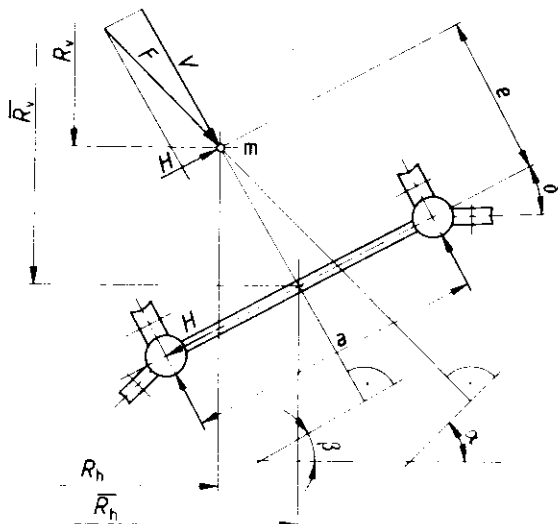


Bild 12. Schienenquerschnitt mit Trag- und Führungsrollen

$c_f$	Formbeiwert
$h$	$h_1 - h_2$ Differenzhöhe
$Q$	Fahrzeuglast und Verkehrslast
$m$	Masse
$D_1$	Laufreddurchmesser
$D_2$	Führungsreddurchmesser
$d_1$	Durchmesser der Lauftradachse
$d_2$	Durchmesser der Führungsradachse
$v_1$	Geschwindigkeit im Punkt 1
$v_2$	Geschwindigkeit im Punkt 2
$l$	wahre Schienenlänge von Punkt 1 bis Punkt 2
$h_1$	Höhe im Punkt 1
$h_2$	Höhe im Punkt 2
$\rho$	Dichte der Luft

## Formeln

$$R_h = \bar{R}_h - e \cdot \sin \beta \quad (70)$$

$$R_v = \bar{R}_v - e \cdot \cos \beta \quad (71)$$

$$m = \frac{Q}{g} \quad (72)$$

$$C_v = m \cdot \frac{v_m^2}{R_v} \quad \text{vertikale Fliehkraft} \quad (73)$$

$$C_h = m \cdot \frac{v_m^2 \cos^2 \gamma}{R_h} \quad (74)$$

horizontale Fliehkraft

$$v_m = \frac{v_1 + v_2}{2} \quad (75)$$

$$F = \sqrt{(Q \cdot \cos \gamma + C_v)^2 + C_h^2} \quad (76)$$

$$V = F \cdot \cos (\alpha - \beta) \quad (77)$$

$$H = F \cdot \sin (\alpha - \beta) \quad (78)$$

$$\tan \alpha = \frac{v_m^2 \cos^2 \gamma}{R_h \left( g \cdot \cos \gamma + \frac{v_m^2}{R_v} \right)} \quad (69a)$$

## Reibwerte

$$\mu_1 = \frac{2f}{D_1} \quad (79)$$

$$\bar{\mu}_1 = \frac{2f}{D_2} \quad (79a)$$

Alle Kräfte sind bezogen auf Intervallmitte, wobei als Intervalllänge der Stützenabstand jedoch nicht größer als 5 m zu wählen ist.

$$v_2^2 = v_1^2 + 2g \cdot h - c_f \cdot A \cdot \rho \cdot v_m^2 \cdot \frac{l}{m} - \left( \mu_1 + \mu_2 \frac{d_1}{D_1} \right) \frac{2 \cdot l}{m} \left( V + |H| \cdot \tan \delta \right) - \frac{|H|}{\cos \delta} \left( \bar{\mu}_1 + \mu_2 \frac{d_2}{D_2} \right) \frac{2 \cdot l}{m} \quad (80)$$

alle Werte eingesetzt:

$$\begin{aligned} v_2^2 = & v_1^2 + 2g \cdot h - c_f \cdot A \cdot \rho \cdot v_m^2 \cdot \frac{l}{m} - \sqrt{\left( Q \cdot \cos \gamma + m \frac{v_m^2}{R_v} \right)^2 + \left( m \frac{v_m^2 \cdot \cos^2 \gamma}{R_h} \right)^2} \\ & \cdot \cos \left[ \arctan \frac{v_m^2 \cdot \cos^2 \gamma}{R_h \left( g \cdot \cos \gamma + \frac{v_m^2}{R_v} \right)} - \beta \right] \cdot \left( \mu_1 + \mu_2 \frac{d_1}{D_1} \right) \frac{2 \cdot l}{m} \\ & - \frac{1}{\cos \delta} \sqrt{\left( Q \cdot \cos \gamma + m \frac{v_m^2}{R_v} \right)^2 + \left( m \frac{v_m^2 \cdot \cos^2 \gamma}{R_h} \right)^2} \cdot \sin \left[ \arctan \frac{v_m^2 \cdot \cos^2 \gamma}{R_h \left( g \cdot \cos \gamma + \frac{v_m^2}{R_v} \right)} - \beta \right] \\ & \cdot \left( \bar{\mu}_1 + \mu_2 \frac{d_2}{D_2} \right) \frac{2 \cdot l}{m} - \tan \delta \sqrt{\left( Q \cdot \cos \gamma + m \frac{v_m^2}{R_v} \right)^2 + \left( m \frac{v_m^2 \cdot \cos^2 \gamma}{R_h} \right)^2} \\ & \cdot \sin \left[ \arctan \frac{v_m^2 \cdot \cos^2 \gamma}{R_h \left( g \cdot \cos \gamma + \frac{v_m^2}{R_v} \right)} - \beta \right] \cdot \left( \mu_1 + \mu_2 \frac{d_1}{D_1} \right) \frac{2 \cdot l}{m} \end{aligned}$$

Die Formel ist mit  $v_m = \frac{v_1 + v_2}{2}$  iterativ auszuwerten.

Da sich die Reibungsbeiwerte größtmäßig mit der Einlaufzeit, der Konstruktion, der Oberflächenbeschaffenheit der Schiene und der Witterung stark ändern können, muß eine Messung der tatsächlichen Geschwindigkeit vorgenommen werden. Hinreichende Übereinstimmung mit den rechnerischen Werten muß sich ergeben.

### 5.5.2 Traggerüst

Wird für die Fahrschiene über den Stützen mit Durchlaufwirkung gerechnet, dann ist eine Stützensenkung durch Abminderung des Stützmomentes um 50 % und eine Stützerhöhung durch Erhöhung des Stützmomentes um 25 % zu berücksichtigen. Die Erhöhung bzw. Abminderung der Momente braucht wegen der geringen zu erwartenden Spielzahlen beim Betriebsfestigkeitsnach-

weis nicht berücksichtigt zu werden. Die Ableitung aller Kräfte ist unter Berücksichtigung der Steifigkeitsverhältnisse möglichst wirklichkeitsnah nachzuweisen.

Bei unverkleideten Stützböcken, die über die Schienen im Gesamtbauwerk verankert sind, darf beim Stand- und Gleitsicherheitsnachweis auf Ansatz der Windbelastung verzichtet werden. Die Kippsicherheit der Anlage bei Belastung durch Wind braucht im allgemeinen nicht nachgewiesen zu werden, sofern nicht durch besonders ungünstige Form oder außergewöhnliche Windangriffsflächen der Bauteile des Gerüsts (Dekorationen, Lichtleisten) oder durch Teil- oder Ganzverkleidungen von Gerüst oder Fahrbahn ungewöhnlich große Horizontalkräfte auftreten können.

## DIN 4112

**5.5.3 Fahrzeuge**

Die Fahrzeuge sind hinsichtlich des Fahrgastraumes so zu gestalten, daß jeder Fahrgast sicher untergebracht ist. Für die betriebsmäßig vorkommenden Andruckkräfte während der Fahrt muß der Fahrgast auf dem Sitz, an Rücken- und Seitenlehnen genügend Halt haben.

Die Fahrzeuge sind so zu gestalten, daß die Fahrgäste innen und außen nicht an bewegliche Teile geraten können und daß sich auch gegen vorausfahrende oder nachfolgende Fahrzeuge keine im Handbereich der Fahrgäste liegenden Quetschstellen ergeben können. Fahrwerke und Aufbauten der Fahrzeuge sind so auszubilden, daß sie keine unkontrollierbaren Zwängungskräfte aus Querneigungsänderungen, Kurven, Kuppen und Wannen, auch unter Berücksichtigung zulässiger Abnützungen, erhalten. Alle vorkommenden Kraftgrößen sind vom Entstehungsort bis zu den Auflagern zu verfolgen. So können z. B. bei Fahrzeugen mit einer Pendel- und einer Starrachse Momente aus Kräften quer zum Fahrzeug oberhalb der Pendelachse nur von der Starrachse aufgenommen werden. Kräfte quer zum Fahrzeug können z. B. nur an Rädern, die an der Schiene anlaufen, ausgeleitet werden.

Die Fahrwerke sind mit Entgleisungs- und Abhebesicherungen auszustatten. Sind die Laufrollen nicht so gestaltet, daß sie auch Seitenführungskräfte aufnehmen können, dann sind dafür eigene Führungsrollen anzuordnen.

Abhebesicherungen (Roller oder Pratzen) sind – sofern rechnerisch keine größeren Kräfte wirken – für 50 % des anteiligen Fahrzeuggewichtes bei voller Besetzung zu bemessen.

**5.5.4 Bremsen**

**5.5.4.1** Mit **H a l t e b r e m s e n** werden die Fahrzeuge am Ende der Abfahrt nach jeder Fahrt abgebremst. Bei Verzögerungen beim Fahrgastwechsel muß ein Auffahren durch nachfolgende Fahrzeuge mit Sicherheit durch geeignete Maßnahmen vermieden werden. Jede Haltebremse ist so auszulegen, daß die Bremsverzögerung im allgemeinen einen Höchstwert von  $4,0 \text{ m/s}^2$  nicht überschreitet.<sup>2)</sup>

**5.5.4.2** **S i c h e r h e i t s b r e m s e n** in der Abfahrtsstrecke sind für den vorgesehenen kleinsten Fahrzeugabstand so anzuordnen, daß sich zwischen zwei Fahrzeugen stets eine Bremse befindet.

Jede Sicherheitsbremse ist so auszulegen, daß die Bremsverzögerung einen Höchstwert von  $7,0 \text{ m/s}^2$  nicht überschreitet.<sup>2)</sup>

Für Sicherheitsbremsen ist ein Betriebsfestigkeitsnachweis nicht zu führen.

Für die Auslegung hinsichtlich der Bremsverzögerung ist vom höchsterreichbaren Reibwert für die gewählten Bremsflächenwerkstoffe auszugehen.

Für die Bemessung der wirksamen Bremslänge ist davon auszugehen, daß das Fahrzeug auch bei durch Witterungseinflüsse und Abnutzung gegebenem Reibungskleinstwert noch mit 1,2facher Sicherheit (bezogen auf den Reibwert)

zum Halten kommt. Wird die Betätigungskraft (abgesehen von geringen Änderungen infolge Abnutzung) zum Ausgleich unterschiedlicher Reibwerte vergrößert, so ist dies zu berücksichtigen. Die Grenzwerte sind an der Ausführung zu überprüfen, wobei die Kleinstreibung möglichst auch für die Schiene, mindestens aber für die Bremsflächen, z. B. durch Wasserschmierung, herzustellen ist.

**5.5.4.3** Reduzierbremsen sind auf Betriebsfestigkeit zu bemessen (Bremsverzögerung siehe Abschnitt 5.5.4.1).

**5.5.5 Rücklaufsicherungen**

Anlagen, bei denen in der Auffahrtsstrecke die Wagen oder Züge mittels Ketten, Seile, Reibräder oder durch eigenen Antrieb befördert werden, müssen in der Auffahrtsstrecke mit Rücklaufsicherungen oder mit selbsttätig wirkenden Rücklaufbremsen oder Rücklaufsperrern versehen sein.

Wenn sich in der Fahrstrecke zwischen Aufzugs- bzw. Auffahrtsende und Bahnhof bzw. der vor dem Bahnhof gelegenen Bremse planmäßig mehrere Wagen oder Züge befinden können, sind auch in den Bergstrecken der Fahrbahn nach den Tälern Rücklaufsicherungen einzubauen.

Die Steigungshöhe  $h$  bis Beginn der Rücklaufsicherung oder die sich bei Rückwärtsfahrt ergebende Maximalgeschwindigkeit darf nachfolgende Grenzwerte nicht überschreiten. Mindestens einer der beiden Grenzwerte ist einzuhalten:  $h = 7 \text{ m}$ ,  $v = 42 \text{ km/h}$  bei in der Draufsicht gerader Rückwärtsfahrt ohne Schienenquerneigung.  $h = 5 \text{ m}$ ,  $v = 35 \text{ km/h}$  bei Rückwärtsfahrt in großen Kurven bei Schienenquerneigung bis  $20^\circ$ .

$h = 3,5 \text{ m}$ ,  $v = 30 \text{ km/h}$  bei Rückwärtsfahrt in engeren Kurven bei Schienenquerneigungen  $> 20^\circ$ .

Es sind zwei Werte angegeben, weil bei Zügen  $h$  von der Zug-Schwerpunkthöhe abhängt, die nicht mit der Steigungshöhe identisch sein muß. Auch die Lage der Rücklaufsicherungsteiles am Zug ist für die vorstehenden Grenzwerte von Bedeutung.

Befindet sich planmäßig nur ein Wagen oder ein Zug in der Bahn, können Rücklaufsicherungen in den Bergstrecken nach den Tälern entfallen. Ist hierbei das rückwärtige Durchfahren der Bahnsteige mit voller Geschwindigkeit gefahrlos für die im Wagen oder Zug sitzenden Fahrgäste und werden die Bahnsteige während der Fahrt des Wagens oder des Zuges von Besuchern freigehalten, darf in den Auffahrtsstrecken auf Rücklaufsicherungen verzichtet werden. In der Regel wird dies bei Anlagen möglich sein, bei denen die gesamte Fahrstrecke von den besetzten Fahrzeugen während einer Tour mehrmals hintereinander durchfahren wird. Befinden sich mehrere Wagen oder Züge in der Bahn, kann auf Rücklaufsicherungen in den Bergstrecken verzichtet werden, wenn die einzelnen Streckenabschnitte durch ein fehlersicheres Blocksystem mit automatisch gesteuerten Bremsen gesichert sind.

Für Rücklaufsicherungen ist ein Betriebsfestigkeitsnachweis nicht zu führen. Wird das Fahrzeug in der Rücklaufsicherung schlagartig gehalten, dann ist für die Bemessung ein Stoßfaktor anzunehmen, der ohne exakten Nachweis mindestens mit  $1/2$  der größten Rücklaufhöhe in cm anzusetzen ist, jedoch mindestens 2,0 betragen muß. Für die Bemessung ist ein Last von  $\varphi \cdot Q$  anzunehmen.

<sup>2)</sup> Größere Bremsverzögerungen sind zulässig, wenn besondere Vorrichtungen zum Schutz des Fahrgastes vorgesehen werden.

## 5.6 Sonstige Bahnen mit schienengebundenen Fahrzeugen

(Kinder-Eisenbahn, -Verkehrsgärten, Geisterbahnen und ähnliche Anlagen sowohl mit Normal- als auch mit Hängefahrzeugen.)

Bezüglich Bemessung und Betriebssicherheit gelten – soweit anwendbar – die in Abschnitt 5.5 genannten Forderungen.

Fahrzeuge sind an der Vorder- und der Rückseite mit Schrammkanten zu versehen, die in gleicher Höhe angebracht sein müssen. Ist bei der Berührung ein Versatz vorhanden, z. B. durch Längs- oder Querpendelung, dann muß durch genügende Höhe der Schrammkanten Überdeckung vorhanden sein. Mindestens eine Schrammkante je Fahrzeug ist zur Stoßdämpfung zu federn, wobei die Dämpfung in Abhängigkeit von der Nenngeschwindigkeit auszulegen ist. Auf eine Dämpfung kann verzichtet werden, wenn die Fahrzeuge, z. B. durch ein Streckensicherungssystem, gegen Auffahren gesichert sind.

Sind Fahrbahnträger und Stützen auch gleichzeitig Bestandteil der Überdachungskonstruktion, dann sind sie für die schwingende Belastung auf Betriebsfestigkeit zu bemessen.

Bei Hängebahnen sind zusätzlich zum Lichtraumprofil nach Abschnitt 5.5.1 Freiräume in Größe der rechnerischen Pendelbewegung zuzüglich eines Sicherheitszuschlages sowohl nach der Ausflugs- als auch nach der Gegenseite vorzusehen. Der Sicherheitszuschlag muß mindestens 10 % des rechnerischen Ausflugwinkels, jedoch mindestens 5° betragen. Beim rechnerischen Ausflugwinkel ist das Schwingungsverhalten zu berücksichtigen.

Die aus Pendelbewegungen der Gondel anfallenden Beschleunigungen sind rechnerisch für Fahrzeug, Schiene und Stützen zu berücksichtigen.

Werden Dämpfer für Querschwingungen von Pendelgondeln angeordnet und ist Lichtraumfreiheit für die ungedämpfte Schwingung nicht vorhanden, so sind Pendelbegrenzungen vorzusehen.

Am Beginn von Streckenabschnitten, in denen Pendelgondeln geführt werden (z. B. im Bereich des Fahrgastwechsels), sind Einweiser anzuordnen, die die Gondeln bis mindestens zum doppelten Wert des rechnerisch vorhandenen Ausflugwinkels erfassen und in Abstimmung auf die Fahrgeschwindigkeit möglichst stoßfrei einführen.

Auf eine Arretierung von Pendelgondeln zum Fahrgastwechsel kann nur verzichtet werden, wenn in anderer Weise (z. B. durch starke Dämpfer) eine Gefährdung oder Behinderung von Fahrgästen ausgeschlossen ist.

## 5.7 Autofahrgeschäfte

### 5.7.1 Autofahrgeschäfte mit Fahrbahnen für eine Fahrtrichtung (z. B. Autopisten, Stockwerksautobahnen, Go-Cart-Bahnen, Motorrollerbahnen)

#### 5.7.1.1 Fahrbahnen

Die Fahrbahnneigungen sind entsprechend den Kurvenradien und der maximalen Fahrzeuggeschwindigkeit zu gestalten. Längs- und Querneigungen dürfen nur so groß sein, daß gebremste Fahrzeuge bei nasser Fahrbahn nicht abrutschen können. Die Fahrbahn darf keine Kuppen aufweisen, die ein Abheben der Räder bewirken können. Im Bereich des Bahnhofes soll die Fahrbahn ohne Neigungen sein.

Der Fahrbahnbelag ist so zu gestalten und die Fahrbahn so zu bemessen, daß keine Schwingungen und nur geringe Erschütterungen auftreten können.

Die Durchbiegung der Fahrbahn darf  $l/500$  der Stützweite nicht überschreiten.

#### 5.7.1.2 Fahrbahnbanden

Die Fahrbahnen müssen seitlich mit Fahrbahnbanden versehen sein.

Die Anpralllast ist nach Abschnitt 4.4.3 für  $\alpha \geq 30^\circ$  zu ermitteln.

#### 5.7.1.3 Fahrbahnträgergeste

Bei der Bemessung der Fahrbahnträgergeste sind als Horizontalkräfte die Anfahr-, Brems- und Fliehkräfte durch Anordnung von entsprechenden Verbänden bzw. Rahmenkonstruktionen zu berücksichtigen.

Für die Kraftwirkung sind, wenn kein genauer Nachweis geführt wird, als Höchstgeschwindigkeit der Fahrzeuge 30 km/h in Rechnung zu stellen.

Die Fahrbahnträgergeste sind schwingend beanspruchte Konstruktionen, für die der Betriebsfestigkeitsnachweis zu erbringen ist.

#### 5.7.1.4 Fahrzeuge

Die Fahrzeuge sind so zu konstruieren, daß die betriebsmäßig auftretenden Kräfte (z. B. Bremskräfte), die durch Auffahren oder durch Zusammenstöße sich ergebenden Kräfte und der von den Fahrgästen auf das Fahrzeug (Sitz, Seiten-Rückenlehnen, Vorderwand, Steuerrad) ausgehende Anpreßdruck aufgenommen werden können.

Die zur Milderung der Anpralllasten angebrachten Schrammbordkanten mit Federung und Dämpfungseinrichtungen müssen so bemessen sein, daß die auf die Fahrgäste wirkenden größten Kräfte erträglich bleiben.

Die Schrammbordkanten müssen bei allen auf einer Bahn verwendeten Fahrzeugen gleich hoch sein und mit den Fahrbahnbanden übereinstimmen.

#### 5.7.1.5 Verkehrslasten

Als Verkehrslast auf der Fahrbahn sind die Fahrzeuge mit Vollbelastung in ungünstigster Stellung neben- und hintereinander anzuordnen. Hierbei sind entlastend wirkende Radlasten unberücksichtigt zu lassen.

Alle Bauteile sind in einem weiteren Lastfall für eine gleichmäßig verteilte Verkehrslast  $p = 2 \text{ kN/m}^2$ , im Bahnhofsbereich für  $3,5 \text{ kN/m}^2$  zu berechnen. Der ungünstigere Wert ist der Bemessung zugrunde zu legen.

### 5.7.2 Fahrgeschäfte mit beliebigen Fahrtrichtungen (Autoskooter)

#### 5.7.2.1 Überdachungskonstruktion

Außer den Eigenlasten und den Windlasten hat die Dachkonstruktion der Autoskooter Kräfte aus der Vorspannung des Stromnetzes aufzunehmen. Wenn kein genauer Nachweis erfolgt, ist dafür eine Kraft von  $0,3 \text{ kN/m}$  anzunehmen.

Die Stützen der Überdachungskonstruktion dürfen mit der Fahrbahnkonstruktion verbunden und letztere zur Aufnahme von abhebenden Kräften aus den Stützen teilweise herangezogen werden. Sie sind durch konstruktive Maßnahmen wirksam vor Fahrzeugstößen zu schützen.

#### 5.7.2.2 Fahrbahnfläche

Die Fahrbahnfläche von Autoskootern muß ohne Stoßlücken verlegt sein. Die Platten sind für eine gleichmäßig

## DIN 4112

verteilte Last von  $3,5 \text{ kN/m}^2$  und in einem zweiten Rechnungsgang für die ungünstigsten Radlasten bei vollgestellter Fahrbahnfläche zu bemessen.

Platten müssen an den Rändern auf den Längs- und/oder Querträgern unverrückbar aufliegen.

Die Durchbiegung der Platten darf  $l/500$  der Spannweite nicht überschreiten.

### 5.7.2.3 Fahrbahnbanden

Die Anpralllast ist nach Abschnitt 4.4.3 für  $\alpha = 90^\circ$  zu ermitteln.

### 5.7.2.4 Tragkonstruktion

Die Unterpallungen der Längs- und Querträger sind in den Plänen zu kennzeichnen. Ihr Abstand ist so festzulegen, daß die rechnerische Durchbiegung der Träger nicht mehr als  $l/500$  beträgt.

Die Treppen und Podien bei Autoskootern sind für eine gleichmäßig verteilte Last von  $5 \text{ kN/m}^2$  zu berechnen.

### 5.7.2.5 Fahrzeuge

Es gilt Abschnitt 5.7.1.4 sinngemäß.

## 5.8 Steilwandbahnen

5.8.1 Steilwandbahnen sind außer für die Lasten nach Abschnitt 4 auch für die Betriebsbelastung zu berechnen.

Für die Betriebsbelastung ist die Art der Vorführungen, die Anzahl der gleichzeitig benutzten Fahrzeuge und deren ungünstigste gegenseitige Stellung zu berücksichtigen. Liegen spezielle Meßwerte nicht vor, so ist als Zentrifugalkraft

bei Zweiradfahrzeugen mindestens das 4,0fache Fahrzeuggewicht (einschließlich Fahrer),

bei Vierradfahrzeugen mindestens das 3,0fache Fahrzeuggewicht (einschließlich Fahrer) einzusetzen.

5.8.2 Steilwandbahnen müssen mindestens soweit überdacht sein, daß die Fahrbahn vollen Witterungsschutz erhält.

Der Oberrand der Fahrbahn ist mit einer Abgrenzung zu versehen, damit die Fahrzeuge nicht den Fahrbahnrand überfahren und in den Zuschauerraum gelangen können (z. B. durch ein ringsumlaufendes Stahldrahtseil mit mindestens  $13 \text{ mm}$  Durchmesser).

Der Abstand dieser Begrenzung von der Fahrbahnoberfläche nach innen muß mindestens  $60 \text{ cm}$  betragen.

## 5.9 Globusse

Globusse sind innerhalb/unterhalb der Überdachungskonstruktion so aufzustellen, daß ihre Fahrbahnen vollen Witterungsschutz erhalten.

Globusse sind außer für die Lasten nach Abschnitt 4 auch für Betriebsbelastung zu berechnen, wobei die sich aus Art, Zahl und Stellung der verwendeten Fahrzeuge ergebende ungünstigste Kombination einzusetzen ist.

Die Abschränkung des Zuschauerraumes muß mindestens  $2 \text{ m}$  mehr Durchmesser als der Globus aufweisen.

## 5.10 Anlagen für artistische Vorführungen in der Luft

Für Gerüste, Stützen, Seile und Verankerungen von Hochseilanlagen sowie für Untermaste von Schwingmastanlagen sind Nachweise nach Abschnitt 2.4 zu führen.

Da bei Hochseilanlagen das Tragseil (Fahrseil bzw. Laufseil) häufig an einem, manchmal auch an beiden Enden

an bestehenden Bauten angeschlossen wird, sind in den technischen Unterlagen, außer der Anschlußkraft, auch die möglichen Ausführungsvarianten der Anschlüsse darzustellen und rechnerisch nachzuweisen. In den technischen Unterlagen sind alle Vorführungen zu beschreiben und daraus die ungünstigsten Belastungen zu ermitteln, für welche die Festigkeits- und Standsicherheitsnachweise zu führen sind.

Auf Untermaste aufgesetzte sogenannte Schwingmaste überschreiten regelmäßig den zulässigen Schlankheitsgrad und können daher nicht knicksicher berechnet werden. Zur Sicherung des Schwingmastes gegen Absturz ist im Inneren ein Stahldrahtseil mit mindestens  $6 \text{ mm}$  Durchmesser zu führen, das die oberen Enden des Schwingmastes und des Untermastes miteinander verbindet.

## 5.11 Rotoren

Für Rotoren sind gleichmäßig verteilte Lasten und Teilbelastungen zu berücksichtigen.

Der Zylinder des Rotors ist außer für seine Eigenlast und gleichmäßig verteilte Verkehrslast auch für eine einseitige Verkehrslast auf  $1/4$  bzw.  $3/4$  des Umfangs zu berechnen, wobei eine Streckenlast von  $p_v = 1,2 \text{ kN/m}$  auf den Umfang verteilt anzunehmen ist. Zusätzlich ist auch der Lastfall zu berechnen, daß zwei gegenüberliegende Quadranten belastet sind, während die beiden anderen Quadranten unbelastet bleiben.

Die durch die Fahrgäste entstehende Fliehkraft darf in  $1,2 \text{ m}$  Höhe über der Höchststellung des Zylinderbodens angenommen werden und ist mit dem aus der Drehzahl sich ergebenden Wert in Rechnung zu stellen.

Wenn die Symmetrie der tragenden Wand z. B. durch Türöffnungen gestört wird, so ist der Einfluß nachzuweisen. Desgleichen ist gegebenenfalls der Einfluß von Stütz- oder Führungsrädern nachzuweisen.

Der Fußboden ist auch für den Lastfall zu berechnen, bei dem sich die zugelassene Personenanzahl auf einem Bodenausschnitt mit einem Zentriwinkel von  $\alpha = 120^\circ$  befindet.

Die Verriegelungen und Befestigungen der Zylinder-Türen sind ebenfalls rechnerisch nachzuweisen.

## 5.12 Toboggans

Toboggans sind – außer für Eigenlast und Windlast – für folgende Verkehrslasten zu berechnen.

- Bereich des Schrägaufzug-Förderbandes  $2,0 \text{ kN/m}^2$
- Schrägaufgang, Treppen, Podeste  $5,0 \text{ kN/m}^2$
- Rutschwanne je Rutschbahn  $1,5 \text{ kN/m}$
- gleichzeitig waagrecht auf den oberen Wannenrand (Kurvenaußenseite)  $0,25 \text{ kN/m}$

## 5.13 Rollende Tonnen

Rollende Tonnen sind nur für eine Verkehrslast von  $2,5 \text{ kN/m}$  – das entspricht bei Annahme einer begangenen Breite von  $1 \text{ m}$  einer Flächenlast von  $2,5 \text{ kN/m}^2$  – zu berechnen. Die Standsicherheit der Rollenden Tonne ist für den Fall nachzuweisen, daß sich diese Belastung an der Seitenwand in Höhe des Mittelpunktes befindet.

Sind die Stützrollen weiter als  $\frac{l}{5}$  vom Tonnenende entfernt, dann ist auch der Standsicherheitsnachweis um eine Querachse zu führen.

#### 5.14 Schiebebühnen

Schiebebühnen sind für eine Verkehrslast von  $3,5 \text{ kN/m}^2$  zu berechnen. Außer für Vollast sind sie auch für ungünstige Teilbelastungen nachzuweisen; insbesondere sind die über ihre Auflager hinausragenden Teile als belastet anzunehmen; dafür ist auch die Standsicherheit nachzuweisen.

Brüstungen und Geländer von Schiebebühnen sind für eine waagerechte Seitenkraft von  $1,5 \text{ kN/m}$  in Holmhöhe zu berechnen.

#### 5.15 Drehscheiben (Teufelsräder und dergleichen)

Drehscheiben sind – außer für Eigenlast – im Stillstand für eine Verkehrslast von  $3,5 \text{ kN/m}^2$  und im Betrieb bei größter Drehzahl für eine Verkehrslast von  $2,0 \text{ kN/m}^2$  nachzuweisen.

Diese Lasten sind unsymmetrisch auch für einen Bodenausschnitt mit einem Zentriwinkel von  $90^\circ$  anzunehmen.

Die feststehenden Böden im Anschluß an Drehscheiben sind für eine Verkehrslast von  $5 \text{ kN/m}^2$  zu berechnen.

Die Auffangbänder für die von der Drehscheibe abrutschenden Personen sind für eine waagerechte Einzelast an ungünstigster Stelle von  $2,5 \text{ kN}$  bzw. für eine gleichmäßig verteilte waagerechte Belastung von  $2 \text{ kN/m}$  zu berechnen.

#### 5.16 Tribünen

Neben den allgemeinen Standsicherheitsnachweisen entsprechend Abschnitt 2.4 kommt dem Nachweis gegen Kippen besondere Bedeutung zu, wenn die Tribünen überdacht oder wenn zahlreiche Flaggen oder Fahnenwände an den Tribünen befestigt sind.

Fußbodentafeln von Tribünen sind mit der Tragkonstruktion unverschieblich zu verbinden.

#### 5.17 Überdachungskonstruktionen (z. B. geschlossene oder offene Hallen, Zelthallen, Membranbauten)

##### 5.17.1 Allgemeines

a) Konstruktionen mit Primärtragwerk (z. B. Binderhallen) und raumabschließenden Elementen (z. B. Baumwoll- oder Kunststoffgewebe, Festverschalung usw.)

b) Konstruktionen mit mechanisch gespannten, primärtragenden Membranen (z. B. Membrankonstruktionen, Segel usw.)

Hierbei handelt es sich um Überdachungskonstruktionen mit beliebiger Formgebung, unter Einsatz von zugbeanspruchten, flexiblen Membranwerkstoffen (z. B. beschichtete Kunstfasergewebe) als tragendes Bauteil.

Da nach b) ein Versagen des tragenden Membranwerkstoffes zum unmittelbaren Einsturz der Gesamtkonstruktion führen kann, sind an den Membranwerkstoff und an das Gesamttragwerk besondere Anforderungen zu stellen (siehe Abschnitt 5.17.4).

##### 5.17.2 Werkstoffe für raumabschließende Elemente

- Baumwollgewebe
- Kunstfasergewebe
- Festeindeckung und -verkleidung wie Profilbleche, Holz-, Asbestzement-, Kunststoffplatten und Mehrstoffelemente

Für Konstruktionen nach Abschnitt 5.17.1 b) ist die Brauchbarkeit des Werkstoffes, der Füge- und der Verbindungstechnik z. B. durch allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nachzuweisen.

##### 5.17.3 Konstruktionen mit Primärtragwerk (z. B. Binderhallen)

###### 5.17.3.1 Einspannung

Wenn Rahmenstiele im Boden eingespannt werden, darf mit maximal 80 % Einspannung im Baugrund gerechnet werden. Ein rechnerischer Nachweis der Reaktion im Baugrund ist erforderlich, wobei eine Flächenpressung von  $0,15 \text{ MN/m}^2$  nicht überschritten werden darf.

###### 5.17.3.2 Bodenaufasten und Verankerungen zur Sicherung gegen Windsoglasten (siehe auch Abschnitt 6.2)

Bei Hallen, Schaubuden oder dergleichen dürfen Einbauten zur Aufnahme von Kräften herangezogen werden, wenn sie mit Sicherheit aktiviert und in gleicher Ausführung bei jeder Aufstellung mit errichtet werden.

###### 5.17.3.3 Windverbände

Die an den Giebeln anfallenden Kräfte müssen durch die anzuordnenden Verbände in Dach- und Wandebene aufgenommen werden können. Es dürfen auch jeweils 2 Verbände unmittelbar hintereinander für jeweils die halbe auf die Giebelwand anfallende Last angeordnet werden. Die Zwischenverbände sind jeweils für mindestens die halbe auf die Giebelwand anfallende Windlast zu bemessen. Zwischen den Verbänden dürfen sich maximal 6 verbandsfreie Felder befinden. Fallen aus den Giebelwänden keine Windkräfte auf die Dach- und Wandebene an, so sind auch in diesem Falle Verbände für jeweils mindestens die halbe Windlast anzuordnen, die auf die Giebelwand entfallen würde.

Sind abgewinkelte Gurte im Windverband vorgesehen, so sind die entstehenden Umlenkkräfte zu berücksichtigen (z. B. am First von Satteldächern). Gegebenenfalls sind auch die Kräfte zur Stabilisierung der Binder bei der Bemessung der Verbände zu berücksichtigen.

###### 5.17.3.4 Membrankräfte aus Wind

Wind auf die flexiblen, raumabschließenden Elemente erzeugt besonders in den Endfeldern einseitige Zugkräfte. Diese Kräfte sind abzuschätzen. Ihre Aufnahme an allen Randträgern (First-, Traufpfette, Binderriegel und Eckstiel) ist zu untersuchen. Für die Ableitung der entstehenden Kräfte bei Anströmung auf die Giebelwände über die Windverbände (Gesamtsystem) darf dieser Kraftanteil auf 60 % ermäßigt werden.

Bei flexiblen Wand- und Dachflächen dürfen die erhöhten Randsoglasten außer acht gelassen werden. Bei starren Dacheindeckungen sind die Befestigungsmittel für die erhöhten Randsoglasten nach DIN 1055 Teil 4 zu bemessen.

Die Verschiebungen der Eckpunkte der Rahmenbinder in horizontaler Richtung sollen  $(l + h)/125$  nicht überschreiten, wobei  $l$  den Abstand der Fußpunkte des Binders und  $h$  die Traufhöhe bedeutet. Bei mehrschiffigen Hallen sind die Werte der größten Halle anzusetzen.

### 5.17.4 Konstruktionen mit mechanisch gespannten, primärtragenden Membranen (z. B. Membranzelte, Segel usw.)

#### 5.17.4.1 Allgemeines

Die exakten Nachweise für die aus Stabilitätsgründen durchweg gegensinnig gekrümmten Membranen sind nur nach Theorie höherer Ordnung möglich. Da dies im allgemeinen zu aufwendig ist, darf darauf verzichtet werden, wenn die Nachweise für das unverformte System erfolgen und jeweils Teilsysteme für sich ins Gleichgewicht gesetzt werden. Dies kann zu Unverträglichkeiten am verformten System führen, was jedoch außer acht bleiben kann, da die Nachweise nach Theorie I. Ordnung in der Regel auf der sicheren Seite liegen.

Für die einzelnen Nachweise der Membrankonstruktion ist die Spannung stets in Richtung der Haupttragachse sowie senkrecht dazu zu untersuchen. Darauf kann verzichtet werden, wenn das Verhältnis der beiden Krümmungen zueinander kleiner als  $1/3$  wird, und die Membrane dann als einachsig tragend angenommen wird.

#### 5.17.4.2 Vorspannung

Zur Stabilisierung der Membrankonstruktion gegen die auftretenden äußeren Lasten sowie um ein „Schlagen“, „Flattern“ oder „Durchschlagen“ zu verhindern, wird die Konstruktion mechanisch vorgespannt. Diese Vorspannung wird an den Rändern der Konstruktion aufgebracht. Erfahrungswerte hierzu:

$F_V = 0,50 \text{ kN/m}$ für kleine Konstruktionen	$A < 400 \text{ m}^2$ $h < 8 \text{ m}$
$F_V = 0,80 \text{ kN/m}$	$A \geq 400 \text{ m}^2$ $h < 8 \text{ m}$
$F_V = 1,0 \text{ kN/m}$	$A < 1000 \text{ m}^2$ $h \geq 8 \text{ m}$

$F_V = 1,5 \text{ kN/m}$  alle übrigen Konstruktionen

Diese Dauergebrauchslast der Membrane am Rand der Konstruktion darf 3% der Kurzzeitreißlast nicht überschreiten. (Dauergebrauchslast ist die ständig vorhandene Vorspannung.) Eine Überlagerung des Lastfalles Vorspannung mit weiteren Lastfällen erfolgt nur dann, wenn die Spannung dadurch vergrößert wird.

#### 5.17.4.3 Wind auf das Membrantragwerk

Auf genaue Ermittlung der Windlastverteilung kann verzichtet werden, wenn nach Abschnitt 5.17.4.1 und Abschnitt 5.17.4.2 verfahren wird und wenn die Formbeiwerte nach folgender Darstellung pauschaliert werden:

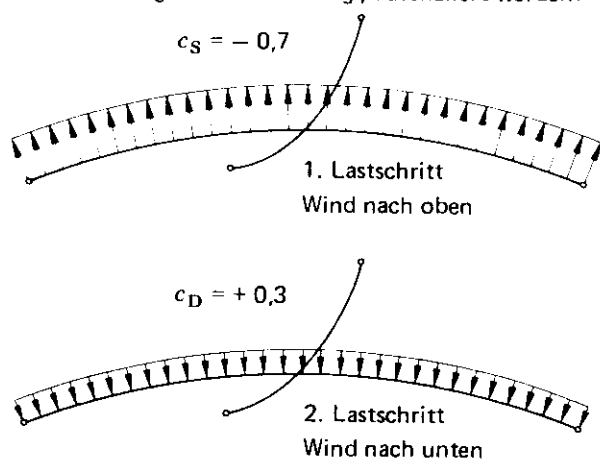


Bild 13. Windbeiwerte

Mit diesen Werten ist jeweils die Gesamtfläche und auch die Teilfläche zu beaufschlagen.

Werden günstigere Werte in Ansatz gebracht, so sind diese durch Windkanalversuche zu belegen.

#### 5.17.4.4 Konstruktive Durchbildung

Der Bahnverlauf ist entsprechend der Hauptbeanspruchung zu legen.

Werden Seil-, Gurt- oder Hautverstärkungen angeordnet, so ist darauf zu achten, daß dort keine Schwächung des Materialquerschnittes (z. B. durch Ansammlung von Nähten, Klemmen, Ösen usw.) die Verstärkung wirkungslos macht.

#### 5.17.4.5 Sicherheitsabstände – Sicherungen

Da Membrantragwerke sich im Belastungsfall zum Teil erheblich verformen, ist dafür zu sorgen, daß sich entlang der Dachhaut keine verformungsbehindernden Gegenstände befinden.

Als Sicherheitsabstände sind einzuhalten:

bei Membranen

$$a \geq \frac{r}{20} \geq 0,50 \text{ m, wobei } r \text{ der kleinere Hauptkrümmungsradius in dem entsprechenden Membranbereich ist;}$$

bei Seilen

$$a \geq \frac{l}{20} \geq 0,50 \text{ m in Seilmitte rundum, wobei } a \text{ linear auf Null zu echten Fixpunkten hin verzogen werden darf.}$$

$l$  = Abstand der festen Seileinhängung

Sofern starre tragende Teile (z. B. Maste, Stützen usw.) ausschließlich durch die Membrane gehalten werden, ist durch zusätzliche Maßnahmen ein Umstürzen dieser Teile bei einseitigem Wegfall der Membrane zu verhindern, wobei die notwendigen Bewegungsfreiheitsgrade im Betriebszustand erhalten bleiben müssen.

#### 5.17.4.6 Prüfmessungen, Nachspannen

Um die auftretenden Maximalbeanspruchungen (z. B. in Abspannungen, Stützen, Masten usw.) am Bauwerk überprüfen zu können, sollen Meßmarken eingebaut werden, damit durch entsprechende Kontrollen die rechnerisch erforderliche Vorspannung überprüft werden kann. Zum Ausgleich des Kriechens des Membrantragwerks (z. B. des Membranwerkstoffes, der Nähte, der Verbindungen, der Seile usw.) sind konstruktive Vorkehrungen zu treffen, die ein Nachspannen der Konstruktion ermöglichen (z. B. Spannschlösser, Stützenverlängerungen usw.).

## 6 Umkippen, Gleiten und Abheben

### 6.1 Kipp-, Gleit- und Abhebesicherheit

Bei Bauwerken und Bauteilen ist die Sicherheit gegen Umkippen, Gleiten und Abheben nachzuweisen, wenn sie nicht zweifelsfrei feststeht. Günstig wirkende Verkehrslasten, ebenso Eigenlasten von Bau- und Zubehöerteilen, welche nicht immer vorhanden sind, dürfen beim Nachweis gegen Umkippen, Gleiten und Abheben nicht berücksichtigt werden.

Im Gegensatz zum allgemeinen Spannungsnachweis dürfen für den Nachweis auf Umkippen, Gleiten und Abheben günstig wirkende Anteile nur mit dem Gewicht angesetzt werden, das mit Sicherheit immer vorhanden ist, z. B. Holz im ausgetrockneten Zustand.

Wenn durch die Eigenlast einer Konstruktion allein eine ausreichende Sicherheit nicht erreicht werden kann, dann ist sie durch besondere zusätzliche Maßnahmen wie z. B. Gegenlasten, Verankerungen und Abstreben herzustellen.

Tabelle 4. Sicherheitsbeiwerte gegen Umkippen, Gleiten und Abheben

	Belastung *)	$\nu$
1	günstig wirkende Anteile aus Eigenbelastung	1,0
2	ungünstig wirkende Anteile aus Eigenbelastung	1,1
3	ungünstig wirkende Windbelastungen	1,2
4	ungünstig wirkende Anteile der Belastungen, außer den Belastungen nach 2 und 3	1,3
*) Werden Lasten in Komponenten zerlegt, so sind diese mit dem gleichen $\nu$ -Wert zu vervielfachen		

6.1.1 Die Sicherheit gegen Umkippen errechnet sich aus:

$$\sum \nu \cdot M_{St} \geq \sum \nu \cdot M_K \quad (81)$$

$\nu$  Sicherheitsbeiwert nach Tabelle 4

$M_{St}$  Standmomentanteile

$M_K$  Kippmomentanteile

Dabei ist zu beachten, daß die angesetzten Lasten über die Schubsteifigkeit der Konstruktion aktiviert werden können.

6.1.2 Die Sicherheit gegen Gleiten errechnet sich aus:

$$\sum \nu \cdot \mu \cdot N \geq \sum \nu \cdot H \quad (82)$$

$\nu$  Sicherheitsbeiwert nach Tabelle 4

$N$  vertikale Lastkomponente

$H$  horizontale Lastkomponente

$\mu$  Reibungsbeiwert nach Tabelle 5

Für die Ermittlung der Reibungskräfte dürfen folgende Reibungsbeiwerte angesetzt werden, sofern nicht im Einzelfall durch Versuche ermittelte höhere Werte vorliegen oder Nässe eine Abminderung bedingt:

Tabelle 5. Reibungsbeiwerte

	Holz	Stahl	Beton
Holz	0,4	0,4	0,6
Stahl	0,4	0,1	0,2
Beton	0,6	0,2	0,5
Ton *)	0,25	0,2	0,25
Lehm *)	0,4	0,2	0,4
Sand und Kies	0,65	0,2	0,65
*) Bei mindestens steifplastischer Zustandsform nach DIN 1054			

Es ist zu beachten, daß bei schwingend beanspruchten Auflagerungen ein Losrütteln eintreten kann.

Ist bei Verbindung der Konstruktion mit dem Baugrund die  $\nu$ -fache Sicherheit in der Bodenfuge durch ruhende Reibung allein nicht gegeben, dann darf ein Gleitsicherheitsnachweis im Zusammenwirken mit Bodenankern geführt werden. Dabei dürfen die Reibungsbeiwerte nach Tabelle 5 nur mit 70 % ihres Wertes angesetzt werden.

$$\sum \nu \cdot \bar{\mu} \cdot N + Z_h \geq \sum \nu \cdot H \quad (83)$$

$$\bar{\mu} = 0,7 \cdot \mu \quad (84)$$

$Z_h$  übertragbare Horizontalkomponente des Ankers.

6.1.3 Die Sicherheit gegen Abheben errechnet sich aus:

$$\sum \nu \cdot N_{St} \geq \sum \nu \cdot N_a \quad (85)$$

$\nu$  Sicherheitsbeiwert nach Tabelle 4

$N_{St}$  vertikale stabilisierende Lastkomponenten

$N_a$  vertikale abhebende Lastkomponenten

Mit Zugankern

$$\sum \nu \cdot N_{St} + Z_v \geq \sum \nu \cdot N_a \quad (86)$$

$Z_v$  übertragbare Vertikalkomponente des Ankers.

6.1.4 Für Fundamente gilt neben Abschnitt 6.1 DIN 1054.

## 6.2 Bodenverankerungen

### 6.2.1 Ankertragfähigkeiten

#### 6.2.1.1 Allgemeines

Unsichere Bodenverhältnisse und die Belastungsart bedingen zwangsläufig erhebliche Schwierigkeiten bei einer rechnerischen Abschätzung der Ankertragfähigkeiten. Die Angaben beschränken sich daher auf

- Gewichtsanker, d. h. auf der Bodenoberfläche aufgestellte oder im Untergrund eingebettete Ballastkörper und
- Stabanker, d. h. mit Ösen oder gestauchtem Kopf versehene Stäbe aus Metall oder Holz.

Für Spezialanker, wie z. B. Flügel-, Klapp-, Schraub-, Profilanker, ist die Ermittlung der Tragfähigkeiten durch Probelastungen erforderlich.

#### 6.2.1.2 Gewichtsanker

Bei der Berechnung der Tragfähigkeit dieser Anker darf der Erdwiderstand nur dann berücksichtigt werden, wenn der Anker kleine Verschiebungen und Verdrehungen ohne Gefahr für das Bauwerk ausführen kann und die Untergrundverhältnisse hinreichend bekannt sind.

#### 6.2.1.3 Stabanker

Die Tragfähigkeit von einfachen Stabankern mit rundem Querschnitt und einer Mindesteinschlagtiefe von 80 cm darf nach folgenden Näherungsformeln ermittelt werden:

Für  $\beta = 0^\circ$

Für steife bindige und dicht gelagerte nichtbindige Böden (siehe DIN 1054):

$$Z = 6,5 \cdot d \cdot l' \quad (87)$$

Für halbsteife bindige Böden (siehe DIN 1054):

$$Z = 8 \cdot d \cdot l' \quad (88)$$

## DIN 4112

Für  $\beta \geq 45^\circ$  Für mindestens steifplastische bindige Böden (siehe DIN 1054):

$$Z = 10 \cdot d \cdot l' \quad (89)$$

Für dichtgelagerte nichtbindige Böden (siehe DIN 1054):

$$Z = 17 \cdot d \cdot l' \quad (90)$$

Für  $0^\circ < \beta < 45^\circ$  sind die Tragfähigkeiten für gleiche Bodenarten durch Interpolation zu ermitteln (siehe Bild 15).

In den Formeln (87) bis (90) sind  $d$  und  $l'$  in cm einzusetzen,  $Z$  ergibt sich in N.

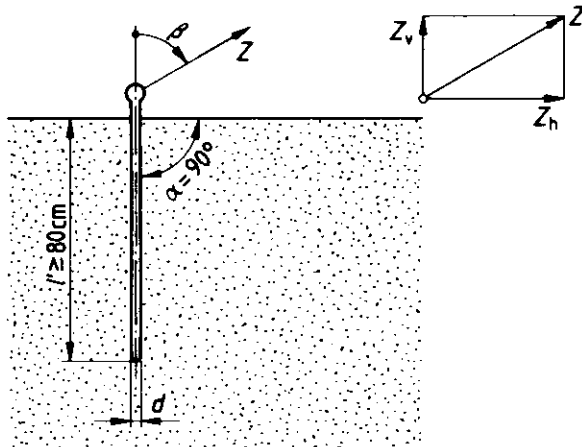


Bild 14. Stabanker

- $Z$  Ankertragfähigkeit (Versagenslast)  
 $Z_h$  horizontale Ankertragfähigkeitskomponente  
 $Z_v$  vertikale Ankertragfähigkeitskomponente  
 $d$  Ankerdurchmesser  
 $l'$  Einschlagtiefe  
 $\alpha$  Einschlagwinkel  
 $\beta$  Zugwinkel

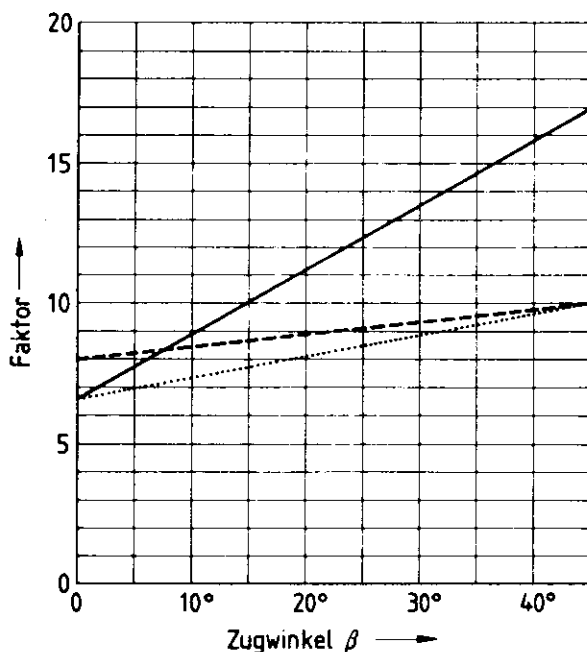


Bild 15. Faktor für Tragfähigkeit von Stabankern

- dichtgelagerte nichtbindige Böden  
 - - - halbfeste bindige Böden  
 ..... steifplastische bindige Böden

Die Formeln (87) bis (90) gelten unter der Voraussetzung, daß der Anker beim Eintreiben „zieht“. Bei  $\beta = 0^\circ$  muß die Reibung auf der vollen Länge wirksam sein; bei  $\beta \geq 45^\circ$  soll der Einschlagwinkel  $\alpha = 90^\circ$  betragen. Bei diesem Einschlagwinkel erreicht der schräg belastete Anker erfahrungsgemäß die maximale Tragfähigkeit.

Die rechnerischen Tragfähigkeiten dürfen überschritten werden, wenn dies durch Probelastungen nachgewiesen wird oder entsprechende Erfahrungen für den Aufstellungsort vorliegen.

Bei Probelastungen an Ankern sind mindestens 3 Versuche durchzuführen. Der niedrigste Versuchswert ist für die Ermittlung der Tragfähigkeit maßgebend. Die so ermittelte Tragfähigkeit darf keine für das Bauwerk unzulässige Ankerbewegung ergeben.

Für die zulässige Tragfähigkeit sind die Sicherheitsbeiwerte nach Tabelle 4 zu berücksichtigen.

Bei vergleichbaren Untergrundverhältnissen können an anderer Stelle ausgeführte Probelastungen als Nachweis mit herangezogen werden.

Um ein Verbiegen der Anker bei schrägem Zug zu verhindern, sollte für einfache Stahlstabanker folgender Minstdurchmesser eingehalten werden:

$$d_{\min} = 0,025 \cdot l' + 0,5 \quad (\text{mit } l' \text{ in cm}) \quad (91)$$

Der Kraftangriff ist bei Stabankern, die auf Biegung belastet werden, möglichst nahe in den Bereich der Bodenoberfläche oder darunter zu legen.

**6.2.1.4 Zu verankernde Kraft und Sicherheitsbeiwerte**  
 Die erforderliche Verankerungskraft  $\text{erf } Z_v$  ist durch vektorielle Addition der auf den Anker entfallenden  $v$ -fachen Lastkomponenten zu ermitteln.

$$\text{erf } \vec{Z}_v = \Sigma v \cdot \vec{Z} \leq Z \quad (92)$$

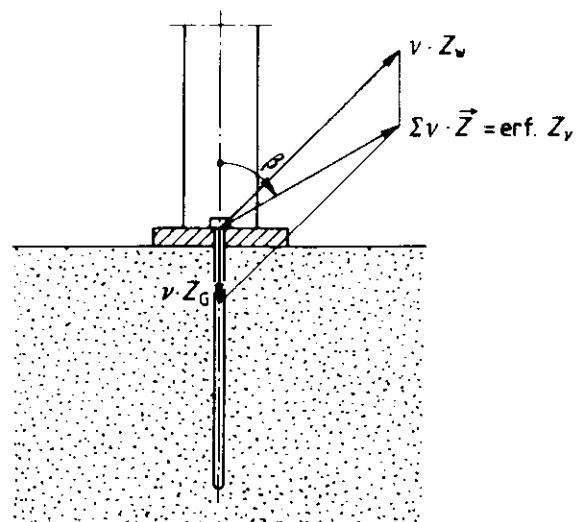


Bild 16. Ankerbelastungen

- $Z_G$  günstig wirkender Anteil aus Eigenlast  
 $Z_W$  ungünstig wirkender Anteil aus Windlasten oder anderer Belastung  
 $v$  Sicherheitsbeiwert nach Tabelle 4

**6.2.2 Hinweise**

Treten bei belasteten Stabankern und ähnlichem Verschiebungen von mehr als 2 cm auf, so ist die Ankertragfähigkeit nicht mehr voll sichergestellt. Durch zusätzliche

Verankerungen oder durch Beischlagen von Holzkeilen kann eine höhere Lastaufnahme erreicht werden. Bei reiner Zugbeanspruchung in Richtung der Stabachse besteht schon bei sehr kleinen Bewegungen die Gefahr des vollkommenen Versagens des Ankers.

Der Ankerfuß (Spitzenansatz) darf bei Stabankern keine Querschnittsverbreiterungen aufweisen, damit die Mantelreibung im Bereich des Ankerschaftes nicht abgemindert wird.

Nach Eintreiben eines Stabankers ist der Boden an der Oberfläche – soweit das praktisch möglich ist – an den Anker anzustampfen, um ein Eindringen von Oberflächenwasser zu vermeiden.

Bei Verwendung von Ankergruppen darf jeder Einzelanker nur dann mit seiner vollen berechneten Tragfähigkeit eingesetzt werden, wenn die Ankerabstände mindestens den 5fachen Ankerdurchmesser betragen.

Dynamische Belastungen können zum Lösen einer Verankerung führen; Kontrollen der Anker sind unbedingt erforderlich.

### 6.3 Unterpallungen

Für Unterpallungen ergeben sich wegen der fehlenden Einbindetiefe in den Boden und der praktisch nur kleinen Auflagerbreiten nur geringe zulässige Bodenpressungen. Unterpallungen können sich in den Boden eindrücken und größere Setzungen verursachen.

Die Unterpallungen sind bei besonders nachgiebigen Böden zu beobachten; bei einem Nachgeben oder Lockern ist zu unterfüttern und die Auflagerflächen sind eventuell zu vergrößern.

Bei Untergrund mit geringer Tragfähigkeit sind Zusatzmaßnahmen zu treffen. Werden zur Vergrößerung der Auflagerbreiten mehrere Elemente lückenlos nebeneinander verlegt, so ist z. B. durch Kreuzstapelung ein Verbund herzustellen.

Bei befahrbarem Untergrund dürfen für quadratische und rechteckförmige (Länge : Breite  $\leq 3$ ) Unterpallungen in Abhängigkeit von der Auflagerbreite folgende zulässige Bodenpressungen angesetzt werden:

$b = 20 \text{ cm}$ : zul  $\sigma = 100 \text{ kN/m}^2$

$b = 30 \text{ cm}$ : zul  $\sigma = 150 \text{ kN/m}^2$

$b = 40 \text{ cm}$ : zul  $\sigma = 200 \text{ kN/m}^2$

Bei befestigten Aufstellplätzen dürfen höhere zulässige Bodenpressungen berücksichtigt werden.

## 7 Festigkeitsnachweise

### 7.1 Allgemeines

Es ist zu unterscheiden zwischen vorwiegend ruhender Beanspruchung und vorwiegend schwingender Beanspruchung. Die Schwingbeanspruchung tritt sowohl als Schwellbeanspruchung (Spannung, die innerhalb zweier Grenzwerte ohne Änderung des Vorzeichens schwankt,  $\min \sigma / \max \sigma \geq 0$ ) wie auch als Wechselbeanspruchung (Spannung, die zwischen zwei Grenzwerten schwankt und dabei ihr Vorzeichen ändert,  $\min \sigma / \max \sigma < 0$ ) auf. Schwingend beanspruchte Konstruktionen, die im Rahmen der zu erwartenden Lebensdauer mehr als  $2 \cdot 10^4$  Lastwechsel bei Schwell- oder Wechselbeanspruchung erfahren, sind auf Schwingfestigkeit zu bemessen.

Dabei gilt als Dauerfestigkeit  $\sigma_D$  die Spannung, die von einem Probestab bei einer Grenzlastspielzahl  $N_G$  von

$2 \cdot 10^6$  Lastspielen (Stahlbau) bzw.  $10^7$  Lastspielen (Maschinenbau) gerade noch ertragen wird, ohne daß der Probestab bricht.

### 7.2 Vorwiegend ruhende Beanspruchung

Für die zulässigen Spannungen von Bauteilen sind die für den entsprechenden Werkstoff vorhandenen Bemessungsnormen maßgebend (z. B. DIN 18800 Teil 1, DIN 1052 Teil 1, DIN 4113 Teil 1).

Für Maschinenteile aus Stahl, auch solche, die gleichzeitig Bauteile sind, gilt für den allgemeinen Spannungsnachweis:

$$\text{zul } \sigma = \frac{\beta_B}{\nu_B} \text{ bzw. } \frac{\beta_{0,2}}{\nu_{0,2}} \quad (93)$$

Der kleinere Wert ist maßgebend.

Tabelle 6. Sicherheitsbeiwerte  $\nu$

		gegen $\beta_B$	gegen $\beta_{0,2}^*)$
Lastfall	H	37/16	24/16
	HZ	37/18	24/18
*) Bei entsprechender Angabe in den Werkstoffnormen gilt $\beta_S$ als $\beta_{0,2}$ .			

Für Schub infolge Querkraft und Verdrehung gilt

$$\text{zul } \tau = 0,65 \text{ zul } \sigma \quad (94)$$

### 7.3 Schwingende Beanspruchung

#### 7.3.1 Schwingfestigkeit von Baukonstruktionen

Der Schwingfestigkeitsnachweis für Baukonstruktionen aus St 37-2 und St 52-3 ist nach DIN 15 018 Teil 1 bzw. DIN 4132 entsprechend den dort angegebenen Betriebsgruppen und Kerbfällen für den Lastfall H zu führen.

Alle zulässigen Spannungen beim Betriebsfestigkeitsnachweis sind nach oben begrenzt durch die zulässigen Spannungen, Lastfall HZ des allgemeinen Spannungsnachweises nach DIN 15 018 Teil 1, Ausgabe April 1974, Abschnitt 7.2.1, Tabellen 10 bis 12. Für Druckspannungen in Bauteilen gelten hierfür die Werte der Spalte zul  $\sigma_Z$ . Wird kein genauer Nachweis geführt, so ist die Betriebsgruppe B 6 in Rechnung zu stellen.

Dabei dürfen die Werte nach DIN 15 018 Teil 1 unter folgenden Bedingungen für zul  $\sigma_D$  bis zu 20% erhöht werden:

- Diese Bauteile bzw. Bereiche von Bauteilen müssen hinsichtlich der Rissefreiheit prüfbar sein. Im allgemeinen genügt eine visuelle Prüfung;
- diese Bauteile sind unter genauer Bezeichnung der Bereiche in den bautechnischen Unterlagen herauszustellen und gegebenenfalls übersichtlich aufzuführen;
- bei jeder Prüfung vor Verlängerung der Ausführungsgenehmigung sind diese Teile bzw. Bereiche zu kontrollieren.

Bei der Erhöhung der zulässigen Spannungen um 20% ist eine 1,1fache Sicherheit bei 90% Überlebenswahrscheinlichkeit vorhanden (siehe auch DIN 15 018 Teil 1, Ausgabe April 1974, Abschnitt 7.4.4).

Lasterhöhungsfaktoren nach Abschnitt 4.4 brauchen nur bei den betroffenen Bauteilbereichen in Ansatz gebracht zu werden.

## DIN 4112

**7.3.2 Schwingfestigkeit von Maschinenteilen****7.3.2.1 Ermittlung der ertragbaren Spannung**

Für die in DIN 15 018 Teil 1 nicht genannten Werkstoffe und für dort nicht behandelte Fälle (z. B. Maschinenteile) kann die Ermittlung der ertragbaren Spannungen bei Schwingbeanspruchung nach einem der in [1] bis [6] angegebenen Berechnungsverfahren erfolgen.

Hierbei sind die folgenden Einflüsse zu berücksichtigen:

- Kerbwirkungszahl
- Größeneinfluß
- Oberflächeneinfluß
- Querschnittsform
- eventuell Anisotropiekoeffizient

**7.3.2.2 Ermittlung der vorhandenen Spannungen**

Die im Bauteil vorhandenen Spannungen (Nennspannungen) werden nach den allgemeinen Regeln der Festigkeitslehre ermittelt.

**7.3.2.3 Sicherheitsbeiwert**

Die vorhandene Sicherheit gegen Dauerbruch beträgt für das Bauteil:

- bei reiner Zug-, Biege- oder Torsionsbeanspruchung:

$$\text{vorh } v = \frac{\sigma_{AG}}{\sigma_a} \text{ bzw. } \frac{\tau_{AG}}{\tau_a} \quad (95)$$

- bei zusammengesetzter Beanspruchung:

$$\text{vorh } v = \frac{\sigma_{AG}}{\sigma_{av}} \quad (96)$$

- gegen Überschreiten der Streck- oder Fließgrenze:

$$\text{vorh } v = \frac{\sigma_{SG}}{\sigma_a + \sigma_m} \text{ bzw. } \text{vorh } v = \frac{\sigma_{SG}}{\sigma_{av} + \sigma_{mv}} \quad (97)$$

Hierbei bedeuten:

- $\sigma_{AG}$  Gestalt-Ausschlagfestigkeit (des Bauteils)
- $\sigma_{SG}$  Fließgrenze der Gestaltfestigkeit
- $\sigma_a$  Spannungsausschlag
- $\sigma_m$  Mittelspannung
- $\sigma_{av}$  Vergleichsspannungsausschlag
- $\sigma_{mv}$  Vergleichsmittelspannung

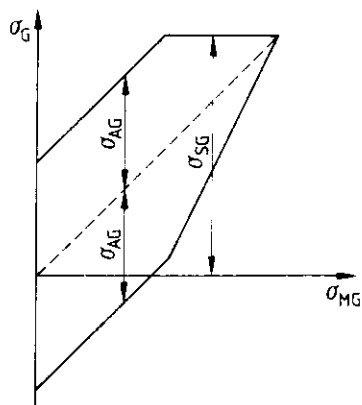


Bild 17. Dauerfestigkeits-Schaubild nach Smith zur Gestaltfestigkeit

Allgemein verbindliche Sicherheitsbeiwerte erf  $v$  lassen sich nicht festlegen. Sie richten sich nach Zahl und Gewicht der Unsicherheitsfaktoren und den möglichen Folgen im Falle des Versagens. Je größer die Verformungsfähigkeit des Werkstoffs ist, desto niedriger darf der Sicherheitsbeiwert angesetzt werden.

Bei zuverlässigen Angaben über die tatsächlichen Beanspruchungsverhältnisse genügt erf  $v = 1,2$  bis  $1,5$ , bei Werkstoffkennwerten  $\sigma_D$  auf der Basis von 90 % Überlebenswahrscheinlichkeit.

Bei teilweise geschätzten Angaben sind im Maschinenbau bei der Berechnung auf Dauerfestigkeit Sicherheitsbeiwerte bis 2,5 üblich. In allen Fällen muß

$$\text{vorh } v \geq \text{erf } v \quad (98)$$

sein.

**7.4 Schrauben**

Für Schrauben nach DIN 931 Teil 1, DIN 7968 und DIN 7990 der Festigkeitsklassen 4.6 und 5.6 gilt DIN 18 800 Teil 1.

Bei der Verwendung hochfester Schrauben nach DIN 6914 bis DIN 6918 der Festigkeitsklasse 10.9 gilt DIN 18 800 Teil 1.

Abweichend gilt für Schrauben der in Abschnitt 7.4 genannten Festigkeitsklassen:

- Die Schraubverbindungen dürfen für auf Zug beanspruchte Schrauben auch bei schwingender Belastung mit einem Lochspiel von 1,0 mm ausgeführt werden, wenn die Kräfte senkrecht zur Schraubenachse durch Anordnung von Knaggen, Stiften, Steckbolzen, Buchsen usw. oder durch Berechnung auf Reibungsschluß mit einem Reibungskoeffizient  $\frac{2}{3} \cdot \min \mu$

aufgenommen werden. Für  $\min \mu$  ist der im Betrieb unter ungünstigsten Bedingungen auftretende kleinste Reibbeiwert anzusetzen.

- Bei einschnittigen Verbindungen muß die Exzentrizität berücksichtigt werden.

Für Schrauben der Festigkeitsklassen 6.9, 8.8 und 10.9 gilt:

- Zulässige Schubspannungen nach Tabelle 7.
- Zulässiger rechnerischer Lochleibungsdruck für Scher-Lochleibungsverbindungen entsprechend DIN 18 800 Teil 1, Ausgabe März 1981, Tabelle 7, für Schrauben ohne Vorspannung.
- Zulässige zusätzlich übertragbare Zugkraft in Richtung der Schraubenachse je vorgespannte Schraube bzw. Paßschraube entsprechend Tabelle 9. Dabei  $F_V$  nach Tabelle 8.
- Zulässige Vorspannkräfte und Anziehmomente nach Tabelle 8.
- Für die Dauerfestigkeit sind unter der Voraussetzung, daß Mittelspannung + Spannungsausschlag  $\leq \beta_S$  ist, Richtwerte für den Spannungsausschlag in Tabelle 10 angegeben.

Schrauben dürfen wieder verwendet werden, wenn sie nicht über die Streckgrenze beansprucht wurden.

Die angegebenen Werte gelten für einen Gesamtreibungsbeiwert  $\mu = 0,14$  (trocken bis leicht geölt) unter Ausnutzung von 90 % der Mindeststreckgrenze.

**Tabelle 7. Zulässige Schubspannungen  $\tau_a$  für vorwiegend ruhende Beanspruchung je Schraube und Scherfläche senkrecht zur Schraubenachse**

Festigkeitsklasse	6.9		8.8		10.9	
Lastfall	H	HZ	H	HZ	H	HZ
zul $\tau_a$ N/mm <sup>2</sup>	145	160	200	230	240	270

**Tabelle 8. Zulässige Vorspannkkräfte und Anzugsmomente von Schrauben**

Gewinde	zul Vorspannkraft $F_V$ (kN)			zul Anzugsmoment $M_a$ (Nm)		
	Festigkeitsklasse			Festigkeitsklasse		
	6.9	8.8	10.9	6.9	8.8	10.9
M 8	14	16	23	21	25	35
M 10	22	26	37	41	49	69
M 12	31	37	50	70	84	120
M 16	60	71	100	176	206	350
M 20	94	111	160	338	402	600
M 22	116	138	190	456	539	900
M 24	135	160	220	588	696	1100
M 27	177	210	290	873	1030	1650
M 30	216	257	350	1177	1422	2200
M 33	275	326	459	1668	1977	2784
M 36	323	382	510	2134	2524	3340

**Tabelle 9. Zulässige zusätzlich übertragbare Zugkraft zul Z in Richtung der Schraubenachse je vorgespannte Schraube**

vorwiegend ruhende Belastung		schwingende Belastung	
Lastfall		Lastfall	
H	HZ	H	HZ
0,7 $F_V$	0,8 $F_V$	0,6 $F_V$	0,7 $F_V$
$F_V$ nach Tabelle 8.			

**Tabelle 10. Richtwerte für den zulässigen Spannungsausschlag handelsüblicher Schrauben**

Gewinde	Spannungsausschlag $\pm \sigma_A$ N/mm <sup>2</sup>	
	Festigkeitsklasse 3.6 bis 5.6	5.8 bis 10.9
M 12 – M 16	45	50
M 20 – M 36	40	40

## 7.5 Seile, Ketten, Sicherheitseinrichtungen, Seiltriebe, Anschluß- und Verbindungsteile

### 7.5.1 Normen für Seile, Ketten, Sicherheitseinrichtungen, Seiltriebe, Anschluß- und Verbindungsteile

Bei der Verwendung von Seilen, Ketten, Sicherheitseinrichtungen, Seiltrieben, Anschluß- und Verbindungsteilen sind insbesondere die folgenden Normen zu beachten:

- Drahtseile: DIN 3051 bis DIN 3071
- Naturfaserseile: DIN 83 305 Teil 1 bis Teil 3; DIN 83 322, DIN 83 324, DIN 83 325

- Kunststoffseile: DIN 83 330 bis DIN 83 332
- Ketten: DIN 685 Teil 2; DIN 766; DIN 5686; DIN 5687 Teil 1 und Teil 3; DIN 8187; DIN 32 891
- Drahtseilklemmen: DIN 1142
- Seiltriebe: DIN 15 020 Teil 1 und Teil 2
- Ösenhaken: DIN 7540
- Karabinerhaken: DIN 5299
- Rollschnallen: DIN 5291
- Schäkel: DIN 82 101
- Sicherheitsgeschirre; Sicherheitsseile: DIN 7471
- Spannschlösser: DIN 1478; DIN 1480

### 7.5.2 Seile, Ketten, Riemen, Bänder

#### 7.5.2.1 Zulässige Tragfähigkeit von Seilen, Ketten, Riemen, Bändern

Die zulässige Tragfähigkeit ist abhängig vom Verwendungszweck. Es gilt:

$$\text{zul Tragfähigkeit} = \frac{\text{Mindestbruchlast}}{\text{Gebrauchszahl}} \quad (99)$$

#### 7.5.2.2 Aufhängungen von mit Personen belasteten Bauteilen (z. B. Sitze, Gondeln)

Bei Stahlketten beträgt die Gebrauchszahl 6.

Für Stahlseile ist Tabelle 11 maßgebend.

Die Verwendung von Seilen, Ketten, Riemen oder Bändern aus Hanf, Kunststoff oder Leder ist für diese Zwecke nicht zulässig. Dies gilt jedoch nicht für Sicherheitseinrichtungen nach Abschnitt 7.5.4.

**Tabelle 11. Zulässige Spannungen für Halte- und Abspannseile aus Einzeldrähten von Nennfestigkeit 1570 N/mm<sup>2</sup> beim Betriebsfestigkeitsnachweis**

Drahtseil- durchmesser mm	Zulässige Spannung zul $\sigma_{Dz}$ in N/mm <sup>2</sup>	
	bei Beanspruchungsgruppe B1, B2 und B3	B4, B5 und B6
*) bis 5	450	400 + 50 · $\alpha$
über 5 bis 20	350 + 100 · $\alpha$	250 + 200 · $\alpha$
über 20 bis 30	300 + 150 · $\alpha$	200 + 250 · $\alpha$
über 30 bis 40	250 + 200 · $\alpha$	150 + 300 · $\alpha$
*) Aus konstruktiven Gründen sind Drahtseil-Durchmesser < 4 mm zu vermeiden.		
$\alpha = \frac{\min \sigma}{\max \sigma}$		

#### 7.5.2.3 Halte-, Abspann- und Verankerungsseile bzw. -ketten

##### 7.5.2.3.1 Bei vorwiegend ruhender Beanspruchung:

Bei Stahlketten beträgt die Gebrauchszahl 4.

Für Drahtseile aus Einzeldrähten der Nennfestigkeit 1570 N/mm<sup>2</sup> gilt beim allgemeinen Spannungsnachweis als zulässige Spannung im metallischen Querschnitt zul  $\sigma = 450$  N/mm<sup>2</sup>.

Für Faserseile aus Natur- und/oder synthetischen Fasern ist Tabelle 12 maßgebend.

## DIN 4112

Tabelle 12. Gebrauchszahlen

Seildurchmesser mm	Gebrauchszahl
12	6
14	5
16	5
18	4
20 und dicker	4

**7.5.2.3.2** Bei vorwiegend schwingender Beanspruchung: Für den Betriebsfestigkeitsnachweis von Seilen aus Einzeldrähten der Nennfestigkeit 1570 N/mm<sup>2</sup> und für Seilbefestigungen ist DIN 15 018 Teil 1 maßgebend.

Drahtseil-Durchmesser < 4 mm sind bei Fliegenden Bauten zu vermeiden.

Seilklemmen dürfen für Befestigungen an Triebwerken und Sicherheitseinrichtungen nicht verwendet werden.

Werden Einzeldrähte mit der Nennfestigkeit > 1570 N/mm<sup>2</sup> verwendet, so ist die zulässige Beanspruchung besonders zu untersuchen. Erhöhung der zulässigen Spannungen der in DIN 15 018 festgelegten Werte, im Verhältnis der Nennfestigkeiten, darf nicht ohne weiteres vorgenommen werden.

Für Stahlketten beträgt die Gebrauchszahl 6.

**7.5.2.4** Seile dürfen nicht verwendet werden:

- bei Bruch einer Litze,
- bei Kinkenbildung,
- bei starken mechanischen Beschädigungen oder starkem Verschleiß.

Als starke mechanische Beschädigung von Faserseilen gilt: wenn mehr als 10 % der Gesamtzahl der Seilgarne in dem am stärksten beschädigten Querschnitt des Seiles gebrochen sind;

- Herausfall von Fasermehl,
- Verrottung,
- Lockerung von Spleißen,
- Seile aus synthetischen Fasern, wenn größere Anschmelzstellen vorhanden sind.

Ausgebesserte Seile dürfen nicht verwendet werden; Kürzen von Seilen gilt nicht als Ausbesserung.

Das Nachstecken von Spleißen ist nicht zulässig.

### 7.5.3 Seiltriebe

Seiltriebe mit Kunststoffseilen dürfen dann verwendet werden, wenn bei einem Bruch des Seiles Personen nicht unmittelbar gefährdet sind.

### 7.5.4 Sicherheitseinrichtungen

Für Sicherheitseinrichtungen, z. B. Schließeinrichtungen von Gondeln oder Sitzen, Sicherheitsgurte, Festschnalleinrichtungen in Überschlagschaukeln ist der Gebrauchszahl 6 erforderlich.

### 7.5.5 Anschluß- und Verbindungsteile

**7.5.5.1** Die zu Spannschlössern gehörenden Haken und Ösen sind nicht genormt. Ihre zulässige Belastung ist mit den Gebrauchszahlen für Stahlketten (4 bzw. 6) nach Abschnitt 7.5.2.1 zu ermitteln.

**7.5.5.2** Für statisch beanspruchte Schäkel dürfen die nach DIN 82 101 zulässigen Belastungen verdreifacht werden.

Bei dynamisch beanspruchten Schäkelverbindungen gilt DIN 82 101. Die Schäkelbolzen sind gegen Lösen zu sichern.

**7.5.5.3** Für Fußriemenverschnallung in Überschlagschaukeln ist bei Rollschnallen nach DIN 5291

in Stahl mindestens die Größe  $b = 25$  mm,

in AlMgSi mindestens die Größe  $b = 30$  mm

erforderlich.

## 8 Bauliche Durchbildung und Ausführung

### 8.1 Anordnung – Zugänglichkeit

**8.1.1** Bauteile, die entsprechend Abschnitt 7.3.1 gegenüber DIN 15 018 Teil 1 mit um 20 % erhöhten Spannungen bemessen werden, müssen mindestens im abgebauten Zustand für die erforderlichen Kontrollen zugänglich sein.

### 8.2 Sicherungen – Sicherheitseinrichtungen

**8.2.1** Schrauben, Muttern, Keile und andere Verbindungselemente, deren Lösen infolge schwingender Beanspruchung zu Unfällen führen kann, müssen gesichert werden.

Bei voll vorgespannten Schrauben gilt die Vorspannung als Sicherung gegen Losdrehen.

Da auch voll vorgespannte Schraubverbindungen besonders in der Anfangszeit aufgrund von Setzerscheinungen – z. B. bei Kugeldrehverbindungen – sich lockern können, muß in der Bau- und Betriebsbeschreibung auf die notwendigen Kontrollen hingewiesen werden.

### 8.3 Lösbare Verbindungen

**8.3.1** Federringe, Zahnscheiben, Fächerscheiben und ähnliche Sicherungen sind bei Verbindungen mit Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 und höher nicht zulässig.

**8.3.2** Offene Haken sind bei Windverbänden unzulässig. Soweit sich ihre Anwendung in anderen Fällen nicht vermeiden läßt, müssen sie warm gebogen oder geschmiedet sein. Besteht die Möglichkeit, daß sie sich unbeabsichtigt aushängen können, so müssen sie eine Sicherung erhalten.

**8.3.3** Bohrungen in Holzbauteilen für Anschlußbolzen, die Wechsel- und Schwelllasten unterliegen oder bei welchen die Bolzen regelmäßig bei Auf- und Abbau entfernt werden, sind durch Stahllaschen oder Dübel zu entlasten.

Rechtwinklig oder schräg zur Faserrichtung wirkende Zugkräfte in Bohrungen, die zum Aufreißen des Holzes führen können, müssen durch geschlossene Bandagen beiderseits der Bohrlöcher oder andere geeignete Vorkehrungen aufgenommen werden. Bolzen, die nicht durch Flachstäbe geschützt sind, müssen Unterlegscheiben erhalten. Werden von Bolzen Druckkräfte auf das Holz übertragen, so sind die Unterlegscheiben für die auftretenden Kräfte zu bemessen.

Allgemein muß beachtet werden, daß starke Schwächungen von Holzquerschnitten zu vermeiden sind. Dies gilt insbesondere für Hölzer, welche durch Stöße beansprucht werden, oder die Wechsel- bzw. Schwellbeanspruchungen unterliegen. Einpreßdübel dürfen aus dem Holz nicht entfernt werden.

**8.3.4** Seilverbindungen müssen so gestaltet sein, daß das Entstehen von Knicken und Knoten oder die Überbeanspruchung einzelner Drähte ausgeschlossen werden.

**8.3.5** Abspannseile aus Hanf dürfen geknotet werden. Es dürfen aber nur kraftschlüssige Knoten ausgeführt werden, also solche Knoten, die sich bei Belastung festziehen.

**8.3.6** Seile jeder Art dürfen an scharfen Kanten nicht aufliegen.

#### **8.4 Schweißverbindungen**

Geschweißte Stahlbauteile für häufig wiederholte Beanspruchung (Betriebsfestigkeit) dürfen nur in Betrieben hergestellt werden, die ihre Eignung hierfür nachgewiesen haben. Der Nachweis gilt als erbracht, wenn der große Eignungsnachweis nach DIN 18 800 Teil 7 mit der Erweiterung für DIN 4112 vorliegt.

Hinsichtlich des Nachweises für die Herstellung vorwiegend ruhend beanspruchter Bauteile gilt DIN 18 800 Teil 7.

#### **8.5 Formgebung schwingend beanspruchter Teile**

Schroffe Querschnittsübergänge (Steifigkeitssprünge) und Kerben sind bei schwingend beanspruchten Konstruktionen zu vermeiden.

#### **8.6 Auflagerungen**

Gerüstspindeln (Topfwinden oder dergleichen), die Lasten in die Bodenoberflächen einleiten, sind gegebenenfalls untereinander auszusteifen, wenn bei „ausgefahrenen Spindeln“ Pendelstützen entstehen.

#### **8.7 Zentralmaste**

Zentralmaste für Drehteile von Rundfahrgeschäften dürfen nicht aus Holz sein.

#### **8.8 Bremsen**

**8.8.1** Alle betriebsmäßig bewegten Teile an Fahr- oder Belustigungsanlagen müssen für die Benutzer sicher gebremst werden können. Die Bremsen müssen so gestaltet

sein, daß die Betriebssicherheit gegeben ist und die Standsicherheit nicht gefährdet wird. Daher dürfen die Bremsen nicht sperren und müssen so weich angreifen, daß eine für den Fahrgast zumutbare Verzögerung (siehe Abschnitt 5.5.4) erreicht wird.

**8.8.2** Haltebremsen und Reduzierbremsen sind dauerhaft auszuführen.

#### **8.9 Verbände – Aussteifungen**

##### **8.9.1 Aussteifende Verbände (Windverbände)**

Siehe Abschnitt 5.17.3.3.

**8.9.2** Es kann erforderlich sein, daß Konstruktionen zur Verminderung unvermeidbarer Schwingungen (z. B. Resonanz) zusätzlicher konstruktiver Maßnahmen bedürfen.

#### **8.10 Korrosionsschutz, Oberflächenschutz, Schutz gegen Fäulnis**

**8.10.1** Für Teile aus Stahl siehe DIN 55 928 Teil 1 bis Teil 9.

**8.10.2** Für Teile aus Leichtmetall siehe DIN 4113 Teil 1.

**8.10.3** Für Teile aus Holz siehe DIN 1052 Teil 1.

#### **8.11 Fahrgastsitze – Fahrgastraum<sup>3)</sup>**

Bei der Bemessung und Gestaltung der Fahrgastsitze und Fahrgasträume ist besonders auf genügende Höhe und Polsterung der Rücken- und Seitenlehnen sowie auf Abstütz- und Haltemöglichkeiten und auf Sicherungseinrichtungen zu achten.

#### **8.12 Kugeldrehverbindungen**

Zur Erlangung einwandfreier Laufbedingungen ist es notwendig, daß die Anschlußkonstruktionen oberhalb wie auch unterhalb des Lagers steif sind. Verspannungen der Kugeldrehverbindungen sind zu vermeiden.

<sup>3)</sup> Meier, K.: Sicherheit Fliegender Bauten, Verlag des TÜV Bayern e.V., München.

#### **Zitierte Normen und andere Unterlagen**

DIN 685 Teil 2	Geprüfte Rundstahlketten; Sicherheitstechnische Anforderungen
DIN 766	Rundstahlketten für allgemeine Zwecke und Hebezeuge; Kettenenden, geprüft, kurzgliedrig
DIN 931 Teil 1	Sechskantschrauben mit Schaft; Gewinde M 1,6 bis M 39; Produktklassen A und B, ISO 4014, modifiziert
DIN 1050	Stahl im Hochbau; Berechnung und bauliche Durchbildung
DIN 1052 Teil 1	Holzbauwerke; Berechnung und Ausführung
DIN 1054	Baugrund; Zulässige Belastung des Baugrunds
DIN 1055 Teil 1	Lastannahmen für Bauten; Lagerstoffe, Baustoffe und Bauteile, Eigenlasten und Reibungswinkel
DIN 1055 Teil 2	Lastannahmen für Bauten; Bodenkenngößen, Wichte, Reibungswinkel, Kohäsion, Wandreibungswinkel
DIN 1055 Teil 4	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten; Windlasten nicht schwingungsanfälliger Bauwerke
DIN 1055 Teil 5	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten; Schneelast und Eislast
DIN 1080 Teil 1	Begriffe, Formelzeichen und Einheiten im Bauingenieurwesen; Grundlagen
DIN 1142	Drahtseilklemmen für Seil-Endverbindungen bei sicherheitstechnischen Anforderungen
DIN 1478	Spannschlösser aus Stahlrohr oder Rundstahl
DIN 1480	Spannschlösser, geschmiedet (offene Form)

## DIN 4112

DIN 1629 Teil 1	Nahtlose Rohre aus unlegierten Stählen für Leitungen, Apparate und Behälter; Übersicht, Technische Lieferbedingungen, Allgemeine Angaben
DIN 1681	Stahlguß für allgemeine Verwendungszwecke; Gütevorschriften
DIN 3051 Teil 1	Drahtseile aus Stahldrähten; Grundlagen, Übersicht
DIN 3051 Teil 2	Drahtseile aus Stahldrähten; Grundlagen, Seilarten, Begriffe
DIN 3051 Teil 3	Drahtseile aus Stahldrähten; Grundlagen, Berechnung, Faktoren
DIN 3051 Teil 4	Drahtseile aus Stahldrähten; Grundlagen, Technische Lieferbedingungen
DIN 3052	Drahtseile aus Stahldrähten; Spiralseil 1 x 7
DIN 3053	Drahtseile aus Stahldrähten; Spiralseil 1 x 19
DIN 3054	Drahtseile aus Stahldrähten; Spiralseil 1 x 37
DIN 3055	Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 6 x 7
DIN 3056	Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 8 x 7
DIN 3057	Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 6 x 19, Filler
DIN 3058	Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 6 x 19, Seale
DIN 3059	Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 6 x 19, Warrington
DIN 3060	Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 6 x 19, Standard
DIN 3061	Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 8 x 19, Filler
DIN 3062	Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 8 x 19, Seale
DIN 3063	Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 8 x 19, Warrington
DIN 3064	Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 6 x 36, Warrington-Seale
DIN 3065	Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 6 x 35, Warrington gedeckt
DIN 3066	Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 6 x 37, Standard
DIN 3067	Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 8 x 36, Warrington-Seale
DIN 3068	Drahtseile aus Stahldrähten; Rundlitzenseil 6 x 24, Standard + 7 Fasereinlagen
DIN 3069	Drahtseile aus Stahldrähten; Spiral-Rundlitzenseil 18 x 7, drehungsarm
DIN 3070	Drahtseile aus Stahldrähten; Flachlitzenseil 10 x 10, drehungsarm
DIN 3071	Drahtseile aus Stahldrähten; Spiral-Rundlitzenseil 36 x 7, drehungsfrei
DIN 4113 Teil 1	Aluminiumkonstruktionen unter vorwiegend ruhender Belastung; Berechnung und bauliche Durchbildung
DIN 4132	Kranbahnen; Stahltragwerke; Grundsätze für Berechnung, bauliche Durchbildung und Ausführung
DIN 5291	Rollschnallen
DIN 5299	Karabinerhaken aus Halbrunddraht, Runddraht und geschmiedet
DIN 5686	Knotenketten ohne Güteanforderungen
DIN 5687 Teil 1	Rundstahlketten, Güteklasse 5, nicht lehrenhaltig, geprüft
DIN 5687 Teil 3	Rundstahlketten, Güteklasse 8, nicht lehrenhaltig, geprüft
DIN 6914	Sechskantschrauben mit großen Schlüsselweiten, für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen
DIN 6915	Sechskantmuttern mit großen Schlüsselweiten, für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen
DIN 6916	Scheiben, rund, für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen
DIN 6917	Scheiben, vierkant, für HV-Verbindungen an I-Profilen in Stahlkonstruktionen
DIN 6918	Scheiben, vierkant, für HV-Verbindungen an U-Profilen in Stahlkonstruktionen
DIN 7471	Sicherheitsgeschirre; Sicherheitsseile
DIN 7540	Ösenhaken, Güteklasse 5
DIN 7968	Sechskant-Paßschrauben, ohne Mutter, mit Sechskantmutter für Stahlkonstruktionen
DIN 7990	Sechskantschrauben mit Sechskantmuttern für Stahlkonstruktionen
DIN 8187	Rollenketten, Europäische Bauart
DIN 15 018 Teil 1	Krane; Grundsätze für Stahltragwerke, Berechnung
DIN 15 020 Teil 1	Hebezeuge; Grundsätze für Seiltriebe, Berechnung und Ausführung
DIN 15 020 Teil 2	Hebezeuge; Grundsätze für Seiltriebe, Überwachung im Gebrauch
DIN 17 100	Allgemeine Baustähle; Gütenorm
DIN 17 200	Vergütungsstähle; Gütevorschriften
DIN 17 210	Einsatzstähle; Gütevorschriften
DIN 18 800 Teil 1	Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion
DIN 18 800 Teil 7	Stahlbauten; Herstellen, Eignungsnachweise zum Schweißen
DIN 32 891	Rundstahlketten, Güteklasse 2, nicht lehrenhaltig, geprüft
DIN 55 928 Teil 1	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Allgemeines

## DIN 4112

- DIN 55 928 Teil 2 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Korrosionsschutzgerechte Gestaltung
- DIN 55 928 Teil 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Planung der Korrosionsschutzarbeiten
- DIN 55 928 Teil 4 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Vorbereitung und Prüfung der Oberflächen
- DIN 55 928 Teil 5 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Beschichtungsstoffe und Schutzsysteme
- DIN 55 928 Teil 6 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Ausführung und Überwachung der Korrosionsschutzarbeiten
- DIN 55 928 Teil 7 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Technische Regeln für Kontrollflächen
- DIN 55 928 Teil 8 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Korrosionsschutz von tragenden dünnwandigen Bauteilen (Stahlleichtbau)
- DIN 55 928 Teil 9 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge; Bindemittel und Pigmente für Beschichtungsstoffe
- DIN 82 101 Schäkel
- DIN 83 305 Teil 1 Faserseile; Übersicht
- DIN 83 305 Teil 2 Faserseile; Begriffe, Kennwerte, Rechnungsgrößen, Aufbau, Macharten
- DIN 83 305 Teil 3 Faserseile; Technische Lieferbedingungen
- DIN 83 322 Manila-Seile, Güte 1
- DIN 83 324 Sisal-Seile
- DIN 83 325 Hanf-Seile
- DIN 83 330 Polyamid-Seile
- DIN 83 331 Polyester-Seile
- DIN 83 332 Polypropylen-Seile
- DIN ISO 898 Teil 1 Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen; Schrauben

- [1] Hänchen, R., Decker, K. H.: Neue Festigkeitslehre, Carl Hanser Verlag, München
- [2] DDR-Standard TGL 19 340 Blatt 1 bis Blatt 4, Buchhaus Leipzig, Abt. Standards, 701 Leipzig 1, Postfach 140
- [3] Wellinger – Dietmann: Festigkeitsberechnung, Alfred Kröner Verlag, Stuttgart
- [4] Tauscher, H.: Dauerfestigkeit von Stahl und Gußeisen, Archimedes Verlag, Kreuzlingen/Schweiz
- [5] Laszlo Sors: Berechnung der Dauerfestigkeit von Maschinenteilen. Verlag der ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest
- [6] VDI-Richtlinie 2226, 2227

**Weitere Normen und andere Unterlagen**

- DIN 4114 Teil 1 Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung), Berechnungsgrundlagen, Vorschriften
- DIN 4114 Teil 2 Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung), Berechnungsgrundlagen, Richtlinien
- DIN 4115 Stahlleichtbau und Stahlrohrbau im Hochbau; Richtlinien für die Zulassung, Ausführung, Bemessung
- DIN 18 808 (z. Z. Entwurf) Stahlbauten; Tragwerke aus Hohlprofilen unter vorwiegend ruhender Beanspruchung
- Richtlinien für den Bau und Betrieb Fliegender Bauten<sup>4)</sup>

**Frühere Ausgaben**

Beiblatt zu DIN 4112: 10.62; DIN 4112: 05.38x, 03.60

**Änderungen**

Gegenüber der Ausgabe März 1960 und Beiblatt zu DIN 4112/10.62 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

Inhalt völlig überarbeitet. Neue Bauten und Fahrgeschäfte aufgenommen; neue Berechnungsverfahren aufgenommen, Berechnungsformeln geändert und ergänzt; Regelungen für Überdachungskonstruktionen festgelegt; Nachweis der Sicherheit gegen Umkippen, Gleiten und Abheben neu geregelt; Festlegungen zur Berechnung der Ankertragfähigkeit getroffen; Schwingende Beanspruchung von Baukonstruktionen und Maschinenteilen geregelt; durch die Überarbeitung wurde DIN 4112 Beiblatt, Ausgabe Oktober 1962, gegenstandslos.

**Internationale Patentklassifikation**

A 63 G

<sup>4)</sup> Herausgeber: ARGEBAU; abgedruckt im Ministerialblatt des jeweiligen Bundeslandes

23230

### **DIN 1055 Teil 3 – Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten –**

RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung  
vom 24. 9. 1984 – V B 1 – 510.102

1. Die Norm DIN 1055 Teil 3 – Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten – Ausgabe Juni 1971, ist mit RdErl. d. Innenministers vom 30. 6. 1972 (MBl. NW. S. 1334/SMBL. NW. 23230) bauaufsichtlich eingeführt worden.
2. Bei einer unkritischen Anwendung des Abschnittes 6.3.1 dieser Norm kann bei bestimmten, nicht allgemeingültig festlegbaren Parameterkonstellationen das allgemein vorhandene Sicherheitsniveau unterschritten werden, wenn befahrbare Decken mit Ersatzflächenlasten anstelle von Einzellasten nach DIN 1072, Ausgabe November 1967, berechnet werden.
3. Ziffer 2.3 des RdErl. v. 30. 6. 1972 erhält daher folgende Fassung:

#### **2.3 Zu Abschnitt 6.3.1**

Abweichend von Abschn. 6.3.1, Absätze 1 und 2, sind die dort beschriebenen Decken mit den Einzellasten nach DIN 1072, Ausgabe November 1967, Tabelle 1, zu berechnen, sofern dies größere Schnittgrößen ergibt als bei einer Berechnung nach DIN 1072 Tabelle 2. Dies gilt insbesondere für punktgestützte Platten, auskragende Platten sowie bei Spannweiten  $< 3,0$  m.

– MBl. NW. 1984 S. 1896.

23230

### **Lastannahmen für Wetterschutzhallen**

RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung  
vom 24. 9. 1984 – V B 1 – 510.103

1. Die RdErl.'e d. Innenministers vom 26. 11. 1973 (MBl. NW. S. 2127/SMBL. NW. 23230) und vom 21. 5. 1974 (MBl. NW. S. 830/SMBL. NW. 23230), mit denen die „Lastannahmen für Wetterschutzhallen“ bauaufsichtlich eingeführt worden sind, werden aufgehoben.

– MBl. NW. 1984 S. 1896.

232344

### **Richtlinie für die Bemessung und Ausführung von Holzhäusern in Tafelbauart**

– Fassung Februar 1979 –  
(Ergänzung zu DIN 1052 Teil 1 – Holzbauwerke,  
Berechnung und Ausführung,  
Ausgabe Oktober 1969)

RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung  
vom 12. 10. 1984 – V B 3 – 472.103

#### **1 Die**

Richtlinie für die Bemessung und Ausführung von Holzhäusern in Tafelbauart (Ergänzung zu DIN 1052 Teil 1 – Holzbauwerke, Berechnung und Ausführung, Ausgabe Oktober 1969), Fassung Februar 1979

wird hiermit nach § 3 Abs. 3 der Landesbauordnung (BauONW) als technische Baubestimmung bauaufsichtlich eingeführt. Die Richtlinie wird als Anlage bekanntgegeben.

Anlage

Die Richtlinie für die Bemessung und Ausführung von Holzhäusern in Tafelbauart, Fassung Februar 1979, ersetzt die frühere Fassung August 1963, die mit RdErl. d. Ministers für Landesplanung, Wohnungsbau und öffentliche Arbeiten vom 11. 11. 1963 (MBl. NW. 2058/SMBL. NW. 232344) bauaufsichtlich eingeführt worden ist.

- 2 Bei Anwendung der Richtlinie, Fassung Februar 1979, ist folgendes zu beachten:

#### **2.1 Zu Abschnitt 2:**

Nach den Richtlinien für Holzhäuser in Tafelbauart; Bemessung und Ausführung (Fassung August 1963), Abschnitt 2.2 bis zum Zeitpunkt der Einführung der Fassung Februar 1979 ausgestellte Prüfzeugnisse dürfen bis zum Erscheinen der Norm DIN 1052 Teil 3 – Holzbauwerke; Holztafel; Berechnung und Ausführung – weiterhin als Brauchbarkeitsnachweis verwendet werden, sofern die Gültigkeit durch die ausstellende Prüfstelle bestätigt wird.

#### **2.2 Zu Abschnitt 8:**

Die Neigung von unter Verwendung von Holzwerkstoffen hergestellten Dächern soll wegen des tragfähigkeitsmindernden Einflusses der durch evtl. Undichtigkeiten der Dachhaut (Dachdichtung) entstehenden hohen Feuchtigkeitsgehalte der Holzwerkstoffe und wegen der Gefahr von Überlastungen durch Wassersackbildungen insbesondere infolge Durchbiegungen aus Kriechverformungen der Holzwerkstoffe mindestens  $3^\circ$  betragen.

- 3 Der RdErl. d. Ministers für Landesplanung, Wohnungsbau und öffentliche Arbeiten vom 11. 11. 1963 (MBl. NW. S. 2058/SMBL. NW. 232344), mit dem die „Richtlinien für Holzhäuser in Tafelbauart; Bemessung und Ausführung“ (Fassung August 1963) bauaufsichtlich eingeführt wurden, der RdErl. d. Ministers für Wohnungsbau und öffentliche Arbeiten v. 14. 4. 1969 (MBl. NW. S. 900/SMBL. NW. 232316) sowie Nr. 5 Abs. a d. RdErl. d. Innenministers v. 10. 12. 1970 (MBl. NW. 1971 S. 233/SMBL. NW. 232344) werden hiermit aufgehoben.

## **Richtlinie für die Bemessung und Ausführung von Holzhäusern in Tafelbauart**

(Ergänzung zu DIN 1052 Teil 1 – Holzbauwerke; Berechnung und Ausführung, Ausgabe Oktober 1969)

Fassung Februar 1979

Herausgegeben vom Ausschuß für Einheitliche Technische Baubestimmungen (ETB)

*Insbesondere infolge der Änderungen der Holzwerkstoff-Normen wurde eine Überarbeitung der Richtlinie für die Bemessung und Ausführung von Holzhäusern in Tafelbauart, Fassung August 1963, erforderlich. Dabei erfolgte auch eine Anpassung an die Norm DIN 1052 Teil 1, Ausgabe Oktober 1969, und an die Landesbauordnungen (die Angabe von Sicherheitsbeiwerten konnte somit entfallen, sie werden im Zulassungsverfahren berücksichtigt) sowie die Korrektur von Druckfehlern und die Einarbeitung der neuen gesetzlichen Einheiten.*

## 1 Anwendungsbereich <sup>1)</sup>

Die Richtlinie gilt für ein- und zweigeschossige Gebäude, die aus in der Regel geschoßhohen tragenden Tafeln (bis etwa 3 m Höhe) unter überwiegender Verwendung von Holz und Holzwerkstoffen hergestellt werden. Für die Bemessung der Konstruktion gilt DIN 1052 Teil 1 – Holzbauwerke; Berechnung und Ausführung –, Ausgabe Oktober 1969, mit Einführungsersatz, soweit nachstehend nichts anderes bestimmt ist.

## 2 Hinweis auf Abweichungen

Die Verwendung bzw. Anwendung von Baustoffen, Bauteilen (auch Verbindungsmitteln) und Bauarten, die von dieser Richtlinie abweichen, bedarf nach den bauaufsichtlichen Vorschriften einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, anderenfalls im Einzelfall der Zustimmung der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde oder der von ihr bestimmten Stelle.

## 3 Einzelheiten der Berechnung

**3.1** Für die Aufnahme der in der Wandebene wirkenden horizontalen Kräfte dürfen nur Wandtafeln berücksichtigt werden, deren Schubfestigkeit nachgewiesen ist (vergleiche auch Abschnitt 8.2). Sie müssen mit den anderen Tafeln so verbunden sein, daß die auftretenden Zug-, Druck- und Schubkräfte übertragen werden können [z. B. durchgehende Randbalken (Rähm) oder Schwellen, Nagel-, Bolzen-, Schrauben- oder Klammerverbindungen].

**3.2** Bei eingeschossigen Holzhäusern erübrigt sich ein Nachweis der Aufnahme der horizontalen Kräfte durch die Wände, wenn in den Außenwänden und in mindestens alle 6 m angeordneten Zwischenwänden auf je 12 m Wandlänge mehr als zwei mindestens 1,00 m breite Wandtafeln nach Abschnitt 3.1, davon bei Außenwänden je eine im Bereich der Gebäudeecken, angeordnet werden. Die Verbindung der aussteifenden Wandtafeln mit der Unterkonstruktion ist stets nachzuweisen.

**3.3** Die Standsicherheit für lotrechte Belastung muß für Wandtafeln mit Tür- oder Fensteröffnungen in der ungünstigsten Ausführung nachgewiesen werden.

**3.4** Eine gleichmäßige Lastverteilung auf die Wände darf nur angenommen werden, wenn lastverteilende Decken- oder Dachtafeln verwendet oder hierfür bemessene Randbalken angeordnet werden.

**3.5** Decken oder Dachflächen dürfen als Aussteifung nur in Rechnung gestellt werden, wenn die Einzelfafeln untereinander zu einer Scheibe und mit den tragenden Wänden kraftschlüssig verbunden werden. Die Aufnahme der auf sie entfallenden Kräfte ist nachzuweisen.

Bei Gebäuden mit einer Ausbildung entsprechend Abschnitt 3.2 kann der rechnerische Nachweis der räumlichen Steifigkeit entfallen, wenn die Decken als Tafeln entsprechend Abschnitt 8.2 hergestellt werden, die untereinander schubfest verbunden sind; dies gilt auch, wenn bei Balkendecken ein Bretterfußboden hergestellt wird, bei dem zumindest am Rande die Bretterstöße wechselseitig versetzt werden oder ähnlich wirken.

**3.6** Schlitz- und Aussparungen in den Beplankungen sind beim Spannungsnachweis zu berücksichtigen, soweit sie mehr als 10 v. H. der Tafelbreite ausmachen und mehr als 20 cm hoch sind (vergleiche auch Abschnitt 8.4).

## 4 Baustoffe

**4.1** Ergänzend zu DIN 1052 Teil 1, Ausgabe Oktober 1969, Abschnitt 3.1, dürfen folgende Elastizitätsmoduln angenommen werden:

Tabelle 1. Elastizitätsmoduln, Rechenwerte

	1	2
	Werkstoff	E-Modul 10 <sup>3</sup> MN/m <sup>2</sup>
1	Sperrholz (Bau-Furnierplatten) nach DIN 68 705 Teil 3 in Faserrichtung senkrecht zur Faserrichtung der Deckfurniere	7 <sup>2)</sup> 3 <sup>2)</sup>
2	Spanplatten (Flachpreßplatten für das Bauwesen) nach DIN 68 763	2
3	Harte Holzfasernplatten für das Bauwesen nach DIN 68 754 Teil 1	2
2) gilt für die Gesamtplattendicke		

**4.2** Für Wand- und Deckentafeln dürfen nur gut luftgetrocknetes Holz und Holzwerkstoffe mit einem Feuchtigkeitsgehalt verarbeitet werden, der etwa dem im Einbaustand zu erwartenden mittleren Wert (Gleichgewichts-Holzfeuchtigkeit) entspricht (vergleiche DIN 68 800 Teil 2 und DIN 1052 Teil 1, Ausgabe Oktober 1969, Abschnitt 3.2.1).

**4.3** Für tragende und aussteifende Teile dürfen nur Werkstoffe mit mindestens folgenden Eigenschaften verwendet werden (vergleiche jedoch Abschnitt 2):

**4.3.1** Bauholz der Güteklasse II nach DIN 4074 – Bauholz für Holzbauteile –;

**4.3.2** Sperrholz (Bau-Furnierplatten) nach DIN 68 705 Teil 3.

### 1) Hinweis auf weitere Normen

Für die Bemessung und Ausführung wird insbesondere auf folgende Normen hingewiesen:

DIN 1055	Lastannahmen für Bauten
DIN 4102	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
DIN 4103	Leichte Trennwände
DIN 4108	Wärmeschutz im Hochbau
DIN 4109	Schallschutz im Hochbau
DIN 4117	Abdichtung von Bauwerken gegen Bodenfeuchtigkeit; Richtlinien für die Ausführung
DIN 68 140	Keilzinkenverbindung von Holz
DIN 68 800	Holzschutz im Hochbau

**4.3.3** Spanplatten (Flachpreßplatten für das Bauwesen) nach DIN 68 763; bei mehr als 32 mm Dicke mit einer Biegefestigkeit von mindestens 12 N/mm<sup>2</sup>.

**4.3.4** Harte Holzfaserplatten für das Bauwesen nach DIN 68 754 Teil 1.

**4.4** Für in der Tafelebene aussteifende Teile der Wandtafeln dürfen außerdem verwendet werden:

**4.4.1** Sperrholz (Bau-Tischlerplatten) nach DIN 68 705 Teil 4.

**4.4.2** Spanplatten (Strangpreßplatten für das Bauwesen) SV und SR nach DIN 68 764 Teil 1 mit mindestens 1,0 mm dicken Furnieren oder mit mindestens 2,0 mm dicken Harten Holzfaserplatten für das Bauwesen nach DIN 68 754 Teil 1 beschichtet und Spanplatten (Beplankte Strangpreßplatten für die Tafelbauart) nach DIN 68 764 Teil 2.

## 5 Zulässige Spannungen

Für Holzhäuser in Tafelbauart dürfen ergänzend zu DIN 1052 Teil 1, Ausgabe Oktober 1969, Abschnitt 9, für Holzwerkstoffe die zulässigen Spannungen nach Tabelle 2 angenommen werden. Für Furniere gilt DIN 1052 Teil 1, Ausgabe Oktober 1969, Tabelle 6, Güteklasse II.

## 6 Bemessungsregeln

**6.1** Tragende, einteilige Querschnitte von Vollholzbau- teilen müssen eine Mindestdicke von 4 cm und mindestens 40 cm<sup>2</sup> Querschnittfläche haben, soweit nicht bei

Bolzen- und Dübelverbindungen eine größere Dicke (ver- gleiche DIN 1052 Teil 1 bzw. Teil 2 (jeweils Ausgabe Oktober 1969) erforderlich ist.

Für genagelte und für nicht flächenhaft geleimte tragende Holzbauteile gilt dies nicht; hier muß die Mindestdicke des Einzelquerschnitts jedoch 2,4 cm betragen (vergleiche auch Abschnitt 7.2.3).

Bei flächenhaft geleimten Querschnitten (z. B. Brett- schichtholz) ist die Dicke der Einzelschichten nach unten nicht begrenzt.

**6.2** Bei Verwendung von Holz und Holzwerkstoffen für tragende und/oder aussteifende Beplankungen von Wand- oder Deckentafeln sowie für tragende und/oder der Beulsicherung dienende Rippen sind folgende Mindest- dicken erforderlich (vergleiche jedoch Abschnitt 2):

Tabelle 3. Mindestdicken

	Beplankung	Rippen
Vollholz	15 mm	24 mm
Bau-Furnierplatten	5 mm	10 mm
Flachpreßplatten für das Bauwesen	8 mm	10 mm
Harte Holzfaserplatten für das Bauwesen	4 mm	10 mm
Bau-Tischlerplatten	13 mm	13 mm
Beplankte Strangpreß- platten für die Tafelbauart, beplankte Strangpreß- platten für das Bauwesen SV und SR nach Abschnitt 4.4.2	14 mm	—

Tabelle 2. Zulässige Spannungen der Werkstoffe (zul  $\sigma$  und zul  $\tau$  in MN/m<sup>2</sup>)

	1	2	3	4	5
	Art der Beanspruchung	Sperrholz (Bau-Furnierplatten) 3) nach DIN 68 705 Teil 3		Spanplatten (Flachpreßplatten für das Bauwesen) nach DIN 68 763	Harte Holzfaserplatten für das Bauwesen nach DIN 68 754 Teil 1
		in Faserrichtung	senkrecht zur Faserrichtung der Deckfurniere		
1	Biegung	13	5	3	8
2	Zug	8	4 4)	2	4
3	Druck	8	4	2	4
4	Druck senkrecht zur Platte		3	2	3
5	Abscheren in Plattenebene		0,9	0,5	0,3
6	Abscheren senkrecht zur Plattenebene		1,8	0,5	1,5

3) gilt für die Gesamtplattendicke

4) die zulässige Spannung für Zug unter 45° zur Faser beträgt 2 MN/m<sup>2</sup>; Zwischenwerte dürfen geradlinig eingeschaltet werden.

**6.3** Als mitwirkend dürfen je Rippe bei Verbundkonstruktionen Beplankungen nur bis zu einer Breite  $b' \leq 0,15l + b_1$ , aber höchstens mit  $b' \leq 0,8b + b_1$  bei Randrippen bis zu einer Breite  $b'' \leq 0,4b + b_1 + \ddot{u}$ , aber höchstens mit  $b'' \leq 0,6b$  in Rechnung gestellt werden (siehe Bild sowie Abschnitte 6.4 und 6.5).  $l$  bedeutet bei freiaufliegenden Deckentafeln die Stützweite, bei über mehrere Felder durchlaufenden Tafeln den Abstand der Festpunkte (Momentennullpunkte). Bei auf Knicken beanspruchten Tafeln ist für  $l$  die maßgebende Knicklänge einzusetzen.

**6.4 Druckglieder** (vergleiche auch DIN 1052 Teil 1, Ausgabe Oktober 1969, Abschnitt 7).

**6.4.1** Die Knicklänge ist bei Tafeln im allgemeinen gleich dem Mittenabstand zwischen den horizontalen Aussteifungen anzunehmen.

**6.4.2** Vorgefertigte geleimte Wandtafeln können wie zusammengesetzte Querschnitte behandelt werden.

Das in der Regel maßgebende Trägheitsmoment  $I_i$  (je Rippe) im Bezug auf die x-Achse (siehe Bild) ist zu berechnen):

$$I_i = I_1 + F_1 \cdot y_1^2 + \frac{1}{n_2} (I_2 + F_2 \cdot y_2^2) + \frac{1}{n_3} (I_3 + F_3 \cdot y_3^2) \quad (1)$$

Als Druckquerschnitt ist anzusetzen:

$$F_i = F_1 + \frac{1}{n_2} \cdot F_2 + \frac{1}{n_3} \cdot F_3 \quad (2)$$

Die Spannungen sind wie folgt zu berechnen, sofern die Last in der Schwerlinie des Gesamtquerschnitts eingetragen wird (vergleiche auch Abschnitt 6.6):

$$\sigma_{\omega 1} = \frac{\omega_i \cdot S}{F_i} \leq \text{zul } \sigma_D \text{ || Rippe} \quad (3a)$$

$$\sigma_{\omega 2} = \frac{\omega_i \cdot S}{F_i \cdot n_2} \leq \text{zul } \sigma_D \text{ Beplankung 2} \quad (3b)$$

$$\sigma_{\omega 3} = \frac{\omega_i \cdot S}{F_i \cdot n_3} \leq \text{zul } \sigma_D \text{ Beplankung 3} \quad (3c)$$

Hierin ist:

$I_{1, 2, 3}$  = Trägheitsmomente der Einzelteile für die zur x-Achse parallel laufenden Schwerachsen;

$F_1$  = Querschnitt der Rippe;

$F_{2, 3}$  = nach Abschnitt 6.3 mitwirkende Querschnittsflächen der durch Leimung mit den Rippen verbundenen Beplankungen, bezogen auf eine Rippe;

$F_i$  = ideelle Querschnittsfläche;

$y_1$  = Abstand der Schwerachse der Rippen von der Schwerachse des ideellen Querschnitts;

$y_{2, 3}$  = Abstand der Schwerachse der Querschnittsflächen  $F_{2, 3}$  von der Schwerachse des ideellen Querschnitts;

$n_2 = E_1 : E_2$  } Verhältnis der Elastizitätsmoduln der  
 $n_3 = E_1 : E_3$  } Rippen und der Beplankungen;

$\omega_i$  = Knickzahl nach DIN 1052 Teil 1, Ausgabe Oktober 1969, Tabelle 4.

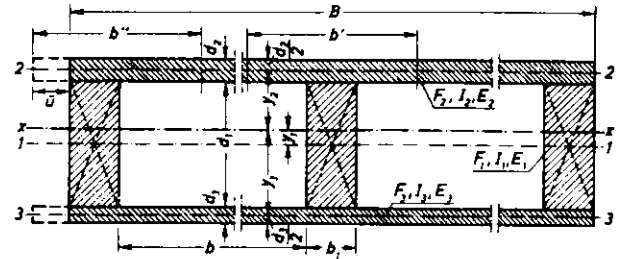
Die Leimfugen sind für diejenige Schubkraft zu bemessen, die sich aus einer über die ganze Stablänge konstant angenommenen Querkraft

$$Q_i = \frac{\omega_i \cdot \text{vorh } S}{60}$$

ergibt;

hierin ist  $\omega_i$  die zu  $\lambda_i$  gehörige Knickzahl und vorh  $S$  die Stabkraft.

Treten bei der Lasteintragung Druckspannungen senkrecht zur Faserrichtung auf, so sind für Vollholz die zulässigen Spannungen nach DIN 1052 Teil 1, Ausgabe Oktober 1969, Tabelle 6, Zeile 4, maßgebend.



**6.4.3** Genagelte oder geschraubte Wandtafeln können als nachgiebig zusammengesetzte Querschnitte mit kontinuierlicher Verbindung näherungsweise berechnet werden.

Das wirksame Trägheitsmoment  $I_w$  bezogen, auf die x-Achse ( $F_w = F_i$ ), ergibt sich bei symmetrischer Ausbildung, wenn  $F_2/n_2 = F_3/n_3 = F/n$  und  $t_2'/C_2 = t_3'/C_3 = t'/C$  gesetzt werden kann, zu:

$$I_w = I_1 + \frac{1}{n} \cdot (I_2 + I_3) + \frac{2}{n} \cdot \gamma \cdot F \cdot y^2 \quad (4a)$$

$$\text{mit } \gamma = \frac{1}{1+k};$$

$$k = \frac{\pi^2 \cdot E_1}{s_{kx}^2} \cdot \frac{F \cdot t'}{n \cdot C}$$

Bei stark unsymmetrischen Querschnitten kann näherungsweise angenommen werden:

$$I_w = I_1 + \frac{1}{n_2} \cdot I_2 + \frac{1}{n_3} \cdot I_3 + \quad (4b)$$

$$\frac{1}{n_2} \cdot \gamma_2 \cdot F_2 \cdot y_2^2 + \frac{1}{n_3} \cdot \gamma_3 \cdot F_3 \cdot y_3^2$$

$$\text{mit } \gamma_{2, 3} = \frac{1}{1+k_{2, 3}}; k_{2, 3} = \frac{\pi^2 \cdot E_1}{s_{kx}^2} \cdot \frac{F_{2, 3} \cdot t'_{2, 3}}{n_{2, 3} \cdot C_{2, 3}}$$

Hierin ist:

$t' = \frac{t}{v}$  = Abstand der in eine Reihe gerückten Verbindungsmittel des betrachteten Querschnitts, wobei  $t$  der Abstand der Verbindungsmittel in einer Reißlinie und  $v$  die Anzahl der Reißlinien in der Beplankung bedeuten;

$s_{kx}$  = maßgebende Knicklänge;

$C$  = Verschiebungsmodul des Verbindungsmittels (für Nägel und Schrauben darf bei Verbindung Vollholz/Vollholz und Vollholz/Bau-Furnierplatten  $C = 600 \text{ N/mm}$ , im übrigen  $C = 200 \text{ N/mm}$  eingesetzt werden).

Die Verbindungsmittel sind unter Berücksichtigung des wirksamen Trägheitsmomentes  $I_w$  für eine über die ganze Stablänge als wirksam angenommene Querkraft von

$$Q_i = \frac{\omega_w \cdot \text{vorh } S}{60}$$

zu bemessen; hierin ist  $\omega_w$  die zum wirksamen Schlankheitsgrad  $\lambda_w$  zugehörige Knickzahl und  $\text{vorh } S$  die auf den ganzen Querschnitt entfallende Druckkraft.

### 6.5 Auf Biegung beanspruchte Bauglieder

Die Spannungen bei verleimten Wand- und Deckentafeln sind wie folgt zu berechnen:

Biegerandspannung in den Rippen:

$$\sigma_1 = \pm \frac{M}{I_i} \cdot \left( \frac{d_1}{2} \pm y_1 \right) \leq \text{zul } \sigma \text{ Rippe (Biegung)} \quad (5a)$$

Schwerpunktspannung in der Beplankung:

$$\sigma_2 = \pm \frac{M}{I_i \cdot n_2} \cdot y_2 \leq \text{zul } \sigma \text{ Beplankung 2 (Zug, Druck)} \quad (5b)$$

$$\sigma_3 = \pm \frac{M}{I_i \cdot n_3} \cdot y_3 \leq \text{zul } \sigma \text{ Beplankung 3 (Zug, Druck)} \quad (5c)$$

Bei genagelten oder geschraubten Wand- und Deckentafeln berechnen sich die Spannungen zu:

Biegerandspannung in den Rippen:

$$\sigma_1 = \pm \frac{M}{I_w} \cdot \left( \frac{d_1}{2} \pm y_1 \right) \leq \text{zul } \sigma \text{ Rippe (Biegung)} \quad (6a)$$

Schwerpunktspannung in der Beplankung:

$$\sigma_2 = \pm \frac{M}{I_w \cdot n_2} \cdot y_2 \leq \text{zul } \sigma \text{ Beplankung 2 (Zug, Druck)} \quad (6b)$$

$$\sigma_3 = \pm \frac{M}{I_w \cdot n_3} \cdot y_3 \leq \text{zul } \sigma \text{ Beplankung 3 (Zug, Druck)} \quad (6c)$$

$I_w$  ist – wie bei den Druckgliedern – nach Abschnitt 6.4.3 zu ermitteln, wobei in der Berechnung für  $k$  anstelle der Knicklänge  $s_{kx}$  die Stützweite  $l$ , bei Durchlaufträgern der Abstand der Momentennullpunkte, einzusetzen ist.

### 6.6 Auf Druck und Biegung beanspruchte Bauglieder

Für Wandtafeln, die gleichzeitig auf Druck und Biegung (z. B. auch ausmittige Lasteintragung) beansprucht werden, ergeben sich die Spannungen zu:

$$\sigma'_1 = \sigma_{\omega 1} (\text{Formel 3a}) + \frac{\text{zul } \sigma \text{ Druck} \parallel}{\text{zul } \sigma \text{ Biegung}} \sigma_1 \quad (7a)$$

(Formel 5a bzw. 6a)  $\leq \text{zul } \sigma \text{ Rippe (Druck)}$

$$\sigma'_2 = \sigma_{\omega 2} (\text{Formel 3b}) + \sigma_2 \quad (7b)$$

(Formel 5b bzw. 6b)  $\leq \text{zul } \sigma \text{ Beplankung 2 (Druck)}$

$$\sigma'_3 = \sigma_{\omega 3} (\text{Formel 3c}) + \sigma_3 \quad (7c)$$

(Formel 5c bzw. 6c)  $\leq \text{zul } \sigma \text{ Beplankung 3 (Druck)}$

### 6.7 Durchbiegung

Für die Berechnung der Durchbiegung von Wand- und Deckentafeln ist das Trägheitsmoment  $I_i$  bzw.  $I_w$  maß-

gebend. Die rechnerischen Durchbiegungen dürfen unter der Gesamtlast höchstens  $1/300$  der Stützweite betragen. Bei durchlaufenden Bauteilen ist die ungünstigste Laststellung maßgebend.

## 7 Verbindungsmittel (zur Kraftübertragung)

### 7.1 Bolzenverbindungen

Bei Verbindungen von Vollholz mit Bau-Furnierplatten und von Bau-Furnierplatten untereinander ist die zulässige Belastung nach DIN 1052 Teil 1, Ausgabe Oktober 1969, Abschnitt 11.2.11, zu bestimmen.

### 7.2 Nagelverbindungen

Die folgenden Bestimmungen gelten für Verbindungen mit Nägeln nach DIN 1151 – Drahtstifte, rund; Flachkopf, Senkkopf.

Die Nägel müssen bei Wand- und Deckentafeln verzinkt oder anderweitig gegen Rost geschützt sein.

**7.2.1** Für die Tragfähigkeit von Nagelverbindungen gilt DIN 1052 Teil 1, Ausgabe Oktober 1969, Abschnitt 11.3, soweit im folgenden nichts anderes bestimmt ist.

**7.2.2** Für Flachpreßplatten für das Bauwesen und Harte Holzfaserplatten für das Bauwesen dürfen für Nägel mit  $d_n \leq 4,2$  mm die Werte nach DIN 1052 Teil 1, Ausgabe Oktober 1969, Abschnitt 11.3.2, Gleichung 32 bzw. Tabelle 14 angewendet werden; dabei sind für Harte Holzfaserplatten für das Bauwesen diese Werte um 30 % zu vermindern.

**7.2.3** Werden Bretter oder Holzwerkstoffplatten an Pfosten, Riegel und Rippen durch Nagelung an den Schmalseiten angeschlossen, so muß die Mindestdicke dieser Hölzer bei Nägeln mit  $d_n \leq 3,1$  mm mindestens 2,4 cm betragen. Bei dickeren Nägeln muß ein Randabstand senkrecht zur Faserrichtung von  $5 \cdot d_n$ , bei Verwendung von Lehren  $4 \cdot d_n$ , eingehalten werden. Bei vorgebohrten Nagellöchern dürfen die Nagelabstände auch in der Faserrichtung auf  $5 \cdot d_n$  ermäßigt werden.

Mehrschnittige Nagelverbindungen dürfen mit der  $n$ -fachen zulässigen Belastung einschnittiger Verbindungen bemessen werden, wobei eine Scherfläche als noch voll wirksam angesehen werden darf, wenn die Nagelspitze mindestens eine Einschlagtiefe  $\text{erf } s \geq 8 d_n$  aufweist. Bei Einschlagtiefen von  $\text{vorh } s$  zwischen  $4 d_n$  und  $8 d_n$  ist die Belastung für die dem Nagelende nächstliegende Scherfläche im Verhältnis  $\frac{\text{vorh } s}{\text{erf } s}$  abzumindern.

**7.2.4** Der Größtabstand von Nägeln soll in Faserrichtung  $40 d_n$ , senkrecht zur Faserrichtung  $20 d_n$  sowie bei Harten Holzfaserplatten für das Bauwesen und Flachpreßplatten für das Bauwesen mit  $\leq 15$  mm Dicke  $30 d_n$  nicht überschreiten. Für nur aussteifende Platten darf der Abstand im Bereich außerhalb der Plattenecken (vergleiche Abschnitt 8.2, Satz 2) auf das Doppelte erhöht werden.

### 7.3 Holzschraubenverbindungen

**7.3.1** Für Holzschraubenverbindungen gilt DIN 1052 Teil 1, Ausgabe Oktober 1969, Abschnitt 11.4.

Für Flachpreßplatten für das Bauwesen und Harte Holz-faserplatten für das Bauwesen dürfen für Holzschrauben mit  $d_s \geq 4$  mm die Werte nach DIN 1052 Teil 1, Ausgabe Oktober 1969, Abschnitt 11.4.1, Gleichung 35 angewendet werden; dabei sind für Harte Holz-faserplatten für das Bauwesen die Werte um 30 % zu vermindern.

**7.3.2** Die Schrauben für Wand- und Deckentafeln müssen verzinkt oder anderweitig gegen Rost geschützt sein.

**7.3.3** Für die Größtabstände der Schrauben gilt Abschnitt 7.2.4 sinngemäß.

#### 7.4 Leimverbindungen

**7.4.1** Für die Herstellung der Tafeln dürfen nur härtbare Kunstharzleime auf der Grundlage von Harnstoff-Formaldehyd oder Resorcin-Formaldehyd, bei Heißverleimung auch auf der Grundlage von Melamin-Formaldehyd oder Phenol-Formaldehyd verwendet werden.

**7.4.2** Werden Bauteile vor dem Verleimen mit einem Holzschutzmittel behandelt, so muß die Verträglichkeit mit dem Leim durch eine Bestätigung der Amtlichen Forschungs- und Materialprüfungsanstalt für das Bauwesen – Otto-Graf-Institut – Universität Stuttgart, nachgewiesen sein.

#### 7.5 Nichttragende Verbindungen

Wegen der Verbindung von Platten für nichttragende und nichtaussteifende Gerippewände wird auf DIN 4103 und DIN 1102 hingewiesen.

### 8 Konstruktive Maßnahmen

**8.1** Beplankungen von Wand- und Deckentafeln, die als mittragend gerechnet werden, sind durch Längsrippen in Abständen von

$$b \leq 1,8 d_{2,3} \sqrt{\frac{E_v}{v_k \cdot \text{vorh } \sigma_D}}, \text{ jedoch höchstens } b \leq 50 d_{2,3} \text{ auszustEIFen.}$$

Der Wert  $b \leq 50 d_{2,3}$  ist bei Tafeln mit nur aussteifender Beplankung allein maßgebend.

Hierin ist:

- $b$  = Abstand zwischen den Rippen in cm;
- $d_{2,3}$  = Dicke der Beplankungen in cm;
- $E_v$  = E-Modul der Beplankungen in MN/m<sup>2</sup> (bei Bau-Furnierplatten  $E_v = 4580$  MN/m<sup>2</sup>);

$\text{vorh } \sigma_D$  = vorhandene Druckspannung  $\leq$  zul  $\sigma_D$  in MN/m<sup>2</sup> (vergleiche Abschnitt 5);

$v_k$  = Beulsicherheit,  
 $v_a = 2,0$  für Holz und Bau-Furnierplatten  
 $v_b = 3,5$  für Flachpreßplatten für das Bauwesen und Harte Holz-faserplatten für das Bauwesen

Werden für Tafeln außen und innen verschieden dicke Beplankungen oder Beplankungen mit verschiedenem E-Modul verwendet, so ist die geringste Dicke  $d_{2,3}$  für die Ermittlung des Rippenabstandes maßgebend.

**8.2** Bei Wandtafeln mit beiderseits aufgenagelten oder aufgeleimten Platten nach Abschnitt 4 mit höchstens einer waagerechten Stoßfuge der Beplankungen und Rippen nach Abschnitt 6.2 erübrigt sich der Nachweis ihrer Schubfestigkeit und Steifigkeit als Scheibe; dies gilt auch für diagonale Verbretterungen mit mindestens einer senkrechten Zwischenrippe oder für diagonal ausgesteifte senkrechte oder waagerechte Verbretterungen, oder wenn die Bretter bei senkrechter Verbretterung mit Hartholzdübeln von mindestens 10 mm Durchmesser oder Doppelnägeln von 3,1 mm Durchmesser in höchstens 20 cm Abstand verbunden werden. In allen anderen Fällen, z. B. einseitige Beplankung, darf für die Aufnahme der Horizontalkräfte durch die Strebenwirkung (Zug) bei Beplankungen nach Abschnitt 4.3 jeweils ein Plattenstreifen (ohne Stoßfuge) von höchstens  $30 \cdot \sqrt{d_{2,3}}$  Breite (cm) in Rechnung gestellt werden.

**8.3** Stöße tragender Platten sind immer auf Riegeln oder Pfosten anzuordnen.

**8.4** Schlitz- und Aussparungen dürfen nachträglich in tragenden oder aussteifenden Bauteilen nicht angebracht werden (vergleiche auch Abschnitt 3.6).

**8.5** Die Außenwände sind mit dem Fundament (insbesondere auch im Bereich der Gebäudeecken) durch tragfähige Verbindungsmittel (z. B. Bolzen, Stahllaschen) kraftschlüssig zu verbinden.

**8.6** Auf eine sorgfältige Verankerung der Dächer gegen Abheben und seitliches Verschieben ist zu achten. Verbindungsmittel für Laschen (z. B. Nägel und Schrauben) sollen nur auf Abscheren, nicht auf Herausziehen beansprucht werden (vergleiche auch DIN 1052 Teil 1, Ausgabe Oktober 1969, Abschnitt 11.3.20).



23235

**DIN 1072 – Straßen- und Wegbrücken**  
**Lastannahmen**

RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung  
vom 24. 9. 1984 – V B 1 – 511.100

1. Die Norm DIN 1072 – Straßen- und Wegbrücken; Lastannahmen – Ausgabe November 1967, ist mit RdErl. d. Ministers für Wohnungsbau und öffentliche Arbeiten vom 7. 8. 1969 (MBI. NW. S. 1544/SMBI. NW. 23235) bauaufsichtlich eingeführt worden.
2. Die ständige Zunahme der Dichte des Verkehrs mit schweren Fahrzeugen und die damit steigende Häufigkeit des Begegnungs- und Überholverkehrs erfordern eine entsprechende Anpassung der Verkehrs-Regellasten der zur Zeit gültigen Ausgabe November 1967 von DIN 1072 (Lastannahmen bei Straßen- und Wegbrücken). Diese Forderung wird bei der derzeitigen Neubearbeitung von DIN 1072 berücksichtigt. Da die Neubearbeitung von DIN 1072 noch längere Zeit beanspruchen wird, werden die in der Anlage abgedruckten Bestimmungen für neue Verkehrs-Regellasten hiermit nach § 3 Abs. 3 BauO NW als Richtlinie bauaufsichtlich eingeführt.

Anlage

## Bestimmungen für neue Verkehrs-Regellasten

## 1. Lasten und Lasteschema

Brückenklasse 60/30		Brückenklasse 30/30	
Schwerlastwagen SLW 60 in HS (SLW) SLW 30 in NS		Schwerlastwagen SLW 30 in Hauptspur (SLW) SLW 30 in Nebenspur	
mit Schwingbeiwert $\varphi$ in der Hauptspur			
<p>Gesamtlast: 600 kN Radlast: 100 kN Aufstandsfläche: 0,20 x 0,60 (m<sup>2</sup>) Ersatzflächenlast: <math>p' = 33,3 \text{ kN/m}^2</math></p>		<p>Gesamtlast: 300 kN Radlast: 50 kN Aufstandsfläche: 0,20 x 0,40 (m<sup>2</sup>) Ersatzflächenlast: <math>p' = 16,7 \text{ kN/m}^2</math></p>	
		<p>Eine einzelne Achslast 130 kN bei Brückenklasse 30/30</p>	
Belastungssysteme für die Fahrbahnfläche zwischen den Schrammborden			
<p>Restflächen <math>p_2 = 3 \text{ kN/m}^2</math></p>		<p>Restflächen <math>p_2 = 3 \text{ kN/m}^2</math></p>	
<p>HS = Hauptspur mit Schwingbeiwert <math>\varphi</math> NS = Nebenspur ohne Schwingbeiwert <math>\varphi</math></p>			

## 2. Anordnung der Lasten

Bei der Ermittlung der jeweils ungünstigsten Laststellung sind die auf der Haupt- und Nebenspur aufgestellten Regelfahrzeuge nicht gegeneinander zu verschieben, sondern als Lastpaket unmittelbar nebeneinander auf gleicher Höhe anzusetzen.

Zur Berechnungsvereinfachung kann die Flächenlast  $p_2$  in der Nebenspur ohne Abzug von den Lasten des zweiten Regelfahrzeugs durchgehend angenommen werden. Beträgt die Fahrbahnbreite weniger als 6 m, so sind einzelne Radlasten des SLW auf der Nebenspur nicht zu berücksichtigen. Die Flächenlast  $p_2$  ist dann durchgehend anzusetzen.

3. Unter Beachtung vorstehender Bestimmungen ist sonst sinngemäß nach DIN 1072, Abschnitt 5.3 zu verfahren.

**23236****DIN 4134  
Tragluftbauten****Berechnung, Ausführung und Betrieb**

RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung  
v. 13. 10. 1984 – V B 3 – 474.103

**1 Die Norm**

DIN 4134, Ausgabe Februar 1983,  
– Tragluftbauten, Berechnung,  
Ausführung und Betrieb –

wird hiermit nach § 3 Abs. 3 der Landesbauordnung  
(BauO NW) als technische Baubestimmung bauauf-  
sichtlich eingeführt.

**Anlage**

Sie ist als Anlage abgedruckt.

Die Ausgabe Februar 1983 der Norm DIN 4134 ersetzt  
die „Richtlinien für den Bau und Betrieb von Tragluft-  
bauten“, die mit RdErl. d. Innenministers v. 30. 8. 1971  
(MBl. NW. S. 1658/SMBL. NW. 23212) bauaufsichtlich  
eingeführt worden sind.

**2 Bei Anwendung der Norm DIN 4134, Ausgabe Februar  
1983, ist folgendes zu beachten:****2.1 Zu Abschnitt 4.1 – Baustoffeigenschaften und -kenn-  
werte – und zu Abschnitt 6.2 – Bemessung der Seile –**

Hüllenbaustoffe und ihre Verbindungen sowie Kunst-  
stoffseile sind neue Baustoffe und Bauteile, die nur  
verwendet werden dürfen, wenn ihre Brauchbarkeit  
nach § 23 BauO NW, z. B. durch eine allgemeine bau-  
aufsichtliche Zulassung, nachgewiesen ist.

**3 Der RdErl. d. Innenministers vom 30. 8. 1971 (MBl. NW.  
S. 1658/SMBL. NW. 23212), mit dem die „Richtlinien  
über Bau und Betrieb von Tragluftbauten“, Fassung  
Juli 1971, bauaufsichtlich eingeführt wurden, geändert  
durch RdErl. d. Innenministers v. 21. 10. 1975 (MBl.  
NW. S. 2080/SMBL. NW. 23212), wird hiermit aufgeh-  
oben.**

	<b>Tragluftbauten</b> Berechnung, Ausführung und Betrieb	<b>DIN</b> <b>4134</b>
--	---	---------------------------

Air-supported structures; structural design, construction and operation

Structure gonflables; calcul, exécution et opération

Diese Norm wurde im Fachbereich Einheitliche Technische Baubestimmungen des NABau ausgearbeitet.

Gegenüber anderen baulichen Anlagen benötigen Tragluftbauten für ihren Betrieb einen ständigen Energieaufwand und weisen bei Beheizung während der Winterperiode höhere Wärmeverluste durch die äußere Raumumschließung auf. Da Möglichkeiten für eine Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften, insbesondere der Hüllenbaustoffe, gegenwärtig noch untersucht werden, sind Tragluftbauten ausdrücklich von der Anwendung der „Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung)“ befreit.

Entwurf, Berechnung und Ausführung von Tragluftbauten erfordern gründliche Kenntnis und Erfahrung in dieser Bauart.

Anmerkung: Die technischen Festlegungen dieser Norm gelten unter der Voraussetzung, daß die bauaufsichtlichen Anordnungen über Betrieb und Überwachung der Tragluftbauten eingehalten werden (siehe auch Abschnitt 9).

## Inhalt

### 1 Anwendungsbereich

### 2 Begriff

### 3 Bautechnische Unterlagen

- 3.1 Zeichnungen
- 3.2 Bau- und Betriebsbeschreibung
- 3.3 Standsicherheitsnachweis und andere technische Nachweise
- 3.4 Betriebsanweisung

### 4 Berechnungsgrundlagen

- 4.1 Baustoffeigenschaften und -kennwerte
- 4.2 Lastannahmen
  - 4.2.1 Lasten und maßgebende Lastfälle
  - 4.2.2 Eigenlasten
  - 4.2.3 Nenn-Innendruck
  - 4.2.4 Windlast
  - 4.2.5 Schneelast
  - 4.2.6 Wärmeeinwirkungen

### 5 Ermittlung der Schnittgrößen

- 5.1 Grundlagen für die Ermittlung der Schnittgrößen
- 5.2 Zylinderförmige Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und kugelförmige Membranen
- 5.3 Hüllen mit Stützung durch Seile oder Seilnetze
  - 5.3.1 Allgemeines
  - 5.3.2 Hüllen mit Stützung durch engmaschige Seilnetze
  - 5.3.3 Hülle zwischen den Stützseilen
- 5.4 Verankerungskräfte aus Windlast und Nenn-Innendruck

### 6 Sicherheitsnachweise

- 6.1 Festigkeitsnachweise für die Hülle und ihre Verbindungen
- 6.2 Bemessung der Seile
- 6.3 Bemessung der Rand- und Anschlußbauteile
- 6.4 Bemessung der Gründung
  - 6.4.1 Ballastgewichte und massive Gründungen
  - 6.4.2 Erdanker
- 6.5 Verträglichkeit der Verformungen

### 7 Bauliche Ausbildung

- 7.1 Hülle
- 7.2 Seile und Seilverbindungen
- 7.3 Gründung und Verankerung
- 7.4 Türen, Tore, Schleusen und starre Wandteile

### 8 Erzeugung und Steuerung des Innendrucks

- 8.1 Eigenschaften und Ausführung der Gebläse
- 8.2 Brandschutzanforderungen bezüglich der Gebläseanlagen
- 8.3 Sicherung der Luftansaugung
- 8.4 Sicherstellung des Innendrucks

### 9 Betrieb und Überwachung (Betriebsanweisung)

- 9.1 Verantwortliche Aufsichtspersonen
- 9.2 Überprüfungen
- 9.3 Noträumung bei Alarm
- 9.4 Einschalten der Heizung
- 9.5 Sicherung des freizuhaltenden Raumes
- 9.6 Anzubringende Schilder und Meßeinrichtungen

Zitierte Normen  
Erläuterungen

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für den Nachweis der Standsicherheit, die Ausführung und den Betrieb von Tragluftbauten. Sie gilt auch für Tragluftbauten, die dazu bestimmt sind, wiederholt zu befristetem Gebrauch aufgestellt und wieder abgebaut zu werden („fliegende Bauten“).

Die Festlegungen dieser Norm gelten unter Beachtung der übrigen geltenden Normen, soweit in dieser Norm nichts anderes bestimmt ist.

Von dieser Norm darf abgewichen werden bei einfachen, durch den inneren Luftüberdruck getragenen Überdeckungen, die höchstens 100 m<sup>2</sup> Grundfläche und höchstens 4 m Scheitelhöhe haben.

## 2 Begriff

Tragluftbauten im Sinne dieser Norm sind bauliche Anlagen, deren äußere Raumabschließung ganz oder überwiegend aus einer flexiblen Hülle (mit oder ohne Stützung durch Seile oder Seilnetze) besteht, welche von der durch Gebläse unter Überdruck gesetzten Luft des Innenraumes getragen wird.

## 3 Bautechnische Unterlagen

### 3.1 Zeichnungen

Im einzelnen sind dies:

- Lageplan, der insbesondere die Abstände zu den benachbarten Gebäuden, die Zufahrten und die Rettungswege angibt;
- Übersichtszeichnung mit den wesentlichen Maßen und folgenden Angaben:  
Anordnung von Schleusen, Ausgängen und Notausgängen, Lüftungsanlagen, Fundamenten und Verankerungen sowie Gebläsen und Heizanlagen einschließlich deren Abstände von der Hülle;
- Schnitte durch den Tragluftbau, aus denen der freizuhaltende Raum nach den Abschnitten 6.5 und 7.4 ersichtlich ist;
- Konstruktionszeichnungen aller tragenden Bauteile, aus denen ihre Maße und Baustoffe, die Anordnung und Ausbildung ihrer Stöße und Verbindungen und sonstige wichtige Einzelheiten hervorgehen.

### 3.2 Bau- und Betriebsbeschreibung

Die Bau- und Betriebsbeschreibung muß Angaben, die für die Bauausführung und für die bauaufsichtliche Prüfung notwendig sind, aber aus den bautechnischen Unterlagen nicht hervorgehen, enthalten, insbesondere:

- Nutzungsart des Tragluftbaues und Anzahl der Personen, die sich in dem Tragluftbau aufhalten dürfen
- Hüllen- und Seilbaustoffe sowie ihre Verbindungen mit Angabe der für sie geltenden Normen und bauaufsichtlichen Zulassungen
- Korrosionsschutz der Seile und Stahlteile
- Gebläseanlagen mit Angabe von Anzahl, Fabrikat, Motorleistung, Luftförderung, Art des Haupt- und Ersatzantriebes, Antriebsenergie, Einrichtungen für den Selbstanlauf der Gebläse, Einrichtungen zur Überwachung der Luftzufuhr sowie zur Messung und Steuerung des inneren Überdrucks, Druckmangelalarmanlagen
- Heizanlagen mit Angabe von Anzahl, Fabrikat, Leistung
- Angaben über die zur Schneebeseitigung vorgesehenen Maßnahmen, sofern abgeminderte Schneelasten nach Abschnitt 4.2.5 in Ansatz gebracht werden

1) Siehe Erläuterungen zu Abschnitt 7.2.

- Art und Befestigung der Leuchten, woraus hervorgehen soll, daß diese keine Gefahr für die Hülle darstellen
- Feuerlöscheinrichtungen
- Ableitung des Niederschlagwassers.

### 3.3 Standsicherheitsnachweis und andere technische Nachweise

Es muß ein übersichtlicher Nachweis der Standsicherheit und der Verformungen in prüfbarer Form aufgestellt werden. Die diesem Nachweis zugrundeliegenden Brauchbarkeitsnachweise für die verwendeten Baustoffe und Bauteile, z. B. allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen, sind anzugeben.

Zu den technischen Nachweisen können erforderlichenfalls auch gehören:

- ein Baugrundgutachten mit Angabe des Grundwasserstandes,
- ein Gutachten über die Windverhältnisse,
- ein Gutachten über die Winddruckverteilung auf der Oberfläche der baulichen Anlage.

### 3.4 Betriebsanweisung

In der Betriebsanweisung (siehe Abschnitt 9) müssen die für einen sicheren Betrieb erforderlichen Maßnahmen angegeben sein.

## 4 Berechnungsgrundlagen

### 4.1 Baustoffeigenschaften und -kennwerte

Für Seile sind die in den DIN-Normen<sup>1)</sup> enthaltenen Kennwerte den Berechnungen zugrunde zu legen. Hüllbaumstoffe müssen schwerentflammbar (Baustoffklasse B1 nach DIN 4102 Teil 1) sein.

Anmerkung: Hüllbaumstoffe und ihre Verbindungen, über die in DIN-Normen keine Festlegungen hinsichtlich ihrer Eigenschaften und der an sie zu stellenden Anforderungen enthalten sind, sind neue Baustoffe bzw. Bauarten im Sinne der Bauordnungen der Länder. Sie dürfen nur verwendet werden, wenn ihre Brauchbarkeit für den Verwendungszweck durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nachgewiesen ist (siehe auch Abschnitt 6.1). Wird der Nachweis nicht auf diese Weise geführt, so bedarf die Verwendung oder Anwendung dieser neuen Baustoffe bzw. Bauarten im Einzelfall der Zustimmung der obersten Bauaufsichtsbehörde.

### 4.2 Lastannahmen

#### 4.2.1 Lasten und maßgebende Lastfälle

Bei Tragluftbauten ist das Einwirken folgender Lasten anzunehmen:

- Eigenlasten  $g$ ,  $G$ ,
- Nenn-Innendruck  $p_i$ ,
- Windlast  $w$ ,
- Schneelast  $s$ ,
- Wärmeeinwirkungen aus Temperatur  $T$ .

Aus diesen Lasten werden die folgenden maßgebenden Lastfälle gebildet und der Berechnung zugrundegelegt:

Lastfall A („Wintersturm“):

Kurzzeitbeanspruchung infolge Eigenlasten  $g$ ,  $G$ , Nenn-Innendruck  $p_i$  nach Abschnitt 4.2.3, Windlast  $w$  nach Abschnitt 4.2.4 und rechnerischer Wärmeeinwirkung aus Temperatur  $T = 20^\circ\text{C}$

Lastfall B („Sommergewitter“):

Kurzzeitbeanspruchung infolge Eigenlasten  $g$ ,  $G$ , Nenn-Innendruck  $p_i$  nach Abschnitt 4.2.3, 60% der Windlast  $w$  nach Abschnitt 4.2.4 und Wärmeeinwirkung aus Temperatur  $T = 70^\circ\text{C}$

**Lastfall C („Dauerbeanspruchung“):**

Dauerbeanspruchung ( $t > 10$  Jahre) infolge Eigenlasten  $g$ ,  $G$ , Nenn-Innendruck  $p_i$  nach Abschnitt 4.2.3 und Wärme- einwirkung aus Temperatur  $T = 20^\circ\text{C}$

**4.2.2 Eigenlasten**

Die Eigenlasten setzen sich zusammen aus der Eigenlast der Hülle sowie anderen ständigen Lasten (z. B. Einzel- lasten, Linienlasten, siehe auch DIN 1055 Teil 1).

Bei der Ermittlung der Schnittgrößen kann die Eigenlast der Hülle in der Regel vernachlässigt werden. Dies trifft z. B. zu bei Verwendung von einlagigen beschichteten Chemiefasergeweben.

**4.2.3 Nenn-Innendruck**

Der Nenn-Innendruck  $p_i$  ist der rechnerisch vorzusehende Innendruck.

Er ist so groß zu wählen, daß die Standsicherheit und die zur Stabilität erforderliche Formbeständigkeit der Hülle sichergestellt sind.

Werden bei gleichsinnig doppelt gekrümmten Hüllen ohne Seilstützung die Schnittgrößen ohne Berücksichtigung der Systemverformung ermittelt, ist der Nenn-Innendruck  $p_i$  so groß zu wählen, daß die Hülle die ungünstigsten Lasten nach Abschnitt 4.2.1 im Membranzustand aufnehmen kann.

Bei zylinderförmigen Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß oder bei kugelförmigen Membranen kann diese Forderung als erfüllt angesehen werden, wenn der Nenn-Innendruck  $p_i$  nach Tabelle 1 in Abhängigkeit von  $h/r$ , vom Staudruck  $q$  nach Abschnitt 4.2.4 oder von der Schneelast  $s$  nach Abschnitt 4.2.5 gewählt wird. Maßgebend ist jeweils der größere der beiden Werte. In der Regel darf der Nenn-Innendruck den Wert  $p_i = 0,30 \text{ kN/m}^2$  nicht unterschreiten.

Werden Tragluftbauten bis 20 m Höhe als Fliegende Bauten eingesetzt, kann der Nenn-Innendruck konstant zu  $p_i = 0,30 \text{ kN/m}^2$  angenommen werden, wenn sichergestellt wird, daß sich ab Windstärke 8 keine Personen in den Bauten aufhalten und durch Einbauten, Einrichtungen, Lagergüter usw. keine Gefährdung der Hülle gegeben ist. Örtliche Einfaltungen der Hülle sind dabei unbedenklich.

Weitere Möglichkeiten für eine zulässige Absenkung des Nenn-Innendrucks  $p_i$  siehe Abschnitt 8.4.4.

**Tabelle 1. Nenn-Innendruck  $p_i$  bei zylinderförmigen Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und bei kugelförmigen Membranen**

Nr	Gestalt der Membran <sup>1) 2)</sup>	Nenn-Innendruck $p_i$ <sup>2) 3)</sup> $\text{kN/m}^2$	
1	Zylinderförmig mit Abschluß- kuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß		
1.1	Dreiviertelzylinder $h/r = 1,5$	$\geq 0,80 q$	$\geq 1,6 s$
1.2	Halbzylinder $h/r = 1$	$\geq 0,60 q$	$\geq 1,3 s$
1.3	Flacher Zylinder $h/r \leq 0,75$	$\geq 0,50 q$	$\geq 1,1 s$
2	Kugelförmig		
2.1	Dreiviertelkugel $h/r = 1,5$	$\geq 1,0 q$	$\geq 1,3 s$
2.2	Halbkugel $h/r = 1$	$\geq 0,70 q$	$\geq 1,0 s$
2.3	Kugelabschnitt $h/r = 0,5$	$\geq 0,60 q$	$\geq 1,0 s$

<sup>1)</sup> Zur Definition von  $h$  und  $r$  siehe Bilder 1 und 2.

<sup>2)</sup> Zwischenwerte geradlinig einschalten.

<sup>3)</sup> Staudruck  $q$  nach Abschnitt 4.2.4, Schneelast  $s$  nach Abschnitt 4.2.5

**4.2.4 Windlast**

Der Winddruck  $w$  ist das Produkt aus dem Staudruck  $q$  und dem Druckbeiwert  $c_p$  (nach DIN 1055 Teil 4).

Zur rechtechnischen Vereinfachung darf ein über die Bauwerkshöhe konstanter Staudruck  $q$  nach Tabelle 2 ange- setzt werden.

**Tabelle 2. Staudruck in Abhängigkeit von der Bauwerkshöhe**

Bauwerkshöhe über Gelände $h$ m	Staudruck $q$ $\text{kN/m}^2$
bis 8	0,5
über 8 bis 20	$0,3 + 0,025 \cdot h^{1)}$
über 20	$0,725 + 0,00375 \cdot h^{1)}$
<sup>1)</sup> $h$ ist in m einzusetzen.	

Bei Tragluftbauten, deren horizontale Projektion recht- winklig zur Längsachse einen Flächeninhalt von minde- stens  $500 \text{ m}^2$  hat, kann der Staudruck  $q$  mit einem Reduk- tionsfaktor nach Tabelle 3 ermäßigt werden.

**Tabelle 3. Reduktionsfaktor in Abhängigkeit von der Projektionsfläche  $A$  für die Ermäßigung des Staudrucks  $q$**

$A$ $\text{m}^2$	Reduktionsfaktor
500 bis 3000	$(1,05 - A/10\,000)$
$\geq 3000$	0,75

Für die Ermittlung der Schnittgrößen darf angenommen werden, daß der Winddruck rechtwinklig zur Tangential- ebene der Oberfläche wirkt. Hierbei kann zur Vereinfachung die Gestalt der unverformten Hülle zugrundegelegt werden. Falls nicht nach den Abschnitten 5.2 bis 5.4 verfahren wird, ist die Winddruckverteilung über die Oberfläche aufgrund von Sachverständigengutachten festzulegen.

**4.2.5 Schneelast**

Für die Annahme der Schneelast gilt DIN 1055 Teil 5.

Abweichend von DIN 1055 Teil 5, Ausgabe Juni 1975, Ab- schnitt 3.4.2, ist bei mechanischer Schneeräumung in Hüllenbereichen mit weniger als  $70^\circ$  Neigung gegen die Horizontale als Schneelast  $s = 0,25 \text{ kN je m}^2$  Grundriß- projektion anzunehmen.

Für Schleusen gilt dies entsprechend.

**4.2.6 Wärmeeinwirkungen**

Bei der Ermittlung der Schnittgrößen brauchen Wärme- einwirkungen nicht berücksichtigt zu werden.

**5 Ermittlung der Schnittgrößen****5.1 Grundlagen für die Ermittlung der Schnittgrößen**

Die Schnittgrößen sind unter Berücksichtigung der System- verformungen der Hülle zu ermitteln.

Bei Hüllen nach Abschnitt 4.2.3, Absatz 3, ist eine nähe- rungsweise Berechnung ohne Berücksichtigung der Systemverformung zulässig.

Schnittgrößen aus der Einleitung von Einzel- oder Linien- lasten sind zu berücksichtigen.

Bei zusammengesetzten Flächen mit Unstetigkeiten in den Krümmungen ist die Verträglichkeit an den Unstetigkeitsstellen sicherzustellen.

Sind an Ausschnitten Randseile angeordnet, die nicht rutschfest mit der Hülle verbunden sind, so ist die Verschiebung des Seils relativ zur Hülle bei der Schnittgrößenmittlung zu berücksichtigen.

Bei seilgestützten Hüllen nach Abschnitt 5.3 ist in die Berechnung allein der Stich der zwischen den Seilen liegenden Hüllenteile einzusetzen.

## 5.2 Zylinderförmige Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und kugelförmige Membranen

Für zylinderförmige Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und für kugelförmige Membranen dürfen die maßgebenden Schnittgrößen infolge Windlast in Abhängigkeit vom Staudruck  $q$  und infolge Belastung aus Nenn-Innendruck  $p_i$  nach den folgenden Gleichungen ermittelt werden:

Für den zylinderförmigen Teil:

$$n_{\varphi, w} = \alpha_{\varphi} \cdot q \cdot r \quad (1)$$

$$n_{\varphi, p} = p_i \cdot r \quad (2)$$

$$n_{x, w} = \alpha_x \cdot q \cdot r \quad (3)$$

$$n_{x, p} = p_i \cdot \frac{r}{2} \quad (4)$$

Für Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und kugelförmige Membrane:

$$n_{\varphi, w} = \alpha_{\varphi} \cdot q \cdot r \quad (5)$$

$$n_{\varphi, p} = p_i \cdot \frac{r}{2} \quad (6)$$

$$n_{x, w} = \alpha_x \cdot q \cdot r \quad (7)$$

$$n_{x, p} = p_i \cdot \frac{r}{2} \quad (8)$$

Hierin bedeuten:

$n$  die auf die Längeneinheit bezogenen Membrankräfte

$\alpha$  Beiwerte für die Membrankräfte aus Lastfall Wind

$\varphi, x, \theta$  Indizes zur Kennzeichnung der Krafftrichtungen entsprechend den Bildern 1 und 2

$w, p$  Indizes zur Kennzeichnung der Lastarten

Die Beiwerte  $\alpha$  sind in Abhängigkeit von  $b/l$  und  $h/r$  in den Tabellen 4 und 5 angegeben. Die Schnittgrößen für kugelförmige Membranen ergeben sich durch Einsetzen der Beiwerte  $\alpha$  für  $b/l = 1$ .

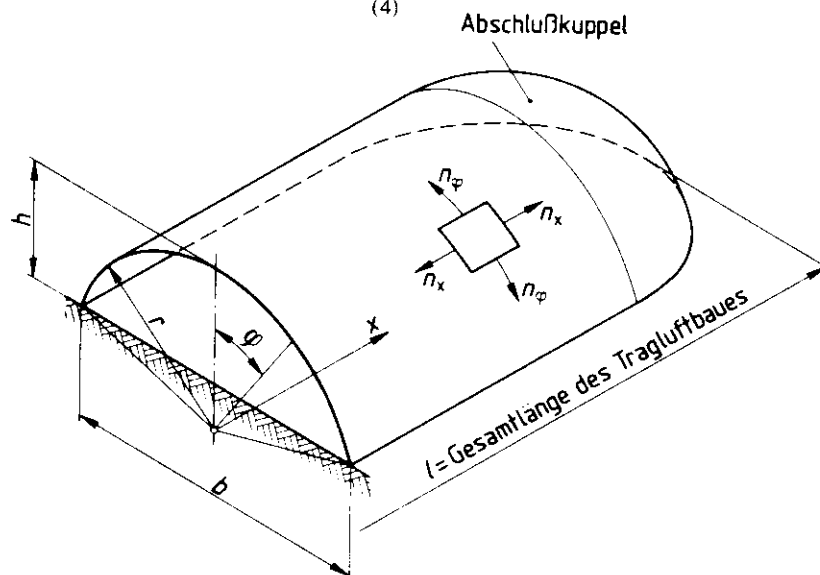


Bild 1. System- und Schnittgrößen einer zylinderförmigen Membran

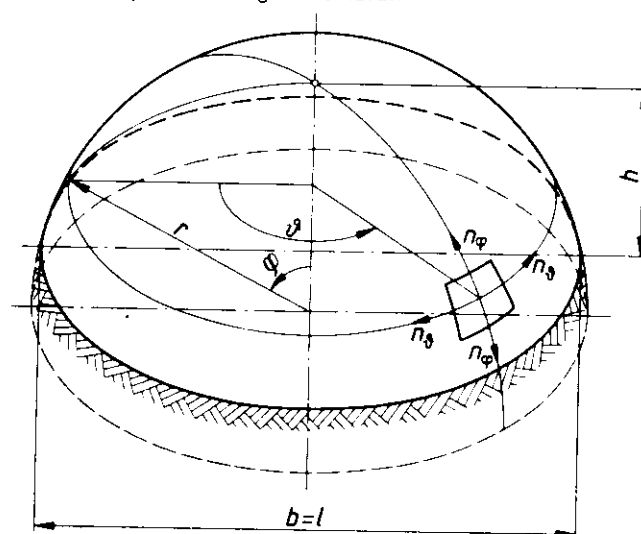


Bild 2. System- und Schnittgrößen einer kugelförmigen Membran

Tabelle 4. **Beiwerte  $\alpha$  für die Membrankräfte aus Lastfall Wind von zylinderförmigen Membranen mit Abschlußkuppeln über Rechteckgrundriß**

$\frac{b}{l} \text{ ) } ^2)$		$\frac{h}{r} \text{ ) } ^2)$					
		0,5		0,75		1	
		$\alpha_\varphi$	$\alpha_x \text{ bzw. } \alpha_\theta$	$\alpha_\varphi$	$\alpha_x \text{ bzw. } \alpha_\theta$	$\alpha_\varphi$	$\alpha_x \text{ bzw. } \alpha_\theta$
0,25	Zylinderteil	0,9	0,9	1,0	0,9	1,1	0,9
	Abschlußkuppel	1,2	0,9	1,2	0,9	1,2	0,9
0,5	Zylinderteil	0,8	0,8	0,9	0,8	1,0	0,8
	Abschlußkuppel	1,0	0,8	1,0	0,8	1,1	0,8
0,75	Zylinderteil	0,7	0,7	0,9	0,7	0,9	0,7
	Abschlußkuppel	0,8	0,7	0,9	0,7	1,0	0,7
1	Abschlußkuppel	0,8	0,7	0,9	0,7	1,0	0,7

1) Zur Definition von  $b$ ,  $l$ ,  $h$  und  $r$  siehe Bilder 1 und 2.  
2) Zwischenwerte geradlinig einschalten.

Tabelle 5. **Beiwerte  $\alpha$  für die Membrankräfte aus Lastfall Wind von zylinderförmigen Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreisgrundriß und von kugelförmigen Membranen**

$\frac{b}{l} \text{ ) } ^2)$		$\frac{h}{r} \text{ ) } ^2)$					
		0,5		0,75		1	
		$\alpha_\varphi$	$\alpha_x \text{ bzw. } \alpha_\theta$	$\alpha_\varphi$	$\alpha_x \text{ bzw. } \alpha_\theta$	$\alpha_\varphi$	$\alpha_x \text{ bzw. } \alpha_\theta$
0,25	Zylinderteil	0,9	1,3	1,0	1,3	1,1	1,3
	Abschlußkuppel	1,5	1,2	1,6	1,3	1,6	1,3
0,5	Zylinderteil	0,8	1,2	0,9	1,2	1,0	1,2
	Abschlußkuppel	1,4	1,1	1,4	1,1	1,5	1,2
0,75	Zylinderteil	0,7	1,1	0,9	1,1	1,0	1,2
	Abschlußkuppel	1,3	1,0	1,4	1,1	1,5	1,2
1	Kugel	1,3	1,0	1,4	1,1	1,5	1,2

1) Zur Definition von  $b$ ,  $l$ ,  $h$  und  $r$  siehe Bilder 1 und 2.  
2) Zwischenwerte geradlinig einschalten.

### 5.3 Hüllen mit Stützung durch Seile oder Seilnetze

#### 5.3.1 Allgemeines

Bei der Ermittlung der Seilkräfte aus den Gleichgewichts- und Verträglichkeitsbedingungen darf näherungsweise am unverformten Membransystem gerechnet werden.

#### 5.3.2 Hüllen mit Stützung durch engmaschige Seilnetze

Bei zylinderförmigen Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und bei kugelförmigen Membranen, deren Stützung engmaschig aus diagonal zu den Mantellinien verlaufenden Seilen besteht, dürfen die Seilkräfte vereinfachend durch Zerlegung der Membrankräfte  $n$  nach Abschnitt 5.2 nach den beiden Seilrichtungen bestimmt werden, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Die Seile dürfen höchstens einen Abstand von  $a = r/15$ , aber nicht mehr als 1 m haben.
- Die Seile müssen zur Sicherstellung der Soll-Geometrie und entsprechend den statischen Erfordernissen eines Netztragwerkes durch ausreichend viele Klemmen miteinander verbunden sein (z. B. im Bereich der Verankerung am gesamten Umfang und im Bereich der Anschlußlinien der Abschlußkuppeln an den Zylinder auf einem Streifen von mindestens  $4 \cdot a$  an allen Kreuzungen, im übrigen mindestens an jeder vierten Kreuzung (siehe Bild 3)).
- Die Klemmen müssen eine Beanspruchung von mindestens  $1/5$  der Seilkraft ohne zu verrutschen aufnehmen können.

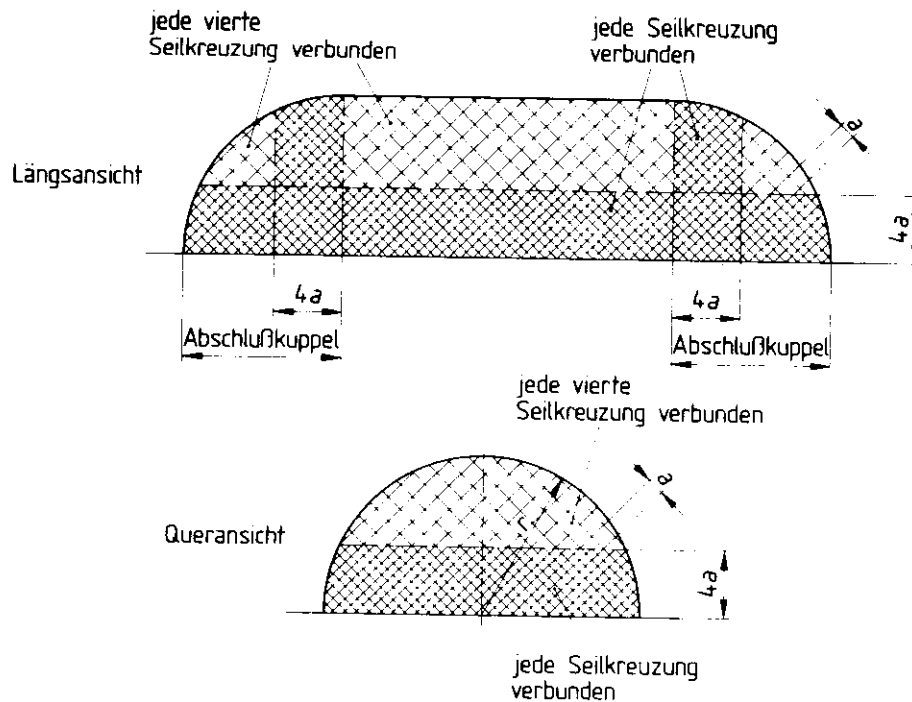


Bild 3. Beispiel für die Verbindung der Seilkreuzungen

### 5.3.3 Hülle zwischen den Stützseilen

Bei zylinderförmigen Membranen mit Abschlüßkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und bei kugelförmigen Membranen sind die Zugkräfte in der Membran mit den Lastannahmen nach Abschnitt 4.2 zu ermitteln.

Für den größten örtlich auftretenden Windsog  $c_p \cdot q$  können die Beiwerte  $\max c_p$  in Abhängigkeit von  $b/l$  und  $h/r$  nach Tabelle 6 verwendet werden, wenn die Stichhöhe höchstens  $1/10$  des Abstandes der Stützseile beträgt.

Tabelle 6. **Max  $c_p$  für den größten örtlich auftretenden Windsog an zylinderförmigen Membranen mit Abschlüßkuppeln über Kreis- und Rechteckgrundriß und an kugelförmigen Membranen**

$\frac{b}{l} \cdot 10^2$	Windbeiwert $\max c_p$ 2)
0,25	$2,2 \cdot \eta$
0,50	$2,2 \cdot \eta$
0,75	$1,9 \cdot \eta$
1	$1,5 \cdot \eta$

1) Zur Definition von  $b$ ,  $l$ ,  $h$  und  $r$  siehe Bilder 1 und 2

2) Zwischenwerte geradlinig einschalten

3)  $\eta = 0,25 + 0,75 \cdot h/r$  für  $0,5 \cdot r < h < 1,25 \cdot r$

### 5.4 Verankerungskräfte aus Windlast und Nenn-Innendruck

Die Verankerungskonstruktion ist für die Membrankräfte am Auflager zu bemessen.

Im Falle der Berechnung nach den Abschnitten 5.2 und 5.3 darf als Membrankraft am Auflager

– bei Abschlüßkuppeln über Kreisgrundriß von zylinderförmigen Membranen

$$n_\varphi = 0,8 \cdot \alpha_\varphi \cdot q \cdot r + p_i \cdot \frac{r}{2} \quad (9)$$

– bei kugelförmigen Membranen

$$n_\varphi = 0,6 \cdot \alpha_\varphi \cdot q \cdot r + p_i \cdot \frac{r}{2} \quad (10)$$

angenommen werden.

Die Beiwerte  $\alpha_\varphi$  in Abhängigkeit von  $\frac{b}{l}$  und  $\frac{h}{r}$  sind in den Tabellen 4 und 5 angegeben.

Die Richtung der Verankerungskräfte ist unter Berücksichtigung der Verformung der Hülle zu ermitteln.

Bei zylinderförmigen und kugelförmigen Membranen kann für die Luvseite der Richtungswinkel der Verankerungskraft gegen die Waagerechte in Abhängigkeit von  $p_i/q$  und  $h/r$  der Tabelle 7 entnommen werden.

An der Leeseite von zylinderförmigen Membranen und an der Luv- und Leeseite von Abschlüßkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß zylinderförmiger Membranen und von kugelförmigen Membranen darf die Abweichung der Tangentenrichtung am Auflager bei der Ermittlung der Verankerungskräfte vernachlässigt werden.

Tabelle 7. **Winkel im luvseitigen Auflager zwischen der Tangente an die infolge Windlast verformte Hülle und der Waagerechten bei zylinderförmigen und kugelförmigen Membranen**

$\frac{p_i}{q}$ 1)	$\frac{h}{r} \cdot 10^2$ 2)			
	0,5	0,75	1	1,25
0,6	36	46	55	58
0,8	37	48	58	62
1,0	38	50	60	66

1) Zwischenwerte geradlinig einschalten.

2) Zur Definition von  $h$  und  $r$  siehe Bild 1.

## 6 Sicherheitsnachweise

### 6.1 Festigkeitsnachweise für die Hülle und ihre Verbindungen

Für die Hülle sowie ihre Verbindungen und Anschlüsse sind folgende Nachweise zu führen:

A („Wintersturm“):

$$1,0 n_g + 1,1 n_p + 1,6 n_w \leq \text{zul } n_{ti} \quad (11)$$

B („Sommergewitter“):

$$1,0 n_g + 1,1 n_p + 0,7 n_w^2 \leq \text{zul } n_{ti} \quad (12)$$

C („Dauerbeanspruchung“):

$$1,0 n_g + 1,3 n_p \leq \text{zul } n_{ti} \quad (13)$$

Hierin bedeuten:

zul  $n_{ti}$  die zulässige Kurzzeitfestigkeit bei  $T = 20^\circ\text{C}$

zul  $n_{ti}$  die zulässige Kurzzeitfestigkeit bei  $T = 70^\circ\text{C}$

zul  $n_{ti}$  die zulässige Zeitstandfestigkeit bei  $T = 20^\circ\text{C}$

Anmerkung: Soweit für Hüllenbaustoffe sowie ihre Verbindungen und Anschlüsse allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen erteilt wurden, sind die dort angegebenen zulässigen Festigkeiten der Berechnung zugrunde zu legen.

### 6.2 Bemessung der Seile

Für die Bemessung von Seilen gilt Lastfall A nach Abschnitt 4.2.1.

Stahlseile mit ihren Endausbildungen (Klemmen, Kauschen, Spannschlösser, Schäkel) sind mit 3facher Sicherheit gegen die Mindestbruchkraft der Einzelteile zu bemessen.

In Anlehnung an DIN 18 800 Teil 1, Ausgabe März 1981, Abschnitt 6.2, darf mit 2,2facher Sicherheit gegen die wirkliche Bruchkraft der Stahlseile einschließlich der Endausbildungen bemessen werden.

Anmerkung: Kunststoffseile gelten nach den Bauordnungen der Länder als Bauteile, die noch nicht allgemein gebräuchlich und bewährt sind. Sie dürfen nur verwendet werden, wenn ihre Brauchbarkeit z. B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für den Verwendungszweck nachgewiesen ist.

2) Mit einem Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_w = 1,2$  für die Kombination „Sommergewitter und Wärmeeinwirkung auf die Hülle aus Temperatur  $T = 70^\circ\text{C}$ “ sowie mit

$$n_w (\text{Sommergewitter}) = 0,6 \cdot n_w (\text{Windlast nach DIN 1055 Teil 4})$$

ergibt sich:

$$1,2 \cdot 0,6 \cdot n_w (\text{Windlast nach DIN 1055 Teil 4})$$

$$\sim 0,7 \cdot n_w (\text{Windlast nach DIN 1055 Teil 4})$$

### 6.3 Bemessung der Rand- und Anschlußbauteile

Für die Bemessung von Rand- und Anschlußbauteilen gilt Lastfall A nach Abschnitt 4.2.1. Es dürfen die in den jeweiligen Normen für den Lastfall HZ (Haupt- und Zusatzlasten) angegebenen zulässigen Spannungen ausgenutzt werden.

### 6.4 Bemessung der Gründung

Für die Berechnung der Gründungskörper gilt DIN 1054, soweit nachstehend nichts anderes bestimmt ist.

#### 6.4.1 Ballastgewichte und massive Gründungen

Die Sicherheit von Ballastgewichten und massiven Gründungen gegen Abheben, Umkippen und Gleiten muß für den Lastfall A nach Abschnitt 4.2.1 mindestens 1,2 betragen.

#### 6.4.2 Erdanker

Erdanker müssen die größten resultierenden Membrankräfte am Auflager aufnehmen können.

Die aufnehmbaren Zugkräfte von Erdankern sind am vorgesehenen Standort durch Ausziehversuche festzustellen. Die Prüfkraft darf in vertikaler Richtung angesetzt werden.

Hierbei muß die Ausziehkraft in Abhängigkeit von der Anzahl der Versuche entweder das 2,0fache oder das 1,5fache des größten Absolutwertes der Resultierenden aus der Verankerungskonstruktion betragen. Im ersten Fall sind die Versuche an 5% der Anker, jedoch mindestens an 3 Ankern, im zweiten Fall an 50% der Anker durchzuführen. Hierbei wird vorausgesetzt, daß sich die Festigkeitseigenschaften des Bodens nicht wesentlich verschlechtern können.

Werden durch geeignete Untersuchungen entlang der Verankerungslinie (z. B. Schlag- oder Bohrsondierung etwa alle 10 m) die ungünstigsten Festigkeitseigenschaften des Bodens ermittelt, so kann die Ausziehkraft im ungünstigsten Bereich an mindestens 3 Ankern mit 1,5facher Sicherheit festgelegt werden.

Über die Ausziehversuche ist ein Protokoll anzufertigen.

Anmerkung: Für Tragluftbauten als Fliegende Bauten gilt DIN 4112.

### 6.5 Verträglichkeit der Verformungen

Die Verformungen, welche die freistehende Hülle in den verschiedenen Belastungszuständen erfährt, und die aufgrund der konstruktiven Ausbildung gegebenen Verformungsbehinderungen müssen miteinander sicher verträglich sein. Diese Verträglichkeit ist insbesondere nicht gegeben, wenn die Hülle im verformten Zustand feste Gegenstände wie Einbauten, Einrichtungen, Lagergüter usw. berührt, welche die Hülle mechanisch beschädigen können.

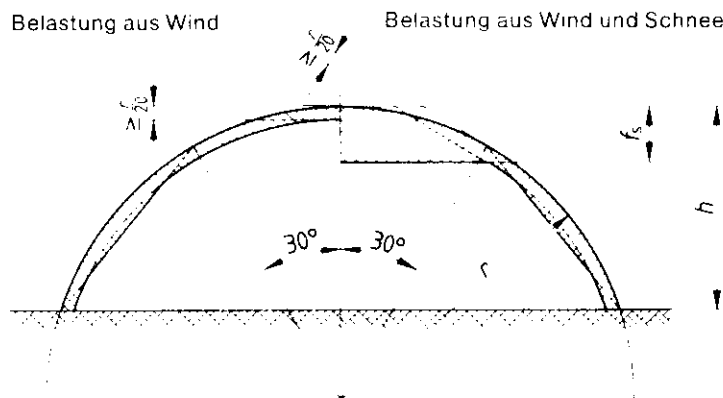


Bild 4. Von festen Gegenständen innerhalb der Hülle freizuhalten der Raum bei Belastung aus Wind und bei Belastung aus Wind und Schnee

Bei zylinderförmigen Hüllen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und bei kugelförmigen Hüllen kann diese Bedingung im nicht durch Schleusen oder andere starre Bauteile unterbrochenen Teil als erfüllt angesehen werden, wenn der in Bild 4 angegebene Raum innerhalb der Hülle von festen Gegenständen freigehalten wird. Der Zentriwinkel von  $30^\circ$  und der Abstand von mindestens  $r/20$  von der Hülle können für alle Verhältnisse  $h/r$  angenommen werden.

Für die vorstehend genannten Hüllenformen kann der Abstand der waagerechten Begrenzungslinie vom Scheitel, ausgedrückt in  $f_s/r$ , in Abhängigkeit von  $p_i/s$  und  $h/r$  aus Tabelle 8 entnommen werden. Die Einsenkung  $f_s$  braucht nicht berücksichtigt zu werden, wenn der Schnee durch Erwärmung sicher abgetaut wird.

Die Werte für die Abstände können um ein Drittel vermindert werden, wenn die festen Gegenstände abgerundet oder gepolstert sind sowie Hülle und feste Gegenstände die aus der gegenseitigen Behinderung der Verformungen herrührenden Kräfte (z. B. aus Windlast oder Schneelast) aufnehmen können.

Tabelle 8. **Bezogene Einsenkung  $f_s/r$  der Hülle im Scheitel infolge Schneelast, wenn der Schnee nicht durch Erwärmung sicher abgetaut wird**

$\frac{p_i}{s} \text{ )}$	$\frac{h}{r} \text{ ) } ^{2)}$			
	0,5	0,75	1	1,25
	Bezogene Einsenkung $f_s/r \text{ ) } ^{3)}$			
1,0	0,15	0,23	0,30	0,38
1,5	0,05	0,10	0,15	0,20
2,0	0,03	0,05	0,09	0,12
3,0	0,02	0,03	0,05	0,07

1) Zwischenwerte geradlinig einschalten.

2) Zur Definition von  $h$  und  $r$  siehe Bilder 1 und 2.

3) Größere bezogene Einsenkungen als  $f_s/r = 0,20$  sind nicht zulässig.

## 7 Bauliche Ausbildung

### 7.1 Hülle

Die Hülle muß derart gefertigt werden, daß sich durch das Aufblasen ihre Sollform ohne Falten, die das Tragverhalten beeinträchtigen, einstellt.

### 7.2 Seile und Seilverbindungen

Stützseile müssen nach DIN 2078 oder gleichwertig gegen Korrosion geschützt sein.

### 7.3 Gründung und Verankerung

**7.3.1** Streifenfundamente aus Stahlbeton sind besonders geeignet für Tragluftbauten, die für eine längere Nutzungszeit am selben Platz vorgesehen sind.

Hinsichtlich der Lage der Gründungssohle von Streifenfundamenten für Tragluftbauten gelten diese als Bauwerke im Sinne von DIN 1054, Ausgabe November 1976, Abschnitt 4.1.1, Aufzählung a).

**7.3.2** Die Eintreibtiefe von Ankern muß mindestens 0,8 m betragen.

Werden die Linienlasten aus der Hülle von Einzelverankerungen (z. B. Schlagankern, Drehankern, Spreizankern,

Schraubenankern und Injektionsankern) als Punktlasten in den Baugrund abgeleitet, so sind Ausziehversuche nach Abschnitt 6.4.2 erforderlich.

Anmerkung: Für Tragluftbauten als Fliegende Bauten gilt DIN 4112.

**7.3.3** Bei Stahlankern in stark aggressiven Böden und Wässern können besondere Maßnahmen zum Schutz gegen Korrosion erforderlich werden.

### 7.4 Türen, Tore, Schleusen und starre Wandteile

Elektrisch gesteuerte Schleusentore müssen bei Ausfall der Stromversorgung auch von Hand zu öffnen sein.

Türen und Tore von Schleusen sind so zu gestalten, z. B. durch Einbau von Druckausgleichsklappen, daß sie auch gegen den Innendruck leicht zu öffnen und zu schließen sind.

Notausgänge in der Hüllenwand dürfen durch Einbau von Schnellverschlüssen, Reißleinen und dergleichen geschaffen werden.

Anmerkung: Klapptüren, die in einem Ausschnitt der Hülle angebracht sind, und Schlupftüren, bestehend aus zwei aufeinanderliegenden Membranen, sind nur als Notausgänge zulässig.

Zwischen Hülle und starren Schleusen bzw. anderen starren Bauteilen, welche die Hülle durchdringen, sind Übergangsteile so anzuordnen, daß die Beweglichkeit der Hülle nicht behindert wird. Wenn diese Bewegungen bei zylinderförmigen Hüllen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und bei kugelförmigen Hüllen nicht genauer nachgewiesen werden, dürfen für die Luvseite Verformungswerte aus den Angaben der Tabelle 7 und des Abschnitts 6.5 abgeleitet werden. Für die Leeseite gelten diese Werte halbiert in umgekehrter Richtung.

Auf die Anordnung beweglicher Übergangsteile darf verzichtet werden, wenn die sichere Aufnahme der in der Hülle und dem Anschlußbaukörper auftretenden Beanspruchungen nachgewiesen wird.

An Ausschnitten in der Hülle sind die Schnittkräfte durch Verstärkungen, z. B. Randseile, aufzunehmen.

Anmerkung: Die Störungen der vorgegebenen Hüllenform können durch näherungsweise Anpassung des Randseils an die Stützlinie für den Lastfall „Nenn-Innendruck  $p_i$ “ klein gehalten werden.

Wird die Raumumschließung von Tragluftbauten teilweise aus feststehenden Wänden gebildet, so müssen diese die auftretende Beanspruchung aus Innendruck und Windlast aufnehmen können. Verglasungen müssen bruchstabil sein.

## 8 Erzeugung und Steuerung des Innendrucks

### 8.1 Eigenschaften und Ausführung der Gebläse

Es müssen Gebläse mit Drucksteuerung und Rückschlagklappen vorhanden sein, die für ihren Einsatz als Haupt- oder Ersatzgebläse einschließlich der zugehörigen Einrichtungen (z. B. Einrichtungen für Selbstanlauf) auf Dauer zur Erfüllung der Anforderungen nach den Abschnitten 8.1 bis 8.4 geeignet sind.

Werden Gebläseanlagen einschließlich der Antriebsvorrichtungen außerhalb des Tragluftbaues aufgestellt, müssen sie witterungsgeschützt sein.

### 8.2 Brandschutzanforderungen bezüglich der Gebläseanlagen

Außenliegende Gebläseanlagen müssen zur Hülle einen Mindestabstand von 3 m haben. Der Abstand braucht nur

1 m zu betragen, wenn der Witterungsschutz aus nichtbrennbaren Baustoffen (Baustoffklasse A nach DIN 4102 Teil 1) besteht. Bei einem Abstand unter 1 m muß der Witterungsschutz aus Bauteilen der Feuerwiderstandsklasse F 90 nach DIN 4102 Teil 2 bestehen.

Innerhalb eines Tragluftbaues aufgestellte Gebläseanlagen mit Verbrennungsmotor oder direkt befeuerte Lufterhitzer müssen durch Bauteile der Feuerwiderstandsklasse F 90 – A nach DIN 4102 Teil 2 umschlossen werden. Zuleitungen für angewärmte Luft, die durch die Hülle hindurchführen, müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen (Baustoffklasse A nach DIN 4102 Teil 1) bestehen, wobei eine Weiterleitung von Wärme an die Hülle mittels nichtbrennbarer Dämmstoffe verhindert werden muß. Für die Zuleitungen können schwerentflammable Baustoffe (Baustoffklasse B 1 nach DIN 4102 Teil 1) gewählt werden, wenn die Temperatur der eingeführten Warmluft 70 °C nicht übersteigt.

Gegenstände aus Stoffen, die im Sinne von DIN 4102 Teil 1 leichtentflammbar sind, müssen zu Öffnungen, aus denen angewärmte Luft bis zu einer Temperatur von 70 °C austritt, mindestens 0,6 m, nach oben mindestens 1 m Abstand haben.

### 8.3 Sicherung der Luftansaugung

Die Ansaugöffnungen der Gebläse müssen so angeordnet sein, daß das Ansaugen brand- und gesundheitsgefährdender Stoffe vermieden wird. In der Nähe von Auspuffanlagen z. B. kann dies als erfüllt angesehen werden, wenn die Auspufföffnung mindestens 2 m über der Luft-Ansaugöffnung liegt. Die Öffnungen sind gegen Schnee und Vereisung so zu schützen, daß die erforderliche Luftzufuhr und Abgasableitung sichergestellt sind.

Der Anschluß der Verbindungsteile zwischen Gebläse und Tragluftbau ist so auszuführen, daß ein selbsttätiges Lösen ausgeschlossen ist.

### 8.4 Sicherstellung des Innendrucks

Tragluftbauten müssen je nach Größe und Nutzung sowie nach der Anzahl der Personen, die sich darin aufhalten dürfen, mit Gebläse- und Alarmanlagen nach den Abschnitten 8.4.1 bis 8.4.4 ausgestattet sein.

**8.4.1** Bei Tragluftbauten, deren Grundfläche mehr als 1000 m<sup>2</sup> beträgt oder die für einen Aufenthalt von mehr als 10 bis 30 Personen bestimmt sind, muß sichergestellt sein, daß der erforderliche Innendruck bei einem mechanischen Ausfall eines Gebläses erhalten bleibt (100%ige Luftreserve, z. B. durch Installation eines zweiten, elektrisch betriebenen Gebläses).

**8.4.2** Bei Tragluftbauten, in denen sich mehr als 30 Personen aufhalten dürfen, muß mindestens ein Gebläse einen selbstanlaufenden Motor haben, der bei Ausfall eines der in Betrieb befindlichen Gebläse ersatzweise anspringt und den erforderlichen Innendruck erhält. Für diesen Zweck muß entweder – bei elektromotorischem Antrieb der Gebläse solcher Tragluftbauten – eine Ersatzstromversorgung oder eine andere Art des Antriebes, z. B. Verbrennungsmotor, sichergestellt sein.

Für den Ersatzantrieb durch einen Verbrennungsmotor ist ein Treibstoff-Vorrat für mindestens 12 Betriebsstunden vorzuhalten.

**8.4.3** Tragluftbauten nach Abschnitt 8.4.2 müssen Alarmanlagen haben, durch die bei Ausfall der allgemeinen Stromversorgung oder bei Betriebsstörungen der Gebläseanlage die Aufsichtspersonen verständigt werden. In besonderen Fällen ist für die Benutzer eine Alarmanlage im Tragluftbau zu installieren. Die Alarmanlagen müssen auch bei Ausfall der allgemeinen Stromversorgung wirksam sein.

**8.4.4** Der Innendruck darf den jeweiligen Windverhältnissen durch selbsttätige, staudruckabhängige Steuerung oder durch die verantwortliche Aufsichtsperson nach Abschnitt 9.1 von Hand angepaßt werden.

Bei Ausfall der selbsttätigen Steuerung muß sich der Nenn-Innendruck  $p_i$  automatisch einstellen.

Durch geeignete Maßnahmen muß sichergestellt sein, daß der Nenn-Innendruck  $p_i$  nach Abschnitt 4.2.3 um nicht mehr als 10 % über- und nicht mehr als 50 %, jedoch höchstens bis auf 0,18 kN/m<sup>2</sup>, unterschritten werden kann.

Anmerkung: Eine Absenkung des Innendrucks auf 50 % des Nenn-Innendrucks  $p_i$  – jedoch auf nicht weniger als 0,18 kN/m<sup>2</sup> – ist zulässig, wenn eine der folgenden Zusatzbedingungen eingehalten wird:

- Es sind eine windabhängige Steuerung und eine bei Unterschreitung des zulässigen Minimaldrucks nach Abschnitt 8.4.4 optisch oder akustisch wirkende Alarmanlage vorhanden. Bei Erreichen einer Windlast, die 25 % der rechnerisch zugrunde gelegten höchsten Windlast (entspricht 50 % der dieser Windlast zugrundeliegenden Windgeschwindigkeit) beträgt, muß sich der Nenn-Innendruck  $p_i$  wieder einstellen.
- Es ist keine windabhängige Steuerung vorhanden, jedoch eine Alarmanlage gemäß a) installiert und eine verantwortliche Aufsichtsperson anwesend.

Der vorhandene Innendruck muß ständig durch ein Überdruckmeßgerät oder eine andere selbsttätige Meßeinrichtung überprüfbar sein.

## 9 Betrieb und Überwachung (Betriebsanweisung)

Der Betreiber oder ein von ihm beauftragter sachkundiger Vertreter sind dafür verantwortlich, daß die Forderungen der Betriebsanweisung, deren Kurzfassung im Tragluftbau auszuhängen ist, nach den Abschnitten 9.1 bis 9.6 eingehalten werden.

### 9.1 Verantwortliche Aufsichtspersonen

Bei Tragluftbauten nach Abschnitt 8.4.2 muß eine verantwortliche Aufsichtsperson anwesend sein, solange sich mehr als 30 Personen in dem Tragluftbau aufhalten. In allen anderen Fällen genügt es, wenn ein Verantwortlicher unverzüglich herbeizurufen ist.

### 9.2 Überprüfungen

Die Betriebssicherheit muß durch Stichproben überprüft werden, und zwar:

- Der Zustand der Gesamtanlage (Gebläse, Hülle und Verankerung) ist nach jedem Sturm<sup>3)</sup>, mindestens aber einmal im Jahr, gründlich zu überprüfen.
- In angemessenen Zeitabständen, bei Verbrennungsmotoren mindestens jede Woche, sind die dauernd in Betrieb befindlichen Teile der Gebläseanlage und das Ersatzgebläse auf ihre Betriebstauglichkeit zu prüfen.

Die Ergebnisse dieser Überprüfungen sind schriftlich festzuhalten.

Anmerkung: Während der Wintermonate soll der Verbrennungsmotor des Ersatzgebläses zweimal wöchentlich auf Funktionstüchtigkeit überprüft werden.

<sup>3)</sup> Mehr als Windstärke 7 nach Beaufort.

### 9.3 Noträumung bei Alarm

Bei Alarmsignal müssen Personen unverzüglich den Tragluftbau verlassen. Dies gilt auch, wenn auf andere Weise ein erheblicher Druckabfall wahrgenommen wird (z. B. durch merkliches Absinken der Hülle am Scheitel).

### 9.4 Einschalten der Heizung

Während der Winterperiode ist die Heizeinrichtung für die Gebläseluft rechtzeitig einzuschalten, um die für die Schneebeseitigung erforderliche Mindesttemperatur zu erhalten, es sei denn, Vorrichtungen zur mechanischen Schneeräumung sind unmittelbar am Verwendungsort vorhanden und es ist sichergestellt, daß sie bei Bedarf sofort eingesetzt werden.

### 9.5 Sicherung des freizuhaltenden Raumes

Es ist auf geeignete Weise dafür zu sorgen, daß das nutzbare Profil des Tragluftbaues nach Abschnitt 6.5 (siehe Bild 4) durch feste Einbauten oder Lagergut nicht überschritten wird.

### 9.6 Anzubringende Schilder und Meßeinrichtungen

9.6.1 In unmittelbarer Nähe des Hauptzuganges sind an leicht sichtbarer Stelle folgende Angaben anzubringen:

- Name, Anschrift und Telefonnummer der für den Betrieb verantwortlichen Person (siehe auch Abschnitt 9.1) und der mit der Wartung der Gebläse und Stromanlagen beauftragten Firma,
- der nach Abschnitt 4.2.3 erforderliche Nenn-Innendruck,

- erforderliche Maßnahmen bei Schneefall (Schneeräumung oder Abtauen des Schnees),
- die für das Abtauen erforderliche Mindest-Temperatur,
- Verwendung, zulässige Personenanzahl (mehr oder weniger als 30 Personen),
- Kurzfassung der Betriebsanweisung,
- Hersteller, Herstellungsdatum und Gewebebezeichnung, wenn diese Angaben nicht durch Stempelaufdruck oder dergleichen an mehreren Stellen des Tragluftbaues hervorgehen,
- Öffentlicher Notruf (Polizei, Feuerwehr).

9.6.2 Im Innern des Tragluftbaues ist ein deutlich lesbares Warnschild mit folgender Aufschrift anzubringen:

Bei merklichem Absinken der Hülle am Scheitel oder bei Alarmsignal ist der Tragluftbau unverzüglich zu verlassen.

9.6.3 Name und Anschrift der mit der Wartung der Gebläse beauftragten Firma sind zusätzlich in der Nähe des Gebläses anzubringen.

9.6.4 Im Tragluftbau sind in unmittelbarer Nähe des Hauptzuganges an leicht sichtbarer Stelle Ablesemöglichkeiten für folgende Meßeinrichtungen anzubringen:

- a) für die Meßeinrichtung (Überdruckmeßgerät) zur Überprüfung des erforderlichen Nenn-Innendruckes,
- b) für ein Thermometer zur Überprüfung der Mindest-Temperatur für das Abtauen von Schnee.

9.6.5 Am Hauptzugang sind Schnittzeichnungen aus dauerhaftem Material anzubringen, in denen der freizuhaltende Raum nach Abschnitt 6.5 eingetragen ist.

### Zitierte Normen

DIN 1054	Baugrund; Zulässige Belastung des Baugrunds
DIN 1055 Teil 1	Lastannahmen für Bauten; Lagerstoffe, Baustoffe und Bauteile; Eigenlasten und Reibungswinkel
DIN 1055 Teil 4	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten; Windlasten nicht schwingungsanfälliger Bauwerke
DIN 1055 Teil 5	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten; Schneelast und Eislast
DIN 2078	Stahldrähte für Drahtseile
DIN 4102 Teil 1	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
DIN 4102 Teil 2	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
DIN 4112	Fliegende Bauten; Richtlinien für Bemessung und Ausführung
DIN 18 800 Teil 1	Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion

### Erläuterungen

Nach Aufkommen der Tragluftbauten als neue Bauart auch in der Bundesrepublik Deutschland wurden dem allgemeinen Bedürfnis entsprechend Ende der 60er Jahre in einem besonderen Arbeitskreis der Fachkommission „Bauaufsicht“ die „Richtlinien für den Bau und Betrieb von Tragluftbauten“ erarbeitet und in den Jahren 1971/72 als Technische Baubestimmungen in den einzelnen Bundesländern eingeführt. Da die Entwicklung dieser Bauart noch nicht abgeschlossen war, wurde im Jahr 1973 auf Veranlassung des Ausschusses „Einheitliche Technische Baubestimmungen“ (ETB) der Arbeitsausschuß „Tragluftbauten“ im Normenausschuß Bauwesen gebildet, der auf der Grundlage der bauaufsichtlichen Richtlinien die vorliegende DIN-Norm erstmals aufgestellt hat.

Die Norm berücksichtigt unter anderem die inzwischen in Wirtschaft, Ingenieurwesen, Wissenschaft und Verwaltung gesammelten Erfahrungen mit den eingangs genannten Richtlinien.

Die weitere Entwicklung auf diesem Sachgebiet wird beobachtet, um deren Ergebnisse bei einer späteren Neufassung nach angemessener Frist zu berücksichtigen.

Zu den einzelnen Abschnitten werden folgende Erläuterungen gegeben:

#### Zu Abschnitt 1: Anwendungsbereich

Die vereinfachenden Angaben der Norm sind auf die Bedürfnisse der Baupraxis zugeschnitten. Sie beziehen sich daher auf die am meisten ausgeführten zylindrischen oder annähernd halbkugelförmigen Bauformen. Wesentlich andere Bauformen verlangen besondere technische Untersuchungen und Berechnungen.

Ausgenommen vom Anwendungsbereich sind sehr kleine Tragluftbauten mit höchstens 100 m<sup>2</sup> Grundfläche und höchstens 4 m Scheitelhöhe, wie sie bislang vorwiegend als Überdeckungen privater Schwimmbecken verwendet wurden, da in diesem Anwendungsbereich einzelne Anforderungen der Norm einen unverhältnismäßig hohen Aufwand verursachen würden. Den Nachteilen infolge Absinkens einer solchen Hülle, besonders bei Schwimmbad-Überdeckungen, kann z. B. durch folgende Maßnahmen begegnet werden:

## Zu Abschnitt 5.2: Zylinderförmige Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und kugelförmige Membranen

Die Näherungsgleichungen für die maßgebenden Schnittgrößen zylinderförmiger Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- und Rechteckgrundriß sowie kugelförmiger oder kappenförmiger Membranen unter Wind- und Nenn-Innendruckbelastung besitzen den einheitlichen Aufbau

$$n_w + p_i = n_w + n_{p_i} = \alpha \cdot q \cdot r + \beta \cdot p_i \cdot r,$$

der die lineare Superponierbarkeit der Schnittgrößen infolge  $\alpha$  und  $p_i$  voraussetzt.

Die Beiwerte  $\beta$  sind in den Gleichungen (2), (4), (6) und (8) bereits wie folgt berücksichtigt:

$$\begin{aligned} \text{Zylinder:} \quad & \beta_\varphi = 1,0 \text{ (Ringrichtung)} \\ & \beta_x = 0,5 \text{ (Längsrichtung)} \\ \text{Abschlußkuppel: } & \beta_\varphi = 0,5 \text{ (Meridianrichtung)} \\ \text{(bzw. Kugel)} & \beta_\theta = 0,5 \text{ (Breitenkreisrichtung)} \end{aligned}$$

Die Beiwerte  $\alpha$  – dargestellt in den Tabellen 4 und 5 – sind teils aus Versuchen, teils aus Finiten-Element-Berechnungen bei homogener Anströmung ermittelt worden, d. h. ihre Genauigkeit ist für diesen Fall ausreichend.

Im Einzelfall, insbesondere bei Abweichungen von den vorstehenden normalen Bauformen (siehe Bilder 1 und 2), sollte eine genauere numerische Berechnung der Schnittgrößen erfolgen. Wegen der Aufspaltung der Schnittgrößen in  $n_w$  und  $n_{p_i}$ , die für den Sicherheitsnachweis benötigt werden, siehe Erläuterungen zu Abschnitt 6.1.

## Zu Abschnitt 5.3: Hüllen mit Stützung durch Seile oder Seilnetze

Tragluftbauten mit engmaschiger Seilnetzstützung weisen ein ähnliches Tragverhalten auf wie nicht seilnetzgestützte Tragluftbauten. Deshalb dürfen die Seilkräfte aus den üblichen Membrankräften (ohne Berücksichtigung der Seile) abgeleitet werden, wobei die Membrankräfte für die am meisten ausgeführten Bauformen (zylinderförmige Membrane mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und kugelförmige Membranen) unter den Voraussetzungen des Abschnitts 5.3.2 mit Hilfe der Näherungsgleichungen ermittelt werden können. Bei wesentlicher Abweichung von den normalen Bauformen ist eine genauere Berechnung des stützenden Seilnetzes erforderlich.

## Zu Abschnitt 5.4: Verankerungskräfte aus Windlast und Nenn-Innendruck

Die angegebenen Näherungsgleichungen (9) und (10) beruhen auf numerischen Berechnungen. Die Abminderungsfaktoren 0,8 bzw. 0,6 sind dadurch begründet, daß die  $\alpha_\varphi$ -Werte der Tabelle 5 für die im gesamten Tragluftbau maximalen Schnittgrößen gelten, die vorwiegend im Zenitbereich der Abschlußkuppeln über Kreisgrundriß auftreten. Da die Schnittgrößen zu den Rändern hin abnehmen, können für die Berechnung der Gründung zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit geringere Kräfte eingesetzt werden. Bei Abschlußkuppeln über Rechteckgrundriß (Kappen) sind diese Abminderungen nicht berechtigt. Im zylindrischen Teil liegen die Verankerungskräfte nach Gleichung (9) auf der sicheren Seite. Ihre Richtung ergibt sich näherungsweise aus der Tabelle 7, deren Werte aus den Verformungen einer „dehnstarken Hülle“ ohne Behinderungen durch die Abschlußkuppeln ermittelt wurden und daher nicht mehr an den Übergängen zu den Abschlußkuppeln gelten.

## Zu Abschnitt 6.1: Festigkeitsnachweise für die Hülle und ihre Verbindungen

Die Festigkeitsnachweise für den Hüllenbaustoff, die Nähte und die Anschlüsse der Hülle erfolgen in den einzelnen Lastfällen nach Abschnitt 4.2.1 mit Teilsicherheitsbeiwerten entsprechend der Auftretenswahrscheinlichkeit der Lastarten und dem angestrebten Sicherheitsniveau.

Der Nachweis A gilt für die Bemessung bei extremer Windlast in den Herbst- und Winterstürmen bei der zugehörigen Temperatur.

Der Nachweis B erfaßt die Bemessung bei extremer Windlast im Sommer und der dann nach vorheriger starker Sonneneinstrahlung noch erhöhten Temperatur der Hülle.

Der Nachweis C soll die durch Dauerbeanspruchung herabgesetzte Tragfähigkeit der Hülle erfassen.

Bei der Verwendung von allgemein bauaufsichtlich zugelassenen PVC-beschichteten Polyestergeweben und ihren Verbindungen hat sich herausgestellt, daß die Lastfälle bzw. Nachweise B und C bei Bauformen nach Abschnitt 5.2 für die Bemessung nicht maßgebend sind.

Die Schnittgröße  $n_w$  (infolge Windlast) allein ist wegen des nichtlinearen Tragverhaltens der üblichen Hüllenwerkstoffe im unteren Lastbereich keine eindeutig erfaßbare Größe. Wegen der gleichzeitig erforderlichen Stabilisierung der Hülle durch den Innendruck berechnet man daher besser die Schnittgrößen  $n_w + p_i$  infolge Windlast plus Nenn-Innendruck. Der Rechenwert  $n_w$  ist dann die Differenz

$$n_w = n_w + p_i - n_{p_i}.$$

In dieser Weise sind die Beiwerte  $\alpha$  der Tabelle 4 ermittelt.

Die Teilsicherheitsbeiwerte können auch auf die Lasten angewendet werden. Die für die Bemessung maßgebenden Schnittgrößen ergeben sich dann aus der Kombination der entsprechend vergrößerten Lasten. Der Nachweis A hat in diesem Fall die Form

$$n_{g+1.1} + p_i + 1,6 \cdot w \leq \text{zul } n_{li}.$$

In die Ermittlung der lastseitigen Teilsicherheitsbeiwerte gehen die statistischen Kennwerte der Festigkeit auch ein. Hier wurde von PVC-beschichtetem Gewebe als Hüllenbaustoff ausgegangen. Die Festigkeitsnachweise können auch für vergleichbare neue Hüllenbaustoffe angewendet werden, deren entsprechende Kennwerte vorliegen. Die zulässigen Festigkeiten werden in Zulassungsbescheiden für den Hüllenbaustoff und die Nähte geregelt. Besteht eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nicht, so ist eine Zustimmung im Einzelfall durch die oberste Bauaufsichtsbehörde zu den aufgrund entsprechender Untersuchungen und Gutachten vorgesehenen Werten erforderlich. Als Basis wird im allgemeinen die 5%-Fraktile der Kurzzeitfestigkeit – beim Gewebe in Schußrichtung – bei einer Temperatur von 23 °C genommen.

- Festlegung des Innendruckes auf mindestens  $0,10 \text{ kN/m}^2$
- Ausbildung einer Schlupftür in der Hülle
- Anordnung von Auffangvorrichtungen bei Schwimmbad-Überdeckungen wie Einstiegsleitern mit mindestens 1 m über die Wasseroberfläche ragenden, gerundeten Handläufen.

Da bei diesen Überdeckungen auf schwerentflammbare Hüllenbaustoffe verzichtet wird, dürfen sie nicht zur Überdeckung brennbaren Lagerguts oder bei brandgefährdender Tätigkeit im Innern verwendet werden.

#### **Zu Abschnitt 2: Begriff**

Zum Verständnis und zur Erleichterung der Anwendung mußte der Begriff „Tragluftbauten“ eindeutig festgelegt werden. Tragluftkonstruktionen mit einem Anschluß der flexiblen Hülle an starre Außenwände oder an andere bauliche Anlagen sind durch die Begriffsbestimmung mit erfaßt, wenn tragendes Element die unter Überdruck gesetzte Luft des Innenraumes bleibt. Für den Begriff „Tragluftbauten“ ist es ferner unerheblich, ob die Hülle durch Seile oder Seilnetze verstärkt oder gestützt wird, wenn sie zusammen mit ihrer Verstärkung von der Luft des Innenraumes getragen wird.

Wird die Hülle nicht durch die Luft des Innenraumes, sondern durch Stützkonstruktionen getragen, auch wenn diese aus luftgefüllten Bauteilen wie Schläuchen oder Wülsten bestehen, handelt es sich um keinen Tragluftbau im Sinne dieser Norm. Dies gilt auch für Gebäude mit Überdachungen aus selbsttragenden Luftkissenkonstruktionen.

#### **Zu Abschnitt 3: Bautechnische Unterlagen**

Da Tragluftbauten grundsätzlich genehmigungsbedürftige bauliche Anlagen im Sinne des Bauaufsichtsrechts sind, müssen die Bauvorlagen den Anforderungen der Bauvorlagen-Verordnungen der Länder entsprechen. Da diese Bauart erheblich von herkömmlichen Bauarten abweicht, auf welche die Bauvorlagen-Verordnungen abgestimmt sind, nennt der Normtext ausdrücklich die Darstellungen in Plänen und die Nachweise, auf die es bei einem Tragluftbau besonders ankommt. Wegen ihrer Bedeutung für die Standsicherheit von Tragluftbauten gehören sowohl Betriebsbeschreibungen als auch Betriebsanweisungen zu den einzureichenden Bauvorlagen.

#### **Zu Abschnitt 4: Berechnungsgrundlagen**

Als Hüllenbaustoffe für Tragluftbauten werden beschichtete Gewebe verwendet, die als neue, noch nicht allgemein bewährte Baustoffe im Sinne der Bauordnungen der Länder gelten. Die Norm weist daher hinsichtlich der Baustoffeigenschaften und -kennwerte auf die in solchen Fällen erforderlichen Brauchbarkeitsnachweise hin. Die Lastannahmen sind im Zusammenhang mit den in Abschnitt 6.1 angegebenen Festigkeitsnachweisen zu sehen. Grundsätzlich wurden 3 extrem ungünstige Lastkombinationen als wesentlich für die Beurteilung der Standsicherheit von Tragluftbauten angesehen: Der „Wintersturm“, das „Sommergewitter“ und die „Dauerbeanspruchung“ (Materialermüdung unter Langzeitbelastung vor allem durch Innendruck). Da die in den Bemessungsgleichungen maßgeblichen Materialeigenschaften wesentlich von den Temperaturbedingungen und der klimatischen Vorgeschichte beeinflußt werden, mußten die Beschreibungen der Lasten und der Materialeigenschaften unter den angenommenen Bedingungen auf diese Lastkombinationen abgestimmt werden. Die Belastung durch den „Wintersturm“ wird durch die Windlasten nach DIN 1055 Teil 4 und die Temperaturbedingung  $20^\circ\text{C}$ , die Belastung durch das „Sommergewitter“ durch einen Windlastansatz von 60% der Windlast nach DIN 1055 Teil 4 und  $70^\circ\text{C}$  Temperatur erfaßt. Für die „Dauerbeanspruchung“ kann an Stelle einer aufwendigen Erfassung der Temperatur-Last-Ganglinie vereinfachend von einer Mitteltemperatur von  $20^\circ\text{C}$  ausgegangen werden.

Wie weit die Eigenlast der Hülle bei der Schnittgrößenermittlung vernachlässigt werden kann, ist bei mehrlagigen Hüllenwerkstoffen oder bei Sonderkonstruktionen zu überprüfen.

Ausreichender Innendruck soll vor allem die ausreichende Tragfähigkeit und Formstabilität bei Wind- und Schneebelastung sicherstellen. Tabelle 1 gibt hierzu für die am meisten ausgeführten Bauformen Werte an. Für Tragluftbauten als Fliegende Bauten gelten Sonderregelungen.

Zur Rechenvereinfachung können über die ganze Bauwerkshöhe konstante Staudrücke (Geschwindigkeitsdrücke) angenommen werden, die als integraler Mittelwert aus der in DIN 1055 Teil 4 angegebenen Verteilung des Staudrucks  $q$  zu entnehmen sind. Da die Spitzenwindgeschwindigkeiten nur innerhalb eines begrenzten Querschnittes gleichzeitig in voller Höhe auftreten können, sind in Abhängigkeit von der horizontalen Projektionsfläche des Bauwerkes Reduktionsfaktoren für den auf die Gesamtfläche einzusetzenden Spitzenstaudruck zugelassen.

Für die Annahme der Schneelast gilt grundsätzlich DIN 1055 Teil 5. Jedoch ist abweichend von den in DIN 1055 Teil 5, Ausgabe Juni 1975, Abschnitt 3.4.2 für Tragluftbauten genannten Sonderregelungen für den Fall der mechanischen Schneeräumung eine Mindestschneelast von  $s = 0,25 \text{ kN/m}^2$  festgesetzt, da nicht immer eine sofortige Schneeräumung möglich sein dürfte. Dies gilt auch für Tragluftbauten, die als Fliegende Bauten verwendet werden.

Hinsichtlich der Schneeabfuhr durch Beheizung und durch mechanische Vorrichtungen siehe auch die Erläuterungen zu Abschnitt 9.4.

#### **Zu Abschnitt 5.1: Grundlagen für die Ermittlung der Schnittgrößen**

Die Ermittlung der Schnittgrößen soll genauer erfolgen als nach den bisherigen „Richtlinien“, vor allem durch Berücksichtigung der Systemverformungen. Ausnahmen können bei gleichsinnig doppelt gekrümmten Membranen gemacht werden, wenn ein ausreichend großer Nenn-Innendruck sichergestellt ist.

Örtlich stark abweichende Schnittgrößen aus der Einleitung von Einzel- und Linienlasten oder aus Unstetigkeiten in Neigungen und Krümmungen in der Hülle sind unter Berücksichtigung der Verträglichkeitsbedingungen zu ermitteln. Eine Berechnung von Teiltragwerken (z. B. Zylinderteil und Abschlußkuppel getrennt) ist immer durch eine rechnerische Erfassung der Zusammenhangsbedingungen zu ergänzen.

Um den Berechnungsaufwand nach Möglichkeit zu verringern, können für häufig wiederkehrende Formen von Tragluftbauten entsprechend aufgestellte Tafeln und Näherungsgleichungen verwendet werden (siehe auch Erläuterungen zu Abschnitt 5.2).

**Zu Abschnitt 6.2: Bemessung der Seile und  
zu Abschnitt 6.3: Bemessung der Rand- und Anschlußbauteile**

Da das Konzept der Teilsicherheitsbeiwerte nur für die Hülle benutzt wird, können die Nachweise für die anderen Bauteile auf den Lastfall A nach Abschnitt 4.2.1 beschränkt werden.

Die Sicherheit dieser Bauteile richtet sich, soweit in dieser Norm nicht anders geregelt, nach den für diese Bauteile geltenden Normen und Anwendungsarten.

**Zu Abschnitt 6.4: Bemessung der Gründung**

Für die Bemessung der Gründung ist der Lastfall A nach Abschnitt 4.2.1 maßgebend.

**Zu Abschnitt 6.4.2: Erdanker**

Bei der vorgesehenen Ermittlung der aufnehmbaren Zugkräfte durch Ausziehversuche wird davon ausgegangen, daß der Boden längs der Verankerungslinie gleichförmig ist. Die Anker müssen bei stichprobenartiger Prüfung die genannte Ausziehkraft sicher tragen. Bei ungleichförmigen Böden sind gesonderte Überlegungen erforderlich. Dabei kann das in Absatz 4 von Abschnitt 6.4.2 angegebene Verfahren angewendet werden.

**Zu Abschnitt 6.5: Verträglichkeit der Verformungen**

Die freie Verformung der Hülle kann durch Schleusen und Anschlußbauteile oder auch durch Einbauten wie Regale u. ä. ständig oder zeitweise behindert sein. Dabei können Zusatzspannungen auftreten, die sicher aufgenommen werden müssen.

In der Regel muß davon ausgegangen werden, daß Beschädigungen eintreten, wenn die Hülle bei Verformung unter Wind- und Schneelasten feste Gegenstände innerhalb oder außerhalb des Tragluftbaues berührt. Daher ist der innere und äußere Bewegungsraum der Hülle unter Gebrauchslasten nach Abschnitt 4.2.1, Lastfall A, nachzuweisen. Es ist sicherzustellen, daß dieser Bewegungsraum von allen festen Gegenständen freigehalten wird.

**Zu Abschnitt 7: Bauliche Ausbildung**

Die Konstruktion und Herstellung von Traglufthallen erfordert besonderes technologisches Wissen und handwerkliche Erfahrung. Die Ausführungen dieser Norm können hierzu nur einige Grundsätze und Regeln geben.

**Zu Abschnitt 7.1: Hülle**

Die Hülle muß so zugeschnitten und gefertigt werden, daß unter vollem Innendruck die gebaute Form mit der geplanten Sollform übereinstimmt.

**Zu Abschnitt 7.2: Seile und Seilverbindungen**

Für die Ausführung der Seilkonstruktionen und ihrer Verbindungen gelten u. a. für Drahtseile aus Stahldrähten DIN 2078, DIN 3051 Teil 1 bis Teil 4, DIN 3052 bis DIN 3071, DIN 15 111 Teil 1 und Teil 2 und DIN 21 260, für Schäkel DIN 82 101, für Spannschlösser DIN 1480, DIN 48 334 und DIN 82 004, für Seilklemmen DIN 1142, für Preßklemmen DIN 3093 Teil 1 bis Teil 3 und für Kauschen DIN 3090, DIN 3091 und LN 6899.

**Zu Abschnitt 7.3: Gründung und Verankerung**

Die Befestigung der Hülle an den Verankerungen kann punktwise oder durchlaufend durch Randseile oder biegesteife Bauteile erfolgen. Bei allen Lastfällen ist in Abhängigkeit von der möglichen Hüllenverformung die Richtung der Verankerungskräfte zu berücksichtigen.

Eine Möglichkeit zur Beurteilung von aggressiven Böden als Grundlage für entsprechende Korrosionsschutzmaßnahmen bietet das DVGW-Arbeitsblatt „Merkblatt für die Beurteilung der Korrosionsgefährdung von Eisen und Stahl im Erdboden“, zu beziehen bei der ZfGW-Verlag GmbH, Postfach 90 10 80, 6000 Frankfurt/Main.

**Zu Abschnitt 7.4: Türen, Tore, Schleusen und starre Wandteile**

Zugänge und Einfahrten werden vorzugsweise als Schleusen ausgebildet. Es ist darauf zu achten, daß beide Schleusentore nicht gleichzeitig geöffnet sind. Ein entsprechendes Verbotsschild ist deutlich sichtbar an der äußeren Schleuse anzubringen. Die Schleusentore sind mit Klarsichtfenstern auszurüsten, so daß sich jeder vor dem Öffnen des äußeren Tores davon überzeugen kann, ob das innere Tor geschlossen ist.

**Zu Abschnitt 8: Erzeugung und Steuerung des Innendrucks**

Die Tragluftbauten werden durch die unter Überdruck gesetzte Luft des Innenraumes getragen. Mit entsprechender Sorgfalt sind daher die zur Aufrechterhaltung des Innen-Überdruckes erforderlichen Gebläseeinrichtungen auszulegen und zu überwachen.

**Zu Abschnitt 8.4.1**

Die 100%ige Luftförderreserve ist durch Installation eines zweiten Gebläses sicherzustellen.

Eine unabhängige Stromversorgung oder ein Verbrennungsmotor, wie unter Abschnitt 8.4.2 aufgeführt, wird hier für den Antrieb des zweiten Gebläses nicht gefordert. Bei Tragluftbauten nach Abschnitt 8.4.1 wird unterstellt, daß den Personen im Tragluftbau nach Ausfall des Gebläses genügend Zeit zum sicheren Verlassen bleibt und das zweite Gebläse kurze Zeit später eingeschaltet werden kann, um am ersten Gebläse Reparatur- oder auch Wartungsarbeiten durchführen zu können.

Es wird freigestellt, je nach Sicherheitsbedürfnis weitergehende Steuerungseinrichtungen vorzusehen.

**Zu Abschnitt 8.4.2 und Abschnitt 8.4.3**

Bei Tragluftbauten für mehr als 30 Personen gewinnen zusätzliche Erwägungen Bedeutung; vor allem ist darauf zu achten, daß bei Störfällen Panik verhindert wird.

**Zu Abschnitt 9: Betrieb und Überwachung (Betriebsanweisung)**

Die Bedeutung des Überdruckes der Luft im Innenraum zur Stützung des Tragluftbaues erfordert besondere betriebliche Maßnahmen zu seiner Sicherstellung und zur Überwachung der Gebläse. Im Abschnitt 9 sind hierfür Anweisungen zusammengestellt. Die Verantwortung des Betreibers oder eines von ihm beauftragten sachkundigen, in die jeweiligen Betriebsbedingungen eingewiesenen Vertreters für die Einhaltung dieser Anweisungen wird besonders herausgestellt.

**Zu Abschnitt 9.1: Verantwortliche Aufsichtspersonen**

Bei Tragluftbauten, die zur Aufnahme einer größeren Personenzahl, d. h. für mehr als 30 Personen bestimmt sind, muß eine verantwortliche Aufsichtsperson anwesend sein, solange sich mehr als 30 Personen im Tragluftbau aufhalten. Sie soll bei Druckabfall, der unter anderem durch stärkere Bewegungen der Hülle sichtbar wird, den richtigen Innendruck schnell wieder herstellen können.

**Zu Abschnitt 9.2: Überprüfungen**

Die Gebläse zur Aufrechterhaltung des Nenn-Innendruckes und ihre Motoren müssen laufend überwacht werden. Die im Normtext erwähnten „angemessenen Zeitabstände“ für deren Prüfung auf Betriebstauglichkeit richten sich nach der Größe und Art der Nutzung des Tragluftbaues sowie nach den klimatischen Umständen. Tragluftbauten für regelmäßigen Personenaufenthalt wie Sporthallen oder Tragluftbauten bei Lage in überdurchschnittlich windanfälligen Gebieten verlangen eine häufigere Überprüfung. Ebenso sollen Überprüfungen in dichteren Zeitabständen im Winter wegen der mit Schneefall verbundenen zusätzlichen Belastungen auch bei den Verbrennungsmotoren der Ersatzgebläse durchgeführt werden.

**Zu Abschnitt 9.4: Einschalten der Heizung**

Die in Abschnitt 9.4 erwähnte Mindesttemperatur für die Schneebeseitigung kann mit 8 bis 12 °C in der Nähe des Scheitels des Traglufttraumes angenommen werden. Zu ihrer Kontrolle muß im Scheitel ein Temperaturfühler installiert werden, dessen Meßwerte in der Nähe des Hauptzuganges abzulesen sind. Auf ausreichende Beheizung kann verzichtet werden, wenn Vorrichtungen zur mechanischen Schneeräumung bei einsetzendem Schneefall schnell benutzt werden können. Sie sollen vom Gelände aus bedient werden können, damit man nicht auf die Hülle zu steigen braucht. Bei sehr langen Tragluftbauten empfiehlt es sich, mehr als eine Schneeräum-Vorrichtung vorzusehen (Abstände etwa 30 bis 40 m).

Eine solche Vorrichtung kann z. B. aus einem dicken Holzbrett bestehen, dessen Kanten gut abgerundet sein müssen (Verletzungsgefahr für die Hülle!). An den Schmalseiten des Brettes werden so lange Seile befestigt, daß diese Vorrichtung vom Boden aus über den gesamten Zylinderbogen des Tragluftbaues reicht. Durch Hin- und Herziehen des Brettes auf der Hülle rutscht der Schnee seitlich ab.

Da sich nasser Schnee mit seinem relativ hohen Gewicht auf einem unbeheizten oder nicht ausreichend beheiztem Tragluftbau ablagert und die Hülle eindrücken kann, ist erforderlichenfalls auch die Wirksamkeit der Schneeräum-Vorrichtung rechtzeitig zu überprüfen.

**Zu Abschnitt 9.5: Sicherung des freizuhaltenden Raumes**

Die Betriebsanweisung verlangt, daß auf geeignete Weise der nach Abschnitt 6.5 der Norm von festen Gegenständen freizuhaltende Raum beachtet wird und auch nicht von Lagergut beansprucht wird. Um bei Sturm Hüllenbeschädigungen auszuschließen, ist zu prüfen, ob Einbauten das nutzbare Profil einhalten, z. B. durch herabhängende Bleiperlenschnüre, durch Stapelgrenzen mit Angabe der maximalen Stapelhöhen und durch Bereithaltung von Meßplatten. In als Lagerhallen genutzten Tragluftbauten ohne fest vorgegebene Einbauten muß der freizuhaltende Raum in Schnittzeichnungen angegeben werden, die in der Nähe des Hauptzuganges angebracht sind.

An festen Einbauten, die bis an die Grenze des nutzbaren Profils heranreichen, dürfen keine scharfkantigen Teile vorsehen.

**Zu Abschnitt 9.6: Anzubringende Schilder und Meßeinrichtungen**

Damit im Störfall die erforderlichen Hinweise zur Behebung schnell gefunden werden können, müssen in unmittelbarer Nähe des Hauptzuganges an gut sichtbarer Stelle Schilder mit entsprechenden Angaben angebracht werden.

**Internationale Patentklassifikation**

E 04 B 1/345



232374

**DIN 68 800 Teil 2**  
**Holzschutz im Hochbau**  
**Vorbeugende bauliche Maßnahmen**

RdErl. d. Ministers für Landes- und Stadtentwicklung  
v. 24. 9. 1984 - V B 3 - 519.100

## 1. Die Norm

DIN 68 800 Teil 2, Ausgabe Januar 1984,  
- Holzschutz im Hochbau; vorbeugen-  
de bauliche Maßnahmen

Anlage

wird hiermit nach § 3 Abs. 3 der Landesbauordnung  
(BauO NW) als technische Baubestimmung bauauf-  
sichtlich eingeführt. Die Norm wird als Anlage be-  
kanntgegeben.

DK 674.048 : 691.11 : 624.9 : 699.8

DEUTSCHE NORM

Anlage  
Januar 1984

# Holzschutz im Hochbau

## Vorbeugende bauliche Maßnahmen

**DIN**  
**68 800**  
Teil 2

Protection of timber used in buildings; preventive constructional measures

Ersatz für Ausgabe 05.74

### 1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für tragende oder aussteifende Teile aus Holz oder Holzwerkstoffen.

Sie gibt Hinweise für vorbeugende bauliche Maßnahmen zur Erhaltung von Holz und Holzwerkstoffen und der Brauchbarkeit der Konstruktionen.

Zusätzlich werden für tragende oder aussteifende Holzwerkstoffe die erforderlichen Holzwerkstoffklassen in Abhängigkeit vom Anwendungsbereich festgelegt.

Diese Norm gilt nicht für Teile mit Erdkontakt oder ständiger Berührung mit Wasser.

Anmerkung: Für nicht tragende und nicht aussteifende Teile wird die Anwendung dieser Norm empfohlen.

### 2 Begriff

Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Sinne dieser Norm sind alle konstruktiven und bauphysikalischen Maßnahmen, die eine unzuträgliche Veränderung des Feuchtegehaltes von Holz und Holzwerkstoffen (Feuchtegehalt nach DIN 52 183) verhindern sollen.

Anmerkung: Eine unzuträgliche Veränderung des Feuchtegehaltes liegt insbesondere dann vor, wenn hierdurch Voraussetzungen für Pilzbefall geschaffen werden oder durch übermäßige Verformungen (Schwinden oder Quellen) die Brauchbarkeit der Konstruktion beeinträchtigt wird.

### 3 Feuchte während Transport, Lagerung und Einbau

#### 3.1 Transport und Lagerung

Beim Transport und bei der Lagerung von Holz, Holzwerkstoffen und Holzbauteilen ist durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, daß sich ihr Feuchtegehalt durch nachteilige Einflüsse, z. B. aus Bodenfeuchte, Niederschlägen sowie infolge Austrocknung, nicht unzuträglich verändert.

#### 3.2 Einbau

**3.2.1** Holz und Holzwerkstoffe sind mit möglichst dem Feuchtegehalt einzubauen, der während der Nutzung als Mittelwert zu erwarten ist (Gleichgewichtsholzfeuchte). Für die Gleichgewichtsholzfeuchte gelten die in DIN 1052 Teil 1 angegebenen Werte. Diese Werte dürfen vereinfacht auch für Sperrholz und Spanplatten zugrunde gelegt werden; bei Holzfaserplatten liegen die Werte um etwa 3 %, bezogen auf das Darrgewicht der Platten, niedriger.

Werden Holz und Holzwerkstoffe mit einem höheren Feuchtegehalt als der o. g. Gleichgewichtsholzfeuchte eingebaut, so ist folgendes zu beachten:

- Wird Holz mit mehr als 20 % Holzfeuchte eingebaut, dann muß sichergestellt werden, daß die überschüssige Feuchte bald und ohne Beeinträchtigung der gesamten Konstruktion entweichen kann.
- Bei Holzwerkstoffen sind die Bedingungen der Tabelle 1 einzuhalten.

Andere Bau- und Dämmstoffe sind so trocken einzubauen, daß daraus keine Gefährdung für die angrenzenden Teile aus Holz und Holzwerkstoffen entsteht.

**3.2.2** Während und nach Einbau sind Holzwerkstoffe unverzüglich vor Niederschlägen zu schützen.

Ebenso ist eine unzuträgliche Feuchteerhöhung von Holz und Holzwerkstoffen als Folge hoher Baufeuchte (direkte Feuchteeinwirkung oder indirekte, z. B. aus hoher relativer Luftfeuchte) zu verhindern, z. B. in massiven Neubauten, wie Mauerwerksbauten mit Ortbetondecken.

### 4 Feuchte im Gebrauchszustand

#### 4.1 Niederschläge

Durch bauliche Maßnahmen sollen Niederschläge vom Holz entweder ferngehalten (erforderliche Schutzklasse 2 nach DIN 68 800 Teil 3) oder schnell abgeleitet werden (erforderliche Schutzklasse 3).

Holzwerkstoffe sind mit einem dauerhaft wirksamen Wetterschutz zu versehen.

#### 4.2 Nutzungsfeuchte

In Bereichen mit starker direkter Feuchtebeanspruchung der Oberflächen (z. B. durch Spritzwasser in Duschen) ist das Eindringen von Feuchte in die Bauteile zu verhindern. Holzwerkstoffe sind in diesen Fällen unter besonderer Beachtung der Schnittflächen mit einem dauerhaft wirksamen Schutz (z. B. Beschichtungen, Bekleidungen) zu versehen.

#### 4.3 Angrenzende Stoffe oder Bauteile

Das Eindringen von Feuchte in die Bauteile aus angrenzenden Bau- und Dämmstoffen oder Bauteilen ist zu verhindern.

#### 4.4 Tauwasser

Für den Tauwasserschutz, sowohl für die raumseitige Oberfläche als auch für den Querschnitt von Bauteilen, gilt DIN 4108 Teil 3.

**4.5 Ständig hohe relative Luftfeuchte**

Sind Holzwerkstoffe ständig einer hohen relativen Luftfeuchte ausgesetzt, so sind die Holzwerkstoffklasse 100 G sowie ein entsprechender, dauerhaft wirksamer Oberflächenschutz erforderlich. Der Einsatz von Holzwerkstoffen als untere Beplankung von Decken über nicht belüfteten Hohlräumen über Erdreich (Kriechkeller) ist unzulässig.

**5 Tragende oder aussteifende Holzwerkstoffe; Holzwerkstoffklassen**

Hinsichtlich der Feuchtebeständigkeit der Holzwerkstoffe wird zwischen den Holzwerkstoffklassen 20, 100 und 100 G unterschieden.

In Tabelle 1 werden für die einzelnen Holzwerkstoffklassen die Höchstwerte der Feuchte angegeben, die während des Gebrauchszustandes nicht überschritten werden dürfen.

**Tabelle 1. Höchstwerte der Feuchte von Holzwerkstoffen max.  $u_{gl}$  in %, bezogen auf das Darrgewicht, im Gebrauchszustand**

Holzwerkstoffklasse	max. $u_{gl}$ (%)
20	15 <sup>1)</sup>
100	18
100 G	21
<sup>1)</sup> Für Holzfaserplatten beträgt der Höchstwert $u_{gl}$ 12 %	

Für die häufigsten Anwendungsfälle in der Praxis sind in Tabelle 2 die erforderlichen Holzwerkstoffklassen aufgeführt. Nicht genannte Fälle sind für die Bestimmung der erforderlichen Holzwerkstoffklasse sinngemäß einzuordnen.

**Tabelle 2. Erforderliche Holzwerkstoffklassen**

Nr	Anwendungsbereich	Holzwerkstoffklasse
<b>1</b>	<b>Raumseitige Beplankung von Wänden, Decken und Dächern</b>	
1.1	In Wohngebäuden sowie in Gebäuden mit vergleichbarer Nutzung <sup>1)</sup>	
1.1.1	Allgemein, außer Nr 1.1.2 bis Nr 1.1.4	20
1.1.2	Obere Beplankung von nicht belüfteten <sup>2)</sup> Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen ohne ausreichende Dämmschichtauflage mit ausreichender Dämmschichtauflage ( $1/\Lambda \geq 0,75 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ ) <sup>4)</sup>	100 G 20
1.1.3	In Bereichen mit starker direkter Feuchtebeanspruchung der Oberfläche (z. B. in Duschen)	100 G
1.1.4	In Neubauten mit sehr hoher Baufeuchte (z. B. Massivbau mit sehr hoher Feuchteabgabe)	100 G <sup>3)</sup>
1.2	In Räumen mit langfristig sehr hoher relativer Luftfeuchte (z. B. Ställe)	100 G
<b>2</b>	<b>Außenbeplankung von Außenwänden</b> Hohlraum zwischen Außenbeplankung und Wetterschutz	
2.1	ausreichend belüftet <sup>2)</sup>	100
2.2	nicht oder nicht ausreichend belüftet <sup>2)</sup>	100 G
2.3	nicht vorhanden	100 G
<b>3</b>	<b>Obere Beplankung von Dächern, tragende oder aussteifende Dachschalungen</b>	100 G
<sup>1)</sup> Dazu zählen auch nicht ausgebaute Dachräume von Wohngebäuden. Für obere Beplankungen von Dächern sowie für tragende oder aussteifende Dachschalungen ist – auch wenn sie mit der Raumluft in Verbindung stehen – die Anforderung nach Zeile 3 maßgebend. <sup>2)</sup> Hohlräume gelten im Sinne dieser Norm als ausreichend belüftet, wenn die Größe der Zu- und Abluftöffnungen mindestens je 2 ‰ der zu belüftenden Fläche, bei Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen mindestens jedoch 200 cm <sup>2</sup> je m Deckenbreite beträgt. <sup>3)</sup> Bei Bau-Furniersperrholz ist auch die Holzwerkstoffklasse 100 zulässig. <sup>4)</sup> Wärmedurchlaßwiderstand $1/\Lambda$ ; Berechnung nach DIN 4108 Teil 5		

## 6 Zuordnung der Plattentypen

Tabelle 3. Zuordnung der Bauplatten-Typen zu den Holzwerkstoffklassen

Holzwerkstoff	Norm	Plattentyp für die Holzwerkstoffklasse 1)		
		20	100	100 G
<b>Sperrholz</b>				
Bau-Furniersperrholz	DIN 68 705 Teil 3	BFU 20	BFU 100	BFU 100 G
Bau-Furniersperrholz aus Buche	DIN 68 705 Teil 5	—	BFU-BU 100	BFU-BU 100 G
Bau-Stabsperrholz	DIN 68 705 Teil 4	BST 20	BST 100	BST 100 G
Bau-Stäbchensperrholz	DIN 68 705 Teil 4	BSTAE 20	BSTAE 100	BSTAE 100 G
<b>Spanplatten</b>				
Flachpreßplatten für das Bauwesen	DIN 68 763	V 20	V 100	V 100 G
Beplankte Strangpreßplatten für das Bauwesen	DIN 68 764 Teil 1	SV 1, SR 1	SV 2, SR 2 2)	—
Beplankte Strangpreßplatten für die Tafelbauart	DIN 68 764 Teil 2	TSV 1	TSV 2 2)	—
<b>Holzfaserplatten</b>				
Harte Holzfaserplatten für das Bauwesen	DIN 68 754 Teil 1	HFH 20	—	—
Mittelharte Holzfaserplatten für das Bauwesen	DIN 68 754 Teil 1	HFM 20	—	—
<p>1) Das Zeichen „—“ bedeutet, daß hierfür keine Norm besteht.</p> <p>2) Werden Strangpreßplatten für den Bereich der Holzwerkstoffklasse 100 nicht in den Abmessungen, wie sie das Werk verlassen, angewendet, sondern ausnahmsweise auf der Verwendungsstelle geschnitten oder gefräst, so ist an den Rändern ein mindestens 15 mm breiter Vollholzeinleimer oder ein gleichwertiger Feuchteschutz anzuordnen.</p>				

**Zitierte Normen**

- DIN 1052 Teil 1 Holzbauwerke; Berechnung und Ausführung  
 DIN 4108 Teil 3 Wärmeschutz im Hochbau; Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen und Hinweise für Planung und Ausführung  
 DIN 4108 Teil 5 Wärmeschutz im Hochbau; Berechnungsverfahren  
 DIN 52 183 Prüfung von Holz; Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes  
 DIN 68 705 Teil 3 Sperrholz; Bau-Furniersperrholz  
 DIN 68 705 Teil 4 Sperrholz; Bau-Stabsperrholz, Bau-Stäbchensperrholz  
 DIN 68 705 Teil 5 Sperrholz; Bau-Furniersperrholz aus Buche  
 DIN 68 754 Teil 1 Harte und mittelharte Holzfaserplatten für das Bauwesen; Holzwerkstoffklasse 20  
 DIN 68 763 Spanplatten; Flachpreßplatten für das Bauwesen; Begriffe, Eigenschaften, Prüfung, Überwachung  
 DIN 68 764 Teil 1 Spanplatten; Strangpreßplatten für das Bauwesen; Begriffe, Eigenschaften, Prüfung, Überwachung  
 DIN 68 764 Teil 2 Spanplatten; Strangpreßplatten für das Bauwesen; Beplankte Strangpreßplatten für die Tafelbauart  
 DIN 68 800 Teil 3 Holzschutz im Hochbau; Vorbeugender chemischer Schutz von Vollholz

**Weitere Normen**

- DIN 4074 Teil 1 Bauholz für Holzbauteile; Gütebedingungen für Bauschnittholz (Nadelholz)  
 DIN 52 175 Holzschutz; Begriff, Grundlagen  
 DIN 68 800 Teil 1 Holzschutz im Hochbau; Allgemeines  
 DIN 68 800 Teil 4 Holzschutz im Hochbau; Bekämpfungsmaßnahmen gegen Pilz- und Insektenbefall  
 DIN 68 800 Teil 5 Holzschutz im Hochbau; Vorbeugender chemischer Schutz von Holzwerkstoffen

**Frühere Ausgaben**

DIN 68 800: 09.56; DIN 68 800 Teil 2: 05.74

**Änderungen**

Gegenüber der Ausgabe Mai 1974 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

Inhalt vollständig überarbeitet und wesentlich gestrafft, da alle konstruktiven Details in einem zusätzlichen Kommentar beschrieben werden sollen und z. B. der Tauwasserschutz in DIN 4108 Teil 3 „Wärmeschutz im Hochbau; Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen und Hinweise für Planung und Ausführung“ geregelt ist.

Zur Vermeidung von Schäden sind Holzwerkstoffe in Zukunft stets mit einem dauerhaft wirksamen Wetterschutz zu versehen. Für die Holzwerkstoffklasse 100 G wird die zulässige Feuchtebeanspruchung begrenzt.

Die Tabelle 2 enthält im Gegensatz zur Tabelle 2 der Ausgabe Mai 1974 nicht mehr Beispiele für die Anwendungsbereiche der Holzwerkstoffklassen, sondern Anforderungen.

**Erläuterungen**

Die Ausgabe Mai 1974 von DIN 68 800 Teil 2 wurde vom NAHOLZ-Arbeitsausschuß 3.3 „Holzschutz im Hochbau“, UA 3.3.2 „Konstruktiver Holzschutz“ unter Geschäftsführung des NAHOLZ überarbeitet.

Werden für tragende oder aussteifende Holzwerkstoffe nicht allgemein gebräuchliche und nicht allgemein bewährte Schutzmaßnahmen vorgesehen (siehe Abschnitte 4.1, 4.2 und 4.5), so kann der Nachweis ihrer dauerhaften Wirksamkeit durch ein Prüfzeugnis einer dafür sachkundigen Prüfstelle geführt werden. Als solche Stellen sind insbesondere für den Nachweis der dauerhaften Wirksamkeit des Wetterschutzes z. Z. bekannt:

Forschungs- und Materialprüfungsanstalt Baden-Württemberg FMFA – Otto-Graf-Institut –, Stuttgart,  
 Fraunhofer-Institut für Holzforschung WKI, Braunschweig.



**Einzelpreis dieser Nummer 35,- DM**

Bestellungen, Anfragen usw. sind an den August Bagel Verlag zu richten. Anschrift und Telefonnummer wie folgt für

**Abonnementsbestellungen:** Grafenberger Allee 100, Tel. (02 11) 68 88/2 38 (8.00–12.30 Uhr), 4000 Düsseldorf 1

Bezugspreis halbjährlich 81,40 DM (Kalenderhalbjahr). Jahresbezug 162,80 DM (Kalenderjahr), zahlbar im voraus. Abbestellungen für Kalenderhalbjahresbezug müssen bis zum 30. 4. bzw. 31. 10., für Kalenderjahresbezug bis zum 31. 10. eines jeden Jahres beim Verlag vorliegen.

**Die genannten Preise enthalten 7% Mehrwertsteuer**

**Einzelbestellungen:** Grafenberger Allee 100, Tel. (02 11) 68 88/2 41, 4000 Düsseldorf 1

Einzellieferungen gegen Voreinsendung des vorgenannten Betrages zuzügl. Versandkosten (je nach Gewicht des Blattes), mindestens jedoch DM 0,80 auf das Postscheckkonto Köln 85 16-507. (Der Verlag bittet, keine Postwertzeichen einzusenden.) Es wird dringend empfohlen, Nachbestellungen des Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen möglichst innerhalb eines Vierteljahres nach Erscheinen der jeweiligen Nummer beim Verlag vorzunehmen, um späteren Lieferschwierigkeiten vorzubeugen. Wenn nicht innerhalb von vier Wochen eine Lieferung erfolgt, gilt die Nummer als vergriffen. Eine besondere Benachrichtigung ergeht nicht.

Herausgegeben von der Landesregierung Nordrhein-Westfalen, Haroldstraße 5, 4000 Düsseldorf 1

Verlag und Vertrieb: August Bagel Verlag, Grafenberger Allee 100, 4000 Düsseldorf 1

Druck: A. Bagel, Graphischer Großbetrieb, 4000 Düsseldorf 1

ISSN 0341-194 X