

Stahlbau
Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung)
 Berechnungsgrundlagen Vorschriften

DIN
4114
 Blatt 1

Steel structures; stability (buckling, overturning, bulging), method of calculation, regulations

I n h a l t

- | | |
|--|--|
| <p>1 Allgemeines</p> <p>2 Geltungsbereich</p> <p>Knickung der Druckstäbe</p> <p>3 Grundsätzliches</p> <p> Gerade, planmäßig mittig gedrückte Stäbe</p> <p>4 Allgemeines</p> <p>5 Höchstzulässiger Schlankheitsgrad</p> <p>6 Knicklänge</p> <p>7 Einteilige Druckstäbe von gleichbleibendem Querschnitt</p> <p>8 Mehrteilige Druckstäbe von gleichbleibendem Querschnitt</p> <p>9 Dünnwandige Teile von Druckstäben</p> <p> Gerade, planmäßig außermittig gedrückte Stäbe;
 Beanspruchung auf Druck und Biegung</p> <p>10 Gerade, planmäßig außermittig gedrückte Stäbe von gleichbleibendem Querschnitt</p> | <p>Druckgurte und Druckstäbe mit federnder Querstützung einschließlich Hilfsstäbe zum Abstützen von Druckstäben</p> <p>11 Allgemeines</p> <p>12 Näherungsverfahren</p> <p>Bogenträger</p> <p>13 Knickung symmetrischer Bogenträger</p> <p>Rahmen</p> <p>14 Knicklänge der Stiele freistehender Rechteckrahmen</p> <p>Kippung der Träger</p> <p>15 Kippsicherheit von Trägern mit I-Querschnitt</p> <p>Beulung der Stegbleche vollwandiger Träger</p> <p>16 Allgemeines</p> <p>17 Nachweis der erforderlichen Beulsicherheit</p> <p>18 Aussteifung von Stegblechen</p> |
|--|--|

1 Allgemeines

Es ist besonders sorgfältig zu untersuchen, ob in Stahltragwerken oder Teilen von Stahltragwerken instabile Gleichgewichtszustände auftreten können. Die Stabilität des Gleichgewichtes eines Stahltragwerkes muß nicht nur im fertigen Zustand, sondern auch in jedem Bau- und Umbauzustand gesichert sein. Ein wichtiges Mittel zur Sicherstellung der Stabilität sind die Verbände. Sie sind so auszubilden, daß sie die einzelnen Bauteile und das ganze Tragwerk am seitlichen Ausweichen hindern und auf diese Weise eine hinreichend hohe Lage der Stabilitätsgrenze gewährleisten.

2 Geltungsbereich

Die Berechnungsgrundlagen für Stabilitätsfälle im Stahlbau (Knickung, Kippung, Beulung) DIN 4114 gelten im Rahmen der folgenden Bestimmungen:

- a) DIN 1050 Berechnungsgrundlagen für Stahl im Hochbau
- b) DIN 4100 Vorschriften für geschweißte Stahlhochbauten

- c) DIN 1073 Berechnungsgrundlagen für stählerne Straßenbrücken
- d) DIN 4101 Vorschriften für geschweißte, vollwandige, stählerne Straßenbrücken
- e) DIN 120 Berechnungsgrundlagen für Stahlbauteile von Kranen und Kranbahnen
- f) DIN 4111 Stählerne Bohrtürme für Tiefbohrungen, stählerne Fördertürme für Erdölgewinnung
- g) DIN 4112 Berechnungsgrundlagen für fliegende Bauten
- h) DIN 4115 Stahlleichtbau und Stahlrohrbau im Hochbau
- i) Deutsche Bundesbahn, Berechnungsgrundlagen für stählerne Eisenbahnbrücken (BE)
- k) Deutsche Bundesbahn, Vorläufige Vorschriften für geschweißte vollwandige Eisenbahnbrücken
- l) Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen (VDE 0210)
- m) Berechnungsgrundlagen für Abraumförderbrücken
- n) Berechnungsgrundlagen für Fördergerüste.

Fortsetzung Seite 2 bis 20

Knickung der Druckstäbe

3 Grundsätzliches

Im allgemeinen Fall des gedrückten Stabes, bei dem Schwerachse (S), Schubmittelpunktschse (M) und Lastwirkungslinie (P) nicht zusammenfallen (vgl. Bild 1), tritt beim seitlichen Ausweichen des Stabes sowohl eine Verbiegung als auch eine Verdrehung ein, wobei im allgemeinen die Verbindungslinie der Drillruhepunkte (D) mit keiner der genannten drei Linien zusammenfällt und bei geeigneten Randbedingungen an den Stabenden auch eine Kurve sein kann. Diese Art des Ausweichens wird mit **Biegedrillknickung** bezeichnet. Je nach Lage des Lastangriffspunktes und Form des Querschnittes ergeben sich als Sonderfälle die **Biegeknickung** mit ausschließlicher Verbiegung des Stabes um eine Hauptachse (gekennzeichnet im elastischen Bereich durch die Euler-Formeln) und die **Drillknickung** mit ausschließlicher Verdrehung des Stabes um die dann mit der Schubmittelpunktschse (M) und der Lastwirkungslinie (P) zusammenfallende Schwerachse (S). Hierzu geben die Richtlinien Ri 3 weitere Erläuterungen.

S = Schwerpunkt
P = Lastangriff
M = Schubmittelpunkt
D = Drillruhepunkt

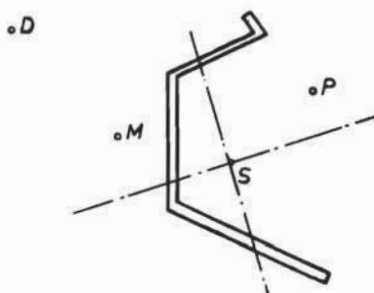


Bild 1

Gerade, planmäßig mittig gedrückte Stäbe

4 Allgemeines

Als gerade, mittig gedrückte Stäbe gelten nur die, die nach dem Bau-Entwurf als solche angegeben sind. Stäbe, deren Druckkraft außermittig an einem planmäßig bekannten Hebel angreift oder deren Achse schon im lastfreien Zustand eine Krümmung von planmäßig festgelegter Größe hat, oder Stäbe, die außer der Druckkraft noch Querlasten oder Kräftepaare zu tragen haben, sind nach Abschnitt 10 zu berechnen. Bei waagrecht oder schräg liegenden Druckstäben, deren auf die waagerechte Ebene projizierte Netzlänge mehr als 6,00 m beträgt, ist die Wirkung des Eigengewichtes nach Abschnitt 10.05 zu berücksichtigen.

5 Höchstzulässiger Schlankheitsgrad

Der Schlankheitsgrad λ der Druckstäbe (Abschnitt 7) darf nicht größer als 250 sein. Insonderheit gilt folgendes: Im Brückenbau (ausschließlich der Abraumförderbrücken) darf der Schlankheitsgrad der Druckstäbe den Wert $\lambda = 150$ nicht überschreiten; Füllstäbe von Verbänden, die nur durch Zusatzkräfte belastet werden, oder Hilfsstäbe, die gedrückte Gurte nur gegen das Ausknicken sichern (Abschnitt 12.4), dürfen jedoch Schlankheitsgrade bis 200 aufweisen. Bei mehrteiligen Druckstäben ist hier der ideale Schlankheitsgrad (Abschnitt 8) einzuführen. Für Gittermaste von Starkstromfreileitungen entfällt die Begrenzung der Schlankheit.

6 Knicklänge

6.1 Allgemeines

6.11 Die Bemessung von Druckstäben mit gleichbleibender Querschnittsfläche F , jedoch mit beliebiger Lagerung oder veränderlichen Normalkräften oder mit Druckkräften, die ihre Richtung während des Ausknickens nicht beibehalten, darf zurückgeführt werden auf das Verfahren des Abschnittes 7 zur Bemessung von Stäben mit gelenkiger Lagerung und an den Enden angreifenden richtungstreuen Druckkräften. Es ist dazu als wirk-same Knicklänge eine gedachte Länge $s_K = \beta s$ einzuführen, worin s die Netzlänge des Stabes bedeutet.

In der Regel wird vorausgesetzt, daß die beiden Enden des Stabes durch Verbände, Scheiben, Zugglieder oder nach Abschnitt 12 gegen seitliches Ausweichen gesichert sind. Hierbei ist die Wirkung einer Einspannung und Verhinderung der Querschnittsverwölbung unberücksichtigt zu lassen, wenn von den im weiteren angeführten Ausnahmefällen abgesehen und kein genaueres, auch das Verhalten der einspannenden Stäbe (also der gesamten Stabverbindung) berücksichtigender Nachweis erbracht wird. Die Stabenden sind demnach als gelenkig festgehalten anzusehen, und die Knicklänge s_K ist der Netzlänge s gleichzusetzen. Ist die Voraussetzung unverschieblich festgehaltener Stabenden nicht erfüllt, so kann die Knicklänge s_K erheblich größer als die Netzlänge s sein ($\beta > 1$).

6.12 Beim Anschluß von Hilfsstäben, die einen Druckstab gegen das seitliche Ausknicken sichern sollen, ist darauf zu achten, daß auch die abstehenden Teile (Flanschen) des Druckstabes gegen das seitliche Ausweichen gesichert sind.

6.2 Gurtstäbe von Fachwerken und Endstreben von Trapezträgern

6.21 Für das Ausknicken in der Fachwerkebene gilt $s_K = s$.

6.22 Für das Ausknicken rechtwinklig zur Fachwerkebene gelten folgende Festsetzungen: Sind die Knotenpunkte seitlich unverschieblich festgehalten, so ist $s_K = s$.

Sind die Knotenpunkte nur federnd quergestützt, so gelten die Vorschriften des Abschnittes 11 und 12.

Sind die Knotenpunkte a und b in beiden Fachwerkebenen seitlich unverschieblich festgehalten, wirken aber in den beiden Hälften der Stablänge verschiedene große Druckkräfte S_1 und $S_2 < S_1$ (Bild 2), so ist der Stab mit der Druckkraft S_1 und der Knicklänge $s_K = s \cdot (0,75 + 0,25 \cdot S_2/S_1)$ zu berechnen.

6.3 Streben und Pfosten von Fachwerken

6.31 Für das Ausknicken in der Fachwerkebene und das Drillknicken gilt für s_K der Abstand s_a der nach der Zeichnung geschätzten Schwerpunkte der Anschlußnietgruppen oder Schweißanschlüsse an den beiden Stabenden. Wird der Stab von einem anderen Stab gekreuzt, so darf der Kreuzungspunkt in der Fachwerkebene als unverschieblich angesehen werden, wenn die sich kreuzenden Stäbe durch mindestens ein Viertel der zum Anschluß des gedrückten Stabes erforderlichen Niete oder eine nach den Vorschriften gleichwertige Schweißverbindung miteinander verbunden sind.

6.32 Für das Ausknicken rechtwinklig zur Fachwerkebene gelten die folgenden Festsetzungen:

Ist der Stab an den beiden Enden unverschieblich festgehalten, so gilt $s_K = s$. Bildet er zusammen mit einem Querträger oder einem anderen Stab ein biegesteifes System, so gilt $s_K = s \cdot \beta$, wobei β nach den Vorschriften des Abschnittes 11 zu bestimmen ist.

nicht querverschieblichen Rahmen (Bild 3a), so darf $s_K = 0,8 \cdot s$ gesetzt werden. Gehört der Fachwerkstab einem geschlossenen, nicht querverschieblichen biegesteifen Rahmen an (Bild 3b), so darf $s_K = 0,7 \cdot s$ gesetzt werden. Für querverschiebliche Rahmen gilt der Abschnitt 14.

- 6.33 Besteht der Stab aus einem einzelnen Winkelstahl, so ist die in 10.08 angegebene Vorschrift zu beachten.

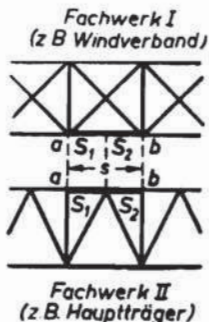


Bild 2

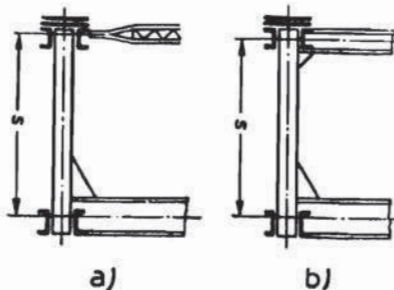


Bild 3

6.4 Geschoßstützen

- 6.41 Stehen die Stützen in mehreren Stockwerken übereinander und werden ihre Enden unverrückbar festgehalten, so darf die Geschoßhöhe als Knicklänge zugrunde gelegt werden. Beim untersten Geschoß ist die Knicklänge vom Stützenfuß aus zu messen.
- 6.42 Eingemauerte, ein geschossige Stützen in $\frac{1}{2}$ -Stein dicken Stahlfachwerkwänden müssen auch auf Knickung in der Wandebene berechnet werden, und zwar mindestens mit einer Knicklänge gleich dem Abstand der an die Stützen angeschlossenen Riegel, die durch Verbände dauernd gegen Verschiebungen in der Wandebene gesichert sind. Werden Stahlstützen in mehr als $\frac{1}{2}$ -Stein dicke Wände eingemauert, so müssen sie in

der Wandebene zumindest für die Länge knicksicher ausgebildet werden, die der Tür- oder Fensterhöhe des betreffenden Gebäudes entspricht. Bei Stützen in ausgemauerten Wänden von mehrgeschossigen Stahlskelettbauten darf die Querstützung durch die Ausmauerung bei der Bestimmung der wirksamen Knicklänge nicht berücksichtigt werden.

- 6.43 Nach DIN 1050 (Berechnungsgrundlagen für Stahl im Hochbau) dürfen bei durchgehenden Geschoßstützen, die nur auf Druck beansprucht werden und deren Stöße in den äußeren Vierteln der Knicklänge angeordnet sind, die Verlaschungen und Nietanschlüsse der Stöße für die halbe Stützenlast bemessen werden, wenn die Endquerschnitte winkelrecht gefräst oder gehobelt sind und fugenlos aufeinander liegen. Am Kopf und Fuß der nur auf Druck beanspruchten Stützen brauchen bei winkelrechter Fräsung der Endquerschnitte und bei Anordnung ausreichend dicker Auflagerplatten die Niete der Anschlußteile (Schaftbleche, Winkel u. dgl.) nur für ein Viertel der Stützenlast bemessen zu werden.

7 Einteilige Druckstäbe von gleichbleibendem Querschnitt

- 7.1 Bei einteiligen Druckstäben muß

$$\omega \cdot \frac{S}{F} \leq \sigma_{zul}$$

sein. Hierbei bedeutet

S den Absolutwert der größten im Stab auftretenden Druckkraft in kg, berechnet unter Berücksichtigung der Vorschriften über die Schwingbeiwerte η (DIN 1073; DIN 1055, Blatt 3; DIN 120; Deutsche Bundesbahn, Berechnungsgrundlagen für stählerne Eisenbahnbrücken) und die Ausgleichszahlen ψ (DIN 120), jedoch ohne Berücksichtigung des Dauerfestigkeitsbeiwertes γ

F die unverschwächte Querschnittsfläche des Stabes in cm^2

Tafel 1 der Knickzahlen ω für St 00.12, Handelsbaustahl und St 37.12

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	λ
20	1,04	1,04	1,04	1,05	1,05	1,06	1,06	1,07	1,07	1,08	20
30	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,11	1,11	1,12	1,13	1,13	30
40	1,14	1,14	1,15	1,16	1,16	1,17	1,18	1,19	1,19	1,20	40
50	1,21	1,22	1,23	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29	50
60	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36	1,37	1,39	1,40	60
70	1,41	1,42	1,44	1,45	1,46	1,48	1,49	1,50	1,52	1,53	70
80	1,55	1,56	1,58	1,59	1,61	1,62	1,64	1,66	1,68	1,69	80
90	1,71	1,73	1,74	1,76	1,78	1,80	1,82	1,84	1,86	1,88	90
100	1,90	1,92	1,94	1,96	1,98	2,00	2,02	2,05	2,07	2,09	100
110	2,11	2,14	2,16	2,18	2,21	2,23	2,27	2,31	2,35	2,39	110
120	2,43	2,47	2,51	2,55	2,60	2,64	2,68	2,72	2,77	2,81	120
130	2,85	2,90	2,94	2,99	3,03	3,08	3,12	3,17	3,22	3,26	130
140	3,31	3,36	3,41	3,45	3,50	3,55	3,60	3,65	3,70	3,75	140
150	3,80	3,85	3,90	3,95	4,00	4,06	4,11	4,16	4,22	4,27	150
160	4,32	4,38	4,43	4,49	4,54	4,60	4,65	4,71	4,77	4,82	160
170	4,88	4,94	5,00	5,05	5,11	5,17	5,23	5,29	5,35	5,41	170
180	5,47	5,53	5,59	5,66	5,72	5,78	5,84	5,91	5,97	6,03	180
190	6,10	6,16	6,23	6,29	6,36	6,42	6,49	6,55	6,62	6,69	190
200	6,75	6,82	6,89	6,96	7,03	7,10	7,17	7,24	7,31	7,38	200
210	7,45	7,52	7,59	7,66	7,73	7,81	7,88	7,95	8,03	8,10	210
220	8,17	8,25	8,32	8,40	8,47	8,55	8,63	8,70	8,78	8,86	220
230	8,93	9,01	9,09	9,17	9,25	9,33	9,41	9,49	9,57	9,65	230
240	9,73	9,81	9,89	9,97	10,05	10,14	10,22	10,30	10,39	10,47	240
250	10,55										

Zwischenwerte brauchen nicht eingeschaltet zu werden.

Tafel 2 der Knickzahlen ω für St 52

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	λ
20	1,06	1,06	1,07	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,10	1,11	20
30	1,11	1,12	1,12	1,13	1,14	1,15	1,15	1,16	1,17	1,18	30
40	1,19	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	40
50	1,28	1,30	1,31	1,32	1,33	1,35	1,36	1,37	1,39	1,40	50
60	1,41	1,43	1,44	1,46	1,48	1,49	1,51	1,53	1,54	1,56	60
70	1,58	1,60	1,62	1,64	1,66	1,68	1,70	1,72	1,74	1,77	70
80	1,79	1,81	1,83	1,86	1,88	1,91	1,93	1,95	1,98	2,01	80
90	2,05	2,10	2,14	2,19	2,24	2,29	2,33	2,38	2,43	2,48	90
100	2,53	2,58	2,64	2,69	2,74	2,79	2,85	2,90	2,95	3,01	100
110	3,06	3,12	3,18	3,23	3,29	3,35	3,41	3,47	3,53	3,59	110
120	3,65	3,71	3,77	3,83	3,89	3,96	4,02	4,09	4,15	4,22	120
130	4,28	4,35	4,41	4,48	4,55	4,62	4,69	4,75	4,82	4,89	130
140	4,96	5,04	5,11	5,18	5,25	5,33	5,40	5,47	5,55	5,62	140
150	5,70	5,78	5,85	5,93	6,01	6,09	6,16	6,24	6,32	6,40	150
160	6,48	6,57	6,65	6,73	6,81	6,90	6,98	7,06	7,15	7,23	160
170	7,32	7,41	7,49	7,58	7,67	7,76	7,85	7,94	8,03	8,12	170
180	8,21	8,30	8,39	8,48	8,58	8,67	8,76	8,86	8,95	9,05	180
190	9,14	9,24	9,34	9,44	9,53	9,63	9,73	9,83	9,93	10,03	190
200	10,13	10,23	10,34	10,44	10,54	10,65	10,75	10,85	10,96	11,06	200
210	11,17	11,28	11,38	11,49	11,60	11,71	11,82	11,93	12,04	12,15	210
220	12,26	12,37	12,48	12,60	12,71	12,82	12,94	13,05	13,17	13,28	220
230	13,40	13,52	13,63	13,75	13,87	13,99	14,11	14,23	14,35	14,47	230
240	14,59	14,71	14,83	14,96	15,08	15,20	15,33	15,45	15,58	15,71	240
250	15,83										

Zwischenwerte brauchen nicht eingeschaltet zu werden.

σ_{zul} die für den untersuchten Belastungsfall und die gewählte Baustahlsorte geltende zulässige Druckspannung in kg/cm^2 (z. B. nach DIN 1073; DIN 1050¹⁾; DIN 120; Deutsche Bundesbahn, Berechnungsgrundlagen für stählerne Eisenbahnbrücken)

ω die von der Baustahlsorte und dem Schlankheitsgrad λ abhängige, aus den Tafeln 1 oder 2 zu entnehmende Knickzahl

λ den Schlankheitsgrad des Stabes, d. i. der größere der beiden Verhältnisse $\lambda_x = s_{Kx}/i_x$, $\lambda_y = s_{Ky}/i_y$, wobei s_{Kx} , s_{Ky} die Knicklängen (Abschnitt 6) des Stabes für das Ausknicken rechtwinklig zur Querschnittshauptachse $x-x$ bzw. $y-y$ und i_x , i_y die zugeordneten Hauptträgheitshalbmesser sind.

7.2 Stäbe mit geringem Drillwiderstand sind, falls erforderlich, auf Biegedrillknickung und Drillknickung (vgl. Abschnitt 3 und Richtlinien Ri 7.5) zu untersuchen.

7.3 Für Stäbe mit $\lambda < 20$ ist keine Knickuntersuchung durchzuführen. Also ist hier $\omega = 1$ zu setzen.

7.4 Für einteilige Druckstäbe aus Rundrohren vgl. Anhang auf Seite 19.

8 Mehrteilige Druckstäbe von gleichbleibendem Querschnitt

8.1 Bezeichnungswiese

Es bedeutet

m die Zahl der gleichartig ausgebildeten, mit Hilfe eines Querverbandes zu einem Gesamtstab vereinigten Einzelstäbe (z. B. $m = 3$ in Bild 5e) oder Stabgruppen, die durch Einzelstäbe ersetzt werden dürfen (z. B. $m = 2$ in Bild 8c). Der Querverband kann ein Fachwerkverband („Gitterstab“, Bild 4a) oder ein Rahmenverband („Rahmenstab“, Bild 4b) sein

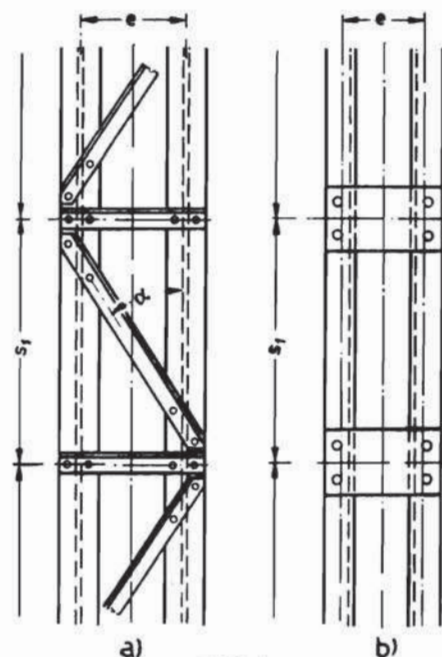


Bild 4

S den Absolutwert der größten auf den Gesamtstab einwirkenden Druckkraft [kg]

F den unverschwächten Querschnitt des Gesamtstabes [cm^2]

F_1 den unverschwächten Querschnitt eines Einzelstabes [cm^2]

$J_x = F \cdot i_x^2$ und $J_y = F \cdot i_y^2$ die Trägheitsmomente des Gesamtquerschnittes, bezogen auf die Hauptachsen $x-x$ bzw. $y-y$ [cm^4]; die Hauptachse $x-x$ wird als „Stoffachse“ bezeichnet, wenn sie alle Einzelstabquerschnitte durchschneidet

1) Im Anwendungsbereich von DIN 1050 gelten auch die zulässigen Spannungen nach Tabelle 3, 7 und 8 des Normblattes (Ausgabe 12. 57X).

s_{Kx} und s_{Ky} die nach Abschnitt 6 zu bestimmenden Knicklängen des Gesamtstabes für ein Ausknicken rechtwinklig zur Hauptachse $x-x$ bzw. $y-y$ [cm]

$\lambda_x = s_{Kx}/i_x$ und $\lambda_y = s_{Ky}/i_y$ die zugehörigen Schlankheitsgrade des Gesamtstabes

$J_1 = F_1 \cdot i_1^4$ das auf die Achse 1-1 bezogene Trägheitsmoment des Einzelstabquerschnittes [cm⁴]; die Achse 1-1 ist die Minimumachse dieses Querschnittes (Bild 5 bis 8)

λ_1 Hilfsgröße, für die bei Rahmenstäben (Bild 4b)

$$\lambda_1 = \frac{s_1}{i_1}$$

und bei Gitterstäben (Bild 4a)

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{F}{z \cdot F_D} \cdot \frac{d^3}{s_1 \cdot e^2}}$$

einzuführen ist.

z Anzahl der in parallelen Ebenen nebeneinanderliegenden Querverbände

s_1 größte Feldweite des Stabes [cm] (Bild 4)

F_D unverschwächte Querschnittsfläche [cm²] einer einzelnen Diagonale eines Gitterstabes (Bild 4a); bei Anordnung gekreuzter Diagonalen ist für F_D die Summe der Querschnittsflächen der beiden gekreuzten Diagonalen einzusetzen

d Netzlänge einer Diagonale [cm] eines Gitterstabes (Bild 4a)

n die Felderzahl

e den Abstand der Einzelstab-Achsen [cm].

8.2 Berechnung des Stabes

8.21 Stabgruppe I (Bild 5 und 6)

8.211 Mehrteilige Druckstäbe, die aus m Einzelstäben bestehen und deren Querschnitt eine Stoffachse $x-x$ hat (Bild 5 und 6), sind für das Ausknicken rechtwinklig zu dieser Stoffachse wie einteilige Druckstäbe zu berechnen. Es muß daher

$$\omega_x \frac{S}{F} \leq \sigma_{zul}$$

sein, wobei ω_x die dem Schlankheitsgrad $\lambda_x = s_{Kx}/i_x$ zugeordnete Knickzahl (Tafel 1 oder 2) und σ_{zul} die dem untersuchten Belastungsfall entsprechende zulässige Druckspannung (Abschnitt 7) bedeuten.

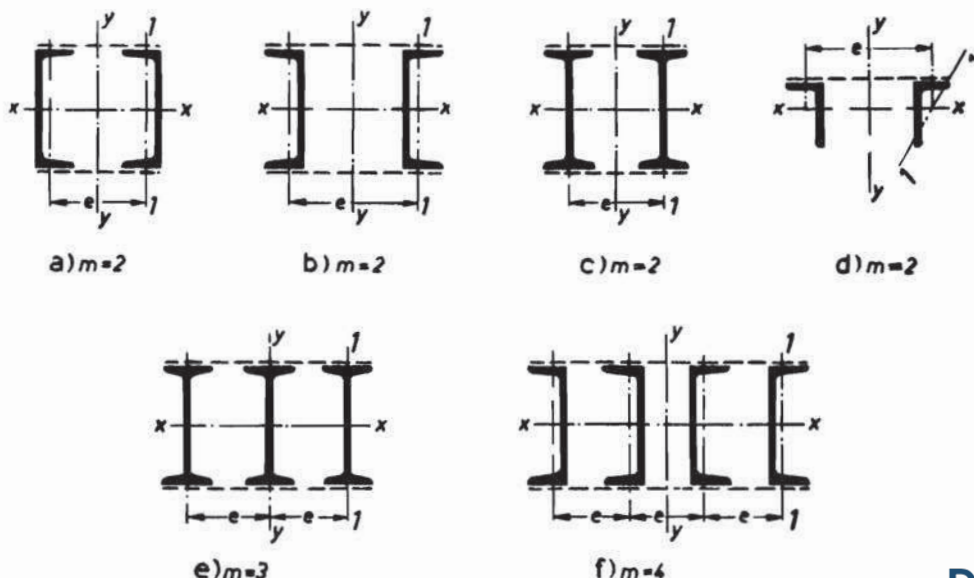


Bild 5

8.212 Für das Ausknicken rechtwinklig zur Querschnittshauptachse $y-y$ ist der Stab wie ein einteiliger Druckstab mit der ideellen Schlankheit

$$\lambda_{yi} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \lambda_1^2}$$

zu berechnen. Es muß daher

$$\omega_{yi} \frac{S}{F} \leq \sigma_{zul}$$

sein, wobei ω_{yi} die der ideellen Schlankheit λ_{yi} zugeordnete, aus den Tafeln 1 oder 2 zu entnehmende Knickzahl und σ_{zul} die dem untersuchten Belastungsfall entsprechende zulässige Druckspannung (Abschnitt 7) bedeuten.

8.213 Im Brücken- und Kranbau muß das Verhältnis $\frac{s_1}{i_1}$

der Bedingung $\frac{s_1}{i_1} \leq \frac{1}{2} \lambda_x$ genügen, braucht unter Beachtung von Abschnitt 8.34 jedoch nicht kleiner als 50 zu sein. Im Hochbau (einschließlich der Abraumförderbrücken) darf diese Bedingung in der Form $\frac{s_1}{i_1} \leq \frac{1}{2} \lambda_x \cdot \left(4 - 3 \frac{\omega_{yi} \cdot S}{F \cdot \sigma_{zul}}\right)$ geschrieben werden, wobei i_1 und σ_{zul} die gleiche Bedeutung wie im Abschnitt

8.212 haben. Anstelle von $\frac{1}{2} \lambda_x$ darf 50 geschrieben werden, wenn $\frac{1}{2} \lambda_x < 50$ ist.

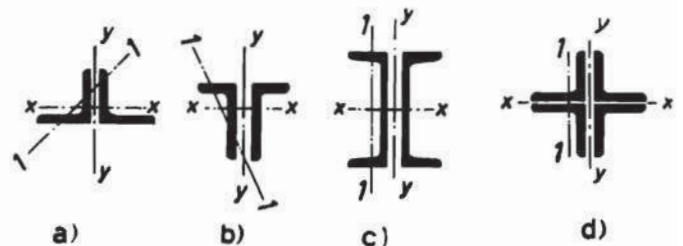


Bild 6

8.214 Wird bei zweiteiligen Druckstäben, bei denen der lichte Abstand der Einzelstäbe nicht oder nur wenig größer ist als die Dicke des Knotenbleches (Bild 6), zur Verbindung der Einzelstäbe ein durchgehendes Flachstahlfutter verwendet, so darf in Abschnitt 8.212 unmittelbar $\lambda_{yi} = \lambda_y$ gesetzt werden; dies gilt auch für

Stäbe mit Bindeblechen oder Flachstahl-Futterstücken, wenn diese Querverbindungen den Vorschriften Abschnitt 8.213 und Abschnitt 8.34 entsprechen und wenn ausnahmsweise zwischen den Orten der Querverbindungen unterfütterte Niete angeordnet werden, deren Abstand in Richtung der Stabachse nicht mehr als $15 i_1$ beträgt. Das Querschnittsträgheitsmoment eines durchgehenden Futters darf in die Rechnung einbezogen werden; für die Querschnittsfläche gilt dies nur in jenen Fällen, in denen die (ohne Knickzahl berechnete) Stabspannung an der Anschlußstelle den Wert σ_{zul} nicht überschreitet oder in denen diese Überschreitung durch einen ausreichenden Anschluß des Futters an das Knotenblech unwirksam gemacht wird.

8.22 Stabgruppe II (Bild 7)

- 8.221 Druckstäbe, die aus zwei übereck gestellten Winkelstählen bestehen (Bild 7a oder 7b), brauchen nur auf Knickung rechtwinklig zur Stoffachse $x-x$ berechnet zu werden. Es muß

$$\omega_x \frac{S}{F} \leq \sigma_{zul}$$

sein, wobei ω_x die dem Schlankheitsgrad $\lambda_x = s_{Kx}/i_x$ zugeordnete Knickzahl (Tafel 1 oder 2) und σ_{zul} die dem untersuchten Belastungsfall entsprechende zulässige Druckspannung (Abschnitt 7) ist.

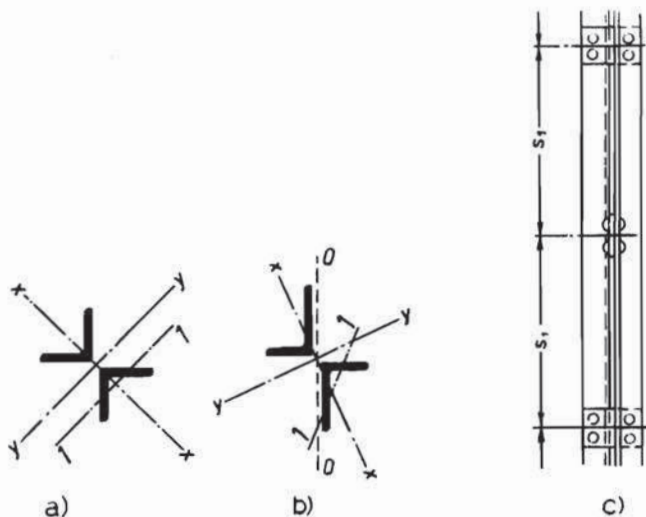


Bild 7

- 8.222 Das Verhältnis $\frac{s_1}{i_1}$ darf nicht größer als 50 sein.

- 8.223 Für s_{Kx} ist der arithmetische Mittelwert der beiden Knicklängen einzusetzen, die nach Abschnitt 6 für das Ausknicken in der Tragwerksebene und rechtwinklig zur Tragwerksebene maßgebend sind.

- 8.224 Bei Stäben mit dem in Bild 7b dargestellten Querschnitt darf $i_x \approx i_0/1,15$ und daher $\lambda_x \approx 1,15 \frac{s_{Kx}}{i_0}$ gesetzt werden, wobei sich der Trägheitshalbmesser i_0 des Gesamtquerschnittes auf die zum langen Winkelschenkel parallele Schwerachse bezieht.

8.23 Stabgruppe III (Bild 8)

- 8.231 Bei mehrteiligen Druckstäben, deren Querschnitt keine Stoffachse hat (Bild 8a bis 8e), muß

$$\omega_y \frac{S}{F} \leq \sigma_{zul} \text{ und } \omega_x \frac{S}{F} \leq \sigma_{zul}$$

sein, wobei die aus den Tafeln 1 oder 2 zu ent-

nehmenden Knickzahlen ω_{yi} und ω_{xi} auf die ideellen Schlankheitsgrade

$$\lambda_{yi} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \lambda_{1y}^2} \text{ und } \lambda_{xi} = \sqrt{\lambda_x^2 + \frac{m'}{2} \lambda_{1x}^2}$$

bezogen sind und σ_{zul} die dem untersuchten Belastungsfall entsprechende Druckspannung (Abschnitt 7) bedeutet.

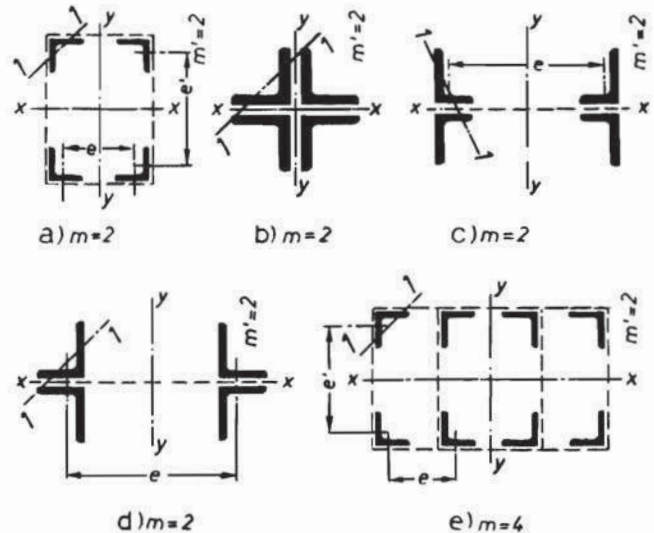


Bild 8

- 8.232 Beim Ausknicken des Stabes rechtwinklig zur Achse $y-y$ werden die $y-y$ parallelen Querverbände nicht beansprucht, so daß die durch diese Querverbände verbundenen Stabgruppen als „Einzelstäbe“ aufgefaßt werden dürfen; in die Beziehung für λ_{yi} ist daher bei den in Bild 8a bis 8d gezeichneten Querschnitten $m=2$ und bei dem in Bild 8e dargestellten Querschnitt $m=4$ einzusetzen. Die gleiche Überlegung gilt auch für das Ausknicken rechtwinklig zur Achse $x-x$, so daß in die Beziehung für λ_{xi} bei allen in Bild 8 gezeichneten Stabquerschnitten $m'=2$ einzuführen ist.

Bei Stäben nach Bild 8a und 8e muß die Erhaltung der rechteckigen Querschnittsform durch Querschotte gesichert werden.

- 8.233 Im Brücken- und Kranbau dürfen die Verhältnisse $\frac{s_{1y}}{i_1}$

und $\frac{s_{1x}}{i_1}$ der Einzelstäbe nicht größer als 50 sein. Im Hochbau (einschließlich der Abraumförderbrücken) darf diese Bedingung in der Form

$$\frac{s_{1y}}{i_1} \leq 50 \left(4 - 3 \frac{\omega_{yi} \cdot S}{F \cdot \sigma_{zul}} \right) \text{ bzw. } \frac{s_{1x}}{i_1} \leq 50 \left(4 - 3 \frac{\omega_{xi} \cdot S}{F \cdot \sigma_{zul}} \right)$$

geschrieben werden, wobei ω_{yi} , ω_{xi} und σ_{zul} dieselbe Bedeutung wie im Abschnitt 8.231 haben.

- 8.234 Bei Stäben mit dem in Bild 8b dargestellten Querschnitt darf $\lambda_{yi} = \lambda_y$ und $\lambda_{xi} = \lambda_x$ gesetzt werden, wenn die Winkelstähle nicht nur durch die vorgeschriebenen Bindebleche, sondern außerdem noch durch unterfütterte Niete verbunden werden, deren Abstand in Richtung der Stabachse nicht größer als $15 i_1$ ist. Sinngemäß darf bei Stäben mit den in Bild 8c und 8d gezeichneten Querschnitten $\lambda_{xi} = \lambda_x$ gesetzt werden, wenn die beiden nebeneinanderliegenden Winkelstähle zusätzlich durch unterfütterte Niete verbunden sind, deren Abstand nicht mehr als $15 i_1$ beträgt.