

45 E Stahlkragstütze nach DIN 18800 (11.90)

System:

Stahlkragstütze mit 1- oder 2-achsiger Beanspruchung.

Leistungsumfang:

- Frei wählbare Knicklängen λ_y und λ_z für das Knicken senkrecht zur y - bzw. z -Achse.
- Frei wählbare Einspanngrade für Biegung um die y -Achse ($E_{ps,y}$) und Biegung um die z -Achse ($E_{ps,z}$).
- Ansatz von Einwirkungen gemäß DIN 18800 Teil 1:
 - Normalkräfte in Stützenlängsrichtung unter Berücksichtigung von Exzentrizitäten
 - Horizontale Einzel- u. Streckeneinwirkungen an beliebiger Stelle in y - und/oder z -Richtung
 - Momente um die y - und/oder z -Achse an beliebiger Stelle
- Nachweisverfahren *ELASTISCH - PLASTISCH*
- Bemessung für I-, U-, Kreis-, Quadrat- und Rechteckhohlprofile mit Bemessungsvorschlag durch das Programm.
- Stahlsorten nach DIN 17100: ST 37-2, USt 37-2, RSt 37-2, St 37-3, St 52-3
- Biegeknickuntersuchung gemäß DIN 18800 Teil 2 Abs. 3.
- Biegedrillknickuntersuchung gemäß DIN 18800 Teil 2 Abs.3.
- Ausgabe der Schnittgrößen am Stützenfuß (auch die charakteristischen Werte für die Lastweiterleitung).
- Ausgabe der maximalen Stützenkopfverschiebungen, wahlweise mit oder ohne Berücksichtigung der Teilsicherheiten, für veränderliche und ständige oder nur ständige Beanspruchungen.

Einwirkungen:

Für die Eingabe der Einwirkungen sind diese entsprechend DIN 18800 Teil 1 Abs. 7.2 zu klassifizieren:

G = *Ständige Einwirkungen*

E = *Einwirkungen aus Erddruck*; werden wie G behandelt, erhalten aber einen eigenen Teilsicherheitsbeiwert.

Q = *Veränderliche Einwirkungen*. Es können vor der eigentlichen Lasteingabe bis zu 9 Gruppen (Q1,Q2,....,Q9) für veränderliche Einwirkungen definiert werden. Jede Gruppe erhält eine textliche Beschreibung und einen eigenen Kombinationsbeiwert ψ .

A = *Außergewöhnliche Einwirkungen*. Es können vor der eigentlichen Lasteingabe bis zu 3 Gruppen (A1,A2,A3) für außergewöhnliche Einwirkungen definiert werden. Jede Gruppe erhält eine textliche Beschreibung.

Lastfälle:

Die Lastfälle werden durch die Kombinationen der DIN 18800 Teil 1 nahezu überflüssig, da jede Einwirkungsgruppe in einer eigenen Kombination gesondert berücksichtigt wird. Um aber zu vermeiden, daß sich bei der Gesamtkombination, bei der alle Q_i berücksichtigt werden, Einwirkungen wie z.B. Wind von links und Wind von rechts gegeneinander aufheben, können bis zu 4 Lastfälle definiert werden, die getrennt voneinander betrachtet werden. Um den Rechenaufwand bei der Schnittgrößenermittlung zu minimieren, sollten nicht mehr Lastfälle eingegeben werden als erforderlich. Die Erfassung der Einwirkungen erfolgt tabellarisch, getrennt nach Einzeleinwirkungen (N,H,M) und Streckeneinwirkungen (h). Normalkräfte (N_x) in Stützenlängsrichtung können nur als Druckkraft eingegeben werden. Für das Eigengewicht des Profils, welches in allen Lastfällen für jeden Schnitt automatisch ermittelt wird, kann der Teilsicherheitsbeiwert γ_G beliebig geändert werden. Wird $\gamma_G = 0$ gesetzt, so wird das Eigengewicht des Profils bei der Bemessung nicht berücksichtigt.

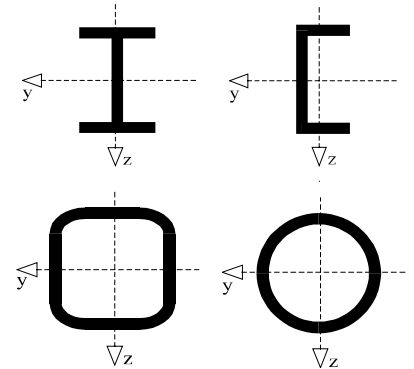
Schnittgrößen:

Die Ermittlung der Schnittgrößen erfolgt unter Anwendung der Kombinationsregeln der DIN 18800 Teil 1 Element (710) bis (714).

Bemessung:

Profiltypen:

- I- und U-Profile: I, IPE, IPEo, IPEv, IPEa, IPB S, IPB SB, HE-A, HE-B, HE-M, HE-AA, HE, HD, HL, HP, HX, U, UPE
- Nahtlose Stahlrohre nach DIN 2448 / Febr. 1981
- Rechteck-Hohlprofile (warmgefertigt) nach DIN 59410 / Mai 1974
- Rechteck-Hohlprofile (kaltgefertigt) nach DIN 59411 / Juli 1978
- Quadrat-Hohlprofile (warmgefertigt) nach DIN 59410 / Mai 1974
- Quadrat-Hohlprofile (kaltgefertigt) nach DIN 59411 / Juli 1978



Grenzwerte $grenz(b/t)$ und $grenz(d/t)$:

Für das gewählte Profile wird die Einhaltung die Grenzwerte b/t bzw. d/t (DIN 18800 T1 Tab. 15) überprüft.

Tragsicherheit nach DIN 18800 Teil 1 (hier: Berücksichtigung der Querkraft):

Es werden den einzelnen Beanspruchungen geeignete Teilflächen zugewiesen: Das Moment $M_{y,d}$ wird symmetrisch den Teilflächen mit größtmöglichem Schwerpunktabstand zugeordnet. Die Querkraft $V_{z,d}$ wird bei I-Profilen den Teilen des Stegs zugewiesen, die nicht bereits durch Moment beansprucht sind. Die Normalkraft $N_{x,d}$ füllt vom Schwerpunkt aus die restlichen Flächen, so daß keine Exzentrizität auftritt. Die Nachweiswerte f_{N_x} , f_{M_y} , f_{V_z} beschreiben das Verhältnis der vorhandenen Beanspruchungen zur beanspruchten (bzw. zugewiesenen) Fläche unter Berücksichtigung noch freier Teilflächen, die zum Abtragen solcher Beanspruchung geeignet wären. Ausgegeben werden die Nachweiswerte für die Stelle der größten Gesamtquerschnittsausnutzung und für die Stelle des größten Querkrafteinflusses ($\max.f_{V_y}$ oder $\max.f_{V_z}$ bzw. $\max.f_{V_{yz}}$ bei Rohren).

Biegeknicken nach DIN 18800 Teil 2:

Es wird für jeden Lastfall und jede Kombination der ungünstigste Schnitt ermittelt und mit den zugehörigen Schnittgrößen der entsprechende Biegeknicknachweis gemäß DIN 18800 Teil 2 durchgeführt. Dabei kann entweder ein passendes Profil durch das Programm ermittelt oder nur der Nachweis für ein gewähltes Profil geführt werden.

Biegedrillknicken nach DIN 18800 Teil 2:

Für I-Profile kann nach der Bemessung der Biegedrillknicknachweis durchgeführt werden. Hierbei wird aus allen Lastfällen die ungünstigste Stelle bei der ungünstigsten Kombination ermittelt. Parameter, wie der Abstand des Angriffspunktes der Querbelastrung vom Querschnittsschwerpunkt und der Abstand der Gabelagerungen, können bei Bedarf geändert werden. Gemäß DIN 18800 T2 Abs.3 EL.(303) werden die Stabendmomente (Einspannmomente) nach Theorie II. Ordnung berechnet. Für die Untersuchung der Schnitte im Feld werden die Momente nach Th. I. Ordnung angesetzt.

Erläuterungen zu den maßgebenden Schnitten beider Nachweise:

x = Abstand (m) von der Unterkante der Stütze.
 LF/Komb. = Lastfall / Kombination

z.B.:

LF 1/G = Lastfall: 1 / Kombination: $\gamma_G \cdot G_k$
 LF 3/Q = Lastfall: 3 / Kombination: $\gamma_G \cdot G_k + \sum (\psi_{Qi} \cdot \gamma_{Qi} \cdot Qi_k)$
 LF 2/Q2 = Lastfall: 2 / Kombination: $\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q2} \cdot Q_{2,k}$
 LF 1/A1 = Lastfall: 1 / Kombination: $\gamma_G \cdot G_k + \sum (\psi_{Qi} \cdot \gamma_{Qi} \cdot Qi_k) + \gamma_{A1} \cdot A_{1,k}$ (mit $\gamma_G, \gamma_{Qi} = 1,00$)

Lastweiterleitung:

Für die Übernahme in andere Positionen werden für die Lastfälle 1 bis 4 die charakteristischen und Design-Schnittgrößen am Stützenfuß gespeichert. Charakteristische Übernahmewerte sind in Folgepositionen erneut mit den entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten zu versehen. Der Anteil aus veränderlichen Einwirkungen ist einer Qi-Gruppe zuzuordnen. Schnittgrößen aus außergewöhnlichen Einwirkungen werden nicht gespeichert.

POS. 20 STAHLKRAGSTÜTZE '45E'

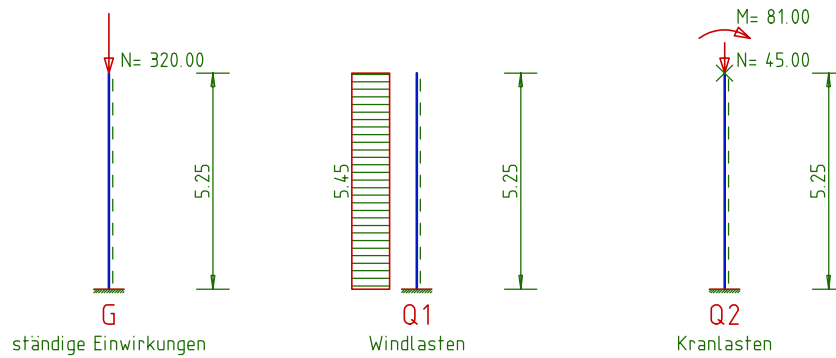
S Y S T E M : $h = 5.25 \text{ m}$, $sky = 10.50 \text{ m}$, $skz = 10.50 \text{ m}$

Einspannung : $Eps_{y/z} = 100.0 / 100.0 \%$, $\beta_y / \beta_z = 2.0 / 2.0$

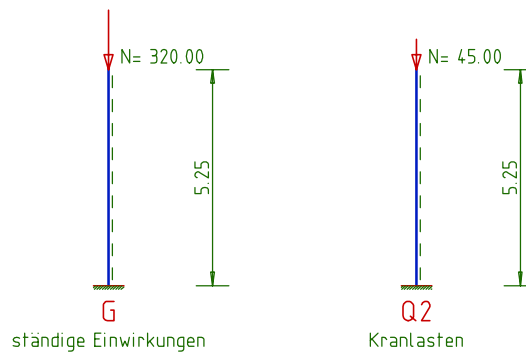
E I N W I R K U N G E N :

2-achsig

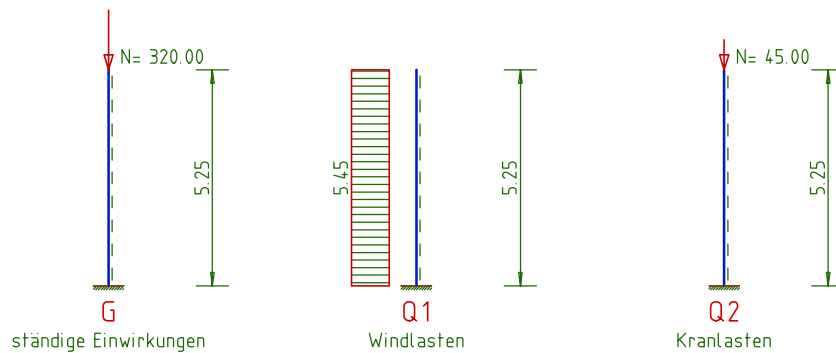
Lastfall 1, Einwirkungen (charak.) in Z-Richtung



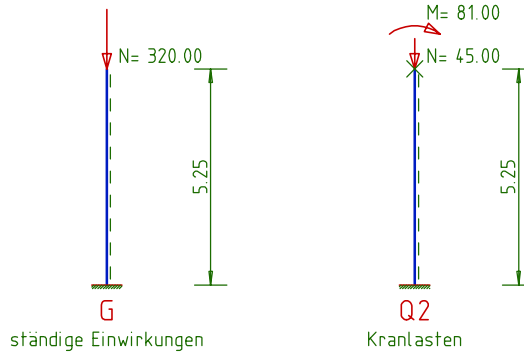
Lastfall 1, Einwirkungen (charak.) in Y-Richtung



Lastfall 2, Einwirkungen (charak.) in Z-Richtung



Lastfall 2, Einwirkungen (charak.) in Y-Richtung



GRUPPIERUNG DER VERÄNDERLICHEN EINWIRKUNGEN Q_i :

Nr.	Beschreibung	Psi
Q1	Windlasten	0.90
Q2	Kranlasten	0.90

EINZELEINWIRKUNGEN:

H, N (kN), M (kNm)

aus	LF (-)	Höhe (m)	Art, Kla.	GamF (-)	Betrag charakt.	ez (cm)	ey (cm)
Auflast	1-2	5.25	Nx,G	1.35	320.00	--	--
Kran	1	5.25	Nx,Q2	1.50	45.00	180.0	--
Kran	2	5.25	Nx,Q2	1.50	45.00	--	180.0

STRECKENEINWIRKUNGEN:

hy, hz (kN/m)

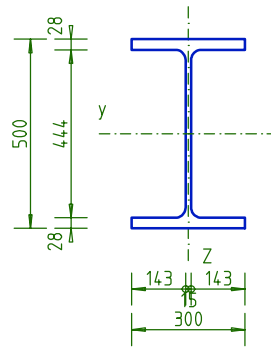
aus	LF (-)	--Bereich-- Ho(m) Hu(m)	Art, Kla.	GamF (-)	charak. Betrag oben unten
Wind	1-2	5.25 - 0.00	hz,Q1	1.50	5.45 5.45

Teilsicherheit für das Profileigengewicht: $\Gamma = 1.35$

WERKSTOFFDATEN St 37-2, Erzeugnisdicke $t \leq 40$ mm
 Streckgrenze/Zugfestigkeit $f_y, k/f_u, k = 240 / 360$ N/mm²
 E/G-Modul = 210000 / 81000 N/mm², $\Gamma_M = 1.10$

STÜTZENQUERSCHNITT gewählt:

HE-B - Profilreihe, warmgefertigt 1 x HE-B 500



HE-B 500

M=1:20

Querschnittswerte:

$A = 239.00 \text{ cm}^2$, $G = 1.87 \text{ kN/m}$, $N_{pl,d} = 5214.55 \text{ kN}$
 $I_y = 107200 \text{ cm}^4$, $i_y = 21.18 \text{ cm}$, $M_{pl,y,d} = 1050.55 \text{ kNm}$
 $I_z = 12620 \text{ cm}^4$, $i_z = 7.27 \text{ cm}$, $M_{pl,z,d} = 281.81 \text{ kNm}$

BEGRENZUNG b/t: vorhd.(b/t) / grenz(b/t) = $0.302 < 1$
 maßgebend LF 2 Komb. Q2, $x = 0.00 \text{ m}$
 $N_d/My_d/Mz_d = 512.75 / 0.00 / -121.50$

BIEGEKNICKNACHWEIS für LF 1-2

LF/ Komb.	Höhe (m)	N_d (kN)	My_d (kNm)	Mz_d (kNm)	Tragsicherheitsnach. Bed. (DIN 18800 T2)
1/Q	0.00	506.00	-210.68	0.00	(24) = $0.325 \leq 1.0$
2/Q	0.00	506.00	-101.33	-109.35	(28) = $0.977 \leq 1.0$

TRAGSICHERHEIT nach DIN 18800 Teil 1 (EL-PL) für LF 1-2

 $f =$ Ausnutzungsgrade der Querschnittsteilflächen ≤ 1.0

für	LF/Ko	Höhe	f, N_x	f, My	f, Mz	f, Vy	f, Vz
ungünst.Stelle:	2/Q	0.00	0.130	0.122	0.399	0.000	0.068
max. f,V	: 2/Q1	0.00	0.096	0.109	0.000	0.000	0.071

BIEGEDRILLKNICKEN:

 $N(\text{kN}), M(\text{kNm})$

Untersuchung für LF 1-2 maßgebend LF/Komb.: 2/Q
 bei $x = 0.00 \text{ m}$, $N_d/My_d/Mz_d = 506.00 / -101.33 / -109.35$
 Einspannmomente Th.II $My_{dII}/Mz_{dII} = -103.09 / -152.43$

Abstand der Druckgurthalterungen: $l = 5.25 \text{ m}$
 Lastangriff der Querbelastung: Stützenachse, $z_p = 0.00$

$N_{ki,v} / y / z = 19250.410 / 80611.17 / 9489.86 \text{ kN}$
 $Zeta = 1.120$, $i_{z,g} = 7.94 \text{ cm}$, $M_{ki,y} = 3387.95 \text{ kNm}$

Bed.(30): $0.131 + 0.100 + 0.585 = 0.816 < 1.00$

Erläuterungen zu den Kombinationen (Komb.):

$$\begin{aligned}
 G &= \text{Gam.G} * G_k \\
 Q_{1, Q_2, \dots} &= \text{Gam.G} * G_k + \text{Gam.Q}_i * Q_{i,k} \\
 Q &= \text{Gam.G} * G_k + \text{Summe}(\text{Gam.Q}_i * \text{Psi}_i * Q_{i,k})
 \end{aligned}$$

Schnittkräfte am Stützenfuß (design):

LF		N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	MyI (kNm)	MyII (kNm)	MzI (kNm)	MzII (kNm)
1	max.	512.8	0.0	42.9	0.0	0.0	0.0	0.0
	min.	445.3	0.0	0.0	-210.7	-216.2	0.0	0.0
2	max.	512.8	0.0	42.9	0.0	0.0	0.0	0.0
	min.	445.3	0.0	0.0	-112.6	-114.3	-121.5	-170.3

VERFORMUNGEN aus G + Q (charakteristisch) Gamma M = 1.00

$$\begin{aligned}
 \text{E-Modul} * I_{y,d} * \text{Eps}_{,y} &= 225120.00 \text{ kNm}^2 \\
 \text{E-Modul} * I_{z,d} * \text{Eps}_{,z} &= 26502.00 \text{ kNm}^2
 \end{aligned}$$

Stützenkopfverschiebungen in cm:

LF	wy	l/wy	wz	l/wz	LF	wy	l/wy	wz	l/wz
1	--	--	0.726	723	2	4.212	125	0.230	2284

Charakt. Schnittkräfte am Stützenfuß (Lastweiterleitung):

LF	aus	N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	MyI (kNm)	MyII (kNm)	MzI (kNm)	MzII (kNm)
1	G:	329.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Q:	45.0	0.0	28.6	-156.1	-159.1	0.0	0.0
2	G:	329.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Q:	45.0	0.0	28.6	-75.1	-76.1	-81.0	-102.4