

## 45 B 1-Feld-Stahlstütze nach DIN 18800 (11.90)

### System:

1-Feld-Stahlstütze, oben und unten gelenkig gelagert (Pendelstütze), mit 1- oder 2-achsiger Beanspruchung.

### Leistungsumfang:

- Frei wählbare Knicklängen  $sky$  und  $skz$  für das Knicken senkrecht zur y- bzw. z-Achse
- Ansatz von Einwirkungen gemäß DIN 18800 Teil 1:
  - Normalkraft in Stützenlängsrichtung unter Berücksichtigung von Exzentrizitäten
  - Horizontale Einzeleinwirkungen an beliebiger Stelle in y- und/oder z-Richtung
  - Horizontale 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 Durchbiegungen, 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  $\psi$ .  
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 Qi 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  $\gamma_G$  beliebig geändert werden. Wird  $\gamma_G = 0$  gesetzt, so wird das Eigengewicht des Profils bei der Bemessung nicht berücksichtigt.

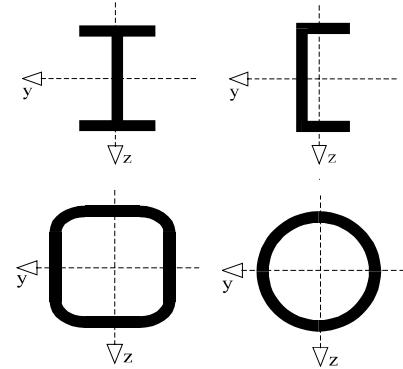
### Schnittgrößen:

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

## Bemessung:

### Profiltypen:

- I- und U-Profilen: 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 Profil werden die Grenzwerte  $b/t$  bzw.  $d/t$  gemäß DIN 18800 Teil 1 Tab. 15 ermittelt und deren Einhaltung 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 belegt sind. Die Normalkraft  $N_{x,d}$  füllt vom Schwerpunkt aus die restlichen Flächen, so daß keine Exzentrizität auftritt. Die Nachweiswerte  $f_{Nx}$ ,  $f_{My}$ ,  $f_{Vz}$  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. $f_{Vy}$  oder max. $f_{Vz}$  bzw. max. $f_{Vyz}$  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-Profilen 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 Querbelastung vom Querschnittsschwerpunkt und der Abstand der Gabellagerungen, können bei Bedarf geändert werden.

### 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:  $\gamma_G \cdot G_k + \sum (\psi_{Qi} \cdot \gamma_{Qi} \cdot Q_{i,k})$

LF 2/Q2 = Lastfall: 2 / Kombination:  $\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q2} \cdot Q_{2,k}$

LF 1/A1 = Lastfall: 1 / Kombination:  $\gamma_G \cdot G_k + \sum (\psi_{Qi} \cdot \gamma_{Qi} \cdot Q_{i,k}) + \gamma_{A1} \cdot A_{1,k}$  (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-Schnittrößen 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. Schnittrößen aus außergewöhnlichen Einwirkungen werden nicht gespeichert.

POS. 10

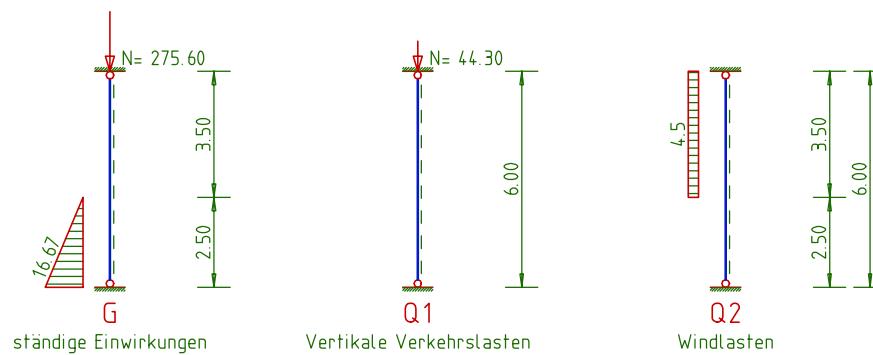
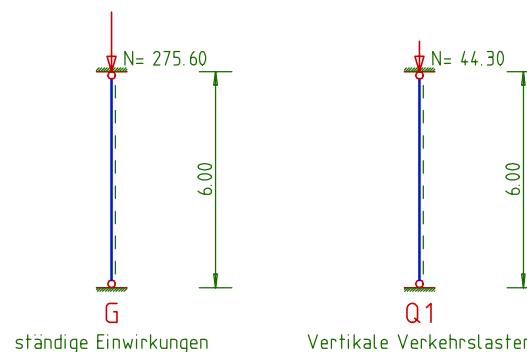
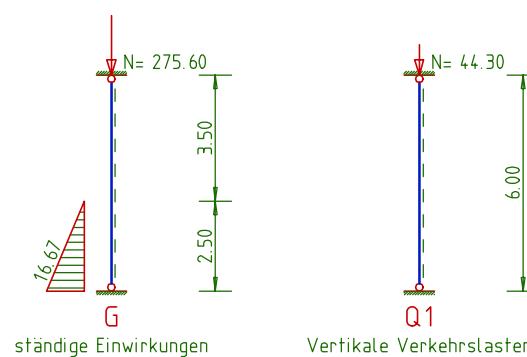
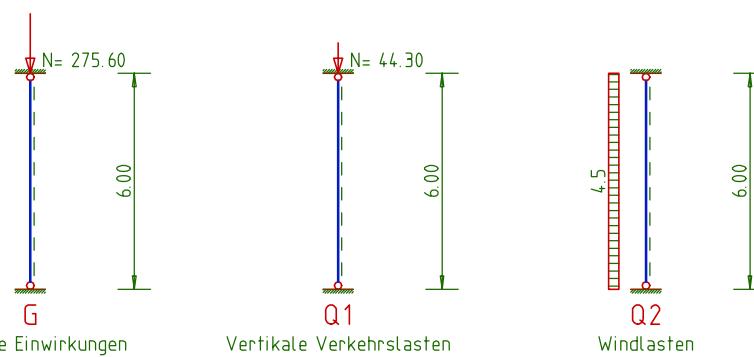
STAHLSTÜTZE

' 45B '

S Y S T E M :  $h = 6.00 \text{ m}$ ,  $\text{sky} = 6.00 \text{ m}$ ,  $\text{skz} = 6.00 \text{ m}$ 

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

2-achsig

Lastfall 1, Einwirkungen (charak.) in Z-RichtungLastfall 1, Einwirkungen (charak.) in Y-RichtungLastfall 2, Einwirkungen (charak.) in Z-RichtungLastfall 2, Einwirkungen (charak.) in Y-Richtung

**GRUPPIERUNG DER VERÄNDERLICHEN EINWIRKUNGEN Qi:**

<b>Nr.</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Psi</b>
Q1	Vertikale Verkehrslasten	0.90
Q2	Windlasten	0.90

**EINZELEINWIRKUNGEN:** **H, N (kN), M (kNm)**

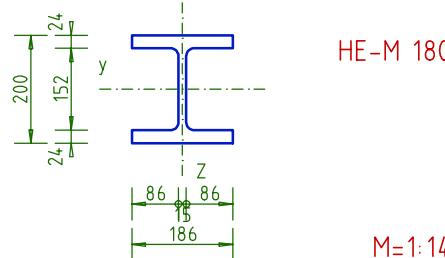
<b>aus</b>	<b>LF</b> (-)	<b>Höhe</b> (m)	<b>Art, Kla.</b>	<b>GamF</b> (-)	<b>Betrag charakt.</b>	<b>ez (cm)</b>	<b>ey (cm)</b>
Pos. 12 A 1	1-2	6.00	Nx,G	1.35	275.60	--	--
	1-2	6.00	Nx,Q1	1.50	44.30	--	--

**STRECKENEINWIRKUNGEN:** **hy,hz (kN/m)**

<b>aus</b>	<b>LF</b> (-)	<b>--Bereich--</b> <b>Ho(m)</b>	<b>Art, Kla.</b>	<b>GamF</b> (-)	<b>charak. Betrag oben</b>	<b>charak. Betrag unten</b>
Wind z-Richt.	1	6.00 -	2.50 hz,Q2	1.50	4.50	4.50
Wind y-Richt.	2	6.00 -	0.00 hy,Q2	1.50	4.50	4.50
Erddruck	1-2	2.50 - 0.00	hz,G	1.35	0.00	16.67

**Teilsicherheit für das Profileigengewicht:** **Gamma = 1.35**

**WERKSTOFFDATEN** St 37-2, Erzeugnisdicke  $t \leq 40 \text{ mm}$   
 Streckgrenze/Zugfestigkeit  $f_y, k / f_{u,k} = 240 / 360 \text{ N/mm}^2$   
 $E/G\text{-Modul} = 210000 / 81000 \text{ N/mm}^2$ , **Gamma M = 1.10**

**STÜTZENQUERSCHNITT gewählt:**
**HE-M - Profilreihe, warmgefertigt** **1 x HE-M 180**

**Querschnittswerte:**

$A = 113.00 \text{ cm}^2$ ,  $G = 0.89 \text{ kN/m}$ ,  $N_{pl,d} = 2465.45 \text{ kN}$   
 $I_y = 7480 \text{ cm}^4$ ,  $i_y = 8.14 \text{ cm}$ ,  $M_{pl,y,d} = 192.65 \text{ kNm}$   
 $I_z = 2580 \text{ cm}^4$ ,  $i_z = 4.78 \text{ cm}$ ,  $M_{pl,z,d} = 92.77 \text{ kNm}$

**BEGRENZUNG b/t:**  $\text{vorhd.}(b/t) / \text{grenz}(b/t) = 0.227 < 1$   
 maßgebend LF 2 Komb. Q,  $x = 0.00 \text{ m}$   
 $N_d / My_d / Mz_d = 439.07 / 0.00 / 0.00$

**BIEGEKNICKNACHWEIS für LF 1-2**

LF/ Komb.	Höhe (m)	Nd (kN)	Myd (kNm)	Mzd (kNm)	Tragsicherheitsnach. Bed. (DIN 18800 T2)
1/Q1	0.00	445.71	0.00	0.00	( 3 ) = 0.491 <= 1.0
2/Q	2.50	436.07	13.67	26.58	(28) = 0.997 <= 1.0

**TRAGSICHERHEIT nach DIN 18800 Teil 1 (EL-PL):**
 $f = \text{Ausnutzungsgrade der Querschnittsteilflächen} \leq 1.0$ 

für	LF/Ko	Höhe	f, Nx	f, My	f, Mz	f, Vy	f, Vz
ungünst. Stelle: 2/Q	2.50	0.219	0.091	0.295	0.004	0.056	
max. f, V : 1/Q	0.00	0.182	0.000	0.000	0.000	0.410	

**BIEGEDRILLKNICKEN:** N (kN), M (kNm)

 Untersuchung für LF 1-2 maßgebend LF/Komb.: 2/Q  
 bei x = 3.00 m, Nd/Myd/Mzd = 435.47 / 11.72 / 27.34

 Abstand der Druckgurthalterungen: l = 6.00 m  
 Lastangriff der Querbelastung: Druckseite, zp = -H/2

 $N_{ki,v} / y / z = 19851.240 / 4306.44 / 1485.38 \text{ kN}$   
 $\text{Zeta} = 1.120, \text{ iz,g} = 5.08 \text{ cm}, M_{ki,y} = 496.08 \text{ KNm}$ 

 Bed. (30):  $0.480 + 0.060 + 0.442 = 0.982 < 1.00$ 
**Erläuterungen zu den Kombinationen (Komb.):**

$$\begin{aligned} G &= \text{Gam.G} * G_k \\ Q1, Q2, \dots &= \text{Gam.G} * G_k + \text{Gam.Qi} * Q_{i,k} \\ Q &= \text{Gam.G} * G_k + \text{Summe}(\text{Gam.Qi} * P_{sii} * Q_{i,k}) \end{aligned}$$

**VERFORMUNGEN aus G + Q (charak.) in cm, Gamma M = 1.00**

LF	wy	l/wy	wz	l/wz	LF	wy	l/wy	wz	l/wz
1	--	--	0.537	1118	2	1.402	428	0.235	2550

**Schnittkräfte am Stützenkopf:**

LF	N,d (kN)		Vz,d (kN)		Vy,d (kN)	
	max.	min.	max.	min.	max.	min.
1	438.51	372.06	20.64	3.91	0.00	0.00
2	438.51	372.06	3.91	3.91	20.25	0.00

Schnittkräfte am Stützenfuß:

LF	N <sub>d</sub> (kN)		V <sub>z,d</sub> (kN)		V <sub>y,d</sub> (kN)	
	max.	min.	max.	min.	max.	min.
1	445.71	379.26	31.11	24.22	0.00	0.00
2	445.71	379.26	24.22	24.22	20.25	0.00

Charakt. Schnittkräfte am Stützenfuß (Lastweiterleitung):

LF	N <sub>k</sub> (kN) aus G	N <sub>k</sub> (kN) aus Q	V <sub>yk</sub> (kN) aus G	V <sub>yk</sub> (kN) aus Q	V <sub>zk</sub> (kN) aus G	V <sub>zk</sub> (kN) aus Q
	aus G	aus Q	aus G	aus Q	aus G	aus Q
1	280.93	44.30	0.00	0.00	17.93	4.59
2	280.93	44.30	0.00	13.50	17.93	0.00

Mit dem Programm 46C können Kopf- und Fußplatten bemessen werden. Das 46C-Formular kann direkt als vierter Format der Stützenposition positioniert werden.