

# 45 D n-Feld-Stahlträger nach DIN 18800 (11.90)

## System:

Stahl-Durchlaufträger mit maximal 8 Feldern und zwei Kragarmen, einachsige Beanspruchung.

## Leistungsumfang:

- *Ansatz von Einwirkungen nach DIN 18800 Teil 1:*
  - Normalkräfte in Trägerlängsrichtung (zentrische Druckkraft)
  - Vertikale Einzeleinwirkungen an beliebiger Stelle in z-Richtung
  - Vertikale Streckeneinwirkungen an beliebiger Stelle in z-Richtung
  - Momente um die y-Achse an beliebiger Stelle
- *Nachweisverfahren ELASTISCH - PLASTISCH*
- *Bemessung für I-Profile, U-Profile, Hohlprofile und Rohre* (mit Bemessungsvorschlag durch das Programm)
- *Stahlsorten nach DIN 17100* (St 37-2, USt 37-2, RSt 37-2, St 37-3, St 52-3) sowie äquivalente Bezeichnungen nach DIN EN 10027 T1/T2 bzw. EC3 und freie Werkstoffdaten-Eingabe.
- *Schnittgrößen:*
  - **Feld:**
    - maximales Moment und dessen Stelle, außerdem Bemessungswerte
    - maximale Durchbiegung, wahlweise mit oder ohne Berücksichtigung der Teilsicherheiten, für ständige und veränderliche oder nur für ständige Einwirkungen
  - **Auflager:**
    - Stützmoment, max. Querkraft rechts und links, max. und min. Auflagerdruck
- *Nachweise für jedes Feld bzw. jedes Auflager:*
  - Nachweis der Grenzwerte b/t nach DIN 18800 Teil 1
  - Tragsicherheit nach DIN 18800 Teil 1 (753)
  - Biegeknicken nach DIN 18800 Teil 2 Abs. 3
  - Biegedrillknicken nach DIN 18800 Teil 2 Abs. 3
  - Nachweis der Auflagerpressung
- *weitere Nachweise:*
  - Gleitsicherheit des horizontal unverschieblichen Lagers (bei Normalkraft) nach DIN 18800 Teil 1 (764)

## Einwirkungen:

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

$G$  = *Ständige Einwirkungen.*

$Q$  = *Veränderliche Einwirkungen:* Es können bis zu 9 Gruppen ( $Q_1, Q_2, \dots, Q_9$ ) für veränderliche Einwirkungen definiert werden. Jede Gruppe erhält eine textliche Beschreibung und einen Kombinationsbeiwert. Der Standardwert für  $\psi$  hat nach DIN 18800 Teil 1 (710) den Wert 0.9. Für Kombinationen mit zwei und mehr veränderlichen Einwirkungen können nach (710), Absatz 5, auch andere Kombinationsbeiwerte verwendet werden, wenn diese zuverlässig ermittelt wurden. Außerdem kann für jede Gruppe festgelegt werden, ob die dieser Gruppe zugeordneten Einwirkungen bei der Schnittkraftermittlung ungünstig angeordnet werden sollen.

$A$  = *Außergewöhnliche Einwirkungen:* Es können bis zu 3 Gruppen ( $A_1, A_2, A_3$ ) für außergewöhnliche Einwirkungen definiert werden. Jede Gruppe erhält eine textliche Beschreibung.

Die Erfassung der Einwirkungen erfolgt tabellarisch. Jeder Einwirkung muß die zugehörige Einwirkungsgruppe  $G, Q_i$  oder  $A_i$  zugeordnet werden. Eine Zusammenstellung der häufig verwendeten  $Q_i$ - und  $A_i$ -Gruppierungen kann in einer Initialisierungs-Datei gespeichert und bei weiteren Berechnungen abgerufen werden.

Das Koordinatensystem und die positiven Richtungen der Einwirkungen entsprechen DIN 18800, Teil 1, Bild 1. Normalkräfte können nur als Druckkräfte eingegeben werden.

## Schnittgrößen

Die Ermittlung der Schnittgrößen erfolgt unter Anwendung der Kombinationsregeln der DIN 18800 Teil 1 Element (710) bis (714). Die Schnittkraftermittlung mittels ungünstiger Laststellung erfolgt analog zu den Einstellungen der  $Q_i/A_i$ -Gruppen.

## Bemessung:

- Profilwahl:**
  - 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 / Mai 1974
  - Quadrat-Hohlprofile (warmgefertigt) nach DIN 59410 / Mai 1974
  - Quadrat-Hohlprofile (kaltgefertigt) nach DIN 59411 / Juli 1987

Der Bemessungsvorschlag wird ermittelt nach DIN 18800, Teil 1, (753) und Teil 2, Abs. 3, Biegedrillknicken. Dabei wird Lastangriff am Obergurt und Abstand der Gabellagerungen = Systemlänge (ungünstigster Fall) angenommen. Auf Wunsch kann die Vorschlagsberechnung über BDk unterdrückt werden. Bei Hohlprofilen wird der Bemessungsvorschlag über (753) ermittelt.

Neben den Standard-Profilen können auch den Standard-Typen entsprechende Profile mit frei eingegebenen Profil-Kennwerten verwendet werden. Diese eigenen Profildateien können mit dem Programm 30L erzeugt werden.

- Grenzwerte  $g_{renz}(b/t) = \text{Nachweis für volles Mitwirken aller Querschnittsteile unter Druckspannungen:}$**

Für das gewählte Profil werden die Grenzwerte  $b/t$  bzw.  $d/t$  nach DIN 18800 Teil 1 ermittelt und deren Einhaltung überprüft. Ist die Bedingung eingehalten, so ist kein Beulsicherheitsnachweis erforderlich.

- Tragsicherheit nach DIN 18800 Teil 1:**

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  $f_{N_x}, f_{M_y}, f_{V_z}$  beschreiben das Verhältnis der vorhandenen Beanspruchungen zur beanspruchten (bzw. zugewiesenen) Fläche unter Berücksichtigung noch freier Teilflächen, die zum Abtragen solcher Beanspruchung geeignet wären.

- Biegeknicken nach DIN 18800 Teil 2:**

Es wird der Biegeknickenachweis nach DIN 18800 Teil 2 Abschnitt 3 (Ersatzstabverfahren) für das gewählte Profil durchgeführt. Liegt keine oder eine geringe Normalkraft vor, so kann der Nachweis entfallen.

- Biegedrillknicken nach DIN 18800 Teil 2:**

Es wird untersucht, ob der Nachweis nach DIN 18800 Teil 2 Abschnitt 3 entfallen kann, ob der vereinfachte Nachweis ausreicht oder der vollständige Nachweis geführt werden muß. Die entsprechenden Ergebnisse werden feldweise ausgegeben. Der Ort des Lastangriffs, der Abstand der Gabellagerungen sowie der Momentenbeiwert  $\zeta$  (nach Tab. 10) können bei Bedarf geändert werden. Für Hohlprofile entfällt der Biegedrillknick-Nachweis.

- Gleitsicherheit nach DIN 18800 Teil 1 (nur bei Normalkraft):**

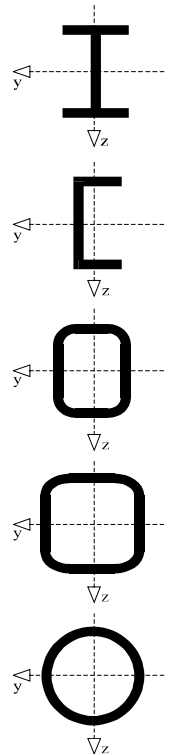
Für das horizontal unverschiebliche Auflager kann mithilfe des Reibungswiderstandes ermittelt werden, ob die eingeleitete Normalkraft unterhalb der Grenzgleitkraft liegt (Element 763).

- Auflagerpressung:**

Für jedes Auflager kann durch Eingabe der zulässigen Pressung ein Nachweis der Auflagerpressung geführt werden. Die Länge der Auflagerfläche kann eingegeben werden, die Breite ist durch die Stegbreite des Trägers vorgegeben. Die Eingabe eines Abminderungsfaktors (lt. Anpassungsrichtlinie DIN 18800, 7/1995) ist möglich.

- Krafteinleitung:**

Der Nachweis der Krafteinleitung nach DIN 18800, Teil 1, (503) muß gesondert geführt werden. Ist der Nachweis nach (744) nicht erfüllt, so sind zur Einleitung der Einwirkungen Aussteifungen anzuordnen.

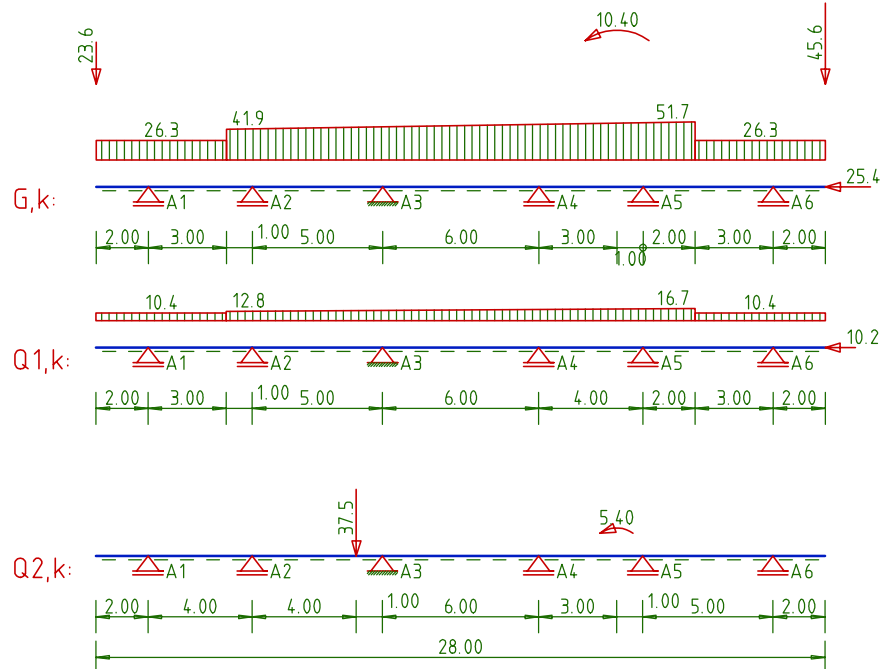


## Lastweiterleitung:

Für die Übernahme in andere Positionen werden die charakteristischen und Design-Schnittgrößen gespeichert. Die Auflagerdrücke  $A$  werden getrennt nach Anteilen aus  $G$ ,  $\min. Q$  und  $\max. Q$  abgelegt. Charakteristische Übernahmewerte sind in Folgepositionen erneut mit den entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten zu versehen. Der Anteil aus veränderlichen Einwirkungen ist einer  $Q_i$ -Gruppe zuzuordnen. Schnittgrößen aus außergewöhnlichen Einwirkungen werden nicht gespeichert.

**POS. 15 MEHRFELD-STAHLTR. '45D'**

SYSTEM: 5-Feldträger mit Kragarm, Gesamtlänge 28.00 m


 Kragarm: links:  $l_k = 2.00$  m, rechts:  $l_k = 2.00$  m

Feld: 1 2 3 4 5

l (m): 4.00 5.00 6.00 4.00 5.00

Horizontal unverschiebliches Auflager: 3

 GRUPPIERUNG DER VERÄNDERLICHEN EINWIRKUNGEN  $Q_i$ :

Nr.	Beschreibung	ungünst.Lastst.	Psi
Q1	Vertikale Verkehrslasten	Ja	0.90
Q2	Sonstige Verkehrslasten	Nein	0.90

EINWIRKUNGEN:

 Dimension:  $q$ (kN/m),  $P$ (kN),  $M$ (kNm)

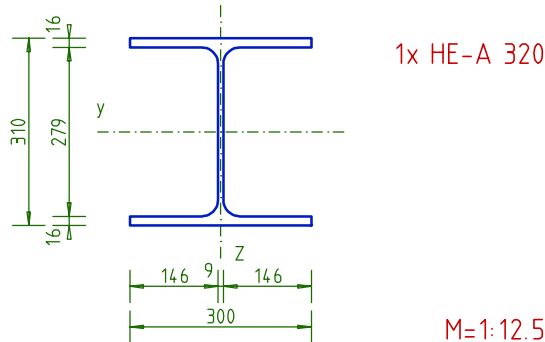
aus	Art, Klas.	GamF (-)	Betrag		a (m)	c (m)
			li.	re.		
Pos. 12 Auflager 4	qz,G	1.35	25.30	25.30	0.00	28.00
	qz,Q1	1.50	10.40	10.40	0.00	28.00
Pos. 15 Auflager 2	qz,G	1.35	15.60	25.40	5.00	18.00
	qz,Q1	1.50	2.40	6.30	5.00	18.00
Einzellast	Pz,G	1.35	23.60	23.60	0.00	--
Einzellast	Pz,G	1.35	45.60	45.60	28.00	--
Einzellast	Pz,Q2	1.50	37.50	37.50	10.00	--
Moment	My,G	1.35	10.40	10.40	20.00	--
	My,Q2	1.50	5.40	5.40	20.00	--

aus	Art, Klas.	GamF (-)	Betrag li.	Betrag re.	a (m)	c (m)
Normalkraft	Nx,G	1.35	25.40	25.40	--	--
	Nx,Q1	1.50	10.20	10.20	--	--
Eigengewicht	qz,G	1.35	1.00	1.00	0.00	28.00

WERKSTOFFDATEN: St 37-2 , Erzeugnisdicke  $t \leq 40$  mm  
 Streckgrenze/Zugfestigkeit  $f_{y,k}/f_{u,k} = 240 / 360$  N/mm<sup>2</sup>  
 E/G-Modul = 210000/ 81000 N/mm<sup>2</sup>, Gamma M = 1.10

TRÄGERWAHL: Formstahlprofil ohne Verstärkung

HE-A - Profilreihe, warmgefertigt 1 x HE-A 320



QUERSCHNITTSWERTE:  $A = 124.00$  cm<sup>2</sup>  
 $I_y = 22930.00$  cm<sup>4</sup>,  $I_z = 6990.00$  cm<sup>4</sup>,  $I_t = 108.00$  cm<sup>4</sup>  
 $I_w = 1512000.0$  cm<sup>6</sup>,  $i_y = 13.60$  cm,  $i_z = 7.51$  cm  
 $i_p = 15.53$  cm,  $i_M = 15.53$  cm

GRENZWERTE b/t (DIN 18800 T.1 Tab.15)

vorh.(b/t) / min.grenz(b/t), Steg:  $0.05 < 1.00$   
 vorh.(b/t) / min.grenz(b/t), Gurt: nicht erford.

FELDMOMENTE, TRAGSICHERHEITSNACHWEISE (DIN 18800 T.1):

.	max. Mfyd	Tragsicherheit bei Flächenaufteilung (E-P):							
		Ko.	x	My,d	Vz,d	Nx,d	fmy	fvz	fnx
KL	0.00	GQ1	2.00	-165.9	-134.0	0.00	0.48	0.40	0.00
F1	-44.33	GQ1	2.00	-165.9	133.68	0.00	0.48	0.40	0.00
F2	117.19	GQ	11.00	-262.6	-274.0	0.00	0.80	0.82	0.00
F3	170.49	GQ	11.00	-262.6	258.91	48.06	0.81	0.85	0.10
F4	74.85	GQ1	17.00	-229.6	227.02	49.59	0.70	0.74	0.07
F5	79.22	GQ1	26.00	-225.3	-175.4	49.59	0.66	0.58	0.06
KR	0.00	GQ1	26.00	-225.3	163.76	49.59	0.66	0.54	0.06

fmy, fvz, fnx: Ausnutzungsgrade aus My, Vz und Nx ( $\leq 1.0$ ).

Lager .	Msyd (kNm)	Vzd,li (kN)	Vzd,re (kN)	max.Ad (kN)	min.Ad (kN)
A1	-165.92	-134.06	133.68	267.74	186.91
A2	-107.21	-113.93	180.72	294.65	165.24
A3	-262.68	-274.01	258.91	532.91	355.04
A4	-229.69	-261.31	227.02	488.33	328.46
A5	-112.27	-166.81	179.52	346.34	192.09
A6	-225.32	-175.47	163.76	339.23	258.26

Auflager 3: AH max./min. = 49.59 / 34.29 kN

**BIEGEKNICKNACHWEIS (DIN 18800 T.2):**

Feld .	Nd (kN)	Myd (kNm)	Bedingung	Tragsicherheit .
F3	49.59	-262.68	(24) =	0.764 < 1.0
F4	49.59	-229.69	(24) =	0.668 < 1.0
F5	49.59	-225.32	(24) =	0.657 < 1.0
Kr.re	49.59	-225.32	(24) =	0.652 < 1.0

**BIEGEDRILLKNICKNACHWEIS (DIN 18800 T.2):**

Widerstände:  $N_{pl,d} = 2705.5$  kN  
 $M_{pl,y,d} = 355.2$  kNm

Krag.li.: Lastangr.: Obergurt , l = 2.00, Zeta = 1.12  
 Elem.(303): 0.317 < 0.40 (Biegedrillknicknachw. entfällt)

Feld 1: Lastangr.: Obergurt , l = 4.00, Zeta = 1.12  
 Bed. (12): 0.507 < 1.07 (Biegedrillknicknachw. entfällt)

Feld 2: Lastangr.: Obergurt , l = 5.00, Zeta = 1.12  
 Bed. (12): 0.633 < 0.68 (Biegedrillknicknachw. entfällt)

Feld 3: Lastangr.: Obergurt , l = 6.00, Zeta = 1.12  
 Bed. (12): 0.760 > 0.68 (Biegedrillknicknachweis nötig)  
 Bed. (14): 0.907 < 1.00 (vereinfachter Nachweis)

Feld 4: Lastangr.: Obergurt , l = 4.00, Zeta = 1.12  
 Bed. (12): 0.507 < 0.77 (Biegedrillknicknachw. entfällt)

Feld 5: Lastangr.: Obergurt , l = 5.00, Zeta = 1.12  
 Bed. (12): 0.633 < 0.79 (Biegedrillknicknachw. entfällt)

Krag.re.: Lastangr.: Obergurt , l = 2.00, Zeta = 1.12  
 Elem.(303): 0.317 < 0.40 (Biegedrillknicknachw. entfällt)

**GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT ( Verformung aus Gk+Qk):**

.	bei x (m)	max. wz (cm)	.
Kragarm links:	0.00	0.816	(1/ 245)
Feld 1:	3.72	-0.189	(1/ 2118)
Feld 2:	8.35	0.358	(1/ 1396)
Feld 3:	14.04	0.708	(1/ 847)

.	bei x (m)	max. wz (cm)	.
Feld 4:	19.24	0.119	(1/ 3367)
Feld 5:	24.68	-0.161	(1/ 3097)
Kragarm rechts:	28.00	0.992	(1/ 202)

**GLEITSICHERHEITSNACHWEIS:**

Horizontal unverschieblich: Auflager 3,  $A_{min} = 355.04 \text{ kN}$   
 Auflagerung auf Beton,  $\mu = 0.50$   $0.419 < 1.00$

**AUFLAGERPRESSUNG:**

Auf- lager	b (cm)	l (cm)	vorh.p,d (N/mm <sup>2</sup> )	zul.p (N/mm <sup>2</sup> )	gewählt	.
1	30.0	16.6	5.38/1.35	< 4.00	-- Material	--
2	30.0	18.2	5.40/1.35	= 4.00	-- Material	--
3	30.0	32.9	5.40/1.35	= 4.00	-- Material	--
4	30.0	30.2	5.39/1.35	< 4.00	-- Material	--
5	30.0	21.4	5.39/1.35	= 4.00	-- Material	--
6	30.0	21.0	5.38/1.35	< 4.00	-- Material	--

**CHARAKT. AUFLAGERKRÄFTE (LASTWEITERLEITUNG):** (kN,kNm)

La- ger	A,k (G)	A,k (Q,min)	A,k (Q,max)	La- ger	A,k (G)	A,k (Q,min)	A,k (Q,max)
1:	145.15	-6.68	47.87	2:	141.97	-17.60	76.30
3:	270.58	-6.82	124.16	4:	259.27	-15.98	92.19
5:	163.36	-18.95	83.89	6:	194.18	-2.86	51.41

Hx,k, Lager 3: G/Q,min/Q,max = 25.40 0.00 10.20

Der Nachweis der Krafteinleitungen (18800,T.1,(503)) für  
 Auflager/Krafteinleitungsstellen wird gesondert geführt.