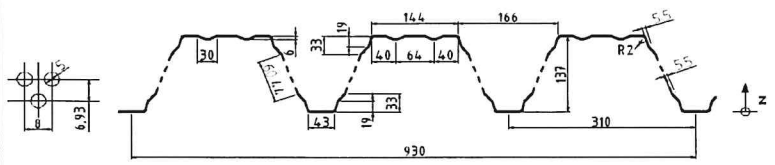
Stahltrapezprofil Typ **M 135.1/310 A**

Querschnitts- und Bemessungswerte

EN 1993-1-3

Profiltafel in **Positivlage**



Anlage 10.5

Als Typenentwurf

in bautechnischer Hinsicht geprüft

Prüfbescheid-Nr. **T 18-007**

Landesdirektion Sachsen

- Landesstelle für Bautechnik -

Leipzig, den 09.03.2018

FREISTAAT SACHSEN LANDESDIREKTION SACHSEN

Leiter | Bearbeiter

Nennstreckgrenze des Stahlkerns $f_{y,k}$ = 320 N/mm²

Charakteristische Tragfähigkeitswerte für andrückende Flächenbelastung [3])

Nennblechdicke	Feldmoment	Endauflagerkraft [6])		Elastisch aufnehmbare Schnittgrößen an Zwischenauflagern [1]) [2]) [4]) [5])												
				Querkraft	Lineare Interaktion											
					Stützmomente [19])						Zwischenauflagerkräfte [19])					
		$l_{a,A1}$ = 10 mm	$l_{a,A2}$ = 40 mm		$l_{a,B}$ = 60 mm		$l_{a,B}$ = 160 mm		$l_{a,B}$ = -		$l_{a,B}$ = 60 mm		$l_{a,B}$ = 160 mm		$l_{a,B}$ = -	
t_N	$M_{c,Rk,F}$	$R_{w,Rk,A}$		$V_{w,Rk}$	$M_{0,Rk,B}$	$M_{c,Rk,B}$	$M_{0,Rk,B}$	$M_{c,Rk,B}$	$M_{0,Rk,B}$	$M_{c,Rk,B}$	$R_{0,Rk,B}$	$R_{w,Rk,B}$	$R_{0,Rk,B}$	$R_{w,Rk,B}$	$R_{0,Rk,B}$	$R_{w,Rk,B}$
mm	kNm/m	kN/m			kNm/m						kN/m					
0,75	10,13	3,78	5,73	15,45	9,55	7,64	9,55	7,64	-	-	16,51	13,21	24,06	19,25	-	-
0,88	12,72	5,28	7,89	24,83	12,46	9,97	12,46	9,97	-	-	22,65	18,12	32,76	26,21	-	-
1,00	15,11	6,86	10,14	36,22	15,27	12,22	15,27	12,22	-	-	29,03	23,22	41,73	33,38	-	-
1,13	17,88	8,79	12,85	51,91	18,27	14,62	18,27	14,62	-	-	36,68	29,35	52,41	41,93	-	-
1,25	20,26	10,77	15,59	69,84	21,10	16,88	21,10	16,88	-	-	44,41	35,53	63,13	50,50	-	-
1,50	25,17	11,41	16,27	119,23	25,90	20,72	25,90	20,72	-	-	46,12	36,90	64,94	51,95	-	-

Reststützmomente [7])

	$l_{a,B}$ = 60 mm			$l_{a,B}$ = 160 mm			$l_{a,B}$ = -		
t_N	min L	max L	max $M_{R,Rk}$	min L	max L	max $M_{R,Rk}$	min L	max L	max $M_{R,Rk}$
mm	m		kNm/m	m		kNm/m	m		kNm/m
0,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Reststützmomente $M_{R,Rk}$

$M_{R,Rk} = 0$ für $L \leq \min L$

$M_{R,Rk} = \max M_{R,Rk}$ für $L \geq \max L$

$M_{R,Rk} = \frac{L - \min L}{\max L - \min L} * \max M_{R,Rk}$

Charakteristische Tragfähigkeitswerte für abhebende Flächenbelastung [1]) [2])

Nennblechdicke	Feldmoment	Befestigung in jedem anliegenden Gurt						Befestigung in jedem 2. anliegenden Gurt					
		Endauflagerkraft	Lineare Interaktion Zwischenauflager					Endauflagerkraft	Lineare Interaktion Zwischenauflager				
t_N	$M_{c,Rk,F}$	$R_{w,Rk,A}$	$M_{0,Rk,B}$	$M_{c,Rk,B}$	$R_{0,Rk,B}$	$R_{w,Rk,B}$	$V_{w,Rk}$	$R_{w,Rk,A}$	$M_{0,Rk,B}$	$M_{c,Rk,B}$	$R_{0,Rk,B}$	$R_{w,Rk,B}$	$V_{w,Rk}$
mm	kNm/m	kN/m	kNm/m		kN/m			kN/m	kNm/m		kN/m		
0,75	7,64	15,45	12,66	10,13	-	-	15,45	7,73	6,33	5,07	-	-	7,73
0,88	9,97	24,83	15,90	12,72	-	-	24,83	12,41	7,95	6,36	-	-	12,41
1,00	12,22	36,22	18,89	15,11	-	-	36,22	18,11	9,44	7,55	-	-	18,11
1,13	14,62	51,91	22,35	17,88	-	-	51,91	25,96	11,18	8,94	-	-	25,96
1,25	16,88	69,84	25,33	20,26	-	-	69,84	34,92	12,66	10,13	-	-	34,92
1,50	20,72	119,23	31,46	25,17	-	-	119,23	59,61	15,73	12,59	-	-	59,61

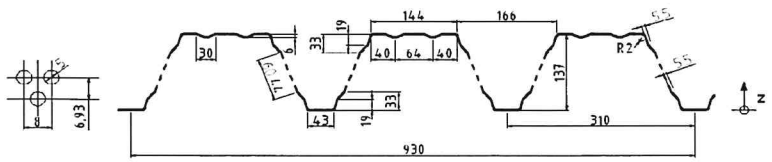
Fußnoten s. Beiblatt 1/2 bzw. 2/2

Stahltrapezprofil Typ **M 135.1/310 A**

Querschnitts- und Bemessungswerte

EN 1993-1-3

Profiltafel in **Positivlage**



Anlage 10.6

Als Typenentwurf

in bautechnischer Hinsicht geprüft

Prüfbescheid-Nr. **T 18-007**

Landesdirektion Sachsen

- Landesstelle für Bautechnik -

Leipzig, den 09.03.2018

FREISTAAT SACHSEN LANDESDIREKTION SACHSEN

Leiter Bearbeiter

Nennstreckgrenze des Stahlkerns $f_{y,k}$ = 320 N/mm²

Maßgebende Querschnittswerte

Nennblechdicke	Eigenlast	Biegung [8]		Normalkraftbeanspruchung: nicht reduzierter Querschnitt			Normalkraftbeanspruchung: wirksamer Querschnitt [9]			Grenzstützweiten [10] L_{gr} in m	
										Einfeldträger	Mehrfeldträger
t_N	g	I^+_{ef}	I^-_{ef}	A_g	i_g	z_g	A_{eff}	i_{eff}	z_{eff}		
mm	kN/m²	cm⁴/m		cm²/m	cm		cm²/m	cm			
0,75	0,086	271,20	257,13	9,12	5,46	8,62	3,99	6,07	8,15	6,95	8,69
0,88	0,101	321,13	315,58	10,79	5,46	8,62	5,10	6,06	8,11	9,17	> 10,00
1,00	0,114	367,01	367,01	12,33	5,46	8,62	6,19	6,06	8,06	9,58	> 10,00
1,13	0,129	416,71	416,71	14,00	5,46	8,62	7,43	6,05	8,02	10,00	> 10,00
1,25	0,143	462,59	462,58	15,54	5,46	8,62	8,64	6,03	7,98	> 10,00	> 10,00
1,50	0,171	558,16	558,16	18,75	5,46	8,62	11,16	5,98	8,00	> 10,00	> 10,00

Schubfeldwerte

Nennblechdicke	Grenzzustand der Tragfähigkeit [15]				Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit [16]				$F_{t,Rk}$ in kN [18]	
	L_R [11]	$T_{1,Rk}$	$T_{crit,g}$ [11] [12]	$T_{crit,l}$ [12]	$T_{3,Rk,N}$	$T_{3,Rk,S}$ [17]	k_1' [13] [14]	k_2' [13] [14]	Einleitungslänge a	
t_N									≥ 130 mm	≥ 280 mm
mm	m	kN/m					m/kN	m²/kN		
0,75	8,00	20,48	7,68	35,58	1,32	1,27	0,399	69,606	-	-
0,88	8,00	24,23	9,89	54,17	2,01	1,93	0,337	45,719	-	-
1,00	8,00	27,69	12,08	75,64	2,80	2,70	0,295	32,743	-	-
1,13	8,00	31,44	14,62	103,91	3,85	3,70	0,260	23,836	-	-
1,25	8,00	34,90	17,10	134,91	5,00	4,81	0,234	18,358	-	-
1,50	8,00	42,11	22,66	215,75	8,00	7,69	0,194	11,479	-	-

Beiwerte:

k_1^* = 3,76 1/kN [14]	k_2^* = 2,17 m²/kN [14]	k_3' = 0,884 [15]	

Fußnoten s. Beiblatt 1/2 bzw. 2/2

Beiblatt 1/2	Erläuterungen zu den Querschnitts- und Bemessungswerten (EN 1993-1-3)

1) Interaktionsbeziehung für M und V (elastisch-elastisch)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rk,B}/\gamma_M} \leq 1 \quad \text{wenn} \quad \frac{V_{Ed}}{V_{w,Rk}/\gamma_M} \leq 0{,}5$$

Für $\frac{V_{Ed}}{V_{w,Rk}/\gamma_M} > 0{,}5$ gilt Gleichung 6.27 (EN 1993-1-3), die im Sinne der Sicherheit vereinfacht werden kann:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rk,B}/\gamma_M} + \left(2 \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{w,Rk}/\gamma_M} - 1\right)^2 \leq 1$$

2) Interaktionsbeziehung für M und R (elastisch-elastisch)

Lineare Interaktionsbeziehung für M und R:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rk,B}/\gamma_M} \leq 1 \text{ und } \frac{F_{Ed}}{R_{w,Rk,B}/\gamma_M} \leq 1$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{0,Rk,B}/\gamma_M} + \frac{F_{Ed}}{R_{0,Rk,B}/\gamma_M} \leq 1$$

Anmerkung:

Für rechnerisch ermittelte Werte gilt:

$M_{0,Rk,B} = 1{,}25 \cdot M_{c,Rk,B}$ und

$R_{0,Rk,B} = 1{,}25 \cdot R_{w,Rk,B}$

Quadratische Interaktionsbeziehung für M und R:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rk,B}/\gamma_M} \leq 1 \text{ und } \frac{F_{Ed}}{R_{w,Rk,B}/\gamma_M} \leq 1$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{0,Rk,B}/\gamma_M} + \left(\frac{F_{Ed}}{R_{0,Rk,B}/\gamma_M}\right)^2 \leq 1$$

3) Werden quer zur Spannrichtung und rechtwinklig zur Profilebene Linienlasten in das Trapezprofil eingeleitet, so ist der Nachweis der Tragfähigkeit aus der umgekehrten Profillage als Interaktionsnachweis (vgl. Fußnote 2) durchzuführen.

4) Für kleinere Zwischenauflagerlängen $l_{a,B}$ als angegeben, müssen die aufnehmbaren Tragfähigkeitswerte linear im entsprechenden Verhältnis reduziert werden. Für $l_{a,B} < 10$ mm, z.B. bei Rohren, darf maximal der Wert für $l_{a,B} = 10$ mm eingesetzt werden.

5) Bei Auflagerlängen, die zwischen den aufgeführten Auflagerlängen liegen, dürfen die aufnehmbaren Tragfähigkeitswerte jeweils linear interpoliert werden.

6) Der Profilüberstand für die wirksame Auflagerlänge $l_{a,A1}$ ist mit $c \geq 40$ mm einzuhalten. Die Auflagerkräfte $R_{w,Rk,A}$ dürfen verdoppelt werden, wenn für $l_{a,A1}$ der Profilüberstand $c \geq 1{,}5 * h_w$ ausgeführt wird. Die Auflagerlänge $l_{a,A2}$ entspricht, abweichend von EN 1993-1-3 6.1.7.3(4), der wirksamen Auflagerlänge einschließlich des Profilüberstandes c. Die hier für $l_{a,A2}$ angegebenen Auflagerkräfte $R_{w,Rk,A}$ sind experimentell bestätigte oder von diesen abgeleitete Werte.

7) Tragfähigkeitsnachweis (plastisch-plastisch) für andrückende Einwirkungen:

Stützmomente sind auf die sich aus den jeweils angrenzenden Feldlängen ergebenden Reststützmomente $M_{R,Rk}/\gamma_M$ zu begrenzen. Für das damit unter Bemessungslasten entstehende maximale Feldmoment muss gelten:

$M_{Ed} \leq M_{c,Rk,F}/\gamma_M$.

Außerdem ist für die im Endfeld entstehende Endauflagerkraft folgende Bedingung einzuhalten:

$F_{Ed} \leq R_{w,Rk,A}/\gamma_M$.

Für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit ist am elastischen System nachzuweisen, dass bei gleichzeitigem Auftreten von Stützmoment und Auflagerkraft an einer Zwischenstütze die 0,9-fache Beanspruchbarkeit nicht überschritten wird (vgl. Fußnote 2).

Sind keine Werte für Reststützmomente angegeben, ist beim Tragfähigkeitsnachweis $M_{R,Rk} = 0$ zu setzen.

8) Wirksame Trägheitsmomente für die Lastrichtung nach unten (+) bzw. oben (-).

9) Wirksamer Querschnitt für eine konstante Druckspannung $\sigma = f_{y,k}$.

10) Maximale Stützweiten, bis zu denen das Trapezprofil ohne Last verteilende Maßnahmen begangen werden darf.

11) Die Werte gelten nur für $\beta_v \leq 0{,}2$. Für $\beta_v \geq 0{,}3$ ist der Nachweis mit $l_{a,B} = 10$ mm zu führen.

$$\beta_v = \frac{|V_{Ed,1}| - |V_{Ed,2}|}{|V_{Ed,1}| + |V_{Ed,2}|}$$

Dabei sind $|V_{Ed,1}|$ und $|V_{Ed,2}|$ die Beträge der Querkräfte auf jeder Seite der örtlichen Lasteinleitung oder der Auflagerreaktion.

Es gilt: $|V_{Ed,1}| \geq |V_{Ed,2}|$

12) Blechdicke: Minustoleranz nach DIN EN 10143:2006, Tabelle 2 „Eingeschränkte Grenzabmaße (S)“

Beiblatt 2/2	Erläuterungen zu den Querschnitts- und Bemessungswerten (EN 1993-1-3)

Schubfelder nach Bryan/Davies

13) Der globale kritische Beulschubfluss ist an die vorhandenen Stützweiten anzupassen:

$T'_{crit,g} = T_{crit,g} \cdot (L_R/L_{Si})^2$ mit L_{Si} = maximale Einzelstützweite in m. Für Einfeldträger kann $T_{crit,g}$ verdoppelt werden.

14) Der Grenzwert der Beanspruchbarkeit infolge Beulen ergibt sich aus:

$T_{2,Rk} = 0{,}7 \cdot \frac{T'_{crit,g} \cdot T_{crit,l}}{T'_{crit,g} + T_{crit,l}}$, wenn $T_{crit,l}$ angegeben ist. Andernfalls ist $T_{2,Rk} = 0{,}7 \cdot T'_{crit,g}$.

15) Der Grenzwert der Beanspruchbarkeit zur Einhaltung des maximalen Gleitwinkels 1/750 ergibt sich aus:

$T_{4,Rk} = \frac{1}{750} \cdot \frac{1}{(k'_1 \cdot \alpha_2 + k'_2 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_4 / L_S)} \cdot 10^4$ mit L_S = Gesamtlänge des Schubfeldes in m.

16) Die Schubsteifigkeit S zur Berechnung der Gesamtverformung des Schubfeldes unter dem Schubfluss T ergibt sich zu:

$$S = \frac{10^4}{\left[\left(k'_1 \cdot \alpha_2 + k_1^* \cdot e_L\right) + \frac{\left(k'_2 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_4 + k_2^* \cdot \alpha_3\right)}{L_S}\right]}$$

mit

e_L = Abstand der Verbindungselemente in den Längsstößen in m.

Bei Sonderausführung der Befestigung kann k_2^* halbiert werden (Fußnote 19))

Beiwerte zu 15) und 16):

Anzahl der Felder →	1	2	3	4	5	6	7	8
Anzahl der Auflager →	2	3	4	5	6	7	8	9
α_1	1,00	1,00	0,85	0,70	0,60	0,60	0,60	0,60
α_2	1,00	1,00	0,75	0,67	0,55	0,50	0,44	0,40
α_3	1,00	1,00	0,90	0,80	0,71	0,64	0,58	0,53

α_4 = 1,00 (ohne Querstoß im Schubfeld)

$\alpha_4 = 1{,}3 + 0{,}3 * n'_b$ (n'_b = Anzahl der Querstöße im Schubfeld)

17) Im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist nachzuweisen:

$T_{E,d} \leq \frac{T_{1,Rk}}{\gamma_{M1}}$ und $T_{E,d} \leq \frac{T_{2,Rk}}{\gamma_{M1}}$ Die Bemessungswerte der Quer- und Auflagerkräfte sind um $F_{Ed,S} = k'_3 \cdot T_{E,d}$ zu vergrößern.

18) Im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ist nachzuweisen:

$T_{E,d} \leq \frac{T_{3,Rk,N}}{\gamma_{M,ser}}$ oder $T_{E,d} \leq \frac{T_{3,Rk,S}}{\gamma_{M,ser}}$ Der Nachweis von $T_{3,Rk}$ ist nur bei bituminös verklebten Dachaufbauten erforderlich.

$T_{E,d} \leq \frac{T_{4,Rk}}{\gamma_{M,ser}}$

19) Sonderausführungsarten der Befestigung:

Eine Sonderausführung der Befestigung ist gegeben, wenn jede Rippe mit je einem Befestigungselement unmittelbar neben jedem Steg des Trapezprofils (siehe Bild 1) befestigt wird. Alternativ darf eine runde oder rechteckige Unterlegscheibe (siehe Bild 2), die unter das mittig eingebrachte Befestigungselement anzuordnen ist, verwendet werden. Die Unterlegscheibe muss den Untergurt in seiner gesamten ebenen Breite überdecken.

Für die Scheibendicke gilt:

$d \geq 2{,}7 \cdot t_{cor} \cdot \sqrt[3]{\frac{l}{c_u}}$ und $d \geq 2{,}00$ mm

mit

l = Untergurtbreite des Trapezprofils

c_u = Breite der Unterlegscheibe in Trapezprofillängsrichtung oder Durchmesser der Unterlegscheibe

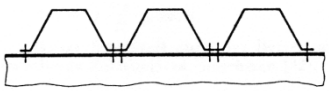


Bild 1

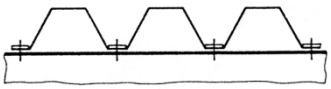


Bild 2

20) Einzellasten $F_{t,Rk}$ in kN je Rippe für die Einleitung in Trapezprofile in Spannrichtung ohne Lasteinleitungsträger.