

# Schubfeldsteifigkeit ST13

## Inhaltsverzeichnis

Anwendungsmöglichkeiten	2
Berechnungsgrundlagen	2
Eingabe	3
Systemeingabe	3
Material - Träger	4
Befestigung - STP (Stahl-Trapezblech-Profil)	5
Schubfeldbettung - Parameter	5
Berechnungsparameter Drehbettung	6
Berechnung und Ergebnisse	8
Ausgabe	9
Ausgabeprofil	9
Literatur	10

## Grundlegende Dokumentationen - Übersicht

Neben den einzelnen Programmhandbüchern (Manuals) finden Sie grundlegende Erläuterungen zur Bedienung der Programme auf unserer Homepage [www.friilo.eu](http://www.friilo.eu) im Downloadbereich (Handbücher).

*Tipp: Zurück - z.B. nach einem Link auf ein anderes Kapitel/Dokument – geht es im PDF mit der Tastenkombination „ALT“ + „Richtungstaste links“*

## FAQ - Frequently asked questions

Häufig auftretende Fragen zu unseren Programmen haben wir auf unserer Homepage im Bereich

► Service ► Support ► [FAQ](#) beantwortet.

## Anwendungsmöglichkeiten

Bei biegebeanspruchten Trägern besteht die Gefahr, dass diese sich seitlich verschieben und verdrehen können. Im Allgemeinen wird bei der Untersuchung des Biegedrillknickens davon ausgegangen, dass sich die seitliche Verschiebung  $v$  und die Verdrehung  $\vartheta$  unabhängig voneinander einstellen können.

In vielen Fällen sind jedoch Konstruktionsteile wie zum Beispiel Stahltrapezblechprofile an die Träger angeschlossen, die eine elastische Stützung verursachen. Man kann die Wirkung der stabilisierenden Bauteile rechnerisch durch Drehfedern  $c_\vartheta$  und durch die ideale Schubsteifigkeit  $S_i$  formulieren. Ein Grenzfall liegt vor, wenn die seitliche Verschiebung  $v$  im Abstand  $f$  zum Schubmittelpunkt  $M$  vollständig verhindert ist. In diesem Fall spricht man von einer „gebundenen Drehachse“.

Die stabilisierende Wirkung von Stahltrapezblechprofilen auf Biegeträger kann nach zwei verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet werden. Zum einen kann die Behinderung der seitlichen Verschiebung sowie der Verdrehung durch Nachweis einer ausreichenden Schub- und Drehbettung nachgewiesen werden. In diesem Fall muss also kein Nachweis auf Biegedrillknicken des Trägers erfolgen. Zum anderen darf anstelle des vorgenannten Nachweises die wirksame Schubsteifigkeit und die wirksame Drehbettung bei der Ermittlung des idealen Biegedrillknickmomentes  $M_{ki,y}$  berücksichtigt werden. Der Nachweis auf Biegeknicken ist dann entsprechend zu führen.

Das Programm ST13 berechnet die Drehfeder  $c_\vartheta$  [kNm/m], die ideale Schubsteifigkeit  $S$  [kN], sowie die Translationsbettung  $c_y$  [kN/m<sup>2</sup>] mit denen die stabilisierende Wirkung von Stahltrapezblechprofilen für Biegeträger berücksichtigt werden kann. Des weiteren wird der Nachweis der Behinderung der seitlichen Verschiebung und der Verdrehung nachgewiesen. Konnte der Nachweis erfolgreich geführt werden, ist ein weiterer Biegedrillknicknachweis nicht erforderlich. Da aber in der Praxis der Nachweis der ausreichenden Drehbettung nur selten gelingt, ist im Allgemeinen eine Biegedrillknicknachweis erforderlich. Die vom Programm berechneten Federkonstanten können dann in entsprechende Programme, wie zum Beispiel BTII, übernommen werden.

## Berechnungsgrundlagen


Siehe Dokument [ST13-Berechnungsgrundlagen.pdf](#).

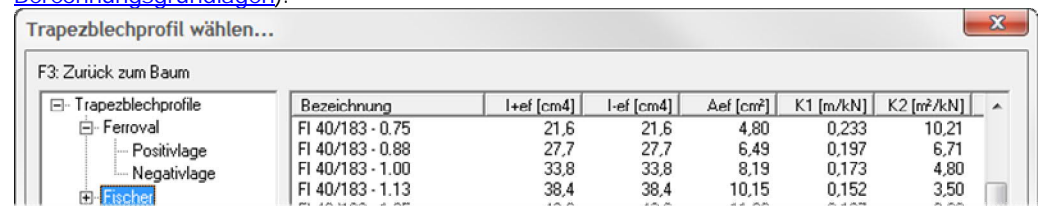
## Eingabe

### Systemeingabe

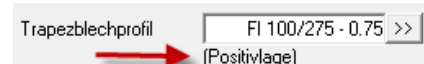
#### Schubfeld

##### Trapezblechprofil

Klicken Sie auf den Button , um den Dialog "Trapezblechprofil wählen..." aufzurufen. Hier sind die Profiltypen der jeweiligen Hersteller aufgeführt. Die Berechnung der Bettungskonstanten eines ausgewählten Stahltrapezblechprofils erfolgt für die durch den Anwender angegebenen Randbedingungen (siehe [Berechnungsgrundlagen](#)).




Nach Auswahl eines Stahltrapezblechprofils wird unterhalb des Anzeigefeldes die Lage (Positiv-, Negativlage) angezeigt.



Ob das Stahltrapezblechprofil in der Positivlage oder in der Negativlage angeordnet ist, wird implizit durch die Auswahl des Stahltrapezblechprofils festgelegt.

*Hinweis: Diesen Auswahldialog können Sie auch über den Menüpunkt "Profil – STP" aufrufen.*

##### Trägerprofil

Klicken Sie auf den Button , um den Dialog "[Querschnittsauswahl](#)" aufzurufen. Hier sind die zur Verfügung stehenden Querschnitte aufgeführt. Bei der Auswahl eines Querschnittes erfolgt die Berechnung der Bettungskonstanten für die durch den Anwender angegebenen Randbedingungen (siehe [Berechnungsgrundlagen](#)).  
*Hinweis: Diesen Auswahldialog können Sie auch über den Menüpunkt "Profil – Träger" aufrufen.*

##### Belastung

Art der Belastung. Sie können wählen zwischen

- Auflast; Das STP wird an den Biegeträger angedrückt
- Sog; Das STP hebt vom Biegeträger ab

##### Anzahl der Felder

Das Gesamtfeld wird über die Anzahl von Teilfeldern  $n$  mit jeweils der Feldlänge  $l_0$  definiert. Die Gesamtlänge ergibt sich dem zufolge zu  $l_0 \cdot n$ .

##### Feldlänge

Länge  $l_0$  eines Teilfeldes in [m]  
Entspricht dem Abstand der abzustützenden Bauteile (bspw.: Abstand von Hallenrahmen).

##### Feldhöhe

Höhe  $H_s$  des Schubfeldes in [m]  
Entspricht der Länge des abzustützenden Bauteils (bspw.: Riegelänge von Hallenrahmen)

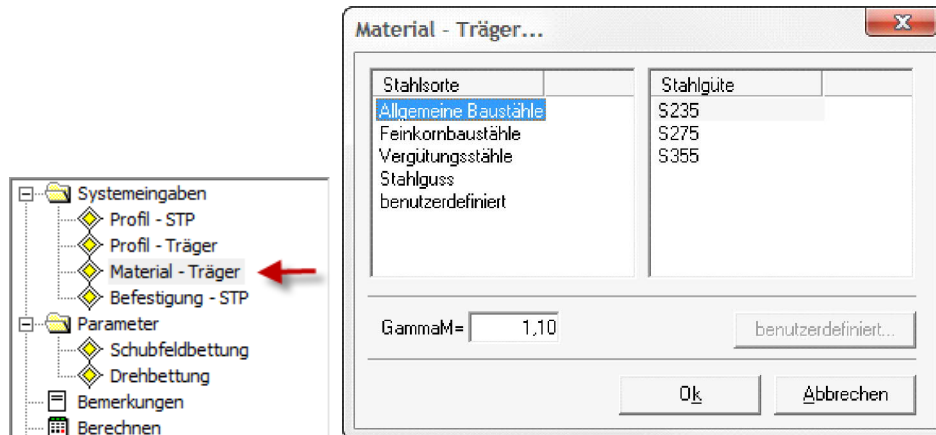
##### Schubfeld

von Achse (0 .. bis  $n$ ), bei der das statisch wirksame Schubfeld beginnt.  
bis Achse (0 bis  $n$ ), bei der das statisch wirksame Schubfeld endet.  
Diese Angaben dienen der Ermittlung der Anzahl der abzustützenden Bauteile durch das Schubfeld.  
Die Nummerierung der Achsen, beginnend bei "0", wird in der Grafik angezeigt.

## Material - Träger

Aufruf des Dialogs für die Materialeingabe per Doppelklick auf den Punkt "Material-Träger" in der Hauptauswahl.

Sie können Material nach DIN 18800 Teil 1, Tabelle 1, aus den Listen (Stahlsorte, -güte) wählen oder benutzerdefinierte Werte eingeben. Das Programm setzt dabei voraus, dass am gesamten Träger der Elastizitätsmodul  $E_k$  und die Fließspannung  $f_{yk}$  konstant sind.



### Material

Hier wählen Sie zunächst die Stahlsorte, dann die Stahlgüte.

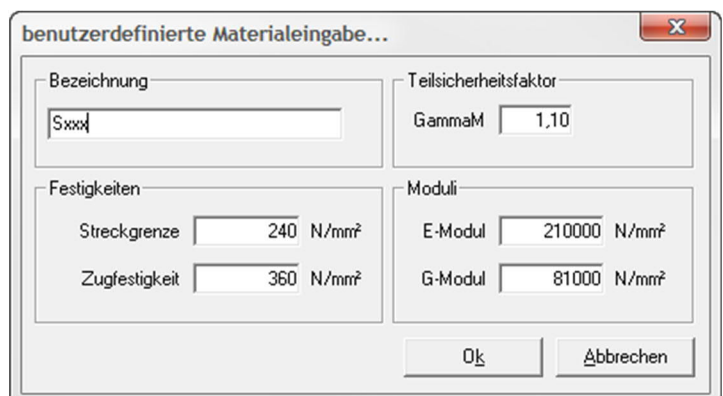
Für diese Stähle werden die Elastizitäts- und Schubmoduli als charakteristische Werte angesetzt. Beim Spannungsnachweis ist zu beachten, dass der charakteristische Wert der Streckgrenze  $f_{yk}$  mit den Standardwerten belegt ist, jedoch die Erzeugnisdicken der Querschnitte berücksichtigt und ggf. entsprechend abgemindert werden müssen.

### Benutzerdefinierte Angabe der Werkstoffkennwerte

Klicken Sie auf „benutzerdefiniert“, dann auf den Button „benutzerdefiniert...“.

Geben Sie eine Bezeichnung für das Material sowie die charakteristischen Werte für Streckgrenze  $f_{yk}$ , Zugfestigkeit  $f_{uk}$  sowie für Elastizitäts- und Schubmodul  $E_k$ - und  $G_k$  an.

Sofern Sie Werkstoffkennwerte angeben, die einem Stahl nach DIN EN entsprechen, so wird die Einstellung auf die entsprechende Stahlsorte und Stahlgüte zurückgestellt.



## Befestigung - STP (Stahl-Trapezblech-Profil)

Schrauben im...

Wählen Sie aus der Auswahlliste die Art der Befestigung:

- Untergurt; Das STP wird am Untergurt befestigt
- Obergurt; Das STP wird am Obergurt befestigt

Schraubenabstand

Wählen Sie aus der Auswahlliste den entsprechenden Schraubenabstand:

- $1 \cdot b_r$ ; Das STP wird in jeder Profilrippe befestigt
- $2 \cdot b_r$ ; Das STP wird in jeder zweiten Profilrippe befestigt

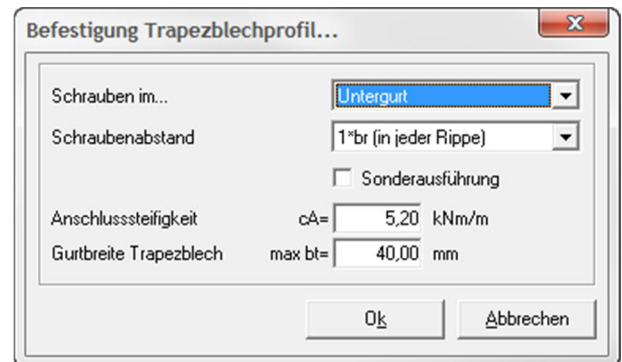
Sonderausführung

Markieren Sie diese Option, wenn die Befestigung des Stahltrapezblechprofils entsprechend DIN 18807-3 Bild 7 ausgeführt wird.

$c_A$  Anschlusssteifigkeit, die aus den vom Anwender angegebenen Randbedingungen resultiert. Diese Anschlusssteifigkeit ist Bestandteil der [Drehbettung](#).

→ Siehe [Berechnungsgrundlagen](#).

$\max b_t$  Maximal zulässige Gurtbreite des Stahltrapezblechprofils, die aus den vom Anwender angegebenen Randbedingungen resultiert.



## Schubfeldbettung - Parameter

$K1/K2$  Schubfeldwerte entsprechend bauaufsichtlichem Prüfbescheid für die Ausbildung der Befestigung nach DIN 18807-3 Bild 7 für die Berechnung des ideellen Schubmoduls in [m/kN] / [m²/kN].

$L_s$  Länge des statisch wirksamen Schubfeldes in [m].

$n$  Anzahl der auszusteifenden Bauteile in [Stk].  
Beachten Sie, dass die Randträger je zur Hälfte in die Berechnung eingehen.

$G_s$  Ideeller Schubmodul in [kN/m].

Berechnung nach DIN 18800-2 Gl.(7)

Markieren Sie diese Option, wenn die Mindestschubsteifigkeit nach Gleichung (7) DIN 18800-2 berechnet werden soll.

Berechnung nach Vogel/Heil

Markieren Sie diese Option, wenn die Mindestschubsteifigkeit nach [Vogel/Heil](#) [9] Seite 232 berechnet werden soll.

$S_{min}$  erforderliche Schubsteifigkeit, für die ein weiterer Nachweis auf Biegedrillknicken des Biegeträgers nicht erforderlich ist (gebundene Drehachse)



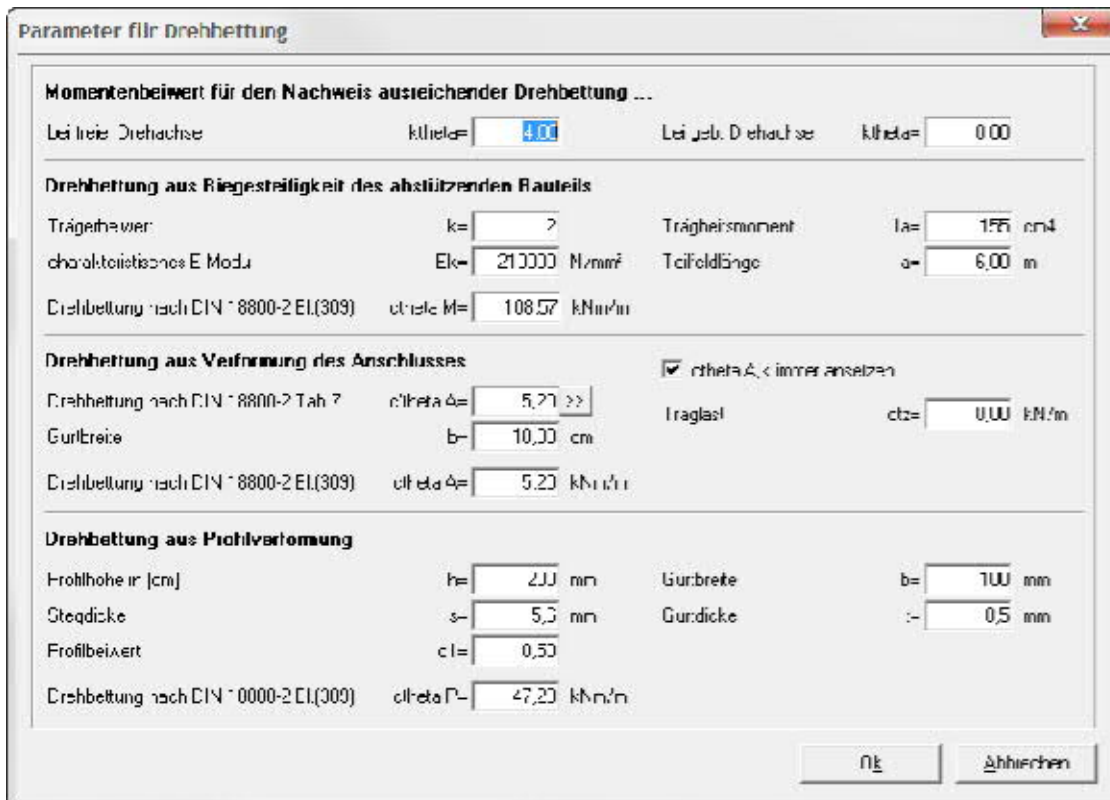
## Berechnungsparameter Drehbettung

### Momentenbeiwert für den Nachweis ausreichender Drehbettung ...

- bei freier Drehachse      Beiwert  $k_{theta}$  nach DIN 18800-2 Tabelle 6, Spalte 2.  
Eine freie Drehachse ist dann anzunehmen, wenn DIN 18800-2 - Gl.(7) nicht erfüllt ist. Siehe [Berechnungsgrundlagen](#).
- bei gebundener Drehachse      Beiwert  $k_{theta}$  nach DIN 18800-2 Tabelle 6, Spalte 3.  
Eine gebundene Drehachse darf dann angenommen werden, wenn DIN 18800-2 - Gl.(7) erfüllt ist. Siehe [Berechnungsgrundlagen](#).

### Drehbettung aus Biegesteifigkeit des abstützenden Bauteils

- k      Systembeiwert  
         k = 2      für Einfeld- und Zweifeldträger  
         k = 4      für Dreifeld- und Mehrfeldträger
- $E_k$       Charakteristischer Wert des E-Moduls in [kN/cm<sup>2</sup>].
- $I_a$       Flächenträgheitsmoment des STP in [cm<sup>4</sup>].
- a      Abstand der abzustützenden Bauteile (Träger) in [m].
- c<sub>theta M</sub>      Charakteristischer Wert für die Drehbettung aus der Biegesteifigkeit des STP in [kNm/m].



**Momentenbeiwert für den Nachweis ausreichender Drehbettung ...**

Bei freier Drehachse       $k_{theta} = 4.00$       Bei geb. Drehachse       $k_{theta} = 0.00$

---

**Drehbettung aus Biegesteifigkeit des abstützenden Bauteils**

Trägerbeiwert      k = 2      Trägheitsmoment       $I_a = 155 \text{ cm}^4$   
 charakteristisches E-Modul       $E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$       Teilfeldlänge      a = 6.00 m

Drehbettung nach DIN 18800-2 EI(309)      c<sub>theta M</sub> = 108.57 kNm/m

---

**Drehbettung aus Verformung des Anschlusses**

Drehbettung nach DIN 18800-2 Tab. 7      c<sub>theta A</sub> = 5.21 >>      ☒ c<sub>theta A</sub> < immer anzeigen  
 Gurtbreite      b = 10.00 cm      Traglast      c<sub>tau</sub> = 0.00 kN/m

Drehbettung nach DIN 18800-2 EI(309)      c<sub>theta A</sub> = 5.20 kNm/m

---

**Drehbettung aus Profilverformung**


Profilhöhe in [cm]      h = 2.00 mm      Gurtbreite      b = 100 mm  
 Stegdicke      s = 5.0 mm      Gurtdicke      t = 0.5 mm  
 Profilbeiwert      c<sub>I</sub> = 0.50

Drehbettung nach DIN 18800-2 EI(309)      c<sub>theta P</sub> = 47.20 kNm/m

OK      Abbrechen

### Drehbettung aus Verformung des Anschlusses

- c<sub>theta A</sub>      Charakteristischer Wert für die Anschlusssteifigkeiten  $\bar{C}_{9A,k}$  von Trapezblechprofilen aus Stahl, bezogen auf eine Gurtbreite von b=100mm nach DIN 18800-2 Tabelle 7 in [kNm/m].

Klicken Sie auf den Button , um den Dialog „Drehbettung nach DIN 18800-2 Tab.7...“ zu öffnen.

Der dargestellte Dialog entspricht DIN 18800-2 Tabelle 7.

Entsprechend den vom Anwender angegebenen Randbedingungen ergibt sich ein konkreter Wert für die charakteristische Anschlusssteifigkeit von Stahltrapezblechprofilen bezogen auf eine Gurtbreite von  $b=100\text{mm}$ .

Es ist zu beachten, dass der Wahl eines anderen Wertes aus Spalte „c“ auch andere Randbedingungen zugrunde liegen. Bei der Übernahme durch den Schalter „OK“ werden diese neuen Randbedingungen am System eingestellt.

Drehbettung nach DIN 18800-1 Tab.7...									
Zeile	Trapezprofilage		Schrauben im		Schraubenabstand		Scheiben- durchm.	c	max bt
	Positiv	Negativ	Untergurt	Obergurt	br	2*br			
Auflast									
1	x		x		x		22	5,20	40
2	x		x			x	22	3,10	40

b Gurtbreite des Trägerprofils in [cm].

ctheta A immer ansetzen

Markieren Sie diese Option, wenn die Nachgiebigkeit der Anschlüsse stets berücksichtigt werden soll (entsprechend Lindner [6]).

Wählen Sie diese Option ab, wenn das Programm prüfen soll, ob infolge des Kontaktmomentes die Nachgiebigkeit der Anschlüsse unberücksichtigt bleiben darf (entsprechend Krüger [7]).

Traglast qtz Traglast in [kN/m] des Biegeträgers

ctheta A Charakteristischer Wert für die Drehbettung aus der Anschlussverformung in [kNm/m].

#### Drehbettung aus Profilverformung

h Profilhöhe des Biegeträgers in [cm]

s Stegdicke des Biegeträgers in [cm]

b Gurtbreite des Biegeträgers in [cm]

t Flanschdicke des Biegeträgers in [cm]

c<sub>1</sub> für I - Profile bei Auflast oder Sog c<sub>1</sub> = 0,5

für C - Profile bei Auflast c<sub>1</sub> = 0,5

für C - Profile bei Sog c<sub>1</sub> = 2,0

ctheta P Charakteristischer Wert für die Drehbettung aus Profilverformung des Biegeträgers in [kNm/m].

## Berechnung und Ergebnisse

### Bettungskonstanten

Schubfeldbettung S	Ideelle Schubsteifigkeit in [kN]
Translationsbettung $c_y$	Translationsbettung in [kN/m]
Drehbettung c	Drehbettung in [kNm/m]

### Nachweis ausreichender Schub- und Drehbettung

der seith. Versch. $S_{min}$	Nachweis der Mindestschubsteifigkeit nach DIN 18800-2 Gleichung (7) in [kN] bzw. [7].
der Verdrehung (E-E) c	Nachweis der Mindestdrehbettung nach DIN 18800-2 Gleichung (8) für den das Nachweisverfahren E-E in [kNm/m].
der Verdrehung (E-P) c	Nachweis der Mindestdrehbettung nach DIN 18800-2 Gleichung (8) für das Nachweisverfahren E-P in [kNm/m].

Bettungskonstanten	
Schubfeldbettung	S= 17246 kN
Translationsbettung	$c_y$ = 14560 kN/m <sup>2</sup>
Drehbettung	c theta= 4,49 kNm/m

Nachweis ausreichender Behinderung...	
der seith. Versch.	S min= 10636 < S vorh
der Verdrehung (E-E) c theta min=	0,00 < c theta vorh
der Verdrehung (E-P) c theta min=	0,00 < c theta vorh

Iextausgabe



## Ausgabe

Ausgabe der Systemdaten, Ergebnisse und Grafik auf Bildschirm oder Drucker.

**Word** Die Ausgabe erfolgt direkt in das Textverarbeitungsprogramm MSWord, sofern, dieses auf Ihrem Rechner installiert ist.

**Bildschirm** Anzeige der Werte in einem Textfenster

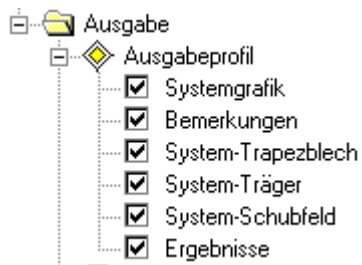
[Drucken](#) Starten der Ausgabe auf den Drucker

### Bemerkungen

Über "Bemerkungen" in der Hauptauswahl können Sie eigene Texte eingeben, die im Ausdruck erscheinen.

## Ausgabeprofil

Hier können Sie den Umfang der Ausgabe steuern. Klicken Sie die Optionen an, die ausgedruckt werden sollen.



Über Datei > Seitenansicht öffnen Sie eine Druckvorschau im PDF-Format.

## Literatur

- [1] DIN 18800-2
- [2] Stahlbauten-Erläuterungen zu DIN 18800 Teile 1 bis Teil 4
- [3] DIN 18807 Teil 1 bis Teil 3
- [4] Stahltrapezprofile, 2. Auflage, Maaß, Hünersen und Fritzsche, Werner Verlag 2000
- [5] Stabilisierung von Biegeträgern durch Trapezbleche, Stahlbau 56 (1987), S. 9-15
- [6] Stabilisierung von Biegeträgern durch Drehbettung – eine Klarstellung, Stahlbau 56 (1987), S. 365-373
- [7] Stahlbau Teil 2, 2. Auflage, Ulrich Krüger, Ernst & Sohn Verlag 2000
- [8] Vogel; Heil: Traglasttabellen, 4. Auflage 1996, Verlag Stahleisen GmbH, Düsseldorf