






# 4H-BETON Detailinformationen

4H-BETON, Stb.-Detailnachweise, umfasst 12 Einzelnachweisprogramme zu Nachweis / Bemessung von Trägerdurchbrüchen, Konsolen, Lasteinleitungen sowie ein- und zweiachsiger Querschnittsbemessung (EC 2, DIN Fb, DIN 1045-1, DIN 1045, ÖNorm)

Seite überarbeitet Februar 2015

[Bestellformular](#) 

## Detailinformationen






- Trägerdurchbrüche 
- Lastkonsole 
- Auflagerkonsole 
- Lasteinleitung 
- 1-achs. Bemessung/Nachw. 
- **2-achs. Bemessung/Nachw.**

[Handbuch](#) 





## Bemessung zweiachsig beanspruchter Querschnitte

### Infos auf dieser Seite

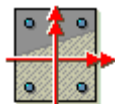
[... als pdf](#) 

- |   |  |
|---|--|
| • Eingabeoberfläche  | • <b>Schnittgrößenimport</b>  |
| • Material           | • Bemessungsparameter         |
| • Geometrie          | • Druckdokumente              |
| • Belastung          |  |

## ähnliche 4H-Programme

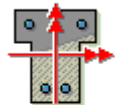
- Stahlbau 
- Holzbau 
- Mauerwerksbau 
- Programmübersicht 

[Kontakt](#) 



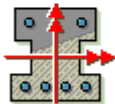
Für typisierte und polygonal umrandete Querschnitte werden

- Stahlbetonbemessung unter zweiachsiger Biegung mit Normalkraft einschl.
- Schubbemessung für Querkraft und Torsion




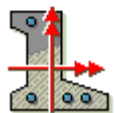
sowie die Nachweise im Gebrauchszustand zur

- Begrenzung der Rissbreite, der
- Schwingbreite und der
- maximalen Beton- und Stahlspannungen durchgeführt.



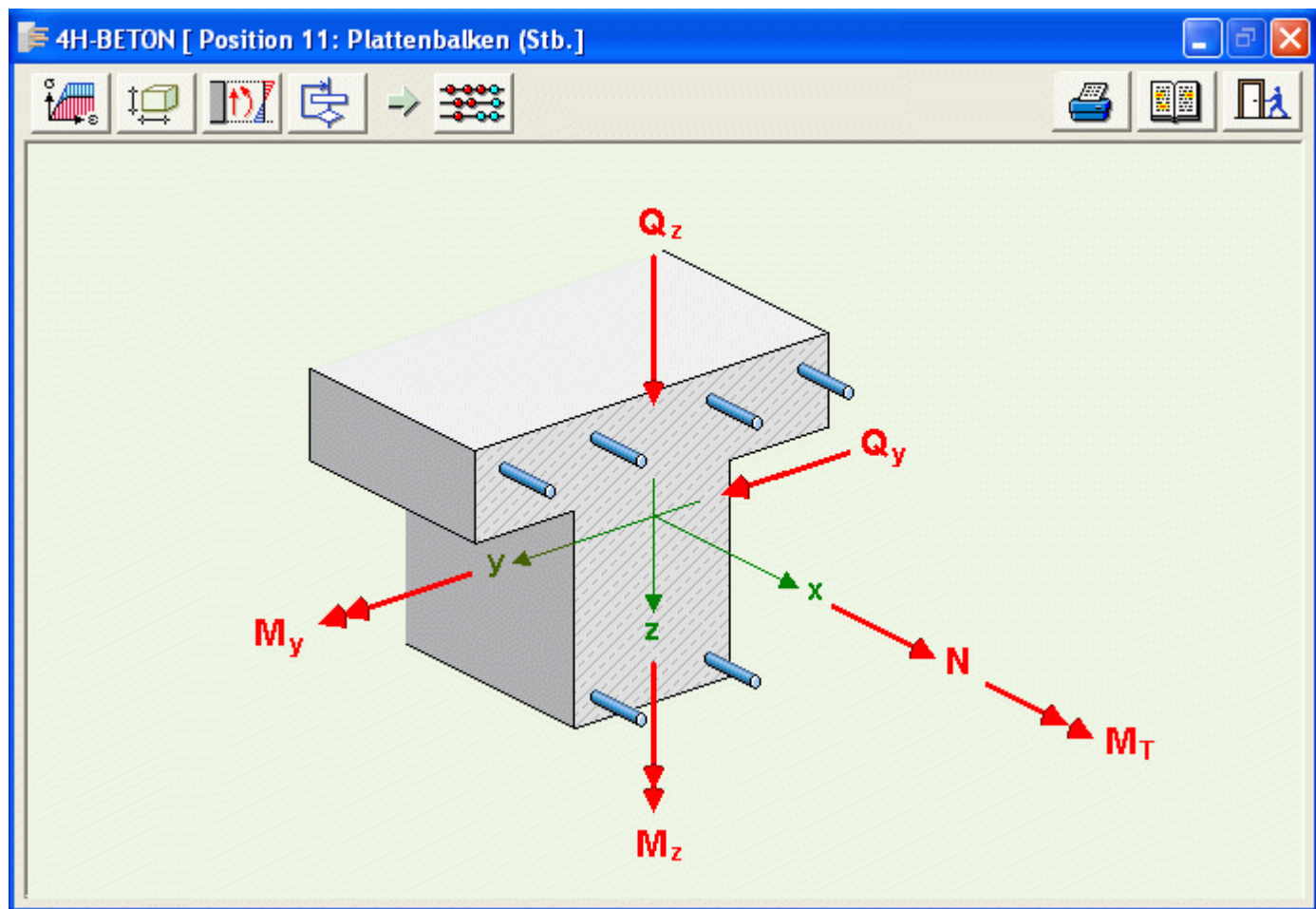
Folgende Querschnittstypen sind integriert

- Rechteck 
- Plattenbalken 
- Doppel-T 
- Polygon 



## Eingabeoberfläche

Die Eingabeoberfläche enthält neben einer großen Prinzipskizze im Kopfbereich eine Steuerbuttonleiste, über die die Eigenschaftsblätter zur Beschreibung der Problemstellung aufgerufen werden.



### Materialeigenschaften

Detaillierte Erläuterungen zu den Materialeigenschaften finden Sie hier [→](#)

→ MATERIAL

Norm

EC 2 (1.11)

Normalbeton

DIN 1045 (7.88)

$p_c$

2200

Bewehrung

DIN 1045-1 (8.08)

X

Spannungsdehnungslinie des Betons

Im Grenzzustand der Tragfähigkeit

3.1.7

Parabel-Rechteck

Im Grenzzustand der Gebrauchstauglichk. sowie Verformungen

3.1.5

wirklichkeitsnah

☐ Kriechen und Schwinden

$\varphi_{eff} =$

0.000

$\varepsilon_{CS,0} =$

0.000

%

Bemessungssituation

Grundkombination

NORMALBETON

$\gamma_c$

1.50

BEWEHRUNG

$\gamma_s$

1.15

☒ Expositionsklasse

X0

X

?

✓

Festlegung der Geometrie

• Rechteckquerschnitt

Bei der zweiachsigen Bemessung sind Bewehrungsstäbe oder -stabbündel in den vier Ecken anzuordnen. Jedem Stabquerschnitt ist die Nummer seiner Bewehrungsgruppe zugeordnet, auf die sich bezogen wird.

DIN 1045-1, EC 2, Fb

Bewehrungsvariante 1

Bewehrungsvariante 2

- h    Höhe des Rechteck-Querschnitts
- b    Breite des Rechteck-Querschnitts
- $d_o$     Randabstand oben; Abstand zwischen oberem Betonrand und Schwerpunkt der oberen Bewehrungslage
- $d_u$     Randabstand unten; Abstand zwischen unterem Betonrand und Schwerpunkt der unteren Bewehrungslage
- $d_s$  bzw.  $d_l$ ,  $d_r$     seitlicher Abstand des Schwerpunkts der Bewehrungslage zum linken bzw. rechten Betonrand

DIN 1045

Bewehrungsvariante 1

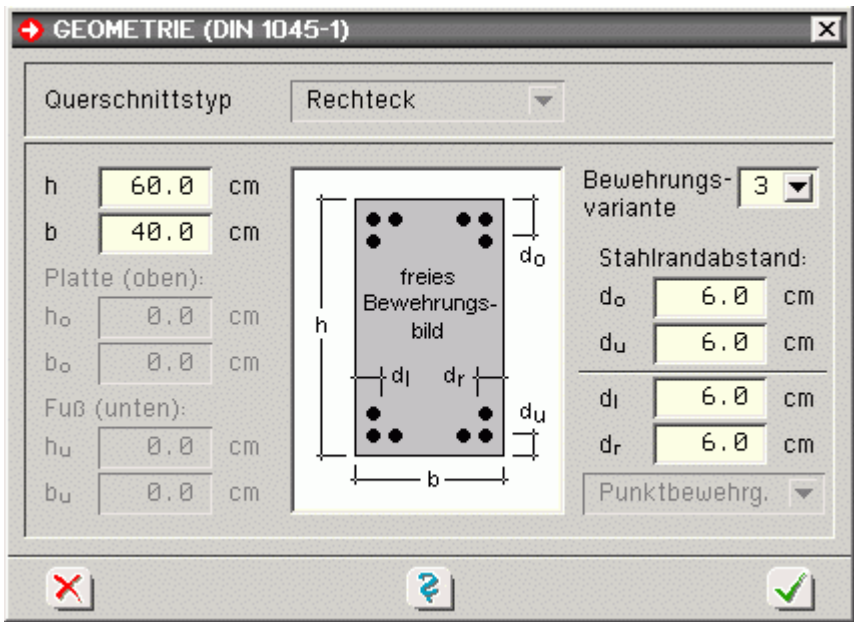
Bewehrungsvariante 2

bemessung\_2\_achs.htm[10.02.2015 16:44:26]



- d    Höhe des Rechteck-Querschnitts
- b    Breite des Rechteck-Querschnitts
- $h_{so}$     Randabstand oben; Abstand zwischen oberem Betonrand und Schwerpunkt der oberen Bewehrungslage
- $h_{su}$     Randabstand unten; Abstand zwischen unterem Betonrand und Schwerpunkt der unteren Bewehrungslage
- $h_{ss}$  bzw.  $h_{sl}$ ,  $h_{sr}$     seitlicher Abstand des Schwerpunkts der Bewehrungslage zum linken bzw. rechten Betonrand

Die Bewehrung muss explizit vorgegeben werden; hierzu stehen drei Bewehrungsvarianten zur Verfügung.  
Bewehrungsvariante 1 und 2 unterscheiden sich lediglich in der Angabe der Abstände des Bewehrungsschwerpunkts vom Betonrand, während Bewehrungsvariante 3 dem Anwender ermöglicht, Bewehrungsmenge und -lage selbst vorzugeben (freies Bewehrungsbild).



Dazu wird bei Bestätigen des *Geometrieeigenschaftsblatts* über den grünen Haken das Blatt zur Eingabe der Bewehrungskoodinaten aufgerufen.

Rechteckquerschnitt

Höhe **h**

60.0

cm

Breite **b**

40.0

cm

Bewehrung

max. 4 Bewehrungsgruppen

Gruppe 0 wird ignoriert

Zeile löschen

 Zeile duplizieren

neu

 neue Zeile anhängen

Nr.	y	z	Grp.
	cm	cm	
<div><div></div></div> 1	16.0	25.0	1
<div><div></div></div> 2	-16.0	25.0	1
<div><div></div></div> 3	-16.0	-25.0	1
<div><div></div></div> 4	16.0	-25.0	1
<div><div></div></div> 5	0.0	-25.0	3
<div><div></div></div> 6	0.0	25.0	3
<div><div></div></div> 7	16.0	0.0	3
<div><div></div></div> 8	-16.0	0.0	3

neu

Stahlrandabstände

für die Schubbemessung

d<sub>o</sub>

6.0

cm

d<sub>u</sub>

6.0

cm

d<sub>l</sub>

6.0

cm

d<sub>r</sub>

6.0

cm

60.0



40.0

In zwei nebeneinanderliegenden Fenstern werden zunächst die schon eingegebenen Querschnittsabmessungen und Stahlrandabstände protokolliert, die an dieser Stelle auch verändert werden können.

Im linken Fenster können dann die Koordinaten der Stabbewehrung bezogen auf den Mittelpunkt des Rechtecks definiert werden.

Die grafische Darstellung im rechten Fenster zeigt das Ergebnis der Eingabe sofort maßstäblich an.

Die frei wählbaren Stabnummern werden angezeigt. Liegt ein Stahl außerhalb des Betonquerschnitts, wird er im weiteren Verlauf der Berechnung ignoriert.

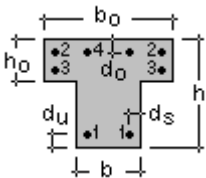
Zur Information werden die nur für den Schubnachweis relevanten Stahlrandabstände gestrichelt markiert.

Es erfolgt diesbezüglich keine Plausibilitätsüberprüfung!

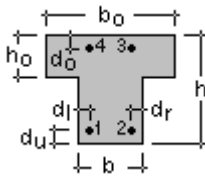
Plattenbalkenquerschnitt

DIN 1045-1, EC 2, Fb

Bewehrungsvariante 1



Bewehrungsvariante 2



h Gesamthöhe des Plattenbalkenquerschnitts

b Stegdicke

h<sub>o</sub> Plattendicke (h<sub>o</sub> < h)

b<sub>o</sub> Plattenbreite (b<sub>o</sub> > b)

Die Randabstände der Bewehrung sind als d<sub>o</sub>, d<sub>u</sub> und d<sub>s</sub> bzw. d<sub>l</sub>, d<sub>r</sub> einzugeben.

DIN 1045

Bewehrungsvariante 1

Bewehrungsvariante 2



- d Gesamthöhe des Plattenbalkenquerschnitts
- b Stegdicke
- d<sub>0</sub> Plattendicke ( $d_0 < d$ )
- b<sub>0</sub> Plattenbreite ( $b_0 > b$ )

Bei der Bewehrungsvariante 1 sind acht Bewehrungsstäbe oder -stabbündel laut Skizze anzuordnen. Dazu müssen der obere, untere und seitliche Randabstand (Abstand vom Betonrand zum Schwerpunkt der Stahleinlagen)  $h_{so}$ ,  $h_{su}$ ,  $h_{ss}$  eingegeben werden. Ein Randabstand bezieht sich jeweils auf den Abstand vom Betonrand zum Schwerpunkt der Bewehrung. Jedem Stabquerschnitt ist die Nummer seiner Bewehrungsgruppe zugeordnet.

Bewehrungsvariante 2 berücksichtigt lediglich 4 Bewehrungsgruppen in den Eckpunkten des Steges. Die Stahlrandabstände  $h_{so}$ ,  $h_{su}$ ,  $h_{sl}$ ,  $h_{sr}$  können differieren.

Die Abmessungen eines Überzuges (umgedrehter Plattenbalken) werden der Abbildung entsprechend eingegeben, d.h. die Stegdicke mit  $b_0$ , die Plattendicke z.B. mit  $d - d_0 > 0$  und die Plattenbreite mit  $b > b_0$ .

• **Doppel-T-Querschnitt**

**DIN 1045-1, EC 2, Fb**

Bewehrungsvariante 1

Bewehrungsvariante 2



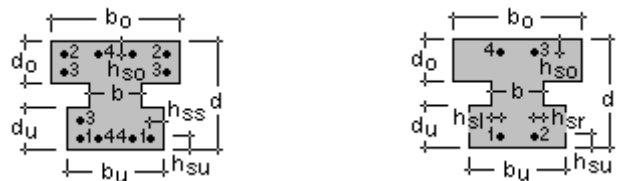
- h Gesamthöhe des Doppel-T-Querschnitts
- b Stegdicke
- h<sub>0</sub> Plattendicke oben ( $h_0 + h_u < h$ )
- h<sub>u</sub> Plattendicke unten ( $h_0 + h_u < h$ )
- b<sub>0</sub> Plattenbreite oben ( $b_0 > b$ )
- b<sub>u</sub> Plattenbreite unten ( $b_u > b$ )

Die Randabstände der Bewehrung sind als  $d_0$ ,  $d_u$  und  $d_s$  bzw.  $d_l$ ,  $d_r$  einzugeben.

**DIN 1045**

Bewehrungsvariante 1

Bewehrungsvariante 2




- d Gesamthöhe des Doppel-T-Querschnitts
- b Stegdicke
- d<sub>0</sub> Plattendicke oben ( $d_0 + d_u < d$ )
- d<sub>u</sub> Plattendicke unten ( $d_0 + d_u < d$ )
- b<sub>0</sub> Plattenbreite oben ( $b_0 > b$ )


$b_u$  Plattenbreite unten ( $b_u > b$ )

Bei der Bewehrungsvariante 1 sind zwölf Bewehrungsstäbe oder -stabbündel laut Skizze anzuordnen.  
Dazu müssen der obere, untere und seitliche Randabstand (Abstand vom Betonrand zum Schwerpunkt der Stahleinlagen)  $h_{so}$ ,  $h_{su}$ ,  $h_{ss}$  eingegeben werden.  
Ein Randabstand bezieht sich jeweils auf den Abstand vom Betonrand zum Schwerpunkt der Bewehrung.  
Jedem Stabquerschnitt ist die Nummer seiner Bewehrungsgruppe zugeordnet.


Bewehrungsvariante 2 berücksichtigt lediglich 4 Bewehrungsgruppen in den Eckpunkten des Steges.  
Die Stahlrandabstände  $h_{so}$ ,  $h_{su}$ ,  $h_{sl}$ ,  $h_{sr}$  können differieren und sind normalerweise auf die Stegbreite bezogen (s. Skizze).  
Es können allerdings auch die Gurtbreiten als Bezugsrand gewählt werden.


 Es erfolgt **kein** Nachweis des Anschlusses der Gurte an den Steg.


• **polygonaler Querschnitt**

Die Abmessungen des polygonalen Querschnitts sind tabellarisch einzugeben.  
Nach Betätigen des jeweiligen **bearbeiten**-Buttons () erscheint ein zweigeteiltes Fenster.

**Querschnittskordinaten** ☒ einschl. Datenüberprüfung


Einlesen aus Ascii-Datei 


Schreiben in Ascii-Datei 


Importieren von 4H-QUER 

☐ Alle Koordinaten löschen





































☐ Bewehrung löschen

 Zeile löschen

 Zeile duplizieren

 neue Zeile anhängen

Einzel- und Linienbewehrungen dürfen nicht der selben Bewehrungsgruppe angehören! Einzel-Gruppennrn. müssen kleiner als Linien-Gruppennrn. sein. Gruppe 0 wird ignoriert.

Nr.	y cm	z cm	Typ	Grp. / Ac [cm <sup>2</sup> ]
  1:	0.0	0.0	B 	
  2:	-30.0	0.0	B 	
  3:	-30.0	-45.0	B 	
  4:	-90.0	-45.0	B 	
  5:	-90.0	-60.0	B 	
  6:	10.0	-60.0	B 	
  7:	10.0	-45.0	B 	
  8:	0.0	-45.0	B 	
  9:	-5.0	-5.0	E 	1 
  10:	-10.0	-5.0	E 	1 
  11:	-15.0	-5.0	E 	1 

**Ersatzquerschnitt** für die Schubbemessung

$h$  60.0 cm

$b$  30.0 cm

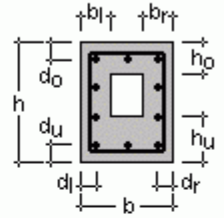
$d_o$  5.0 cm

$d_u$  5.0 cm

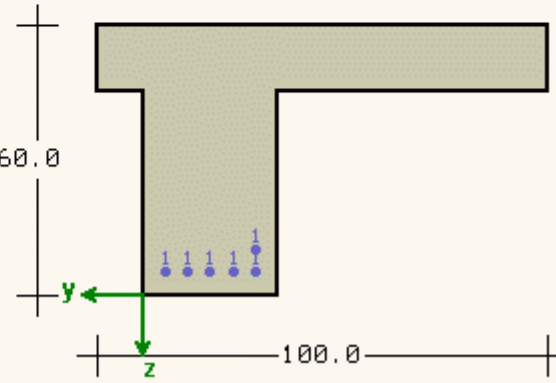
$d_l$  5.0 cm

$d_r$  5.0 cm

☐ Hohlquerschnitt



**Polygonaler Querschnitt**



Im linken Fenster werden die y- und z-Koordinaten der Eingabepunkte in einem frei wählbaren, rechtsdrehenden Koordinatensystem in kontinuierlicher Reihenfolge eingegeben.  
Der Querschnitt und das Koordinatensystem werden zur Kontrolle sofort im rechten Fenster visuell dargestellt.  
Über den Typ des Querschnittspunktes können im Einzelnen

- Typ B der Betonaußenrand (ein geschlossener Polygonzug)
- Typ A polygonale Aussparungen (max. fünf geschlossene Polygonzüge), zusätzliche Eingabe der Aussparungsnummer
- Typ P punktförmige Aussparungen, zusätzliche Eingabe der Aussparungsfläche
- Typ E Einzelstähle (max. neun Gruppen), zusätzliche Eingabe der Bewehrungsgruppennummer



Typ L    flächenverteilte Bewehrungen (max. neun offene Polygonzüge), zusätzliche Eingabe der Bewehrungsgruppennummer

festgelegt werden.

Dabei ist darauf zu achten, dass kein Punkt mehrmals definiert wird und die Verbindungslinie zweier benachbarter Punkte sich mit keiner anderen Linie schneidet!

Die Eckknoten des Betonaußenrandes sind umlaufend einzugeben. Dieser Polygonzug beschreibt die äußere Begrenzung sämtlicher Eingabepunkte und darf nicht gekreuzt werden.

Die Eckpunkte einer polygonalen großen Aussparung sind in fortlaufender Reihenfolge einzugeben. Dabei ist zu beachten, dass die Aussparungen innerhalb des Außenrandes liegen und nicht ineinander geschachtelt sind.

Kleine Punktaussparungen werden über ihren Mittelpunkt und die umliegende Fläche definiert.

Bewehrungen werden zu Gruppen zusammengefasst, die bei der **Berechnung** gleich behandelt werden. Es werden Einzelstähle und flächenverteilte Linienstähle unterschieden. In der y/z-Tabelle sind nach Wahl des Typs die Lage-Koordinaten und die Gruppennummer der Einzelstähle bzw. Linienstähle einzugeben.

Alternativ kann die Geometrie des Querschnitts auch aus einer Ascii-Datei eingelesen werden.

Der Name der Datei wird abgefragt und muss mit voller Pfadlänge angegeben werden.

Über Steuerworte werden die Koordinaten der einzelnen Unterkapitel eingeladen:

Steuerworte #Berandung, #Aussparung,  
#Einzelbewehrungsgruppe, #Linienbewehrungszug:  
Es werden Wertepaare (y, z) eingelesen.  
Steuerwort #Punktaussparungen:  
Es werden Wertegruppen (y, z, A) eingelesen.


Entsprechend können die Querschnitte auch wieder in eine Ascii-Datei geschrieben werden.

Eine weitere Alternative - allerdings nur zum Einlesen der äußeren Querschnittsumrandung sowie großer Aussparungen - bietet die Möglichkeit, Daten über das Programm **4H-QUER** (nur bei vorhandener Freigabe) zu importieren.

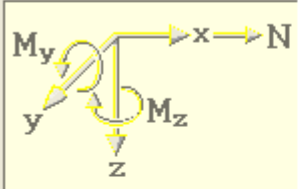
Bei Aktivierung des Buttons wird der aktuelle Querschnitt in **4H-QUER** dargestellt, kann dort verändert oder ersetzt und bei Bestätigen des Arbeitsvorgangs wieder in das Programm **4H-BETON** zurückgeführt werden.

Für die Schubbemessung muss ein rechteckiger Ersatzquerschnitt definiert werden, der auch eine große Aussparung in der Mitte (Hohlquerschnitt) besitzen kann.

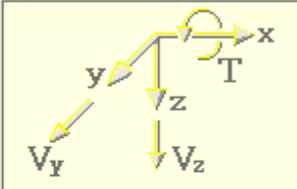
Belastung

 durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Belastung aktiviert.

BEMESSUNGSGRÖSSEN (DIN 1045-1)



Die Bemessungswerte der einwirkenden Lasten sind bereits mit den maßgebenden Teilsicherheitsbeiwerten  $\gamma$  beaufschlagt.



BIEGEBEMESSUNG

ERMÜDUNG

SPANNUNG

RISS

BRAND

	$\gamma$	$N_{Ed}$ kN	$M_{yEd}$ kNm	$M_{zEd}$ kNm	$\gamma$	$V_{yEd}$ kN	$V_{zEd}$ kN	$T_{Ed}$ kNm
1	1.00	-510.00	54.00	24.00	1.00	-170.00	940.00	12.00
2								
3								
4								



Die Anzahl der Lastkombinationen und die jeweiligen Schnittgrößen werden für folgende Nachweise in gesonderten Registerblättern eingegeben:

- **Biege-, Schubbemessung** ..... für beliebig viele Lastkombinationen
- **Rissnachweis** ..... Eingabe einer Lastkombination
- **Spannungsnachweis** ..... ... einer Lastkombination
- **Ermüdungs-(Schwing-)nachweis** ..... ... zweier Lastkombinationen

Die Schnittgrößen beziehen sich jeweils auf die Schwerachse des Betonquerschnitts.

Für die Biege- und Schubbemessung können die Schnittgrößen neben der direkten Tabelleeingabe auch aus einer Ascii-Datei eingelesen werden.

Die Daten müssen dann in folgender Form vorliegen

- der Schnittgrößenblock wird durch eine Steuerzeile '#Schnittgroessen' eingeleitet.
- anschließend folgen zeilenweise die Schnittgrößenkombinationen  $N, M_y, M_z, V_y, V_z, T$ .

◆ **Biegebemessung**

**DIN 1045-1, EC 2, Fb**

Nach DIN 1045-1 ... werden Bemessungslasten (Designlasten  $N_{Ed}, M_{yEd}, M_{zEd}, V_{yEd}, V_{zEd}, T_{Ed}$ ) erwartet, die die  $\gamma$ -fache Erhöhung schon enthalten.

**DIN 1045**

Nach DIN 1045 handelt es sich um Gebrauchslasten aus Last- ( $N_{Last}, M_{yLast}, M_{zLast}$ ) und Zwangsbeanspruchung ( $N_{Zwang}, M_{yZwang}, M_{zZwang}$ ) mit den zugehörigen Sicherheitsbeiwerten ( $\gamma_{Last}, \gamma_{Zwang}$ ).

Lastschnittgrößen werden wahlweise mit einem variablen (dehnungsabhängig nach DIN) oder fest vorgegebenen Sicherheitsbeiwert vervielfacht. Wird  $\gamma_{Last}$  zu Null gesetzt, wird der Last-Sicherheitsbeiwert in Abhängigkeit der Stahldehnung berechnet und als Ergebnis ausgegeben.

Zwangsschnittgrößen können zusätzlich angeordnet werden. Sie werden mit einem fest vorgegebenen Sicherheitsbeiwert vervielfacht. Wird  $\gamma_{Zwang} = 0$  gesetzt, werden evtl. vorhandene Zwangsschnittgrößen ignoriert.

Querkräfte  $Q_y$  und  $Q_z$  sowie die Torsion  $M_x$  werden mit dem Sicherheitsbeiwert  $\gamma_{Schub}$  vergrößert.

**Schnittgrößenimport**

Die statische Berechnung eines Bauteils beinhaltet i.A. die Modellbildung mit anschließender Berechnung des Tragsystems sowie nachfolgender Einzelnachweise von Detailpunkten.

Bei der Beschreibung eines Details sind die zugehörigen Schnittgrößen aus den Berechnungsergebnissen des Tragsystems zu extrahieren und dem Detailnachweis zuzuführen.

In der Programmorganisation gibt es hierzu verschiedene Vorgehensweisen

- zum einen können Tragwerks- und Detailprogramm fest miteinander verbunden sein, d.h. die Schnittgrößenübergabe erfolgt intern. Es sind i.A. keine weiteren Eingaben (z.B. Geometrie) notwendig, jedoch möglich (z.B. weitere Belastungen). Die Programme bilden eine Einheit.

Dies ist z.B. bei der Programmkombination *Stütze mit Fundament* der Fall, da beide Programme auch einzeln bedient werden können (**4H-STUB**, **4H-FUND**).

- zum anderen sind die **4H**-Programme in der Lage, über definierte Punkte miteinander zu kommunizieren.

Die Detailprogramme können sich die Schnittgrößen von den Tragwerksprogrammen über ein zwischen-geschaltetes Export/Import-Tool abholen.

Anhand eines einfachen Rahmens wird dieser Schnittgrößen-Export/Import zwischen **4H**-Programmen erläutert.

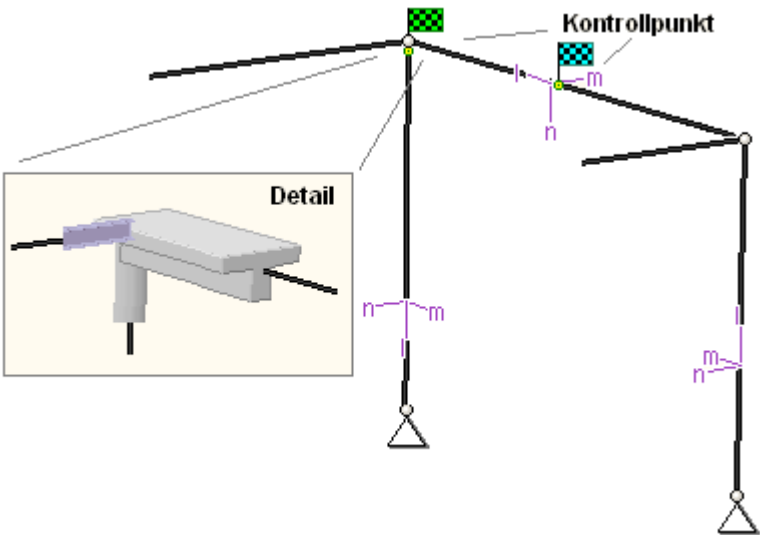
◆ **Schnittgrößenexport**

Zunächst sind in dem exportierenden **4H**-Programm (z.B. **4H-FRAP**) die Orte zu kennzeichnen, deren Schnittgrößen beim nächsten Rechenlauf exportiert, d.h. für den Import in

ein Detailnachweisprogramm bereitgestellt, werden sollen.

In diesem Beispiel sollen die Schnittgrößen für eine Querschnittsbemessung übergeben werden. Dazu ist an der entsprechenden Stelle ein Kontrollpunkt zu setzen.

Nach einer Neuberechnung des Rahmens stehen die Exportschnittgrößen dem aufnehmenden 4H-Programm (z.B. 4H-BETON, 4H-EC3SA) zum Import zur Verfügung.



Ausführliche Informationen zum Export entnehmen Sie bitte dem DTE®-Schnittgrößenexport.

• Schnittgrößenimport

Aus dem aufnehmenden 4H-Programm wird nun über den Import-Button das Fenster zur DTE®-Bauteilauswahl aufgerufen. Hier werden alle berechneten Bauteile dargestellt, wobei diejenigen, die Schnittgrößen exportiert haben, dunkel gekennzeichnet sind.

Das gewünschte Bauteil kann nun markiert und über den bestätigen-Button ausgewählt werden. Alternativ kann durch Doppelklicken des Bauteils direkt in die DTE®-Schnittgrößenauswahl verzweigt werden.

Σ	Σ	Σ
+	Schnitt 1: Stab 3 bei s = 0.18 m	Stahlriegel, Anschnitt, Anschluss 1
+	Schnitt 2: Stab 5 bei s = 0.00 m	Stahlriegel, Anschluss 2
+	Schnitt 3: Stab 7 bei s = 2.00 m	Stahlbetonriegel
+	Schnitt 4: Stab 9 bei s = 4.00 m	Stahlstütze, Anschluss 2
+	Schnitt 5: Stab 10 bei s = 3.88 m	Stahlstütze, Anschnitt, Anschluss 1
+	Schnitt 6: Stab 11 bei s = 0.00 m	Stahlbetonstütze

In der Schnittgrößenauswahl werden die verfügbaren Schnittgrößenkombinationen aller im übergebenden Programm gekennzeichneten Schnitte angeboten. Dabei sind diejenigen Schnitte deaktiviert, deren Material mit dem Detailprogramm nicht kompatibel ist.

Es wird nun der Schnitt geöffnet, dessen Schnittgrößen eingelesen werden sollen.

Σs

XXX

+	Schnitt 1: Stab 3 bei s = 0.18 m		Stahliegel, Anschnitt, Anschluss 1					
+	Schnitt 2: Stab 5 bei s = 0.00 m		Stahliegel, Anschluss 2					
-	Schnitt 3: Stab 7 bei s = 2.00 m		<div> <div>Stahlbetonriegel</div> <div>Material: Stahlbeton, Querschnitt: Plattenbalken (Unterzug) mit bSteg=30.0cm, hgesamt=60.0cm, bPlatte=120.0cm, hPlatte= 20.0cm</div> </div>					
			N kN	Vm kN	Vn kN	T kNm	Mm kNm	Mn kNm
+	Lastfallergebnisse							
+	Nachweis 2: Schnittgrößenermittlung (Th. I. Ord.)							
-	Nachweis 4: EC 2 Bemessung							
+	Extremierung 1: Standardkombination							
-	Zusammenfassung Nachweis 4							
	min N		-49.40	-12.67	48.20	4.56	-13.32	24.99
	max N		0.78	0.52	-0.48	25.56	56.64	-2.00
	min Vn		-49.40	-12.67	48.20	4.56	-13.32	24.99
	max Vn		0.78	0.52	-0.48	25.56	56.64	-2.00
	min Vζ		0.78	0.52	-0.48	25.56	56.64	-2.00
	max Vζ		-49.40	-12.67	48.20	4.56	-13.32	24.99
	min T		-0.39	-0.26	0.24	-12.02	85.25	0.00
	max T		-48.23	-11.89	47.47	42.14	-41.93	22.99
	min Mn		-49.21	-12.44	47.98	15.99	-42.83	24.99
	max Mn		0.59	0.29	-0.27	14.13	86.15	-2.00
	min Mζ		0.78	0.52	-0.48	25.56	56.64	-2.00
	max Mζ		-49.40	-12.67	48.20	4.56	-13.32	24.99
+	Schnitt 4: Stab 9 bei s = 4.00 m		Stahlstütze, Anschluss 2					
+	Schnitt 5: Stab 10 bei s = 3.88 m		Stahlstütze, Anschnitt, Anschluss 1					
+	Schnitt 6: Stab 11 bei s = 0.00 m		Stahlbetonstütze					

Die in das importierende Programm übertragbaren Schnittgrößenspalten sind gelb unterlegt.

Dies sind z.B. im Programm 4H-EC3SA (Schweißnähte) sämtliche verfügbaren Schnittgrößentypen, im Programm 4H-BETON (einachsige Bemessung) nur die Typen N, Vn, Mm und T.

Die Kombinationen können beliebig zusammengestellt werden, [pcae](#) empfiehlt jedoch, nur diejenigen K. auszuwählen, die als Bemessungsgrößen für den zu führenden Detailnachweis relevant sind.



Über den nebenstehend dargestellten Button können doppelte Zeilen eliminiert werden, um die Anzahl der zu übertragenden Lastkombinationen zu reduzieren.

Nach Bestätigen der DTE®-Schnittgrößenauswahl bestückt das importierende Programm die Schnittgrößentabelle, wobei ggf. vorhandene Kombinationen erhalten bleiben.

	γ	N <sub>Ed</sub> kN	M <sub>yEd</sub> kNm	M <sub>zEd</sub> kNm	γ	V <sub>yEd</sub> kN	V <sub>zEd</sub> kN	T <sub>Ed</sub> kNm
1	1.00	-49.40	-13.32	24.99	1.00	-12.67	48.20	4.56
2	1.00	0.78	56.64	-2.00	1.00	0.52	-0.48	25.56
3	1.00	-0.39	85.25	0.00	1.00	-0.26	0.24	-12.02
4	1.00	-48.23	-41.93	22.99	1.00	-11.89	47.47	42.14
5	1.00	-49.21	-42.83	24.99	1.00	-12.44	47.98	15.99
6	1.00	0.59	86.15	-2.00	1.00	0.29	-0.27	14.13



Die Kompatibilität der Querschnitts- und Nachweisparameter zwischen exportierendem und importierendem Programm ist zu gewährleisten.

Eine Aktualisierung der importierten Schnittgrößenkombinationen, z.B. aufgrund einer Neuberechnung des exportierenden Tragwerks, erfolgt **nicht!**

## Bemessungsparameter

durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der Bemessungsparameter aktiviert.

**Nachweisparameter (DIN 1045-1)**

Nachweise im GZT und GZG

BEWEHRUNGSQUERSCHNITTE (GRUNDBEWehrUNG)

Nr.	Rang	min $A_s$ cm <sup>2</sup>	max $A_s$ cm <sup>2</sup>
E1	1	0.00	24.00
E2	1	0.00	24.00
E3	1	0.00	24.00
E4	1	0.00	24.00

E: Einzel- L: Linienbewehrung

☐ möglichst einachsig bemessen

Bügel: min  $a_{sbü}$  0.00 cm<sup>2</sup>/m

MIN./MAX. BEWEHRUNGSGRAD

min  $A_s$  ☒ Stütze 13.5.2

max  $p_s$  8.00 % \*  $A_c$

DEHNUNGSZUSTAND

$\epsilon_{c2}$  -3.50 %  $\epsilon_{su}$  5.00 %  $\alpha_k$  90.0 °

Stahlbeton-Bemessung (GZT)

☒ Schubbemessung

☒ Ausnutzung/Brandschutz

☐ Brandbemessung

nach EC2 Anhang B.2

Stahlbeton-Nachweise (GZG)

☒ Spannungsnachweis

☒ für die Bewehrung

☒ für den Beton

☒ Rissnachweis

nach DIN 11.2.2 + 3

☒ Mindestbewehrung

☒ Begrenzung der Rissbreite

☒ Ermüdungsnachweis

nach DIN 10.8.3

☒ für die Bewehrung

☒ für den Beton

☒ Bewehrung wählen

☒ Ausdruck mit Erläuterungen

Je nach Wahl des Bemessungsmodus' sind verschiedene Nachweisparameter festzulegen.

Im Einzelnen sind folgende Nachweise möglich:

- Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT, Bemessung) und Gebrauchstauglichkeit (GZG)
- Sicherheitsnachweis
- Dehnungszustand
- Spannungsermittelnde
- Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG)

Der Ausdruck kann über weitere Buttons beeinflusst werden.

- **Bewehrung wählen** ermöglicht die Ausgabe einer gewählten Bewehrung.  
Das „erforderliche“ Endbemessungsergebnis wird angezeigt und der Benutzer kann entweder freien Text oder über eine Eingabemaske die „vorhandene“ Bewehrung festlegen.  
Ist dies geschehen, wird zusätzlich die Verankerungslänge der Längsbewehrung ausgewiesen.
- Der komplette Ausdruck enthält neben den Eingabedaten auch Erläuterungen, die häufig nicht erforderlich sind.  
Durch die Deaktivierung des Buttons **Ausdruck mit Erläuterungen** kann das Bemessungsprotokoll z.T. erheblich reduziert werden.

### ◆ Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Bei der Auswahl von *Nachweise im GZT* wird eine Bemessung der Längsbewehrung des gewählten **Querschnitts** nach der gewählten **Norm** für zweiachsige Biegung mit oder ohne Längskraft und Längskraft allein durchgeführt.

Im Folgenden werden nur DIN 1045-1 und DIN 1045 unterschieden. Andere Normen verhalten sich wie DIN 1045-1.

Unter Berücksichtigung der minimalen und maximalen Bewehrungsgrade werden für jeden **Lastfall** je nach Festlegung der Bewehrungsanordnung die erforderlichen Bewehrungsquerschnitte pro Gruppe erf  $A_{si}$  in cm<sup>2</sup> berechnet.

Bei polygonalen Querschnitten kann außerdem eine Wichtung zwischen den einzelnen Bewehrungsgruppen erfolgen.

BEWEHRUNGSQUERSCHNITTE (GRUNDBEWehrUNG)				
Nr.	Rang	min A <sub>s</sub> cm <sup>2</sup>	max A <sub>s</sub> cm <sup>2</sup>	A <sub>si</sub> /A <sub>s1</sub>
E1	1	0.0	1000	1.00
E2	1	0.0	1000	0.50
E3	1	0.0	1000	0.50
E4	1	0.0	1000	1.00

E: Einzel- L: Linienbewehrung

Dazu ist der Faktor  $A_{si}/A_{s1}$  einzugeben, der das Bewehrungsverhältnis von Gruppe i zu Gruppe 1 steuert. Standardmäßig ist dieser Faktor 1. Bei  $A_{si}/A_{s1}=0$  wird die Bewehrungsgruppe bei der Bemessung ignoriert.

Nach DIN 1045 können die minimal oder maximal einzuhaltenden Bewehrungen entweder als min  $A_s$  und max  $A_s$  in  $cm^2$  oder als Bewehrungsgrade min  $\mu$  und max  $\mu$  in % eingegeben werden. Der minimale Bewehrungsgrad bezieht sich auf den statisch erforderlichen Querschnitt, wie es in 25.2.2.1(1) gefordert ist.

Nach DIN 1045-1 ist grundsätzlich eine Mindestbewehrung einzulegen. Dazu ist der entsprechende Button zu aktivieren. Für die verschiedenen Bauteiltypen sind unterschiedliche Kapitel der Norm zuständig (z.B. Biegeträger 13.1.1(1), Stützen (13.5.2(1)). Vom Anwender kann vorgegeben werden, für welchen Bauteiltyp (Träger oder Stütze) die Mindestbewehrung ermittelt werden soll. Wird **Träger/Stütze** ausgewählt, wird automatisch vom Programm der Bauteiltyp und damit das entsprechende Kapitel der Norm bestimmt.

Nach DIN 1045-1, 8.2, ist bei linearer Berechnung die Druckzone zu begrenzen, wenn keine geeigneten konstruktiven Maßnahmen zur Sicherstellung ausreichender Duktilität getroffen werden. Der Grenzwert  $\lim k_x$  wird vom Programm in Abhängigkeit der Betongüte ermittelt.

Für eine zweiachsige Biegebemessung wird die genaue Angabe (Lage und Größe) der zu bemessenden Bewehrung benötigt.

Im Prinzip wird ein *Sicherheitsnachweis* des bewehrten Querschnitts durchgeführt, bei dem die innenliegende Bewehrung so lange iterativ erhöht wird, bis ein Gleichgewichtszustand mit den aufgebrachten Bemessungsgrößen gefunden wird bzw. die Sicherheit "1" erreicht ist.

Um ein möglichst wirtschaftliches Bemessungsergebnis zu erreichen, ist eine gegenseitige Abstufung zur Erhöhung der Bewehrung vorzunehmen.

Die „Bewehrungsanordnung“ erfolgt tabellarisch, indem jeder Bewehrungsgruppe „Nummer“ der Bemessungs-„Rang“ sowie ein minimaler  $A_{smin}$  und ein maximaler Bewehrungsquerschnitt  $A_{smax}$  zugeordnet werden.

Die Vergabe der Rangfolge kann beginnend bei 1 in willkürlicher Reihenfolge erfolgen, ein Rang = 0 bedeutet die Deaktivierung der Bewehrungsgruppe (diese Gruppe wird bei der Bemessung nicht berücksichtigt).

$A_{smin}$  muss kleiner oder gleich  $A_{smax}$  eingegeben werden.

Bei  $A_{smin} = A_{smax}$  wird der Querschnitt der entsprechenden Bewehrungsgruppe während der Bemessungsiteration nicht verändert (sog. konstruktive Bewehrung).

Zu Beginn der iterativen Berechnung beträgt der Bewehrungsquerschnitt jeder Gruppe  $A_{smin}$ . In der vorgegebenen Reihenfolge (Rang) wird der Querschnitt einer Gruppe erhöht, bis entweder  $A_{smax}$  oder der erforderliche Querschnitt  $A_s$  erreicht ist.

Ist  $A_{smax}$  einer Gruppe erreicht und existiert noch eine weitere Gruppe niedrigeren Ranges, wird die nächste Gruppe aktiviert.

Die Iteration ist bei Erreichen entweder des erforderlichen Bewehrungsquerschnitts  $A_s$  (Gleichgewicht) oder des vorgegebenen maximalen Bewehrungsquerschnitts aller Gruppen  $A_{smax}$  oder des maximal zulässigen Bewehrungsgrades des Betonquerschnitts beendet.

In manchen Fällen ist es möglich, für die gegebene Schnittgrößenkombination eine einachsige Biegebemessung durchzuführen. Der Vorteil ist, dass auch wirtschaftliche Kriterien wie z.B. die Anordnung von Druckbewehrung berücksichtigt werden können.

Bei Aktivierung des entsprechenden Buttons wird zunächst diese Möglichkeit untersucht.

Zur Ermittlung der erforderlichen Bewehrung können folgende Bemessungsarten (im Traglastzustand) herangezogen werden

- Biegebemessung ➡

- Schubbemessung →
- Ausnutzung / vereinfachter Brandschutznachweis →
- Brandschutzbemessung nach EC 2 (nur Rechteckquerschnitt) →

Zusätzlich können die folgenden Nachweise (i.A. im Gebrauchszustand) geführt werden:

- Spannungsnachweis →
- Rissnachweis →
- Ermüdungs-(Schwing-)nachweis →

Wird der entsprechende Schub-, Ausnutzungs-, Schwing-, Spannungs- oder Riss-Button aktiviert, sind weitere Parameter unter dem **bearbeiten**-Button (⚙️) festzulegen.

Wesentliche Eingangsgröße in die zu führenden Nachweise ist die Grundbewehrung. Unter der Grundbewehrung wird eine konstruktiv „gewählte“ Bewehrung verstanden. Die Grundbewehrung kann mit  $A_{smin}$  im Eigenschaftsblatt für die Anordnung der Bewehrung angegeben werden.

Wird eine Biegebemessung durchgeführt (Bemessung+Nachweise), ist das Gesamtergebn das Maximum aus Grundbewehrung und statisch erforderlicher Bewehrung.

◆ **Sicherheitsnachweis**

Beim Sicherheitsnachweis wird für jede Schnittgrößenkombination die bezogene Tragfähigkeit  $t = R_u / (\gamma R)$  bestimmt, die das Verhältnis der vom Querschnitt maximal aufnehmbaren (Bruch-)Schnittgrößen zu den Design-Schnittgrößen darstellt.

Die Tragfähigkeit ist überschritten, wenn  $t < 1$  ist, und wird im Ausdruck besonders gekennzeichnet.

Wenn der Sicherheitsnachweis für sämtliche Lastfälle fehlerfrei durchgeführt wird, ergibt sich die minimale Tragfähigkeit zu  $\min t$ .

Außerdem werden die zugehörigen Bruchdehnungen angegeben:

- DIN 1045-1:  $\epsilon_{c2u}$ ,  $\epsilon_{s1u}$ ,  $\epsilon_{c1u}$
- DIN 1045:  $\epsilon_{b1u}$ ,  $\epsilon_{s2u}$ ,  $\epsilon_{b2u}$

sowie der Richtungswinkel der Hauptkrümmung  $\alpha_{ku}$  angegeben.

◆ **Dehnungszustand**

Der Dehnungszustand berechnet für jede Schnittgrößenkombination die Querschnittsdehnungen bzw. –stauchungen.

Nach DIN 1045 sind es  $\epsilon_{b1}$ ,  $\epsilon_{s1}$ ,  $\epsilon_{s2}$ ,  $\epsilon_{b2}$  der charakteristischen Fasern 1 (am meisten gedrückter Betonrand) und 2 (Zugbewehrung im gerissenen Zustand oder am weniger gedrückter Betonrand im ungerissenen Zustand).

Nach DIN 1045-1 handelt es sich um  $\epsilon_{c2}$ ,  $\epsilon_{s2}$ ,  $\epsilon_{s1}$ ,  $\epsilon_{c1}$  der charakteristischen Fasern 2 (am meisten gedrückter Betonrand) und 1 (Zugbewehrung im gerissenen Zustand oder am weniger gedrückter Betonrand im ungerissenen Zustand), sowie der Richtungswinkel der Hauptkrümmung  $\alpha_k$ .

◆ **Spannungsergebnisse**

Bei der Ermittlung der Spannungsergebnisse beschreibt die vorgegebene Parameterkonstellation den Dehnungszustand eines bewehrten oder unbewehrten Querschnitts.

DEHNUNGSZUSTAND

$\epsilon_{c2}$   %  $\epsilon_{su}$   %  $\alpha_k$   °

Nach DIN 1045 wird mit Faser 1 der am meisten gedrückte Querschnittspunkt und mit Faser 2 der am meisten gezogene Querschnittspunkt bezeichnet.

Nach DIN 1045-1 wird mit Faser 1 der am meisten gezogene Querschnittspunkt und mit Faser 2 der am meisten gedrückte Querschnittspunkt bezeichnet.

Wahlweise kann der am meisten gezogene Querschnittspunkt ein Bewehrungsstahl oder ein Betonrand sein.

Aus den daraus resultierenden Spannungen werden die maximal aufnehmbaren (Bruch-)Schnittgrößen  $N_u$ ,  $M_{yu}$  und  $M_{zu}$  berechnet.

◆ **Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit**

Wird aus der Liste *Nachweise im GZG* ausgewählt, können durch die Aktivierung der entsprechenden Buttons folgende Nachweise durchgeführt werden:

- Spannungsnachweis ..... ➡
- Rissnachweis ..... ➡
- Ermüdungs-(Schwing-)nachweis ..... ➡

◆ **Biegebemessung**

Die Beschreibung für einachsige Biegung gilt analog. ➡

Für jeden Lastfall wird die erforderliche Längsbewehrung unter Berücksichtigung des minimalen und maximalen Bewehrungsgrades für jede Bewehrungsgruppe bestimmt.

Werden sämtliche Lastfälle fehlerfrei bemessen, ergeben sich die maximal erforderlichen Bewehrungsquerschnitte je Gruppe  $i$  zu  $erf A_{Si}$ .

Da nach DIN 1045 der Sicherheitsbeiwert  $\gamma$  variabel ist, wird dieser stets protokolliert.

Außerdem werden die Bruchdehnungen

$\epsilon_{c2u}$ ,  $\epsilon_{s1u}$ ,  $\epsilon_{c1u}$  DIN 1045-1, EC 2, DIN-Fb, ÖN

$\epsilon_{b1u}$ ,  $\epsilon_{s2u}$ ,  $\epsilon_{b2u}$  DIN 1045

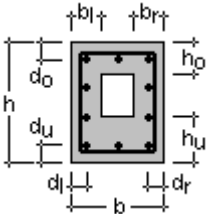
sowie der Richtungswinkel der Hauptkrümmung  $\alpha_{ku}$  angegeben.

Ergibt die Extremierung der Bewehrungsquerschnitte eine Überschreitung des maximal zulässigen Bewehrungsgrades, erfolgt im Ergebnisausdruck ein entsprechender Hinweis.

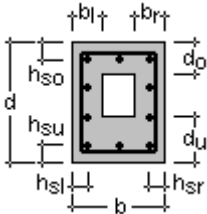
◆ **Schubbemessung**

Die zweiachsige Bemessung für Querkraft und Torsion erfolgt für einen Rechteck-Querschnitt, wobei beim Plattenbalken- bzw. Doppel-T-Querschnitt der Steg und beim polygonalen Querschnitt ein Ersatz-Rechteck (bei Bedarf auch als Hohlquerschnitt) angesetzt wird:

DIN 1045-1



DIN 1045



Die Bemessung wird nach den Koordinatenrichtungen getrennt durchgeführt für

$V_{yEd}$ ,  $T_{Ed}$  und  $V_{zEd}$ ,  $T_{Ed}$  (DIN 1045-1, EC 2, DIN-Fb, ÖN) bzw.

$Y_{Schub}$ ,  $Q_y$ ,  $M_x$  und  $Y_{Schub}$ ,  $Q_z$ ,  $M_x$  (DIN 1045).

Für beide Kombinationen wird die einachsige **Schubbemessung** durchgeführt, deren Bewehrungen anschließend extremiert werden.

**Druckdokumente**

◆ **zweiachsige Bemessungen**

- Rechteck ..... engl. ...
- Plattenbalken ..... engl. ...
- Doppel-T ..... engl. ...
- Polygon ..... engl. ...



---

zur Hauptseite *4H-BETON* [!\[\]\(c8d96c8885d3000a912c2582004aed63\_img.jpg\)](#)



© [pcae](#) GmbH Kopernikusstr. 4A 30167 Hannover Tel. 0511/70083-0