



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

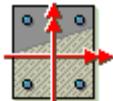
Bestellformular 

Bemessung zweiachsig beanspruchter Querschnitte

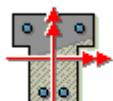
Infos auf dieser Seite

... als pdf 

- Eingabeoberfläche 
- Material 
- Geometrie 
- Belastung 
- Schnittgrößenimport 
- Bemessungsparameter 
- Druckdokumente 

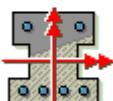


- Für typisierte und polygonal umrandete Querschnitte werden
- Stahlbetonbemessung unter zweiachsiger Biegung mit Normalkraft einschl.
 - Schubbemessung für Querkraft und Torsion



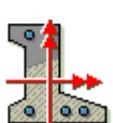
sowie die Nachweise im Gebrauchszustand zur

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



Folgende Querschnittstypen sind integriert

- Rechteck 
- Plattenbalken 
- Doppel-T 
- Polygon 



Detailinformationen

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

Handbuch 

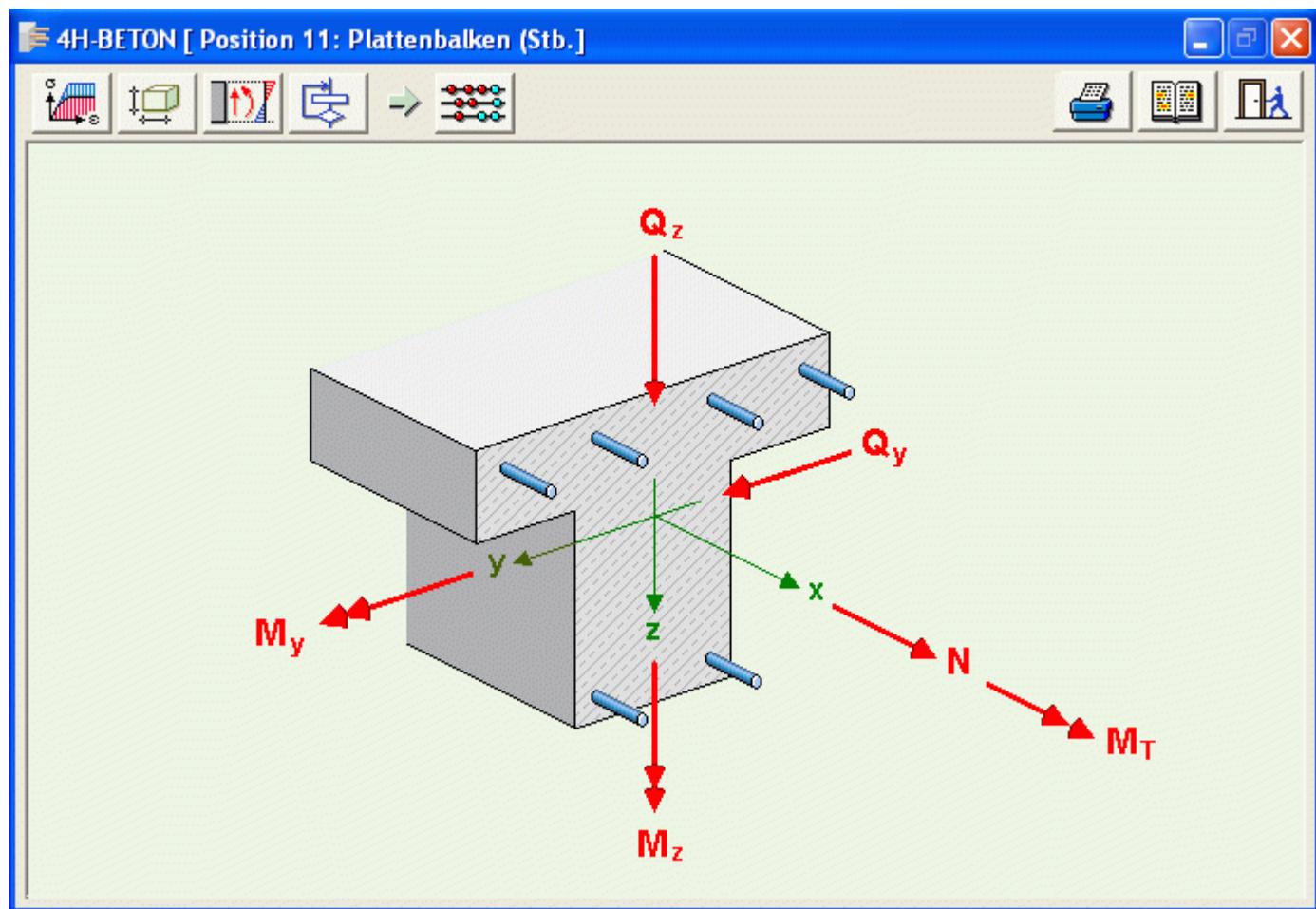
ähnliche 4H-Programme

- Stahlbau 
- Holzbau 
- Mauerwerksbau 
- Programmübersicht 

Kontakt 

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) DIN 1045-1 (7.01) DIN-Fb 102 (3.09) ÖN B 4700 (6.01) EC 2 (1.11) DIN 1045-1 (8.08)
ρ_c	2200
Bewehrung	X

Spannungsdehnungslinie des Betons

Im Grenzzustand der Tragfähigkeit: 3.1.7 Parabel-Rechteck

Im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit: 3.1.5 wirklichkeitsnah

Kriechen und Schwinden

$\varphi_{eff} = 0.000$ $\epsilon_{os,w} = 0.000 \%$

Bemessungssituation

Grundkombination

NORMALBETON γ_c	1.50
BEWEHRUNG γ_s	1.15

Expositionsklasse X0

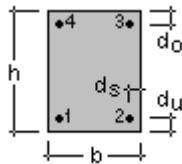
Festlegung der Geometrie

• Rechteckquerschnitt

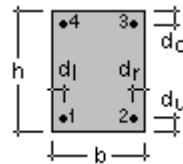
Bei der zweiachsigen Bemessung sind Bewehrungsstäbe oder -stabbündel in den vier Ecken anzutragen. Jedem Stabquerschnitt ist die Nummer seiner Bewehrungsgruppe zugeordnet, auf die sich bezogen wird.

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



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

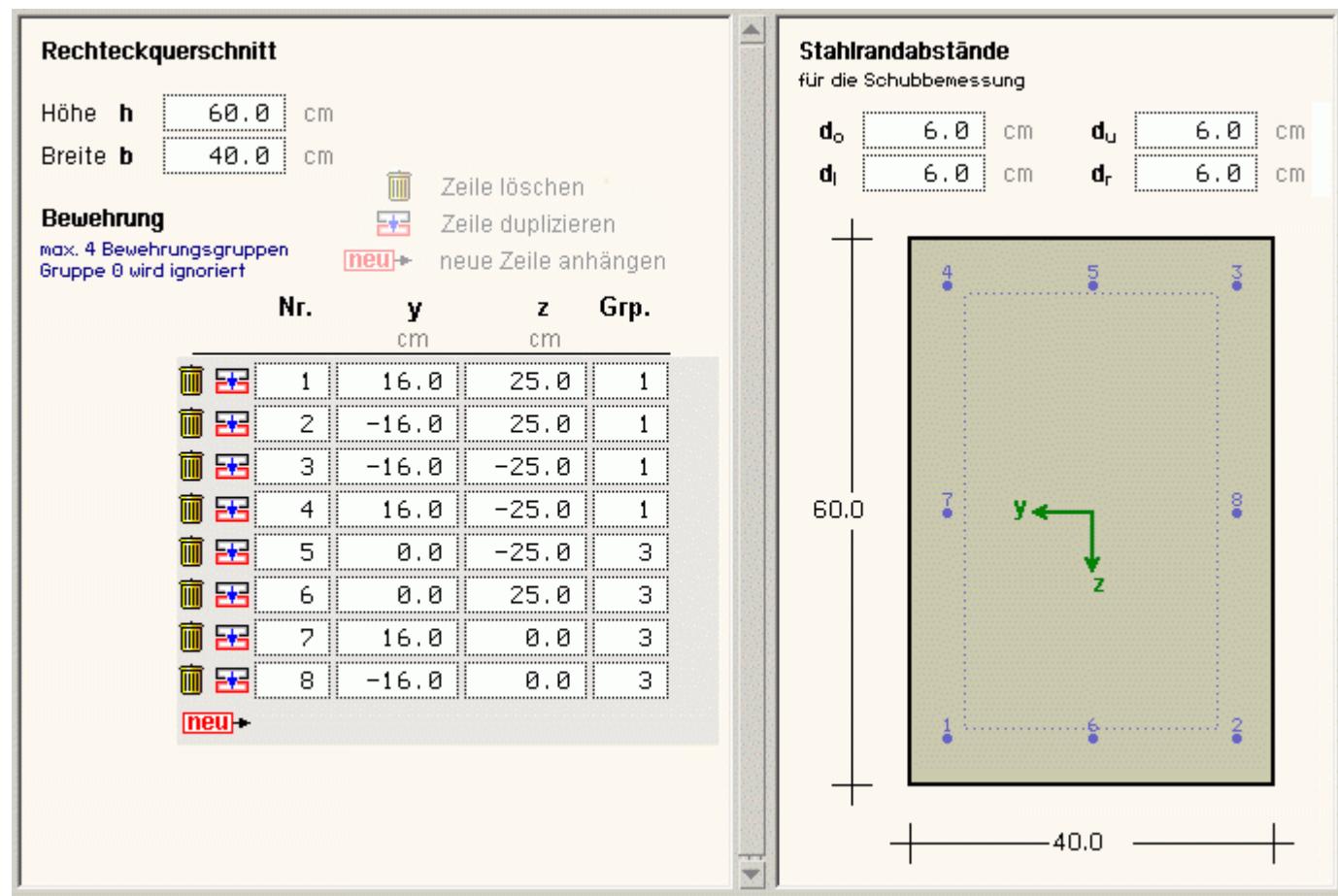
Die Bewehrung muss explizit vorgegeben werden; hierzu stehen drei Bewehrungsvarianten zur Verfügung.

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).

GEOMETRIE (DIN 1045-1)

Querschnittstyp		Rechteck
<input type="text" value="60.0"/> cm	<input type="text" value="40.0"/> cm	
Platte (oben):		
<input type="text" value="0.0"/> cm	<input type="text" value="0.0"/> cm	
Fuß (unten):		
<input type="text" value="0.0"/> cm	<input type="text" value="0.0"/> cm	
Bewehrungs- variante: <input type="text" value="3"/>		
Stahlrandabstand: d_o : <input type="text" value="6.0"/> cm d_u : <input type="text" value="6.0"/> cm d_l : <input type="text" value="6.0"/> cm d_r : <input type="text" value="6.0"/> cm		
<input type="checkbox"/> freies Bewehrungsbild <input type="checkbox"/> Punktbewehrg.		

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



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.

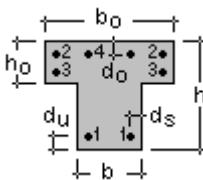
Zur Information werden die nur für den Schubnachweis relevanten Stahlrandabstände gestrichelt markiert.

Es erfolgt diesbezüglich keine Plausibilitätsüberprüfung!

• Plattenbalkenquerschnitt

DIN 1045-1, EC 2, Fb

Bewehrungsvariante 1



h Gesamthöhe des Plattenbalkenquerschnitts

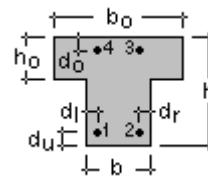
b Stegdicke

h₀ Plattendicke ($h_0 < h$)

b₀ Plattenbreite ($b_0 > b$)

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

Bewehrungsvariante 2



DIN 1045

Bewehrungsvariante 1

Bewehrungsvariante 2



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

Bei der Bewehrungsvariante 1 sind acht Bewehrungsstäbe oder -stabbündel laut Skizze anzugeben.

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.

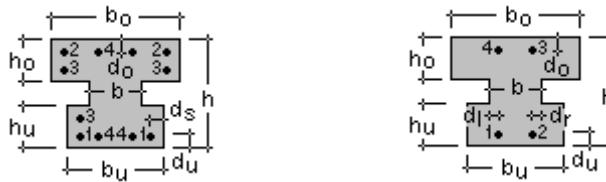
Bewehrungsvariante 2 berücksichtigt lediglich 4 Bewehrungsgruppen in den Eckpunkten des Steges. Die Stahlrandabstände h_{so} , h_{su} , h_{sl} , h_{sr} können differieren.

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 $b > b_0$.

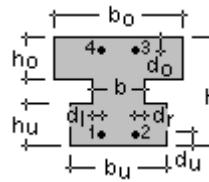
• Doppel-T-Querschnitt

DIN 1045-1, EC 2, Fb

Bewehrungsvariante 1



Bewehrungsvariante 2

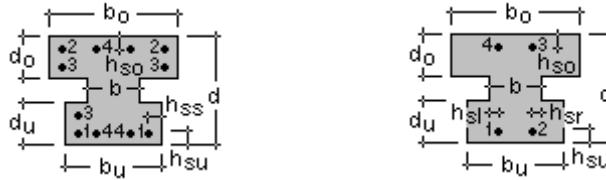


- h Gesamthöhe des Doppel-T-Querschnitts
- b Stegdicke
- h_0 Plattendicke oben ($h_0 + h_u < h$)
- h_u Plattendicke unten ($h_0 + h_u < h$)
- b_0 Plattenbreite oben ($b_0 > b$)
- b_u Plattenbreite unten ($b_u > b$)

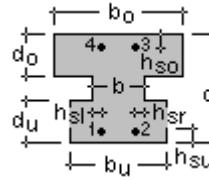
Die Randabstände der Bewehrung sind als d_0 , d_u und d_s bzw. d_l , d_r einzugeben.

DIN 1045

Bewehrungsvariante 1



Bewehrungsvariante 2



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

b_u Plattenbreite unten ($b_u > b$)

Bei der Bewehrungsvariante 1 sind zwölf Bewehrungsstäbe oder -stabbündel laut Skizze anzugeben.

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.

Querschnittskoordinaten einschl. Datenüberprüfung

Einlesen aus Ascii-Datei

Schreiben in Ascii-Datei

Importieren von 4H-QUER

Alle Koordinaten löschen

Bewehrung löschen

Einzel- und Linienbewehrungen dürfen nicht der selben Bewehrungsgruppe angehören! Einzel-Gruppennummern müssen kleiner als Linien-Gruppennummern sein. **neu** neue Zeile anhängen Gruppe 0 wird ignoriert.

Nr.	y cm	z cm	Typ	Grp. / A_c [cm 2]
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:				

Ersatzquerschnitt für die Schubbemessung

h	60.0	cm	<input type="checkbox"/> Hohlquerschnitt
b	30.0	cm	
d_o	5.0	cm	$t_{bl} \uparrow$
d_u	5.0	cm	$t_{br} \uparrow$
d_l	5.0	cm	$h_o \uparrow$
d_r	5.0	cm	$h_u \uparrow$

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 Einzelstäbe (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 Verbindungsline 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 Einzelstäbe und flächenverteilte Liniensäthe unterschieden. In der y/z-Tabelle sind nach Wahl des Typs die Lage-Koordinaten und die Gruppennummer der Einzelstäbe bzw. Liniensäthe 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.

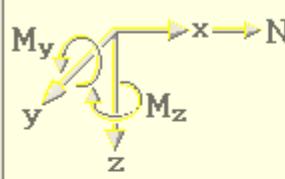
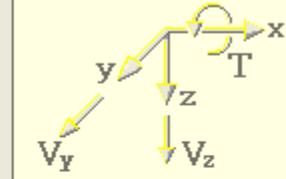
Bei Aktivierung des Buttons wird der aktuelle Querschnitt in **4H-QUER** dargestellt, kann dort verändert oder ersetzt und bei Bestätigen des Arbeitsvorgangs wieder in das Programm **4H-BETON** zurückgeführt werden.

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)

	<p>Die Bemessungswerte der einwirkenden Lasten sind bereits mit den maßgebenden Teilsicherheitsbeiwerten γ beaufschlagt.</p>																																																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4" style="text-align: left;">BIEGEBEMESSUNG</th> <th colspan="4" style="text-align: left;">ERMÜDUNG</th> <th colspan="4" style="text-align: left;">SPANNUNG</th> <th colspan="4" style="text-align: left;">RISS</th> <th colspan="4" style="text-align: left;">BRAND</th> </tr> <tr> <th></th> <th>γ</th> <th>N_{Ed} kN</th> <th>M_{yEd} kNm</th> <th>M_{zEd} kNm</th> <th></th> <th>γ</th> <th>V_{yEd} kN</th> <th>V_{zEd} kN</th> <th>T_{Ed} kNm</th> <th></th> <th>γ</th> <th>σ_{Ed} N/mm²</th> <th>ϵ_{Ed} mm</th> <th>ϵ_{crEd} mm</th> <th>ϵ_{crEd} mm</th> <th>ϵ_{crEd} mm</th> <th>ϵ_{crEd} mm</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1,00</td> <td>-510,00</td> <td>54,00</td> <td>24,00</td> <td></td> <td>1,00</td> <td>-170,00</td> <td>940,00</td> <td>12,00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> </tr> </table>			BIEGEBEMESSUNG				ERMÜDUNG				SPANNUNG				RISS				BRAND					γ	N_{Ed} kN	M_{yEd} kNm	M_{zEd} kNm		γ	V_{yEd} kN	V_{zEd} kN	T_{Ed} kNm		γ	σ_{Ed} N/mm ²	ϵ_{Ed} mm	ϵ_{crEd} mm	ϵ_{crEd} mm	ϵ_{crEd} mm	ϵ_{crEd} mm	1	1,00	-510,00	54,00	24,00		1,00	-170,00	940,00	12,00								2																	3																	4																
BIEGEBEMESSUNG				ERMÜDUNG				SPANNUNG				RISS				BRAND																																																																																												
	γ	N_{Ed} kN	M_{yEd} kNm	M_{zEd} kNm		γ	V_{yEd} kN	V_{zEd} kN	T_{Ed} kNm		γ	σ_{Ed} N/mm ²	ϵ_{Ed} mm	ϵ_{crEd} mm	ϵ_{crEd} mm	ϵ_{crEd} mm	ϵ_{crEd} mm																																																																																											
1	1,00	-510,00	54,00	24,00		1,00	-170,00	940,00	12,00																																																																																																			
2																																																																																																												
3																																																																																																												
4																																																																																																												
<input style="width: 20px; height: 20px; border: none; background-color: red; color: white; font-size: 10px; margin-right: 10px;" type="button" value="X"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: none; background-color: lightblue; color: black; font-size: 10px; margin-right: 10px;" type="button" value="?"/> <input checked="" style="width: 20px; height: 20px; border: none; background-color: green; color: white; font-size: 10px;" type="button" value="✓"/>																																																																																																												

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 Tabelleingabe 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 γ-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 (γ_{Last}, γ_{Zwang}).

Lastschnittgrößen werden wahlweise mit einem variablen (dehnungsabhängig nach DIN) oder fest vorgegebenen Sicherheitsbeiwert vervielfacht. Wird γ_{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 γ_{Zwang} = 0 gesetzt, werden evtl. vorhandene Zwangsschnittgrößen ignoriert.

Querkräfte Q_y und Q_z sowie die Torsion M_x werden mit dem Sicherheitsbeiwert γ_{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 zugehörenden 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 Programmkomposition *Stütze mit Fundament* der Fall, da beide Programme auch einzeln bedient werden können (**4H-STUB**, **4H-FUND**).

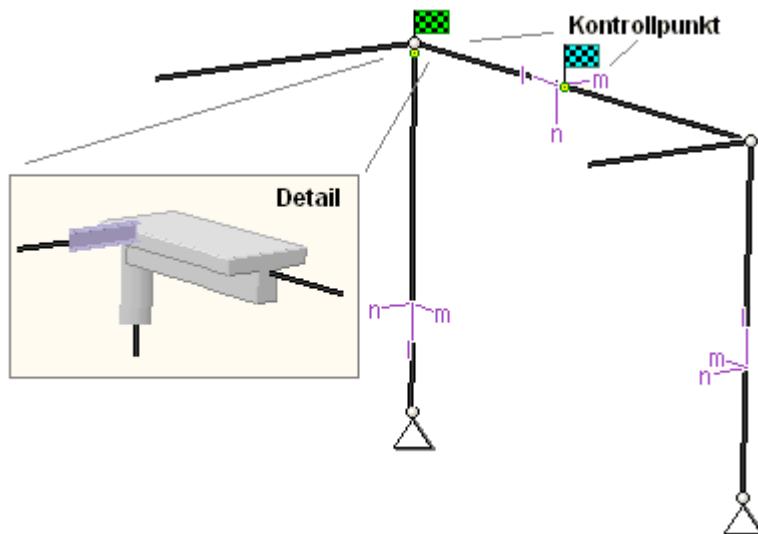
- zum anderen sind die 4H-Programme in der Lage, über definierte Punkte miteinander zu kommunizieren.

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.



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.



<input checked="" type="checkbox"/> Schnitt 1: Stab 3 bei s = 0.18 m		Stahlriegel, Anschnitt, Anschluss 1
<input checked="" type="checkbox"/> Schnitt 2: Stab 5 bei s = 0.00 m		Stahlriegel, Anschluss 2
<input checked="" type="checkbox"/> Schnitt 3: Stab 7 bei s = 2.00 m		
		Stahlbetonriegel
Material: Stahlbeton, Querschnitt: Plattenbalken (Unterzug) mit bSteg=30,0cm, hgesamt=60,0cm, bPlatte=120,0cm, hPlatte= 20,0cm		

	N kN	V _m kN	V _n kN	T kNm	M _m kNm	M _n kNm
⊕ Lastfallergebnisse						
⊕ Nachweis 2: Schnittgrößenermittlung (Th. I. Ord.)						
⊖ Nachweis 4: EC 2 Bemessung						
<input checked="" type="checkbox"/> Extremierung 1: Standardkombination						
<input checked="" type="checkbox"/> 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 V _n	-49.40	-12.67	48.20	4.56	-13.32	24.99
max V _n	0.78	0.52	-0.48	25.56	56.64	-2.00
min V _ζ	0.78	0.52	-0.48	25.56	56.64	-2.00
max V _ζ	-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 M _n	-49.21	-12.44	47.98	15.99	-42.83	24.99
max M _n	0.59	0.29	-0.27	14.13	86.15	-2.00
min M _ζ	0.78	0.52	-0.48	25.56	56.64	-2.00
max M _ζ	-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, V_n, M_m 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 _{Ed} kN	M _{yEd} kNm	M _{zEd} kNm		γ	V _{yEd} kN	V _{zEd} kN	T _{Ed} 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 ²	max A _s cm ²
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_{sbÜV} 0.00 cm²/m

MIN./MAX. BEWEHRUNGSGRADE

min A_s Stütze 13.5.2

max p_s 8.00 % * A_c

DEHNUNGZUSTAND

ϵ_{c2} -3.50 % ϵ_{su} 5.00 % α_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

X **?** **✓**

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
- Spannungsresultierende
- 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 cm² berechnet.

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

BEWEHRUNGSQUERSNITTE (GRUNDBEWEHRUNG)				
Nr.	Rang	min A _s cm ²	max A _s cm ²	A _{si} /A _{s1}
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 cm² oder als Bewehrungsgrade min μ und max μ 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 erf 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 erf 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 Gesamtresultat 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 α_{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 α_k .

• Spannungsresultierende

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

DEHNUNGZUSTAND			
ϵ_{c2}	-3.50	%	ϵ_{su}
25.00	%	α_k	135.0 °

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 γ variabel ist, wird dieser stets protokolliert.

Außerdem werden die Bruchdehnungen

ε_{c2u} , ε_{s1u} , ε_{c1u} DIN 1045-1, EC 2, DIN-Fb, ÖN

ε_{b1u} , ε_{s2u} , ε_{b2u} DIN 1045

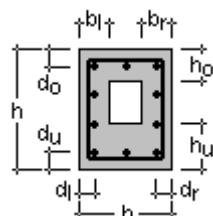
sowie der Richtungswinkel der Hauptkrümmung α_{ku} angegeben.

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

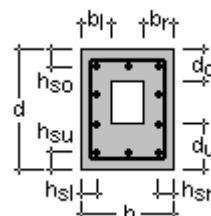
• Schubbemessung

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.

γ_{Schub}, Q_y, M_x und γ_{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 



© pcae GmbH Kopernikusstr. 4A 30167 Hannover Tel. 0511/70083-0