



**4H-** STATIKPROGRAMME  
AUS HANNOVER

**DTE** Desktop<sup>®</sup>  
Engineering



pcae GmbH

Kopernikusstr. 4A

30167 Hannover

Tel 0511/70083-0

Fax 0511/70083-99

Internet [www.pcae.de](http://www.pcae.de)

Mail [dte@pcae.de](mailto:dte@pcae.de)



**4H-EC2RB**

**Bemessung Rahmenecken**

Oktober 2024



# 4H-EC2RB

## Bemessung Rahmenecken

Copyright 2024

2. ergänzte Auflage, Oktober 2024

**pcae** GmbH, Kopernikusstr. 4 A, 30167 Hannover

**pcae** versichert, dass Handbuch und Programm nach bestem Wissen und Gewissen erstellt wurden. Für absolute Fehlerfreiheit kann jedoch infolge der komplexen Materie keine Gewähr übernommen werden.

Änderungen an Programm und Beschreibung vorbehalten.

Korrekturen und Ergänzungen zum vorliegenden Handbuch sind ggf. auf der aktuellen Installations-CD enthalten. Ergeben sich Abweichungen zur Online-Hilfe, ist diese aktualisiert.

Ferner finden Sie **Verbesserungen und Tipps im Internet unter [www.pcae.de](http://www.pcae.de)**.

Von dort können zudem aktualisierte Programmversionen herunter geladen werden. S. hierzu auch *automatische Patch-Kontrolle* im DTE<sup>®</sup>-System.



# Produktbeschreibung

Das Programm *##-EC2RB*, Bemessung einer Rahmenecke, bemisst eine rechtwinklige Rahmenecke unter einachsiger Belastung nach Eurocode 2-1-1 (Stahlbeton).

## Leistungsmerkmale

- es können öffnende, schließende und gemischt belastete Rahmenecken bemessen werden. Bewehrungsstrategien n. A. Wommelsdorff, Heft 599, DAfStb, K. Beer werden verfolgt.
- die Materialparameter können sowohl **pcae**-eigenen Tabellen entnommen als auch parametrisiert eingegeben werden
- die Materialsicherheit kann entweder normenkonform vorgelegt oder vom Anwender eingegeben werden
- die Expositionsclassen für den Beton können angegeben und bei der Bewehrungswahl berücksichtigt werden
- Datensatz-Import- / -Exportfunktionen
- optional kann eine geöffnete (positives Moment, Zug innen) oder eine geschlossene Rahmenecke (negatives Moment, Zug außen) berechnet werden. Schnittgrößen sind dann nicht erforderlich.
- alternativ können viele Schnittgrößenkombinationen eingegeben werden. Je nach Momentenrichtung wird die Rahmenecke geöffnet oder geschlossen bemessen.
- Schnittgrößenimport aus **pcae**-Stabwerksprogrammen und über Text-Importschnittstelle
- bei Online-Berechnung wird ein maßgebendes Lastkollektiv am Bildschirm markiert, die Berechnung kann direkt eingesehen werden
- bei Online-Berechnung wird die maximal erforderliche Bewehrung am Bildschirm dargestellt
- die (vorhandene) Bewehrung wird gewählt und direkt am Bildschirm in einer maßstäblichen Grafik dargestellt
- die gewählte Bewehrung wird ausgewertet; die minimalen Achsabstände werden berechnet
- die minimal erforderlichen Verankerungs-, Übergreifungslänge und Biegerollendurchmesser werden berechnet und mit vorgegebenen Größen verglichen
- Export der Querschnittszeichnung im DXF-Format zur Weiterbearbeitung in einem CAD-System
- englischsprachige Druckdokumentenausgabe

Die Programmentwicklung erfolgt nahezu ausschließlich durch Bauingenieure.

Die interaktiven Steuermechanismen des Programms sind aus anderen Windows- Anwendungen bekannt. Wir haben darüber hinaus versucht, weitestgehend in der Terminologie des Bauingenieurs zu bleiben und *##-EC2RB* von detailliertem Computerwissen unabhängig zu halten.

Nach der Installationsanweisung wird eine Übersicht der Funktionalitäten der Steuerbuttons der Eingabeoberfläche gegeben.



Im Sinne eines Leitfadens gedacht, kann das Manual nicht alle Fragen beantworten. Im aktuellen Falle wird dann der Hilfebutton im jeweiligen Eigenschaftsblatt Antwort geben.

Zur *##-EC2RB* -Dokumentation gehören neben diesem Handbuch die Manuals

*DTE®-DeskTopEngineering* und **pcae** - *Stahlbetontheorie*.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg mit *##-EC2RB*.

Hannover, im Oktober 2024

## Abkürzungen und Begriffe

Um die Texte zu straffen, werden folgende **Abkürzungen** benutzt

GZT - Grenzzustand der Tragfähigkeit

GZG - Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit



signalisiert Anmerkungen

### Buttons

Das Betätigen von Buttons wird durch Setzen des Buttoninhalts in **blaue Farbe** symbolisiert.



**Rot** markierte Buttons bzw. Mauszeiger kennzeichnen erforderliche Eingaben bzw. anzuklickende Buttons.

Zur Definition der Begriffe *Lastbild*, *Lastfall*, *Einwirkung*, *Lastkollektiv* und *Extremalbildungsvorschrift* s. Handbuch *das **pcae**-Nachweiskonzept*, Theoretischer Teil (als pdf-Dokument auf unserer Website [www.pcae.de](http://www.pcae.de)).

# Inhaltsverzeichnis

1	Programminstallation und DTE®-Schreibtisch einrichten .....	5
2	Ordner und Bauteil erzeugen .....	7
3	Eingabeoberfläche .....	9
3.1	Norm, Material, Querschnitt .....	11
3.1.1	Querschnitt .....	12
3.1.2	Rahmenbewehrung .....	12
3.2	Bemessungsparameter und Schnittgrößen .....	13
3.2.1	Bemessungsparameter .....	13
3.2.2	Bemessungsschnittgrößen .....	15
3.3	Bewehrung .....	16
3.3.1	Bewehrungsvarianten .....	16
3.3.2	Parameter .....	17
3.3.3	Möglichkeiten der Bewehrungswahl .....	19
3.3.3.1	Betondeckung .....	19
3.3.3.2	Riegel- / Stützenbewehrung .....	19
3.3.3.3	Verankerungsbewehrung (schließendes Moment) .....	19
3.3.3.4	Riegelzugverankerung (öffnendes Moment) .....	20
3.3.3.5	Stützenzugverankerung (öffnendes Moment) .....	20
3.3.3.6	Schrägbewehrung (öffnendes Moment) .....	20
3.3.3.7	Steckbügel als Zugzulagen (öffnendes Moment) .....	21
3.3.3.8	Spaltzugbewehrung .....	21
3.3.3.9	maßstäbliche grafische Bildschirmdarstellung .....	22
3.3.4	Druckliste .....	23
3.4	Durchführung der Bemessung einer Rahmenecke .....	25
3.4.1	schließende Rahmenecke .....	25
3.4.2	öffnende Rahmenecke .....	25
3.5	Verankerungslängen, Übergreifungslängen, Biegerollendurchmesser .....	26
3.5.1	Biegerollendurchmesser n. EC 2-1-1, 8.3 .....	26
3.5.2	Verankerung der Längsbewehrung n EC 2-1-1, 8.4 .....	26
3.5.3	Übergreifungslänge n EC 2-1-1, 8.7.3 .....	28
3.6	Schnittgrößenimport Rahmenecke .....	29
3.7	Ausdrucksteuerung .....	33
3.8	Nationale Anhänge zu den Eurocodes .....	34
4	Literaturverzeichnis .....	35





# 1 Programminstallation und DTE®-Schreibtisch einrichten

Die Installation des DTE®-Systems und das Überspielen des Programms #EC2RB auf Ihren Computer erfolgt über einen selbsterläuternden Installationsdialog.

Sofern Sie bereits im Besitz anderer #-Programme sind und diese auf Ihrem Rechner installiert sind, können Sie dieses Kapitel überspringen.

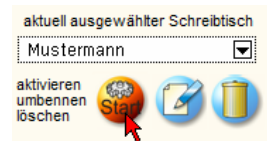


Nach erfolgreicher Installation befindet sich das DTE®-**Startsymbol** auf Ihrer Windowsoberfläche. Führen Sie bitte darauf den Doppelclick aus.

Daraufhin erscheint das Eigenschaftsblatt zur **Schreibtischauswahl**. Da noch kein Schreibtisch vorhanden ist, wollen wir einen neuen einrichten. Klicken Sie hierzu bitte auf den Button **neu**.



**Schreibtischname** Dem neuen Schreibtisch kann ein beliebiger Name zur Identifikation zugewiesen werden. Klicken Sie hierzu mit der LMT in das Eingabefeld. Hier ist *Mustermann* gewählt worden.



Nach Bestätigen über das **Hakensymbol** erscheint wieder die Schreibtischauswahl, in die der neue Name bereits eingetragen ist. Drücken Sie auf **Start** und die DTE®-Schreibtischoberfläche erscheint auf dem Bildschirm.

DTE® steht für *DeskTopEngineering* und stellt das "Betriebssystem" für **pcae**-Programme und die Verwaltungsoberfläche für die mit **pcae**-Programmen berechneten Bauteile dar.



Zur Beschreibung des DTE®-Systems und der zugehörigen Funktionen s. Handbuch *DTE®-DeskTopEngineering*.



## Steuerbuttons

Im oberen Bereich des Schreibtisches sind Interaktionsbuttons lokalisiert.

Die Funktion eines Steuerbuttons ergibt sich aus dem Fähnchen, das sich öffnet, wenn sich der Mauscursor über dem Button befindet.

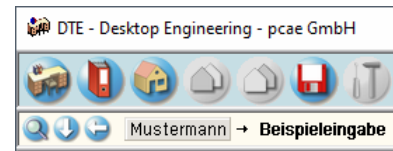
Auf Grund der **Kontextsensitivität** des DTE®-Systems sind manche Buttons solange abgedunkelt und nicht aktiv bis ein Bauteil aktiviert wird.

- |  |   |
|--|---|
|  | Die Buttons bewirken im Einzelnen   |
|  | öffnet die Schreibtischauswahl  |
|  | legt einen neuen Projektordner an   |
|  | erzeugt ein neues Bauteil   |
|  | kopiert das aktivierte Bauteil  |
|  | fügt die Bauteilkopie ein   |
|  | lädt/sichert Bauteile. Hier befindet sich auch der <b>e-Mail-Dienst</b> . |
|  | menügesteuerte Bearbeitung des aktivierten Bauteils                       |
|  | druckt die Datenkategorien des aktivierten Bauteils                       |
|  | ruft das Planerstellungsmodul des aktivierten Bauteils                    |
|  | löscht das aktivierte Bauteil/Ordner                                      |
|  | öffnet die Bearbeitung der Auftragsliste                                  |
|  | öffnet die Mehrfachauswahl zur gleichzeitigen Bearbeitung von Bauteilen   |
|  | eröffnet Verwaltungsfunktionen  |
|  | schließt den geöffneten Ordner/beendet die DTE®-Sitzung                   |

## Ordner und Bauteil erzeugen



Durch Erzeugung eines **Ordners** besteht die Möglichkeit, Bauteile einem bestimmten Projekt zuzuordnen. Ein Ordner wird durch Anklicken des nebenstehenden Symbols erzeugt. Der Ordner erscheint auf dem Desktop und kann, nachdem ihm eine Bezeichnung und eine Farbe zugeordnet wurden, per Doppelklick aktiviert (geöffnet) werden.



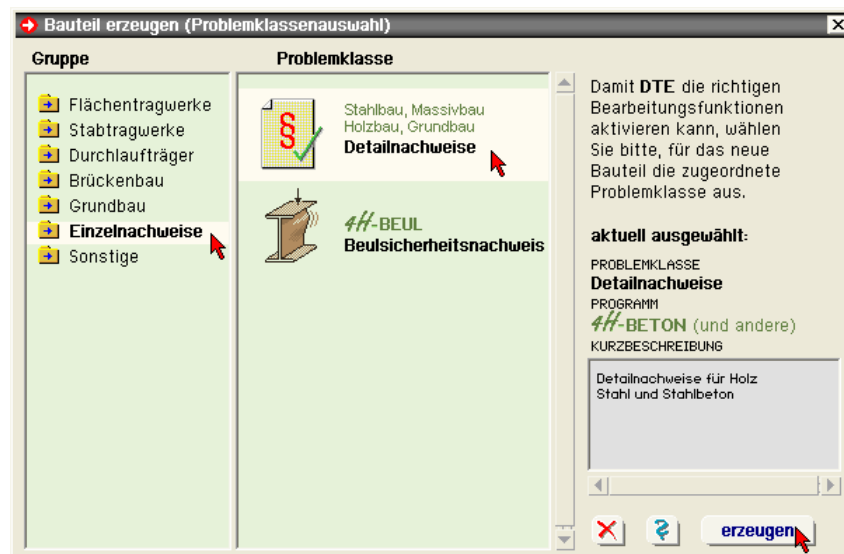
Aus dem Eintrag in der Schreibtischkopfzeile ist zu erkennen, in welchem Ordner sich die Aktion aktuell befindet.



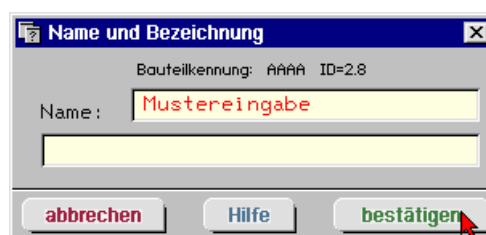
Der Ordner kann durch das **beenden**-Symbol wieder geschlossen werden.



Zur Erzeugung eines neuen Bauteils wird das Schnellstartsymbol in der Kopfleiste des DTE®-Schreibtisches angeklickt. Klicken Sie in dem folgenden Eigenschaftsblatt bitte mit der LMT auf die Gruppe **Einzelnachweise**, dann auf die Problemklasse **Detailnachweise** und abschließend auf den **erzeugen**-Button.



Der schwarze Rahmen der neuen Bauteilkone lässt sich mit der Maus über den Schreibtisch bewegen. Klicken Sie die LMT an der Stelle, an der das Bauteil auf dem Schreibtisch platziert werden soll. Das Eigenschaftsblatt *Name und Bezeichnung* erscheint.

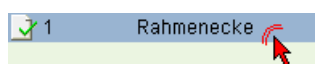
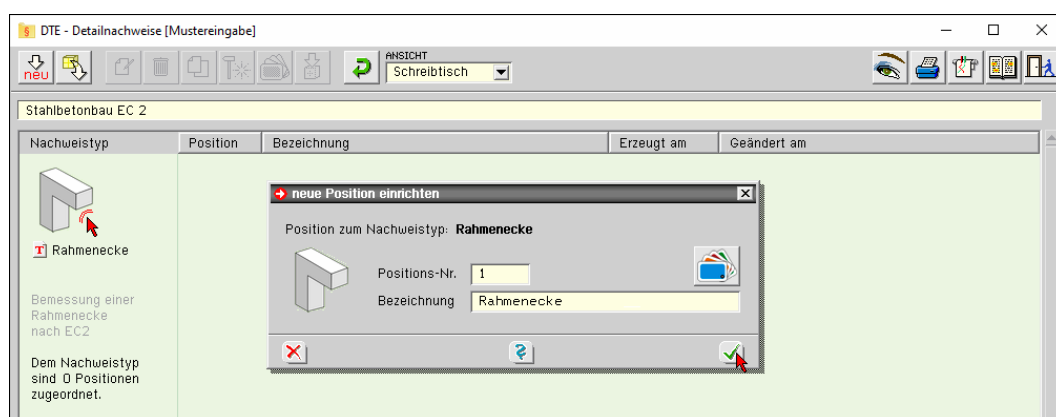


Nach Doppelklick auf dem neuen Bauteilicon, dem eine individuelle Bezeichnung gegeben werden kann, erscheinen die nachfolgend dargestellten Übersichten der Detailnachweise. Klicken Sie das jeweils gekennzeichnete Icon mit der LMT an.

## Detailnachweise Stahlbetonbau EC 2



## Rahmenecke

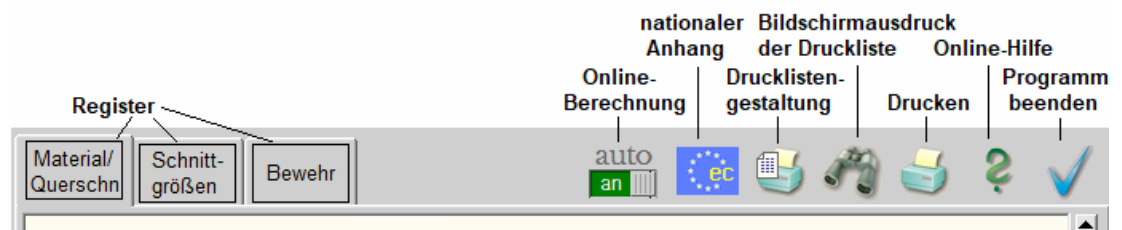


Im rechten Bereich des Eigenschaftsblatts erscheint die neue Position in einem Verzeichnis. Klicken Sie hier bitte doppelt auf den neuen Schriftzug. Daraufhin erscheint die Eingabeoberfläche des Nachweistyps.

## Eingabeoberfläche

Die Programmoberfläche enthält eine Reihe von Registerblättern, die die Informationen zu den allgemeinen Parametern *Norm*, *Material*, *Querschnitt*, den *Schnittgrößen* sowie der abschließenden *Bewehrungswahl* enthalten.

Im oberen Teil der Oberfläche sind Knöpfe angeordnet, die den Programmablauf beeinflussen.



**Material/Querschn** Norm / Material / Querschnitt, s. Abs. 3.1, S. 11

Im ersten Registerblatt werden die Bemessungsvorschrift, die Materialangaben, die Materialsicherheitsbeiwerte und die Querschnittsgeometrie festgelegt. Das System wird maßstäblich am Bildschirm dargestellt. Ist die Online-Berechnung aktiviert, wird die maximal erforderliche Bewehrung am Bildschirm dargestellt.

**Schnittgrößen** Bemessungsparameter / Schnittgrößen, s. Abs. 3.2, S. 13

Im zweiten Registerblatt werden optionale Nachweisparameter sowie die Schnittgrößen verwaltet. Ist die Online-Berechnung aktiviert, wird der erforderliche Bewehrungsgrad je Schnittgrößenkombination am Bildschirm angegeben.

**Bewehr** Bewehrung wählen, s. Abs. 3.3, S. 16

Im dritten Registerblatt wird Bewehrung bestimmt. Ist die Online-Berechnung aktiviert, wird die gewählte der maximal erforderlichen Bewehrung am Bildschirm gegenübergestellt.



#### Online-Berechnung

Ist der **auto**-Button **an**, wird während der Dateneingabe die Bemessung online durchgeführt und die jeweils erforderliche Bewehrung am Bildschirm protokolliert.



#### nationaler Anhang, s. Abs. 3.8, S. 34

Weiterhin ist zur vollständigen Beschreibung der Berechnungsparameter der dem Eurocode zuzuordnende nationale Anhang zu wählen. Über den **NA-Button** wird das entsprechende Eigenschaftsblatt aufgerufen.



#### Ausdrucksteuerung, s. Abs. 3.7, S. 33

Im Eigenschaftsblatt, das nach Betätigen des **Druckeinstellungs-Buttons** erscheint, wird der Ausgabeumfang der Druckliste festgelegt.



#### Druckliste einsehen

Das Statikdokument kann durch Betätigen des **Visualisierungs-Buttons** am Bildschirm eingesehen werden.



#### Ausdruck

Über den **Drucker-Button** wird in das Druckmenü gewechselt, um das Dokument auszudrucken. Hier werden auch die Einstellungen für die Visualisierung vorgenommen.



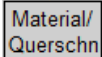
#### Onlinehilfe

Über den **Hilfe-Button** wird die kontextsensitive Hilfe zu den einzelnen Registerblättern aufgerufen.



#### Eingabe beenden

Das Programm kann mit oder ohne Datensicherung verlassen werden. Beim Speichern der Daten wird die Druckliste aktualisiert und in das globale Druckdokument eingefügt.



Im ersten Register werden die Material- und Querschnittsparameter festgelegt (Eigenschaftsblatt s. S. 9).

### Norm

Es steht die Bemessungsregel (Norm) *EC 2 Hochbau* (s. Literatur Abs. 4, S. 35) zur Verfügung.

Norm	EC 2 Hochbau
	NA: Deutschland

Der aktuelle nationale Anhang (NA), s. Abs. 3.8, S. 34, wird eingeblendet.

### Material

In einer Liste werden die zur Verfügung stehenden Betonstahl- und Betongüten angeboten.

Die Namen (z.B. C30/37) stehen für eine Reihe von Parametern, die zur Berechnung verwendet werden.

Jeweils am Ende der Liste kann über den Eintrag **frei** auf diese Parameter direkt zugegriffen werden.

Die Spannungsdehnungslinie des Betonstahls wird n. EC 2, 3.2.2, bilinear approximiert.

Die Spannungsdehnungslinie des Betons im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) entspricht n. EC 2, 3.1.7, einem Parabel-Rechteck-Diagramm.

Eine Beschreibung der Baustoffe sowie der o.a. Funktionen finden Sie im Handbuch *pcae - Stahlbetontheorie* (als pdf-Dokument auf unserer Web-Site [pcae.de](http://pcae.de)).

<b>Material</b>	
Betonstahl	B500A
Beton	C30/37
alternativ:	
Beton (nicht zugfestes Material)	frei
Trockenrohdichte	$\rho_c$ 2200.0 kg/m <sup>3</sup>
charakteristische Druckfestigkeit	$f_{ck}$ 30.0 N/mm <sup>2</sup>
Dehnung bei Erreichen der Festigkeit	$\epsilon_{c2}$ -2.00 %
Bruchdehnung	$\epsilon_{cu2}$ -3.50 %
Exponent der Parabel (EC 2, 3.1.7)	$n_{c2}$ 2.00 N/mm <sup>2</sup>
Elastizitätsmodul	$E_{cm}$ 32836.6 N/mm <sup>2</sup>

### Materialsicherheitsbeiwerte

Das Bemessungskonzept des Eurocode sieht vor, dass die Schnittgrößen (Lastseite) mit Teilsicherheitsbeiwerten und die Baustoffe (Materialseite) mit Materialsicherheitsbeiwerten gewichtet werden.

<b>Materialsicherheitsbeiwerte</b>	
Bemessungssituation	Grundkombination
Tragfähigkeit (GZT)	$\gamma_c$ 1.50 $\gamma_s$ 1.15
alternativ:	
Bemessungssituation	frei
Tragfähigkeit (GZT)	$\gamma_c$ 1.50 $\gamma_s$ 1.15

Die Bemessung erfolgt für die gewichteten Schnittgrößen (Bemessungsgrößen), die in Abhängigkeit der Belastungsart (Kombination) festgelegt wurden.

Daher können die Materialsicherheitsbeiwerte für die **Grundkombination**, **Erdbeben-Kombination** oder **außergewöhnliche Kombination** nach EC 0 vom Programm vorgelegt werden (s. NA).

Analog zu den Beton- und Stahlgüten kann über den Eintrag **frei** am Ende der Liste auf die Beiwerte direkt zugegriffen werden.

Nähere Informationen zum Sicherheitskonzept finden Sie gleichfalls im Handbuch *pcae - Stahlbetontheorie* (als pdf-Dokument auf unserer Web-Site [pcae.de](http://pcae.de)).

### Expositionsklasse

Optional kann die Expositionsklasse des Bauteils berücksichtigt werden.

Ist eine Beanspruchungsklasse nicht maßgebend, kann sie deaktiviert werden.

<input checked="" type="checkbox"/> <b>Expositionsklasse</b>
für Bewehrungskorrosion
für Betonangriff

Anhand der Expositionsklasse werden die Betondeckung und die Mindestbetongüte überprüft. Sind die Werte unterschritten, erfolgt eine Fehlermeldung.

Nähere Informationen zur Dauerhaftigkeit und Betondeckung finden Sie gleichfalls im Handbuch *pcae - Stahlbetontheorie* (als pdf-Dokument auf unserer Web-Site [pcae.de](http://pcae.de)).

Der eingegebene Datenzustand kann exportiert (temporär gesichert) und in einem Bauteil derselben Klasse (hier: *##-EC2RB*) wieder importiert werden.

► Daten exportieren

► Daten importieren

### 3.1.1

#### Querschnitt

Die Rahmenecke wird durch den Riegel- und Stützenabschnitt beschrieben.

Es werden Rechteckquerschnitte mit gleicher Breite vorausgesetzt.

Für die Querschnittsbemessung sind die Achsabstände der Bewehrung zum Betonrand anzugeben.

##### System

Riegel:						
Höhe/Breite	$h_b$	<input type="text" value="60.0"/>	cm	$b_b$	<input type="text" value="40.0"/>	cm
Achsabstand	$d_{1,bo}$	<input type="text" value="6.0"/>	cm	$d_{1,bu}$	<input type="text" value="4.0"/>	cm
Stütze:						
Höhe/Breite	$h_c$	<input type="text" value="50.0"/>	cm	$b_c = b_b$		
Achsabstand	$d_{1,cl}$	<input type="text" value="5.0"/>	cm	$d_{1,cr}$	<input type="text" value="5.0"/>	cm

### 3.1.2

#### Rahmenbewehrung

Die (externe) Tragwerksberechnung ergibt in der Rahmenecke eine erforderliche Bewehrung, die durch eine geeignete (vorhandene) Bewehrungswahl abzudecken ist.

Diese Bewehrung ist Grundlage der Rahmeneckbewehrung und wird in der maßstäblichen Bildschirmgrafik dargestellt.

##### Rahmenbewehrung

Riegel:	Anzahl, Abstand = 0: keine Bewehrung						
oben	<div><div>4</div><div>Ø</div><div><div>16</div><div>▼</div></div></div>	vorh $A_{s,bo}$	<div><div>8.04</div></div>	cm <sup>2</sup>			
unten	<div><div>2</div><div>Ø</div><div><div>16</div><div>▼</div></div></div>	vorh $A_{s,bu}$	<div><div>4.02</div></div>	cm <sup>2</sup>			
Bügel	<div><div>Ø</div><div><div>10</div><div>▼</div></div><div>/</div><div><div>20.0</div></div></div> cm	vorh $A_{s,b}$	<div><div>7.85</div></div>	cm <sup>2</sup> /m			
Stütze:	Anzahl, Abstand = 0: keine Bewehrung						
links	<div><div>4</div><div>Ø</div><div><div>16</div><div>▼</div></div></div>	vorh $A_{s,cl}$	<div><div>8.04</div></div>	cm <sup>2</sup>			
rechts	<div><div>4</div><div>Ø</div><div><div>16</div><div>▼</div></div></div>	vorh $A_{s,cr}$	<div><div>8.04</div></div>	cm <sup>2</sup>			
Bügel	<div><div>Ø</div><div><div>8</div><div>▼</div></div><div>/</div><div><div>20.0</div></div></div> cm	vorh $A_{s,b,c}$	<div><div>5.03</div></div>	cm <sup>2</sup> /m			



## 3.2

## Bemessungsparameter und Schnittgrößen

Schnittgrößen

Im zweiten Register werden die Parameter zur Bemessung der Rahmenecke und die Schnittgrößen zur Überprüfung der Rahmeneckbewehrung festgelegt.

**Bemessungsparameter**

erf. Bewehrung am Anschnitt: ☒ aus Biege- und Schubbemessung (ohne Mindestbewehrung)

Schubbemessung: Druckstrebenwinkel ☐ minimal ☒ vereinfacht n. EC 2-1-1 NA-DE, 6.2.3(2)

☒ alle Momente ☐ nur positive Momente ☐ nur negative Momente berücksichtigen

**Bemessungsschnittgrößen im Rahmeneckknoten (Riegel, GZT)**

Kräfte / Momente in

Schnittgrößen aus Bauteil importieren Schnittgrößen aus Text-Datei einlesen Tabelle löschen

	$N_{j,b,Ed}$ kN	$M_{j,b,Ed}$ kNm	$V_{j,b,Ed}$ kN	Bezeichnung	$\Sigma A_s$ cm <sup>2</sup>
1	-10.9	-60.4	81.2		3.43
2	-31.3	-138.7	145.6		9.01
3	-32.4	-113.6	116.5		7.10

Zeile löschen Zeile duplizieren neue Zeile anhängen

erf.  $A_{s,bo}$  3.91 cm<sup>2</sup> erf.  $a_{s,b}$  5.88 cm erf.  $A_{s,cl}$  5.10 cm<sup>2</sup> erf.  $A_{s,z}$  5.10 cm<sup>2</sup> erf.  $A_{s,sh}$  3.72 cm<sup>2</sup>

erf.  $A_{s,sv}$  3.76 cm<sup>2</sup>

### 3.2.1

### Bemessungsparameter

Die erforderliche Bewehrung an den Anschnitten von Riegel und Stütze der Rahmenecke kann entweder aus einer beliebigen Anzahl an Schnittgrößen vom Programm ermittelt (Biege- und Schubbemessung) oder manuell eingegeben werden.

erf. Bewehrung am Anschnitt: ☒ aus Biege- und Schubbemessung (ohne Mindestbewehrung)

Schubbemessung: Druckstrebenwinkel ☐ minimal ☒ vereinfacht n. EC 2-1-1 NA-DE, 6.2.3(2)

Wird die erforderliche Bewehrung am Anschnitt aus einer **Biege- und Schubbemessung** ermittelt, kann für die Schubbemessung die Neigung des Druckstrebenwinkels festgelegt werden.

Er kann entweder n. EC 2-1-1, 6.2.3(2) auf den zulässigen **Minimalwert** begrenzt werden oder n. EC 2-1-1 NA-DE **vereinfacht** angenommen werden.

☒ alle Momente ☐ nur positive Momente ☐ nur negative Momente berücksichtigen

Die Bewehrungsführungen der Rahmenecke bei öffnender und schließender Momentenbeanspruchung unterscheiden sich sehr (s. Register 3, Abs. 3.2, S. 16).

Da i.A. auf eine Beanspruchungsart Bezug genommen wird (Rahmenecke nur mit negativen oder positiven Momenten) besteht die Möglichkeit, automatisch die Momente des anderen Vorzeichens zu ignorieren. Das ist insbesondere dann sinnvoll, wenn eine große Anzahl an Schnittgrößenkombinationen z.B. durch den Import vorliegt, von denen nur wenige oder sehr kleine Momente das andere Vorzeichen aufweisen.

Sollen Momente beider Vorzeichen berücksichtigt werden, wird die Bewehrungsführung an die Regeln beider Bewehrungsvarianten angepasst.

Alternativ kann die das Ergebnis einer externen Tragwerksberechnung die erforderliche Bewehrung bestimmen. In dem Fall ist sie **manuell** einzugeben.

Rahmenecke mit ☐ positivem Moment ☒ negativem Moment

Es ist festzulegen, ob eine geöffnete (nur positive Momente) oder eine schließende (nur negative Momente) Rahmenecke vorliegt.

Riegel oben	$A_{s,bo}$	3.04	cm <sup>2</sup>	Stütze links	$A_{s,cl}$	3.90	cm <sup>2</sup>
Riegel unten	$A_{s,bu}$	0.00	cm <sup>2</sup>	Stütze rechts	$A_{s,cr}$	0.00	cm <sup>2</sup>
Riegel Bügel	$a_{s,b,b}$	5.96	cm <sup>2</sup> /m	Stütze Bügel	$a_{s,b,o}$	0.00	cm <sup>2</sup> /m
Riegel Zugkraft	$F_{t,b}$	132.3	kN	Stütze Zugkraft	$F_{t,c}$	169.4	kN
Riegel innerer Hebelarm	$z_b$	52.6	cm	Stütze innerer Hebelarm	$z_c$	42.6	cm

Abhängig von der vorliegenden Rahmeneck-Variante sind neben der erforderlichen Längs- und Bügelbewehrung  $A_s$ ,  $a_{sb}$  die innere Zugkraft (negatives Moment)  $F_t$  bzw. Druckkraft (positives Moment)  $F_c$  und der innere Hebelarm  $z$  (Index b: beam - Riegel, Index c: column - Stütze) anzugeben.

## Bemessungsschnittgrößen

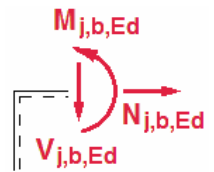
Die Eingabe von Schnittgrößen ist nur erforderlich, wenn die erforderliche Bewehrung am Anschnitt von Riegel und Stütze vom Programm ermittelt wird.

Die Schnittgrößen wirken im Rahmeneckknoten (Index j; joint - Knotenverbindung). Die Riegelschnittgrößen werden eingegeben, die Stützenschnittgrößen können berechnet werden, da sie mit den Riegelschnittgrößen im Gleichgewicht stehen. Äußere Knotenlasten werden nicht berücksichtigt.

Die Schnittgrößen werden als Bemessungsgrößen mit der Vorzeichendefinition der Statik eingegeben, wobei das x,y,z-Koordinatensystem dem l,m,n-System der **pcae**-Tragwerksprogramme entspricht.

Es können bis zu 10.000 Schnittgrößenkombinationen eingegeben werden.

Es werden nur ebene System berechnet.



	$N_{j,b,Ed}$ kN	$M_{j,b,Ed}$ kNm	$V_{j,b,Ed}$ kN	Bezeichnung	$\Sigma A_s$ cm <sup>2</sup>
1.	-10.9	-60.4	81.2		3.43
2.	-31.3	-138.7	145.6		9.01
3.	-32.4	-113.6	116.5		7.10
<b>new</b> →					

▶ maßgeb. Lk

Ist die Online-Berechnung (**auto**) aktiviert, wird die Summe der erforderlichen Bewehrung je Schnittgrößenkombination am Bildschirm angegeben.

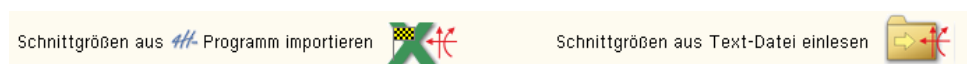
Die maximal erforderliche Summe der Zugbewehrung ist gekennzeichnet und bestimmt eine maßgebende Lastkombination, deren Berechnung über den Aktions-Knopf direkt am Bildschirm angezeigt werden kann.

### Schnittgrößen importieren

Detailnachweisprogramme zur Querschnittsbemessung benötigen Schnittgrößenkombinationen, die häufig von einem Tragwerksprogramm zur Verfügung gestellt werden.

Dabei handelt es sich i.d.R. um eine Vielzahl von Kombinationen, die im betrachteten Bemessungsschnitt des übergeordneten Tragwerkprogramms vorliegen und in das Anschlussprogramm übernommen werden sollen.

**pcae** stellt neben der 'per Hand'-Eingabe zwei verschiedene Mechanismen zur Verfügung, um Schnittgrößen in das vorliegende Programm zu integrieren.



#### Import aus einem #-Programm

Voraussetzung zur Anwendung des DTE®-Import-Werkzeugs ist, dass sich ein **pcae**-Programm auf dem Rechner befindet, das Ergebnisdaten exportieren kann.

Eine ausführliche Beschreibung zum Schnittgrößenimport aus einem **pcae**-Programm befindet sich in Abs. 3.6, S. 29.

#### Import aus einer Text-Datei

Die Schnittgrößenkombinationen können aus einer Text-Datei im ASCII-Format eingelesen werden. Die Datensätze müssen in der Text-Datei in einer bestimmten Form vorliegen; der entsprechende Hinweis wird bei Betätigen des **Einlese**-Buttons gegeben.

Anschließend wird der Dateiname einschl. Pfad der entsprechenden Datei abgefragt.

Es werden sämtliche vorhandenen Datensätze eingelesen und in die Tabelle übernommen. Bereits bestehende Tabellenzeilen bleiben erhalten.

Wenn keine Daten gelesen werden können, erfolgt eine entsprechende Meldung am Bildschirm.

Bewehr

Im dritten Register wird die Bewehrung festgelegt.

4H-EC2 - Bemessung [Position 16: Hilfe neg]

Material/Querschn Schnittgrößen **Bewehr** auto an

**Bewehrung**

☒ Riegelzugbewehrung abbiegen (nur für schließendes Moment)  
☒ Riegelzugbewehrung separat verankern (nur für öffnendes Moment)  
☒ Zugzulagen durch Schrägbewehrung (nur für öffnendes Moment)

Verankerungslängen:  
 Verbundbedingungen ☒ berechnen ☐ gut ☐ mäßig  
 Biegerollendurchmesser:  
 Abstand vom Betonrand ☒ berechnen ☐ maximal

▶ Verankerungslängen/Biegerollendurchmesser zurücksetzen

**Betondeckung**  $c_v$  2.5 cm  $\geq$  2.0 cm

**Riegelbewehrung** Anzahl = 0, Schnittigkeit = 0, Abstand = 0: keine Bewehrung

oben	4	15	10.5	cm	vorh $A_{s,bo}$	8.04	cm <sup>2</sup>
			$\geq \min s_{bo}$	3.6	cm	$\geq \text{erf } A_{s,bo}$	3.91
unten	2	15	31.4	cm	vorh $A_{s,bu}$	4.02	cm <sup>2</sup>
			$\geq \min s_{bu}$	3.6	cm	$\geq \text{erf } A_{s,bu}$	0.00
Bügel	2	-schn.,	10	20.0	cm	vorh $a_{s,b}$	7.85
						$\geq \text{erf } a_{s,b}$	5.88

**Stützenbewehrung** Anzahl = 0, Schnittigkeit = 0, Abstand = 0: keine Bewehrung

links	4	15	10.6	cm	vorh $A_{s,cl}$	8.04	cm <sup>2</sup>
			$\geq \min s_{cl}$	3.6	cm	$\geq \text{erf } A_{s,cl}$	5.10
rechts	4	15	10.6	cm	vorh $A_{s,cr}$	8.04	cm <sup>2</sup>
			$\geq \min s_{cr}$	3.6	cm	$\geq \text{erf } A_{s,cr}$	0.00
Bügel	2	-schn.,	8	20.0	cm	vorh $a_{s,b}$	5.03
						$\geq \text{erf } a_{s,b}$	0.00

**Verankerungsbewehrung (schließendes Moment)** Anzahl = 0: keine Bewehrung

2. Lage	4	15	9.9	cm	vorh $A_{s,z}$	8.04	cm <sup>2</sup>
			$\geq \min s_z$	3.6	cm	$\geq \text{erf } A_{s,z}$	5.10

## 3.3.1

## Bewehrungsvarianten

Es wird davon ausgegangen, dass die Stütze vorgefertigt ist und der Riegel auf der Stütze aufliegt (Arbeitsfuge ist OK Stütze). Der Riegel wird in Ortbeton erstellt, d.h. die Bewehrung des Riegels wird nicht in die Stütze geführt. Die Verbindung mit der Stütze erfolgt durch eine Anschlussbewehrung bzw. Schrägbewehrung.

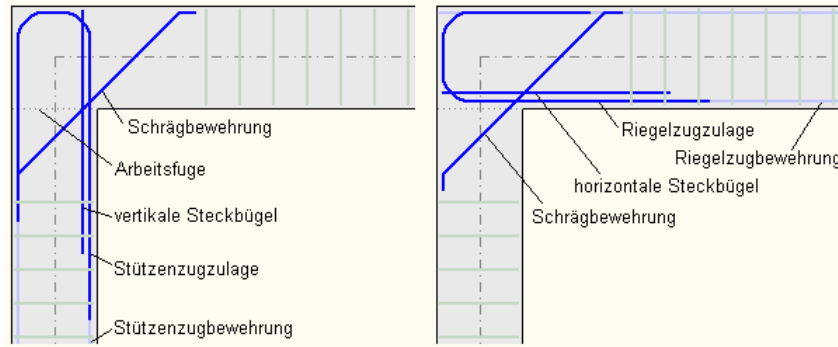
In Anlehnung an die Literatur (s. Abs. 4, S. 35) wird auf eine möglichst einfache Bewehrungsführung Wert gelegt. Eine besondere Aufmerksamkeit ist auf den Mindeststababstand zu legen, da die Ecke stets hoch bewehrt ist.

Die Bemessung einer Rahmenecke basiert darauf, dass die Kräfte aus dem Riegel sauber in die Stütze übertragen werden. Es wird zwischen einem 'öffnenden' und einem 'schließendes' Moment unterschieden.

Das öffnende Moment ist positiv, d.h. die Zugseite ist innen (im Riegel unten, in der Stütze rechts). Durch die Zugbeanspruchung in der einspringenden Ecke entstehen große Diagonalspannungen, die durch geeignete Zulagen zur Zugbewehrung abzudecken sind.

Die Zulagen sind nur erforderlich, wenn der erforderliche Zugbewehrungsgrad größer als 0.4% ist.

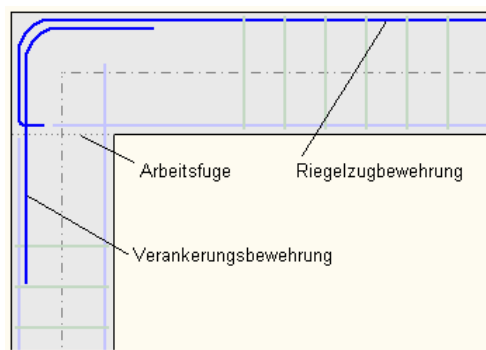
Optional können entweder eine Schrägbewehrung oder horizontale und vertikale Steckbügel verwendet werden. Werden Steckbügel zur Aufnahme der Diagonalspannungen verwendet, sind sie i.A. in der 2. Lage anzuordnen.



Die Zugbewehrung wird mit Schlaufen in die Ecke geführt. In der Stütze werden Schlaufen als Stützenzugzulage auf der Zug- und Druckseite verankert. Im Riegel wird entweder die Zugbewehrung abgebogen und auf der Druckseite verankert, oder es werden Schlaufen als Riegelzugzulage verwendet.

Da der Bewehrungsbedarf einer Rahmenecke mit öffnendem Moment i.A. relativ gering ist, können die Verankerungsstäbe parallel zur Stützen-/Riegelbewehrung gelegt werden.

Das schließende Moment ist negativ, d.h. die Zugseite ist außen (im Riegel oben, in der Stütze links).



Da der Zugbewehrungsbedarf einer Rahmenecke mit schließendem Moment i.A. relativ groß ist, wird die Verankerungsbewehrung in der 2. Lage angeordnet. Um deren Verankerungslänge im Riegel zu reduzieren, kann die Riegelzugbewehrung über dem Stützenkopf abgebogen werden.

Die Druckbewehrung ist bis über die Auflagerlinie zu führen.

### 3.3.2

#### Parameter

Der Bewehrungsvorschlag des Programms basiert auf den Angaben der Betondeckung, der vorhandenen Bewehrung sowie den Verankerungs-/Übergreifungslängen und Biegerollendurchmesser.

Für eine Rahmenecke mit schließendem oder öffnendem Moment werden die notwendigen Bewehrungsarten angegeben, Stabanzahl und -durchmesser oder Bügelschnittigkeit, Bügeldurchmesser und Abstand können gewählt werden.

Bei Online-Berechnung (**auto**-Button **an**) werden die vorhandenen Größen den erforderlichen bzw. vorgegebenen Werten gegenübergestellt.

Auch wenn eine Bewehrung nicht erforderlich ist, kann konstruktiv eine Bewehrung vorgesehen werden.

- ☒ Riegelzugbewehrung abbiegen (nur für schließendes Moment)
- ☐ Riegelzugbewehrung separat verankern (nur für öffnendes Moment)
- ☒ Zugzulagen durch Schrägbewehrung (nur für öffnendes Moment)

Bei einer Rahmenecke mit schließendem Moment kann die Verankerungslänge der Verankerungsbewehrung (s.u.) durch das **Abbiegen der Riegelzugbewehrung** reduziert werden.

Bei öffnendem Moment kann der Einbau der Riegelzugbewehrung durch eine **separate Verankerungsbewehrung** (s. Riegelzugbewehrung) erleichtert werden.

Ebenso kann bei öffnendem Moment die Zugzulage zur Abdeckung der Diagonalspannungen entweder durch eine Schrägbewehrung oder durch vertikale und horizontale Steckbügel erfolgen.

Verankerungslängen:	
Verbundbedingungen	<input checked="" type="radio"/> berechnen <input type="radio"/> gut <input type="radio"/> mäßig
Biegerollendurchmesser:	
Abstand vom Betonrand	<input checked="" type="radio"/> berechnen <input type="radio"/> maximal
<b>▶ Verankerungslängen/Biegerollendurchmesser zurücksetzen</b>	

Optional können die minimalen **Verankerungslängen und Biegerollendurchmesser** der Zugbewehrung berechnet (und grafisch) dargestellt werden.

Zur Berechnung der Verankerungslängen ist festzulegen, ob die Verbundbedingungen entweder in Abhängigkeit des Abstands zum Betonierrand **berechnet**, stets als **gut** (z.B. bei liegender Fertigung) oder **mäßig** angenommen werden sollen.

Für den Biegerollendurchmesser ist anzugeben, ob der Abstand des gebogenen Bewehrungs eisens vom seitlichen Betonrand **berechnet** oder stets als **maximal** angesehen werden soll.

Die Zahlenwerte der Verankerungslängen und Biegerollendurchmesser können manuell verändert werden. Bei Bedarf können sie über die Option **zurücksetzen** (nur bei Online-Berechnung) auf den berechneten Wert gesetzt werden.

### 3.3.3 Möglichkeiten der Bewehrungswahl

#### 3.3.3.1 Betondeckung

Betondeckung  $c_v$   cm  $\geq$   cm

Die Berechnung der Abstände basiert auf der Angabe der **Betondeckung** (Verlegemaß zur Bewehrung). Aus konstruktiven Gründen (z.B. zur Berechnung des Biegerollendurchmessers bei Schlaufen) kann es sinnvoll sein, größere Betondeckungen als notwendig vorzusehen.

Wird die Expositionsklasse des Bauteils berücksichtigt (s. Reg. 1, Expositionsklasse, Abs. 3.1, S. 11), wird die gewählte mit der erforderlichen Betondeckung verglichen. Ein Fehler wird gekennzeichnet.

#### 3.3.3.2 Riegel- / Stützenbewehrung

Riegelbewehrung		Anzahl = 0, Abstand = 0: keine Bewehrung	
oben	<input type="text" value="4"/> $\varnothing$ <input type="text" value="16"/> / <input type="text" value="10.5"/> cm	vorh $A_{s,bo}$	<input type="text" value="8.04"/> cm <sup>2</sup>
	$\geq \min s_{bo}$ <input type="text" value="3.6"/> cm	$\geq \text{erf } A_{s,bo}$	<input type="text" value="3.91"/> cm <sup>2</sup>
unten	<input type="text" value="2"/> $\varnothing$ <input type="text" value="16"/> / <input type="text" value="31.4"/> cm	vorh $A_{s,bu}$	<input type="text" value="4.02"/> cm <sup>2</sup>
	$\geq \min s_{bu}$ <input type="text" value="3.6"/> cm	$\geq \text{erf } A_{s,bu}$	<input type="text" value="0.00"/> cm <sup>2</sup>
Bügel	<input type="text" value="2"/> -schn., $\varnothing$ <input type="text" value="10"/> / <input type="text" value="20.0"/> cm	vorh $a_{s,b,b}$	<input type="text" value="7.85"/> cm <sup>2</sup> /m
		$\geq \text{erf } a_{s,b,b}$	<input type="text" value="5.88"/> cm <sup>2</sup> /m

Die **Riegelbewehrung** (**Stützenbewehrung** analog) ist die Bewehrung im Riegel bzw. in der Stütze am Anschnitt zur Rahmenecke. Die erforderliche Längsbewehrung ist mit Stabstahl (im Riegel oben und unten, in der Stütze links und rechts), die Schubbewehrung mit geschlossenen Bügeln abzudecken.

Im Programm wird eine linksseitige Ecke betrachtet, daher liegen die Bewehrungsstäbe oben und links außen, unten und rechts innen.

Die Stäbe werden mit Anzahl und Durchmesser eingegeben. Zur Info ist der vorhandene Stababstand angegeben.

Die Bügel werden mit ihrer Schnittigkeit, Durchmesser und dem Stababstand eingegeben.

Ist die Online-Berechnung aktiviert, wird die gewählte mit der erforderlichen Bewehrung verglichen. Ein Fehler wird gekennzeichnet. Ebenso wird der vorhandene mit dem minimalen Stababstand der Längsbewehrung verglichen.

#### 3.3.3.3 Verankerungsbewehrung (schließendes Moment)

Verankerungsbewehrung (schließendes Moment)		Anzahl = 0: keine Bewehrung	
2. Lage	<input type="text" value="4"/> $\varnothing$ <input type="text" value="16"/> / <input type="text" value="9.9"/> cm	vorh $A_{s,z}$	<input type="text" value="8.04"/> cm <sup>2</sup>
	$\geq \min s_z$ <input type="text" value="3.6"/> cm	$\geq \text{erf } A_{s,z}$	<input type="text" value="5.10"/> cm <sup>2</sup>
Übergreifungslänge Riegel	$l_{b,zb}$ <input type="text" value="103.5"/> cm	$\geq \text{erf } l_{b,zb}$	<input type="text" value="103.5"/> cm
Stütze	$l_{b,zc}$ <input type="text" value="72.5"/> cm	$\geq \text{erf } l_{b,zc}$	<input type="text" value="72.5"/> cm
Biegerollendurchmesser	$D_z$ <input type="text" value="32.0"/> cm	$\geq \text{erf } D_z$	<input type="text" value="32.0"/> cm

Da die Rahmenecke i.A. durch die Riegelzugbewehrung bereits hoch bewehrt ist, wird die **Verankerungsbewehrung** in der 2. Lage verlegt. Die erforderliche Längsbewehrung ist mit Stabstahl abzudecken.

Die Stäbe werden mit Anzahl und Durchmesser eingegeben. Zur Info ist der vorhandene Stababstand angegeben.

Ist die Online-Berechnung aktiviert, werden die gewählte mit der erforderlichen Bewehrung sowie der vorhandene Stababstand mit dem Mindestwert verglichen. Ein Fehler wird gekennzeichnet.

Es besteht die Möglichkeit, die Übergreifungslängen sowie den Biegerollendurchmesser festzulegen.

Die Übergreifungslänge ist in der Stütze wirksam ab Stützenkopf, im Riegel ab Abbiegung.

Ist die Option **Riegelzugbewehrung abbiegen** gesetzt (s.o.), reduziert sich die Übergreifungslänge um den überlappenden Stababschnitt.

Bei Online-Berechnung werden die erforderlichen Längen bzw. der erforderliche Durchmesser angegeben und mit den eingegebenen Größen verglichen.

### 3.3.3.4

#### Riegelzugverankerung (öffnendes Moment)

Riegelzugverankerung (öffnendes Moment)						
Übergreifungslängen	$l_{b,ba,t}$	53.5	cm	$\geq$	erf $l_{b,cr,t}$	53.5 cm
	$l_{b,cr,o}$	38.2	cm	$\geq$	erf $l_{b,cr,o}$	38.2 cm
Biegerollendurchmesser	$D_{cr}$	32.0	cm	$\geq$	erf $D_{cr}$	32.0 cm
Stabanzahl	$n_o$	5		$\leq$	zul $n_o$	7

Die **Riegelzugverankerung** verankert die (innen bzw. unten liegende) Riegelzugbewehrung durch schlaufenartig abgebogenen Stabstahl, der die in der Rahmenecke endende Riegelzug- und -druckbewehrung übergreift. Sie wird in gleicher Menge wie die Riegelzugbewehrung und parallel zur Zug- und Druckbewehrung des Riegels eingebaut.

Sie ist erforderlich, wenn die Option **Riegelzugbewehrung separat verankern** (s.o.) aktiviert ist.

Es besteht die Möglichkeit, die Übergreifungslängen sowie den Biegerollendurchmesser festzulegen. Die Übergreifungslängen sind jeweils wirksam ab Abbiegung.

Bei Online-Berechnung werden die erforderlichen Längen bzw. der erforderliche Durchmesser angegeben und mit den eingegebenen Größen verglichen.

Da die Riegelzugbewehrung parallel zur Riegelbewehrung eingebaut wird, reduziert sie den zur Verfügung stehenden Platz (Betonierfuge). Bei Online-Berechnung wird daher die vorhandene Stabanzahl mit der maximalen verglichen.

### 3.3.3.5

#### Stützenzugverankerung (öffnendes Moment)

Stützenzugverankerung (öffnendes Moment)						
Übergreifungslängen	$l_{b,cr,t}$	105.4	cm	$\geq$	erf $l_{b,cr,t}$	105.4 cm
	$l_{b,cr,o}$	52.7	cm	$\geq$	erf $l_{b,cr,o}$	52.7 cm
Biegerollendurchmesser	$D_{cr}$	32.0	cm	$\geq$	erf $D_{cr}$	32.0 cm
Stabanzahl	$n_o$	5		$\leq$	zul $n_o$	7

Die **Stützenzugverankerung** leitet die (innen bzw. rechts liegende) Stützenzugbewehrung in die Rahmenecke. Sie erfolgt durch schlaufenartig abgebogenen Stabstahl, der die am Stützenkopf endende Stützenzug- und -druckbewehrung übergreift. Sie wird in gleicher Menge wie die Stützenzugbewehrung und parallel zur Zug- und Druckbewehrung der Stütze eingebaut.

Es besteht die Möglichkeit, die Übergreifungslängen sowie den Biegerollendurchmesser festzulegen. Die Übergreifungslängen sind jeweils wirksam ab Stützenkopf.

Bei Online-Berechnung werden die erforderlichen Längen bzw. der erforderliche Durchmesser angegeben und mit den eingegebenen Größen verglichen.

Da die Stützenzugbewehrung parallel zur Stützenbewehrung eingebaut wird, reduziert sie den zur Verfügung stehenden Platz (Betonierfuge). Bei Online-Berechnung wird daher die vorhandene Stabanzahl mit der maximalen verglichen.

### 3.3.3.6

#### Schrägbewehrung (öffnendes Moment)

Schrägbewehrung (öffnendes Moment)				Anzahl = 0: keine Bewehrung		
4	Ø 16	9.9	cm	vorh A <sub>s,s</sub>	8.04	cm <sup>2</sup>
		≥ min s <sub>s</sub>	3.6	cm	≥ erf A <sub>s,s</sub>	4.63
Verankerungslänge Riegel	l <sub>b,s,b</sub>	80.7	cm	≥ erf l <sub>b,s,b</sub>	80.7	cm
	Stütze l <sub>b,s,c</sub>	67.1	cm	≥ erf l <sub>b,s,c</sub>	67.1	cm

Die **Schrägbewehrung** zur Aufnahme der diagonalen Zugspannungen in der einspringenden Ecke wird als Stabstahl mit Anzahl und Durchmesser der Stäbe eingegeben. Zur Info ist der vorhandene Stababstand angegeben.

Ist die Online-Berechnung aktiviert, werden die gewählte mit der erforderlichen Schrägbewehrung sowie der vorhandene Stababstand mit dem Mindestwert verglichen. Ein Fehler wird gekennzeichnet.



Es besteht die Möglichkeit, die Verankerungslängen in Riegel und Stütze festzulegen.

Bei Online-Berechnung werden die erforderlichen Längen angegeben und mit den eingegebenen Größen verglichen.

### 3.3.3.7

#### Steckbügel als Zugzulagen (öffnendes Moment)

Steckbügel als Zugzulagen (öffnendes Moment)		Schnittigkeit = 0: keine Bewehrung	
horizontal	4 -schn., $\varnothing$ 8	vorh $A_{s,bs}$	2.01 cm <sup>2</sup> $\geq$ erf $A_{s,bs}$ 1.88 cm <sup>2</sup>
Verankerungslänge	$l_{b,bs}$ 36.2 cm	$\geq$ erf $l_{b,bs}$	36.2 cm
vertikal	5 -schn., $\varnothing$ 12	vorh $A_{s,cs}$	5.65 cm <sup>2</sup> $\geq$ erf $A_{s,cs}$ 4.63 cm <sup>2</sup>
Verankerungslänge	$l_{b,cs}$ 60.6 cm	$\geq$ erf $l_{b,cs}$	60.6 cm

Die **Steckbügel** zur Aufnahme der diagonalen Zugspannungen in der einspringenden Ecke befinden sich i.A. in der 2. Bewehrungslage Sie werden als Schlaufen mit Schnittigkeit und Durchmesser ausgeführt.

Ist die Online-Berechnung aktiviert, wird die gewählte mit der erforderlichen Bewehrung verglichen. Ein Fehler wird gekennzeichnet.

Es besteht die Möglichkeit, die jeweiligen Verankerungslängen festzulegen.

Bei Online-Berechnung werden die erforderlichen Längen angegeben und mit den eingegebenen Größen verglichen.

### 3.3.3.8

#### Spaltzugbewehrung

Spaltzugbewehrung		Abstand = 0: keine Bewehrung	
horizontal	2 -schn., $\varnothing$ 8 / 10.0 cm	vorh $a_{s,sh}$	10.05 cm <sup>2</sup> /m $\geq$ erf $a_{s,sh}$ 3.72 cm <sup>2</sup> /m
Verankerungslänge	$l_{b,sh}$ 15.1 cm	$\geq$ erf $l_{b,sh}$	15.1 cm
vertikal	2 -schn., $\varnothing$ 8 / 10.0 cm	vorh $a_{s,sv}$	10.05 cm <sup>2</sup> /m $\geq$ erf $a_{s,sv}$ 3.76 cm <sup>2</sup> /m

Die **Spaltzugbewehrung** wird in der Ecke angeordnet, um die durch die Zugkraftumleitung entstehenden Querspannungen abzudecken. Die vertikale Spaltzugbewehrung wird als Bügel ausgeführt, horizontal sind im Bereich des Riegels Schlaufen, im Bereich der Stütze Bügel anzuordnen.

Die Spaltzugbewehrung wird bis zu einem Abstand von  $0.9 \cdot h_c$  im Riegel bzw.  $0.9 \cdot h_b$  in der Stütze mit einem maximalen Stababstand von 10 cm verteilt.

Die Bügel/Schlaufen sind stets zweischnittig. Sie werden mit ihrem Durchmesser und dem Abstand eingegeben.

Ist die Online-Berechnung aktiviert, wird die gewählte mit der erforderlichen Bewehrung verglichen. Ein Fehler wird gekennzeichnet.

Es besteht die Möglichkeit, die Verankerungslänge der horizontalen Schlaufen festzulegen. Sie ist wirksam ab Riegelanschnitt.

Bei Online-Berechnung wird die erforderliche Länge angegeben und mit der eingegebenen Größe verglichen.



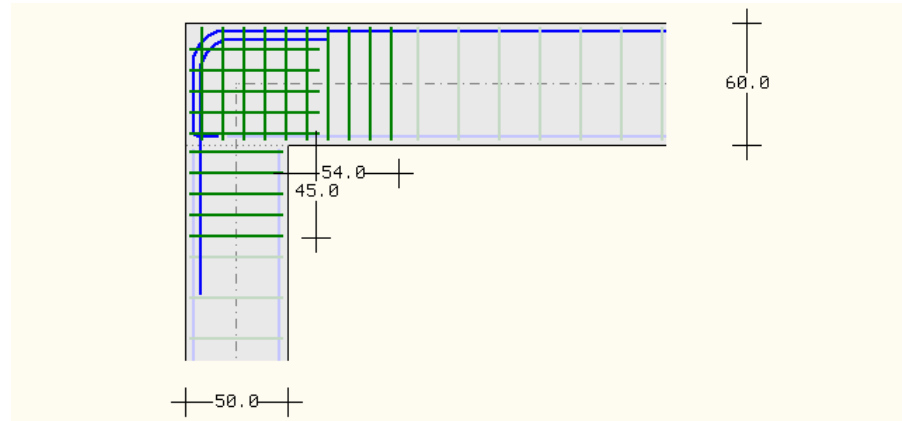
In der Rahmenecke ist auf genügend große Stababstände (Betonierfugen) zu achten!

### 3.3.3.9

#### maßstäbliche grafische Bildschirmdarstellung

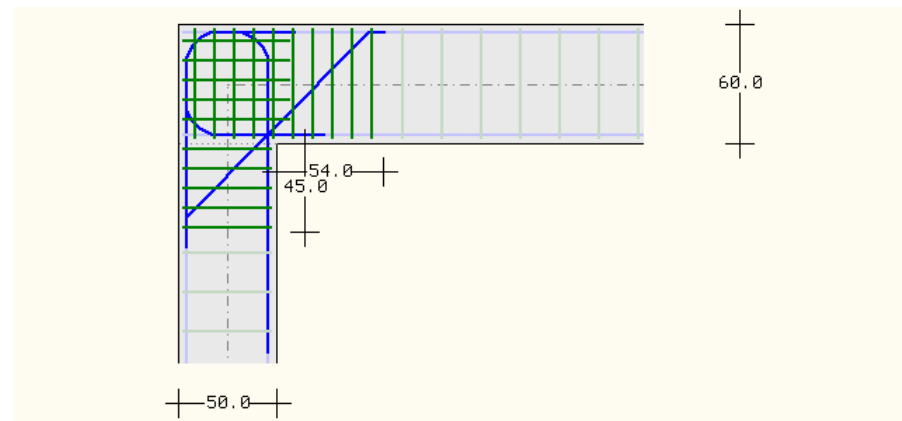
Die aus der (externen) Tragwerksberechnung folgende erforderliche Bewehrung ist in Pastell (blau für den Stabstahl, grün für die Bügel) dargestellt. Die zusätzlich erforderliche Rahmeneckbewehrung ist durch kräftige Farben gekennzeichnet. Die wesentlichen Abstände sind angegeben.

Bewehrungsbeispiel einer Rahmenecke mit schließendem Moment



Es wurde die Option der **abgebogenen Riegelzugbewehrung** gesetzt. Dadurch kann die Verankerungslänge der Verankerungsbewehrung im Riegel reduziert werden.

Bewehrungsbeispiel einer Rahmenecke mit öffnendem Moment



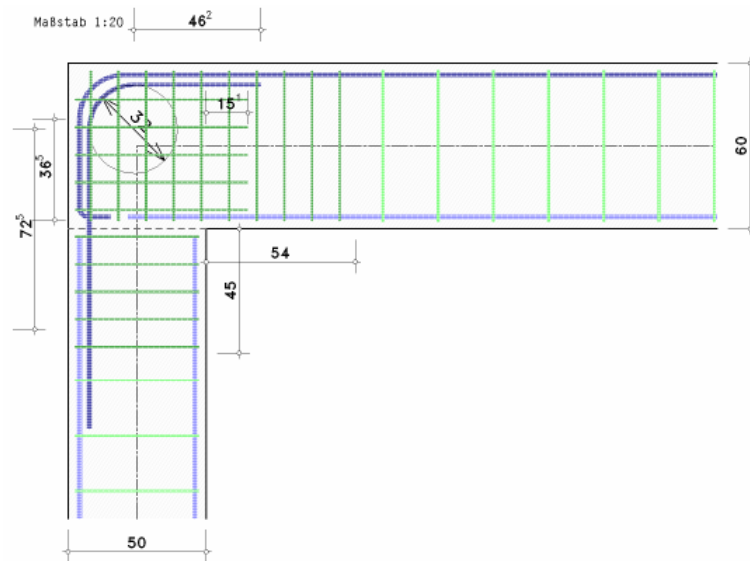
Es wurde die Option der **separaten Riegelzugverankerung** gesetzt.

### 3.3.4

### Druckliste

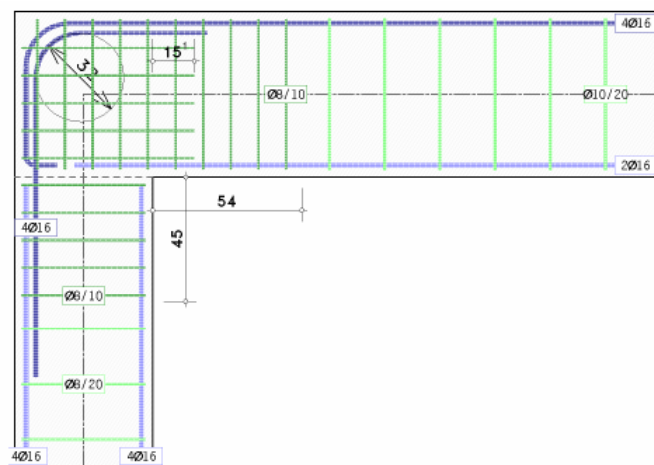
In der Druckliste werden die gewählten Werte dokumentiert und mit den Berechnungswerten verglichen. Fehler werden gekennzeichnet.

Berechnungsbeispiel einer Rahmenecke mit schließendem Moment mit abgebogener Riegelzugbewehrung



Zunächst ist die bewehrte Rahmenecke (**Maßstab** der Grafik, s. Ausdrucksteuerung Abs. 3.7, S. 33) sowohl in der Druckliste als auch als Bewehrungsplan maßstäblich dargestellt.

Die Systemabmessungen sowie die vorhandenen Verankerungslängen und Biegerolldurchmesser der Bewehrung sind angegeben.



Bei Aktivierung der **zusätzlichen Informationen** (s. Ausdrucksteuerung Abs. 3.7, S. 33) werden die Stabdurchmesser in die Bewehrungszeichnung eingefügt.

#### Nachweis der Bewehrung

Betondeckung (Verlegemaß) zur Bügelbewehrung:  $c_v = 2.5 \text{ cm} > c_{nom} = 2.00 \text{ cm}$  **ok**

Riegelbewehrung:

oben Stabstahl, 4Ø16, vorh  $A_{s,bo} = 8.04 \text{ cm}^2 > \text{erf } A_{s,bo} = 3.91 \text{ cm}^2$  **ok**

Stababstand  $s_{bo} = 10.5 \text{ cm} > \min s_{bo} = 3.6 \text{ cm}$  **ok**

unten Stabstahl, 2Ø16, vorh  $A_{s,bu} = 4.02 \text{ cm}^2$ , erf  $A_{s,bu} = 0$

Stababstand  $s_{bu} = 31.4 \text{ cm} > \min s_{bu} = 3.6 \text{ cm}$  **ok**

quer Bügel, Ø10/20.0 cm (2-schn.), vorh  $a_{s,bb} = 7.85 \text{ cm}^2/\text{m} > \text{erf } a_{s,bb} = 5.88 \text{ cm}^2/\text{m}$  **ok**

Stützenbewehrung:

links Stabstahl, 4Ø16, vorh  $A_{s,cl} = 8.04 \text{ cm}^2 > \text{erf } A_{s,cl} = 5.10 \text{ cm}^2$  **ok**

Stababstand  $s_{cl} = 10.6 \text{ cm} > \min s_{cl} = 3.6 \text{ cm}$  **ok**

rechts Stabstahl, 4Ø16, vorh  $A_{s,cr} = 8.04 \text{ cm}^2$ , erf  $A_{s,cr} = 0$

Stababstand  $s_{cr} = 10.6 \text{ cm} > \min s_{cr} = 3.6 \text{ cm}$  **ok**

quer Bügel, Ø8/20.0 cm (2-schn.), vorh  $a_{s,bc} = 5.03 \text{ cm}^2/\text{m}$ , erf  $a_{s,bc} = 0$

Verankerungsbewehrung:

Stabstahl, 4Ø16, vorh  $A_{s,z} = 8.04 \text{ cm}^2 > \text{erf } A_{s,z} = 5.10 \text{ cm}^2$  **ok**

Stababstand  $s_z = 9.9 \text{ cm} > \min s_z = 3.6 \text{ cm}$  **ok**

Übergreifungslänge Riegel  $l_{b,zb} = 46.2 \text{ cm} = \text{erf } l_{b,zb} = 46.2 \text{ cm}$  **ok**

Stütze  $l_{b,zc} = 72.5 \text{ cm} = \text{erf } l_{b,zc} = 72.5 \text{ cm}$  **ok**

Biegerollendurchmesser  $D_z = 32.0 \text{ cm} = \text{erf } D_z = 32.0 \text{ cm}$  **ok**

Spaltzugbewehrung:

horiz. Schlaufen/Bügel, Ø8/10.0 cm (2-schn.), vorh  $a_{s,sh} = 10.05 \text{ cm}^2/\text{m} > \text{erf } a_{s,sh} = 3.72 \text{ cm}^2/\text{m}$  **ok**

Verankerungslänge  $l_{b,sh} = 15.1 \text{ cm} = \text{erf } l_{b,sh} = 15.1 \text{ cm}$  **ok**

Biegerollendurchmesser  $\min D_{sh} = 3.2 \text{ cm}$

Schlaufenlänge  $l_{sh} = h_c - c_v + l_{b,sh} = 62.6 \text{ cm}$  (Verankerung ab Riegelanschnitt)

vertikal Bügel, Ø8/10.0 cm (2-schn.), vorh  $a_{s,sv} = 10.05 \text{ cm}^2/\text{m} > \text{erf } a_{s,sv} = 3.76 \text{ cm}^2/\text{m}$  **ok**

Biegerollendurchmesser  $\min D_{sv} = 3.2 \text{ cm}$

Anschließend werden die gewählte Bewehrung, die zugehörigen Verankerungs-, Übergreifungslängen und Biegerollendurchmesser protokolliert und mit den erforderlichen bzw. eingegebenen Werten verglichen.

#### Auszug:

##### Übergreifungslängen der Verankerungsbewehrung

Stütze:

Abminderungsbeiwert für  $\rho_1 = \text{erf } A_{s,z} / \text{vorh } A_{s,cl} = 0.634$ ,  $\phi_{s,z} = 16 \text{ mm}$ ,  $\phi_{s,cl} = 16 \text{ mm}$ :

$\alpha_1 = \alpha_1 \cdot \alpha_6 = 2.00$ ,  $\alpha_1 = 1$ ,  $\alpha_6 = 2.00$

Verbundbereich gut

Bemesungswert der Verbundfestigkeit für  $f_{ck} = 30.0 \text{ N/mm}^2$ ,  $\phi_s = 16.0 \text{ mm}$ :  $f_{bd} = 3.04 \text{ N/mm}^2$

Grundwert der Verankerungslänge für  $f_{yd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$ :  $l_{b,rqd} = 0.25 \cdot \phi_s \cdot f_{yd} / f_{bd} = 57.18 \text{ cm}$

Mindestverankerungslänge für  $\alpha_1 = 2.00$ :  $l_{b,min} = \min(0.3 \cdot \alpha_1 \cdot l_{b,rqd}, 15 \cdot \phi_s, 20 \text{ cm}) = 34.31 \text{ cm}$

Bemesungswert der Verankerungslänge für  $\alpha_1 = 2.00$ ,  $A_{s,erf} = 5.10 \text{ cm}^2$ ,  $A_{s,vorh} = 8.04 \text{ cm}^2$ :

$l_b = A_{s,erf} / A_{s,vorh} \cdot \alpha_1 \cdot l_{b,rqd} = 72.47 \text{ cm}$

Riegel:

Abminderungsbeiwert für  $\rho_1 = \text{erf } A_{s,z} / \text{vorh } A_{s,bo} = 0.634$ ,  $\phi_{s,z} = 16 \text{ mm}$ ,  $\phi_{s,bo} = 16 \text{ mm}$ :

$\alpha_1 = \alpha_1 \cdot \alpha_6 = 2.00$ ,  $\alpha_1 = 1$ ,  $\alpha_6 = 2.00$

Verbundbereich für  $h = 60.0 \text{ cm}$ ,  $h_z = 7.10 \text{ cm}$ : mäßig

Bemesungswert der Verbundfestigkeit für  $f_{ck} = 30.0 \text{ N/mm}^2$ ,  $\phi_s = 16.0 \text{ mm}$ :  $f_{bd} = 2.13 \text{ N/mm}^2$

Grundwert der Verankerungslänge für  $f_{yd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$ :  $l_{b,rqd} = 0.25 \cdot \phi_s \cdot f_{yd} / f_{bd} = 81.69 \text{ cm}$

Mindestverankerungslänge für  $\alpha_1 = 2.00$ :  $l_{b,min} = \min(0.3 \cdot \alpha_1 \cdot l_{b,rqd}, 15 \cdot \phi_s, 20 \text{ cm}) = 49.01 \text{ cm}$

Bemesungswert der Verankerungslänge für  $\alpha_1 = 2.00$ ,  $A_{s,erf} = 5.10 \text{ cm}^2$ ,  $A_{s,vorh} = 8.04 \text{ cm}^2$ :

$l_b = A_{s,erf} / A_{s,vorh} \cdot \alpha_1 \cdot l_{b,rqd} = 103.53 \text{ cm}$

Biegerollendurchmesser der Verankerungsbewehrung

Biegerollendurchmesser für Stäbe:  $D = 20 \cdot \phi_s = 32.0 \text{ cm}$  für  $\min c = 33.0 \text{ mm} < 50 \text{ mm}$  und  $< 3 \cdot \phi_s = 48 \text{ mm}$

reduzierte Übergreifungslänge der Verankerungsbewehrung im Riegel

$l_{b,red} = l_b - \Delta l_b = 46.2 \text{ cm}$  mit  $\Delta l_b = 57.3 \text{ cm}$

Verankerungslänge der horizontalen Spaltzugbewehrung

Verbundbereich für  $h = 60.0 \text{ cm}$ ,  $h_z = 10.70 \text{ cm}$ : mäßig

Bemesungswert der Verbundfestigkeit für  $f_{ck} = 30.0 \text{ N/mm}^2$ ,  $\phi_s = 8.0 \text{ mm}$ :  $f_{bd} = 2.13 \text{ N/mm}^2$

Grundwert der Verankerungslänge für  $f_{yd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$ :  $l_{b,rqd} = 0.25 \cdot \phi_s \cdot f_{yd} / f_{bd} = 40.85 \text{ cm}$

Mindestverankerungslänge für  $\alpha_1 = 1.00$ :  $l_{b,min} = \min(0.3 \cdot \alpha_1 \cdot l_{b,rqd}, 10 \cdot \phi_s) = 12.25 \text{ cm}$

Bemesungswert der Verankerungslänge für  $\alpha_1 = 1.00$ ,  $A_{s,erf} = 3.72 \text{ cm}^2$ ,  $A_{s,vorh} = 10.05 \text{ cm}^2$ :

$l_b = A_{s,erf} / A_{s,vorh} \cdot \alpha_1 \cdot l_{b,rqd} = 15.13 \text{ cm}$

Bei Aktivierung der **Zwischenergebnisse** (s. Ausdrucksteuerung Abs. 3.7, S. 33) wird der Rechenweg zur Berechnung der Verankerungs-, Übergreifungslängen und Biegerollendurchmesser (s. Abs. 3.5, S. 26) eingefügt.

### 3.4

## Durchführung der Bemessung einer Rahmenecke

Mit dem Programm 4H-EC2RB, Bemessung und Bewehrung einer Rahmenecke, können eine

- schließende Rahmenecke (positives Eckmoment) und
- öffnende Rahmenecke (negatives Eckmoment)

bemessen werden.

Die Bewehrungsstrategien sind A. Wommelsdorff, Heft 599, DAfStb, und K. Beer (s. Literatur Abs. 4, S. 35) entnommen.

Die Bewehrungsführung unterscheidet sich grundlegend, da bei einer öffnenden Rahmenecke die Zugbewehrung innen (im Riegel unten, in der Stütze rechts) und bei einer schließenden Rahmenecke die Zugbewehrung außen (im Riegel oben, in der Stütze links) liegt.

Der Fokus liegt daher auf der Bewehrungsführung, lediglich bei der Zulagebewehrung sind erforderliche Mengen abzudecken.

Bedingung: Betongüte  $\geq C25/30$ , Betonstahlgüte  $\geq B500$

#### 3.4.1

### schließende Rahmenecke

Die Verankerungsbewehrung wird in der 2. Bewehrungslage verlegt. Die erforderliche Bewehrung muss die maximale Zugkraft aus Riegel- und Stützenbewehrung abdecken.

$$\text{erf } A_{s,Z} = \max(F_{t,c}, F_{t,b}) / f_{yd}$$

Die Spaltzugbewehrung ist mit Bügeln/Schlaufen abzudecken. Der Bügel-/Schlaufenabstand sollte 10 cm nicht überschreiten. Vertikale Bügel sind im Riegel auf einer Länge von  $\Delta h_c = 0.9 \cdot h_b$  ab Innenecke zu verlegen.

$$\text{erf } a_{s,sv} = \Sigma A_{s,b} / (h_c + \Delta h_b)$$

Horizontal sind auf einer Länge von  $\Delta h_b = 0.9 \cdot h_c$  ab Innenecke im Riegel Schlaufen, in der Stütze Bügel anzuordnen.

$$\text{erf } a_{s,sh} = \Delta F_t / (f_{yd} \cdot (h_b + \Delta h_c))$$

Der Biegerollendurchmesser der Verankerungsbewehrung sollte möglichst groß gewählt werden, d.h.  $D \geq 0.8 \cdot \min(d_b, d_c)$  bzw.  $D/2 \leq \min(z_b, z_c)$

Ist der mechanische Bewehrungsgrad  $\omega > 0.20$ , wird die Betondruckspannung in der inneren Ecke überprüft

$$\begin{aligned} \text{Druckspannungen } \sigma_{c,b} &= F_{c,b} / A_{c,b} \dots \text{ mit } \dots A_{c,b} = b \cdot 2 \cdot (h_b - d_{1,b0} - z_b) \\ \sigma_{c,c} &= F_{c,c} / A_{c,c} \dots \text{ mit } \dots A_{c,c} = b \cdot 2 \cdot (h_c - d_{1,c1} - z_c) \end{aligned}$$

$$\text{Nachweis } U = \max(\sigma_{c,b}, \sigma_{c,c}) / f_{cd}$$

#### 3.4.2

### öffnende Rahmenecke

Ist der maximale Bewehrungsgrad  $\rho > 0.4\%$ , wird eine Zulagebewehrung zur Abdeckungen der diagonalen Zugspannungen erforderlich. Sie wird entweder als Schrägbewehrung mit

$$\text{erf } A_{s,S} = 0.5 \cdot \max(A_{s,cr}, A_{s,bu})$$

oder als horizontale und vertikale Steckbügel (2. Bewehrungslage) ausgeführt mit

$$\text{erf } A_{s,bS} = 0.5 \cdot A_{s,bu} \quad \text{erf } A_{s,cS} = 0.5 \cdot A_{s,cr}$$

Die Spaltzugbewehrung ist mit Bügeln/Schlaufen abzudecken. Der Bügel-/Schlaufenabstand sollte 10 cm nicht überschreiten.

Vertikale Bügel sind im Riegel auf einer Länge von  $\Delta h_c = 0.9 \cdot h_b$  ab Innenecke zu verlegen.

Horizontal sind auf einer Länge von  $\Delta h_b = 0.9 \cdot h_c$  ab Innenecke im Riegel Schlaufen, in der Stütze Bügel anzuordnen.

Bei Querschnittshöhen  $\geq 100$  cm ist die Umlenkkraft  $F_u$  der Druckkräfte in Riegel  $F_{c,b}$  und Stütze  $F_{c,c}$  abzudecken.

$$\text{horizontal } \text{erf } a_{s,sh} = F_u / (f_{yd} \cdot (h_b + \Delta h_c))$$

$$\text{vertikal } \text{erf } a_{s,sv} = F_u / (f_{yd} \cdot (h_c + \Delta h_b))$$

$$\dots \text{ mit } \dots F_u = (F_{c,c}^2 + F_{c,b}^2)^{0.5}$$

### 3.5

## Verankerungslängen, Übergreifungslängen, Biegerollendurchmesser

Im Programm werden die Mindestwerte der Verankerungslängen, Übergreifungslängen und Biegerollendurchmesser n. EC 2, 8, berechnet.

#### 3.5.1

### Biegerollendurchmesser n. EC 2-1-1, 8.3

Um eine Schädigung der Bewehrung zu vermeiden, darf der Biegerollendurchmesser von gebogenen Stäben und Schlaufen nicht kleiner sein als  $D_{\min}$ .  $D_{\min}$  ist n. EC 2-1-1, Tab. 8.1N, bzw. EC 2-1-1/NA-DE, Tab. 8.1DE, festgelegt.

EC 2-1-1, Tab. 8.1N - für Stäbe und Draht

Stabdurchmesser	Mindestwerte der Biegerollendurchmesser $D_{\min}$ für Haken, Winkelhaken und Schlaufen
$\phi \leq 16 \text{ mm}$	$4 \phi$
$\phi > 16 \text{ mm}$	$7 \phi$

EC 2-1-1/NA-DE, Tab. 8.1DE - für Stäbe

Mindestwerte der Biegerollendurchmesser für Haken, Winkelhaken, Schlaufen, Bügel		Mindestwerte der Biegerollen- durchmesser für Schrägstäbe oder andere gebogene Stäbe		
Stabdurchmesser in mm		Mindestwerte der Betondeckung rechtwinklig zur Biegeebene		
$\phi < 20$	$\phi \geq 20$	$> 100 \text{ mm}$ und $> 7 \phi$	$> 50 \text{ mm}$ und $> 3 \phi$	$\leq 50 \text{ mm}$ oder $\leq 3 \phi$
$4 \phi$	$7 \phi$	$10 \phi$	$15 \phi$	$20 \phi$

Für Stäbe ist n. EC 2-1-1, 8.3(3), der Biegerollendurchmesser zu erhöhen auf (nicht NA-DE)

$$D_{\min} \geq F_{bt} \cdot \left( \frac{1}{\alpha_b} + 1 / (2 \cdot \phi) \right) / f_{cd} \dots \text{mit } \dots$$

$F_{bt}$  Zugkraft im GZT in einem Stab oder Stabbündel am Anfang der Stabbiegung

$\alpha_b$  für einen bestimmten Stab (Stabbündel) der halbe Schwerpunktabstand zwischen den Stäben (Stabbündeln) senkrecht zur Biegeebene. Für einen Stab (Stabbündel) in der Nähe der Oberfläche eines Bauteils ist i.d.R.  $\alpha_b$  mit  $\phi/2$  zzgl. der Betondeckung anzunehmen.

Der Wert für  $f_{cd}$  darf i.d.R. nicht größer als derjenige für die Betonfestigkeitsklasse C55/67 angenommen werden.



Diese Bedingung wird hier nicht überprüft!

#### 3.5.2

### Verankerung der Längsbewehrung n EC 2-1-1, 8.4

Bewehrungsstäbe müssen so verankert werden, dass ihre Verbundkräfte ohne Betonschädigungen in den Beton eingeleitet werden.

Hier werden nur Zugverankerungen ohne Querbewehrung und angeschweißte Querstäbe sowie ohne Querdruk betrachtet.

#### N. 8.4.4(1) wird der Bemessungswert der Verankerungslänge ermittelt mit

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{b,min} \dots \text{mit} \dots$$

$$l_{b,rqd} = (\Phi/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) \quad \text{Grundwert der Verankerungslänge}$$

$\sigma_{sd}$  vorh. Stahlspannung des Stabes im GZT am Beginn der Verankerungslänge

$$f_{bd} = 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} \quad \text{Bemessungswert der Verbundfestigkeit} \dots \text{mit} \dots$$

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0.05} / \gamma_C \quad \text{Bemessungswert der Betonzugfestigkeit mit } f_{ctk,0.05} \leq f_{ctk,0.05}(60/75)$$

$\eta_1$  Beiwert, der die Qualität der Verbundbedingungen und die Lage der Stäbe während des Betonierens berücksichtigt

$\eta_1 = 1.0$  bei "guten" Verbundbedingungen für alle Stäbe

$\eta_1 = 0.7$  für alle anderen Fälle

"gute" Verbundbedingungen für alle Stäbe

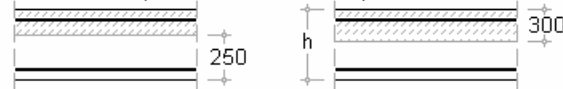
$45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$  — Betonierrichtung —  $h \leq 250$  mm



unschraffierter Bereich - "gute" Verbundbedingungen

schräffierter Bereich - "mäßige" Verbundbedingungen

$h > 250$  mm — Betonierrichtung —  $h > 600$  mm



$\eta_2$  ..... Beiwert zur Berücksichtigung des Stabdurchmessers

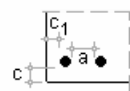
$\eta_2 = 1.0$  ..... für  $\phi \leq 32$  mm

$\eta_2 = (132 - \phi)/100$  für  $\phi > 32$  mm

Beiwerte  $\alpha_i$   $\alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 1$

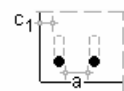
Einflussfaktor	Verankerungsart	Bewehrungsstab unter Zug
Stabform	gerade	$\alpha_1 = 1.0$
	gebogen	$\alpha_1 = 0.7$ für $c_d > 3\phi$ andernfalls $\alpha_1 = 1.0$
Betondeckung	gerade	$\alpha_2 = 1 - 0.15 \cdot (c_d - \phi) / \phi$ $\geq 0.7$ ... und ... $\leq 1.0$
	gebogen	$\alpha_2 = 1 - 0.15 \cdot (c_d - 3\phi) / \phi$ $\geq 0.7$ ... und ... $\leq 1.0$

... mit ...



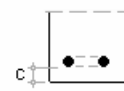
gerade Stäbe

$$c_d = \min\{a/2, c_1, c\}$$



(Winkel) Haken

$$c_d = \min\{a/2, c_1\}$$



Schlaufen

$$c_d = c$$

Die Mindestverankerungslänge für Zugverankerungen beträgt

$$l_{b,min} \geq \max\{0.3 \cdot l_{b,rqd}, 10\phi, 100 \text{ mm}\}$$

Unterschiede zum NA-DE

Berechnung der Verbundfestigkeit: Der gute Verbundbereich geht bis 300 mm (anstelle 250 mm).

Berechnung der Mindestverankerungslänge

$$l_{b,min} \geq \max\{\alpha_1 \cdot \alpha_4 \cdot 0.3 \cdot l_{b,rqd}, 10\phi\}$$

$$l_{b,min} \geq \max\{\alpha_1 \cdot \alpha_4 \cdot 0.3 \cdot l_{b,rqd}, 2/3 \cdot 10\phi\} \quad \text{bei direkter Lagerung}$$

$$l_{b,rqd} = (\Phi/4) \cdot (f_{yd}/f_{bd})$$

Bemessungswert der Verankerungslänge

bei Schlaufenverankerungen mit  $c_d > 3\phi$  und mit Biegerolldurchmesser  $D \geq 15\phi$  darf  $\alpha_1 = 0.5$  angesetzt werden

Die bauliche Durchbildung von Stößen zwischen Stäben muss so ausgeführt werden, dass die Kraftübertragung zwischen den Stäben sichergestellt ist und keine Betonschädigungen auftreten.

Hier werden nur Übergreifungslängen von Zugstäben betrachtet.

N. 8.7.3(1) wird der Bemessungswert der Übergreifungslänge ermittelt mit

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{0,min} \quad \dots \text{ mit } \dots$$

dem Grundwert der Verankerungslänge  $l_{b,rqd}$  und den Beiwerten  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_5$  s.o.

$$\alpha_6 = (p_1/25)^{0.5} \leq 1.5 \text{ bzw. } \geq 1.0$$

$p_1$  Prozentsatz der innerhalb von  $0.65 \cdot l_0$  (gemessen ab der Mitte der betrachteten Übergreifungslänge) gestoßenen Bewehrung  
hier:  $p_1 = \text{erf } A_s / \text{vorh } A_s \cdot 100 \%$

Die Mindestverankerungslänge für Zugverankerungen beträgt

$$l_{0,min} \geq \max\{0.3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd}; 15 \phi; 200 \text{ mm}\}$$

Unterschiede zum NA-DE

Berechnung der Verbundfestigkeit: Der gute Verbundbereich geht bis 300 mm (anstelle 250 mm).

Berechnung der Mindestverankerungslänge

$$l_{0,min} \geq \max\{0.3 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd}; 15 \phi; 200 \text{ mm}\}$$

Bemessungswert der Verankerungslänge

Der Beiwert  $\alpha_6$  wird Tab. 8.3DE entnommen (Sonderregeln werden hier nicht berücksichtigt)

Stoß	Stab- $\phi$	Stoßanteil einer Bewehrungslage	
		$\leq 33 \%$	$> 33 \%$
Zug	$< 16$	1.2	1.4
	$\geq 16$	1.4	2.0



## Schnittgrößenimport Rahmenecke

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.

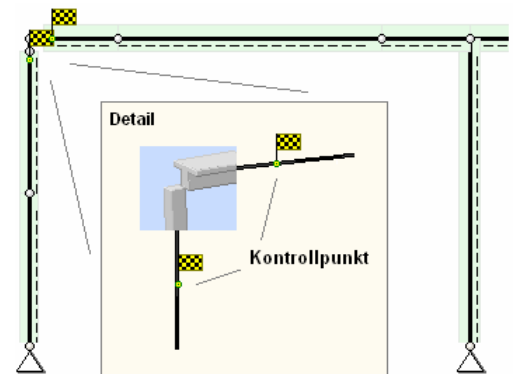
- zum anderen können Detailprogramme Schnittgrößen von in Tragwerksprogrammen speziell festgelegten Exportpunkten über ein zwischengeschaltetes Export/Import-Tool einlesen.

Das folgende Beispiel einer Rahmenecke erläutert diesen **##**-Schnittgrößen-Export/Import.

### Schnittgrößenexport

Zunächst sind in dem exportierenden **##**-Programm (hier **##**-NISI, Ebene Stabtragwerke) die Stellen zu kennzeichnen, deren Schnittgrößen beim nächsten Rechenlauf exportiert, d.h. für den Import in ein Detailnachweisprogramm bereitgestellt werden sollen.

Um das Anschlussprogramm sinnvoll einsetzen zu können, sollte bereits bei der Modellbildung im Stabwerksprogramm darauf geachtet werden, dass die Profile nur über die starken Achsen abtragen.



In diesem Beispiel sollen die Schnittgrößen für eine Rahmenecke übergeben werden.

Dazu ist je ein Kontrollpunkt am Riegelknoten (hier: Stabanfang) und am Stützenknoten (hier: Stabende) zu setzen.

Ausführliche Informationen zum Export und allen weiteren Hinweisen weiter unten entnehmen Sie bitte dem DTE®-Schnittgrößenexport im DTE®-Handbuch (als pdf-Dokument auf unserer Web-Site pcae.de).

Bei Rahmenecken (Träger-Stützenverbindung am Stützenende) sind zwei Schnitte (Riegel, Stütze) zu setzen.

### Schnittgrößenimport

Nach einer Neuberechnung des Rahmens stehen die Exportschnittgrößen dem aufnehmenden **##**-Programm (z.B. **##**-EC2RB) zum Import zur Verfügung.



aus dem aufnehmenden **##**-Programm wird nun über den **Import**-Button das Fenster zur DTE®-Bauteilauswahl aufgerufen

Zunächst erscheint ein Infofenster, das den Anwender auf die wesentlichen Punkte hinweist.

Es besteht die Möglichkeit, den Import an dieser Stelle abubrechen, um ggf. das exportierende Programm entsprechend vorzubereiten.

Nach **Bestätigen** des Infofensters wird die DTE®-Bauteilauswahl aktiviert.

Zur eindeutigen Beschreibung der Rahmenecke sind zwei Schnitte (Riegel, Stütze) festzulegen.

Im exportierenden 4H-Programm müssen also **2 zugehörige Schnitte definiert sein**, damit Schnittgrößenimport und -transformation korrekt durchgeführt werden können.

Es können maximal 10000 Lastkombinationen mit je 3 Werten in die Tabelle übernommen werden.

In der Bauteilauswahl werden alle berechneten Bauteile nach Verzeichnissen sortiert dargestellt, wobei diejenigen, die Schnittgrößen exportiert haben, dunkel gekennzeichnet sind.

Export Bsp.	3D-Stabtragwerk
FRAP 2 EC3BT	Detailnachweise
Import Frap	3D-Stabtragwerk
Import Nisi	2D-Rahmen
NISI-Voute	2D-Rahmen
Plaba	Durchlaufträger (Beto...
Grundkomponenten Bsp. L	Detailnachweise

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

In der *Identifizierungsphase* der Schnittgrößenauswahl werden alle verfügbaren Schnitte des ausgewählten Bauteils angezeigt, wobei diejenigen Schnitte deaktiviert sind, deren Material nicht kompatibel mit dem Detailprogramm ist.

nicht identifiziert	Punkt 1: Stab 2 bei s = 0.00 m	Riegel links Material: Stahlbeton, Querschnitt: Rechteck mit b=40.0cm, h=60.0cm
Stütze	Punkt 2: Stab 3 bei s = 0.00 m	Stütze rechts Material: Stahlbeton, Querschnitt: Rechteck mit b=40.0cm, h=50.0cm
nicht identifiziert	Punkt 3: Stab 4 bei s = 3.50 m	Stütze links Material: Stahlbeton, Querschnitt: Rechteck mit b=40.0cm, h=50.0cm
nicht identifiziert	Punkt 4: Stab 8 bei s = 7.00 m	Stütze mittig Material: Stahlbeton, Querschnitt: Rechteck mit b=40.0cm, h=50.0cm
	Punkt 5: Stab 10 bei s = 2.00 m	Riegel mittig Material: Stahl, Querschnitt: Profil: IPE240
nicht identifiziert	Punkt 6: Stab 12 bei s = 2.00 m	Riegel rechts Material: Stahlbeton, Querschnitt: Rechteck mit b=40.0cm, h=60.0cm

Nun werden die Schnitte den einzelnen Abteilungen in der Schnittgrößentabelle (hier *Riegel*, *Stütze*) zugeordnet.

Dazu wird der entsprechende Eintrag (hier *Punkt 2*) angewählt und der zugehörigen Zeile in der dann folgenden Tabelle zugewiesen (hier *Stütze*).

Ist eine Abteilung festgelegt, werden die in Frage kommenden möglichen Alternativen für die noch nicht festgelegte Abteilung mit einem Pfeil gekennzeichnet.

✗ sind nicht ausreichend Schnitte vorhanden, kann die DTE<sup>®</sup>-Schnittgrößenauswahl nur über den **abbrechen**-Button verlassen werden, ein Import ist dann nicht möglich.

Zur visuellen Kontrolle werden in einem nebenstehenden Fenster die definierten Schnitte angezeigt.

➡ erst wenn sämtliche Schnitte zugeordnet sind, ist die Identifizierungsphase abgeschlossen und die *Schnittgrößenauswahl* folgt.



Es werden die verfügbaren Schnittgrößenkombinationen der gewählten Schnitte angeboten, die über das '+'-Zeichen am linken Rand aufgeklappt werden können.

Riegel Punkt 6: Stab 12 bei s = 2.00 m							
Riegel Material: Stahlbeton, Querschnitt: Rechteck mit b=40.0cm, h=60.0cm							
	N	V <sub>η</sub>	V <sub>ζ</sub>	T	M <sub>η</sub>	M <sub>ζ</sub>	Komme
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	
Lastfallergebnisse							
Nachweis 1: EC 2 Bemessung							
Nachweis 2: EC 2 Knicksicherheit							
Generierung 1: Generierungsvorschrift 1							
LK 1	-20.86	0.00	-97.55	0.00	-86.01	0.00	Lf1+1.5
LK 2	-26.07	0.00	-123.91	0.00	-109.22	0.00	1.35×L1
LK 3	-22.79	0.00	-99.30	0.00	-91.69	0.00	Lf1+1.5
LK 4	-28.07	0.00	-125.46	0.00	-115.03	0.00	1.35×L1
LK 5	-14.25	0.00	-98.50	0.00	-87.18	0.00	Lf1+1.5
LK 10	-27.53	0.00	-116.60	0.00	-109.70	0.00	1.35×L1
LK 8	-23.84	0.00	-97.20	0.00	-92.98	0.00	1.35×L1
LK 6	-19.48	0.00	-125.10	0.00	-110.68	0.00	1.35×L1
LK 7	-18.27	0.00	-72.51	0.00	-70.61	0.00	Lf1+1.5
LK 9	-22.02	0.00	-91.87	0.00	-87.34	0.00	Lf1+0.7
Zusammenfassung Nachweis 2							
min N	-28.07	0.00	-125.46	0.00	-115.03	0.00	Gr1[4]:1
max N	-4.57	0.00	-71.49	0.00	-64.19	0.00	Gr1[11]:1
min Q	-28.07	0.00	-125.46	0.00	-115.03	0.00	Gr1[4]:1
max Q	-4.57	0.00	-71.49	0.00	-64.19	0.00	Gr1[11]:1
min M	-28.07	0.00	-125.46	0.00	-115.03	0.00	Gr1[4]:1
max M	-4.57	0.00	-71.49	0.00	-64.19	0.00	Gr1[11]:1
Stütze Punkt 2: Stab 3 bei s = 0.00 m							

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.

Schnitt 1: Stab 3 bei s = 0.10 m Stahlriegel, Anschl. 1							
Schnitt 2: Stab 5 bei s = 0.00 m Stahlriegel, Anschl. 2							
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	V <sub>m</sub>	V <sub>n</sub>	T	M <sub>m</sub>	M <sub>n</sub>	
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	
Lastfallergebnisse							
Nachweis 2: Schnittgrößenermittlung (Th. I. Ord.)							
Nachweis 4: EC 2 Bemessung							
Extremierung 1: Standardkombination							
Zusammenfassung Nachweis 4							
min N	1.85	-4.06	-22.69	17.24	381.64	-20.31	
max N	29.13	0.00	157.67	0.00	-101.24	0.04	
min V <sub>n</sub>	1.85	-4.06	-22.69	17.24	381.64	-20.31	
max V <sub>n</sub>	29.13	0.00	157.67	0.00	-101.24	0.04	
min V <sub>ζ</sub>	1.85	-4.06	-22.69	17.24	381.64	-20.31	
max V <sub>ζ</sub>	29.13	0.00	157.67	0.00	-101.24	0.04	
min T	23.83	0.00	135.17	0.00	-85.92	0.03	
max T	1.85	-4.06	-22.69	17.24	381.64	-20.31	
min M <sub>n</sub>	29.13	0.00	157.67	0.00	-101.24	0.04	
max M <sub>n</sub>	1.85	-4.06	-22.69	17.24	381.64	-20.31	
min M <sub>ζ</sub>	1.85	-4.06	-22.69	17.24	381.64	-20.31	
max M <sub>ζ</sub>	29.13	0.00	157.67	0.00	-101.24	0.04	
Schnitt 4: Stab 9 bei s = 4.00 m Stahlstütze, Anschl. 2							
Schnitt 5: Stab 10 bei s = 3.00 m Stahlstütze, Anschl. 1							
Schnitt 6: Stab 11 bei s = 0.00 m Stahlbetonstütze							

Die Kombinationen können beliebig zusammengestellt werden.



Über den nebenstehend dargestellten Button kann die Anzahl an Schnittgrößenkombinationen durch Abwahl doppelter Zeilen häufig stark reduziert werden.

Wenn eine Reihe von Anschlüssen gleichartig ausgeführt werden soll, können in einem Rutsch weitere Schnittgrößen anderer Schnitte aktiviert und so bis zu 10.000 Kombinationen übertragen werden.



wird das Import-Modul über den **bestätigen**-Button verlassen, werden die Schnittgrößen übernommen und für das importierende Programm aufbereitet



pcae gewährleistet durch geeignete Transformationen, dass die Schnittgrößen sowohl im KOS des importierenden Programms vorliegen, als auch - bei mehrschnittigen Verbindungen - einander zugehörig sind, d.h. dass Träger- und Stützenschnittgrößen aus derselben Faktorisierungsvorschrift entstanden sind.

In einem Infofenster werden die eigene Auswahl fett und die aus der Faktorisierungsvorschrift berechneten Schnittgrößen eines anderen Schnitts in normaler Schriftdicke dargestellt.

Riegel						Stütze					
N	V <sub>η</sub>	V <sub>ζ</sub>	T	M <sub>η</sub>	M <sub>ζ</sub>	N	V <sub>η</sub>	V <sub>ζ</sub>	T	M <sub>η</sub>	M <sub>ζ</sub>
-26.07	0.00	-123.91	0.00	-109.22	0.00	-123.86	0.00	26.23	0.00	-109.22	0.00
-14.25	0.00	-98.50	0.00	-87.18	0.00	-98.47	0.00	14.39	0.00	-87.18	0.00
-28.07	0.00	-125.46	0.00	-115.03	0.00	-125.40	0.00	28.24	0.00	-115.03	0.00
-4.57	0.00	-71.49	0.00	-64.19	0.00	-71.49	0.00	4.68	0.00	-64.19	0.00

Auch an dieser Stelle besteht wieder die Möglichkeit, doppelt vorkommende Zeilen zu ignorieren.

Es wurden zu den ausgewählten Extremalwerten die jeweils zugehörigen Schnittgrößen ermittelt.  
Sollen doppelte Zeilen gelöscht werden?

Das aufnehmende Programm erweitert nun die Schnittgrößentabelle um die ausgewählten Lastkombinationen.

nein

ja

		N <sub>j,b,Ed</sub> kN	M <sub>j,b,Ed</sub> kNm	V <sub>j,b,Ed</sub> kN	Bezeichnung
1		-26.1	-109.2	123.9	Import Lk 1
2		-14.2	-87.2	98.5	Import Lk 2
3		-28.1	-115.0	125.5	Import Lk 3
4		-4.6	-64.2	71.5	Import Lk 4


Bei der Übernahme erfolgen Plausibilitätschecks und ggf. Meldungen.



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


## Ausdrucksteuerung

Eingabeparameter und Ergebnisse werden in einer Druckliste ausgegeben, deren Umfang über die folgenden Optionen beeinflusst werden kann

Für die Detail-Position können **Vorbemerkungen** in das Druckdokument eingefügt werden. Der Text kann in den dafür vorgesehenen Text-Editor (erreichbar über ) eingegeben werden. Die benötigte Zeilenanzahl wird angegeben.

Es kann eine maßstäbliche **grafische Darstellung** des Querschnitts in die Liste eingefügt werden.

### Eingabeprotokoll

-  Vorbemerkungen (3 Zeilen)
- ☒ Grafik im Maßstab 1:
- ☒ Eingabeparameter
- ☒ Materialsicherheitsbeiwerte
- ☐ zusätzliche Informationen
- ☐ Parameter des nationalen Anhangs
- ☒ Vorschriften

Der **Maßstab** kann entweder vorgegeben werden, oder die Zeichnung wird im Falle einer Eingabe von 0 größtmöglich in den dafür vorgesehenen Platz gesetzt.

Anschließend werden die **Eingabeparameter** und die **Materialsicherheitsbeiwerte** bzw. **Bemessungsgrößen** ausgedruckt.

I.A. reicht die Ausgabe der Beton- und Betonstahlsorte aus; bei Aktivierung der **zusätzlichen Informationen** werden zudem die Rechenparameter ausgegeben.

Im Anschluss an die Ergebnisse sind die zur Bemessung des Querschnitts maßgebenden **Parameter des nationalen Anhangs** angeordnet.

Zum Schluss kann eine Liste der verwendeten **Vorschriften** (Normen) abgedruckt werden.

### Ergebnisse

- ☐ ausführlich
- ☒ standard
- ☐ minimal

Der Umfang der Ergebnisdarstellung kann **ausführlich**, **standard** oder **minimal** sein.

- eine ausführliche Ergebnisausgabe beinhaltet die Ausgabe sämtlicher verwendeter Formeln, um Schritt für Schritt den Lösungswert nachzuvollziehen
- ist dagegen die Ergebnisausgabe minimal, wird nur das Endergebnis ohne weiteren Kommentar ausgedruckt
- im Normalfall reicht die Standardausgabe, bei der nur die wichtigsten Zwischenwerte zusätzlich zum Endergebnis ausgegeben werden

Bei einer großen Anzahl an Lastkombinationen ist es sinnvoll, die Ergebnisse in sehr kompakter Form **tabellarisch** auszugeben.

- ☒ tabellarisch
- ☐ maßgebende Lastkombination (max  $\rho$ ) detailliert
- ☒ Lastkombination detailliert: Nr.
- ☐ keine detaillierte Ausgabe

Optional kann die **maßgebende Lastkombination**, die zur maximalen Bewehrung (max  $\rho$ ) geführt hat, in der Standard-Form angefügt werden.

Alternativ kann es sinnvoll sein, den Berechnungsablauf einer frei wählbaren Lastkombination ausgeben zu lassen. Es kann auch keine **detaillierte Ausgabe** erfolgen.

Neben der tabellarischen Ausgabe kann auch nur die **maßgebende Lastkombination** oder eine frei gewählte Lastkombination protokolliert werden.

- ☐ maßgebende Lastkombination (max  $\rho$ )
- ☒ Lastkombination detailliert: Nr.

Um den Umfang des Berechnungsprotokolls zu reduzieren, kann die Ausgabe von **Zwischenergebnissen** und/oder **Erläuterungsskizzen** unterdrückt werden.

- ☒ Zwischenergebnisse
- ☒ Erläuterungsskizzen

Das Abschalten der Erläuterungsskizzen betrifft nicht die Ausgabe der Übersichtsgrafik (s.o.).

Das Statikdokument wird in strukturierter Form durchnummeriert, die auch mit dem **pcae**-eigenen Verwaltungsprogramm PROLOG korrespondiert.

Optional kann die **Abschnittsnummerierung unterdrückt** werden.

- ☐ Abschnittsnummerierung unterdrücken

## Nationale Anhänge zu den Eurocodes

Die Eurocode-Normen gelten nur in Verbindung mit ihren nationalen Anhängen in dem jeweiligen Land, in dem das Bauwerk erstellt werden soll.

Für ausgewählte Parameter können abweichend von den Eurocode-Empfehlungen (im Eurocode-Dokument mit 'ANMERKUNG' gekennzeichnet) landeseigene Werte bzw. Vorgehensweisen angegeben werden.

In **pcae**-Programmen können die veränderbaren Parameter in einem separaten Eigenschaftsblatt eingesehen und ggf. modifiziert werden.

Dieses Eigenschaftsblatt dient dazu, dem nach Eurocode zu bemessenden Bauteil ein nationales Anwendungsdokument (NA) zuzuordnen.



NAe enthalten die Parameter der nationalen Anhänge der verschiedenen Eurocodes (EC 0, EC 1, EC 2 ...) und ermöglichen den **pcae**-Programmen das Führen normengerechter Nachweise, obwohl sie von Land zu Land unterschiedlich gehandhabt werden.

Die EC-Standardparameter (Empfehlungen ohne nationalen Bezug) wie auch die Parameter des deutschen nationalen Anhangs (NA-DE) sind grundsätzlich Teil der **pcae**-Software.

Darüber hinaus stellt **pcae** ein Werkzeug zur Verfügung, mit dem weitere NAe aus Kopien der bestehenden NAe erstellt werden können. Dieses Werkzeug, das über ein eigenes Hilfedokument verfügt, wird normalerweise aus der Schublade des DTE®-Schreibtisches heraus aufgerufen. Einen direkten Zugang zu diesem Werkzeug liefert die kleine Schaltfläche hinter dem **Schraubenziehersymbol**.

**Normen**

- DIN 1055-100 Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 100: Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln, Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe März 2001
- DIN 1045 Beton und Stahlbeton: Bemessung und Ausführung, Deutsches Institut für Normung e.V., Ausg. Juli 1988
- DIN 1045-1 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 1: Bemessung und Konstruktion, Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgaben Juli 2001 und August 2008
- DIN-Fachbericht 102: Betonbrücken, Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe März 2009
- ÖNORM B 4700 Stahlbetontragwerke: EUROCODE-nahe Berechnung, Bemessung und konstruktive Durchbildung. Österreichisches Normungsinstitut, Ausgabe: 2001-06-01
- DIN 4102-4: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile, Ausg. März 1994
- DIN 4102-4/A1: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile, Änderung A1, Ausgabe November 2004
- DIN 4102-22: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 22: Anwendungsnorm zu 4102-4 auf der Bemessungsbasis von Teilsicherheitsbeiwerten, Ausgabe Nov. 2004
- DIN EN 1990, Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010
- DIN EN 1990/NA, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010
- DIN EN 1991-1-1, Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau; Deutsche Fassung EN 1991-1-1:2002 + AC:2009, Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010
- DIN EN 1991-1-1/NA, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau; Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010
- DIN EN 1991-1-2, Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-2: Brandeinwirkungen auf Tragwerke; Deutsche Fassung EN 1991-1-2:2002 + AC:2009, Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010
- DIN EN 1991-1-2/NA, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-2: Brandeinwirkungen auf Tragwerke; Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010
- DIN EN 1991-1-3, Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen - Schneelasten; Deutsche Fassung EN 1991-1-3:2003 + AC:2009, Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010
- DIN EN 1991-1-3/NA, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen - Schneelasten; Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010
- DIN EN 1991-1-4, Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten; Deutsche Fassung EN 1991-1-4:2005 + A1:2010 + AC:2010, Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010
- DIN EN 1991-1-4/NA, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten; Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010
- DIN EN 1991-1-5, Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen - Temperatureinwirkungen; Deutsche Fassung EN 1991-1-5:2003 + AC:2009, Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010
- DIN EN 1991-1-5/NA, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen - Temperatureinwirkungen; Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010
- DIN EN 1992-1-1, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deut-

sche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010,  
Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Januar 2011

- DIN EN 1992-1-1/NA, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010
- DIN EN 1992-1-2, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung EN 1992-1-2:2004 + AC:2008, Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010
- DIN EN 1992-1-2/NA, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Dezember 2010
- DIN V ENV 1992-1-2, Eurocode 2 (Vornorm): Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung ENV 1992-1-2:1995, Ausgabe Mai 1997
- Nationales Anwendungsdokument (NAD) Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1992-1-2: 1997-05 Eurocode 2: Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall. DIN-Fachbericht 92, 2000
- Normenausschuss Bauwesen (NABau) -> Stand der Auslegungen, Deutsches Institut für Normung e.V., [www.nabau.din.de](http://www.nabau.din.de)

### **Bemessung einer Rahmenecke**

- O. Wommelsdorff, A. Albert: Stahlbetonbau - Bemessung und Konstruktion, Teil 2, 9. Auflage, Werner Verlag, 2012
- K. Beer: Bewehren nach DIN EN 1992-1-1 (EC2), 3. Auflage, Springer Vieweg, 2012.
- Bewehren nach Eurocode 2: Heft 599, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, 2013