



4H- STATIKPROGRAMME
AUS HANNOVER

DTE Desktop[®]
Engineering



pcae GmbH

Kopernikusstr. 4A

30167 Hannover

Tel 0511/70083-0

Fax 0511/70083-99

Internet www.pcae.de

Mail dte@pcae.de



4H-EC2KB

Bemessung von Konsolen

August 2024

4H-EC2KB

Bemessung von Konsolen

Copyright 2024

2. ergänzte Auflage, August 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.**

Von dort können zudem aktualisierte Programmversionen herunter geladen werden. S. hierzu auch *automatische Patch-Kontrolle* im DTE[®]-System.

Produktbeschreibung

Das Programm *##EC2KB*, Bemessung von Konsolen, bemisst wahlweise eine Last-, eine Auflager- oder eine Trägerkonsole unter einachsiger Belastung nach Eurocode 2 (Stahlbeton).

Leistungsmerkmale

- die Bemessung kann nach EC 2-1-1 für den allgemeinen Hochbau oder unter Beachtung des EC 2-2 für Betonbrücken geführt werden
- die Materialparameter können sowohl **pcae**-eigenen Tabellen entnommen als auch parametrisiert eingegeben werden
- die Materialsicherheit kann entweder normenkonform vorbelegt oder vom Anwender eingegeben werden
- die Expositionsclassen für den Beton können angegeben werden
- Datensatz-Import- / -Exportfunktionen
- vier Verfahren zur Bemessung von Konsolen werden angeboten: nach Leonhardt, sowie aus den Heften 399, 600 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) und n. EC 2-1-1, 6.5.
- beliebig viele Schnittgrößenkombinationen können vorgegeben werden
- 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
- für die berechnete (maximal erforderliche) Bewehrung kann optional eine (vorhandene) Bewehrung gewählt werden
- die gewählte Bewehrung wird ausgewertet; die minimalen Achsabstände werden berechnet
- die minimal erforderlichen Verankerungs-, Übergreifungslängen der Zugstäbe und Biegerollendurchmesser werden berechnet
- 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 *##EC2KB* 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 *##EC2KB* -Dokumentation gehören neben diesem Handbuch die Manuals

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

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg mit *##EC2KB*.

Hannover, im August 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).

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	Erforderliche Bewehrung	14
3.2	Bemessungsparameter und Schnittgrößen	15
3.2.1	Lastkonsole	15
3.2.2	Auflagerkonsole	16
3.2.3	Trägerkonsole	17
3.2.4	Bemessungsschnittgrößen (GZT)	18
3.3	gewählte Bewehrung	20
3.3.1	Möglichkeiten der Bewehrungswahl	20
3.3.1.1	Hauptzugbewehrung	21
3.3.1.2	Schrägbewehrung	21
3.3.1.3	Spaltzugbewehrung	22
3.3.1.4	Aufhängebewehrung	22
3.3.1.5	Feldbewehrung	22
3.3.1.6	Achsabstände	23
3.3.1.7	Druckliste	23
3.3.1.8	Beispiel einer Lastkonsole (direkte Lastübertragung)	24
3.3.1.9	Beispiel einer Trägerkonsole	25
3.3.2	Biegerollendurchmesser, Verankerungslängen, Übergreifungslängen	25
3.3.2.1	Biegerollendurchmesser n. EC 2-1-1, 8.3	25
3.3.2.2	Verankerung der Längsbewehrung n EC 2-1-1, 8.4	26
3.3.2.3	Übergreifungslänge n EC 2-1-1, 8.7.3	27
3.3.2.4	Druckliste, Auszug	28
3.4	Durchführung der Konsolbemessung	29
3.4.1	Lastkonsole	29
3.4.1.1	direkte Lasteinleitung	29
3.4.1.1.1	Verfahren n. Heft 600, DAfStb	29
3.4.1.1.2	Verfahren n. EC 2-1-1, Kap. 6.5	30
3.4.1.1.3	Verfahren n. Leonhardt	31
3.4.1.1.4	Verfahren n. Heft 399, DAfStb	31
3.4.1.2	indirekte Lasteinleitung	32
3.4.2	Auflagerkonsole	32
3.4.2.1	Variante 1	32
3.4.2.1.1	Verfahren n. Heft 600, DAfStb	32
3.4.2.2	Verfahren n. EC 2-1-1, Kap. 6.5	33
3.4.2.2.1	Verfahren n. Leonhardt	34
3.4.2.3	Verfahren n. Heft 399, DAfStb	34
3.4.2.4	Variante 2	35
3.4.2.4.1	Verfahren n. Leonhardt	35
3.4.3	Trägerkonsole	36
3.5	Schnittgrößenimport	37
3.6	Ausdrucksteuerung	39
3.7	Nationale Anhänge zu den Eurocodes	40
4	Literaturverzeichnis	41

1 Programminstallation und DTE®-Schreibtisch einrichten

Die Installation des DTE®-Systems und das Überspielen des Programms #EC2KB 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.

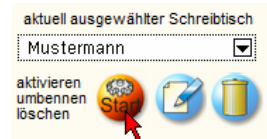


Nach erfolgreicher Installation befindet sich das DTE®-**Startsymbol** auf Ihrer Windowsoberfläche. Führen Sie bitte darauf den Doppelclick aus.

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.

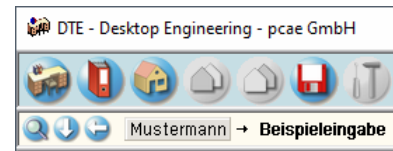
Auf Grund der **Kontextsensitivität** des DTE®-Systems sind manche Buttons solange abgedunkelt und nicht aktiv bis ein Bauteil aktiviert wird.

- | | |
|--|---|
| | 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 e-Mail-Dienst . |
| | menügesteuerte Bearbeitung des aktivierten Bauteils |
| | druckt die Datenkategorien des aktivierten Bauteils |
| | ruft das Planerstellungsmodule 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.



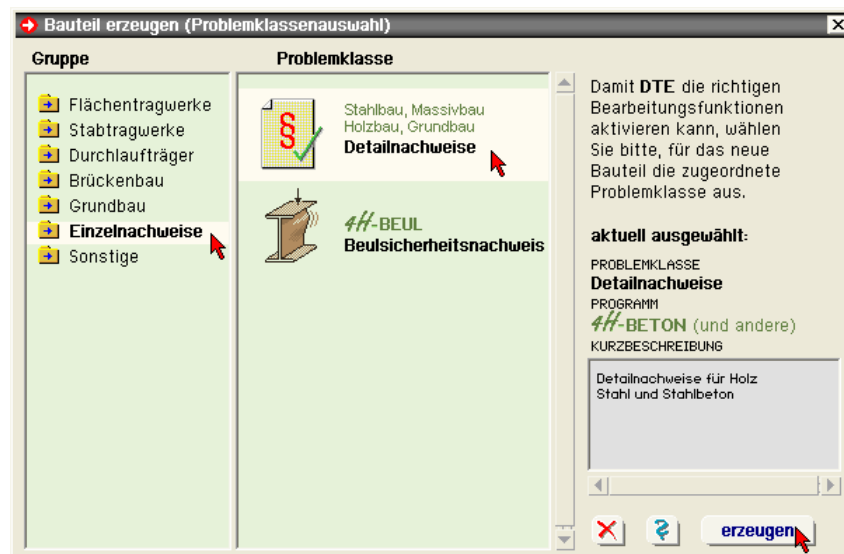
Aus dem Eintrag in der Schreibtischkopfzeile ist zu erkennen, in welchem Ordner sich die Aktion aktuell befindet.



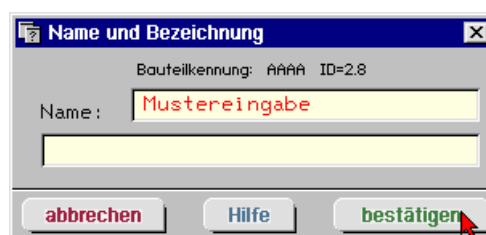
Der Ordner kann durch das **beenden**-Symbol wieder geschlossen werden.



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.

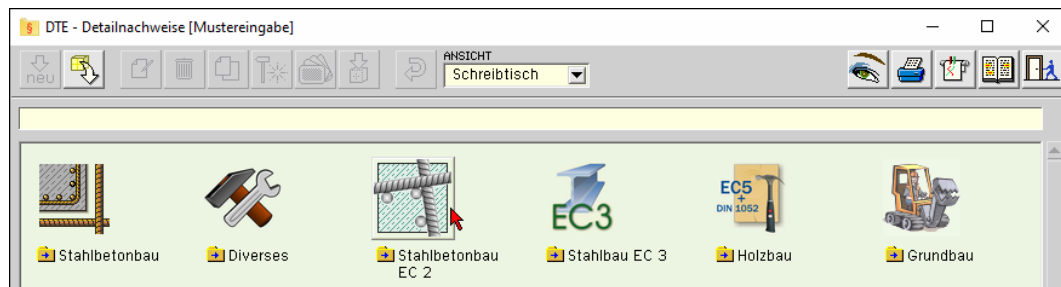


Der schwarze Rahmen der neuen Bauteilkone lässt sich mit der Maus über den Schreibtisch bewegen. Klicken Sie die LMT an der Stelle, an der das Bauteil auf dem Schreibtisch platziert werden soll. Das Eigenschaftsblatt *Name und Bezeichnung* erscheint.

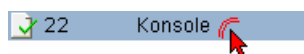
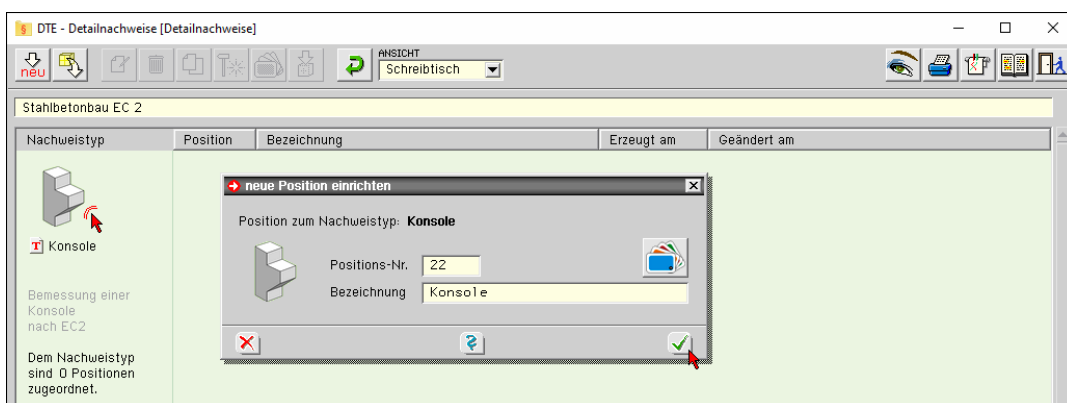


Nach Doppelklick auf dem neuen Bauteilicon, dem eine individuelle Bezeichnung gegeben werden kann, erscheinen die nachfolgend dargestellten Übersichten der Detailnachweise. Klicken Sie das jeweils gekennzeichnete Icon mit der LMT an.

Detailnachweise Stahlbetonbau EC 2



Konsole

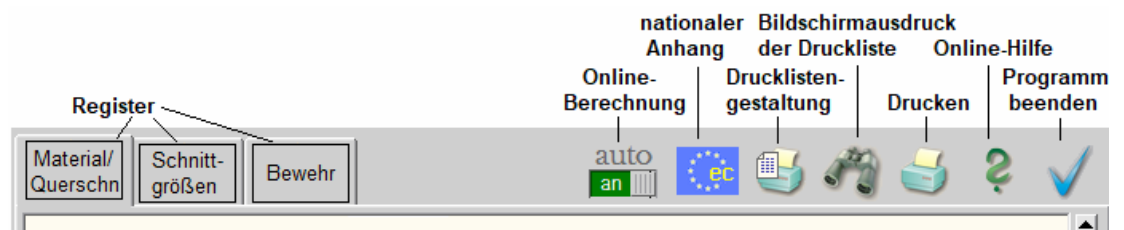


Im rechten Bereich des Eigenschaftsblatts erscheint die neue Position in einem Verzeichnis. Klicken Sie hier bitte doppelt auf den neuen Schriftzug. Daraufhin erscheint die Eingabeoberfläche des Nachweistyps.

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. 15

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. 20

Im dritten Registerblatt kann Bewehrung gewählt werden. 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. 3.7, S. 40

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. 3.6, S. 39

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.



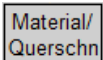
Onlinehilfe

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

In einer Liste werden die beiden zur Verfügung stehenden Bemessungsregeln (Normen) **EC 2 Hochbau** und **EC 2 Betonbrücken** (s. Literatur Abs. 4, S. 41) angeboten.

Norm	EC 2 Hochbau
	NA: Deutschland

Der aktuelle nationale Anhang (NA), s. Abs. 3.7, S. 40, 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).

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

Materialsicherheitsbeiwerte

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

Materialsicherheitsbeiwerte	
Bemessungssituation	Grundkombination
Tragfähigkeit (GZT)	γ_c 1.50 γ_s 1.15
alternativ:	
Bemessungssituation	frei
Tragfähigkeit (GZT)	γ_c 1.50 γ_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).

Expositionsklasse

Optional kann die Expositionsklasse des Bauteils berücksichtigt werden.

Ist eine Beanspruchungsklasse nicht maßgebend, kann sie deaktiviert werden.

<input checked="" type="checkbox"/> Expositionsklasse	
für Bewehrungskorrosion	XC3
für Betonangriff	XA1
max. Bewehrungsgrad	ρ_s 8.00 %

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).

Zur Interpretation des Endergebnisses ist die Eingabe des maximalen Bewehrungsgrads obligatorisch. Wird er überschritten, erfolgt eine Fehlermeldung.

Der eingegebene Datenzustand kann exportiert (temporär gesichert) und in einem Bauteil derselben Klasse (hier: *##-EC2KB*) wieder importiert werden.

► Daten exportieren

► Daten importieren

3.1.1

Querschnitt

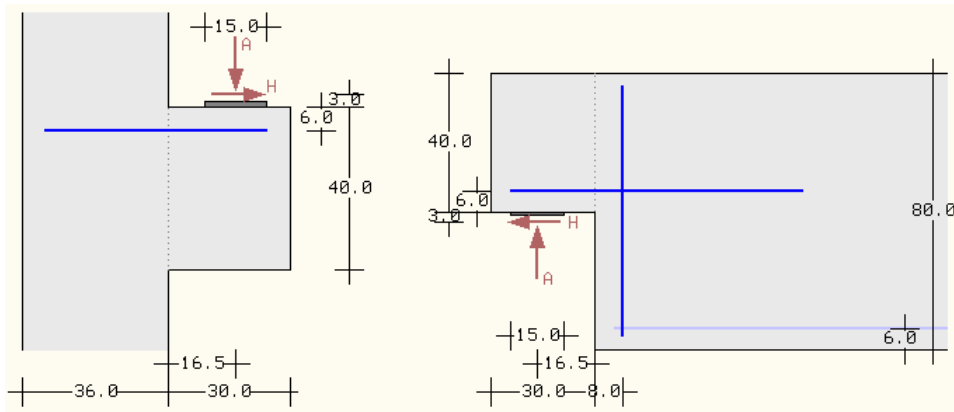
Das Programm *##-EC2KB* unterscheidet die Berechnungen für eine **Lastkonsole** und eine **Auflagerkonsole**.

System

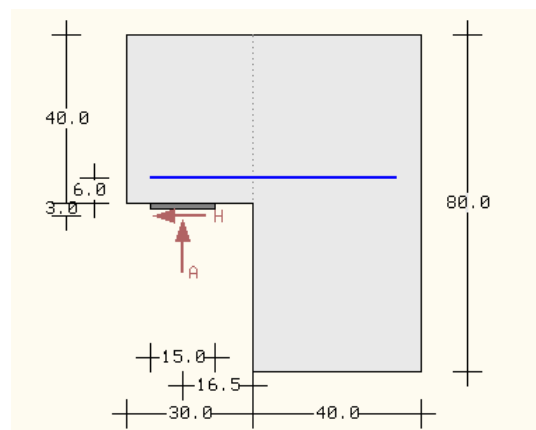
Auflagerkonsole ▾

Ausführung

Einzelkonsole ▾



Beide Konsoltypen können als **Einzelkonsole** oder **Trägerkonsole** ausgeführt werden, wobei Einzelkonsolen eine definierte Breite haben und mit einer Einzellast beaufschlagt sind, während Trägerkonsolen entlang eines Balkens führen und mit einer gleichmäßigen Linienlast belastet sind.



Bsp. Auflagerkonsole als Trägerkonsole

Die Lastkonsole kann als Einzelkonsole entweder an eine **Stütze** oder einen **Träger** angeschlossen sein.

System

Lastkonsole ▾

Ausführung

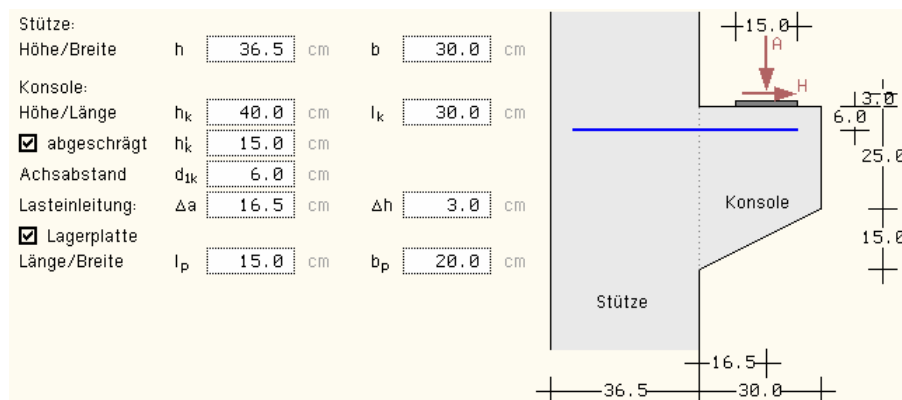
Einzelkonsole ▾

Anschlussstyp

Stütze ▾

Die geometrischen Parameter werden in Abhängigkeit der eingestellten Systemdaten abgefragt. Das System wird online am Bildschirm maßstäblich dargestellt. Die Eingabewerte sind vermaßt.

Lastkonsole als Einzelkonsole an einer Stütze



Die Stützenbreite b entspricht der Systembreite der Einzelkonsole.

Optional kann der untere Teil der Konsole abgeschrägt sein, da er spannungslos bleibt.

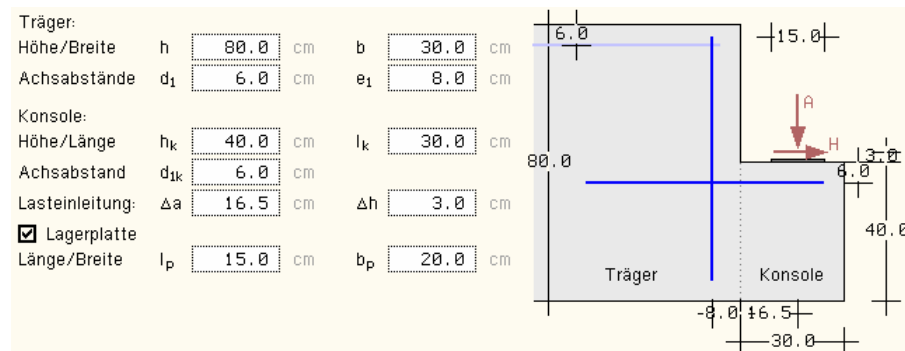
Es wird nur die Bewehrung, deren Lage für die Bemessung erforderlich ist, in die Zeichnung aufgenommen

- die Hauptzugbewehrung mit dem Achsabstand d_{1k}

Die Abstände der Einzellasten Δa für die Vertikallast A und Δh für die Horizontallast H sind anzugeben.

Optional kann eine Lagerplatte vorgesehen werden, die sich mittig unter der Vertikallast befindet.

Lastkonsole als Einzelkonsole an einem Träger



Die Trägerbreite b entspricht der Systembreite der Einzelkonsole.

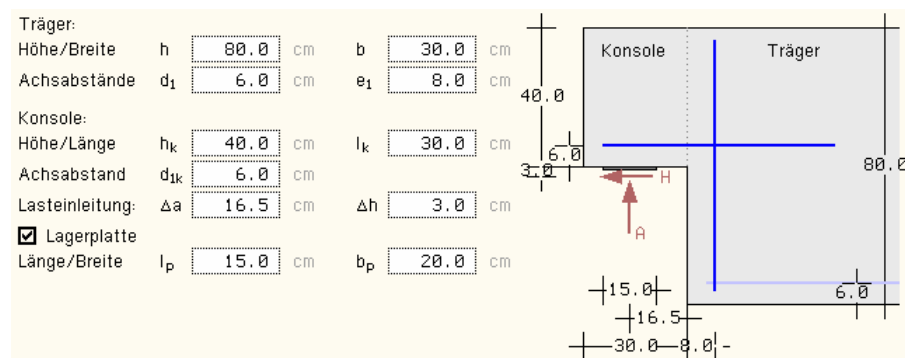
Es wird nur die Bewehrung, deren Lage für die Bemessung erforderlich ist, in die Zeichnung aufgenommen

- die Felddruckbewehrung mit dem Achsabstand d_1 im Träger
- die Aufhängebewehrung mit dem Achsabstand e_1 im Träger
- die Hauptzugbewehrung mit dem Achsabstand d_{1k} in der Konsole

Die Abstände der Einzellasten Δa für die Vertikallast A und Δh für die Horizontallast H sind anzugeben.

Optional kann eine Lagerplatte vorgesehen werden, die sich mittig unter der Vertikallast befindet.

Auflagerkonsole als Einzelkonsole



Die Trägerbreite b entspricht der Systembreite der Einzelkonsole.

Es wird nur die Bewehrung, deren Lage für die Bemessung erforderlich ist, in die Zeichnung aufgenommen

- die Feldzugbewehrung mit dem Achsabstand d_1 im Träger
- die Aufhängebewehrung mit dem Achsabstand e_1 im Träger
- die Hauptzugbewehrung mit dem Achsabstand d_{1k} in der Konsole

Die Abstände der Einzellasten Δa für die Vertikallast A und Δh für die Horizontallast H sind anzugeben.

3.2

Bemessungsparameter und Schnittgrößen

Schnittgrößen

Im zweiten Register werden die Parameter und die Schnittgrößen für die Bemessung der Konsolen festgelegt.

Bei der Bemessung wird unterschieden zwischen dem Tragverhalten einer Lastkonsole (Einzelkonsole an einer Stütze), einer Auflagerkonsole (Einzelkonsole an einem Träger) und einer Trägerkonsole (einseitiges Konsolband an einem Balken). In Abhängigkeit der System-Einstellung (s. Reg. 1, Abs. 3.1, S. 11) werden die Bemessungsparameter angeboten.

3.2.1

Lastkonsole

Bemessungsparameter

Lastübertragung: ☒ direkt ☐ indirekt (Querträger)

Berechnungsverfahren: Heft 600, DAfStb

Lagerpressung: Lagerfuge ☒ trocken ☐ Gleit-/Elastomerlager

☐ Ermüdungsnachweis

Bemessungsschnittgrößen (GZT)

Kräfte / Momente in: kN / kNm

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

	H = N _{Ed} kN	A = V _{Ed} kN		ΣA _{st} cm ²
1	1.9	-22.7	Import Lk 1	0.05
2	29.1	157.7	Import Lk 2	2.96
3	23.8	135.2	Import Lk 3	2.50
4	8.5	61.2	Import Lk 4	1.08
5	25.1	107.3	Import Lk 5	2.05

maßgeb. Lk anzeigen

Neu

Bemessungsparameter

Die Lastübertragung kann **direkt**, d.h. über die Lagerplatte von oben in die Konsole, erfolgen, oder **indirekt** als angehängte Last (z.B. durch einen Querträger) unten angreifen.

Lastübertragung: ☒ direkt ☐ indirekt (angehängte Last)

Erfolgt die Lastübertragung **indirekt**, wird ein Teil der angehängten Last in die Konsole hochgehängt. Der andere Teil wird über eine schräge Bewehrung in die Stütze geleitet. Für den Lastanteil unten ist die Neigung der schrägen Bewehrung anzugeben.

Verteilungszahl: Lastanteil oben A: 60.0 %
Lastanteil unten A: 40.0 %
Neigung der schrägen Bewehrung α: 40.0 °

Die Bemessung einer Lastkonsole kann nach vier Verfahren erfolgen. Implementiert sind das Verfahren aus *Leonhardt, T.3*, die Verfahren aus den *Heften 399, 600* des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton sowie das Verfahren n. *EC 2-1-1 Kap. 6.5*.

Berechnungsverfahren: Heft 600, DAfStb

Erfolgt die Lastübertragung **direkt**, wird bei Anordnung einer Lagerplatte (s. Reg. 1, Abs. 3.1, S. 11) die Lagerpressung ausgewertet in Abhängigkeit davon, ob eine trockene Lagerfuge (Rei-

bung) oder eine Gleitfuge vorliegt. Bei trockenen Lagerfugen ist immer eine Horizontallast anzusetzen.

Lagerpressung Lagerfuge ☒ trocken ☐ Gleit-/Elastomerlager

Die Beschreibung der Konsolbemessung befindet sich in Abs. 3.4, S. 29.

Bei **direkter** Lastübertragung kann zusätzlich zur Bemessung der Konsole ein Ermüdungsnachweis des Querschnitts n. EC 2-1-1, 6.8.6(2) + 6.8.7(2) (vereinfachtes Verfahren), geführt werden.

Dazu sind die zulässige Spannungsdifferenz in der Hauptzugbewehrung $\Delta\sigma_s$ sowie der Zeitpunkt der Erstbelastung des Betons durch die ermüdungswirksamen Lasten t_0 anzugeben.

Die Spaltzugbewehrung wird proportional zur Hauptzugbewehrung erhöht.

☒ Ermüdungsnachweis (vereinfachtes Verfahren)
 Spannungsdifferenz $\Delta\sigma_s$ N/mm²
 Erstbelastung des Betons t_0 d

Wesentliche Hinweise zum Ermüdungsnachweis finden Sie im Handbuch **pcae** - Stahlbetontheorie (als pdf-Dokument auf unserer Web-Site pcae.de).

3.2.2

Auflagerkonsole

Bemessungsparameter

Lastübertragung ☒ Variante 1 ☐ Variante 2
 Berechnungsverfahren
 Lagerfuge ☒ trocken ☐ Gleit-/Elastomerlager

Bemessungsschnittgrößen (GZT)

Kräfte / Momente in

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

	H = N _{Ed} kN	A = V _{Ed} kN		ΣA _{st} cm ²
1	1.9	-22.7	Import Lk 1	0.05
2	29.1	157.7	Import Lk 2	7.56
3	23.8	135.2	Import Lk 3	6.42
4	8.5	61.2	Import Lk 4	2.84
5	25.1	107.3	Import Lk 5	5.16

maßgeb. Lk anzeigen

3D-Diagramm: N_{Ed}, V_{Ed}

Bemessungsparameter

Die Lastübertragung kann mit **Variante 1** oder **2** erfolgen. Bei Variante 1 wird die Auflagerkraft über eine schräge Druckstrebe durch die Konsole geführt und mit horizontaler und vertikaler Zugbewehrung in den Träger geleitet.

Lastübertragung ☐ Variante 1 ☒ Variante 2

Bei **Variante 2** wird ein Teil der Auflagerkraft in der Konsole hochgehängt und über eine schräge Zugbewehrung in den Träger geleitet. Der andere Teil der Kraft wird nach Variante 1 be-

messen. Für den Lastanteil schräg ist die Neigung der schrägen Bewehrung anzugeben.

Verteilungszahl	Lastanteil vertikal	A ·	60.0	%
	Lastanteil schräg	A ·	40.0	%
Neigung der schrägen Bewehrung		α	40.0	°

Die Bemessung einer Lastkonsole kann nach vier Verfahren erfolgen. Implementiert sind das Verfahren aus *Leonhardt, T.3*, die Verfahren aus den *Heften 399, 600* des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton sowie das Verfahren n. *EC 2-1-1, Kap. 6.5*.

Berechnungsverfahren Heft 600, DAfStb

Bei Anordnung einer Lagerplatte (s. Reg. 1, Abs. 3.1, S. 11) wird die Lagerpressung ausgewertet in Abhängigkeit davon, ob eine trockene Lagerfuge (Reibung) oder eine Gleitfuge vorliegt. Bei trockenen Lagerfugen ist immer eine Horizontallast anzusetzen.

Lagerpressung Lagerfuge ☒ trocken ☐ Gleit-/Elastomerlager

Beim Bemessungsverfahren n. *EC 2-1-1, Kap. 6.5*, ist zur Bestimmung des Verankerungspunktes der Hauptzugbewehrung der Druckstrebenwinkel aus der Schubbemessung des Trägers anzugeben. Er kann entweder **minimal** (n. Norm) oder mit einem festen Wert vorgegeben werden. Die Neigung der Druckstrebe wird in der Grafik angezeigt.

aus Schubbemessung Druckstrebenwinkel ☐ minimal ☒ $\theta =$ 30.0 °

Die Beschreibung der Konsolbemessung befindet sich in Abs. 3.4, S. 29.

3.2.3

Trägerkonsole

Eine Trägerkonsole kann als zur Lastaufnahme (Lastkonsole) oder Lastabgabe (Auflagerkonsole) dienen. Da sich die Stabwerke innerhalb der Systeme nicht unterscheiden, wird im Folgenden die Lastkonsole beschrieben.

4H-EC2 - Bemessung [Position 48: Hilfe]

Material/Querschn Schnittgrößen Bewehr

auto an ec

Bemessungsparameter

Lastübertragung ☒ direkt ☐ indirekt (angehängte Last)

Berechnungsverfahren EC 2-1-1, 6.5

Lagerpressung Lagerfuge ☒ trocken ☐ Gleit-/Elastomerlager

Bemessungsschnittgrößen (GZT)

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

Kräfte / Momente in kN / kNm

	H = N _{Ed} kN/m	A = V _{Ed} kN/m		ΣA _{st} cm ² /m
1	1.9	-22.7	Import Lk 1	0.04
2	29.1	157.7	Import Lk 2	8.36
3	23.8	135.2	Import Lk 3	7.16
4	8.5	61.2	Import Lk 4	3.23
5	25.1	107.3	Import Lk 5	5.78

neue Zeile anhängen

maßgeb. Lk anzeigen

Bemessungsparameter

Die Lasteinleitung erfolgt stets **direkt**.

Lastübertragung ☒ direkt ☐ indirekt (angehängte Last)

Die Bemessung erfolgt stets n. **EC 2-1-1 Kap. 6.5**.

Berechnungsverfahren EC 2-1-1, 6.5

Bei Anordnung einer Lagerplatte (s. Reg. 1, Abs. 3.1, S. 11) wird die Lagerpressung ausgewertet in Abhängigkeit davon, ob eine trockene Lagerfuge (Reibung) oder eine Gleitfuge vorliegt. Bei trockenen Lagerfugen ist immer eine Horizontallast anzusetzen.

Lagerpressung Lagerfuge ☒ trocken ☐ Gleit-/Elastomerlager

Die Beschreibung der Konsolbemessung befindet sich in Abs. 3.4, S. 29.

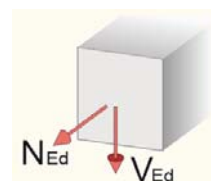
3.2.4

Bemessungsschnittgrößen (GZT)

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.

Da eine Konsole einem Gelenk bzw. gelenkigen Auflager in den Stabwerken entspricht, wird die Stabnormalkraft als Horizontalkraft und die Stabquerkraft als Vertikalkraft interpretiert.



	H = N _{Ed} kN	A = V _{Ed} kN		ΣA _{st} cm ²
1:	1.9	-22.7	Import Lk 1	0.04
2:	29.1	157.7	Import Lk 2	3.00

maßgeb. Lk

Ist die Online-Berechnung (**auto**) aktiviert, wird Summe der erforderlichen Zugbewehrung 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.

Für den **Ermüdungsnachweis** (nur Lastkonsole s.o.) steht eine separate Tabelle zur Verfügung, da sich das Lastniveau des Ermüdungsnachweises (GZG) zu dem der Konsolbemessung (GZT) unterscheidet.

	H = N _{Ed} kN	A = V _{Ed} kN	
1:	7.6	50.1	Import Lk 1
2:	14.4	86.2	Import Lk 2

Sind weniger als zwei Lastkombinationen angegeben, wird der Nachweis nicht geführt.

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. 3.5, S. 37.

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.

3.3

gewählte Bewehrung

Bewehr

Im dritten Register kann eine Bewehrung gewählt werden.

4H-EC2 - Bemessung [Position 48: Hilfe]

Material/Querschn Schnittgrößen **Bewehr**

☒ **Bewehrung wählen**
☒ Verankerungslängen/Biegerollendurchmesser berechnen
 Verbundbedingungen ☒ berechnen ☐ gut ☐ mäßig
 ▶ Verankerungslängen/Biegerollendurchmesser zurücksetzen

Betondeckung
 $c_{v,v}$ 3.5 cm \geq 3.5 cm
 $c_{v,h}$ 3.5 cm \geq 3.5 cm

Hauptzugbewehrung ☒ Schlaufen (2-schnittig)
 Lage n_s d_s mm
 1 14
 neu ▶

$\text{vorh } A_{s,h}$ 3.08 cm² \geq erf $A_{s,h}$ 2.74 cm²
 Verankerungslänge $l_{b,t}$ 44.5 cm \geq erf $l_{b,t}$ 44.5 cm
 Biegerollendurchmesser D_k 5.6 cm \geq erf D_k 5.6 cm

Schrägbewehrung ☐ Schlaufen (2-schnittig)
 2 14
 $\text{vorh } A_{s,s}$ 3.08 cm² \geq erf $A_{s,s}$ 2.26 cm²
Ankerplatte erforderlich!
 Verankerungslänge $l_{b,t}$ 30.0 cm \geq erf $l_{b,t}$ 30.0 cm
 Biegerollendurchmesser D_t 21.0 cm \geq erf D_t 21.0 cm

Spaltzugbewehrung Anzahl oder Schnittigkeit = 0: keine Bewehrung
 vertikal 3 Bügel 2 -schnittig, 8
 $\text{vorh } A_{s,b,v}$ 3.02 cm² \geq erf $A_{s,b,v}$ 0.00 cm²
 horizontal 2 Schlaufen 2 -schnittig, 8
 $\text{vorh } A_{s,b,h}$ 2.01 cm² \geq erf $A_{s,b,h}$ 1.37 cm²
 Verankerungslänge $l_{b,h}$ 19.5 cm \geq erf $l_{b,h}$ 19.5 cm

Aufhängebewehrung Anzahl oder Schnittigkeit = 0: keine Bewehrung
 2 Bügel 2 -schnittig, 10
 $\text{vorh } A_{s,v}$ 3.14 cm² \geq erf $A_{s,v}$ 2.18 cm²

erf. Achsabstände
 erf d_{tk} 4.80 cm \leq 6.0 cm
 erf e_1 6.80 cm \leq 8.0 cm mit dem Stababstand d_h 4.0 cm \geq 3.0 cm

Feldbewehrung Anzahl = 0: keine Bewehrung
 oben 2 12 $\text{vorh } A_{s,o}$ 2.26 cm²
 unten 4 20 $\text{vorh } A_{s,u}$ 12.57 cm²

Verankerung Anzahl oder Schnittigkeit = 0: keine Bewehrung
 vertikal 2 Bügel 2 -schnittig, 8
 $\text{vorh } A_{s,v1}$ 2.01 cm² \geq erf $A_{s,v1}$ 1.37 cm² bei max z_3 69.3 cm
 horizontal 2 Schlaufen 4 -schnittig, 8
 $\text{vorh } A_{s,h1}$ 4.02 cm² \geq erf $A_{s,h1}$ 2.74 cm²
Ankerplatte für Trägerzugbewehrung erforderlich!

3.3.1

Möglichkeiten der Bewehrungswahl

Anhand einer Auflagerkonsole in Variante 2 werden die Möglichkeiten der Bewehrungswahl erläutert.

Die Bemessung der Konsole liefert eine maximal erforderliche Bewehrung, die bei Online-Berechnung in Reg. 1, s. Abs. 3.1, S. 11, dargestellt ist (nicht erforderliche Bewehrung ist hier nicht aufgeführt).

erf $A_{s,h}$	2.74 cm ²	erf $A_{s,v}$	2.18 cm ²	erf $A_{s,s}$	2.26 cm ²
erf $A_{s,h1}$	2.74 cm ²	erf $A_{s,v1}$	1.37 cm ²	bei max z_3	69.3 cm
erf $A_{s,b,h}$	1.37 cm ²				

Die erforderliche Bewehrung ist durch eine vorhandene Bewehrung abzudecken. Auch wenn eine Bewehrung nicht erforderlich ist, kann konstruktiv eine Bewehrung vorgesehen werden.

☒ **Bewehrung wählen**
☒ Verankerungslängen/Biegerollendurchmesser berechnen
 Verbundbedingungen ☒ berechnen ☐ gut ☐ mäßig
 ▶ Verankerungslängen/Biegerollendurchmesser zurücksetzen

Betondeckung
 $c_{v,v}$ 3.5 cm \geq 3.5 cm
 $c_{v,h}$ 3.5 cm \geq 3.5 cm

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



Dazu ist festzulegen, ob die Verbundbedingungen entweder in Abhängigkeit des Abstands zum Betonierstrand **berechnet**, stets als **gut** (z.B. bei liegender Fertigung) oder **mäßig** angenommen werden sollen. Die Zahlenwerte können manuell verändert, jedoch über die Option **zurücksetzen** auf den Rechenwert gesetzt werden.

Für die Berechnung der Abstände ist zunächst die **Betondeckung** / das **Verlegemaß** zu wählen. Aus konstruktiven Gründen (z.B. zur Berechnung des Biegerollendurchmessers bei Schlaufen) kann es sinnvoll sein, vertikal und horizontal unterschiedliche Betondeckungen vorzusehen.

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

3.3.1.1

Hauptzugbewehrung

Hauptzugbewehrung <input checked="" type="checkbox"/> Schlaufen (2-schnittig)		Hauptzugbewehrung <input type="checkbox"/> Schlaufen (2-schnittig)	
n_s	d_s mm	n_s	d_s mm
1:  1	14	1:  2	14
vorh $A_{s,h}$ 3.08 cm ² ≥ erf $A_{s,h}$ 2.74 cm ²		vorh $A_{s,h}$ 3.08 cm ² ≥ erf $A_{s,h}$ 2.74 cm ²	
Ankerplatte erforderlich !			
Verankerungslänge	$l_{b,t}$ 44.5 cm ≥ erf $l_{b,t}$ 44.5 cm	Verankerungslänge	$l_{b,t}$ 44.5 cm ≥ erf $l_{b,t}$ 44.5 cm
Biegerollendurchmesser	D_k 5.6 cm ≥ erf D_k 5.6 cm	Biegerollendurchmesser	D_k 5.6 cm ≥ erf D_k 5.6 cm

Mit **Hauptzugbewehrung** wird die Bewehrung in der Konsole oberhalb der Ankerplatte bezeichnet. Sie kann als 2-schnittige Schlaufe oder als Bewehrungsstab eingegeben werden. Mit der Anzahl der Schlaufen/Stäbe n_s und dem Durchmesser d_s ist sie lagenweise in die Tabelle einzugeben. Es können bis zu zehn Lagen angeordnet werden.



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

Bei Anordnung von Bewehrungsstäben (anstelle von Schlaufen) wird bei Online-Berechnung und Berechnung der Verankerungslängen die vorhandene mit der erforderlichen Verankerungslänge verglichen. Ist sie nicht ausreichend, erfolgt die Meldung (auch grafisch), dass der Stab mittels einer Ankerplatte o.Ä. verankert werden muss.

Es werden die erforderliche Verankerungslänge im Träger (hier: wirksam ab e_1+z_3) sowie bei Schlaufen der minimale Biegerollendurchmesser in der Konsole angegeben. Sie können manuell angepasst werden.

3.3.1.2

Schrägbewehrung

Schrägbewehrung <input checked="" type="checkbox"/> Schlaufen (2-schnittig)		Schrägbewehrung <input type="checkbox"/> Schlaufen (2-schnittig)	
n_s	d_s mm	n_s	d_s mm
1:  1	14	1:  2	14
vorh $A_{s,s}$ 3.08 cm ² ≥ erf $A_{s,s}$ 2.26 cm ²		vorh $A_{s,s}$ 3.08 cm ² ≥ erf $A_{s,s}$ 2.26 cm ²	
Ankerplatte erforderlich !			
Verankerungslänge	$l_{b,t}$ 30.0 cm ≥ erf $l_{b,t}$ 30.0 cm	Verankerungslänge	$l_{b,t}$ 30.0 cm ≥ erf $l_{b,t}$ 30.0 cm
Biegerollendurchmesser	D_k 6.0 cm ≥ erf D_k 6.0 cm	Biegerollendurchmesser	D_k 6.0 cm ≥ erf D_k 6.0 cm
	D_t 21.0 cm ≥ erf D_t 21.0 cm		D_t 21.0 cm ≥ erf D_t 21.0 cm

Die **Schrägbewehrung** deckt die schräge Zugstrebe ab. Sie kann als 2-schnittige Schlaufe oder als Bewehrungsstab eingegeben werden.

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

Bei Anordnung von Bewehrungsstäben (anstelle von Schlaufen) wird bei Online-Berechnung und Berechnung der Verankerungslängen die vorhandene mit der erforderlichen Verankerungslänge verglichen. Ist sie nicht ausreichend, erfolgt die Meldung (auch grafisch), dass der Stab mittels einer Ankerplatte o.Ä. verankert werden muss.

Es werden die erforderliche Verankerungslänge im Träger (hier: wirksam ab Abbiegung Träger) sowie die minimalen Biegerollendurchmesser im Träger sowie bei Schlaufen in der Konsole angegeben. Sie können manuell angepasst werden.

3.3.1.3

Spaltzugbewehrung

Spaltzugbewehrung Anzahl oder Schnittigkeit = 0: keine Bewehrung

vertikal Bügel -schnittig, \varnothing
 $\text{vorh } A_{s,b,v}$ $\text{cm}^2 \geq \text{erf } A_{s,b,v}$ cm^2

horizontal Schlaufen -schnittig, \varnothing
 $\text{vorh } A_{s,b,h}$ $\text{cm}^2 \geq \text{erf } A_{s,b,h}$ cm^2

Verankerungslänge $l_{b,h}$ $\text{cm} \geq \text{erf } l_{b,b}$ cm

Die **Spaltzugbewehrung** befindet sich im Bereich der Konsole. Eine vertikale Spaltzugbewehrung wird als Bügel ausgeführt werden, horizontal sind Schlaufen anzuordnen. Die Anzahl bezeichnet die vertikal oder horizontal nebeneinander liegenden Bewehrungselemente.

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

Es wird die erforderliche Verankerungslänge der horizontalen Spaltzugbewehrung angegeben. Sie kann manuell angepasst werden.

3.3.1.4

Aufhängebewehrung

Aufhängebewehrung Anzahl oder Schnittigkeit = 0: keine Bewehrung

Bügel -schnittig, \varnothing
 $\text{vorh } A_{s,v}$ $\text{cm}^2 \geq \text{erf } A_{s,v}$ cm^2

Verankerung Anzahl oder Schnittigkeit = 0: keine Bewehrung

vertikal Bügel -schnittig, \varnothing
 $\text{vorh } A_{s,v1}$ $\text{cm}^2 \geq \text{erf } A_{s,v1}$ cm^2
bei max z_3 cm

horizontal Schlaufen -schnittig, \varnothing
 $\text{vorh } A_{s,h1}$ $\text{cm}^2 \geq \text{erf } A_{s,b,h1}$ cm^2
Ankerplatte für Trägerzugbewehrung erforderlich !

Die **Aufhängebewehrung und Bewehrungsverankerung** befinden sich im Träger. Auch hier wird die vertikale Bewehrung als Bügel und die horizontale Bewehrung als Schlaufe ausgebildet. Die vertikale Verankerung ist bei max z_3 anzuordnen.



Es ist zu beachten, dass die Aufhängebügel möglichst dicht am Trägerrand liegen, daher sollte ihr Abstand nicht zu groß gewählt werden!

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

Bei der Online-Berechnung wird die vorhandene mit der erforderlichen Übergreifungslänge der horizontalen Verankerungsbewehrung mit der Feldbewehrung verglichen. Sie bezieht sich auf den Abstand $e_{1-c_{v,h}}$. Ist sie nicht ausreichend, erfolgt die Meldung (auch grafisch), dass der Stab mittels einer Ankerplatte o.Ä. verankert werden muss.

3.3.1.5

Feldbewehrung

Feldbewehrung Anzahl = 0: keine Bewehrung

oben \varnothing
 $\text{vorh } A_{s,o}$ cm^2

unten \varnothing
 $\text{vorh } A_{s,u}$ cm^2

Zur Info und Berechnung der horizontalen Bewehrungsverankerung ist die **Feldbewehrung** im Träger anzugeben. Da sie kein Ergebnis der Konsolberechnung darstellt, wird sie in der Grafik in Pastell angedeutet.

3.3.1.6

Achsabstände

Mit den eingegebenen Werten werden die erforderlichen (minimalen) **Achsabstände** berechnet. Der erforderliche Abstand wird mit dem Eingabewert (s. Reg. 1, Achsabstände, Abs. 3.1, S. 11) verglichen. Ein Fehler wird gekennzeichnet.

erf. Achsabstände					
erf d_{1k}	4.20	cm	≤	6.0	cm
erf e_1	6.80	cm	≤	8.0	cm
mit dem Stababstand d_h					
	4.0	cm	≥	3.0	cm

Sind bei der Hauptzugbewehrung mehr als eine Bewehrungslage oder bei der Aufhängebewehrung mehr als ein Bügel angegeben, werden die minimalen Stababstände (vertikal d_v bzw. horizontal d_h) ermittelt. Sie werden zur Info am Bildschirm angegeben.

Es kann ein fixer Stababstand eingegeben werden, mit dem der Achsabstand berechnet wird. Ist der Eingabewert = 0, wird der Mindestabstand verwendet.

3.3.1.7

Druckliste

Berechnung der erforderlichen Verankerungslängen: Verbundbedingungen berechnen	
Nachweis der Bewehrung	
Betondeckung (Verlegemaß) $c_{v,v} = 3.5$ cm	> $c_{nom,v} = 3.50$ cm ok
Betondeckung (Verlegemaß) $c_{v,h} = 3.5$ cm	> $c_{nom,h} = 3.50$ cm ok
Feldbewehrung oben	Stabstahl, 2Ø12, vorh $A_{so} = 2.26$ cm ²
Feldbewehrung unten	Stabstahl, 4Ø20, vorh $A_{su} = 12.57$ cm ²
Hauptzugbewehrung (Schlaufen, 2-schn.)	Verankerungslänge: erf $l_v = 21.4$ cm > vorh $l_v = 5.8$ cm ⇒ Verankerung $A_{s,h1}$ erf. !!
	1 Ø14, $D_{min,k} = 5.6$ cm, vorh $A_{s,h} = 3.08$ cm ² > erf $A_{s,h} = 2.74$ cm ² ok
	Biegerollendurchmesser: Konsole gew $D = 5.6$ cm = erf $D = 5.6$ cm ok
Schrägbewehrung (Stabstahl)	Verankerungslängen: Konsole erf $l_v = 29.7$ cm > vorh $l_v = 17.5$ cm nicht ok !!
	Träger gew $l_v = 44.5$ cm = erf $l_v = 44.5$ cm ok
	2 Ø14, vorh $A_{s,s} = 3.08$ cm ² > erf $A_{s,s} = 2.26$ cm ² ok
Spaltzugbewehrung	Biegerollendurchmesser: Träger gew $D = 21.0$ cm = erf $D = 21.0$ cm ok
	Verankerungslängen: Konsole erf $l_v = 25.7$ cm > vorh $l_v = 22.9$ cm ⇒ Ankerplatte erf. !
	Träger gew $l_v = 30.0$ cm = erf $l_v = 30.0$ cm ok
Spaltzugbewehrung	horizontal 2 Ø8 (Schlaufen, 2-schn.), vorh $A_{sb,h} = 2.01$ cm ² > erf $A_{sb,h} = 1.37$ cm ² ok
	Verankerungslänge: gew $l_v = 19.5$ cm = erf $l_v = 19.5$ cm ok
	vertikal 3 Ø8 (Bügel, 2-schn.), vorh $A_{sb,v} = 3.02$ cm ²
Vertikalbewehrung	2Ø10 (Bügel, 2-schn.), vorh $A_{s,v} = 3.14$ cm ² > erf $A_{s,v} = 2.18$ cm ² ok
	Verankerung horiz. 2 Ø8 (Schlaufen, 4-schn.), vorh $A_{s,h1} = 4.02$ cm ² > erf $A_{s,h1} = 2.74$ cm ² ok
	Verankerungslänge: erf $l_v = 9.7$ cm > vorh $l_v = 5.8$ cm
Verankerung vertikal	2 Ø8 (Bügel, 2-schn.), vorh $A_{sb,v1} = 2.01$ cm ² > erf $A_{sb,v1} = 1.37$ cm ² ok
Achsabstand	vorh $d_{1k} = 5.00$ cm < $cl_c d_{1k} = 6.0$ cm ok
Achsabstand	vorh $e_1 = 6.80$ cm < $cl_c e_1 = 8.0$ cm ok
Achsabstand	mit Stababstand $d_h = 4.00$ cm > min $d_h = 3.0$ cm ok
Achsabstand	vorh $d_{1s} = 5.20$ cm (Verankerung der Schrägbewehrung im Träger)

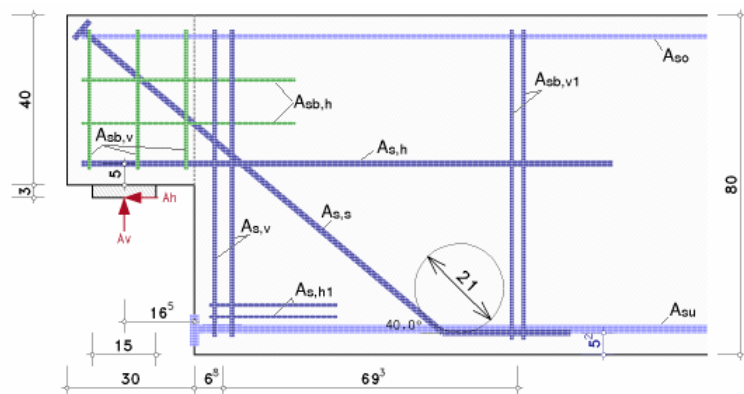
In der Druckliste werden die gewählten Werte dokumentiert und mit den Berechnungswerten verglichen. Fehler werden gekennzeichnet.

Ist die Verankerungslänge nicht ausreichend, wird bei Stabstahl eine Ankerplatte zur Verankerung der Zugkraft angeordnet. Schlaufen können nicht mit Ankerplatten verankert werden.

Sonderfall: Ist die Verankerungslänge der horizontalen Verankerungsschlaufen $A_{s,h1}$ nicht ausreichend, muss die Feldzugbewehrung mit Ankerkörpern verankert werden. Die horizontale Verankerung kann dann entfallen.



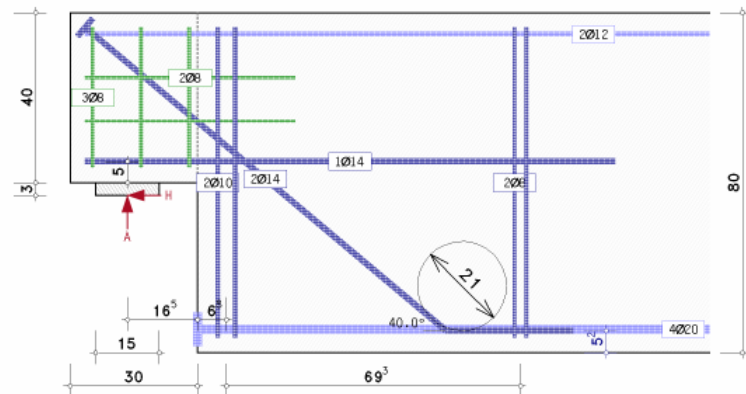
Ankerplatten sind gesondert zu bemessen!



Abschließend erfolgt eine maßstäbliche Darstellung der bewehrten Konsole (**Maßstab** der Grafik, s. Ausdrucksteuerung Abs. 3.6, S. 39) sowohl in der Druckliste als auch als Bewehrungsplan.

Die Systemabmessungen sowie die vorhandenen Achsabstände und Mindestbiegerollendurchmesser der Bewehrung sind angegeben.

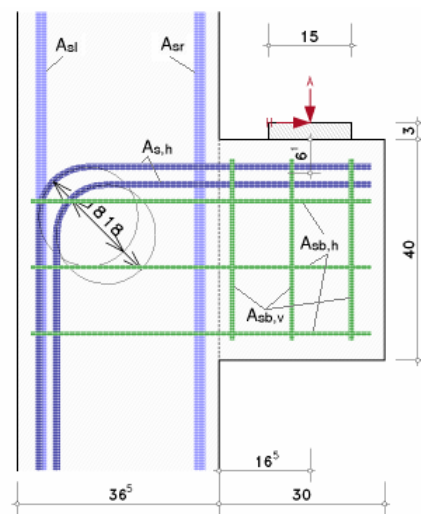
Sind Ankerplatten erforderlich, werden sie in der Grafik angedeutet.



Bei Aktivierung der **zusätzlichen Informationen** (s. Ausdrucksteuerung) werden die Stabdurchmesser in die Bewehrungszeichnung eingefügt.

3.3.1.8

Beispiel einer Lastkonsole (direkte Lastübertragung)

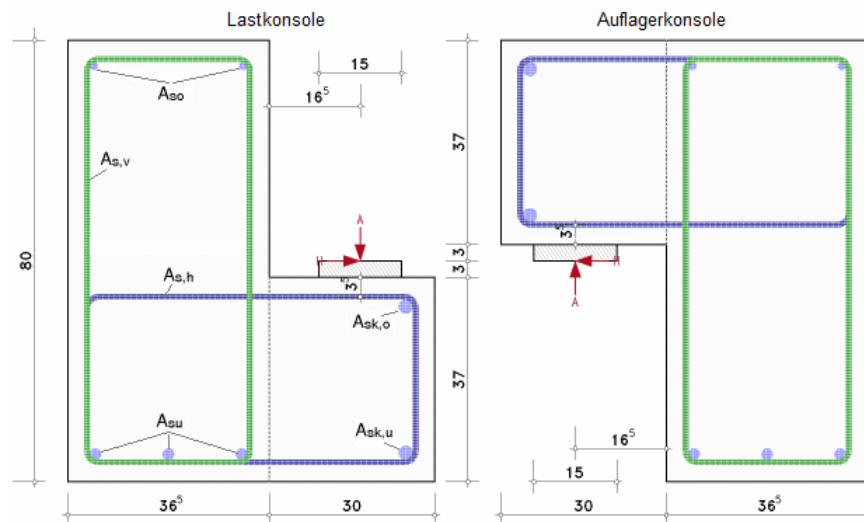


Lastkonsolen werden häufig an Fertigteilstützen angebracht, die Verbundbedingungen können deshalb unabhängig vom Abstand zum Betonierand als gut eingestuft werden.

Es werden zwei Schlaufen ineinander liegend in der ersten Lage angeordnet und eine Schlaufe in der zweiten Lage. Deren Verankerungslänge in der Konsole ist u.A. abhängig vom Abstand zum Betonrand senkrecht zur Schlaufe. Daher kann es vorteilhaft sein, wenn dieser größer (als 3 x Stabdurchmesser) gewählt wird.

3.3.1.9

Beispiel einer Trägerkonsole



Träger- und Konsollängsbewehrung sind lediglich informativ.

Bemessen werden die Hauptzug- und die Aufhängebewehrung, die als Bügel zusätzlich zur Schubbewehrung aus der Trägerbemessung einzulegen sind.



Bei einseitigen Trägerkonsolen ist die Torsionsbeanspruchung im Träger auf Grund der exzentrischen Lasteinleitung zu beachten!

3.3.2

Biegerollendurchmesser, Verankerungslängen, Übergreifungslängen

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

3.3.2.1

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
$\phi \leq 16 \text{ mm}$	4ϕ
$\phi > 16 \text{ mm}$	7ϕ

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

Mindestwerte der Biegerollendurchmesser für Haken, Winkelhaken, Schlaufen, Bügel		Mindestwerte der Biegerollendurchmesser 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 $\leq 3 \phi$
4ϕ	7ϕ	10ϕ	15ϕ	20ϕ

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

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

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

α_b für einen bestimmten Stab (Stabbündel) der halbe Schwerpunktabstand zwischen den Stäben (Stabbündeln) senkrecht zur Biegungsebene. Für einen Stab (Stabbündel) in der Nähe der Oberfläche eines Bauteils ist i.d.R. α_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!

3.3.2.2

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

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

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

σ_{sd} vorh. Stahlspannung des Stabes im GZT am Beginn der Verankerungslänge

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

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

η_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

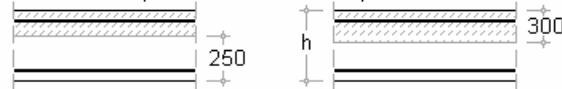
"gute" Verbundbedingungen für alle Stäbe

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



unschrägter Bereich - "gute" Verbundbedingungen
schrägter Bereich - "mäßige" Verbundbedingungen

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



η_2 Beiwert zur Berücksichtigung des Stabdurchmessers

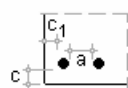
$\eta_2 = 1.0$ für $\phi \leq 32$ mm

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

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

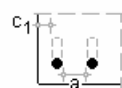
Einflussfaktor	Verankerungsart	Bewehrungsstab unter Zug
Stabform	gerade	$\alpha_1 = 1.0$
	gebogen	$\alpha_1 = 0.7$ für $c_d > 3\phi$ andernfalls $\alpha_1 = 1.0$
Betondeckung	gerade	$\alpha_2 = 1 - 0.15 \cdot (c_d - \phi) / \phi$ ≥ 0.7 ... und ... ≤ 1.0
	gebogen	$\alpha_2 = 1 - 0.15 \cdot (c_d - 3\phi)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

... mit ...



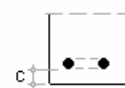
gerade Stäbe

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



(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

3.3.2.3

Übergreifungslänge n EC 2-1-1, 8.7.3

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

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

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 α_6 wird Tab. 8.3DE entnommen (Sonderregeln werden hier nicht berücksichtigt)

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

Minimale Verankerungs-, Übergreifungslängen und Biegerollendurchmesser

Verankerungslänge der Hauptzugbewehrung in der Konsole

Abminderungsbeiwert (Schlaufen) für $\min c = c_{v,v} + \varnothing_{ab,v} = 4.1 \text{ cm}$, $D = 5.6 \text{ cm}$: $\alpha_i = \alpha_1 = 1.00$
mit $\min c < 3 \cdot \varnothing_{s,h} = 4.2 \text{ cm}$

Verbundbereich gut

Bemesungswert der Verbundfestigkeit für $f_{ck} = 30.0 \text{ N/mm}^2$, $\varnothing_s = 14.0 \text{ mm}$: $f_{bd} = 3.04 \text{ N/mm}^2$ Grundwert der Verankerungslänge für $f_{yd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$: $l_{b,rqd} = 0.25 \cdot \varnothing_s \cdot f_{yd} / f_{bd} = 50.04 \text{ cm}$ Mindestverankerungslänge für $\alpha_i = 1.00$: $l_{b,min} = \min(0.3 \cdot \alpha_i \cdot l_{b,rqd}, 7 \cdot \varnothing_s) = 15.01 \text{ cm}$ Bemessungswert der Verankerungslänge für $\alpha_i = 1.00$, $A_{s,erf} = 2.74 \text{ cm}^2$, $A_{s,vorh} = 3.08 \text{ cm}^2$: $l_b = A_{s,erf} / A_{s,vorh} \cdot \alpha_i \cdot l_{b,rqd} = 44.47 \text{ cm}$ direkte Lagerung: $l_b \cdot \alpha_6 = l_b \cdot 2/3 = 29.65 \text{ cm}$

Übergreifungslänge der Schrägbewehrung im Träger

Abminderungsbeiwert für $\rho_1 = \text{erf } A_{s,s} / \text{vorh } A_{s,u} = 0.245$, $\varnothing_{s,s} = 14 \text{ mm}$, $\varnothing_{s,u} = 20 \text{ mm}$: $\alpha_1 \cdot \alpha_6 = 1.35$, $\alpha_1 = 1$, $\alpha_6 = 1.35$

Verbundbereich gut

Bemesungswert der Verbundfestigkeit für $f_{ck} = 30.0 \text{ N/mm}^2$, $\varnothing_s = 20.0 \text{ mm}$: $f_{bd} = 3.04 \text{ N/mm}^2$ Grundwert der Verankerungslänge für $f_{yd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$: $l_{b,rqd} = 0.25 \cdot \varnothing_s \cdot f_{yd} / f_{bd} = 71.48 \text{ cm}$ Mindestverankerungslänge für $\alpha_i = 1.35$: $l_{b,min} = \min(0.3 \cdot \alpha_i \cdot l_{b,rqd}, 15 \cdot \varnothing_s, 20 \text{ cm}) = 30.00 \text{ cm}$ Bemessungswert der Verankerungslänge für $\alpha_i = 1.35$, $A_{s,erf} = 2.26 \text{ cm}^2$, $A_{s,vorh} = 12.57 \text{ cm}^2$: $l_b = A_{s,erf} / A_{s,vorh} \cdot \alpha_i \cdot l_{b,rqd} = 17.34 \text{ cm}$

Biegerollendurchmesser der Schrägbewehrung im Träger

Biegerollendurchmesser für Stäbe: $D = 15 \cdot \varnothing_s = 21.0 \text{ cm}$ für $\min c = 63.0 \text{ mm} > 50 \text{ mm}$ und $> 3 \cdot \varnothing_s = 42 \text{ mm}$

Bei Aktivierung der **Zwischenergebnisse** (s. Ausdrucksteuerung) werden die Rechenwege zur Berechnung der erforderlichen Verankerungs-, Übergreifungslängen und Biegerollendurchmesser dokumentiert.

Verankerungslänge der Hauptzugbewehrung in der Konsole

vorh. Verankerungslänge ab Lagerplattenrand: $\text{vorh } l_v = l_k \cdot \Delta a + l_p / 2 - c_{v,h} = 17.5 \text{ cm}$

Verankerungslänge der Schrägbewehrung in der Konsole

vorh. Verankerungslänge ab Lagerplattenrand: $\text{vorh } l_v = (l_k \cdot \Delta a + l_p / 2 - c_{v,h}) / \cos(\alpha) = 22.9 \text{ cm}$

Verankerungslänge der Feldbewehrung im Träger unten

vorh. Verankerungslänge ab e: $\text{vorh } l_v = e_1 - c_{v,h} = 3.3 \text{ cm}$

Verankerungslänge der Verankerungsbewehrung zum Konsolrand

vorh. Verankerungslänge zum Konsolrand: $\text{vorh } l_v = e_1 - c_{v,h} + ((n_s, v - 1) \cdot d_v + \varnothing_{s,v}) / 2 = 5.8 \text{ cm}$

Ergänzend werden die kritischen vorhandenen Verankerungslängen (z.B. in der Konsole) angegeben.

3.4 Durchführung der Konsolbemessung

Mit dem Programm *EC2KB*, Bemessung von Konsolen, können

- Lastkonsolen (Anschluss an eine Stütze), s. Abs. 3.4.1, S. 29
- Auflagerkonsolen (Anschluss an einen Träger), s. Abs. 3.4.2, S. 32
- einseitige Trägerkonsolen (Konsolband an einem Balken), s. Abs. 3.4.3, S. 36

mit vier Verfahren

- Heft 600, DAfStb
- EC 2-1-1, Kap. 6.5
- Leonhardt (historisch, n. DIN 1045 '88)
- Heft 399, DAfStb (historisch, n. DIN 1045 '88)

bemessen werden.

Als Konsolen werden kurze Kragarme bezeichnet, für die die Balkentheorie nicht gilt. Daher werden hier nur Konsolen mit dem Verhältnis $\Delta a / h_k \leq 1$ betrachtet.

Da eine Scheibentragwirkung vorliegt, werden Konsolen mit einfachen Stabwerksmodellen berechnet, die sich je nach Typ und Länge der Konsole unterscheiden.

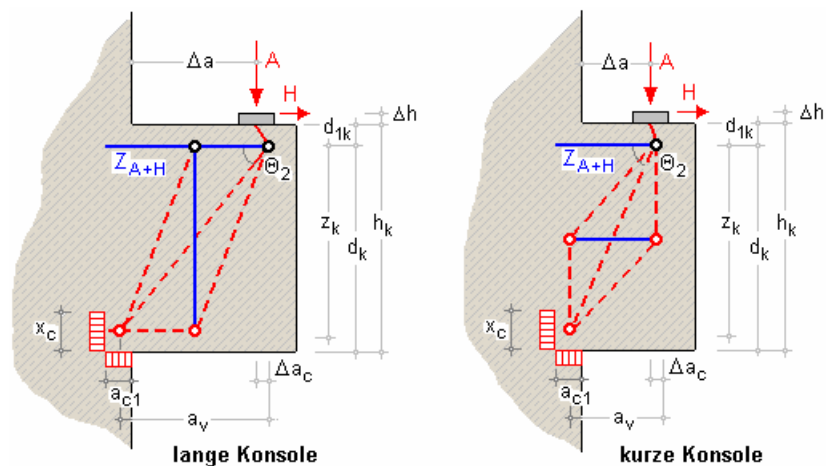
3.4.1 Lastkonsole

Lastkonsolen sind exzentrische Auflager für Träger o.Ä., die häufig an Fertigteilstützen angebracht sind. Die Lasten werden von oben meist über eine Lagerplatte in die Konsole eingeleitet (direkte Lasteinleitung) oder unten an die Konsole angehängt (indirekte Lasteinleitung).

Es werden nur vertikale Druckkräfte A und bei direkter Lasteinleitung auch horizontale Kräfte H , die das Exzentrizitätsmoment vergrößern, bei der Bemessung berücksichtigt.

3.4.1.1 direkte Lasteinleitung

Ist eine Lagerplatte mit trockener Fuge vorhanden, ist eine Horizontalkraft mit mindestens 20% der Vertikalkraft anzusetzen.



Bei der direkten Lasteinleitung entsteht unterhalb der Lasteinleitung aus der vertikalen Kraft A eine horizontale Zugkraft, die zusätzlich zu der Horizontalkraft H von der Zugbewehrung aufgenommen werden muss. Die Druckstrebe wird für die vertikale Kraft A bemessen.

Je nach Länge der Konsole entstehen horizontale oder vertikale Spaltzugkräfte, die mit Bügeln abzudecken sind.

3.4.1.1.1 Verfahren n. Heft 600, DAfStb

Das Verfahren im Heft 600, DAfStb, basiert auf den Angaben in Heft 525, DAfStb, zur Bemessung einer Konsole.

Im Folgenden gilt $F_{Ed} = A$ und $H_{Ed} = H$ und $V_{Ed} = A$.

Voraussetzung

$$0.3 \leq \Delta a / h_k \leq 1$$

kurze Konsole $\Delta a / h_k \leq 0.5$

lange Konsole $\Delta a / h_k > 0.5$

Hauptzugbewehrung

$$Z_{Ed} = F_{Ed} \cdot \Delta a / z_0 + H_{Ed} \cdot \frac{(\Delta h + d_{1k}) + z_0}{z_0} \Rightarrow A_{s,h} \quad \text{mit} \dots$$
$$\Delta a / z_0 \geq 0.4 \quad \text{und} \dots \quad z_0 = d_k \cdot (1 - 0.4 \cdot V_{Ed} / V_{Rd,max})$$

Querkraft

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b \cdot z_Q \cdot f_{cd} \quad \text{mit} \dots$$

$$v = (0.7 - f_{ck} / 200) \geq 0.5 \quad \text{und} \dots \quad f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c \quad \text{und} \dots \quad z_Q = 0.9 \cdot d_k$$

Spaltzugbewehrung

$$\Delta a / h_k \leq 0.5 \quad \text{und} \dots \quad V_{Ed} > 0.3 \cdot V_{Rd,max} \Rightarrow \text{horizontale Bügel mit } A_{sb,h} = 0.5 \cdot A_{s,h}$$

$$\Delta a / h_k > 0.5 \quad \text{und} \dots \quad V_{Ed} \geq V_{Rd,c} \Rightarrow \text{vertikale Bügel mit } A_{sb,v} = 0.7 \cdot V_{Ed} / f_{yd}$$

... mit $V_{Rd,c}$ n. EC 2-1-1, Kap. 6.2.2

Lagerpressung

$$\sigma = A / (l_1 \cdot b_1) \leq 0.4 \cdot f_{cd} \quad \text{n. EC 2-1-1, 9.5.2(2) für trockene Lagerfugen}$$

$$\sigma = A / (l_1 \cdot b_1) \leq 0.85 \cdot f_{cd} \quad \text{für alle anderen Fälle}$$

3.4.1.1.2

Verfahren n. EC 2-1-1, Kap. 6.5

Das Verfahren n. EC 2-1-1, Kap. 6.5, wird im Unterschied zu dem Verfahren n. Heft 600, DAfStb, vollständig über Zug- und Druckstreben formuliert.

Im Folgenden gilt $F_{Ed} = A$ und $H_{Ed} = H$.

Voraussetzung

$$0.3 \leq \Delta a / h_k \leq 1$$

kurze Konsole $\Delta a / h_k \leq 0.5$

lange Konsole $\Delta a / h_k > 0.5$

Bestimmung der Knotenabmessungen

$$x_c = d_k - \sqrt{d_k^2 - 2 \cdot a_v \cdot a_{c1}} \quad \text{mit} \dots \quad a_{c1} = \frac{F_{Ed}}{b \cdot \sigma_{Rd,max}} \quad \text{und} \dots \quad a_v = \Delta a + a_{c1} / 2 + \Delta a_c \quad \text{und} \dots \quad \Delta a_c = H_{Ed} / F_{Ed} \cdot (\Delta h + d_{k1})$$

$$\dots \text{ und } \dots \quad 0.65 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{Rd,max} = (0.55 + 0.4 \cdot a_c / h_k) \cdot f_{cd} \leq 0.95 \cdot f_{cd} \quad (\text{s. Heft 599, DAfStb})$$

$$\text{Kontrolle } \dots \quad x = \begin{cases} x_c / 0.8 & \text{für } \dots \quad f_{ck} \leq 50 \text{ N/mm}^2 \\ x_c / (1 - f_{ck} / 250) & \text{für } \dots \quad f_{ck} > 50 \text{ N/mm}^2 \end{cases} \leq 0.4 \cdot d_k$$

Hauptzugbewehrung

$$Z_{Ed} = F_{Ed} \cdot a_v / z_k + H_{Ed} \Rightarrow A_{s,h} \quad \text{mit} \dots \quad z_k = d_k - x_c / 2$$

Spaltzugbewehrung (s. Fingerloos/Stenzel Bk '07, T.2)

$$\Delta a / h_k \leq 0.5 \quad \text{horizontale Bügel mit } A_{sb,h} = 0.3 \cdot A_{s,h}$$

$$\Delta a / h_k \leq 1.0 \quad \text{horizontale Bügel mit } A_{sb,h} = (1 - \beta) \cdot 0.3 \cdot A_{s,h} \text{ und vertikale Bügel mit } A_{sb,v} = \beta \cdot F_{Ed} / f_{yd}$$

$$\Delta a / h_k \leq 1.5 \quad \text{vertikale Bügel mit } A_{sb,v} = \beta \cdot F_{Ed} / f_{yd}$$

$$\dots \text{ mit } \dots \quad \beta = 2 \cdot \Delta a / h_k - 1 \leq 1$$

Lagerpressung s. Heft 600, DAfStb.

3.4.1.1.3

Verfahren n. Leonhardt

Im Folgenden beziehen sich die Bezeichnungen auf DIN 1045 '88, d.h.

Konsolhöhe $d_k = h_k$ und Achsabstand $d' = d_{1k}$ und statische Höhe $h_k = d_k$ und Bemessungsfestigkeit $\beta_R = f_{cd}$.

Voraussetzung

$$0.5 \leq \Delta a / h_k \leq 1$$

Annahme

$$z_k = 0.8 \cdot h_k$$

Hauptzugbewehrung

$$Z_{A+H} = A \cdot \Delta a / z_k + H \cdot \left(1 + \frac{\Delta h + d'}{z_k}\right) \Rightarrow A_{s,h}$$

Betondruckstrebe

$$\min b = D_u / (c \cdot \sigma_{cd}) \quad \dots \text{ mit } \dots D_u = \frac{A \cdot \Delta a + H \cdot (\Delta h + d')}{x} \quad \dots \text{ und } \dots x = \frac{\Delta a \cdot z_k}{\sqrt{\Delta a^2 + z_k^2}} \leq z_k \quad \dots \text{ und } \dots c = 0.3 \cdot h_k \quad \dots \text{ und } \dots \sigma_{cd} = 0.95 \cdot \beta_R$$

Spaltzugbewehrung konstruktiv

Lagerpressung

$$\sigma = A / (l_1 \cdot b_1) \leq 0.8 \cdot \beta_R$$

3.4.1.1.4

Verfahren n. Heft 399, DAfStb

Im Folgenden beziehen sich die Bezeichnungen auf DIN 1045 '88, d.h.

Konsolhöhe $d_k = h_k$ und Achsabstand $d' = d_{1k}$ und statische Höhe $h_k = d_k$ und Bemessungsfestigkeit $\beta_R = f_{cd}$.

Da das Verfahren nur für alte Betongüten gilt (s. Querkraftbemessung), werden neue oder frei definierte Betongüten entsprechend umgerechnet.

Voraussetzung

$$0.3 \leq \Delta a / h_k \leq 1$$

kurze Konsole $\Delta a / h_k \leq 0.5$

lange Konsole $\Delta a / h_k > 0.5$

Querkraft

kurze Konsole ... $z_Q = \Delta a / 0.6$ (s. Grasser, Bk '85, T.1) ... bzw. lange Konsole ... $z_Q = 0.9 \cdot h_k$

$$\tau_0 = \frac{A}{b \cdot z_Q} \leq \tau_{zul} = \tau_{03}$$

Annahme

$$z_k = h \cdot (1 - 0.4 \cdot \tau_0 / \tau_{zul}) \leq 2.5 \cdot \Delta a$$

Hauptzugbewehrung s. Leonhardt

Spaltzugbewehrung

$\Delta a / h_k < 0.5$... und ... $\tau_0 > \tau_{012} \Rightarrow$ horizontale Bügel mit $A_{sb,h} = 0.5 \cdot A_{s,h}$

$\Delta a / h_k \geq 0.5$... und ... $\tau_0 > \tau_{011} \Rightarrow$ vertikale Bügel mit $A_{sb,v}$ für $Z_{b,v} = 0.7 \cdot A$

Lagerpressung s. Leonhardt

3.4.1.2

indirekte Lasteinleitung

Bei der indirekten Lasteinleitung wird ein Teil der Last (vert·A) über eine Aufhängebewehrung zum oberen Rand geführt und dann wie bei der direkten Lasteinleitung behandelt.

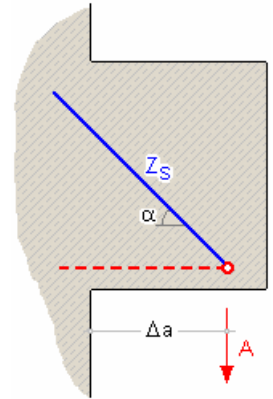
Der andere Teil der Last ((1-vert)·A) wird durch Schrägbewehrung rückwärtig verankert.

Aufhängebewehrung

$$Z_V = \text{vert} \cdot A \Rightarrow A_{s,v}$$

Schrägbewehrung

$$Z_S = (1 - \text{vert}) \cdot A / \sin \alpha \quad \dots \text{ mit } \dots \sin \alpha = \sqrt{(\Delta a / z_k)^2 + 1.0} \Rightarrow A_{s,s}$$



3.4.2

Auflagerkonsole

Auflagerkonsolen sind ausgeklinkte Trägerenden, die häufig im Fertigteilbau zur Weitergabe der Lasten von Trägern an Stützen o.Ä. dienen.

Der innere Kraftfluss und damit das Rissbild ist einerseits vom Verhältnis h_k/h und andererseits von der Bewehrungsführung abhängig. Je kleiner h_k/h ist, umso mehr muss die im Träger ankommende Querkraft $V = A$ in die "Nase" hochgehängt werden.

Das Aufhängen kann mit lotrechten Bügeln und der zugehörigen Kraft Z_V (Variante 1) oder mit Schrägbewehrung - Kraft Z_S (Var. 2) – geschehen.

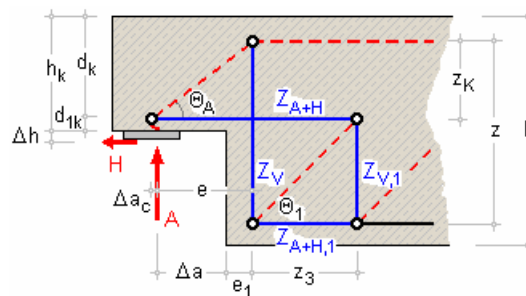
Es werden nur vertikale Druckkräfte A und horizontale Kräfte H , die das Exzentrizitätsmoment vergrößern, bei der Bemessung berücksichtigt.

Ist eine Lagerplatte mit trockener Fuge vorhanden, ist eine Horizontalkraft mit mindestens 20% der Vertikalkraft anzusetzen.

3.4.2.1

Variante 1

Der Kraftfluss entspricht folgendem Fachwerkmodell



3.4.2.1.1

Verfahren n. Heft 600, DAfStb

Im Folgenden gilt $F_{Ed} = A$, $H_{Ed} = H$, $V_{Ed} = A$.

Voraussetzung

$$0.3 \leq \Delta a / d_k \leq 1$$

Hauptzugbewehrung

$$Z_{Ed} = F_{Ed} \cdot e / z_k + H_{Ed} \cdot \frac{(\Delta h + d_{1k}) + z_k}{z_k} \Rightarrow A_{s,h} \quad \dots \text{ mit } \dots$$

$$e = \Delta a + e_1 \quad \dots \text{ und } \dots e / z_k \geq 0.4 \quad \dots \text{ und } \dots z_k = d_k \cdot (1 - 0.4 \cdot V_{Ed} / V_{Rd,max})$$

Querkraft

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b \cdot z_Q \cdot f_{cd} \quad \dots \text{ mit } \dots$$
$$v = (0.7 - f_{ck}/200) \geq 0.5 \quad \dots \text{ und } \dots f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c \quad \dots \text{ und } \dots z_Q = 0.9 \cdot d_k$$

Aufhängebewehrung

$$Z_V = F_{Ed} \Rightarrow A_{s,v}$$

Verankerung der Hauptzugbewehrung

$$Z_{V,1} = Z_{A+H} \cdot \tan \vartheta_1 \Rightarrow A_{s,v1} \quad \dots \text{ mit } \dots \tan \vartheta_1 = 1 - h_k/h \quad \text{ bei } z_3 = (h - h_k)/\tan \vartheta_1 = h$$

Spaltzugbewehrung

$$\Delta a/h_k \leq 0.5 \quad \dots \text{ und } \dots V_{Ed} > 0.3 \cdot V_{Rd,max} \Rightarrow \text{horizontale Bügel mit } A_{sb,h} = 0.5 \cdot A_{s,h}$$
$$\Delta a/h_k > 0.5 \quad \dots \text{ und } \dots V_{Ed} \geq V_{Rd,c} \Rightarrow \text{vertikale Bügel mit } A_{sb,v} = 0.7 \cdot V_{Ed}/f_{yd}$$
$$\dots \text{ mit } \dots V_{Rd,c} \text{ n. EC 2-1-1, Kap. 6.2.2}$$

Verankerung der Feldbewehrung für Z_{A+H}

Lagerpressung

$$\sigma = A/(l_1 \cdot b_1) \leq 0.4 \cdot f_{cd} \quad \text{ n. EC 2-1-1, 9.5.2(2) für trockene Lagerfugen}$$
$$\sigma = A/(l_1 \cdot b_1) \leq 0.85 \cdot f_{cd} \quad \text{ für alle anderen Fälle}$$

3.4.2.2

Verfahren n. EC 2-1-1, Kap. 6.5

Das Verfahren n. EC 2-1-1, Kap. 6.5, wird im Unterschied zu dem Verfahren n. Heft 600, DAfStb, vollständig über Zug- und Druckstreben formuliert.

Im Folgenden gilt $F_{Ed} = A$ und $H_{Ed} = H$ und stat. Höhe $d_k = h_k - d_{1k} - c_{nom} - d_{sb} \approx h_k - d_{1k} - 3 \text{ cm}$.

Voraussetzung

$$0.3 \leq \Delta a/d_k \leq 1$$

Bestimmung der Knotenabmessungen (Druckstreben Tragfähigkeit)

$$x_c = d_k - \sqrt{d_k^2 - 2 \cdot a_v \cdot a_{s1}} \quad \dots \text{ mit } \dots a_{s1} = \frac{F_{Ed}}{b \cdot \sigma_{Rd,max}} \quad \dots \text{ und } \dots a_v = e + \Delta a_c \quad \dots \text{ und } \dots \Delta a_c = H_{Ed}/F_{Ed} \cdot (\Delta h + d_{k1})$$
$$\dots \text{ und } \dots e = \Delta a + e_1$$
$$\dots \text{ und } \dots 0.65 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{Rd,max} = (0.55 + 0.4 \cdot a_c/h_k) \cdot f_{cd} \leq 0.95 \cdot f_{cd} \quad (\text{s. Heft 599, DAfStb})$$
$$\text{Kontrolle } \dots x = \begin{cases} x_c/0.8 & \dots \text{ für } \dots f_{ck} \leq 50 \text{ N/mm}^2 \\ x_c/(1 - f_{ck}/250) & \dots \text{ für } \dots f_{ck} > 50 \text{ N/mm}^2 \end{cases} \leq 0.4 \cdot d_k$$

Hauptzugbewehrung

$$Z_{Ed} = F_{Ed} \cdot a_v/z_k + H_{Ed} \Rightarrow A_{s,h} \quad \dots \text{ mit } \dots z_k = d_k - x_c/2$$

Aufhängebewehrung

$$Z_V = F_{Ed} \Rightarrow A_{s,v}$$

Die Hauptzugbewehrung ist ab der Druckstrebe des Trägers bei

$$z_3 = (h - h_k)/\tan \vartheta_2$$

zu verankern. Eine zusätzliche Bewehrung $A_{s,v1}$ ist nicht erforderlich.

Spaltzugbewehrung (s. Fingerloos/Stenzel BK'07, T.2)

$$\Delta a/h_k \leq 0.5 \quad \dots \text{ horizontale Bügel mit } A_{sb,h} = 0.3 \cdot A_{s,h}$$
$$\Delta a/h_k \leq 1.0 \quad \dots \text{ horizontale Bügel mit } A_{sb,h} = (1 - \beta) \cdot 0.3 \cdot A_{s,h} \text{ und vertikale Bügel mit } A_{sb,v} = \beta \cdot F_{Ed}/f_{yd}$$
$$\Delta a/h_k \leq 1.5 \quad \dots \text{ vertikale Bügel mit } A_{sb,v} = \beta \cdot F_{Ed}/f_{yd}$$
$$\dots \text{ mit } \dots \beta = 2 \cdot \Delta a/h_k - 1 \leq 1$$

Verankerung der Feldbewehrung s. Heft 600, DAfStb

Lagerpressung s. Heft 600, DAfStb.

3.4.2.2.1

Verfahren n. Leonhardt

Im Folgenden beziehen sich die Bezeichnungen auf DIN 1045 '88, d.h.

Konsolhöhe $d_k = h_k$ und Achsabstand $d' = d_{1k}$ und statische Höhe $h_k = d_k$ und Bemessungsfestigkeit $\beta_R = f_{cd}$.

Voraussetzung

$$0.5 \leq \Delta a / h_k \leq 1$$

Annahme

$$z_k = 0.8 \cdot h_k$$

Hauptzugbewehrung

$$Z_{A+H} = A \cdot e / z_k + H \cdot \left(1 + \frac{\Delta h + d'}{z_k}\right) \Rightarrow A_{s,h} \quad \dots \text{mit} \dots e = \Delta a + e_1$$

Betondruckstrebe

$$\min b = D_u / (c \cdot \sigma_{cd}) \quad \dots \text{mit} \dots D_u = \frac{A \cdot e + H \cdot (\Delta h + d')}{x} \quad \dots \text{und} \dots x = \frac{e \cdot z_k}{\sqrt{e^2 + z_k^2}} \leq z_k \quad \dots \text{und} \dots c = 0.3 \cdot h_k \quad \dots \text{und} \dots \sigma_{cd} = 0.95 \cdot \beta_R$$

Aufhängebewehrung

$$Z_V = A \cdot 0.35 \cdot d / d_k \leq A \Rightarrow A_{s,v}$$

Abmessungen der Nase zur Umlenkung der Druckkraft

$$\min h_k = 4 \cdot A / (b \cdot \beta_R)$$

Spaltzugbewehrung konstruktiv

Verankerung der Feldbewehrung konstruktiv

Lagerpressung

$$\sigma = A / (l_1 \cdot b_1) \leq 0.8 \cdot \beta_R$$

3.4.2.3

Verfahren n. Heft 399, DAfStb

Im Folgenden beziehen sich die Bezeichnungen auf DIN 1045 '88, d.h.

Konsolhöhe $d_k = h_k$ und Achsabstand $d' = d_{1k}$ und statische Höhe $h_k = d_k$ und Bemessungsfestigkeit $\beta_R = f_{cd}$.

Da das Verfahren nur für alte Betongüten gilt (s. Querkraftbemessung), werden neue oder frei definierte Betongüten entsprechend umgerechnet.

Voraussetzung

$$0.3 \leq \Delta a / h_k \leq 1$$

Querkraft

$$\tau_0 = \frac{A}{b \cdot z_Q} \leq \tau_{zul} = \tau_{03} \quad \dots \text{mit} \dots z_Q = 0.9 \cdot h_k$$

Annahme

$$z_k = h_k \cdot (1 - 0.4 \cdot \tau_0 / \tau_{zul}) \leq 2.5 \cdot e \quad \dots \text{mit} \dots e = \Delta a + e_1$$

Hauptzugbewehrung

$$Z_{A+H} = A \cdot e / z_k + H \cdot \left(1 + \frac{\Delta h + d'}{z_k}\right) \Rightarrow A_{s,h} \quad \dots \text{mit} \dots e = \Delta a + e_1$$

Aufhängebewehrung

Um die geringere Wirksamkeit einer rein lotrechten Aufhängebewehrung zur Begrenzung der Breite des Kehlrisse zu berücksichtigen, wird näherungsweise die Vertikalkraft Z_V um den Faktor "fak" erhöht

$$Z_V = fak \cdot A \Rightarrow A_{s,v} \quad \dots \text{mit} \dots fak = 1 + f' \cdot d_k / d \quad \dots \text{und} \dots 0 \leq f' = 4 \cdot d_k / d - 1 \leq 1$$

Verankerung der Hauptzugbewehrung

$$Z_{V,1} = Z_{A+H} \cdot \tan \vartheta_1 \Rightarrow A_{s,v1} \dots \text{mit} \dots \tan \vartheta_1 = 1 - d_k/d \quad \text{bei } z_3 = (d - d_k)/\tan \vartheta_1 = d$$

Spaltzugbewehrung

$$a/h \leq 0.5 \quad \dots \text{und} \quad \tau_0 > \tau_{012} \Rightarrow \text{horizontale Bügel mit } A_{sb,h} = 0.5 \cdot A_{s,h}$$

$$a/h > 0.5 \quad \dots \text{und} \quad \tau_0 > \tau_{011} \Rightarrow \text{vertikale Bügel mit } A_{sb,v} \text{ für } Z_{b,v} = 0.7 \cdot A$$

Verankerung der Feldbewehrung für Z_{A+H}

Lagerpressung s. Leonhardt

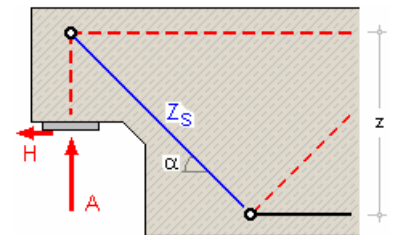
3.4.2.4

Variante 2

Der Kraftfluss entspricht folgendem Fachwerkmodell

Bei Variante 2 wird ein Teil der Last (vert·A) wie unter Variante 1 behandelt. Das gilt für alle Verfahren mit Ausnahme des Verfahrens n. Leonhardt, s.u..

Der andere Teil der Last ((1-vert)·A) wird über eine vertikale Druckstrebe zum Druckgurt geführt und dann durch Schrägbewehrung mit der Zugbewehrung des Trägers verbunden.



Schrägbewehrung

$$Z_S = (1 - \text{vert}) \cdot A / \sin \alpha \Rightarrow A_{s,s}$$

3.4.2.4.1

Verfahren n. Leonhardt

Wichtig ist die obere Verankerung. Theoretisch tritt aus diesem Lastanteil an der Nase keine Zugkraft auf, dennoch ist dort eine Bewehrung für Z_A nötig, um ein Abscheren der Nase entlang der Schrägstäbe zu verhüten und um H aufzunehmen.

Zugbewehrung horizontal

$$Z_{A+H} = \left(\text{vert} \cdot A + \frac{d}{4 \cdot d_k} \cdot (1 - \text{vert}) \cdot A \right) \cdot e / z_k + H \cdot \left(1 + \frac{\Delta h + d'}{z_k} \right) \Rightarrow A_{s,h} \dots \text{mit} \dots e = \Delta a + e_1$$

Abmessungen der Nase

$$\min d_k = \frac{4 \cdot (1 - \text{vert}) \cdot A}{b \cdot \beta_R \cdot \tan \alpha}$$

3.4.3

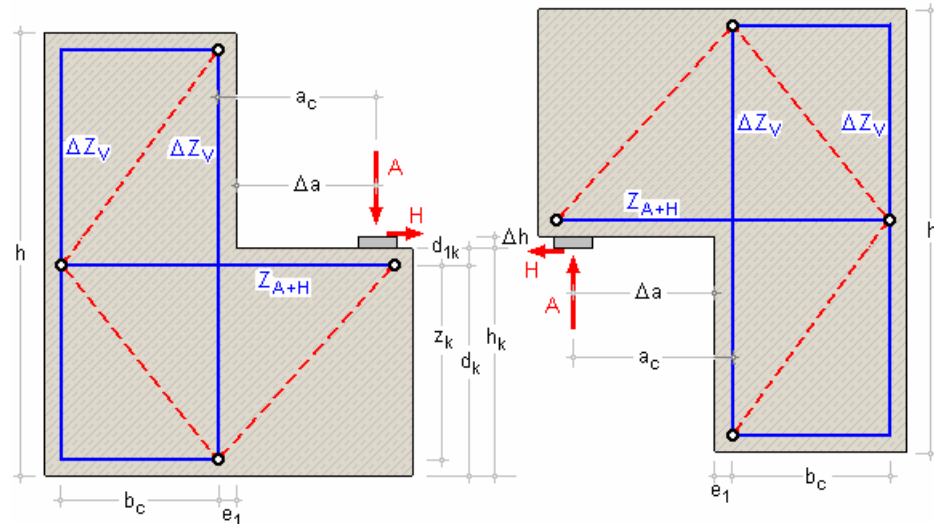
Trägerkonsole

Trägerkonsolen sind Konsolbänder an Trägern, die zur Aufnahme (als Lastkonsole) oder Abgabe (als Auflagerkonsole) von Linienlasten dienen. Die Kräfte werden über Bügel in den Träger geleitet.

Bei der Bemessung werden nur vertikale Druckkräfte A und horizontale Kräfte H , die das Exzentrizitätsmoment vergrößern, berücksichtigt.

Ist eine Lagerplatte mit trockener Fuge vorhanden, ist eine Horizontalkraft mit mindestens 20% der Vertikalkraft anzusetzen.

Der Kraftfluss entspricht folgendem Fachwerkmodell



Voraussetzung

$$a_c/z_k \leq 1 \quad \dots \text{mit} \dots a_c = \Delta a + e_1 \quad \dots \text{und} \dots z_k < 0.85 \cdot d_k$$

Hauptzugbewehrung

$$Z_{A+H} = (1 + \kappa) \cdot A \cdot a_c / z_k + H \Rightarrow A_{s,h} \dots \text{mit} \dots \kappa = 0 \text{ f\"ur einseitige Tr\"agerkonsole}$$

Aufhängebewehrung

$$\Delta Z_V = A \cdot \left((3 + \kappa) / 8 + (1 - \kappa) \cdot \left(\frac{a_c}{4 \cdot b_c} + \frac{a_c + b_c / 2}{2 \cdot b_c} \cdot \frac{d_k - z_k}{d_k} \right) \right) \dots \text{mit} \dots \kappa = 0 \text{ f\"ur einseitige Tr\"agerkonsole}$$

Bei 2-schnittigen Bügeln ergibt sich vereinfachend

$$Z_V = 2 \cdot \Delta Z_V \Rightarrow A_{S,V}$$

Nachweis der Druckstrebe s. EC 2-1-1, Kap. 6.5 (Lastkonsole $a_{c1} / 2 = e_1$).

Schnittgrößenimport

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

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

In der Programmorganisation gibt es hierzu verschiedene Vorgehensweisen

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

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

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

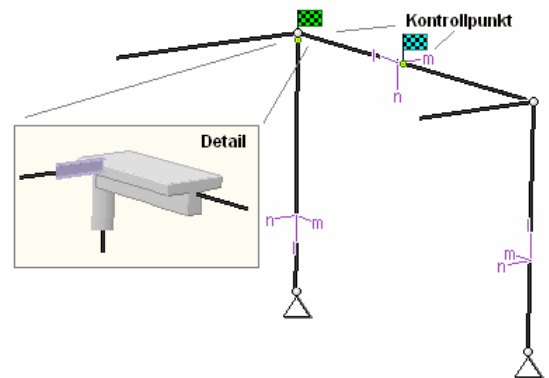
Die Detailprogramme können sich die Schnittgrößen von den Tragwerksprogrammen über ein zwischengeschaltetes Export/Import-Tool abholen.

Anhand eines einfachen Rahmens wird dieser Schnittgrößen-Export/Import zwischen ##-Programmen erläutert.

Schnittgrößenexport

Zunächst sind in dem exportierenden ##-Programm (z.B. ##-FRAP, Räumliche Stabtragwerke) 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 ##-Programm (z.B. ##-EC2AB, ##-EC2KB, ##-EC3QB usw.) zum Import zur Verfügung.

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).

Schnittgrößenimport

Aus dem aufnehmenden ##-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.

<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
<input checked="" type="checkbox"/>	Schnitt 4: Stab 9 bei s = 4.00 m	Stahlstütze, Anschluss 2
<input checked="" type="checkbox"/>	Schnitt 5: Stab 10 bei s = 3.88 m	Stahlstütze, Anschnitt, Anschluss 1
<input checked="" type="checkbox"/>	Schnitt 6: Stab 11 bei s = 0.00 m	Stahlbetonstütze

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

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

<div> </div>						
<div> <div>Schnitt 1: Stab 3 bei s = 0.18 m</div> <div></div> <div>Stahlniege, Anschl. 1</div> </div>						
<div> <div>Schnitt 2: Stab 5 bei s = 0.00 m</div> <div></div> <div>Stahlniege, Anschl. 2</div> </div>						
<div> <div>Schnitt 3: Stab 7 bei s = 2.00 m</div> <div></div> <div> <div>Stahlbetonniege</div> <div>Material: Stahlbeton, Querschnitt: Plattenbalken (Unterzug) mit bSteg=30.0cm, hgesamt=60.0cm, bPlatte=120.0cm, hPlatte= 20.0cm</div> </div> </div>						
	N	V _m	V _n	T	M _m	M _n
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
<div> <div>Lastfallergebnisse</div> <div>Nachweis 2: Schnittgrößenermittlung (Th. I. Ord.)</div> <div>Nachweis 4: EC 2 Bemessung</div> <div> <div>Extremierung 1: Standardkombination</div> <div>Zusammenfassung Nachweis 4</div> </div> </div>						
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 _n	1.85	-4.06	-22.69	17.24	381.64	-20.31
max V _n	29.13	0.00	157.67	0.00	-101.24	0.04
min V _z	1.85	-4.06	-22.69	17.24	381.64	-20.31
max V _z	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 _n	29.13	0.00	157.67	0.00	-101.24	0.04
max M _n	1.85	-4.06	-22.69	17.24	381.64	-20.31
min M _z	1.85	-4.06	-22.69	17.24	381.64	-20.31
max M _z	29.13	0.00	157.67	0.00	-101.24	0.04
<div> <div>Schnitt 4: Stab 9 bei s = 4.00 m</div> <div></div> <div>Stahlstütze, Anschl. 2</div> </div>						
<div> <div>Schnitt 5: Stab 10 bei s = 3.88 m</div> <div></div> <div>Stahlstütze, Anschl. 1</div> </div>						
<div> <div>Schnitt 6: Stab 11 bei s = 0.00 m</div> <div></div> <div>Stahlbetonstütze</div> </div>						

Die in das importierende Programm übertragbaren Schnittgrößenspalten sind gelb unterlegt.

Dies sind z.B. im Programm *##-EC3QB* (Querschnittsbemessung) sämtliche verfügbaren Schnittgrößentypen, im Programm *##-EC2KB* (Konsolbemessung) nur die Typen N und V_n.

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.


	N _{Ed}	M _{y,Ed}	V _{z,Ed}	M _{z,Ed}	V _{y,Ed}	T _{t,Ed}	
	kN	kNm	kN	kNm	kN	kNm	
1.	1.8	381.6	-22.7	-20.3	-4.1	17.2	Import Lk 1
2.	29.1	-101.2	157.7	0.0	0.0	0.0	Import Lk 2
3.	23.8	-85.9	135.2	0.0	0.0	0.0	Import Lk 3



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!**

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 ρ) detailliert
- ☒ Lastkombination detailliert: Nr.
- ☐ keine detaillierte Ausgabe

Optional kann die **maßgebende Lastkombination**, die zur maximalen Bewehrung (max ρ) 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 ρ)
- ☒ 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

Aussparung, Konsolen

- F. Leonhardt & E. Mönning: Vorlesungen über Massivbau, Zweiter Teil: Sonderfälle der Bemessung im Stahlbetonbau, Dritte Auflage, Springer-Verlag, 1986
- F. Leonhardt & E. Mönning: Vorlesungen über Massivbau, Dritter Teil: Grundlagen zum Bewehren im Stahlbetonbau, Springer-Verlag, 1977
- U. Hottmann & K. Schäfer: Bemessen von Stahlbetonbalken und -wandscheiben mit Öffnungen, Heft 459, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Beuth Verlag GmbH, 1996
- J. Hegger et al.: Bewehren nach Eurocode 2, Heft 599, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Beuth Verlag GmbH, 2013
- Teil 1: Erläuterungen zu DIN EN 1991-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA, Heft 600, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, 2. überarbeitete Auflage, Beuth Verlag GmbH, 2020
- M. Schellenbach-Held & S. Ehmann: Stahlbetonträger mit großen Öffnungen, Heft 3, Beton- und Stahlbetonbau 97, Verlag Ernst & Sohn, 2002
- D. Bertram & N. Bunke: Erläuterungen zu DIN 1045 Beton und Stahlbeton, Ausgabe 07.88, Heft 400, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Beuth Verlag GmbH, 1989
- E. Grasser: Bemessung für Biegung mit Längskraft, Schub und Torsion, Betonkalender Teil 1, Verlag Ernst und Sohn, 1985
- D. Bertram: Erläuterungen zu DIN 4227 Spannbeton (Teil I, Abschnitt 12), Heft 320, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Beuth Verlag GmbH, 1989
- E. Grasser & G. Thielen: Hilfsmittel zur Berechnung der Schnittgrößen und Formänderungen von Stahlbetontragwerken, Heft 240, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Beuth Verlag GmbH, 1991
- F. Fingerloos, G. Stenzel: Konstruktion und Bemessung von Details, Betonkalender Teil 2, Verlag Ernst und Sohn, 2007
- H. Bachmann, M. Tillmann, S. Urban: Bauen mit Betonfertigteilen, Betonkalender Teil 1, Verlag Ernst und Sohn, 2021