

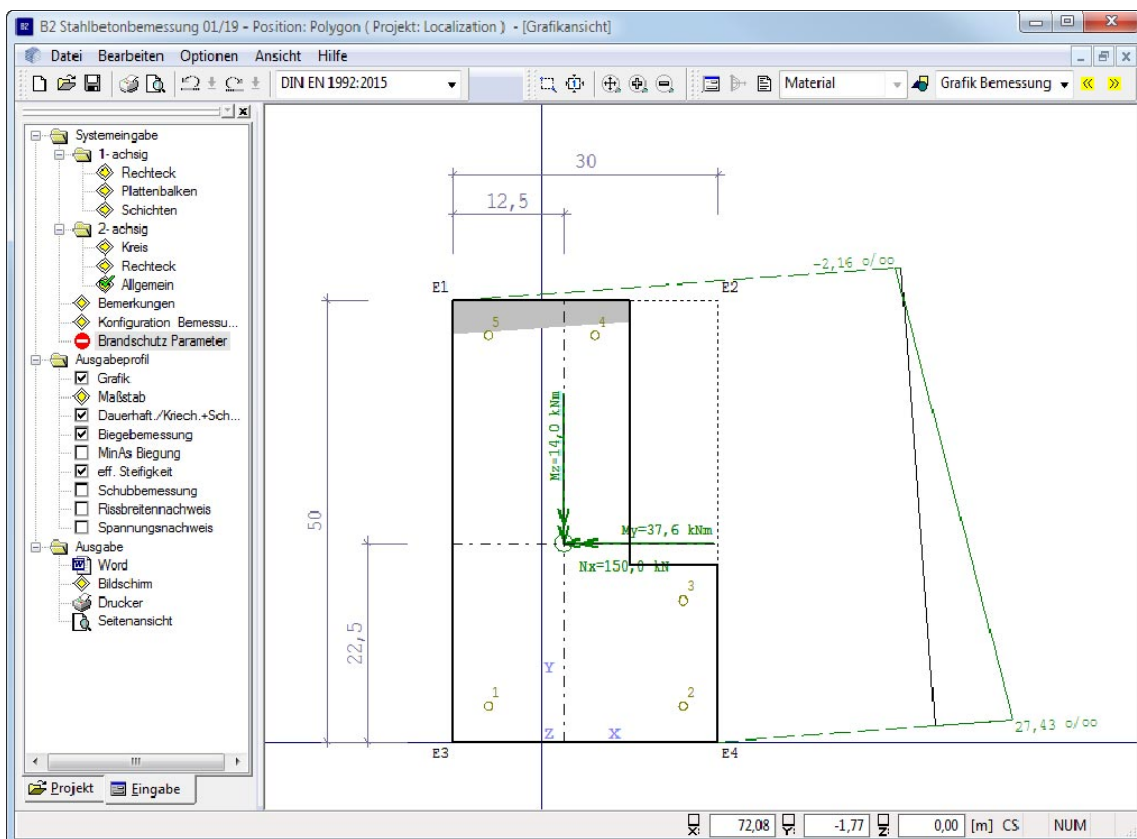
Stahlbetonbemessung B2

FRILO Software GmbH

www.friilo.eu

info@friilo.eu

Stand: 26.04.2019



B2 – Stahlbetonbemessung

Inhaltsverzeichnis

Anwendungsmöglichkeiten	3
Normen und verwendete Kurzbezeichnungen	4
Berechnungsgrundlagen	5
Systemeingabe	6
Rechteck / Plattenbalken einachsig	7
Schichten	7
Kreis / Kreisring 2-achsig	8
Rechteck 2-achsig	8
Allgemeiner Querschnitt 2-achsig	9
Ortbetonerfüllung	10
Materialeingabe	11
Beton - benutzerdefiniert	12
Betonstahl - benutzerdefiniert	12
Schnittkrafteingabe	13
Schnittkrafttabelle	14
Dauerhaftigkeit, Kriechen und Schwinden	15
Rissbreitennachweis	15
Bemessung	16
Bemessung - Ergebnisse	16
Brandschutzparameter	18
Bemessung für polygonale Querschnitte	19
Konfiguration Bemessung	20
Bemessungsoptionen EN 1992 1-1	23
Ausgabe	24
Grafikansicht	24
Literatur	24

Weitere Infos und Beschreibungen finden Sie in den relevanten Dokumentationen:

[Nachweise am Stahlbeton-Querschnitt.pdf](#)

[Dauerhaftigkeit - Kriechzahl und Schwindmaß.pdf](#)

Grundlegende Dokumentationen - Übersicht

Neben den einzelnen Programmhandbüchern (Manuals) finden Sie grundlegende Erläuterungen zur Bedienung der Programme auf unserer Homepage www.frilo.eu (▶ Service ▶ Fachinformationen ▶ Bedienungsgrundlagen).

Anwendungsmöglichkeiten

Das Programm B2 dient der Bemessung und dem statischen Nachweis von Stahlbetonquerschnitten mit den nachfolgend genannten Normen.

Eurocode:

Originaleurocode und nationale Anhänge von
Österreich, Tschechien, Deutschland, Großbritannien,
Niederlande, Belgien und Polen

Siehe auch aktuelle Übersicht der implementierten nationalen Anhänge auf www.friilo.de

Hinweis: Über die Funktion „Standard“ im Dialog „[Konfiguration Bemessung](#)“ kann eine Norm als Startoption eingestellt werden.

Den möglichen Bearbeitungsumfang je Querschnittstyp zeigt folgende Tabelle:

Querschnitt	Beanspruchung	GZT Biegung+ Längskraft	GZT/GZG effektive Steifigkeit	GZT Querkraft + Torsion	Spannungs- nachweis Stahl/Beton	Rissbreiten- nachweis	Bemerkung
Platten- balken	Einachsig	X	X	X	X	X	optional mit Ortbetonergänzung
Rechteck-1	Einachsig	X	X	X	X	X	optional mit Ortbetonergänzung (*1) n/m Diagramme
Rechteck-2, Hohlkasten	Ein- und zweiachsig	X	X	X	X	–	
Kreis, Kreisring	Ein- und zweiachsig	X	X	X	X	X	n/m Diagramme
Schichten- querschnitt	Einachsig,	X	X	X	X	X	optional mit Ortbetonergänzung
Allgemeiner Querschnitt	Ein- und zweiachsig	X	X	-	X	-	(Zusatzmodul B2-Poly!) Bemessung und Steifigkeit für Bemessungssituation Brand: (*2)

GZT Grenzzustand der Tragfähigkeit

GZG Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

*1: Bei Elementdecken und NA Deutschland Fugenbewehrung auch mit Gitterträgern nach Zulassung [67], [68], [69], [70], [71]

*2: für Rechteck- und Kreisquerschnitt mit allgemeiner Punktbewehrung mit Zusatzmodul TA (Thermische Analyse)

Normen und verwendete Kurzbezeichnungen

EN 1992 1-1

Sofern die nationalen Anhänge nicht ausdrücklich erwähnt werden, gelten die Aussagen für alle nationalen Anhänge in gleicher Weise.

NDP

Im Nationalen Anhang (NA) definierbarer Parameter.

Implementierte Nationalen Anhänge und verwendete Kurzbezeichnungen

EN: Empfohlene Werte EN 1992-1-1
 EN 1992-1-1:2004 /A1:2014 und EN 1992-1-2:2004 /AC:2008

Implementierte Nationale Anhänge (NA):

- NA-D: Deutschland
 DIN 1992-1-1/ NA:2015-09 und DIN EN 1992-1-2/NA:2015-09
- NA-A: Österreich
 ÖNORM B 1992-1-1:2018 und ÖNORM B 1992-1-2:2011
 Diese NA ersetzen die bisher gültigen von 2007 und 2011
- NA-GB: Großbritannien
 NA to BS EN 1992-1-1 A2:2015-07, BS8500-1:2015 und NA to BS EN 1992-1-2:2004
- NA-I Italien
 UNI EN 1992-1-1/NTC:2018 und EN 1992-1-2:2004 /AC:2008
 NTC 2018 ersetzt die bisher gültige Norm von 2008
 NTC: die Anwendung des Eurocode in Italien ist in dem Dokument „Norme tecniche per le
 costruzioni“ (/73/) und dem ergänzende Rundschreiben “Circolare finissima 2.2.2009”
 (/74/) geregelt.
- NA-NL Niederlande
 NEN EN 1992-1-1 + C2:2011/NB:2011 und
 NEN-EN 1992-1-2+C1:2011/NB:2011
 Diese NA ersetzen die bisher gültigen von 2007
- NA-B Belgien
 NBN EN 1992-1-1 ANB:2010 und NBN EN 1992-1-2 ANB:2010
- NA-CZ Tschechien
 CSN EN 1992-1-1/NA:2011 und CSN EN 1992-1-2/NA:2007
 Ersterer NA ersetzt den bisher gültigen von 2007
- NA-PL Polen
 PN EN 1992-1-1:2008/NA:2010 und PN-EN 1992-1-2:2008/NA:2010

Siehe auch aktuelle Übersicht der implementierten nationalen Anhänge auf www.frilo.eu

Berechnungsgrundlagen

Die Themen

- Bemessung für Biegung und Längskraft
- Ermittlung der effektiven Steifigkeit
- Schubbemessung
- Nachweise der Gebrauchstauglichkeit
- Außergewöhnliche Bemessungssituation Brand

finden Sie im Dokument „[Nachweise am Stahlbeton-Querschnitt.pdf](#)“.

Die vom Programm ermittelten Anforderungen aus Dauerhaftigkeit sind hier zu finden:

[Dauerhaftigkeit - Kriechzahl und Schwindmaß.pdf](#)

Systemeingabe

Aus den Punkten der Hauptauswahl ersehen Sie die Eingabemöglichkeiten des Programms.

Wählen Sie den gewünschten Querschnittstyp und die in der Symbolleiste Norm.

Querschnittstyp:

1-achsig

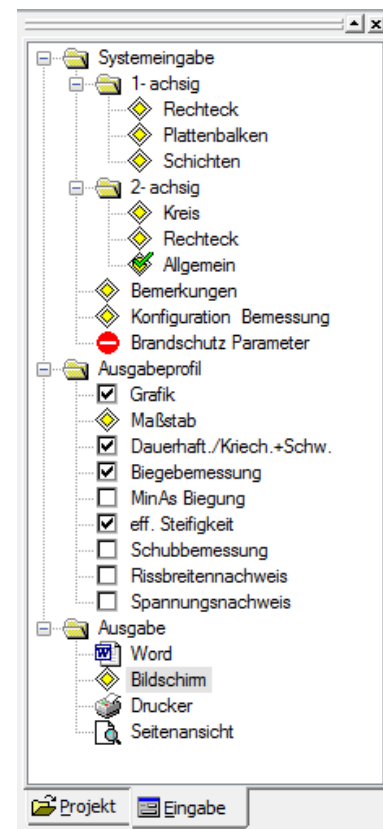
- Rechteck
- Plattenbalken
- Schichten

2-achsig

- Kreis
- Rechteck
- Polygon

Hinweis:

Die Bearbeitung polygonaler Querschnitte setzt den Erwerb des Zusatzmoduls B2-Poly voraus.



Material

→ Siehe [Materialeingabe](#)

Optionen

→ Siehe Bemessungsoptionen [EN 1992 1-1](#)

Ortbetoneergänzung

→ Siehe Dialog [Ortbetoneergänzung](#)

Umweltbedingungen / Anforderungsklassen

→ Siehe [Umweltbedingungen / Anforderungsklasse](#)

Beanspruchung

→ Siehe [Schnittkrafteingabe](#)

Bemessung

Anzeige der Bemessungsergebnisse

→ Siehe [Bemessung - Ergebnisse](#).

Rechteck / Plattenbalken einachsig

Die Bezeichnung der Querschnittsmaße ersehen Sie aus der Skizze.

Ortbetonerfüllung → Siehe Dialog [Ortbetonerfüllung](#)

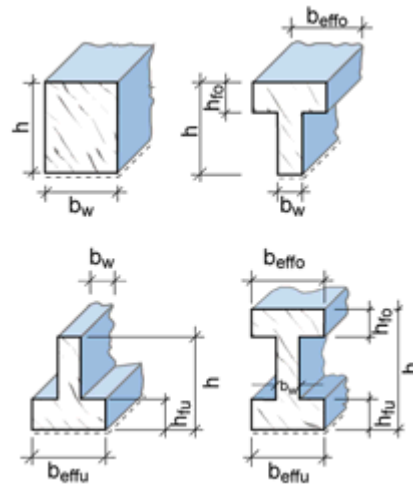
Bewehrung d_{ob} Abstand obere Lage (bzgl. OK, ggf. der Ortbetonerfüllung)

d_{un} Abstand untere Lage (bzgl. UK)

Für eine mehrlagige Bewehrung ist der Schwerpunktabstand einzugeben.

Siehe auch

[Dauerhaftigkeitsanforderungen](#)



Bewehrungsverteilung:

- Siehe [Bemessung nach kd-Verfahren](#)

- Siehe [Bemessung für gegebenes Bewehrungsverhältnis](#) $As_u/As_o = 1, 3, 5, 7$

Abb.: Querschnittsmaße

Schichten

Querschnitt Es können beliebige einfachsymmetrische Querschnitte eingegeben werden. Jede Schicht hat einen Abstand von oben und eine Breite. Der Abstand der ersten Schicht von oben ist entsprechend „0“.

Ortbetonerfüllung → Siehe Dialog [Ortbetonerfüllung](#)

Dicke $h_E \leq$ Dicke der 1. Schicht,

Fugenbreite $b_j \leq$ Breite der 1. Schicht,
 zusätzlich $B_{Fug} \leq$ Breite 2. Schicht,
 wenn $H_{Erg} =$ Dicke der 1. Schicht

Bewehrung d_{ob} Abstand obere Lage (bzgl. OK, ggf. der Ortbetonerfüllung)

d_{un} Abstand untere Lage (bzgl. UK)

Für eine mehrlagige Bewehrung ist der Schwerpunktabstand einzugeben.

Siehe auch [Dauerhaftigkeitsanforderungen](#)

- Siehe [Bemessung nach Kh \(Kd\)-Verfahren](#)

- Siehe [Bemessung für gegebenes Bewehrungsverhältnis](#) $As_u/As_o = 1, 3, 5, 7$

Kreis / Kreisring 2-achsig

Querschnitt

da Außendurchmesser > 0
 di Innendurchmesser (Vollkreis: $D_i=0$, sonst > 0)

Bewehrung

d1 Abstand von außen > 0
 Siehe auch [Dauerhaftigkeitsanforderungen](#)
 Die Bewehrung ist umfangsverteilt angeordnet.

Rechteck 2-achsig

Querschnitt

bw Breite > 0
 h Höhe > 0
 bi Breite Hohlkasten (Vollquerschnitt =0, sonst > 0)
 di Dicke Hohlkasten (Vollquerschnitt =0, sonst > 0)

Bewehrung

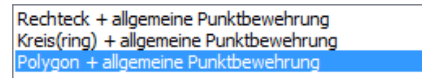
b1 Abstand obere Lage (bzgl. OK)
 d1 Abstand untere Lage (bzgl. UK)
 Für eine mehrlagige Bewehrung ist der Schwerpunktabstand einzugeben.
 Siehe auch [Dauerhaftigkeitsanforderungen](#)
 Bewehrungsverteilung:

- eckverteilt: $4 \cdot 1/4, 3 \cdot 1/6+3/6, 3 \cdot 1/8+ 5/8, 3 \cdot 1/10+ 7/10$
- seitenverteilt: $As_{li}= As_{re}, As_u= As_o$
- umfangsverteilt

Allgemeiner Querschnitt 2-achsig

Zur Auswahl stehen die Optionen:

- Rechteck + allgemeine Punktbewehrung
- Kreis/Kreisring + allgemeine Punktbewehrung
- Polygon + allgemeine Punktbewehrung




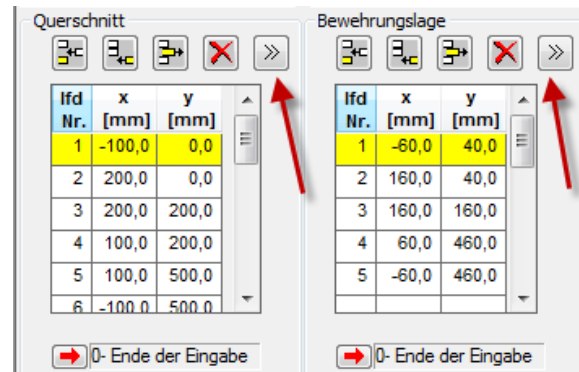
Polygonaler Querschnitt

Außenkontur Die Eingabe des Polygons erfolgt tabellarisch durch die Eingabe der Polygonpunkte in einem x/y Koordinatensystem.

Bis zu 100 Polygonpunkte sind möglich.

Innenkontur Die Eingabe des Polygons für eine Aussparung erfolgt auf die gleiche Weise über eine

Tabelle, die über den  Button oberhalb der Tabelle für die Außenkontur aufgerufen wird.




Hinweis: Standardquerschnitte von B2 (Rechteck, Plattenbalken, Schichtenquerschnitt) können am effizientesten beim entsprechenden Querschnittstyp eingegeben und anschließend in einen polygonalen Querschnitt umgewandelt werden.

Hinweis zur Tabelleneingabe:

Alle Eingaben werden im Grafikfenster angezeigt. Eine Neuberechnung erfolgt erst nach dem Verlassen der Tabelle. Durch Eingabe einer Null in der Spalte „lfd. Nr.“ wird die Eingabe beendet und die Tabelle verlassen.

Bewehrungslage / Allgemeine Punktbewehrung

Die Bewehrung kann aus bis zu 100 Bewehrungspunkten bestehen. Die Eingabe erfolgt tabellarisch im x/y Koordinatensystem.

Ein Bewehrungspunkt kann für die Bemessung optional auch als konstant definiert werden, d.h. seine ihm einmal zugewiesene Fläche wird während der Iteration nicht verändert. Die Eingabe erfolgt über eine erweiterte Tabelle, die mit dem  Button aufgerufen wird. Hier wird auch die gewählte Bewehrung definiert, welche zur Ermittlung der effektiven Steifigkeit erforderlich ist.

Bemessung → Siehe [Ergebnisse polygonale Querschnitte](#)

Brandschutznachweis

Brandschutznachweise können für die beiden Querschnittstypen

- Rechteck und allgemeine Punktbewehrung
- Kreis und allgemeine Punktbewehrung

geführt werden. Siehe auch Kapitel [Brandschutzparameter](#).

Ortbetoneergänzung

Ortbetoneergänzungen können für die einachsigen Querschnittstypen Rechteck-, Plattenbalken- und Schichtenquerschnitt eingegeben werden.

Querschnitt

Höhe: Höhe der Ortbetoneergänzung
 $h_E \leq h_{fo} - 5 \text{ cm}$, wenn $h_{fo} = 0$, dann $h_{Erg} \leq h - 5 \text{ cm}$

Fugenausbildung

Sehr glatt Gegen Stahl oder glatte Holzschalung betoniert.

Glatt Oberfläche abgezogen oder im Gleit bzw. Extruderverfahren hergestellt oder unbehandelt.

Rau Korngerüst wird $\geq 3 \text{ mm}$ freigelegt (ca. 40 mm Abstand)
 NA-D: oder Sandflächenverfahren mittlere Rauhtiefe $> 1,5 \text{ mm}$

Verzahnt Ausbildung der Verzahnung entsprechend Bild 6.9

NA-D: oder wenn $d_g \geq 16 \text{ mm}$ und Korngerüst $> 6 \text{ mm}$ freigelegt wird oder Sandflächenverfahren mittlere Rautiefe $> 3 \text{ mm}$

b_j Anrechenbare Fugenbreite, ggf. durch Fertigteilschalung gegenüber der Gesamtbreite reduziert.

$B_{Fug} \leq b_{effo}$

n_{Ed} Unterer Bemessungswert der Normalkraft senkrecht zur Fuge je Längeneinheit, Druck negativ. Der Vorgabewert ist 0, der Reibungsanteil der Fugentragfähigkeit wird in diesem Fall nicht berücksichtigt. Im Falle eines Überzuges (Plattenbalkenquerschnitt mit Platte unten) und $n_{Ed} = 0$ wird auf der sicheren Seite liegend angenommen, dass die Fuge senkrecht unter Zug steht und somit der Haftverbundanteil der Fugentragfähigkeit nicht berücksichtigt werden darf.

NA-D:

Bei Elementdecken ($b/h \geq 5$ oder optional als Platte definiert) können auch Gitterträger nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung ([67], [68], [69], [70], [71], [72]) als Fugenbewehrung ausgewählt werden.

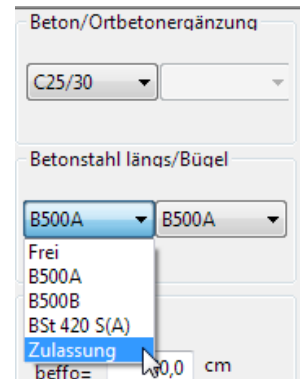
Materialeingabe

Die Eingabe des Materials Beton/Betonstahl erfolgt über normspezifische Auswahllisten. Alternativ können die Materialwerte auch über den Auswahlpunkt „Frei“ selbst definiert werden.

Längs- und Bügelbewehrung können unterschiedlich eingegeben werden.

Materialeingabe EN 1992 1-1C12/15...C100/115 Normalbeton entsprechend 3.1.3 und NA

LC12/13...LC80/88 Leichtbeton nach 11.3.1 und NA,
ggf. zusätzliche Eingabe für Ortbetonergänzung



Bei Verwendung hochfesten Betons (> C50/60) sollte die Bemessungsoption „[Ac Netto](#)“ (Berücksichtigung der Netto Betonfläche) eingestellt sein (vgl. /14/ S.161).

Bei Eingabe einer Ortbetonergänzung wird die Materialauswahl für den Ortbeton eingeblendet.

Die ausgewählte Betonklasse sollte den Anforderungen aus Dauerhaftigkeit genügen. Bei Auswahl einer geringeren Betonklasse erfolgt ein Hinweis im Infofenster.

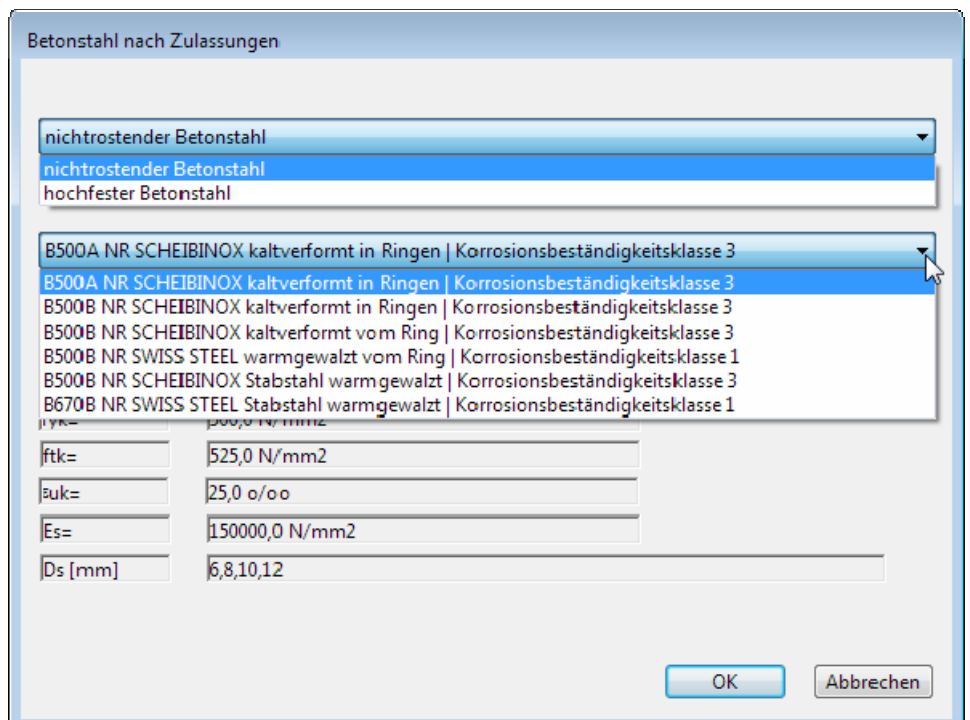
Stähle entsprechend Anhang C und nationalen Regelwerken

i.d.R.:	B 500 A, B 500 B, B 500 C
NA_D:	B500A und B500B nach DIN 488 (2009)
NA_I:	B450A, B450C
NA_A:	B500A, B550A, B600A, B550B

Duktilitätsklasse: A (normal), B (hoch), C (sehr hoch)

Betonstahl nach Zulassungen (AbZ) und NA_D:

- Nichtrostende Bewehrung SCHEIBINOX [75], [76], [77], [78]
- Nichtrostende Bewehrung SWISS STEEL [79], [80]
- Hochfeste Bewehrung SAS 670 für Biegebauteile [81]



Beton - benutzerdefiniert

Aufruf des Dialoges durch Auswahl von „Frei“ in der Beton Auswahlliste.
 Infos zu den einzelnen Parametern können als Tooltips angezeigt werden.

Eingabe von Leichtbeton

- Markieren der Option für den Leichtbeton
- Eingabe der Rohdichte
- Gegebenenfalls die Option für Leichtsand markieren

Freie Eingabe

Für die Eingabe der folgenden Werte darf die Option „entspr. eingestellter Norm“ nicht markiert sein, andernfalls werden die Betoneigenschaften automatisch gesetzt.

- α Faktor für Langzeitwirkung
- γ_c Teilsicherheitsbeiwert

Parabel- Rechteck Arbeitslinie Beton

- ϵ_{c2} Dehnung bei Erreichen der Festigkeit
- ϵ_{c2u} Dehnung unter Höchstlast
- Exp n Exponent
- fctm mittlere Zugfestigkeit
- Ecm mittlerer Elastizitätsmodul

Beton nutzerdefiniert

Grundvorgaben
 fck = 30 N/mm² Leichtbeton mit Leichtsand
 Rho = 2200 kg/m³

entspr. eingestellter Norm Bezeichnung: Frei

$\alpha = 0,85$
 $\gamma_c = 1,50$

$\epsilon_{c2} = 2,00$ o/oo
 $\epsilon_{c2u} = 3,50$ o/oo
 Exp n = 2,00

$f_c = 25,33$ N/mm²
 $\epsilon_{c1} = 2,20$ o/oo
 $\epsilon_{c1u} = 3,50$ o/oo

fctm = 2,90 N/mm²
 Ecm = 33000 N/mm²

OK Abbrechen

$f_{cd} = f_{ck} \cdot \alpha / \gamma_m$
 $\text{Sig} = f_{cd} \cdot (1 - (1 - \epsilon_{ps} / \epsilon_{psc2})^n)$
 $f_c = 0,85 \cdot \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_m$
 $\text{Sig} = f_c \cdot (k \cdot n - n^2) / (1 + (k - 2) \cdot n)$

Betonstahl - benutzerdefiniert

- f_{yk} Streckgrenze
- Duktilität Duktilitätsklassen

Freie Eingabe

Für die Eingabe der folgenden Werte darf die Option „entspr. eingestellter Norm“ nicht markiert sein, andernfalls werden die Stahleigenschaften automatisch gesetzt.

- ftk/f_{yk} - normalduktil: 1,05,
 - hochduktil 1,08,
 - Erdbebenstahl: 1,15
 (siehe hierzu /5/ S.176)

- γ_s Teilsicherheitsbeiwert entsprechend
- ϵ_{uk} Dehnung unter Höchstlast
- ϵ_{su} Grenzdehnung bei der Bemessung

Betonstahl nutzerdefiniert

Grundvorgaben
 f_{yk} = 500 N/mm² Duktilität: Duktilitätsklasse A

entsprechend eingestellter Norm Bezeichnung: Frei

ftk/f_{yk} = 1,050
 $\gamma_s = 1,15$

$\epsilon_{uk} = 25,0$ o/oo
 $\epsilon_{su} = 25,0$ o/oo
 Es = 200000 N/mm²

f_{tk} = 525,0 N/mm² f_{tk,cal} = 525,0 N/mm²

nur bei Zug wirksam



OK Abbrechen

$f_{yR} = 1,1 \cdot f_{yk}$
 $f_{tR} = f_{tk} / \gamma_s \cdot f_{yR}$
 $f_{tk,cal} = f(\epsilon_{ps} = \epsilon_{psu})$
 $f_{y,d} = f_{yk} / \gamma_m$ $f_{t,d} = f_{tk} / \gamma_m$

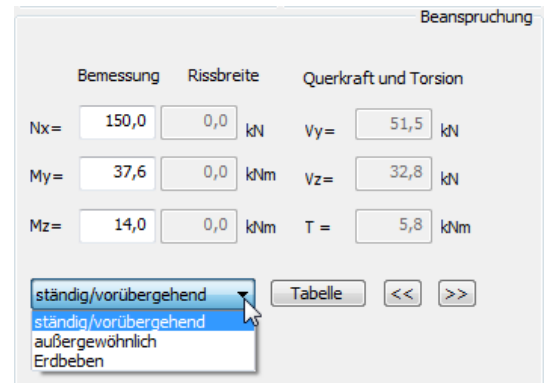
Schnittkrafteingabe

Entsprechend dem Bearbeitungsumfang der einzelnen Querschnittstypen (→ siehe [Anwendungsmöglichkeiten](#)) sind einzelne Schnittkraftkomponenten aktiviert / deaktiviert.

Alternativ ist die Eingabe mehrerer Schnittkräfte auch über die → [Schnittkrafttabelle](#) möglich.

Sind mehrere Schnittkräfte vorhanden, so können Sie über die Buttons   zwischen diesen Kombinationen wechseln.

- Nx** Längskraft, Angriffspunkt entsprechend [Konfiguration](#), positiv Zug, negativ Druck
- My** Biegemoment in y- Richtung, positiv entsprechend Konfiguration
- Mz** Biegemoment in z-Richtung, positiv entsprechend Konfiguration
- Vy** Bemessungsquerkraft in y- Richtung, positiv entsprechend Konfiguration
- Vz** Bemessungsquerkraft in z- Richtung, positiv entsprechend Konfiguration
- T** Torsionsmoment



Biegebemessung / Querkraft und Torsion

Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) entsprechend gewählter Bemessungssituation.

Rissbreitennachweis

Quasi-ständige Kombination, Sonderfälle nach Tabelle 7.1 (NDP).

Spannungsermittlung (nur über Tabelle)

- Nx** Längskraft, Angriffspunkt entsprechend Konfiguration, positiv Zug, negativ Druck
- My** Biegemoment, positiv entsprechend Konfiguration
- Mz** Biegemoment, nur Querschnittstyp Rechteck 2-achsig und Kreis, positiv entsprechend Konfiguration

Seltene und quasi-ständige Lastkombination.

Bemessungssituation definieren

- ständig/vorübergehend
- außergewöhnlich
- Erdbeben

Nach Auswahl aus dieser Liste werden die eingegebenen Schnittkräfte des GZT den entsprechenden Bemessungssituationen zugeordnet.

Schnittkrafttabelle

Soll ein Querschnitt für mehr als eine Schnittkraftkombination bemessen werden, kann die Schnittkrafttabelle eingesetzt werden, die bei allen Querschnittstypen verfügbar ist. Jede Schnittkraftkombination belegt eine Zeile in der Tabelle und kann für eine spätere Berechnung aktiviert werden.

Tabelle

Schnittkrafttabelle

L< Riss oben: quasi-ständige Kombination
L< Riss unten: quasi-ständige Kombination

	Nx	My	Mz	Qy	Qz	Mt	Nx Riss	My Riss	Mz Riss	Nx Sig Sk	My Sig Sk	Mz Sig Sk	Nx Sig Qk	My Sig Qk	Mz Sig Qk	gew. As [cm ²]	Rech nen
1	150,0	37,6	14,0							0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,84	<input checked="" type="checkbox"/>
2																	<input type="checkbox"/>

Entsprechend dem Bearbeitungsumfang der einzelnen Querschnittstypen (→ siehe [Anwendungsmöglichkeiten](#)) sind einzelne Schnittkraftkomponenten aktiviert bzw. deaktiviert.

Hier können auch die für den Spannungsnachweis erforderlichen Schnittkräfte eingegeben werden.

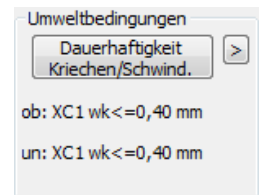
Entspricht die Lastkombination des Rissbreitennachweises der quasi-ständigen Lastkombination (für Stahlbeton der Regelfall), dann werden die Werte der entsprechenden Spalten intern gleich gesetzt.

Außerdem kann die für die Steifigkeitsermittlung, den Rissbreiten- und Spannungsnachweis gewählte Bewehrung eingegeben werden. Falls der Wert der gewählten Bewehrung „Null“ ist, wird der sich aus der Biegebemessung ergebende Wert angenommen.


Dauerhaftigkeit, Kriechen und Schwinden

Den Dialog für Dauerhaftigkeit sowie Ermittlung von Kriechzahl und Schwindmaß rufen Sie über den Button "Dauerhaftigkeit/Kriechen/Schwinden" auf.

(→ Siehe auch Dokument [Dauerhaftigkeit, Kriechzahl und Schwindmaß](#))



Rissbreitennachweis

Über den Button  rufen Sie den Dialog für die Steuerung des Rissbreitennachweises auf. Bei Verlassen des Dialogs mit OK werden ihre Eingabewerte, falls sie den Dauerhaftigkeitsanforderungen nicht entsprechen, angepasst (Beton, Bewehrungsabstand).

fcteff

Hier kann die Betonzugfestigkeit modifiziert werden. Standardeinstellung ist die Festigkeit nach 28 Tagen.

Breite der Wirkungszone der Zugbewehrung

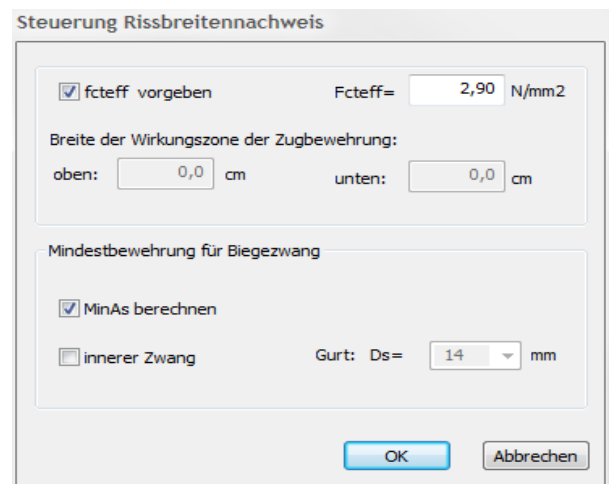
Eingabe der Breite der Wirkungszone der Zugbewehrung in den Platten von Plattenbalken (nach /13/ S.145: $beff(ZII) = 0,5 \cdot beff(ZI) + 2 \cdot cl$ mit $cl = nomc, l$).

Mindestbewehrung für Biegezwang

Option zur Ermittlung der Mindestbewehrung für Biegezwang. Eine Abminderung bei innerem Zwang ($k < 1,0$) kann berücksichtigt werden.

Für den Gurt kann hier nochmals ein differenzierter Stabdurchmesser angegeben werden

→ Siehe auch [Rissbreitennachweis](#).

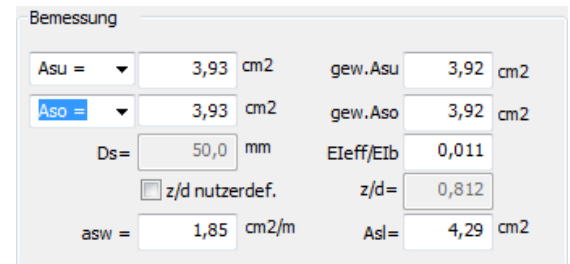


Bemessung

Bemessung - Ergebnisse

Im Abschnitt Bemessung auf der Programmoberfläche werden wesentliche Bemessungsergebnisse dargestellt. Je nach gewähltem Querschnitt werden die Eingabefelder entsprechend angezeigt.

Bei Eingabe- und Rechenfehlern erfolgt ein entsprechender Hinweis. Enthalten alle Eingaben gültige Werte, werden folgende Bemessungsergebnisse angezeigt:



Eingabe		Ergebnis	
Asu =	3,93 cm ²	gew.Asu	3,92 cm ²
Aso =	3,93 cm ²	gew.Aso	3,92 cm ²
Ds =	50,0 mm	E _{Ieff} /E _{Ib}	0,011
<input type="checkbox"/> z/d nutzerdef.		z/d =	0,812
asw =	1,85 cm ² /m	Asl =	4,29 cm ²

Durch Veränderung von Vorgabewerten kann das Ergebnis nachträglich beeinflusst werden:

- Gewählt Asu / Aso bzw. As (Schubbemessung, eff. Steifigkeit, Rissbreite):
Voreingestellt sind die sich aus der Biegebemessung ergebenden Werte
- kz bzw. z/d nutzerdefiniert (bezogener Hebelarm für die Schubbemessung):
Voreingestellt ist der sich aus der Biegebemessung direkt ergebende Wert.
Wurde keine Biegebemessung durchgeführt gilt $z = 0,9 \cdot d$
NA-D: $z < \max(d-2 \cdot \text{nomc}, d-3 \cdot \text{nomc})$

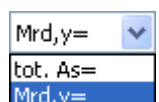
für 1-achsig Rechteck, Plattenbalken, Schichtenquerschnitt

- Asu, Aso Erforderliche Biegebewehrung (→ [Bemessung für Biegung mit Längskraft](#))
- Mrd Aufnehmbares Moment, Nxd und Bewehrung gegeben (bitte Liste aufklappen)
- Eleff/EIb Auf Zustand I bezogene effektive Steifigkeit für die gewählte Bewehrung und die betrachtete Beanspruchung (→ [Ermittlung der effektiven Steifigkeit](#))
- Ds Grenzdurchmesser für die gewählte Bewehrung (→ [Rissbreitennachweis](#))
- asw, Asl Erforderliche Bügelbewehrung und Torsionszulagen (→ [Schubbemessung](#))



Kreis/Kreisring

- tot. As Erforderliche Biegebewehrung (→ [Bemessung für Biegung mit Längskraft](#))
- MRdy Aufnehmbares Moment in y- Richtung, Mzd, Nxd und tot.As gegeben
- Eleff/EI Auf Zustand I bezogene effektive Steifigkeit für die gewählte Bewehrung und die betrachtete Beanspruchung (→ Ermittlung der effektiven Steifigkeit)
- Ds Grenzdurchmesser (→ [Rissbreitennachweis](#))
- asbü Erforderliche Bügelbewehrung



für 2-achsig Rechteck

- tot. As Erforderliche Biegebewehrung (→ [Bemessung für Biegung mit Längskraft](#))
- MRdy Aufnehmbares Moment in y- Richtung, Mzd, Nxd und tot.As gegeben
- MRdz Aufnehmbares Moment in y- Richtung, Mxd, Nxd und tot.As gegeben
- Eleff/EI,y Auf Zustand I bezogene effektive Steifigkeit in y Richtung für die gewählte Bewehrung und die betrachtete Beanspruchung (→ [Ermittlung der effektiven Steifigkeit](#))
- Eleff/EI,z Auf Zustand I bezogene effektive Steifigkeit in z Richtung für die gewählte Bewehrung und die betrachtete Beanspruchung (→ [Ermittlung der effektiven Steifigkeit](#))

Allgemeiner Querschnitt 2-achsig

tot. As Erforderliche Biegebewehrung,
→ siehe [Bemessung für polygonale Querschnitte](#).


Hinweise: Das Gelingen der Iteration hängt auch von der sinnvollen Eingabe der Bewehrungspunkte ab, die möglichst je Polygonecke vorzusehen ist.

Zu beachten ist, dass zunächst jeder Bewehrungspunkt mit gleicher Wichtung, d.h. gleicher Fläche in das Bemessungsergebnis eingeht. Durch Definition von weniger beanspruchten Bewehrungspunkten (z.B. in der Druckzone) als Punkt mit konstanter Fläche kann das Ergebnis optimiert werden.

Erfahrungsgemäß schwierige Bereiche für die Iteration sind die Übergänge von reiner Längskraftbeanspruchung zum Bereich Biegung mit Längskraft (z.B. weiße Bereiche der Bemessungsdiagramme).

Aus diesem Grund werden Momente unter einem bezogenen Grenzmoment $m < 0,0023$ nicht berücksichtigt ($m_y = M_y / (A_c \cdot f_{cd} \cdot D_z)$ $m_z = M_z / (A_c \cdot f_{cd} \cdot D_y)$; D_y und D_z sind die Abmessungen des umschließenden Rechtecks des Polygons). Da sich D_y und D_z bei unterschiedlich kompakten Polygonen nicht unterscheiden, ist eine Bemessung mit erhöhten Momenten vorzuziehen.

- MRdy Aufnehmbares Moment in y- Richtung, Mzd, Nxd und tot.As gegeben
- MRdz Aufnehmbares Moment in y- Richtung, Mxd, Nxd und tot.As gegeben
- Eleff/EI,y Auf Zustand I bezogene effektive Steifigkeit in y Richtung
- Eleff/EI,z Auf Zustand I bezogene effektive Steifigkeit in z Richtung

Hinweise: Je Querschnitt kann eine gewählte Bewehrung eingegeben werden. Ist die Bewehrungsfläche je Bewehrungspunkt gleich, reicht die Eingabe von gewählt As (Vorgabe). Eine differenzierte Eingabe der Bewehrungsflächen ist über die erweiterte Bewehrungstabelle (Button  über der Bewehrungstabelle) möglich.

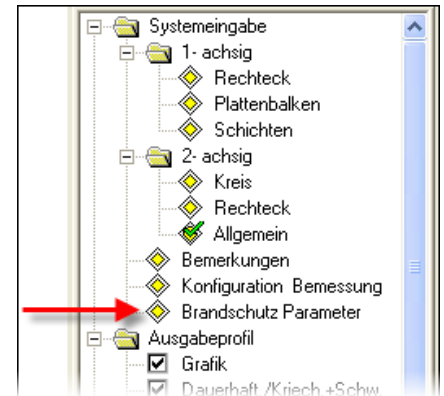
Bei allgemeinen Querschnitten können durch einachsige Beanspruchung auch Krümmungen in die Richtung entstehen, wo das Moment Null ist.

Aus diesem Grunde sollten bei Verformungsberechnungen nicht die effektiven Steifigkeiten sondern die Krümmungen zum Ansatz kommen.

Brandschutzparameter

Hier können die für die Heißbemessung und Steifigkeitsermittlung in der [außergewöhnlichen Bemessungssituation Brand](#) erforderlichen Parameter definiert werden.

Da die genaue Lage der Stähle von entscheidender Bedeutung für das Ergebnis ist, muss das Zusatzmodul „Polygonale Bemessung B2-Poly“ vorhanden sein. Die Nachweise im Brandfall erfolgen mit den Querschnittstypen Allgemein „Rechteck und allgemeine Punktbewehrung“ sowie „Kreis und allgemeine Punktbewehrung“



Feuerwiderstand: Entsprechend der zu erzielenden Feuerwiderstandsdauer ist eine Feuerwiderstandsklasse R30, R60, R90, R120, R180 auszuwählen.

Betonzuschlag : Beeinflusst die thermischen Dehnungen /42/ Bild 3.1 und die Spannungsdehnungslinie des Betons /42/ Bild 3.5

Voreingestellt sind quarzithaltige Zuschlagstoffe, die Berücksichtigung günstigerer kalkhaltiger Zuschlagstoffe muss vom Anwender explizit ausgewählt werden.

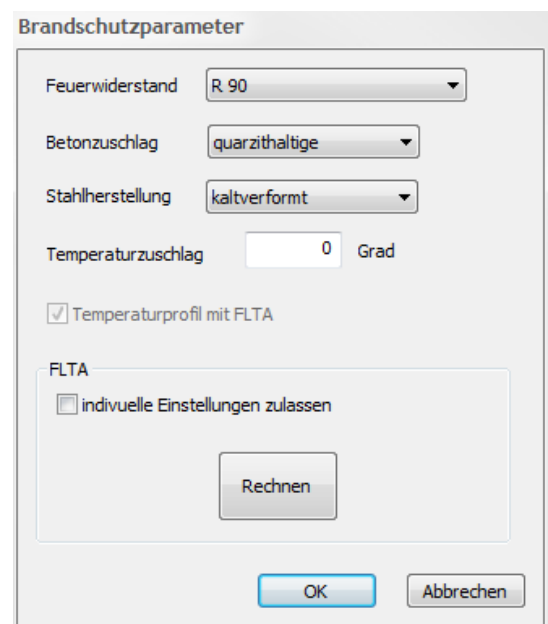
Stahlherstellung: Beeinflusst die Spannungsdehnungslinie des Stahles /42/ Bild 3.3

Voreingestellt ist ein kaltverformter Stahl

Der etwas günstigere warmgewalzte Stahl muss vom Anwender explizit ausgewählt werden.

Temperaturzuschlag: Nicht erforderlich bei Temperaturanalyse mit dem FEM Programm TA. Zur Reduzierung des Fehlers, der bei der Übertragung der an Querschnitten mit $h = 30\text{ cm}$ ermittelten Temperaturprofile auf größere oder kleinere Querschnitte auftritt, ist ein positiver ($h < 30\text{ cm}$) oder negativer ($h > 30\text{ cm}$) Temperaturzuschlag einzugeben.

Rechnen FLTA: Temperaturprofil mit dem Programm TA-Temperaturanalyse im Querschnitt: Ist das Frilo-[Programm TA](#) installiert, erfolgt eine FEM basierte Temperaturanalyse, entsprechend den in den nationalen Anhängen definierten Parametern. Bei Aktivierung der Option „individuelle Einstellungen zulassen“ können auch von den NA abweichende Randbedingungen berücksichtigt werden.



Bemessung für polygonale Querschnitte

Bei der Bemessung wird für gegebene Schnittkräfte N , M_y , M_z der Dehnungszustand im Grenzzustand der Tragfähigkeit für das Querschnittsversagen ermittelt, bei dem die inneren Schnittkräfte des Betons und des Betonstahles und die äußeren Schnittkräfte im Gleichgewicht stehen.

Daraus ergeben sich drei nichtlineare Gleichungen, deren iterative Lösung mit Hilfe des Newtonverfahrens die unbekannte Randdehnung, Nulllinienneigung und die erforderliche Bewehrung liefert.

Die inneren Schnittkräfte des Betons werden durch Zerlegung der Betondruckzone in dünne Streifen ermittelt.

Die inneren Schnittkräfte des Stahles enthalten Anteile für die mit konstanter Fläche definierten Bewehrungspunkte als auch für die Punkte, deren Fläche während der Iteration variabel ist und sich erst danach aus den Gleichgewichtsbedingungen ergibt.

Hinweis: Das Gelingen der Iteration hängt auch von der sinnvollen Eingabe der Bewehrungspunkte ab, die möglichst je Polygonecke vorzusehen sind.

Zu beachten ist, dass zunächst jeder Bewehrungspunkt mit gleicher Wichtigung, d.h. gleicher Fläche in das Bemessungsergebnis eingeht. Durch Definition von weniger beanspruchten Bewehrungspunkten (z.B. in der Druckzone) als Punkt mit konstanter Fläche kann das Ergebnis optimiert werden.

Erfahrungsgemäß schwierige Bereiche für die Iteration sind die Übergänge von reiner Längskraftbeanspruchung zum Bereich Biegung mit Längskraft (z.B. weiße Bereiche der Bemessungsdiagramme).

Aus diesem Grund werden Momente unter einem bezogenen Grenzmoment $m < 0,0023$ nicht berücksichtigt

$$m_y = M_y / (A_c \cdot f_{cd} \cdot D_z) \quad m_z = M_z / (A_c \cdot f_{cd} \cdot D_y)$$

D_y und D_z : Abmessungen des umschließenden Rechteckes des Polygons

Da sich D_y und D_z bei unterschiedlich kompakten Polygonen nicht unterscheiden, ist eine Bemessung mit erhöhten Momenten vorzuziehen.

Mindestbewehrung

Bei Druckgliedern ($e_d/h < 3,5$) wird automatisch überprüft, ob eine Bemessung der Mindestbewehrung maßgebend wird.

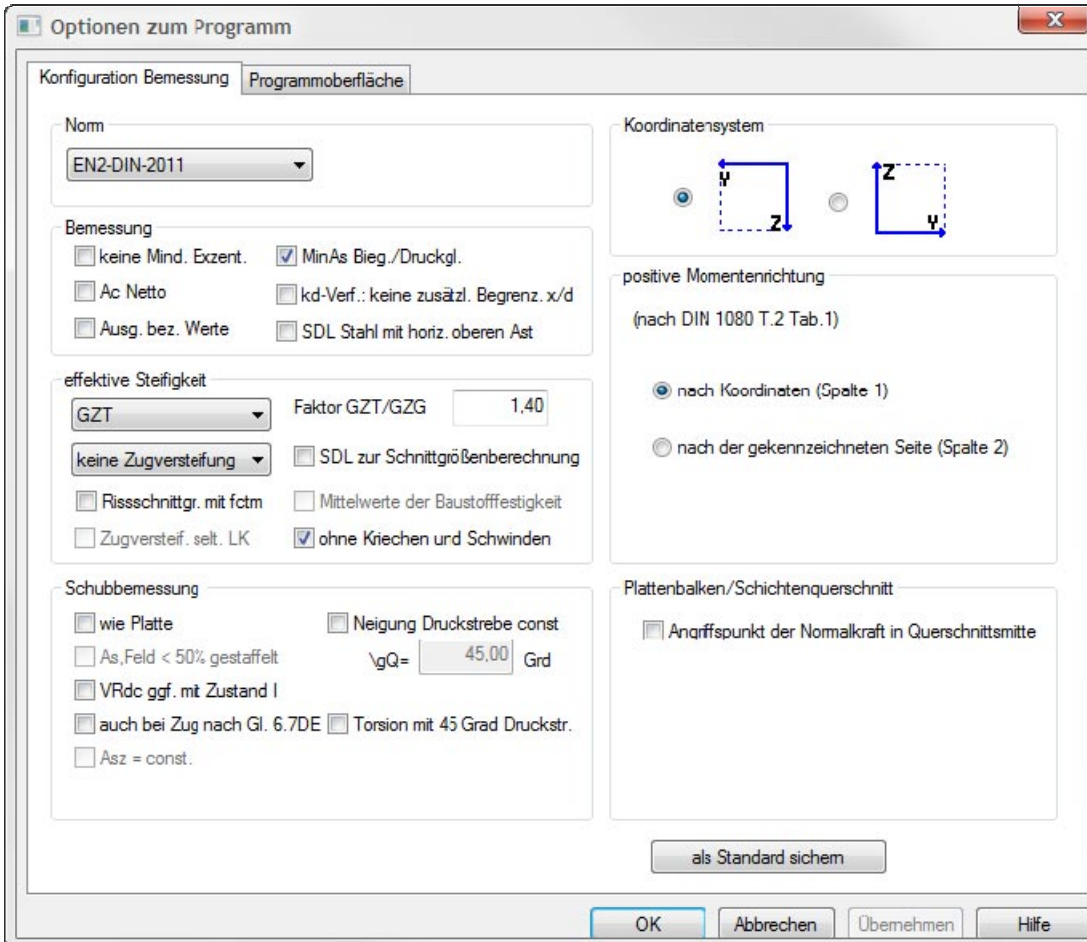
Die erforderliche Mindestbewehrung für auf Biegung beanspruchte Bauteile wird z.Zt. nicht berücksichtigt.

Die Berücksichtigung der Mindestbewehrung ist optional deaktivierbar

→ [Bemessung - Konfiguration](#).

Konfiguration Bemessung

Aufruf über den Punkt >> Konfiguration Bemessung in der Hauptauswahl.



Norm

Auswahl der Norm → siehe auch [Systemeingabe - Normauswahl](#).

Beim Wechsel der Norm werden Beton und Stahl entsprechend den in der neuen Norm üblichen Klassen angepasst.

Koordinatensystem

Auswahl eines Koordinatensystems:

- My links, Mz unten (*DIN 1080 T.1, Standard*)
- My rechts, Mz oben (Stab gedreht um 180 Grad)

Positive Momentenrichtung

Definition der positiven Momentenrichtung:

- entsprechend den Koordinatenachsen (*DIN 1080 T.2 Tab.1 Sp.1*)
- Zugseiten in positiver Koordinatenrichtung (*DIN 1080 T.2 Tab.1 Sp.2*)

Bemessung

Keine Mindestexzentrizität

Mindestexzentrizität nach EN 1992-1-1 6.1 (4) wird nicht berücksichtigt.

Ac Netto

Die inneren Schnittkräfte des Betons werden abzüglich der vom Stahl verdrängten Fläche ermittelt (Empfehlung bei Verwendung von hochfestem Beton).

MinAs Bieg./Druckglied

Aktivieren der Mindestbewehrung für Biegebauteile bzw. Druckglieder.

Keine zusätzliche Begrenzung x/d : → Siehe [Bemessung nach Kd-Verfahren](#)

Keine Standardvorgabe, da eine Begrenzung auch ohne Schnittkraftumlagerung erforderlich ist.

SDL Stahl mit horizontalem oberem Ast

Die Neigung des horizontalen oberen Astes der Spannungs-Dehnungslinie des Betonstahles wird vernachlässigt, z.B. um mit Bemessungstabellen vergleichbare Ergebnisse zu erzielen.

Effektive Steifigkeit

Beanspruchung

GZT	Schnittkräfte im Grenzzustand der Tragfähigkeit
GZG=GZT/Fak	Schnittkräfte im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit Schnittkraft GZG = Schnittkraft GZT / Faktor
GZG=Lk q.-ständ.	Schnittkräfte im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit quasi- ständ. Lastkombination
Faktor GZT/GZG	Faktor zur Umrechnung der Schnittkräfte

effektive Steifigkeit

GZT Faktor GZT/GZG

keine Zugversteifung SDL zur Schnittgrößenberechnung

keine Zugversteifung Mittelwerte der Baustofffestigkeit

Zugverst. Querschnitt ohne Kriechen und Schwinden

Zugversteif. selt. LK

Zugversteifung

Keine Zugversteifung	Dies ist die Voreinstellung → siehe Ermittlung der effektiven Steifigkeit .
Zugverst. Querschnitt	Verfahren zur Ermittlung der Zugversteifung am jeweiligen Schnitt.
Zugverst. Bauteil	Verfahren zur Abschätzung der mittleren Zugversteifung eines Bauteiles am meistbeanspruchten Schnitt.
Option seltene LK:	Ermittlung der Zugversteifung erfolgt mit einem in der seltenen Lastkombination ermittelten Verteilungsbeiwert ζ .

Ohne Kriechen und Schwinden

Falls diese Option aktiviert ist, wird der Einfluss von Kriechen und Schwinden bei der Ermittlung der effektiven Steifigkeit nicht berücksichtigt

Voreinstellung ohne Kriechen und Schwinden

SDL (Spannungs-Dehnungslinie) zur Schnittkraftermittlung

Randbedingungen entsprechend 5.8.6, falls die Option „Mittelwerte der Baustofffestigkeit“ aktiviert wurde, nach Randbedingungen entsprechend 5.7

→ Siehe [Ermittlung der effektiven Steifigkeit](#)

Schubbemessung

Wie Platte

Die Schubbemessung erfolgt unter der Annahme, dass der Querschnitt unabhängig vom Verhältnis b/h als Platte (Plattenstreifen) zu betrachten ist.

VRdct / VRdc ggf. im Zustand I

Ermittlung der Querkrafttragfähigkeit des Betons nach Gleichung 72 bzw. Gl. 6.4, wenn Rand- und Hauptzugspannungen kleiner als $f_{ctk} 0,05/1,8$ bzw. f_{ctd}

Gl.6.7 DE auch bei Zug

Bei Querschnitten unter Längszug kann optional die Ermittlung der Drucktrebenneigung nach Gl. 6.7aDE eingestellt werden. Damit ergeben sich gegenüber einer Berechnung mit $\cot \Theta = 1,00$ i.d.R. günstigere Bemessungsergebnisse.

Neigung der Druckstrebe const.

Durch Aktivierung der Option kann eine Drucktrebenneigung unabhängig vom Beanspruchungszustand festgelegt werden, z.B. für Schnitte, die für den Nachweis der Querkrafttragfähigkeit nicht maßgebend sind, aber mit dem am maßgebenden Schnitt geltenden Neigungswinkel berechnet werden sollen. Es sind die für die jeweiligen Normen geltenden Begrenzungen des Drucktrebenwinkels zu beachten → siehe [Schubbemessung](#).

Torsion mit 45 Grad Druckstrebe

Torsionsbemessung nach dem vereinfachten Verfahren.

Für Betone > C50 fck ohne Abminderung (NA-GB))

Wird die Betonschubfestigkeit durch Test nachgewiesen, darf für Betone > C50/60 nach NA to BS EN 1992 1-1 fck auch ohne Abminderung berücksichtigt werden.

Erhöhtes fcd nach PD 6687:2006 (NA-GB)


Nach PD 6687:2006 darf für den Nachweis der Querkrafttragfähigkeit ein mit $\alpha_{cc} = 1,0$ ermitteltes erhöhtes fcd berücksichtigt werden.

Plattenbalken / Schichtenquerschnitt

Angriffspunkt der Normalkraft in Querschnittsmittle

Bei Plattenbalken und Schichtenquerschnitten kann optional ein mittiger Lastangriff definiert werden (Standard: Lastangriff im Schwerpunkt).

Als Standard sichern

Bei Betätigung des Buttons  werden die Konfigurationsdaten als Standardvorgabe gespeichert, d.h. bei einer neuen Position sind diese Werte voreingestellt.

Register Programmoberfläche

- Das Einblenden des Querschnittsauswahl-Dialogs beim Programmstart kann durch die Option „Neue Position ohne Querschnittsauswahl“ abgeschaltet werden.
- Alle Betonstähle auswählbar: neben den landestypischen Stählen werden alle bekannten Betonstahlsorten angeboten

Schubbemessung

wie Platte Neigung Druckstrebe const

As,Feld < 50% gestaffelt @= Grd

VRdc ggf. mit Zustand I

auch bei Zug nach Gl. 6.7DE Torsion mit 45 Grad Druckstr.

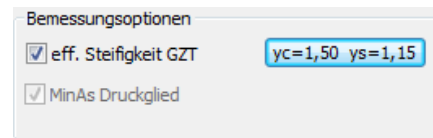
Asz = const.

Bemessungsoptionen EN 1992 1-1

Effektive Steifigkeit

Bei markierter Option wird die effektive Steifigkeit für die Schnittkräfte im GZT bzw. GZG ermittelt

→ siehe [Konfiguration Bemessung](#)



Teilsicherheitsbeiwerte γ_c, γ_s

Für Fertigteile, die einer speziellen Qualitätskontrolle unterliegen, können entsprechend Anhang A reduzierte Teilsicherheitsbeiwerte (NDP) berücksichtigt werden.

Querkrafttragfähigkeit

Variable Druckstrebenneigung: Annahme der flachest möglichen Neigung
(NDP, im Falle NA-A nach 4.6 (1))

Vorgegebene Druckstrebenneigung:

Wenn nicht anders in „[Bemessung- Konfiguration](#)“ vorgegeben,
Annahme einer Neigung von 45 Grad

Variable Druckstrebenneigung nach Sigsd (NA-A)

Wenn $\sigma_{sd} < f_{yd}$: flacherer Grenzwinkel nach 4.6 (2)

Variable Druckstrebenneigung mit A_{sz} konstant (NA-A):

Wegen konstanter Biegezugbewehrung von Auflager zu Auflager Ansatz
eines flacheren Grenzwinkel nach 4.6 (2)

MinAs Biegebauteile/Druckglieder

Bei Längsdruckkräften: Die Einhaltung der Mindestbewehrung für Druckglieder wird überprüft.

Bei Biegebeanspruchung: Bei den Querschnittstypen Plattenbalken, Rechteck oder Schichten (1-achsig) wird die Einhaltung der Mindestbewehrung für Biegebauteile überprüft.

Ausgabe

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

Über den Punkt Ausgabe in der Hauptauswahl starten Sie den Ausdruck bzw. die Anzeige auf Bildschirm.

Ausgabeprofil Hier legen Sie den Umfang der Ausgabe auf den Drucker fest.

Markieren Sie hierzu die gewünschten Ausgabeoptionen:


- Grafik
- Maßstab: Über einen Maßstabsdialog kann ein nutzerdefinierter Maßstab eingegeben werden.
- Dauerhaftigkeit/Kriech.+ Schwind.
- Biegebemessung
- Mindestbiegebewehrung
- effektive Steifigkeit
- Schubbemessung
- Rissbreitennachweis
- Spannungsnachweis

Bildschirm Eingabe- und Ergebniswerte werden in einem Text-Fenster dargestellt. Die Ausgabe erfolgt ausführlich mit Zwischenwerten, bei mehreren Schnittkraftkombinationen in Tabellenform.


Drucker Starten der Ausgabe auf den Drucker


Word Ausgabe im RTF-Format. Das Programm Textverarbeitungsprogramm MSWord wird aufgerufen (sofern es installiert ist). In Word kann die Ausgabe dann individuell formatiert werden.

Grafikansicht

Über das Symbol  rufen Sie die Grafikansicht auf. Querschnitt, Bewehrung und Dehnungszustand des eingestellten Nachweises werden grafisch dargestellt und vermaßt.

Die gesamte Ausgabe für einen Nachweis mit einer Schnittkraft (Drucksymbol) umfasst ca. eine halbe A4- Seite.

Bei mehreren Schnittkraftkombinationen kann über die Pfeiltasten  die gewünschte Kombination eingestellt werden.

Über das Symbol  in der Symbolleiste ist die Ausgabe allgemeiner n/m Diagramme für einachsige-symmetrische Bemessung von Rechteck- und Kreisquerschnitten möglich. In einem eingblendeten Dialog können Sie verschiedene Diagrammoptionen wählen.

Durch nochmaliges aktivieren des Symbols kehrt das Programm in den normalen Modus zurück.



Literatur

Siehe Dokument „Nachweise am Stahlbeton-Querschnitt“, Kapitel [Literatur](#)