

Querschnittsnachweis Stahlbeton B2+

Inhaltsverzeichnis

Anwendungsmöglichkeiten	3
Normen	3
Berechnungsgrundlagen	4
Eingabe – allgemeine Bedienhinweise	5
Assistent	5
Grafische Eingabe	5
Bemerkungen	5
Grundparameter	6
Bemessungsnorm und Material	6
Dauerhaftigkeit	8
System	9
Beanspruchung	9
Querschnitt	9
Geometrie	9
Bewehrungslage	10
Ortbetonergänzung	10
Belastung	12
Bemessungssituation	12
Belastung (Eingabe für die Bemessung)	12
Bemessung	13
Bemessungsart / Bewehrungsverteilung	13
Bewehrung	14
Optionen	15
Optionen Biegebemessung	15
Optionen Schubbemessung	16
Optionen für die effektive Steifigkeit	17
Optionen Rissbreitennachweis	17
Sonstige Optionen	17
Ausgabe / Ergebnisse	18
Ergebnisse	19
Import/Export	19
Literatur	20

Weitere relevante Informationen und Beschreibungen finden Sie in den Dokumentationen:

[Nachweise am Stahlbeton-Querschnitt](#)

[Dauerhaftigkeit - Kriechzahl und Schwindmaß](#)

Grundlegende Dokumentationen, Hotline-Service und FAQ

Neben den einzelnen Programmhandbüchern (Manuals) finden Sie „Allgemeine Dokumente und Bedienungsgrundlagen“ auf unserer Homepage www.friilo.eu unter CAMPUS im Downloadbereich (Handbücher).

*Tipp 1: Bei Fragen an unsere Hotline lesen Sie [Hilfe – Hotline-Service – Tipps](#).
Siehe auch Video [FRILO-Service](#).*

Tipp 2: Zurück im PDF - z.B. nach einem Link auf ein anderes Kapitel/Dokument – geht es mit der Tastenkombination <ALT> + „Richtungstaste links“

Tipp 3: Häufige Fragestellungen finden Sie auf www.friilo.eu unter ▶ Service ▶ Support ▶ [FAQ](#) beantwortet.

Tipp 4: Hilfedatei nach Stichwörtern durchsuchen mit <Strg> + F

Anwendungsmöglichkeiten

Mit dem FRILO-Programm B2+ können Stahlbetonquerschnitte bemessen werden. Eine Übersicht über die verfügbaren Querschnittstypen und den zugehörigen möglichen Bearbeitungsumfang zeigt Tabelle. 1:

Beanspruchung	Querschnitt	Nachweise					
		Biegung + Längskraft	Querkraft + Torsion	Schubfuge *1)	effektive Steifigkeit GZT/GZG	Spannung Stahl/Beton	Rissbreite
Einachsig	Rechteck	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Plattenbalken	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Schichten	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ein- oder zweiachsig	Rechteck	✓	✓*2)	-	✓	✓	-
	Rechteckhohlkasten	✓	-	-	✓	✓	-
	Kreis	✓	✓*3)	-	✓	✓	✓
	Kreisring	✓	-	-	✓	✓	-

*1) Optional kann für einachsig beanspruchte Querschnitte eine Ortbetonergänzung eingegeben werden

*2) nur für DIN EN 1992-1-1

*3) nur Querkraft einachsig

Tabelle. 1: in B2+ verfügbare Beanspruchungsarten, Querschnittstypen und Nachweise

Normen

Die Bemessung ist nach dem

- Originaleurocode und nach den
- nationalen Anhängen von Deutschland, Österreich, Großbritannien und Polen

möglich.

Nachfolgend werden die in B2+ verfügbaren Normen und die in diesem Dokument verwendeten zugehörigen Kurzbezeichnungen aufgelistet:

	Kurzbezeichnung	Norm
Originaleurocode	EN	EN 1992-1-1:2004 /A1:2014 und EN 1992-1-2:2004 /AC:2008
Deutschland	NA-D	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 DIN 1992-1-1/NA:2011-01 mit DIN 1992-1-1/NA Ber 1:2012-06
Österreich	NA-A	ÖNORM B 1992-1-1:2018-01 ÖNORM B 1992-1-1:2011-12
Großbritannien	NA-GB	NA+A2:2014 to BS EN 1992-1-1:2004+A1:2014 (2015-07)
Polen	NA-PL	PN EN 1992-1-1:2008/NA:2010

Sofern in den nationalen Anhängen Parameter vom Originaleurocode abweichen, wird in diesem Dokument mit folgender Kurzbezeichnung darauf hingewiesen:

NDP – im Nationalen Anhang definierbarer Parameter

Ansonsten gelten die Aussagen des Originaleurocodes für alle nationalen Anhänge in gleicher Weise.

Berechnungsgrundlagen

Erläuterungen zu den Berechnungsgrundlagen und Nachweisen finden Sie im Dokument [„Nachweise am Stahlbeton-Querschnitt“](#).

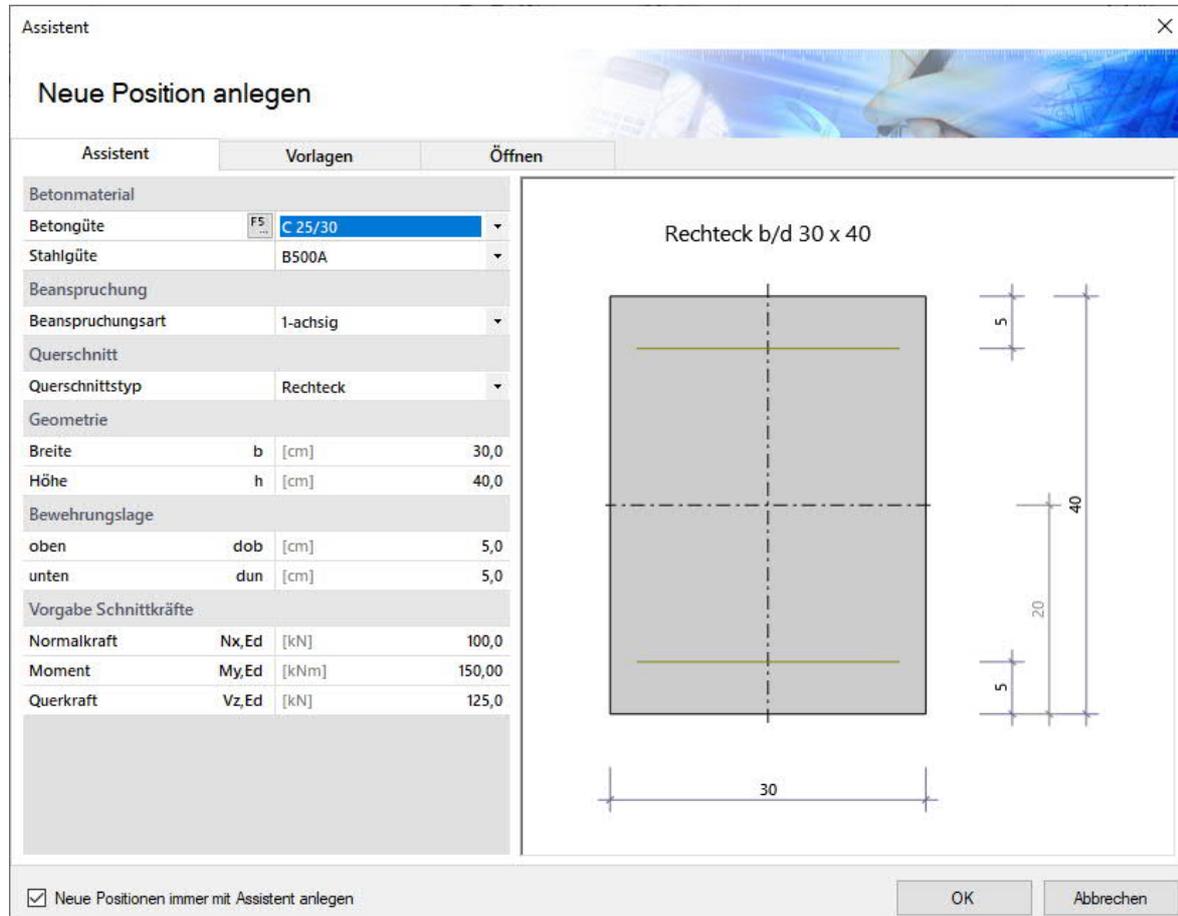
Eingabe – allgemeine Bedienungshinweise

Assistent

Beim Start des Programms erscheint automatisch das Fenster [Assistent](#).

Hier können schnell die wichtigsten Eckdaten des Systems eingegeben werden, die dann im Eingabebereich oder/ und in der [interaktiven Grafikoberfläche](#) editiert werden können.

Selbst definierte Positionen können hier auch als Vorlagen eingelesen werden. Das Speichern als Vorlage geschieht über ▶ Datei ▶ Speichern unter ▶ Option „Als Vorlage verwenden“ markieren.



Assistent			
Assistent		Vorlagen	Öffnen
Betonmaterial			
Betongüte	F5	C 25/30	
Stahlgüte		B500A	
Beanspruchung			
Beanspruchungsart		1-achsig	
Querschnitt			
Querschnittstyp		Rechteck	
Geometrie			
Breite	b [cm]		30,0
Höhe	h [cm]		40,0
Bewehrungslage			
oben	dob [cm]		5,0
unten	dun [cm]		5,0
Vorgabe Schnittkräfte			
Normalkraft	Nx,Ed [kN]		100,0
Moment	My,Ed [kNm]		150,00
Querkraft	Vz,Ed [kN]		125,0

Anschließend können die Eingaben im Programm einfach ergänzt und weiterbearbeitet werden.

Siehe auch [Bedienungsgrundlagen-PLUS.pdf](#)

Grafische Eingabe

Die Eingabe der Werte und Steuerparameter erfolgt i.d.R. im Menü auf der linken Seite des Bildschirmfensters. Die interaktive Eingabemöglichkeit in der Grafik auf der rechten Fensterseite empfiehlt sich für schnelle Änderungen an einem bereits definierten Querschnitt.

Siehe auch Grafisch interaktive Eingabe in den [Bedienungsgrundlagen-PLUS](#).

Bemerkungen

Sie können in den einzelnen Eingabeabschnitten jeweils eigene Bemerkungen eingeben – siehe hierzu auch [Bedienungsgrundlagen – Bemerkungseditor](#).

Grundparameter

Bemessungsnorm und Material

Zunächst wählen Sie die gewünschte [Bemessungsnorm](#).
Je nach ausgewählter Norm werden die entsprechenden Materialgütern für den Beton (Querschnitt und optional Ortbetoneergänzung) und Betonstahl (Längs- und Bügelbewehrung) zur Auswahl aufgeführt.

Alternativ können die Betonmaterialwerte auch selbst definiert werden (siehe Beton – benutzerdefiniert weiter unten).

Betongüte

C12/15 ... C90/105	Normalbeton entsprechend EN, Tab. 3.1
C100/115	für NA-D und NA-GB Normalbeton entsprechend EN, Tab. 3.1 + NDP
LC12/13 ... LC80/88	Leichtbeton entsprechend EN, Tab. 11.3.

Hinweis: Für hochfesten Beton (> C50/60) kann die Aktivierung der Option „[Bemessung mit Netto Ac](#)“ sinnvoll sein.

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

Beton – benutzerdefiniert

Über die F5-Taste oder den Button „F5“ im Eingabefeld der „Betongüte“ wird ein Dialog aufgerufen.

Zur Ermittlung der Betonkennwerte stehen drei Varianten zur Verfügung:

Nach EC2-Formeln	Normal- und Leichtbetone mit beliebigem f_{ck} -Wert Die Ermittlung der Betonkennwerte erfolgt gemäß den Formeln in EN, Tabelle 3.1 + NDP bzw. EN, Tabelle 11.3.1 + NDP
Nach EC2-Tabelle 3.1	genormte Normal- und Leichtbetone Die Betonkennwerte werden EN, Tabelle 3.1 + NDP bzw. EN, Tabelle 11.3.1 + NDP entnommen.

Zur Erläuterung des Teilsicherheitsbeiwerts γ_c und des Beiwerts zur Langzeitwirkung α_{cc} siehe Kapitel „[Bemessungsgrundlagen](#)“ im Dokument „Nachweise am Stahlbeton-Querschnitt“.



Freie Eingabe alle Betonkennwerte sind frei definierbar

Zur Steuerung der Leichtbetonkennwerte ist die Eingabe der Rohdichte und ggf. die Angabe „Kein Natursand“ (Steuerung ϵ_{lc1} nach EN, Tab. 11.3.1) erforderlich.

Beton - Benutzerdefinierte Werte

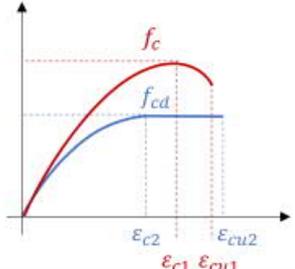


Für einen benutzerdefinierten Beton können Kennwerte nach den Formeln des EC2 oder aus tabellierten Werten ermittelt werden. Auch eine freie Eingabe ist möglich.

$$f_{cd} = f_{ek} \cdot \alpha_{cc} / \gamma_c$$

$$\sigma = f_{cd} \cdot \left(1 - \left(1 - \epsilon / \epsilon_{c2}\right)^n\right)$$

$$f_c = f_{cm} / \gamma_c$$

$$\sigma = f_c \cdot \frac{k \cdot n - n^2}{1 + (k - 2) \cdot n}$$


i Betonkennwerte gemäß Tabellenwert oder Formel (EC2, Tab. 3.1 bzw. 11.3.1) oder frei definiert

Allgemein			
Charakt. Zylinderdruckfestigkeit	fck	[N/mm ²]	25,00
Würfelfestigkeit	fck.cube	[N/mm ²]	30,00
Kurzname			C25/30-B
Leichtbeton			<input type="checkbox"/>
Kein Natursand			<input type="checkbox"/>
Trockenrohddichte	ρ	[kg/m ³]	2500
Kennwerte			
Kennwerte ermitteln			Nach EC2 Formeln
Faktor Langzeitwirkung	α_{cc}		Nach EC2 Formeln
Teilsicherheitsbeiwert	γ_c		Nach EC2 Tabelle
			Freie Eingabe
Bemessungswert Druckfestigkeit	fcd	[N/mm ²]	14,17
Scheitelstauchung	ϵ_{c2}	[%]	2,000
Bruchstauchung	ϵ_{cu2}	[%]	3,500
Exponent	n		2,0
Scheitelwert Druckfestigkeit	fcm	[N/mm ²]	22,00
Scheitelstauchung	ϵ_{c1}	[%]	2,069
Bruchstauchung	ϵ_{cu1}	[%]	3,500
Mittlere Zugfestigkeit	fctm	[N/mm ²]	2,56
E-Modul	Ecm	[N/mm ²]	31476

Tipp: Infos zu den einzelnen Parametern können als Tooltips angezeigt werden.

Stahlgüte

entsprechend EN, 3.2 und EN, Anhang C sowie nationalen Regelwerken

EN: B220(A), B420(A), B500(A), B500(B), B500(C), B550(A), B550(B), B600(A)

NA-D: B500A und B500B nach DIN 488 (2009) außerdem BSt 420 S(A)

NA-A: B500A, B550A, B600A, B550B

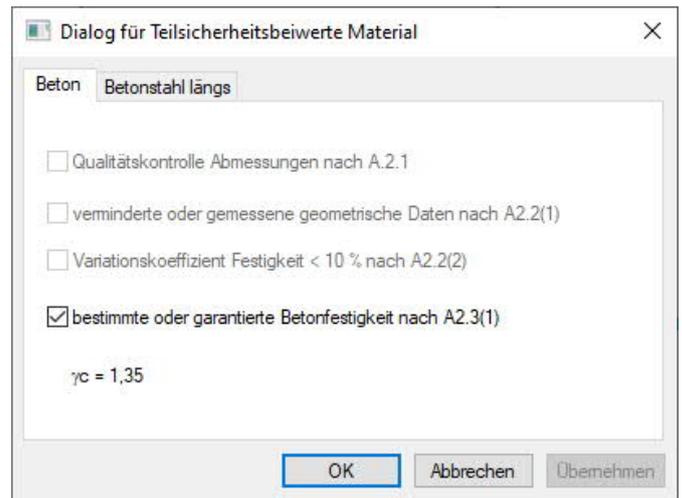
NA-GB: B500A, B500B, B500C, grade 460 TH, grade 460 YH, grade 485 WH, grade 485 WN

NA-PL: B500(A), B500(B), B500(SP)

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

Fertigteil - Teilsicherheitsbeiwerte Beton und Betonstahl

Für Fertigteile, die einer speziellen Qualitätskontrolle unterliegen, können entsprechend EN, Anhang A reduzierte Teilsicherheitsbeiwerte berücksichtigt werden. Nach Aktivierung der Option „Fertigteil“ kann der Dialog zur Auswahl fertigteilspezifischer Teilsicherheitsbeiwerte geöffnet werden.



Dauerhaftigkeit

Dauerhaftigkeit, Kriechen und Schwinden

Über den Button  öffnet sich ein Dialog, in dem Anforderungen an die Dauerhaftigkeit und zum Kriech- und Schwindverhalten des Bauteils definiert werden können.

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

System

Beanspruchung

Auswahl zwischen ein- und zweiachsiger Beanspruchung.

- 1-achsig: Rechteck, Plattenbalken, Schichtenquerschnitt
- 2-achsig: Rechteck/Hohlkasten, Kreis/Kreisring

Siehe auch [Anwendungsmöglichkeiten, Tabelle 1](#).

Querschnitt

Auswahl des Querschnittstyps – siehe auch „Geometrie“.

1-achsig

- Rechteck
- Plattenbalken
- Schichtenquerschnitt

2-achsig

- Kreis bzw. Kreisring
- Rechteck bzw. Rechteck mit Aussparung

Geometrie

Je nach gewähltem Querschnittstyp werden die passenden Parameter (Breite, Höhe ...) zur Eingabe eingeblendet.

Rechteck 1-achsig / Plattenbalken

b Breite (≥ 10 cm)

h Höhe (≥ 10 cm)

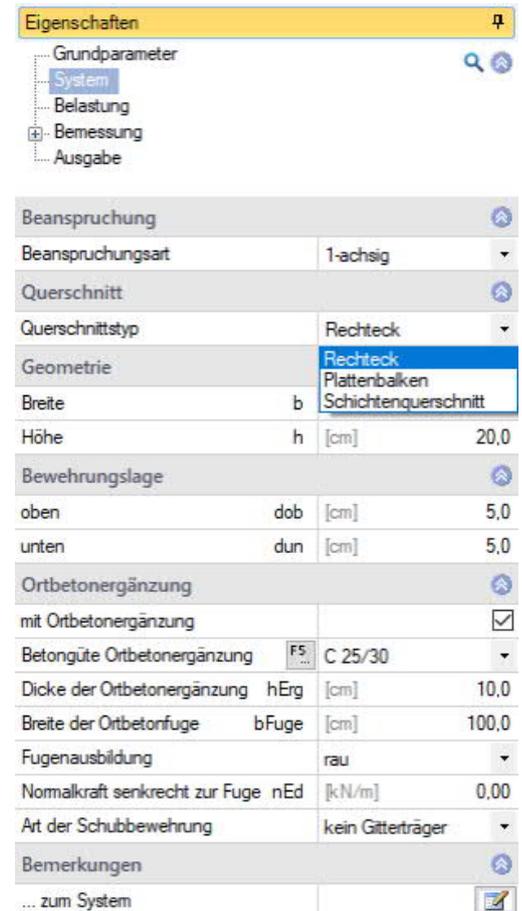
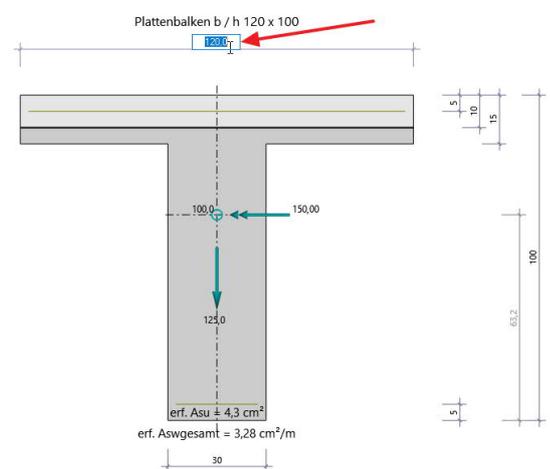
Schichtenquerschnitt

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

Die Eingabe der Schichten erfolgt tabellarisch über das Register „Eingabe Schichtenquerschnitt“ unter der Grafik:

Über das -Symbol erzeugen Sie für jede Schicht einen neuen Eintrag (eine neue Tabellenzeile). Siehe auch [Tabelleneingabe](#) in den Bedienungsgrundlagen.

Lastkombinationen Bemessung		Eingabe Schichtenquerschnitt	
	Abstand von der Oberkante	Schichtbreite	
	[cm]	[cm]	
1	0,0	80,0	
2	15,0	80,0	

Tipp: Editieren Sie die Maße direkt in der interaktiven Grafik (Abb. rechts).

Kreis / Kreisring

- da Außendurchmesser (≥ 10 cm)
 di Innendurchmesser ($\leq da - 12$ cm, Vollkreis: $di = 0$)

Rechteck 2-achsig

- b Breite (≥ 10 cm)
 h Höhe (≥ 10 cm)
 bi Breite der Aussparung ($\leq b - 10$ cm, Vollquerschnitt: $bi = 0$)
 hi Höhe der Aussparung ($\leq h - 10$ cm, Vollquerschnitt: $hi = 0$)

Bewehrungslage

Rechteck 1-achsig / Plattenbalken / Schichtenquerschnitt

- dob Abstand des Schwerpunktes der oberen Bewehrung vom oberen Querschnittsrand (bei einer Ortbetonergänzung: Oberkante Ortbetonergänzung).
 dun Abstand des Schwerpunktes der unteren Bewehrung vom unteren Querschnittsrand.

Kreisquerschnitt

- d1 Abstand des Schwerpunktes der Bewehrung vom Außenrand.

Rechteckquerschnitt, 2-achsig

- b1 Abstand des Schwerpunktes der oberen bzw. unteren Bewehrung vom oberen bzw. unteren Querschnittsrand.
 d1 Abstand des Schwerpunktes der Bewehrung auf der rechten bzw. linken Seite vom rechten bzw. linken Querschnittsrand.

Ortbetonergänzung

Ortbetonergänzungen können für die einachsigen Querschnittstypen Rechteck-, Plattenbalken- und Schichtenquerschnitt eingegeben werden. Nach Aktivierung der Option „mit Ortbetonergänzung“ können Sie die Eigenschaften der Ortbetonergänzung definieren

Betongüte Auswahl der Betongüte für Normal- und Leichtbeton der Ortbetonergänzung bei Halbfertigteilen. Über die F5-Taste können in einem weiteren Dialog benutzerdefinierte Kennwerte nach den Formeln des EC2 oder aus tabellierten Werten ermittelt werden. Auch eine freie Eingabe ist möglich. Es kann ein Name vergeben werden und das Material kann gespeichert werden.

Ortbetonergänzung		
mit Ortbetonergänzung		<input checked="" type="checkbox"/>
Betongüte Ortbetonergänzung	C 25/30	▼
Dicke der Ortbetonergänzung h_{Erg}	[cm]	10,0
Breite der Ortbetonfuge b_{Fuge}	[cm]	100,0
Fugenausbildung	rau	▼
Normalkraft senkrecht zur Fuge n_{Ed}	[kN/m]	0,00
Art der Schubbewehrung	kein Gitterträger	▼
Bemerkungen	kein Gitterträger nur Diagonalen (E) mit Pfosten und Diagonalen (EQ)	
... zum System		

- h_{Erg}** Dicke (Höhe) der Ortbetonschicht
 Rechteckquerschnitt: $3\text{cm} \leq h_{Erg} \leq h - 5\text{cm}$
 Plattenbalkenquerschnitt: $h_{Erg} \leq d_o$ bzw. wenn $d_o = 0$, dann $h_{Erg} \leq h - d_u$
 Schichtenquerschnitt: $h_{Erg} \leq \text{Dicke der 1. Schicht}$

bFuge	<p>Breite der Ortbetonfuge.</p> <p>Standardmäßig wird die Breite des Querschnitts auf Höhe der Fuge als Fugenbreite gesetzt. Manuell ist eine geringere Fugenbreite definierbar (z.B., wenn durch eine Fertigteilschalung die Breite reduziert ist).</p>
Fugenausbildung	<p>Oberflächenkategorien nach EN, 6.2.5 (2). Siehe NA für weiterführende Regelungen.</p> <p>Sehr glatt gegen Stahl, Kunststoff oder glatte Holzschalung betoniert.</p> <p>Glatt Oberfläche abgezogen oder im Gleit- bzw. Extruderverfahren hergestellt oder unbehandelt.</p> <p>Rau Korngerüst ≥ 3 mm freigelegt (erzeugt durch Rechen mit ca. 40 mm Abstand Zinkenabstand, Freilegen der Gesteinskörnungen oder andere Methoden, die ein äquivalentes Verhalten herbeiführen).</p> <p>Verzahnt Ausbildung der Verzahnung entsprechend EN, Bild 6.9.</p>
nEd	<p>Unterer Bemessungswert der Normalkraft senkrecht zur Fuge je Längeneinheit, Druck negativ.</p> <p>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 ($v_{Rd10} = 0 \text{ kN/m}^2$).</p>
Art der Schubbewehrung	<p>Gitterträger in Elementdecken als Fugenbewehrung für NA-D.</p> <p>Bei der Bemessung nach NA-D können für Platten (der Rechteckquerschnitt muss $b/h \geq 5$ sein oder die Option „Schubbemessung wie Platte“ ist aktiviert) Gitterträger als Fugenbewehrung ausgewählt werden. Die Bemessung basiert auf den Angaben mehrerer allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassungen für Gitterträger (siehe /67/ bis /72/).</p> <p>Erläuterungen zum Nachweis finden Sie im Kapitel „Schubbemessung für Elementdecken mit Gitterträgern“ des Dokuments „Nachweise am Stahlbeton-Querschnitt“.</p>

Belastung

Bemessungssituation

Auswahl der Bemessungssituation:

- ständig/vorübergehend
- außergewöhnlich
- Erdbeben

Durch die Auswahl werden die Materialteilsicherheitsbeiwerte entsprechend der gewählten Bemessungssituation zugeordnet (siehe Kapitel „[Bemessungsgrundlagen](#)“ im Dokument „Nachweise am Stahlbeton-Querschnitt“).

Belastung (Eingabe für die Bemessung)

Entsprechend der gewählten Beanspruchungsart werden die Schnittkraftkomponenten für eine ein- bzw. zweiachsige Beanspruchung aktiviert. Jede Schnittkraftkombination ist einzeln aktivierbar bzw. deaktivierbar (Option „Lk berechnen“).

Eingabe der Schnittkräfte über das Register „Lk Bemessung / Nachweis Tragfähigkeit“ (unter der Grafik) oder alternativ direkt im linken Menübaum - siehe hierzu [Tabelleneingabe](#) in den Bedienungsgrundlagen.

Über das -Symbol erzeugen Sie für jede Schicht einen neuen Eintrag (eine neue Tabellenzeile).

Schnittkräfte aus Bemessungs-Lk

Die folgenden Bemessungslasten werden bei der Biege-, Querkraft-, Schubfugen- und Torsionsbemessung herangezogen.

Nx,Ed	Bemessungsnormalkraft (Druckkraft negativ)
My,Ed	Bemessungsmoment um y-Achse
Mz,Ed	Bemessungsmoment um z-Achse
Vy,Ed	Bemessungsquerkraft in y-Richtung
Vz,Ed	Bemessungsquerkraft in z-Richtung
Tx,Ed	Bemessungstorsionsmoment

Schnittkräfte aus seltener Lk

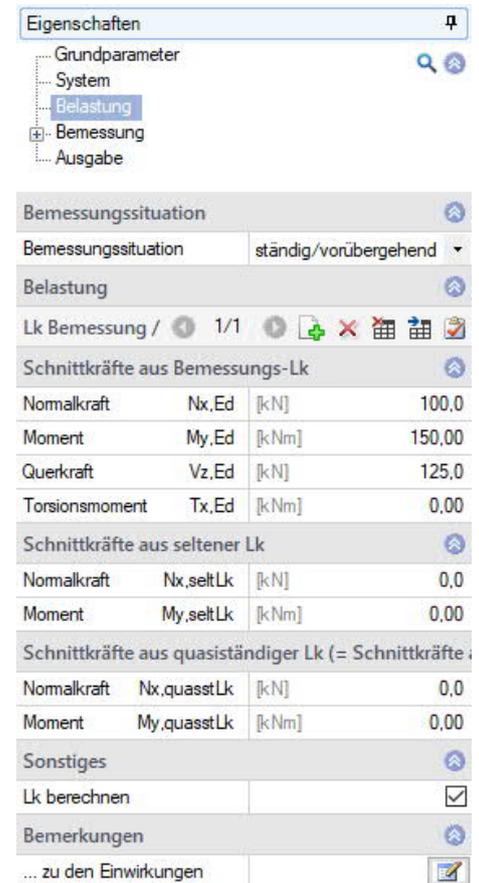
Die folgenden Bemessungslasten werden für den Spannungsnachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit herangezogen.

Nx,seltLk	Normalkraft aus seltener Lastkombination (Druckkraft negativ)
My,seltLk	Moment um die y-Achse aus seltener Lastkombination
Mz,seltLk	Moment um die z-Achse aus seltener Lastkombination

Schnittkräfte aus quasiständiger Lk (= Schnittkräfte aus Riss-Lk)

Die folgenden Bemessungslasten werden für den Spannungsnachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit sowie für den Rissbreitennachweis herangezogen.

Nx,quasstLk	Normalkraft aus quasi-ständiger Lastkombination (Druckkraft negativ)
My,quasstLk	Moment um die y-Achse aus quasi-ständiger Lastkombination
Mz,quasstLk	Moment um die z-Achse aus quasi-ständiger Lastkombination



Eigenschaften			
Grundparameter			
System			
Belastung			
Bemessung			
Ausgabe			

Bemessungssituation			
Bemessungssituation		ständig/vorübergehend	

Belastung			
Lk Bemessung /	1/1		

Schnittkräfte aus Bemessungs-Lk			
Normalkraft	Nx,Ed	[kN]	100,0
Moment	My,Ed	[kNm]	150,00
Querkraft	Vz,Ed	[kN]	125,0
Torsionsmoment	Tx,Ed	[kNm]	0,00

Schnittkräfte aus seltener Lk			
Normalkraft	Nx,seltLk	[kN]	0,0
Moment	My,seltLk	[kNm]	0,00

Schnittkräfte aus quasiständiger Lk (= Schnittkräfte aus Riss-Lk)			
Normalkraft	Nx,quasstLk	[kN]	0,0
Moment	My,quasstLk	[kNm]	0,00

Sonstiges	
Lk berechnen	<input checked="" type="checkbox"/>

Bemerkungen	
... zu den Einwirkungen	

Bemessung

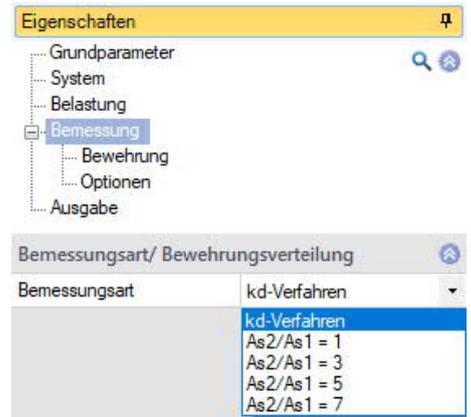
Bemessungsart / Bewehrungsverteilung

Für einachsig beanspruchte Querschnitte

kd-Verfahren Siehe auch [Bemessung nach Kd-Verfahren](#) im Dokument „Nachweise am Stahlbeton-Querschnitt“.

Bewehrungsverteilung

As2 / As1 = 1 / 3 / 5 / 7 Der höhere Bewehrungsgehalt wird auf der stärker zugbeanspruchten Bauteilseite angeordnet. Siehe auch [Bemessung für gegebenes Bewehrungsverhältnis](#) im Dokument „Nachweise am Stahlbeton-Querschnitt“.



Für zweiachsig beanspruchte Rechteckquerschnitte

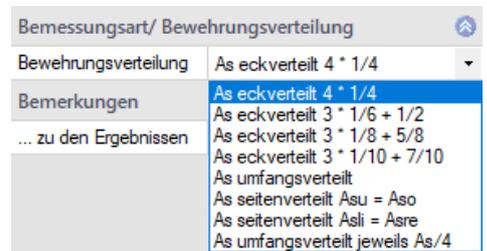
As eckverteilt Der Gesamtbewehrungsgehalt wird entsprechend des gewählten Verhältnisses (siehe Auswahlliste rechts) in den Ecken des Querschnitts angeordnet. Die Anordnung erfolgt für jede Lastkombination einzeln. Damit kann sich die Lage des maximalen Bewehrungsstranges zwischen den Lastkombinationen unterscheiden.

As umfangverteilt Einheitlicher Bewehrungsgehalt über den Umfang u (u im Abstand von b1/d1 von der Bauteiloberfläche).

As seitenverteilt Asu = Aso Einheitlicher Bewehrungsgehalt über die Länge l (l im Abstand von d1 von der Bauteilober-/unterseite mit $l = b - 2 b1$).

As seitenverteilt Asli = Asre Einheitlicher Bewehrungsgehalt über die Länge l (l im Abstand von b1 von der Bauteilseite mit $l = h - 2 d1$).

As umfangverteilt jeweils As/4 Einheitlicher Gesamtbewehrungsgehalt je Bauteilseite.



Für zweiachsig beanspruchte Kreisquerschnitte

As umfangverteilt Einheitlicher Bewehrungsgehalt über den Umfang u (u im Abstand von d1 von der Bauteiloberfläche).

Bewehrung

Maximal erforderliche Längsbewehrung

Anzeige der Maximalwerte der erforderlichen Gesamtlängsbewehrung von allen berechneten Schnittkraftkombinationen aus der [Bemessungs-Lk](#) (Momenten- und Normalkraftbeanspruchung).

Vorhandene Längsbewehrung

Standardmäßig wird programmintern die vorhandene Längsbewehrung entsprechend der maximal erforderlichen Längsbewehrung gesetzt. Wird die vorhandene Bewehrung vom Benutzer definiert, erfolgt keine automatische Anpassung mehr.

Maximal erforderliche Schub- und Torsionsbewehrung

Anzeige der Maximalwerte der erforderlichen Schubbewehrung von allen berechneten Schnittkraftkombinationen aus der Bemessungs-Lk (Querkraft- und Torsionsbeanspruchung).

Die Längsbewehrung max AsIT ist zusätzlich zur Längsbewehrung aus der Biege-/Normalkraftbeanspruchung (Anzeige unter „maximal erforderliche Längsbewehrung“) im Querschnitt zu berücksichtigen.

Eigenschaften			
Grundparameter			
System			
Belastung			
Bemessung			
Bewehrung			
Optionen			
Ausgabe			
max. erforderliche Längsbewehrung (aus allen Lk)			
erforderlich	max Aso	[cm ²]	0,0
erforderlich	max Asu	[cm ²]	12,7
vorhandene Längsbewehrung (für alle Lk)			
vorhanden	Aso	[cm ²]	0,0
vorhanden	Asu	[cm ²]	12,7
max. erforderliche Schub- und Torsionsbew. (aus allen Lk)			
erforderlich	max AswV+T+ Fuge	[cm ² /m]	10,38
erforderlich	max AsIT	[cm ²]	0,0
Bemerkungen			
... zu den Ergebnissen			

Optionen

Wenn eine Option markiert ist (Häkchen) gilt:

Optionen Biegebemessung

- Mit Mindestexzentrizität Eine Mindestexzentrizität nach EN, Abschnitt 6.1 (4) wird berücksichtigt.
- Mit Mindestbewehrung Berücksichtigt die Mindestbewehrung für
- Biegebauteile nach EN, Abschnitt 9.2.1.1 bzw. NA-D, Abschnitt 9.2.1.1 (*Option für einachsige beanspruchte Querschnitte*),
 - Druckglieder (Stützen) nach EN, Abschnitt 9.5.2(2) bzw. NA-D, Abschnitt 9.5.2(2) bzw. NA-A, Abschnitt 12.5.3 und
 - Druckglieder (Wände) nach EN, Abschnitt 9.6.2 (1) bzw. NA-D, Abschnitt 9.6.2(1).

Für Erläuterungen siehe Kapitel [„Mindestbewehrung für auf Biegung beanspruchte Bauteile“](#) / [„Mindestbewehrung für Druckglieder“](#) im Dokument „Nachweise am Stahlbeton-Querschnitt“.

- Bemessung mit Netto Ac Berücksichtigt ausschließlich die Druckzonenfläche des Betons. Die vom Stahl verdrängte Druckzonenfläche wird nicht berücksichtigt.
Hinweis: Bei Verwendung hochfesten Betons (> C50/60) kann es bei hohem Bewehrungsgrad der Druckzone sinnvoll sein, die Option „Bemessung mit Netto Ac“ einzustellen (/66/ S.67).

- zusätzl. Begrenzung x/d Unter dem Ansatz einer Auslastung der Bewehrung im GZT bis zur Streckgrenze und gleichzeitigem Erreichen der Bruchdehnung des Betons, ergibt sich eine Begrenzung der Druckzonenhöhe x ($x/d = \epsilon_{cu} / (\epsilon_{cu} - \epsilon_{yd})$). Zur Sicherung ausreichender Duktilität ist bei linear-elastischer Berechnung von Durchlaufträgern die Druckzonenhöhe darüber hinaus zu begrenzen. Die zusätzliche Begrenzung nach EN 1992-1-1, Abschnitt 5.6.3.(2) ist hier anwählbar. Die Einhaltung des Kriteriums wird durch eine entsprechend modifizierte Stahlgrenzdehnung erreicht, ab der eine Druckbewehrung ermittelt wird.
- σ - ϵ Linie Stahl mit horiz. oberem Ast Vernachlässigt bei der Spannungs-Dehnungs-Linie des Betonstahls die Neigung des oberen Astes. So können z.B. mit Bemessungstafeln vergleichbare Ergebnisse erzielt werden.

Eigenschaften 🔍

- ... Grundparameter
- ... System
- ... Belastung
- [-] Bemessung
 - ... Bewehrung
 - [-] **Optionen**
 - ... Ausgabe

Optionen Biegebemessung	
mit Mindestexzentrizität	<input checked="" type="checkbox"/>
mit Mindestbewehrung	<input checked="" type="checkbox"/>
Bemessung mit Netto Ac	<input type="checkbox"/>
zusätzliche Begrenzung x/d	<input checked="" type="checkbox"/>
σ - ϵ -Linie Stahl mit horizontalem oberem Ast	<input type="checkbox"/>
Optionen Schubbemessung	
z/d benutzerdefiniert	<input type="checkbox"/>
Schubbemessung wie Platte	<input type="checkbox"/>
Druckstrebenwinkel konstant	<input type="checkbox"/>
Druckstrebenwinkel	[°] 45,0
Torsion mit Druckstrebenwinkel 45°	<input type="checkbox"/>
VRd,c nach Gl. 6.4	<input type="checkbox"/>
Druckstrebenneigung bei Zug nach Gl. 6.7aDE	<input type="checkbox"/>
Bew. Lage $c_v I = \text{nom } c$ zur Begrenz. d. Hebelarms	<input checked="" type="checkbox"/>
Optionen effek Steifigkeit	
Berechnung effektiver Steifigkeit für	GZT
σ - ϵ -Linie Beton Verformung	<input checked="" type="checkbox"/>
Mittelwert der Baustofffestigkeiten	<input type="checkbox"/>
mit Kriechen und Schwinden	<input checked="" type="checkbox"/>
Faktor k_{eff}	1,00
Optionen Plattenbalken/Schichtenquerschnitt	
Angriffspunkt von N_x in $h / 2$	<input type="checkbox"/>
Optionen Rissbreitennachweis	
fcteff benutzerdefiniert	<input type="checkbox"/>
fcteff	[N/mm ²] 2,56
wirksame Plattenbreite oben	[cm] 80,0
wirksame Plattenbreite unten	[cm] 50,0
sonstige Optionen	
Schnittkräfte gleich groß darstellen	<input type="checkbox"/>

Optionen Schubbemessung

- z/d benutzerdefiniert** Der bezogene Hebelarm z/d kann für die Schubbemessung vorgegeben werden. Ansonsten wird der in der Biegebemessung berechnete Hebelarm angesetzt. Wurde keine Biegebemessung durchgeführt gilt $z = 0,9 \cdot d$ bzw. zusätzlich für NA-D $z < \max(d - 2 \cdot \text{nomc}, d - 3 \cdot \text{nomc})$.
- Schubbemessung wie Platte** Die Schubbemessung erfolgt unabhängig von den Querschnittsabmessungen wie bei einer Platte. Dementsprechend wird die Mindestschubbewehrung für Platten nach EN, Abschnitt 9.3.2 bzw. NA-D, Abschnitt 9.3.2 berücksichtigt. Für Erläuterungen siehe Kapitel „[Schubbemessung](#)“ im Dokument „Nachweise am Stahlbeton-Querschnitt“.
- Druckstrebenwinkel konstant** Für die Schub- und Torsionsbemessung kann eine konstante Druckstrebenneigung unabhängig vom Beanspruchungszustand festgelegt werden.
Die Option findet z.B. Anwendung bei Schnitten, die für den Nachweis der Querkrafttragfähigkeit nicht maßgebend sind, aber mit dem am maßgebenden Schnitt geltenden Neigungswinkel berechnet werden sollen.
Hinweis: Die für die jeweiligen Normen geltenden Begrenzungen des Druckstrebenwinkels (siehe Kapitel „[Schubbemessung](#)“ im Dokument „Nachweise am Stahlbeton-Querschnitt“) werden bei der benutzerdefinierten Druckstrebenneigung nicht überprüft!
- Torsion mit Druckstrebenwinkel 45°** Ermittelt die Torsionsbewehrung vereinfachend mit einem Druckstrebenwinkel von 45° und addiert diese zur Querkraftbewehrung infolge $V_{z,Ed}$, gemäß NA-D, 6.3.2 (2).
- VRd,c nach Gl. 6.4** Bei einfeldrigen, statisch bestimmten Spannbetonbauteilen ohne Querkraftbewehrung darf im ungerissenen Zustand die Querkrafttragfähigkeit $V_{Rd,c}$ auf Grundlage der Betonzugfestigkeit f_{ctd} ermittelt werden, wenn die Biegezugspannung kleiner f_{ctd} ist. Bei Aktivierung der Option wird unter dieser Bedingung $V_{Rd,c}$ nach EN, Gl. 6.4 ermittelt.
- Druckstrebenneigung bei Zug nach Gl. 6.7aDE** *Option für NA-D.*
Ermittelt auch für einen Querschnitt unter Längszug die Druckstrebenneigung nach DIN EN 1992-1-1 NA Gl. 6.7aDE. Damit ergeben sich gegenüber einer Berechnung mit dem vereinfachten Ansatz von $\cot \theta = 1,0$. i.d.R. günstigere Bemessungsergebnisse.
- Bewehrungslage $c_{v,l} = c_{nom,l}$ zur Begrenzung des Hebelarms** *Option für NA-D.*
Nach NA-D zu 6.2.3 (1) ist der Hebelarm auf $z < \max(d - 2 c_{v,l}; d - 30 \text{ mm} - c_{v,l})$ zu begrenzen. Für das Verlegemaß der Druckbewehrung $c_{v,l}$ wird bei Aktivierung der Option die zugehörige Betondeckung $c_{nom,l}$ angesetzt. Diese kann im Dialog zur Dauerhaftigkeit (siehe Kapitel „[Grundparameter](#)“) eingestellt werden. Andernfalls wird $c_{v,l}$ über die Schwerachse der Druckbewehrung (d_{ob} bzw. d_{un}) und den Durchmesser der Längsbewehrung bestimmt.
- für Betone > C50 fck ohne Abminderung** *Option für NA-GB.*
Wird die Betonschubfestigkeit durch einen Test nachgewiesen, darf für Betone > C50/60 nach NA-GB f_{ck} auch ohne Abminderung berücksichtigt werden.
- erhöhtes f_{cd} nach PD 6687:2006** *Option für NA-GB.*
Nach PD 6687:2006 darf für den Nachweis der Querkrafttragfähigkeit ein mit $\alpha_{cc} = 1,0$ ermitteltes erhöhtes f_{cd} berücksichtigt werden.
- Feldbewehrung vollständig bis Auflager** *Option für NA-A.*
Feldbewehrung wird vollständig bis zum Auflager durchgeführt, dadurch ist nach NA-A, Abs. 6.2.3 (2) der Ansatz eines flacheren Druckstrebenwinkels möglich.
- Druckstrebenwinkel für $\sigma_{sd} < f_{yk}$** *Option für NA-A.*
Begrenzung des Druckstrebenwinkels nach NA-A, Abs. 6.2.3 (2) für $\sigma_{sd} < f_{yk}$.

Optionen für die effektive Steifigkeit

mit effektiver Steifigkeit im GZT/GZG	Die Ermittlung der effektiven Steifigkeit erfolgt anhand der Schnittkräfte im GZT oder anhand der Schnittkräfte aus der quasiständigen Lastkombination im GZG.
σ - ϵ -Linie Beton Verformung	Bei Aktivierung der Option wird die effektive Steifigkeit mit der Spannungsdehnungslinie für die Verformungsberechnung des Betons nach EN, Bild 3.2 und 5.8.6 (3) mit $f_c = f_{cd}$ und $k = E_{cm} / \gamma_{cE} \cdot \epsilon_{c1} / f_c$ (E_{cm} , ϵ_{c1} und ϵ_{c1u} nach Tab.3.1 bzw. 11.3.1, γ_{cE} ist NDP) ermittelt. Andernfalls wird der Berechnung das Parabel-Rechteck-Diagramm nach EN, Bild 3.3 und Parameter nach EN, Tabelle 3.1 bzw. 11.3.1 zugrunde gelegt.
Mittelwert der Baustofffestigkeiten	Für die Option „Spannungsdehnungslinie Beton Verformung“ kann optional die Ermittlung der effektiven Steifigkeit mit dem Mittelwert der Baustofffestigkeiten berechnet werden.
mit Kriechen und Schwinden	Bei Aktivierung der Option wird bei der Ermittlung der effektiven Steifigkeit Kriechen und Schwinden berücksichtigt. Andernfalls bleiben die Einflüsse von Kriechen und Schwinden unberücksichtigt. Für Erläuterungen siehe Kapitel „ Ermittlung der effektiven Steifigkeit “ im Dokument „Nachweise am Stahlbeton-Querschnitt“.
Faktor $k_{\varphi_{eff}}$	Für die Option „mit Kriechen und Schwinden“ kann der Faktor $k_{\varphi_{eff}}$ zwischen 0,0 und 1,0 gewählt werden. Der Wert $k_{\varphi_{eff}}$ fließt als Faktor von φ_{eff} bei der Berechnung der effektiven Steifigkeit ein.

Optionen Rissbreitennachweis

(Optionen für einachsige beanspruchte Querschnitte)

f_{cteff} benutzerdefiniert	Es kann die Betonzugfestigkeit modifiziert werden. Als Standardwert ist der Mittelwert der Betonzugfestigkeit f_{ctm} definiert (Festigkeit nach 28 Tagen).
Wirksame Plattenbreite oben / unten	<i>Option für Plattenbalken</i> Es kann die Breite der Wirkungszone der Zugbewehrung in den Platten von Plattenbalken definiert werden. Ein Beispiel für die Berechnung der wirksamen Plattenbreite findet sich in /13/ S.145: $b_{eff,II} = 0,5 \cdot b_{eff,I} + 2 \cdot c_I$ mit $c_I = c_{nom,I}$ und $b_{eff,I} = b_o$ bzw. b_u

Sonstige Optionen

Schnittkräfte gleich groß darstellen	Die Schnittkräfte werden immer in gleicher Größe dargestellt. Ansonsten wird die angezeigte Größe im Verhältnis zum Maximalwert aus allen Lastkombinationen (Lk-Zeilen) ermittelt.
--------------------------------------	--

Ausgabe / Ergebnisse

Das Ausgabedokument rufen Sie durch Klick auf das Register Dokument (über der Grafik) auf.

Ausgabeprofil

Hier legen Sie den Umfang der Ausgabe fest. Markieren Sie hierzu die gewünschten Ausgabeoptionen:

- Grafik
- Dauerhaftigkeit, Kriechen und Schwinden
- Biegebemessung
- Mindestbiegebewehrung Min. As
- Schubbemessung / Torsionsbemessung
- effektive Steifigkeit
- Spannungsnachweis
- Rissbreitennachweis
- Legenden (zusätzliche Erläuterungen zu einzelnen Werten)

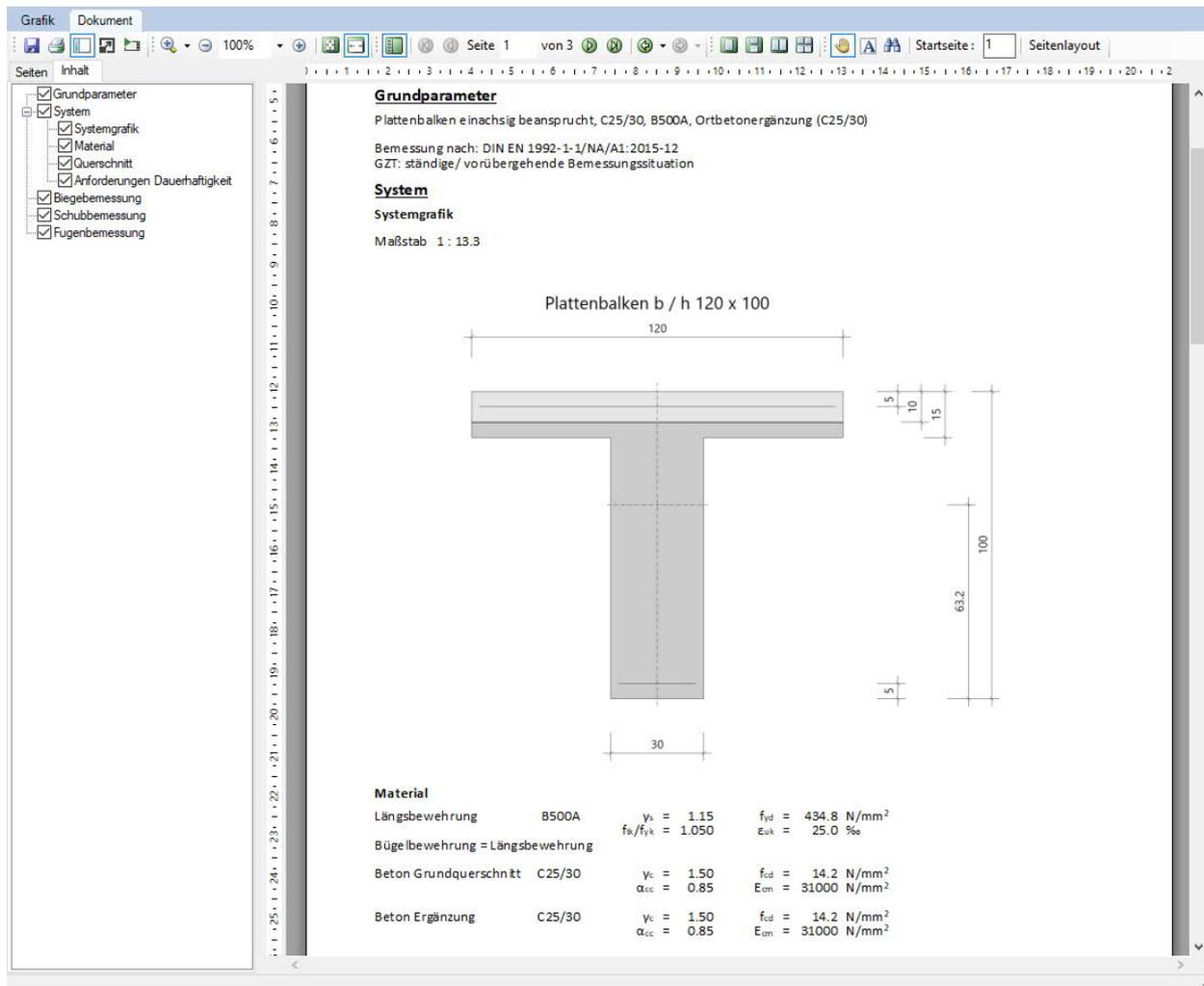
Eigenschaften

- Grundparameter
- System
- Belastung
- Bemessung
- Ausgabe

Ausgabeprofil

Grafik	<input checked="" type="checkbox"/>
Dauerhaftigkeit, Kriechen und Schwinden	<input checked="" type="checkbox"/>
Biegebemessung	<input checked="" type="checkbox"/>
Min. As Biegung	<input type="checkbox"/>
Schub- / Torsionsbemessung	<input checked="" type="checkbox"/>
effektive Steifigkeit	<input type="checkbox"/>
Spannungsnachweis	<input type="checkbox"/>
Rissbreitennachweis	<input type="checkbox"/>
Legenden	<input type="checkbox"/>

Siehe weiterhin Dokument [Ausgabe und Drucken](#).



Grundparameter
Plattenbalken einachsig beansprucht, C25/30, B500A, Ortbetonergänzung (C25/30)

Bemessung nach: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
GZT: ständige / vorübergehende Bemessungssituation

System
Systemgrafik
Maßstab 1 : 13.3

Plattenbalken b / h 120 x 100

Material

Längsbewehrung	B500A	$\gamma_s = 1.15$	$f_{yk} = 434.8 \text{ N/mm}^2$
Bügelbewehrung = Längsbewehrung		$f_{tk}/f_{yk} = 1.050$	$\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$
Beton Grundquerschnitt	C25/30	$\gamma_c = 1.50$	$f_{cd} = 14.2 \text{ N/mm}^2$
Beton Ergänzung	C25/30	$\alpha_{cc} = 0.85$	$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
		$\gamma_c = 1.50$	$f_{cd} = 14.2 \text{ N/mm}^2$
		$\alpha_{cc} = 0.85$	$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$

Tipp: im Tab „Inhalt“ können Sie einzelne Kapitel im Dokument individuell an- und abwählen.

Ergebnisse

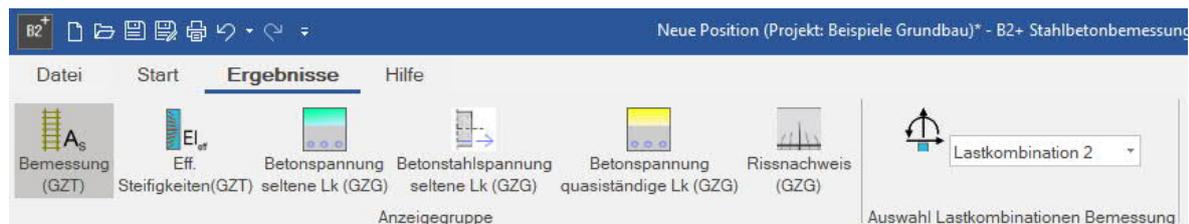
Die Auslastung wird in der Grafik angezeigt.

Auslastungen Längsbew. für Lk 1
 obere Längsbew., erf. As_o / vorh. As_o 100%
 untere Längsbew., erf. As_u / vorh. As_u 100%

Werden Nachweise oder geometrische Anforderungen nicht eingehalten, wird die [Nachweisampel](#) rot eingefärbt und es wird ein entsprechender Hinweis gegeben. Im Ausdruck werden die nicht eingehaltenen Anforderungen / Nachweise entsprechend gekennzeichnet.



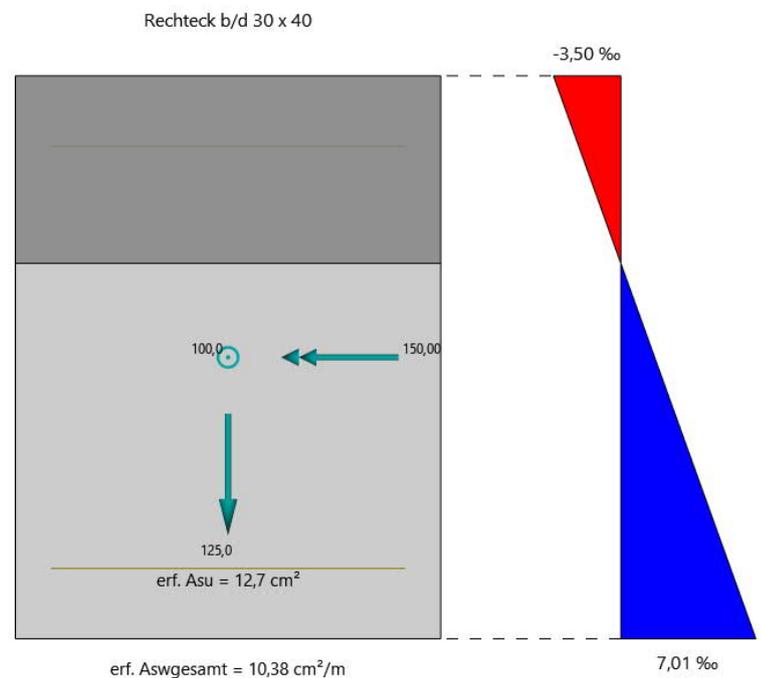
Im Tab „Ergebnisse“ wird der Querschnitt, die Bewehrung und der Dehnungszustand des eingestellten Nachweises und der gewählten Lastkombination grafisch dargestellt.



Folgende Grafiken können angezeigt werden:

- Bemessungswerte (GZT)
- Effektive Steifigkeit (GZT)
- Betonspannung aus seltener Lastkombination (GZG)
- Betonstahlspannung aus seltener Lastkombination (GZG)
- Betonspannung aus quasi-ständiger Lastkombination (GZG)
- Werte des Rissbreitennachweises (GZG)

Weiterhin kann die Lastkombination für die Bemessung ausgewählt werden.



Import/Export

Über den Tab „Datei“ am oberen Bildschirmrand können [Im- und Exportfunktionen](#) aufgerufen werden. Folgende Dateiformate stehen dafür in B2+ zur Verfügung:

Import: FRILO XML
 Export: FRILO XML, Word, PDF

Literatur

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