

B8 - Spannbettbinder

Inhaltsverzeichnis

Anwendungsmöglichkeiten	3
Berechnungsgrundlagen	5
Normenzusammenstellung	5
Nachweise	6
Systemeingabe	7
Erste Schritte	7
Grunddaten	9
Querschnitt	11
Ortbeton	13
Montage	15
Beton	16
Betoneigenschaften	16
Kriechen/Schwinden	17
Spannstahl	19
Spannstahl definieren	20
Betonstahl	22
Betonstahl definieren	23
Aussparungen	23
Auflager	24
Lasten	25
Eigengewicht	27
Schnitte	27
Kippen	29
Bemessungsvorgaben	30
Berechnen	31
Ausgabe	32
Ausgabe der Berechnungsergebnisse	32
Ausnutzungen	33
Ratgeber	34
Ausgabeprofil	36
Textansicht	36
Wahl des Vorspanngrades und zweckmäßige Bewehrung	38
Literatur	39

Weitere Infos und Beschreibungen finden Sie in den relevanten Dokumentationen:

[B8-Nachweise.pdf](#)

Grundlegende Dokumentationen - Übersicht

Neben den einzelnen Programmhandbüchern (Manuals) finden Sie grundlegende Erläuterungen zur Bedienung der Programme auf unserer Homepage www.frilo.eu im Downloadbereich (Handbücher).

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

FAQ - Frequently asked questions

Häufig auftretende Fragen zu unseren Programmen haben wir auf unserer Homepage im Bereich

► Service ► Support ► [FAQ](#) beantwortet.

Schauen Sie doch einmal vorbei – mit Ihrer Kundennummer und Postleitzahl können Sie sich dort einloggen.

Spezielle Themen können auch über das Suchfeld oben gefunden werden.

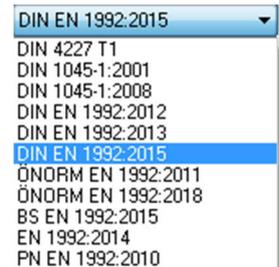
Verwendete Kurzbezeichnungen in diesem Dokument:

EN 1992-1-1:	EN2
DIN EN 1992-1-1/NA:	NA_D
PN EN 1992-1-1/NA:	NA_PN
ÖNORM B 1992-1-1	NA_A
NA to BS EN 1992-1-1	NA_GB

Anwendungsmöglichkeiten

Mit dem Programm können im Spannbett vorgespannte Binder mit sofortigem Verbund bzw. einzelne Querschnitte entsprechend den folgenden Normen nachgewiesen werden:

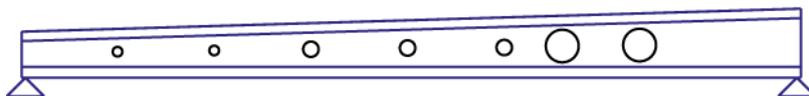
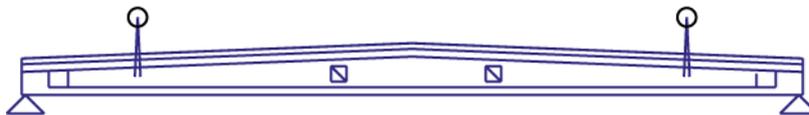
- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| ▪ DIN EN 1992-1-1/NA: 2015-12 | Deutschland |
| ▪ PN EN 1992-1-1/NA:2010 | Polen |
| ▪ ÖNORM B 1992-1-2:2018-01 | Österreich |
| ▪ NA to BS EN 1992-1-1/A2:2015-07 | Großbritannien |
| ▪ EN 1992-1-1 2004 /A1: 2014 | Eurocode, NDP mit empfohlenen Werten |



Ältere Normen (DIN usw.) sind weiterhin verfügbar.

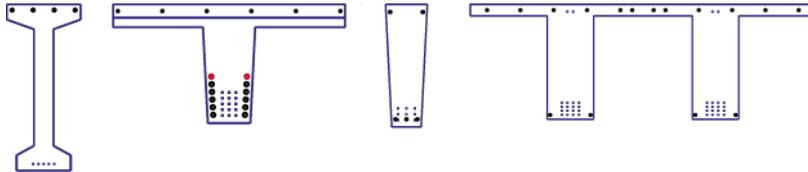
Binderformen

- Parallelgurtige Binder
- Symmetrische Binder mit Sattel bzw. Kehle
- Unsymmetrische Binder mit Sattel bzw. Kehle
- Pultdachbinder



Querschnittsformen

- Rechteckig
- Plattenbalken mit 1 oder 2 Stegen
- Allgemeine Querschnitte (einfach symmetrisch)
- Wahlweise mit Ortbetonergänzung
- Mit bis zu 10 Aussparungen
- Mit Auflagerverstärkungen

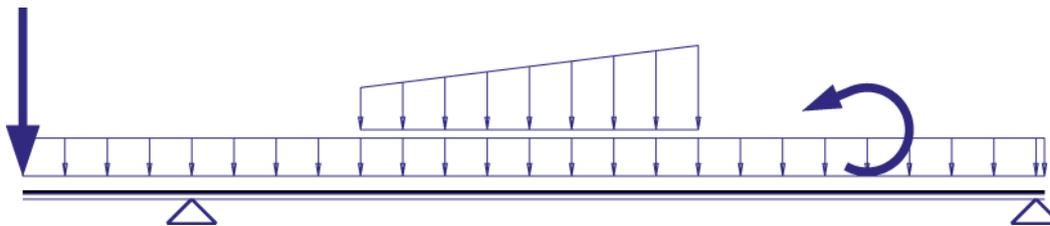


Statische Systeme

- Einfeldträger mit oder ohne Kragarme
- Gesonderte Systeme für Einbau- und Montagezustand
- Hilfsunterstützung beim Betonieren der Ortbetonergänzung

Belastung (vorwiegend ruhend, einachsig ohne Torsion)

- Gleichstreckenlasten
- Einzellasten
- Einzelmomente
- Trapezlasten



Bewehrung

- Mehrlagige Spannbewehrung mit sofortigem Verbund, wahlweise mit Abisolierungen
- Mehrlagige schlaffe Bewehrung
- Geradliniger Verlauf der Bewehrung parallel Ober- bzw. Untergurt

Einschränkungen

- Keine Berücksichtigung von Aussparungen beim Nachweis der Querkrafttragfähigkeit
- Keine Ermittlung der Gurtanschlussbewehrung

Berechnungsgrundlagen

Der Binder kann an frei wählbaren Schnitten oder durch automatische Abarbeitung eines Rasters von Schnitten untersucht und nachgewiesen werden.

Am jeweils aktuellen Schnitt wird entsprechend Binderform und ggf. vorhandenen Aussparungen, Auflagerverstärkungen und Ortbetoneergänzung der aktuelle Querschnitt gebildet und die Querschnittswerte berechnet.

Die weitere Untersuchung erfolgt am Anfang und am Ende der für den Binder definierten Kriechabschnitte. Dabei werden die zu diesem Zeitpunkt wirkenden Einwirkungen am jeweils wirksamen statischen System untersucht.

Es wird die an der jeweiligen Stelle (Eintragungsbereich, Abisolierungen) und zum jeweiligen Zeitpunkt [wirksame Vorspannung](#) berücksichtigt. Dazu werden die Verluste aus Kriechen und Schwinden mit Hilfe vorher berechneter Kriechzahlen und Schwindmaße und unter Berücksichtigung der Betonstahlanteile ermittelt. Zusätzlich dazu werden Verluste infolge der Relaxation des Spannstahles berücksichtigt.

Für eine ausreichende Sicherheit im Grenzzustand der Tragfähigkeit werden folgende Nachweise geführt:

- Biegung mit Längskraft
- Querkraft
- Kippen
- Ermittlung der Spaltzugbewehrung
- Verankerung der Spannbewehrung

Zur Sicherung der erforderlichen Gebrauchstauglichkeit des Bauteiles werden folgende Nachweise geführt:

- Beton-, Betonstahl- und Spannstahlspannungen
- Rissbreite, ggf. Dekompression
- Begrenzung der Verformung

Es können sowohl schlaff bewehrte Bauteile als auch solche mit einem beliebigen Vorspanngrad nachgewiesen werden.

Normenzusammenstellung

Kurzbezeichnung	Norm für die Lastkombinatorik	Bemessungsnorm	Zusätzliche Normen
EN2	EN 1990:2002/AC:2010	EN 1992-1-1:2004/A1:2014	Spannstahl: pr EN 10138 Betonstahl:EN 10080
NA_D	DIN EN 1990/NA:2010-12	DIN EN 1992-1-1/ NA:2015-12	Spannstahl: Zulassung Betonstahl DIN 488
NA_A	ÖNORM B 1990-1: 2013-01-01	ÖNORM B 1992-1-1: 2011-12-01	Spannstahl: ÖNorm B 4758:2011 Betonstahl: ÖNORM B 4707: 2014
NA_PN	PN EN 1990/NA:2010	PN-EN 1992-1- 1:2008/NA:2010	=EN2
NA_GB	NA to BS EN 1990/ A1:2009-06	NA to BS EN 1992-1-1/ A2:2015-07	Spannstahl: BS 5896 [2012] Betonstahl: BS 4449:2005 A3:2016 Dauerhaftigkeit: BS 8500-1 :2015

Nachweise

Die Dokumentation zu den Nachweisen und Ausgabebeispielen finden Sie auf unserer Homepage im Dokument ▶ [B8-Nachweise.pdf](#)

Spannstahl

Voreingestellter Spannstahl ist die Litze 1570/1770 (NA_D) bzw. Y1770S7 (NA_PN, NA_A, NA_GB, EN2). Die Übertragungslänge ergibt sich aus den Angaben der Spannstahzulassung bzw. der Spannstahlnorm und ist entsprechend einzugeben (Spannstahldialog). Die Störlänge wird automatisch an die Binderhöhe am Binderanfang oder -ende angepasst, kann jedoch auch vorgegeben werden.

Über der Tabelle mit den Spannstahllagen wird die überschlägig ermittelte Anzahl der Spannstähle angezeigt. Vorher sollten Sie Ihre Lasten eingegeben haben. Nähere Informationen zur Vorbemessung finden Sie im Kapitel Spannstahl und im Kapitel Wahl des Vorspanngrades. Der Verlauf der Spannstähle über die Binderlänge wird bei Änderungen der Binderlänge automatisch angepasst.

Betonstahl

Über der Tabelle mit den Betonstahllagen wird eine überschlägig ermittelte untere Betonstahlbewehrung infolge Robustheit bzw. Biegebemessung angezeigt, wobei vorher eingegebene Spannstähle berücksichtigt werden. Der Verlauf der Betonstähle über die Binderlänge wird bei Änderungen der Binderlänge automatisch angepasst.

Schnitte

Über die Anzahl der Schnitte des Grundrasters steuern Sie die Genauigkeit der Ermittlung der kritischen Schnitte und der Verformungsberechnung. Bei größeren Kragarmen muss eine ausreichende Anzahl von Schnitten auf diesem liegen. Nähere Informationen dazu finden Sie im Kapitel Schnitte.

Nachweise

Einen schnellen Überblick über die Einhaltung der Nachweise erhält man über das Ausnutzungsfenster (Punkt Ausnutzungen in der Hauptauswahl). Über einen Ratgeber (ebenfalls in der Hauptauswahl) erhalten Sie Informationen, wie man den Binder bei nicht erfüllten Nachweisen verändern kann.

Wenn detailliertere Informationen erforderlich sind, können diese über die entsprechenden Grafiken und Tabellen zum Verlauf der Nachweisgrößen abgerufen werden.

Mit der ausführlichen Ausgabe an gewählten Schnitten erhalten Sie Zwischenergebnisse, die eine gezielte Nachrechnung per Hand ermöglichen.

Dauerhaftigkeit

Bei einer neuen Position wird nach der Auswahl der Norm der Dialog für die Sicherstellung der Dauerhaftigkeit eingeblendet ▶ siehe hierzu [Dauerhaftigkeit - Kriechzahl und Schwindmaß.pdf](#).

Dauerhaftigkeitsanforderungen sind:

- die Mindestbetondeckung für Bügel-, Betonstahl und Spannstahlbewehrung
- die Mindestbetonklasse
- die zulässige Rissbreite und Lastkombination für den Nachweis der Rissbreite
- das Erfordernis und die Lastkombination für den Nachweis der Dekompression

Diesen Dialog können Sie auch über den Button  aufrufen.

Nennmaß der Betondeckung c_{nom}

c_{nom} ergibt sich aus dem Maximum von c_{pnom} (Spannstahl) und c_{snom} (Betonstahl)

Trägertyp

Art	Einzelquerschnitt (statt eines Trägers wird ein Querschnitt nachgewiesen) parallelgurtiger Binder Satteldachbinder Pulldachbinder
hli	Binderhöhe am Trägeranfang
hfirst	Binderhöhe am First (nur bei Satteldachbindern)
hre	Binderhöhe am Trägerende (nur bei Sattel- und Pulldachbindern)
x1	Abstand des Firstpunktes vom linken Trägerrand

Ortbetonergänzung

- ▶ Siehe Kapitel [Ortbeton](#)

Belastung der Decke

Auf die Ortbetondecke wirkende Flächenlasten

g_0	ständiger Anteil in [kN/m ²]
q_0	veränderlicher Anteil in [kN/m ²] Einwirkung nach Kategorie A, B oder G. Über die Auswahl rechts davon erfolgt die Zuordnung (Vorgabe: „Wohnräume“ bzw. für NA_D: "sonstige veränderliche Last").
s_0	Schneelast in [kN/m ²] (Auswahl: bis 1000m oder über 1000m)
DLW	Faktor für die Durchlaufwirkung, mit dem die Lasten multipliziert werden ▶ siehe Faktor DLW im Kapitel Ortbeton

Querschnitt

Klicken Sie auf den Button Querschnitt, um den Dialog Querschnittsauswahl einzublenden.

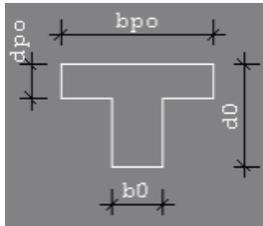
Hier wählen Sie zwischen den Querschnittsformen Rechteck, Platte oben, Schichten und Pi-Platte und geben dann die entsprechenden Abmessungen hierzu ein (die Bemaßungen werden in einer Grafik angezeigt).

Bei Bindern mit einem Sattel bzw. mit Kehle wird der Querschnitt am First, bei Pultdachbindern der Querschnitt am rechten Ende eingegeben.

Rechteck Eingabe von Breite b und Dicke d

Plattenbalken

oben Eingabe der Maße b_{po} , d_{po} , b_0 und d_0 entsprechend der angezeigten Skizze.



Schichten

Eingabe von Abstand (0 = Oberkante des Querschnitts) und Breite in [cm]. Die Eingabe der einzelnen Schichtquerschnitte erfolgt von der Oberkante zur Unterkante. In der Spalte „Stg“ markieren Sie den Steganfang bzw. das Stegende.

Der Querschnitt muss bezüglich einer vertikalen Achse symmetrisch sein. Er ist gedanklich in einzelne Schichten zu zerlegen. Schichtgrenzen sind Unstetigkeitsstellen der Querschnittsbreite.

Die erste Schicht hat immer den Abstand 0. Je Schicht sind Breite und Abstand bezüglich der Oberkante des Querschnittes einzugeben. Bei einem Querschnittsprung sind zwei Schichten mit dem gleichen Abstand aber unterschiedlicher Breite einzugeben. Es sind maximal 20 Schichten möglich.

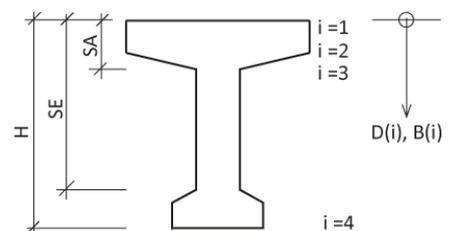
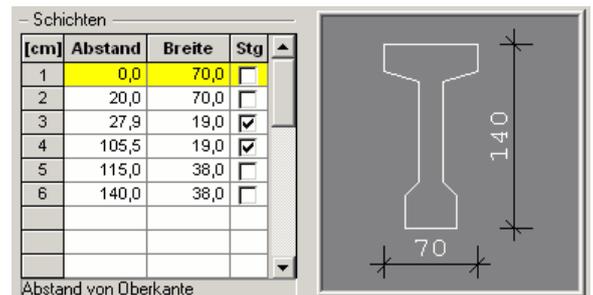
Die Breite je Schicht ist über die Binderlänge konstant.

Die Breite der als Steganfang (SA) markierten Schicht ergibt die Stegbreite. Mit dem Steganfang und dem Stegende (SE) sind auch Ober- und Untergurt definiert.

Bei Bindern mit veränderlicher Höhe wird der Verlauf der Schichten oberhalb des Untergurtes in der Neigung der Oberkante angenommen, Schichten im Untergurt verlaufen immer horizontal.

Schichten im Steg müssen bei Bindern mit veränderlicher Höhe die gleiche Breite haben, sonst ergeben sich keine ebenen Schalungsflächen.

Ober- und Untergurt dürfen sich nur außerhalb des Binders bzw. im Bereich einer Auflagerverstärkung schneiden, wenn dort mindestens ein Gurt im verstärkten Steg aufgeht.



Pi-Platte

▶ Siehe Skizze oben.

Analog "Plattenbalken oben", zuzüglich Abstand der beiden Stege.

Auswahl:

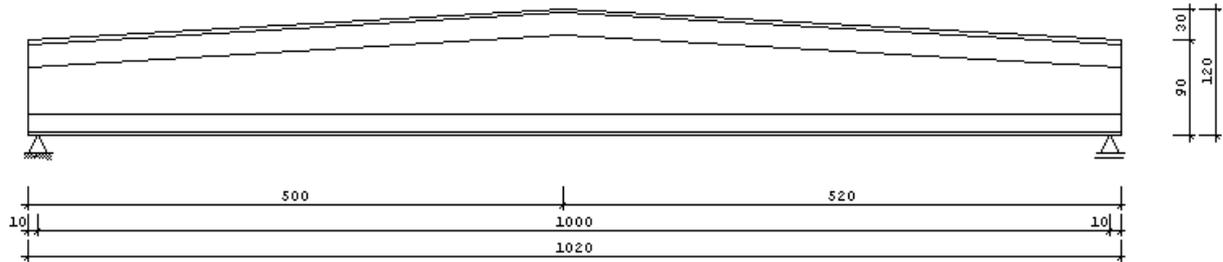


Abb: Obergurt konstant

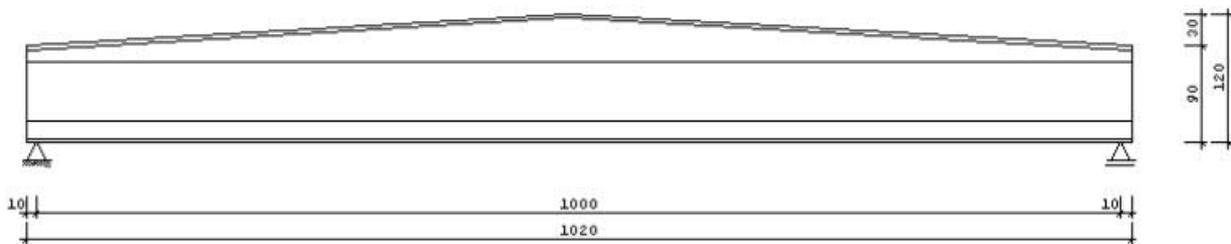
Die Dicke des Obergurtes ist über die Länge konstant.

Abb: Höhe Steg konstant

Die Steghöhe ist konstant, die Obergurtstärke ändert sich über die Länge.

Ortbeton

Ortbetonerfüllung

Art Keine Ortbetonerfüllung, Massivplatte, Massivplatte mit Fertigteilerschalung, zusätzliche Schicht, zusätzliche Schichten.

dp Dicke der Ortbetonplatte.
Die Dicke der Ortbetonschicht wird als über die Binderlänge konstant angenommen.

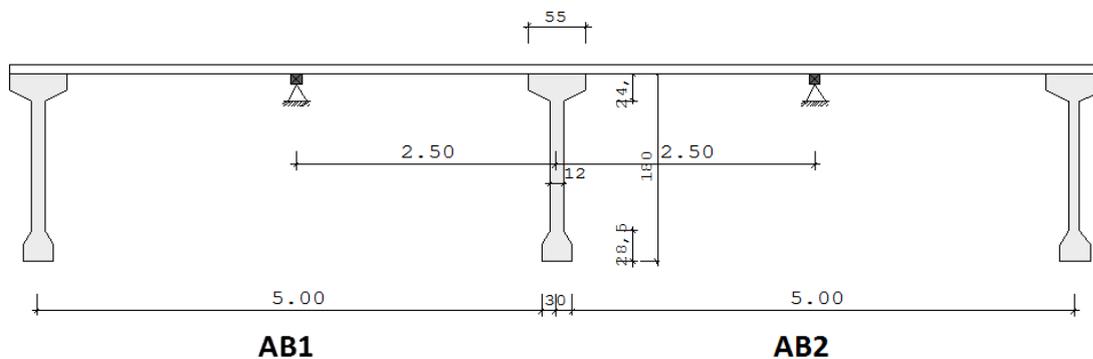
Ortbetonerfüllung	
Massivplatte mit Fertigteilerschalung	
dp=	10,0 cm
AB1=	5,00 m
AB2=	5,00 m
Fertigteilerschalung	
t=	6,0 cm
d=	5,0 cm

Massivplatte:

Der Ortbetonquerschnitt besteht aus einer massiven Deckenplatte zwischen benachbarten Bindern. Deren Abstand AB1 (links) und AB2 (rechts) vom aktuellen Binder und die Dicke der Ortbetonschicht "dp" sind einzugeben

AB1 Binderabstand links

AB2 Binderabstand rechts



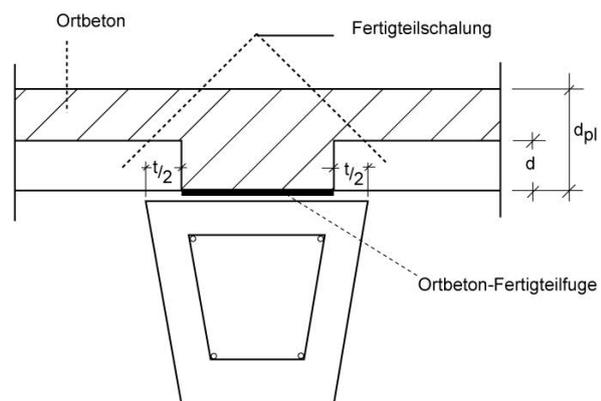
Hinweis: Durch ungleiche Abstände der benachbarten Binder kann ein stark unsymmetrischer Querschnitt entstehen, der für schiefe Biegung und ggf. auch Torsion bemessen werden muss. Dazu ist das Programm nicht ausgelegt!

Massivplatte mit Fertigteilerschalung:

Eine Fertigteilplatte mit der Dicke d dient als verlorene Schalung, die mit einer Auflagertiefe t auf den benachbarten Bindern aufliegt.

d Dicke der Fertigteilerschalung

t Auflagertiefe (links + rechts)



Zusätzliche Schicht:

Statt AB1 und AB2 ist hier die Breite der Ortbetonschicht einzugeben, z.B. für mit Ortbeton ergänzte Pi-Platten.

bp Breite der Ortbetonschicht

Zusätzliche Schichten:

Eingabe von bis zu 6 Schichten analog Schichtenquerschnitt Fertigteil

Mitwirkende Breite bei Ortbetonergänzung

Ermittlung:	je Schnitt, am Eingabeschnitt oder manuelle Vorgabe
	manuelle Vorgabe:
B1	mitwirkende Breite links vom Steg (aktiv bei Massivplatte)
B2	mitwirkende Breite rechts vom Steg (aktiv bei Massivplatte)
BMW	mitwirkende Breite (aktiv bei zusätzlicher Schicht bzw. zusätzlichen Schichten)

Fuge

rau/verzahnt	Über diese Option ist die Fugenausbildung mit oder ohne Verzahnung festzulegen. Die Fugenausbildung beeinflusst den Nachweis der Schubdeckung der Ortbetonfuge.
--------------	---

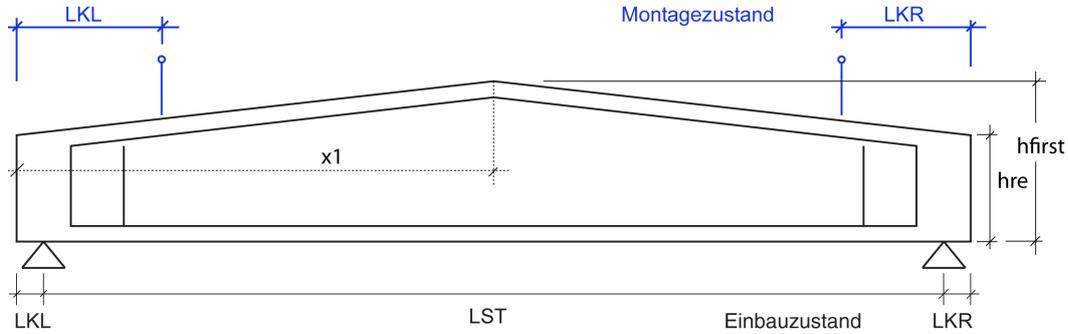
Zusätzliche Lastangaben

Faktor DLW	Mit dem Faktor DLW kann bei einer Ortbetonergänzung vom Typ „Massivplatte“ der Einfluss einer Durchlaufwirkung des Ortbetoneigengewichtes sowie der Deckenlasten quer zur Binderrichtung nach Herstellung des Verbundes berücksichtigt werden: am Endauflager: DLW = 0,375...0,4 am Innenlager: DLW = 1,250...1,1 keine: DLW = 1,0
Betonierlast BL	Die Betonierlast BL in [kN/m ²] ist eine technologische Verkehrslast, die nur während des Betonierens der Ortbetonergänzung wirkt. (EN2 /DIN 1045-1: Einwirkungsgruppe "sonstige Veränderliche"). Beim Typ Massivplatte ergibt sich der Lasteinzugsbereich aus dem Binderabstand bzw. der ggf. vorhandenen Schalungsunterstützung.

Montage

System

Sollen die Nachweise auch für den Montagezustand geführt werden, so ist für die entsprechenden Werte LKL und LKR (Längen der Kragarme links/rechts) der Abstand der Montagehalterung, andernfalls LKL=0 einzugeben.



Hilfsunterstützung

Die Beanspruchung des Fertigteils kann während des Betonierens der Ortbetonergänzung durch eine Binderunterstützung bzw. eine Schalungsunterstützung der Ortbetonplatte reduziert werden. Die Lastumlagerung beim Entfernen der Stützen wirkt dann auf den ergänzten Querschnitt.

Hilfsunterstützung Binder

Auswahl zwischen Hilfsunterstützung in Bindermitte, in den Drittelpunkten kontinuierlich oder keine Unterstützung.

Es wird davon ausgegangen, dass die Stützen unter den infolge Eigengewicht und Vorspannung verformten Binder gestellt werden. Das bedeutet, dass das Ortbetongewicht und ggf. eine Betonierlast auf den so unterstützten Binder wirken.

Schalungsunterstützung

Bei Ortbetonergänzung als Massivplatte kann die Schalung im Abstand Abli (links) und Abre (rechts) vom betrachteten Binder unterstützt sein.

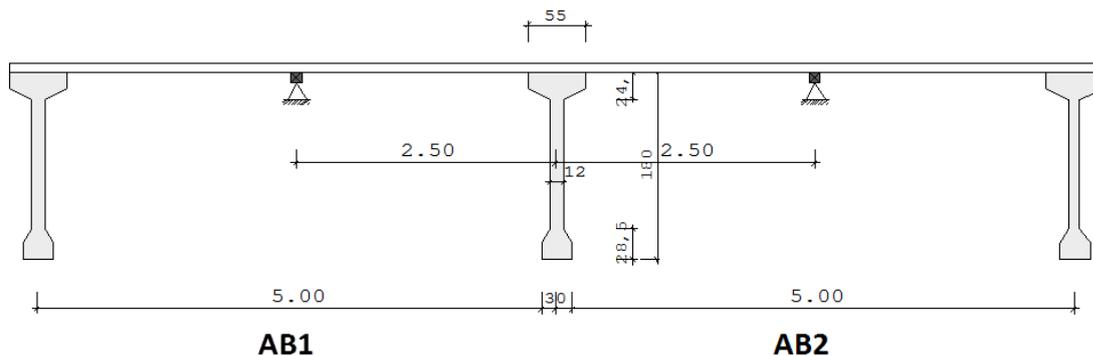
Über Optionen ist einstellbar, ob die Unterstützung neben dem Binder oder im Deckenfeld steht. Die Lastbreite bei Unterstützung im Deckenfeld ergibt sich aus dem halben Abstand der Schalungsunterstützung links und rechts ($Abli/2 + Abre/2$), während die Lastbreite bei Unterstützung neben dem Binder der Breite der ersten Querschnittsschicht des Fertigteiles entspricht.

Schalungsunterstützung

links vom Binder		rechts vom Binder
<input type="radio"/>	keine	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	neben dem Binder	<input type="radio"/>
<input checked="" type="radio"/>	im Deckenfeld	<input checked="" type="radio"/>

Abstand der Schalungsunterstützung

Abli= m Abre= m



Beton

Entsprechend 5.10.2.2 (3) ist für Spannbeton mit sofortigem Verbund eine Mindestfestigkeitsklasse entsprechend der Zulassung einzuhalten. Nach /52/ S.63 gilt die Empfehlung, mindestens einen C30/37 zu verwenden.

Vom Programm werden automatisch folgende Baustoffkennwerte für die weiteren Nachweise ermittelt:

- fcmt0	mittlere Druckfestigkeit bei Spannkraftübertragung (t=t0)	Gl. 3.1
- fctk; 0,05	unterer Grenzwert der charakt. Zugfestigkeit	Tab. 3.1
- Ecm	Mittelwert des Elastizitätsmoduls	Tab.3.1
- Gcm	aus Ecm abgeleiteter Schubmodul	
- zul σ_c	(seltene Lastkombination)	7.2 (2)
- zul σ_c	(quasi-ständige Lastkombination)	7.2 (3)
- α_{cc}	Beiwert zur Berücksichtigung der Langzeitwirkung (Normalbeton: 0,85, Leichtbeton 0,75).	

Button  Aufruf des Dialogs für die Betoneigenschaften.

Betoneigenschaften

fck:	charakteristische Zylinderdruckfestigkeit								
fcmt0:	mittlere Druckfestigkeit beim Lösen der Verankerung t0= tA,Lag wird entsprechend Gl. 3.1 automatisch ermittelt, kann optional vorgegeben werden								
fckt0:	charakteristische Druckfestigkeit beim Lösen der Verankerung t0= tA,Lag wird entsprechend 3.1.2 (5) automatisch ermittelt, kann optional vorgegeben werden								
γ :	spezifisches Gewicht. Vorgabe: 25 KN/m ³								
α_e :	Entsprechend den verwendeten Zuschlagstoffen kann der E-Modul des Betons über einen Beiwert variiert werden. <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Basalt</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>Quarz(ite)</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>Kalkstein</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>Sandstein</td> <td>0,7</td> </tr> </table>	Basalt	1,2	Quarz(ite)	1,0	Kalkstein	0,8	Sandstein	0,7
Basalt	1,2								
Quarz(ite)	1,0								
Kalkstein	0,8								
Sandstein	0,7								
k6(t0):	Beiwert für den Nachweis der Betonspannungen zum Zeitpunkt der Spannkrafteintragung t0 = tA,Lag nach 5.10.2.2 (5) EN2, NA_A, NA_PN, NA_GB: Vorgabe entsprechend NA mit 0.7 NA_D: Vorgabe mit 0.6, nur unter bestimmten Voraussetzungen ist 0.7 erlaubt, siehe /52/ S.63								
γ_c (PT):	Teilsicherheitsbeiwerte des Betons für die ständige und vorübergehende Bemessungssituation, Vorgabewerte nach 2.4.2.4 (1) EN2, NA_A, NA_D, NA_GB: 1,5 NA_PN: 1,4								
γ_c (A):	Teilsicherheitsbeiwerte des Betons für die außergewöhnliche Bemessungssituation, Vorgabewerte nach 2.4.2.4 (1) EN2, NA_A, NA_PN, NA_GB: 1,2 NA_D: 1,3								



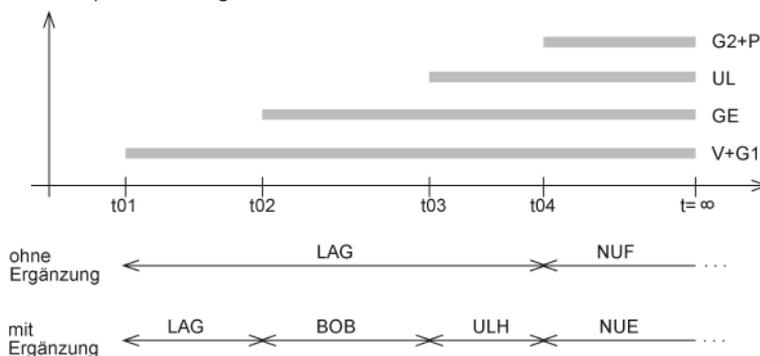
Kriechen/Schwinden

Kriechabschnitte

- LAG Lagerung
- NUF Nutzung Fertigteil
- BOB Betonieren Ortbeton
- ULH Umlagerung infolge Lösen der Hilfsunterstützung
- NUE Nutzung nach Ortbetonerfüllung

Kriecherzeugende Lasten

- G1 Eigengewicht Fertigteil
- V wirksame Vorspannung
- GE Eigengewicht Ortbeton
- UL Lasten aus Umlagerung infolge Lösen der Hilfsstützen
- G2 nachträglich ständige Lasten auf ergänzten Querschnitt
- P quasi-ständiger Anteil veränderlicher Lasten



Definition der Kriechabschnitte

Je Kriechabschnitt ist dessen Beginn t_0 und die Luftfeuchte LF einzugeben. Der Zeitpunkt t_0 bezieht sich auf den Beginn der Betonage. Wenn die Temperatur von 20° C stark abweicht, können maximal 3 Teilabschnitte mit einer Dauer $tT1...tT3$ und einer Temperatur $T1...T3$ eingegeben werden, andernfalls geben Sie $tT1 = 0$ ein.

Kriechabschnitt „Lagerung“

Das Kriechen setzt mit dem Lösen der Verankerung der Stähle im Spannbett ein. Als kriecherzeugende Spannungen wirken die Vorspannung und das Eigengewicht. Der Kriechabschnitt endet mit dem Aufbringen weiterer ständiger Lasten im Kriechabschnitt „Nutzung Fertigteil“ bzw. dem Betonieren der Ergänzung.

Kriechabschnitt „Nutzung Fertigteil“

Der Kriechabschnitt beginnt mit dem Aufbringen der nachträglich ständigen Lasten G2 und endet bei unendlich (entspricht nach DIN 4227 10.000 Tagen, sonst 26.000 Tagen). Dieser Kriechabschnitt gilt nicht bei Ortbetonerfüllung, geben Sie $t_0 = 0$ ein.

Kriechabschnitt „Betonieren Ortbeton“

Der Kriechabschnitt beginnt mit dem Einbringen des Ortbetons, dessen Gewicht auf ein ggf. durch Hilfsunterstützungen modifiziertes statisches System wirkt. Der Kriechabschnitt endet mit dem Lösen der Hilfsunterstützung, bzw., wenn diese nicht vorhanden ist, mit dem Beginn der Nutzung.

Das Kriechen des Ortbetons setzt t_0E Tage nach Beginn des Kriechabschnittes „Betonieren Ortbeton“ ein, Vorgabewert ist 1 Tag.

Kriechabschnitt „Lösen Hilfsunterstützung“

Der Kriechabschnitt beginnt mit dem Lösen der Hilfsunterstützung und der damit verbundenen Schnittkraftumlagerung UL und endet mit dem Aufbringen der nachträglich ständigen Lasten G2 auf den ergänzten Querschnitt. Ist keine Hilfsunterstützung vorhanden, geben Sie $t_0 = 0$ ein.

Kriechabschnitt „Ftl. + Ergänzung“

Der Kriechabschnitt beginnt mit dem Aufbringen der nachträglich ständigen Lasten G2 und endet bei $t = \text{unendlich}$ (entspricht 26.000 Tagen).

Die Kriechabschnitte „Betonieren Ortbeton“ und „Lösen Hilfsunterstützung“ sind optional. Durch Eingabe von $t_0 = 0$ werden Sie nicht berücksichtigt, zugehörige Lasten werden dem nachfolgenden Kriechabschnitt zugeordnet. Da diese i.d.R. dem Kriechen entgegen wirken, wird in diesem Fall das Kriechen überschätzt.

Alterungsbeiwert ρ

Die stetig veränderlichen Kriechspannungen bewirken zu einem Beobachtungszeitpunkt einen zu ihrer Größe abgeminderten Anteil an Verformungen. Der Faktor wird als Alterungsbeiwert bezeichnet, da er sich mit wachsendem Betonalter bei Belastungsbeginn verändert und für $t = \text{unendlich}$ gegen 1,0 strebt.

Für praktische Fälle gilt nach /12/ S.106:

$$0,5 < \rho < 0,8$$

Nach /5/ Gl. 5.1 ergibt sich bei Erstbelastung

$$\text{nach 1 Tag:} \quad \rho = 0,5$$

$$\text{nach 20 Tagen:} \quad \rho = 0,8$$

Berechnung von Kriechzahl und Schwindmaß

Je Schnitt Ist diese Option markiert, erfolgt die Berechnung an jedem Schnitt.

Eingabeschnitt Berechnung nur am Eingabeschnitt.

Manuelle Vorgabe Kriechzahl und Schwindmaß können direkt vorgegeben werden.

Klassifizierung der Zemente nach 3.1.2 (6)

Erhärtung:	langsam	normal	schnell
Festigkeitsklasse EN 197-1	32.5	32.5R/42.5	42.5R/52.5
Klassen	S	N	R

Langsame Erhärtung bewirkt, dass sich der Beton bei Belastung wie ein jüngerer Beton verhält. Schnelle Erhärtung bewirkt, dass er sich wie ein älterer Beton verhält. Je älter der Beton an sich schon ist, umso geringer ist der Effekt der zeitlichen Verschiebung des rechnerischen Betonalters. Der Faktor liegt zwischen 4 und 1 bzw. 0,25 und 1.

Spannstahl

Spannstahlart Klicken Sie auf den Button , um den Eingabedialog für die Spannstahl-Art einzublenden.
→Siehe weiterhin „[Spannstahl definieren](#)“.

Hinweis: Die Vorbemessung wird über der Eingabetabelle angezeigt.

Grunddaten	Querschnitt	Ortbeton	Montage	Beton	Spannstahl	Betonstahl	Aussparungen	Auflager	Text
Spannstahlart: <input type="text"/> >>									
Vorbemessung bei x1= 9,98 m, erf. Av= 13,08 cm ² => 14 Spannstähle									
	Anzahl je Lage	Flag	Abst.	Vorspannung	absolziert	x bis links	von x rechts	parallel	
1	6	1	4,5	1022,00	2	0,30	19,65	1	
2	6	1	8,3	1022,00	2	0,30	19,65	1	
									

Anzahl der Spannstähle je Lage

Am Schnitt mit den maximalen Randspannungen unter Vollast im Einbauzustand wird überschlägig die erforderliche Anzahl Spannstähle ermittelt und angezeigt. Falls der Nachweis der Dekompression gefordert ist, ergibt sich die erforderliche Spanngliedanzahl aus der Kompensation des Momentes der für den Nachweis maßgebenden Lastkombination, sonst für einen Vorspanngrad von 0,6 bei $t = \infty$ mit der Annahme von 30% Verlust infolge Kriechen und Schwinden.

Die maximale Anzahl der aktuellen Lage, die sich aus Einhaltung der Betondeckung und des horizontalen Mindestabstandes ergibt, wird in der Statuszeile am unteren Bildschirmrand angezeigt.

Es sind maximal 10 Lagen zulässig.

Flag

Hier wählen Sie, ob der Abstand auf Unter- oder Oberkante bezogen eingegeben werden soll.

Abstand

In der Statuszeile am unteren Bildschirmrand werden folgende Werte angezeigt:

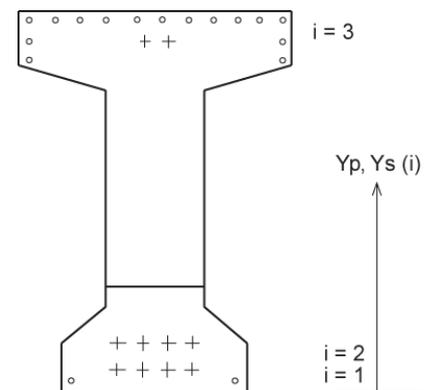
Mindestabstand der 1. Lage $Y_p(1) = c_{nom} + d_p/2$

c_{nom} : Nennmaß der Betondeckung, ▶ siehe [Grunddaten](#)

d_p : Nenndurchmesser Spannstahl

Mindestabstand der i. Lage: $Y_p(i) = Y_p(i-1) + D_{Yp}$

D_{Yp} : vertikaler Mindestabstand (Achismaß) nach 8.10.1.2



Vorspannung

Die Vorspannung sollte etwas niedriger als nach 5.10.2.1 zulässig ($\sigma < 0,8 \cdot f_{pk}$ und $\sigma < 0,9 \cdot f_{p0,1k}$) gewählt werden, da sonst der Spannungsnachweis im Spannstahl ggf. nicht eingehalten wird. (Vorgabewert entspricht 90%).

Abisolierungen (Anzahl)

Mittels Abisolierungen bis zu einem Abstand X von der linken Binderseite und ab einem Abstand rechts von der rechten Binderseite kann die Vorspannung dem Verlauf der Beanspruchung des Binders angepasst werden. Statt teilweise abisolierten Lagen (Anz. je Lage > Anz. Abisoliert) sollten eine durchgehende und eine abisolierte Lage gleichen Abstandes eingegeben werden, da die ermittelten Stahlspannungen Durchschnittsspannungen je Lage und somit nur bei genannter Anordnung korrekt sind.

Sind Abisolierungen nicht möglich, kann eine Anpassung an die Beanspruchung des Binders auch über eine obere Spannstahllage erreicht werden.

Parallel

Bei Bindern mit veränderlicher Höhe ist über die Listenauswahl steuerbar, ob die Spannstähle parallel zur Binderober- oder Binderunterkante verlaufen (1 = „Unterkante“ bzw. 2 = „Oberkante“).

Die infolge Spanngliedneigung entstehenden Umlenkkräfte werden beim Nachweis der Querkrafttragfähigkeit berücksichtigt.

Spannstahl definieren

Die für die Eingabe notwendigen Daten finden Sie in:

NA_D:	Spannstahlzulassungen
NA_A:	ÖNorm B 4758:2011
NA_0 und NA_PN:	pr EN 10138
NA_GB:	BS 5896 [2012]

Art	Litze / Draht / Stab
Oberfläche	glatt / profiliert / gerippt
	NA_D: Die Verwendung glatter Spannstähle bei Vorspannung mit sofortigem Verbund nicht erlaubt. (NCI zu 8.10.1.2(1))
Relaxation	Klasse 1 (Litze normale Relaxation) Klasse 2 (Litze geringe Relaxation) Klasse 3 (warmgewalzte und vergütete Stäbe) EN2, NA_PN, NA_A, NA_GB: nach 3.3.2 NA_D: Klasse 1 = Klasse 2, Litzen mit normaler Relaxation gibt es nicht Klasse 2: nach einer typischen Zulassung für Litzen aus 7-Drähten Klasse 3: nach einer typischen Zulassung für warmgewalzte behandelte Stäbe
Ap	Fläche des Spanngliedes
Ep	Elastizitätsmodul, Litzen: 195.000 N/mm ² , Drähte/Stäbe: 200.000 N/mm ²
f _{p0,1k}	charakteristische Zugfestigkeit an der 0,1% Dehngrenze
f _{pk}	charakteristischer Wert der Zugfestigkeit
α ₁	Beiwert für die Art der Spannkrafteintragung Vorgabe 1,25 für schlagartige Eintragung
T	Temperatur im Spannbett Vorgabe 20 °C, keine Wärmebehandlung
Δσ _{p,r} (t ₀)	nur NA_D und Wärmebehandlung: als Kurzzeitrelaxation vorweggenommener Gesamtverlust aus Relaxation

lpt	Übertragungslänge nach Gl.8.16 Bei aktivierter Option "Übertragungslänge eingeben" kann lpt jedoch auch eingegeben werden.
sl / sr	Die Störlänge kann näherungsweise mit der Nutzhöhe d am Binderanfang links (sl) bzw. Binderende rechts (sr) angenommen werden (Vorgabe). Bei aktivierter Option "Störlänge eingeben" kann die Störlänge jedoch auch eingegeben werden.
γ_s(PT)	Teilsicherheitsbeiwert für die ständige- und vorübergehende Bemessungssituation Vorgabe entsprechend 2.4.2.4 (1) EN2, NA_D, NA_PN, NA_A, NA_GB: 1,15
γ_s(A)	Teilsicherheitsbeiwert für die außergewöhnliche Bemessungssituation, Vorgabe entsprechend 2.4.2.4 (1) EN2, NA_D, NA_PN, NA_A, NA_GB: 1.0
rsup/rinf	Beiwerte zur Bildung des charakteristischen Wertes der Vorspannung, Vorgabe nach 5.10.9 (1) EN2, NA_D, NA_PN: rsup=1.05 rinf=0.95 NA_A: rsup=1.0 rinf= 1.0
γ_p,fav	Teilsicherheitsbeiwerte für die Vorspannung, Vorgabewerte nach 2.4.2.2(1) EN2, NA_D, NA_PN, NA_A: 1.0 NA_GB: 0,9
γ_p,unfav	Teilsicherheitsbeiwerte für die Vorspannung, Vorgabewerte nach 2.4.2.2(2) EN2, NA_D, NA_PN, NA_A: 1.0 (sofortiger Verbund) NA_GB: 0,9

Betonstahl

Klicken Sie auf die Buttons , um den jeweiligen [Eingabedialog](#) für den Betonstahl einzublenden.

Grunddaten										Querschnitt										Ortbeton										Montage										Beton										Spannstahl										Betonstahl										Aussparungen										Auflager										Text									
Längsbewehrung		freie Eingabe		>>		Bügel		freie Eingabe		>>		d =		8 mm		Biegebemessung		unten bei x = 7,48 m		erf. A _s = 0,00 cm ²		Robustheit		unten		erf. A _s = 5,43 cm ²																																																																									
<input checked="" type="checkbox"/>		Durchmesser nicht prüfen																																																																																																	
	Anzahl je Lage	Durchmesser	Fläche	Flag	Abst.	von xa	bis xe	parallel OG/UG																																																																																											
1	4	10,0	3,14	1	4,0	0,00	20,20	1																																																																																											
2	2	14,0	3,08	1	176,0	0,00	20,20	2																																																																																											

Hinweise: Es sind maximal 10 Lagen zulässig. Der Betonstahldurchmesser kann optional abweichend von der landesüblichen Durchmesserliste vom Anwender vorgegeben werden.

Flag

Hier wählen Sie, ob der Abstand auf Unter- oder Oberkante bezogen eingegeben werden soll.

Abstand

In der Statuszeile am unteren Bildschirmrand werden folgende Werte angezeigt:

Mindestabstand der 1. Lage $Y_s(1) = c_{nom} + ds/2$

c_{nom} : Nennmaß der Betondeckung, ▶ siehe [Grunddaten](#)

ds : Durchmesser Betonstahl

Mindestabstand der i. Lage $Y_s(i) = Y_s(i-1) + DY_s$

DY_s : vertikaler Mindestabstand (Achismaß) nach 8.2.(2)

Beginn des statisch wirksamen Bereiches XA, Ende XE

Bei der Eingabe ist die Verankerungslänge zu beachten, der Stahl wird in dem Bereich zwischen XA und XE als für die Nachweise voll wirksam betrachtet. Für durchgehende Stähle gilt XA = 0 und XE = LBI, die Endverankerung wird vom Programm nicht nachgewiesen.

Parallel

Bei Bindern mit veränderlicher Höhe ist über die Listenauswahl steuerbar, ob die Stähle parallel zur Binderober- oder Unterkante verlaufen (1 = parallel zur UK, 2 = parallel zur OK).

Vorbemessung

Am Schnitt mit den maximalen Randspannungen unter Vollast im Einbauzustand wird überschlägig die aus Tragfähigkeit, Biegung bzw. Robustheit erforderliche schlaffe Bewehrung unten ermittelt und angezeigt. Eine vorher eingegebene Spannbewehrung wird berücksichtigt.

Betonstahl definieren

Über eine Auswahlliste können Betonstähle entsprechend nationalen Regelwerken ausgewählt werden.

Vorgabewerte:

NA_A:	B550B	ÖNORM EN 10080 und ÖNORM B 4707
EN2, NA_PN:	B500B	EN 10080
NA_GB:	B500B	BS 4449:2005 A3:2016
NA_D:	B500B	DIN 488

Über den Button  können einzelne Stahlparameter modifiziert werden. Für die schlaffe Längs- und Bügelbewehrung kann je eine Betonstahlsorte verwendet werden.

Hinweis: Nach 3.2.2 (2) ist die Verwendung von ausschließlich gerippten Betonstählen vorgesehen.

Es	Elastizitätsmodul, Vorgabewert nach 3.2.7 (4) ist 200.000 N/mm ²	
fyk	charakteristischer Wert der Streckgrenze in N/mm ²	
ftk	charakteristischer Wert der Zugfestigkeit in N/mm ² (Maximalwert des geneigten oberen Astes, gilt auch für Druckbeanspruchung), Vorgabewerte:	
	NA_D:	ftk,cal= 525 N/mm ² bei $\epsilon_{ud} = 25 \text{ o/oo}$
	EN2, NA_A, NA_PN:	ftk= k*fyk bei ϵ_{uk} mit $k = (f_t/f_y)_k$ Mindestwerte entspr. Duktilitätsklasse nach Anhang C

ϵ_{uk}	charakteristische Dehnung unter Höchstlast	
	EN2, NA_A, NA_PN:	Dehnung, bei der ftk erreicht wird rechnerische Dehngrenze $\epsilon_{ud} = 0,9 * \epsilon_{uk}$
	NA_D:	ohne Bedeutung, $\epsilon_{ud} = 25 \text{ o/oo}$

$\gamma_s(PT)$	Teilsicherheitsbeiwert für die ständige- und vorübergehende Bemessungssituation. Vorgabewerte nach 2.4.2.4 (1):	
	EN2, NA_D, NA_PN, NA_A:	1,15

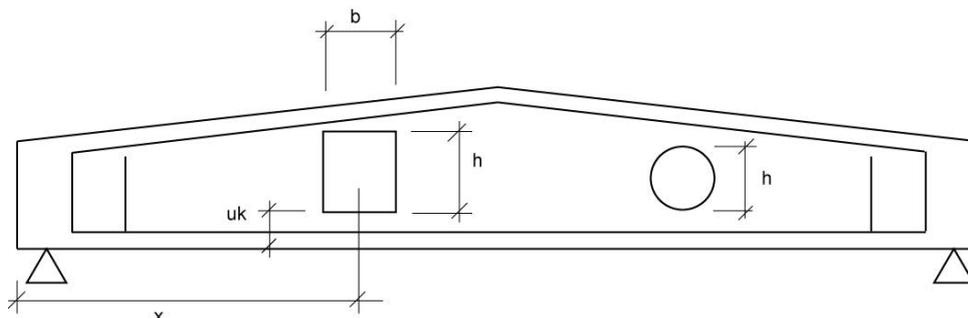
$\gamma_s(A)$	Teilsicherheitsbeiwert für die außergewöhnliche Bemessungssituation. Vorgabewerte nach 2.4.2.4 (1):	
	EN2, NA_D, NA_PN, NA_A:	1,0

Aussparungen

Es können bis zu 10 im Steg liegende Aussparungen eingegeben werden. Ihre Form kann rechteckig (Typ = „R“) oder kreisförmig (Typ = „K“) sein.

Aussparungen dürfen sich in den minimalen und maximalen x-Abständen nicht überlappen und Bewehrungslagen nicht schneiden.

An Schnitten im Bereich einer Aussparung erfolgen z.Zt. noch keine Nachweise der schiefen Hauptspannungen und Schubdeckung. Die Berücksichtigung bei den übrigen Nachweisen erfolgt unter der Annahme, dass die Dehnungen über den Gesamtquerschnitt linear verlaufen. Deshalb sollten Aussparungen nicht breiter als 60 % der Binderhöhe sein (/21/, S.146).

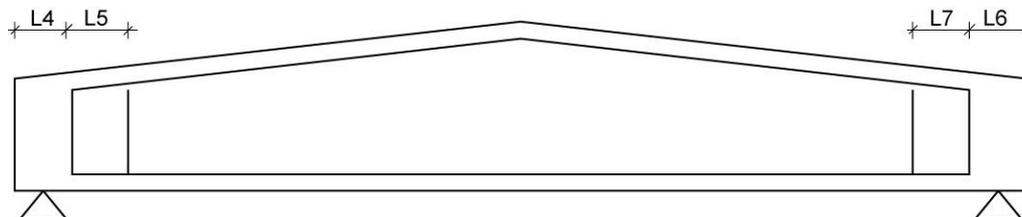


Auflager

Um Überschreitungen der schiefen Hauptspannungen bzw. der Druckstreben­tragfähigkeit zu vermeiden, die i.d.R. in Auflagernähe auftreten, können an den Binderenden Auflager­verstärkungen mit Vouten eingegeben werden.

Grunddaten	Querschnitt	Ortbeton	Montage	Beton	Spannstahl	Betonstahl	Aussparungen	Auflager	Text
------------	-------------	----------	---------	-------	------------	------------	--------------	-----------------	------

Auflagerverstärkungen:		Auflager:		Auflagnachweise:	
links:	Länge L4= 1,00 m	links:	ba,l = 0,00 m	<input type="checkbox"/> Spaltzug	
	Voute L5= 0,50 m		<input checked="" type="checkbox"/> direkt	<input type="checkbox"/> Verankerung Spannstahl	xl= 0,00 m
	Breite B4= 30,00 cm	rechts:	ba,r = 0,00 m	<input type="checkbox"/> Längenänderungen	xr= 19,95 m
rechts:	Länge L6= 1,00 m		<input checked="" type="checkbox"/> direkt		dT = -30 K
	Voute L7= 0,50 m				
	Breite B6= 30,00 cm				



Falls die Breite der Verstärkung größer als diejenige von Schichten im Ober- oder Untergurt ist, wird an deren Stelle eine neue Schicht dort gebildet, wo der Gurt die Breite der Verstärkung hat.

Auflagnachweise

Spaltzug	Ermittlung der für die Spannkrafteinleitung notwendigen Spaltzugbewehrung.	
Verankerung Spannstahl	Nachweis der Zugkraftdeckung	
Längenänderungen	Ermittlung der Längenänderungen des Binders infolge Kriechen, Schwinden und Temperatur.	
ba,l bzw. ba,r	Breite der Auflager links und rechts. Die Auflagerlinie wird mittig angenommen.	
direkte Auflagerung links/rechts:	Bei markierter Option und wenn der schubnachweisfreie Bereich nicht benutzerdefiniert ist, ergibt sich die Grenze des für die Schubbewehrung maßgebenden Bereiches im Abstand <i>d</i> vom Auflagerrand. Auflagernahe Einzellasten werden bei der Ermittlung der Schubbewehrung abgemindert. Befinden sich zwischen Auflagerrand und Bereichsgrenze Einzellasten, so verschiebt sich die Bereichsgrenze zur Einzellast mit dem geringsten Abstand zum Auflagerrand.	
dT	In die Ermittlung der Längenänderung eingehende Temperaturänderung.	
SA	Steganfang	
SE	Stegende	

Lasten

Hier sind alle im Kriechabschnitt Nutzung Fertigteil bzw. Nutzung nach Ortbetonergänzung wirkenden ständigen (Lastfall G2) und veränderlichen Lasten (Lastfall P) einzugeben.

Feld	Feldbezeichnung: Feldnummer, Kragarm links, Kragarm rechts
Art	Lastart <ul style="list-style-type: none"> 1 = Gleichmäßige Linienlast über die gesamte Feldlänge 2 = Einzellast im Abstand a vom linken Feldrand 3 = Einzelmoment im Abstand „Abst“ vom linken Feldrand 4 = Trapezlast im Abstand „Abst“ vom linken Feldrand mit der Länge „Lang“ 5 = Dreieckslast über die Feldlänge mit Gli/PLi bei Abstand „Abst“ vom linken Feldrand 6 = Trapezlast über die gesamte Feldlänge 0 = Wechsel auf das nächste Feld
Gli/Gre	Charakteristischer Wert der linken/rechten Ordinate der nachträglich ständigen Einwirkung.
Pli/Pre	Linke/rechte Ordinate. Charakteristischer Wert Q_k der veränderlichen Einwirkung bzw. Bemessungswert A_d der außergewöhnlichen Einwirkung bzw. Bemessungswert $AEd \cdot \gamma_l$ der Einwirkung infolge Erdbeben (nach /42/ S.61 kann $\gamma_l = 1,0$ angenommen werden).
Abst	Abstand der linken Ordinate vom linken Feldrand.
Lang	Abstand von der linken zur rechten Ordinate.
Faktor	Faktor für Lastordinaten, z.B. für Einflussbreite.
aus Pos	Textbemerkung zur Herkunft der Einwirkung (max. 6 Zeichen).
Ew-Grp	Einwirkungsgruppe. Die eingegebenen veränderlichen Lasten müssen Einwirkungen zugeordnet werden. Über der Taste <F5> können die zur Verfügung stehenden Einwirkungen nach EN 1990 bzw. entsprechend dem gewählten nationalen Anhang angezeigt werden. Im Dialog können auch <u>nutzerdefinierte Einwirkungen</u> angelegt werden - siehe dazu die Anmerkung zur Wahl der Lastkombination für Verformungsberechnung im Kapitel Grunddaten .
Zus-Grp	Zusammengehörigkeitsgruppe. Veränderliche Lasten können Gruppen zugeordnet werden, die immer zusammen wirken. Die Lasten einer Gruppe müssen einer Einwirkung zugeordnet sein.
Alt-Grp	Alternativgruppe. Veränderliche Lasten mit der gleichen Gruppenzuordnung werden alternativ berücksichtigt

Ständige Einwirkungen über mehrere Felder

Standardmäßig werden ständige Einwirkungen immer feldweise kombiniert. Im Dialog [Bemessungsvorgaben](#) kann diese Einstellung geändert werden.

Mehrere veränderliche Einwirkungen

Standardmäßig werden alle veränderlichen Einwirkungen als voneinander abhängig angenommen, d.h. sie werden ungünstigst zusammen wie eine Einwirkung kombiniert. Im Dialog [Bemessungsvorgaben](#) kann diese Einstellung geändert werden.

Außergewöhnliche Einwirkung / Einwirkung aus Erdbeben

Die Lastordinate ist als Rechenwert (Außergewöhnliche Einwirkung A_d , Einwirkung aus Erdbeben: A_{ed}) einzugeben, eine Einwirkung kann aus mehreren Komponenten bestehen.

Hinweis: Zur Zeit können in einer Position nicht mehrere unabhängige außergewöhnliche Einwirkungen oder Einwirkungen aus Erdbeben berücksichtigt werden.

Eigengewicht

Das Eigengewicht wird vor jeder Berechnung automatisch ermittelt.

Eigengewicht Fertigteil G1E, G1M

Das Eigengewicht wird für den Einbauzustand (G1E) bzw. für den Montagezustand (G1M) ermittelt.

Anhand des Querschnittverlaufes und dem spezifischen Gewicht werden bei parallelgurtigen Bindern eine gleichmäßige Linienlast, bei Bindern mit Sattel bzw. Kehle zwei Trapezlasten und bei Pultdachbindern eine Trapezlast ermittelt. Das Eigengewicht der Überstände und ggf. der Auflagerverstärkung wird berücksichtigt.

Eigengewicht Ortbeton GE, UL1, FU1, FU2

Anhand des spezifischen Gewichtes und des Querschnittes der Ortbetonerfüllung und ggf. unter Berücksichtigung einer infolge Schalungsunterstützung reduzierten Einflussbreite wird eine gleichmäßige Linienlast GE ermittelt.

Infolge der Lastumlagerung beim Lösen der Schalungsunterstützung kommt eine Linienlast

$$UL1 = ((AB1 + AB2) / 2 \cdot DLW \cdot DP \cdot GAMMA) - GE \text{ hinzu.}$$

AB1, AB2, DP, DLW ▶ siehe Kapitel "[Ortbeton](#)".

Der Lastumlagerung beim Lösen einer Binderunterstützung wird durch die Einzellasten FU1 und ggf. FU2 Rechnung getragen, die den negativen Stützkräften entsprechen.

Schnitte

Schnittanzahl

Der Binder wird in einem Schnittraster untersucht. Einzugeben ist die Anzahl der Schnitte des Grundrasters.

An Aussparungen wird das Grundraster durch zusätzliche Schnitte am Anfang, in der Mitte und am Ende der Aussparung verfeinert. Weitere zusätzliche Schnitte werden links und rechts von Einzellasten gelegt. Über die Länge der Auflagerverstärkung bzw. Eintragungslänge des Spannstahles ist der Schnittabstand 5 mal feiner.

Für jede Nachweisgröße wird der Bereich links und rechts des nach Abarbeitung dieses Rasters bestimmten Extremwertes nochmals in einem 10 mal feineren Raster untersucht.

Es können mit diesen zusätzlichen Schnitten bis zu 200 Schnitte abgearbeitet werden. Durch die Schnittanzahl wird die Rechenzeit, aber auch die Genauigkeit der Ermittlung der kritischen Schnitte maßgeblich beeinflusst. Sie sollte nicht unnötig hoch, aber auch nicht zu niedrig gewählt werden.

Insbesondere für die richtige Ermittlung der Verformungen sind im Feld 10-20 Schnitte und bei größeren Kragarmen jeweils mindestens 5 - 10 Schnitte erforderlich.

Bereiche ohne Schubnachweis

Bei direkter Auflagerung wird der Abstand $b_a / 2 + d$ voreingestellt, bei indirekter Auflagerung nur der Abstand zum Auflagerrand $b_a / 2$. Siehe auch Kapitel [Auflager](#).

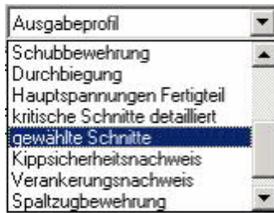
Befinden sich zwischen Auflagerrand und Bereichsgrenze Einzellasten, so verschiebt sich die Bereichsgrenze zur Einzellast mit dem geringsten Abstand zum Auflagerrand.

Nutzerdefiniert: Sind die Annahmen der automatischen Ermittlung nicht zutreffend, kann der Bereich auch nutzerdefiniert eingestellt werden.

Maximales Feldmoment

Bei Aktivierung dieser Option wird der Schnitt mit dem im Einbauzustand maximalen Feldmoment gerechnet

Die Textausgabe am Bildschirm erfolgt über die dargestellte Listenauswahl (Ausgabeprofil):



Gewählte Schnitte

gewählte Schnitte			
	Bereich	x [m]	Aus
1	2	9,95	<input checked="" type="checkbox"/>

Innerhalb der Binderlänge kann jeder Schnitt untersucht werden, der Schnittabstand x bezieht sich auf den linken Anfang des jeweiligen Feldes.

Bereich Auswahl des Bereiches, in dem der Schnitt definiert wird.

1= linker Kragarm

2= Feld

3= rechter Kragarm

$x(m)$ Abstand des Schnittes vom linken Bereichsrand in [m]

Aus Bei aktivierter Option erfolgt die ausführliche Ausgabe des Schnittes

Kippen

Markieren Sie das/die Verfahren Ihrer Wahl. Der Kippnachweis im Montagezustand steht nur dann zur Verfügung, wenn ein Montagesystem eingegeben wurde.

Kippnachweis nach Stiglat

Keine zusätzlichen Eingaben.

Kippnachweis nach Mann

Die bereits eingegebene schlaffe obere Bewehrung wird über die Breite gleichmäßig verteilt angenommen. Da die hier gemeinte Bewehrung jedoch vornehmlich an den Seiten liegen sollte, ist die „Kippbewehrung“ an dieser Stelle einzugeben.

Die Vorverformung am Obergurt muss größer Null sein, die des Untergurtes kann auch negativ gewählt werden. Eine Schrägstellung des Binders kann die Kippsicherheit erheblich vermindern.

Vorgabewerte bei $x = L/2$ sind:

oben: $e_o = e_{o1} + e_{o2}$

$e_{o1} = 0,01 \cdot Z$

(Schrägstellung durch Montageungenauigkeiten mit $Z = 0,9 \cdot D_0$) D_0 ist die Binderhöhe.

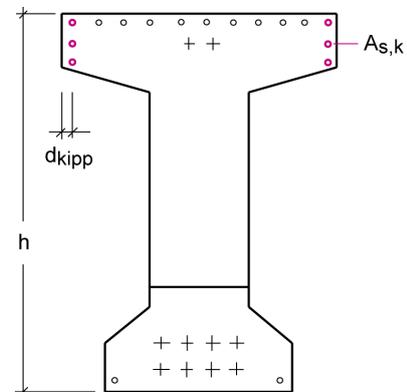
$e_{o2} = 3$ (nach Mann 1...3)

unten: $e_u = 0$

$A_{s,k}$ Kippbewehrung an den Gurträndern.

d_{kipp} ▶ siehe Skizze

alle Werte in [cm]



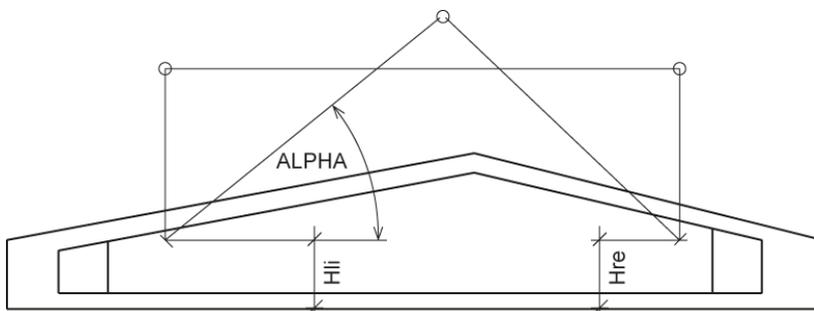
Kippnachweis im Montagezustand

mit Traverse Bei markierter Option erfolgt die Montage mittels Traverse

mit Seilgehänge Bei markierter Option erfolgt die Montage mittels Seilgehänge

Hli/Hre: Höhe des linken/rechten Aufhängepunktes über Unterkante Binder

α : Winkel zwischen Montage-seil und der Horizontalen (30... 90 Grad, nur bei Schrägseilaufhängung)



Vorgabewerte für H_{li} und H_{re} sind die jeweiligen Binderoberkanten. Ragt eine Tragöse wesentlich über die Binderoberkante hinaus, so ist deren Elastizität ggf. mit einer abgeminderten Höhe der Aufhängepunkte zu berücksichtigen.

Es wird geprüft, ob die Verbindungsgerade der Aufhängepunkte (Drehachse) oberhalb des Gesamtschwerpunktes liegt. Falls diese Bedingung nicht erfüllt ist, besteht die Gefahr des Umkippen und es erfolgt eine Fehlermeldung.

Bemessungsvorgaben

Einwirkungsabhängigkeiten

- ▶ Siehe Kapitel „Einwirkungskombinationen aus äußeren Lasten“ im Dokument [B8-Nachweise.pdf](#)

Nutzlasten: Einwirkungen der Kategorien A bis E

Verkehrslasten: Einwirkungen der Kategorien F bis H

Alle Nutz- und Verkehrslasten sind unabhängig:

Nutzerdefinierte Einstellung, bei der jede Einwirkung aus Nutz- und Verkehrslasten für sich kombiniert wird.

Nutz- und Verkehrslasten jeweils abhängig:

Nutzerdefinierte Einstellung, bei der Nutz- und Verkehrslasten jeweils wie eine Einwirkung kombiniert werden.

Alle Nutz- und Verkehrslasten sind abhängig:

Standardeinstellung, bei der alle Nutz- und Verkehrslasten ungünstigst wie eine Einwirkung kombiniert werden.

Ständige Einwirkung nicht feldweise kombinieren

Nutzerdefinierte Einstellung, z.B. NA_D NCI zu 5.1.3 für ein Verhältnis ständiger zu veränderlicher Lasten von $p/g > 0,2$ und für nicht zu große Kragarme.

$\Psi_2 = 0,5$ für Schnee (Ae)

NA_D: Bei gesetzter Option wird für Schnee anstelle $\Psi_2 = 0$ der Kombinationsbeiwert $\Psi_2 = 0,5$ berücksichtigt. Dies wird von den Bauordnungen einiger Bundesländer (z.Zt. Baden Württemberg) gefordert.

Windzone III/IV

NA_D: Die gewählte Option definiert Windeinwirkung der Windzone III/IV zugehörig. Bei Kombination von Wind und Schnee in Gebieten mit Windzone 3 oder 4 und Wind als Leiteinwirkung, darf auf Schnee als Begleiteinwirkung verzichtet werden.

Schadensfolgeklassen

EN2, NA_A, NA_PN: Bei Zuordnung einer von CC2 abweichenden Schadensfolgekategorie (EN 1990 Tab. B.1) werden die Teilsicherheitsbeiwerte der Einwirkungen über einen Anpassungsfaktor KFI (EN 1990 Tab. B.3) modifiziert.

NA_GB, NA_D: Anwendung ist nicht zulässig.

Querkrafttragfähigkeit $z < d-2 \cdot c_{nom}$ nicht berücksichtigen (NA_D)

Die Beachtung dieser Bedingung kann optional unterbunden werden, weil sich bei dünnen Platten u.U. dadurch sehr kleine Hebelarme ergeben können.

Keine Mindestbewehrung Rissbreite

Bei aktivierter Option ist die Ermittlung der Mindestbewehrung abgeschaltet.

Dies ist nur sinnvoll, wenn nennenswerte Zwangskräfte und Eigenspannungen ausgeschlossen werden können (z.B. für statisch bestimmte und zwängungsfrei gelagerte Fertigteile - vgl. /35/ S.5-18).

Keine Spannkraftverluste aus Wärmebehandlung

Sind nach einer Wärmebehandlung zum Zeitpunkt des LöSENS der Verankerung die Spannglieder auf Normaltemperatur abgekühlt, brauchen Spannkraftverluste aus Wärmebehandlung nicht berücksichtigt zu werden.

NA_D: Nach Aussage des FDB ist die Wahl dieser Option durch die in Deutschland verwendete Technologie immer gegeben.

Zulässige Verformungen

	Durchhang	Zuwachsdurchbiegung
7.4.1	L/250	L/500

Verformung infolge Schwinden nicht berücksichtigen

- ▶ Siehe hierzu Durchbiegungsnachweis im Dokument [B8-Nachweise.pdf](#).

Zugversteifung bei Verformung mit seltener Lastkombination

- ▶ Siehe hierzu Nachweis der Verformung [B8-Nachweise.pdf](#).

Berechnen

Durch Doppelklick auf Berechnen in der Hauptauswahl erfolgt die Berechnung.

Ist der Zweig „Berechnen“ rot eingefärbt heißt das: bei einer Plausibilitätskontrolle festgestellte Fehler verhindern ein „Berechnen“ oder die Ergebnisse sind durch während des Berechnens aufgetretene Fehler unvollständig. Die Fehlerliste wird in der Textansicht an oberster Stelle noch vor den Eingabewerten angezeigt.

Optional ist über den Menüpunkt "Bearbeiten" einstellbar, ob nach jeder Änderung sofort eine Berechnung erfolgen soll oder nicht.

Eigengewicht Das Eigengewicht wird vor jeder Berechnung automatisch ermittelt.

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	Bei einigen Programmen können Sie auch den Umfang der Ausgabe (Ausgabeprofil) festlegen/einschränken.
Bildschirm	Anzeige der Werte in einem Textfenster ▶ Siehe auch folgendes Kapitel Ausgabe der Berechnungsergebnisse
Drucken	Starten der Ausgabe auf den Drucker

Ausgabe der Berechnungsergebnisse

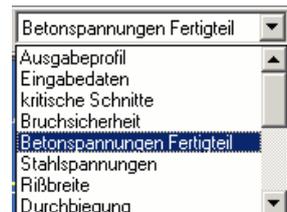
Die Ausgabe auf dem Bildschirm erfolgt entweder über die Textansicht  oder Grafikanzeige .

▶ Siehe auch Ausgabebeispiele im Dokument [B8-Nachweise.pdf](#).

Berechnungsergebnisse in der Textansicht

Klicken Sie auf das Symbol Textansicht  und dann auf einen Eintrag in der Auswahlliste (in der Menüzeile):

Der Inhalt der Textansicht kann über das Druckersymbol  in der Symbolleiste gedruckt werden.



Berechnungsergebnisse in der Grafikanzeige

Die Steuerung der Ausgabe erfolgt über die Symbolleiste in der Menüzeile



Ein Klick auf ein Symbol zeigt die jeweilige Ergebnisgrafik an.

Beschreibung der Symbole von li. nach rechts:

- Systemgrafik
- Ansicht mit Spanngliedern
- Querschnitt
- Querschnitt mit Ergänzung
- M-Fläche
- Q-Fläche
- Tragfähigkeit Biegung
- Betonrandspannungen Fertigteil
- Betonrandspannungen Ergänzungen
- Stahlspannungen
- Rissbreitenbegrenzung
- Verformungen
- Querkrafttragfähigkeit

Der Inhalt der Grafikanzeige kann über die rechte Maustaste (kontextsensitives Menü) und "Drucken" gedruckt werden.

Ausnutzungen

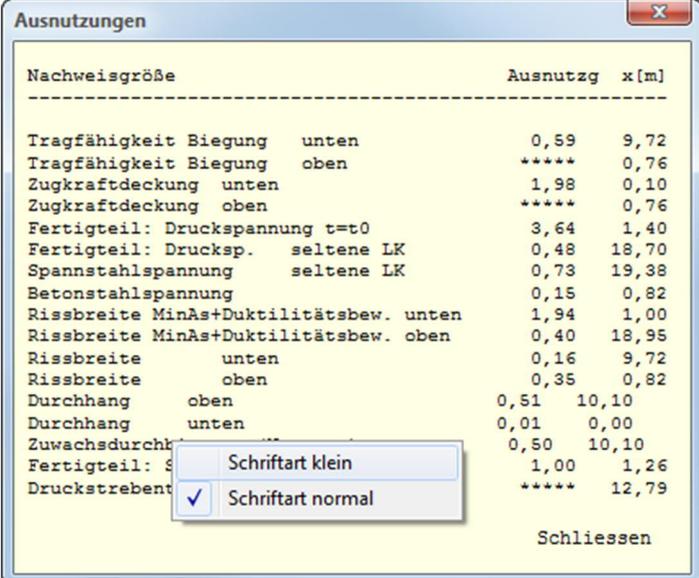
Aufruf eines Anzeigefensters für die Ausnutzungen.

Die angezeigten Werte werden bei Änderungen sofort aktualisiert.

Das Fenster kann mit der Maus an jede Stelle auf dem Bildschirm verschoben werden.

Zu den Werten siehe Dokument [B8-Nachweise.pdf](#) ▶ Kapitel Nachweise

Rechter Mausklick: einblenden der Schriftgrößenoption.



Nachweisgröße	Ausnutzg	x[m]
Tragfähigkeit Biegung unten	0,59	9,72
Tragfähigkeit Biegung oben	*****	0,76
Zugkraftdeckung unten	1,98	0,10
Zugkraftdeckung oben	*****	0,76
Fertigteil: Druckspannung t=t0	3,64	1,40
Fertigteil: Drucksp. seltene LK	0,48	18,70
Spannstahlspannung seltene LK	0,73	19,38
Betonstahlspannung	0,15	0,82
Rissbreite MinAs+Duktilitätsbew. unten	1,94	1,00
Rissbreite MinAs+Duktilitätsbew. oben	0,40	18,95
Rissbreite unten	0,16	9,72
Rissbreite oben	0,35	0,82
Durchhang oben	0,51	10,10
Durchhang unten	0,01	0,00
Zuwachsdurchhang	0,50	10,10
Fertigteil: s	1,00	1,26
Druckstreben	*****	12,79

Schliessen

Ratgeber

Bei Ausnutzungsgraden über 1,0 muss durch eine Variation der Binderparameter die Einhaltung des Nachweises erreicht werden.

Der Ratgeber kann aufgerufen werden, wenn vorher die kritischen Schnitte ermittelt wurden. Dessen Arbeitsweise wird im folgenden kurz beschrieben:

Parameter:

P+	Spannkraft erhöhen
P-	Spannkraft reduzieren
AI+	Spannstähle abisolieren
AI-	Abisolierungen reduzieren
KS	Kriechen und Schwinden reduzieren
BSTO	Betonstahl oben zulegen
BSTU	Betonstahl unten zulegen
BK	Betonklasse erhöhen
D0	Querschnittshöhe vergrößern
BU	Untergurt verstärken
BO	Obergurt verstärken
AV	Auflagerverstärkung
XM	Lage der Aufhängepunkte

nicht erfüllter Nachweis	Bezeichnung	Parametervariation
Tragf. Biegung unten	EtaBu	wenn EpsS = Epsu: BSTU, P+, AI- sonst: BK, D0, BO
Tragf. Biegung oben	EtaBo	wenn zII < 0: AI+, P- sonst: BSTO, BU, D0, BK, XM
Zugkraftdeckung unten	EtaZu	P+, AI-, BSTU
Zugkraftdeckung oben	EtaZo	P-, AI+, BSTO, XM
Kippen nach Stiglat (Ez)	Kipp(EzS)	BO, BU, D0
Kippen nach Mann (Ez)	Kipp(EzM)	BO, D0, BSTU, BSTO
Kippen nach Stiglat (Mz)	Kipp(Mz)	BO, BU, D0, XM
EN2: Drucksp. seltene LK	σ_c1	
EN2: Drucksp. quasi-st.LK	σ_c2	
DIN: Drucksp. (DZ)	σ_c1	P+, AI-, KS, BK, BO
DIN: Zugspannung (Ez)	σ_t1	P+, AI-, KS, BK, BU
DIN: Zugspannung (Bz)	σ_t2	P-, AI+, BK, BO
DIN: Druckspannung (vZ)	$\sigma_c1(t0)$	P-, AI+, BK, BU
Spannstahlspannung	$ \sigma_s $	P-
Betonstahlspannung	wku	BST(U/O), BK, D0
Rissbreite unten	wko	BSTU, P+, AI-, KS

Rissbreite	oben	Xpu	BSTO, P-, AI+, XM
Dekompression	unten	Xpo	P+, AI-, KS
Dekompression	oben	fo	P-, AI+, XM
Durchhang	oben	fu	P-, BK, D0, früherer Einbau
Durchhang	unten	df	P+, BK, KS, D0
Zuw.-Durchbiegung (Nutz.)		VRdmax	BK, D0
EN2: Druckstrebentragf.			AV, BK, D0, P-

Bei Ausnutzungsgraden unter 1,0 ist eine Binderoptimierung möglich, dennoch wegen der Verzahnung der Nachweise kaum automatisierbar (z.Zt. nicht Bestandteil des Ratgebers).

Im folgenden werden mögliche Optimierungen mit ihren Voraussetzungen skizziert.

Optimierung für	wenn u.a. Reserven bei
Betonstahl unten reduzieren	EtaBu, EtaZu, Sigs, wku, Kipp(EzM)
Betonstahl oben reduzieren	EtaBo, EtaZo, Sigs, wko, Kipp(EzM)
Spannstahl reduzieren	EtaBu, EtaZu, Sigg, wku, Xpu, fu
D0 reduzieren	EtaBu, EtaZu, wku, Xpu, fu EtaBo, EtaZo, wko, Xpo, fo, $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_1(t_0), \sigma_1, \sigma_2,$ VRdmax, Kipp (EzS, EzM, Mz)
BO reduzieren	$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_1(t_0), \sigma_1, \sigma_2,$ VRdmax,
BO reduzieren	EtaBu, EtaZu, wku, Xpu, fu $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_1(t_0), \sigma_1, \sigma_2,$ VRdmax Kipp (EzS, EzM, Mz)
BU reduzieren	EtaBo, EtaZo, wko, Xpo, fo, $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_1(t_0), \sigma_1, \sigma_2,$ VRdmax, Kipp (EzS, EzM, Mz)

Ausgabeprofil

Sie können die Ausgabe einschränken, indem Sie nur die gewünschten Ausgabeoptionen markieren.

Allgemein		Nachweise	Grafik	Tabelle
<input checked="" type="checkbox"/> Kontrollgrafik		Schnittkräfte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Eingabewerte		Biegetragfähigkeit	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> kritische Schnitte Übersicht		Betonspannung Fertigteil	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> kritische Schnitte ausführlich	<input type="button" value="-> Wählen"/>	Betonspannung Ortbeton	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Schnitt max. Feldmoment	<input type="button" value="-> Wählen"/>	Stahlspannung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> gew. Schnitte		Rißbreite	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kippen		Verformung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Verankerung		Querkrafttragfähigkeit	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Spaltzugbewehrung		Hauptspannungen Ftl.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Längenänderung		Hauptspannungen Erg.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Ausgaben mit Zwischenergebnissen		<input checked="" type="checkbox"/> Grafiken zuletzt ausgeben		
		<input type="checkbox"/> Verformung tabell. ausführlich		
		<input type="button" value="OK"/>	<input type="button" value="Abbrechen"/>	

Bei Wahl der Option „alle Schnittausgaben ausführlich“ erfolgen folgende zusätzliche Ausgaben:

- Stützkräfte je Komponente
- Schnittkräfte an gewählten Schnitten je Komponente und Lastfall
- Dehnungszustände für Zustand II für die Nachweise im GZG an gewählten Schnitten
- Zwischenergebnisse Verformungsberechnung

Ausgabebeispiel: Ein umfangreiches Referenzbeispiel finden Sie auf [www.frilo.eu \(B8_FDB-Ref.pdf\)](http://www.frilo.eu (B8_FDB-Ref.pdf))

Textansicht

Beschreibung der Auswahlmöglichkeiten für die Textansicht:

Eingabedaten

Liste aller Eingabedaten, bei erfolgter Berechnung inklusive

- Kriechzahl und Schwindmaß (bei Option "Berechnung am Eingabeschnitt")
- Eigengewicht
- Stützkräfte (ständige-, veränderliche Anteile, Minimum und Maximum)
- Kurzausgabe (wesentliche Nachweise mit Ausnutzung)

Kritische Schnitte

Liste aller an einem Raster zu führenden Nachweise mit kritischem Schnitt, Extremwert und Ausnutzung

Schnittkräfte

- Verlauf der minimalen und maximalen Momente aus äußerer Belastung.
(Bemessungssituationen des GZT, Kombinationen des GZG)
- Verlauf der minimalen und maximalen Querkräfte
(Bemessungssituationen des GZT, Kombinationen des GZG)
- Verlauf der Längskraft und Momente aus Vorspannung
(t= Lösen Verankerung, t=Unendlich)

Bruchsicherheit

Tragfähigkeit Biegung mit Längskraft unten, oben
Zugkraftdeckung

Betonspannungen Fertigteil

Verlauf der Betondruck- und zugspannungen im Fertigteil

Betonspannungen Ortbeton

Bei Ortbetonerfüllung Betondruck- und zugspannungen im Ortbeton

Stahlspannungen

Verlauf der maximalen Spannungen im Betonstahl und Spannstahl

Rissbreite

Mindestbewehrung, Rissbreite und Dekompression
Fertigteil unten, oben, ggf. Ortbeton

Verformungen

Verlauf der Durchhang: Anfang, Ende Kriechabschnitt Lagerung
Verlauf der Durchhang: Anfang, Ende Kriechabschnitt Nutzung
Verlauf der Zuwachsdurchbiegung im Kriechabschnitt Nutzung

Schubbewehrung

Verlauf der Schubbewehrung im Steg des Fertigteils
Verlauf der Schubbewehrung in der Fuge
Verlauf der Druckstreben­tragfähigkeit

Schnitt maximales Feldmoment

Ausführliche Ausgabe des Schnittes mit dem maximalen Feldmoment

Gewählte Schnitte

Ausführliche Ausgabe der gewählten Schnitte

Kippsicherheitsnachweis

Ausgabe der aktivierten Kippsicherheitsnachweise mit Zwischenergebnissen

Verankerungsnachweis

Ausgabe des Verankerungsnachweises der Spannbewehrung mit Zwischenergebnissen

Spaltzugbewehrung

Ausgabe des Nachweises der Spaltzugbewehrung mit Zwischenergebnissen

Längenänderung

Berechnungsergebnisse zur Längenänderung des Binders infolge Kriechen, Schwinden und Temperatur

Wahl des Vorspanngrades und zweckmäßige Bewehrung

Es ist eine Ausführung des Binders in Stahlbeton oder Spannbeton mit einem beliebigen Vorspanngrad möglich.

Die Grenzen des Stahlbetons werden bei großen Stützweiten oder hohen Belastungen erreicht.

Der Übergangsbereich von reiner schlaffer Bewehrung zu teilweiser Vorspannung mit einem Vorspanngrad von 0 bis 0,2 sollte vermieden werden, da sich der Rissbreitennachweis durch den Wechsel von quasi-ständiger zu häufiger Lastkombination von zul. $w_k = 0,4$ mm zu zul. $w_k = 0,2$ mm und ggf. erforderlichem Nachweis der Dekompression sprunghaft verschärft. Außerdem wird Kriechen und Schwinden, welches im Programm nach Zustand I ermittelt wird, für die auch bei ständigen Einwirkungen im Zustand II befindlichen Querschnitte wesentlich überschätzt.

Nach /25/ und /26/ liegt ein Optimum der erforderlichen Bewehrung bei Vorspanngraden von 0,4...0,7. Dies gilt jedoch nur, wenn eine kontrollierte Rissbildung zulässig ist (Innenbauteil).

Ist der Nachweis der Dekompression gefordert, kann ein Vorspanngrad höher als bei beschränkter Vorspannung erforderlich werden.

Die Bemessung der Spannbewehrung sollte nach /5/ S.32 so erfolgen, dass das Moment aus ständigen Lasten (bzw. der Lastkombination des Dekompressionsnachweises) gerade durch die Vorspannung kompensiert wird.

Literatur

- /1/ EC2, T1 (Juni 1992)
- /1a/ EC2, T.1-3, deutsche Entwurfsfassung Juni 1994, BK96 T2
- /2/ Entwurf DIN 1045 02.1996
- /3/ DIN 4227, Teil 1, und Änderung A1
- /4/ DAfStb Anwendungsrichtlinie zu EC2, T1
- /5/ DAfStb, Heft 425, Bemessungshilfsmittel zu EC2, T1
- /6/ DAfStb, Heft 320, Erläuterungen zur DIN 4227
- /7/ Grasser, Kupfer, ...: "Bemessung von Stahl- und Spannbetonbauteilen", BK95, T1, S. 303 ff.
- /8/ Litzner: "Bemessungsgrundlagen nach EC2", BK95, T1, S. 519 ff.
- /9/ Deutscher Betonverein: "Beispiele zur Bemessung von Betontragwerken nach EC2", 1994
- /10/ Kupfer: "Bemessung von Spannbetonbauteilen nach DIN 4227", BK94, T1, S. 589 ff.
- /11/ Bieger: "Stahlbeton- und Spannbetontragwerke nach EC2", 1993
- /12/ Zerna: "Spannbetonträger", 1987, S.106 ff.
- /13/ Abelein: "Ein einfaches Verfahren zur Berechnung von Verbundkonstruktionen", Bauingenieur 1987, S.127-132
- /14/ Deneke, Holz, Litzner: "Übersicht über praktische Verfahren zum Nachweis der Kippstabilität schlanker Stahl und Spannbetonträger", Beton- und Stahlbetonbau 1985, 9, S. 238 - 243, 10, S. 274 - 280, 11, S. 299 - 304.
- /15/ Rafla, Die Bautechnik 1975, H.8, S.269-275
- /16/ Stiglat, K...: "Zur Näherungsberechnung der Kippplasten von Stahl- und Spannbetonträgern über Vergleichsschlankheiten", Beton- und Stahlbetonbau 10, 1991, S. 274 - 280.
- /17/ Mann, W.: "Kippnachweis und -aussteifung von schlanken Stahl- und Spannbetonträgern", Beton- und Stahlbetonbau 1976, 2, S.37 - 42.
- /18/ Mann, W.: "Anwendung des vereinfachten Kippnachweises auf T- Profile aus Stahlbeton", Beton- und Stahlbetonbau 1985, 9, S. 235 - 237.
- /19/ Kasperek, K.; Hailer W.: Nachweis und Bemessungsverfahren zum Stabilitätsnachweis nach der neuen DIN 1045, Düsseldorf (Werner 1973)
- /20/ Rossner, W.; Graubner, C.: Spannbetonbauwerke Teil 1, Bemessungsbeispiele nach DIN 4227, Berlin (Ernst & Sohn) 1992
- /21/ Leonhardt, F.: Vorlesungen über Massivbau Teil 3, Berlin (Springer) 1974
- /22/ Rossner, W.; Graubner, C.: Spannbetonbauwerke Teil 2, Bemessungsbeispiele nach Eurocode
- /23/ König, G.; Tue, N.; Pommering, D.: Kurze Erläuterung zur Neufassung DIN 4227 Teil 1, Bauingenieur 1996, S.83-88
- /24/ Geistefeldt; Goris: Tragwerke aus bewehrten Beton nach Eurocode 2, Berlin (Beuth) 1993
- /25/ Bachmann, H.: Teilweise Vorspannung, Erfahrungen aus der Schweiz; Beton- und Stahlbetonbau 2/1980 S.40-44 ./.
- /26/ Kupfer H.: Die Wirtschaftlichkeit als ein Kriterium zur Wahl des Vorspanngrades, Betonwerk+Fertigteiltechnik 5/1986
- /27/ Litzner: "Bemessungsgrundlagen nach EC2", BK96, T1
- /28/ DIN 1045-1 berichtigte Fassung Juli 2001
- /29/ DIN EN206-1
- /30/ Deutscher Ausschuß für Stahlbeton Heft 525
- /31/ Zilch/Rogge, "Bemessung Stahl- und Spannbetonbauteile nach DIN 1045-1", Betonkalender 2002 Teil 1

- /32/ Hegger/Nitsch, „Neuentwicklung bei Spannbetonfertigteilen“, Beton- und Fertigteil-jahrbuch 2000, S.96 ff.
- /33/ Tue/Pierson, „Rissbreite und Nachweiskonzept nach DIN 1045-1“, Beton- und Stahlbetonbau 5/2001
- /34/ DIN 1055-100 Ausgabe März 2001
- /35/ Deutscher Betonverein "Beispiele zur Bemessung nach DIN 1045-1", 2002
- /36/ Backes: "Überprüfung der Güte eines praxismgerechten Näherungsverfahrens zum Nachweis der Kippsicherheit schlanker Stahl- und Spannbetonträger", Beton- und Stahlbetonbau 7/1995 S.176 ff.
- /37/ Reinhardt, "Beton", Betonkalender 2002 Teil 1
- /38/ Curbach/Zilch, "Einführung in DIN 1045-1" Ernst und Sohn 2001
- /39/ Fischer, "Begrenzung der Rissbreite und Mindestbewehrung", Seminarunterlagen DIN 1045-1 Friedrich+Lochner GmbH, Berlin 2001
- /40/ Graubner/Six, "Spannbetonbau" S.F.38 ff., Stahlbetonbau aktuell 2001, Werner Verlag
- /41/ Grünberg, „Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln für den konstruktiven Hochbau - Erläuterungen zu DIN 1055-100“, Beuth Verlag 2004
- /42/ Dr.Schlüter, „Auslegung von Betonbauten“, Vortrag bei DGEB/DIN Gemeinschaftstagung „Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Die neue DIN 4149“, Leinfelden Echterding EN2005
- /44/ Kommentierte Kurzfassung DIN 1045, 2.überarbeitete Auflage, Beuth 2005
- /45/ 2. Berichtigung DIN 1045-1 (2005-06)
- /46/ Berichtigung 1: 2005-05 DAfStb H.525
- /47/ Krüger,Mertzsch,"Beitrag zur Verformungsberechnung von Stahlbetonbauten", Beton- und Stahlbetonbau 1998, Heft 10
- /48/ Rossner, W.; Graubner, C.: Spannbetonbauwerke Teil 3, Bemessungsbeispiele nach DIN 1045-1 und DIN Fachbericht 102, Berlin (Ernst & Sohn) 2005
- /49/ Fingerloos,"Erläuterungen zur praktischen Anwendung der Norm", Betonkalender 2006 Teil 2
- /50/ Neufassung DIN 1045-1 (2008)
- /51/ Deutscher Beton- und Bautechnikverein, Heft 14 (2008)
- /52/ Deutscher Ausschuß für Stahlbeton Heft 600
- /53/ Rossner, W.; Graubner, C.: Spannbetonbauwerke Teil 4, Bemessungsbeispiele nach Eurocode 2, Berlin (Ernst & Sohn) 2012
- /54/ Zilch/Zehetmayer: „ Bemessung im konstruktiven Ingenieurbau nach DIN 1045-1 (2008) und EN 1992-1-1, Springer-Verlag, 2. Auflage 2009
- /55/ Graubner, Six; "Spannbetonbau" S.F.41 ff., Stahlbetonbau aktuell 2012, Werner Verlag
- /56/ Eurocode 2 für Deutschland, kommentierte Fassung Beuth 2012
- /57/ Rossner; „Bruecken aus Spannbeton-Fertigteilen“, Ernst und Sohn 1988