

B8+ - Spannbettbinder

Inhaltsverzeichnis

Anwendungsmöglichkeiten	3
Berechnungsgrundlagen	5
Normenzusammenstellung	5
Wahl des Vorspanngrades und zweckmäßige Bewehrung	6
Eingabe	7
Erste Schritte	7
Allgemeine Bedienhinweise	8
Grundparameter	10
System	14
Betonstahl	20
Spannstahl	20
Kriechen/Schwinden	21
Belastung	24
Bemessung	26
Nachweise	31
Ausgabe	32
Ausgabebumfang / Berechnung / Ergebnisse	32
Lastweiterleitung	33
Ratgeber	33
Literatur	36

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.friilo.eu im Downloadbereich (Handbücher).

Tipp: 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.

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:

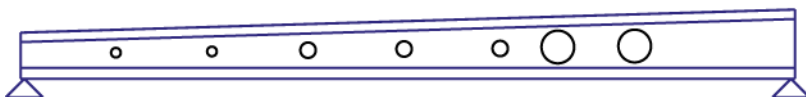
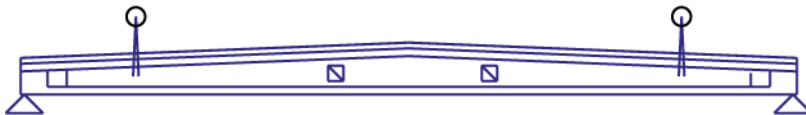
- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| ▪ DIN EN 1992-1-1/NA: 2015-12 | Deutschland |
| ▪ PN EN 1992-1-1/NA:2010 | Polen |
| ▪ ÖNORM B 1992-1-2:2018-01 | Österreich |
| ▪ NA to BS EN 1992-1-1/A2:2015-07 | Großbritannien |
| ▪ EN 1992-1-1 2004 /A1: 2014 |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



Ältere Normen (DIN usw.) sind weiterhin verfügbar.

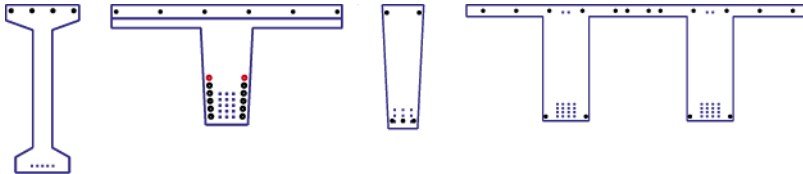
Binderformen

- 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

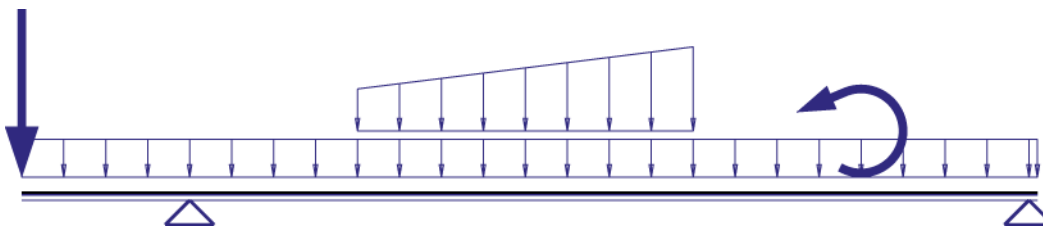


Statische Systeme

- 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 Absolierungen
- Mehrlagige schlaffe Bewehrung
- Geradliniger Verlauf der Bewehrung parallel Ober- bzw. Untergurt

Einschränkungen

- 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: 2018-01	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

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.

Eingabe

Erste Schritte

Wenn Sie eine neue Position beginnen, wird Ihnen ein kompletter Standardbinder generiert, den Sie nun zu ihrem Binder modifizieren, indem sie die einzelnen Eingabeseiten abarbeiten.

Beachten Sie dabei bitte die folgenden Bemerkungen zu einigen Eingabeseiten.

Grundparameter

In diesem Bereich wird die Bemessungsnorm festgelegt sowie das Beton-, Stahl- und Spannstahlmaterial ausgewählt. Einstellungen zum Kriechen und der Dauerhaftigkeit können vorgenommen werden. Aus dem Dialog zur Eingabe der Expositionsklassen ergeben sich wichtige Randbedingungen für die weiteren Eingaben.

System

Sie geben hier das statische System des Einbauzustandes, den Bindertyp (parallelgurtiger-, Satteldach- oder Pultdachbinder) die Binderhöhe und ggf. eine Ortbetonerfüllung ein.

Für die Binderhöhe wird in der Literatur ein überschläglicher Wert von $1/18$ der Stützweite genannt.

Der voreingestellte Rechteckquerschnitt ist nur für geringe Stützweiten sinnvoll. Plattenbalkenquerschnitte sind nach $/40/$ bei einem kleinen Anteil veränderlicher Lasten sinnvoll. Bei hohen Anteilen veränderlicher Lasten kann ein Zuggurt sinnvoll sein, welcher sich mit dem Querschnittstyp "Schichtenquerschnitt" realisieren lässt. Zur Dimensionierung des Druckgurtes sind in $/55/$ Angaben zu finden.

Einstellungen zum Montagesystem und Auflagerverstärkung sowie die Definition der Aussparungen können hier vorgenommen werden.

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.

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).

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 Bemessung > Vorbemessung. Der Verlauf der Spannstähle über die Binderlänge wird bei Änderungen der Binderlänge automatisch angepasst.

Kriechen/Schwinden

Bei der Definition der Kriechabschnitte müssen Sie sehr sorgfältig vorgehen, da die hiervon beeinflussten Kriech- und Schwindverluste signifikante Auswirkungen auf die Nachweise haben. Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel [Kriechen und Schwinden](#).

Lasten

Die ständigen und veränderlichen Lasten können über Tabelleneingabe definiert werden. Die Eingabe der Lasten, die auf eine Ortbetondecke wirken, sowie benutzerdefinierten Lasten erfolgt im Kontextmenü.

Bemessung

In diesem Bereich können die Bemessungseinstellungen vorgenommen werden und die Anzahl der Schnitte des Grundrasters definiert werden. Über die Anzahl der Schnitte 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 den Button Nachweise. Über einen Ratgeber 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.

Allgemeine Bedienhinweise

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.

Eingaben im Assistenten:

- Bemessungsnorm
- Trägertyp
- Beton- und Stahlgüte
- Spannstahl
- Geometrie
- Querschnitt
- ständige Linienlast
- veränderliche Linienlast und Art der Einwirkung

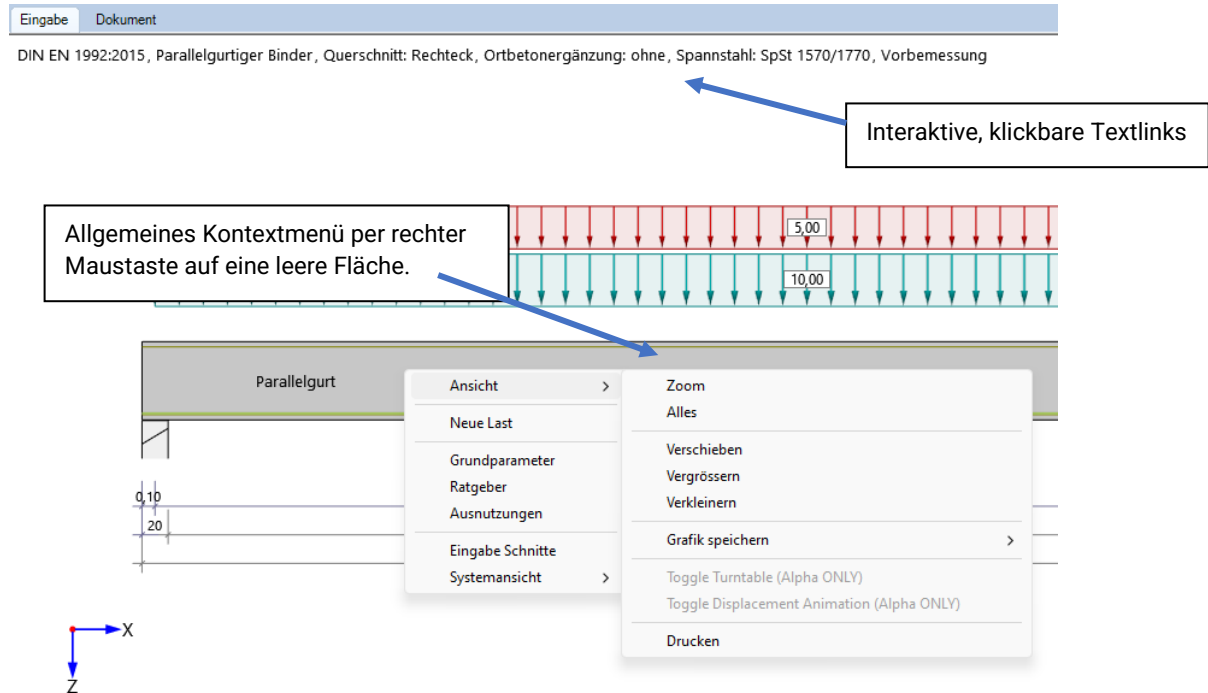
Tipp: Über ▶ Datei ▶ Einstellungen können Sie einige grundlegende Einstellungen zum Assistenten, Farbdarstellung oder Maßeinheiten ändern.

Grafische Eingabe

Die grafische Eingabe ist so aufgebaut, dass sämtliche Eingaben direkt im Grafikenfenster erreichbar sind. So können z.B. Maße oder Lastwerte direkt angeklickt und verändert werden. Andere Eingaben werden durch das allgemeine Kontextmenü (Rechtsklick auf eine leere Grafikfläche) oder die Kontextmenüs der einzelnen Objekte (Lager, Last ...) oder durch die interaktiven Texte oben links aufgerufen.

Außerdem besteht die Möglichkeit, Auflager bzw. Lasten, die nicht über die volle Länge des Trägers gehen, mit der Maus oder durch Eingabe eines Koordinatenwertes zu verschieben.

Siehe auch „[interaktive Grafik](#)“ in den Bedienungsgrundlagen.



Interaktive Maßketten

Wie in allen Plus-Programmen sind auch in B8+ die Maßzahlen editierbar und können direkt in der Grafik geändert werden.

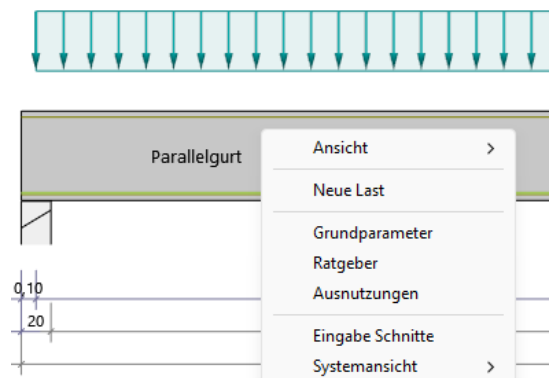
Kontextmenü

Zu jedem Objekt (Lager, Last usw.) gibt es die passenden Kontextfunktionen (Abb. rechts, Kontextmenü des Trägers). Diese Funktionen werden über die rechte Maustaste angezeigt und sind, wie der Name sagt, passend zum gewählten Objekt.

Ein allgemeines Kontextmenü erscheint dann, wenn kein Objekt gewählt ist. Hier sind Funktionen zu finden, die keine Repräsentanz zu einem grafischen Objekt haben, wie z.B. Ansichtsfunktionen, Stabilität, Schnitte usw.

Interaktive Texte

Die in der Grafik links oben angezeigten Texte sind, wie in allen PLUS-Programmen auch, interaktiv und können angeklickt werden. Damit werden in der Grafik Dialoge erreicht, die sonst nur über das linke Menü erreicht werden. Siehe auch [Bedienungsgrundlagen](#).



Grundparameter

Norm und Sicherheitskonzept

Norm Definition der Bemessungsnorm mit nationalem Anhang.

Schadensfolgeklasse EN2, NA_A, NA_PN:
Bei Zuordnung einer von CC2 abweichenden Schadensfolgeklasse (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.

gleiches γ_G ... Bei markierter Option werden alle ständigen Lasten bzw. Lastfälle zusammen mit dem gleichen Teilsicherheitsbeiwert ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$) angesetzt, anderenfalls werden ständige Lasten unabhängig voneinander mit ihren unteren und oberen Teilsicherheitsbeiwerten kombiniert.

$\psi_2 = 0,5$ für Schnee (AE) Gibt an, ob in der Bemessungssituation Erdbeben (AE) der Kombinationsbeiwert ψ_2 für die Einwirkung Schnee auf den Wert 0,5 angehoben werden soll. (Siehe Einführungserlasse der Bundesländer, z.B. Baden-Württemberg).

Standort Windzone ... Markieren Sie diese Option, wenn sich der Gebäudestandort in Windzone 3 oder 4 befindet. In diesem Fall wird die Einwirkung 'Schnee' nicht als Begleiteinwirkung zur Leiteinwirkung 'Wind' angesetzt.

Nutzlastabhängigkeit Gibt an, ob alle Nutzlasten der Kategorien A-D automatisch als ungünstigste der vertretenen Nutzungskategorien angesetzt werden sollen (EN 1991-1-1, 6.3.1.2 (7)P).

Eigenschaften	
Grundparameter	
System	
Belastung	
Bemessung	
Ausgabe	
Norm und Sicherheitskonzept	
Norm	DE DIN EN 1992:2015
gleiches γ_G für ständige Lasten	<input type="checkbox"/>
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	<input type="checkbox"/>
Standort in Windzone 3 oder 4	<input type="checkbox"/>
Nutzlastenabhängigkeit	alle Nutzlasten unabhängig
Material	
Betongüte	C 45/55
Betongüte Ortbetonergänzung	C 20/25
Stahlgüte	B500B
Stahlgüte Bügelbewehrung	B500B
Fertigteil	<input checked="" type="checkbox"/>
Fertigteil - Kennwerte	$\gamma_C = 1.35, \gamma_S = 1.15$
Spannstahl	SpSt 1570/1770
Betonstahl	zur Tabelle
Spannstahl	zur Tabelle
Kriechen	
Zementtyp	R (schnell erhärtend)
Zementtyp Ortbeton	R (schnell erhärtend)
Berechnung Kriechwert	Eingabeschnitt
T0e	1
Alterungsbeiwert	ρ 0,5
Kriechabschnitte	zur Tabelle
Bewehrungsvorgaben/Dauerhaftigkeit	
Durchmesser Bügel	8
Dauerhaftigkeit	XC1/X0 >> C16/20

Gleiches γ_G für ständige Lasten einer Einwirkung

Alle ständigen Lasten werden einer der folgenden 3 unabhängigen Einwirkungen zugeordnet:

G1: Eigenlast Fertigteil (automatisch vom Programm ermittelt, je Feld betrachtet)

G2: nachträgliche ständige Lasten (alle ständigen Lasten, die in der Lasttabelle eingegeben werden)

GE: Eigenlast Ortbeton (falls Ortbetonergänzung gewählt, je Feld betrachtet)

Bei aktivierter Option werden alle Lastkomponenten der jeweiligen ständigen Einwirkung zunächst zusammengefasst und erst anschließend mit den Teilsicherheitsbeiwerten ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$) kombiniert.

Damit kann die Regelung nach NA_D NCI zu 5.1.3 NA.2 abgebildet werden.

Bei Nichtaktivierung werden alle Lastkomponenten aller ständigen Einwirkungen unabhängig voneinander ungünstigst kombiniert.

Nutzlastabhängigkeit

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

Es besteht die Möglichkeit eine der folgenden Optionen für die Definition der Abhängigkeit/Unabhängigkeit der Nutzlasten zu wählen.

Alle Nutzlasten unabhängig	Standardeinstellung, bei der jede Einwirkung aus Nutzlasten Kategorie A bis H für sich kombiniert wird.
Nutzlasten Kat.A-E/Kat.F-H jeweils abhängig	Nutzerdefinierte Einstellung, bei der Nutzlasten Kategorie A bis E und Nutzlasten Kategorie F bis H jeweils wie eine Einwirkung kombiniert werden.
Alle Nutzlasten abhängig	Nutzerdefinierte Einstellung, bei der alle Nutzlasten Kategorie A bis H ungünstigst wie eine Einwirkung kombiniert werden.

Material

Je nach ausgewählter Norm werden die entsprechenden Materialparameter – Beton- und Stahlgüte sowie Spannstahl - zur Auswahl aufgeführt. Für ein Fertigteil markieren Sie die Option, dann können Sie auch einen Dialog für die Eingabe fertigteilspezifischer Parameter/Kennwerte aufrufen.

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).	

Über Button  Aufruf des Dialogs für die Betoneigenschaften.

Betoneigenschaften

Betonklasse

α_e Entsprechend den verwendeten Zuschlagstoffen kann der E-Modul des Betons über einen Beiwert variiert werden.

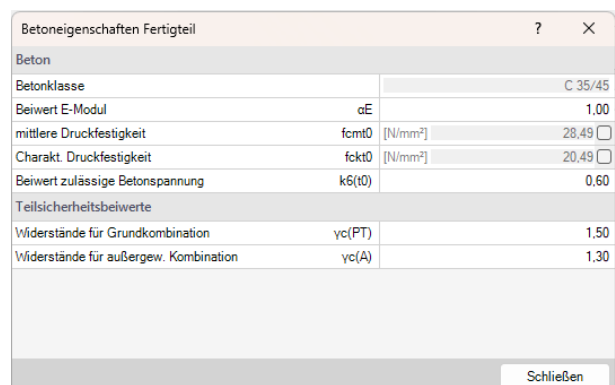
Basalt	1,2
Quarz(ite)	1,0
Kalkstein	0,8
Sandstein	0,7

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



Betoneigenschaften Fertigteil		
Betoneigenschaften		
Betonklasse		C 35/45
Beiwert E-Modul	α_E	1,00
mittlere Druckfestigkeit	fcmt0 [N/mm ²]	28,49
Charakt. Druckfestigkeit	fckt0 [N/mm ²]	20,49
Beiwert zulässige Betonspannung	k _{S(t0)}	0,60
Teilsicherheitsbeiwerte		
Widerstände für Grundkombination	$\gamma_c(PT)$	1,50
Widerstände für außergewöhnl. Kombination	$\gamma_c(A)$	1,30
Schließen		

k6(t0)	<p>Beiwert für den Nachweis der Betonspannungen zum Zeitpunkt der Spannkrafteintragung $t_0 = t_{A,Lag}$ nach 5.10.2.2 (5)</p> <p>EN2, NA_A, NA_PN, NA_GB: Vorgabe entsprechend NA mit 0.7</p> <p>NA_D: Vorgabe mit 0.6, nur unter bestimmten Voraussetzungen ist 0.7 erlaubt, siehe /52/ S.63</p>
$\gamma_c(PT)$	<p>Teilsicherheitsbeiwerte des Betons für die ständige und vorübergehende Bemessungssituation, Vorgabewerte nach 2.4.2.4 (1)</p> <p>EN2, NA_A, NA_D, NA_GB: 1,5</p> <p>NA_PN: 1,4</p>
$\gamma_c(A)$	<p>Teilsicherheitsbeiwerte des Betons für die außergewöhnliche Bemessungssituation, Vorgabewerte nach 2.4.2.4 (1)</p> <p>EN2, NA_A, NA_PN, NA_GB: 1,2</p> <p>NA_D: 1,3</p>

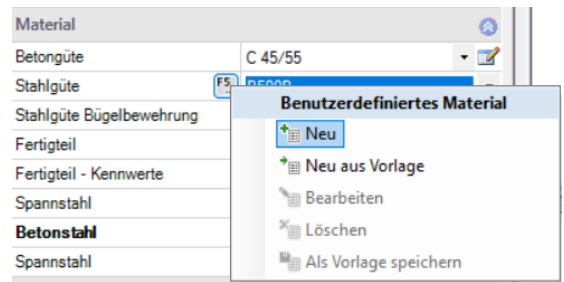
Betonstahl

Über eine Auswahlliste können Betonstähle entsprechend nationalen Regelwerken ausgewählt werden.

Benutzerdefinierter Betonstahl

Für die schlaffe Längs- und Bügelbewehrung kann je eine Betonstahlsorte verwendet werden.

Über die F5-Taste oder den Button „F5“ im Eingabefeld der „Stahlgüte“ wird über „Neu“ ein Dialog zur Eingabe des benutzerdefinierten Betonstahls aufgerufen. Verschiedene Betonstahlkennwerte eines Materials mit bilinearer oder linearer Arbeitslinie können nun definiert werden.



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

Betonstahl - Benutzerdefinierte Werte

Für einen benutzerdefinierten Betonstahl können Kennwerte einer linearen oder bilinearen Arbeitslinie eingegeben werden.

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$

Allgemein		
Streckgrenze	fyk [N/mm ²]	500.00
Kurzname		B500B-B
Kennwerte		
Kennwerte ermitteln		mit bilinearer Arbeitslinie
Teilsicherheitsbeiwert	ys	1.15
E-Modul	Es [N/mm ²]	200000
Bruchdehnung	euk [%]	25.000
Bruchdehnung, Bemessungswert	eud [%]	25.000
Verhältnis Zugfestigkeit zu Streckgrenze	k = ftk/fyk	1.05
Streckgrenze, Bemessungswert	fyd [N/mm ²]	434.78
elastische Dehnung	eyd [%]	2.174
Zugfestigkeit	ftk [N/mm ²]	525.00
Zugfestigkeit, Bemessungswert	ftd.cal [N/mm ²]	456.52
Arbeitslinie nur bei Zug wirksam		<input type="checkbox"/>
Betonstahl mit glatter Oberfläche		<input type="checkbox"/>

i Auswahl nur für historische Betonstähle, die ohne Profil, mit glatter Oberfläche, hergestellt wurden.

OK Abbrechen

Spannstahl Eigenschaften

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
fp _{0,1k}	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
l _{pt}	Übertragungslänge nach Gl.8.16 Bei aktivierter Option "Übertragungslänge eingeben" kann l _{pt} 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
r _{sup} /r _{inf}	Beiwerte zur Bildung des charakteristischen Wertes der Vorspannung, Vorgabe nach 5.10.9 (1) EN2, NA_D, NA_PN: r _{sup} =1.05 r _{inf} =0.95 NA_A: r _{sup} =1.0 r _{inf} = 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

Spannstahl Eigenschaften			
Spannstahl			
Bezeichnung		SpSt 1570/1770	
Fläche	Ap	[cm ²]	0,930
E-Modul	Ep	[N/mm ²]	195000,00
0.1% Dehngrenze	fp0.1k	[N/mm ²]	1500,00
Zugfestigkeit	f _{pk}	[N/mm ²]	1770,00
Spannstahlart		Litze	▼
Oberfläche		profiliert	▼
Relaxation		Kl. 2 (Litze, Draht)	▼
Beiwert Spannkrafteintragung	α ₁		1,25
Temperatur	T [°C]		20,00
Relaxationsverlust	Δσ _{p,r} (t ₀) [%]		4,00
Übertragungslänge	l _{pt} [m]		0,76 <input type="checkbox"/>
Teilsicherheitsbeiwerte			
Grundkombination	γ _s (PT)		1,15
Außergew. Kombination	γ _s (A)		1,00
Beiwerte Vorspannung			
oberer Beiwert	r _{sup}		1,05
unterer Beiwert	r _{inf}		0,95
oberer Teilsicherheitsbeiwert	γ _p ,unfav		1,00
unterer Teilsicherheitsbeiwert	γ _p ,fav		1,00
Schließen			

	NA_GB:	0,9
$\gamma_p, unfav$	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

Kriechen

Zementtyp	Auswahl des Zementtyps in Bezug auf die Geschwindigkeit des Erhärtens
Berechnung	
Kriechwert	Die Berechnung des Kriechens erfolgt in der Regel über den Eingabeschnitt. Als Eingabeschnitt wird der maßgebende (= max. Querschnittshöhe) berücksichtigt. Bei Bedarf kann die Kriechzahl aber auch in jedem Nachweisschnitt mit der tatsächlichen Querschnittshöhe berechnet oder manuell vorgegeben werden.

Alterungsbeiwert ρ Faktor für Abminderung der Verformung infolge Kriechspannung $0.5 < \rho < 0.8$

Kriechabschnitte Aufruf der Tabelleneingabe für die Definition der Kriechabschnitte

Detaillierte Informationen zum Kriechen und Schwinden sind im Abschnitt Kriechen/Schwinden zu finden.

Bewehrungsvorgaben/Dauerhaftigkeit

Durchmesser Rundstahl	Auswahl der Rundstahldurchmesser für obere/untere Bewehrung und Bügel (6mm – 40mm)
Dauerhaftigkeit	Aufruf des Dialogs für Dauerhaftigkeit, Kriechzahl und Schwindmaß Die Dauerhaftigkeit wird durch die Einhaltung der Mindestfestigkeit des Betons, von Mindestbetondeckung und Vorhaltemaß, weiteren Parametern, die sich aus der Anforderungsklasse ergeben, wie z.B. die zulässige Rissbreite, sichergestellt. Wesentlich hierfür ist die Zuordnung des Bauteiles zu Expositionsklassen. Die Werte für Kriechzahl und Schwindmaß werden zur Ermittlung der Verformung im Zustand I und Zustand II benötigt.

System

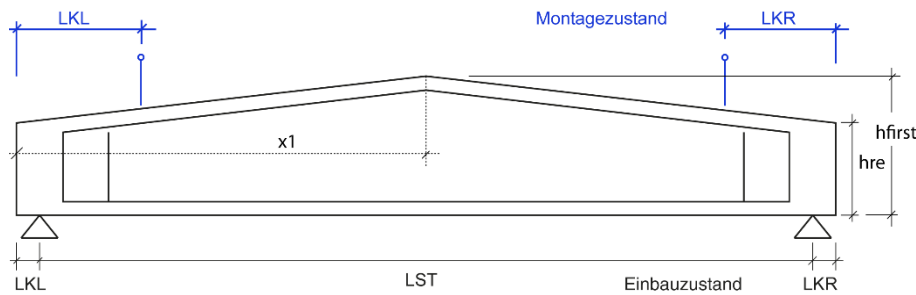
Binder

Trägertyp	parallelgurtiger Binder Satteldachbinder Pulldachbinder
-----------	---

Systemlängen (Einbauzustand)

Für den Lager- bzw. Einbauzustand sind die Stützweite LST sowie die Längen des linken und rechten Kragarmes bzw. Überstandes einzugeben. Bei unsymmetrischen Satteldachbindern ist außerdem die Lage des Firstpunktes x_{First} einzugeben.

LST → l_{eff}	Stützweite
LKL → Kragarm links	Linker Kragarm
LKR → Kragarm rechts	Rechter Kragarm
x_1 → X_{First}	Abstand des Firstpunktes vom linken Trägerrand



Systemhöhen

- hli → Höhe links Binderhöhe am Trägeranfang
- hfirst → Höhe First Binderhöhe am First (nur bei Satteldachbindern)
- hre → Höhe rechts Binderhöhe am Trägerende (nur bei Sattel- und Pultdachbindern)

Querschnitt

Hier wählen Sie zwischen den Querschnittsformen Rechteck, Platte oben, Pi-Platte und Schichten und geben dann die entsprechenden Abmessungen hierzu ein.

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

- Rechteck Eingabe von Höhe h und Breite b
- Platten oben Eingabe von Gesamthöhe h, Plattenbreite oben bo, Plattendicke oben do und Stegbreite bw
- Pi-Platte Analog "Plattenbalken oben", zuzüglich Abstand der beiden Stege lw.
- Schichten Klicken Sie auf den Button Querschnitt, um den Dialog „Eingabe Schichtenquerschnitt“ einzublenden.



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 „Steg“ markieren Sie den Steganfang bzw. das Stegende.

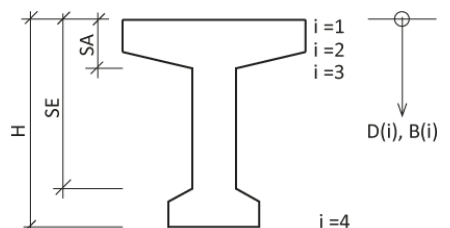
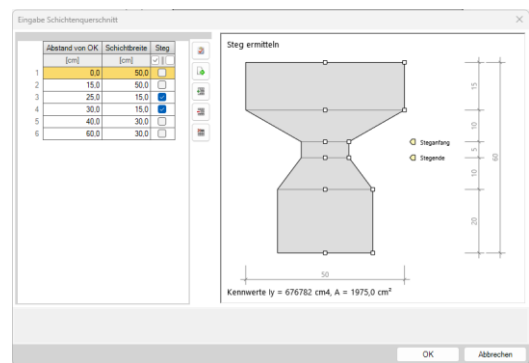
Der Querschnitt muss bezüglich einer vertikalen Achse symmetrisch sein. Er ist gedanklich in einzelne Schichten zu zerlegen. Schichtgrenzen sind Unstetigkeitsstellen der Querschnittsbreite.

Die erste Schicht hat immer den Abstand 0. Je Schicht sind Breite und Abstand bezüglich der Oberkante des Querschnittes einzugeben. Bei einem Querschnittssprung sind zwei Schichten mit dem gleichen Abstand aber unterschiedlicher Breite einzugeben. Es sind maximal 18 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.

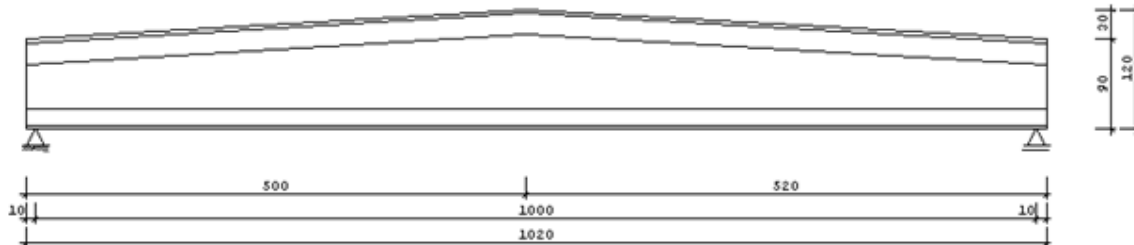


Abb: Binder mit veränderlicher Höhe

Ortbeton

Allgemein

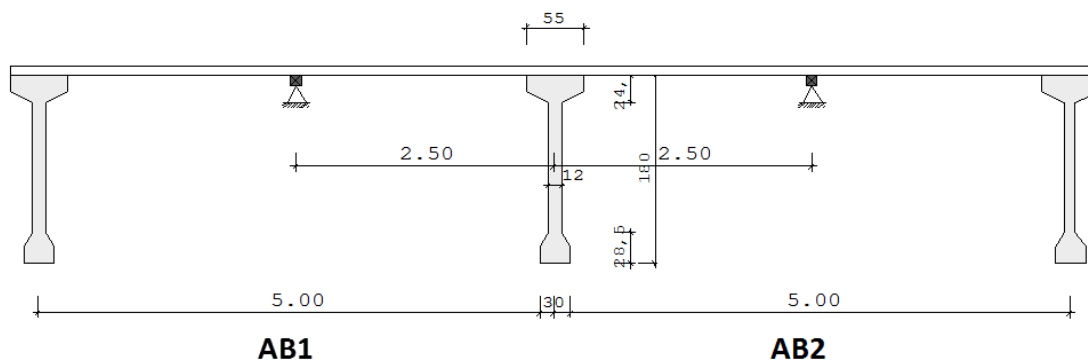
Ortbetonergänzung Keine Ortbetonergänzung, Massivplatte, Massivplatte mit Fertigteilerschaltung, zusätzliche Schicht.

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

Allgemein			
Ortbetonergänzung		Massivplatte mit Fertigteilerschaltung	
Dicke	d	[cm]	10,0
Binderabstand	links	[m]	5,00
	rechts	[m]	5,00
Fugenausbildung		rau	
Fertigteilerschaltung			
Dicke	d	[cm]	5,0
Gesamtauflagertiefe	t	[cm]	6,0
mitwirkende Breite			
mitwirkende Breite		Eingabeschnitt	
Links	B1	[cm]	148,5
Rechts	B2	[cm]	148,5
Gesamt	BMW	[cm]	312,0

Massivplatte:

Der Ortbetonquerschnitt besteht aus einer massiven Deckenplatte zwischen benachbarten Bindern. Deren „Binderabstand links“ (AB1) und „Binderabstand rechts“ (AB2) vom aktuellen Binder sind einzugeben

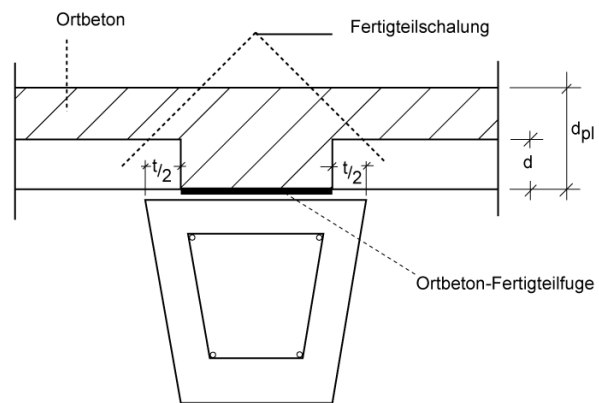


Hinweis: Durch ungleiche Abstände der benachbarten Binder kann ein stark unsymmetrischer Querschnitt entstehen, der für schiefe Biegung und ggf. auch Torsion bemessen werden muss. Dazu ist das Programm nicht ausgelegt !

Massivplatte mit Fertigteilschalung:

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

d Dicke der Ortbetonplatte (entspricht d_{pl} in Abbildung). Die Dicke der Ortbetonschicht wird als über die Binderlänge konstant angenommen.



Zusätzliche Schicht:

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

b Breite der Ortbetonschicht

Fugenausbildung

rau/verzahnt/glatt/

sehr glatt Über diese Option ist die Fugenausbildung mit oder ohne Verzahnung festzulegen. Die Fugenausbildung beeinflusst den Nachweis der Schubdeckung der Ortbetonfuge.

Fertigteilschalung

d Dicke der Fertigteilschalung
 t Auflagertiefe (links + rechts)

Mitwirkende Breite

Ermittlung je Schnitt, am Eingabeschnitt oder manuelle Vorgabe.

Manuelle Vorgabe:

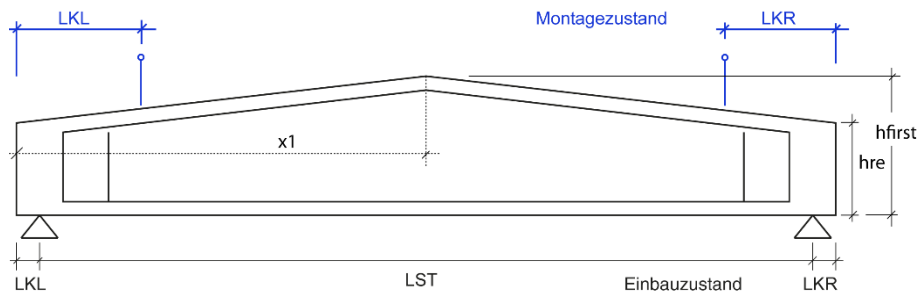
B1 mitwirkende Breite links vom Steg (aktiv bei Massivplatte)
 B2 mitwirkende Breite rechts vom Steg (aktiv bei Massivplatte)
 BMW mitwirkende Breite (aktiv bei zusätzlicher Schicht)

Montage

Montagehalterung

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.

Montagehalterungen			
Abstand	links	[m]	2,50
	rechts	[m]	2,50
Hilfsunterstützung Binder			
im Bauzustand	in Bindemitte		
Schalungsunterstützung Ortbetondecke			
Art	links vom Binder	im Deckenfeld	
	rechts vom Binder	im Deckenfeld	
Abstand	links	[m]	2,50
	rechts	[m]	2,50



Hilfsunterstützung

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

Hilfsunterstützung Binder

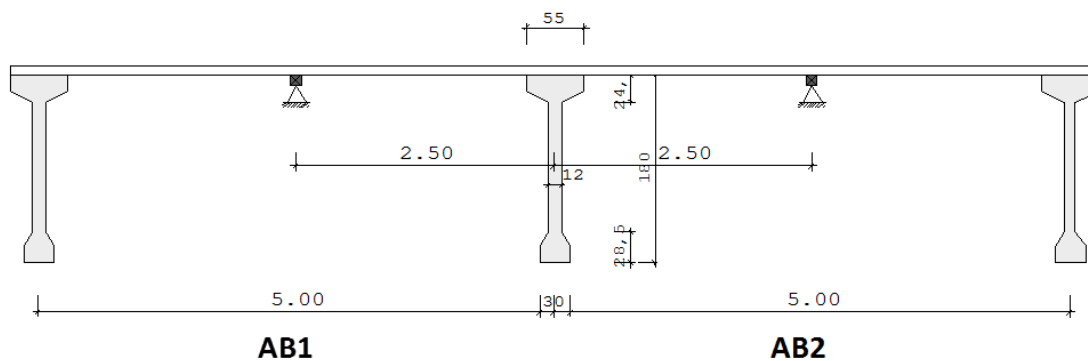
Auswahl zwischen Hilfsunterstützung in Bindermitte, in den Drittelpunkten kontinuierlich oder keine Unterstützung.

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 Ortbetondecke

Bei Ortbetongergänzung als Massivplatte kann die Schalung im „Abstand links“ und „Abstand 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 ($\text{Abstand links}/2 + \text{Abstand rechts}/2$), während die Lastbreite bei Unterstützung neben dem Binder der Breite der ersten Querschnittsschicht des Fertigteiles entspricht.

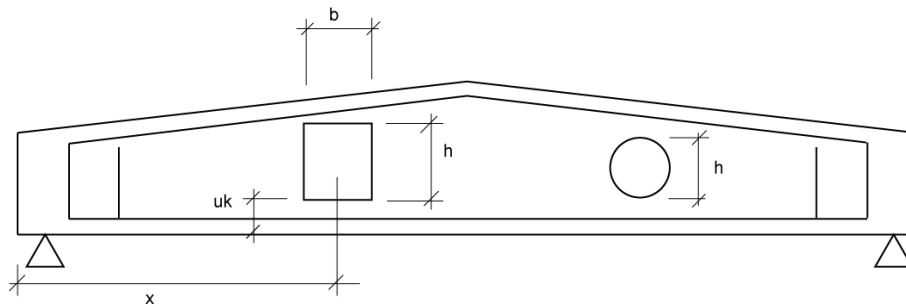


Aussparungen

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.

Der [Nachweis der Aussparungen](#) erfolgt nach DAfStb-Heft 599 oder alternativ nach DAfStb-Heft 399 in Kombination mit Empfehlungen von Leonhardt. 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

Auflager			
Breite links	ba,l [m]	0,20	
	direkt		<input checked="" type="checkbox"/>
Breite rechts	ba,r [m]	0,20	
	direkt		<input checked="" type="checkbox"/>
Verstärkungen			
links	Länge L4 [m]	1,00	
	Voute L5 [m]	0,50	
	Breite B4 [cm]	30,0	
rechts	Länge L6 [m]	1,00	
	Voute L7 [m]	0,50	
	Breite B6 [cm]	30,0	

Auflagerbreiten

ba,l bzw. ba,r

Breite der Auflager links und rechts. Die Auflagerlinie wird mittig angenommen.

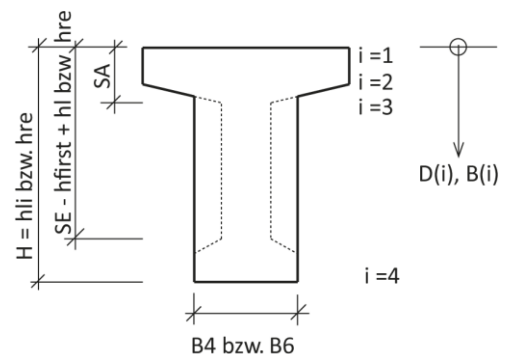
direkte Auflagerung
links/rechts:

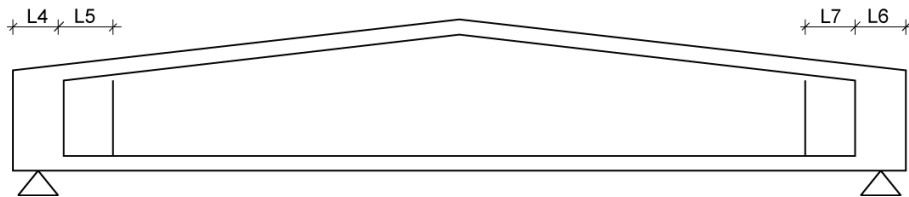
Bei markierter Option und wenn der schubnachweisfreie Bereich nicht benutzerdefiniert ist, ergibt sich die Grenze des für die Schubbewehrung maßgebenden Bereiches im Abstand d vom Auflagerrand. Auflagnaher Einzellasten werden bei der Ermittlung der Schubbewehrung abgemindert. Befinden sich zwischen Auflagerrand und Bereichsgrenze Einzellasten, so verschiebt sich die Bereichsgrenze zur Einzellast mit dem geringsten Abstand zum Auflagerrand.

Auflagerverstärkung

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.

Länge L4	Länge der linken Auflagerverstärkung, keine Verstärkung L4 = 0
Voute L5	Länge der Voute links
Breite B4	Breite der linken Auflagerverstärkung
Länge L6	Länge der rechten Auflagerverstärkung, keine Verstärkung L4 = 0
Voute L7	Länge der Voute rechts
Breite B6	Breite der rechten Auflagerverstärkung
SA	Steganfang
SE	Stegende





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.

Betonstahl

Treffen Sie unter Grundparameter > Material Ihre Wahl für die Stahlgüte der Längs- und der Bügelbewehrung.

Betonstahl								
Spannstahl								
Kriechabschnitte								
Aussparungen								
Lasten								
Schnitte								
	Anzahl je Lage	Durchmesser	As-Fläche	Abstand ab	Abstand	von xa	bis xe	Parallel zu
		[mm]	[cm ²]		[cm]	[m]	[m]	
→ 1	4	10	3,1	Unterkante	4,0	0,00	20,20	Unterkante
2	2	14	3,1	Oberkante Fertigteil	17,6	0,00	20,20	Oberkante

Hinweise: Es sind maximal 10 Lagen zulässig. Der Betonstahldurchmesser kann optional abweichend von der landesüblichen Durchmesserliste vom Anwender vorgegeben werden. Die Vorbemessung wird unter Bemessung > Vorbemessung angezeigt

Abstand ab

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

Abstand

Hier definieren Sie den vertikalen Abstand der Bewehrungslage von der gewählten Kante.

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,

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 = Binderlänge, die Endverankerung wird vom Programm nicht nachgewiesen.

Parallel zu

Bei Bindern mit veränderlicher Höhe ist über die Listenauswahl steuerbar, ob die Stähle parallel zur Binderober- oder Unterkante verlaufen.

Spannstahl

Treffen Sie unter Grundparameter > Material Ihre Wahl für Spannstahlart.

Betonstahl Spannstahl Kriechabschnitte Aussparungen Lasten Schnitte							
Anzahl je Lage	Abstand ab	Abstand	Vorspannung	abisoliert	links bis x	x bis rechts	
		[cm]	[N/mm ²]		[m]	[m]	
1	6 Unterkante	4,5	1022,00	2	0,30	19,65	
2	6 Unterkante	8,3	1022,00	0	0,30	19,65	

Hinweise: Es sind maximal 10 Lagen zulässig. Die Vorbemessung wird unter Bemessung > Vorbemessung angezeigt

Anzahl der Spannstähle je Lage

Am Schnitt mit den maximalen Randspannungen unter Volllast 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.

Abstand ab

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

Abstand

Hier definieren Sie den vertikalen Abstand der Spannstahllage von der gewählten Kante.

In der Statuszeile am unteren Bildschirmrand werden folgende Werte angezeigt:

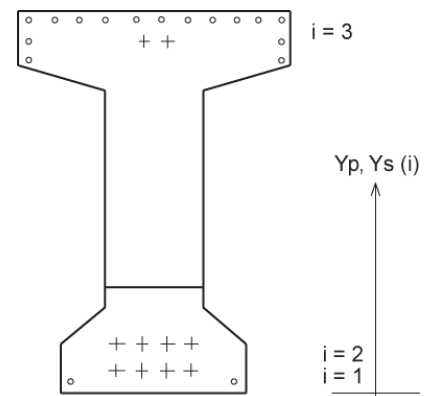
Mindestabstand der 1. Lage $Y_p(1) = c_{nom} + d_p/2$

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.

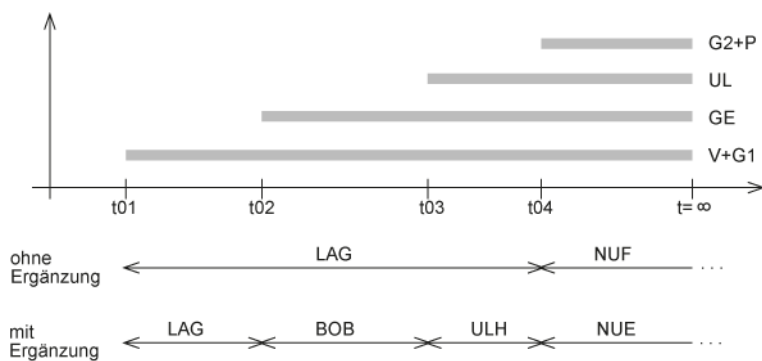
Kriechen/Schwinden

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



Tabelleneingabe

	Zeitachse	Betonalter t0 [Tage]	Luftfeuchte LF [%]	Zeitabschnitt tT1 [Tage]	Temp. T1 [°C]	Zeitabschnitt tT2 [Tage]	Temp. T2 [°C]	Zeitabschnitt tT3 [Tage]	Temp. T3 [°C]
1	Lagerung	3	70	0	0	0	0	0	0
2	Betonieren Ortbeton	30	70	0	0	0	0	0	0
3	Nutzung Verbundfertigteil	180	50	0	0	0	0	0	0

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 Ortbetonergrünung, 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.

Klassifizierung der Zemente nach 3.1.2 (6)

Treffen Sie unter Grundparameter > Kriechen Ihre Wahl für Zementtyp.

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.

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.

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

nach 1 Tag: $\rho = 0,5$

nach 20 Tagen: $\rho = 0,8$

Belastung

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

AB1, AB2, DP, DLW ▶ siehe Kapitel System > Ortbeton.

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

Lasten

Bezug	Lastart	Einwirkung	A	L1	L2	W1	W2	Einheit	Faktor	Zusammen	Alternativ	Bezeichnung
			[m]	[m]	[m]					wirkend	wirkend	
1 Feld	Gleichlast	ständig	—	—	—	10,00	—	kN/m	1,00	keine	keine	
2 Feld	Trapezlast	Kat. A: Wohngebäude	1,00	9,00	—	2,00	5,00	kN/m	1,00	keine	keine	

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

Bezug Hier wählen Sie das Feld, auf dem die Last wirkt (Kragarm links, Feld, Kragarm rechts)
Der Abstand „A“ bezieht sich auf das linke jeweilige Feldende.

Lastart Auswahl der Lastart: Gleich-, Trapez-, Dreiecks- oder Einzellast sowie Einzelmoment.

Einwirkung Auswahl der Einwirkung aus einer Liste. Im linken Menü können Sie auch selbst [benutzerdefinierte Einwirkungen](#) erstellen/bearbeiten.

A, L1 / L2 A ist der Abstand des Lastanfangs zum linken Feldende (gewählter Bezug)

L1 ist die Lastlänge einer Trapezlast. Bei Dreieckslast werden über L1 und L2 die linke und rechte Länge der beiden Dreiecksabschnitte angegeben.

W1 / W2 Eingabe des Lastwertes (W1) bzw. bei Trapezlast auch des zweiten Lastwertes W2.

Über das „Pfeilsymbol“  kann eine [Lastwertzusammenstellung](#) aufgerufen werden.

Hinweis: Kontrollieren Sie die eingegebenen Lasten in der Grafik. Tipp: Fahren Sie mit dem Mauszeiger über einen Lastwert, um Details anzuzeigen.

Einheit Linienlast (kN/m) oder Flächenlast (kN/m²) - siehe Spalte „je Träger“.

Neue Einwirkung definieren

Über „Einwirkung hinzufügen“ generieren Sie einen neuen Listeneintrag. Im rechten Bereich benennen Sie die neue Einwirkung (ist der Name schon einmal vorhanden, wird vom Programm automatisch eine Erweiterung (*) hinzugefügt). Ändern Sie die Parameter wie gewünscht und bestätigen Sie am Ende aller Einträge mit dem OK-Button. Eine definierte Einwirkung kann natürlich auch später geändert/bearbeitet werden – dazu bitte die entsprechende Zeile in der linken Liste markieren.

Export/Import

Sie können die Liste der Einwirkungen als *.act Datei exportieren und diese in anderen Programmen auch wieder importieren.

Lasten Ortbetondecke

Auf die Ortbetondecke wirkende Flächenlasten

g0	ständiger Anteil in [kN/m ²]
q0	veränderlicher Anteil in [kN/m ²]
s0	Schneelast in [kN/m ²] (Auswahl: bis 1000m oder über 1000m)

DLW Mit dem Faktor DLW kann bei einer Ortbetoneingängung 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


BL Die Betonierlast BL in [kN/m²] ist eine technologische Verkehrslast, die nur während des Betonierens der Ortbetoneingängung wirkt. (EN2 /DIN 1045-1: Einwirkungsgruppe "sonstige Veränderliche").

Beim Typ Massivplatte ergibt sich der Lasteinzugsbereich aus dem Binderabstand bzw. der ggf. vorhandenen Schalungsunterstützung.

Bemessung

Bemessungsvorgaben

Im linken Menü unter Bemessung haben Sie die Möglichkeit die Bemessungsvorgaben zu definieren.

Bemessungsvorgaben		
Verformung	quasi-st. Lastkombination	
Nachweis Aussparungen nach	DAFStb-Heft 599	
Grenzverformung für Felder	[leff/]	250,00
Zuwachsdurchbiegung	[leff/]	500,00
Zugversteifung mit seltener Lastkombination		<input checked="" type="checkbox"/>
Durchbiegung infolge Schwinden		<input checked="" type="checkbox"/>
Mindestbewehrung Rissbreite		<input checked="" type="checkbox"/>
Spannkraftverlust aus Wärmebehandlung		<input type="checkbox"/>
Querkrafttragfähigkeit: z < d-2*nomc berücks.		<input checked="" type="checkbox"/>
Kritische Schnitte		
Schnittanzahl		20
Bereiche ohne Schubnachweis		
nutzerdefiniert		<input type="checkbox"/>
um Auflager A	[cm]	66,0
um Auflager B	[cm]	66,0
Ausgabeschnitte		
Schnitte		zur Tabelle 
Auflagernachweise		
Spaltzug		<input checked="" type="checkbox"/>
Längenänderung aus Temp.differenz	ΔT [K]	0,00 <input type="checkbox"/>

Verformung

Wahl der für die Verformungsberechnung zu verwendenden Lastkombination des GZG.

Insbesondere wenn neben ästhetischen- auch physikalische Gründe eine Rolle spielen (z.B. Schutz von Zwischenwänden oder Glasfassaden) oder wenn veränderliche Lasten wegen $\psi_2 = 0$ keine Berücksichtigung finden würden, kann die Annahme einer ungünstigeren Lastkombination als der in 7.4.1 (4) genannten quasi-ständigen Kombination notwendig sein. (DIN EN 1990 A1.4.3 (1)).

Anmerkung: Bei lang andauernder Schneelast in alpinen Regionen sollte statt der seltenen Lastkombination die quasi-ständige Lastkombination mit einer nutzerdefinierten Schneeeinwirkung gewählt werden, damit Kriechen mit der vollen Kriechzahl berücksichtigt wird.

Nachweis Aussparungen

Der Nachweis der Aussparungen wird entweder nach DAFStb-Heft 399 oder alternativ nach DAFStb-Heft 599. Siehe hierzu Nachweis der Aussparungen im Dokument [B8-Nachweise.pdf](#).

Grenzverformungen

	Grenzverformung für Felder	Zuwachsdurchbiegung
7.4.1	L/250	L/500

Zugversteifung bei Verformung mit seltener Lastkombination

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

Durchbiegung infolge Schwinden

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

Mindestbewehrung Rissbreite

Bei deaktivierter 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).

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 diese Möglichkeit durch die in Deutschland verwendete Technologie immer gegeben.

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

Die Beachtung der Bedingung $z < d-2 \cdot c_{nom}$ kann optional unterbunden werden, weil sich bei dünnen Platten u.U. dadurch sehr kleine Hebelarme ergeben können.

Kritische Schnitte

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

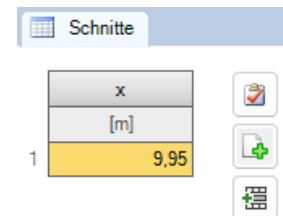
Bei direkter Auflagerung wird der Abstand $b_a / 2 + d$ voreingestellt, bei indirekter Auflagerung nur der Abstand zum Auflagerrand $b_a / 2$. Siehe auch Kapitel [Auflager](#).

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 nichtzutreffend, kann der Bereich auch nutzerdefiniert eingestellt werden.

Ausgabeschnitte

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



Auflagernachweise

Spaltzug Ermittlung der für die Spannkrafteinleitung notwendigen Spaltzugbewehrung.

Längenänderung

aus Temp. Differenz Ermittlung der Längenänderungen des Binders infolge Kriechen, Schwinden und Temperatur.

ΔT In die Ermittlung der Längenänderung eingehende Temperaturänderung.

Vorbemessung

Betonstahl

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.

Spannstahl

Die überschlägig ermittelte Anzahl der Spannstähle wird angezeigt.

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			<input type="checkbox"/>
nach Mann			<input checked="" type="checkbox"/>
Montagezustand			
mit Traverse			<input type="checkbox"/>
mit Seilgehänge			<input type="checkbox"/>
Höhe Aufhängepunkt	links	[m]	0,00
		[m]	0,00
Winkel Montageseil (horizontale)	α	[°]	0,00
Nach Mann			
Vorverformung	eo	[cm]	3,5
	eu	[cm]	0,0
Seitliche Bewehrung	As,k	[cm ²]	0,0
Seitlicher Randabstand	d kipp	[cm]	0,0
Nach Mann (Ortbetonschicht)			
Vorverformung	eo	[cm]	0,0
	eu	[cm]	0,0
Seitliche Bewehrung	As,k	[cm]	0,0
Seitlicher Randabstand	d kipp	[cm]	0,0

Kippnachweis nach Stiglat

Keine zusätzlichen Eingaben.

Kippnachweis nach Mann

Die bereits eingegebene schlaaffe 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 $x = L1/2$ sind:

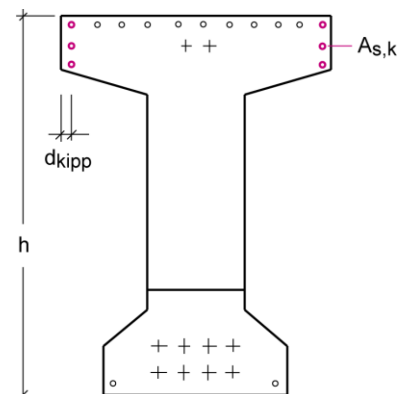
oben: $eo = eo1 + eo2$
 $eo1 = 0,01 \cdot Z$
 (Schrägstellung durch Montageungenauigkeiten mit
 $Z = 0,9 \cdot D0$) D0 ist die Binderhöhe.
 $eo2 = 3$ (nach Mann 1...3)

unten: $eu = 0$

As,k Kippbewehrung an den Gurträndern.

dkipp siehe Skizze

alle Werte in [cm]



Kippnachweis im Montagezustand

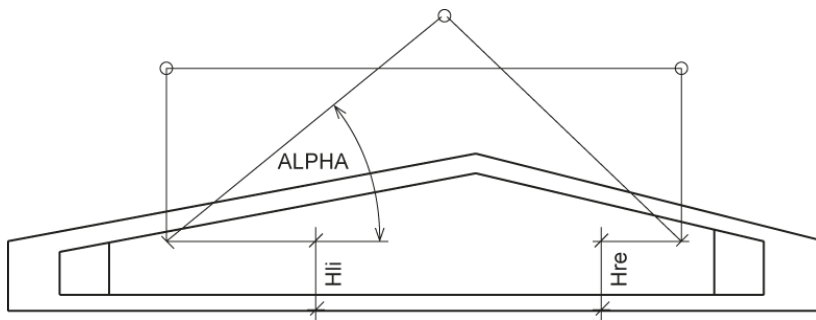
mit Traverse Bei markierter Option erfolgt die Montage mittels Traverse

mit Seilgehänge Bei markierter Option erfolgt die Montage mittels Seilgehänge

Höhe Aufhängepunkt

links/rechts: Höhe des linken/rechten Aufhängepunktes über Unterkante Binder

α : Winkel zwischen Montageseil 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 Umkippens und es erfolgt eine Fehlermeldung.

Nachweise

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

Ausgabe

Ausgabeumfang / Berechnung / Ergebnisse

Die Auslastung wird nach erfolgter Berechnung unten rechts im Grafikfenster eingeblendet und bietet einen guten Überblick über die Wirtschaftlichkeit des eingegebenen Systems.

Sichtbarkeit

In der oberen Symbolleiste können die einzelnen Darstellungen in der Grafik ein- bzw. ausgeschaltet werden.

Lastfilter

Über den Button Lastfilter können Lasten nach Einwirkungen und Gruppierungen (Alternativ/Zusammen) gefiltert werden. Die Auswahl wird dann optisch/farbig in der Grafik hervorgehoben. So können Lasten übersichtlich überprüft und gleich in der Grafik bearbeitet werden. Über "Deaktivieren" wird der Filter wieder aufgehoben.

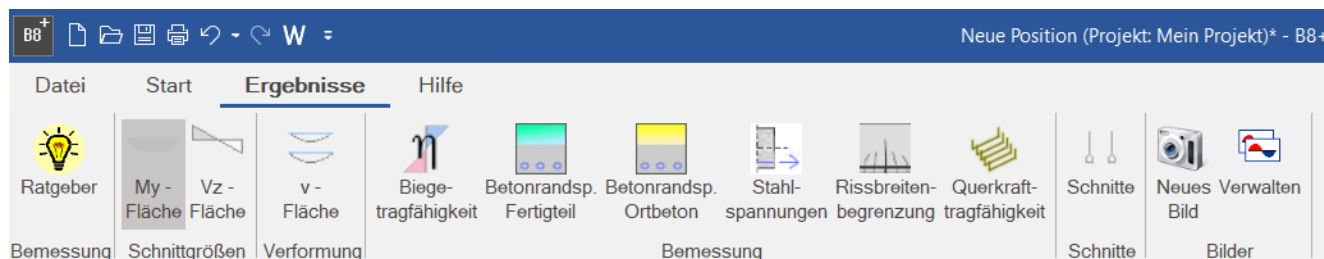
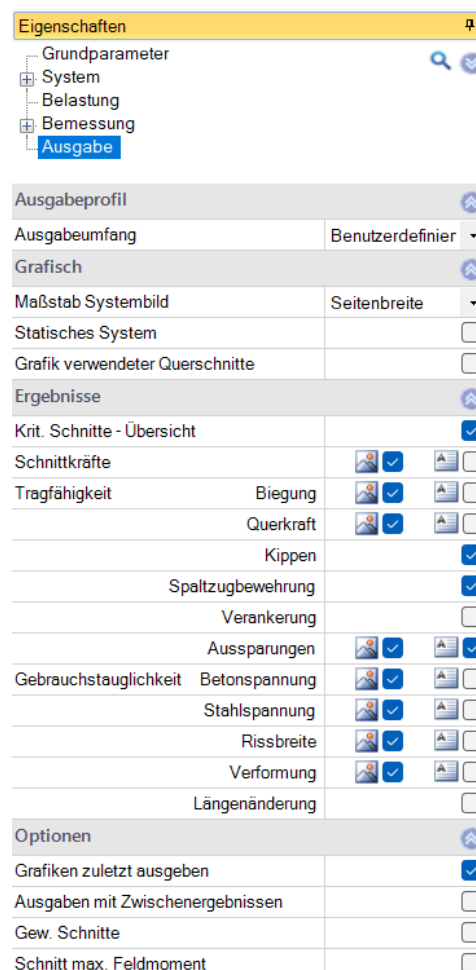
Hinweis: Bei gesetzter Auswahl können nicht ausgewählte Lasten (grau) mittels gedrückter STRG-Taste und Mausclick auf die Last der derzeitigen Auswahl (farbig) mit nur einem Klick hinzugefügt werden.

Ergebnisse

Über den Tab „Ergebnisse“ können Sie die Ergebnisgrafiken anschauen.

Die definierten [Ausgabeschnitte](#) können ein- und ausgeblendet werden.

Über das Kamera-Symbol können Sie einen Schnappschuss der angezeigten Grafik aufnehmen und benennen. Über das rechte Symbol „Verwalten“ zeigen Sie die Liste der Aufnahmen an, die hier auch wieder gelöscht werden können. Diese **Bilder werden automatisch in die Ausgabe übernommen**.



Ausgabeumfang

Durch Anklicken der verschiedenen Ausgabe-Optionen legen Sie den Umfang der Ausgaben fest.

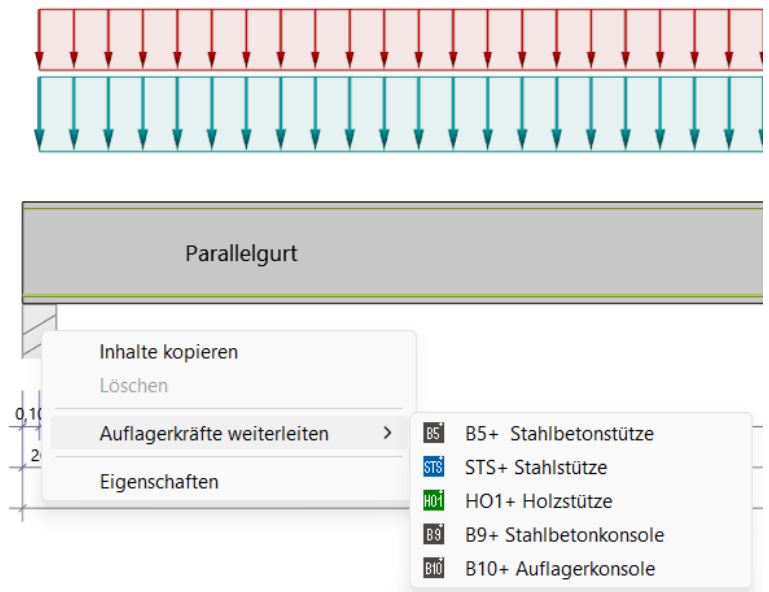
Ausgabe als PDF-Dokument

Über das Register „[Dokument](#)“ wird das Ausgabedokument im PDF-Format angezeigt und kann gedruckt werden.

Siehe auch [Ausgabe und Drucken.pdf](#)

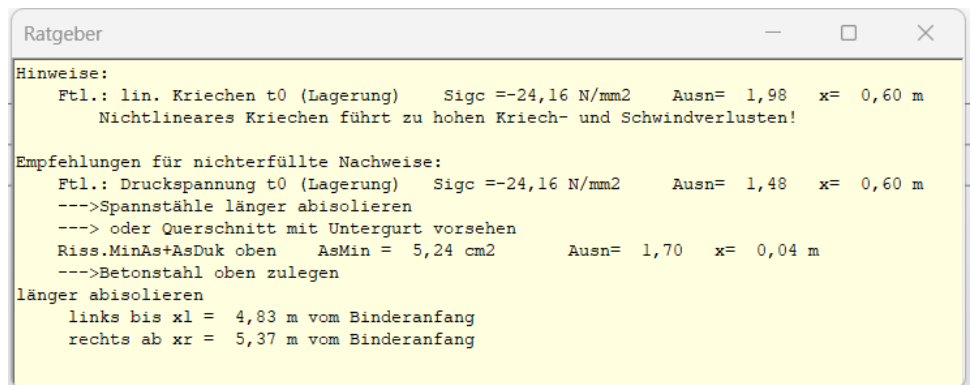
Lastweiterleitung

Zur [Weiterleitung](#) der Auflagerlasten an die Stützenprogramme [B5+](#), [STS+](#), [HO1+](#) sowie an die Konsolenprogramme [B9+](#) und [B10+](#) klicken Sie auf das jeweilige Auflager mit der rechten Maustaste und wählen das entsprechende Programm. Siehe auch Verbundene Programme unter „[Anwendungsmöglichkeiten](#)“.



Ratgeber

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



Parameter

P+	Spannkraft erhöhen
P-	Spannkraft reduzieren
Al+	Spannstähle abisolieren
Al-	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	Parametervariation
Tragf. Biegung unten	wenn EpsS = Epsu: BSTU, P+, AI- sonst: BK, D0, B0
Tragf. Biegung oben	wenn zII < 0: AI+, P- sonst: BSTO, BU, D0, BK, XM
Zugkraftdeckung unten	P+, AI-, BSTU
Zugkraftdeckung oben	P-, AI+, BSTO, XM
Kippen nach Stiglat (Ez)	BO, BU, D0
Kippen nach Mann (Ez)	BO, D0, BSTU, BSTO
Kippen nach Stiglat (Mz)	BO, BU, D0, XM
EN2: Drucksp. seltene LK	
EN2: Drucksp. quasi-st.LK	
DIN: Drucksp. (DZ)	P+, AI-, KS, BK, B0
DIN: Zugspannung (Ez)	P+, AI-, KS, BK, BU
DIN: Zugspannung (Bz)	P-, AI+, BK, B0
DIN: Druckspannung (vZ)	P-, AI+, BK, BU
Spannstahlspannung	P-
Betonstahlspannung	BST(U/O), BK, D0
Rissbreite unten	BSTU, P+, AI-, KS
Rissbreite oben	BSTO, P-, AI+, XM
Dekompression unten	P+, AI-, KS
Dekompression oben	P-, AI+, XM
Durchhang oben	P-, BK, D0, früherer Einbau
Durchhang unten	P+, BK, KS, D0
Zuw.-Durchbiegung (Nutz.)	BK, D0
EN2: Druckstreben tragf.	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, Sigp, 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)
B0 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)

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 DGE/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; „Brücken aus Spannbeton-Fertigteilen“, Ernst und Sohn 1988