

# 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
Ausgabeumfang / Berechnung / Ergebnisse	32
Lastweiterleitung	33
Ratgeber	33
l iteratur	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 <u>www.frilo.eu</u> 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 aufkommende Fragen zu unseren Programmen haben wir auf unserer Homepage im Bereich ▶ Service ▶ Support ▶ <u>FAQ</u> 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

DIN EN 1992:2015

DIN 1045-1:2001

DIN 1045-1:2008

DIN EN 1992:2012

DIN EN 1992:2013

DIN EN 1992:2015

ONORM EN 1992:2011

ONORM EN 1992:2018

SS EN 1992:2015

PN EN 1992:2010

EN 1992:2010

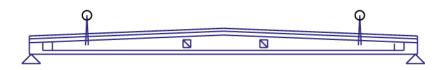
EN 1992:2014

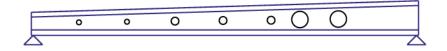
Ältere Normen (DIN usw.) sind weiterhin verfügbar.

#### **Binderformen**

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



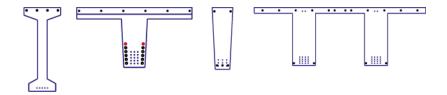






#### Querschnittsformen

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

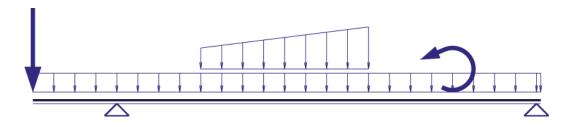


### **Statische Systeme**

- Einfeldträger mit oder ohne Kragarme
- Gesonderte Systeme f
  ür 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 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 Ortbetonergänzung 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

Kurzbe- zeichn.	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 quasiständiger zu häufiger Lastkombination von zul. wk = 0,4 mm zu zul. wk = 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 Ortbetonergänzung 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 Spannstahlzulassung 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 <u>interaktiven Grafikoberfläche</u> 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.

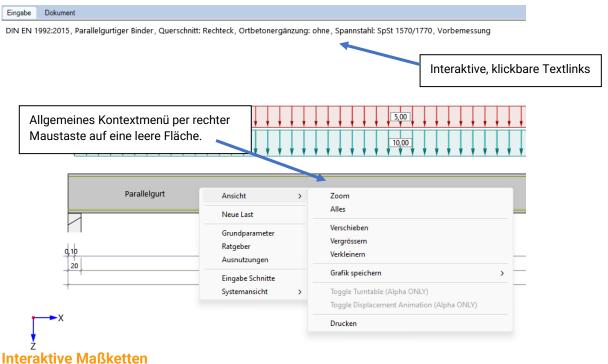
### **Grafische Eingabe**

Die grafische Eingabe ist so aufgebaut, dass sämtliche Eingaben direkt im Grafikfenster 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.



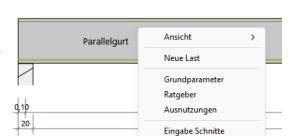
Wie in allen Plus-Programmen sind auch in B8+ die Maßzahlen editierbar und können direkt in der Grafik geändert werden.

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



Systemansicht

Seite 9

### **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.



۹ 🙆

# 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  $\gamma G \dots$  Bei markierter Option werden alle ständigen

Lasten bzw. Lastfälle zusammen mit dem gleichen Teilsicherheitsbeiwert (yG,sup oder yG,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  $\psi 2$  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).



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 (γG,sup oder γG,inf) kombiniert.

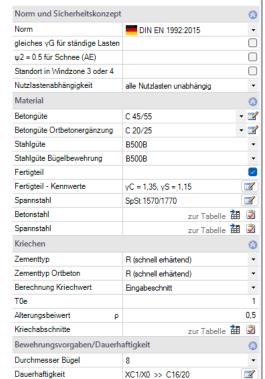
Damit kann die Regelung nach NA\_D NCI zu 5.1.3 NA.2 abgebildet werden.

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

#### Nutzlastabhängigkeit

Siehe Kapitel "Einwirkungskombinationen aus äußeren Lasten" im Dokument <u>B8-Nachweise.pdf</u>

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



Seite 10

Eigenschaften

... System

.... Belastung

.... Ausgabe



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

 $\begin{array}{lll} zul \ \sigma_c & & \text{(seltene Lastkombination)} & 7.2 \ (2) \\ zul \ \sigma_c & & \text{(quasi-ständige Lastkombination)} & 7.2 \ (3) \\ \end{array}$ 

lphacc Beiwert zur Berücksichtigung der Langzeitwirkung (Normalbeton: 0,85, Leichtbeton

0,75).

Über Button Mafruf des Dialogs für die Betoneigenschaften.

# Betoneigenschaften

#### Betonklasse

αe 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

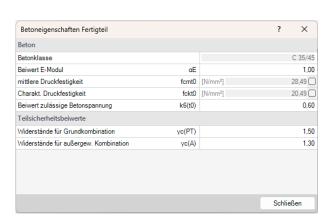
fcmt0 mittlere Druckfestigkeit beim Lösen

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





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

 $\gamma$ 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

γc (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

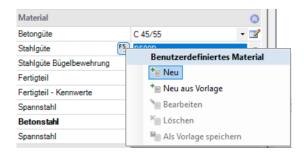
#### **Betonstahl**

Über eine Auswahlliste können Betonstähle entsprechend nationalen Regelwerken ausgewählt werden.

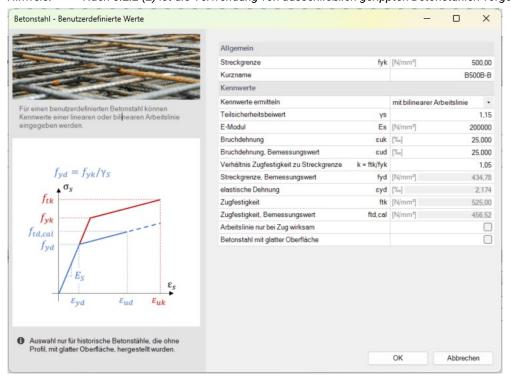
#### **Benutzerdefinierter Betonstahl**

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.





#### 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))

Klasse 1 (Litze normale Relaxation) 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

Aр Fläche des Spanngliedes

Elastizitätsmodul, Litzen:195.000 Ep

N/mm<sup>2</sup>,

Drähte/Stäbe: 200.000 N/mm<sup>2</sup>

 $fp_{0,1k}$ charakteristische Zugfestigkeit an der 0,1% Dehngrenze

fpk charakteristischer Wert der Zugfestigkeit α1 Beiwert für die Art der Spannkrafteintragung

Vorgabe 1,25 für schlagartige Eintragung

Т Temperatur im Spannbett

Vorgabe 20 °C, keine Wärmebehandlung

 $\Delta \sigma_{p,r}(t0)$ 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.

γs(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

 $\gamma s(A)$ 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

Teilsicherheitsbeiwerte für die Vorspannung, Vorgabewerte nach 2.4.2.2(1) γp,fav

> EN2, NA\_D, NA\_PN, NA\_A: 1.0

Spannstahl Eigenschaften			?	×
Spannstahl				
Bezeichnung			Sp St	1570/1770
Fläche	Ap	[cm <sup>2</sup> ]		0,930
E-Modul	Ep	[N/mm <sup>2</sup> ]		195000,00
0.1% Dehngrenze	fp0.1k	[N/mm <sup>2</sup> ]		1500,00
Zugfestigkeit	fpk	[N/mm <sup>2</sup> ]		1770,00
Spannstahlart		Litze		•
Oberfläche		profiliert		•
Relaxation		Kl. 2 (Litze, Drah	nt)	•
Beiwert Spannkrafteintragung	α1			1,25
Temperatur	T [°C]			20,00
Relaxationsverlust	∆op,r(t0) [%]			4,00
Übertragungslänge	lpt	[m]		0,76
Teilsicherheitsbeiwerte				
Grundkombination	γs(PT)			1,15
Außergew. Kombination	γs(A)			1,00
Beiwerte Vorspannung				
oberer Beiwert	rsup			1,05
unterer Beiwert	rinf			0,95
oberer Teilsicherheitsbeiwert	γP,unfav			1,00
unterer Teilsicherheitsbeiwert	γP,fav			1,00
			Sch	nließen



NA\_GB: 0,9

γp,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 < ρ < 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 <u>Dauerhaftigkeit, Kriechzahl und Schwindmaß</u>

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 Pultdachbinder

#### 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 xFirst einzugeben.

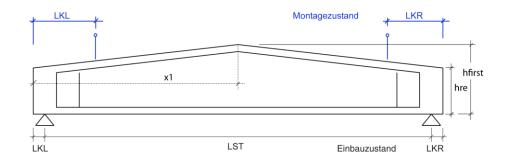
LST  $\rightarrow$  leff Stützweite

LKL  $\rightarrow$  Kragarm links Linker Kragarm

LKR  $\rightarrow$  Kragarm rechts Rechter Kragarm

x1 → XFirst 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)

#### **Ouerschnitt**

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.



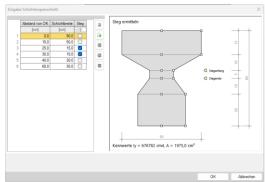
Eingabe von Abstand (0 = Oberkante des Querschnitts) und Breite

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

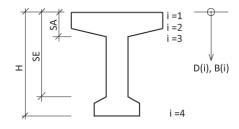


einzugeben. Es sind maximal 18 Schichten möglich.

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.

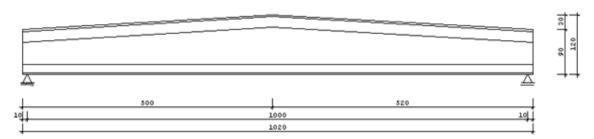


Abb: Binder mit veränderlicher Höhe

#### Ortbeton

#### **Allgemein**

Ortbetonergänzung Keine Ortbetonergänzung,

Massivplatte, Massivplatte mit Fertigteilschalung, zusätzliche

Schicht.

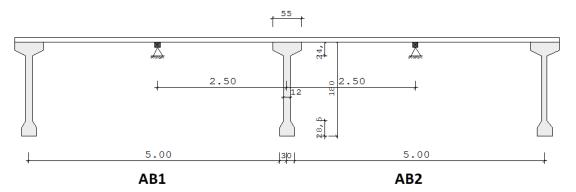
d Dicke der Ortbetonplatte.

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

# Massivplatte:

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

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



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:

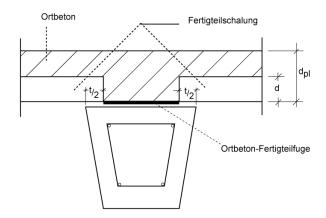
Eine Fertigteilplatte mit der Dicke d dient als verlorene Schalung, die mit einer Auflagertiefe t auf den benachbarten Bindern aufliegt.

d Dicke der Ortbetonplatte

(entspricht dpl 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 Fertigteilschalungt 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)

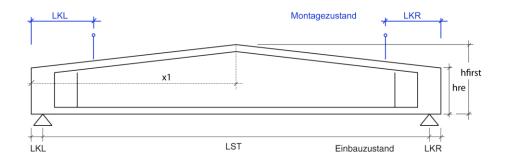
#### **Montage**

#### 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.







#### 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

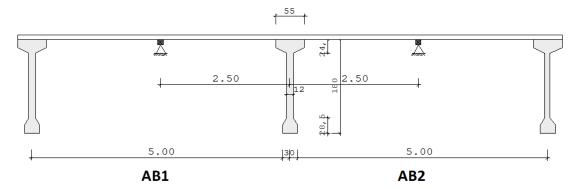
Auswahl zwischen Hilfsunterstützung in Bindermitte, in den Drittelspunkten kontinuierlich oder keine Unterstützung.

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 Ortbetonergänzung 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 (Abstand links/2 + Abstand rechts/2), während die Lastbreite bei Unterstützung neben dem Binder der Breite der ersten Querschnittsschicht des Fertigteiles entspricht.



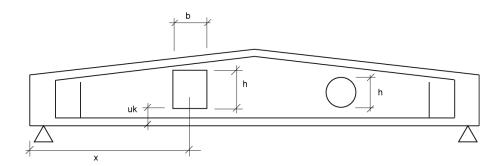
### **Aussparungen**

Es können bis zu 10 im Steg liegende Aussparungen eingegeben werden. Ihre Form kann rechteckig  $(Typ = {}_{n}R")$  oder kreisförmig  $(Typ = {}_{n}K")$  sein.

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

Der <u>Nachweis der Aussparungen</u> 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			<b>②</b>
Breite links	ba,I	[m]	0,20
	direkt		$\checkmark$
Breite rechts	ba,r	[m]	0,20
	direkt		$\checkmark$
Verstärkungen			0
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,I 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.

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.

### 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,

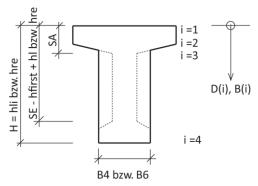
keine Verstärkung L4 = 0

Länge der Voute rechts

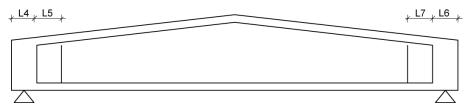
Voute L7

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.



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 Ys(1)= c<sub>nom</sub>+ ds/2

c<sub>nom</sub>: Nennmaß der Betondeckung,

ds: Durchmesser Betonstahl

Mindestabstand der i. Lage Ys(i)= Ys(i-1)+DYs

DYs: vertikaler Mindestabstand (Achsmaß) 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.



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  $Yp(1) = c_{nom} + dp/2$ 

 $c_{nom}$ : Nennmaß der Betondeckung,  $\blacktriangleright$  siehe <u>Grunddaten</u>

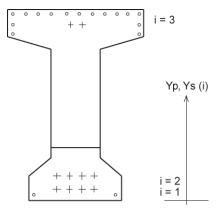
dp: Nenndurchmesser Spannstahl

Mindestabstand der i. Lage: Yp(i)= Yp(i-1)+DYp

Dyp: vertikaler Mindestabstand (Achsmaß) nach 8.10.1.2

#### Vorspannung

Die Vorspannung sollte etwas niedriger als nach 5.10.2.1 zulässig ( $\sigma$  < 0,8 · fpk und  $\sigma$  < 0,9 · fp0,1k) 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

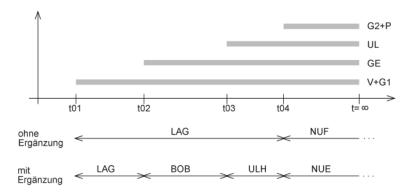
NUE Nutzung nach Ortbetonergänzung

#### Kriecherzeugende Lasten

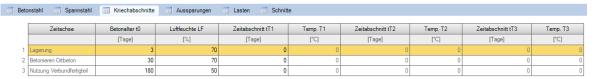
G1 Eigengewicht Fertigteil
V wirksame Vorspannung
GE Eigengewicht Ortbeton

UL Lasten aus Umlagerung infolge Lösen der Hilfsstützen
 G2 nachträglich ständige Lasten auf ergänzten Querschnitt

P quasi-ständiger Anteil veränderlicher Lasten



# **Tabelleneingabe**



#### **Definition der Kriechabschnitte**

Je Kriechabschnitt ist dessen Beginn t0 und die Luftfeuchte LF einzugeben. Der Zeitpunkt t0 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 Ortbetonergänzung, geben Sie t0 = 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 t0E 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 t0 = 0 ein.

#### Kriechabschnitt "Ftl. + Ergänzung"

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

Die Kriechabschnitte "Betonieren Ortbeton" und "Lösen Hilfsunterstützung" sind optional. Durch Eingabe von t0 = 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 p

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 = 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**

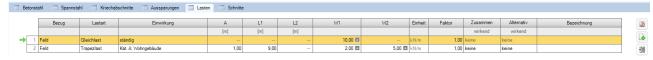
Anhand des spezifischen Gewichtes und des Querschnittes der Ortbetonergänzung und ggf. unter Berücksichtigung einer infolge Schalungsunterstützung reduzierten Einflussbreite wird eine gleichmäßige Linienlast GE ermittelt.

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



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 Dreickecksabschnitte 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".



Seite 25

Faktor Multiplikationsfaktor für die Lastordinaten.

Zusammenwirkend Lasten einer Zusammengehörigkeitsgruppe werden immer zusammen angesetzt - siehe

Hinweis weiter unten.

Alternativwirkend Lasten einer Alternativgruppe werden immer einzeln angesetzt und nicht überlagert.

Hinweis Zusammen-/Alternativgruppen: Wählen Sie "neue Gruppe", um eine Gruppe mit

fortlaufendem Index zu erstellen (Zus 1, Zus 2, usw.). Sie können im linken Menübaum auch eigene Bemerkungen zu den Einwirkungen eingeben, die dann im Ausdruck

erscheinen.

Bezeichnung Eingabe von Bemerkungen zur Last. Diese erscheinen dann in der Ausgabe.

#### Ständige Lasten einer Einwirkung

Standardmäßig werden alle ständige Lastkomponenten unabhängig voneinander betrachtet und kombiniert (je nachdem ob günstig oder ungünstig wirkend). Unter Grundparameter > Norm und Sicherheitskonzept kann diese Einstellung geändert werden.

#### Mehrere veränderliche Einwirkungen

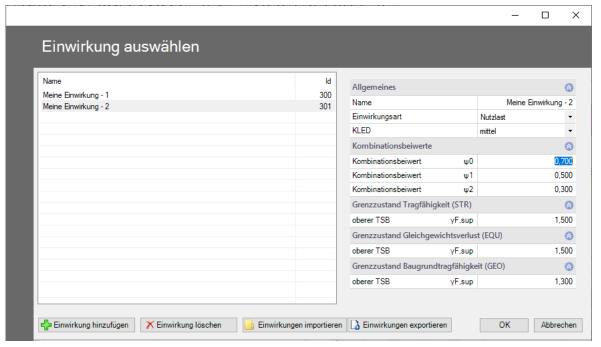
Standardmäßig werden alle veränderlichen Einwirkungen als voneinander abhängig angenommen, d.h. sie werden ungünstigst zusammen, wie eine Einwirkung kombiniert. Unter Grundparameter > Norm und Sicherheitskonzept kann diese Einstellung geändert werden.

#### Außergewöhnliche Einwirkung / Einwirkung aus Erdbeben

Die Lastordinate ist als Rechenwert (Außergewöhnliche Einwirkung Ad, Einwirkung aus Erdbeben: Aed) einzugeben, eine Einwirkung kann aus mehreren Komponenten bestehen.

#### Benutzerdefinierte Einwirkungen

Im linken Menü unter Belastung haben Sie die Möglichkeit unter "<u>benutzerdef. Einwirkungen</u>" eigene Einwirkungen zu definieren und abzuspeichern. Klicken Sie auf den Bearbeiten-Button , um den folgenden Dialog aufzurufen. TSB = Teilsicherheitsbeiwert.





#### **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/m²]

q0 veränderlicher Anteil in [kN/m²]

s0 Schneelast in [kN/m²] (Auswahl: bis 1000m oder über 1000m)

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

BL Die Betonierlast BL in [kN/m²] ist eine technologische Verkehrslast, die nur während des

Betonierens der Ortbetonergänzung wirkt. (EN2 /DIN 1045-1: Einwirkungsgruppe

"sonstige Veränderliche").

 $\label{thm:continuous} \mbox{Beim Typ Massivplatte ergibt sich der Lasteinzugsbereich aus dem Binderabstand bzw.}$ 

der ggf. vorhandenen Schalungsunterstützung.

# **Bemessung**

# Bemessungsvorgaben

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

Bemessungsvorgaben	0
Verformung	quasi-st. Lastkombination
Nachweis Aussparungen nach	DAfStb-Heft 599
Grenzverformung für Felder	[leff/] 250,00
Zuwachsdurchbiegung	[leff/] 500.00
Zugversteifung mit seltener Lastkombination	
Durchbiegung infolge Schwinden	
Mindestbewehrung Rissbreite	
Spannkraftverlust aus Wärmebehandlung	
$Querkrafttragf\"{a}higkeit: z{<}d{-}2^*nomc\ ber\"{u}cks.$	
Kritische Schnitte	<b>a</b>
Schnittanzahl	20
Bereiche ohne Schubnachweis	<b>a</b>
nutzerdefiniert	
um Auflager A	[cm] 66.0
um Auflager B	[cm] 66.0
Ausgabeschnitte	<b>a</b>
Schnitte	zur Tabelle 🏥 遂
Auflagernachweise	<b>a</b>
Spaltzug	
Längenänderung aus Temp.differenz $\Delta T$	[K] 0,00 🗆



#### 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 quasiständigen 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 <u>B8-Nachweise.pdf</u>.

### 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 <u>B8-Nachweise.pdf</u>.

# **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 $\cdot$ cnom berücksichtigen (NA\_D)

Die Beachtung der Bedingung  $z < d-2 \cdot$  cnom 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 ba / 2 + d voreingestellt, bei indirekter Auflagerung nur der Abstand zum Auflagerrand ba / 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 Volllast 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

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 = 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.

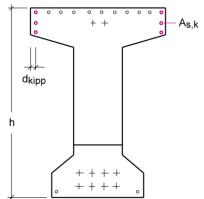
eo2 = 3 (nach Mann 1...3)

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

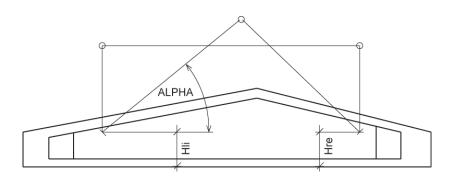
Höhe Aufhängepunkt

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

lpha: Winkel zwischen Montageseil und der Horizontalen (30... 90 Grad, nur bei

Schrägseilaufhängung)





Vorgabewerte für Hli und Hre 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/farblich in der Grafik hervorgehoben. So können Lasten übersichtlich überprüft und gleich in der Grafik bearbeitet werden. Über "Deaktivieren" wird der Filter wieder aufgehoben.

Hinweis:

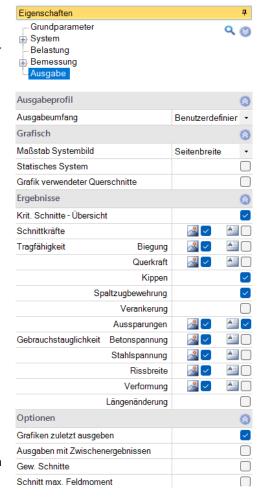
Bei gesetzter Auswahl können nicht ausgewählte Lasten (grau) mittels gedrückter STRG-Taste und Mausklick auf die Last der derzeitigen Auswahl (farbig) mit nur einem Klick hinzugefügt werden

# **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**

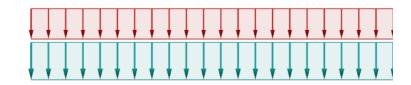
Über das Register "<u>Dokument</u>" wird das Ausgabedokument im PDF-Format angezeigt und kann gedruckt werden.

Siehe auch Ausgabe und Drucken.pdf



# Lastweiterleitung

Zur <u>Weiterleitung</u> der Auflagelasten an die Stützenprogramme <u>B5+</u>, <u>STS+</u>, <u>HO1+</u> sowie an die Konsolenprogramme <u>B9+</u> und <u>B10+</u> 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.

```
Ratgeber
Hinweise:
    Ftl.: lin. Kriechen t0 (Lagerung)
                                             Sigc =-24,16 N/mm2
                                                                      Ausn= 1,98
                                                                                           0,60 m
        Nichtlineares Kriechen führt zu hohen Kriech- und Schwindverlusten!
Empfehlungen für nichterfüllte Nachweise:
    Ftl.: Druckspannung t0 (Lagerung)
                                            Sigc =-24,16 N/mm2
                                                                                      x= 0,60 m
    --->Spannstähle länger abisolieren
    ---> oder Querschnitt mit Untergurt vorsehen
    Riss.MinAs+AsDuk oben
                              AsMin = 5,24 cm2
                                                           Ausn= 1,70 x= 0,04 m
    --->Betonstahl oben zulegen
länger abisolieren
     links bis x1 = 4,83 \text{ m} \text{ vom Binderanfang}
rechts ab xr = 5,37 \text{ m} \text{ vom Binderanfang}
```

#### **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
ВО	Obergurt verstärken
AV	Auflagerverstärkung
XM	Lage der Aufhängepunkte



nicht erfüllter Nachweis	Parametervariation		
Tragf. Biegung unten		Epsu: BSTU, P+,AI- BK, D0, BO	
Tragf. Biegung oben	wenn zll < 0: A	N+, P-, SSTO, 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, DO, BSTU, BST	<sup>-</sup> O	
Kippen nach Stiglat (Mz)	BO, BU, D0, XM		
EN2: Drucksp. seltene LK			
EN2: Drucksp. quasi-st.LK			
DIN: Drucksp. (DZ)	P+, AI-, KS, BK, BO		
DIN: Zugspannung (Ez)	P+, AI-, KS, BK, BU		
DIN: Zugspannung (Bz)	P-, AI+, BK, BO		
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, frühere	r Einbau	
Durchhang unten	P+, BK, KS, D0		
ZuwDurchbiegung (Nutz.)	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, Sigp, wku, Xpu, fu
D0 reduzieren	EtaBu, EtaZu, wku, Xpu, fu
	EtaBo, EtaZo, wko, Xpo, fo,
	σc1, σc2, σc1(t0), σt1, σt2,
	VRdmax,
	Kipp (EzS, EzM, Mz)
B0 reduzieren	σc1, σc2, σc1(t0), σt1, σt2,
	VRdmax,
BO reduzieren	EtaBu, EtaZu, wku, Xpu, fu
	σc1, σc2, σc1(t0), σt1, σt2,
	VRdmax
	Kipp (EzS, EzM, Mz)
BU reduzieren	EtaBo, EtaZo, wko, Xpo, fo,
	σc1, σc2, σc1(t0), σt1, σt2,
	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 Spannbetonbau teilen", 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 Kipplasten 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/ Kasparek, 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 praxisgerechten 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, Springerverlag, 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