B8 - Spannbettbinder

Inhaltsverzeichnis

Anwendungsmöglichkeiten 3
Berechnungsgrundlagen 5
Normenzusammenstellung 5
Nachweise 6
Systemeingabe 7
- Erste Schritte 7
- Grunddaten 9
- Querschnitt 11
- Ortbeton 13
- Montage 15
- Beton 16
- Betoneigenschaften 16
- Kriechen/Schwinden 17
- Spannstahl 19
- Spannstahl definieren 20
- Betonstahl 22
- Betonstahl definieren 23
- Aussparungen 23
- Auflager 24

Lasten 25
- Eigengewicht 27
- Schnitte 27
- Kippen 29
- Bemessungsvorgaben 30

Berechnen 31
Ausgabe 32
- Ausgabe der Berechnungsergebnisse 32
- Ausnutzungen 33
- Ratgeber 34
- Ausgabeprofil 36
- Textansicht 36

Wahl des Vorspanngrades und zweckmäßige Bewehrung 38
Literatur 39

Weitere Infos und Beschreibungen finden Sie in den relevanten Dokumentationen:

B8-Nachweise.pdf

Grundlegende Dokumentationen - Übersicht

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

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 ▸ 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

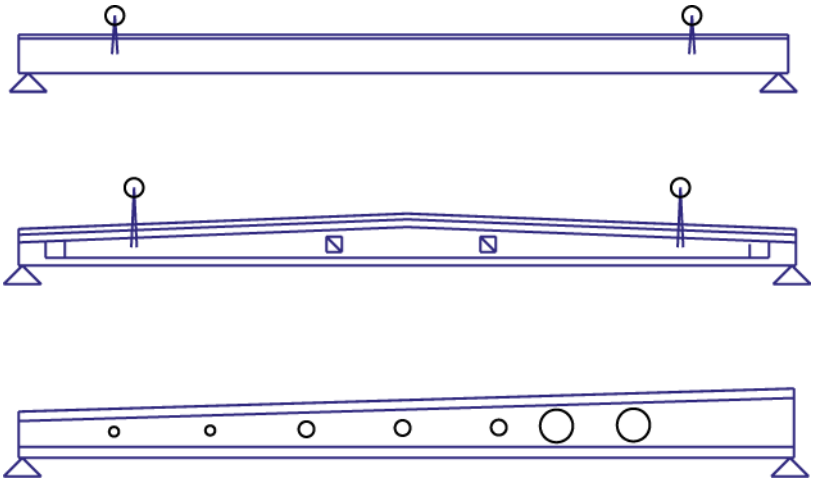
Mit dem Programm können im Spannbett vorgespannte Binder mit sofortigem Verbund bzw. einzelne Querschnitte entsprechend den folgenden Normen nachgewiesen werden:

▪ 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.

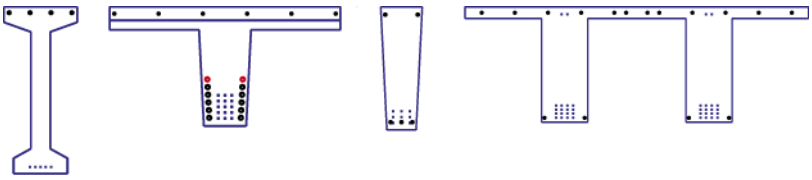
Binderformen

- 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

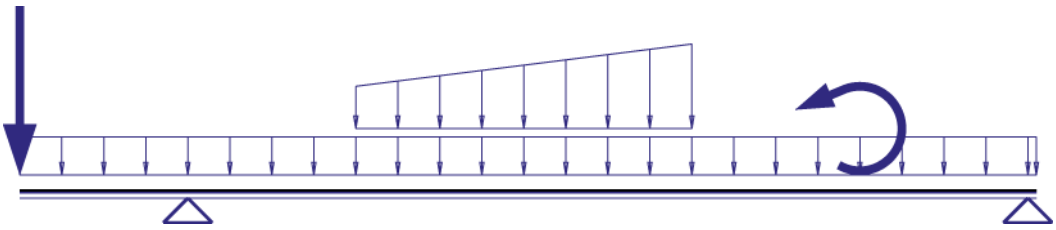


Statische Systeme

- 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 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: 2011-12-01	Spannstahl: ÖNorm B 4758:2011 Betonstahl: ÖNORM B 4707: 2014
NA_PN	PN EN 1990/NA:2010	PN-EN 1992-1-1:2008/NA:2010	=EN2
NA_GB	NA to BS EN 1990/ A1:2009-06	NA to BS EN 1992-1-1/ A2:2015-07	Spannstahl: BS 5896 [2012] Betonstahl: BS 4449:2005 A3:2016 Dauerhaftigkeit: BS 8500-1 :2015

Nachweise

Die Dokumentation zu den Nachweisen und Ausgabebeispielen finden Sie auf unserer Homepage im Dokument ▸ B8-Nachweise.pdf

Systemeingabe

Die einzelnen Menüpunkte der Systemeingabe können Sie über die Hauptauswahl bzw. über die einzelnen Register (Grunddaten ..Text) aufrufen.

Grunddaten	Norm, System im Einbauzustand, Trägertyp, Ortbetonergänzung, Umweltklasse, Betondeckung, Deckenlasten
Querschnitt	Eingabe des Querschnitts (Rechteck, Platte oben, Schichten, Pi-Platte)
Ortbeton	Querschnitt, mitwirkende Breite, Fuge, Betonierlast
Montage	Montageaufhängungen, Binder- und Schalungsunterstüzung
Beton	Für Fertigteil/Ortbeton: Betonklasse, Zement, Konsistenz Kriechabschnitte
Spannstahl	Materialkennwerte und Spannstahllagen, Vorbemessung
Betonstahl	Materialkennwerte und Betonstahllagen, Vorbemessung
Aussparungen	Geometrie der Aussparungen
Auflager	Auflagerverstärkungen, Nachweis Verankerung, Spaltzug, Längenänderung
Text	Eingabe zusätzlicher Bemerkungen zum System

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.

Grunddaten

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.

Aus dem Dialog zur Eingabe der Expositionsklassen ergeben sich wichtige Randbedingungen für die weiteren Eingaben.

Querschnitt

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.

Beton

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.

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). Die Störlänge wird automatisch an die Binderhöhe am Binderanfang oder -ende angepasst, kann jedoch auch vorgegeben werden.

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

Betonstahl

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

Schnitte

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

Nachweise

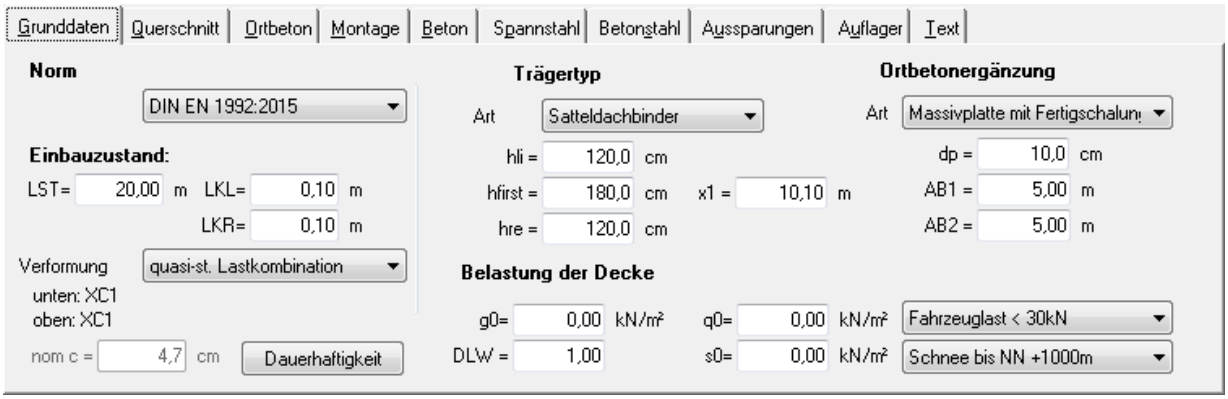
Einen schnellen Überblick über die Einhaltung der Nachweise erhält man über das Ausnutzungsfenster (Punkt Ausnutzungen in der Hauptauswahl). Über einen Ratgeber (ebenfalls in der Hauptauswahl) erhalten Sie Informationen, wie man den Binder bei nicht erfüllten Nachweisen verändern kann.

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

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

Grunddaten

Für die Berechnung wählen Sie die gewünschte Norm.



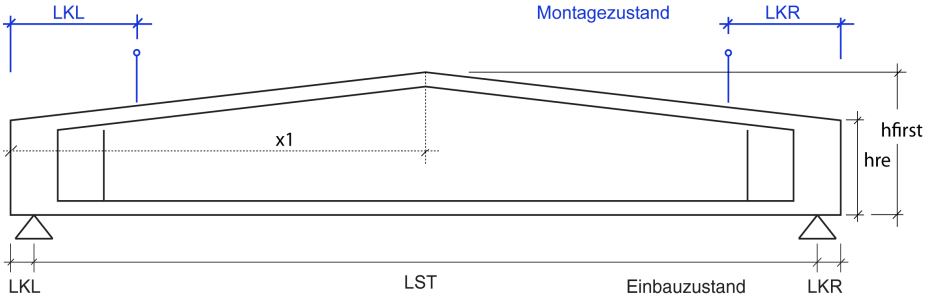
Einbauzustand (Systemlängen)

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 x1 einzugeben.

LST Stützweite

LKL Linker Kragarm

LKR Rechter Kragarm



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 ψ2= 0 keine Berück-sichtigung 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.

Dauerhaftigkeit

Bei einer neuen Position wird nach der Auswahl der Norm der Dialog für die Sicherstellung der Dauerhaftigkeit eingeblendet ▸ siehe hierzu Dauerhaftigkeit - Kriechzahl und Schwindmaß.pdf.

Dauerhaftigkeitsanforderungen sind:

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

Diesen Dialog können Sie auch über den Button [Dauerhaftigkeit] aufrufen.

Nennmaß der Betondeckung c_{nom}

c_{nom}	ergibt sich aus dem Maximum von cp_{nom} (Spannstahl) und cs_{nom} (Betonstahl)

Trägertyp

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

Ortbetonergänzung

▸ Siehe Kapitel Ortbeton

Belastung der Decke

Auf die Ortbetondecke wirkende Flächenlasten

g0	ständiger Anteil in [kN/m²]
q0	veränderlicher Anteil in [kN/m²]
	Einwirkung nach Kategorie A, B oder G. Über die Auswahl rechts davon erfolgt die Zuordnung (Vorgabe: „Wohnräume“ bzw. für NA_D: "sonstige veränderliche Last").
s0	Schneelast in [kN/m²] (Auswahl: bis 1000m oder über 1000m)
DLW	Faktor für die Durchlaufwirkung, mit dem die Lasten multipliziert werden ▸ siehe Faktor DLW im Kapitel Ortbeton

Querschnitt

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

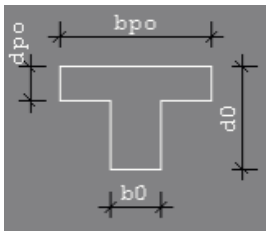
Hier wählen Sie zwischen den Querschnittsformen Rechteck, Platte oben, Schichten und Pi-Platte und geben dann die entsprechenden Abmessungen hierzu ein (die Bemaßungen werden in einer Grafik angezeigt).

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

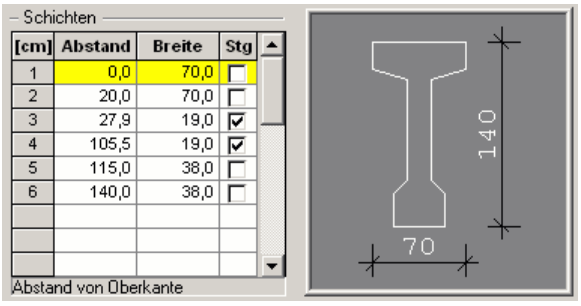
Rechteck — Eingabe von Breite b und Dicke d

Plattenbalken

oben — Eingabe der Maße bpo, dpo, b0 und d0 entsprechend der angezeigten Skizze.



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

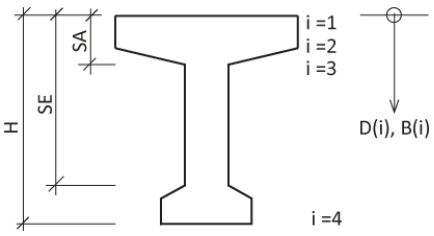


Der Querschnitt muss bezüglich einer vertikalen Achse symmetrisch sein. Er ist gedanklich in einzelne Schichten zu zerlegen. Schichtgrenzen sind Unstetigkeitsstellen der Querschnittsbreite.

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

Die Breite je Schicht ist über die Binderlänge konstant.

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



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

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

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

Pi-Platte ▸ Siehe Skizze oben.

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

Auswahl:

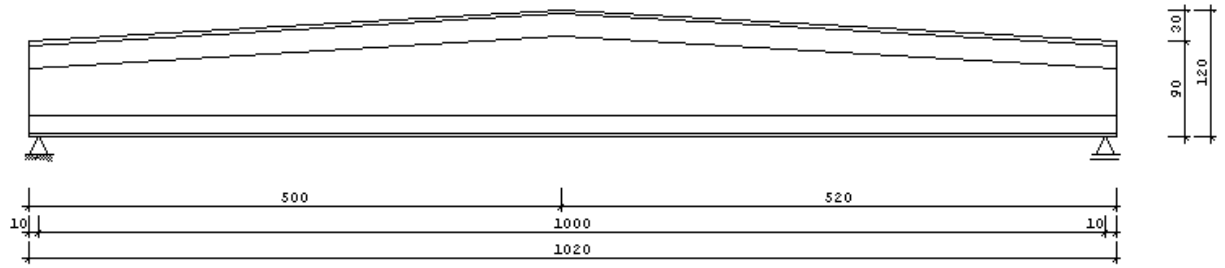


Abb: Obergurt konstant *Die Dicke des Obergurtes ist über die Länge konstant.*

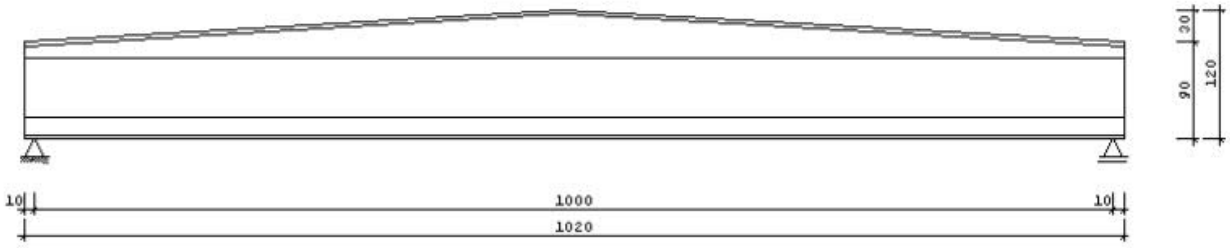
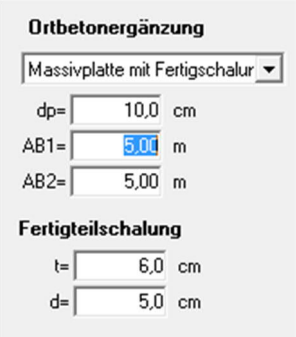


Abb: Höhe Steg konstant *Die Steghöhe ist konstant, die Obergurtdicke ändert sich über die Länge.*

Ortbeton

Ortbetonergänzung



Art — Keine Ortbetonergänzung, Massivplatte, Massivplatte mit Fertigteilschalung, zusätzliche Schicht, zusätzliche Schichten.

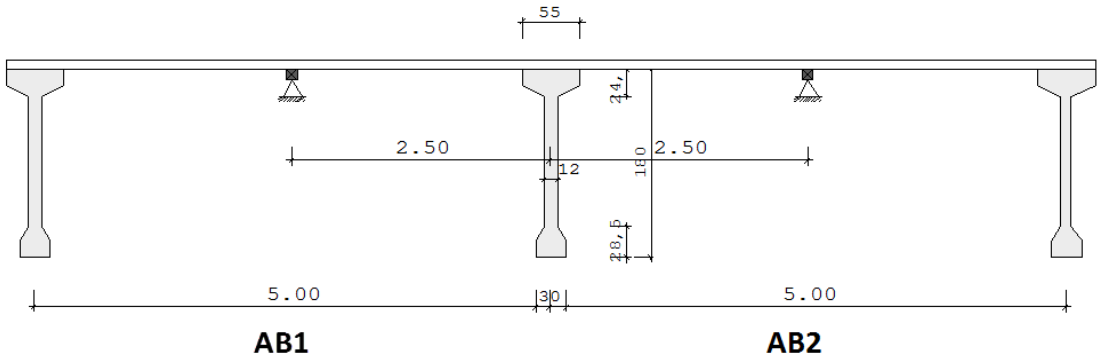
dp — Dicke der Ortbetonplatte.
Die Dicke der Ortbetonschicht wird als über die Binderlänge konstant angenommen.

Massivplatte:

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

AB1 — Binderabstand links

AB2 — Binderabstand rechts



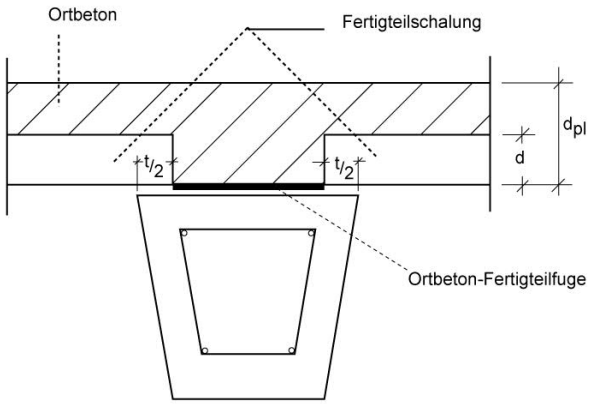
Hinweis: *Durch ungleiche Abstände der benachbarten Binder kann ein stark unsymmetrischer Querschnitt entstehen, der für schiefe Biegung und ggf. auch Torsion bemessen werden muss. Dazu ist das Programm nicht ausgelegt !*

Massivplatte mit Fertigteilschalung:

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

d — Dicke der Fertigteilschalung

t — Auflagertiefe (links + rechts)



Zusätzliche Schicht:

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

bp — Breite der Ortbetonschicht

Zusätzliche Schichten:

Eingabe von bis zu 6 Schichten analog Schichtenquerschnitt Fertigteil

Mitwirkende Breite bei Ortbetonergänzung

Ermittlung: je Schnitt, am Eingabeschnitt oder manuelle Vorgabe

manuelle Vorgabe:

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

Fuge

rau/verzahnt

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

Zusätzliche Lastangaben

Faktor DLW

Mit dem Faktor DLW kann bei einer Ortbetonergänzung vom Typ „Massivplatte" der Einfluss einer Durchlaufwirkung des Ortbetoneigengewichtes sowie der Deckenlasten quer zur Binderrichtung nach Herstellung des Verbundes berücksichtigt werden:

am Endauflager:	DLW = 0,375...0,4
am Innenlager:	DLW = 1,250...1,1
keine:	DLW = 1,0

Betonierlast BL

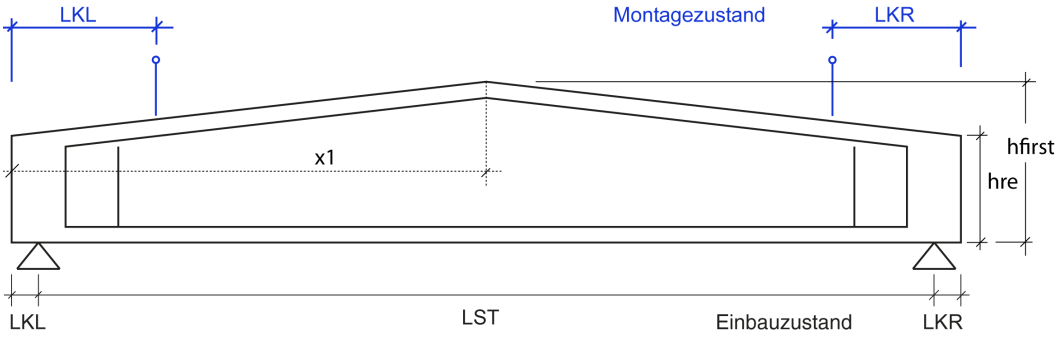
Die Betonierlast BL in [kN/m²] ist eine technologische Verkehrslast, die nur während des Betonierens der Ortbetonergänzung wirkt. (EN2 /DIN 1045-1: Einwirkungsgruppe "sonstige Veränderliche").

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

Montage

System

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



Hilfsunterstützung

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

Hilfsunterstützung Binder

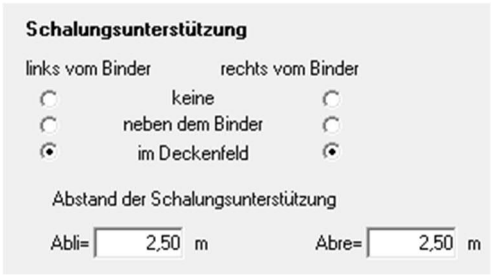
Auswahl zwischen Hilfsunterstützung in Bindermitte, in den Drittelspunkten kontinuierlich oder keine Unterstützung.

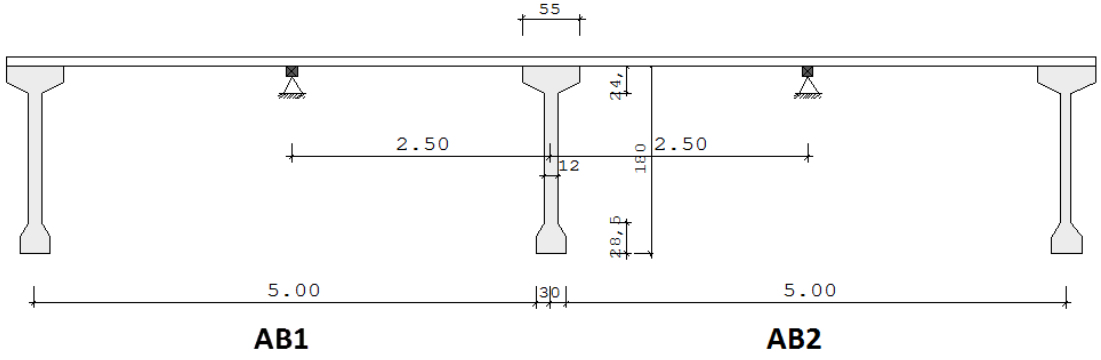
Es wird davon ausgegangen, dass die Stützen unter den infolge Eigengewicht und Vorspannung verformten Binder gestellt werden. Das bedeutet, dass das Ortbetongewicht und ggf. eine Betonierlast auf den so unterstützten Binder wirken.

Schalungsunterstützung

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

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





Beton

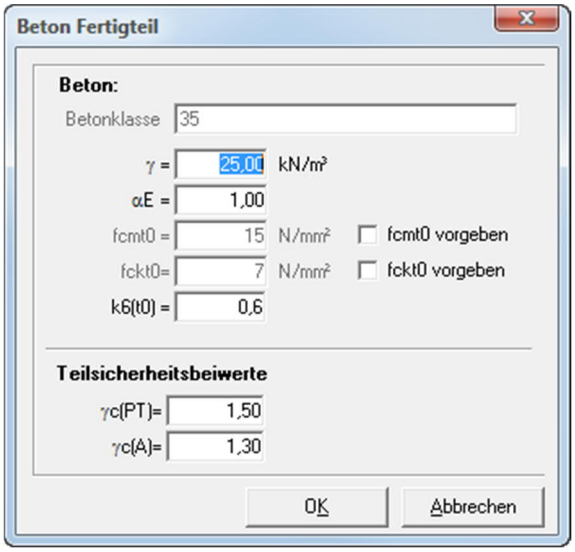
Entsprechend 5.10.2.2 (3) ist für Spannbeton mit sofortigem Verbund eine Mindestfestigkeitsklasse entsprechend der Zulassung einzuhalten. Nach /52/ S.63 gilt die Empfehlung, mindestens einen C30/37 zu verwenden.

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)
- αcc	Beiwert zur Berücksichtigung der Langzeitwirkung (Normalbeton: 0,85, Leichtbeton 0,75).	

Button >> Aufruf des Dialogs für die Betoneigenschaften.

Betoneigenschaften



fck: charakteristische Zylinderdruckfestigkeit

fcmt0: mittlere Druckfestigkeit beim Lösen der Verankerung t0= tA,Lag

wird entsprechend Gl. 3.1 automatisch ermittelt, kann optional vorgegeben werden

fckt0: charakteristische Druckfestigkeit beim Lösen der Verankerung t0= tA,Lag

wird entsprechend 3.1.2 (5) automatisch ermittelt, kann optional vorgegeben werden

γ: spezifisches Gewicht. Vorgabe: 25 KN/m³

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

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 entprechend NA mit 0.7

NA_D: Vorgabe mit 0.6, nur unter bestimmten Voraussetzungen ist 0.7 erlaubt, siehe /52/ S.63

γc(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

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

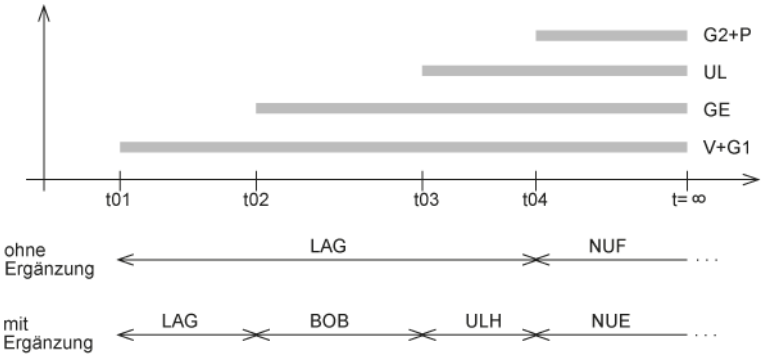
V wirksame Vorspannung

GE Eigengewicht Ortbeton

UL Lasten aus Umlagerung infolge Lösen der Hilfsstützen

G2 nachträglich ständige Lasten auf ergänzten Querschnitt

P quasi-ständiger Anteil veränderlicher Lasten



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.

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 = 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: $\rho = 0{,}8$

Berechnung von Kriechzahl und Schwindmaß

Je Schnitt	Ist diese Option markiert, erfolgt die Berechnung an jedem Schnitt.
Eingabeschnitt	Berechnung nur am Eingabeschnitt.
Manuelle Vorgabe	Kriechzahl und Schwindmaß können direkt vorgegeben werden.

Klassifizierung der Zemente nach 3.1.2 (6)

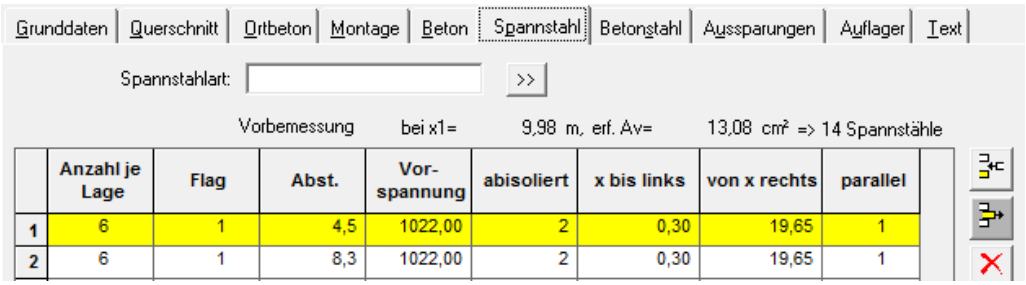
Erhärtung:	langsam	normal	schnell
Festigkeitkeitsklasse EN 197-1	32.5	32.5R/42.5	42.5R/52.5
Klassen	S	N	R

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

Spannstahl

Spannstahlart Klicken Sie auf den Button >>, um den Eingabedialog für die Spannstahl-Art einzublenden.
→Siehe weiterhin „Spannstahl definieren“.

Hinweis: *Die Vorbemessung wird über der Eingabetabelle angezeigt.*



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= ∞ mit der Annahme von 30% Verlust infolge Kriechen und Schwinden.

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

Es sind maximal 10 Lagen zulässig.

Flag

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

Abstand

In der Statuszeile am unteren Bildschirmrand werden folgende Werte angezeigt:

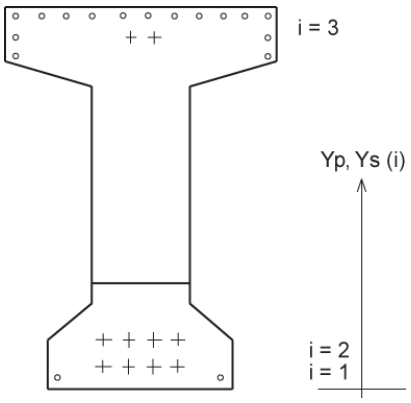
Mindestabstand der 1. Lage Yp(1)= c_{nom}+ dp/2

c_{nom}: Nennmaß der Betondeckung, ▸ siehe Grunddaten

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

Abisolierungen (Anzahl)

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

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

Parallel

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

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

Spannstahl definieren

Die für die Eingabe notwendigen Daten finden Sie in:

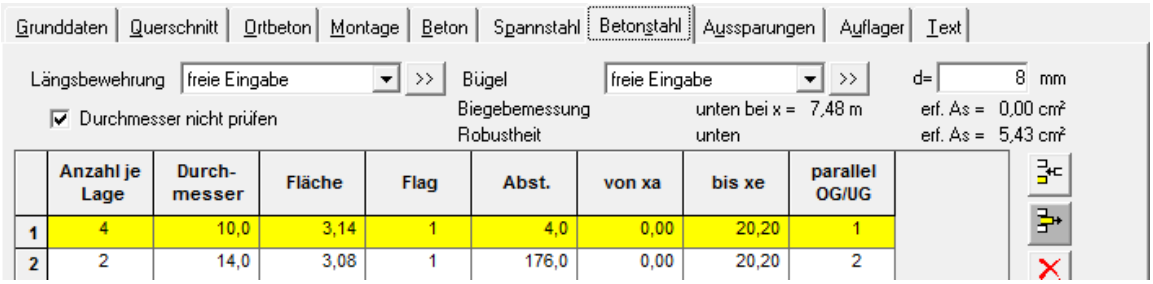
NA_D:	Spannstahlzulassungen
NA_A:	ÖNorm B 4758:2011
NA_0 und NA_PN:	pr EN 10138
NA_GB:	BS 5896 [2012]

Art	Litze / Draht / Stab
Oberfläche	glatt / profiliert / gerippt NA_D: Die Verwendung glatter Spannstähle bei Vorspannung mit sofortigem Verbund nicht erlaubt. (NCI zu 8.10.1.2(1))
Relaxation	Klasse 1 (Litze normale Relaxation) Klasse 2 (Litze geringe Relaxation) Klasse 3 (warmgewalzte und vergütete Stäbe) EN2, NA_PN. NA_A, NA_GB: nach 3.3.2 NA_D: Klasse 1 = Klasse 2, Litzen mit normaler Relaxation gibt es nicht Klasse 2: nach einer typischen Zulassung für Litzen aus 7-Drähten Klasse 3: nach einer typischen Zulassung für warmgewalzte behandelte Stäbe
Ap	Fläche des Spanngliedes
Ep	Elastizitätsmodul, Litzen: 195.000 N/mm², Drähte/Stäbe: 200.000 N/mm²
$fp_{0,1k}$	charakteristische Zugfestigkeit an der 0,1% Dehngrenze
fpk	charakteristischer Wert der Zugfestigkeit
$\alpha 1$	Beiwert für die Art der Spannkrafteintragung Vorgabe 1,25 für schlagartige Eintragung
T	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.
sl / sr	Die Störlänge kann näherungsweise mit der Nutzhöhe d am Binderanfang links (sl) bzw. Binderende rechts (sr) angenommen werden (Vorgabe). Bei aktivierter Option "Störlänge eingeben" kann die Störlänge jedoch auch eingegeben werden.
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
γs(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
γp,fav	Teilsicherheitsbeiwerte für die Vorspannung, Vorgabewerte nach 2.4.2.2(1) EN2, NA_D, NA_PN, NA_A: 1.0 NA_GB: 0,9
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

Betonstahl

Klicken Sie auf die Buttons >> , um den jeweiligen Eingabedialog für den Betonstahl einzublenden.



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

Flag

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

Abstand

In der Statuszeile am unteren Bildschirmrand werden folgende Werte angezeigt:

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

c_{nom}: Nennmaß der Betondeckung, ▸ siehe Grunddaten

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 = LBI, die Endverankerung wird vom Programm nicht nachgewiesen.

Parallel

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

Vorbemessung

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

Betonstahl definieren

Über eine Auswahlliste können Betonstähle entsprechend nationalen Regelwerken ausgewählt werden.

Vorgabewerte:

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

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

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

Es — Elastizitätsmodul, Vorgabewert nach 3.2.7 (4) ist 200.000 N/mm²

fyk — charakteristischer Wert der Streckgrenze in N/mm²

ftk — charakteristischer Wert der Zugfestigkeit in N/mm²
(Maximalwert des geneigten oberen Astes, gilt auch für Druckbeanspruchung),
Vorgabewerte:

NA_D:	ftk,cal= 525 N/mm²	bei εud= 25 o/oo
EN2, NA_A, NA_PN:	ftk= k*fyk	bei εuk mit k= (ft/fy)k
	Mindestwerte entspr. Duktilitätsklasse nach Anhang C	

εuk — charakteristische Dehnung unter Höchstlast

EN2, NA_A, NA_PN:	Dehnung, bei der ftk erreicht wird rechnerische Dehngrenze εud= 0,9 * εuk
NA_D:	ohne Bedeutung, εud= 25 o/oo

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

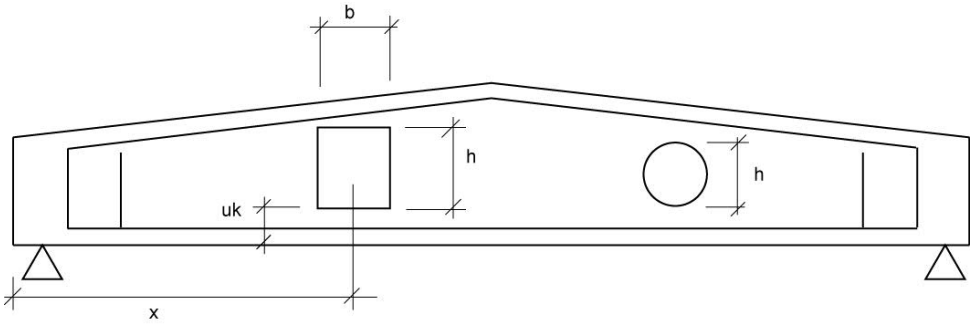
γs(A) — Teilsicherheitsbeiwert für die außergewöhnliche Bemessungssituation.
Vorgabewerte nach 2.4.2.4 (1):
EN2, NA_D, NA_PN, NA_A: 1,0

Aussparungen

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

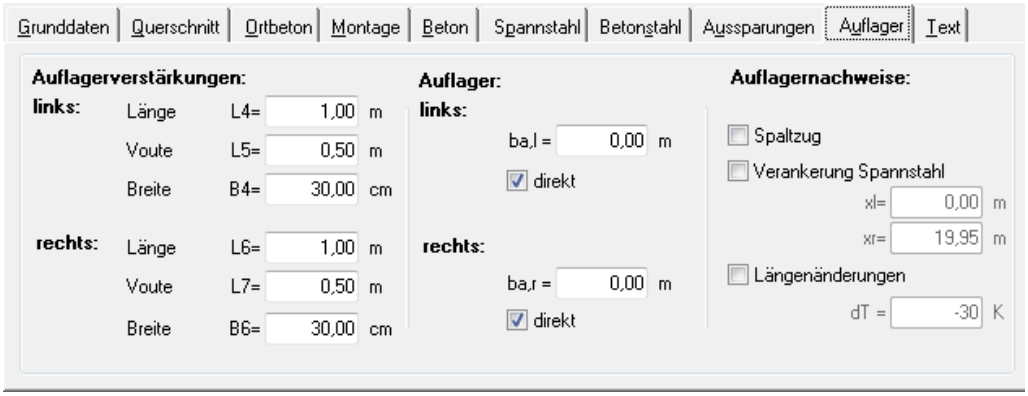
Aussparungen dürfen sich in den minimalen und maximalen x-Abständen nicht überlappen und Bewehrungslagen nicht schneiden.

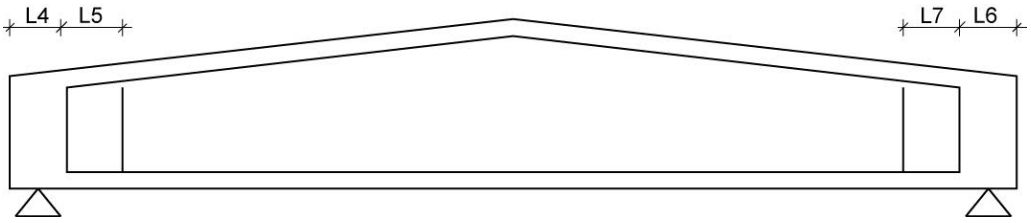
Der Nachweis der Aussparungen erfolgt nach DAfStb-Heft 599 oder alternativ nach DAfStb-Heft 399 in Kombination mit Empfehlungen von Leonhardt. Die Berücksichtigung bei den übrigen Nachweisen erfolgt unter der Annahme, dass die Dehnungen über den Gesamtquerschnitt linear verlaufen. Deshalb sollten Aussparungen nicht breiter als 60 % der Binderhöhe sein (/21/, S.146).



Auflager

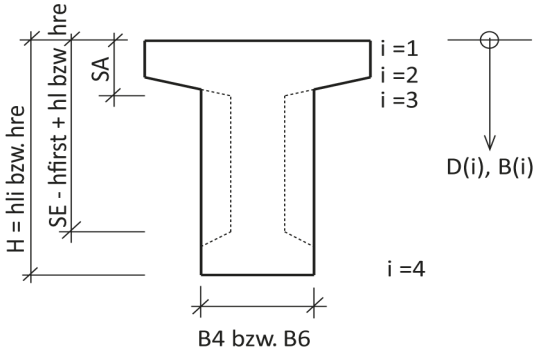
Um Überschreitungen der schiefen Hauptspannungen bzw. der Druckstrebentragfähigkeit zu vermeiden, die i.d.R. in Auflagernähe auftreten, können an den Binderenden Auflagerverstärkungen mit Vouten eingegeben werden.





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.

Auflagernachweise



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

Lasten

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

Feld	Feldbezeichnung: Feldnummer, Kragarm links, Kragarm rechts
Art	Lastart 1 = Gleichmäßige Linienlast über die gesamte Feldlänge 2 = Einzellast im Abstand a vom linken Feldrand 3 = Einzelmoment im Abstand „Abst" vom linken Feldrand 4 = Trapezlast im Abstand „Abst" vom linken Feldrand mit der Länge „Lang" 5 = Dreieckslast über die Feldlänge mit Gli/PLi bei Abstand „Abst" vom linken Feldrand 6 = Trapezlast über die gesamte Feldlänge 0 = Wechsel auf das nächste Feld
Gli/Gre	Charakteristischer Wert der linken/rechten Ordinate der nachträglich ständigen Einwirkung.
Pli/Pre	Linke/rechte Ordinate. Charakteristischer Wert *Qk* der veränderlichen Einwirkung bzw. Bemessungswert *Ad* der außergewöhnlichen Einwirkung bzw. Bemessungswert *AEd* · γI der Einwirkung infolge Erdbeben (nach /42/ S.61 kann γI = 1,0 angenommen werden).
Abst	Abstand der linken Ordinate vom linken Feldrand.
Lang	Abstand von der linken zur rechten Ordinate.
Faktor	Faktor für Lastordinaten, z.B. für Einflussbreite.
aus Pos	Textbemerkung zur Herkunft der Einwirkung (max. 6 Zeichen).
Ew-Grp	Einwirkungsgruppe. Die eingegebenen veränderlichen Lasten müssen Einwirkungen zugeordnet werden. Über der Taste <F5> können die zur Verfügung stehenden Einwirkungen nach EN 1990 bzw. entsprechend dem gewählten nationalen Anhang angezeigt werden. Im Dialog können auch nutzerdefinierte Einwirkungen angelegt werden - siehe dazu die Anmerkung zur Wahl der Lastkombination für Verformungsberechnung im Kapitel Grunddaten.
Zus-Grp	Zusammengehörigkeitsgruppe. Veränderliche Lasten können Gruppen zugeordnet werden, die immer zusammen wirken. Die Lasten einer Gruppe müssen einer Einwirkung zugeordnet sein.
Alt-Grp	Alternativgruppe. Veränderliche Lasten mit der gleichen Gruppenzuordnung werden alternativ berücksichtigt

Ständige Lasten einer Einwirkung

Standardmäßig werden alle ständige Lastkomponenten unabhängig voneinander betrachtet und kombiniert (je nachdem ob günstig oder ungünstig wirkend). Im Dialog Bemessungsvorgaben kann diese Einstellung geändert werden.

Mehrere veränderliche Einwirkungen

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

Außergewöhnliche Einwirkung / Einwirkung aus Erdbeben

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

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

Eigengewicht

Das Eigengewicht wird vor jeder Berechnung automatisch ermittelt.

Eigengewicht Fertigteil G1E, G1M

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

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

Eigengewicht Ortbeton GE, UL1, FU1, FU2

Anhand des spezifischen Gewichtes und des Querschnittes der 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 · DLW · DP · GAMMA) - GE hinzu.

AB1, AB2, DP, DLW ▸ siehe Kapitel "Ortbeton".

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

Schnitte

Schnittanzahl

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

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

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

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

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

Bereiche ohne Schubnachweis

Bei direkter Auflagerung wird der Abstand 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.

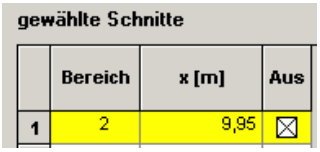
Nutzerdefiniert: Sind die Annahmen der automatischen Ermittlung nicht zutreffend, kann der Bereich auch nutzerdefiniert eingestellt werden.

Maximales Feldmoment

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

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

Gewählte Schnitte



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

Bereich	Auswahl des Bereiches, in dem der Schnitt definiert wird.
	1= linker Kragarm
	2= Feld
	3= rechter Kragarm
x(m)	Abstand des Schnittes vom linken Bereichsrand in [m]
Aus	Bei aktivierter Option erfolgt die ausführliche Ausgabe des Schnittes

Kippen

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

Kippnachweis nach Stiglat

Keine zusätzlichen Eingaben.

Kippnachweis nach Mann

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

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

Vorgabewerte bei x = L1/2 sind:

oben: eo = eo1 + eo2

eo1 = 0,01 · Z

(Schrägstellung durch Montageungenauigkeiten mit Z = 0,9 · D0) D0 ist die Binderhöhe.

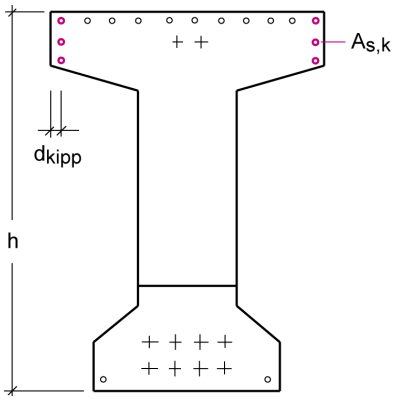
eo2 = 3 (nach Mann 1...3)

unten: eu = 0

As,k Kippbewehrung an den Gurträndern.

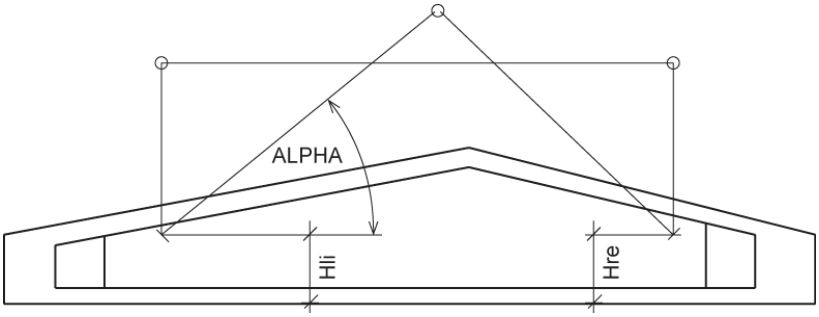
dkipp ▸ siehe Skizze

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

Bemessungsvorgaben

Einwirkungsabhängigkeiten

- Siehe Kapitel „Einwirkungskombinationen aus äußeren Lasten“ im Dokument B8-Nachweise.pdf

Nutzlasten: Einwirkungen der Kategorien A bis E
Verkehrslasten: Einwirkungen der Kategorien F bis H
Alle Nutz- und Verkehrslasten sind unabhängig:
Nutzerdefinierte Einstellung, bei der jede Einwirkung aus Nutz- und Verkehrslasten für sich kombiniert wird.

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

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

Norm und Sicherheitskonzept

Gleiches yG 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 (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

Psi2= 0,5 für Schnee (Ae)

NA_D: Bei gesetzter Option wird für Schnee anstelle ψ2= 0 der Kombinationsbeiwert ψ2= 0.5 berücksichtigt. Dies wird von den Bauordnungen einiger Bundesländer (z.Zt. Baden-Württemberg) gefordert.

Windzone III/IV

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

Schadensfolgeklassen

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

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

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

Keine Mindestbewehrung Rissbreite

Bei aktivierter Option ist die Ermittlung der Mindestbewehrung abgeschaltet.
Dies ist nur sinnvoll, wenn nennenswerte Zwangskräfte und Eigenspannungen ausgeschlossen werden können (z.B. für statisch bestimmte und zwängungsfrei gelagerte Fertigteile - vgl. /35/ S.5-18).

Keine Spannkraftverluste aus Wärmebehandlung

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

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

Zulässige Verformungen

	Durchhang	Zuwachsdurchbiegung
7.4.1	L/250	L/500

Verformung infolge Schwinden nicht berücksichtigen

- Siehe hierzu Durchbiegungsnachweis im Dokument B8-Nachweise.pdf.

Zugversteifung bei Verformung mit seltener Lastkombination

- Siehe hierzu Nachweis der Verformung B8-Nachweise.pdf.

Berechnen

Durch Doppelklick auf Berechnen in der Hauptauswahl erfolgt die Berechnung.

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

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

Eigengewicht Das Eigengewicht wird vor jeder Berechnung automatisch ermittelt.

Ausgabe

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

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

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

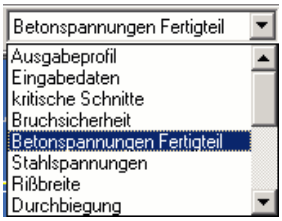
Ausgabe der Berechnungsergebnisse

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

▸ Siehe auch Ausgabebeispiele im Dokument B8-Nachweise.pdf.

Berechnungsergebnisse in der Textansicht

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



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

Berechnungsergebnisse in der Grafikansicht

Die Steuerung der Ausgabe erfolgt über die Symbolleiste in der Menüzeile

Ein Klick auf ein Symbol zeigt die jeweilige Ergebnisgrafik an.

Beschreibung der Symbole von li. nach rechts:

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

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

Ausnutzungen

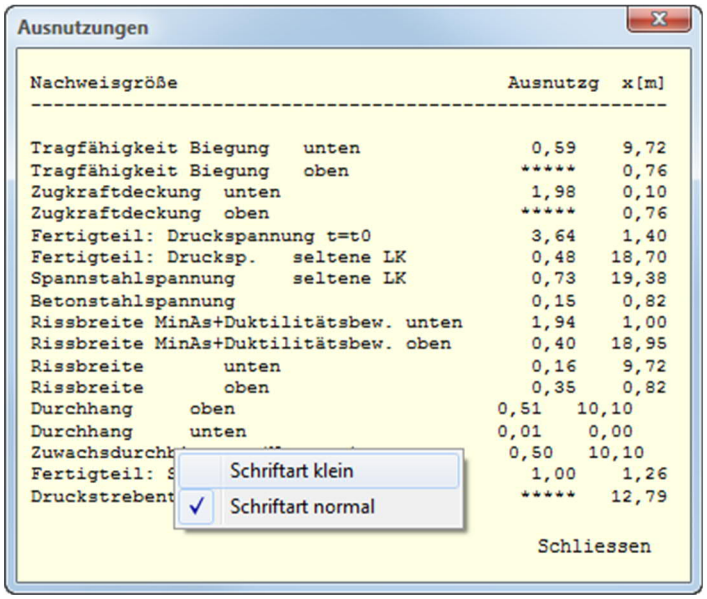
Aufruf eines Anzeigefensters für die Ausnutzungen.

Die angezeigten Werte werden bei Änderungen sofort aktualisiert.

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

Zu den Werten siehe Dokument
B8-Nachweise.pdf ▸ Kapitel Nachweise

Rechter Mausklick: einblenden der Schriftgrößenoption.



Ratgeber

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

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

Parameter:

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

nicht erfüllter Nachweis	Bezeichnung	Parametervariation
Tragf. Biegung unten	EtaBu	wenn EpsS = Epsu: BSTU, P+,AI- sonst: BK, D0, BO
Tragf. Biegung oben	EtaBo	wenn zII < 0: AI+, P-, sonst: BSTO, BU, D0, BK, XM
Zugkraftdeckung unten	EtaZu	P+, AI-, BSTU
Zugkraftdeckung oben	EtaZo	P-, AI+, BSTO, XM
Kippen nach Stiglat (Ez)	Kipp(EzS)	BO, BU, D0
Kippen nach Mann (Ez)	Kipp(EzM)	BO, D0, BSTU, BSTO
Kippen nach Stiglat (Mz)	Kipp(Mz)	BO, BU, D0, XM
EN2: Drucksp. seltene LK	σc1	
EN2: Drucksp. quasi-st.LK	σc2	
DIN: Drucksp. (DZ)	σc1	P+, AI-, KS, BK, BO
DIN: Zugspannung (Ez)	σt1	P+, AI-, KS, BK, BU
DIN: Zugspannung (Bz)	σt2	P-, AI+, BK, BO
DIN: Druckspannung (vZ)	σc1(t0)	P-, AI+, BK, BU
Spannstahlspannung	| σs|	P-
Betonstahlspannung	wku	BST(U/O), BK, D0
Rissbreite unten	wko	BSTU, P+, AI-, KS

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

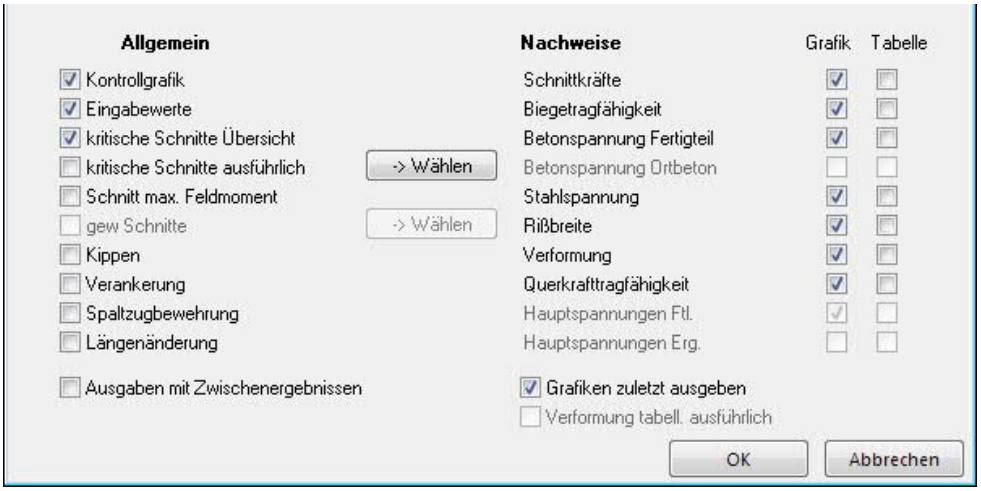
Bei Ausnutzungsgraden unter 1,0 ist eine Bindeoptimierung möglich, dennoch wegen der Verzahnung der Nachweise kaum automatisierbar (z.Zt. nicht Bestandteil des Ratgebers).

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)

Ausgabeprofil

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



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

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

Ausgabebeispiel: Ein umfangreiches Referenzbeispiel inklusive Position finden Sie auf hier (Zip-Datei).

Textansicht

Beschreibung der Auswahlmöglichkeiten für die Textansicht:

Eingabedaten

Liste aller Eingabedaten, bei erfolgter Berechnung inklusive

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

Kritische Schnitte

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

Schnittkräfte

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

Bruchsicherheit

Tragfähigkeit Biegung mit Längskraft unten, oben

Zugkraftdeckung

Betonspannungen Fertigteil

Verlauf der Betondruck- und zugspannungen im Fertigteil

Betonspannungen Ortbeton

Bei Ortbetonergänzung Betondruck- und zugspannungen im Ortbeton

Stahlspannungen

Verlauf der maximalen Spannungen im Betonstahl und Spannstahl

Rissbreite

Mindestbewehrung, Rissbreite und Dekompression

Fertigteil unten, oben, ggf. Ortbeton

Verformungen

Verlauf der Durchhang: Anfang, Ende Kriechabschnitt Lagerung

Verlauf der Durchhang: Anfang , Ende Kriechabschnitt Nutzung

Verlauf der Zuwachsdurchbiegung im Kriechabschnitt Nutzung

Schubbewehrung

Verlauf der Schubbewehrung im Steg des Fertigteils

Verlauf der Schubbewehrung in der Fuge

Verlauf der Druckstrebentragfähigkeit

Schnitt maximales Feldmoment

Ausführliche Ausgabe des Schnittes mit dem maximalen Feldmoment

Gewählte Schnitte

Ausführliche Ausgabe der gewählten Schnitte

Kippsicherheitsnachweis

Ausgabe der aktivierten Kippsicherheitsnachweise mit Zwischenergebnissen

Verankerungsnachweis

Ausgabe des Verankerungsnachweises der Spannbewehrung mit Zwischenergebnissen

Spaltzugbewehrung

Ausgabe des Nachweises der Spaltzugbewehrung mit Zwischenergebnissen

Längenänderung

Berechnungsergebnisse zur Längenänderung des Binders infolge Kriechen, Schwinden und Temperatur

Wahl des Vorspanngrades und zweckmäßige Bewehrung

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

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

Der Übergangsbereich von reiner schlaffer Bewehrung zu teilweiser Vorspannung mit einem Vorspanngrad von 0 bis 0,2 sollte vermieden werden, da sich der Rissbreitennachweis durch den Wechsel von quasi-ständiger zu häufiger Lastkombination von zul. 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.

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