





# 4H-BETON Detailinfos Spannbetonnw.

4H-BETON, Spannbetonnachweise, führt Nachweise typisierter Spannbetonquerschnitte n. DIN EN 1992 (EC 2), DIN Fachbericht 101/102 oder DIN 4227 (z.B. für Nachrech.)

Seite überarbeitet Nov. 2014





[Bestellformular](#) 

## Detailinformationen

- ◆ globale Parameter ..... 
- ◆ Querschnitte ..... 
- ◆ Nachweisparameter ..... 
- ◆ Eurocode - Nachweise ..... 
- ◆ **DIN Fb - Nachweise**

Handbuch ..... 

## ähnliche 4H-Programme














- ◆ Stahlbau ..... 
- ◆ Holzbau ..... 
- ◆ Mauerwerksbau ..... 
- ◆ Programmübersicht ..... 

Kontakt ..... 

## Nachweise DIN-Fachberichte

### Infos auf dieser Seite

[... als pdf](#) 

- ◆ Tragf. Biegung m. Längskraft ... 
- ◆ Tragf. Querkraft m. Torsion ..... 
- ◆ Robustheitsbewehrung ..... 
- ◆ Rissnachweis ..... 
- ◆ Dekompr. End- / Bauzustand .. 
- ◆ Btndrucksp. 4.4.1.2 (104)\*P .... 
- ◆ Betondruck- / Betonstahlspg. ... 
- ◆ Betondrucksp. Bauzustand .... 
- ◆ Spannstahlspannungen ..... 
- ◆ Betonrandsp. seltene Komb .... 
- ◆ Ermüdung Stufe 1 ..... 
- ◆ Ermüdung Stufe 2 ..... 
- ◆ Hauptzugsp. ARS 11/2003 ..... 

## Nachweise der Tragfähigkeit für Biegung mit Längskraft nach DIN Fachbericht 102

Gemäß DIN Fachbericht 102, 4.3.1, ist der Nachweis für Biegung mit und ohne Längskraft im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Bruchsicherheit) gefordert.

Dabei sind gemäß ARS Nr. 11/2003, Anlage (7), Zwangsschnittgrößen zu berücksichtigen.

Die Abminderungsfaktoren infolge Übergangs in Zustand II können unter den **globalen** Einstellungen vorgegeben werden. Standardmäßig ist für Temperatur und Setzungen 0.6 eingestellt.

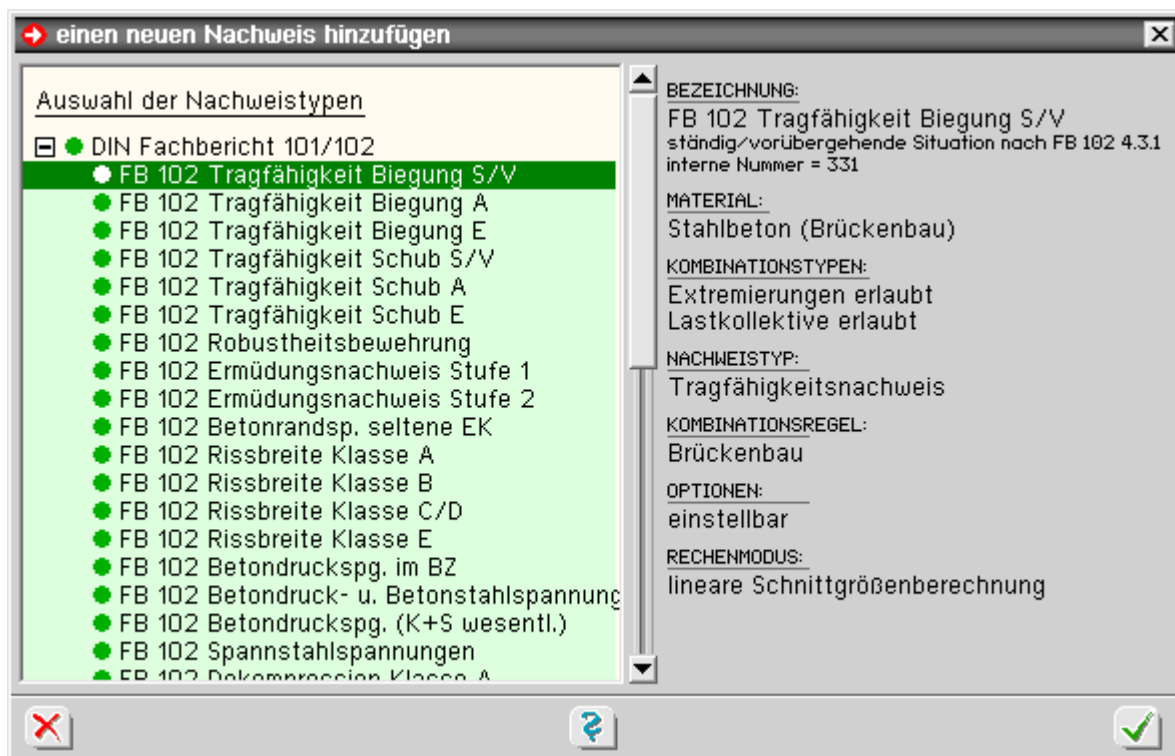
Im Nachweis werden als Standard die *möglichen* Stützensenkungen berücksichtigt.

Sind keine Lastfälle dieses Typs vorhanden, werden automatisch die *wahrscheinlichen* Stützensenkungen eingesetzt.

Der Nachweis muss in der *ständigen und vorübergehenden*, der *außergewöhnlichen* und ggf. in der *Erdbebensituation* geführt werden.

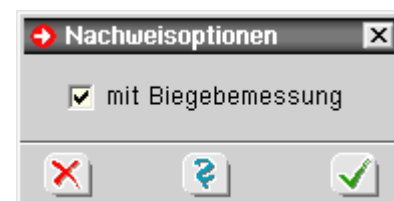



die Aktivierung des Nachweises erfolgt im Programm über den **Nachweis**-Button



optionale Einstellungen  über den **Optionsschalter** kann eine automatische Schließstahlbemessung aktiviert werden

In diesem Falle wird an allen Bemessungsquerschnitten, an denen die Bruchsicherheit nicht eingehalten ist, die Bewehrung an den maßgebenden Bewehrungspositionen so lange erhöht, bis die Bruchsicherheit erfüllt ist.



 der Nachweis kann über die Nachweisoptionen fein eingestellt oder sogar deaktiviert werden

**Nachweisoptionen**

Material

Beton

Betonstahl

Nachweise der Tragfähigkeit

**Biegung mit Längskraft**

ständige u. vorübergehende Situation

Aussergewöhnliche Situation

Erdbeben

Querkraft und Torsion

ständige u. vorübergehende Situation

Aussergewöhnliche Situation

Erdbeben

Druckstrebenneigung  $\theta$   °

Hebelarm  $z$  =  d

nom  $c$  =  cm

Ermüdung

	Stabanfang	Stabende
$\lambda_S$ Betonstahl	<input type="text" value="1.300"/>	<input type="text" value="1.300"/>
$\lambda_S$ Spannstahl	<input type="text" value="1.500"/>	<input type="text" value="1.500"/>

Nachweise der Gebrauchsfähigkeit

Kategorie (nur für Fb 102) A B C D E

A  B  C  D  E

Dekompression

Rand- und Stahlspannungen

Mindestbewehrung zur Beschr. d. Rissbreite

Tage 3 7 28

$k_{z,t}$   [-]

Biegezwang

$k_C$  vorgeben

Rissbreitenbeschränkung

Bewehrung

Robustheitsbewehrung oben/unten

Schubbewehrung aus Querkr. + Torsion

Neigung der Schubdügel  °

Mindestquerkraftbewehrung als Platte erzwingen

$b/h$

### Nachweise der Tragfähigkeit für Querkraft mit Torsion nach DIN Fachbericht 102

Gemäß DIN Fachbericht 102, 4.3.2 und 4.3.3, ist der Nachweis für Querkraft mit und ohne Torsion im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Bruchzustand) gefordert.

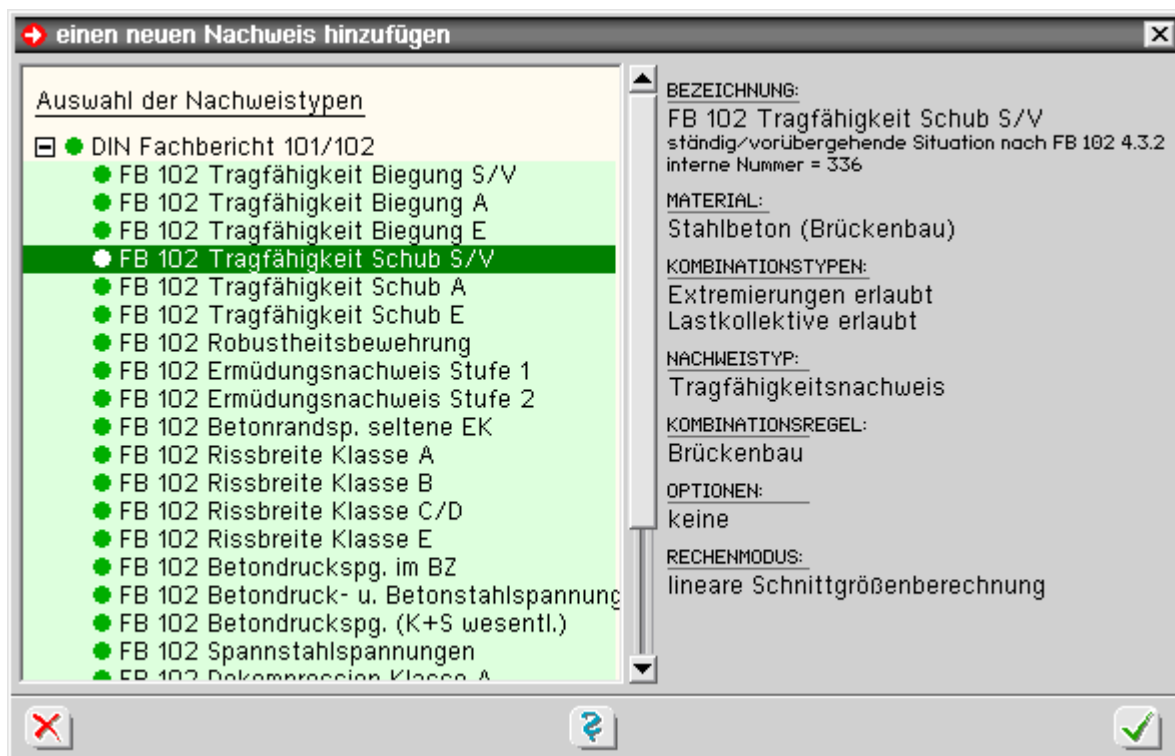
Im Nachweis werden als Standard die *möglichen* Stützensenkungen berücksichtigt.

Sind keine Lastfälle dieses Typs vorhanden, werden automatisch die *wahrscheinlichen* Stützensenkungen eingesetzt.

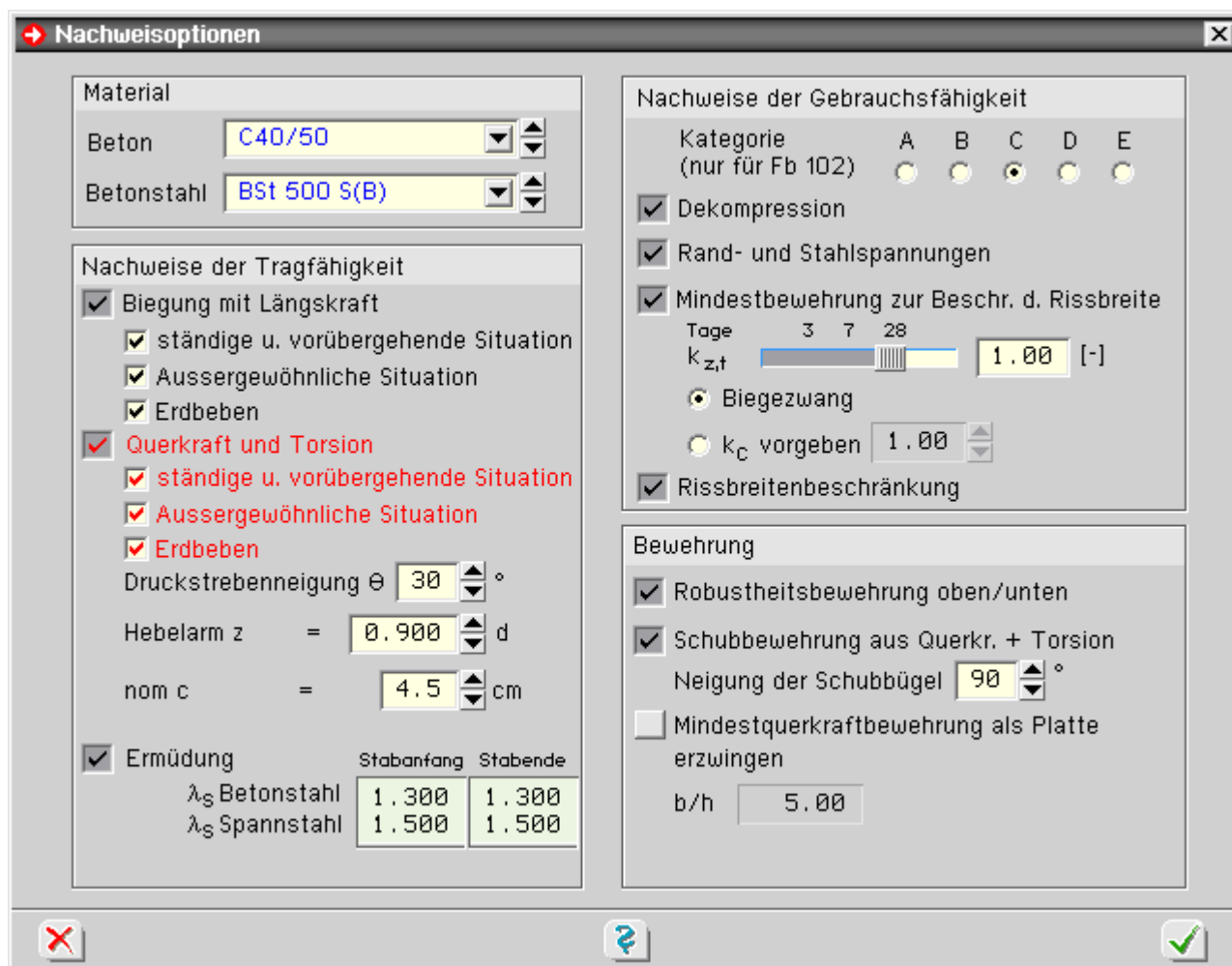
Der Nachweis muss in der *ständigen und vorübergehenden*, der *außergewöhnlichen* und ggf. in der *Erdbebensituation* geführt werden.



die Aktivierung des Nachweises erfolgt im Programm über den **Nachweis**-Button



 der Nachweis kann über die Nachweisoptionen fein eingestellt oder deaktiviert werden



#### • Bemessung für Querkräfte

Der Nachweis der Tragfähigkeit für Querkraft beruht auf einem Fachwerkmodell.

Die Formeln des DIN Fachbericht gehen dabei von einem rechteckigen Querschnitt unter einachsiger Belastung

aus (Querkraftkomponente  $V_y = 0$ ).

Programmintern wird bei gegliederten Querschnitten zum Abtrag der Querkräfte ausschließlich der Steg berücksichtigt.

Tritt neben der Querkraft  $V_z$  eine Querkraftkomponente  $V_y$  auf, erfolgt die Bemessung für die resultierende Querkraft. Diese Vorgehensweise sollte bei geringen Querkraftanteilen in y-Richtung ausreichend genau sein.



Treten jedoch größere Querkräfte in y-Richtung auf, ist eine Bemessung mit dem hier implementierten Verfahren nicht mehr möglich.

Das Gleiche gilt für Stegquerschnitte, die zu stark von der Rechteckform abweichen.

Im Zweifelsfall sind die Bemessungsergebnisse durch eine genauere Betrachtung zu überprüfen.

#### • Bemessung für Torsion

Die Tragfähigkeit für Torsion wird entspr. DIN Fachbericht 102, 4.3.3.1 (3), für einen dünnwandigen, geschlossenen Querschnitt nachgewiesen.

Wie bei der Querkraftbemessung wird hier ausschließlich der Stegquerschnitt zum Lastabtrag herangezogen.

Bei Vollquerschnitten wird die Ersatzwand des gedachten Hohlquerschnitts entspr. DIN Fb 102, 4.3.3.1 (6)\*P, Abb. 4.15, selbständig vom Programm ermittelt.

Die Wanddicken werden aus den Betonstahlrandabständen generiert, die vom Benutzer in der Querschnittseingabe definiert wurden.

#### • kombinierte Beanspruchung aus Querkraft und Torsion

Bei kombinierter Beanspruchung wird der Nachweis entspr. DIN Fachbericht 102, 4.3.3.2.2, (3)\*P, geführt.

### Nachweis der Robustheitsbewehrung nach DIN Fachbericht 102

Nach DIN Fachbericht 102, 4.3.1.3, müssen bei vorgespannten Bauwerken ein Versagen ohne Vorankündigung und scheinbare Überfestigkeiten bei Erstrissbildung vermieden werden.

Diese Bedingung wird durch Einlegen einer Robustheitsbewehrung erfüllt.



die Aktivierung des Nachweises erfolgt im Programm über den **Nachweis**-Button

+ **einen neuen Nachweis hinzufügen**

Auswahl der Nachweistypen

- DIN Fachbericht 101/102
  - FB 102 Tragfähigkeit Biegung S/V
  - FB 102 Tragfähigkeit Biegung A
  - FB 102 Tragfähigkeit Biegung E
  - FB 102 Tragfähigkeit Schub S/V
  - FB 102 Tragfähigkeit Schub A
  - FB 102 Tragfähigkeit Schub E
  - FB 102 Robustheitsbewehrung**
  - FB 102 Ermüdungsnachweis Stufe 1
  - FB 102 Ermüdungsnachweis Stufe 2
  - FB 102 Betonrandsp. seltene EK
  - FB 102 Rissbreite Klasse A
  - FB 102 Rissbreite Klasse B
  - FB 102 Rissbreite Klasse C/D
  - FB 102 Rissbreite Klasse E
  - FB 102 Betondruckspg. im BZ
  - FB 102 Betondruck- u. Betonstahlspannung
  - FB 102 Betondruckspg. (K+S wesentl.)
  - FB 102 Spannstahlspannungen
  - FB 102 Dekompression Klasse A

**BEZEICHNUNG:**  
 FB 102 Robustheitsbewehrung  
 nach FB 102 Gl. 4.184  
 interne Nummer = 341

**MATERIAL:**  
 Stahlbeton (Brückenbau)

**KOMBINATIONSTYPEN:**  
 Extremierungen erlaubt  
 Lastkollektive erlaubt

**NACHWEISTYP:**  
 Tragfähigkeitsnachweis

**KOMBINATIONSGEGEL:**  
 Brückenbau

**OPTIONEN:**  
 keine

**RECHENMODUS:**  
 lineare Schnittgrößenberechnung

✖
?
✔



der Nachweis kann über die Nachweisooptionen fein eingestellt oder deaktiviert werden

➔ **Nachweisooptionen**

**Material**

Beton:

Betonstahl:

---

**Nachweise der Tragfähigkeit**

**Biegung mit Längskraft**

- ständige u. vorübergehende Situation
- Aussergewöhnliche Situation
- Erdbeben

**Querkraft und Torsion**

- ständige u. vorübergehende Situation
- Aussergewöhnliche Situation
- Erdbeben

Druckstrebenneigung  $\theta$   °

Hebelarm  $z$  =  d

nom  $c$  =  cm

**Ermüdung**

	Stabanfang	Stabende
$\lambda_S$ Betonstahl	1.300	1.300
$\lambda_S$ Spannstahl	1.500	1.500

**Nachweise der Gebrauchsfähigkeit**

Kategorie (nur für Fb 102): A B C D E

Dekompression

Rand- und Stahlspannungen

**Mindestbewehrung zur Beschr. d. Rissbreite**

Tage: 3 7 28  
 $k_{z,t}$   [-]

Biegezwang

$k_C$  vorgeben

Rissbreitenbeschränkung

---

**Bewehrung**

**Robustheitsbewehrung oben/unten**

Schubbewehrung aus Querkr. + Torsion

Neigung der Schubdügel  °

Mindestquerkraftbewehrung als Platte erzwingen

$b/h$

✖
?
✔

Üblicherweise werden Brücken hauptsächlich in vertikaler Richtung belastet. Daher wird vom Programm eine Robustheitsbewehrung für die obere und untere Stegseite ermittelt.

### Rissnachweis nach DIN Fachbericht 102

Vom Programm werden die Nachweise der Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite nach 4.4.2.2 und die Berechnung der Rissbreite nach 4.4.2.4 geführt.

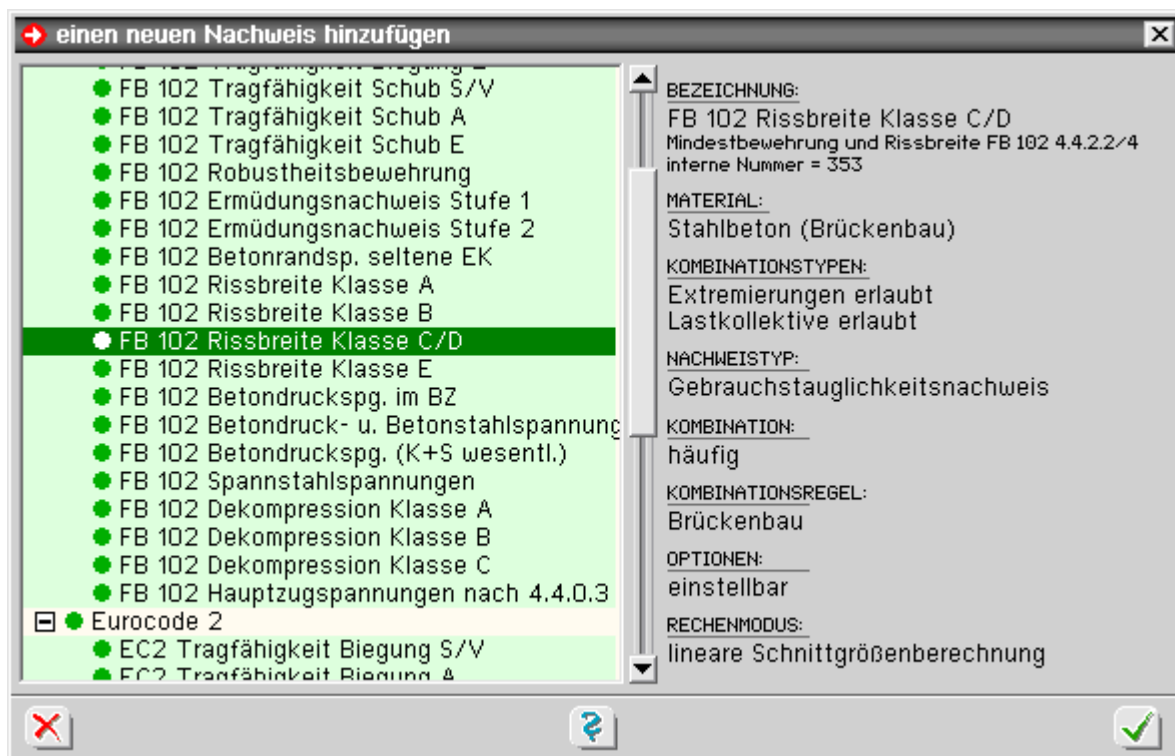
Die Berechnungen erfolgen für die maßgebende Einwirkungskombination nach Tab. 4.118.

Um die Nachweise durchführen zu können, muss der Nachweis *Betonrandspannungen unter seltener Einwirkungskombination* eingerichtet werden, da dieser Nachweis notwendig ist um festzustellen, ob sich der Querschnitt im Zustand I oder II befindet.

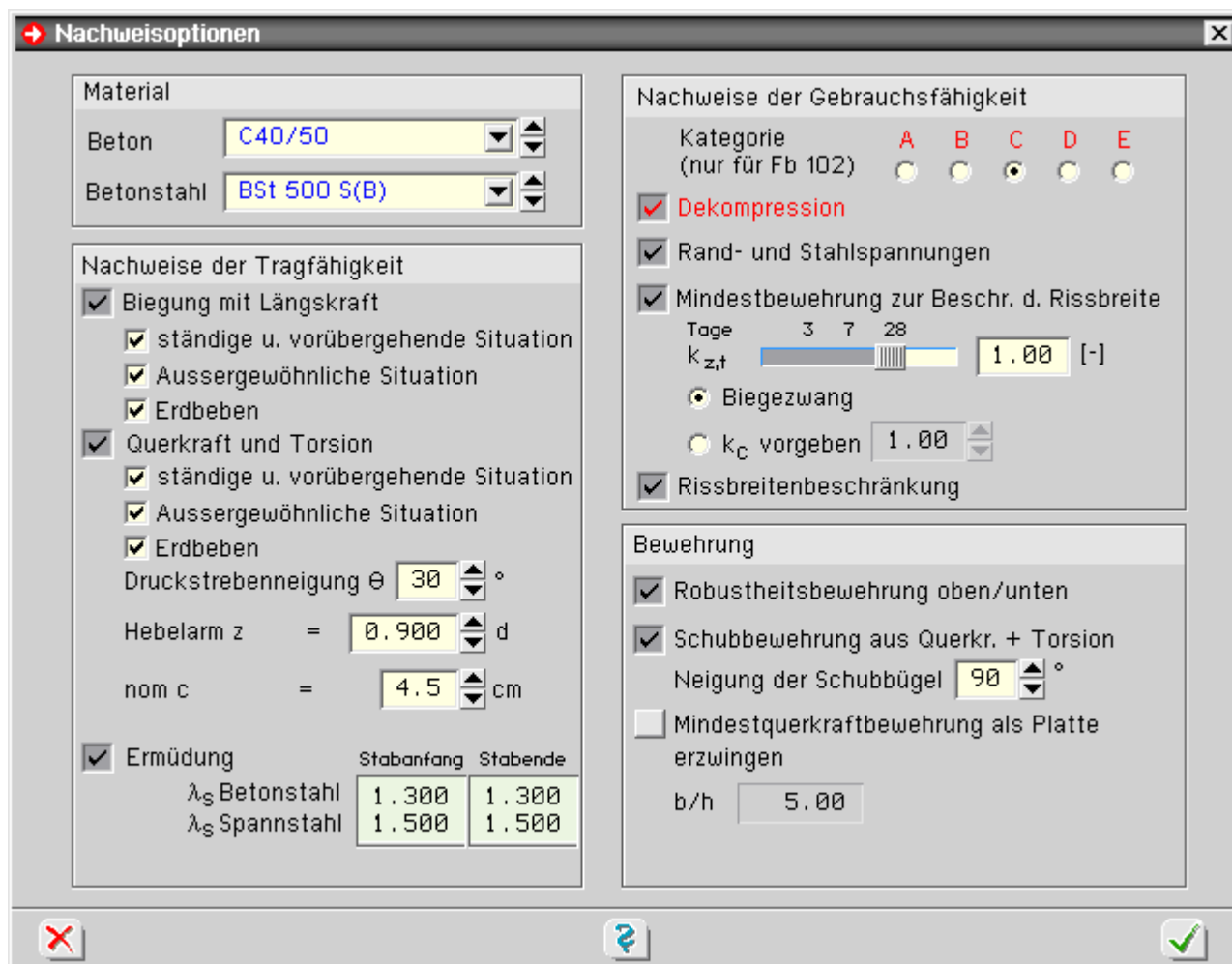
Folgende Schritte sind erforderlich, um den Nachweis im Programm zu führen



Einrichten des Nachweises *Rissbreite Klasse A, B oder C/D* in der Nachweiseingabe




Setzen der entsprechenden Anforderungsklasse (**A**, **B** oder **C/D**) unter den Nachweisoptionen (muss übereinstimmen mit der Anforderungsklasse des oben eingerichteten Nachweises)

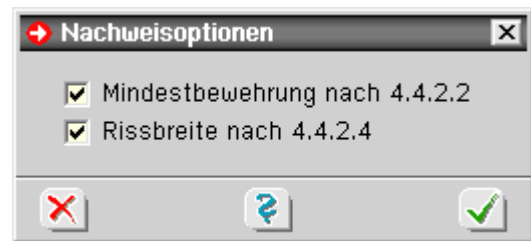


Hat ein Bauwerk in Längs- und Querrichtung unterschiedliche Anforderungsklassen, sind für beide Klassen, wie oben beschrieben, Nachweise einzurichten.

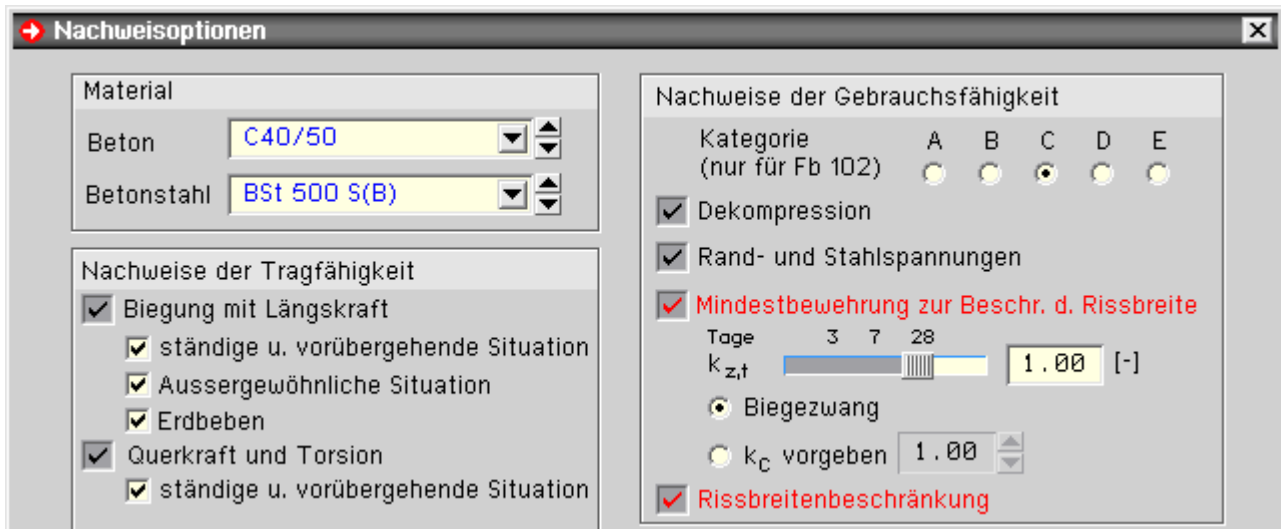
optional können die beiden Einzel-

optionale Einstellungen 

nachweise (Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite und Berechnung der Rissbreite) deaktiviert werden



die Rissnachweise können über die Nachweisoptionen deaktiviert werden



Der  $k_{z,t}$  - Wert des Zements zur Berechnung der zeitabhängigen Betonzugfestigkeit kann vorgegeben werden.

#### • Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite

Nach DIN Fachbericht 102, 4.4.2.2, ist eine Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite gefordert.

Das Programm überprüft, ob die vorhandene Grundbewehrung ausreichend ist und berechnet ggf. die erforderliche Zulagebewehrung.

Die Mindestbewehrung wird für die Stegobere- und -unterseite berechnet.

Bei gegliederten Querschnitten werden zusätzlich die Gurte bemessen; dabei werden die Bewehrungen von Gurtober- und -unterseite jeweils zusammengefasst.

#### • Berechnung der Rissbreite

Nach DIN Fachbericht 102, 4.4.2.4, ist eine Begrenzung der Rissbreite gefordert.

Die zulässige Rissbreite ist entspr. der Anforderungsklasse Tab. 4.118 festgelegt.

Im Programm erfolgt der Nachweis durch eine direkte Berechnung nach 4.4.2.4, Gl. (4.201).

### Nachweis der Dekompression nach DIN Fachbericht 102

Gemäß DIN Fachbericht 102, II-4.4.2, ist bei vorgespannten Brücken der Nachweis der Dekompression zu führen.

Der Nachweis wird grundsätzlich im Zustand I geführt.

Nach 4.4.2.1 (106)P darf im Endzustand im Grenzzustand der Dekompression entsprechend der gewählten Anforderungsklasse nach Tab. 4.118 unter der maßgebenden Einwirkungskombination keine Zugspannung an dem Rand auftreten, der dem Spannstahl am nächsten liegt.

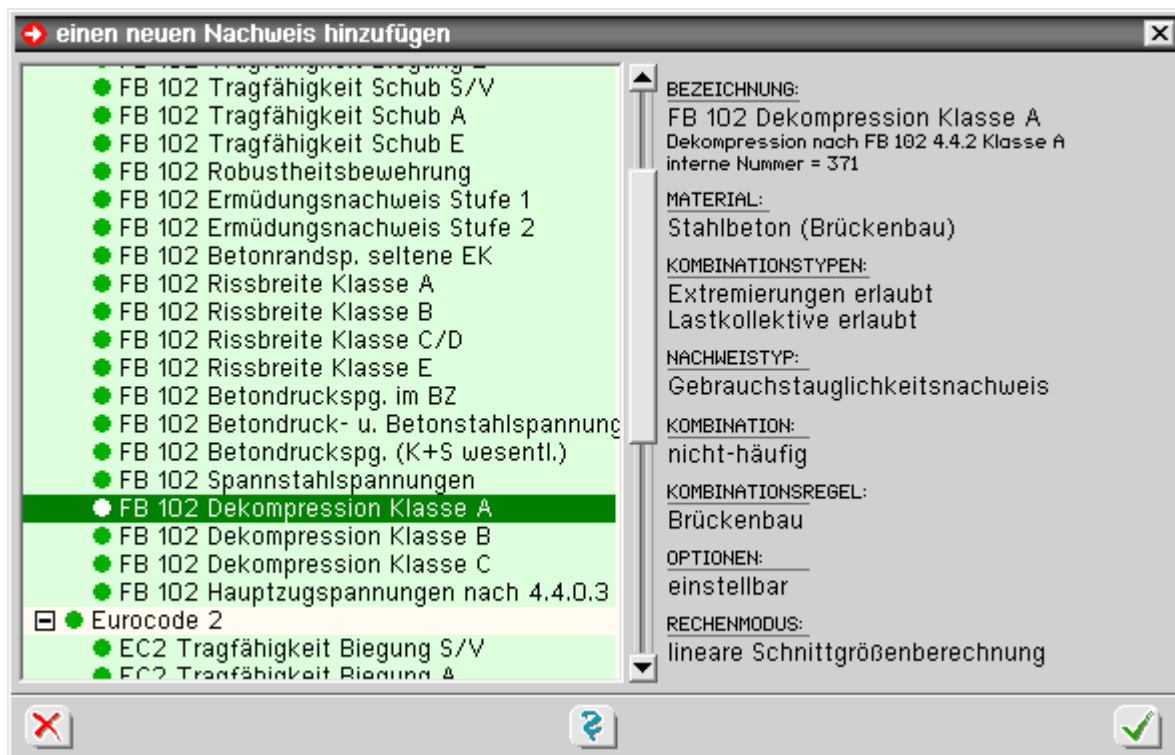
Im Bauzustand müssen nach 4.4.2.1 (107)P die Randspannungen an allen Rändern kleiner  $0.85 \cdot f_{ctk,0.05}$  sein.


Folgende Schritte sind erforderlich, um den Nachweis im Programm zu führen



Einrichten des Nachweises *Dekompression Klasse A, B oder C*





optionale Einstellungen  Wahl des Nachweises im **End-** oder **Bauzustand** über den **Optionsschalter**

Bei Wahl der Option **Bauzustand** bleiben die Verkehrslasten in der automatisch gebildeten Extremierung unberücksichtigt und für die Streuungsfaktoren der Vorspannung im nachträglichen Verbund werden die Werte  $r_{inf} = 0.95$  und  $r_{sup} = 1.10$  entsprechend 4.4.2.1 (107)P eingesetzt.

Sollten im Bauzustand andere Lasten wirken, ist die Extremierungsvorschrift auf **benutzerdefiniert** umzustellen und die zu berücksichtigenden Lasten sind entsprechend zu ergänzen.



Setzen der entsprechenden Anforderungsklasse (**A**, **B** oder **C**) unter den Nachweisoptionen (muss übereinstimmen mit der Anforderungsklasse des eingerichteten Nachweises)

**Nachweisoptionen**

Material  
 Beton: C40/50  
 Betonstahl: Bst 500 S(B)

**Nachweise der Tragfähigkeit**

- Biegung mit Längskraft
  - ständige u. vorübergehende Situation
  - Aussergewöhnliche Situation
  - Erdbeben
- Querkraft und Torsion
  - ständige u. vorübergehende Situation
  - Aussergewöhnliche Situation
  - Erdbeben
- Druckstrebenneigung  $\theta$ : 30 °
- Hebelarm  $z$ : = 0.900 d
- nom  $c$ : = 4.5 cm
- Ermüdung
 

	Stabanfang	Stabende
$\lambda_S$ Betonstahl	1.300	1.300
$\lambda_S$ Spannstahl	1.500	1.500

**Nachweise der Gebrauchsfähigkeit**

Kategorie (nur für Fb 102): A B C D E (C selected)

- Dekompression
- Rand- und Stahlspannungen
- Mindestbewehrung zur Beschr. d. Rissbreite
  - Tage: 3 7 28
  - $k_{z,t}$ : 1.00 [-]
  - Biegezwang
  - $k_C$  vorgeben: 1.00
- Rissbreitenbeschränkung

**Bewehrung**

- Robustheitsbewehrung oben/unten
- Schubbewehrung aus Querkr. + Torsion
  - Neigung der Schubhügel: 90 °
- Mindestquerkraftbewehrung als Platte erzwingen
- $b/h$ : 5.00

Hat ein Bauwerk in Längs- und Querrichtung unterschiedliche Anforderungsklassen, sind für beide Klassen, wie oben beschrieben, Nachweise einzurichten.

Der Rand, der dem Spannstahl am nächsten liegt, wird vom Programm automatisch ermittelt.

Überprüft werden hierbei die Stegseiten des Querschnitts, da davon ausgegangen wird, dass Spannglieder ausschließlich im Stegbereich angeordnet werden.

Liegen mehrere Spannglieder in einem Schnitt, wird vom Spannstahlschwerpunkt ausgegangen.

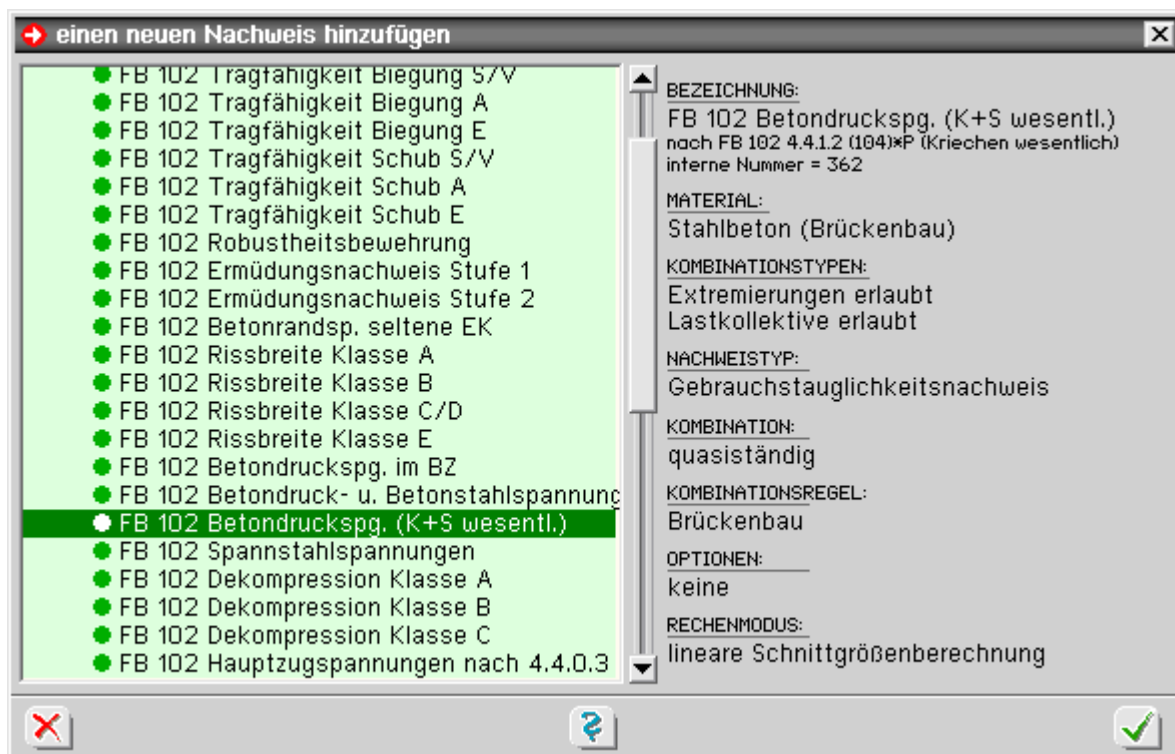
### Nachweis der Betondruckspannungen n. DIN Fachbericht 102, 4.4.1.2 (104)\*P

Nach DIN Fachbericht 102, 4.4.1.2 (104)\*P, sind die maximalen Betondruckspannungen unter der *quasi-ständigen* Einwirkungskombination auf  $0.45 \cdot f_{ck}$  zu begrenzen, wenn Gebrauchstauglichkeit, Tragfähigkeit oder Dauerhaftigkeit durch das Kriechen wesentlich beeinflusst werden.

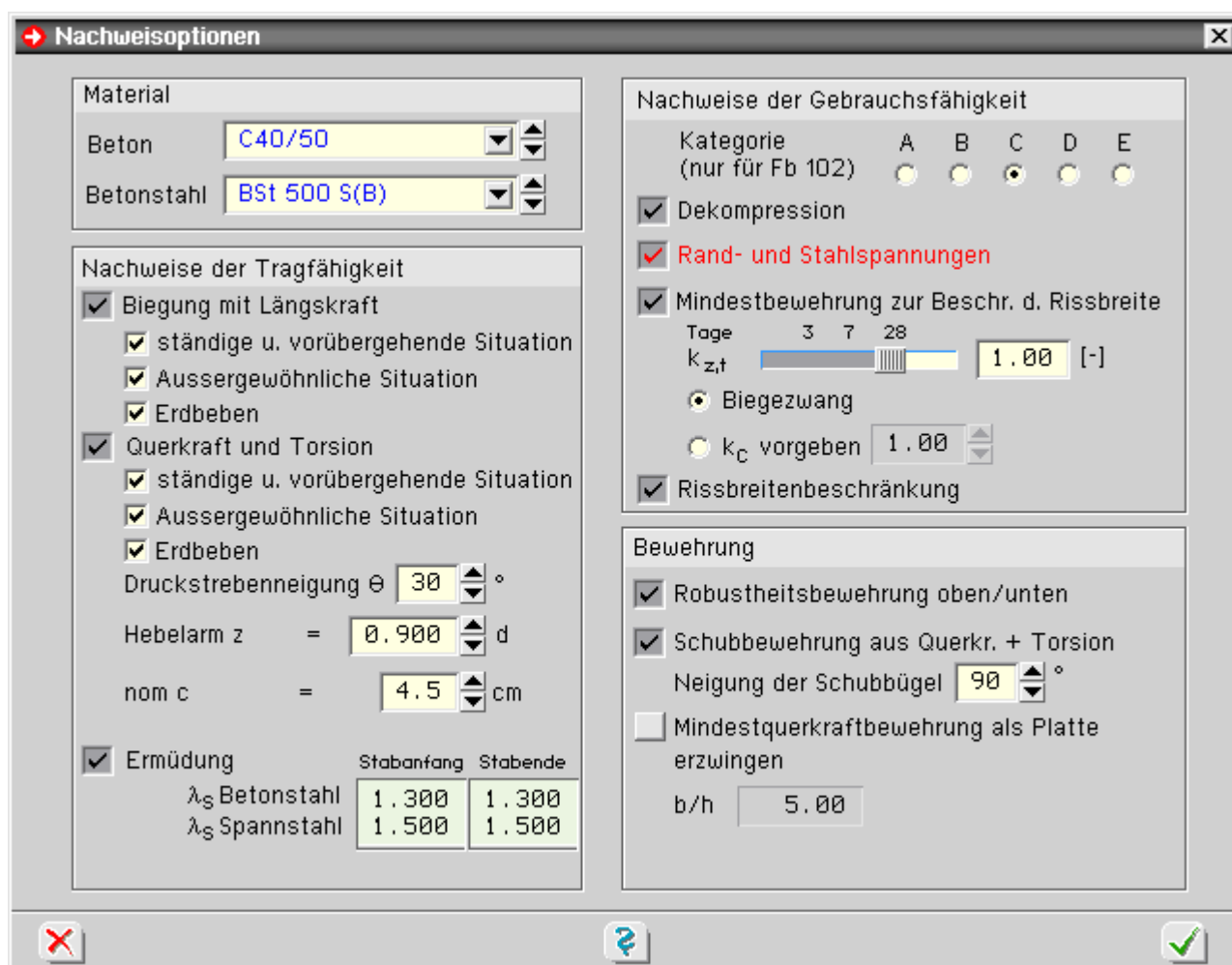
Um den Nachweis durchführen zu können, muss der Nachweis *Betonrandspannungen unter seltener Einwirkungskombination* eingerichtet werden, da dieser Nachweis notwendig ist um festzustellen, ob sich der Querschnitt im Zustand I oder II befindet.



die Aktivierung des Nachweises erfolgt im Programm über den **Nachweis**-Button



die Spannungsnachweise können über die Nachweisoptionen fein eingestellt und deaktiviert werden



**Nachweis der Betondruck- und der Betonstahlspannungen nach DIN Fachbericht**

Nach DIN Fachbericht 102 sind die Spannungen für Beton und Betonstahl im Gebrauchszustand zu begrenzen.

Um den Nachweis durchführen zu können, muss der Nachweis *Betonrandspannungen unter seltener Einwirkungskombination* eingerichtet werden, da dieser Nachweis notwendig ist um festzustellen, ob sich der Querschnitt im Zustand I oder II befindet.

Im Einzelnen werden folgende Teilnachweise vom Programm geführt.

#### • Beton

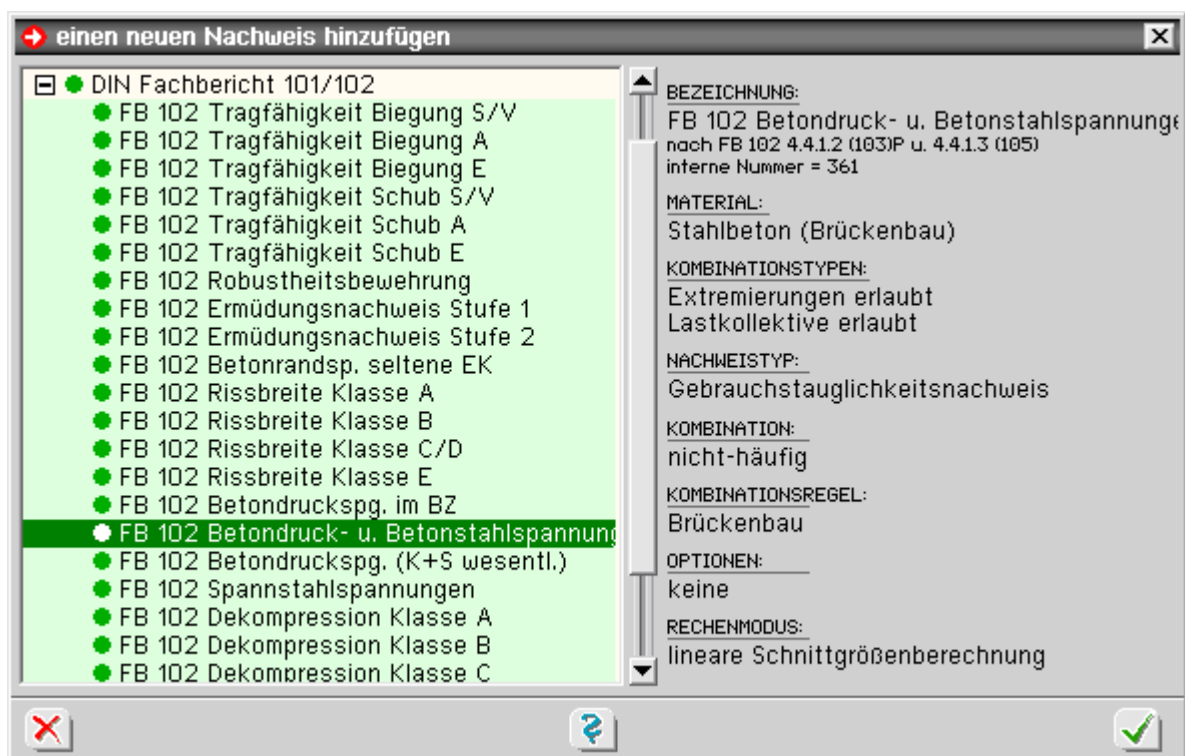
Nach 4.4.1.2 (103)P sind die maximalen Betondruckspannungen unter der *nicht-häufigen Einwirkungskombination und dem Mittelwert der Vorspannung auf  $0.6 \cdot f_{ck}$*  zu begrenzen.

#### • Betonstahl

Nach 4.4.1.2 (105) sind die maximalen Betonstahlzugspannungen unter der *nicht-häufigen Einwirkungskombination auf  $0.8 \cdot f_{yk}$*  zu begrenzen.



die Aktivierung des Nachweises erfolgt im Programm über den **Nachweis**-Button



die Spannungsnachweise können über die Nachweisoptionen fein eingestellt und deaktiviert werden

**Nachweisoptionen**

Material  
 Beton: C40/50  
 Betonstahl: Bst 500 S(B)

Nachweise der Tragfähigkeit

- Biegung mit Längskraft
  - ständige u. vorübergehende Situation
  - Aussergewöhnliche Situation
  - Erdbeben
- Querkraft und Torsion
  - ständige u. vorübergehende Situation
  - Aussergewöhnliche Situation
  - Erdbeben

Druckstrebenneigung  $\theta$  = 30 °

Hebelarm  $z$  = 0.900 d

nom  $c$  = 4.5 cm

Ermüdung

	Stabanfang	Stabende
$\lambda_S$ Betonstahl	1.300	1.300
$\lambda_S$ Spannstahl	1.500	1.500

Nachweise der Gebrauchsfähigkeit

Kategorie (nur für Fb 102): A B C D E  
 A  B  C  D  E

- Dekompression
- Rand- und Stahlspannungen**
- Mindestbewehrung zur Beschr. d. Rissbreite
 

Tage: 3 7 28  
 $k_{z,t}$  = 1.00 [-]

  - Biegezwang
  - $k_C$  vorgeben: 1.00
- Rissbreitenbeschränkung

Bewehrung

- Robustheitsbewehrung oben/unten
- Schubbewehrung aus Querkr. + Torsion
 

Neigung der Schubbügel: 90 °
- Mindestquerkraftbewehrung als Platte erzwingen

$b/h$  = 5.00

### Nachweis der Betondruckspannungen im Bauzustand

Nach DIN Fachbericht 102, 4.4.1.2 (102)P, sind die maximalen Betondruckspannungen beim Eintrag der Vorspannkkräfte auf  $0.6 \cdot f_c(t)$  zu begrenzen.

Der Zeitpunkt  $t$  zur Berechnung der Betondruckfestigkeit beim Aufbringen der Belastung wird bei den querschnittsabhängigen **Kriechparametern** eingegeben.

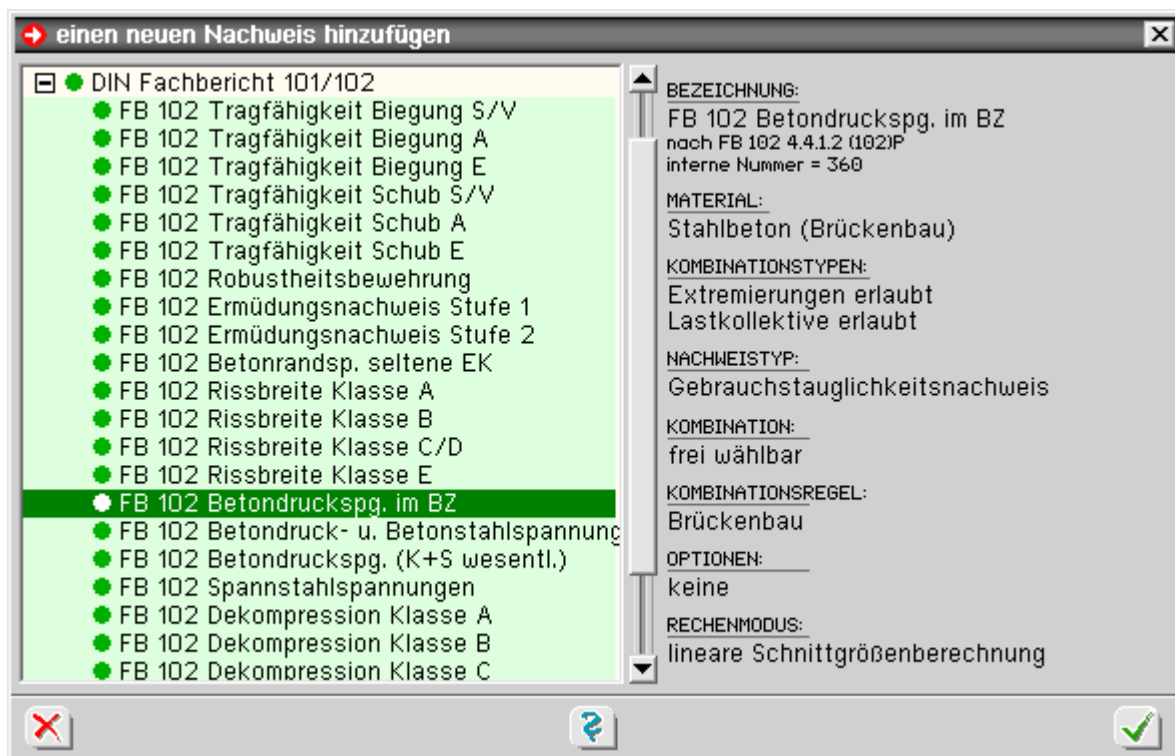
Als Lasten werden neben den Vorspannkkräften ausschließlich die Lastfälle des Typs G1 berücksichtigt.

Sind andere Lastfallkombinationen maßgebend, ist die Extremierungsvorschrift bei der Nachweiseingabe entsprechend zu korrigieren.

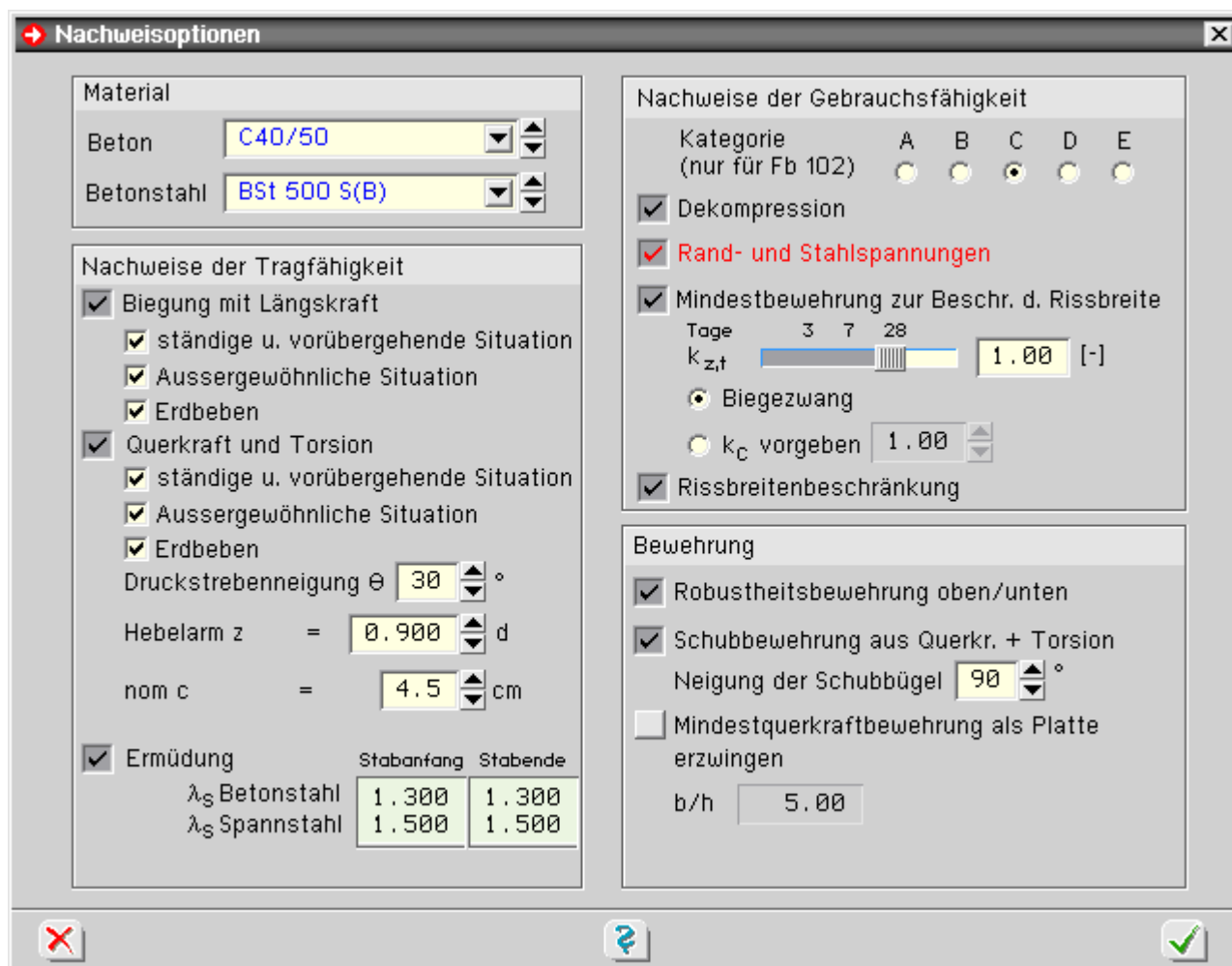
Um festzustellen, ob sich der Querschnitt im gerissenen Zustand befindet, werden die Spannungen zunächst im Zustand I berechnet. Bei Überschreiten der Betonzugfestigkeit erfolgt automatisch eine weitere Berechnung im Zustand II.



die Aktivierung des Nachweises erfolgt im Programm über den **Nachweis**-Button



die Spannungsnachweise können über die Nachweisoptionen fein eingestellt und deaktiviert werden



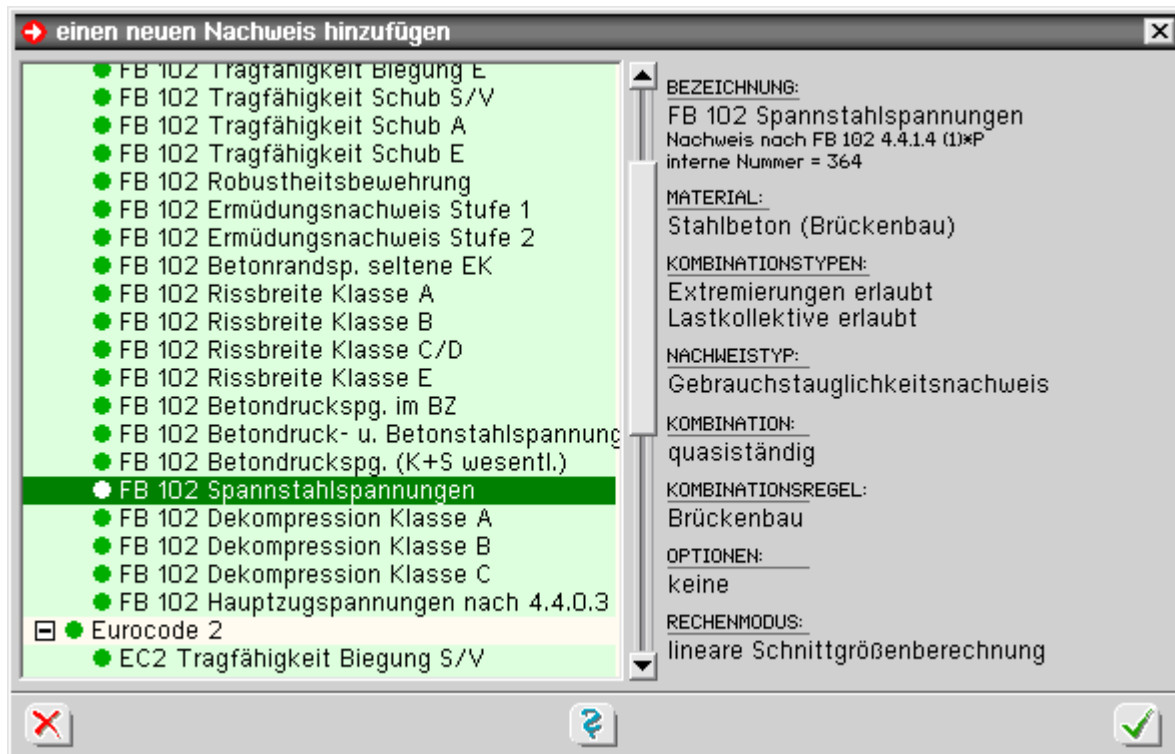
### Nachweis der Spannstahlspannungen nach DIN Fachbericht

Nach DIN Fachbericht 102, 4.4.1.4 (1)\*P, sind die maximalen Spannstahlspannungen im Gebrauchszustand auf  $0.65 \cdot f_{pk}$  zu begrenzen.

Um den Nachweis durchführen zu können, muss der Nachweis *Betonrandspannungen unter seltener Einwirkungskombination* eingerichtet werden, da dieser Nachweis notwendig ist um festzustellen, ob sich der Querschnitt im Zustand I oder II befindet.



die Aktivierung des Nachweises erfolgt im Programm über den **Nachweis**-Button



die Spannungsnachweise können über die Nachweisoptionen fein eingestellt und deaktiviert werden

**Nachweisoptionen**

Material

Beton: C40/50

Betonstahl: BSt 500 S(B)

Nachweise der Tragfähigkeit

Biegung mit Längskraft

- ständige u. vorübergehende Situation
- Aussergewöhnliche Situation
- Erdbeben

Querkraft und Torsion

- ständige u. vorübergehende Situation
- Aussergewöhnliche Situation
- Erdbeben

Druckstrebenneigung  $\theta$ : 30 °

Hebelarm  $z$ : = 0.900 d

nom  $c$ : = 4.5 cm

Ermüdung

	Stabanfang	Stabende
$\lambda_S$ Betonstahl	1.300	1.300
$\lambda_S$ Spannstahl	1.500	1.500

Nachweise der Gebrauchsfähigkeit

Kategorie (nur für Fb 102): A B C D E

Dekompression

Rand- und Stahlspannungen

Mindestbewehrung zur Beschr. d. Rissbreite

Tage: 3 7 28

$k_{z,t}$ : 1.00 [-]

Biegezwang

$k_C$  vorgeben: 1.00

Rissbreitenbeschränkung

Bewehrung

Robustheitsbewehrung oben/unten

Schubbewehrung aus Querkr. + Torsion

Neigung der Schubhügel: 90 °

Mindestquerkraftbewehrung als Platte erzwingen

$b/h$ : 5.00

### Betonrandspannungen unter seltener Einwirkungskombination

Nach DIN EN 1992, 7.2, bzw. DIN Fachbericht 102, 4.4.1, sind die Spannungen für Beton, Betonstahl und Spannstahl zu begrenzen.

Nach DIN Fachbericht 102, 4.4.1.1 (5), sollte dabei der ungerissene Zustand I angenommen werden.

Geht der Querschnitt jedoch in den gerissenen Zustand II über, muss auch die Berechnung der Spannungen im Zustand II erfolgen.

Nach Fachbericht 102, 4.4.1.1 (5), kann der gerissene Zustand angenommen werden, wenn unter der *seltener Einwirkungskombination* die Betonzugfestigkeit  $f_{ctm}$  nicht überschritten wird.

Dieser Nachweis ist daher streng genommen kein Nachweis, sondern ein Indikator, ob die Materialspannungen der eigentlichen Spannungsnachweise im Zustand I oder II berechnet werden.

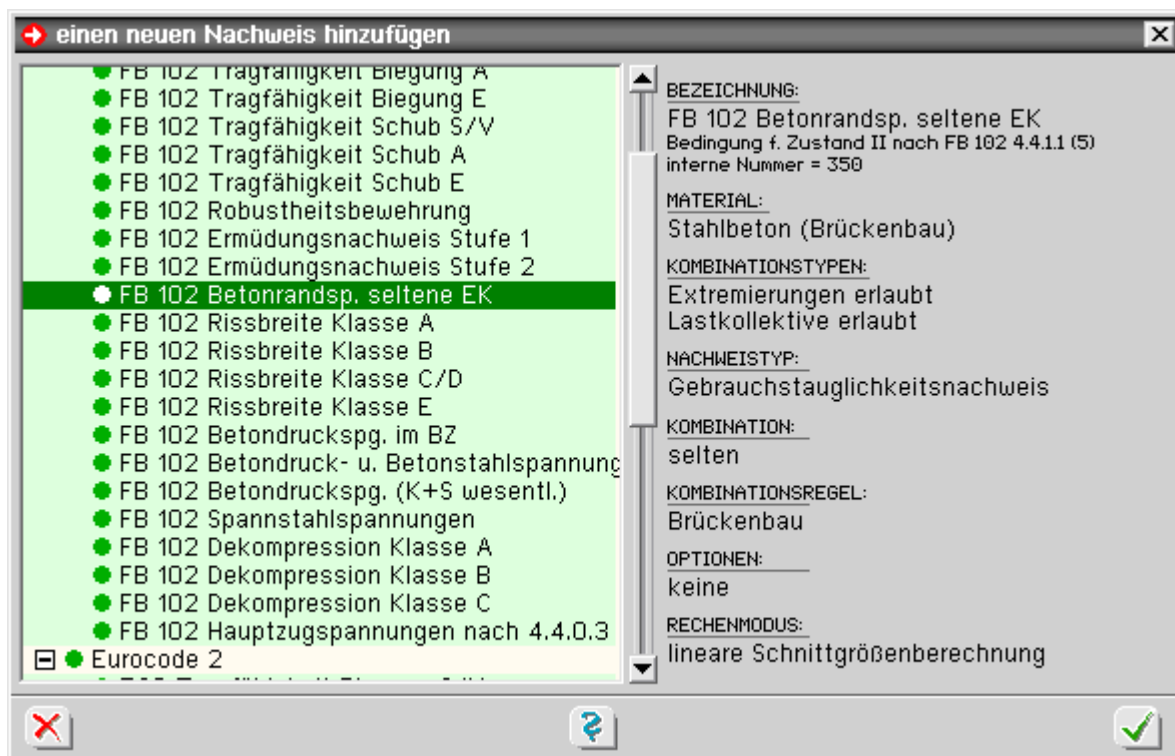
Bei Nachweisen nach DIN EN 1992 wird in Analogie zum DIN Fachbericht genauso verfahren.

Dieser Nachweis muss daher immer aktiviert werden, wenn Spannungsnachweise geführt werden sollen.

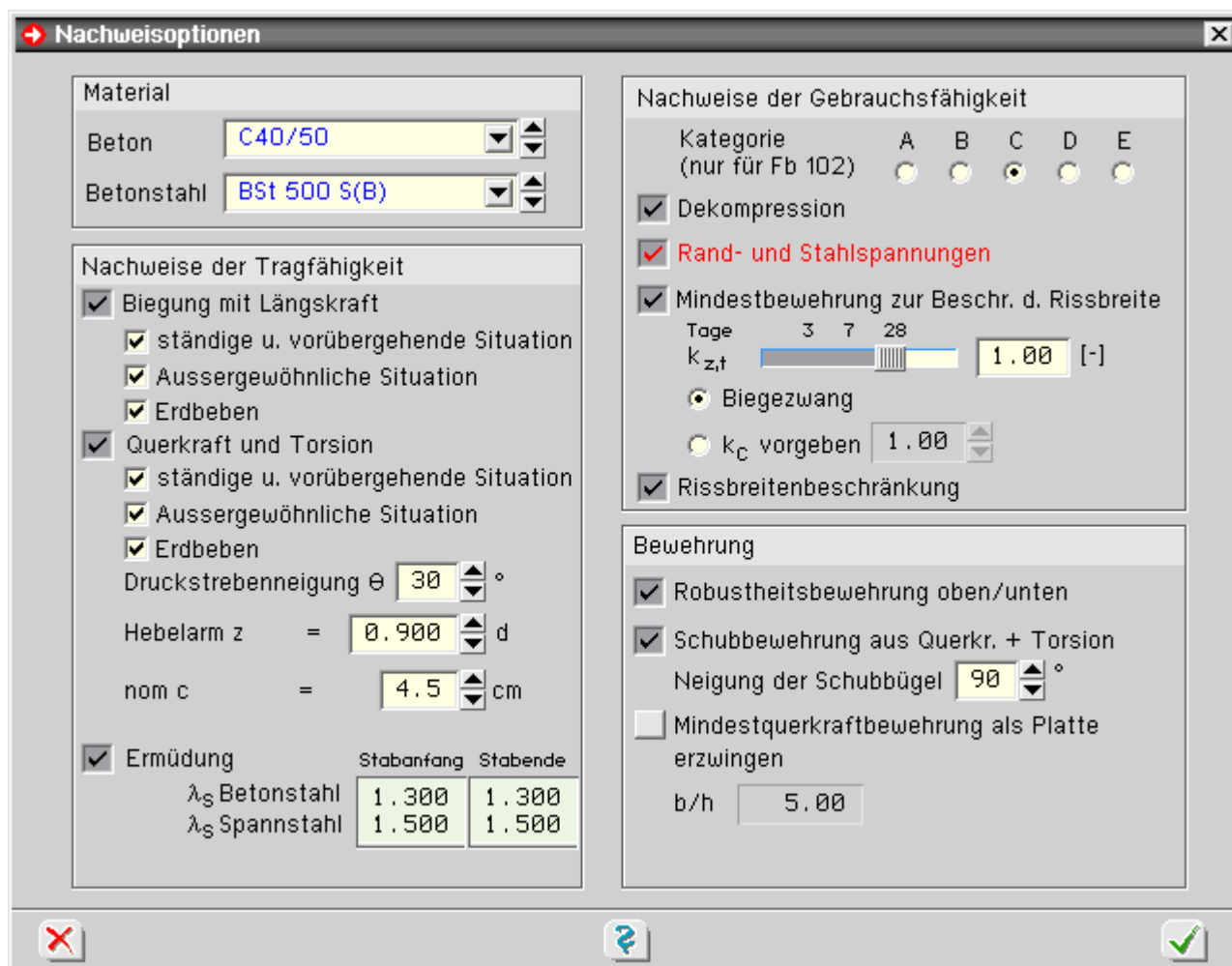


die Aktivierung des Nachweises erfolgt im Programm über den **Nachweis**-Button





die Spannungsnachweise können über die Nachweisoptionen fein eingestellt und deaktiviert werden



### Ermüdungsnachweis Stufe 1 nach DIN Fachbericht 102

Dieser Nachweis entspricht dem vereinfachten Nachweis der Ermüdung für Beton, Betonstahl und Spannstahl gem. Fachbericht 102, II-4.3.7.4 (101)P, (102)P, und 4.3.7.5 (101).

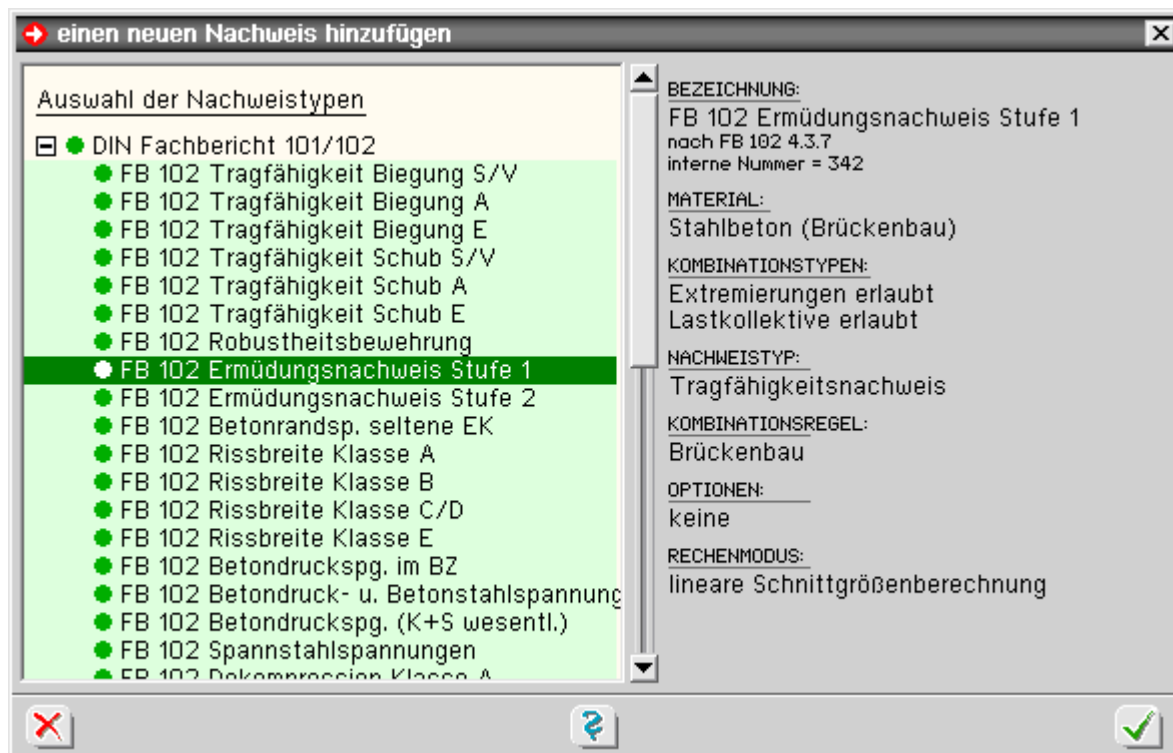
Die Betonstahlspannung wird gemäß 4.3.7.5 (101) auf  $\Delta\sigma_s = 70 \text{ N/mm}^2$  begrenzt.

Für die zulässigen Spannungen des Spannstahls macht die Norm keine Angaben.

Daher wird im Programm entspr. BK 2004, Teil 1, 8.2.3, aus den Wöhlerlinien für Spannstahl für eine Lastspielzahl  $N = 10^8$  unter Berücksichtigung eines Sicherheitsbeiwerts  $\gamma_{s,fat} = 1.15$  ein Grenzwert  $\Delta\sigma_p = 62 \text{ N/mm}^2$  abgeleitet.



die Aktivierung des Nachweises erfolgt im Programm über den **Nachweis**-Button



Entspr. DIN Fachbericht 102, 4.3.7.5, ist der vereinfachte Nachweis (Stufe 1) in der *häufigen* Kombination zu führen, wobei die Beanspruchungen infolge Temperatur und Stützensenkung lediglich in das Grundmoment einfließen und demzufolge auch keine ermüdungswirksame Schwingung erzeugen.

### Ermüdungsnachweis Stufe 2 nach DIN Fachbericht 102

Dieser Nachweis entspricht dem vereinfachten Ermüdungsnachweis für Betonstahl und Spannstahl mit schädigungsäquivalenten Schwingbreiten.

Formal wird der Nachweis wie im Sinne des vereinfachten Nachweises (Stufe 1) geführt. D.h., die schädigungsäquivalenten Spannungen  $\Delta\sigma_{s,equ}$  werden auf  $\Delta\sigma_{Rsk}(N^*)$  begrenzt.

Der Nachweis gilt als erfüllt, wenn die Bedingung nach Fachbericht 102, II-4.3.7.5 (102), (Gl. 4.191), eingehalten ist.

$$\gamma_{F,fat} \cdot \gamma_{Ed,fat} \cdot \Delta\sigma_{s,equ}(N^*) \leq \frac{\Delta\sigma_{Rsk}(N^*)}{\gamma_{s,fat}}$$

Die schädigungsäquivalente Schwingbreite wird nach Fachbericht 102, II-A.106.2 (103)P, (Gl. A.106.1) und (Gl. A.106.2), berechnet.

$$\Delta\sigma_{s,equ} = \Delta\sigma_s \cdot \lambda_s \quad \text{mit} \quad \lambda_s = \varphi_{fat} \cdot \lambda_{s,1} \cdot \lambda_{s,2} \cdot \lambda_{s,3} \cdot \lambda_{s,4}$$

Der Faktor  $\lambda_s$  muss vom Anwender entspr. Fachbericht 102, II-A.106.2, ermittelt werden.

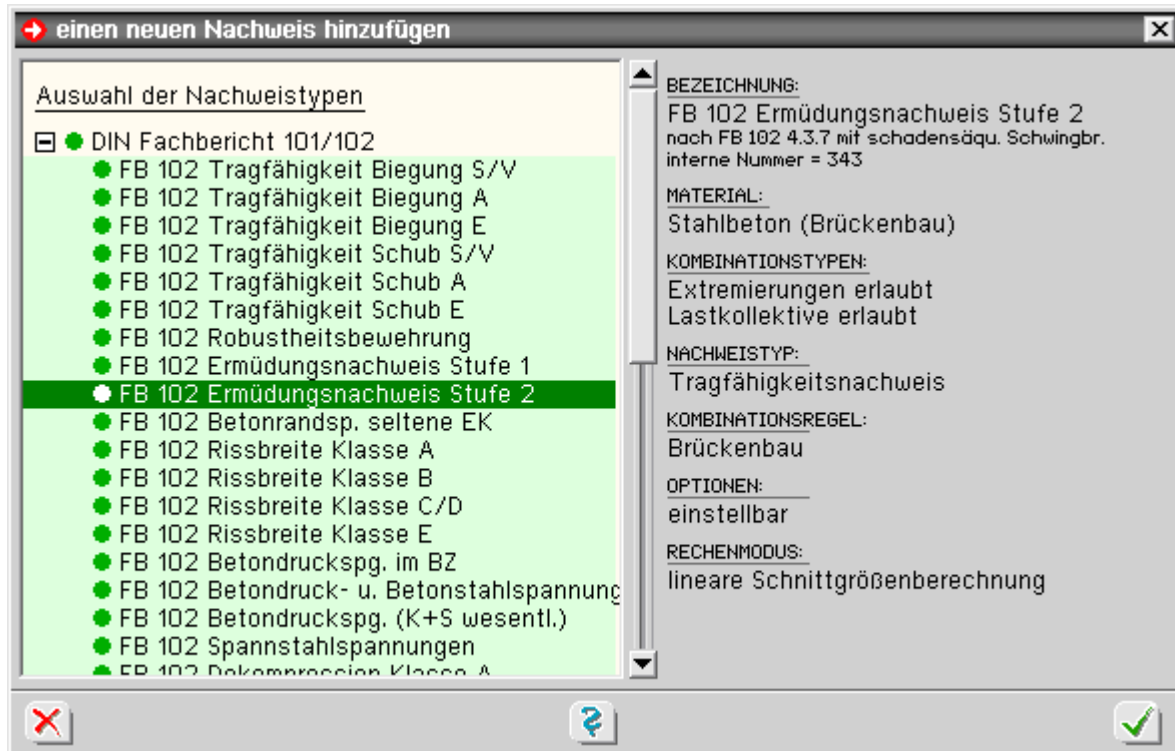
Da der Wert von  $\lambda_s$  stützenweitenabhängig ist, kann er stabweise unterschiedlich sein.

Die Eingabe erfolgt daher im Fenster **Nachweisoptionen**, jeweils getrennt für Beton- und Spannstahl.

<input checked="" type="checkbox"/> Ermüdung	Stabanfang	Stabende
$\lambda_s$ Betonstahl	1.300	1.300
$\lambda_s$ Spannstahl	1.500	1.500



die Aktivierung des Nachweises erfolgt im Programm über den **Nachweis**-Button



Das maßgebende Lastmodell ist entspr. DIN Fachbericht 101, 4.6.1, das Lastmodell 3.

Jedoch sind gemäß Fb 102, II-A.106.2 (101)P, die Achslasten im Feldbereich mit 1.40 und im Stützbereich mit 1.75 zu multiplizieren.

Um den Eingabeaufwand so gering wie möglich zu halten, werden vom Programm drei Optionen zur Berücksichtigung dieses Achslastfaktors vorgeschlagen.

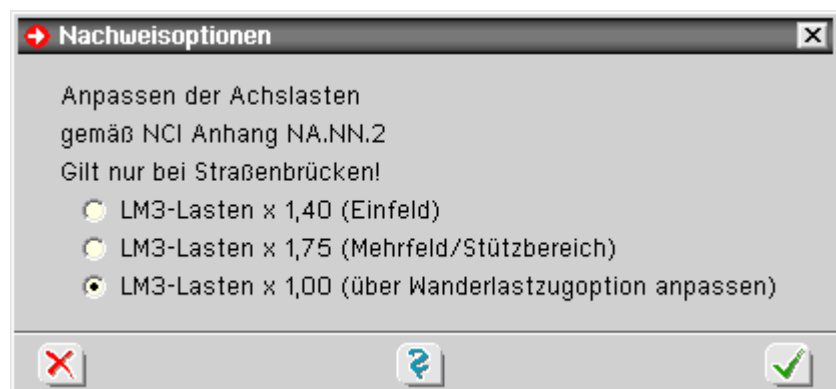
Die Optionen bewirken im Einzelnen

- alle Achslasten mit 1.40 multiplizieren  
Diese Option sollte nur bei Einfeldsystemen gewählt werden, da hier alle Achslasten mit dem gleichen Erhöhungsfaktor zu multiplizieren sind.
- alle Achslasten mit 1.75 multiplizieren  
Diese Option ist sinnvoll bei Mehrfeldsystemen.  
Da alle Achsen (auch die im Feldbereich) mit dem gleichen, ungünstigen Stützbereichsfaktor multipliziert werden, liegen die Ergebnisse i.A. auf der sicheren Seite.
- alle Achslasten mit 1.00 multiplizieren und über Wanderlastenzugoption anpassen  
Bei der Definition der Wanderlastenzüge kann die Option **Ermüdungsnachweis Stufe 2** gewählt werden.  
Bei dieser Option werden die Achslasten automatisch vom Programm entspr. den Vorgaben des Fachberichtes angepasst.

Die Erhöhung der Achslasten bei Anwahl der Optionen 1 oder 2 erfolgt programmtechnisch über eine entsprechende Erhöhung des Lastsicherheitsbeiwerts  $\gamma_{inf}$  bei der Standardextremierungsvorschrift.

Daher sind die Optionen 1 und 2 nur wirksam, wenn die Extremierungsvorschrift auf **standard** eingestellt ist.

Wird die Extremierungsvorschrift auf **benutzerdefiniert** umgestellt, sind alle Kombinations- und Sicherheitsbeiwerte auf Korrektheit zu überprüfen.



## Nachweis der Hauptzugspannungen nach ARS 11/2003

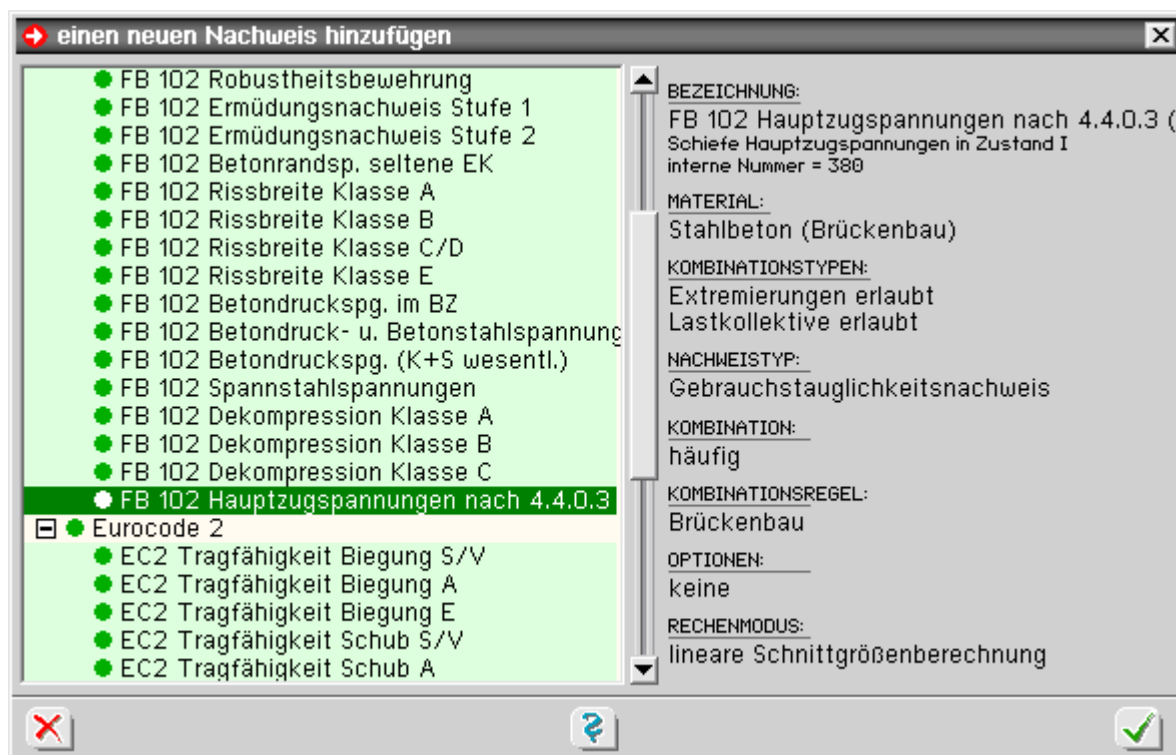
Nach dem Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau Nr. 11/2003 vom 7. März 2003 sind die schiefen Hauptzugspannungen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit unter Wirkung von Querkraft und Torsion auf die Betonzugfestigkeit  $f_{ctk,0.05}$  zu begrenzen.

Maßgebend ist die *häufige* Einwirkungskombination.

Das Programm ermittelt das Maximum der Hauptzugkraft in der senkrechten Querschnittsmittellinie. Der Verlauf kann bei Bedarf geplottet werden.



die Aktivierung des Nachweises erfolgt im Programm über den **Nachweis**-Button



zur Hauptseite [4H-BETON, Spannbetonnachweise](#)



© pcae GmbH Kopernikusstr. 4A 30167 Hannover Tel. 0511/70083-0