

Gebrauchstauglichkeitsnachweis

Sehr geehrte Anwender,

wir haben unser Modul RF-BETON Flächen um die Nachweise der Gebrauchstauglichkeit ergänzt. Zum jetzigen Zeitpunkt wurde das bestehende Handbuch von RF-BETON Flächen noch nicht um diesen Programmteil erweitert. Um Sie dennoch mit den notwendigen Information zur Nutzung des Programms zu versorgen, haben wir diese kurze Produktinformation mit Antworten auf die wichtigsten Fragen zum **analytischen Gebrauchstauglichkeitsnachweis** zusammengestellt.

Welche Nachweise werden geführt?

Welche Normen bilden die Grundlage?

Die Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit besteht für die im Modul verwendeten Normen **DIN 1045-01** und **DIN EN 1992-1-1** aus folgenden Einzelnachweisen:

- Begrenzung der Betondruckspannungen
DIN 1045-01 Abs. 11.1.2 bzw. DIN EN 1992-1-1 Abs. 7.2 (2)
- Begrenzung der Betonstahlspannungen
DIN 1045-01 Abs. 11.1.3 bzw. DIN EN 1992-1-1 Abs. 7.2 (5)
- Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite
DIN 1045-01 Abs. 11.2.2 bzw. DIN EN 1992-1-1 Abs. 7.3.2 (7.1)
- Begrenzung der Rissbreite durch Begrenzung des Stabdurchmessers
DIN 1045-01 Abs. 11.2.3 (4) bzw. DIN EN 1992-1-1 Abs. 7.3.3 (7.2)
- Begrenzung der Rissbreite durch Begrenzung des Stababstands
DIN 1045-01 Abs. 11.2.3 bzw. DIN EN 1992-1-1 Abs. 7.3.3 (7.2)
- Begrenzung der Rissbreite durch Bestimmung der Rissbreite
DIN 1045-01 Abs. 11.2.4 bzw. DIN EN 1992-1-1 Abs. 7.3.4 (1)

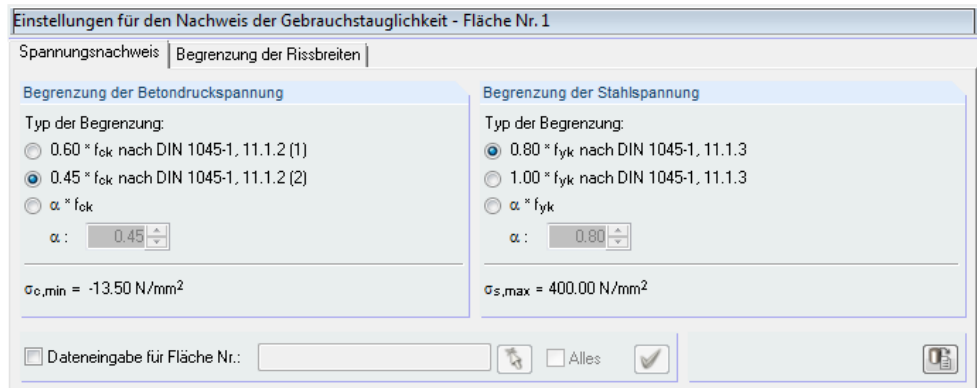
Werden stets alle sechs Nachweise geführt?

Die Begrenzung Betondruckspannung und der Betonstahlspannung werden vom Programm stets geführt, weil diese fester Bestandteil des Gebrauchstauglichkeitsnachweises sind. Die verbleibenden vier Nachweise stellen Alternativen zur Begrenzung der Rissbreite dar.

Der Benutzer kann vorgeben, welche Nachweise geführt werden sollen.

Wo kann eingestellt werden, welche Nachweise zu führen sind? Wo können weitere Einstellungen zu diesen Nachweisen vorgenommen werden?

In Maske 1.3 **Flächen** kann für jede Fläche einzeln oder für alle Flächen gleichzeitig festgelegt werden, welche Nachweise zu führen sind. Gleichzeitig können dort Vorgaben hinsichtlich der zulässigen Beanspruchbarkeit gemacht werden.



Einstellungen für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit - Fläche Nr. 1

Spannungsnachweis | Begrenzung der Rissbreiten

Begrenzung der Betondruckspannung

Typ der Begrenzung:

- ☐ $0.60 \cdot f_{ck}$ nach DIN 1045-1, 11.1.2 (1)
- ☒ $0.45 \cdot f_{ck}$ nach DIN 1045-1, 11.1.2 (2)
- ☐ $\alpha \cdot f_{ck}$

α :

$\sigma_{c,min} = -13.50 \text{ N/mm}^2$

Begrenzung der Stahlspannung

Typ der Begrenzung:

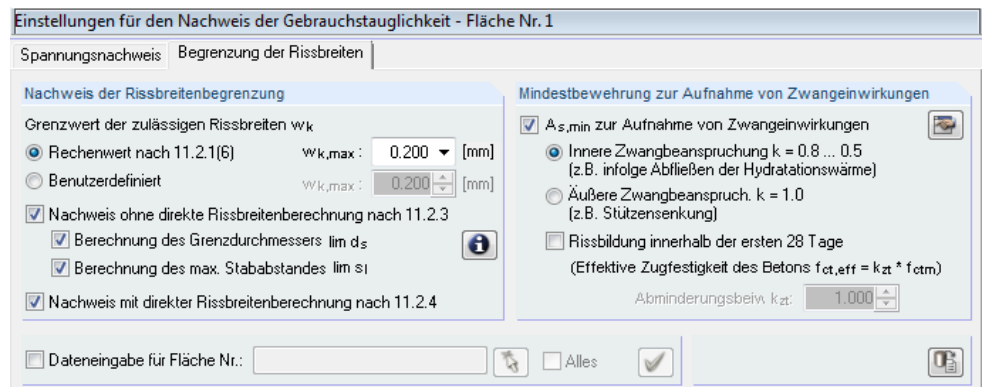
- ☒ $0.80 \cdot f_{yk}$ nach DIN 1045-1, 11.1.3
- ☐ $1.00 \cdot f_{yk}$ nach DIN 1045-1, 11.1.3
- ☐ $\alpha \cdot f_{yk}$

α :

$\sigma_{s,max} = 400.00 \text{ N/mm}^2$

☐ Dateneingabe für Fläche Nr.: ☒

Maske 1.3: Abschnitt *Einstellungen für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit*, Register *Spannungsnachweis*



Einstellungen für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit - Fläche Nr. 1

Spannungsnachweis | Begrenzung der Rissbreiten

Nachweis der Rissbreitenbegrenzung

Grenzwert der zulässigen Rissbreiten w_k :

- ☒ Rechenwert nach 11.2.1(6) $w_{k,max}$: [mm]
- ☐ Benutzerdefiniert $w_{k,max}$: [mm]

☒ Nachweis ohne direkte Rissbreitenberechnung nach 11.2.3

- ☒ Berechnung des Grenzdurchmessers $\lim d_s$
- ☒ Berechnung des max. Stababstandes $\lim s_l$

☒ Nachweis mit direkter Rissbreitenberechnung nach 11.2.4

Mindestbewehrung zur Aufnahme von Zwangseinwirkungen

- ☒ $A_{s,min}$ zur Aufnahme von Zwangseinwirkungen
 - ☒ Innere Zwangbeanspruchung $k = 0.8 \dots 0.5$ (z.B. infolge Abfließen der Hydratationswärme)
 - ☐ Äußere Zwangbeanspruch. $k = 1.0$ (z.B. Stützensenkung)
- ☐ Rissbildung innerhalb der ersten 28 Tage (Effektive Zugfestigkeit des Betons $f_{ct,eff} = k_{zt} \cdot f_{ctm}$)

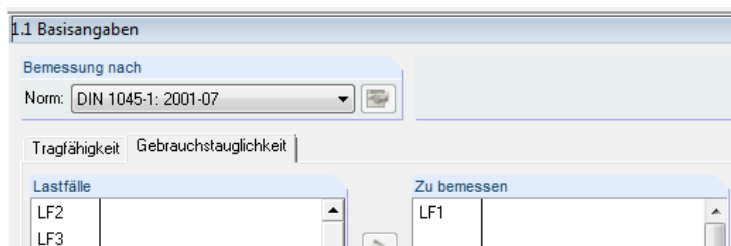
Abminderungsbeiw. k_{zt} :

☐ Dateneingabe für Fläche Nr.: ☒

Maske 1.3: Abschnitt *Einstellungen für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit*, Register *Begrenzung der Rissbreiten*

Für welche Belastung erfolgen die Nachweise der Gebrauchstauglichkeit?

In Maske 1.1 **Basisangaben** existiert neben dem Register **Tragfähigkeit** das zweite Register **Gebrauchstauglichkeit**. Es ist verfügbar, sobald im Register **Tragfähigkeit** eine Belastung ausgewählt wurde. Die Nachweise der Gebrauchstauglichkeit erfolgen ausschließlich mit dem im Register **Gebrauchstauglichkeit** ausgewählten Belastungen.



1.1 Basisangaben

Bemessung nach

Norm:

Tragfähigkeit | Gebrauchstauglichkeit

Lastfälle

LF2	
LF3	

Zu bemessen

LF1	
-----	--

Maske 1.1 *Basisangaben*, Register *Gebrauchstauglichkeit*

Wie gehen die Schnittkräfte in die Berechnung ein?

Die Nachweise der Gebrauchstauglichkeit werden für jeden Rasterpunkt und jeden FE-Punkt geführt. Dazu werden dem Berechnungskern die Schnittgrößen eines jeden LF, LG oder LK nacheinander übergeben. Ausschließlich anhand des maximalen Ausnutzungsgrades werden die maßgebenden Schnittgrößen eines Nachweises identifiziert.

Der Vorteil dieser Schnittgrößenbehandlung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeitsnachweis besteht darin, dass für jeden Nachweis eindeutig die zu Grunde gelegte Belastung bestimmt werden kann.

Was ist die wesentliche Voraussetzung, um die Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit führen zu können?

Beim Tragfähigkeitsnachweis gibt es zwei Ziele:

- Nachweis, dass der Beton ausreicht (Güte, Bauteildicke)
- Ermittlung der erforderlichen Bewehrung

Bevor nun die Nachweise der Gebrauchstauglichkeit geführt werden können, ist ein ganz wichtiger Zwischenschritt erforderlich: Es muss eine vorhandene Bewehrung festgelegt werden.

Ohne eine vorhandene Bewehrung ist kein Gebrauchstauglichkeitsnachweis möglich. Die vorhandene Bewehrung ist eine wesentliche Bauteileigenschaft wie die Bauteildicke.

Wie sieht im Modul die ideale Vorgehensweise zur Bestimmung der Gebrauchstauglichkeitsnachweise mit einer vorhandenen Bewehrung aus?

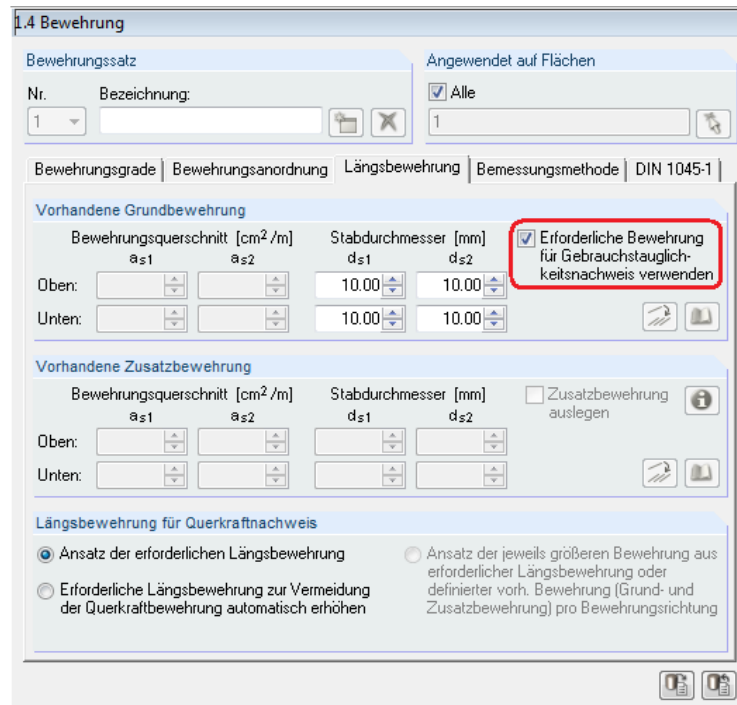
Die übliche Vorgehensweise zur Führung der Gebrauchstauglichkeitsnachweise müsste sein:

1. Bestimmen der erforderlichen Bewehrung ausschließlich mit der Belastung des Registers **Tragfähigkeit**
2. Erstellen eines Bewehrungsplans durch Betrachten des farbigen Ergebnisverlaufs mit Bewehrungsmatten und Bewehrungsstäben
3. Eventuell in RFEM Unterteilen der Flächen in kleinere Flächen aufgrund des Bewehrungsplans, die in jede Bewehrungsrichtung den identischen vorhandenen Bewehrungsquerschnitt haben
4. Definieren dieses vorhandenen Bewehrungsquerschnitts, Bewehrungsstababstandes und Bewehrungsstabdurchmessers für jede dieser einzelnen Flächen im Modul RF-BETON Flächen
5. Erneutes Starten der Berechnung mit der Belastung des Registers **Gebrauchstauglichkeit**

Dieser Ablauf mag zeitaufwändig erscheinen und widerspricht in gewisser Weise der üblichen Programmkonvention, dass mit dem Drücken der Schaltfläche [Berechnung] sowohl die Ermittlung der Bewehrung als auch die Nachweise der Gebrauchstauglichkeit geführt werden.

Welche Alternative existiert im Modul, um schnell eine vorhandene Bewehrung für die einzelnen Flächen zu erhalten?

Zunächst besteht die Möglichkeit, als vorhandene Bewehrung, die erforderliche Bewehrung aus der Bemessung im Grenzzustand der Tragfähigkeit zu verwenden. Dies geschieht durch das Setzen des folgenden Hakens.



1.4 Bewehrung

Bewehrungssatz: Nr. 1, Bezeichnung: []

Angewendet auf Flächen: ☒ Alle

Bewehrungsgrade | Bewehrungsanordnung | **Längsbewehrung** | Bemessungsmethode | DIN 1045-1

Vorhandene Grundbewehrung

	Bewehrungsquerschnitt [cm ² /m]		Stabdurchmesser [mm]	
	as1	as2	ds1	ds2
Ober:	[]	[]	10.00	10.00
Unten:	[]	[]	10.00	10.00

☒ Erforderliche Bewehrung für Gebrauchstauglichkeitsnachweis verwenden

Vorhandene Zusatzbewehrung

	Bewehrungsquerschnitt [cm ² /m]		Stabdurchmesser [mm]	
	as1	as2	ds1	ds2
Ober:	[]	[]	[]	[]
Unten:	[]	[]	[]	[]

☐ Zusatzbewehrung auslegen

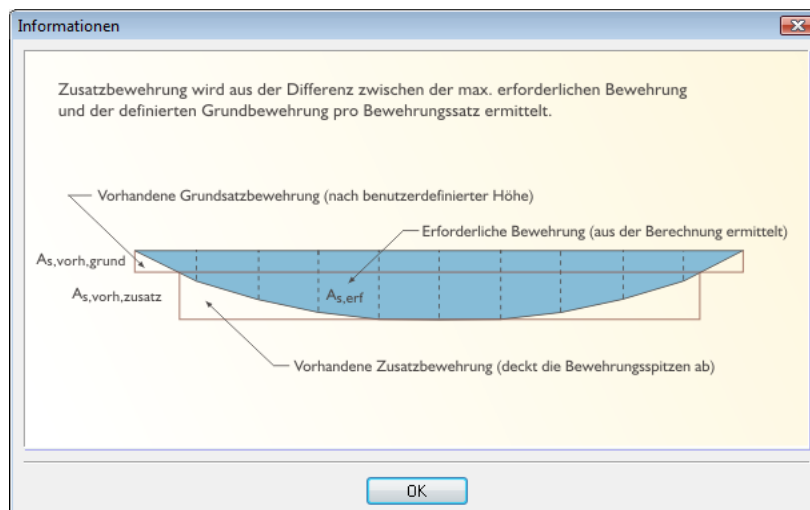
Längsbewehrung für Querkraftnachweis

☒ Ansatz der erforderlichen Längsbewehrung
☐ Erforderliche Längsbewehrung zur Vermeidung der Querkraftbewehrung automatisch erhöhen
☐ Ansatz der jeweils größeren Bewehrung aus erforderlicher Längsbewehrung oder definierter vorh. Bewehrung (Grund- und Zusatzbewehrung) pro Bewehrungsrichtung

Maske 1.4 **Bewehrung**, Register **Längsbewehrung**

Wie kann eine eigene Bewehrung definiert werden?

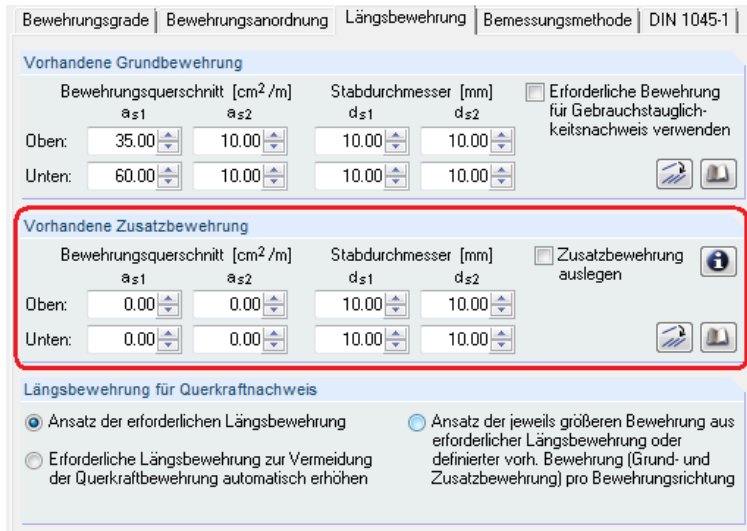
Im Abschnitt **Vorhandene Grundbewehrung** der Maske 1.4 **Bewehrung** kann für jede Bewehrungsrichtung ein vorhandener Bewehrungsquerschnitt gewählt werden. Wird die Grundbewehrung so gewählt, dass sie größer ist als die maximale erforderliche Bewehrung, bedarf es keiner zusätzlichen Bewehrung. Eine Fläche mit einer konstanten vorhandenen Bewehrung zu versehen, ist allerdings sehr unwirtschaftlich.



Grund- und Zusatzbewehrung

Es empfiehlt sich deshalb, für die gleiche Fläche zwei Bereiche mit unterschiedlicher vorhandener Bewehrung zu definieren. Wie die obige Abbildung zeigt, gibt es Randbereiche in denen die definierte Grundbewehrung ausreicht. Im Mittelteil besteht die vorhandene Bewehrung aus der definierten Grundbewehrung plus einer vorhandenen Zusatzbewehrung.

Diese vorhandene Zusatzbewehrung kann zum einen wie die Grundbewehrung definiert werden.



Bewehrungsquerschnitt [cm ² /m]		Stabdurchmesser [mm]		
a _{s1}	a _{s2}	d _{s1}	d _{s2}	
Vorhandene Grundbewehrung				
Ober:	35.00	10.00	10.00	<input type="checkbox"/> Erforderliche Bewehrung für Gebrauchstauglichkeitsnachweis verwenden
Unten:	60.00	10.00	10.00	
Vorhandene Zusatzbewehrung				
Ober:	0.00	10.00	10.00	<input type="checkbox"/> Zusatzbewehrung auslegen
Unten:	0.00	10.00	10.00	

Längsbewehrung für Querkraftnachweis

☒ Ansatz der erforderlichen Längsbewehrung
 ☐ Ansatz der jeweils größeren Bewehrung aus erforderlicher Längsbewehrung oder definierter vorh. Bewehrung (Grund- und Zusatzbewehrung) pro Bewehrungsrichtung

☐ Erforderliche Längsbewehrung zur Vermeidung der Querkraftbewehrung automatisch erhöhen

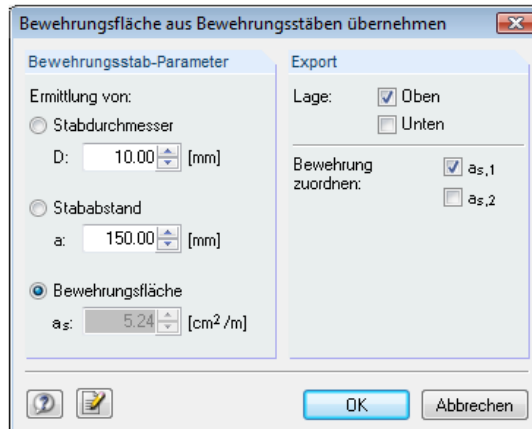
Maske 1.4 **Bewehrung**, Register **Längsbewehrung**

Zum anderen kann diese Zusatzbewehrung flächenweise vom Programm ermittelt werden. Dazu bestimmt das Programm die größte erforderliche Bewehrung einer Richtung des gesamten Bewehrungssatzes im Grenzzustand der Tragfähigkeit und subtrahiert von ihr die definierte Grundbewehrung. Nun wird die erforderliche Bewehrung eines jeden FE- bzw. Rasterpunkt betrachtet. Ist diese erforderliche Bewehrung größer als die definierte Grundbewehrung, so wird für diesen Punkt als vorhandene Bewehrung die Summe aus Grundbewehrung und der zuvor ermittelten Zusatzbewehrung angesetzt. Um die Zusatzbewehrung automatisch vom Programm ermitteln zu lassen, ist das Kontrollfeld **Zusatzbewehrung auslegen** anzuhaken.

Welche Eingabehilfen gibt es zur Definition der vorhandenen Bewehrung?



Neben dem Bewehrungsquerschnitt ist es für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit noch wichtig, den Bewehrungsstabdurchmesser und den Bewehrungsstababstand zu definieren. Der Stabdurchmesser kann zum einen neben dem vorhandenen Bewehrungsquerschnitt definiert werden. Zum anderen gibt es folgenden Dialog, der sich in Maske 1.4 über die links dargestellte Schaltfläche aufrufen lässt:



Bewehrungsfläche aus Bewehrungsstäben übernehmen

Bewehrungsstab-Parameter

Ermittlung von:

☐ Stabdurchmesser

D: 10.00 [mm]

☐ Stababstand

a: 150.00 [mm]

☒ Bewehrungsfläche

a_s: 5.24 [cm²/m]

Export

Lage: ☒ Oben ☐ Unten

Bewehrung zuordnen: ☒ a_{s,1} ☐ a_{s,2}

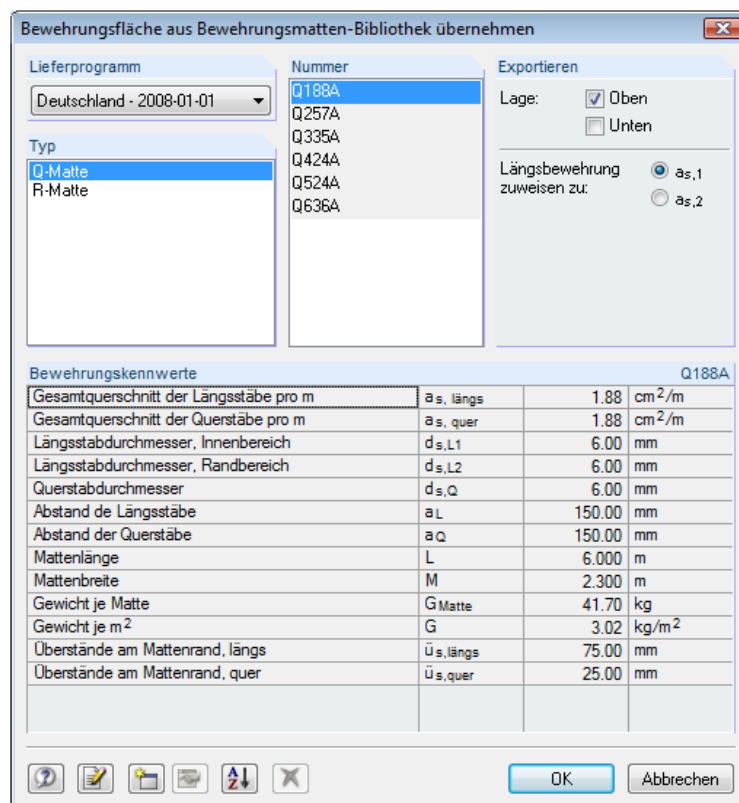
OK Abbrechen

Dialog *Bewehrung aus Bewehrungsstäben übernehmen*

Dort können zwei Größen aus Stabdurchmesser, Stababstand und Bewehrungsfläche definiert werden. Die dritte Größe wird dann berechnet.



Zudem existiert eine Bibliothek für Bewehrungsmatten.



Bewehrungsfläche aus Bewehrungsmatten-Bibliothek übernehmen

Lieferprogramm

Deutschland - 2008-01-01

Typ

Q-Matte

R-Matte

Nummer

Q188A

Q257A

Q335A

Q424A

Q524A

Q636A

Exportieren

Lage: ☒ Oben ☐ Unten

Längsbewehrung zuweisen zu: ☒ a_{s,1} ☐ a_{s,2}

Bewehrungskennwerte

		Q188A
Gesamtquerschnitt der Längsstäbe pro m	a _{s, längs}	1.88 cm ² /m
Gesamtquerschnitt der Querstäbe pro m	a _{s, quer}	1.88 cm ² /m
Längsstabdurchmesser, Innenbereich	d _{s, L1}	6.00 mm
Längsstabdurchmesser, Randbereich	d _{s, L2}	6.00 mm
Querstabdurchmesser	d _{s, Q}	6.00 mm
Abstand de Längsstäbe	a _L	150.00 mm
Abstand der Querstäbe	a _Q	150.00 mm
Mattenlänge	L	6.000 m
Mattenbreite	M	2.300 m
Gewicht je Matte	G _{Matte}	41.70 kg
Gewicht je m ²	G	3.02 kg/m ²
Überstände am Mattenrand, längs	ü _{s, längs}	75.00 mm
Überstände am Mattenrand, quer	ü _{s, quer}	25.00 mm


OK Abbrechen

Dialog *Bewehrungsfläche aus Bewehrungsmatten-Bibliothek übernehmen*

Welche Einstellungen gibt es noch vor der Berechnung?



In Maske 1.1 **Basisangaben** können Vorgaben zur Ermittlung der Bemessungsschnittgrößen nach der analytischen Nachweismethode getroffen werden.

Nachweismethode: ☒ Analytisch...  ☐ Nichtlinear...

Positionstyp

☐ 3D ☒ Wand XZ

☒ Platte XY ☐ Wand XY

Einstellungen für analytische Methode der Gebrauchstauglichkeitsnachweise

Methode

☒ Durch Annahme eines identischen Dehnungsverhältnisses der Längsbewehrung

☐ Durch Klassifizierung der Fläche als Platte oder Wand und Verwendung des Ablaufdiagramms aus dem Anhang A 2.8 bzw. A 2.9 zum ENV 1992-1-1:1991

☐ Durch Berücksichtigung des Verformungsverhältnisses der Längsbewehrung

Bemessung von

☒ Spannungen

☒ Rissen

OK Abbrechen

Maske 1.1 **Basisangaben** - Detailsinstellungen für analytische Nachweismethode bei 2D-Positionen

Positionstyp

☒ 3D ☐ Wand XZ

☐ Platte XY ☐ Wand XY

Einstellungen für analytische Methode der Gebrauchstauglichkeitsnachweise

Methode

☒ Durch Annahme eines identischen Dehnungsverhältnisses der Längsbewehrung

☐ Durch Klassifizierung der Fläche als Platte oder Wand und Verwendung des Ablaufdiagramms aus dem Anhang A 2.8 bzw. A 2.9 zum ENV 1992-1-1:1991

☐ Durch Berücksichtigung des Verformungsverhältnisses der Längsbewehrung

Bemessung von

☒ Spannungen

☒ Rissen

Einordnungskriterium

☐ Normalkräfte zu Null setzen und nachweisen einer Fläche ausschließlich als Platte, wenn für alle Bemessungspunkte dieser Fläche gilt:

$$\frac{n_x}{b \cdot h} \text{ und } \frac{n_y}{b \cdot h} \text{ und } \frac{n_{xy}}{b \cdot h} \leq 2.90 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

☐ Momente zu Null setzen und nachweisen einer Fläche ausschließlich als Wand, wenn für alle Bemessungspunkte dieser Fläche gilt:

$$\frac{6 \cdot m_x}{b \cdot h^2} \text{ und } \frac{6 \cdot m_y}{b \cdot h^2} \text{ und } \frac{6 \cdot m_{xy}}{b \cdot h^2} \leq 2.90 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

OK Abbrechen

Maske 1.1 **Basisangaben** - Detailsinstellungen für analytische Nachweismethode bei 3D-Positionen

Die erste Option im Abschnitt **Methode** entspricht dem Verfahren nach BAUMANN, wie es im Tragfähigkeitsnachweis verwendet wird. Dieses Verfahren ist einfach, schnell und sicher. Es handelt sich jedoch um eine rein geometrische Aufteilung, die nur dann zulässig ist, wenn die vorhandene Bewehrung nicht erheblich von der erforderlichen Bewehrung abweicht.

Die zweite Option ist ein vereinfachtes Verfahren aus dem Anhang zur ENV 1992-1-1. Voraussetzungen sind ein nicht gedrehtes orthogonales Bewehrungsnetz. Der Typ der Struktur darf nicht „3D“ sein. Um dennoch dieses Verfahren bei 3D-Strukturen verwenden zu können, bestehen im Modul Ausschlusskriterien für Normalkräfte oder Momente. Sind diese Ausschlusskriterien für die ganze Fläche erfüllt, wird diese entweder als Wand oder als Platte bemessen.

Die dritte Option stellt ein komplexes und zeitaufwändiges Verfahren zur Ermittlung der Bemessungsschnittgrößen dar. Bei diesem Verfahren wird schon bei der Ermittlung der Schnittgrößen die vorhandene Bewehrung berücksichtigt und ein Gleichgewicht aus Bemessungsschnittgrößen und Verformung des Bewehrungsnetzes gefunden. Dieses Verfahren wird nur für die 2D-Strukturtypen „Platte“ und „Wand“ angeboten.

Wie werden die Ergebnisse des Gebrauchstauglichkeitsnachweises in den Ausgabemasken präsentiert?

Die Ergebnisse werden wie gewohnt **gesamtwweise**, **flächenweise** und **punktweise** ausgegeben. In jeder dieser Masken befinden sich zwei Tabellen.

3.1 Gesamt											
Fläche Nr.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Rasterpunkt	Punkt-Koordinaten [m]			Lastfall	Typ	Vorh. Wert	Grenzwert	Einheit	Ausnutzung	Hinweis
1	R2	0.500	0.000	0.000	LF1	σ_c	-21.97	-13.50	N/mm ²	1.7	221)
1	R2	0.500	0.000	0.000	LF1	σ_s	336.56	400.00	N/mm ²	0.9	
1	R2	0.500	0.000	0.000	LF1	$a_{s,min}$	10.00	4.38	cm ² /m	0.5	
1	R5	0.500	0.500	0.000	LF1	lim d_s	1.00	0.91	cm	1.1	212)
1	R5	0.500	0.500	0.000	LF1	lim s_1	0.079	0.056	m	1.5	215) 216)
1	R2	0.500	0.000	0.000	LF1	w_k	0.217	0.200	mm	1.1	219)

<input type="radio"/> In FE-Punkten	<input checked="" type="radio"/> In Rasterpunkten	Max: 1.7 > 1	
-------------------------------------	---	--------------	--

Zwischenergebnisse - Fläche Nr. 1 - Raster-Nr. 2			
<input checked="" type="checkbox"/> Bestimmen der Betondruckspannung des aussteifenden Betons			
<input checked="" type="checkbox"/> Bestimmen der Betondruckspannung in die einzelnen Bewehrungsrichtungen			
Maximale Betondruckspannung		max σ_c	-21.97 N/mm ²
<input checked="" type="checkbox"/> Zulässige Betondruckspannung			
Begrenzungsfaktor gemäß 11.1.2		Fak 11.1.2	0.450
Charakteristische Betonfestigkeit		f_{ck}	30.00 N/mm ²
Zulässige Betondruckspannung		zul σ_c	-13.50 N/mm ²
<input checked="" type="checkbox"/> Nachweis			
Maximale Betondruckspannung		max σ_c	-21.97 N/mm ²
Zulässige Betondruckspannung		zul σ_c	-13.50 N/mm ²
Nachweiskriterium		Kriterium	1.627

Maske 3.1 Gesamt

Bem.-Details...

Die obere Tabelle zeigt die bis zu sechs möglichen Gebrauchstauglichkeitsnachweise. Die untere Tabelle zeigt die zu diesem Nachweis gehörenden wichtigsten Details. In bis zu 1000 Zeilen finden sich unter der Schaltfläche [Bem.-Details] sämtliche Zwischeninformationen zur Berechnung.

Diese Zwischeninformationen ermöglichen eine schnelle Beurteilung und Begründung der Ergebnisse.

Welche Unbemessbarkeiten können auftreten?

Die unten stehende Tabelle zeigt alle möglichen Fehlermeldungen.

Alle verfügbaren Fehlermeldungen bzw. Hinweise	
200)	Zulässige Betondruckspannung in erste Hauptnormalkrafttrichtung überschritten.
201)	Zulässige Betondruckspannung in zweite Hauptnormalkrafttrichtung überschritten.
202)	Zulässige Betondruckspannung in die Druckstrebenrichtung überschritten.
203)	Zulässige Betonstahlspannung an der Plattenunterseite in die Bewehrungsrichtung Φ_1 überschritten.
204)	Zulässige Betonstahlspannung an der Plattenunterseite in die Bewehrungsrichtung Φ_2 überschritten.
205)	Zulässige Betonstahlspannung an der Plattenoberseite in die Bewehrungsrichtung Φ_1 überschritten.
206)	Zulässige Betonstahlspannung an der Plattenoberseite in die Bewehrungsrichtung Φ_2 überschritten.
207)	Bewehrung an der Plattenunterseite in die Bewehrungsrichtung Φ_1 geringer als Mindestbewehrung.
208)	Bewehrung an der Plattenunterseite in die Bewehrungsrichtung Φ_2 geringer als Mindestbewehrung.
209)	Bewehrung an der Plattenoberseite in die Bewehrungsrichtung Φ_1 geringer als Mindestbewehrung.
210)	Bewehrung an der Plattenoberseite in die Bewehrungsrichtung Φ_2 geringer als Mindestbewehrung.
211)	Zulässige Stabdurchmesser an der Plattenunterseite in die Bewehrungsrichtung Φ_1 überschritten.
212)	Zulässige Stabdurchmesser an der Plattenunterseite in die Bewehrungsrichtung Φ_2 überschritten.
213)	Zulässige Stabdurchmesser an der Plattenoberseite in die Bewehrungsrichtung Φ_1 überschritten.
214)	Zulässige Stabdurchmesser an der Plattenoberseite in die Bewehrungsrichtung Φ_2 überschritten.
215)	Zulässige Stababstand an der Plattenunterseite in die Bewehrungsrichtung Φ_1 überschritten.
216)	Zulässige Stababstand an der Plattenunterseite in die Bewehrungsrichtung Φ_2 überschritten.
217)	Zulässige Stababstand an der Plattenoberseite in die Bewehrungsrichtung Φ_1 überschritten.
218)	Zulässige Stababstand an der Plattenoberseite in die Bewehrungsrichtung Φ_2 überschritten.
219)	Rissbreite überschritten.
220)	Zulässige Betondruckspannung an der Plattenunterseite in die Bewehrungsrichtung Φ_1 überschritten.
221)	Zulässige Betondruckspannung an der Plattenunterseite in die Bewehrungsrichtung Φ_2 überschritten.
222)	Zulässige Betondruckspannung an der Plattenoberseite in die Bewehrungsrichtung Φ_1 überschritten.
223)	Zulässige Betondruckspannung an der Plattenoberseite in die Bewehrungsrichtung Φ_2 überschritten.
224)	Bewehrung in eine Richtung nicht ermittelbar. Kein Nachweis möglich.
225)	Bewehrung in eine Richtung nicht ausreichend. Kein Nachweis möglich.
226)	Beton reißt an keiner Plattenseite auf.
227)	Änderung des Typs der Struktur bei der zweiten Bemessungsmethode notwendig, aber durch den Benutzer nicht zugelassen
228)	Interner Fehler: Gesamte Fläche für Wandbemessung zugelassen, aber Momentenbeanspruchung dieses Punktes nicht verr
229)	Interner Fehler: Gesamte Fläche für Plattenbemessung zugelassen, aber Normalkraftbeanspruchung dieses Punktes nicht ve
230)	Interner Fehler: Gesamte Fläche für anderen Bemessungstyp zugelassen, aber Bemessungstyp ist weder Wand noch Platte.
231)	Interner Fehler: Gewählter Typ des Struktur dieses Punktes stimmt nicht mit dem aller Punkte überein.

Verfügbare Fehlermeldungen für den Gebrauchstauglichkeitsnachweis

Die Fehlermeldungen 200) 201) 202) 220) 221) 222) 223) zeigen, dass je nach Typ der Struktur und Belastung der Beton in unterschiedliche Richtungen versagen kann.

Bei den Meldungen 203) bis 218) wird in jeweils vier Zeilen mitgeteilt, ob

- die Stahlspannung überschritten ist,
- die ermittelte Mindestbewehrung größer als die definierte Bewehrung ist,
- der definierte Stabdurchmesser größer als der ermittelte Höchstdurchmesser ist,
- der definierte Stababstand größer als der ermittelte Höchstabstand ist.

Meldung 219) besagt, dass die vorhandene Rissbreite entweder in eine Bewehrungsrichtung oder in Richtung der resultierenden Dehnung zu groß ist.

Besonderes Augenmerk gilt den Meldungen 224) und 225). Dabei ist es wichtig zu wissen, dass für den Gebrauchstauglichkeitsnachweis zunächst mit der Belastung des Registers **Gebrauchstauglichkeit** eine erforderliche Bewehrung bestimmt wird. Dadurch soll sichergestellt werden, dass die durch den Benutzer definierte Bewehrung ausreichend ist. Es kann sich herausstellen, dass die Bewehrung nicht ermittelbar ist (Meldung 224)). Dies lässt darauf schließen, dass die falsche Belastung für den Gebrauchstauglichkeitsnachweis ausgewählt wurde.

☒ Erforderliche Bewehrung für Gebrauchstauglichkeitsnachweis verwenden

Meldung 225) hingegen weist darauf hin, dass die vorhandene Bewehrung zu gering ist. Dies kann zum einen bedeuten, dass ein Fehler bei der Definition der vorhandenen Bewehrung vorliegt. Falls jedoch zum anderen die Option **Erforderliche Bewehrung für Gebrauchstauglichkeitsnachweis verwenden** gewählt wurde, haben sich Unterschiede in der Ermittlung der erforderlichen Bewehrung ergeben.

Dafür gibt es zwei Erklärungen. Die erforderliche Bewehrung für den Tragfähigkeitsnachweis wurde mit einer geringeren Belastung als für die Gebrauchstauglichkeitsnachweise geführt oder es liegen geringe Differenzen bei der Ermittlung der Bemessungsschnittgrößen vor. Somit liegt durch den analytischen Gebrauchstauglichkeitsnachweis ein lückenloses Vergleichsprogramm zu der bisherigen Flächenbemessung vor.

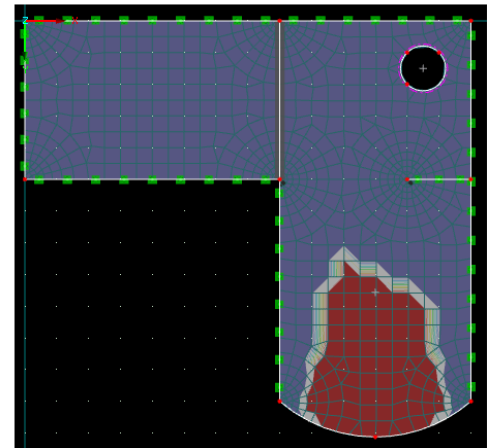
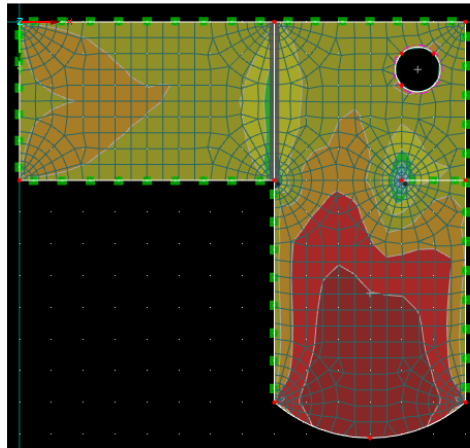
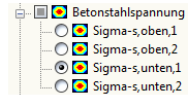
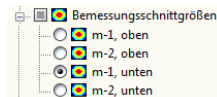
Meldung 227) erscheint immer dann, wenn die zweite Methode zur Ermittlung der Bemessungsschnittgrößen gewählt wurde, jedoch kein geeignetes Einordnungskriterium vorliegt, um diese Methode auch für 3D-Strukturen zu ermöglichen.

Dialog *Einstellungen für analytische Methode der Gebrauchstauglichkeitsnachweise*

Die Meldungen 228) und 229) entstehen bei einer Unvereinbarkeit von zwei Untersuchungsergebnissen. In einer ersten Untersuchung wird Punkt für Punkt kontrolliert, ob an keiner Stelle die Grenzspannung zur Vernachlässigung einer bestimmten Schnittgröße überschritten ist. Nur wenn bei allen Punkten die Grenzspannungen eingehalten sind, kann für die komplette Fläche eine Schnittgröße vernachlässigt werden. Wird der Gebrauchstauglichkeitsnachweis dann für einen bestimmten Punkt geführt, muss schon für den ersten Punkt bekannt sein, für welchen Typ der Struktur die Bemessung durchzuführen ist. Nach der Überprüfung aller Punkte in einer Voruntersuchung wird kontrolliert, für welchen Typ der Struktur die Bemessung durchgeführt werden soll. Bei der Durchführung des vollständigen Gebrauchstauglichkeitsnachweises wird dann nochmals der Strukturtyp überprüft. Besteht ein Widerspruch, so erscheinen die Meldungen 228) und 229).

Um ähnliche interne Fehler handelt es sich auch bei den letzten beiden Fehlermeldungen 230) und 231).

Warum gibt es nur in bestimmten Bereichen einen farblichen Verlauf von Gebrauchstauglichkeitsergebnissen, obwohl in der gesamten Struktur eine Belastung vorherrscht?



Bemessungsschnittgrößen und Stahlspannungen

Gebrauchstauglichkeitsnachweise dienen der Vermeidung von unzulässig großen Betonspannungen, Stahlspannungen und Rissen.

Damit sich Stahlspannungen und Risse überhaupt einstellen können, ist es zunächst notwendig, dass der Beton aufreißt. Dies wird durch einen Vergleich der Hauptspannungen mit dem Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit des Betons überprüft. Sind diese Hauptspannungen kleiner als der Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit, reißt der Beton nicht auf und es wird keine Ermittlung der Stahlspannung, des Grenzdurchmessers, des Grenzabstandes und der Rissbreite geführt. Jedoch werden stets die Betonspannung in die Hauptspannungsrichtung und die lastunabhängige Mindestbewehrung bestimmt.