



### Aktualisierung

#### Mindestbiegebewehrung

Bisher wurde der Nachweis der Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1,NA am Ende des Programms geführt. Dadurch musste nachträglich immer diese Bewehrung kontrolliert werden und eine evtl. Erhöhung wurde nicht automatisch bei den Durchstanznachweisen berücksichtigt.

In der neuen Version wird dieser Nachweis nun vorgezogen und vor dem eigentlichen Durchstanznachweis die Mindestbewehrung ermittelt. Wenn diese einen höheren Wert als die eingegebene Bewehrung ergibt, werden die Eingabewerte entsprechend angepasst und mit der höheren Biegebewehrung die Durchstanznachweise geführt.

#### Flächenlastverteilung

Für die Verteilung der Flächenlasten wurden in der bisherigen Fassung in jedem Quadranten Konzentrationsfaktoren analog dem Wert  $\beta$  nach Norm für den gesamten kritischen Rundschnitt bestimmt. Diese wurden für den kritischen Rundschnitt bei  $2d$  aus dem Mittelwert der Sektorenflächen bezogen auf das anteilige  $u_1$  der Sektoren berechnet. Die anteilige Einleitungsfläche  $A_{load}$  wurde bei den Flächen abgezogen.

Neuere Veröffentlichungen und Zulassungen tragen immer mehr der Tatsache Rechnung, dass sich die Flächenlast in weiterem Abstand zur nachzuweisenden Stütze gleichmäßiger verteilt. Das zeigt sich u.a. an den zulässigen reduzierten  $\beta$ -Werten im Bereich  $u_{out}$ .

Unser Programm V.0012 behält die ermittelten Konzentrationsfaktoren für  $u_1$  in allen Schnitten  $\leq 2d$  bei, berechnet jedoch in den Schnitten außerhalb des kritischen Rundschnitts für jeden Schnitt eigene Konzentrationsfaktoren als Mittelwert aus den Verhältnissen der außerhalb des Schnitts liegenden Sektorenflächen bezogen auf den anteiligen Schnittumfang des Sektors.

Damit nehmen diese Faktoren nach außen etwas ab und berücksichtigen die gleichmäßigere Verteilung der Flächenlasten.

Die Lastausstrahlung der Sonderlasten ist davon nicht betroffen.

#### Konstruktionsdialog

Konstruktionswerte						
<b>Biegebewehrung</b>						
Randabstand	d1x	2.5	cm	d1y	3.5	cm
aussen	asx	5.24	cm2/m	asy	5.24	cm2/m
innen	asx		cm2/m	asy		cm2/m
Stanzbewehrung		2	0/1/2/3			
	sr	0.70	d			
vRdmax		1.96	vRdc	dsmax	25	mm
<b>Durchstanzbemessung</b>						
nach Stabwerkmodell			0/1=nein/ja			
rel. Betontraganteil			0/1=nein/ja			
Faktor für vRdmax bezogen auf vRdc (1.4 Norm, 1.96 Zulassung Kopfbolzen, 2.10 Filigran )						OK



Im Konstruktionsdialog kann jetzt mit Kz. 3 die Verzweigung zum neuen Modul

V.0013 Durchstanzen Sektorenmodell mit Filigran FDB-Elementen

angewählt werden. Die Möglichkeiten sind dort beschrieben.

Zusätzlich sind für zukünftige Erweiterungen schon 2 weitere Kennziffern integriert worden, die eine Berechnung nach der Stabwerkstheorie mit festgelegten Druckstrebenneigungen und eine Berücksichtigung eines Betontraganteils bezogen auf das Verhältnis  $v_{Ed} / v_{Rd,c}$  ermöglichen sollen.

Beide Ergänzungen können jedoch erst aktiviert werden, wenn entsprechende Forschungsergebnisse vorliegen.

### äußere Bewehrungsreihe

Zur Bestimmung der letzten Bewehrungsreihe werden die äußeren Rundschnitte mit dem Durchstanz- ( $u_{outR}$ ) und dem Querkraftwiderstand ( $u_{outV}$ ) iterativ ermittelt.

Nach anerkanntem Tragwerksmodell ist die Rissbildung am Schnitt  $u_{outR}$  soweit fortgeschritten, dass der Beton die außerhalb dieses Schnittes angrenzende Druckstrebe mit einer Neigung von  $1/1.5d$  und einer Breite von  $\leq 0.75d$  nicht mehr aufhängen kann, d.h. spätestens in der Schwerelinie dieser Druckstrebe muss die äußere Aufhängebewehrung ansetzen. Da die Querkraft in der Regel nach außen hin abnimmt, liegt diese Schwerelinie bei ca.  $0.75d \times 0.60 = 0.45d$ . Die letzte Bewehrungsreihe wird folglich bei  $u_{outR} - 0.45d$  festgelegt.

Der Abstand von  $u_{outV}$  zu  $u_{outR}$  ist geometrisch nicht von  $d$  sondern ausschließlich von der Ausbreitung des Stanzbereichs abhängig, da die Differenz von 20% zwischen Querkraft- und Durchstanzwiderstand an jeder Stelle einen anderen Abstand ergibt und nicht immer gleich ist. Bei einem  $u_{outV}$  z.B. von 1.20 m liegt normalerweise  $u_{outR}$  bei 1.00 m und bei  $u_{outV}$  von 0.60 m bei 0.50 m.

In Fällen, in denen  $v_{min}$  als Durchstanzwiderstand greift, ist sogar  $u_{outV} = u_{outR}$ . Das Gleiche gilt für den Fall einer Sonderlast, die von der Stütze bis zur Last hin die Beanspruchung  $v_{ed} > v_{Rd,c}$  aufweist. Umgekehrt kann theoretisch  $u_{outV}$  wesentlich größer als  $u_{outR}$  werden, wenn eine Sonderlast die Beanspruchung im gesamten Bereich zwischen Querkraft- und Durchstanzwiderstand hält.

Der folgende Fall zeigt ein solches Beispiel:

#### Durchstanzbewehrung (Bewehrungsrichtung 90°)

a : Schnittabstand von dem Stützen- bzw. Kopfrand

Quadr. Schnitt	d	a	$u_i$	$v_{Ed}$	$v_{Rd,c}$	$k_{sw}$	$v_{Rd,cs}$	$A_{sw}$	$a_{sw}$
	cm	cm	m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>		N/mm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup> /m
ob/li	1	27.0	9.5	0.96	1.287	0.650	1.29	4.783	4.99
	2	27.0	28.4	1.26	1.016	0.650	1.02	4.931	3.93
	3	27.0	47.3	1.55	0.851	0.650	0.85	3.828	2.46
	4	27.0	66.2	1.85	0.700	0.650	0.70	3.750	2.03
outR	27.0	74.8		0.668	0.650				
outV	27.0	185.2		0.159	0.542				



Diese Erörterung zeigt, dass ein festgelegter maximaler Abstand der letzten Bewehrungsreihe von  $u_{outV}$  mit  $\leq 1.5d$  insbesondere bei Sonderlasten überhaupt nicht logisch ist.

Die teilweise übliche Ermittlung von  $l_s$  (letzte Bewehrungsreihe) über einen starren Abstand von  $u_{outV} - 1.50d$  ist folglich nicht korrekt und kann weit auf der unsicheren Seite liegen. Diese Vorgehensweise ist auch durch die Norm, die nur für gleichmäßig verteilte Flächenlast gilt, nicht gedeckt, da diese den Abstand von  $l_s$  zu  $u_{outV}$  nach [1] 6.4.5 (4) nicht starr sondern nur als Grenzwert formuliert und eine Durchstanzbewehrung fordert, solange diese erforderlich ist.

Auch die entsprechenden Skizzen in der Zulassung sind in diesem Fall nicht vollständig bzw. widersprüchlich, da der Abstand nicht mit  $1.5d$  sondern gemäß [1] mit  $\leq 1.5d$  angegeben werden müsste.

Sittensen, den 11.03.2023

Dipl.-Ing. Dieter Vogelsang