



# Bewehren von Stahlbetontragwerken nach DIN EN 1992-1-1:2011-01 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01

## Bewehrungs- und Konstruktionsregeln

Arbeitsblatt 8  
Ausgabe 2013-04

Herausgabe:  
Überarbeitung (DIN EN1992-1-1):

Institut für Stahlbetonbewehrung e.V.  
Dr.-Ing. N. Brauer, Dipl.-Ing. J. Ehmke (Dormagen)

### 1 Vorbemerkungen

Zur Sicherstellung der ausreichenden Zuverlässigkeit sind Stahlbetonbauteile in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen und entsprechend den Anforderungen an die Dauerhaftigkeit auszubilden. Darüber hinaus sind bei der Ausbildung von Stahlbetonbauteilen diverse bauteilspezifische **Bewehrungs- und Konstruktionsregeln** zu beachten.

Im Abschnitt 2 dieses Arbeitsblattes sind die **allgemeinen Bewehrungsregeln** hinsichtlich **Grenzstabdurchmessern, lichten Mindeststababständen** und Regelungen über das **Biegen von Betonstählen** zusammengefasst. Weiterführende Regelungen zu Verbundbedingungen, Verankerungslängen und Bewehrungsstößen in Stahlbetonbauteilen sind dem ISB - Arbeitsblatt 7 zu entnehmen.

Die übrigen Abschnitte dieses Arbeitsblattes fassen die **bauteilspezifischen Konstruktionsregeln** für überwiegend auf Biegung beanspruchte Bauteile (Balken, Plattenbalken und Platten), Stützen, Wände und wandartige Träger und Fertigteile zusammen. Die Einhaltung der Konstruktionsregeln und der besonderen Bestimmungen des Abschnittes 8 dieses Arbeitsblattes sind u.a. zur Vermeidung von Bauteilversagen bei Erstrissbildung ohne Vorankündigung (Duktilitätskriterium), der Sicherstellung einer angemessenen Dauerhaftigkeit der Bauteile und zur Aufnahme von lokalen, rechnerisch nicht erfassten Querzugspannungen erforderlich.

Analog zur DIN 1045-1 werden in diesem Arbeitsblatt die Prinzipien (gerade Schreibweise) von den *Anwendungsregeln und Hinweisen (kursive Schreibweise)* unterschieden.

### 2 Allgemeine Bewehrungsrichtlinien (DIN EN 1192-1-1, 8) für gerippten Betonstahl, Betonstahlmatten und Spannstahl unter vorwiegend ruhender Belastung

#### 2.1 Grenzstabdurchmesser $\varnothing$ und lichte Mindestabstände $a$ (horizontal und vertikal) zwischen parallelen Einzelstäben oder Lagen außerhalb von Stoßbereichen <sup>a)</sup>

	Betonstahl	Betonstahlmatten nach DIN 488:2009		Stabbündel <sup>c)</sup>
	Einzelstäbe	Einzel- und Doppelstäbe <sup>b)</sup> in Längsrichtung	Einzelstäbe in Querrichtung <sup>e)</sup>	Gebündelte Einzelstäbe ( $n \leq 3$ )
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
Stabdurchmesser $\varnothing$	$6 \geq \varnothing \leq 40$ $\geq 32$ : nur wenn Bauteildicke $\geq 15 \varnothing$ und C20/25 bis C80/95	$6 \geq \varnothing \geq 14$	$5 \geq \varnothing \geq 14$	$\leq 28$ (Normalbeton) $\leq 20$ (Leichtbeton)
Vergleichsstabdurchmesser $\varnothing_n = \varnothing \sqrt{n_b^{d)}}$	-			$\leq 55$ (bei überwiegender Zugbeanspruchung) $\leq 28$ ( $\geq$ C70/85)
Mindestabstand $a$	$\geq 20$ bzw. $d_g + 5$ mm (für $d_g \geq 16$ mm, mit $d_g =$ Größtkorn des Zuschlags) $\geq 1,0 \cdot \varnothing$ (bzw. $\varnothing_n$ )			

<sup>a)</sup> Für lichte Mindeststababstände in Stoßbereichen siehe ISB - Arbeitsblatt 7.

<sup>b)</sup> Im Allgemeinen sind Doppelstäbe in Betonstahlmatten wie Stabbündel zu behandeln, d.h.  $\varnothing_n = \varnothing \cdot \sqrt{2}$ .

<sup>c)</sup> In Leichtbeton sollten Stabbündel nur auf der Grundlage von Erfahrungen oder Versuchsergebnissen verwendet werden (i.d.R. über Zulassungen).

<sup>d)</sup>  $n_b$  = Anzahl der Einzelstäbe eines Stabbündels, mit  $n_b \leq 4$  für lotrechte Stäbe unter Druck und in Übergreifungsstößen <sup>e)</sup> Insoweit  $n_b \leq 3$  für alle anderen Fälle

<sup>e)</sup>  $\min \varnothing = 5$  mm nur als Querbewehrung bei einachsiger gespannten Decken und in Stützen zulässig, sonst ist  $\min \varnothing = 6$  mm.

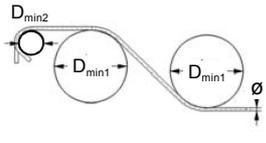
**INSTITUT FÜR STAHLBETONBEWEHRUNG e.V.**

## 2.2 Biegen von Betonstäben (DIN EN 1992-1-1, 8.3)

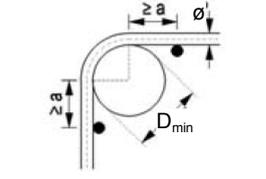
### 2.2.1 Allgemeine Hinweise / Abgrenzungskriterien

- Betonstäbe aller Lieferformen sind für das Biegen geeignet.
- Das Biegen des Bewehrungsstahls muss mit dafür geeigneten Vorrichtungen erfolgen. Der Stahl sollte beim **Kaltbiegen** eine Temperatur von mindestens 0 °C haben (  $\geq 5$  °C bei angemessener reduzierter Biegegeschwindigkeit).
- Das Biegen (Temperatur  $\geq 500$  °C oder Rotglut) darf nur unter kontrollierter Erwärmung (Temperaturmessung), nicht mit dem Schneidbrenner und ohne örtliches Aufschmelzen stattfinden. Abkühlen stets in ruhiger Luft, kein Abschrecken mit Wasser.
- Das **Hin- und Zurückbiegen** stellt für den Betonstahl eine zusätzliche Beanspruchung dar. Da eingelegte Rückbiegebedingungen meist nicht eingehalten werden, treten starke Kaltverformungen, evtl. sogar Anrisse am Rippenfuß auf. Nickstellen oder gar mechanische Verletzungen sind in jedem Fall zu vermeiden.
- Die Begrenzung des Biegerollendurchmessers ist erforderlich, um Betonabplatzungen oder Zerstörungen des Betongefüges im Bereich der Biegung und Risse im Stab infolge des Biegens auszuschließen.

### 2.2.2 Mindestwerte der Biegerollendurchmesser bei einmaligem Biegen (DIN EN 1992-1-1/NA, Tabelle NA.8.1a)

	Haken, Winkelhaken, Schlaufen, Bügel [ $\phi_{min1}$ ]		Schrägstäbe oder andere gebogene Stäbe [ $\phi_{min2}$ ]		
	Stabdurchmesser $\phi$		Mindestwerte der Betondeckung rechtwinklig zur Biegeebene		
	< 20 mm	$\geq 20$ mm	> 100 mm > 7 $d_s$	> 50 mm > 3 $d_s$	$\leq 50$ mm $\leq 3 d_s$
Normalbeton	4 $\phi$	7 $\phi$	10 $\phi$	15 $\phi$	20 $\phi$
Leichtbeton nach DIN EN 1992-1-1, 11.8.1	1,5 · 4 = 6 $\phi$	1,5 · 7 = 10,5 $\phi$	1,5 · 10 = 15 $\phi$	1,5 · 15 = 22,5 $\phi$	1,5 · 20 = 30 $\phi$

### 2.2.3 Mindestwerte der Biegerollendurchmesser $\phi_{br}$ für nach dem Schweißen gebogene Bewehrung bei einmaligem Biegen (DIN EN 1992-1-1/NA, Tabelle NA.8.1b)

	Vorwiegend ruhende Einwirkungen		Nicht vorwiegend ruhende Einwirkungen	
	Schweißung außerhalb des Biegebereiches	Schweißung innerhalb des Biegebereiches	Schweißung auf der Außenseite der Biegung	Schweißung auf der Innenseite der Biegung
für $a < 4 \phi$	20 $\phi$	20 $\phi$	100 $\phi$	500 $\phi$
für $a \geq 4 \phi$	Werte nach Tabelle 2.2.2			

### 2.2.4 Hin- und Zurückbiegen von Betonstabstäben und Betonstahlmatten <sup>a)</sup> (DIN EN 1992-1-1/NA:1, NCI Zu 8.3 (NA.5))

Bedingungen / Parameter		Kaltbiegen		Warmbiegen
		Hin- und Zurückbiegen	Mehrfachbiegen an derselben Stelle	Hin- und Zurückbiegen
Vorwiegend ruhende Einwirkungen	$\phi$	$\leq 14$ mm	<b>nicht zulässig</b>	-
	min	$\geq 6 \phi$		-
	$f_{yd}$	$\leq 0,8 f_{yk} / \gamma_s$ <sup>b)</sup>		$\leq 250$ N/mm <sup>2</sup>
	$V_{Ed}$	$\leq 0,30 V_{Rd, max}$ <sup>c) e)</sup> $\leq 0,20 V_{Rd, max}$ <sup>d) e)</sup>		-
Nicht vorwiegend ruhende Einwirkungen	$\phi$	$\leq 14$ mm		-
	min	$\geq 15 \phi$		-
	$f_{yd}$	$\leq 0,8 f_{yk} / \gamma_s$ <sup>b)</sup>		$\leq 250$ N/mm <sup>2</sup> / $\gamma_s$
	$\sigma_R$	$\leq 50$ N/mm <sup>2</sup>		$\leq 50$ N/mm <sup>2</sup>
	$V_{Ed}$	$\leq 0,30 V_{Rd, max}$ <sup>c) e)</sup> $\leq 0,20 V_{Rd, max}$ <sup>d) e)</sup>	-	

<sup>a)</sup> Wird Betonstahl bei der Verarbeitung warm gebogen ( $\geq 500$  °C), so darf er nur mit einer charakteristischen Streckgrenze  $f_{yk}$  von 250 N/mm<sup>2</sup> in Rechnung gestellt werden.

Die Schwingbreite der Stahlspannung darf  $\sigma_R = 50$  N/mm<sup>2</sup> nicht überschreiten.

Einzelheiten zur technischen Ausführung sind z.B. im DBV - Merkblatt Rückbiegen von Betonstahl und Anforderungen an Verwahrkästen enthalten.

<sup>b)</sup> Gültig bei linear-elastischer Berechnung der Schnittgrößen. Bei nicht-linearen Verfahren der Schnittgrößenermittlung gilt  $f_{yd} \leq 0,8 f_{yk} / \gamma_s$

<sup>c)</sup> Bei Bauteilen mit Querkraftbewehrung senkrecht zur Bauteilachse

<sup>d)</sup> Bei Bauteilen mit Querkraftbewehrung in einem Winkel  $a < 90^\circ$  zur Bauteilachse

<sup>e)</sup> Der Wert  $V_{Rd, max}$  darf vereinfachend mit  $\theta = 40^\circ$  ermittelt werden

### 3 Konstruktionsregeln für Balken und Plattenbalken (DIN EN 1992-1-1, 9)

#### 3.1 Allgemeine Hinweise / Abgrenzungskriterien

- Breite Balken mit Rechteckquerschnitten  $l_{\text{eff}} / h > 3$  dürfen wie Vollplatten behandelt werden (DIN EN 1992-1-1/NA, 9.3).
- Bei indirekter Lagerung ist stets eine Aufhängebewehrung anzuordnen (siehe DIN EN 1992-1-1, 9.2.5).
- Die konstruktiven Regeln gewährleisten eine bauliche Durchbildung, bei der rechnerisch nicht erfasste Einspannungen an den Endauflagern berücksichtigt werden. (siehe DIN EN 1992-1-1, 9.2.1.2(1))

#### 3.2 Bewehrung in Balken und Plattenbalken / Mindest- und Höchstwerte

	Konstruktive Regeln	Mindestwert	Höchstwert
Längs- / Biegezugbewehrung	siehe Abschnitt 3.3	$A_{sl} \geq f_{ctm} \cdot W_c / (f_{yk} z)^a$	$A_{sl} \leq 0,08 A_c^b$
Querkraftbewehrung	siehe Abschnitt 3.4	$A_{sw} \geq \rho_{w,min}^d \cdot s \cdot b_w \cdot \sin \alpha^c$	-
Torsionsbewehrung	siehe Abschnitt 3.5	-	-
Oberflächenbewehrung	siehe Abschnitt 3.6	$A_{s,surmin} \geq 0,02 A_{ct,ext}$	-

a)  $W_c$  = Widerstandsmoment des ungerissenen Querschnitts    c) Allgemein:  $\rho_{w,min} = 0,16 f_{ctm} / f_{yk}$   
 b) Maßgebend auch im Querschnittsbereich mit Übergreifungsstößen    gegliederte Querschnitte mit vorgespannten Zuggurt:  $\rho_{w,min} = 0,256 f_{ctm} / f_{yk}$

#### 3.3 Längs- / Biegezugbewehrung nach DIN EN 1992-1-1; 9.2

- Die untere Mindestbewehrung im Feld ist zwischen den Auflagern durchzuführen. Über Innenauflagern ist die obere Mindestbewehrung in beiden anschließenden Feldern über eine Länge von mindestens einem Viertel der Stützweite einzulegen. Bei Kragarmen muss die Mindestbewehrung über die gesamte Kragarmlänge durchlaufen. Die Mindestbewehrung ist gleichmäßig über die Breite sowie anteilmäßig über die Höhe der Zugzone zu verteilen.
- Die Zugkraftdeckung ist in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit und der Tragfähigkeit nachzuweisen. Bei Ermittlung der Schnittgrößen mit linear-elastischen Verfahren, mit und ohne Umlagerung der Momente, kann auf den Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit verzichtet werden (vgl. DIN EN 1992-1-1/NA, NCI Zu 7.1).
- Bei Annahme frei drehbarer Lagerung muss die Bemessung der Querschnitte am Endauflager für ein Stützmoment  $M_s \geq 0,25 M_f$  erfolgen. Die Bewehrung muss, vom Auflagerrand gemessen, mindestens über die 0,25-fache Länge des Endfeldes eingelegt werden.
- Bei einer monolithischen Verbindung zwischen Balken bzw. Platte und Auflager sollte das Bemessungsmoment am Auflagerrand mindestens das 0,65-fache des Vollspannmomentes betragen (DIN EN 1992-1-1, 5.3.2.2(3)).

#### 3.3.1 Anordnung der Längsbewehrung entlang der Bauteilachse (Zugkraftdeckungslinie)

- Die abzudeckende Zugkraftlinie darf durch eine Verschiebung der für Biegung und Normalkraft ermittelten  $F_{sd}$ -Linie um das Versatzmaß  $a_1$  bestimmt werden:

$$a_1 = z / 2 (\cot \theta - \cot \alpha) \geq 0$$

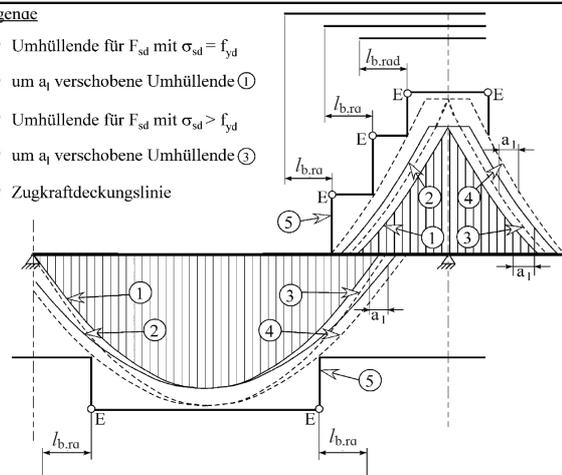
mit:  $\theta$  Winkel zwischen Betondruckstreben und Bauteilachse

$\alpha$  Winkel zwischen Querkraftbewehrung und Bauteilachse

- Bei der Querschnittsbemessung darf für den Betonstahl der ansteigende Ast der Spannungs-Dehnungs-Linie nach Überschreiten der Streckgrenze berücksichtigt werden. Der Grundwert der Verankerungslänge  $l_{b,req}$  ist dann um den Faktor  $\sigma_{su} / (\sigma_{sd} \cdot \gamma_s)$  zu erhöhen (mit  $\sigma_{su}$  = Stahlspannung im Grenzzustand der Tragfähigkeit, vgl. Bild NA.3.8.1)
- Die Zugbewehrung darf bei Plattenbalken- und Hohlkastenquerschnitten in der Platte höchstens auf einer Breite entsprechend der halben mitwirkenden Plattenbreite nach DIN EN 1992-1-1, 5.3.2.1 angeordnet werden. Bei Anordnung der Zugbewehrung außerhalb des Steges erhöht sich  $a_1$  jeweils um den Abstand der einzelnen Stäbe vom Steganschnitt.

##### Legende

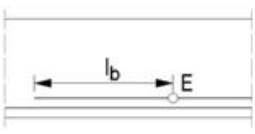
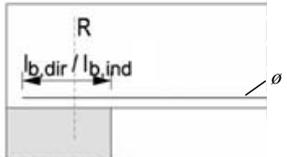
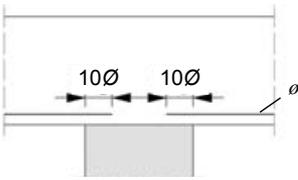
- ① Umhüllende für  $F_{sd}$  mit  $\sigma_{sd} = f_{yd}$
- ② um  $a_1$  verschobene Umhüllende ①
- ③ Umhüllende für  $F_{sd}$  mit  $\sigma_{sd} > f_{yd}$
- ④ um  $a_1$  verschobene Umhüllende ③
- ⑤ Zugkraftdeckungslinie



Zugkraftdeckungslinie nach DAfStb-Heft 600, Bild H8-1

### 3.3.2 Verankerungslängen

- Die Verankerungslängen am End- und Innenaufleger gelten auch für die Mindestbewehrung. Stöße der Mindestbewehrung sind für die volle Zugkraft auszubilden.

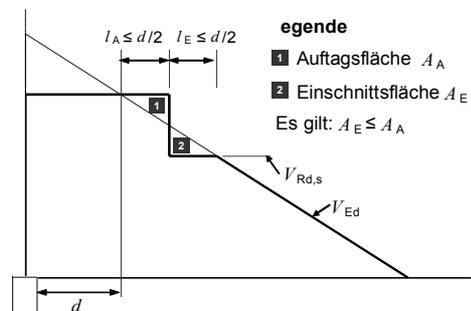
Feld		$l_b \geq l_{bd}$	$l_{bd}$ nach DIN EN 1992-1-1, 8.4.4
Endauflager		$l_{b,dir} \geq 2/3 l_{bd}$ $\geq 6,7 \phi$	Am Endauflager ist die Kraft $F_{sd} = V_{Ed} a_1 / z + N_{Ed} \geq V_{Ed} / 2$
		$l_{b,ind} \geq l_{bd}$ $\geq 10 \phi$	zu verankern, jedoch mindestens der max. Feldbewehrung. Die Bewehrung ist in allen Fällen über die rechnerische Auflagerlinie zu führen.
Zwischenaufleger		$l_b \geq 10 \phi$ $\phi$ nach dem NCI zu 9.2.1.5(2) ist für den Regelfall eine Verankerung mit dem Maß $6 \phi$ ausreichend	Zusätzlich sollte die unten liegende Bewehrung so ausgeführt werden (z.B. in Form von durchgeführter Bewehrung), dass sie positive Momente infolge außergewöhnlicher Beanspruchungen aufnehmen kann (Auflagersetzungen, Explosion usw.). Nach DIN EN 1992-1-1; 9.2.1.5(2) darf eine genauere Berechnung zur Ermittlung der Verankerungslänge durchgeführt werden.

### 3.4 Querkraftbewehrung

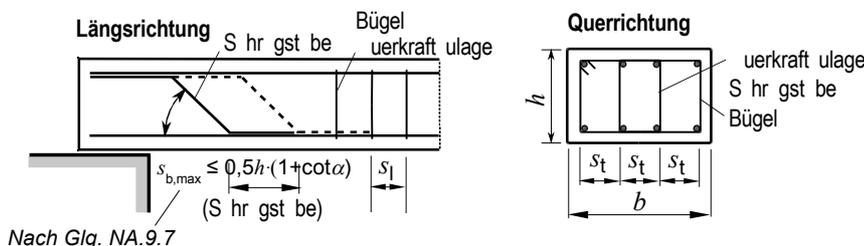
- Die Querkraftbewehrung sollte mit der Bauteilachse einen Winkel von  $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$  bilden und darf aus einer Kombination von Stäben, die die Längszugbewehrung und die Druckzone umfassen, und Querkraftstäben, als Stäbe, Leitern usw., ohne Umschließung der Längsbewehrung (siehe DIN EN 1992-1-1, Bild 9.5), bestehen.
- Schrägstäbe und Querkraftzulagen dürfen als Querkraftbewehrung in Balken nur gleichzeitig mit Bügeln verwendet werden. Mindestens 50% der aufzunehmenden Querkraft müssen hierbei durch Bügel abgedeckt sein.

#### 3.4.1 Anordnung der Querkraftbewehrung entlang der Bauteilachse (Querkraftdeckungsline)

- In Bereichen ohne Querkraftsprünge und bei an der Oberseite eingetragenen Lasten ist die Querkraftbewehrung entlang der Bauteilachse mit dem Mittelwert von  $V_{Ed}$  in diesem Längenabschnitt zu bemessen. Bei unten angehängten Lasten darf die Querkraftdeckungsline nicht eingeschnitten werden.
- Bei Tragwerken des üblichen Hochbaus darf die Querkraftdeckungsline nach nebenstehendem Bild abgestuft abgedeckt werden.



#### 3.4.2 Größte Längs- und Querabstände von Bügelschenkeln, Querkraftzulagen und Schrägstäben (NDP Zu 9.2.2)



Querkraftausnutzung	Längsabstand <sup>a)</sup> $s_{l,max}$ in [mm]		Querabstand $s_{t,max}$ in [mm]	
	$\leq C 50/60$	$> C 50/60$	$\leq C 50/60$	$> C 50/60$
$V_{Ed} \leq 0,3 V_{Rd,max}$	0,7 h bzw. 300	0,7 h bzw. 200	h bzw. 800	h bzw. 600
$0,3 V_{Rd,max} < V_{Ed} \leq 0,6 V_{Rd,max}$	0,5 h bzw. 300	0,5 h bzw. 200	h bzw. 600	h bzw. 400
$V_{Ed} > 0,6 V_{Rd,max}$	0,25 h bzw. 200			

<sup>a)</sup>  $V_{Ed}$  und  $V_{Rd,max}$  nach DIN EN 1992-1-1, 9.2.1.5. Näherungsweise darf  $V_{Ed}$  mit  $\theta = 40^\circ$  ( $\cot \theta = 1,2$ ) ermittelt werden.

### 3.5 Torsionsbewehrung nach DIN EN 1992-1-1, 9.2.3

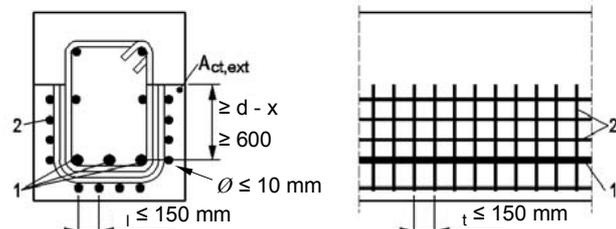
- Als Torsionsbewehrung ist ein rechtwinkliges Bewehrungsnetz aus Bügeln und Längsstäben vorzusehen. Bügel sind in Balken und in Stegen von Plattenbalken nach DIN EN 1992-1-1, Bild NA.8.5 e), g) oder h) zu schließen. Die Hakenlänge  $a$ ) nach Bild NA.8.5 e) ist dabei auf  $10\phi$  zu vergrößern. Die Bügelform a3) nach DIN EN 1992-1-1, Bild 9.6 darf für Torsionsbügel nicht angewendet werden. Die Längsstäbe sind im Allgemeinen gleichmäßig über den Umfang innerhalb der Bügel zu verteilen.

#### 3.5.1 Obere Grenzwerte der Bügel- ( $s_i$ ) und Längsstababstände ( $s_L$ )

Max. Bügelabstand in Längsrichtung:	Max. Abstand der Längsstäbe:
$s_i \leq$ Werte Tabelle 3.4.2 $\leq l/8$ $\leq \min(b, d)$	$s \leq 35$ cm für rechteckige (allgemein) und polygonal umrandete Querschnitte gilt zudem mindestens 1 Längsstab je Ecke.

### 3.6 Oberflächenbewehrung bei großen Stabdurchmessern ( $\phi$ bzw. $\phi_n \geq 32$ mm) nach DIN EN 1992-1-1, Anhang (normativ)

- Zur Vermeidung von Betonabplatzungen und zur Begrenzung der Rissbreiten ist bei Bauteilen mit Stabdurchmessern  $d_s$  bzw.  $d_{sv} \geq 32$  mm eine Oberflächenbewehrung erforderlich.
- Der Durchmesser der Oberflächenbewehrung sollte  $\leq 10$  mm betragen.
- Die Oberflächenbewehrung ist als Netz- bzw. als Stabmattenbewehrung aus Betonstahlmatten oder Stäben außerhalb der Bügel liegend anzuordnen (siehe nebenstehendes Bild).
- Mindestbetondeckung siehe DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 4.4.1.2.
- Die Netz- bzw. Stabmattenbewehrung ist auf die statisch erforderliche Bewehrung anrechenbar, wenn die Regelungen für die Anordnung und Verankerung dieser Bewehrung erfüllt sind.



1 Einzelstäbe oder Stabbündel mit  $d_s$  bzw.  $d_{sv} > 32$  mm  
 2 Oberflächenbewehrung  $A_{s,surf} \geq 0,02 A_{ct,ext}$

## 4 Konstruktionsregeln für Vollplatten aus Ortbeton (DIN EN 1992-1-1, 9.3)

### 4.1 Allgemeine Hinweise / Abgrenzungskriterien

- Rechteckquerschnitte mit  $l_{eff}/h > 3$  und  $b/h \geq 5$  dürfen wie Vollplatten behandelt werden (DIN EN 1992-1-1/NA, NCI Zu 9.3). Eine Mindestquerkraftbewehrung nach DIN EN 1992-1-1, NCI Zu 9.3.2 (2) ist für Platten mit  $b/h \leq 5$  erforderlich.

#### 4.1.1 Mindestdicken für Vollplatten aus Ortbeton

ohne Querkraftbewehrung (NCI Zu 9.3.1.1 (NA.5))	mit Querkraftbewehrung (aufgebogenen)	mit Querkraftbewehrung (Bügel) oder Durchstanzbewehrung
$\geq 70$ mm	$\geq 160$ mm	$\geq 200$ mm

4.2 Bewehrung in Platten / Mindest- und Höchstwerte nach DIN EN 1992-1-1, 9.3.2					
		Konstruktive Regeln	Mindestwert	Höchstwert	
Längs-(Haupt-) bewehrung		siehe Abschnitt 4.3	$A_{sl} \geq f_{ctm} W_c / (f_{yk} z)$	$A_{sl} \leq 0,08 A_c$	
Querbewehrung			$A_{sq} \geq 0,2 \text{ erf. } A_{sl}^{a)}$	-	
Querkraftbewehrung	$b/h > 5$	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$	keine Querkraftbewehrung erforderlich		
		$V_{Ed} > V_{Rd,c}$	siehe Abschnitt 4.4	$A_{sw} \geq 0,6 \cdot \min \rho_w^{c)} \cdot s_w \cdot b_w \cdot \sin \alpha$	-
	$5 \geq b/h \geq 4$	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$	siehe Abschnitt 4.4	$b/h \geq 5$ $A_{sw} \geq 0^{b)}$ $b/h = 4$ $A_{sw} \leq 1,0 \cdot \min \rho_w^{c)} \cdot s_w \cdot b_w \cdot \sin \alpha^{b)}$	-
		$V_{Ed} > V_{Rd,c}$	siehe Abschnitt 4.4	$b/h \geq 5$ $A_{sw} \geq 0,6 \cdot \min \rho_w^{c)} \cdot s_w \cdot b_w \cdot \sin \alpha^{b)}$ $b/h = 4$ $A_{sw} \leq 1,0 \cdot \min \rho_w^{c)} \cdot s_w \cdot b_w \cdot \sin \alpha^{b)}$	-
Drillbewehrung		siehe Abschnitt 4.5	-		
Durchstanzan	$V_{Ed} \leq V_{Rd,ct}$		keine Durchstanzbewehrung erforderlich		
	$V_{Ed} > V_{Rd,ct}$		siehe Abschnitt 4.6	-	

a) In zweiachsig gespannten Platten darf die Bewehrung in der minderbeanspruchten Richtung nicht weniger als 20% der statisch erforderlichen Bewehrung in der höher beanspruchten Richtung betragen.  
b) Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden.  
c) Mindestbewehrungsgrad der Querkraftbewehrung:  
Allgemein:  $\min \rho_w = 1,0 \cdot \rho$   
Gegliederte Querschnitte mit vorgespanntem Zuggurt:  $\min \rho_w = 1,6 \cdot \rho$   
mit  $\rho = 0,16 f_{ctm} / f_{yk}$

4.3 Längs- und Querbewehrung	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Prinzipien und Anwendungsregeln des Abschnittes 3.3 gelten sinngemäß für ein- und zweiachsig gespannte und punktförmig gestützte Platten, sofern nicht im folgenden Abweichungen festgelegt sind.</li> <li>Entlang eines freien (ungestützten) Randes ist eine Längs- und Querbewehrung anzuordnen (siehe nebenstehendes Bild). Bei Fundamenten und innenliegenden Bauteilen des üblichen Hochbaus kann diese Bewehrung entfallen.</li> </ul>	

4.3.1 Anordnung der Längsbewehrung entlang der Bauteilachse (Zugkraftdeckungslinie)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Versatzmaß bei Platten ohne Querkraftbewehrung beträgt stets <math>a_1 = 1,0 d</math>.</li> </ul>

4.3.2 Verankerung im Bereich von Stützungen nach DIN EN 1992, 9.3.1.2 und 9.4.1
<ul style="list-style-type: none"> <li>An Endauflagern ist mindestens 50% der maximalen Feldbewehrung zu verankern.</li> <li>Auch bei frei drehbar angenommenen Endauflagern ist eine obere Stützbewehrung mit <math>A_{s,St} = 0,25 A_{s,Feld,max}</math> mit der 0,2-fachen Länge des Endfeldes anzuordnen.</li> <li>Bei punktförmig gestützten Platten ist im Bereich von Innen- und Randstützen ein Teil der Feldbewehrung hinweg zu führen bzw. zu verankern. Die Bewehrung ist im Bereich von Stützenkopferstärkungen in der Platte anzuordnen. Die erforderliche Querschnittsfläche der Abreibbewehrung beträgt <math>A_s = V_{Ed} / f_{yk}</math>. Der Bemessungswert <math>V_{Ed}</math> der in die Platte eingeleiteten Querkraft ist hierbei zu ermitteln mit <math>\gamma_F = 1,0</math></li> <li>Auf diese Abreibbewehrung beim Durchstanzan darf bei elastisch gebetteten Bodenplatten verzichtet werden.</li> </ul>

4.3.3 Größte Stababstände der Längs- und Querbewehrung nach DIN EN 1992/NA, NDP Zu 9.3.1.1 (3)		
Plattendicke	Längsbewehrung $s_{max,slabs}$ [mm] <sup>a)</sup>	Querbewehrung $s_{max,slabs}$ [mm]
$h \geq 250$ mm	250	250
$h \leq 150$ mm	150	

a) Zwischenwerte sind linear zu interpolieren.

#### 4.4 Querkraftbewehrung

- Die Prinzipien und Anwendungsregeln des Abschnittes 3.4 gelten sinngemäß für ein- und zweiachsig gespannte und punktförmig gestützte Platten, sofern nicht im folgende Abweichungen festgelegt sind.
- In Platten mit  $V_{Ed} \leq 0,33 V_{Rd,max}$  dürfen Schrägstäbe und Querkraftzulagen ohne Bügel verwendet werden. Ansonsten sind 50% der aufzunehmenden Querkraft durch eine Bügelbewehrung abzudecken (DIN EN 1992-1-1, 9.3.2 (3))

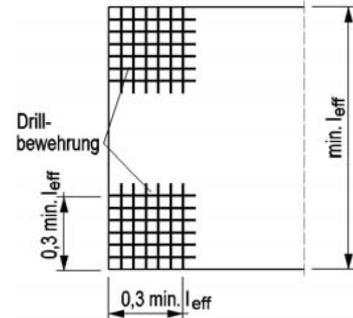
#### 4.4.1 Größte Längs- und Querabstände von Bügelschenkeln, Querkraftzulagen und Schrägstäben (NCI Zu 9.3.2 (4))

Querkraftausnutzung	Längsabstand $s_{max}$ [mm] <sup>a)</sup>	Querabstand $s_{max}$ [mm]
$V_{Ed} \leq 0,30 V_{Rd,max}$	$0,7 h$	h
$0,30 V_{Rd,max} < V_{Ed} \leq 0,60 V_{Rd,max}$	$0,5 h$	
$V_{Ed} > 0,60 V_{Rd,max}$	$0,25 h$	

a) Der Längsabstand für Schrägstäbe darf  $h$  nicht überschreiten.

#### 4.5 Drillbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI Zu 9.3.1.3

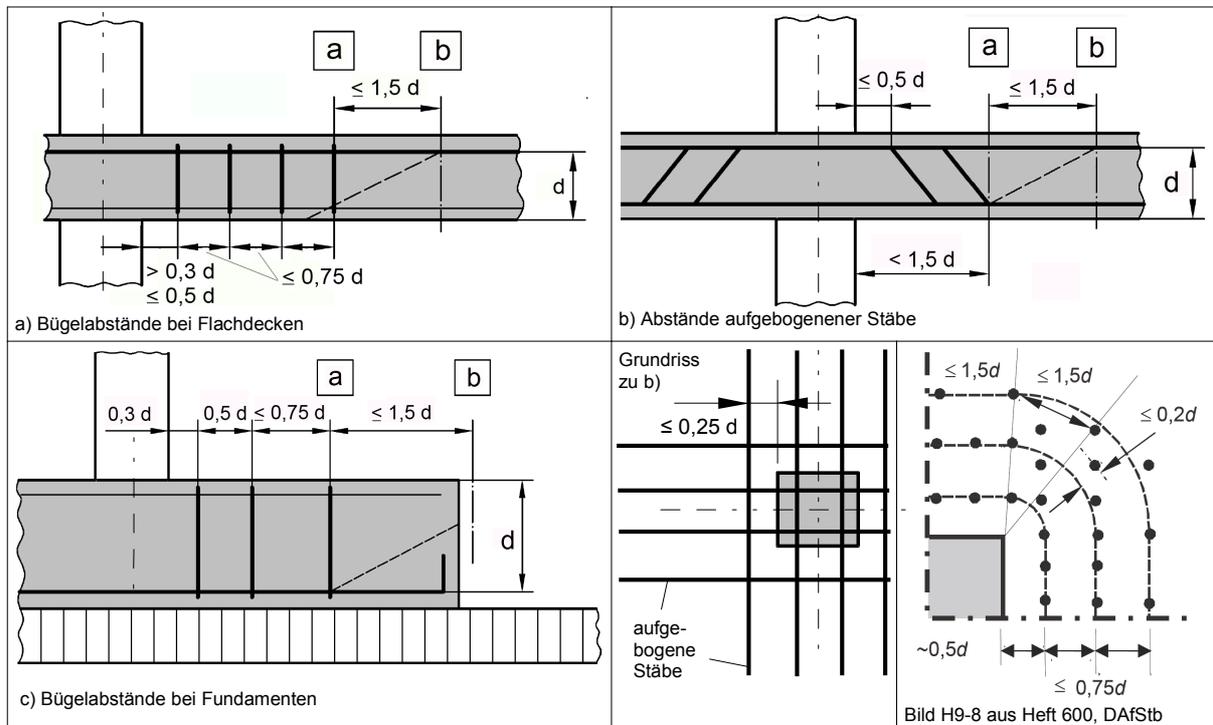
- Werden die Schnittgrößen in einer Platte unter Ansatz der Drillsteifigkeit ermittelt, so ist die Bewehrung in den Plattenecken unter Berücksichtigung des Drillmoments zu bemessen.
- Die Drillbewehrung darf durch eine parallel zu den Seiten verlaufende obere und untere Netzbewehrung in den Plattenecken ersetzt werden, die in jeder Richtung die gleiche Querschnittsfläche wie die Feldbewehrung und mindestens eine Länge von  $0,3 \min l_{eff}$  hat (siehe nebenstehendes Bild).
- Stößen in Plattenecken ein frei aufliegender und ein eingespannter Rand zusammen, so sollte 50 % der vorgenannten Netzbewehrung rechtwinklig zum freien Rand eingelegt werden.
- In Plattenecken von vierseitig gelagerten Platten, deren Schnittgrößen als einachsig gespannt oder unter Vernachlässigung der Drillsteifigkeit ermittelt wurden, sollte 100% der vorgenannten Netzbewehrung eingelegt werden.
- In Platten mit Randbalken oder benachbarten, biegefest verbundenen Deckenfeldern brauchen die zugehörigen Drillmomente nicht nachgewiesen und keine Drillbewehrung angeordnet werden.



Rechtwinklige Eckbewehrung auf der Ober- und Unterseite von Platten

#### 4.6 Durchstanzbewehrung nach DIN EN 1992, 9.4.3

- Die Regelungen zur Anordnung einer Durchstanzbewehrung mit vertikalen Bügelschenkeln und Schrägstäben ist dem nachfolgenden Bild zu entnehmen.



Durchstanzbewehrung mit vertikalen Bügelschenkeln Durchstanzbewehrung mit Schrägstäben

- Die Stabdurchmesser einer Durchstanzbewehrung sind auf die vorhandene mittlere statische Nutzhöhe  $d$  der Platte abzustimmen mit:
  - $\varnothing \leq 0,05 d$  für Bügel
  - $\varnothing \leq 0,08 d$  für Schrägstäbe.

- Wird eine Durchstanzbewehrung erforderlich, so ist eine Mindestbewehrung wie folgt zu berücksichtigen:

$$A_{sw,min} = A_s \cdot \sin \alpha = \frac{0,08}{1,5} \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} \cdot s_r \cdot s_t$$

- Ist bei Bügeln als Durchstanzbewehrung rechnerisch nur eine Bewehrungsreihe erforderlich, so ist in der Regel eine zweite Reihe mit der Mindestbewehrung vorzusehen. Dabei ist  $s = 0,75 d$  anzunehmen.

## 5 Konstruktionsregeln für Stützen (DIN EN 1992-1-1, 9.5)

<b>5.1 Allgemeine Hinweise / Abgrenzungskriterien</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Stabförmige Druckglieder mit <math>b \leq h</math> gelten als Stütze und Bauteile mit <math>b &gt; h</math> als Wände (mit <math>b =</math> kleinste Querschnittsbreite und <math>h =</math> größte Querschnittsbreite).</li> </ul>

<b>5.1.1 Mindestabmessungen für Stützen mit Vollquerschnitt</b>	
Stehend betonierte Ortbetonstützen	$h \geq 200 \text{ mm}$
Liegend betonierte Fertigteilstützen	Keine Festlegung

<b>5.2 Bewehrung in Stützen / Mindest- und Höchstwerte</b>			
	Konstruktive Regeln	Mindestwert	Höchstwert
Längsbewehrung	siehe Abschnitt 5.3	$A_{s,min} \geq 0,15  N_{Ed}  / f_{yd}$	$A_{s,max} \leq 0,09 A_c$ <sup>a)</sup>
Querbewehrung		-	-
<sup>a)</sup> Maßgebend auch im Querschnittsbereich von Übergreifungsstößen. Außerhalb von Stößen wird ein Höchstwert von $A_{s,max} = 0,04 A_c$ empfohlen.			

<b>5.3 Längs- und Querbewehrung</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Längsbewehrung in Stützen muss durch Querbewehrung umschlossen werden.</li> <li>Die Querbewehrung ist ausreichend zu verankern</li> <li>Stöße sind versetzt anzuordnen</li> <li>Für Bügel gilt DIN EN 1992-1-1/NA, Bild NA.8.5 mit Hakenform a). Nach NCI Zu 9.5.3 (2) ist Hakenform b) nur zulässig mit einer der folgenden Zusatzmaßnahmen:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Winkelhakenlänge von <math>15 \cdot \varnothing</math> anstatt <math>10 \cdot \varnothing</math></li> <li>- Erhöhung des Mindestbügelquerschnitts um eine Durchmessergröße</li> <li>- Halbierung der Bügelabstände nach 5.3.2</li> <li>- Verwendung von Bügelmaten mit angeschweißten Querstäben.</li> </ul> </li> </ul>

<b>5.3.1 Grenzstabdurchmesser</b>			
	Längsbewehrung	Querbewehrung (Bügel, Schlaufen oder Wendel)	
	$\varnothing_{min} = 12 \text{ mm}$	$\min \varnothing_{sq}$ <sup>b)</sup>	$\geq 6 \text{ mm}$ <sup>a)</sup> $\geq 0,25 \text{ max } \varnothing$
<sup>a)</sup> Bei Verwendung von Betonstahlmatten als Bügelbewehrung muss der Bügeldurchmesser mind. 5 mm betragen. <sup>b)</sup> Bei Verwendung von Stäben mit $\varnothing > 32 \text{ mm}$ und Stabbündeln mit $\varnothing_n \geq 28 \text{ mm}$ als Druckbewehrung muss der Bügeldurchmesser mindestens 12 mm betragen.			

<b>5.3.2 Mindeststababstände</b>			
Stützenquerschnitte	Längsbewehrung (vgl. NCI Zu 9.5.2 (4))	Querbewehrung (Bügel, Schlaufen oder Wendel)	
rechteckig (allgemein) / polygonal	$s \leq 300 \text{ mm}$ und mind. 1 Stab je Ecke	$s_{cl,tmax}$	$\leq 12 \text{ min } \varnothing$
rechteckig ( $b \leq 400 \text{ mm}$ )	mind. 1 Stab je Ecke		$\leq \text{min } b$
kreisförmig	$s \leq 300 \text{ mm}$ und mind. 6 Stäbe		$\leq 300 \text{ mm}$
<ul style="list-style-type: none"> <li>Je Ecke dürfen bis zu 5 Stäbe durch einen Bügel gegen Knicken gesichert werden (siehe nebenstehendes Bild). Weitere Längsstäbe und solche, deren Abstand vom Eckbereich <math>\geq 15 \varnothing_{sq}</math> überschreitet, sind durch eine zusätzliche Querbewehrung zu sichern, die höchstens im doppelten Abstand der Querbewehrung des Regelbereichs angeordnet sein darf (NCI Zu 9.5.3 (6)).</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Unmittelbar über und unter Balken oder Platten auf einer Höhe gleich der größeren Stützenabmessung (siehe nebenstehendes Bild) und bei Übergreifungsstößen der Längsstäbe mit <math>\varnothing &gt; 14 \text{ mm}</math> ist <math>s_w</math> mit dem Faktor 0,6 zu vermindern.</li> <li>Wenn im Grenzzustand der Tragfähigkeit der Stützenquerschnitt im Bereich des Übergreifungsstoßes überwiegend biegebeansprucht wird, ist die Querbewehrung nach Arbeitsblatt 7, Abschnitt 3.1.3 anzuordnen (vgl. Heft 600).</li> </ul>			

## 6 Konstruktionsregeln für tragende Stahlbetonwände, unbewehrte Wände, wandartige Träger und Sandwichtafeln (DIN EN 1992 1-1, 9.6 und 9.7)

### 6.1 Allgemeine Hinweise / Abgrenzungskriterien

- Die Konstruktionsregeln gelten für **tragende Stahlbetonwände**, bei denen die Bewehrung im Grenzzustand der Tragfähigkeit berücksichtigt wird. *Druckglieder mit  $b < 4h$  gelten als Wände wobei  $\geq$  ist.* Für Wände mit überwiegender Biegung senkrecht zu ihrer Ebene gelten die Regeln für Platten (siehe Kapitel 4 des Arbeitsblattes).
- Für **Halbfertigteile** gelten die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen.
- Bei der Bemessung von **Sandwichtafeln** nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI NA.10.9.9 müssen die Einflüsse von Temperatur, Feuchtigkeit, Austrocknen und Schwinden in ihrem zeitlichen Verlauf berücksichtigt werden. In Sandwichtafeln sind ausschließlich bauaufsichtlich zugelassene, korrosionsbeständige Werkstoffe für die Verbindung der einzelnen Schichten zu verwenden.
- Unbewehrte Wände sind nach DIN EN 1992-1-1, 12 zu bemessen. Aussparungen, Schlitzte, Durchbrüche und Hohlräume sind bei der Bemessung der Wände zu berücksichtigen, mit Ausnahme von lotrechten Schlitzten sowie lotrechten Aussparungen und Schlitzten von Wandanschlüssen, die Regelungen für Einstemmen genügen (siehe DIN EN 1992-1-1/NA, NCI Zu 12.9.1 (2)).

#### 6.1.1 Mindestwanddicken mm (DIN EN 1992-1-1/NA, Tabellen NA.9.3 und NA.12.2)

Festigkeitsklasse des Betons	Herstellung	Unbewehrter Beton		Stahlbeton	
		Decken über Wänden		Decken über Wänden	
		nicht durchlaufend	durchlaufend	nicht durchlaufend	durchlaufend
C12/15 oder LC 12/13	Ortbeton	200	140	-	-
ab C 16/20 oder LC 16/18	Ortbeton	140	120	120	100
	Fertigteil <sup>a)</sup>	120	100	100	80

<sup>a)</sup> Mindestdicke für Trag- und Vorsatzschicht von Sandwichtafeln  $\geq 7$  cm.

### 6.2 Bewehrungen in Wänden, wandartigen Trägern und Sandwichtafeln / Mindest- und Höchstwerte $A_s$

		Wände		Wandartige Träger	Sandwichtafeln (tragende Schicht) <sup>c)</sup>	
		Allgemein	$ N_{Ed}  \geq 0,3 f_{ctd} A_c$ bzw. schlanke Wände nach DIN EN 1992-1-1, 5.8.3.1			
Lotrechte Bewehrung	(siehe 6.3)	Mindestwerte	$0,15 N_{Ed} / f_{yd}$ <sup>a)</sup> > $0,0015 A_c$ <sup>a)</sup>	$0,003 A_c$ <sup>a)</sup>	$1,5 \text{ cm}^2/\text{m}$ <sup>b)</sup> bzw. $0,00075 A_c$ <sup>b)</sup>	$\geq 1,3 \text{ cm}^2/\text{m}$ <sup>b)</sup>
		Höchstwerte	$0,04 A_c$ <sup>a)d)</sup>		-	-
Horizontale Bewehrung		Mindestwerte	$0,2 A_{s,v}$ <sup>e)</sup>	$0,5 A_{s,v}$ <sup>e)</sup>	$1,5 \text{ cm}^2/\text{m}$ <sup>b)</sup> bzw. $0,00075 A_c$ <sup>b)</sup>	$\geq 1,3 \text{ cm} / \text{m}$ <sup>b)</sup>
Querbewehrung (siehe 6.4)	$A_{sl} \leq 0,02 A_c$	Verbindung der außenliegenden Bewehrungsstäbe, z.B. durch S - Haken			-	
	$A_{sl} > 0,02 A_c$	Bügel nach Kapitel 5			-	
Randbewehrung	$A_{sl} < 0,003 A_c$	-			Im Allgemeinen nicht erforderlich	
	$A_{sl} \geq 0,003 A_c$	An freien Rändern Sicherung der Eckstäbe durch Steckbügel.				

<sup>a)</sup> Gesamtquerschnittsfläche der Bewehrung je Wand. Die Hälfte dieser Bewehrung sollte an jeder Außenseite liegen.

<sup>b)</sup> Querschnittsfläche der Bewehrung je Wandseite.

<sup>c)</sup> In der Vorsatzschicht einer Sandwichtafel darf die Bewehrung einlagig angeordnet werden.

<sup>d)</sup> Im Bereich von Übergreifungsstößen darf der Minimalwert auf  $0,0 A_c$  verdoppelt werden

<sup>e)</sup> Der Durchmesser muss mindestens ein Viertel des Durchmessers der lotrechten Stäbe betragen

### 6.3 Lotrechte und horizontale Bewehrung

- Die waagerechte, parallel zu den Wandaußenseiten und zu den freien Kanten verlaufende Bewehrung sollten außenliegend vorgesehen werden.

6.3.1 Grenzstabdurchmesser		
	Lotrechte Bewehrung (s. NDP Zu 9.5.2(1))	Horizontale Bewehrung
Allgemein	$\varnothing_{\min} = 12 \text{ mm}$	$\min \varnothing_{sq} = 0,25 \max \varnothing$ $\geq 6 \text{ mm}$ (Stabstahl) $\geq 5 \text{ mm}$ (Betonstahlmatten)

6.3.2 Mindeststababstände		
	Lotrechte Bewehrung	Horizontale Bewehrung
Wände und wandartige Träger	$\leq 2 h$ bzw. $\leq 300 \text{ mm}$	$\leq 350 \text{ mm}$

6.4 Querbewehrung nach DIN EN 1992-1-1, 9.6.4		
6.4.1 Gesamtquerschnitt der vertikalen Bewehrung $> 0,02 A_c$		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es ist eine Querbewehrung mit Bügeln nach den Bestimmungen für Stützen einzulegen (vgl. Abschnitt 5.3). Die Abstände sind um den Faktor 0,6 unmittelbar über und unteraufliegenden Platten über eine Höhe gleich der 4-fachen Wanddicke zu vermindern</li> </ul>		
6.4.2 Gesamtquerschnitt der vertikalen Bewehrung $\leq 0,02 A_c$		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die außenliegenden Bewehrungsstäbe beider Wandseiten sind an mindestens vier versetzt angeordneten Stellen je <math>m^2</math> Wandfläche zu verbinden, z.B. durch S-Haken.</li> <li>S-Haken dürfen bei Tragstäben mit <math>\varnothing \leq 16 \text{ mm}</math> entfallen, wenn deren Betondeckung mindestens <math>2 \varnothing</math> beträgt; in diesem Fall und stets bei Betonstahlmatten dürfen die druckbeanspruchten Stäbe außen liegen.</li> <li>Bei dicken Wänden müssen die außenliegenden Bewehrungsstäbe an mindestens vier versetzt angeordneten Stellen je <math>m^2</math> Wandfläche im inneren der Wand verankert werden, wobei die freien Bügelenden die Verankerungslänge <math>0,5 l_{b,reqd}</math> haben müssen.</li> <li>Die Eckstäbe von Wänden mit einer Bewehrung <math>A_s \geq 0,003 A_c</math> je Wandseite müssen an freien Rändern durch Steckbügel nach Abschnitt 4.3 gesichert werden,</li> </ul>		

## 7 Konstruktionsregeln für vorgefertigte Bauteile

### 7.1 Allgemeine Hinweise / Abgrenzungskriterien

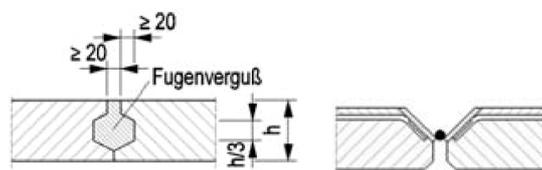
- Für allgemeine Konstruktionsregeln zu Fertigteilstützen siehe Abschnitt 5 dieses Arbeitsblatts.
- Für allgemeine Konstruktionsregeln zu Fertigteilwänden siehe Abschnitt 6 dieses Arbeitsblatts.

### 7.2 Vorgefertigte Deckensysteme

- Für vorgefertigte Deckenplatten gelten die Regelungen der DIN EN1992-1-1, 10.9.3 (siehe Abschnitt 4 dieses Arbeitsblattes) sofern im folgenden nicht abweichend festgelegt. Ziegeldecken sind in DIN 1045-100 geregelt.

#### 7.2.1 Querverteilung der Lasten

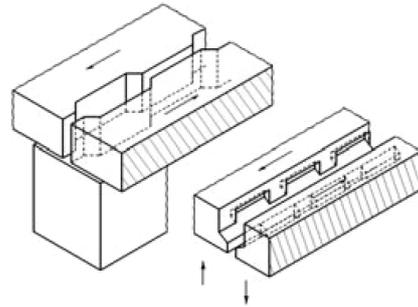
- Die Querverteilung der Lasten zwischen nebeneinander liegenden Deckenelementen muss durch geeignete Verbindungen zur Querkraftübertragung gesichert sein, z.B.:
  - ausbetonierte Fugen mit oder ohne Querbewehrung
  - Schweiß- oder Bolzenverbindungen
  - bewehrter Aufbeton
- Die Querverteilung von Punkt- oder Linienlasten ist durch Berechnung oder Versuche nachzuweisen.



a) verzahnte Vergussfuge      b) verschweißte Fuge  
Deckenverbindungen zur Querkraftübertragung

### 7.2.2 Scheibenwirkung

- Eine aus Fertigteilen zusammengesetzte Decke gilt als tragfähige Scheibe, wenn sie im endgültigen Zustand eine zusammenhängende, ebene Fläche bildet, die Einzelteile der Decke in Fugen druckfest miteinander verbunden sind und wenn in der Scheibenebene wirkende Beanspruchung (z.B. aus Stützenschiefstellung und Windeinwirkung) durch Bogen oder Fachwerkwirkung zusammen mit den dafür bewehrten Randgliedern (Ringankern, siehe DIN EN 1992-1-1, 9.10.2) und Zugankern aufgenommen werden können.
- Die zur Fachwerkwirkung erforderlichen Zuganker müssen durch Bewehrungen gebildet werden, die in den Fugen zwischen den Fertigteilen oder gegebenenfalls in der Ortbetonergänzung verlegt und in den Randgliedern nach DIN EN 1992-1-1, 8.4 verankert und nach 8.7 gestoßen werden. Die Bewehrung der Randglieder und Zuganker ist rechnerisch nachzuweisen.
- Fugen, die von Druckstreben des Ersatztragwerks (Bogen oder Fachwerk) gekreuzt werden, müssen nach DIN EN 1992-1-1, 6.2.5 bzw. isb-Arbeitsblatt 4 nachgewiesen werden. Wird aufgrund der Bemessung eine Verzahnung in Scheibenebene erforderlich, so kann diese nach nebenstehendem Bild ausgeführt werden.



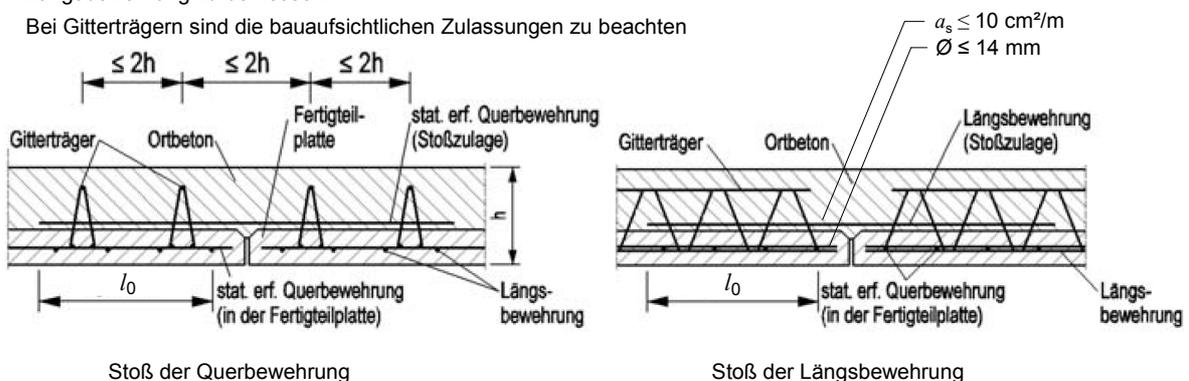
Fugenverzahnung

### 7.3 Nachträglich mit Ortbeton ergänzte Deckenplatten

- Für nachträglich mit Ortbeton ergänzte Deckenplatten gelten die Regelungen des Abschnittes 4.
- Werden die Fertigteile als Verbundbauteile nach DIN EN 1992-1-1, 6.2.5 hergestellt, muss die Ortbetonerschicht nach DIN EN 1992-1-1, 10.9.3 (8) mindestens eine Dicke von **40 mm** aufweisen.
- Die Querbewehrung darf entweder in den Fertigteilen oder im Beton liegen, wobei die bauliche Durchbildung mit dem statischen System übereinstimmen muss (z.B. zweiachsig gespannte Decke).

#### 7.3.1 Querverteilung der Lasten nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI Zu 10.9.3 (NA.14)P

- Bei zweiachsig gespannten Platten darf für die Beanspruchung rechtwinklig zur Fuge nur die Bewehrung berücksichtigt werden, die durchläuft oder entsprechend nachfolgendem Bild gestoßen ist. Voraussetzung hierfür ist, dass der Durchmesser der Bewehrungsstäbe  $\varnothing \leq 14 \text{ mm}$ , der Bewehrungsquerschnitt  $a_s \leq 10 \text{ cm}^2/\text{m}$  und der Bemessungswert der Querkraft  $V_{Ed} \leq 0,3 V_{Rd,max}$  ist.
- Der Stoß ist durch Bewehrung (z.B. Gitterträger, Bügel) im Abstand höchstens der zweifachen Deckendicke zu sichern. Der Betonstahlquerschnitt dieser Bewehrung im fugenseitigen Stoßbereich ist dabei für die Zugkraft der gestoßenen Längsbewehrung zu bemessen.
- Bei Gitterträgern sind die bauaufsichtlichen Zulassungen zu beachten



### 7.3.2 Scheibenwirkung

- Entsprechend den Regelungen im Abschnitt 7.2.2.

#### 7.3.3 Drillbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI Zu 10.9.3

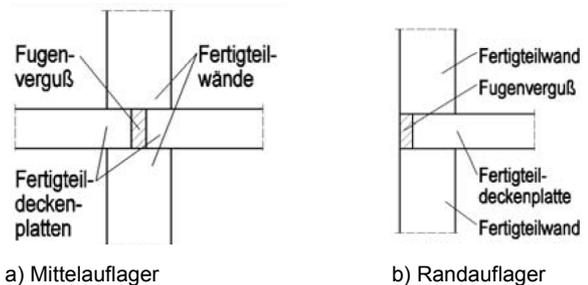
- Die günstige Wirkung der Drillsteifigkeit darf bei der Schnittgrößenermittlung nur berücksichtigt werden, wenn sich innerhalb des Drillbereichs von **0,3 l** ab der Ecke keine Stoßfuge der Fertigteilplatten befindet oder wenn die Verbundbewehrung im Abstand von höchstens **100 mm** vom Fugenrand gesichert wird. Die Aufnahme der Drillmomente ist nachzuweisen (vgl. (NA.15)P).
- In Platten mit Randbalken oder benachbarten, biegefest verbundenen Deckenfeldern, brauchen die zugehörigen Drillmomente nicht nachgewiesen und keine Drillbewehrung angeordnet werden (DIN 1992-1-1/NA, NCI Zu 10.9.3 (NA.16))
- Eine Verbundsicherungsbewehrung von mindestens **6 cm<sup>2</sup>/m** ist an Endauflagern ohne Wandauflast entlang der Auflagerlinie anzuordnen. Diese sollte auf einer Breite von **0,75 m** angeordnet werden (vgl. (NA.17)P).
- Werden an Fertigteilplatten mit Ortbetonergänzung dauerhaft und planmäßig Lasten angehängt, so sollte die Verbundsicherung im Lastenleitungsbereich nachgewiesen werden (vgl. (NA.18)).

#### 7.4 Verbindung und Auflagerung von Fertigteilen (DIN EN 1992-1-1, 10.9.4)

- Verbindungen müssen so bemessen werden um allen Einwirkungen zu widerstehen, wobei die Annahmen zu berücksichtigen sind, die für die Schnittgrößenermittlung des Tragwerkes und für die Bemessung der einzelnen, zu verbindenden Bauteile getroffen wurden. Die Bemessung muss sicherstellen, dass die Verbindung zur Aufnahme der relativen Verschiebung so dimensioniert ist, dass der Tragwiderstand aktiviert und ein robustes Tragwerksverhalten sichergestellt ist.
- Die Verbindungen müssen weiterhin so bemessen werden, daß ein vorzeitiges Reißen oder Abplatzen des Betons an den Enden der Bauteile vermieden wird.
- *Verbindungen sollten unter Beachtung von Toleranzen, Anforderungen an die Montage, einfache Ausführ- und Überprüfbarkeit geplant werden.*

#### 7.4.1 Wand-Decken-Verbindungen

- Stehen Wandelemente auf Deckenplatten, ist i.d.R. Bewehrung für eventuelle Lastausmitten und erhöhten Normalspannungen am Wandende vorzusehen.
- Wird eine Fertigteilwand auf einer Fuge zwischen zwei Deckenplatten oder auf einer Deckenplatte angeordnet, die vollständig mit einer Außenwand verbunden ist (siehe nebenstehendes Bild), und fehlen andere wirksame Maßnahmen, sind höchstens 50 % des lastabtragenden Querschnitts der Wand für die Bemessung als mitwirkend anzusetzen. Die Verbindung ist in geeigneter Weise auszubilden.
- 60 % des lastabtragenden Querschnitts dürfen in Rechnung gestellt werden, wenn die Festlegungen nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI Zu10.9.2 (2) und Bild NA.10.1 eingehalten werden.



a) Mittelaufleger                      b) Randaufleger

Auflagerung von Deckenplatten auf Fertigteilwänden

#### 7.4.2 Sonstige Regelungen

- Druckfugen siehe DIN EN 1992-1-1, 10.9.4.3
- Verbindungen zur Querkraft-Übertragung siehe DIN EN 1992-1-1, 10.9.4.4
- Biegesteife und zugfeste Verbindungen siehe DIN EN 1992-1-1, 10.9.4.5
- Lagerungsbereiche siehe DIN EN 1992-1-1, 10.9.5

## 8 Besondere Bestimmungen

### 8.1 Stabwerksmodelle und Kräfteinleitungsbereiche (DIN EN 1992-1-1, 6.5)

#### 8.1.1 Druckkräfte

- Wenn eine oder mehrere konzentrierte Kräfte in ein Bauteil eingeleitet werden, ist eine örtliche Zusatzbewehrung vorzusehen, welche die durch diese Kräfte hervorgerufenen Spaltzugkräfte aufnimmt.
- In Bereichen mit mehraxialem Druck darf ein höherer Bemessungswert der Festigkeit angesetzt werden.

#### 8.1.2 Zugkräfte

- Bei Zugkräften sind die Rückverankerungen aus Betonstahl mit der erforderlichen Verankerungslänge  $l_{bd}$  nach DIN 1992-1-1, 8.4 im lastabgewandten Querschnittsteil vom Rand des Knotens zu verankern (bei Quersugspannungen NCI Zu 8.4.4 (2) beachten) oder nach DIN EN 1992-1-1, 8.7 mit  $l_0$  zu stoßen.

### 8.2 Umlenkräfte

- In Bereichen mit Richtungsänderungen von inneren Zug- oder Druckkräften muss die Aufnahme der entstehenden Umlenkräfte sichergestellt werden.
- Für die Bewehrungsführung in Rahmenecken wird auf DAfStb Heft 599 verwiesen.

### 8.3 Indirekte Auflagerungen (DIN EN 1992-1-1, 9.2.5)

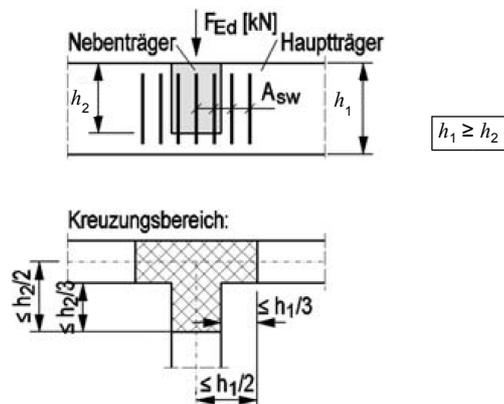
- Eine indirekte Lagerung ist vorhanden wenn  $h_1 - h_2 < h_2$  ist (NA 1.5.2.26).
- Bei indirekter Auflagerung eines Bauteils muss im Kreuzungsbereich der Bauteile eine Aufhängebewehrung vorgesehen werden, die die wechselseitigen Auflagerreaktionen vollständig aufnehmen kann:

Summe der Aufhängebewehrung:  $A_{sw} = F_{Ed} / (f_{yk} / \gamma_s)$

- Die Aufhängebewehrung sollte vorzugsweise aus Bügeln bestehen, die die Hauptbewehrung des unterstützenden Bauteils umfassen.

Außerhalb des unmittelbaren Kreuzungsbereichs beider Bauteile dürfen nach nebenstehendes Bild angeordnet werden, wenn eine über die Höhe verteilte Horizontalbewehrung angeordnet ist, deren Gesamtquerschnittsfläche dem Gesamtquerschnitt dieser Bügel entspricht (NCI Zu 9.2.5 (2)).

- Bei sehr breiten stützenden Trägern oder bei stützenden Platten sollte die in diesen Trägern oder Platten angeordnete Aufhängebewehrung nicht über eine Länge verlegt werden, die größer als die Nutzhöhe des gestützten Trägers ist (NCI Zu 9.2.5 (2)).



Anschluss von Nebenträgern

### 8.4 Schadensbegrenzung bei außergewöhnlichen Ereignissen (DIN EN 1992-1-1, 9.10)

- Bei außergewöhnlichen Ereignissen ist eine Schädigung des Tragwerks in einem zur ursprünglichen Ursache unverhältnismäßig großen Ausmaß zu vermeiden (siehe DIN EN 1990, Grundlegende Anforderungen). Werden neben den sonstigen Regeln der DIN EN 1992-1-1 die konstruktiven Regeln dieses Abschnittes erfüllt, darf angenommen werden, dass der zufällige Ausfall eines einzelnen Bauteils oder eines begrenzten Teils des Tragwerks oder das Auftreten hinnehmbarer örtlicher Schädigungen nicht zum Versagen des Gesamttragwerks führt.
- Bei Bauwerken des üblichen Hochbaus dürfen zur Schadensbegrenzung bei außergewöhnlichen Einwirkungen Ringanker (Regelungen siehe DIN EN 1992-1-1, 9.10.2.2) verwendet werden.
- Im Fertigteilbau dürfen zur Schadensbegrenzung bei außergewöhnlichen Einwirkungen zusätzlich innenliegende Zuganker (Regelungen siehe DIN EN 1992-1-1, 9.10.2.3) und horizontale Stützen- und Wandzuganker (Regelungen siehe DIN EN 1992-1-1, 9.10.2.4) verwendet werden.