

Arbeitsblatt 8
Ausgabe 2010-12

Bewehren von Stahlbetontragwerken nach DIN 1045-1:2008-08 Bewehrungs- und Konstruktionsregeln

Herausgabe: Institut für Stahlbetonbewehrung e.V.
Herstellung: Ingenieurbüro Windels, Timm, Morgen (Hamburg)
Überarbeitung (DIN 1045-1:2008)* : 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 Querkzugspannungen 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 1045-1, 12)

2.1 Grenzstabdurchmesser, d_s , und lichte Mindestabstände, a (horizontal und vertikal), zwischen parallelen Einzelstäben oder Lagen außerhalb von Stoßbereichen ^{a)}

	Betonstabstahl	Betonstahlmatten ^{b)}		Stabbündel ^{c)}
	Einzelstäbe	Einzelstäbe in Längs- und in Querrichtung	Doppelstäbe <u>nur</u> in Längsrichtung	Gebündelte Einzelstäbe ($n \leq 3$)
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
d_s	≥ 6 ≤ 40 ≤ 32 : nur wenn Bauteildicke $\geq 15 d_s$)	≥ 5 ≤ 12		≤ 28 (Normalbeton) ≤ 20 (Leichtbeton)
$d_{sv} = d_s \sqrt{n}$		-		≤ 36 (bei überwiegender Zugbeanspruchung) ≤ 28 ($\geq C70/85$)
a	≥ 20 $\geq d_s$ (d_{sv})	bzw. $d_g + 5$ mm (für $d_g \geq 16$ mm)		

^{a)} Für lichte Mindeststababstände in Stoßbereichen siehe ISB - Arbeitsblatt 7.

^{b)} Im Allgemeinen sind Doppelstäbe in Betonstahlmatten wie Stabbündel zu behandeln. Bei der Begrenzung der Rissbreite ohne direkte Berechnung sind die Regelungen der DIN 1045-1, 11.2.3 (8) zu beachten.

^{c)} In Leichtbeton sollten Stabbündel nur auf der Grundlage von Erfahrungen oder Versuchsergebnissen verwendet werden.

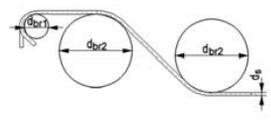
INSTITUT FÜR STAHLBETONBEWEHRUNG e.V.

2.2 Biegen von Betonstählen (DIN 1045-1, 12.3)

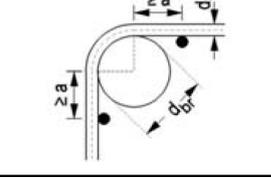
2.2.1 Allgemeine Hinweise / Abgrenzungskriterien

- *Betonstähle 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 (-5°C bei angemessen reduzierter Biegegeschwindigkeit).
- Das **Warmbiegen** (Temperatur $\geq 500^\circ\text{C}$ 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 exakte Rückbiegebedingungen meist nicht eingehalten werden, treten starke Kaltverformungen, evtl. sogar Anrisse am Rippenfuß auf. Knickstellen 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 1045-1, Tabelle 23)

	Haken, Winkelhaken, Schlaufen, Bügel [d_{br1}]		Schrägstäbe oder andere gebogene Stäbe [d_{br2}]		
	Stabdurchmesser d_s		Mindestwerte der Betondeckung rechtwinklig zur Biegeebene		
	< 20 mm	≥ 20 mm	> 100 mm > 7 d_s	> 50 mm > 3 d_s	≤ 50 mm $\leq 3 d_s$
Normalbeton	4 d_s	7 d_s	10 d_s	15 d_s	20 d_s
Leichtbeton	5 d_s	9 d_s	13 d_s	20 d_s	26 d_s

2.2.3 Mindestwerte der Biegerollendurchmesser d_{br} für nach dem Schweißen gebogene Bewehrung bei einmaligem Biegen (DIN 1045-1, Tabelle 24)

	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 $a < 4 d_s$	20 d_s	20 d_s	100 d_s	500 d_s
für $a \geq 4 d_s$	Werte nach Tabelle 2.2.2			

2.2.4 Hin- und Zurückbiegen von Betonstabstählen und Betonstahlmatten ^{a)}

Bedingungen / Parameter		Kaltbiegen		Warmbiegen Hin- und Zurückbiegen
		Hin- und Zurückbiegen	Mehrfachbiegen an derselben Stelle	
Vorwiegend ruhende Einwirkungen	d_s	≤ 14 mm	Nicht zulässig!	-
	d_{br}	$\geq 6 d_s$		-
	f_{yd}	$\leq 0,8 f_{yk}/\gamma_{s,b}$		≤ 220 N/mm ²
	V_{Ed}	$\leq 0,6 V_{Rd, max}$		-
Nicht vorwiegend ruhende Einwirkungen	d_s	≤ 14 mm		-
	d_{br}	$\geq 15 d_s$	-	
	f_{yd}	$\leq 0,8 f_{yk}/\gamma_{s,b}$	≤ 220 N/mm ²	
	$\Delta\sigma_R$	≤ 50 N/mm ²	≤ 50 N/mm ²	
	V_{Ed}	$\leq 0,30 V_{Rd, max}$ ^{c) e)} $\leq 0,20 V_{Rd, max}$ ^{d) e)}	-	

a) Wird Betonstahl bei der Verarbeitung warm gebogen ($\geq 500^\circ\text{C}$), so darf er nur mit einer charakteristischen Streckgrenze f_{yk} von 250 N/mm² in Rechnung gestellt werden.

Bei nicht vorwiegend ruhenden Einwirkungen darf die Schwingbreite der Stahlspannung 50 N/mm² nicht überschreiten. Einzelheiten zur technischen Ausführung sind z.B. im DBV - Merkblatt „Rückbiegen von Betonstahl und Anforderungen an Verwahrkästen“ enthalten.

b) Gültig bei linear-elastischer Berechnung der Schnittgrößen nach DIN 1045-1, 8.2 und 8.3. Bei nicht-linearen Verfahren der Schnittgrößenermittlung gilt $f_{yd} \leq 0,8 f_{yk}/\gamma_R$ gemäß DIN 1045-1, 8.5.1.

c) Bei Bauteilen mit Querkraftbewehrung senkrecht zur Bauteilachse

d) Bei Bauteilen mit Querkraftbewehrung in einem Winkel $\alpha < 90^\circ$ zur Bauteilachse

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

3 Konstruktionsregeln für Balken und Plattenbalken (DIN 1045-1, 13.2)

3.1 Allgemeine Hinweise / Abgrenzungskriterien

- Breite Balken mit Rechteckquerschnitten $b > 4 h$ dürfen wie Vollplatten behandelt werden (DIN 1045-1, 13.3).
- Bei indirekter Lagerung ist stets eine Aufhängebewehrung anzuordnen (siehe DIN 1045-1, 13.11).
- Die konstruktiven Regeln gewährleisten eine bauliche Durchbildung, bei der rechnerisch nicht erfasste Einspannungen an den Endauflagern berücksichtigt werden.

3.2 Bewehrung in Balken und Plattenbalken / Mindest- und Höchstwerte

	Konstruktive Regeln	Mindestwert	Höchstwert
Längs- / Biegezugbewehrung	siehe Abschnitt 3.3	$A_{sl} \geq f_{ctm} W_c / (f_{yk} z)^a$	$A_{sl} \leq 0,08 A_c^b$
Querkraftbewehrung	siehe Abschnitt 3.4	$A_{sw} \geq \rho s_w b_w \sin \alpha^c$	-
Torsionsbewehrung	siehe Abschnitt 3.5		-
Oberflächenbewehrung	siehe Abschnitt 3.6	1,88 cm ² /m	-

a) W_c = Widerstandsmoment des ungerissenen Querschnitts

b) Maßgebend auch im Querschnittsbereich mit Übergreifungsstößen

c) Für hochbewehrte Balken siehe DIN 1045-1, 13.1.1 (5)

3.2.1 Grundwerte für die Ermittlung der Mindestbewehrung

f_{ck} [N/mm ²]	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	100
ρ [‰] a)	0,51	0,61	0,70	0,83	0,93	1,02	1,12	1,21	1,31	1,34	1,41	1,47	1,54	1,60	1,66

a) Diese Werte ergeben sich aus $\rho = 0,16 f_{ctm}/f_{yk}$. Bei Leichtbeton sind die Werte mit η_1 nach DIN 1045-1, Tabelle 10, zu multiplizieren.

3.3 Längs- / Biegezugbewehrung

- Die untere Mindestbewehrung im Feld ist zwischen den Endauflagern 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.
- Bei Annahme frei drehbarer Lagerung muss die Bemessung der Querschnitte am Endauflager für ein Stützmoment $M_s \geq 0,25 M_r$ erfolgen. Die Bewehrung muss, vom Auflagerstand gemessen, mindestens über die 0,25-fache Länge des Endfeldes eingelegt werden.

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:

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

θ Winkel zwischen Betondruckstreben und Bauteilachse

α Winkel zwischen Querkraftbewehrung und Bauteilachse

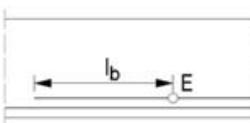
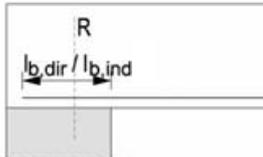
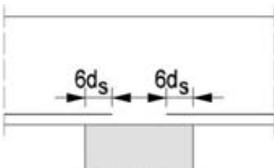
- Die Zugbewehrung darf bei Plattenbalken- und Hohlkastenquerschnitten in der Platte höchstens auf einer Breite entsprechend der halben mitwirkenden Plattenbreite nach DIN 1045-1, 7.3.1 angeordnet werden. Bei Anordnung der Zugbewehrung außerhalb des Steges erhöht sich a_1 jeweils um den Abstand der einzelnen Stäbe vom Steganschnitt.



Zugkraftdeckungslinie

3.3.2 Verankerungslängen

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

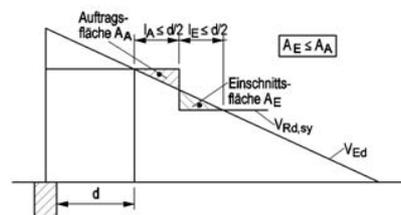
<p>Feld</p> 	$l_b \geq l_{b,net}$	$l_{b,net}$ nach DIN 1045-1, 12.6.2.
<p>Endaufleger</p> 	$l_{b,dir} \geq 2/3 l_{b,net}$ $\geq 6 d_s$	<p>Am Endaufleger ist die Kraft</p> $F_{sd} = V_{Ed} a_1 / z + N_{Ed} \geq V_{Ed} / 2$ zu verankern, jedoch mindestens 1/4 der max. Feldbewehrung. Die Bewehrung ist in allen Fällen über die rechnerische Auflagerlinie R zu führen.
<p>Zwischenaufleger</p> 	$l_b \geq 6 d_s$	<p>Zusätzlich sollte die unten liegende Bewehrung so ausgeführt werden, dass sie positive Momente infolge außergewöhnlicher Beanspruchungen aufnehmen kann (Auflagersetzungen, Explosion usw.).</p>

3.4 Querkraftbewehrung

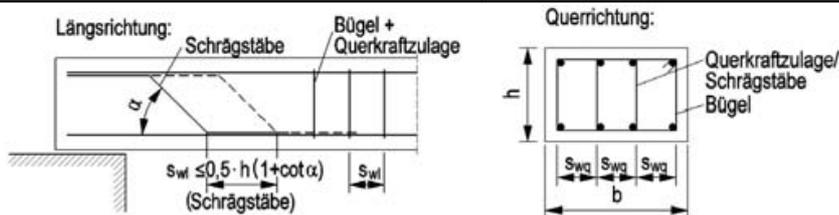
- Die Querkraftbewehrung sollte mit der Bauteilachse einen Winkel von $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ bilden und darf aus einer Kombination von **Bügel**, welche die Längszugbewehrung und die Druckzone umfassen, **Schrägstäben** und **Querkraftzulagen**, als **Körbe**, **Leitern** usw., ohne Umschließung der Längsbewehrung (siehe DIN 1045-1, Bild 67), bestehen.
- Schrägstäbe und Querkraftzulagen dürfen als Querkraftbewehrung in Balken nur gleichzeitig mit Bügel verwendet werden. Mindestens 50% der aufzunehmenden Querkraft müssen hierbei durch Bügel abgedeckt sein.

3.4.1 Anordnung der Querkraftbewehrung entlang der Bauteilachse (Querkraftdeckungsline)

- Die Querkraftbewehrung ist entlang der Bauteilachse so anzuordnen, dass an jeder Stelle die Bemessungskraft abgedeckt ist.
- 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



Querkraftausnutzung	Längsabstand ^{a)} [mm]		Querabstand [mm]	
	$\leq C 50/60$ $\leq LC 50/55$	$> C 50/60$ $> LC 50/55$	$\leq C 50/60$ $\leq LC 50/55$	$> C 50/60$ $> LC 50/55$
$V_{Ed} \leq 0,30 V_{Rd,max}$	0,7 h bzw. 300	0,7 h bzw. 200	h bzw. 800	h bzw. 600
$0,30 V_{Rd,max} < V_{Ed} \leq 0,60 V_{Rd,max}$	0,5 h bzw. 300	0,5 h bzw. 200	h bzw. 600	h bzw. 400
$V_{Ed} > 0,60 V_{Rd,max}$	0,25 h bzw. 200			

^{a)} V_{Ed} und $V_{Rd,max}$ nach DIN 1045-1, 10.3.2 und 10.3.4. Näherungsweise darf $V_{Rd,max}$ mit $\theta = 40^\circ$ ermittelt werden.

3.5 Torsionsbewehrung

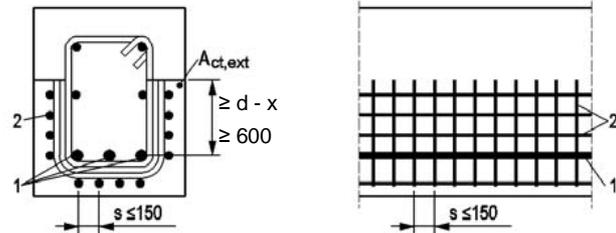
- Als Torsionsbewehrung ist ein rechtwinkliges Bewehrungsnetz aus Bügeln und Längsstäben vorzusehen. Bügel sind in Balken und in Stegen von Plattenbalken nach DIN 1045-1, Bilder 56 g) und h) zu schließen. Die Längsstäbe sind im Allgemeinen gleichmäßig über den Umfang innerhalb der Bügel zu verteilen.

3.5.1 Obere Grenzwerte der Bügel- (s_w) und Längsstababstände (s_l)

$s_w \leq$ Werte Tabelle 3.4.2 $\leq u_k / 8$	$s_l \leq 35 \text{ cm}$	<ul style="list-style-type: none"> Rechteckig (allgemein) und für polygonal umrandete Querschnitte gilt zudem mindestens 1 Längsstab je Ecke.
--	--------------------------	--

3.6 Oberflächenbewehrung bei großen Stabdurchmessern (d_s bzw. $d_{sv} \geq 32 \text{ mm}$)

- Zur Vermeidung von Betonabplatzungen und zur Begrenzung der Rissbreiten ist bei Bauteilen mit Stabdurchmessern d_s bzw. $d_{sv} \geq 32 \text{ mm}$ eine Oberflächenbewehrung erforderlich.
- Die Oberflächenbewehrung ist als Netz-
bewehrung aus Betonstahlmatten oder Stäben mit $d_s \leq 10 \text{ mm}$ und außerhalb der Bügel liegend anzuordnen (siehe nebenstehendes Bild).
- Mindestbetondeckung siehe DIN 1045-1, Abschnitt 6.3.
- Die Netz-
bewehrung 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. $d_{sv} > 32 \text{ mm}$
- 2 Oberflächenbewehrung $A_{s,surf} \geq 0,02 A_{ct,ext}$

4 Konstruktionsregeln für Vollplatten aus Ortbeton (DIN 1045-1, 13.3)

4.1 Allgemeine Hinweise / Abgrenzungskriterien

- Bei indirekter Lagerung ist stets eine Aufhängebewehrung anzuordnen (siehe DIN 1045-1, 13.11).
- Die konstruktiven Regeln berücksichtigen rechnerisch nicht erfasste Einspannungen an den Endauflagern.

4.1.1 Mindestdicken für Vollplatten aus Ortbeton

ohne Querkraftbewehrung	mit Querkraftbewehrung (aufgebogenen)	mit Querkraftbewehrung (Bügel) oder Durchstanzbewehrung
$\geq 70 \text{ mm}$	$\geq 160 \text{ mm}$	$\geq 200 \text{ mm}$

4.2 Bewehrung in Platten / Mindest- und Höchstwerte					
		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	$b/h > 5$	$V_{Ed} \leq V_{Rd,ct}$	keine Querkraftbewehrung erforderlich!		
		$V_{Ed} > V_{Rd,ct}$	siehe Abschnitt 4.4	$A_{sw} \geq 0,6 \cdot \min \rho_w^{c)} \cdot s_w \cdot b_w \cdot \sin \alpha$	-
	$5 \geq b/h \geq 4$	$V_{Ed} \leq V_{Rd,ct}$	siehe Abschnitt 4.4	$b/h \geq 5$ $A_{sw} \geq 0^{b)}$ $b/h = 4$ $A_{sw} \leq 1,0 \cdot \min \rho_w^{c)} \cdot s_w \cdot b_w \cdot \sin \alpha^{b)}$	-
		$V_{Ed} > V_{Rd,ct}$	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	-		
Durchstanzen	$V_{Ed} \leq V_{Rd,ct}$		keine Durchstanzbewehrung erforderlich!		
	$V_{Ed} > V_{Rd,ct}$		siehe Abschnitt 4.6	-	
<p>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.</p> <p>b) Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden.</p> <p>c) Mindestbewehrungsgrad der Querkraftbewehrung: Allgemein: $\min \rho_w = 1,0 \cdot p$ Gegliederte Querschnitte mit vorgespanntem Zuggurt: $\min \rho_w = 1,6 \cdot p$ mit $p = 0,16 f_{ctm} / f_{yk}$</p>					

4.3 Längs- und Querbewehrung	
<ul style="list-style-type: none"> 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. 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. 	

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

4.3.2 Verankerung im Bereich von Stützungen
<ul style="list-style-type: none"> Am Endauflager ist mindestens 50% der maximalen Feldbewehrung zu verankern. 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 Abreißbewehrung beträgt $A_s = V_{Ed} / f_{yk}$. Der Bemessungswert V_{Ed} der in die Platte eingeleiteten Querkraft ist hierbei zu ermitteln mit $\gamma_f = 1,0$ Auf die Abreißbewehrung beim Durchstanzen darf bei elastisch gebetteten Bodenplatten verzichtet werden.

4.3.3 Größte Stababstände der Längs- und Querbewehrung		
Plattendicke	Längsbewehrung $s_{l,max}$ [mm] ^{a)}	Querbewehrung $s_{q,max}$ [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 $V_{Ed} < 0,3 V_{Rd,max}$ dürfen Schrägstäbe und Querkraftzulagen ohne Bügel verwendet werden.

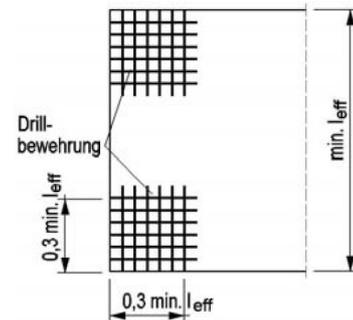
4.4.1 Größte Längs- und Querabstände von Bügelschenkeln, Querkraftzulagen und Schrägstäben

Querkraftausnutzung	Längsabstand $s_{wl,max}$ [mm] ^{a)}	Querabstand $s_{wq,max}$ [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

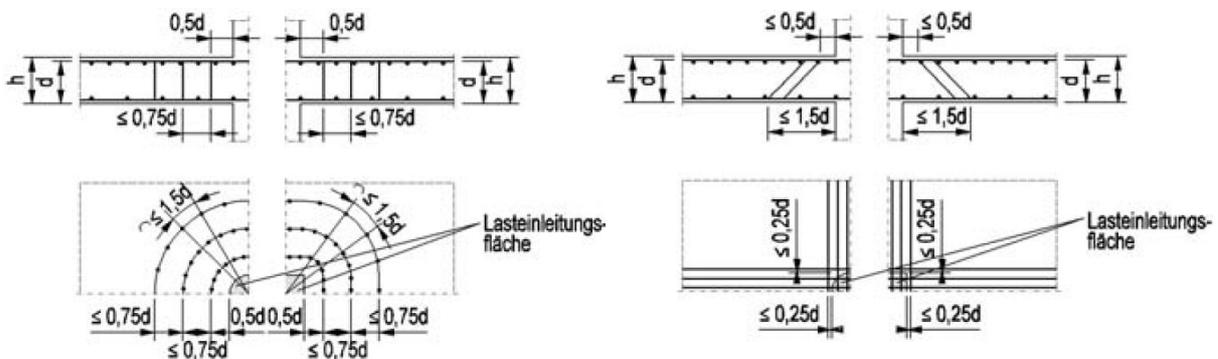
- Werden die Schnittgrößen in einer Platte unter Ansatz der Drillsteifigkeit ermittelt, so ist die Bewehrung in den Plattenecken unter Berücksichtigung des Drillmoments zu bemessen.
- Die Drillbewehrung darf durch eine parallel zu den Seiten verlaufende obere und untere Netzbewehrung in den Plattenecken 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).
- In Plattenecken in denen ein frei aufliegender und ein eingespannter Rand zusammenstoßen, 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

- 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 nach DIN 1045-1, Gleichung 154, auf die vorhandene mittlere statische Nutzhöhe d der Platte abzustimmen mit:

$$d_s \leq 0,05 d \text{ für Bügel}$$

$$d_s \leq 0,08 d \text{ für Schrägstäbe.}$$
- Ist bei Bügeln als Durchstanzbewehrung rechnerisch nur eine Bewehrungsreihe erforderlich, so ist stets eine zweite Reihe mit der Mindestbewehrung nach DIN 1045-1, Gleichung 114, vorzusehen. Dabei ist $s_w = 0,75 d$ anzunehmen.

5 Konstruktionsregeln für Stützen (DIN 1045-1, 13.5)

5.1 Allgemeine Hinweise / Abgrenzungskriterien

- Eine Unterscheidung zwischen Stützen und Wänden anhand von Mindestabmessungen wird in der DIN 1045-1:2008-8 nicht getroffen. Als Abgrenzungskriterium empfiehlt sich jedoch die Regelung aus der DIN-1045 (07.88), wonach stabförmige Druckglieder mit $b \leq 5 h$ als Stützen gelten und $b \geq h$ ist.

5.1.1 Mindestabmessungen für Stützen mit Vollquerschnitt

Stehend betonierte Ortbetonstützen	$h \geq 200 \text{ mm}$
Liegend betonierte Fertigteilstützen	$h \geq 120 \text{ mm}$

5.2 Bewehrung in Stützen / Mindest- und Höchstwerte

	Konstruktive Regeln	Mindestwert	Höchstwert
Längsbewehrung	siehe Abschnitt 5.3	$A_{sl} \geq 0,15 N_{Ed} / f_{yd}$	$A_{sl} \leq 0,09 A_c^{a)}$
Querbewehrung		-	

^{a)} Maßgebend auch im Querschnittsbereich von Übergreifungsstößen.

5.3 Längs- und Querbewehrung

- Die Längsbewehrung in Stützen muss durch Querbewehrung umschlossen werden. Die Querbewehrung ist ausreichend zu verankern. Für Bügel gilt DIN 1045-1, Bild 56e mit Hakenform a). Nach DIN 1045-1, 13.5.3 (8) Hakenform b) nur zulässig mit Winkelhakenlänge von $15 d_s$ und versetzt angeordneten Stößen oder Erhöhung des Mindestbügelquerschnitts um eine Durchmessergröße oder einer Halbierung der Bügelabstände nach 5.3.2 oder der Verwendung von Bügelmaten (angeschweißte Querstäbe).

5.3.1 Grenzstabdurchmesser

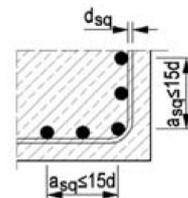
	Längsbewehrung	Querbewehrung (Bügel, Schlaufen oder Wendel)	
	$\min d_{sl} \geq 12 \text{ mm}$	$\min d_{sq}^{a)}$	$\geq 6 \text{ mm}$ $\geq 0,25 \max d_{sl}$

^{a)} Bei Verwendung von Betonstahlmatten als Bügelbewehrung muss $d_{sq} \geq 5 \text{ mm}$ und bei Verwendung von Stabbündeln ($d_{sv} \geq 28 \text{ mm}$) als Druckbewehrung muss $d_{sq} \geq 12 \text{ mm}$ betragen.

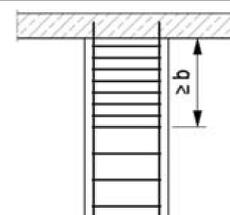
5.3.2 Mindeststababstände

Stützenquerschnitte	Längsbewehrung	Querbewehrung (Bügel, Schlaufen oder Wendel)	
rechteckig (allgemein) / polygonal	$s \leq 300 \text{ mm}$ und mind. 1 Stab je Ecke		$\leq 12 \min d_{sl}$
rechteckig ($b \leq 400 \text{ mm}$)	mind. 1 Stab je Ecke	s_w	$\leq h_{\min}$
kreisförmig	$s \leq 300 \text{ mm}$ und mind. 6 Stäbe		$\leq 300 \text{ mm}$

- 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 $\geq 15 d_{sq}$ überschreitet, sind durch eine zusätzliche Querbewehrung zu sichern, die höchstens im doppelten Abstand von s_w des Regelbereichs angeordnet sein darf.



- Unmittelbar über und unter Balken oder Platten auf einer Höhe gleich der größeren Stützenabmessung und bei Übergreifungsstößen der Längsstäbe mit $d_{sl} > 14 \text{ mm}$ ist s_w mit dem Faktor 0,6 zu vermindern (siehe nebenstehendes Bild).
- 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.



6 Konstruktionsregeln für tragende Stahlbetonwände, unbewehrte Wände, wandartige Träger und Sandwichtafeln (DIN 1045-1, 13.6 und 13.7)

6.1 Allgemeine Hinweise / Abgrenzungskriterien

- Die Konstruktionsregeln gelten für **tragende Stahlbetonwände**, bei denen die Bewehrung im Grenzzustand der Tragfähigkeit berücksichtigt wird. *Eine Unterscheidung zwischen Stützen und Wänden anhand von Mindestabmessungen wird in der DIN 1045-1 nicht getroffen. Als Abgrenzungskriterium empfiehlt sich jedoch die Regelung aus der DIN-1045 (07.88), wonach Druckglieder mit $b > 5 h$ als Wände gelten und $b \geq h$ ist.* Für Wände mit überwiegender Biegung senkrecht zu ihrer Ebene gelten die Regeln für Platten (DIN 1045-1, 13.3).
- Für **Halbfertigteile** gelten die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen.
- Bei der Bemessung von **Sandwichtafeln** 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 1045-1, 10.2 (2) zu bemessen. Aussparungen, Schlitze, 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 1045-1, 13.7.4 (3)).

6.1.1 Mindestwanddicken [mm] (DIN 1045-1, Tabelle 32)

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 ^{a)}	120	100	100	80

^{a)} Mindestdicke für Trag- und Vorsatzschicht von Sandwichtafeln ≥ 7 cm.

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

		Wände		Wandartige Träger	Sandwichtafeln (tragende Schicht) ^{c)}	
		Allgemein	$ N_{Ed} \geq 0,3 f_{cd} A_c$ bzw. schlanke Wände nach DIN 1045-1, 8.6.3			
Lotrechte Bewehrung	(siehe 6.3)	Mindestwerte	$0,015 N_{Ed} / f_{yd}$ ^{a)} > $0,0015 A_c$ ^{a)}	$0,003 A_c$ ^{a)}	$1,5 \text{ cm}^2/\text{m}$ ^{b)} bzw. $0,00075 A_c$ ^{b)}	$\geq 1,3 \text{ cm}^2/\text{m}$ ^{b)}
		Höchstwerte	$0,04 A_c$ ^{a) d)}		-	-
Horizontale Bewehrung	(siehe 6.3)	Mindestwerte	$0,2 A_{sl, \min}$ ^{e)}	$0,5 A_{sl, \min}$ ^{e)}	$1,5 \text{ cm}^2/\text{m}$ ^{b)} bzw. $0,00075 A_c$ ^{b)}	$\geq 1,3 \text{ cm}^2/\text{m}$ ^{b)}
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 DIN 1045-1, 13.5.3		-	-
Randbewehrung	(siehe 6.3)	$A_{sl} < 0,003 A_c$	-		Im allgemeinen nicht erforderlich	
		$A_{sl} \geq 0,003 A_c$	An freien Rändern Sicherung der Eckstäbe durch Steckbügel.			

^{a)} Gesamtquerschnittsfläche der Bewehrung je Wand. Die Hälfte dieser Bewehrung sollte an jeder Außenseite liegen.

^{b)} Querschnittsfläche der Bewehrung je Wandseite.

^{c)} In der Vorsatzschicht einer Sandwichtafel darf die Bewehrung einlagig angeordnet werden.

^{d)} Im Bereich von Übergreifungsstößen darf der Maximalwert auf $0,08 A_c$ verdoppelt werden

^{e)} 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	Horizontale Bewehrung
Allgemein	-	min $d_{sq} \geq 0,25$ max d_{sl}

6.3.2 Mindeststababstände		
	Lotrechte Bewehrung	Horizontale Bewehrung
Wände und Wandartige Träger	$\leq 2 h$ bzw. ≤ 300 mm	≤ 350 mm

6.4 Querbewehrung	
<ul style="list-style-type: none"> Die außenliegenden Bewehrungsstäbe beider Wandseiten sind je m^2 Wandfläche an mindestens vier versetzt angeordneten Stellen zu verbinden, z.B. durch S-Haken. Bei dicken Wänden müssen die außenliegenden Bewehrungsstäbe an mindestens vier versetzt angeordneten Stellen je m^2 Wandfläche im inneren der Wand verankert werden, wobei die freien Bügelenden die Verankerungslänge $0,5 l_b$ (l_b nach DIN 1045-1, 12.6.2) haben müssen. S-Haken dürfen bei Tragstäben mit $d_s \leq 16$ mm entfallen, wenn deren Betondeckung mindestens $2 d_s$ beträgt; in diesem Fall und stets bei Betonstahlmatten dürfen die druckbeanspruchten Stäbe außen liegen. 	

7 Konstruktionsregeln für vorgefertigte Bauteile

7.1 Allgemeine Hinweise / Abgrenzungskriterien

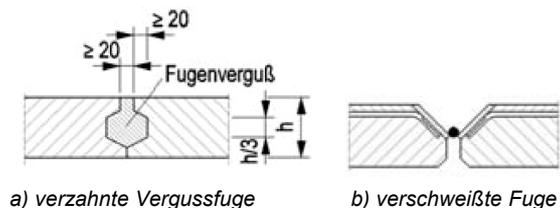
- Für allgemeine Konstruktionsregeln zu Fertigteilstützen siehe Abschnitt 5 dieses Arbeitsblatts.
- Für allgemeine Konstruktionsregeln zu Fertigteilwänden siehe Abschnitt 6 dieses Arbeitsblatts.

7.2 Vorgefertigte Deckensysteme (DIN 1045-1, 13.4)

- Für vorgefertigte Deckenplatten gelten die Regelungen der DIN 1045-1, 13.3 (siehe Abschnitt 4 dieses Arbeitsblattes) sofern im folgenden nicht abweichend festgelegt. Ziegeldecken sind in DIN 1045-100 geregelt.

7.2.1 Querverteilung der Lasten

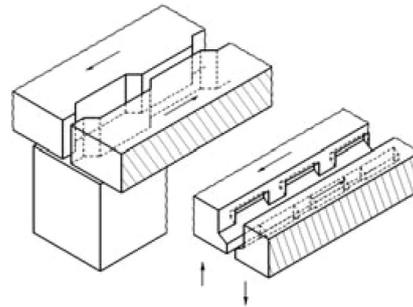
- Die Querverteilung der Lasten zwischen nebeneinander liegenden Deckenelementen muss durch geeignete Verbindungen zur Querkraftübertragung gesichert sein, z.B.:
 - ausbetonierte Fugen mit oder ohne Querbewehrung
 - Schweiß- oder Bolzenverbindungen
 - bewehrter Aufbeton
- Die Querverteilung von Punkt- oder Linienlasten ist durch Berechnung oder Versuche nachzuweisen.
- In Fertigteilplatten mit einer Breite $b \leq 1,20$ m darf die Querbewehrung nach DIN 1045-1, 13.3.2 (2) entfallen.



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 1045-1, 13.12.2) 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 1045-1, 12.6 verankert und nach 12.8 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 1045-1, 10.3.6 nachgewiesen werden. Wird aufgrund der Bemessung eine Verzahnung in Scheibenebene erforderlich, so kann diese nach nebenstehendem Bild ausgeführt werden.



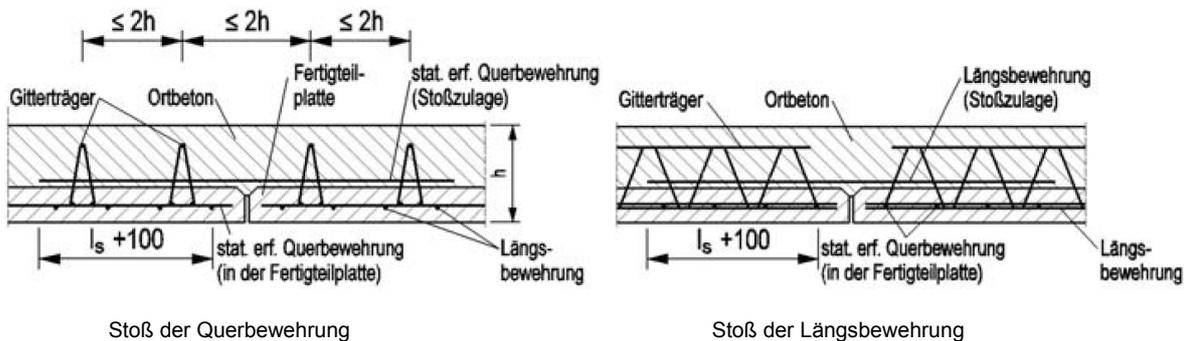
Fugenverzahnung

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 1045-1, 10.3.6, hergestellt, muss die Ortbetonerschicht mindestens eine Dicke von **50 mm** aufweisen. Die Querbewehrung darf entweder in den Fertigteilen oder im Beton liegen. Bei einer Querbewehrung im Ortbeton ist DIN 1045-1, 8.2 (6) zu beachten.

7.3.1 Querverteilung der Lasten

- 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 $d_s \leq 14 \text{ mm}$, 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. Darüber hinaus ist der Stoß 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

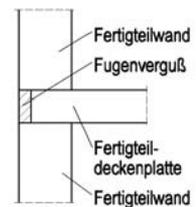
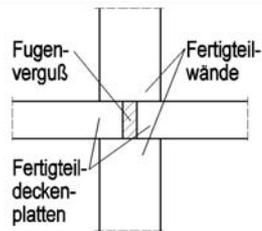
- Die günstige Wirkung der Drillsteifigkeit darf bei der Schnittgrößenermittlung nur berücksichtigt werden, wenn sich innerhalb des Drillbereichs von **0,3 l** ab der Ecke keine Stoßfuge der Fertigteilplatten befindet oder wenn die Verbundbewehrung im Abstand von höchstens **100 mm** vom Fugenrand gesichert wird. Die Aufnahme der Drillmomente ist nachzuweisen.
- *In Platten mit Randbalken oder benachbarten, biegefest verbundenen Deckenfeldern, brauchen die zugehörigen Drillmomente nicht nachgewiesen und keine Drillbewehrung angeordnet werden.*
- *Bei Endauflagern ohne Wandauflast ist eine Verbundsicherungsbewehrung von mindestens **6 cm²/m** entlang der Auflagerlinie anzuordnen. Diese sollte auf einer Breite von **0,75 m** angeordnet werden.*

7.4 Verbindung und Auflagerung von Fertigteilen (DIN 1045-1, 13.8)

- 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.
- *Der Einfluss von Imperfektionen infolge der Bauausführung sollte berücksichtigt werden.*
- 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

- 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.



a) Mittelaufleger b) Randaufleger
Auflagerung von Deckenplatten auf Fertigteilwänden

- 60 % des lastabtragenden Querschnitts dürfen in Rechnung gestellt werden wenn die Festlegungen nach DIN 1045-1, 13.7.2 (2) eingehalten werden.

7.4.2 Sonstige Regelungen

- Druckfugen siehe DIN 1045-1, 13.8.2
- Biegesteife und zugfeste Verbindungen siehe DIN 1045-1, 13.8.3
- Lagerungsbereiche DIN 1045-1, 13.8.4

8 Besondere Bestimmungen

8.1 Krafteinleitungsbereiche (DIN 1045-1, 13.9)

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.
- *Diese Zusatzbewehrung darf aus Bügeln oder aus Bewehrungslagen in Form von sogenannten „Haarnadeln“ bestehen; bei ausgedehnten Wänden auch aus geraden Stäben mit ausreichender Länge.*

8.1.2 Zugkräfte

- Bei Zugkräften sind die Rückverankerungen aus Betonstahl mit der erforderlichen Verankerungslänge $l_{b,net}$, gegebenenfalls unter Beachtung von DIN 1045-1, 12.5 (6) nach 12.6.2 im lastabgewandten Querschnittsteil zu verankern oder nach DIN 1045-1, 12.8 zu stoßen.

8.2 Umlenkkräfte (DIN 1045-1, 13.10)

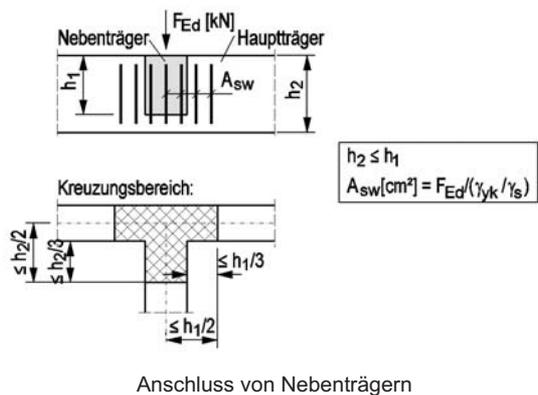
- In Bereichen mit Richtungsänderungen von inneren Zug- oder Druckkräften muss die Aufnahme der entstehenden Umlenkkräfte sichergestellt werden.
- *Für die Bewehrungsführung in Rahmenecken wird auf DAfStb Heft 400, S. 118ff verwiesen.*

8.3 Indirekte Auflagerungen (DIN 1045-1, 13.11)

- Bei indirekter Auflagerung eines Bauteils muss im Kreuzungsbereich der Bauteile eine Aufhängebewehrung vorgesehen werden, die die wechselseitigen Auflagerreaktionen vollständig aufnehmen kann.
- *Die Aufhängebewehrung sollte vorzugsweise aus Bügeln bestehen, die die Hauptbewehrung des unterstützenden Bauteils umfassen.*

Einige dieser Bügel dürfen außerhalb des unmittelbaren Kreuzungsbereichs beider Bauteile angeordnet werden (siehe nebenstehendes Bild), wenn eine über die Höhe verteilte Horizontalbewehrung angeordnet ist, deren Gesamtquerschnittsfläche dem Gesamtquerschnitt dieser Bügel entspricht.

- *Bei sehr breiten stützenden Trägern oder bei stützenden Platten sollte die in diesen Trägern oder Platten angeordnete Aufhängebewehrung nicht über eine Länge angeordnet werden, die größer als die Nutzhöhe des gestützten Trägers ist.*



8.4 Schadensbegrenzung bei außergewöhnlichen Ereignissen (DIN 1045-1, 13.12)

- Bei außergewöhnlichen Ereignissen ist eine Schädigung des Tragwerks in einem zur ursprünglichen Ursache unverhältnismäßig großen Ausmaß zu vermeiden (siehe DIN 1055-100). *Werden neben den sonstigen Regeln der DIN 1045-1 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 1045-1, 13.12.2) verwendet werden.*
- *Im Fertigteilbau dürfen zur Schadensbegrenzung bei außergewöhnlichen Einwirkungen zusätzlich innenliegende Zuganker (Regelungen siehe DIN 1045-1, 13.12.3) und horizontale Stützen- und Wandzuganker (Regelungen siehe DIN 1045-1, 13.12.4) verwendet werden.*