

Bewehren von Stahlbetontragwerken nach DIN 1045-1:2008-08

Arbeitsblatt 7
Ausgabe 2010 -11

Verbund, Verankerungen, Stöße

Gesamtherstellung und Herausgabe: Institut für Stahlbetonbewehrung e.V.
Prüfung: Univ.-Prof. Dr.-Ing. K. Zilch, (Dipl.-Ing. Andreas Rogge)
Überarbeitung (DIN 1045-1:2008)*: Dr.-Ing. N. Brauer, Dipl.-Ing. J. Ehmke

1 Verbund (DIN 1045-1, 12.4)

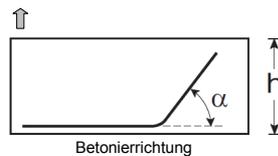
Die Qualität des Verbundes hängt ab von:

- der Oberflächengestalt des Betonstahls
- den Abmessungen des Bauteils
- Lage und Neigungswinkel der Bewehrung während des Betonierens (Verbundbedingungen)

1.1 Verbundbedingungen (DIN 1045-1, 12.4)

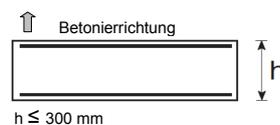
1.1.1 Gute Verbundbedingungen - Verbundbereich I (VB I)

Stäbe mit $\alpha \geq 45^\circ$

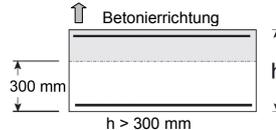


Stäbe mit $\alpha < 45^\circ$ während des Betonierens bei Bauteilen mit

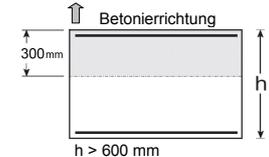
$h \leq 300$ mm
alle Stäbe



$300 < h \leq 600$ mm
Stäbe höchstens 300 mm
über der Unterkante



$h \geq 600$ mm
Stäbe mindestens 300 mm
unter der Oberkante



Liegend gefertigte Bauteile bei Verdichtung mit Außenrüttlern und $h \leq 500$ mm

1.1.2 Mäßige Verbundbedingungen - Verbundbereich II (VB II)

- In allen Fällen, die nicht den guten Verbundbedingungen zuzuordnen sind (schraffierte Bereiche in den Bildern von 1.1.1)
- Bei Bauteilen, die in Gleitbauweise erstellt werden, für alle Stäbe.

1.2 Bemessungswerte der Verbundspannung f_{bd} [N/mm²] - für Stäbe mit $d_s \leq 32$ mm^{1,2)}

| Beton C ³⁾ | 12/15 | 16/20 | 20/25 | 25/30 | 30/37 | 35/45 | 40/50 | 45/55 | 50/60 | 55/67 | 60/75 | 70/85 | 80/95 | 90/105 | 100/115 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|
| γ_c | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,52 | 1,53 | 1,56 | 1,60 | 1,63 | 1,67 |
| f_{bd} (VB I) | 1,6 | 2,0 | 2,3 | 2,7 | 3,0 | 3,4 | 3,7 | 4,0 | 4,3 | 4,4 | 4,5 | 4,7 | 4,8 | 4,9 | 4,9 |
| f_{bd} (VB II) ⁴⁾ | 1,1 | 1,4 | 1,6 | 1,9 | 2,1 | 2,4 | 2,6 | 2,8 | 3,0 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,4 | 3,4 |

1) für $d_s > 32$ mm sind die Werte f_{bd} mit dem Faktor $(132 - d_s) / 100$ zu vermindern (d_s in mm)

$d_s = 40$ mm: $(132 - 40) / 100 = 0,92$

$d_s = 50$ mm: $(132 - 50) / 100 = 0,82$

2) eine Erhöhung der Werte f_{bd} darf nach einer der beiden Möglichkeiten erfolgen:

• bei Querdruck rechtwinklig zur Bewehrungsebene mit dem Faktor $1 / (1 - 0,04 \cdot p) \leq 1,5$; p in N/mm²

• bei allseitiger, durch Bewehrung gesicherter Betondeckung $\geq 10 \cdot d_s$: Erhöhung um 50 %

3) bei Leichtbeton LC ist f_{bd} um den Faktor $\eta_1 = 0,4 + 0,6 \cdot \rho / 2200$ zu vermindern

(ρ - Dichte des Leichtbetons in kg/m³)

4) im VB II betragen die Bemessungswerte der Verbundspannung 70 % der Werte im VB I

INSTITUT FÜR STAHLBETONBEWEHRUNG e.V.

2 Verankerungen (DIN 1045-1, 12.6)

2.1 Grundmaß der Verankerungslänge l_b (DIN 1045-1, 12.6.2 (2)) ($d_s \leq 32$ mm)

| | |
|---|--|
| $l_b = \frac{d_s}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}}$ | mit d_s Stabdurchmesser f_{yd} Bemessungswert der Streckgrenze des Betonstahls f_{bd} Bemessungswert der Verbundspannung (siehe 1.2) |
|---|--|

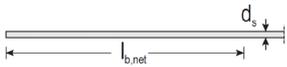
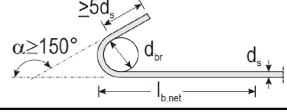
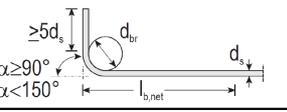
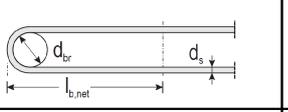
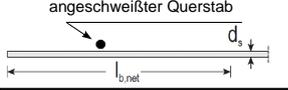
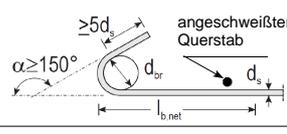
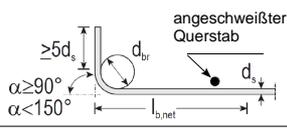
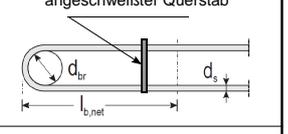
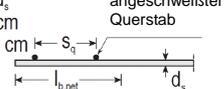
Grundmaße der Verankerungslänge bezogen auf den Stabdurchmesser: l_b/d_s ($d_s \leq 32$ mm)

| Beton C | 12/15 | 16/20 | 20/25 | 25/30 | 30/37 | 35/45 | 40/50 | 45/55 | 50/60 | 55/67 | 60/75 | 70/85 | 80/95 | 90/105 | 100/115 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|
| l_b/d_s (VB I) | 66 | 54 | 47 | 40 | 36 | 32 | 30 | 27 | 25 | 25 | 24 | 23 | 23 | 22 | 22 |
| l_b/d_s (VB II) | 94 | 78 | 67 | 58 | 51 | 46 | 42 | 39 | 36 | 35 | 35 | 33 | 33 | 32 | 31 |

2.2 Erforderliche Verankerungslänge $l_{b,net}$ (DIN 1045-1, 12.6.2 (3))

| | |
|--|--|
| $l_{b,net} = \alpha_a \cdot l_b \cdot \frac{A_{s,erf}}{A_{s,vorh}} \geq l_{b,min}$ | mit α_a Beiwert zur Berücksichtigung der Verankerungsart (siehe 2.3) l_b Grundmaß der Verankerungslänge $A_{s,erf}, A_{s,vorh}$ erforderliche und vorhandene Querschnittsfläche der zu verankernden Bewehrung $l_{b,min}$ Mindestwert der Verankerungslänge = $0,3 \cdot \alpha_a \cdot l_b \geq 10 \cdot d_s$ für Verankerungen von Zugstäben = $0,6 \cdot l_b \geq 10 \cdot d_s$ für Verankerungen von Druckstäben |
|--|--|

2.3 Zulässige Verankerungsarten von Betonstahl und dazugehörige Beiwerte α_a (DIN 1045-1, Tabelle 26)

| | Verankerungsarten | Beiwert α_a | |
|---|--|----------------------------|------------|
| | | Zugstäbe | Druckstäbe |
| 1 | Gerade Stabenden  | 1,0 | 1,0 |
| 2 | <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Haken</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Winkelhaken</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Schlaufen</p>  </div> </div> | 0,7 ²⁾ (1,0) | - |
| 3 | Gerade Stabenden mit mindestens einem angeschweißten Querstab innerhalb von $l_{b,net}$  | 0,7 | 0,7 |
| 4 | <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Haken</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Winkelhaken</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Schlaufen</p>  </div> </div> <p>mit mindestens einem angeschweißten Querstab innerhalb von $l_{b,net}$</p> | 0,5 (0,7) | - |
| 5 | Gerade Stabenden mit mindestens zwei angeschweißten Querstäben innerhalb von $l_{b,net}$ Nur bei Einzelstäben mit $d_s \leq 16$ mm und bei Doppelstäben mit $d_s \leq 12$ mm erlaubt  | 0,5 | 0,5 |

- 1) Die angegebenen Werte in Klammern gelten wenn:
- Betondeckung im Krümmungsbereich senkrecht zur Krümmungsebene $< 3 \cdot d_s$ oder
 - kein Querdruck vorhanden ist oder
 - keine enge Verbügelung vorhanden ist
- 2) Bei Schlaufenverankerung mit Biegerolldurchmesser $d_{br} \geq 15 \cdot d_s$ darf α_a auf 0,5 reduziert werden.

2.4 Erforderliche Querbewehrung im Verankerungsbereich (DIN 1045-1, 12.6.3)

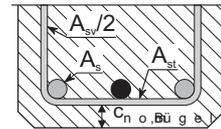
Im Verankerungsbereich müssen örtliche Querzugspannungen aufgenommen werden, um ein Spalten des Betons infolge Sprengwirkung zu verhindern. Dies gilt als erfüllt, wenn:

- konstruktive Maßnahmen oder andere günstige Einflüsse (z. B. Querdruck) ein Spalten des Betons verhindern
- bei Balken und bei Stützen die Bügel und bei Platten oder Wänden die Querbewehrung nach DIN 1045-1, 13, angeordnet werden

Bei Stabdurchmessern mit $d_s > 32$ mm und ohne Querdruck im Verankerungsbereich ist zusätzlich mindestens folgende Querbewehrung erforderlich:

- parallel zur Bauteilunterseite: $A_{st} = n_1 \cdot 0,25 \cdot A_s$
- rechteckig zur Bauteilunterseite: $A_{sv} = n_2 \cdot 0,25 \cdot A_s$

mit A_s Querschnittsfläche eines verankerten Stabes
 n_1 Anzahl der zu verankernden Bewehrungslagen
 n_2 Anzahl der zu verankernden Stäbe je Lage



- verankerte Stäbe
- durchgehende Stäbe

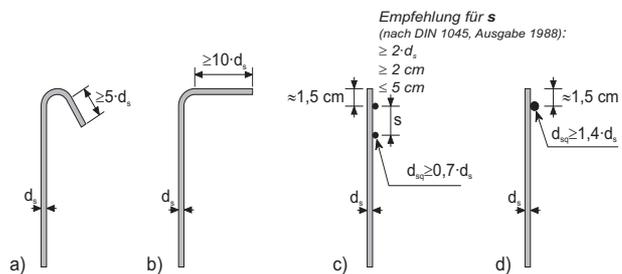
- Die Querbewehrung ist gleichmäßig über den Verankerungsbereich zu verteilen. Der Verlegeabstand soll etwa dem 5-fachen Durchmesser des zu verankernden Stabes entsprechen.

2.5 Verankerung von Bügeln und Querkraftbewehrung (DIN 1045-1, 12.7)

Die Verankerung von Bügeln und Querkraftbewehrung erfolgt durch:

- Haken (a)
- Winkelhaken (b)
- aufgeschweißte Querstäbe (c, d)

In der **Druckzone** erfolgt die Verankerung (a, b, c, d) zwischen dem Schwerpunkt der Druckzonenfläche und dem Druckrand; bei Querbewehrung über die ganze Höhe gilt diese Bedingung als erfüllt.



Empfehlung für s
 (nach DIN 1045, Ausgabe 1988):

$\geq 2 \cdot d_s$
 ≥ 2 cm

≤ 5 cm

$\approx 1,5$ cm

$d_{st} \geq 0,7 \cdot d_s$

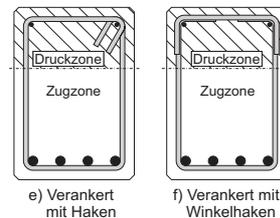
$\approx 1,5$ cm

$d_{st} \geq 1,4 \cdot d_s$

In der **Zugzone** erfolgt die Anordnung der Verankerungselemente möglichst nahe am Zugrand. Bügel müssen die Biegezugbewehrung umschließen.

Bei Verankerungselementen mit **aufgeschweißten Querstäben** (c, d) ist zusätzlich eine seitliche Betondeckung erforderlich:

$c_{min} \geq 3 \cdot d_s$ (d_s - Bügeldurchmesser)
 ≥ 5 cm



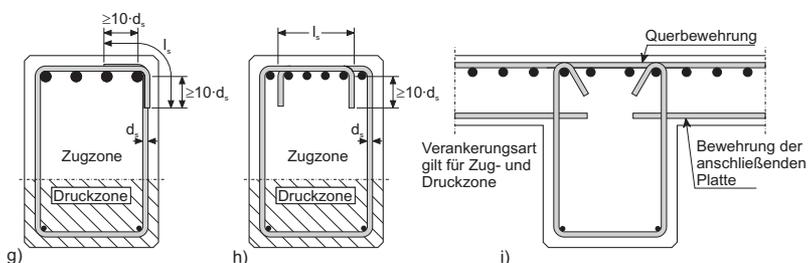
e) Verankert mit Haken

f) Verankert mit Winkelhaken

Bei **Balken** sind die Bügel wie folgt zu schließen:

- Druckzone: nach Bild e und f
- Zugzone: nach Bild g und h

Bei **Plattenbalken** erfolgt das Schließen der Bügel mit Querbewehrung nach Bild i, wenn $V_{Ed} \leq 2/3 \cdot V_{Rd,max}$ eingehalten wird.



g)

h)

i)

3 Stöße (DIN 1045-1, 12.8)

Übergreifungsstöße

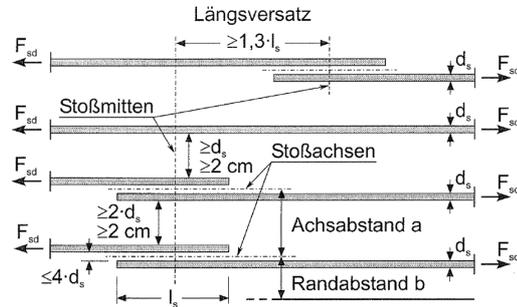
- Kraftübertragung von einem Stab zum anderen ist sicherzustellen
- Betonabplatzungen sind zu vermeiden
- Übergreifungsstöße mit $d_s > 32$ mm nur bei Bauteilen mit überwiegender Biegung zulässig

Mechanische Stöße sind durch bauaufsichtliche Zulassungen geregelt.

Geschweißte Stöße werden nach DIN 4099-1 ausgeführt; siehe auch ISB - Arbeitsblatt Nr. 10.

3.1 Übergreifungsstöße von Stabstahl

- Vollstöße sollen nicht in hochbeanspruchten Bereichen liegen
- Bei Schnittkraftermittlung nach der Plastizitätstheorie (DIN 1045-1, 8.4) und nach nichtlinearen Verfahren (DIN 1045-1, 8.5) dürfen Übergreifungsstöße nicht in den plastischen Bereichen angeordnet werden.
- Die Übergreifungsstöße sollen möglichst längsversetzt, das heißt mit einem Längsversatz zweier Stöße $\geq 1,3 \cdot l_s$ angeordnet werden. Die erforderlichen Abmessungen zeigt nebenstehendes Bild.



3.1.1 Übergreifungslänge l_s (DIN 1045-1, 12.8.2)

$$l_s = l_{b,net} \cdot \alpha_a \geq l_{s,min}$$

$$l_{b,net} = \alpha_a \cdot l_b \cdot \frac{A_{s,erf}}{A_{s,vorh}} \geq l_{b,min}$$

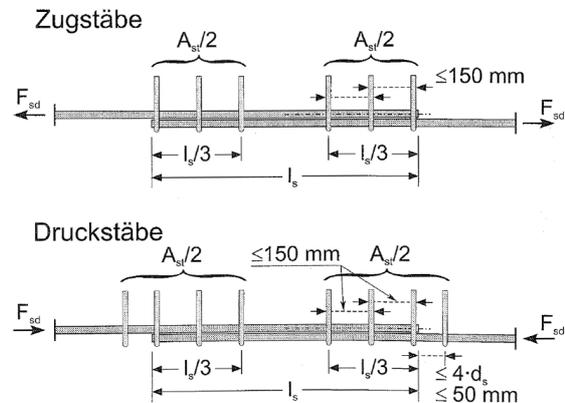
$l_{b,net}$ Verankerungslänge nach 2.2
 $l_{s,min}$ Mindestwert der Übergreifungslänge
 $= 0,3 \cdot \alpha_a \cdot \alpha_1 \cdot l_b \geq 15 \cdot d_s$ und ≥ 200 mm
 α_1 Beiwert zur Berücksichtigung des Stoßanteils nach 3.1.2
 α_a Beiwert zur Berücksichtigung der Verankerungsart nach 2.3, **aber**: Einfluss angeschweißter Querstäbe darf **nicht** angesetzt werden
 l_b Grundmaß der Verankerungslänge nach 2.1
 $A_{s,erf}$ erforderliche Querschnittsfläche der zu verankernden Bewehrung
 $A_{s,vorh}$ vorhandene Querschnittsfläche der zu verankernden Bewehrung
 Ist der lichte Abstand gestoßener Stäbe $\geq 4 \cdot d_s$ (siehe Bild in 3.1), ist die Übergreifungslänge um die Überschreitung zu vergrößern.

3.1.2 Beiwert α_1 zur Berücksichtigung des Stoßanteils (DIN 1045-1, Tabelle 27)

| | | Beiwert α_1 | | |
|--|---|--------------------|-------------------|---|
| 1 | Anteil der ohne Längsversatz gestoßenen Stäbe je Lage | ≤ 33% | > 33% | |
| 2 | Stoß in der Zugzone $d_s < 16$ mm | 1,2 ¹⁾ | 1,4 ¹⁾ | ● gestoßene Stäbe ● durchgehender Stab |
| 3 | Zugzone $d_s \geq 16$ mm | 1,4 ¹⁾ | 2,0 ²⁾ | |
| 4 | Stoß in der Druckzone | 1,0 | 1,0 | |
| ¹⁾ Falls $s \geq 10 \cdot d_s$ und $s_0 \geq 5 \cdot d_s$: $\alpha_1=1,0$ ²⁾ Falls $s \geq 10 \cdot d_s$ und $s_0 \geq 5 \cdot d_s$: $\alpha_1=1,4$ | | | | |

3.1.3 Querbewehrung A_{st} bei Übergreifungsstößen (DIN 1045-1, 12.8.3)

- erforderliche Querbewehrung: $A_{st} \geq 1,0 \cdot A_s$
 mit $A_s =$ Querschnittsfläche eines gestoßenen Stabs, der größte Wert ist maßgebend
- die Querbewehrung muß Längsstäbe umschließen;
 falls: $s < 10 \cdot d_s$: Bügel erforderlich
 $s \geq 10 \cdot d_s$: Querbewehrung darf gerade sein
- in flächenartigen Bauteilen ebenfalls bügelartige Umfassung, wenn $s \leq 7 \cdot d_s$, alternativ Erhöhung der Übergreifungslänge nach 12.8.2 um 30%
- bügelartige Umfassung kann entfallen, wenn Abstand der Stoßmitten benachbarter Stöße mit geraden Stabenden etwa $0,5 l_s$ beträgt
- Querkraftbewehrung nach DIN 1045-1, 13 ausreichend, wenn:
 $d_s < 16$ mm bis Beton C 55/67 und LC 45/50
 $d_s < 12$ mm ab Beton C 60/75 und LC 50/55
 Anteil der gestoßenen Stäbe < 20 %
- Für Beton ab C 70/85 oder bei mehrlagiger Bewehrung mit Stoßanteil > 50 % je Lage gilt:
 erforderliche Querbewehrung mit Bügeln: $A_{st} \geq \Sigma A_s$
 mit ΣA_s Querschnittsfläche aller gestoßenen Stäbe



3.1.4 Übergreifungslängen l_s für alle Betonfestigkeitsklassen und Stabdurchmesser

3.1.4 a Übergreifungslängen l_s für Betonfestigkeitsklassen C12/15; C16/20; C20/25 und C25/30

In den Tabellen des Abschnittes 3.1.4 gilt: $\frac{a_{s,erf}}{a_{s,vorh}} = 1$ $l_{s,min}$ (siehe 3.1.1) beachten

| Betonfestigkeitsklasse | Durchmesser d_s [mm] | Erforderliche Übergreifungslänge l_s für Stabstahl [cm] | | | | | | | |
|------------------------|------------------------|---|-------|--------------------------------|-------|--------------------------------------|-------|--------------------------------|-------|
| | | Anteil der gestoßenen Stäbe $\leq 33\%$ | | | | Anteil der gestoßenen Stäbe $> 33\%$ | | | |
| | | s $\geq 10 d_s$ und $s_0 \geq 5 d_s$ | | s $< 10 d_s$ und $s_0 < 5 d_s$ | | s $\geq 10 d_s$ und $s_0 \geq 5 d_s$ | | s $< 10 d_s$ und $s_0 < 5 d_s$ | |
| | | VB I | VB II | VB I | VB II | VB I | VB II | VB I | VB II |
| C12/15 | 6 | 40 | 57 | 47 | 68 | 40 | 57 | 55 | 79 |
| | 8 | 53 | 75 | 63 | 90 | 53 | 75 | 74 | 105 |
| | 10 | 66 | 94 | 79 | 113 | 66 | 94 | 92 | 132 |
| | 12 | 79 | 113 | 95 | 136 | 79 | 113 | 111 | 158 |
| | 14 | 92 | 132 | 111 | 158 | 92 | 132 | 129 | 185 |
| | 16 | 105 | 151 | 148 | 211 | 148 | 211 | 211 | 301 |
| | 20 | 132 | 188 | 185 | 264 | 185 | 264 | 264 | 377 |
| | 25 | 165 | 235 | 231 | 330 | 231 | 330 | 330 | 471 |
| | 28 | 185 | 264 | 258 | 369 | 258 | 369 | 369 | 527 |
| | 32 | 211 | 301 | 295 | 422 | 295 | 422 | 422 | 603 |
| | 40 | 287 | 410 | 401 | 573 | 401 | 573 | 573 | 819 |
| 50 | 402 | 574 | 563 | 804 | 563 | 804 | 804 | 1.149 | |
| C16/20 | 6 | 32 | 46 | 39 | 56 | 32 | 46 | 45 | 65 |
| | 8 | 43 | 62 | 52 | 74 | 43 | 62 | 60 | 86 |
| | 10 | 54 | 77 | 65 | 93 | 54 | 77 | 76 | 108 |
| | 12 | 65 | 93 | 78 | 111 | 65 | 93 | 91 | 130 |
| | 14 | 76 | 108 | 91 | 130 | 76 | 108 | 106 | 151 |
| | 16 | 86 | 123 | 121 | 173 | 121 | 173 | 173 | 247 |
| | 20 | 108 | 154 | 151 | 216 | 151 | 216 | 216 | 309 |
| | 25 | 135 | 193 | 189 | 270 | 189 | 270 | 270 | 386 |
| | 28 | 151 | 216 | 212 | 302 | 212 | 302 | 302 | 432 |
| | 32 | 173 | 247 | 242 | 346 | 242 | 346 | 346 | 494 |
| | 40 | 235 | 335 | 329 | 470 | 329 | 470 | 470 | 671 |
| 50 | 329 | 470 | 461 | 659 | 461 | 659 | 659 | 941 | |
| C20/25 | 6 | 28 | 40 | 34 | 48 | 28 | 40 | 39 | 56 |
| | 8 | 37 | 54 | 45 | 64 | 37 | 54 | 52 | 75 |
| | 10 | 47 | 67 | 56 | 80 | 47 | 67 | 66 | 94 |
| | 12 | 56 | 80 | 67 | 96 | 56 | 80 | 79 | 112 |
| | 14 | 66 | 94 | 79 | 112 | 66 | 94 | 92 | 131 |
| | 16 | 75 | 107 | 105 | 150 | 105 | 150 | 150 | 214 |
| | 20 | 94 | 134 | 131 | 187 | 131 | 187 | 187 | 268 |
| | 25 | 117 | 167 | 164 | 234 | 164 | 234 | 234 | 335 |
| | 28 | 131 | 187 | 184 | 262 | 184 | 262 | 262 | 375 |
| | 32 | 150 | 214 | 210 | 300 | 210 | 300 | 300 | 428 |
| | 40 | 204 | 291 | 285 | 407 | 285 | 407 | 407 | 582 |
| 50 | 286 | 408 | 400 | 571 | 400 | 571 | 571 | 816 | |
| C25/30 | 6 | 24 | 34 | 29 | 41 | 24 | 34 | 34 | 48 |
| | 8 | 32 | 46 | 38 | 55 | 32 | 46 | 45 | 64 |
| | 10 | 40 | 57 | 48 | 69 | 40 | 57 | 56 | 80 |
| | 12 | 48 | 69 | 58 | 82 | 48 | 69 | 67 | 96 |
| | 14 | 56 | 80 | 67 | 96 | 56 | 80 | 78 | 112 |
| | 16 | 64 | 91 | 90 | 128 | 90 | 128 | 128 | 183 |
| | 20 | 80 | 114 | 112 | 160 | 112 | 160 | 160 | 229 |
| | 25 | 100 | 143 | 140 | 200 | 140 | 200 | 200 | 286 |
| | 28 | 112 | 160 | 157 | 224 | 157 | 224 | 224 | 320 |
| | 32 | 128 | 183 | 179 | 256 | 179 | 256 | 256 | 366 |
| | 40 | 174 | 248 | 243 | 348 | 243 | 348 | 348 | 497 |
| 50 | 244 | 348 | 341 | 488 | 341 | 488 | 488 | 697 | |

gegenüber Originalfassung neu berechnete Übergreifungslängen

3.1.4 b Übergreifungslängen l_s für Betonfestigkeitsklassen C30/37; C35/45; C40/50 und C45/55

In den Tabellen des Abschnittes 3.1.4 gilt: $\frac{a_{s,erf}}{a_{s,vorh}} = 1$ $l_{s,min}$ (siehe 3.1.1) beachten

| Betonfestigkeitsklasse | Durchmesser d_s [mm] | Erforderliche Übergreifungslänge l_s für Stabstahl [cm] | | | | | | | |
|------------------------|------------------------|---|-------|--------------------------------|-------|--------------------------------------|-------|--------------------------------|-------|
| | | Anteil der gestoßenen Stäbe $\leq 33\%$ | | | | Anteil der gestoßenen Stäbe $> 33\%$ | | | |
| | | $s \geq 10 d_s$ und $s_0 \geq 5 d_s$ | | $s < 10 d_s$ und $s_0 < 5 d_s$ | | $s \geq 10 d_s$ und $s_0 \geq 5 d_s$ | | $s < 10 d_s$ und $s_0 < 5 d_s$ | |
| | | VB I | VB II | VB I | VB II | VB I | VB II | VB I | VB II |
| C30/37 | 6 | 21 | 31 | 26 | 37 | 21 | 31 | 30 | 43 |
| | 8 | 29 | 41 | 34 | 49 | 29 | 41 | 40 | 57 |
| | 10 | 36 | 51 | 43 | 61 | 36 | 51 | 50 | 71 |
| | 12 | 43 | 61 | 51 | 73 | 43 | 61 | 60 | 86 |
| | 14 | 50 | 71 | 60 | 86 | 50 | 71 | 70 | 100 |
| | 16 | 57 | 82 | 80 | 114 | 80 | 114 | 114 | 163 |
| | 20 | 71 | 102 | 100 | 143 | 100 | 143 | 143 | 204 |
| | 25 | 89 | 127 | 125 | 178 | 125 | 178 | 178 | 255 |
| | 28 | 100 | 143 | 140 | 200 | 140 | 200 | 200 | 286 |
| | 32 | 114 | 163 | 160 | 228 | 160 | 228 | 228 | 326 |
| | 40 | 155 | 222 | 217 | 310 | 217 | 310 | 310 | 443 |
| | 50 | 218 | 311 | 305 | 435 | 305 | 435 | 435 | 622 |
| C35/45 | 6 | 19 | 27 | 23 | 33 | 19 | 27 | 27 | 38 |
| | 8 | 26 | 37 | 31 | 44 | 26 | 37 | 36 | 51 |
| | 10 | 32 | 46 | 38 | 55 | 32 | 46 | 45 | 64 |
| | 12 | 38 | 55 | 46 | 66 | 38 | 55 | 54 | 77 |
| | 14 | 45 | 64 | 54 | 77 | 45 | 64 | 63 | 90 |
| | 16 | 51 | 73 | 72 | 102 | 72 | 102 | 102 | 146 |
| | 20 | 64 | 91 | 90 | 128 | 90 | 128 | 128 | 183 |
| | 25 | 80 | 114 | 112 | 160 | 112 | 160 | 160 | 229 |
| | 28 | 90 | 128 | 125 | 179 | 125 | 179 | 179 | 256 |
| | 32 | 102 | 146 | 143 | 205 | 143 | 205 | 205 | 293 |
| | 40 | 139 | 199 | 195 | 278 | 195 | 278 | 278 | 398 |
| | 50 | 195 | 279 | 273 | 390 | 273 | 390 | 390 | 557 |
| C40/50 | 6 | 18 | 25 | 21 | 30 | 18 | 25 | 25 | 35 |
| | 8 | 24 | 34 | 28 | 40 | 24 | 34 | 33 | 47 |
| | 10 | 30 | 42 | 35 | 51 | 30 | 42 | 41 | 59 |
| | 12 | 35 | 51 | 42 | 61 | 35 | 51 | 50 | 71 |
| | 14 | 41 | 59 | 50 | 71 | 41 | 59 | 58 | 83 |
| | 16 | 47 | 67 | 66 | 94 | 66 | 94 | 94 | 135 |
| | 20 | 59 | 84 | 83 | 118 | 83 | 118 | 118 | 169 |
| | 25 | 74 | 105 | 103 | 148 | 103 | 148 | 148 | 211 |
| | 28 | 83 | 118 | 116 | 165 | 116 | 165 | 165 | 236 |
| | 32 | 94 | 135 | 132 | 189 | 132 | 189 | 189 | 270 |
| | 40 | 128 | 183 | 180 | 257 | 180 | 257 | 257 | 366 |
| | 50 | 180 | 257 | 252 | 360 | 252 | 360 | 360 | 514 |
| C45/55 | 6 | 16 | 23 | 19 | 28 | 16 | 23 | 23 | 32 |
| | 8 | 22 | 31 | 26 | 37 | 22 | 31 | 30 | 43 |
| | 10 | 27 | 39 | 32 | 46 | 27 | 39 | 38 | 54 |
| | 12 | 32 | 46 | 39 | 56 | 32 | 46 | 45 | 65 |
| | 14 | 38 | 54 | 45 | 65 | 38 | 54 | 53 | 76 |
| | 16 | 43 | 62 | 60 | 86 | 60 | 86 | 86 | 123 |
| | 20 | 54 | 77 | 76 | 108 | 76 | 108 | 108 | 154 |
| | 25 | 68 | 96 | 95 | 135 | 95 | 135 | 135 | 193 |
| | 28 | 76 | 108 | 106 | 151 | 106 | 151 | 151 | 216 |
| | 32 | 86 | 123 | 121 | 173 | 121 | 173 | 173 | 247 |
| | 40 | 117 | 168 | 164 | 235 | 164 | 235 | 235 | 335 |
| | 50 | 165 | 235 | 230 | 329 | 230 | 329 | 329 | 470 |

3.1.4 c Übergreifungslängen l_s für Betonfestigkeitsklassen C50/60; C55/67; C60/75 und C70/85

In den Tabellen des Abschnittes 3.1.4 gilt: $\frac{a_{s,erf}}{a_{s,vorh}} = 1$ $l_{s,min}$ (siehe 3.1.1) beachten

| Betonfestigkeitsklasse | Durchmesser d_s [mm] | Erforderliche Übergreifungslänge l_s für Stabstahl [cm] | | | | | | | |
|------------------------|------------------------|---|-------|--------------------------------|-------|--------------------------------------|-------|--------------------------------|-------|
| | | Anteil der gestoßenen Stäbe $\leq 33\%$ | | | | Anteil der gestoßenen Stäbe $> 33\%$ | | | |
| | | $s \geq 10 d_s$ und $s_0 \geq 5 d_s$ | | $s < 10 d_s$ und $s_0 < 5 d_s$ | | $s \geq 10 d_s$ und $s_0 \geq 5 d_s$ | | $s < 10 d_s$ und $s_0 < 5 d_s$ | |
| | | VB I | VB II | VB I | VB II | VB I | VB II | VB I | VB II |
| C50/60 | 6 | 15 | 21 | 18 | 26 | 15 | 21 | 21 | 30 |
| | 8 | 20 | 29 | 24 | 34 | 20 | 29 | 28 | 40 |
| | 10 | 25 | 36 | 30 | 43 | 25 | 36 | 35 | 50 |
| | 12 | 30 | 43 | 36 | 51 | 30 | 43 | 42 | 60 |
| | 14 | 35 | 50 | 42 | 60 | 35 | 50 | 49 | 70 |
| | 16 | 40 | 57 | 56 | 80 | 56 | 80 | 80 | 114 |
| | 20 | 50 | 71 | 70 | 100 | 70 | 100 | 100 | 143 |
| | 25 | 63 | 89 | 88 | 125 | 88 | 125 | 125 | 179 |
| | 28 | 70 | 100 | 98 | 140 | 98 | 140 | 140 | 200 |
| | 32 | 80 | 114 | 112 | 160 | 112 | 160 | 160 | 229 |
| | 40 | 109 | 155 | 152 | 217 | 152 | 217 | 217 | 311 |
| 50 | 152 | 218 | 213 | 305 | 213 | 305 | 305 | 436 | |
| C55/67 | 6 | 15 | 21 | 18 | 26 | 15 | 21 | 21 | 30 |
| | 8 | 20 | 28 | 24 | 34 | 20 | 28 | 28 | 40 |
| | 10 | 25 | 36 | 30 | 43 | 25 | 36 | 35 | 50 |
| | 12 | 30 | 43 | 36 | 51 | 30 | 43 | 42 | 60 |
| | 14 | 35 | 50 | 42 | 60 | 35 | 50 | 49 | 70 |
| | 16 | 40 | 57 | 56 | 80 | 56 | 80 | 80 | 114 |
| | 20 | 50 | 71 | 70 | 100 | 70 | 100 | 100 | 142 |
| | 25 | 62 | 89 | 87 | 125 | 87 | 125 | 125 | 178 |
| | 28 | 70 | 100 | 98 | 140 | 98 | 140 | 140 | 199 |
| | 32 | 80 | 114 | 112 | 159 | 112 | 159 | 159 | 228 |
| | 40 | 108 | 155 | 152 | 217 | 152 | 217 | 217 | 310 |
| 50 | 152 | 217 | 213 | 304 | 213 | 304 | 304 | 434 | |
| C60/75 | 6 | 14 | 21 | 17 | 25 | 14 | 21 | 20 | 29 |
| | 8 | 19 | 27 | 23 | 33 | 19 | 27 | 27 | 38 |
| | 10 | 24 | 34 | 29 | 41 | 24 | 34 | 34 | 48 |
| | 12 | 29 | 41 | 35 | 49 | 29 | 41 | 40 | 58 |
| | 14 | 34 | 48 | 40 | 58 | 34 | 48 | 47 | 67 |
| | 16 | 38 | 55 | 54 | 77 | 54 | 77 | 77 | 110 |
| | 20 | 48 | 69 | 67 | 96 | 67 | 96 | 96 | 137 |
| | 25 | 60 | 86 | 84 | 120 | 84 | 120 | 120 | 171 |
| | 28 | 67 | 96 | 94 | 134 | 94 | 134 | 134 | 192 |
| | 32 | 77 | 110 | 108 | 154 | 108 | 154 | 154 | 219 |
| | 40 | 104 | 149 | 146 | 209 | 146 | 209 | 209 | 298 |
| 50 | 146 | 209 | 205 | 293 | 205 | 293 | 293 | 418 | |
| C70/85 | 6 | 14 | 20 | 17 | 24 | 14 | 20 | 19 | 28 |
| | 8 | 18 | 26 | 22 | 32 | 18 | 26 | 26 | 37 |
| | 10 | 23 | 33 | 28 | 39 | 23 | 33 | 32 | 46 |
| | 12 | 28 | 39 | 33 | 47 | 28 | 39 | 39 | 55 |
| | 14 | 32 | 46 | 39 | 55 | 32 | 46 | 45 | 64 |
| | 16 | 37 | 53 | 52 | 74 | 52 | 74 | 74 | 105 |
| | 20 | 46 | 66 | 64 | 92 | 64 | 92 | 92 | 131 |
| | 25 | 58 | 82 | 81 | 115 | 81 | 115 | 115 | 164 |
| | 28 | 64 | 92 | 90 | 129 | 90 | 129 | 129 | 184 |
| | 32 | 74 | 105 | 103 | 147 | 103 | 147 | 147 | 210 |
| | 40 | 100 | 143 | 140 | 200 | 140 | 200 | 200 | 286 |
| 50 | 140 | 200 | 196 | 280 | 196 | 280 | 280 | 401 | |

3.1.4 d Übergreifungslängen l_s für Betonfestigkeitsklassen C80/95; C90/105 und C100/115

In den Tabellen des Abschnittes 3.1.4 gilt: $\frac{a_{s,erf}}{a_{s,vorh}} = 1$ $l_{s,min}$ (siehe 3.1.1) beachten

| Betonfestigkeitsklasse | Durchmesser d_s [mm] | Erforderliche Übergreifungslänge l_s für Stabstahl [cm] | | | | | | | |
|------------------------|------------------------|---|-------|--------------------------------|-------|--------------------------------------|-------|--------------------------------|-------|
| | | Anteil der gestoßenen Stäbe $\leq 33\%$ | | | | Anteil der gestoßenen Stäbe $> 33\%$ | | | |
| | | $s \geq 10 d_s$ und $s_0 \geq 5 d_s$ | | $s < 10 d_s$ und $s_0 < 5 d_s$ | | $s \geq 10 d_s$ und $s_0 \geq 5 d_s$ | | $s < 10 d_s$ und $s_0 < 5 d_s$ | |
| | | VB I | VB II | VB I | VB II | VB I | VB II | VB I | VB II |
| C 80/95 | 6 | 14 | 20 | 16 | 23 | 14 | 20 | 19 | 27 |
| | 8 | 18 | 26 | 22 | 31 | 18 | 26 | 26 | 37 |
| | 10 | 23 | 33 | 27 | 39 | 23 | 33 | 32 | 46 |
| | 12 | 27 | 39 | 33 | 47 | 27 | 39 | 38 | 55 |
| | 14 | 32 | 46 | 38 | 55 | 32 | 46 | 45 | 64 |
| | 16 | 37 | 52 | 51 | 73 | 51 | 73 | 73 | 104 |
| | 20 | 46 | 65 | 64 | 91 | 64 | 91 | 91 | 130 |
| | 25 | 57 | 81 | 80 | 114 | 80 | 114 | 114 | 163 |
| | 28 | 64 | 91 | 89 | 128 | 89 | 128 | 128 | 183 |
| | 32 | 73 | 104 | 102 | 146 | 102 | 146 | 146 | 209 |
| | 40 | 99 | 142 | 139 | 198 | 139 | 198 | 198 | 283 |
| 50 | 139 | 199 | 195 | 278 | 195 | 278 | 278 | 397 | |
| C 90/105 | 6 | 13 | 19 | 16 | 23 | 13 | 19 | 18 | 26 |
| | 8 | 18 | 25 | 21 | 30 | 18 | 25 | 25 | 35 |
| | 10 | 22 | 31 | 26 | 38 | 22 | 31 | 31 | 44 |
| | 12 | 26 | 38 | 32 | 45 | 26 | 38 | 37 | 53 |
| | 14 | 31 | 44 | 37 | 53 | 31 | 44 | 43 | 62 |
| | 16 | 35 | 50 | 49 | 70 | 49 | 70 | 70 | 101 |
| | 20 | 44 | 63 | 62 | 88 | 62 | 88 | 88 | 126 |
| | 25 | 55 | 79 | 77 | 110 | 77 | 110 | 110 | 157 |
| | 28 | 62 | 88 | 86 | 123 | 86 | 123 | 123 | 176 |
| | 32 | 70 | 101 | 99 | 141 | 99 | 141 | 141 | 201 |
| | 40 | 96 | 137 | 134 | 191 | 134 | 191 | 191 | 273 |
| 50 | 134 | 192 | 188 | 268 | 188 | 268 | 268 | 383 | |
| C 100/115 | 6 | 13 | 19 | 16 | 23 | 13 | 19 | 18 | 26 |
| | 8 | 18 | 25 | 21 | 30 | 18 | 25 | 25 | 35 |
| | 10 | 22 | 31 | 26 | 38 | 22 | 31 | 31 | 44 |
| | 12 | 26 | 38 | 32 | 45 | 26 | 38 | 37 | 53 |
| | 14 | 31 | 44 | 37 | 53 | 31 | 44 | 43 | 62 |
| | 16 | 35 | 50 | 49 | 70 | 49 | 70 | 70 | 101 |
| | 20 | 44 | 63 | 62 | 88 | 62 | 88 | 88 | 126 |
| | 25 | 55 | 79 | 77 | 110 | 77 | 110 | 110 | 157 |
| | 28 | 62 | 88 | 86 | 123 | 86 | 123 | 123 | 176 |
| | 32 | 70 | 101 | 99 | 141 | 99 | 141 | 141 | 201 |
| | 40 | 96 | 137 | 134 | 191 | 134 | 191 | 191 | 273 |
| 50 | 134 | 192 | 188 | 268 | 188 | 268 | 268 | 383 | |

3.1.5 Übergreifungslängen bei Stabbündeln (DIN 1045-1, 12.9)

Grundsätzlich

- a) Stoßlänge zu ermitteln mit d_{sv}
(Durchmesser eines mit dem Bündel flächengleichen Einzelstabes):

$$d_{sv} = d_s \cdot \sqrt{n}$$

- b) $d_{sv} \leq 36$ mm (Bauteile mit überwiegend Zug)

$$d_{sv} \leq 28$$
 mm (ab C 70/85)

Bei Leichtbeton: d_s (Einzelstab) ≤ 20 mm

- c) Kombinationen von d_s (n gleiche Stabdurchmesser)

| n = 2 | | n = 3 | |
|-------------|----------------|-------------|----------------|
| d_s mm | d_{sv} mm | d_s mm | d_{sv} mm |
| 28 | 39,6 | 28 | 48,5 |
| 25 | 35,4 | 25 | 43,3 |
| 20 | 28,3 | 20 | 34,6 |
| 16 | 22,6 | 16 | 27,7 |
| 14 | 19,8 | 14 | 24,2 |
| 12 | 17,0 | 12 | 20,8 |
| 10 | 14,1 | 10 | 17,3 |

- d) Stabbündel aus zwei Stäben mit $d_{sv} \leq 28$ mm dürfen ohne Längsversatz der Einzelstäbe gestoßen werden; für die Berechnung von l_s ist dann d_{sv} zugrunde zu legen.

- e) Bei Stabbündeln aus zwei Stäben mit $d_{sv} > 28$ mm und bei Stabbündeln aus drei Stäben sind die Einzelstäbe stets um mindestens $1,3 l_s$ in Längsrichtung versetzt zu stoßen, wobei jedoch in jedem Schnitt eines gestoßenen Bündels höchstens vier Stäbe vorhanden sein dürfen; für die Berechnung von l_s ist dann der Durchmesser des Einzelstabes einzusetzen.

Ausbildung von Verankerungen

siehe DIN 1045-1, 12.9, Bilder 62 und 63

Berechnung der Übergreifungslängen

| | |
|-------------|---|
| Grundlagen: | Tabellen 3.1.4 a, b, c, d |
| Vorgehen: | <p>a) Entsprechend Betongüte, Verbundgüte und Anteil der gestoßenen Stäbe nächst kleineren Durchmesser aussuchen und l_s entnehmen.</p> <p>b) Wert von l_s durch den entsprechenden Durchmesser dividieren und mit d_{sv} multiplizieren.</p> |
| Beispiel: | <p>Stabbündel aus 2 · 16 mm $d_{sv} = 22,6$ mm C40/50, VB I, ≤ 30 % gestoßen, $s < 10 d_s$ $l_{s20} = 82$ cm (aus Tabelle) $l_{s22,6} = 82 \cdot \frac{22,6}{20} \approx 93$ cm</p> |

3.2 Übergreifungsstöße von Betonstahlmatten (DIN 1045-1, 12.8.4)

3.2.1 Arten von Stößen

In DIN 1045-1, 12.8.4 ist nur der übliche Stoß von Betonstahlmatten in **zwei Ebenen** enthalten.

Zwei-Ebenen-Stoß (Regelstoß)

- Vollstoß bei Betonstahlmatten: mit $a_s \leq 12 \text{ cm}^2/\text{m}$ erlaubt
- Betonstahlmatten mit $a_s > 12 \text{ cm}^2/\text{m}$ dürfen nur gestoßen werden:

- als innere Lage bei mehrlagiger Bewehrung

- wenn der Anteil der gestoßenen Matten $\leq 60 \%$ der erforderlichen Bewehrung beträgt.

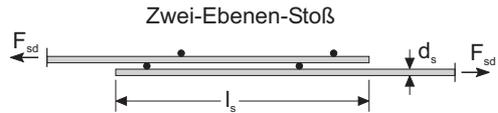
- Bei mehrlagiger Mattenbewehrung sind die Stöße der einzelnen Mattenlagen um mindestens $1,3 \cdot l_s$ zu versetzen
- Eine zusätzliche Querbewehrung im Stoßbereich ist nicht erforderlich
- Ist an der Stoßstelle von Betonstahlmatten ein Rissbreitennachweis zu führen, ist hierfür eine um 25 % höhere Stahlspannung anzusetzen
- Für Übergreifungslängen von Druckstößen gilt: $l_s \geq l_b$ (l_b nach 3.1.1)

Grundsätzlich sind auch andere Stöße möglich, bei denen allerdings die Stoßlängen nach den Stoßregeln für Betonstähle ohne Berücksichtigung der im Stoßbereich vorhandenen angeschweißten Querstäbe bemessen werden. Es handelt sich um folgende Stöße:

- Ein-Ebenen-Stoß mit gewendeten Matten (Tragstäbe in einer Ebene),
- Ein-Ebenen-Stoß mit Überständen, die l_s entsprechen (speziell bei Listenmatten)

Hinweis:

Theoretisch ist auch, wie in DIN 1045, Ausgabe 1988 enthalten, ein Zwei-Ebenen-Stoß mit bügelartiger Umfassung der Bewehrung möglich



3.2.2 Übergreifungslänge l_s von Betonstahlmatten mit Zwei-Ebenen-Stoß (DIN 1045-1, 12.8.4 (2))

$$l_s = l_b \cdot \alpha_2 \cdot \frac{a_{s, \text{erf}}}{a_{s, \text{vorh}}} \geq l_{s, \text{min}}$$

l_b Grundmaß der Verankerungslänge nach 2.1

α_2 Beiwert zur Berücksichtigung des Mattenquerschnitts
 $= 0,4 + a_{s, \text{vorh}}/8 \geq 1,0$
 $\leq 2,0$

$a_{s, \text{erf}}, a_{s, \text{vorh}}$ erforderliche und vorhandene Querschnittsfläche im Stoßquerschnitt in cm^2/m

$l_{s, \text{min}}$ Mindestwert der Übergreifungslänge
 $= 0,3 \cdot \alpha_2 \cdot l_b \geq s_q$
 $\geq 200 \text{ mm}$

s_q Abstand der (angeschweißten) Querstäbe

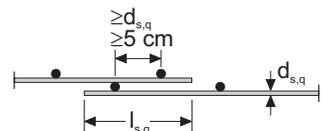
3.2.3 Übergreifungslänge der angeschweißten Querstäbe (Verteilerstoß; DIN 1045-1, 12.8.4 (5))

- Die statisch nicht erforderliche Querbewehrung von Betonstahlmatten darf bei Platten und Wänden an einer Stelle gestoßen werden.
- Innerhalb der Übergreifungslänge $l_{s, q}$ müssen mindestens zwei Längsstäbe liegen.
- Für den Mindestwert der Übergreifungslänge $l_{s, q}$ gilt abhängig vom Stabdurchmesser:

| | | | |
|--------|---|-----------------------------|---|
| 6 mm | < | $d_s \leq 6 \text{ mm}$: | $l_{s, q} \geq 150 \text{ mm}$ und $\geq s_l$ |
| 8,5 mm | < | $d_s \leq 8,5 \text{ mm}$: | $l_{s, q} \geq 250 \text{ mm}$ und $\geq s_l$ |
| | < | $d_s \leq 12 \text{ mm}$: | $l_{s, q} \geq 350 \text{ mm}$ und $\geq s_l$ |
| | < | $d_s > 12 \text{ mm}$: | $l_{s, q} \geq 500 \text{ mm}$ und $\geq s_l$ |

s_l : Stababstand der Längsstäbe

Verteilerstoß der Querbewehrung



3.2.4 Übergreifungslängen l_s von Tragstößen als Zwei-Ebenen-Stoß für C 12/15 bis C 30/37

In den Tabellen des Abschnittes 3.1.4 gilt: $\frac{a_{s,erf}}{a_{s,vorh}} = 1$ $l_{s,min}$ (siehe 3.1.1) beachten

| Matten | l_s im Verbundbereich I | | | | | | | | | | l_s im Verbundbereich II | | | | | | | | | |
|---------|---------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|----------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|
| | Tragstoß Längsrichtung | | | | | Tragstoß Querrichtung | | | | | Tragstoß Längsrichtung | | | | | Tragstoß Querrichtung | | | | |
| | C12 /15 | C16 /20 | C20 /25 | C25 /30 | C30 /37 | C12 /16 | C16 /20 | C20 /25 | C25 /30 | C30 /37 | C12 /16 | C16 /20 | C20 /25 | C25 /30 | C30 /37 | C12 /16 | C16 /20 | C20 /25 | C25 /30 | C30 /37 |
| Q 188 A | 40 | 33 | 28 | 24 | 21 | 40 | 33 | 28 | 24 | 21 | 57 | 47 | 40 | 35 | 31 | 57 | 47 | 40 | 35 | 31 |
| Q 257 A | 46 | 38 | 33 | 28 | 25 | 46 | 38 | 33 | 28 | 25 | 66 | 54 | 47 | 40 | 36 | 66 | 54 | 47 | 40 | 36 |
| Q 335 A | 53 | 43 | 37 | 32 | 29 | 53 | 43 | 37 | 32 | 29 | 75 | 62 | 54 | 46 | 41 | 75 | 62 | 54 | 46 | 41 |
| Q 424 A | 59 | 49 | 42 | 36 | 32 | 59 | 49 | 42 | 36 | 32 | 85 | 70 | 60 | 52 | 46 | 85 | 70 | 60 | 52 | 46 |
| Q 524 A | 70 | 57 | 49 | 42 | 38 | 70 | 57 | 49 | 42 | 38 | 99 | 82 | 71 | 61 | 54 | 99 | 82 | 71 | 61 | 54 |
| Q 636 A | 71 | 58 | 50 | 43 | 38 | 78 | 64 | 56 | 48 | 42 | 101 | 84 | 72 | 62 | 55 | 112 | 92 | 79 | 68 | 60 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R 188 A | 40 | 33 | 28 | 25 | 25 | 40 | 33 | 28 | 24 | 21 | 57 | 47 | 40 | 35 | 31 | 57 | 47 | 40 | 35 | 31 |
| R 257 A | 46 | 38 | 33 | 28 | 25 | 46 | 38 | 33 | 24 | 21 | 66 | 54 | 47 | 40 | 36 | 57 | 47 | 40 | 35 | 31 |
| R 335 A | 53 | 43 | 37 | 32 | 29 | 40 | 33 | 28 | 24 | 21 | 75 | 62 | 54 | 46 | 41 | 57 | 47 | 40 | 35 | 31 |
| R 424 A | 59 | 49 | 42 | 36 | 32 | 53 | 43 | 37 | 32 | 29 | 85 | 70 | 60 | 52 | 46 | 75 | 62 | 54 | 46 | 41 |
| R 524 A | 70 | 57 | 49 | 42 | 38 | 53 | 43 | 37 | 32 | 29 | 99 | 82 | 71 | 61 | 54 | 75 | 62 | 54 | 46 | 41 |

3.2.4 a Übergreifungslängen l_s nach Maschenregel für Zwei-Ebenen-Stoß für C 12/15 bis C 30/37

(gilt für ungeschnittene Matten nach Lieferprogramm)

| Matten | Maschenanzahl im Verbundbereich I | | | | | | | | | | Maschenanzahl im Verbundbereich II | | | | | | | | | |
|---------|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|
| | Tragstoß Längsrichtung | | | | | Tragstoß Querrichtung | | | | | Tragstoß Längsrichtung | | | | | Tragstoß Querrichtung | | | | |
| | C12 /15 | C16 /20 | C20 /25 | C25 /30 | C30 /37 | C12 /16 | C16 /20 | C20 /25 | C25 /30 | C30 /37 | C12 /16 | C16 /20 | C20 /25 | C25 /30 | C30 /37 | C12 /16 | C16 /20 | C20 /25 | C25 /30 | C30 /37 |
| Q 188 A | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| Q 257 A | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| Q 335 A | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| Q 424 A | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 5 | 4 | 3 | 3 | 2 | 6 | 5 | 4 | 4 | 3 |
| Q 524 A | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 5 | 4 | 3 | 3 | 3 | 6 | 5 | 4 | 3 | 3 | 7 | 6 | 5 | 4 | 4 |
| Q 636 A | 5 | 4 | 3 | 3 | 2 | 8 | 6 | 5 | 5 | 4 | 7 | 6 | 5 | 4 | 4 | 11 | 9 | 8 | 7 | 6 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R 188 A | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| R 257 A | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| R 335 A | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| R 424 A | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| R 524 A | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 |

3.2.4 b Mindestübergreifungslängen l_s von Querstäben

| Matten | l_s [cm] | Maschenanzahl | Matten | l_s [cm] | Maschenanzahl |
|---------|------------|---------------|---------|------------|---------------|
| Q 188 A | 25 | 1 | R 188 A | 25 | 1 |
| Q 257 A | 25 | 1 | R 257 A | 25 | 1 |
| Q 335 A | 25 | 1 | R 335 A | 25 | 1 |
| Q 424 A | 35 | 2 | R 424 A | 25 | 1 |
| Q 524 A | 35 | 2 | R 524 A | 25 | 1 |
| Q 636 A | 35 | 2 | | | |

3.2.5 Übergreifungslängen l_s von Tragstößen als Zwei-Ebenen-Stoß für C 35/40 bis C 55/67

In den Tabellen des Abschnittes 3.1.4 gilt: $\frac{a_{s,erf}}{a_{s,vorh}} = 1$ $l_{s,min}$ (siehe 3.1.1) beachten

| Matten | l_s im Verbundbereich I | | | | | | | | | | l_s im Verbundbereich II | | | | | | | | | |
|---------|---------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|----------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|
| | Tragstoß Längsrichtung | | | | | Tragstoß Querrichtung | | | | | Tragstoß Längsrichtung | | | | | Tragstoß Querrichtung | | | | |
| | C35 /45 | C40 /50 | C45 /55 | C50 /60 | C55 /67 | C35 /45 | C40 /50 | C45 /55 | C50 /60 | C55 /67 | C35 /45 | C40 /50 | C45 /55 | C50 /60 | C55 /67 | C35 /45 | C40 /50 | C45 /55 | C50 /60 | C55 /67 |
| Q 188 A | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 27 | 25 | 23 | 22 | 21 | 27 | 25 | 23 | 22 | 21 |
| Q 257 A | 22 | 21 | 20 | 20 | 20 | 22 | 21 | 20 | 20 | 20 | 32 | 29 | 27 | 25 | 25 | 32 | 29 | 27 | 25 | 25 |
| Q 335 A | 26 | 24 | 22 | 20 | 20 | 26 | 24 | 22 | 20 | 20 | 37 | 34 | 31 | 29 | 28 | 37 | 34 | 31 | 29 | 28 |
| Q 424 A | 29 | 26 | 24 | 23 | 22 | 29 | 26 | 24 | 23 | 22 | 41 | 38 | 35 | 33 | 32 | 41 | 38 | 35 | 33 | 32 |
| Q 524 A | 34 | 31 | 29 | 27 | 26 | 34 | 31 | 29 | 27 | 26 | 48 | 44 | 41 | 38 | 37 | 48 | 44 | 41 | 38 | 37 |
| Q 636 A | 34 | 32 | 29 | 27 | 27 | 38 | 35 | 32 | 30 | 29 | 49 | 45 | 42 | 39 | 38 | 54 | 50 | 46 | 43 | 42 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R 188 A | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 27 | 25 | 25 | 25 | 25 | 27 | 25 | 23 | 22 | 21 |
| R 257 A | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 32 | 29 | 27 | 25 | 25 | 27 | 25 | 23 | 22 | 21 |
| R 335 A | 26 | 25 | 25 | 25 | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 37 | 34 | 31 | 29 | 28 | 27 | 25 | 23 | 22 | 21 |
| R 424 A | 29 | 26 | 25 | 25 | 25 | 26 | 24 | 22 | 20 | 20 | 41 | 38 | 35 | 33 | 32 | 37 | 34 | 31 | 29 | 28 |
| R 524 A | 34 | 31 | 29 | 27 | 26 | 26 | 24 | 22 | 20 | 20 | 48 | 44 | 41 | 38 | 37 | 37 | 34 | 31 | 29 | 28 |

3.2.5 a Übergreifungslängen l_s nach Maschenregel für Zwei-Ebenen-Stoß

(gilt für ungeschnittene Matten nach Lieferprogramm)

| Matten | Maschenanzahl im Verbundbereich I | | | | | | | | | | Maschenanzahl im Verbundbereich II | | | | | | | | | |
|---------|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|
| | Tragstoß Längsrichtung | | | | | Tragstoß Querrichtung | | | | | Tragstoß Längsrichtung | | | | | Tragstoß Querrichtung | | | | |
| | C35 /45 | C40 /50 | C45 /55 | C50 /60 | C55 /67 | C35 /45 | C40 /50 | C45 /55 | C50 /60 | C55 /67 | C35 /45 | C40 /50 | C45 /55 | C50 /60 | C55 /67 | C35 /45 | C40 /50 | C45 /55 | C50 /60 | C55 /67 |
| Q 188 A | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | |
| Q 257 A | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Q 335 A | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Q 424 A | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| Q 524 A | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Q 636 A | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R 188 A | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | |
| R 257 A | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | |
| R 335 A | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | |
| R 424 A | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| R 524 A | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | |

3.2.6 Übergreifungslängen l_s von Tragstößen als Zwei-Ebenen-Stoß für C 60/75 bis C 100/115

In den Tabellen des Abschnittes 3.1.4 gilt: $\frac{a_{s,erf}}{a_{s,vorh}} = 1$ $l_{s,min}$ (siehe 3.1.1) beachten

| Matten | l_s im Verbundbereich I | | | | | | | | | | l_s im Verbundbereich II | | | | | | | | | |
|---------|---------------------------|------------|------------|-------------|--------------|-----------------------|------------|------------|-------------|--------------|----------------------------|------------|------------|-------------|--------------|-----------------------|------------|------------|-------------|--------------|
| | Tragstoß Längsrichtung | | | | | Tragstoß Querrichtung | | | | | Tragstoß Längsrichtung | | | | | Tragstoß Querrichtung | | | | |
| | C60 /75 | C70 /85 | C80 /95 | C90 /105 | C100 /115 | C60 /75 | C70 /85 | C80 /95 | C90 /105 | C100 /115 | C60 /75 | C70 /85 | C80 /95 | C90 /105 | C100 /115 | C60 /75 | C70 /85 | C80 /95 | C90 /105 | C100 /115 |
| Q 188 A | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 21 | 20 | 20 | 20 | 20 | 21 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Q 257 A | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 24 | 23 | 23 | 22 | 22 | 24 | 23 | 23 | 22 | 22 |
| Q 335 A | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 28 | 26 | 26 | 25 | 25 | 28 | 26 | 26 | 25 | 25 |
| Q 424 A | 22 | 21 | 20 | 20 | 20 | 22 | 21 | 20 | 20 | 20 | 31 | 30 | 29 | 29 | 29 | 31 | 30 | 29 | 29 | 29 |
| Q 524 A | 25 | 24 | 24 | 23 | 23 | 25 | 24 | 24 | 23 | 23 | 36 | 35 | 34 | 33 | 33 | 36 | 35 | 34 | 33 | 33 |
| Q 636 A | 26 | 25 | 24 | 24 | 24 | 29 | 27 | 27 | 26 | 26 | 37 | 36 | 35 | 34 | 34 | 41 | 39 | 38 | 38 | 38 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R 188 A | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 21 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| R 257 A | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 21 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| R 335 A | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 28 | 26 | 26 | 25 | 25 | 21 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| R 424 A | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 31 | 30 | 29 | 29 | 29 | 28 | 26 | 26 | 25 | 25 |
| R 524 A | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 36 | 35 | 34 | 33 | 33 | 28 | 26 | 26 | 25 | 25 |

3.2.6 a Übergreifungslängen l_s nach Maschenregel für Zwei-Ebenen-Stoß

(gilt für ungeschnittene Matten nach Lieferprogramm)

| Matten | Maschenanzahl im Verbundbereich I | | | | | | | | | | Maschenanzahl im Verbundbereich II | | | | | | | | | |
|---------|-----------------------------------|------------|------------|-------------|--------------|-----------------------|------------|------------|-------------|--------------|------------------------------------|------------|------------|-------------|--------------|-----------------------|------------|------------|-------------|--------------|
| | Tragstoß Längsrichtung | | | | | Tragstoß Querrichtung | | | | | Tragstoß Längsrichtung | | | | | Tragstoß Querrichtung | | | | |
| | C60 /75 | C70 /85 | C80 /95 | C90 /105 | C100 /115 | C60 /75 | C70 /85 | C80 /95 | C90 /105 | C100 /115 | C60 /75 | C70 /85 | C80 /95 | C90 /105 | C100 /115 | C60 /75 | C70 /85 | C80 /95 | C90 /105 | C100 /115 |
| Q 188 A | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Q 257 A | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Q 335 A | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Q 424 A | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Q 524 A | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Q 636 A | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R 188 A | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| R 257 A | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| R 335 A | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| R 424 A | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| R 524 A | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

