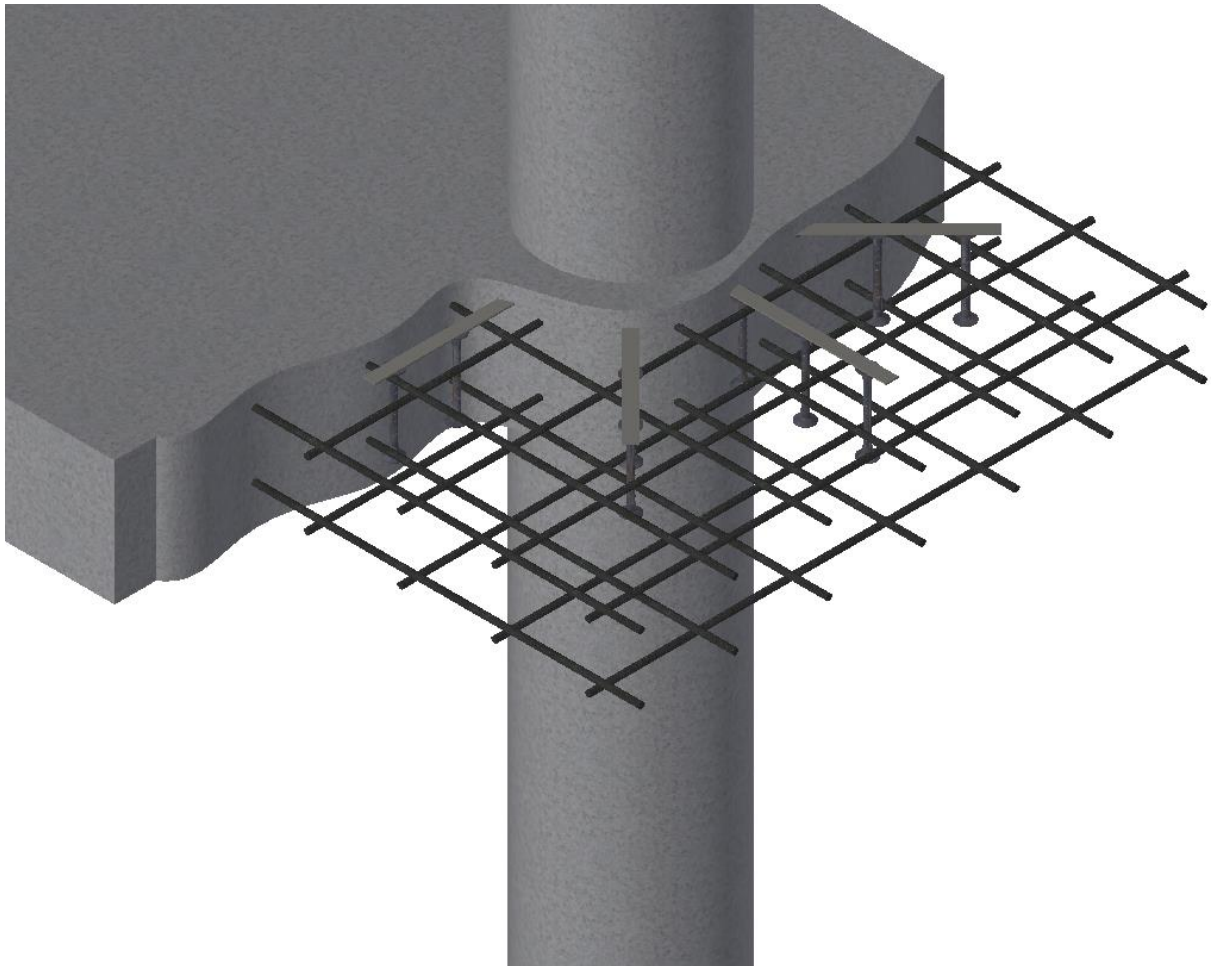


TECHNISCHE DOKUMENTATION



BEWEHRUNGSSYSTEME | **DÜBELLEISTE (SCHUB- UND DURCHSTANZBEWEHRUNGSSYSTEM)**



INHALT

EINLEITUNG	3
VORTEILE DES SYSTEMS	3
PRODUKTEIGENSCHAFTEN	3
VERHALTEN DER KONSTRUKTION	5
TECHNISCHE INFORMATIONEN	6
ANWENDUNG	16
BERECHNUNGSBEISPIEL	20
KONTAKT	25
HAFTUNGSAUSSCHLUSS	25

EINLEITUNG

Die TSR-Durchstanz- und Schubbewehrung wird in Flachdecken oder Bodenplatten eingesetzt und dient als zusätzliche Bewehrung um Stützen und Wandenden.

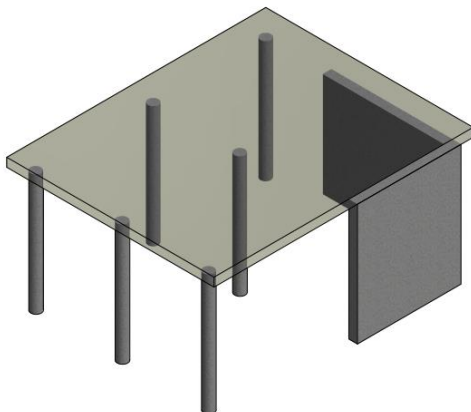
VORTEILE DES SYSTEMS

TSR - Schubbewehrung gewährleistet:

- Höherer Durchstanzwiderstand als konventionelle Bügelbewehrungen
- Einfacher und effizienter Einbau
- Geringe Schalungskosten
- Optimale Platznutzung - großer Abstand zwischen den Tragstützen
- Einfache Montage von oben oder unten.
- Einfachere Installation von Gebäudetechnik wie etwa Rohr- oder Kanalleitungen unter den Platten.

TSR besteht aus Doppelkopfbolzen, die durch ein Montageprofil - ein Flachstahlband - verbunden sind. Die von Terwa konzipierten und hergestellten Produkte ermöglichen eine deutlich einfachere Montage des Produkts als andere herkömmliche Bewehrungselemente (Bügel). Dies gilt in beiden Fällen - wenn TSR vor Ort vergossen oder in Fertigteilen verwendet wird. Das System ist in Fertigteilen vollständig integriert und eignet sich damit ideal für dünne monolithische Strukturen oder flache Betonplatten.

PRODUKTEIGENSCHAFTEN

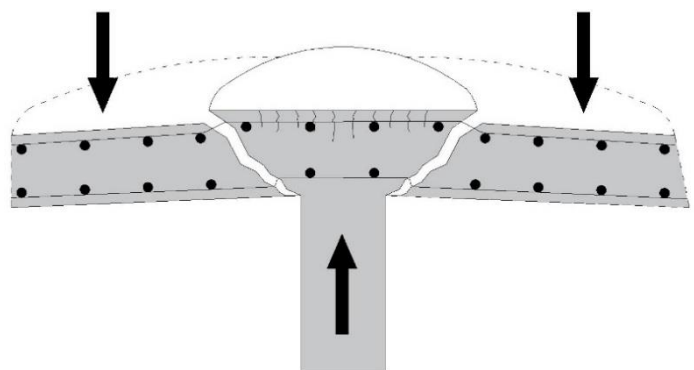


Flachdecken auf Stützen, ohne vergrößerte Köpfe und Wände.

Flachdecken aus Stahlbeton zählen derzeit zu den beliebtesten Tragwerkssystemen in Wohn-, Verwaltungs- und Industriegebäuden sowie in vielen anderen Gebäudetypen. Diese Art der Konstruktion aus Betonplatten ohne Unterzüge oder vergrößerte Stützenköpfe ermöglicht eine optimale und flexible Raumnutzung. Durch die dünneren, leichteren und einfacheren Betonplatten können die Baukosten erheblich gesenkt werden. Außerdem kann die Deckenhöhe durch die Verwendung von TSR-Schubbewehrung reduziert werden.

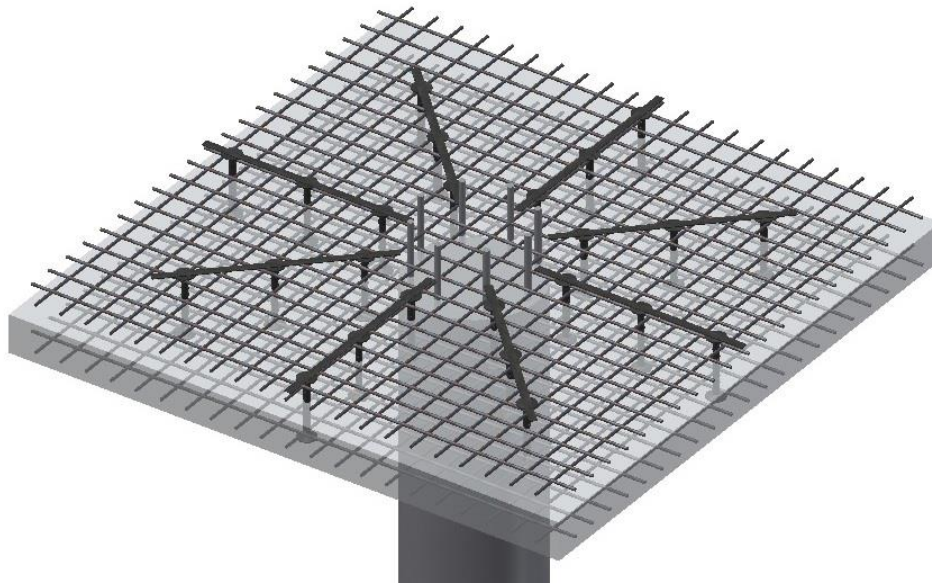
Im Stützbereich, um den Stützenkopf herum, werden die Biegemomente mit Querlasten kombiniert - Auflagerkräfte der Stützen. Diese Lastkonzentration führt zu erhöhten Spannungen und schließlich zum Versagen der Platte durch Durchstanzen.

Früher wurden dickere Platten oder Stützen mit vergrößerten Köpfen verwendet, um Durchstanzversagen zu verhindern. Bügelkörbe, die als Durchstanzbewehrung verwendet werden, bedeuten einen komplizierten Einbau mit höheren Kosten. Im Vergleich zu Bügelkörben ist das TSR-System für höhere Belastungen im Bereich der Stützenköpfe besser geeignet.



Plattenversagen durch Durchstanzen.

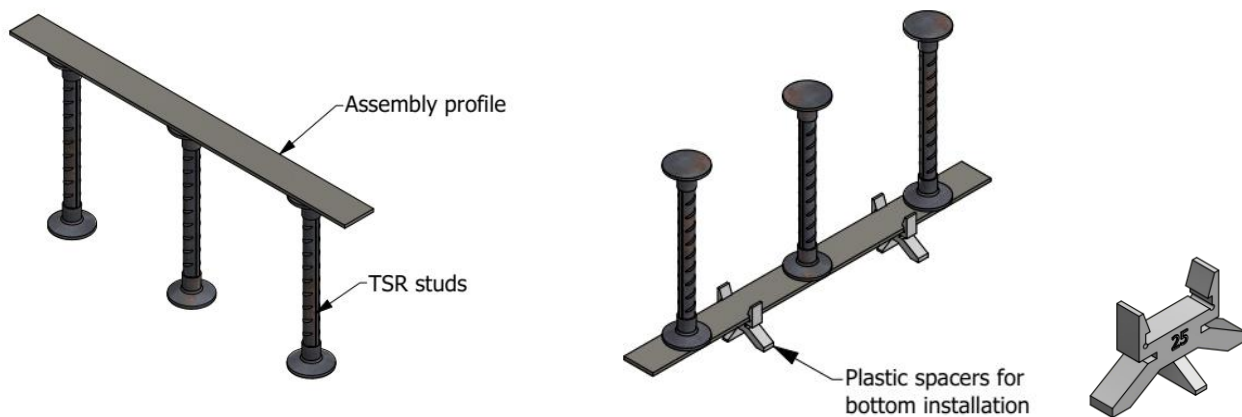
Um Scherversagen zu verhindern, wird TSR auch bei Bodenplatten in ähnlicher Weise wie bei Flachdecken eingesetzt. Auch andere Anwendungen (TSR als Schubbewehrung in Trägern oder Stützmauerenden) sind möglich.



Mit TSR bewehrte Flachdecke

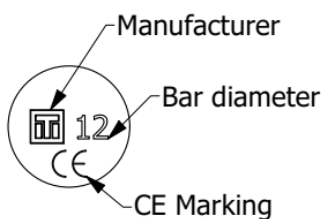
TSR-Elemente bestehen aus geschmiedeten Doppelkopfbolzen aus Bewehrungsstahl, die mit einem Montageprofil verschweißt sind. Die Köpfe werden mit einem Durchmesser, der dem 3-fachen Durchmesser des Bewehrungsstabs entspricht, warmgeschmiedet. Der verwendete Bewehrungsstahl hat eine charakteristische Streckgrenze von 500 MPa. Das Montageprofil hat keine tragende Funktion; es sorgt lediglich für die korrekte Ausrichtung, den Abstand und die Positionierung der Bolzen beim Einbau in die Betonplatte.

Verwendetes Material: - Montageprofil, Streifen 30x4 mm aus S235JR EN 10025-2: 2004 und TSR-Bolzen aus Bewehrungsstahl B500B EN 10080. Die für den unteren Einbau der TSR-Elemente verwendeten Abstandshalter sind aus Kunststoff gefertigt.



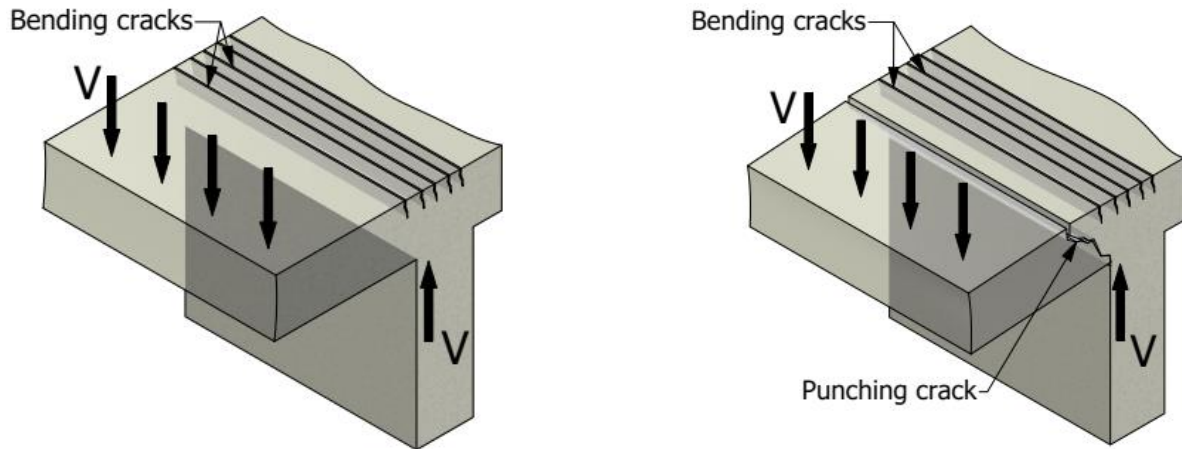
Verfügbare Arten von TSR-Elementen

Jeder TSR-Bolzen ist deutlich mit der Bewehrungsabmessung und dem Herstellerlogo gekennzeichnet.



VERHALTEN DER KONSTRUKTION

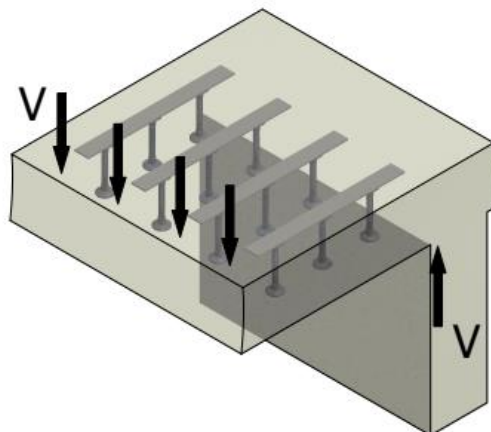
Das Gewicht einer von einer Stütze getragenen Platte bestimmt die Scherspannungen in der Platte, die dazu führen können, dass die Stütze die Platte durchstanzt, wenn keine zusätzliche Bewehrung vorgesehen ist.



Kräfte in Platten ohne Scherbewehrung vor dem Versagen

Kräfte in Platten ohne Scherbewehrung vor dem Versagen

TSR-Bolzen sind so konstruiert, dass das Auftreten und die Ausbreitung von schrägen Durchstanzrissen vermieden werden. Die TSR-Bolzen wirken als vertikale Zugglieder.



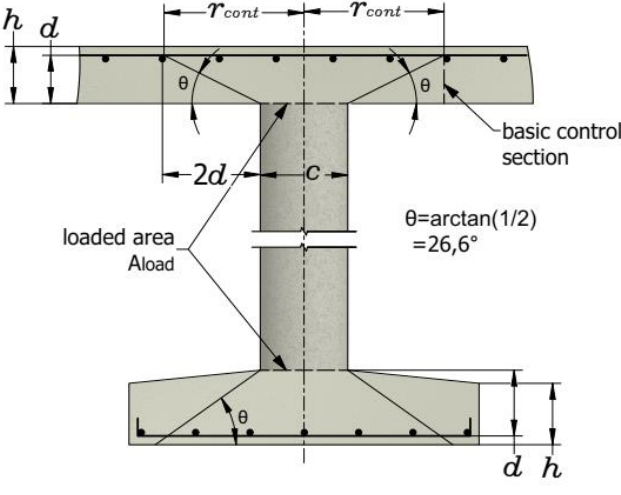
Kräfte in der Platte mit TSR-Bewehrung.

Durch die hervorragenden Verankerungseigenschaften der TSR-Bolzen kann die mit TSR-Bolzen bewehrte Platte Widerstände entwickeln, die deutlich höher sind als die Widerstände von Platten mit herkömmlicher Bewehrung (Bügel).

TECHNISCHE INFORMATIONEN

DURCHSTANZEN

Das Überprüfungsmodell für Durchstanzscherung im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist nachstehend dargestellt.



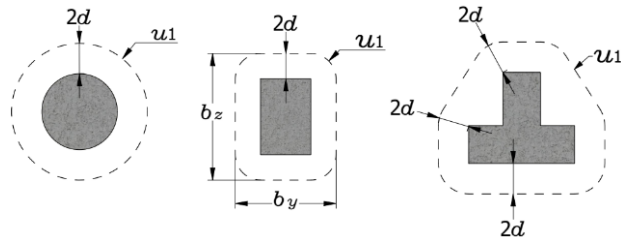
$\theta = \arctan(1/2) = 26,6^\circ$

Durchstanzscherung kann aus einer konzentrierten Last oder Reaktion resultieren, die auf den belasteten Bereich A_{load} einer Platte oder eines Fundaments wirkt.

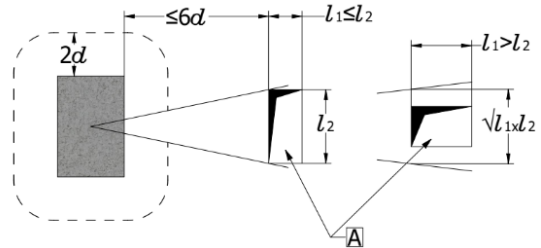
Die Scherfestigkeit sollte an der Stirnseite der Stütze und am Basis-Kontrollumfang u_1 überprüft werden. Der äußere Umfang $u_{out,ef}$ ist der Umfang, in dem keine Scherbewehrung mehr erforderlich ist.

Bei Platten mit konstanter Tiefe liegt der Kontrollquerschnitt senkrecht zur Mittelebene der Platte. Bei Platten oder Fundamenten mit variabler Tiefe, die keine Stufenfundamente sind, kann die effektive Tiefe als die Tiefe am Umfang der belasteten Fläche angenommen werden.

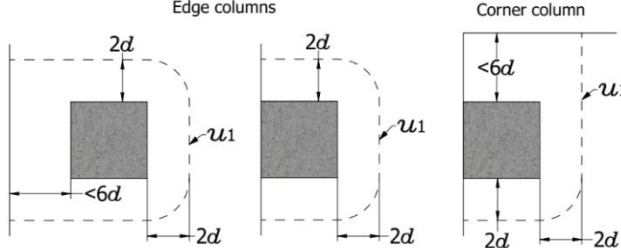
Typischer Basis-Kontrollumfang:

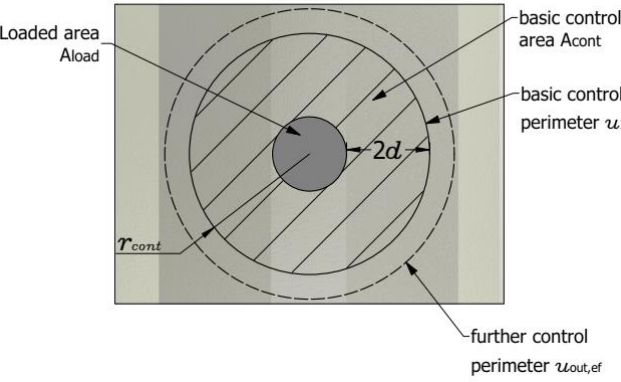


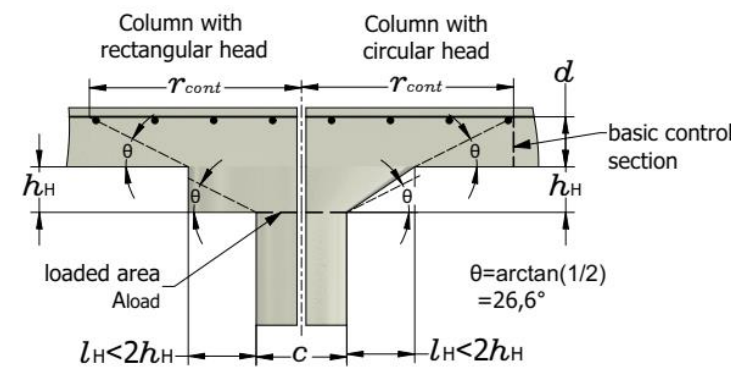
Kontrollumfang in der Nähe einer Öffnung A:

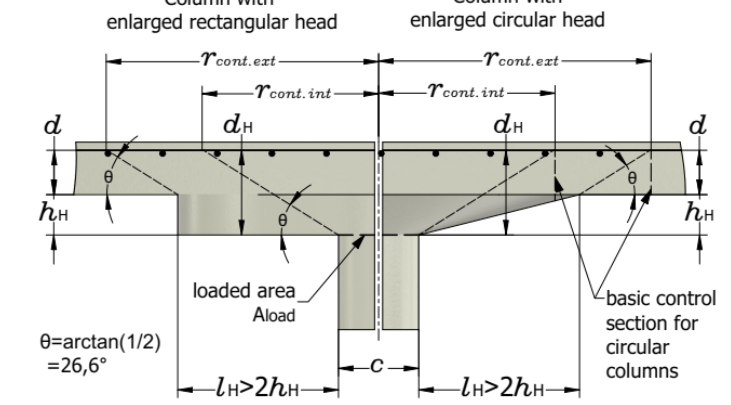


Basis-Kontrollumfang für belastete Bereiche in der Nähe von Kanten oder Ecken:





	<p>Bei Platten mit einem Stützenkopf, für den $l_H < 2h_H$ Durchstanzschubspannungen nur am Kontrollquerschnitt außerhalb des Stützenkopfes zu prüfen sind.</p> <p>Für eine runde Stütze:</p> $r_{cont} = 2d + l_H + 0.5c$ <p>Wobei:</p> <p>l_H - Abstand von der Stirnseite der Stütze bis zum Rand des Stützenkopfes. c - Durchmesser einer runden Stütze</p> <p>Bei einer rechteckigen Stütze kann der Wert r_{cont} als der kleinere der beiden Werte angenommen werden: $r_{cont} = 2d + 0.56\sqrt{l_1 l_2}$ und $r_{cont} = 2d + 0.69l_1$</p>
---	--

	<p>Bei Platten mit einem Stützenkopf, für den $l_H < 2h_H$ Durchstanzschubspannungen am Kontrollquerschnitt zu prüfen sind.</p> <p>Für eine runde Stütze:</p> $r_{cont,ext} = 2d + l_H + 0.5c$ $r_{cont,int} = 2(d + h_H) + 0.5c$
--	---

BERECHNUNG DES DURCHSTANZSCHUBS

Die Bemessungsspannungen entlang des Kontrollquerschnitts sind:

- $v_{Rd,c}$ - Bemessungswert des Durchstanzwiderstands einer Platte ohne Durchstanzbewehrung entlang des betrachteten Kontrollquerschnitts
- $v_{Rd,cs}$ - Bemessungswert des Durchstanzwiderstands einer Platte ohne Durchstanzbewehrung entlang des betrachteten Kontrollquerschnitts
- $v_{Rd,max}$ - Bemessungswert des maximalen Durchstanzwiderstands entlang des betrachteten Kontrollquerschnitts

Die folgenden Kontrollen sollten durchgeführt werden:

- a) Am Stützenumfang bzw. am Umfang der belasteten Fläche sollte der Bemessungswert der Spannung durch die angewandte Kraft betragen:

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,max}$$

- b) Bewehrung gegen Durchstanzscherung ist nicht erforderlich, wenn:

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,c}$$

- c) Wenn $v_{Ed} > v_{Rd,c}$ für den berücksichtigten Kontrollquerschnitt ist, muss die Durchstanzbewehrung entsprechend vorgesehen werden:

$$v_{Rd,cs} = 0.75v_{Rd,c} + 1.5 \left(\frac{d}{S_r} \right) A_{sw} f_{ywd,ef} \left(\frac{1}{(u_1 d)} \right) \sin \alpha$$

Wenn die Auflagerreaktion im Verhältnis zum Kontrollumfang exzentrisch ist, sollte die maximale Scherspannung betragen:

$$v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_i d}$$

Wobei:

d - effektive Tiefe der Platte, die $d = (d_y + d_z)/2$ sein kann, d_x , d_y ist die effektive Tiefe in y - und z -Richtung des Kontrollquerschnitts.

u_i - die Länge des betrachteten Kontrollumfangs ist

β - gegeben ist durch:

$$\beta = 1 + k \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_1}{W_1}$$

Wobei:

u_1 - die Länge des Basis-Kontrollumfangs

k - Koeffizient, der vom Verhältnis zwischen den Stützenabmessungen c_1 und c_2 abhängig ist

W_1 - entspricht einer Scherverteilung, wie sie im Folgenden dargestellt wird, und ist eine Funktion des Basis-Kontrollumfangs u_1

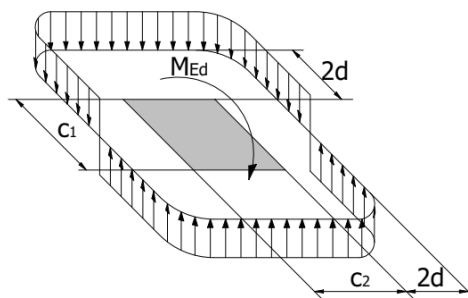
$$W_i = \int_0^{u_i} |e| dl$$

dl - ein Längenelement des Umfangs

e - der Abstand von dl von der Achse, um die das Moment M_{Ed} wirkt.

c_1/c_2	$\leq 0,5$	1,0	2,0	$\geq 3,0$
k	0,45	0,60	0,70	0,80

Scherverteilung infolge eines unausgeglichenes Moments an einem internen Plattenstützenanschluss



- Für eine rechteckige Stütze:

$$W_1 = \frac{c_1^2}{2} + c_1 c_2 + 4c_2 d + 16d^2 + 2\pi d c_1$$

Wobei:

c_1 - die Stützenabmessung parallel zur Exzentrizität der Last ist

c_2 - die Stützenabmessung senkrecht zur Exzentrizität der Last ist

- Für runde Innenstützen:

$$\beta = 1 + 0,6\pi \frac{e}{D + 4d}$$

D - ist der Durchmesser der runden Stütze

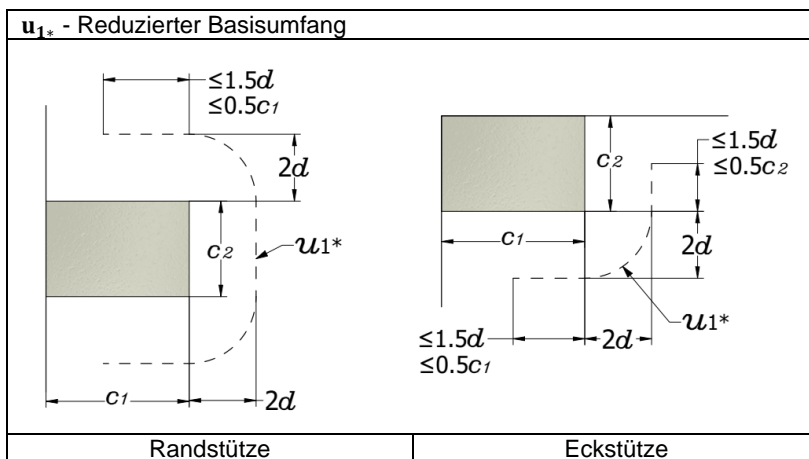
e - ist die Exzentrizität der angewandten Last $e = M_{Ed}/V_{Ed}$

- Für eine rechteckige Innenstütze, bei der die Belastung exzentrisch zu beiden Achsen ist:

$$\beta = 1 + 1.8 \sqrt{\left(\frac{e_y}{b_z}\right)^2 + \left(\frac{e_z}{b_y}\right)^2}$$

e_y und e_z - die Exzentrizitäten M_{Ed}/V_{Ed} entlang der y- bzw. z-Achse, e_y - ergibt sich aus einem Moment um die z-Achse und e_z - aus einem Moment um die y-Achse
 b_y und b_z - die Abmessungen des Kontrollumfangs

- Bei Verbindungen an Randstützen, bei denen die Exzentrizität senkrecht zum Plattenrand nach innen gerichtet ist und es keine Exzentrizität parallel zum Rand gibt, kann die Durchstanzkraft als gleichmäßig entlang des Kontrollumfangs u_{1*} verteilt angesehen werden, wie unten dargestellt:



Für Exzentrizitäten in beiden orthogonalen Richtungen:

$$\beta = \frac{u_1}{u_{1*}} + k \frac{u_1}{W_1} e_{par}$$

Wobei:

- u_1 der Basis-Kontrollumfang ist
- u_{1*} der reduzierte Basis-Kontrollumfang ist
- e_{par} die Exzentrizität parallel zum Plattenrand ist, die sich aus einem Moment um eine Achse senkrecht zum Plattenrand ergibt.
- k - kann aus obiger Tabelle mit c_1/c_2 ersetzt durch $c_1/2c_2$ ermittelt werden.
- W_1 - wird für den Basis-Kontrollumfang berechnet u_1

Für eine rechteckige Randstütze:

$$W_1 = \frac{c_2^2}{4} + c_1 c_2 + 4c_1 d + 8d^2 + \pi d c_2$$

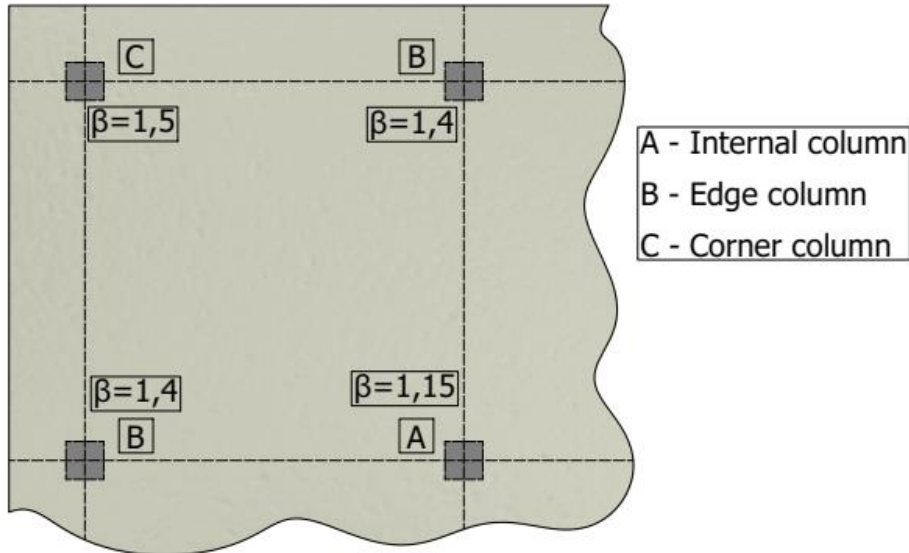
Bei einer Eckstütze, bei der die Exzentrizität zum Platteninneren hin gerichtet ist, wird angenommen, dass die Durchstanzkraft gleichmäßig entlang des reduzierten Kontrollumfangs u_{1*} verteilt ist. In diesem Fall kann der Wert für β angesehen werden als:

$$\beta = \frac{u_1}{u_{1*}}$$

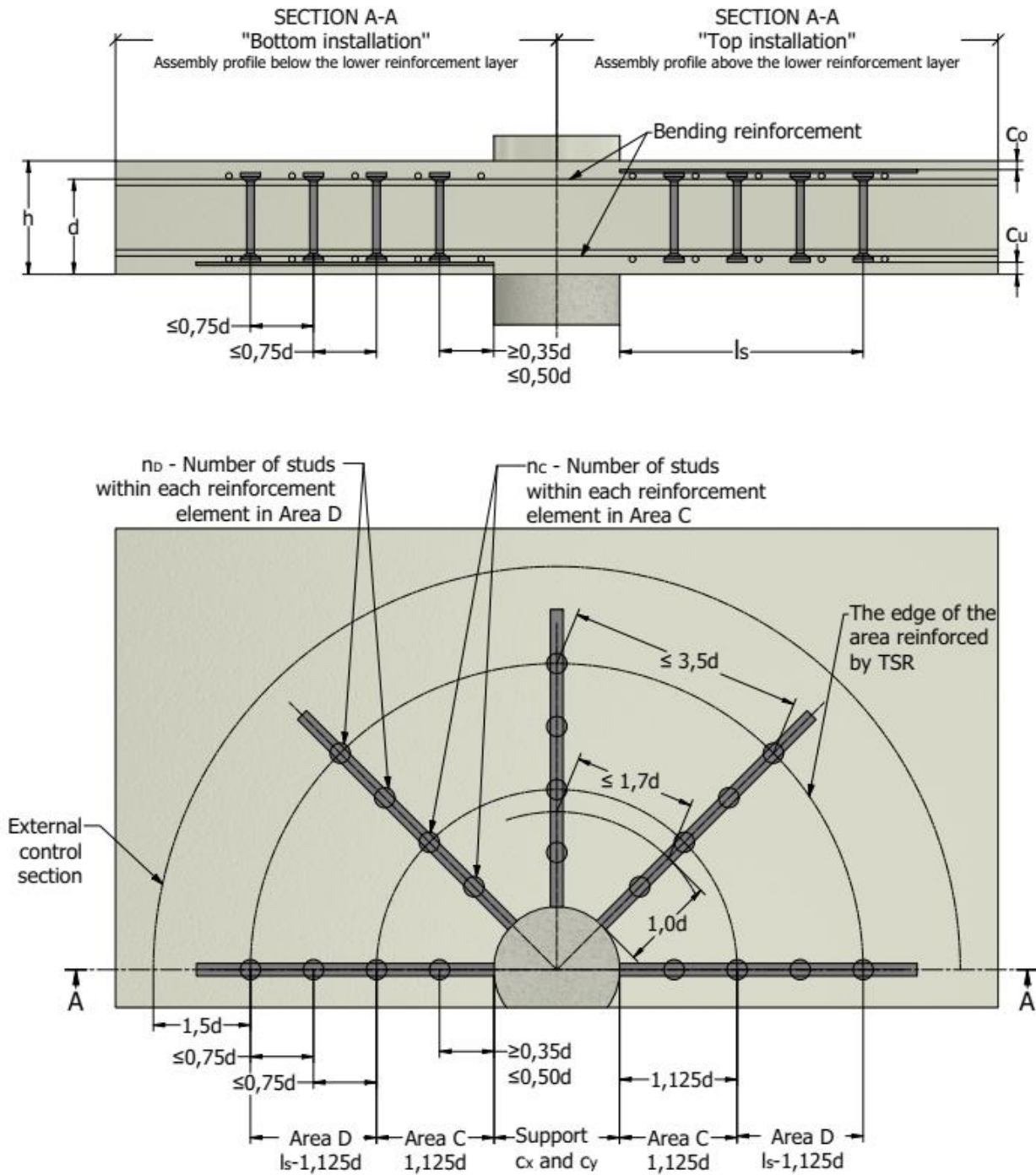
In beiden Fällen, Randstütze und Eckstütze, wenn die Exzentrizität das äußere β ist, gilt: $\beta = 1 + k \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_1}{W_1}$

Bei Strukturen, bei denen die seitliche Stabilität nicht von der Rahmenwirkung zwischen Platte und Stützen abhängt und bei denen die benachbarten Spannweiten in der Länge nicht mehr als 25 % voneinander abweichen, können Näherungswerte für β verwendet werden.

Die empfohlenen Werte sind in der nachstehenden Abbildung angegeben:



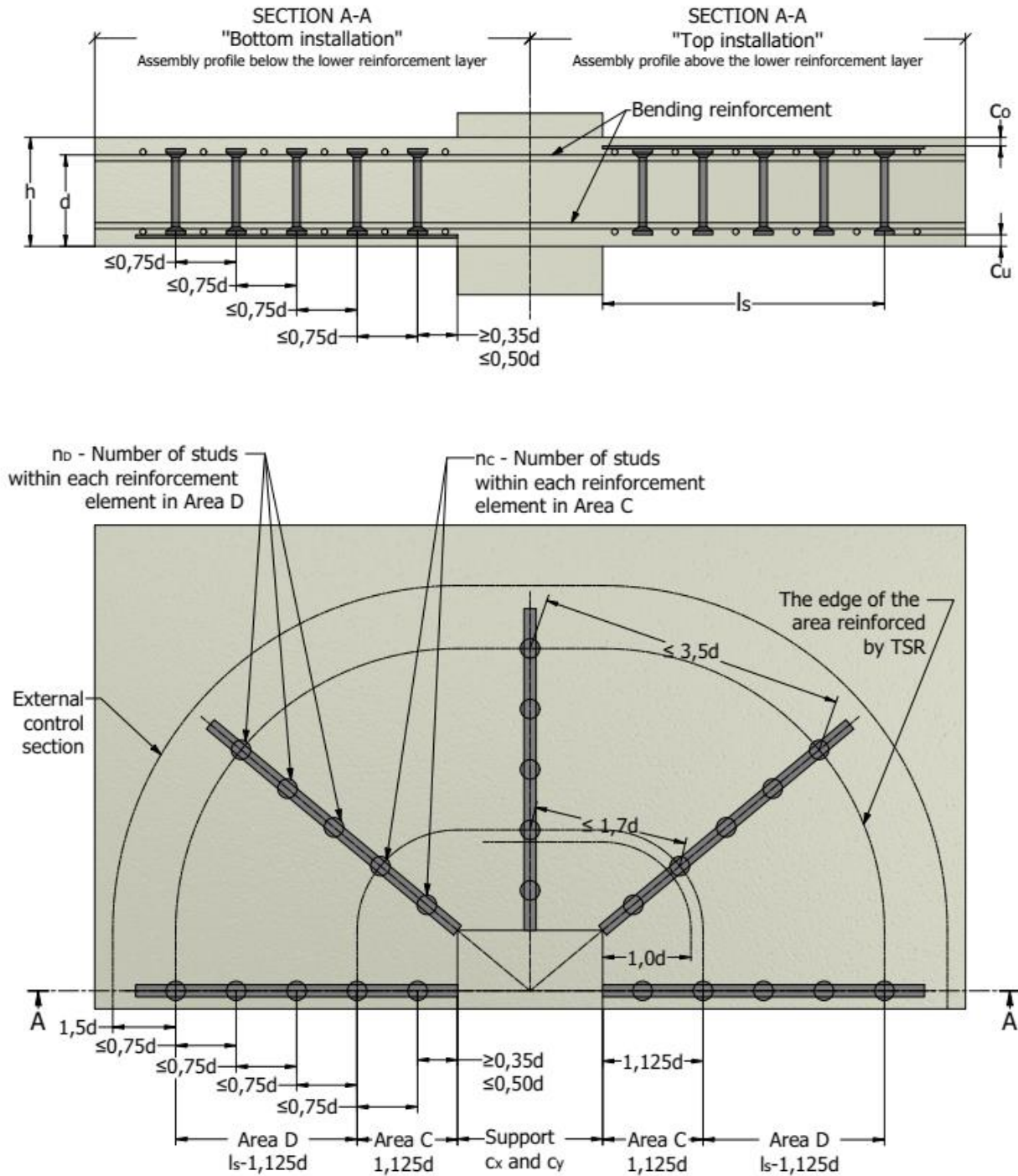
Die nachstehenden Abbildungen zeigen den Querschnitt und die Draufsicht von mit TSR bewehrten Decken und Fußböden gemäß den Empfehlungen von EN 1992-1-1, 6.4.2. Typischerweise sind die TSR-Elemente radial um die Stütze herum angeordnet. Alternative Anordnungen von TSR-Elementen sind möglich, sofern die Anforderungen an die maximalen Abstände der TSR-Bolzen erfüllt sind.



m_C - Number of reinforcement elements in Area C
 m_D - Number of reinforcement elements in Area D

Anordnung der Standardelemente, Querschnitt und Draufsicht

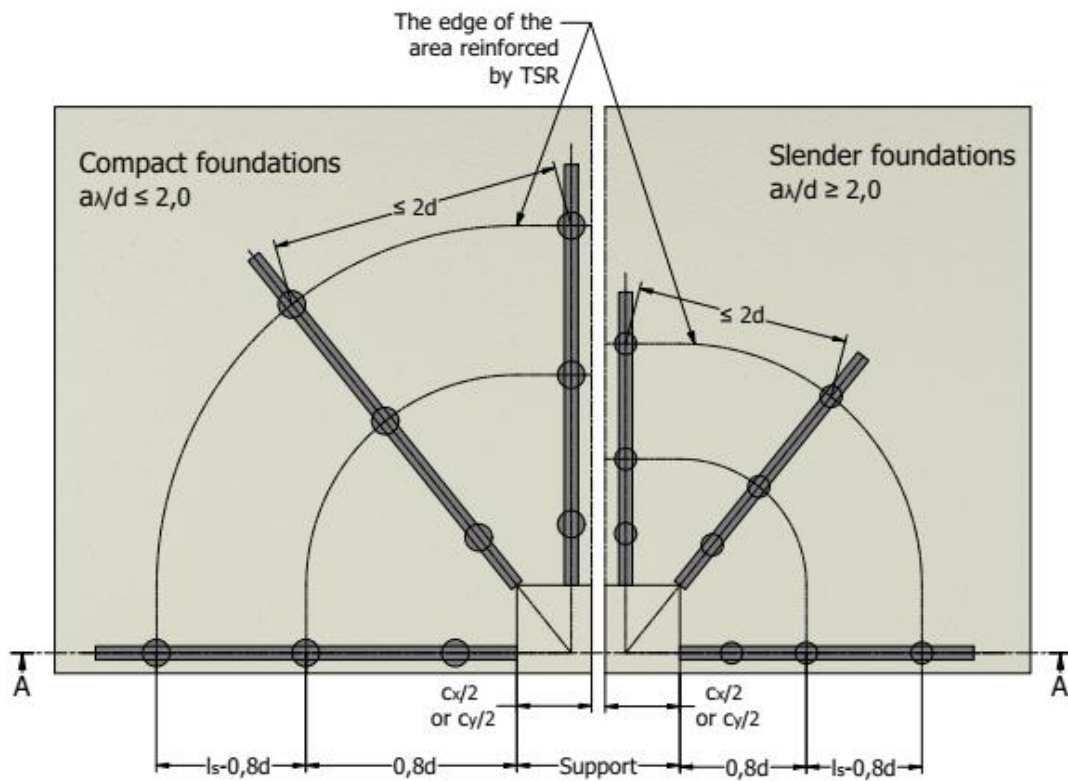
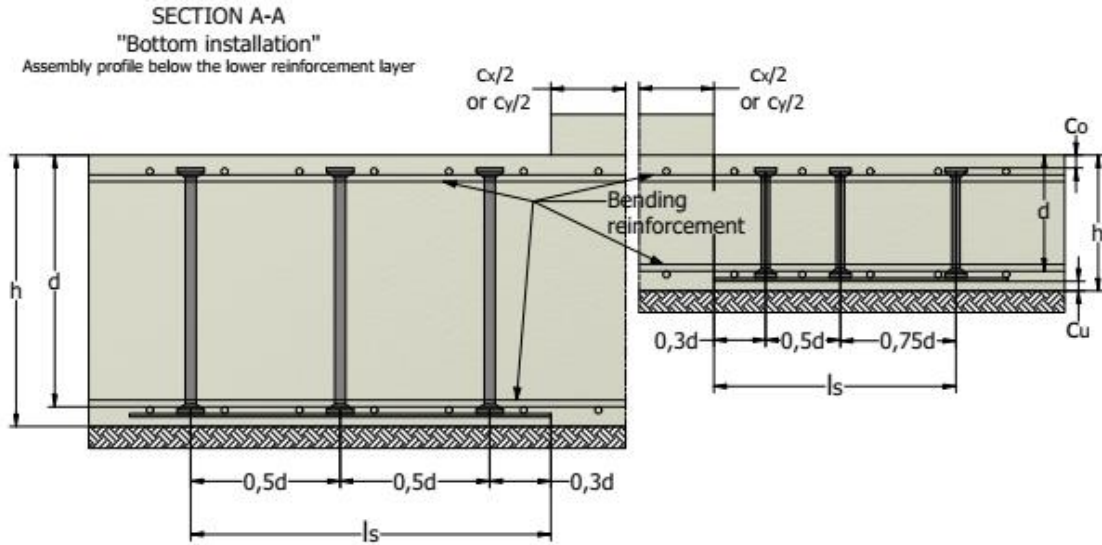
Querschnitt und Draufsicht einer Flachdecke mit Rundstütze



m_C - Number of reinforcement elements in Area C
 m_D - Number of reinforcement elements in Area D

Anordnung der Standardelemente, Querschnitt und Draufsicht

Querschnitt und Draufsicht einer Flachdecke mit rechteckiger Stütze



m_c - Number of reinforcement elements in Area C
 m_D - Number of reinforcement elements in Area D

Anordnung in Bodenplatten und Fundamenten

Querschnitt und Draufsicht einer mit TSR-Bolzen bewehrten Bodenplatte oder eines Fundamentes

Durchstanzwiderstand von Platten und Stützenfüßen ohne Scherbewehrung

- 1) Der Durchstanzwiderstand einer Platte und Stützenfüßen ohne Scherbewehrung für den Basis-Kontrollquerschnitt wird bestimmt nach Gleichung (6.47) der EN 1992-1-1:

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp})$$

Wobei:

f_{ck} - in Mpa ist

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2.0 \quad d \text{ in mm}$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{ly} \cdot \rho_{lz}} \leq 0.02.$$

ρ_{ly} , ρ_{lz} beziehen sich auf den gebundenen Zugstahl in y- bzw. x-Richtung. Die Werte ρ_{ly} und ρ_{lz} sollten als Mittelwerte unter Berücksichtigung einer Plattenbreite gleich der Stützenbreite plus 3d pro Seite berechnet werden.

$$\sigma_{cp} = (\sigma_{cy} + \sigma_{cz})/2.$$

Wobei:

σ_{cy} , σ_{cz} die Betonnormalspannungen im kritischen Querschnitt in y- und z-Richtung (MPa, positiv bei Druck) sind

$$\sigma_{cy} = \frac{N_{Ed,y}}{A_{cy}} \text{ und } \sigma_{cz} = \frac{N_{Ed,z}}{A_{cz}}$$

$N_{Ed,y}$, $N_{Ed,z}$ bei Innenstützen die Längskräfte über das gesamte Feld und bei Randstützen die Längskraft über den Kontrollquerschnitt sind. Die Kraft kann von einer Last oder einer Vorspannung herrühren.

A_c ist die Fläche des Betons gemäß der Definition von N_{Ed}

Die Werte $C_{Rd,c}$, v_{min} und k_1 für die Verwendung in einem Land können dem nationalen Anhang entnommen werden. Der empfohlene Wert für

$$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c, v_{min} = 0.035k^{3/2}f_{ck}^{1/2} \text{ und } k_1 = 0.1$$

- 2) Der Durchstanzwiderstand der Stützenfüße sollte an Kontrollumfängen innerhalb von 2d vom Umfang der Stütze überprüft werden.

Bei konzentrischer Belastung beträgt die aufgebrachte Nettokraft $V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed}$

Wobei:

V_{Ed} die aufgebrachte Scherkraft ist

ΔV_{Ed} die Netto-Aufwärtskraft innerhalb des betrachteten Kontrollumfangs - Aufwärtsdruck des Bodens abzüglich Eigengewicht der Basis ist.

$$v_{Ed} = V_{Ed,red}/ud$$

$$v_{Rd} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} \times 2d/a \geq v_{min} \times 2d/a$$

Wobei:

a der Abstand zwischen dem Umfang der Stütze und dem betrachteten Kontrollumfang ist.

Die Werte $C_{Rd,c}$, v_{min} und k_1 für die Verwendung in einem Land können dem nationalen Anhang entnommen werden. Der empfohlene Wert für

$$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c, v_{min} = 0.035k^{3/2}f_{ck}^{1/2} \text{ und } k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2.0$$

Für exzentrische Belastung:

$$v_{Ed} = \frac{V_{Ed,red}}{ud} \left[1 + k \frac{M_{Ed}u}{V_{Ed,red}W} \right], \text{ wobei } k \text{ aus der nachstehenden Tabelle stammt.}$$

c_1/c_2	$\leq 0,5$	1,0	2,0	$\geq 3,0$
k	0,45	0,60	0,70	0,80

Durchstanzwiderstand von Platten und Stützenfüßen ohne Scherbewehrung

- 1) Wenn eine Scherbewehrung erforderlich ist, sollte sie gemäß den folgenden Bestimmungen berechnet werden:

$$v_{Rd,cs} = 0.75v_{Rd,c} + 1.5 \left(\frac{d}{s_r} \right) A_{sw} f_{ywd,ef} \left(\frac{1}{u_1 d} \right) \sin \alpha$$

Wobei:

A_{sw} die Fläche eines Umfangs der Scherbewehrung um die Stütze ist [mm²]

s_r der radiale Abstand der Umfänge der Scherbewehrung ist [mm]

$f_{ywd,ef}$ die effektive Bemessungsfestigkeit der Durchstanzbewehrung ist, nach

$$f_{ywd,ef} = 250 + 0.25d \leq f_{ywd} \text{ [MPa]}$$

d der Mittelwert der effektiven Tiefe in den orthogonalen Richtungen ist [mm]

α der Winkel zwischen der Schubbewehrung und der Plattenebene ist

Ist nur eine einzige Reihe von abgewinkelten Stäben vorhanden, so kann das Verhältnis d/s_r den Wert 0,67 annehmen.

- 2) In der Nähe der Stütze ist der Durchstanzwiderstand begrenzt auf einen Höchstwert von:

$$v_{Ed} = \frac{\beta V_{Ed}}{u_0 d} \leq v_{Rd,max}$$

Wobei:

u_0 für eine Innenstütze $u_0 = enclosing\ minimum\ periphery$ [mm]

für eine Randstütze $u_0 = c_2 + 3d \leq c_2 + 2c_1$ [mm]

für eine Eckstütze $u_0 = 3d \leq c_1 + c_2$ [mm]

c_1, c_2 sind die Abmessungen der rechteckigen Stütze

β siehe obige Formeln

Der Wert $v_{Rd,max}$ für die Verwendung in einem Land kann dem nationalen Anhang entnommen werden. Der empfohlene Wert ist $0.5v_{fcd}$.

Wobei:

$$v = 0.6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] \quad (f_{ck} \text{ in MPa}).$$

- 3) Der Kontrollumfang, bei dem keine Scherbewehrung erforderlich ist $u_{out,ef}$, sollte berechnet werden:

$$u_{out,ef} = \frac{\beta V_{Ed}}{v_{Rd,c} d}$$

Der äußerste Umfang der Scherbewehrung sollte in einem Abstand von nicht mehr als kd innerhalb u_{out} oder $u_{out,ef}$, siehe Bilder unten, angebracht werden. Der Wert k für die Verwendung in einem Land kann dem nationalen Anhang entnommen werden. Der empfohlene Wert ist $k = 1.5$

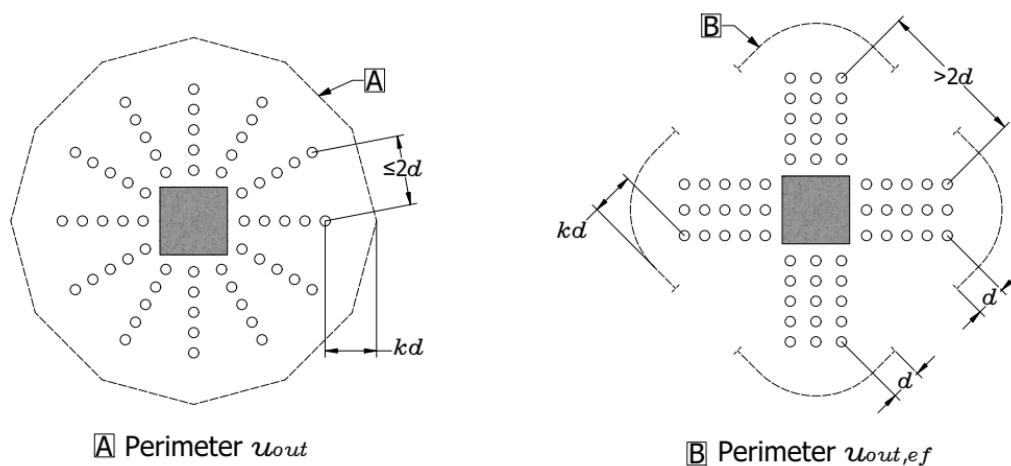
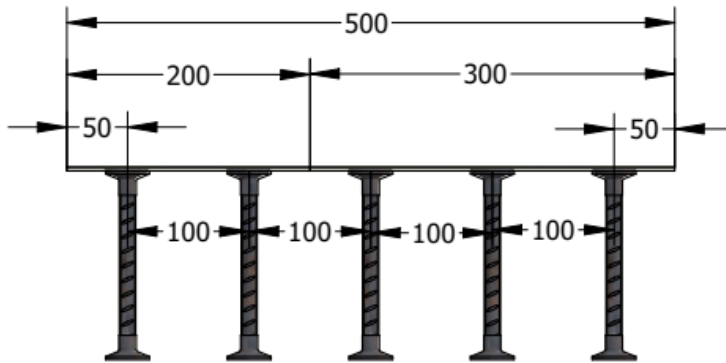


Abbildung 9. Kontrollumfang an Innenstützen

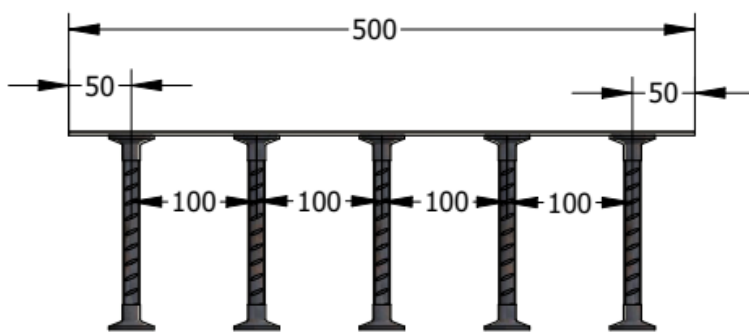
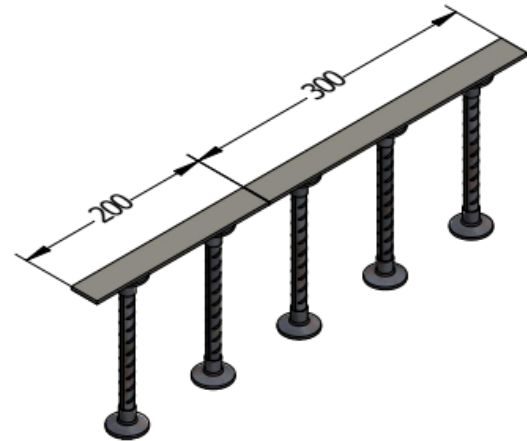
ANWENDUNG

Die Mindesttiefe einer mit TSR bewehrten Platte beträgt 180 mm.

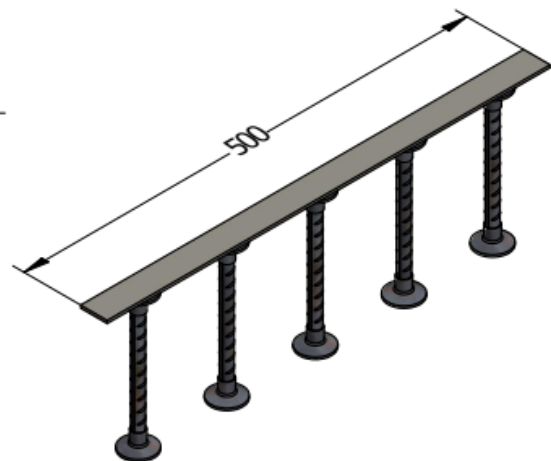
Die Bewehrung von Flachdecken mit TSR kann als Kombination von 2 oder 3 Bolzelementen oder als komplette Elemente, bei denen alle Bolzen zu einem Montageprofil verschweißt sind, ausgeführt werden. Bei dicken Platten, Fundamentplatten und bei hohen Bewehrungsgraden wird empfohlen, die kompletten TSR-Elemente zuerst von unten nach oben zu verlegen.

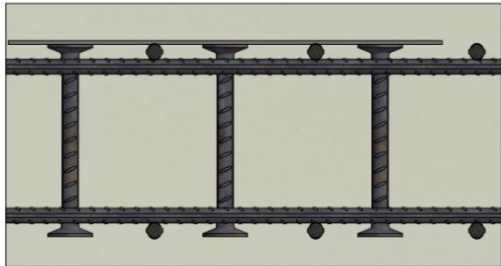
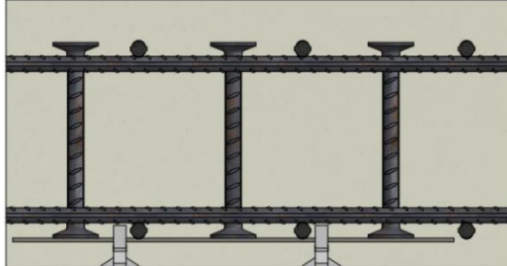


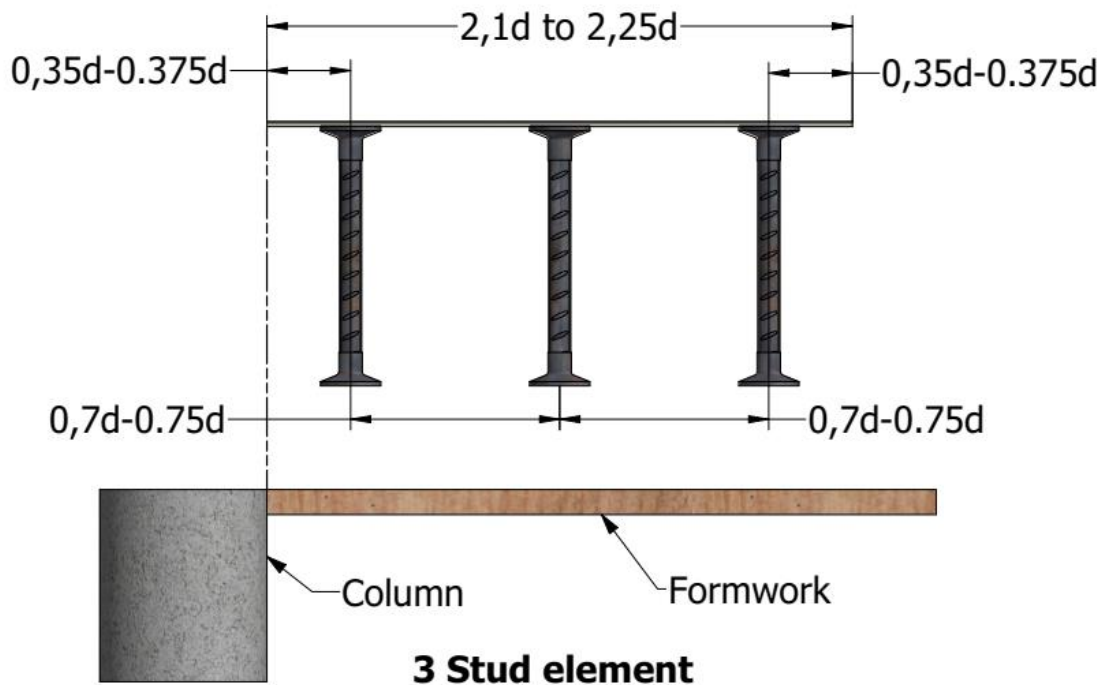
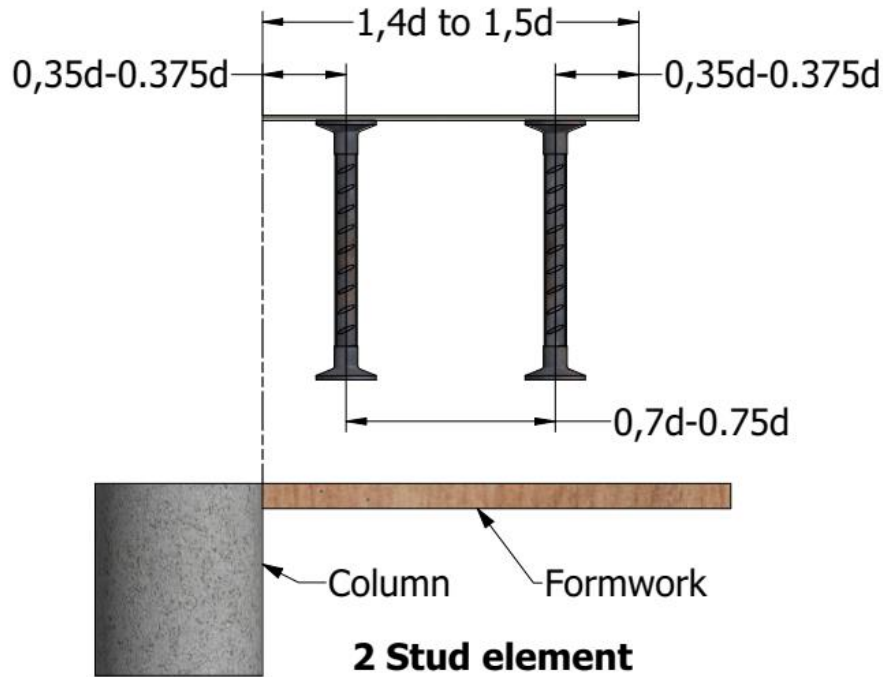
TSR-12/155-2/200 (50/100/50)
 TSR-12/155-3/500 (50/2 x 100/50)



TSR-12/155-5/500 (50/4 x 100/50)



Symmetrische TSR-Elemente werden vorzugsweise von oben eingebaut	Komplette TSR-Elemente werden vorzugsweise von unten eingebaut, bevor die Hauptbewehrung angebracht wird
	

BESCHREIBUNG DER STANDARD-SCHERBEWEHRUNG


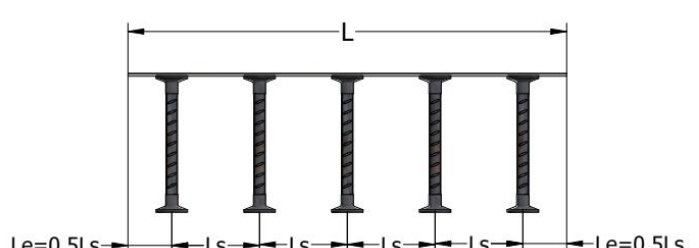
Abmessungen und Kennzeichnungen von TSR-Bolzenankern



Durchmesser des Bolzens d_s [mm]	Durchmesser des Kopfes D [mm]	Kopfdicke t_h [mm]	Querschnittsfläche des Bolzens A_s [mm ²]	Charakteristischer Wert der Streckgrenze f_{yk} [MPa]	Charakteristische Festigkeit des Bolzens $F_k = A f_{yk}$ [kN]
10	30	6	79	500	39,5
12	36	7	113		56,5
14	42	8	154		77,0
16	48	8,5	201		100,5
20	60	10	314		157,0
25	75	14	491		245,5

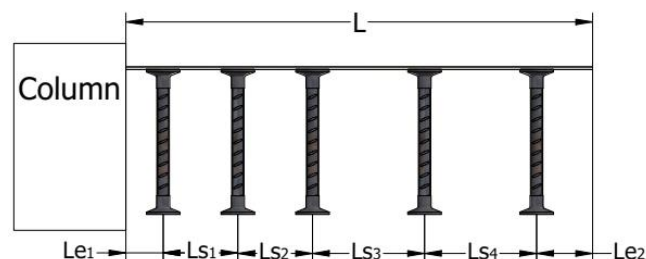
Beschreibung der Bestellung

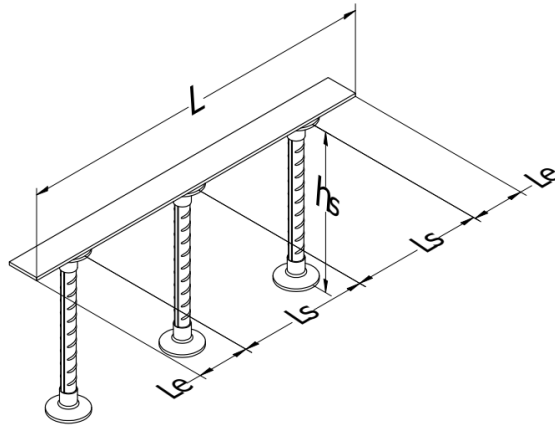
1) Standardtyp

Typ	Abmessungen der Bolzen d_s/h_s			Anzahl der Bolzen	Länge des Elements L		
TSR	12	/	155	5	/	500	

2) Komplettes Element

Typ	Abmessungen der Bolzen d_s/h_s			Anzahl der Bolzen	Länge des Elements L	Endabstand Le_1	Bolzenabstände ($LS_1/LS_2/LS_3/.....LS_n$)	Endabstand Le_2
TSR	12	/	155	5	500	(40	/ 80 / 80 / 120 / 120 / 60)	

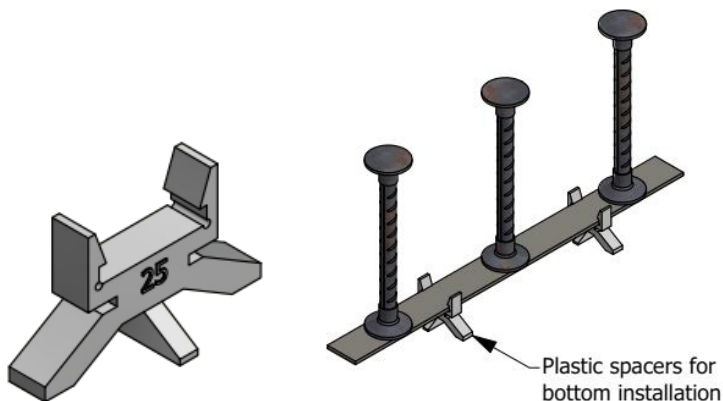



Standardmäßig verfügbare Typen

d _s	Ø10		Ø12		Ø14		Ø16		Ø20		Ø25		Verankerungsabstand L _s [mm]
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	
Verankerungshöhe h _s [mm]	Länge des Elements		Länge des Elements		Länge des Elements		Länge des Elements		Länge des Elements		Länge des Elements		
105													80
115													80
125													100
135													100
145			200	300									100
155			220	330									110
165			240	360									120
175			240	360									120
180			250	350									125
185			280	420			280	420					140
190			300	450									150
195			280	420			280	420					140
205	280		280	420			280	420					140
215			300	450			300	450	300	450			150
225			320	480			320	480	320	480			160
235			340	510			340	510	340	510	340	510	170
245			360	540			360	540	360	540	360	540	180
255							360	540	360	540	360	540	180
265							380	580	380	580	380	580	200
275							400	600	400	600	400	600	200
285							420	630	420	630	420	630	210
295							440	660	440	660	440	660	220
305													
315													
325													
335													
345													
350													
355													
365													
375													
395													
405													
425													
435													
455													

Abmessungen des Einbauzubehörs

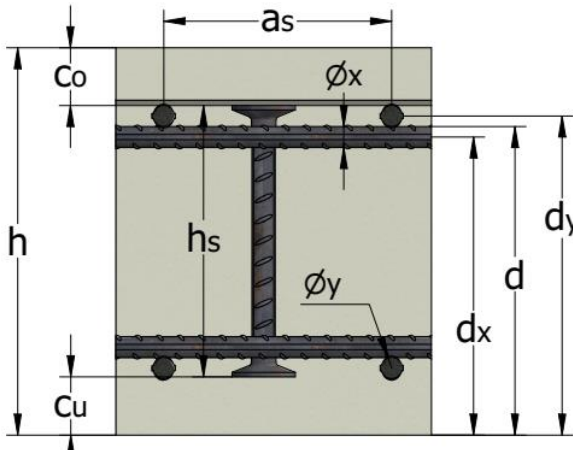
Für die Befestigung unten empfehlen wir die Kunststoff-Abstandsstücke.



Abstandsstück Typ	Artikelnummer	Abmessungen der Betondecke c_u [mm]
TPS 20	65598	20
TPS 25	65599	25
TPS 30	65600	30
TPS 35	65601	35

BERECHNUNGSBEISPIEL

INNENSTÜTZE

	Abmessungen der Stütze	$c_x = 350\text{ mm}$
		$c_y = 350\text{ mm}$
	Betongüte	C 30/37
	Höhe der Platte	$h = 300\text{ mm}$
	Abmessungen der Betondecke	$c_o = 30\text{ mm}$
	Betondecke unten	$c_u = 25\text{ mm}$
	Durchmesser der Biegebewehrung	$\phi_x = 16\text{ mm}$
		$\phi_y = 16\text{ mm}$
	Abmessung $a_{s,x}$ und $a_{s,y}$	$a_{s,x} = 120\text{ mm}$
		$a_{s,y} = 120\text{ mm}$
Aufgebrachte Last	$V_{Ed} = 950\text{ kN}$	

Effektive Tiefe und Biegebewehrungsgrad.

1) Effektive Tiefe

$$d_y = h - c_o - \frac{\phi_y}{2} = 262\text{ mm}$$

$$d_x = h - c_o - \phi_y - \frac{\phi_y}{2} = 246\text{ mm}$$

$$d = \frac{d_x + d_y}{2} = 254\text{ mm}$$

2) Biegebewehrungsgrad

- Fläche eines Bewehrungsstabes in x-Richtung:

$$A_{s,x} = \frac{\pi \phi_x^2}{4} = 201.062 \text{ mm}^2$$

- Fläche eines Bewehrungsstabes in y-Richtung:

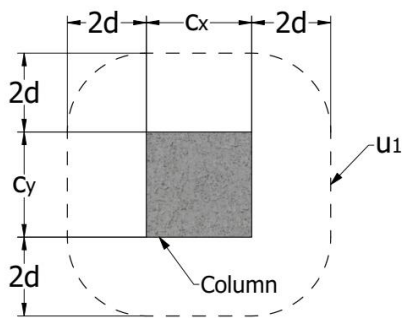
$$A_{s,y} = \frac{\pi \phi_y^2}{4} = 201.062 \text{ mm}^2$$

$$\rho_x = \frac{A_{s,x}}{a_{s,x} \cdot d_x} \cdot 100 = 0.68\%$$

$$\rho_y = \frac{A_{s,y}}{a_{s,y} \cdot d_y} \cdot 100 = 0.64\%$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_x \cdot \rho_y} = 0.66\%$$

Basis-Kontrollumfang (u_1) und Umfang der Stütze (u_0)



$$u_1 = 2\pi \cdot 2 \cdot d + 2 \cdot c_x + 2 \cdot c_y = 4591.85 \text{ mm}$$

$$u_0 = 2 \cdot (c_x + c_y) = 1400 \text{ mm}$$

Lasterhöhungsfaktor $\beta = 1.15$ für Innenstütze.

Durchstanzwiderstand von Platten ohne Scherbewehrung

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp})$$

$$\sigma_{cp} = 0 \text{ - ohne Vorspannkraft}$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1.89 \leq 2.0$$

$$v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} = 0.12 \cdot 1.89 \cdot (100 - 0.0066 \cdot 30)^{1/3} = 0.613 \text{ MPa}$$

$$v_{min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,89^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0,498 \text{ MPa}$$

Entlang des kritischen Umfangs berechnete Scherspannung:

$$v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_i d} = 1,15 \frac{950000}{4591,85 \cdot 254} = 0,937 \text{ MPa}$$

Maximaler Widerstand der Platte mit Durchstanzbewehrung:

$$v_{Rd,max} = 0,5v_{fd} = 0,5 - 0,528 \cdot 20 = 5,28 \text{ MPa}$$

$$v = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,528$$

Tragfähigkeit der Platte:

$$v_{Rd,c} < v_{Ed} < v_{Rd,max}$$

$$0,613 < 0,937 < 5,28$$

TSR-Scherbewehrung kann verwendet werden.

Bei $v_{Rd,c} \geq v_{Ed}$ ist keine TSR-Bewehrung erforderlich.

Bei $v_{Ed} > v_{Rd,max}$ wird der maximale Widerstand der Platte überschritten.

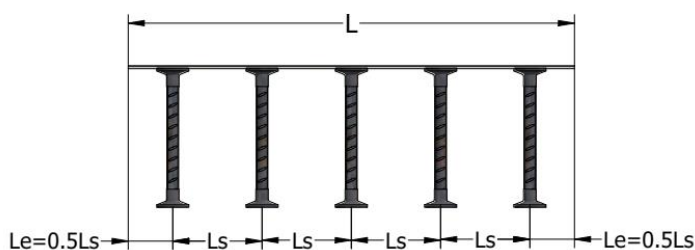
Die Abmessungen der TSR-Bolzen lauten:

$$h_s = h - c_u - c_0 = 300 - 25 - 30 = 245 \text{ mm}$$

Abstand zwischen den TSR-Elementen:

$$L_{s1} = 180 \text{ mm} \quad L_{s1}/d = 0,709 < 0,75$$

$$L_e = 90 \text{ mm} \quad L_e/d = 0,354 < 0,5; < 0,35$$



Anzahl der Bolzen und Länge der Bewehrungselemente:

$$u_{out,req} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{v_{Rd,c,out} d} = \frac{1,15 \cdot 950000}{0,613 \cdot 254} = 7016,6 \text{ mm}$$

Erforderliche Länge des äußeren Umfangs:

$$l_{s,req} = \frac{u_{out,req} - 2 \cdot (c_x + c_y)}{\pi \cdot 2} - 1,5 \cdot d = \frac{7016,6 - 2 \cdot (350 + 350)}{\pi \cdot 2} - 1,5 \cdot 254 = 513 \text{ mm}$$

Mindestanzahl von TSR-Bewehrungen in einem Element:

$$n_{req} = \frac{l_{s,req} - L_e}{L_s} + 1 = \frac{513 - 90}{180} + 1 = 3.35 \rightarrow n_{prov} = 4$$

Vorgesehene Länge eines Elements:

$$l_{s,prov} = L_e + (n_{prov} - 1) \cdot L_s = 90 + (4 - 1) \cdot 180 = 630 \text{ mm.}$$

Vorgesehener Kontrollumfang:

$$u_{out,prov} = 2 \cdot \pi \cdot (l_{s,prov} + 1.5 \cdot d) + 2 \cdot c_x + 2 \cdot c_y = 2 \cdot \pi \cdot (630 + 1.5 \cdot 254) + 2 \cdot 350 + 2 \cdot 350 = 7752.3 \text{ mm}$$

Überprüfung des äußeren Kontrollumfangs:

$$u_{out,req} \leq u_{out,prov} \rightarrow 7016.6 \leq 7752.3$$

$$l_{s,req} \leq l_{s,prov} \rightarrow 513 \leq 630$$

Widerstandsfähigkeit der Platte am äußeren Umfang.

$$v_{Ed,out} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_{out,prov} d} = 1.15 \frac{950000}{7752.3 \cdot 254} = 0.554 \text{ MPa}$$

Überprüfung:

$$v_{Rd,c} \geq v_{Ed,out}$$

$$0.613 \geq 0.554$$

Anzahl der Bewehrungselemente

Festigkeitsbedingung:

$$\beta \cdot V_{Ed} \leq m_{c,req} \cdot n_c \cdot \frac{F_k}{\gamma_s \cdot \eta} \rightarrow m_{c,req} \geq \frac{\beta \cdot V_{Ed} \cdot \gamma_s \cdot \eta}{n_c \cdot F_k}$$

Wobei:

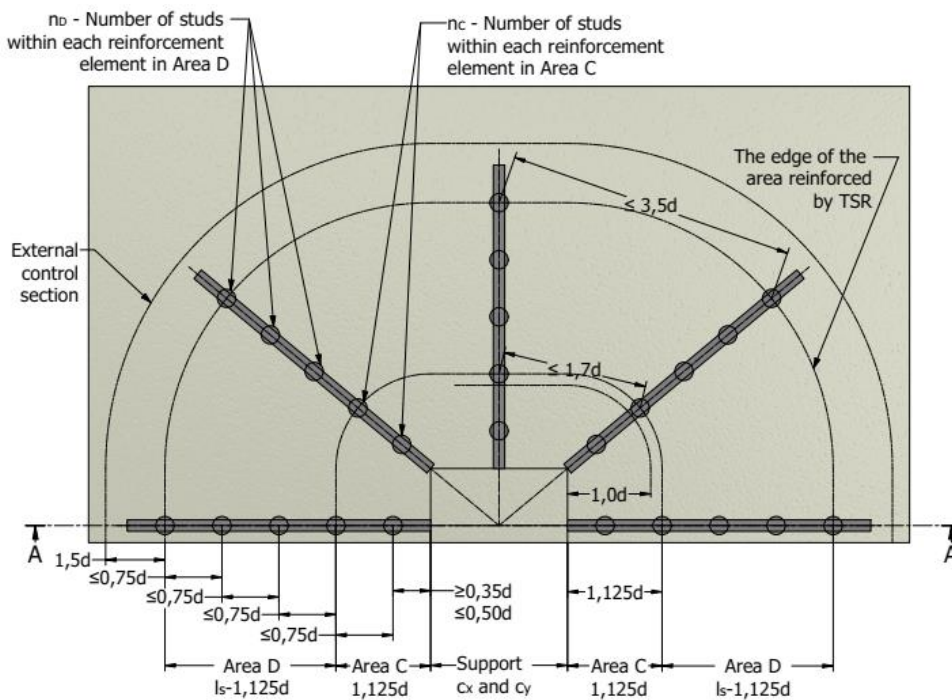
F_k - charakteristischer Wert der Zugfestigkeit des Bolzens

m_c - Anzahl der Elemente (Reihen) im Bereich C

n_c - Anzahl der Bolzen der Elemente (Reihen) im Bereich C, $n_c = 2$

γ_s - Teilsicherheitsfaktor für Stahl ($\gamma_s = 1.15$)

η - Faktor, um die effektive Tiefe zu berücksichtigen, $\eta = 1.0$ for $d \leq 200 \text{ mm}$; $\eta = 1.6$ for $d \geq 800 \text{ mm}$; bei anderen Werten ist eine lineare Interpolation vorzunehmen.



m_c - Number of reinforcement elements in Area C
 m_D - Number of reinforcement elements in Area D

Durchmesser der Bolzen	10	12	14	16	20	25
F_k [kN]	39,5	56,5	77,0	100,5	157,0	245,5
$m_{c,req}$	20	14	10	8	5	3
$m_{c,spac}$	8	8	8	8	8	8
$m_{c,prov} = \max\{m_{c,req}; m_{c,spac}\}$	20	14	10	8	8	8
$V_{Rd,s}$ [kN]	1081,8	1083,2	1054,4	1101	1719,9	2689,5
$\beta \cdot V_{Ed}$ [kN]	1092,5	1092,5	1092,5	1092,5	1092,5	1092,5

Gesamtwiderstand des TSR:

$$V_{Rd,si} = m_{c,prov} \cdot n_c \cdot \frac{F_k}{\gamma_s \cdot \eta}$$

Überprüfung:

$$\beta \cdot V_{Ed} \leq V_{Rd,si}$$

TSR – 16/245-2/360 (90/180/90) + TSR-16/245-2/360 (90/180/90)

oder

TSR-16/245-4/720 (90/3*180/90)

KONTAKT

TERWA ist der globale Lieferant für Lösungen für die Bau- und Betonfertigteileindustrie mit mehreren Niederlassungen rund um den Globus. Gemeinsam mit unseren Mitarbeitern, Partnern und Vertretern stellen wir Bau- und Betonfertigteileunternehmen, die in der Baubranche tätig sind, gerne unser ganzes Wissen und unsere Unterstützung zur Verfügung.

TERWA CONSTRUCTION-GRUPPE**Terwa Construction Niederlande
(Zentrale)****Globaler Verkauf und Vertrieb**

Kamerlingh Onneslaan 1-3
3401 MZ IJsselstein
Niederlande

T +31-(0)30 699 13 29

F +31-(0)30 220 10 77

E info@terwa.com

**Terwa Construction Mittel- und
Osteuropa****Verkauf und Vertrieb**

Strada Sânzieni
507075 Ghimbav
Rumänien

T +40 372 611 576

E info@terwa.com

Terwa Construction Polen**Verkauf und Vertrieb**

Ul. Cicha 5 lok. 4
00-353 Warschau
Polen

E info@terwa.com

**Terwa Construction Indien und Mittlerer
Osten****Verkauf und Vertrieb**

Indien

T +91 89 687 000 41

E info@terwa.com

Terwa Construction China**Verkauf und Vertrieb**

B05, 5F, No. 107, 2nd of the South
Zhongshan Road
200032 Shanghai
China

E info@terwa.com

ALLE SPEZIFIKATIONEN KÖNNEN OHNE VORANKÜNDIGUNG GEÄNDERT WERDEN.

HAFTUNGSAUSSCHLUSS

Terwa B.V. haftet nicht für Mängel an den von ihr gelieferten Produkten, die durch Abnutzung verursacht wurden. Terwa B.V. haftet auch nicht für Schäden, die durch ungenaue und/oder unsachgemäße Handhabung oder Verwendung der von ihr gelieferten Produkte und/oder dadurch entstehen, dass diese für Zwecke verwendet werden, für die sie nicht bestimmt sind. Die Haftung von Terwa B.V. ist darüber hinaus in Übereinstimmung mit Artikel 13 der „Metaalunie“-Bestimmungen, die für alle Lieferungen von Terwa B.V. gelten, beschränkt. Die Einhaltung aller anwendbaren Urheberrechtsgesetze liegt in der Verantwortung des Benutzers. Kein Teil dieser Dokumentation darf vervielfältigt, in einem abrufbaren System gespeichert oder in ein solches aufgenommen oder in irgendeiner Form oder mittels irgendeines Verfahrens (elektronisch, mechanisch, Fotokopieren, Aufnahmen, Aufzeichnen oder Sonstiges) übertragen oder übermittelt werden, wenn Terwa B.V. dies nicht ausdrücklich schriftlich genehmigt hat. Rechte im Rahmen des Urheberrechts bleiben dadurch unberührt.