PohlCon

LECHLER

Baubedarf • Gase • Schalungstechnik

www.lechler-augsburg.de

LECHLER GmbH

AUGSBURG

Heinrich-Hertz-Straße 4
86179 Augsburg

Telefon 0821 – 81 10 13
info@lechler-augsburg.de

LECHLER | HEBER

TETTNANG

Waldesch 33
88069 Tettnang

Telefon 07542 – 52 06 0
info@heber-schalungstechnik.de

JORDAHL®
Durchstanzbewehrung JDA

Technische Information

JORDAHL® Durchstanzbewehrung

Zulassungen und Zertifikate

Europäische Technische Bewertung (ETA)

Durch die kontinuierlich durchgeführten Produktverbesserungen hat das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) JORDAHL die Europäische Technische Bewertung (ETA-13/0136) für die JORDAHL® Doppelkopfanker als Durchstanzbewehrung erteilt. Die ETA bewertet technisch und qualitativ diese Produkte und stützt sich dabei auf ein übergreifendes europäisches Bemessungskonzept, das in mehr als 30 Ländern uneingeschränkt gültig ist und maximale Planungssicherheit auch bei internationalen Projekten bietet.

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ)

Nicht alle Bauprodukte haben derzeit eine Grundlage (EAD) zur Erlangung einer Europäischen Technischen Bewertung (ETA). Wir wollen unseren Kunden dennoch die Sicherheit der bekannten JORDAHL® Qualität und eine geprüfte Basis für ihre Planung bieten: Deshalb bestätigt die entsprechende abZ die sichere Ver- und Anwendbarkeit von JORDAHL® Produkten wie zum Beispiel der JORDAHL® Querkraftbewehrung JDA-S (Z-15.1-268).

JORDAHL® Information

Sie interessieren sich für unsere Zulassungen? Diese stehen Ihnen als Download unter www.jordahl.de → Downloads → Zulassungen zur Verfügung.

Einführung Durchstanzbewehrung

Um großflächige Hallen- oder Lagergebäude optimal zu nutzen, bietet sich eine punktförmig gestützte Flachdecke an.

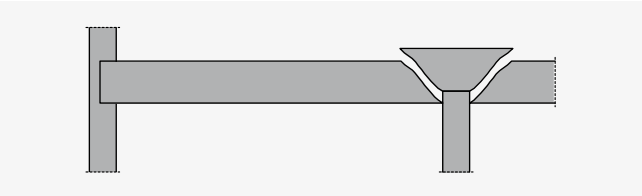


Bild 1: Durchstanzsituation

Bereits in den frühen Anfängen des Betonbaus erkannte man das Problem des Durchstanzens im Stützenkopfbereich (Bild 1). Um störende Haupt- und Nebenunterzüge zu umgehen, wurden um 1900 Pilzdecken (Bild 2) ausgeführt.

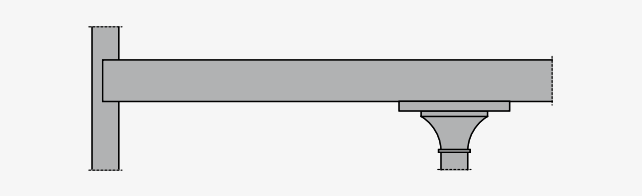


Bild 2: Pilzdecken

Bereits kurze Zeit später wurde das Kahneisen (Bild 3) als Zugbewehrung benutzt. Es besaß aufgebogene Flügel, die im Deckenauflagerbereich zur Querkraftsicherung dienten. Der Kahneisen-Erfinder Julius Kahn und sein Bruder, der berühmte Architekt Albert Kahn, feierten mit diesem Produkt große Erfolge beim Bauen mit Stahlbeton.

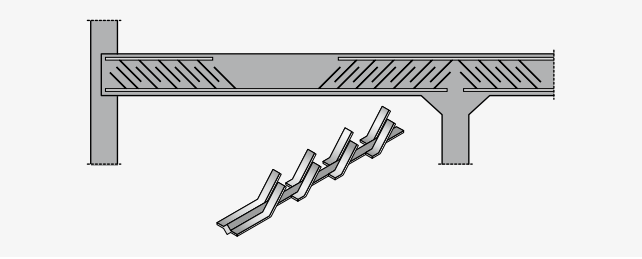


Bild 3: Kahneisen

Geringe Deckenstärken, ein großes Stützenraster und große Deckendurchbrüche in Stützenkopfnähe lassen sich mit herkömmlichen Lösungen nicht realisieren (Bild 4). Alternativ haben Andrä et al. eine Verdübelung des durchstanzgefährdeten Bereichs mit Dübelleisten entwickelt.

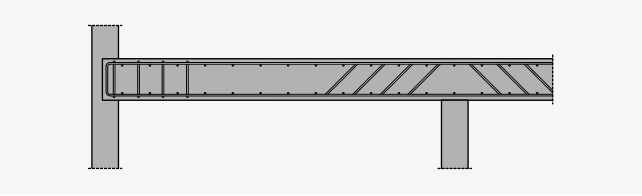


Bild 4: Flachdecke mit Bügeln und Schrägaufbiegung

Diese Lösung wurde zur Durchstanzverankerung aus Bewehrungsstahl mit jeweils zwei aufgestauchten Köpfen (Bild 5) weiterentwickelt. Mit Einführung des Eurocodes wurde eine grundlegende Überarbeitung der Bewertung erforderlich. Die aktuelle Europäische Technische Bewertung ETA-13/0136 entspricht dem neuesten Kenntnisstand und wird in mehreren Einsatzgebieten erfolgreich angewandt.

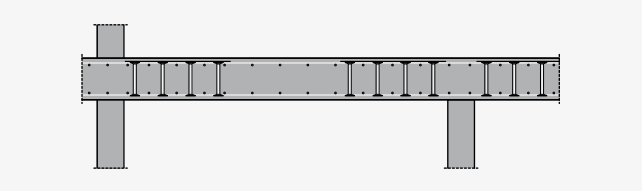


Bild 5: JORDAHL®Durchstanzbewehrung JDA mit Doppelkopfankern

Vorteile JORDAHL®Durchstanzbewehrung JDA

Für Flachdecken und Fundamente mit geringem Schalungs- und Bewehrungsaufwand und für eine optimale Raumnutzung wird die JORDAHL®Durchstanzbewehrung JDA zur Übertragung hoher Querkräfte eingesetzt. Der Durchstanzwiderstand kann so im Vergleich zu Fundamenten ohne Durchstanzbewehrung um 50 % erhöht werden, im Vergleich zu Deckenplatten ohne Durchstanzbewehrung sogar um 96 %.

- Europäische Technische Bewertung für statische und dynamische Einwirkungen (ETA-13/0136)
- Betonfestigkeiten C20/25 bis C50/60
- Bemessung entsprechend dem Sicherheitskonzept des Eurocodes
- präzise Berücksichtigung von unsymmetrischen Lasteinleitungen für alle Stützenpositionen
- definierter Übergang zwischen Durchstanzen und Querkrafttragfähigkeit
- Tragfähigkeitssteigerung gegenüber Decken und Fundamenten ohne Durchstanzbewehrung
- für flache Platten anwendbar ab 18 cm Plattenstärke

- ebene Deckenuntersicht
- ungehinderter Ausbau unterhalb der Decke
- optimale Raumausnutzung
- höhere Tragfähigkeit als konventionelle Bewehrungstechniken
- geringe Konstruktionshöhe der Betonplatten

- vereinfachte Leistenanordnung durch Reihung von Standardelementen
- geringer Schalungsaufwand
- schneller und einfacher Einbau von oben und unten möglich
- flexible Anfertigung je nach statischen Erfordernissen

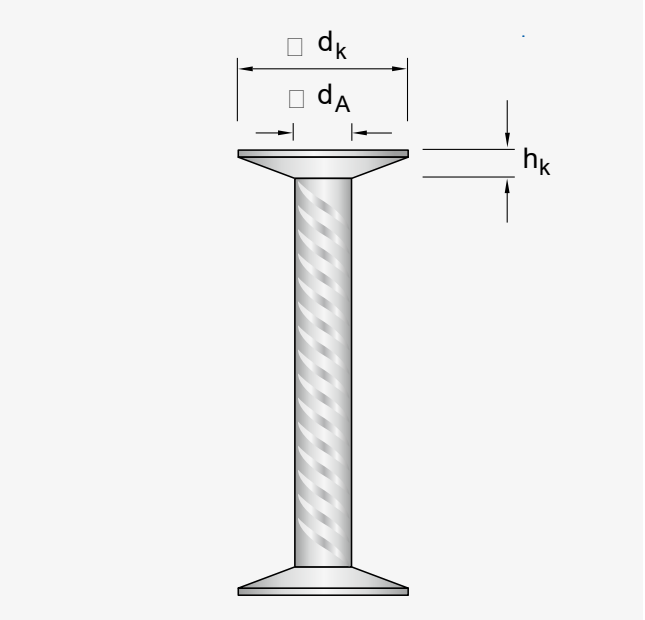
Die JORDAHL®Durchstanzbewehrung JDA besteht aus Doppelkopfankern, die durch eine Flachleiste verbunden sind. Doppelkopfanker sichern den Übergang zwischen Durchstanzen und Querkrafttragfähigkeit.

Material

Die Doppelkopfanker werden aus Bewehrungsstahl B500B Rundstahl gefertigt, die Flachleiste ist aus Baustahl. Lieferung freibleibend.

Technische Information

Die JORDAHL®Durchstanzbewehrung JDA wird nach den jeweiligen statischen Anforderungen flexibel gefertigt. Die Doppelkopfanker sind in den Durchmessern d_A = 10,12,14,16, 20 und 25 mm lieferbar (Lieferprogramm siehe Seite 12). Der Kopfdurchmesser d_k beträgt immer das 3-fache des Schaftdurchmessers d_A. Dadurch wird eine nahezu schlupffreie Verankerung von Druck- und Zugbereich gewährleistet.

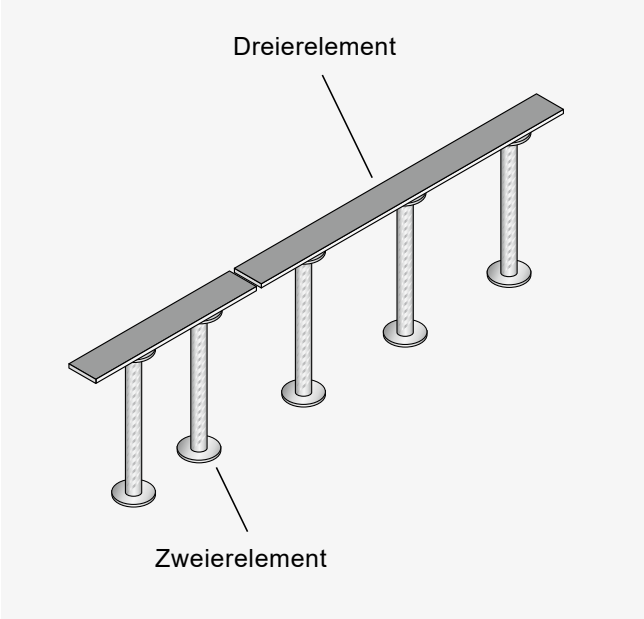


Doppelkopfanker gerippt

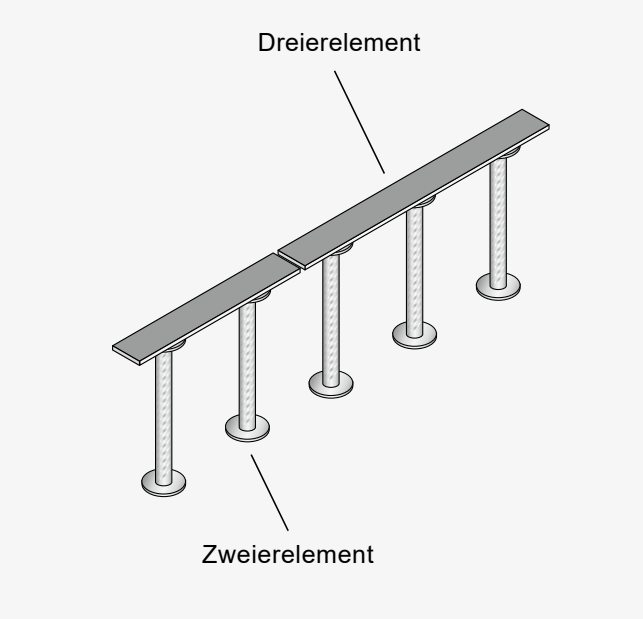
d_A mm	d_k mm	h_k mm	A mm^2	F_{RD} kN
10	30	5	79	34,1
12	36	6	113	49,2
14	42	7	154	66,9
16	48	7	201	87,4
20	60	9	314	136,6
25	75	12	491	213,4

d_A Ankerdurchmesser
d_k Kopfdurchmesser
h_k Kopfdicke min
A Ankerquerschnitt
F_{RD} Tragfähigkeit

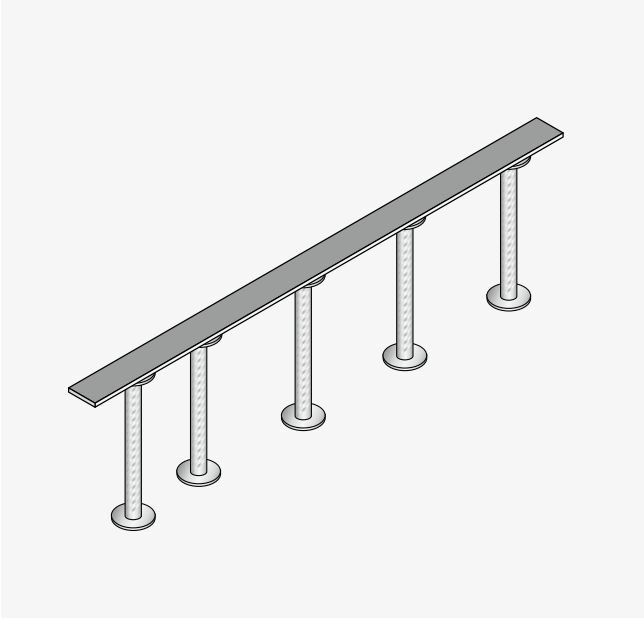
Elemente



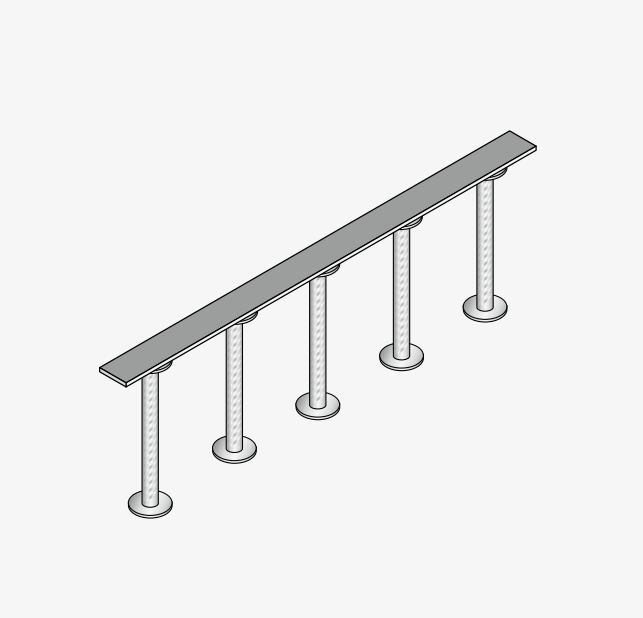
Optimierte Elemente (geteilt)



JDA-Standardelemente (geteilt)



Optimierte Elemente (durchgehend)



JDA-Standardelemente (durchgehend)

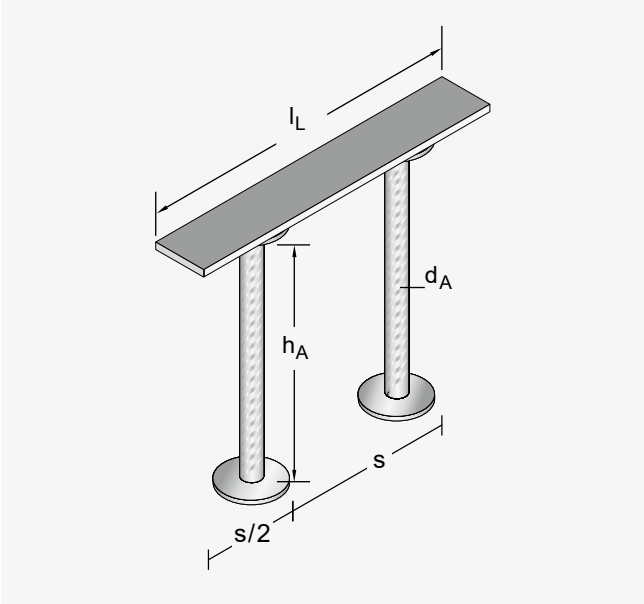
Lieferprogramm Standardelemente

Sortiment[1] JDAElemente geschweißt

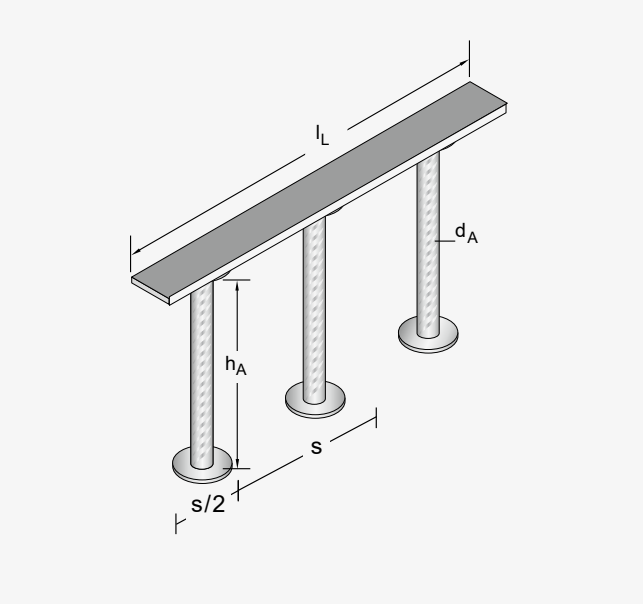
Ankerlänge h_A mm	für Durchmesser Anker d_A mm											
	10		12		14		16		20		25	
	2 Anker	3 Anker	2 Anker	3 Anker	2 Anker	3 Anker	2 Anker	3 Anker	2 Anker	3 Anker	2 Anker	3 Anker
125					—	—	—	—	—	—	—	—
135	200						—	—	—	—	—	—
145	200	300					—	—	—	—	—	—
155	220	330	220	330					—	—	—	—
	240	360	240						—	—	—	—
165	240	360	240	360		360			—	—	—	—
		390							—	—	—	—
175	240	360	240	360	240	360			—	—	—	—
	260	390	260						—	—	—	—
	280	420							—	—	—	—
185	260			390							—	—
	280	420	280	420	280	420					—	—
195	280	420	280	420	280	420	280	420			—	—
	300	450	300	450							—	—
205	280	420	280	420	280	420	280	420			—	—
	300	450	300	450	300	450					—	—
			320		320	480	320	480			—	—
215	300		300	450	300	450	300					
					340							
225			320	480	320	480						
235			340	510	340	510	340	510	340			
			340		340							
245			360	540	360	540	360	540	360	540		
							380					
255			360		360	540	360	540	360	540		
							400					
265					380	570	380	570				
					400		400	600	400	600		
275					400	600	400	600	400	600		
285					380							
					420		420		420	630		
295									420	630		
							440	660	440	660	440	660
305							440		440			
315												
325							480		480		480	
335									480		480	720
345									500	750	500	
									520		520	
385											560	840
435											640	960
585											860	

Standardsortiment Auf Anfrage 200 l_L = Leistenlänge

Durchstanzbewehrung JDA,Zweierelement, 2 Anker



Durchstanzbewehrung JDA,Dreierelement, 3 Anker



Sortiment[1] JDA-FT-KLfür Elementdecken

	für DurchmesserAnker d_A mm			
	10	12	14	16
Ankerlänge h_A mm minimal	125	125	135	155
	↓	↓	↓	↓
	in 10 mm Schritten			
Ankerlänge h_A mm maximal	315	335	365	405

Sortiment[1] Einzelelemente für JDA

	für DurchmesserAnker d_A mm					
	10	12	14	16	20	25
Ankerlänge h_A mm minimal	125	125	135	155	185	215
	↓	↓	↓	↓	↓	↓
			in 10 mm Schritten			
Ankerlänge h_A mm maximal	5505	5505	5505	5505	5505	5505

[1]Weitere Ankerlängen auf Anfrage.

JORDAHL®Beratung

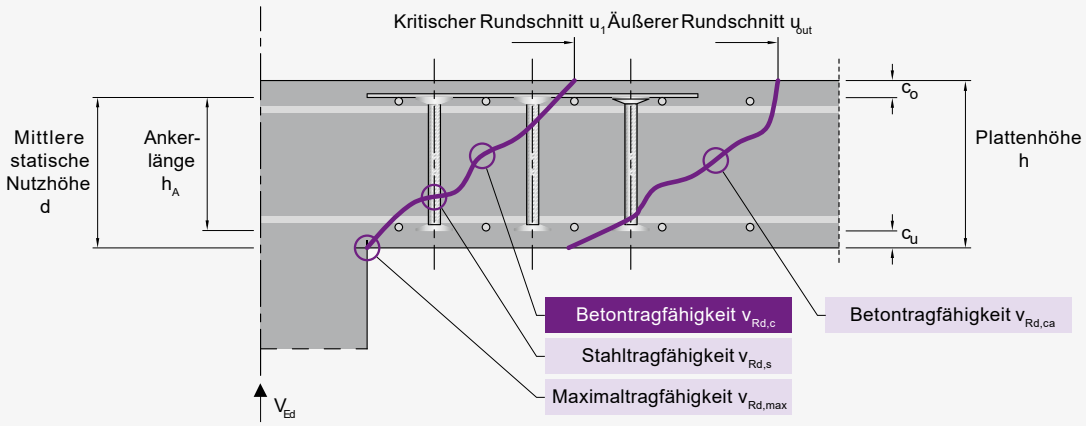
Die Größe oder Ausführung, die Siebenötigen ist nicht dabei?Kein Problem! Kontaktieren Sieeinfach unsere JORDAHL® Experten, z. B.perMail unter experten@jordahl.de. Dieberaten Siefreundlich,schnell und kompetent und entwickeln gerne auch für Sieeine individuelle Lösungfür Ihren ganzspeziellen Anwendungsfall.

Bemessung gemäß ETA-13/0136

Grundlage der Bemessung gegen Durchstanzen ist eine klare Trennung von Flachdecken und Fundamenten.

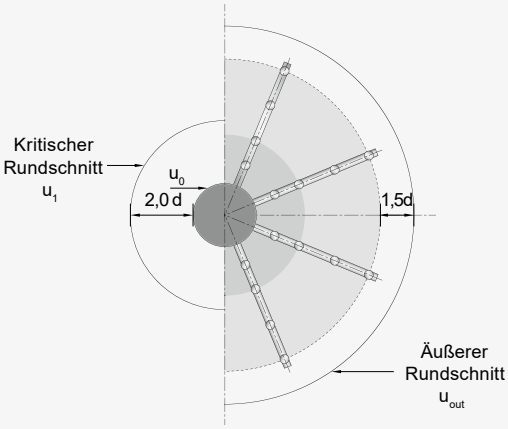
Die Bemessung ist in der Europäischen Technischen Bewertung ETA-13/0136 geregelt.

Nachweise im Überblick

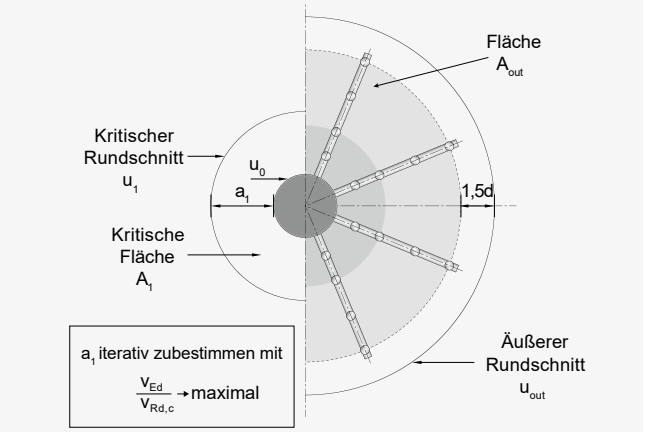


Rundschnittführung

Für Flachdecken

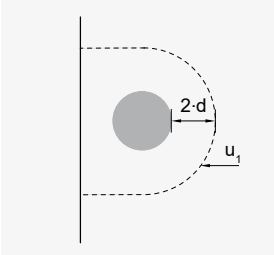


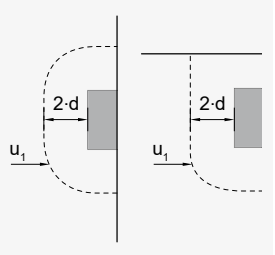
Für Fundamente

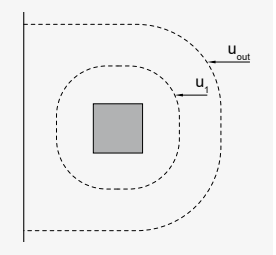


Bedingungen: $u_0 \leq 12d$ | $h \geq 180mm$ | $0{,}5 \leq a/b \leq 2{,}0$ bei Rechteckstützen

Bei Rand- und Eckstützen wird der Rundschnitt senkrecht zum freien Rand geführt (vgl. Beispiel Seite 19). Maßgebend ist jedoch der kleinste kritische Rundschnitt.







Bemessungslast

Für Flachdecken

$$v_{Ed} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{u_1 \times d} [N/mm^2]$$

Für Fundamente

$$v_{Ed} = \frac{\beta \times V_{Ed,red}}{u_1 \times d} [N/mm^2]$$

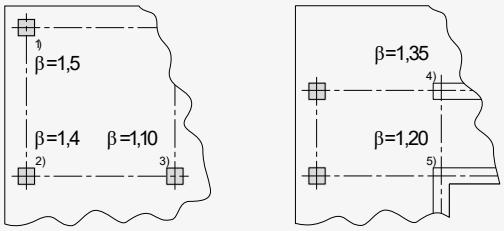
$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \sigma_{0d} \times A_1 = V_{Ed}\left(1 - \frac{A_1}{A_F}\right) [kN]$$

σ_{0d}: Bodenpressung
A_F: Aufstandsfläche des Fundamentes; bei Bodenplatten die durch die in radialer Richtung verlaufenden Momenten-nullpunkte eingegrenzte Fläche

Lasterhöhungsfaktor

Für Stützweitenverhältnisse benachbarter Felder im Bereich $0{,}8 \le l_1/l_2 \le 1{,}25$ sind vereinfachte Werte für β möglich.

Alternativ bzw. bei einem Stützweitenverhältnis von mehr als 25 % kann das genauere Verfahren auf Basis einer vollplastischen Schubspannungsverteilung aus EN 1992-1-1 verwendet werden. Das Verfahren mit einem reduzierten kritischen Rundschnitt ist nicht zulässig.



[1)]Eckstütze, [2)]Randstütze, [3)]Innenstütze, [4)]Wandende, [5)]Wandecke

Durchstanzwiderstand ohne Durchstanzbewehrung

Für Flachdecken

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \times \kappa \times (100 \times \rho_l \times f_{ck})^{1/3} \ge v_{min} [N/mm^2]$$

Für Fundamente

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \times \kappa \times (100 \times \rho_l \times f_{ck})^{1/3} \times \frac{2d}{a_1} \ge v_{min} \times \frac{2d}{a_1} [N/mm^2]$$

Maßstabsfaktor $\kappa = 1 + \sqrt{\frac{200\ mm}{d}} \le 2{,}0$

Längsbewehrungsgrad $\rho_l = \sqrt{\rho_{lx} \times \rho_{ly}} \le \begin{cases} 0{,}5 \times f_{cd}/f_{yd} \\ 0{,}02 \end{cases}$

Mindestwiderstand $v_{min} = \frac{0{,}0525}{\gamma_c} \times \sqrt{\kappa^3 \times f_{ck}}$ für $d \le 600\ mm$

$= \frac{0{,}0375}{\gamma_c} \sqrt{\kappa^3 \times f_{ck}}$ für $d > 800\ mm$

Empirischer Faktor – Flachdecken

$C_{Rd,c} = \frac{0{,}18}{\gamma_c}$ für $u_0 \ge 4d$

$C_{Rd,c} = \frac{0{,}18}{\gamma_c} \left(0{,}1 \times \frac{u_0}{d} + 0{,}6\right) \ge \frac{0{,}15}{\gamma_c}$ für $u_0 < 4d$

Empirischer Faktor – Fundamente

$C_{Rd,c} = \frac{0{,}15}{\gamma_c}$ für gedrungene Fundamente mit $a_\lambda \le 2{,}0\ d$

$C_{Rd,c} = \frac{0{,}18}{\gamma_c}$ für schlanke Fundamente mit $a_\lambda > 2{,}0\ d$

Durchstanzwiderstand mit Doppelkopfankern

Für Flachdecken

$$v_{Rd,max} = 1{,}96 v_{Rd,c} N/mm^2$$

Für Fundamente

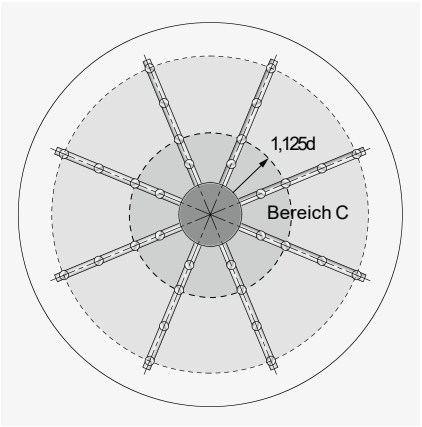
$$v_{Rd,max} = 1{,}50 v_{Rd,c} N/mm^2$$

Bemessung im Bereich C bzw. 0,8 d

Für Flachdecken

$$V_{Rd,sy} = m_c \times n_c \times \frac{d^2_A \times \pi \times f_{yd}}{4 \times \eta} \; [kN]$$

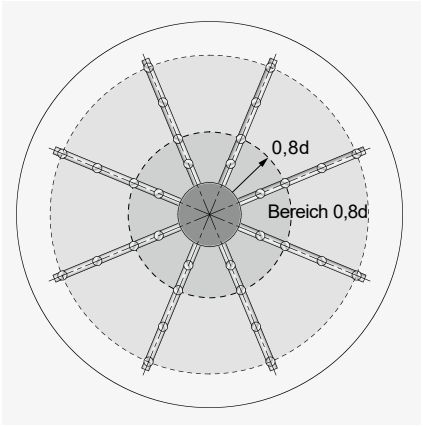
Plattendickenfaktor: □ = 1,0 für d ≤ 200 mm
□ = 1,6 für d ≥ 800 mm



Für Fundamente

$$V_{Rd,sy} = f_{yd} \times A_{s,o.8d} kN$$

$A_{s,o.8d}$: Stahlquerschnittsfläche der Doppelkopfanker im Bereich 0,8 d
f_{yd}: Bemessungsstreckgrenze der Doppelkopfanker



Äußerer Rundschnitt

$$V_{Rd,ca} = \frac{0{,}15}{\gamma_c} \times \kappa \times (100 \times \rho_l \times f_{ck})^{1/3} \geq V_{min} \; [N/mm^2]$$

Reduzierter Lasterhöhungsfaktor:

Innenstützen, Wandenden, Wandecken	Randstützen	Eckstützen
$\beta_{red} = \beta \geq 1{,}10$	$\beta_{red} = \frac{\beta}{1{,}2 + \beta/20 \times l_s/d} \geq 1{,}10$	$\beta_{red} = \frac{\beta}{1{,}2 + \beta/15 \times l_s/d} \geq 1{,}1($

Für Flachdecken

$$u_{out} = \frac{\beta_{red} \times V_{Ed}}{v_{Rd,ca} \times d}$$

Für Fundamente

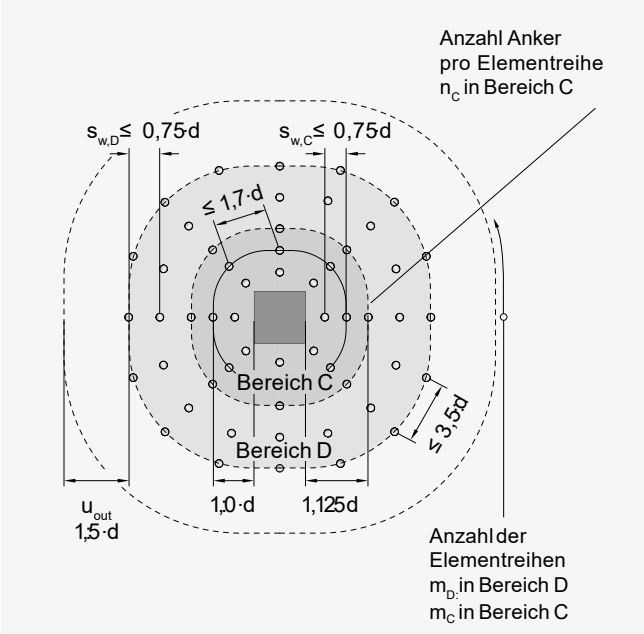
$$u_{out} = \frac{\beta_{red} \times V_{Ed,red}}{v_{Rd,ca} \times d}$$

$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \sigma_{od} \times A_{out} = V_{Ed}\left(1 - \frac{A_{out}}{A_F}\right) \; [kN]$$

Zulässige Ankerabstände

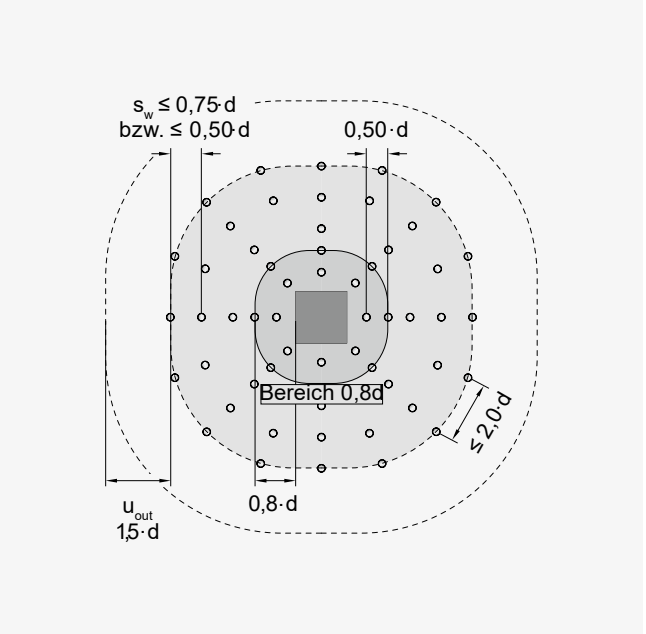
Für Flachdecken

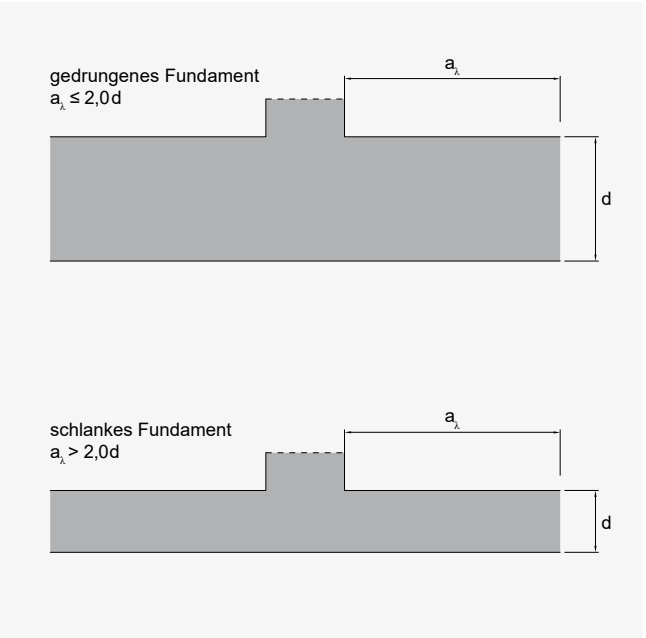
- der erste Anker liegt zwischen 0,35 d und 0,5 d von der Stütze entfernt
- der radiale Ankerabstand darf 0,75 d nicht überschreiten
- der maximale Abstand der Anker in tangentialer Richtung im Abstand von 1,0 d von der Stütze muss ≤ 1,7 sein
- der tangentiale Ankerabstand im Bereich D darf 3,5 d nicht überschreiten



Für Fundamente

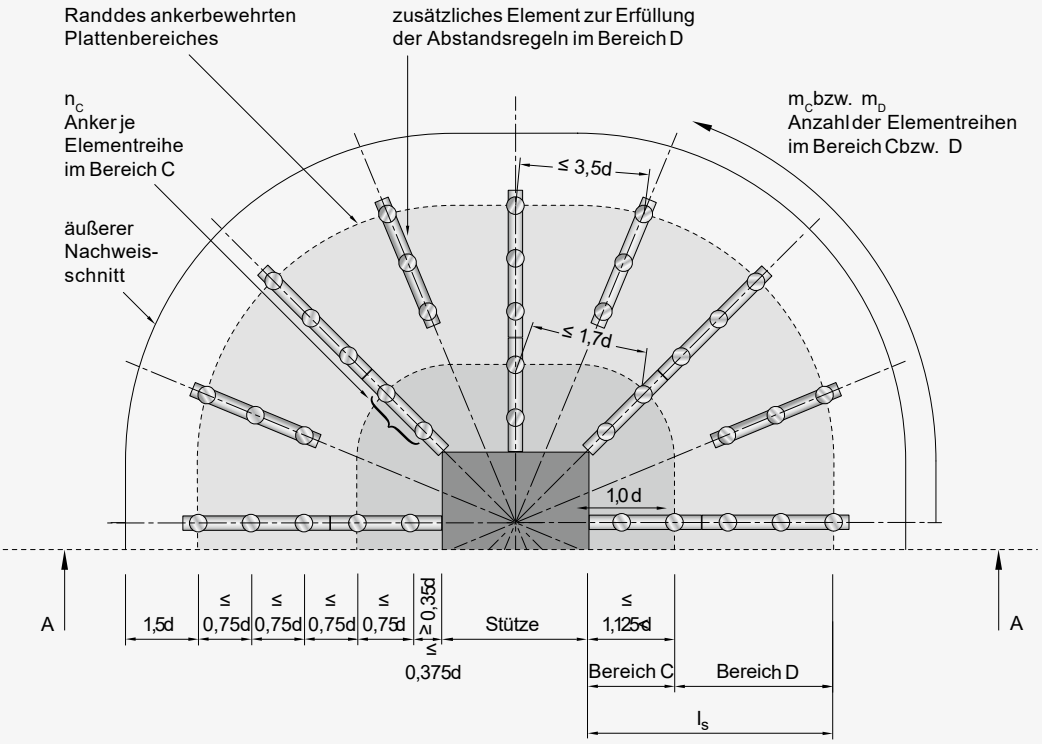
- der erste Anker liegt 0,3 d, der zweite Anker 0,8 d von der Stütze entfernt
- der radiale Ankerabstand darf 0,75 d für schlanke und 0,5 d für gedrungene Fundamente nicht überschreiten
- der tangentiale Ankerabstand darf 2,0 d nicht überschreiten

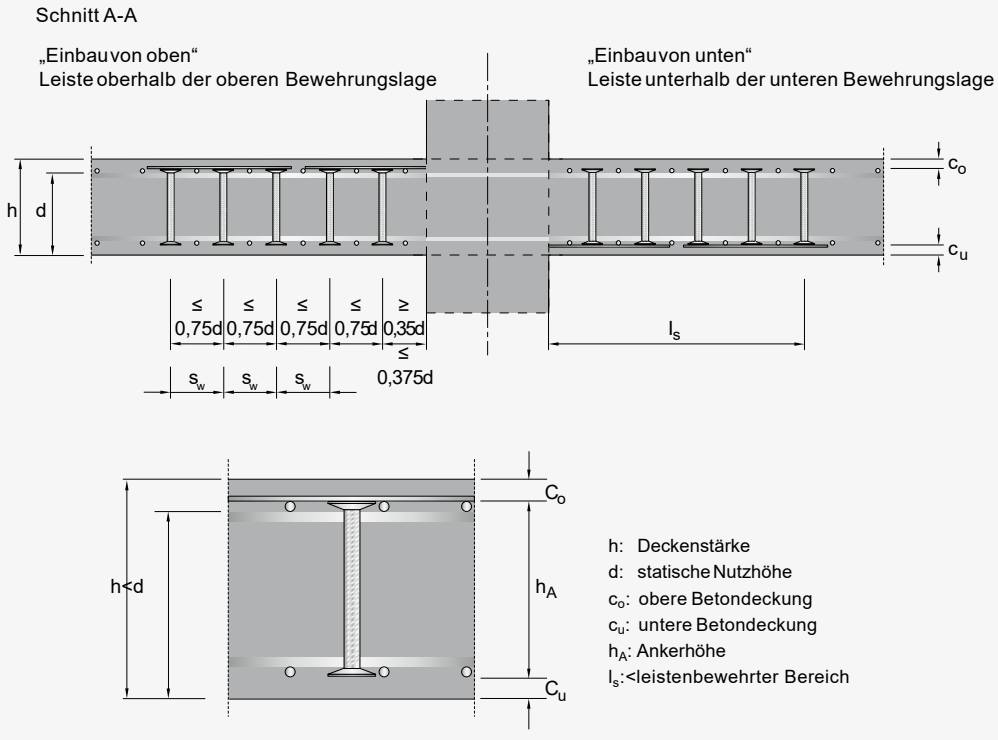




Prinzipanordnung

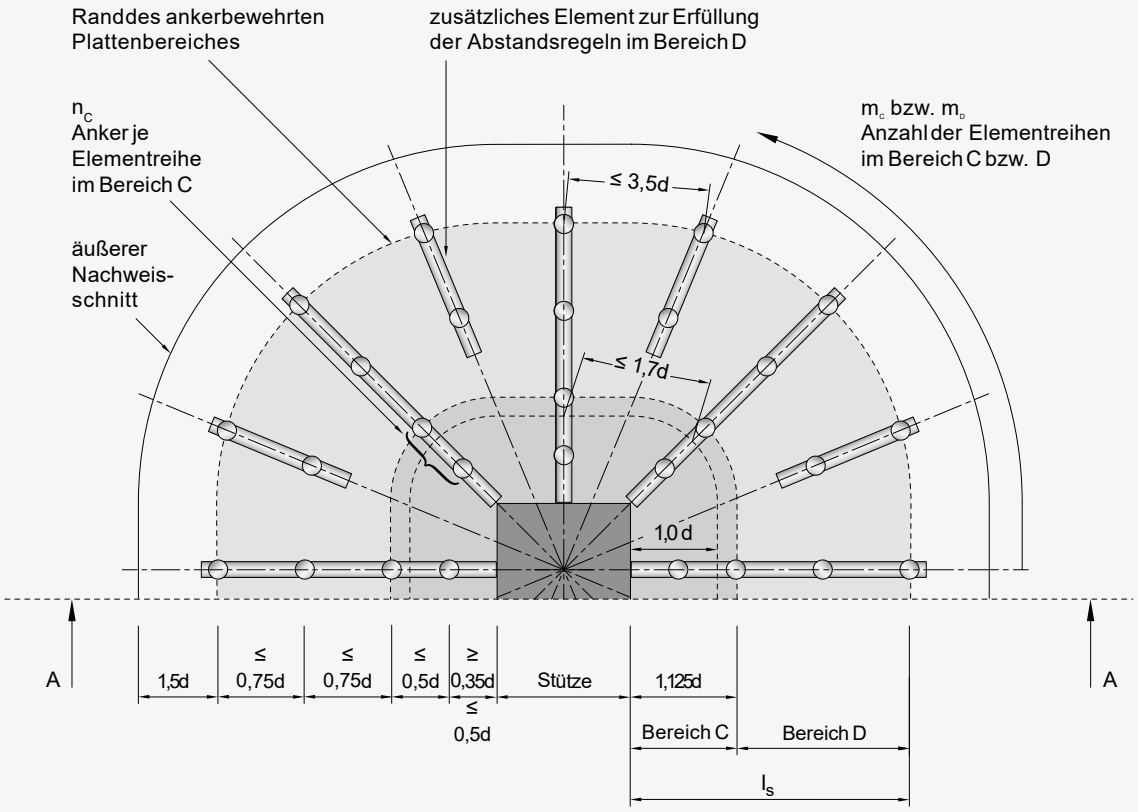
Geteilte Standardelemente in Deckenplatten

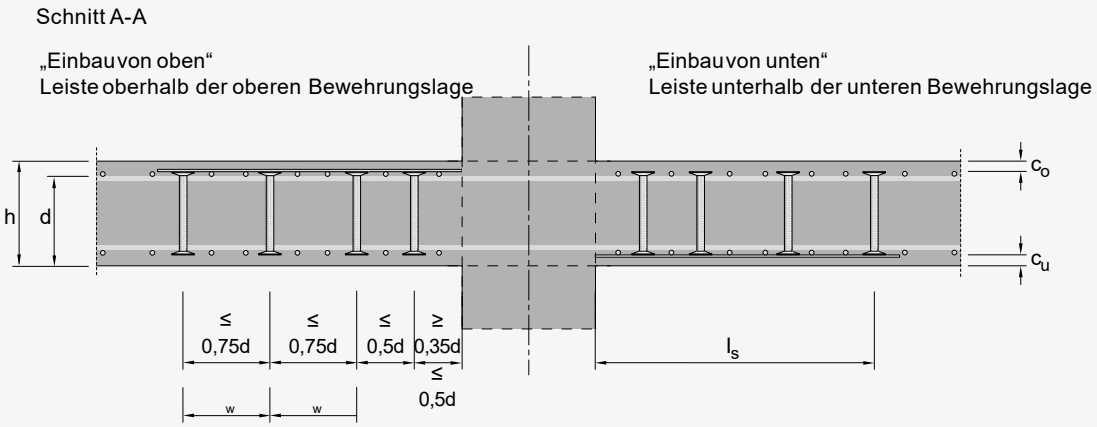




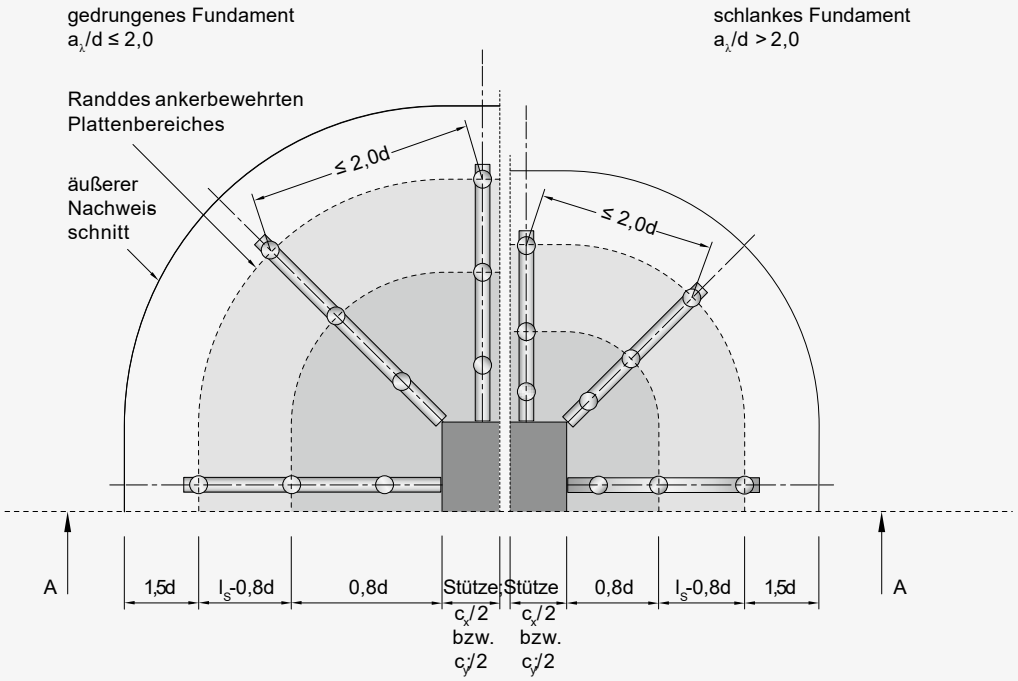
h: Deckenstärke
d: statische Nutzhöhe
c_o: obere Betondeckung
c_u: untere Betondeckung
h_A: Ankerhöhe
l_s: <leistenbewehrter Bereich

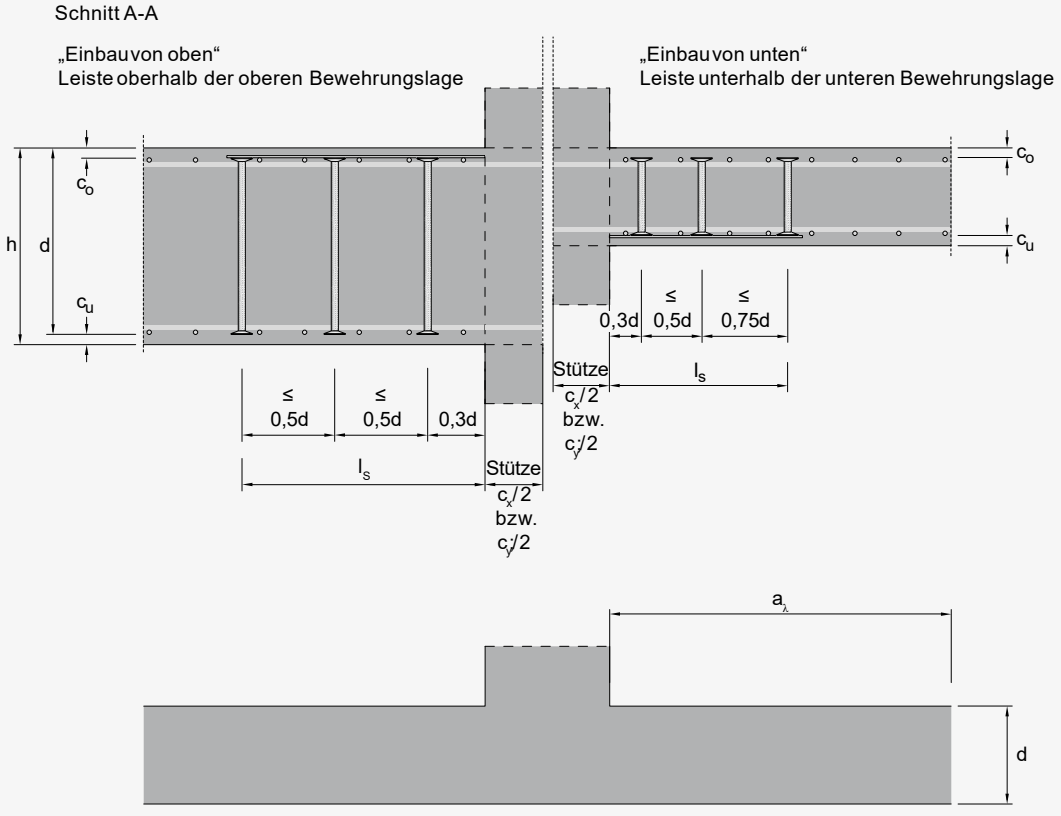
Durchgehende Elemente in Deckenplatten





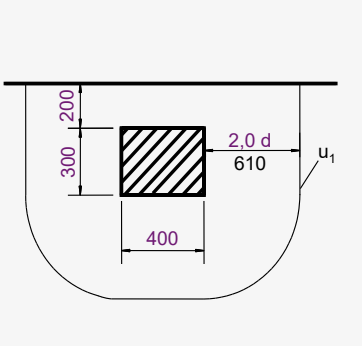
Durchgehende Elemente in Einzelfundamenten und Bodenplatten





Rechenbeispiel

1.Gegebene Werte:
Plattenhöhe h = 350 mm
Statische Nutzhöhe d = 305 mm
Beton C35/45
Bewehrungsgrad □ = 1,0 %
Durchstanzlast V_{Ed} = 800 kN



Rundschnitt senkrecht zum Rand:
$u_1 = 2 \cdot 300 + 400 + 2 \cdot 200 + 2{,}0 \cdot \pi \cdot 305 = 3316$ mm < 5233 mm
Voller Rundschnitt:
$u_1 = 2 \cdot 300 + 2 \cdot 400 + 2 \cdot 2{,}0 \cdot \pi \cdot 305 = 5233$ mm

2. Durchstanznachweise

2.1Mindestwiderstand

v_{min} $= 1/1{,}50 \cdot \sqrt{(1{,}81^3 \cdot 35{,}00\ N/mm^2)} \cdot 0{,}0525$
$= 0{,}50\ N/mm^2$

2.2 Kritischer Rundschnitt

v_{Ed} $= 1{,}40 \cdot 800{,}00\ kN/(3316\ mm \cdot 305\ mm)$
$= 1{,}11\ N/mm^2$

$v_{Rd,c}$ $= \max[0{,}12 \cdot 1{,}81 \cdot (100 \cdot 0{,}0100 \cdot 35{,}00\ N/mm^2)^{1/3};\ 0{,}50\ N/mm^2]$
$= 0{,}71\ N/mm^2$

$v_{Rd,max}$ $= 1{,}96 \cdot 0{,}71\ N/mm^2$
$= 1{,}39\ N/mm^2$

$v_{Ed}/v_{Rd,c}$ $= 1{,}56 > 1$ → JDAerforderlich
$v_{Ed}/v_{Rd,max}$ $= 0{,}80 \leq 1$ → OK

2.3 Bereich C

□ · V_{Ed} $= 1120{,}00\ kN$
$V_{Rd,sy}$ $= 4 \cdot 2 \cdot 490{,}87\ mm^2 \cdot 434{,}78\ N/mm^2 / 1{,}11$
$= 1545{,}15\ kN$
□ · $V_{Ed}/V_{Rd,sy}$ $= 0{,}72 \leq 1$ → OK

2.4 Äußerer Rundschnitt

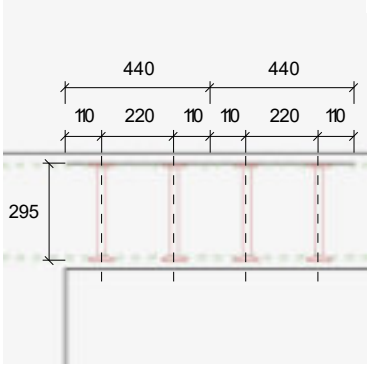
l_s $= 770\ mm$
v_{Ed} $= 1{,}10 \cdot 800{,}00\ kN / (5256\ mm \cdot 305\ mm)$
$= 0{,}55 N/mm^2$

$v_{Rd,ca}$ $= \max[0{,}10 \cdot 1{,}81 \cdot (100 \cdot 0{,}0100 \cdot 35{,}00\ N/mm^2)^{1/3};\ 0{,}50\ N/mm^2]$
$= 0{,}59 N/mm^2$

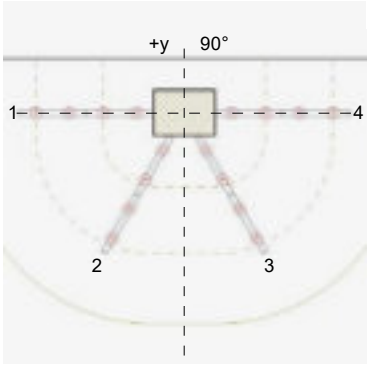
$v_{Ed}/v_{Rd,ca}$ $= 0{,}93 \leq 1$ → OK

3. Gewählte Leisten

8 x JDA-2/25/295-440 (110/220/110)



Schnitt (aus JORDAHL®EXPERTSoftware)



Draufsicht (aus JORDAHL®EXPERTSoftware)

Hinweis:
Bemessungenkönnenmithilfe der Software JORDAHL®EXPERTDurchstanzbewehrung JDAvorgenommen werden.

JORDAHL®EXPERTDurchstanzbewehrung JDA

Grundlage des Programmes ist die Europäische Technische Bewertung ETA-13/0136 auf Basis des Eurocodes 2 (EN 1992-1-1).

Vorteile

- wirtschaftlichste Lösung wird zuerst angezeigt
- schnelle und übersichtliche Eingabe von Lastangaben
- einfache Eingabe und Strukturierung der Projekte
- Ausdruck einer prüffähigen statischen Berechnung
- Bemessung Lastfall Erdbeben und Ermüdung
- 3D-Ansicht der Stütze
- interaktives Einfügen von Rändern
- Einfluss der Eingabedaten sofort sichtbar und nachvollziehbar
- zur statischen Berechnung von Ortbetondecken, Fundamentplatten, Elementdecken und Einzelfundamenten

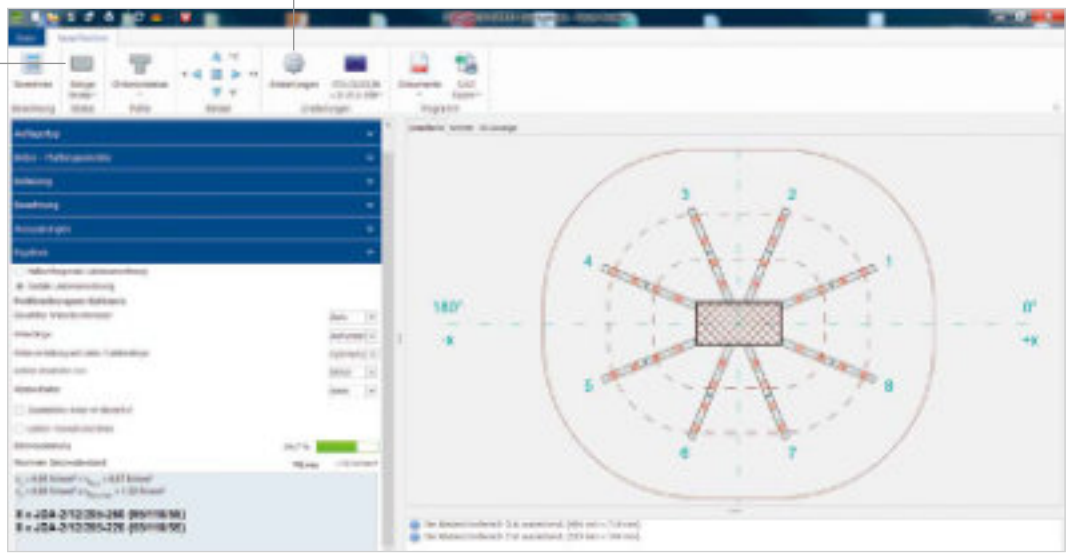
Einstellungen

Über Optionen/Einstellungen kann festgelegt werden, wie das Bemessungsergebnis ermittelt wird:

- geteilte Standardelemente
- optimierte durchgehende Elemente
- optimierte geteilte Elemente
- durchgehende Standardelemente

Stützentyp

- Innen-, Rand- und Eckstützen
- Wandenden und Wandinnenecken



Belastung ➔ Lasterhöhung

Fürden Lasterhöhungsfaktor bestehen drei Auswahlmöglichkeiten:

- konstanter Faktor nach ETA-13/0136
- vollplastische Schubspannungsverteilung
- benutzerdefinierte Eingabe

Belastung ➔ Erdbeben

Errechnet den Mindestquerkraftbewehrungsgrad gemäß DIN 4149 und gibt ausführlichen und nachvollziehbaren Nachweis aus.

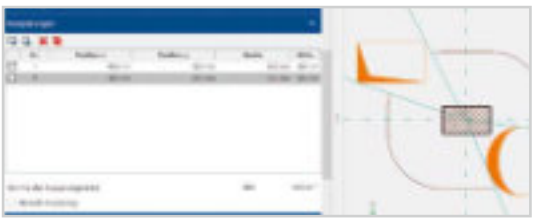
Bewehrungsgrad

Separate Eingabe des Bewehrungsgrads in x- und y-Richtung zur Ermittlung des mittleren Bewehrungsgrades

- Stabbewehrung
- Mattenbewehrung mit Datenbank der gebräuchlichsten Mattenarten

Aussparungen

- automatische Kontrolle der Wirksamkeit der Aussparung
- Aussparungen können einfach per Mausklick eingefügt und verschoben werden
- das Programm erkennt automatisch sich überlagernde Aussparungen
- manuelle Eingabe von Rundschnittabzugslängen
- direkte Korrektur von Maßzahlen innerhalb der Zeichnung
- Lage der Aussparungen wird im Ergebnis-ausdruck aufgeführt



Ergebnis

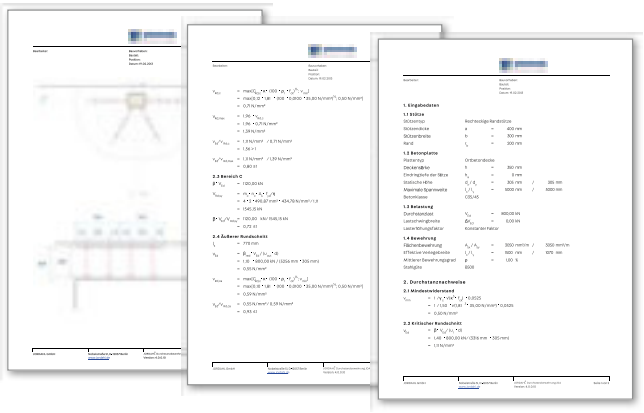
Die Darstellung des Durchstanzbereiches in Grundriss und Schnitt gibt sofort einen Überblick über die Anordnung der JDA-Elemente.

Vorteile:

- prüffähiger Ergebnisausdruck
- sehr gute Nachvollziehbarkeit der Zwischenergebnisse, Endergebnisse und Nachweise (Durchstanz-, Erdbeben- und Verbundnachweis)
- graphisches Ergebnis kann als *.DXF-Datei oder *.DWG-Datei übertragen werden.

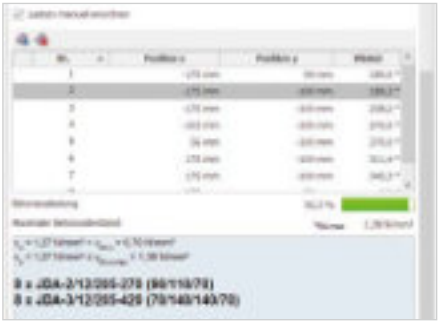
Ergebnisausdruck

Nachvollziehbarer und überschaulicher Bemessungsausdruck mit allen prüfrelevanten Angaben.



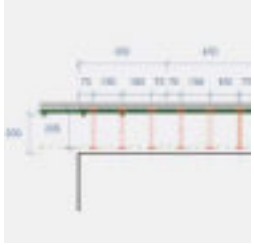
Manuell anordnen

JDA-Elemente können manuell per Mausklick verschoben werden.



Ansichten

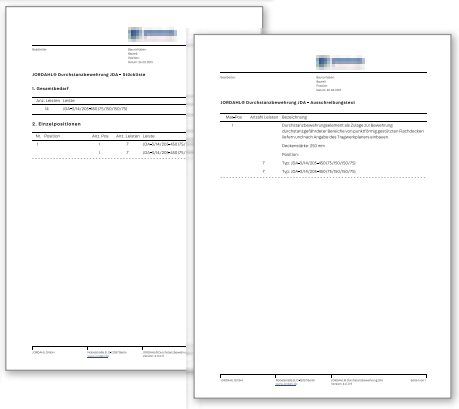
Schnitt



3D

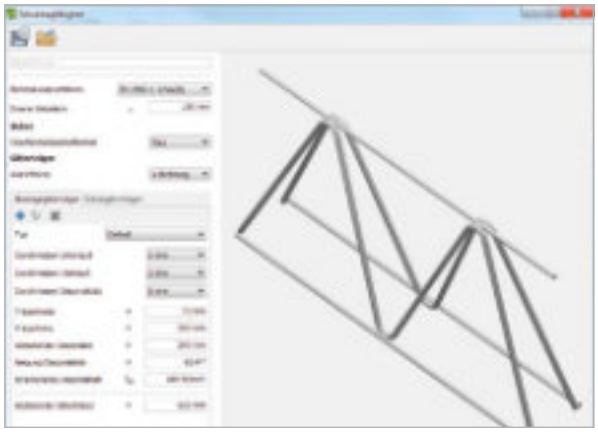
Stückliste / Ausschreibungstext

Alle berechneten Positionen können der Stückliste hinzugefügt werden, die auch als Bestellliste abgerufen werden kann. Zusätzlich wird automatisch ein Ausschreibungstext generiert.



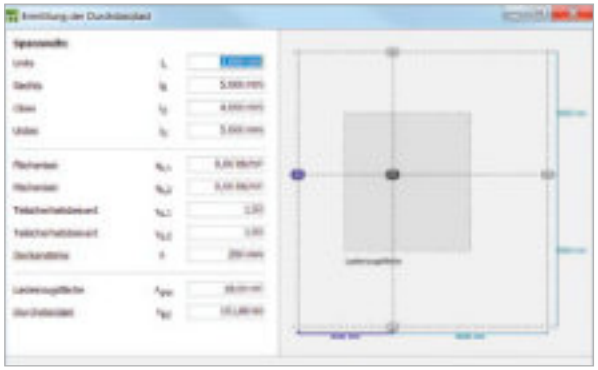
Verbundnachweis

Tragfähigkeit von Montagegitterträgern und Schubgitterträgern kann berechnet werden. Ein Verbundnachweis wird unter Anrechnung der Doppelkopfanker und Gitterträger (nach Eurocode 2) wirtschaftlich durchgeführt. Es erfolgt die Ausgabe eines aussagefähigen Ergebnisausdrucks.



Ermittlung der Durchstanzlast

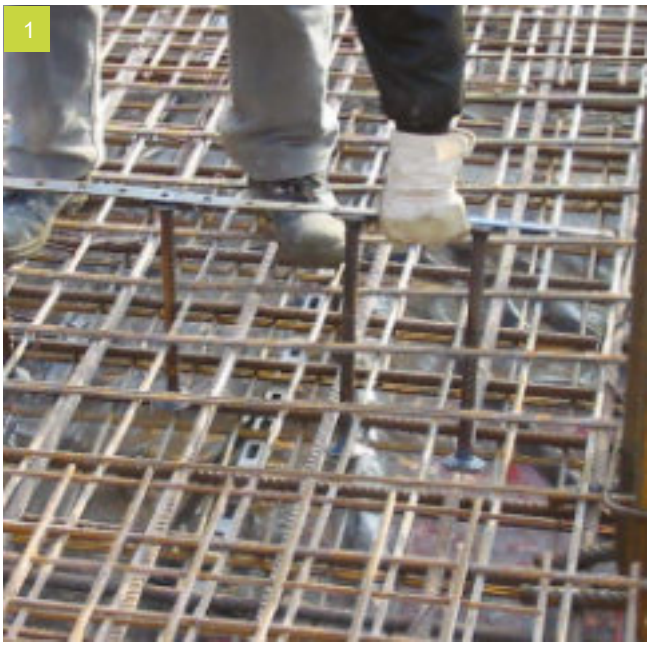
Die Durchstanzlast kann mithilfe von Lasteinzugsflächen abgeschätzt werden.



Montage

Anordnung in der Praxis

1



Positionierung der JDA-Bewehrungselemente
FürOrtbetondecken empfiehlt sich die Montage der JDA-Elementevon oben. Sie können nach dem Verlegen der gesamten Biegebewehrungpositioniert werden.

2

Ausrichten des Leistenüberstandes auf die Stützenkante
Eine Überprüfung der Lage der JDA-Elementeund eine eventuelle Korrektur sind so möglich.

3

Sichere Höhenpositionierung
Doppelkopfanker umgreifen die Bewehrungslagen.

4

Betonieren der Decke
Nach dem Ausrichten der JDA-Elementekann die Decke betoniert werden.