

Mitteilung des DIBt
Technische Regel

Referat I 2
Befestigungs- und Bewehrungstechnik
Treppen

**Bemessung von Flachdecken, Einzelfundamenten und
Bodenplatten aus Stahlbeton mit Doppelkopfkern als
Durchstanzbewehrung**

(Deutsches Anwendungsdokument zu EOTA TR 060 vom
November 2017)

Stand: August 2019

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines.....	3
1.1	Anwendungsbereich.....	3
1.2	Annahmen.....	4
1.3	Spezifikation der Bewehrungselemente.....	4
1.4	Besondere Begriffe in dieser Technischen Regel.....	6
1.4.1	Formelzeichen.....	6
1.4.2	Einwirkungen und Widerstände	6
1.4.3	Beton, Bewehrung und Doppelkopfanker	6
2	Durchstanzbemessung	7
2.1	Allgemeine Regeln und Rundschnitt.....	7
2.2	Nachweise.....	8
2.2.1	Einwirkungen – Bemessungswert der Querkraft	8
2.2.2	Flachdecken.....	8
2.2.3	Einzelfundamente und Bodenplatten	8
2.3	Durchstanzwiderstand ohne Durchstanzbewehrung	9
2.3.1	Flachdecken.....	9
2.3.2	Einzelfundamente und Bodenplatten	10
2.4	Durchstanzwiderstand mit Durchstanzbewehrung	10
2.4.1	Flachdecken.....	10
2.4.2	Einzelfundamente und Bodenplatten	11
2.4.3	Äußerer Rundschnitt	11
3	Anordnung der Bewehrungselemente und der Doppelkopfanker.....	12
3.1	Flachdecken.....	12
3.2	Einzelfundamente und Bodenplatten	14
4	Verweise	17

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Diese technische Regel beschreibt eine Methode zur Durchstanzbemessung von Flachdecken oder Einzelfundamenten und Bodenplatten unter statischer, quasi-statischer und ermüdungswirksamer Beanspruchung.

Sie gilt für Bewehrungselemente gemäß Abschnitt 1.3 zur Erhöhung des Durchstanzwiderstandes von Flachdecken oder Einzelfundamenten und Bodenplatten.

Die Bewehrungselemente befinden sich in der Nähe von Stützen oder konzentrierten Einzellasten.

Diese Technische Regel umfasst die folgenden Spezifikationen für den Verwendungszweck:

- Flachdecken oder Einzelfundamente und Bodenplatten aus bewehrtem Normalbeton der Druckfestigkeitsklassen C20/25 bis C50/60 gemäß DIN EN 206-1
- Flachdecken oder Einzelfundamente und Bodenplatten mit einer Mindesthöhe von $h = 180$ mm
- Flachdecken oder Einzelfundamente und Bodenplatten mit einer maximalen statischen Nutzhöhe von $d = 300$ mm (nur für Doppelkopfkanker mit glatten Schäften)
- Doppelkopfkanker als Bewehrungselemente gleichen Durchmessers und Typs (gerippte oder glatte Schäfte) im Durchstanzbereich um Stützen oder konzentrierte Einzellasten
- Verwendung von Doppelkopfkankern aus Bewehrungsstahl gemäß DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA mit $f_{yk} \geq 500$ N/mm², in der Bemessung darf nur $f_{yk} = 500$ N/mm² angesetzt werden
- Doppelkopfkanker als Bewehrungselemente, die in aufrechter Position (Montageleiste an der Unterseite der Platte) oder in hängender Position angeordnet sind
- Doppelkopfkanker als Bewehrungselemente sind so angeordnet, dass die Doppelkopfkanker senkrecht zur Oberfläche der Flachdecken oder Einzelfundamente und Fundamentplatten stehen
- Doppelkopfkanker als Bewehrungselemente sind radial zur Stütze oder zu hochkonzentrierten Lasten angeordnet und sie sind gleichmäßig im kritischen Durchstanzbereich verteilt
- Doppelkopfkanker als Bewehrungselemente sind so positioniert, dass die oberen Köpfe der Anker mindestens bis zur Außenseite der obersten Lage der Biegebewehrung reichen
- Doppelkopfkanker als Bewehrungselemente sind so positioniert, dass die unteren Köpfe der Anker mindestens bis zur Außenseite der untersten Lage der Biegebewehrung reichen
- Doppelkopfkanker als Bewehrungselemente sind so positioniert, dass die Betondeckung den Anforderungen nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA entspricht
- Doppelkopfkanker als Bewehrungselemente sind so angeordnet, dass die Mindest- und Höchstabstände zwischen den Doppelkopfkankern auf einem Element und zwischen den Elementen um eine Stütze oder einen Bereich mit konzentrierter Einzellast den Bestimmungen nach Abschnitt 3 entsprechen
- Die Bestimmungen nach Abschnitt 3 werden beim Einbau mit einer Genauigkeit von $0,1 h$ ($h =$ Dicke der Platte) eingehalten

Die Bemessung für statische, quasi-statische und ermüdungswirksame Beanspruchung von Flachdecken oder Einzelfundamenten und Bodenplatten muss nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA erfolgen.

1.2 Annahmen

Es gelten die folgenden Annahmen:

- Die Tragfähigkeit der Stütze unter der Durchstanzbewehrung sowie die lokale Druckbeanspruchung an der Verbindung zwischen Platte und Stütze werden unter Berücksichtigung der nationalen Bestimmungen und Richtlinien nachgewiesen.
- Das Tragvermögen der Betonplatte außerhalb des Durchstanzbereichs wird getrennt und in Übereinstimmung mit den relevanten nationalen Bestimmungen nachgewiesen.
- Der Biegenachweis der gesamten Betonplatte wird separat und in Übereinstimmung mit den relevanten nationalen Bestimmungen geführt.
- In Ortbetondecken wird der Bereich der Durchstanzbewehrung monolithisch mit der Platte vergossen. Bei Betonplatten, die aus dünnen Betonfertigteilen (Elementdecken) und zusätzlichem Ortbeton bestehen, wird ein Kopf der Durchstanzbewehrung in der Betonfertigteilplatte angeordnet.
- Die Biegebewehrung über der Stütze muss außerhalb des äußeren Rundchnitts u_{out} verankert werden.
- Die untere Bewehrung der Platte wird über die Stütze geführt.
- Die obere Bewehrung der Platte ist gleichmäßig über dem Durchstanzbereich angeordnet.
- Wenn die Betonfertigteile im Durchstanzbereich gestoßen werden müssen, muss der Abstand zwischen den Betonfertigteilen ≥ 40 mm betragen und sorgfältig mit Ortbeton vergossen werden. Der Abstand zwischen Betonfertigteilen und dem Rand der Stütze ist auf -10 mm (Betonfertigteil liegt auf der Stütze auf) bis 40 mm beschränkt.
- Position, Typ, Größe und Länge der Doppelkopfkanker sind in den Konstruktionszeichnungen angegeben. Das Material der Doppelkopfkanker ist in den Zeichnungen ebenfalls angegeben.

1.3 Spezifikation der Bewehrungselemente

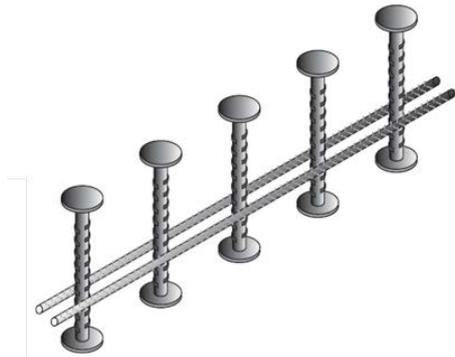
Diese Technische Regel gilt für Doppelkopfkanker mit einer ETA, die auf der Grundlage des EAD 160003-00-0301 erteilt wurde.

Die Doppelkopfkanker werden untereinander zu Elementen verbunden,

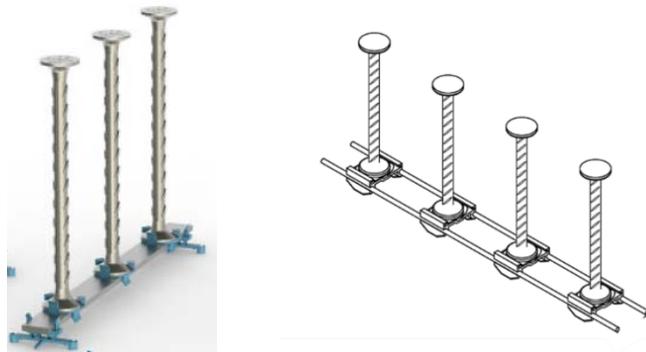
- a) durch eine Leiste, die Doppelkopfkanker werden an einem Ende an eine Leiste aus Baustahl oder Betonstahl geheftet oder geklemmt (siehe Abbildung 1.1 a));
- b) durch an den Schaft geschweißte Bewehrungsstäbe, wobei die nichttragenden gerippten Bewehrungsstäbe an den Schaft punktgeschweißt werden (siehe Abbildung 1.1 b));
- c) mit Kunststoffelementen an einer Stahl- oder Kunststoffschiene befestigt (siehe Abbildung 1.1 c))



a)



b)



c)

Abbildung 1.1: Beispiele für Elemente aus Doppelkopfkern

1.4 Besondere Begriffe in dieser Technischen Regel

1.4.1 Formelzeichen

E	Einwirkungen
R	Widerstand
V	Querkraft
c	Beton
d	Bemessungswert
fo	Einzelfundament oder Bodenplatte
k	charakteristischer Wert
max	Maximum
min	Minimum
pu	Durchstanzen
re	Bewehrung
s	Stahl
sl	Flachdecke
y	Streckgrenze

1.4.2 Einwirkungen und Widerstände

γ	Teilsicherheitsbeiwert
$V_{Rd,max}$	maximaler Durchstanzwiderstand entlang des kritischen Rundschnitts u_1
V_{min}	minimaler Durchstanzwiderstand entlang des kritischen Rundschnitts u_1
$V_{Rd,c}$	Durchstanzwiderstand ohne Schubbewehrung
V_{Ed}	Bemessungswert der einwirkenden Querkraft
V_{Ed}	Querkraftbeanspruchung, berechnet entlang des durch den Rundschnitt und die statische Nutzhöhe ($u_1 \cdot d$) definierten Bereichs
f_{cd}	Bemessungswert der Zylinderdruckfestigkeit des Betons (Zylinder mit 150 mm Durchmesser und 300 mm Höhe)
f_{yd}	Bemessungswert der Streckgrenze des Bewehrungsstahls
f_{yk}	charakteristischer Wert der Streckgrenze des Doppelkopfkankers ($\geq 500 \text{ N/mm}^2$)
σ_{cp}	Normalspannungen im Beton im kritischen Querschnitt
f_{ywd}	Bemessungswert der Streckgrenze der Doppelkopfkanker

1.4.3 Beton, Bewehrung und Doppelkopfkanker

ρ	Bewehrungsgrad
a	Abstand vom Stützenrand zum betrachteten Rundschnitt
u_0	Umfang der Stütze
κ	Koeffizient zur Berücksichtigung von Maßstabeffekten
m_C	Anzahl der Elemente (Reihen) im Bereich C
n_C	Anzahl der Anker jedes Elements (Reihe) im Bereich C
d_A	Schaftdurchmesser des Doppelkopfkankers
γ_s	produktabhängiger Teilsicherheitsbeiwert für Doppelkopfkanker = 1,15
η	Faktor zur Berücksichtigung der statischen Nutzhöhe
$A_{sw, 0,8d}$	Querschnittsfläche der Durchstanzbewehrung in einem Abstand von $0,3 \cdot d$ bis $0,8 \cdot d$ vom Stützenrand

A_{crit}	Fläche innerhalb des kritischen Rundschnittes u_{crit} im iterativ bestimmten Abstand a_{crit} von der Stütze
A	Fläche des Einzelfundaments (bei durchgehenden Bodenplatten: Fläche, die durch die in radialer Richtung verlaufenden Momenten-Nullpunkte eingegrenzt wird)
s_r	radialer Abstand zwischen verschiedenen Reihen von Doppelkopfkankern
β	Koeffizient zur Berücksichtigung der Effekte aus Lastexzentrizitäten
β_{red}	reduzierter Koeffizient zur Berücksichtigung der Effekte von Lastexzentrizitäten
d	statische Nutzhöhe nach DIN EN 1992-1-1
u_1	Umfang des kritischen Rundschnitts bei einem Abstand von $2,0 \cdot d$ vom Stützenrand
l_s	Abstand zwischen Stützenrand und äußerster Reihe der Anker

2 Durchstanzbemessung

2.1 Allgemeine Regeln und Rundschnitt

Die Bemessung der Durchstanzbewehrung besteht typischerweise aus den folgenden Schritten:

- Tragfähigkeit der Platte ohne Durchstanzbewehrung am kritischen Rundschnitt u_1

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} \quad (2.1)$$

- Maximale Tragfähigkeit der Platten am kritischen Rundschnitt u_1

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max} \quad (2.2)$$

- Tragfähigkeit der Durchstanzbewehrung innerhalb des Bereichs C:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} \quad (2.3)$$

- Tragfähigkeit der Platten am äußeren Rundschnitt u_{out}

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} \quad (2.4)$$

Der Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit wird wie folgt geführt:

Der Grenzzustand des Durchstanzwiderstandes wird entlang unterschiedlicher Rundschnitte nachgewiesen. Die Platte muss so bemessen sein, dass sie ein Mindestbiegemoment gemäß den nationalen Bestimmungen aufnehmen kann. Außerhalb des äußeren Rundschnittes wird der Nachweis der Grenzzustände der Tragfähigkeit für Querkraft und Biegung nach den nationalen Richtlinien durchgeführt.

Zur Bestimmung des Durchstanzwiderstandes wird ein innerer kritischer Rundschnitt u_1 im Abstand von $2,0 \cdot d$ (d = statische Nutzhöhe der Platte) und ein äußerer Rundschnitt u_{out} im Abstand von $1,5 \cdot d$ von der äußersten Reihe der Durchstanzbewehrung, umlaufend um die Stütze senkrecht zur Plattenebene angenommen. Für Einzelfundamente und Bodenplatten muss der Abstand zum kritischen Rundschnitt iterativ ermittelt werden.

Für Stützen mit einem Umfang u_0 kleiner als $12 \cdot d$ und einem Verhältnis der längeren Stützenseite zur kürzeren Stützenseite von maximal 2,0 darf der kritische Rundschnitt, wie oben beschrieben, bestimmt werden. Für ungleichmäßig geformte Stützen ist für den Umfang u_0 die kürzeste Länge um den Lasteinleitungsbereich anzunehmen.

Wenn diese Bedingungen nicht erfüllt sind, konzentrieren sich die Querkräfte an den Ecken der Stütze und der kritische Rundschnitt muss verringert werden.

2.2 Nachweise

2.2.1 Einwirkungen – Bemessungswert der Querkraft

In einem ersten Schritt wird der Bemessungswert der einwirkenden Querkraft v_{Ed} je Flächeneinheit ($u \cdot d$) entlang des kritischen Rundschnittes u_1 berechnet:

$$v_{Ed} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_1 \cdot d} \quad (2.5)$$

V_{Ed} Querkraftbeanspruchung, berechnet entlang des durch den Rundschnitt und die statische Nutzhöhe ($u_1 \cdot d$) definierten Bereichs

β Koeffizient zur Berücksichtigung der Effekte von Lastexzentrizitäten

d statische Nutzhöhe

V_{Ed} Bemessungswert der einwirkenden Querkraft

u_1 Umfang des kritischen Rundschnittes in einem Abstand von $2,0 \cdot d$ vom Stützenrand

Bei Tragwerken, deren Stabilität gegen seitliches Ausweichen von der Rahmenwirkung zwischen Platte und Stütze unabhängig ist und bei denen sich die Spannweiten der angrenzenden Decken um nicht mehr als 25% unterscheiden, dürfen für β folgende Näherungswerte verwendet werden.

Innenstützen: $\beta = 1,10$

Randstützen: $\beta = 1,40$

Eckstützen: $\beta = 1,50$

Wanddecke: $\beta = 1,20$

Wandende: $\beta = 1,35$

(2.6)

Alternativ darf der Faktor β nach dem genaueren Verfahren nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA, Kapitel 6.4.3 (3) verwendet werden. Die Anwendung des verringerten Rundschnittes nach EN 1992-1-1, Kapitel 6.4.3 (4) ist nicht zulässig.

2.2.2 Flachdecken

Die Tragfähigkeit von Flachdecken mit Durchstanzbewehrung wird wie folgt nachgewiesen:

$$\beta \cdot V_{Ed} \leq V_{Rd,sy} \quad \text{und} \quad \beta \cdot V_{Ed} \leq v_{Rd,max} \cdot u_1 \cdot d \quad (2.7)$$

β wird gemäß Abschnitt 2.2.1 bestimmt

$V_{Rd,sy}$ wird gemäß Abschnitt 2.4.1 bestimmt

$v_{Rd,max}$ wird gemäß Abschnitt 2.4.1 bestimmt

2.2.3 Einzelfundamente und Bodenplatten

Die Tragfähigkeit von Einzelfundamenten und Bodenplatten mit Durchstanzbewehrung wird wie folgt nachgewiesen:

$$\beta \cdot V_{Ed} \leq V_{Rd,sy} \quad \text{und} \quad \beta \cdot V_{Ed,red} \leq v_{Rd,max} \cdot u \cdot d \quad (2.8)$$

β wird gemäß Abschnitt 2.2.1 bestimmt

$V_{Rd,s}$ wird gemäß Abschnitt 2.4.2 bestimmt

$v_{Rd,max}$ wird gemäß Abschnitt 2.4.2 bestimmt

u Rundschnitt, der iterativ gemäß Abschnitt 2.3.2 bestimmt wird.

Im Allgemeinen: $\beta \cdot V_{Ed,red} = \beta \cdot (V_{Ed} - \Delta V_{Ed}) = \beta \cdot (V_{Ed} - \sigma_{gd} \cdot A_{crit})$

(wobei σ_{gd} der Mittelwert des Sohldruck innerhalb des kritischen Bereichs A_{crit} ist)

Für eine gleichförmige Sohldruckverteilung: $\beta \cdot V_{Ed,red} = \beta \cdot V_{Ed} \left(1 - \frac{A_{crit}}{A}\right)$ (2.9)

Acrit: Fläche innerhalb des kritischen Umfangs u_{crit} im iterativ bestimmten Abstand a_{crit} vom Stützenrand

A: Fläche des Einzelfundaments (bei durchgehenden Bodenplatten: Fläche, die durch die in radialer Richtung verlaufenden Momenten-Nullpunkte eingegrenzt wird)

Wenn außerhalb von $0,8 \cdot d$ weitere Ankerreihen erforderlich werden, so darf der erforderliche Querschnitt dieser Bewehrungsreihe für 33% des Bemessungswerts der einwirkenden Querkraft ausgelegt werden. Dabei darf der innerhalb der äußeren Bewehrungsreihe günstig wirkende Sohldruck berücksichtigt werden.

2.3 Durchstanzwiderstand ohne Durchstanzbewehrung

2.3.1 Flachdecken

In Flachdecken wird die Tragfähigkeit der Platte ohne Durchstanzbewehrung entweder nach der Gleichung (2.10) oder nach DIN EN 1992-1-1/NA berechnet:

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \quad (2.10)$$

$C_{Rd,c}$ empirischer Faktor, der empfohlene Wert ist $C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$

γ_c Teilsicherheitsbeiwert für Beton (empfohlener Wert ist $\gamma_c = 1,5$)

κ Koeffizient zur Berücksichtigung von Maßstabseffekten, d in [mm]

$$\kappa = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2.0 \quad (2.11)$$

ρ_l mittlerer Biegebewehrungsgrad in x- und y-Richtung

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}} \leq \begin{cases} 2.0\% \\ 0.5 \cdot f_{cd} / f_{yd} \end{cases} \quad (2.12)$$

f_{cd} Bemessungswert der Zylinderdruckfestigkeit des Betons

f_{yd} Bemessungswert der Streckgrenze des Bewehrungsstahls

k_1 empirischer Faktor, der empfohlene Wert ist 0,1

σ_{cp} Normalspannung im Beton innerhalb des kritischen Rundschnittes

$$v_{min} = \frac{0,0525}{\gamma_c} \cdot \kappa^{1,5} \cdot \sqrt{f_{ck}} \quad \text{für } d \leq 600 \text{ mm} \quad (2.13)$$

$$v_{min} = \frac{0,0375}{\gamma_c} \cdot \kappa^{1,5} \cdot \sqrt{f_{ck}} \quad \text{für } d > 800 \text{ mm} \quad (2.14)$$

(Zwischenwerte können linear interpoliert werden)

Bei kleinen Verhältnissen von Stützenumfang zur statischen Nutzhöhe (u_0/d), muss der Durchstanzwiderstand verringert werden.

$$u_0/d < 4,0: \quad C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} \cdot \left(0,1 \cdot \frac{u_0}{d} + 0,6\right) \geq \frac{0,15}{\gamma_c} \quad (2.15)$$

2.3.2 Einzelfundamente und Bodenplatten

Für Einzelfundamente und Bodenplatten wird der Durchstanzwiderstand entlang des maßgebenden Rundschnitts wie folgt bestimmt.

Der Durchstanzwiderstand ohne Durchstanzbewehrung $v_{Rd,c}$ für Einzelfundamente und Bodenplatten wird nach der folgenden Gleichung (2.16) oder nach DIN EN 1992-1-1/NA definiert:

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_t \cdot f_{ck}} \cdot \frac{2 \cdot d}{a} \geq v_{min} \cdot \frac{2 \cdot d}{a} \quad (2.16)$$

$C_{Rd,c}$ 0,15/ γ_c

a Abstand vom Stützenrand zum betrachteten Rundschnitt

Der maßgebende Abstand a ($\leq 2 d$) führt zum kleinsten Wert für $v_{Rd,c}$ und wird iterativ bestimmt.

2.4 Durchstanzwiderstand mit Durchstanzbewehrung

2.4.1 Flachdecken

Der maximale Durchstanzwiderstand entlang des kritischen Rundschnitts u_1 ist als die Tragfähigkeit der Platte ohne Durchstanzbewehrung, multipliziert mit dem Faktor $k_{pu,sl}$ nach Gleichung (2.17) definiert:

$$v_{Rd,max} = k_{pu,sl} \cdot v_{Rd,c} \quad (2.17)$$

Der Nachweis gemäß Gleichung (6.53) in DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA ist nicht anwendbar.

Der Wert $k_{pu,sl}$ ist produktabhängig und in der ETA angegeben. Der Wert $v_{Rd,c}$ in Gleichung (2.17) ist der berechnete Durchstanzwiderstand gemäß Gleichung (2.10) unter Berücksichtigung des Teilsicherheitsbeiwerts für die Materialeigenschaften.

Der Effekt von Drucknormalspannungen wird für die Berechnung des maximalen Durchstanzwiderstandes der Platte nicht berücksichtigt, sofern nichts anderes in der ETA angegeben ist. Wenn geneigte Spannglieder den Durchstanzwiderstand verringern, muss dieser Effekt bei der Bemessung der Doppelkopfkanker mit dem maximalen Wert des negativen Einflusses berücksichtigt werden. Wenn geneigte Spannglieder den Durchstanzwiderstand erhöhen, müssen sie in beiden Bereichen C und D wirksam sein.

Zur Bemessung der Doppelkopfkanker wird zwischen Bereich C ($\leq 1,125 d$ vom Stützenrand entfernt) und dem Bereich D ($> 1,125 d$ vom Stützenrand entfernt) unterschieden. Die Doppelkopfkanker im Bereich C werden nach der folgenden Gleichung dimensioniert:

$$\beta \cdot V_{Ed} \leq V_{Rd,sy} = n_c \cdot m_c \cdot \frac{d_A^2 \cdot \pi \cdot f_{yk}}{4 \cdot \gamma_s \cdot \eta} \quad (2.18)$$

m_c Anzahl der Elemente (Reihen) im Bereich C

n_c Anzahl der Anker jedes Elements (Reihe) im Bereich C

d_A Schaftdurchmesser des Doppelkopfkankers

f_{yk} charakteristischer Wert der Streckgrenze des Doppelkopfkankers = 500 N/mm²

γ_s produktabhängiger Teilsicherheitsbeiwert für Doppelkopfkanker
 = 1,15 (wenn in der ETA nichts anderes festgelegt ist)

η Faktor zur Berücksichtigung der statischen Nutzhöhe; Zwischenwerte können interpoliert werden:

$$\eta = \begin{cases} 1,0 & \text{für } d \leq 200 \text{ mm} \\ 1,6 & \text{für } d \geq 800 \text{ mm} \end{cases}$$

Alternative Werte für η sind gegebenenfalls in der ETA enthalten.

In Bereich D erfolgt die Dimensionierung der Anker nach den in Abschnitt 3.1 angegebenen Konstruktionsregeln.

2.4.2 Einzelfundamente und Bodenplatten

Der maximale Durchstanzwiderstand im kritischen Rundschnitt u_{crit} ist als das Vielfache der Tragfähigkeit der Fundamentplatte ohne Durchstanzbewehrung, definiert:

$$v_{Rd,max} = k_{pu,fo} \cdot v_{Rd,c} \quad (2.19)$$

Der Nachweis gemäß Gleichung (6.53) in DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA ist nicht anwendbar.

Der Wert $k_{pu,fo}$ ist produktabhängig und in der ETA angegeben. Der Wert $v_{Rd,c}$ in Gleichung (2.19) ist der berechnete Durchstanzwiderstand bei gedrunenen Fundamenten gemäß Gleichung (2.16). Bei schlanken Fundamenten darf in Gleichung (2.16) $C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$ verwendet werden.

Die Anzahl der Doppelkopfkanker in Einzelfundamenten und Bodenplatten wird nach der folgenden Gleichung ermittelt:

$$V_{Rd,s} = f_{ywd} \cdot A_{sw;0,8d} \quad (2.20)$$

f_{ywd} Bemessungswert der Streckgrenze der Doppelkopfkanker
 $A_{sw;0,8d}$ Querschnittsfläche der Durchstanzbewehrung in einem Abstand von $0,3 \cdot d$ bis $0,8 \cdot d$ vom Stützenrand

Wenn außerhalb von $0,8 \cdot d$ weitere Ankerreihen erforderlich werden, so darf der erforderliche Querschnitt dieser Bewehrungsreihe für 33% des Bemessungswerts der einwirkenden Querkraft ausgelegt werden. Dabei darf der innerhalb der äußeren Bewehrungsreihe günstig wirkende Sohldruck berücksichtigt werden.

2.4.3 Äußerer Rundschnitt

Wenn Durchstanzbewehrung erforderlich ist, muss eine ausreichende Anzahl an Durchstanzbewehrungselementen in der Platte eingebaut werden. Der Rundschnitt u_{out} , ab dem keine Durchstanzbewehrung mehr erforderlich ist, wird durch folgende Gleichung bestimmt.

$$u_{out} = \frac{\beta_{red} \cdot V_{Ed}}{v_{Rd,c} \cdot d} \quad (2.21)$$

β_{red} reduzierter Koeffizient zur Berücksichtigung der Effekte von Exzentrizität im Rundschnitt
 u_{out}
 $v_{Rd,c}$ Bemessungswert des Durchstanzwiderstandes ohne Durchstanzbewehrung gemäß Gleichung (2.10),

$C_{Rd,c}$ darf für Bauteile ohne rechnerische Querkraftbewehrung, d. h. einachsige Lastabtragung (EN 1992-1-1, 6.2.2(1)), aus den nationalen Richtlinien entnommen werden, der empfohlene Wert ist $0,15/\gamma_c$

Zur Bestimmung des Durchstanzwiderstandes entlang des äußeren Rundschnitts (U_{out}) von Rand- und Eckstützen darf ein reduzierter Faktor β_{red} für die Nachweisführung entlang des äußeren Rundschnittes verwendet werden.

Randstützen:

$$\beta_{red} = \frac{\beta}{1,2 + \frac{\beta}{20} \cdot \frac{l_s}{d}} \geq \beta_{int.col} \quad (2.22)$$

Eckstützen:

$$\beta_{red} = \frac{\beta}{1,2 + \frac{\beta}{15} \cdot \frac{l_s}{d}} \geq \beta_{int.col} \quad (2.23)$$

Wanddecken, Wandenden, Innenstützen:

$$\beta_{red} = \frac{\beta}{1,2 + \frac{\beta}{40} \cdot \frac{l_s}{d}} \geq \beta_{int.col} \quad (2.24)$$

l_s Abstand zwischen Stützenrand und äußerstem Anker
 $\beta_{int.col}$ entsprechend DIN EN 1992-1-1/NA

Für die Berechnung des Durchstanzwiderstandes außerhalb des durchstanzbewehrten Bereichs ist es zulässig, den Sohldruck innerhalb der äußersten Reihe der Durchstanzbewehrung abzuziehen.

3 Anordnung der Bewehrungselemente und der Doppelkopfanke

3.1 Flachdecken

Die Anker der ersten Reihe werden mit einem radialen Abstand vom Stützenrand zwischen $0,35d$ und $0,5d$ angeordnet.

Die Anker der zweiten Reihe werden mit einem radialen Abstand vom Stützenrand von $\leq 1,125d$ angeordnet.

Der radiale Abstand zwischen den Ankern beträgt $\leq 0,75d$.

Der tangentielle Abstand zwischen den Ankern beträgt $\leq 1,7d$ bei einem radialen Abstand vom Stützenrand von $\leq 1,0d$ beziehungsweise $\leq 1,8d$ bei einem radialen Abstand vom Stützenrand von $\leq 1,125d$ (siehe Abbildung 3.1).

Der tangentielle Abstand zwischen den Ankern beträgt $\leq 3,5d$, bei einem radialen Abstand vom Stützenrand von $> 1,0d$.

Der Bereich mit einem radialen Abstand vom Stützenrand von $\leq 1,125d$ wird Bereich C genannt.

Der Bereich mit einem radialen Abstand vom Stützenrand von $> 1,125d$ wird Bereich D genannt.

Wenn die Anzahl von Bewehrungselementen im Bereich D größer ist als im Bereich C, werden die zusätzlichen Bewehrungselemente im Bereich D radial zur Stütze und mit gleichem tangentialen Abstand angeordnet.

Bei dicken Platten, bei denen Bewehrungselemente mit drei oder mehr Doppelkopfkernern im Bereich C angeordnet werden, wird der radiale Abstand im Bereich D entsprechend folgender Gleichung verringert:

$$s_{r,area D} = \frac{3 \cdot d \cdot m_D}{2 \cdot n_c \cdot m_c} \leq 0,75 \cdot d \quad (3.1)$$

m_c : Anzahl der Elemente (Reihen) im Bereich C

m_D : Anzahl der Elemente (Reihen) im Bereich D

n_c : Anzahl der Anker von jedem Element (Reihe) im Bereich C

Werden Doppelkopfkern in der Nähe von freien Plattenrändern und Aussparungen eingebaut, so ist eine Querbewehrung zur Aufnahme von Querkzugspannungen anzuordnen.

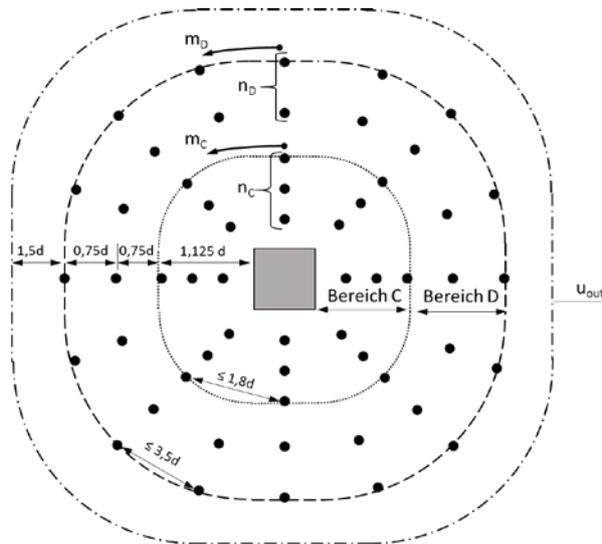


Abbildung 3.1: Maximaler Abstand der Anker in den Bereichen C und D bei Flachdecken

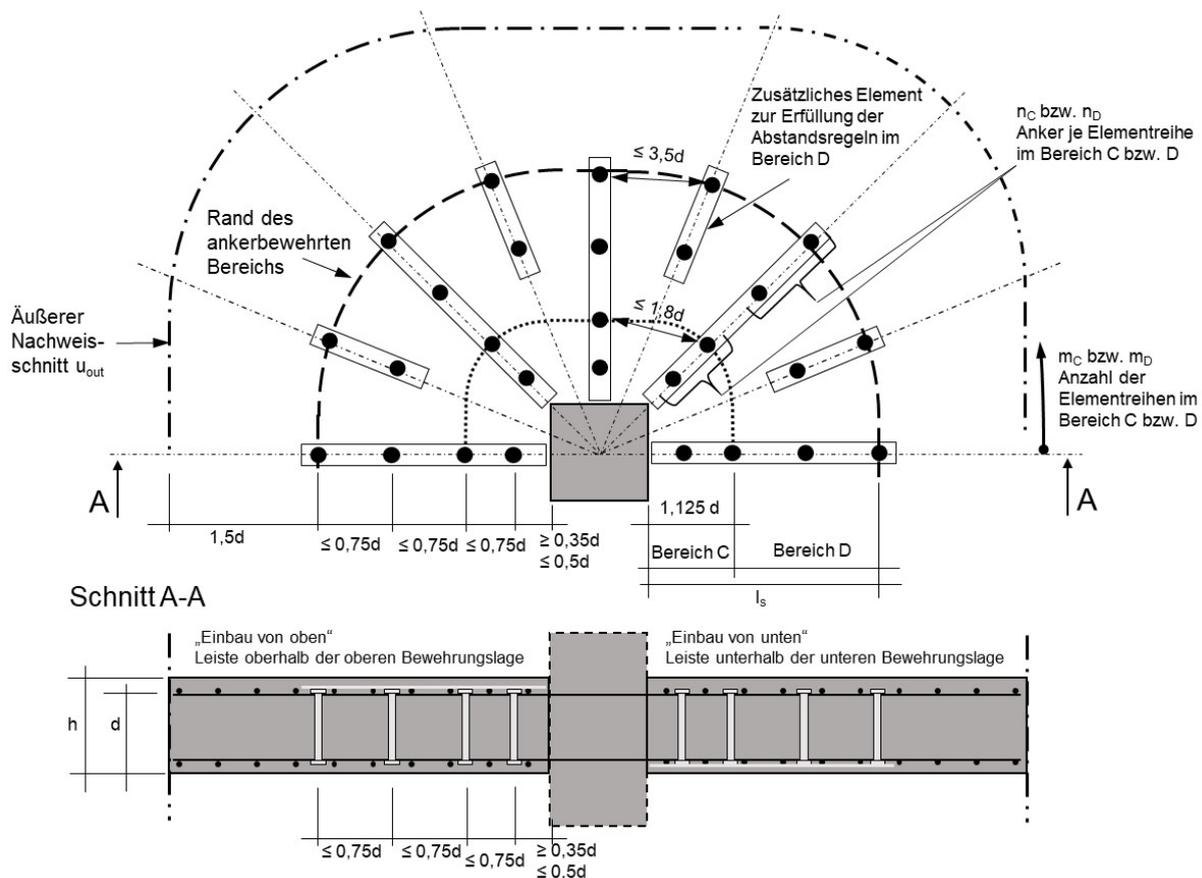


Abbildung 3.2: Maximaler Abstand der Anker in den Bereichen C und D bei Flachdecken (weitere Details)

3.2 Einzelfundamente und Bodenplatten

Die Anker der ersten Reihe werden mit einem radialen Abstand zum Stützenrand von $0,3d$ angeordnet.

Die Anker der zweiten Reihe werden mit einem radialen Abstand zum Stützenrand von $\leq 0,8d$ angeordnet.

Der radiale Abstand zwischen den Ankern beträgt $\leq 0,5d$.

Der tangentielle Abstand zwischen den Ankern beträgt $\leq 1,5d$, bei einem radialen Abstand vom Stützenrand von $\leq 0,8d$.

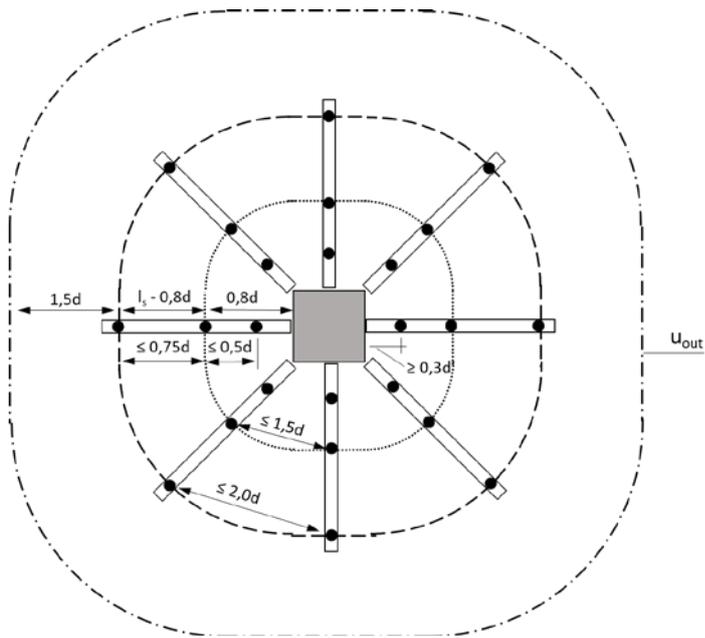
Der tangentielle Abstand zwischen den Ankern beträgt $\leq 2,0d$, bei einem radialen Abstand vom Stützenrand von $> 0,8d$.

Die Doppelkopfanker sind entlang der Rundschnitte gleichmäßig verteilt.

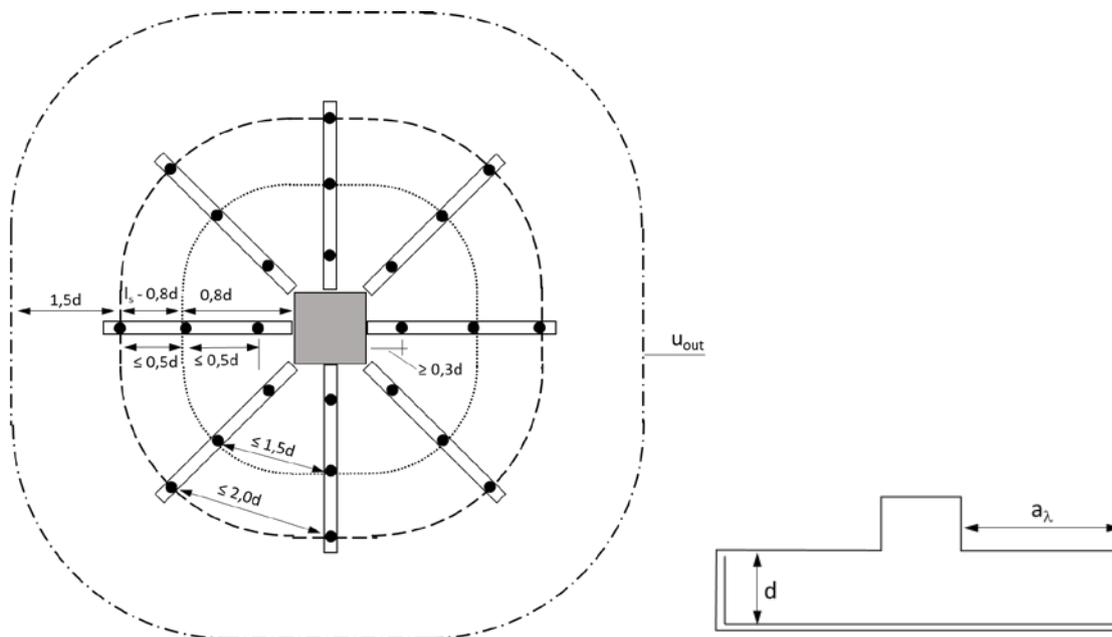
Der Bereich mit einem radialen Abstand zum Stützenrand von $\leq 0,8d$ wird als Bereich C bezeichnet.

Der Bereich mit einem radialen Abstand zum Stützenrand von $> 0,8d$ wird als Bereich D bezeichnet.

Für schlanke Fundamentplatten mit $a_s/d > 2,0$ (siehe Abbildung 3.3) ist der radiale Abstand im Bereich D $\leq 0,75d$.



a) schlanke Fundamentplatte ($a_\lambda/d > 2,0$)



b) gedrungene Fundamentplatte ($a_\lambda/d \leq 2,0$)

Abbildung 3.3: Maximaler Abstand der Anker bei schlanken und gedrungenen Fundamenten

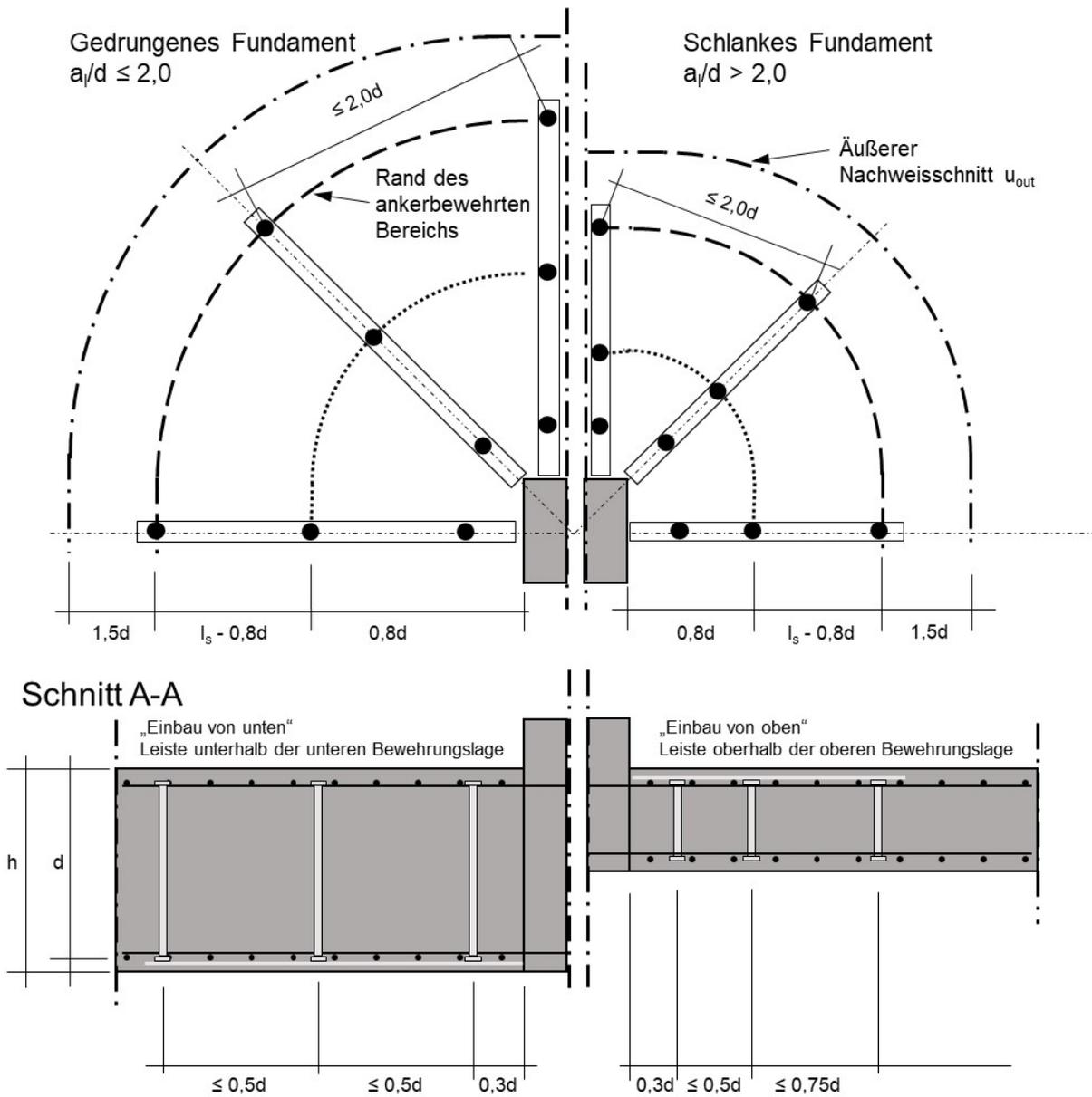


Abbildung 3.4: Maximaler Abstand der Anker bei schlanken und gedrungenen Fundamenten (weitere Details)

4 Verweise

DIN EN 1992-1-1:2011-01 + DIN EN 1992-1-1/A1:2015-03	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004+AC:2010 und EN 1992-1-1:2004/A1:2014
DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau + Änderung A1
EAD 160003-00-0301, 2018	European Organisation for Technical Assessment (EOTA): Double headed studs for the increase of punching shear resistance of flat slabs or footings and ground slabs
DIN EN 206-1:2001-07 + DIN EN 206-1/A1:2004-10 + DIN EN 206-1/A2:2005-09	Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität

Impressum

Herausgeber:
Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)
vertreten durch den Präsidenten
Dipl.-Ing. Gerhard Breitschaft
Kolonnenstraße 30 B
10829 Berlin

Telefon: +49 30 787 30-0
Telefax: +49 30 787 30-320
E-Mail: dibt@dibt.de
www.dibt.de

Verantwortlich:
Dr.-Ing. Doris Kirchner

Diese Publikation wird im Internet unter www.dibt.de veröffentlicht und ist kostenfrei verfügbar.
Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit Zustimmung des Herausgebers.