DIBt

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Deutsches Institut für Bautechnik
ANSTALT DES ÖFFENTLICHEN RECHTS

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten
Bautechnisches Prüfamt
Mitglied der Europäischen Organisation für
Technische Zulassungen EOTA und der Europäischen Union
für das Agrément im Bauwesen UEAtc

Tel.: +49 30 78730-0
Fax: +49 30 78730-320
E-Mail: dibt@dibt.de

Datum: 26. März 2009

Geschäftszeichen: I 23-1.21.5-19/09

Zulassungsnummer:

Z-21.5-1877

Geltungsdauer bis:

31. Januar 2014

Antragsteller:

Pfeifer Seil- und Hebetechnik GmbH & Co. KG
Dr.-Karl-Lenz-Straße 66, 87700 Memmingen

Zulassungsgegenstand:

PFEIFER-Doppelkopfanker PDK

Der oben genannte Zulassungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen.
Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung umfasst elf Seiten und 22 Anlagen.
Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ersetzt die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-21.5-1877 vom 21. Januar 2009.

Deutsches Institut für Bautechnik 5

I. ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

1 Mit der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Zulassungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.

2 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.

3 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.

4 Hersteller und Vertreiber des Zulassungsgegenstandes haben, unbeschadet weiter gehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", dem Verwender bzw. Anwender des Zulassungsgegenstandes Kopien der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zur Verfügung zu stellen und darauf hinzuweisen, dass die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung an der Verwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden Kopien der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zur Verfügung zu stellen.

5 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nicht widersprechen. Übersetzungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.

6 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.

Deutsches Institut für Bautechnik 5

II. BESONDERE BESTIMMUNGEN

1 Zulassungsgegenstand und Anwendungsbereich

1.1 Zulassungsgegenstand

Der PFEIFER-Doppelkopfanker PDK (im weiteren Ankerbolzen genannt) besteht aus einem Gewindebolzen in den Nenndurchmessern M16, M20, M24, M30, M36, M42, M48, M56, einer oberen und unteren Ankerplatte, zwei Sechskantmuttern und zwei Scheiben. Auf der Außenseite der unteren Ankerplatte ist eine Pufferscheibe befestigt.

Der Ankerbolzen wird bis zur Oberkante der oberen Ankerplatte einbetoniert.

Eine Druckkraft wird über die obere Ankerplatte, eine Zugkraft über die untere Ankerplatte durch Formschluss übertragen.

Auf der Anlage 1 ist der Ankerbolzen im eingebauten Zustand dargestellt.

1.2 Anwendungsbereich

Der Ankerbolzen darf für Verankerungen unter vorwiegend ruhender Belastung in Normalbeton der Festigkeitsklassen von mindestens C20/25 und höchstens C50/60 nach DIN EN 206-1:2001-7 verwendet werden, sofern keine Anforderungen hinsichtlich der Feuerwiderstandsdauer an die Gesamtkonstruktion einschließlich der Verankerungen gestellt werden. Die Ankerbolzen dürfen im gerissenen und ungerissenen Beton verankert werden.

Der Ankerbolzen darf zum Anschluss von Stahlbeton-Fertigteilstützen mit dem zugehörigen PFEIFER-Stützenfuß und von Stahl- bzw. Stahlverbundstützen mit Fußplatte verwendet werden.

Zur Sicherung des Korrosionsschutzes der Ankerbolzen beim Anschluss von Stahlbeton-Fertigteilstützen mit den zugehörigen PFEIFER-Stützenfüßen sind die Fugen zwischen dem Betonbauteil und dem Stützenfuß sowie die Aussparungen für die Muttern nachträglich mit hochfestem und schwindarmen Fließmörtel vollflächig zu vergießen. Hierbei darf die Betondeckung die in der DIN 1045-1:2008-08 angegebenen Mindestwerte nicht unterschreiten.

Der Ankerbolzen darf nur in geschlossenen Räumen, z. B. Wohnungen, Büroräume, Schulen, Krankenhäusern, Verkaufsstätten - mit Ausnahme von Feuchträumen - verwendet werden, wenn keine ausreichende, dauerhafte Betondeckung der Ankerbolzen nach DIN 1045-1:2008-08 gewährleistet werden kann.

2 Bestimmungen für das Bauprodukt

2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

Die Abmessungen der Ankerbolzen müssen den Werten der Tabelle 1, Anlage 4 entsprechen.

Die in dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nicht angegebenen Werkstoffkennwerte, Abmessungen und Toleranzen der Ankerbolzen müssen den beim Deutschen Institut für Bautechnik, bei der Zertifizierungsstelle und der fremdüberwachenden Stelle hinterlegten Angaben entsprechen.

Der Ankerbolzen besteht aus einem nichtbrennbaren Baustoff der Klasse A nach DIN 4102-1:1998-05 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Baustoffe - Begriffe, Anforderungen und Prüfungen.

Deutsches Institut für Bautechnik 5

2.2 Verpackung, Lagerung und Kennzeichnung

2.2.1 Verpackung und Lagerung

Der Ankerbolzen darf nur als Befestigungseinheit verpackt und geliefert werden.

2.2.2 Kennzeichnung

Verpackung, Beipackzettel oder Lieferschein der Ankerbolzen muss vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder gekennzeichnet werden. Zusätzlich sind das Werkzeichen, die Zulassungsnummer und die vollständige Bezeichnung der Ankerbolzen anzugeben. Die Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 2.3 erfüllt sind.

Der Ankerbolzen wird nach dem Typ und dem Gewindedurchmesser des Ankerbolzens bezeichnet, z. B. PDK 16.

Jedem Ankerbolzen ist das Werkzeichen und die Gewindegröße nach Anlage 4 einzuprägen. Die Verankerungstiefe ist durch die Oberkante der oberen Ankerplatte markiert.

2.3 Übereinstimmungsnachweis

2.3.1 Allgemeines

Die Bestätigung der Übereinstimmung des Ankerbolzens mit den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für jedes Herstellwerk mit einem Übereinstimmungszertifikat auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle und einer regelmäßigen Fremdüberwachung einschließlich einer Erstprüfung des Ankerbolzens nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgen.

Für die Erteilung des Übereinstimmungszertifikats und die Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller der Ankerbolzen eine hierfür anerkannte Zertifizierungsstelle sowie eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle einzuschalten.

Dem Deutschen Institut für Bautechnik, ist von der Zertifizierungsstelle eine Kopie des von ihr erteilten Übereinstimmungszertifikats zur Kenntnis zu geben.

Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist zusätzlich eine Kopie des Erstprüfberichts zur Kenntnis zu geben.

2.3.2 Werkseigene Produktionskontrolle

In jedem Herstellwerk ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Bauprodukte den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechen.

Für Umfang, Art und Häufigkeit der werkseigenen Produktionskontrolle ist der beim Deutschen Institut für Bautechnik und der fremdüberwachenden Stelle hinterlegte Prüf- und Überwachungsplan maßgebend.

Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials und der Bestandteile
- Art der Kontrolle oder Prüfung
- Datum der Herstellung und der Prüfung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials oder der Bestandteile
- Ergebnis der Kontrolle und Prüfungen und soweit zutreffend Vergleich mit den Anforderungen

Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen.

Deutsches Institut für Bautechnik

Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Überwachungsstelle vorzulegen. Sie sind dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Bauprodukte, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind so zu handhaben, dass Verwechslungen mit übereinstimmenden ausgeschlossen werden. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die bestehende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

2.3.3 Fremdüberwachung

In jedem Herstellwerk ist die werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung regelmäßig zu überprüfen, mindestens jedoch einmal jährlich.

Für Umfang, Art und Häufigkeit der Fremdüberwachung ist der beim Deutschen Institut für Bautechnik und der fremdüberwachenden Stelle hinterlegte Prüf- und Überwachungsplan maßgebend.

Die Ergebnisse der Zertifizierung und Fremdüberwachung sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind von der Zertifizierungsstelle bzw. der Überwachungsstelle dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

3 Bestimmungen für Entwurf und Bemessung

3.1 Entwurf

3.1.1 Allgemeines

Die Verankerungen sind ingenieurmäßig zu planen. Unter Berücksichtigung der zu verankernden Lasten sind prüfbare Berechnungen und Konstruktionszeichnungen anzufertigen, die die Lage der Verankerungen einschließlich möglicher Maßabweichungen enthält.

Es sind nur Einzelankerbolzen und Ankerbolzengruppen, die aus zwei, vier, sechs oder acht Ankerbolzen gemäß Anlage 5 bestehen, zulässig. Auf den Anlagen 5 und 6 sind Begriffe und Formelzeichen, die hier verwendet werden, erläutert.

Die Bemessung der Verankerung als Ankerbolzengruppe bei Stahlbeton-Fertigteilstützen darf nur dann erfolgen, wenn die Aussparungen für die Muttern am Stützenfuß vollflächig mit einem hochfesten schwindarmen Fließmörtel vergossen werden und die einwirkenden Lasten über die Verbundwirkung in die einzelnen Ankerbolzen der Gruppe übertragen werden. In einer Ankerbolzengruppe dürfen nur gleiche Ankerbolzendurchmesser und Ankerbolzenlängen verwendet werden.

Die Ankerbolzenschnittkräfte sind aus den am Anbauteil bzw. an der Ankerplatte des Stützenfußes angreifenden Kräften und Momenten nach der Elastizitätstheorie zu berechnen. Dabei sind folgende Annahmen zu treffen:

a) Das Anbauteil bzw. die Ankerplatte bleibt unter den einwirkenden Schnittkräften eben.

b) Die Steifigkeit aller Ankerbolzen ist gleich. Sie entspricht der Steifigkeit des Stahlquerschnitts.

c) Der Elastizitätsmodul des Betons ist mit E_c = 30 000 N/mm² anzunehmen.

Ankerbolzen mit einem Lochspiel in Richtung der Querlast größer als die entsprechenden Werte der Tabelle 3.1 (z. B. bei Langlöchern) dürfen nicht zum Querlastabtrag herangezogen werden.

Deutsches Institut für Bautechnik
5

Bei Verankerungen mit einem Lochspiel in Richtung der Querlast gleich oder kleiner als die entsprechenden Werte der Tabelle 3.1 dürfen grundsätzlich nur die randnahen Ankerbolzen zur Lastaufnahme herangezogen werden.

Alle Ankerbolzen einer Ankerbolzengruppe nehmen Querlasten nur dann auf, wenn

- das Lochspiel in Richtung der Querlast gleich oder kleiner ist als die entsprechenden Werte der Tabelle 3.1 und
- die Verankerung einen großen Randabstand ($c \geq 10h_{ef}$) aufweist und
- Stahlbruch oder Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite maßgebend ist.

Tabelle 3.1 Durchmesser des Durchgangslochs im Anbauteil bzw. in der Fußplatte

Ankerbolzen PDK... (Gewindegröße)	16	20	24	30	36	42	48	56
Durchmesser Durchgangsloch [mm]	18	22	26	33	39	45	51	59

3.1.2 Minimale Achs- und Randabstände

Die in Tabelle 1, Anlage 4 angegebenen minimalen Achs- und Randabstände dürfen nicht unterschritten werden.

3.1.3 Minimale Bauteildicke

Die erforderliche Bauteildicke h_{min} ergibt sich aus der Einbautiefe h_{nom} nach Anlage 4 und der erforderlichen Betondeckung c_{nom}.

$$h_{min} = h_{nom} + c_{nom} \qquad (3.1)$$

h_{nom} Einbautiefe nach Anlage 4, Tabelle 1

c_{nom} erforderliche Betondeckung nach DIN 1045-1:2008-08

3.2 Bemessung

3.2.1 Allgemeines

Die Verankerungen sind ingenieurmäßig nach dem nachfolgend beschriebenen Verfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten zu bemessen.

Der Nachweis der unmittelbaren örtlichen Krafteinleitung in den Beton ist erbracht.

Die Weiterleitung der zu verankernden Lasten im Bauteil ist nachzuweisen.

Beanspruchungen, die in der Verankerung oder im angeschlossenen Bauteil aus behinderter Formänderung (z. B. bei Temperaturwechseln) entstehen können, sind zu berücksichtigen.

3.2.2 Erforderliche Nachweise

Es ist nachzuweisen, dass der Bemessungswert der Einwirkung (Beanspruchung) F_{Ed} den Bemessungswert des Widerstandes (Beanspruchbarkeit) F_{Rd} nicht überschreitet

$$F_{Ed} \leq F_{Rd} \qquad (3.2)$$

F_{Ed} = Bemessungswert der Einwirkung

F_{Rd} = Bemessungswert des Widerstandes

Für die Bemessungswerte der Einwirkungen gilt im einfachsten Fall (ständige Last und eine in gleicher Richtung wirkende veränderliche Last):

$$F_{Ed} = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k \qquad (3.3a)$$

G_k; Q_k = charakteristischer Wert einer ständigen bzw. einer veränderlichen Einwirkung nach einschlägigen Normen über Lastannahmen

γ_G;γ_Q = Teilsicherheitsbeiwert für ständige bzw. veränderliche Einwirkungen

Deutsches Institut für Bautechnik
5

Der Bemessungswert des Widerstandes für den Nachweis der Tragfähigkeit ergibt sich aus der charakteristischen Tragfähigkeit der Ankerbolzenverankerung zu:

$$F_{Rd} = F_{Rk}/\gamma_M \qquad (3.3b)$$

F_{Rk} = charakteristischer Wert des Widerstandes (Tragfähigkeit, z. B. N_{Rk} oder V_{Rk}). Dieser Wert ist für die einzelnen Versagensursachen in den Anlagen 7 bis 18 angegebenen bzw. nach dem angegebenen Verfahren zu berechnen.

γ_M = Teilsicherheitsbeiwert für den Materialwiderstand

Die erforderlichen Nachweise beim Nachweis der Tragfähigkeit bei Zug-/Druck- bzw. Querbeanspruchung sind in den nachfolgenden Tabellen 3.2 und 3.3 zusammengestellt.

Tabelle 3.2 Erforderliche Nachweise bei Zug-/Druckbeanspruchung

Nr.	Versagensursachen		Ankerbolzengruppen [1]
1	Stahlversagen (Ankerbolzen)		$N^h_{Ed} \leq N_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$
2	Herausziehen		$N^h_{Ed} \leq N_{Rk,p} / \gamma_{Mc}$
3	lokaler Betonausbruch randnahe Verankerung [2]		$N^g_{Ed} \leq N_{Rk,cb} / \gamma_{Mc}$
4a	Betonausbruch ohne Rückhängebewehrung [3]		$N^g_{Ed} \leq N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$
4b	Betonausbruch mit Rückhänge-bewehrung [4]	Stahlversagen der Rückhängebewehrung	$N^h_{Ed} \leq N_{Rk,re} / \gamma_{Ms,re}$
		Versagen der Verankerung der Rückhängebewehrung	$N^h_{Ed} \leq N_{Rd,a}$
5	Spalten		Mindestbewehrung nach Abschnitt 3.2.4 erforderlich

1 Diese Tabelle gilt auch für einzelne Ankerbolzen. Die Indizierung ^{h} und ^{g} ist in diesem Fall nicht relevant.
2 Dieser Nachweis ist nicht erforderlich, wenn der vorhandene Randabstand $c > 0{,}5\ h_{ef}$ in beiden Richtungen beträgt.
3 Dieser Nachweis ist nicht erforderlich, wenn eine Rückhängebewehrung nach Anlage 13 vorhanden ist (Nachweise gemäß Zeile 4b).
4 Eine Rückhängebewehrung darf nicht bei Druckbeanspruchung berücksichtigt werden

Deutsches Institut für Bautechnik

Tabelle 3.3 Erforderliche Nachweise bei Querbeanspruchung

Nr.	Versagensursachen		Ankerbolzengruppen [1]
1	Stahlversagen (Ankerbolzen) Querlast ohne Hebelarm		$V^h_{Ed} \leq V_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$
2	Stahlversagen (Ankerbolzen) Querlast mit Hebelarm		$V^h_{Ed} \leq V_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$
3	Betonausbruch lastabgewandte Seite		$V^g_{Ed} \leq V_{Rk,cp} / \gamma_{Mc}$
4a	Betonkantenbruch bei randnahen Verankerungen [2]		$V^g_{Ed} \leq V_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$
4b	Betonausbruch mit Rückhänge-bewehrung	Stahlversagen der Rückhängebewehrung	$V^h_{Ed} \leq V_{Rk,re} / \gamma_{Ms,re}$
		Versagen der Verankerung der Rückhängebewehrung [3]	$V^h_{Ed} \leq V_{Rd,a}$

1 Diese Tabelle gilt auch für einzelne Ankerbolzen. Die Indizierung ^{h} und ^{g} ist in diesem Fall nicht relevant.
2 Dieser Nachweis ist nicht erforderlich, wenn eine Rückhängebewehrung nach Anlage 19 und 20 vorhanden ist (Nachweis gemäß Zeile 4b).
3 Dieser Nachweis ist nicht erforderlich, wenn eine Rückhängebewehrung nach Anlage 20 vorhanden ist.

Liegt eine kombinierte Zug- und Querbeanspruchung (Schrägzugbeanspruchung) vor, ist die folgende Interaktionsbedingung einzuhalten:

$$(N_{Ed}/N_{Rd})^{\alpha} + (V_{Ed}/V_{Rd})^{\alpha} \leq 1 \qquad (3.4)$$

Für die Verhältniswerte N_{Ed}/N_{Rd} und V_{Ed}/V_{Rd} ist jeweils der größte Wert aus den einzelnen Versagensursachen einzusetzen.

Für die Verankerungen ohne Rückhängebewehrung bzw. für Verankerungen mit Rückhängebewehrung für Zug- und Querlasten ist der α-Wert in der Gleichung (3.4) mit 1,5 anzunehmen. Wird eine Rückhängebewehrung nur für Zuglasten (Abschnitt 3.2.4.2) oder nur für Querlasten am Rand (Abschnitt 3.2.4.3) bei der Bemessung berücksichtigt, so ist der α-Wert mit 2/3 anzunehmen.

Ist bei Zug-/Druck- und Querbeanspruchung Stahlversagen des Ankerbolzens maßgebend, so ist der α-Wert in der Gleichung (3.4) mit 2,0 anzunehmen. Zusätzlich ist der Nachweis nach Gleichung (3.4) mit den nächst kleineren Verhältniswerten und dem zugehörigen α-Wert nach vorangegangenem Absatz zu führen.

Bei Querbeanspruchung der Ankerbolzen bei Stahlbeton-Fertigteilstützen ist die gesamte Querkraft über Biegung der Ankerbolzen in den Verankerungsgrund einzuleiten.

Eine Biegebeanspruchung der Ankerbolzen bei allgemeine Verankerungen bzw. Stahlstützen darf nur dann unberücksichtigt bleiben, wenn alle folgenden Bedingungen eingehalten werden:

- das anzuschließende Bauteil besteht aus Metall und wird ohne Zwischenlage gegen das Betonbauteil verspannt und
- der Lochdurchmesser im anzuschließenden Bauteil überschreitet die Werte nach Tabelle 3.1 nicht.

3.2.3 Teilsicherheitsbeiwerte

Die Teilsicherheitsbeiwerte der Einwirkungen beim Nachweis der Tragfähigkeit betragen i. a. für ständige bzw. veränderliche Einwirkungen:

γ_G = 1,35 bzw. γ_Q = 1,5

Die Teilsicherheitsbeiwerte für den Materialwiderstand beim Nachweis der Tragfähigkeit sind wie folgt anzunehmen:

γ_{Mc}	=	1,5	Betonversagen (Herausziehen, Betonausbruch)
γ_{Ms}	=	1,5	Stahlversagen der Ankerbolzen (zentrischer Zug/ Druck)
γ_{Ms}	=	1,25	Stahlversagen der Ankerbolzen (Querlast, Biegung)
$\gamma_{Ms,re}$	=	1,15	Stahlversagen der Rückhängebewehrung

Für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit sind die Teilsicherheitsbeiwerte γ_G; γ_Q und γ_M mit 1,0 anzusetzen.

3.2.4 Bewehrung

3.2.4.1 Mindestbewehrung (Spalten)

Eine Mindestbewehrung mit folgendem Querschnitt A_S muss vorhanden sein, um das Spalten des Betonbauteils zu verhindern:

$$A_{S\,erf} = 0{,}5 \cdot \frac{\Sigma N_{Sd}}{f_{yk} / \gamma_{Ms,re}} \qquad (3.5)$$

ΣN_{Sd} = Summe der Zugkräfte der zugbeanspruchten Ankerbolzen unter dem Bemessungswert der Einwirkungen

f_{yk} = Streckgrenze der Bewehrung

$\gamma_{Ms,re}$ = 1,15

Deutsches Institut für Bautechnik
5

Auf den obengenannten Nachweis kann verzichtet werden, wenn im Bereich der Ankerbolzenverankerungen mindestens eine kreuzweise Bewehrung (BSt 500) ∅ 8/15 vorhanden ist.

Die Spaltbewehrung ist bei flächenartigen Tragwerken in beiden Richtungen erforderlich. Sie ist bei überwiegend auf Zug beanspruchten Bauteilen auf beiden Querschnittsseiten und bei überwiegend auf Biegung beanspruchten Bauteilen auf der zugbeanspruchten Seite anzuordnen. Sie soll aus mindestens drei Stäben mit einem Stababstand $s \leq 150$ mm bestehen und ist außerhalb der Ankerbolzenverankerung mit der Verankerungslänge l_b nach DIN 1045-1:2008-08 zu verankern. Bei Linientragwerken braucht die Spaltbewehrung nur in einer Richtung angeordnet zu werden.

Bei Verankerungen an Bauteilrändern muss diese Bewehrung ebenfalls als Randbewehrung mit entsprechender Rückhängebewehrung vorhanden sein.

3.2.4.2 Rückhängebewehrung für Zuglasten

Wenn bei Verankerungen von Zuglasten eine Rückhängebewehrung entsprechend dem Bild 14, Anlage 13 angeordnet wird, braucht der Nachweis gegen Betonausbruch nach Anlagen 8 bis 10 nicht geführt zu werden.

Die Berechnung der charakteristischen Stahltragfähigkeit $N_{Rk,re}$ und des Bemessungswiderstandes der Verankerung $N_{Rd,a}$ der Rückhängebewehrung ist in Anlage 13 angegeben.

Wird die Rückhängebewehrung nicht unmittelbar neben dem Ankerbolzen angeordnet, so ist eine Oberflächenbewehrung entsprechend dem Fachwerkmodell zu berechnen und einzulegen.

Die Rückhängebewehrung ist außerhalb des Ausbruchkegels mit der Verankerungslänge $l_{b,net}$ nach DIN 1045-1:2008-08 im Beton zu verankern.

Die Mindestverankerungslänge $l_{b,min}$ und der maximale Stabdurchmesser gemäß Anlage 13 sind einzuhalten.

Bei exzentrischer Zugbeanspruchung ist die für den höchstbelasteten Ankerbolzen ermittelte Bewehrung bei allen Ankerbolzen einzulegen, auch wenn diese durch Druck beansprucht werden.

Deutsches Institut für Bautechnik

3.2.4.3 Rückhängebewehrung für Querlasten am Rand

Wenn bei Verankerungen am Bauteilrand und Querlasten zum Rand eine Rückhängebewehrung entsprechend der Bilder 21 und 22, Anlagen 19 und 20 angeordnet wird, braucht der Nachweis gegen Betonkantenbruch nach Anlagen 16 bis 18 nicht geführt zu werden.

Die Berechnung der charakteristischen Stahltragfähigkeit $V_{Rk,re}$ und des Bemessungswiderstandes der Verankerung $V_{Rd,a}$ der Rückhängebewehrung ist in Anlage 19 angegeben.

Wird die Rückhängebewehrung nicht unmittelbar neben dem Ankerbolzen angeordnet, so ist eine Oberflächenbewehrung entsprechend dem Fachwerkmodell zu berechnen und einzulegen.

Die Rückhängebewehrung ist auf der lastabgewandten Seite mit der Verankerungslänge $l_{b,net}$ nach DIN 1045-1:2008-08 im Beton zu verankern.

Die Mindestverankerungslänge $l_{b,min}$ und der maximale Stabdurchmesser gemäß Anlage 19 sind einzuhalten.

Bei exzentrischer Querbeanspruchung ist die für den höchstbelasteten Ankerbolzen ermittelte Bewehrung bei allen Ankerbolzen einzulegen.

3.2.5 Bauteiltragfähigkeit nach DIN 1045-1:2008-08

Es ist nachzuweisen, dass die durch die Bolzenlasten erzeugten Querkräfte $V_{Sd,a}$ den Wert $0{,}4\ V_{Rd,ct}$ nicht überschreiten ($V_{Rd,ct}$ = Bemessungswert des Widerstandes bei Querbeanspruchung nach DIN 1045-1:2008-08).

Bei Berechnung von $V_{Sd,a}$ sind die Bolzenlasten als Punktlasten mit einer Lastrichtungsbreite von $t_1 = s_{t1} + 2h_{ef}$ und $t_2 = s_{t2} + 2h_{ef}$ anzunehmen, mit s_{t1} (s_{t2}) = Achsabstand zwischen den äußeren Bolzen einer Bolzengruppe in Richtung 1 (2). Die mitwirkende Breite ist nach der Elastizitätstheorie zu berechnen.

Auf diesen Nachweis darf verzichtet werden, wenn eine der folgenden Bedingungen eingehalten wird (vergleiche Tabelle 3.4):

a) Die durch den Bemessungswert der Beanspruchungen einschließlich der Bolzenlasten am Bauteil verursachte Querkraft beträgt $V_{Sd} \leq 0{,}8\ V_{Rd,ct}$.

b) Unter den charakteristischen Einwirkungen beträgt die resultierende Zuglast N_{Sk} der zugbeanspruchten Bolzenverankerungen (Bolzengruppe) $N_{Sk} \leq 30$ kN und der Achsabstand a zwischen den äußeren Bolzen benachbarter Bolzengruppen erfüllt Gleichung (3.6.1)

$$a \geq 200\ \sqrt{N_{Sk}} \qquad a\ [mm];\ N_{Sk}\ [kN] \qquad (3.6.1)$$

N_{Sk} bedeutet hier die Zuglastkomponente der charakteristischen einwirkenden Last auf die Ankerbolzenverankerung (Ankerbolzengruppe)

c) Die Bolzenlasten werden von einer Aufhängebewehrung aufgenommen. Als Aufhängebewehrung dürfen Bügel, die die Zugbewehrung umschließen und im Bereich bis zu einem max. Abstand von $0{,}5\ h_{ef} \leq 50$ mm von den äußeren Bolzen einer Bolzengruppe angeordnet sind, angesetzt werden, wenn diese Bügel für die zusätzlichen Lasten aus der Verankerung nachgewiesen werden können.

Ist unter den charakteristischen Einwirkungen die resultierende Zuglast N_{Sk} der zugbeanspruchten Verankerungen $N_{Sk} \geq 60$ kN, muss eine Aufhängebewehrung gemäß Absatz c) vorhanden sein.

Tabelle 3.4: Nachweise zur Sicherung der Bauteiltragfähigkeit bei Eintragung von Bolzenlasten

Rechnerische Querbeanspruchung des Bauteils unter Berücksichtigung der Bolzenlasten	Achsabstand a zwischen einzelnen Bolzengruppen [mm]	N_{sk} [kN]	Nachweis der rechnerischen Querlast aus Bolzenlasten
$V_{Sd} \leq 0{,}8 \cdot V_{Rd,ct}$	$a \geq 3\ h_{ef}$	≤ 60	nicht erforderlich
$V_{Sd} > 0{,}8 \cdot V_{Rd,ct}$	$a \geq 3\ h_{ef}$ und $a \geq 200 \cdot \sqrt{N_{Sk}}$	≤ 30	nicht erforderlich
	$a \geq 3\ h_{ef}$	≤ 60	erforderlich: $V_{Sd,a} \leq 0{,}4\ V_{Rd,ct}$ oder Aufhängebewehrung
		> 60	nicht erforderlich, jedoch Aufhängebewehrung

3.2.6 Verschiebungsverhalten

In der nachfolgenden Tabelle 3.5 sind die zu erwartenden Verschiebungen unter den angegebenen zugehörigen Lasten zusammengestellt.

Deutsches Institut für Bautechnik

Tabelle 3.5: Verschiebungen in [mm]

Ankerbolzengröße PDK ...		16	20	24	30	36	42	48	56
Verschiebungen bei Zugbeanspruchung	Zuglast	60	93	134	214	311	427	561	773
	zugehörige Verschiebung	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,5
Verschiebungen bei Querbeanspruchung	Querlast	36	56	81	128	187	256	337	464
	zugehörige Verschiebung	2,1	2,7	3,2	4,1	4,9	5,8	6,7	7,9

Die angegebenen Verschiebungswerte gelten für Kurzzeitbelastung, bei Dauerbelastungen können sich die Werte bis das ca. 2fache bei zentrischem Zug bzw. 1,3fache bei Querbeanspruchung erhöhen.

4 Bestimmungen für die Ausführung

4.1 Einbau der Verankerungen

Die Verankerungen sind entsprechend der anzufertigenden Konstruktionszeichnungen einzubauen. Die Konstruktionszeichnungen müssen die genaue Lage und die Ausführungsangaben (Lage, Größe und Längen der Ankerbolzen) der Verankerungen enthalten.

Eine Montageanleitung des Herstellers ist auf den Anlagen 21 und 22 dargestellt.

Die Ankerplatten einschließlich der Pufferscheibe dürfen nicht vom Gewindebolzen gelöst werden.

Die Verankerungen sind so auf der Schalung zu fixieren, dass sie sich beim Verlegen der Bewehrung sowie beim Einbringen und Verdichten des Betons nicht verschieben.

Beim Betonieren ist darauf zu achten, dass unter den Ankerplatten der Ankerbolzen der Beton besonders gut verdichtet wird.

Das maximale Installationsmoment T_{inst} nach Tabelle 1, Anlage 4 darf insbesondere bei der Befestigung der Fußplatte gemäß Anlage 3 bzw. einem Anbauteil nicht überschritten werden. Für die Tragfähigkeit des Ankerbolzens ist das Aufbringen eines Installationsmoments nicht erforderlich.

4.2 Kontrolle der Ausführung

Bei dem Einbau der Verankerungen muss der mit der Verankerung von Ankerbolzen betraute Unternehmer oder der von ihm beauftragte Bauleiter oder ein fachkundiger Vertreter des Bauleiters auf der Baustelle anwesend sein. Er hat für die ordnungsgemäße Ausführung der Arbeiten zu sorgen. Insbesondere muss er die Ausführung und Lage der Verankerungen sowie einer eventuellen Rückhängebewehrung kontrollieren.

Die Aufzeichnungen hierüber müssen während der Bauzeit auf der Baustelle bereitliegen und sind dem mit der Kontrolle Beauftragten auf Verlangen vorzulegen. Sie sind ebenso wir die Lieferscheine nach Abschluss der Arbeiten mindestens 5 Jahre vom Unternehmen aufzubewahren.

4.3 Montage der Stützenfüße

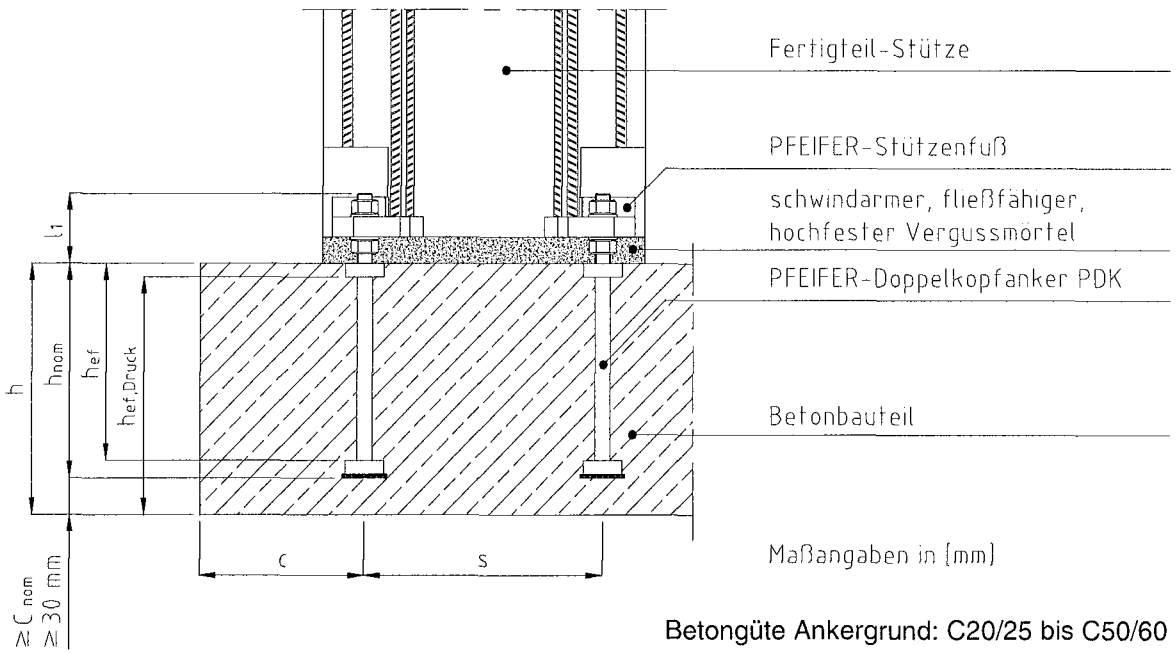
Die Montage der zugehörigen PFEIFER-Stützenfüße ist entsprechend der Montageanleitung der Firma PFEIFER vorzunehmen. Die Montagefuge zwischen dem Betonbauteil und dem Stützenfuß sowie die Aussparungen für die Muttern sind anschließend mit einem hochfesten schwindarmen Mörtel zu vergießen.

Feistel

Beglaubigt

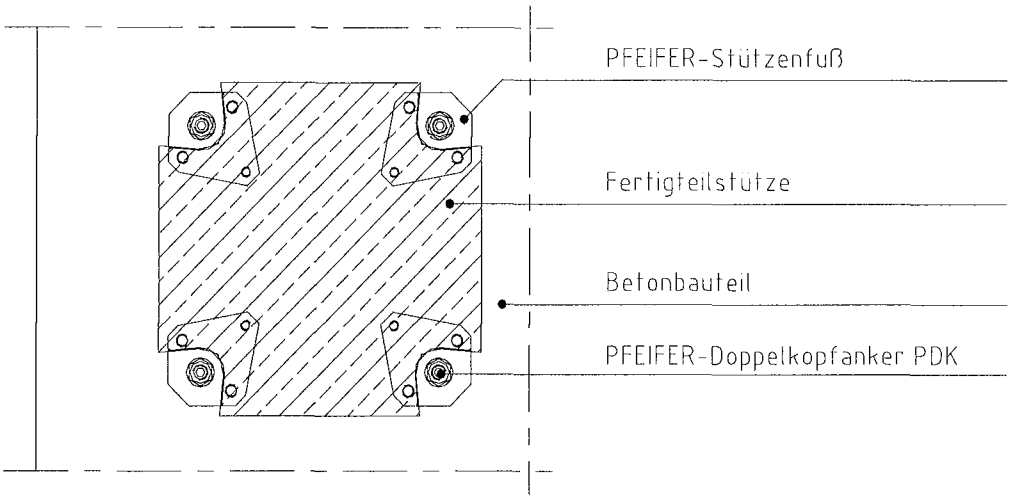
Deutsches Institut für Bautechnik

Bild 1: Vertikalschnitt



Betongüte Ankergrund: C20/25 bis C50/60

Bild 2: Horizontalschnitt

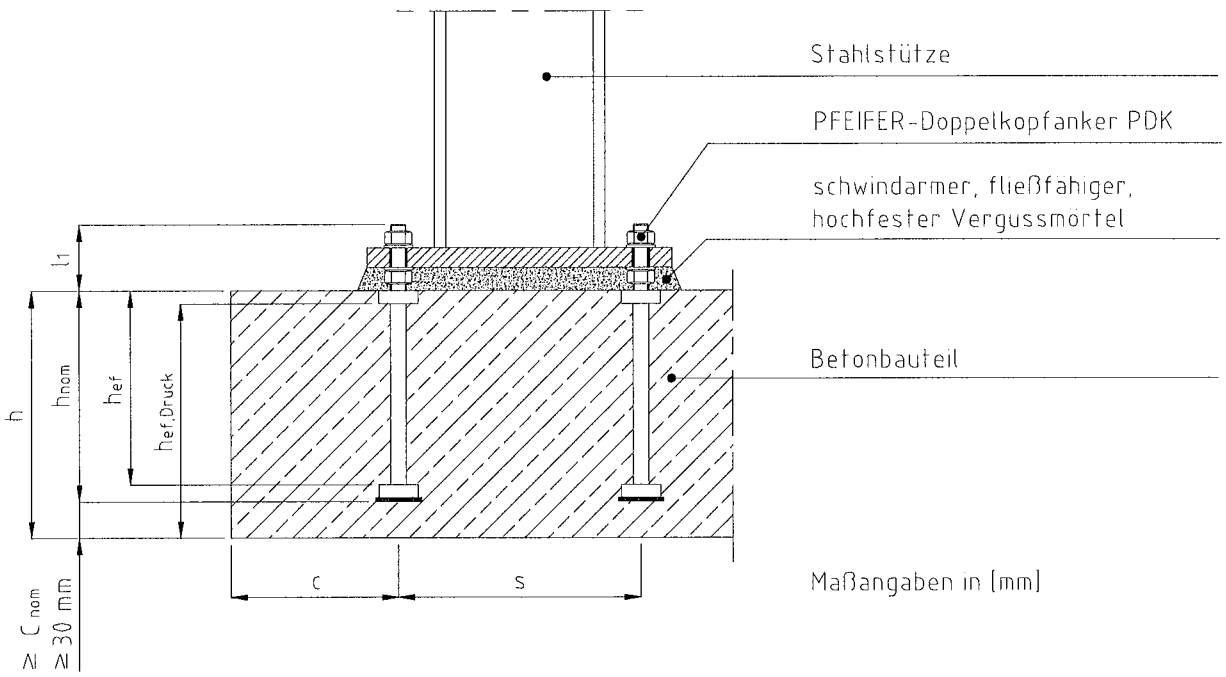


h	= Bauteildicke $\geq h_{nom} + c_{nom}$ (c_{nom} = Nennmaß der Betondeckung nach DIN 1045-1)
h_{ef}	= effektive Verankerungstiefe
$h_{ef,Druck}$	= effektive Verankerungstiefe bei Druckbeanspruchung
h_{nom}	= Einbautiefe
l_1	= Überstand des Ankerbolzens ab Oberkante Betonbauteil
c	= Randabstand
s	= Achsabstand

Deutsches Institut für Bautechnik

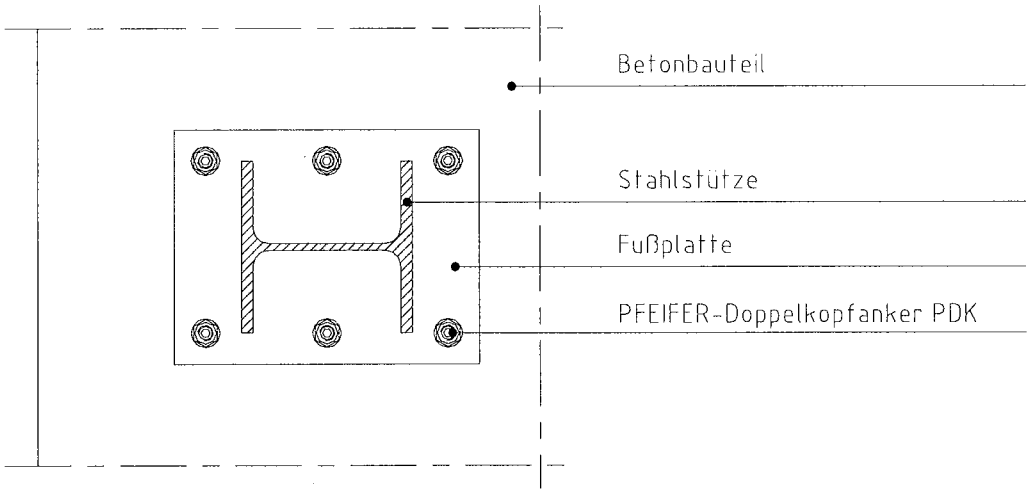
PFEIFER Seil- und Hebetechnik GmbH Dr.-Karl-Lenz-Strasse 66 D-87700 Memmingen Tel.: 08331/937-360 Fax: -385	**PFEIFER-Doppelkopfanker PDK** Einbauzustand Fertigteilstütze	**Anlage 1** zur allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung **Nr. Z-21.5-1877** vom 26. März 2009

Bild 3: Vertikalschnitt



Betongüte Ankergrund: C20/25 bis C50/60

Bild 4: Horizontalschnitt

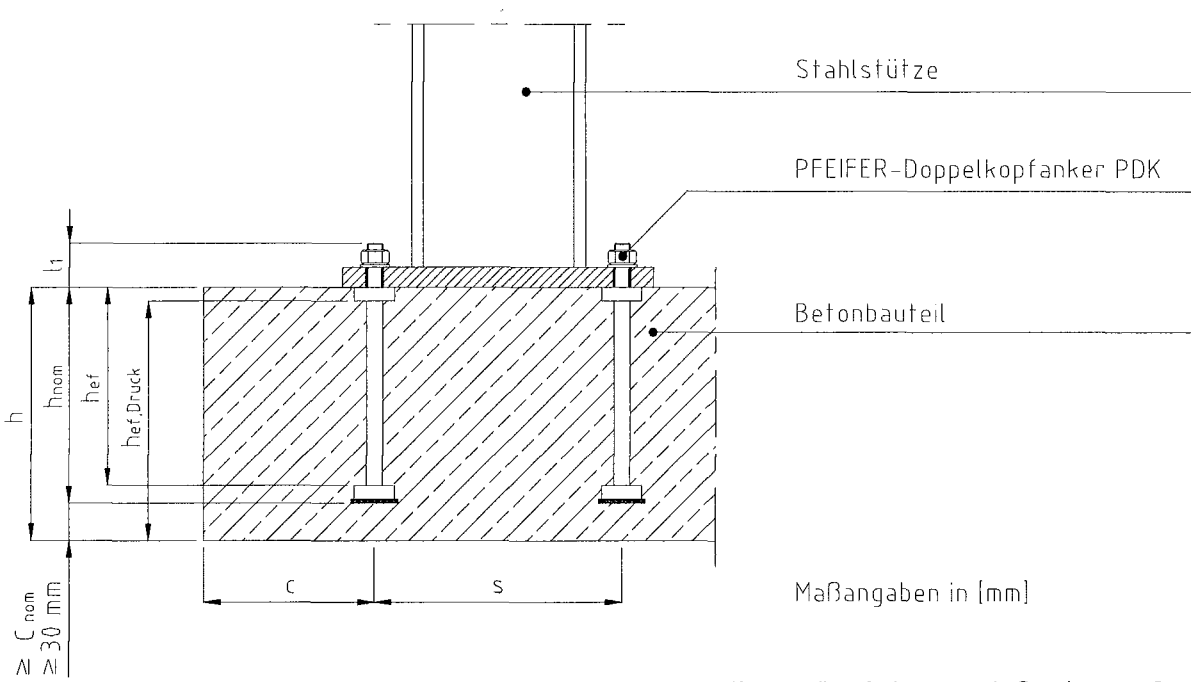


h	= Bauteildicke $\geq h_{nom} + c_{nom}$ (c_{nom} = Nennmaß der Betondeckung nach DIN 1045-1)
h_{ef}	= effektive Verankerungstiefe
$h_{ef,Druck}$	= effektive Verankerungstiefe bei Druckbeanspruchung
h_{nom}	= Einbautiefe
l_1	= Überstand des Ankerbolzens ab Oberkante Betonbauteil
c	= Randabstand
s	= Achsabstand

Deutsches Institut für Bautechnik

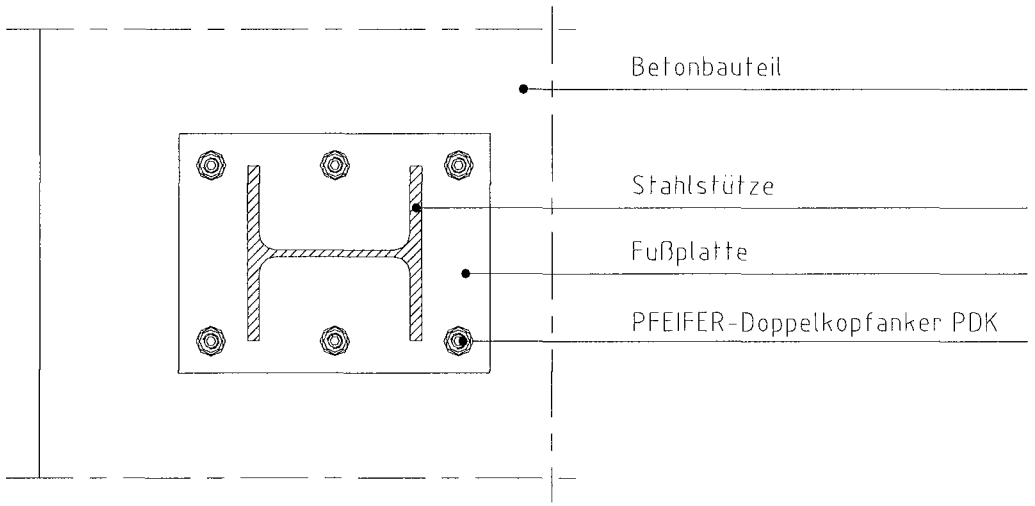
PFEIFER Seil- und Hebetechnik GmbH Dr.-Karl-Lenz-Strasse 66 D-87700 Memmingen Tel.: 08331/937-360 Fax: -385	**PFEIFER-Doppelkopfanker PDK** Einbauzustand Stahlstütze mit Vergussmörtel	**Anlage 2** zur allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung **Nr. Z-21.5-1877** vom 26. März 2009

Bild 5: Vertikalschnitt



Betongüte Ankergrund: C20/25 bis C50/60

Bild 6: Horizontalschnitt



h	= Bauteildicke ≥ $h_{nom} + c_{nom}$ (c_{nom} = Nennmaß der Betondeckung nach DIN 1045-1)
h_{ef}	= effektive Verankerungstiefe
$h_{ef,Druck}$	= effektive Verankerungstiefe bei Druckbeanspruchung
h_{nom}	= Einbautiefe
l_1	= Überstand des Ankerbolzens ab Oberkante Betonbauteil
c	= Randabstand
s	= Achsabstand

Deutsches Institut für Bautechnik

PFEIFER Seil- und Hebetechnik GmbH Dr.-Karl-Lenz-Strasse 66 D-87700 Memmingen Tel.: 08331/937-360 Fax: -385	**PFEIFER-Doppelkopfanker PDK** Einbauzustand Stahlstütze ohne Vergussmörtel	**Anlage 3** zur allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung **Nr. Z-21.5-1877** vom 26. März 2009

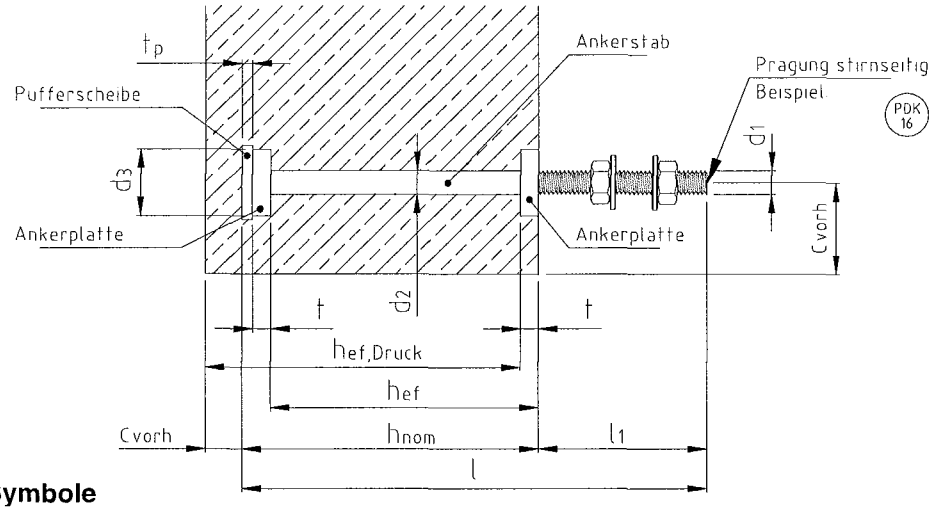


Bild 7: Verwendete Symbole

Tabelle 1: Ankergrößen, Abmessungen und Montagekennwerte

Doppelkopfanker Typ			PDK 16	PDK 20	PDK 24	PDK 30	PDK 36	PDK 42	PDK 48	PDK 56
Gewindedurchmesser	d_1	[mm]	16	20	24	30	36	42	48	56
Gewinde Spannungsquerschnitt	A_{sp}	[mm²]	157	245	352	561	817	1121	1473	2030
Schaftdurchmesser Ankerstab	$d_{2,max}$	[mm]	16	20	24	30	36	42	48	56
alternativer Schaftdurchmesser	$d_{2,min}$	[mm]	14,6	18,3	22,0	27,6	33,3	39,0	44,6	52,2
Durchmesser Ankerplatte	d_3	[mm]	40	50	60	85	100	115	130	150
Dicke Ankerplatte	t	[mm]	13	16	20	24	29	34	39	45
Dicke Pufferscheibe	t_p	[mm]	5	5	6	6	8	8	10	10
Lasteinleitungsfläche	A_h	[mm²]	1056	1649	2375	4968	6836	9001	11464	15208
Gesamtlänge	l	[mm]	291	361	433	642	753	884	1015	1215
Einbautiefe	h_{nom}	[mm]	182	241	303	492	593	714	825	1005
Gewindeüberstand	l_1	[mm]	110	120	130	150	160	170	190	210
Mindestachsabstand	s_{min}	[mm]	90	100	110	135	150	165	180	200
Mindestrandabstand	c_{min} [1)]	[mm]	50	55	60	73	80	88	95	105
Effektive Verankerungstiefe	h_{ef}	[mm]	163	220	277	462	556	672	776	950
Installationsdrehmoment	T_{inst} [2)] ≤	[Nm]	100	200	400	800	1200	2000	3000	5000

1) Die dargestellten Werte gelten für c_{nom} = 30 mm. Bei größeren Werten für c_{nom} ist der Randabstand entsprechend zu erhöhen.

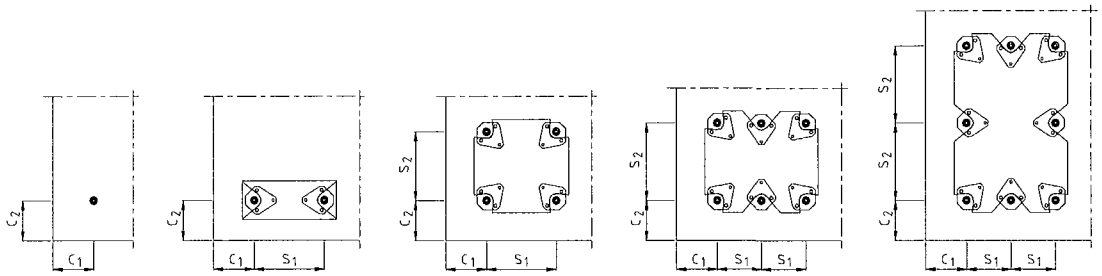
2) Das Installationsdrehmoment T_{inst} versteht sich als maximal aufbringbares Drehmoment. Zur Funktion des Ankers selbst ist kein Drehmoment erforderlich.

Deutsches Institut für Bautechnik

Tabelle 2: Werkstoffe

Ankerplatten und Ankerstangen	Vergütungsstahl, Festigkeitsklasse ≥ 8.8
Muttern gemäß DIN EN ISO 4032	Festigkeitsklasse ≥ 8 gemäß DIN EN 20898
Sonder-Unterlegscheiben	DIN EN ISO 7089, S355J0 nach DIN EN 10025-2 oder Sonder-Unterlegscheiben gemäß Statik zur Verankerung von Stahlbeton-Fertigteilstützen
Pufferscheibe	PE-Schaumstoff

Bild 8: Zulässige Anordnung der Ankerbolzen



Indizes

S = Einwirkung
R = Widerstand
k = charakteristischer Wert
d = Bemessungswert
s = Stahl
c = Beton
cb = lokaler Betonausbruch (Blowout failure)
cp = Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite (Pryout failure)
p = Herausziehen (Pull-out failure)

Einwirkungen und Widerstände

F = Kraft (resultierend Kraft)
N = Normalkraft (Zugkraft positiv)
V = Querkraft
M = Biegemoment

F_{Ek} (N_{Ek} | V_{Ek} | M_{Ek}) = charakteristischer Wert der Einwirkung (Normalkraft, Querkraft, Biegemoment)

F_{Ed} (N_{Ed} | V_{Ed} | M_{Ed}) = Bemessungswert der Einwirkung (Normalkraft, Querkraft, Biegemoment)

F_{Rk} (N_{Rk} | V_{Rk} | M_{Rk}) = charakteristischer Wert des Widerstandes (Tragfähigkeit: Normalkraft, Querkraft, Biegemoment)

F_{Rd} (N_{Rd} | V_{Rd} | M_{Rd}) = Bemessungswert des Widerstandes (Tragfähigkeit: Normalkraft, Querkraft, Biegemoment)

Deutsches Institut für Bautechnik
5

N^h_{Ed} (V^h_{Ed}) = Bemessungswert der einwirkenden Zug- bzw. Druckkraft (Querkraft) für den höchstbeanspruchten Bolzen (nicht relevant für Verankerungen mit einzelnen Ankerbolzen)

N^g_{Ed} (V^g_{Ed}) = Bemessungswert des einwirkenden resultierenden Kraft aller zug- bzw. druckbeanspruchten (querbeanspruchten) Bolzen (nicht relevant für Verankerungen mit einzelnen Anklerbolzen)

Kennwerte der Verankerung

a_1 = Abstand zwischen den äußeren Ankerbolzen benachbarter Bolzengruppen in Richtung 1 (siehe Bild 9)

a_2 = Abstand zwischen den äußeren Ankerbolzen benachbarter Bolzengruppen in Richtung 2 (siehe Bild 9)

b = Breite des Betonbauteils

c_1 = Randabstand in Richtung 1 - Bei randnahen Verankerungen mit Querbeanspruchung ist c_1 der Randabstand in Richtung der Last (siehe Bild 9)

c_2 = Randabstand in Richtung 2 - Richtung 2 ist senkrecht zu Richtung 1 (siehe Bild 9)

c_{min} = minimaler zulässiger Randabstand – Mindestrandabstand (siehe Anlage 4, Tabelle 1)

s_1 = Achsabstand innerhalb einer Ankerbolzengruppe in Richtung 1 (siehe Bild 9)

s_2 = Achsabstand innerhalb einer Ankerbolzengruppe in Richtung 2 (siehe Bild 9)

s_{min} = minimaler zulässiger Achsabstand – Mindestrandabstand (siehe Anlage 4, Tabelle 1)

d_1 = Gewindedurchmesser des Ankerstabes (siehe Anlage 4, Tabelle 1)

d_2 = Schaftdurchmesser des Ankerstabes (siehe Anlage 4, Tabelle 1)

d_3 = Durchmesser der Ankerplatte (siehe Anlage 4, Tabelle 1)

h_{ef} = effektive Verankerungstiefe (siehe Anlage 4, Tabelle 1)

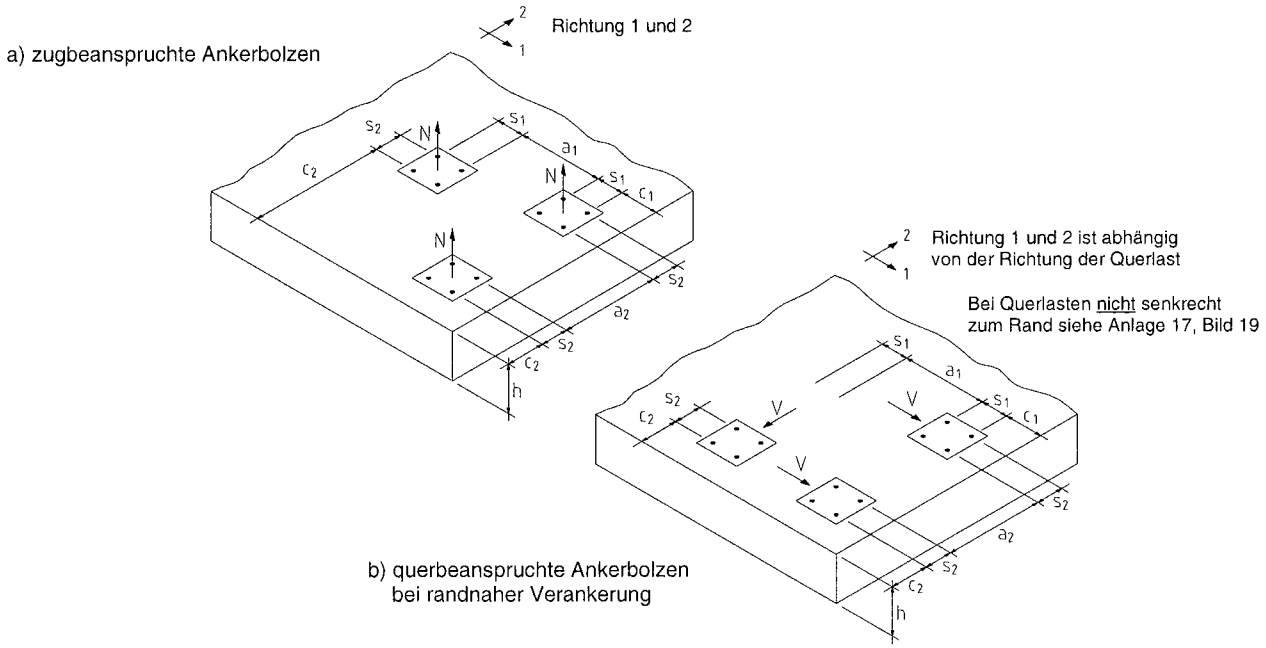
h = Dicke des Betonbauteils (siehe Bild 9)

h_{min} = Mindestbauteildicke = $h_{nom} + c_{nom}$ (c_{nom} = Nennmaß der Betondeckung nach DIN 1045-1)

h_{nom} = Länge des Bolzens im Bauteil - Einbautiefe (siehe Anlage 4, Tabelle 1)

Deutsches Institut für Bautechnik
5

Bild 9: Betonbauteil, Achs- und Randabstände



Charakteristische Widerstände für den Nachweis der Tragfähigkeit bei Zug- und Druckbeanspruchung

Tabelle 3: Charakteristischer Widerstand $N_{Rk,s}$ eines Ankerbolzens bei Stahlversagen in kN (Werte gelten für Zug- und Druckbeanspruchung)

Doppelkopfanker Typ		PDK 16	PDK 20	PDK 24	PDK 30	PDK 36	PDK 42	PDK 48	PDK 56
Charakteristischer Widerstand $N_{Rk,s}$	[kN]	125	196	282	449	653	897	1179	1624

Tabelle 4: Charakteristischer Widerstand $N_{Rk,p}$ eines Ankerbolzens bei Versagen durch Herausziehen in kN (Werte gelten für Zug- und Druckbeanspruchung)

Doppelkopfanker Typ		PDK 16	PDK 20	PDK 24	PDK 30	PDK 36	PDK 42	PDK 48	PDK 56
Charakteristischer Widerstand in ungerissenem Beton der Güte C20/25	[kN]	222	346	499	1043	1436	1890	2407	3194
Charakteristischer Widerstand in gerissenem Beton der Güte C20/25	[kN]	158	247	356	745	1025	1350	1720	2281

Tabelle 5: Erhöhungsfaktor ψ_c für den charakteristischen Widerstand $N_{Rk,p}$ zur Berücksichtigung der Betonfestigkeit

Beton		C20/25	C30/37	C40/50	C50/60
Erhöhungsfaktor	[-]	1,00	1,48	2,00	2,40

Deutsches Institut für Bautechnik 5

Versagen durch Betonausbruch bei <u>zugbeanspruchten</u> Ankerbolzens

Die charakteristische Zugtragfähigkeit eines Ankerbolzens bzw. einer Ankerbolzengruppe bei Betonausbruch beträgt:

$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{ucr,N} \quad [N] \qquad (3.7)$$

Nachfolgend werden die einzelnen Faktoren der Gleichung (3.7) angegeben:

a) Der Ausgangswert des charakteristischen Widerstandes eines Ankerbolzens im gerissenen Beton beträgt:

$$N^0_{Rk,c} = 8{,}5 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad [N] \qquad (3.7a)$$

$f_{ck,cube}$ = Betonwürfeldruckfestigkeit [N/mm²] (für $f_{ck,cube}$ darf maximal 60 N/mm² angesetzt werden)
h_{ef} = effektive Verankerungstiefe [mm]

b) Der Einfluss der Achs- und Randabständen auf die charakteristische Tragfähigkeit wird durch den Verhältniswert $A_{c,N} / A^0_{c,N}$ berücksichtigt:

$A^0_{c,N}$ = Fläche des Ausbruchkörpers eines Einzelbolzens mit großem Achs- und Randabstand auf der Betonoberfläche. Dabei wird der Ausbruchkörper als Pyramide mit der Höhe h_{ef} und der Länge der Basisseiten $3 \cdot h_{ef}$ idealisiert (siehe Anlage 10, Bild 10).

$A_{c,N}$ = Fläche des Ausbruchkörpers der Verankerung auf der Betonoberfläche. Sie wird begrenzt durch die Überschneidung der einzelnen Ausbruchkörper benachbarter Befestigungen ($s \leq 3 \cdot h_{ef}$) sowie durch Bauteilränder ($c \leq 1{,}5 \cdot h_{ef}$). Ein Beispiel für die Berechnung von $A_{c,N}$ zeigt Anlage 10, Bild 11.

c) Der Einflußfaktor $\psi_{s,N}$ berücksichtigt die Störung des rotationssymmetrischen Spannungszustandes im Beton durch Bauteilränder. Bei mehreren Bauteilrändern (z.B. bei Verankerungen in der Bauteilecke oder in einem schmalen Bauteil) ist der kleinste Randabstand c in Gleichung (3.7b) einzusetzen.

$$\psi_{s,N} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{1{,}5 \cdot h_{ef}} \leq 1 \qquad (3.7b)$$

d) Der Faktor $\psi_{ucr,N}$ berücksichtigt den Einfluß der Lage der Verankerung im gerissenen oder ungerissenen Beton. Für die Ankerbolzen gilt:

$\psi_{ucr,N}$ = 1,0 (Verankerung im gerissenen Beton)

$\psi_{ucr,N}$ = 1,4 (Verankerung im ungerissenen Beton)

Deutsches Institut für Bautechnik 5

e) Der Einflußfaktor $\psi_{ec,N}$ berücksichtigt den Einfluß einer exzentrischen Zug(Druck-)beanspruchung einer Ankerbolzengruppe.

$$\psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2 \cdot e_N / (3 \cdot h_{ef})} \leq 1 \qquad (3.7c)$$

e_N = Ausmitte der resultierenden Zug(Druck-)kraft der beanspruchten Anker. Sie ist aus den berechneten Zug(Druck-)kräften zu bestimmen und auf den geometrischen Schwerpunkt G der Zug(Druck-)beanspruchten Anker zu beziehen.

In den Fällen, in denen eine Exzentrizität in zwei Achsrichtungen vorliegt, ist $\psi_{ec,N}$ für jede Achsrichtung getrennt zu ermitteln das Produkt ist in Gleichung 3.7 einzusetzen.

Wenn nicht alle Ankerbolzen auf Zug(Druck) beansprucht werden, darf die Ankerbolzengruppe zur Ermittlung des geometrischen Schwerpunktes gedanklich zum Rechteckraster ergänzt werden.

Auf der sicheren Seite liegend darf der Einflußfaktor $\psi_{ec,N}$ = 1,0 gesetzt werden, wenn die charakteristische Tragfähigkeit des höchstbeanspruchten Ankerbolzens zu

$$N^h_{Rk,c} = \frac{N_{Rk,c}}{n} \qquad (3.7d)$$

n = Anzahl der zug(druck-)beanspruchten Ankerbolzen

berechnet wird. Dann ist anstatt des Nachweises nach Tabelle 3.2 der Nachweis

$$N^h_{Sd} \leq \frac{N^h_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$$

zu führen.

Versagen durch Betonausbruch bei <u>druckbeanspruchten</u> Ankerbolzen

Der Nachweis für druckbeanspruchte Ankerbolzen ist analog dem Nachweis für zugbeanspruchte Ankerbolzen zu führen. An Stelle der effektiven Verankerungstiefe h_{ef} gemäß Tabelle 1 muss jedoch der Wert $h_{ef,\,Druck}$ verwendet werden.

$h_{ef,Druck}$ = $h_{ef} + c_{vorh} + t_p$		h_{ef} und t_p siehe Anlage 4, Tabelle 1
bzw.		c_{vorh}: vorhandene Betondeckung der Pufferscheibe gemäß Anlage 4, Bild 7
$h_{ef,Druck}$ = $h - t$		h: vorhandene Bauteildicke gemäß Anlage 1, Bild 1
		t siehe Anlage 4, Tabelle 1
$s_{cr,n,Druck}$ = $3{,}0 \cdot h_{ef,Druck}$		
$c_{cr,n,Druck}$ = $1{,}5 \cdot h_{ef,Druck}$		

Deutsches Institut für Bautechnik 5

Weiterhin müssen die charakteristischen Abstände $c_{cr,N}$ bzw. $s_{cr,N}$ durch $c_{cr,N,Druck}$ bzw. $s_{cr,N,Druck}$ ersetzt werden (siehe Anlage 10, Bild 10 und 11).

Ausbruchkegel bei Zugbeanspruchung | **Ausbruchkegel bei Druckbeanspruchung**

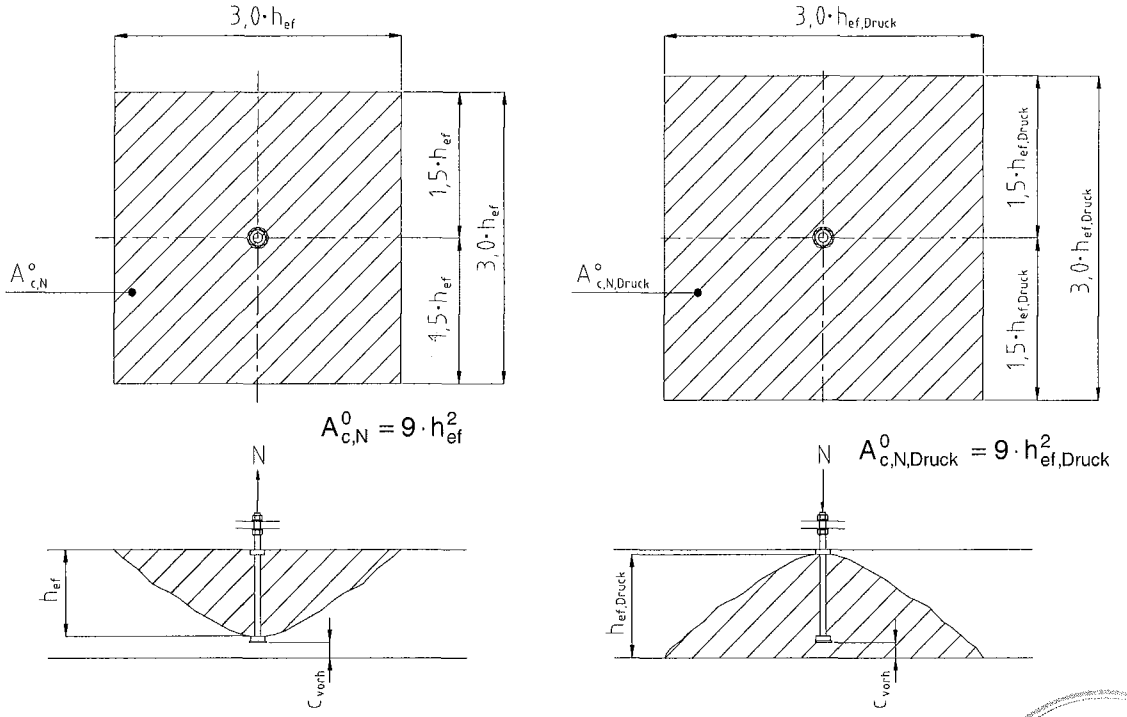
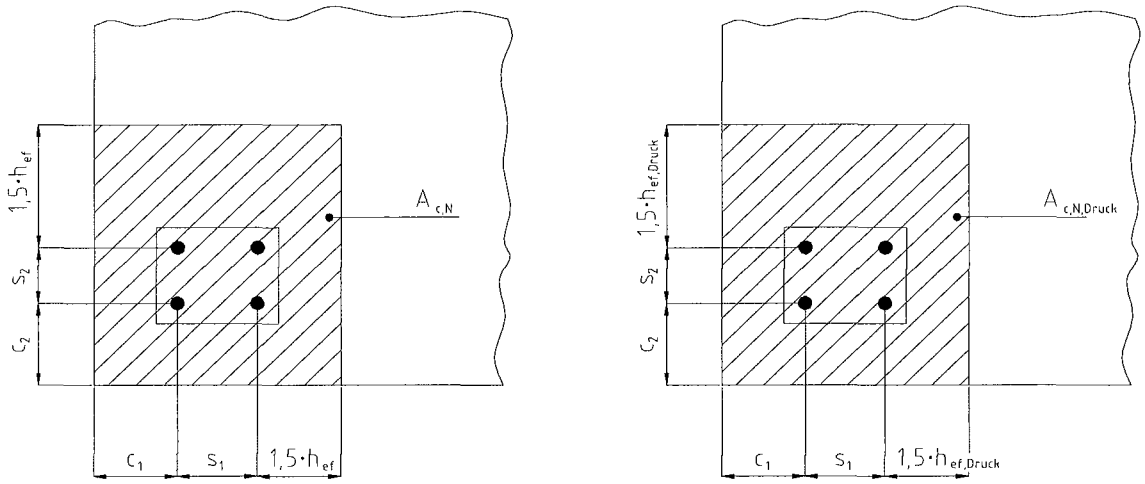


Bild 10: Idealisierte Betonausbruchkörper und Flächen $A°_{c,N}$ bzw. $A°_{c,N,Druck}$ der Betonausbruchkörper bei Doppelkopfankern

Deutsches Institut für Bautechnik

Ausbruchkegel bei Zugbeanspruchung | **Ausbruchkegel bei Druckbeanspruchung**



$A_{c,N} = (c_1 + s_1 + 1{,}5 \cdot h_{ef}) \cdot (c_2 + s_2 + 1{,}5 \cdot h_{ef})$

wenn: $c_1 \leq c_{cr,N}$

$s_1 \leq s_{cr,N}$

$A_{c,N,Druck} = (c_1 + s_1 + 1{,}5 \cdot h_{ef,Druck}) \cdot (c_2 + s_2 + 1{,}5 \cdot h_{ef,Druck})$

wenn: $c_1 \leq c_{cr,N,Druck}$

$s_1 \leq s_{cr,N,Druck}$

Bild 11: Beispiele für die vorhandenen Flächen $A_{c,N}$ bzw. $A_{c,N,Druck}$ der idealisierten Betonausbruchkörper einer Ankergruppe mit vier Ankerbolzen in der Bauteilecke

Versagen durch lokalen Betonausbruch bei randnahen Verankerungen (Blowout) unter Zug- und Druckbeanspruchung

Die charakteristische Zugtragfähigkeit eines Ankerbolzens bzw. einer Ankerbolzengruppe bei lokalem Betonausbruch Rand beträgt:

$$N_{Rk,cb} = N^0_{Rk,cb} \cdot \frac{A_{c,Nb}}{A^0_{c,Nb}} \cdot \psi_{s,Nb} \cdot \psi_{ec,Nb} \cdot \psi_{g,Nb} \cdot \psi_{ucr,Nb} \quad [N] \qquad (3.8)$$

Der Nachweis gegen lokalen Betonausbruch am Bauteilrand ist stets zu führen, wenn der vorhandene Randabstand $c \leq 0{,}5 \cdot h_{ef}$ (Zug) bzw. $c \leq 0{,}5 \cdot h_{ef,Druck}$ (Druck) in mindestens einer Richtung beträgt. Nachfolgend werden die einzelnen Faktoren der Gleichung (3.8) angegeben:

a) Der Ausgangswert des charakteristischen Widerstandes eines Ankerbolzens im gerissenen Beton beträgt:

$$N^0_{Rk,cb} = 8{,}0 \cdot c_1 \cdot \sqrt{A_h} \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \quad [N] \qquad (3.8a)$$

c_1 = Randabstand [mm]
A_h = Größe der Lasteileitungsfläche [mm²] (siehe Tabelle 1, Anlage 4)
$f_{ck,cube}$ = charakteristische Betonwürfeldruckfestigkeit [N/mm²] (Kantenlänge 150 mm)
(für $f_{ck,cube}$ darf maximal 60 N/mm² angesetzt werden)

b) Der Einfluss der Achs- und Randabstände auf den charakteristischen Widerstand wird durch den Verhältniswert $A_{c,Nb} / A^0_{c,Nb}$ berücksichtigt.

$A^0_{c,Nb}$ = $16 \cdot c_1^2$
= projizierte Fläche eines Ankerbolzens (auf einer Seitenfläche des Betons). Dabei ist der Ausbruchkörper als Pyramide mit der Spitze in der Mitte des Ankerbolzenkopfes, einer Höhe c_1 und einer Länge der Basisseite $4 \cdot c_1$ anzunehmen (siehe Anlage 12, Bild 12).

$A_{c,Nb}$ = vorhandene projizierte Fläche (auf der Seitenfläche des Betons). Bei der Berechnung ist der Ausbruchkörper der Ankerbolzen wie oben angegeben zu idealisieren und es ist die Überschneidung der projizierten Flächen benachbarter Ankerbolzen zu beachten. Beispiel für die Berechnung der projizierten Fläche siehe Anlage 12, Bild 13.

c) Der Einflußfaktor $\psi_{s,Nb}$ berücksichtigt die Störung des Spannungszustandes im Beton an der Bauteilecke:

$$\psi_{s,Nb} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c_2}{c_1} \leq 1 \qquad (3.8b)$$

Zur Sicherung der Bauteilecke ist hier eine Eckbewehrung einzulegen, die für die Kraft des gezogenen Ankerbolzens zu bemessen ist.

d) Der Einflußfaktor $\psi_{ec,Nb}$ berücksichtigt eine exzentrisch angreifende Belastung der Randbefestigung.

$$\psi_{ec,Nb} = \frac{1}{1 + 2 \cdot e_N / (4 \cdot c_1)} \leq 1 \qquad (3.8c)$$

e_N = Maß der Exzentrizität vom 'Schwerpunkt' der auf Zug(Druck-)belasteten Ankerbolzen zur angreifenden Kraft.

e) Der Einflußfaktor $\psi_{g,Nb}$ berücksichtigt den Einfluß der Lasteinleitungsflächen einzelner Ankerbolzen in einer Ankerbolzengruppe.

$$\psi_{g,Nb} = \sqrt{n} + (1 - \sqrt{n}) \cdot \frac{s_1}{4 \cdot c_1} \geq 1 \qquad (3.8d)$$

n = Anzahl von zug(druck-)belasteten Ankerbolzen in einer Richtung parallel zum Bauteilrand.

Deutsches Institut für Bautechnik 5

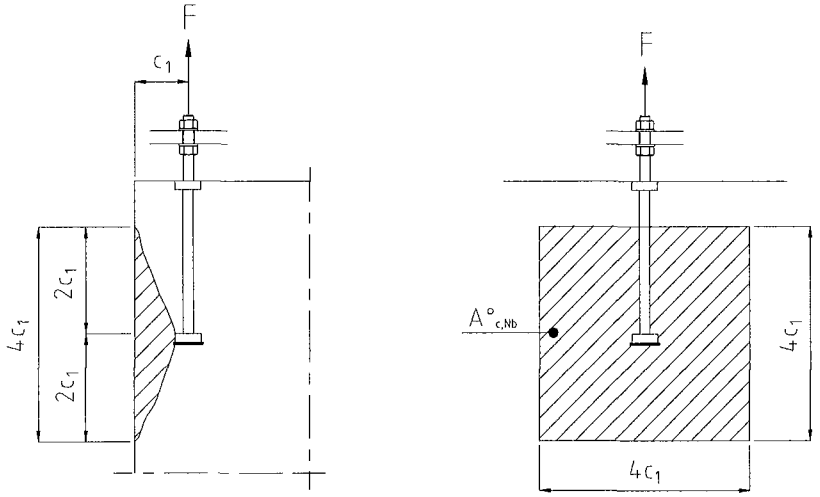
f) Der Faktor $\psi_{ucr,Nb}$ berücksichtigt den Einfluß der Lage der Verankerung im gerissenen oder ungerissenen Beton. Für die Ankerbolzen gilt:

$\psi_{ucr,Nb}$ = 1,0 (Verankerung im gerissenen Beton)

$\psi_{ucr,Nb}$ = 1,4 (Verankerung im ungerissenen Beton)

Bild 12: Idealisierter Betonausbruch

Vertikalschnitt **Seitenansicht**



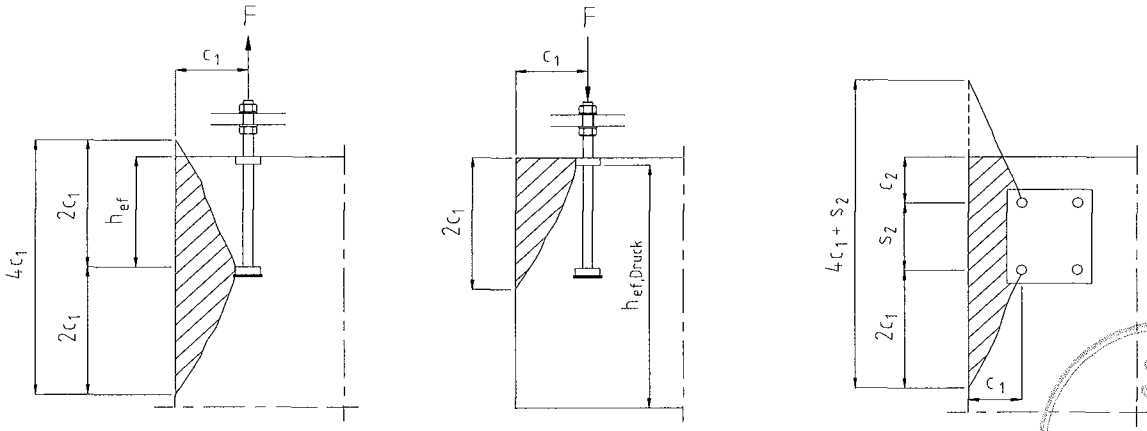
$$A^0_{c,Nb,Zug} = 16 \cdot c_1^2$$

$$A^0_{c,Nb,Druck} = 16 \cdot c_1^2$$

Bild 13: Beispiel für lokalen Betonausbruch am Bauteilrand

Vertikalschnitte **Draufsicht**

zugbeanspruchte Ankerbolzen druckbeanspruchte Ankerbolzen



$$A_{c,Nb,Zug} = (2 \cdot c_1 + h_{ef}) \cdot (2 \cdot c_1 + s_2 + c_2)$$

$$A_{c,Nb,Druck} = 2 \cdot c_1 \cdot (2 \cdot c_1 + s_2 + c_2)$$

Deutsches Institut für Bautechnik

Bei der Bemessung von auf Druck beanspruchten Ankerbolzen ist zu beachten, dass die Lasteinleitungsfläche bündig mit der Betonoberfläche ist. Die tatsächliche Versagensfläche an der Bauteiloberfläche $A_{c,Nb}$ beginnt daher von der Betonoberkante und kann maximal die Größe $A_{c,Nb} = 4 \cdot c_1 \cdot 2 \cdot c_1$ (Einzelanker) bzw. $A_{c,Nb} = (4 \cdot c_1 + s_2) \cdot 2 \cdot c_1$ (2 Anker nebeneinander) erreichen.

Ermittlung der Tragfähigkeit einer Rückhängebewehrung bei Normalkraftbeanspruchung

Der charakteristische Widerstand der Rückhängebewehrung gegenüber Stahlversagen beträgt:

$$N_{Rk,re} = n \cdot A_s \cdot f_{yk} \quad [N] \qquad (3.9a)$$

n = Anzahl der Schenkel der Rückhängebewehrung, welche als effektiv angenommen werden dürfen
A_s = Querschnitt eines Schenkels der Rückhängebewehrung [mm²]
f_{yk} = charakteristische Streckgrenze des Bewehrungsstahles der Rückhängebewehrung [N/mm²]

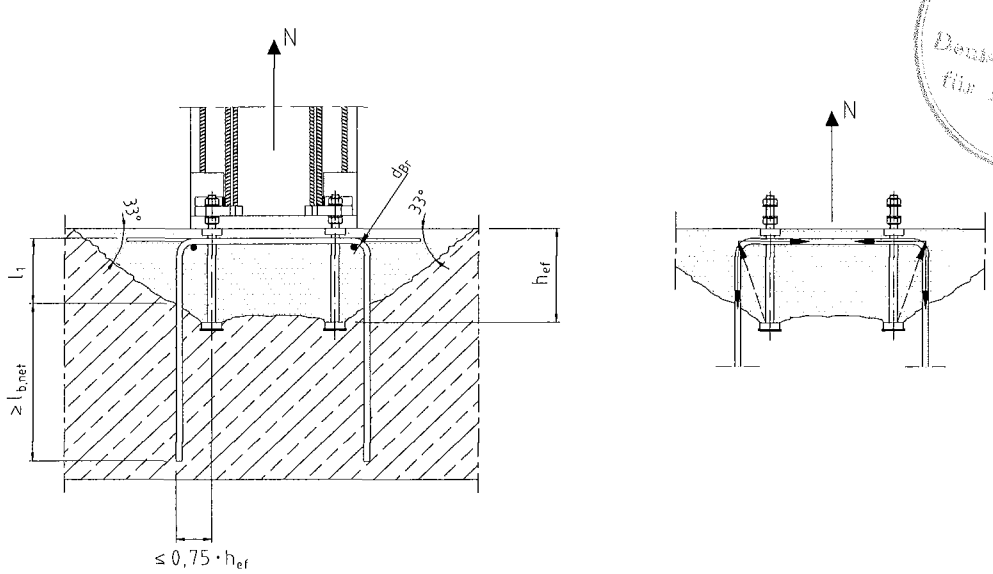
Der Bemessungswiderstand der Rückhängebewehrung aufgrund der Verankerung im Betonausbruchkegel beträgt:

$$N_{Rd,a} = \sum_n \frac{l_n \cdot \pi \cdot d_s \cdot f_{bd}}{\alpha_a} \quad [N] \qquad (3.9b)$$

l_n = Verankerungslänge des n-ten Schenkels der Rückhängebewehrung im Betonausbruchkörper (siehe Bild 14, Neigungswinkel des Ausbruchkörpers $\alpha = 33°$)
$\geq 4 \cdot d_s = l_{b,min}$ (für Haken oder Schlaufen)
$\geq 10 \cdot d_s = l_{b,min}$ (für gerade Stäbe)
$l_{b,min}$ = minimale Verankerungslänge im Betonausbruchkörper
d_s = Durchmesser der Rückhängebewehrung ≤ 16 mm
f_{bd} = Bemessungswert der Verbundspannung entsprechend DIN 1045-1:2008-08, Abschnitt 12.5
α_a = Faktor zur Berücksichtigung der Hakenwirkung nach DIN 1045-1
= 0,7 für Rückhängebewehrung mit Haken
n = Anzahl der effektiven Schenkel der Rückhängebewehrung

Die Rückhängebewehrung sollte unmittelbar neben dem Ankerbolzen angeordnet werden. Die Bügelschenkel sollten die gleichen Durchmesser besitzen und sind außerhalb des Ausbruchkegels mit einer Verankerungslänge von $l_{b,net}$ nach DIN 1045-1:2008-08, Abschnitt 12.6.2 zu verankern.
Als Rückhängebewehrung dürfen nur Bügel oder Schlaufen angesetzt werden, die in einem Abstand $\leq 0{,}75 \cdot h_{ef}$ vom Bolzen angeordnet werden. Für die Rückhängebewehrung ist der Biegerollendurchmesser d_{br} nach DIN 1045-1:2008-08, Abschnitt 12.3.1 einzuhalten.

Bild 14: Beispiel für die Ausbildung der Rückhängebewehrung zur Aufnahme der Zuglasten, sowie der Kräfte aus dem angenommenen Fachwerkmodell



Deutsches Institut für Bautechnik

Charakteristische Widerstände für den Nachweis der Tragfähigkeit bei Querbeanspruchung

Tabelle 6: Charakteristische Widerstände eines Ankerbolzens bei Querlast ohne und mit Hebelarm bei Stahlversagen in kN bzw. Nm

Doppelkopfanker Typ		PDK 16	PDK 20	PDK 24	PDK 30	PDK 36	PDK 42	PDK 48	PDK 56
Charakteristischer Widerstand $V_{Rk,s}$ bei **Querlast ohne Hebelarm**	[kN]	62	97	141	224	326	448	589	812
Charakteristischer Widerstand $M_{Rk,s}^0$ bei **Querlast mit Hebelarm**	[Nm]	266	519	896	1797	3161	5082	7656	12385

Bei Querlast mit Hebelarm gilt:

$V_{Rk,s,M} = \alpha_M \cdot M_{Rk,s} / m \leq V_{Rk,s}$ ($V_{Rk,s}$ siehe Tabelle 6)

m = anzusetzender Hebelarm, gemessen ab der Oberkante der oberen Ankerplatte des Ankerbolzens bis zur Mitte der Anbauteildicke (siehe Bild 15).

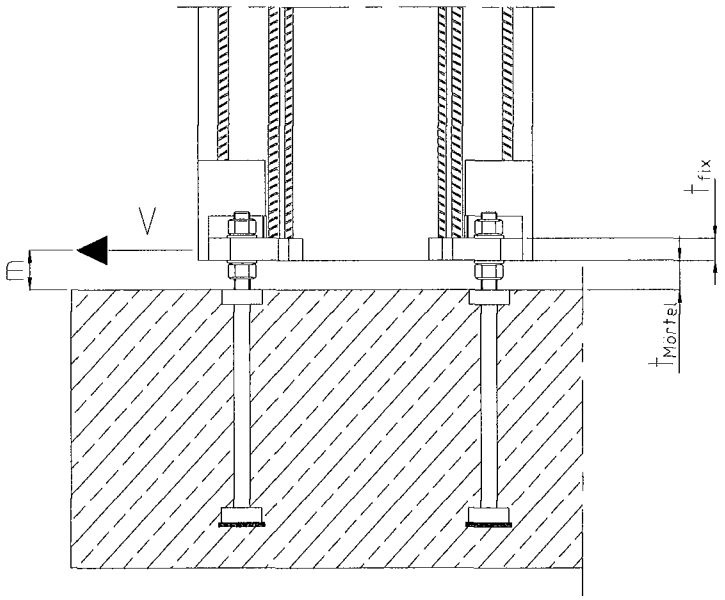
$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 \cdot (1 - N_{Sd} / N_{Rd,s})$

$N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$

α_M = Faktor zur Berücksichtigung der Anbauteilverdrehung
= 1,0 verdrehbar
= 2,0 unverdrehbar

Deutsches Institut für Bautechnik 5

Bild 15: Querlast mit Hebelarm, Definitionen



Betonversagen – Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

Der charakteristische Widerstand $V_{Rk,cp}$ ist mit Gleichung 3.10 zu ermitteln:

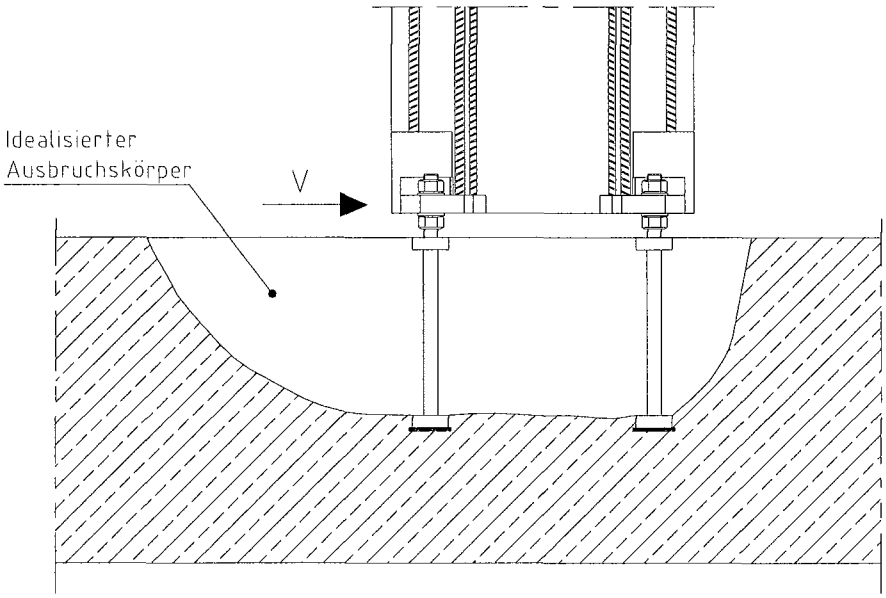
$$V_{Rk,cp} = 2{,}0^{1)} \cdot N_{Rk,c} \qquad (3.10)$$

$N_{Rk,c}$ ist gemäß Anlage 8 zu ermitteln. Dabei ist $N_{Rk,c}$ für die durch die Querlast beanspruchten Ankerbolzen zu ermitteln. Die Ermittlung von $N_{Rk,c}$ hat unter Berücksichtigung der Verankerungstiefe h_{ef} für Zugbeanspruchung zu erfolgen.

1) Bei Verankerungen mit Rückhängebewehrung nach Anlage 19 bzw. Anlage 20 ist dieser Faktor mit 1,5 anzusetzen.

Deutsches Institut für Bautechnik

Bild 16: Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite



Betonkantenbruch bei randnahen Verankerungen

Der charakteristische Widerstand eines Ankerbolzens bzw. einer Ankerbolzen gruppe für die Versagensart Betonkantenbruch durch eine Belastung infolge Querzug senkrecht zur Bauteilkante läßt sich wie folgt ermitteln:

$$V_{Rk,c} = V^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,V}}{A^0_{c,V}} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{ucr,V} \quad [N] \qquad (3.11)$$

Nachfolgend werden die einzelnen Faktoren der Gleichung (3.11) angegeben:

a) Der Ausgangswert des charakteristischen Widerstandes eines senkrecht zur Bauteilkante beanspruchten Ankerbolzens im gerissenen Beton beträgt:

$$V^0_{Rk,c} = 1{,}6 \cdot d_2^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c_1^{1,5} \quad [N] \qquad (3.11a)$$

d_2 = Schaftdurchmesser
l_f = effektive Lasteinleitungslänge
= $h_{ef} \leq 8 \cdot d_2$
c_1 = Randabstand in Lastrichtung
$f_{ck,cube}$ = Betonwürfeldruckfestigkeit [N/mm²] (für $f_{ck,cube}$ darf maximal 60 N/mm² angesetzt werden)

$$\alpha = 0{,}1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1}\right)^{0,5} \qquad (3.11b) \qquad\qquad \beta = 0{,}1 \cdot \left(\frac{d_2}{c_1}\right)^{0,2} \qquad (3.11c)$$

b) Der Einfluss der Achsabstände sowie weiterer Randabstände parallel zur Lastrichtung und der Bauteildicke auf den charakteristischen Widerstand wird durch den Verhältniswert $A_{c,V} / A^0_{c,V}$ berücksichtigt:

$A^0_{c,V}$ = Projektionsfläche des Ausbruchkörpers eines einzelnen Ankerbolzens auf der seitlichen Betonoberfläche ohne Einfluss von Rändern parallel zur angenommenen Lastrichtung Bauteildicke oder benachbarter Ankerbolzen. Dabei wird der Ausbruchkörper als halbe Pyramide mit der Höhe c_1 und der Länge des Basisseiten $1{,}5 \cdot c_1$ und $3 \cdot c_1$ angenommen (siehe Anlage 17, Bild 17).

$A_{c,V}$ = Tatsächlich vorhandene Fläche des Ausbruchkörpers der Verankerung auf der seitlichen Betonoberfläche. Sie wird begrenzt durch die Überschneidung der einzelnen Ausbruchkörper benachbarter Befestigungen ($s \leq 3 \cdot c_1$) sowie durch Bauteilränder parallel zur angenommenen Lastrichtung ($c_2 \leq 1{,}5 \cdot c_1$) und die Bauteildicke ($h \leq 1{,}5 \cdot c_1$).
Ein Beispiel für die Berechnung von $A_{c,N}$ zeigt Anlage 17, Bild 18.

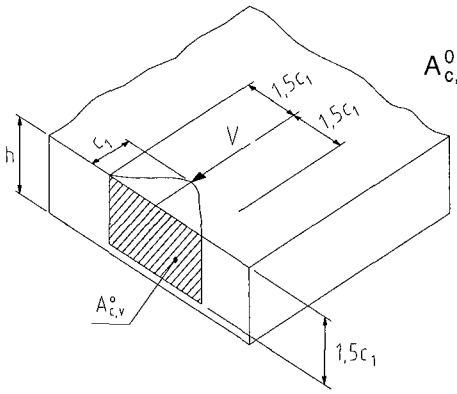
Bei der Ermittlung von $A^0_{c,V}$ und $A_{c,V}$ wird angenommen, dass die Querlast senkrecht zu Bauteilrand hin wirkt. Bei Verankerungen in der Bauteilecke ($c_2 \leq 1{,}5 \cdot c_1$) sind die Widerstände für beide Ränder zu berechnen, wobei der kleinste Wert maßgebend ist (siehe Anlage 17, Bild 19).

c) Der Faktor $\psi_{s,V}$ berücksichtigt die Störung des Spannungszustandes im Beton durch weitere Bauteilränder. Bei Verankerungen mit zwei Randabständen parallel zur angenommenen Lastrichtung (z.B. in einem schmalen Bauteil) ist der kleinere Randabstand in Gleichung (3.11d) einzusetzen:

$$\psi_{s,V} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c_2}{1{,}5 \cdot c_1} \leq 1 \qquad (3.11d)$$

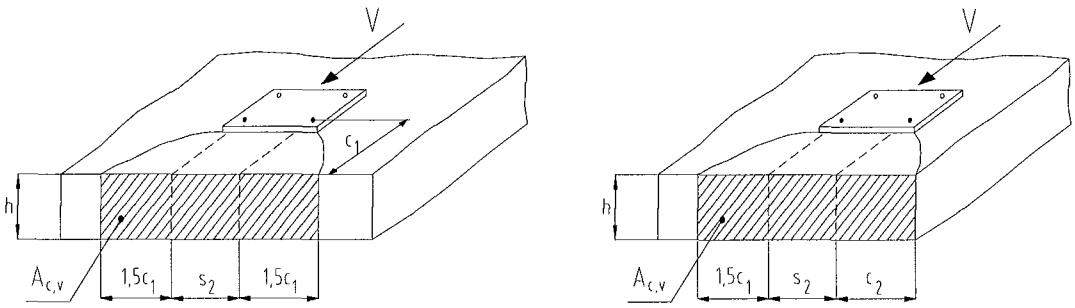
c_1 = Randabstand in Lastrichtung
c_2 = Randabstand senkrecht zur Lastrichtung

Deutsches Institut für Bautechnik



$$A^0_{c,V} = (2 \cdot 1{,}5 \cdot c_1) \cdot 1{,}5 \cdot c_1 = 4{,}5 \cdot c_1^2$$

Bild 17: Idealisierter Betonausbruchkörper und Fläche $A^\circ_{c,V}$ des Betonausbruchkörpers eines Ankerbolzens



$A_{c,V} = (2 \cdot 1{,}5 \cdot c_1 + s_2) \cdot h$

$h \leq 1{,}5 \cdot c_1$

$s_2 \leq 3 \cdot c_1$

b) Ankergruppe am Bauteilrand in einem dünnen Bauteil

$A_{c,V} = (1{,}5 \cdot c_1 + s_2 + c_2) \cdot h$

$h \leq 1{,}5 \cdot c_1$

$c_2 \leq 1{,}5 \cdot c_1$

a) Ankergruppe in der Bauteilecke in einem dünnen Bauteil

Bild 18: Beispiel für die vorhandene Fläche $A_{c,V}$ der idealisierten Betonausbruchkörper für Ankerbolzengruppen unter Querbeanspruchung

Deutsches Institut für Bautechnik 5

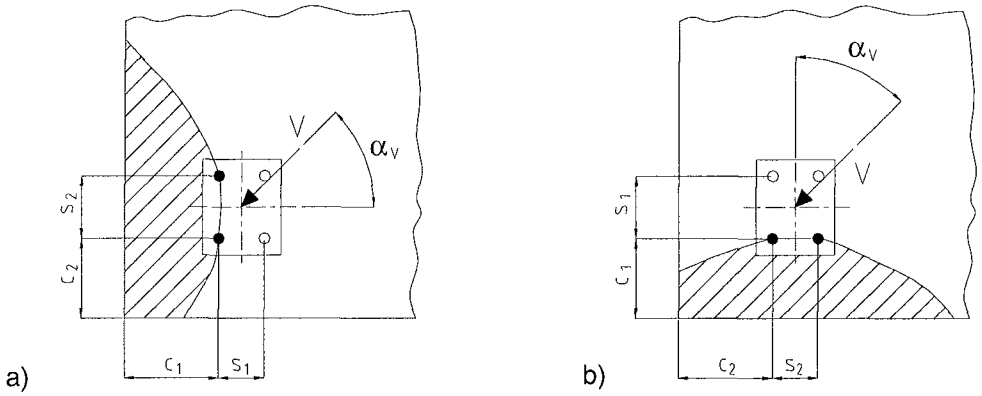


Bild 19: Beispiel für eine Ankerbolzengruppe unter Querbeanspruchung in der Bauteilecke (Doppelnachweis erforderlich)

d) Der Faktor $\psi_{h,V}$ berücksichtigt, dass der Querwiderstand nicht proportional zur Bauteildicke, wie beim Verhältnis $A_{c,V} / A^0_{c,V}$ angenommen, abnimmt:

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1{,}5 \cdot c_1}{h}\right)^{0,5} \geq 1 \qquad (3.11e)$$

e) Der Faktor $\psi_{\alpha,V}$ berücksichtigt den Winkel α_V zwischen der einwirkenden Last V und der Richtung senkrecht zur freien Bauteilkante:

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos\alpha_V)^2 + (0{,}4 \cdot \sin\alpha_V)^2}} \geq 1{,}0 \qquad \text{für } 0° \leq \alpha_V \leq 90° \qquad (3.11f)$$

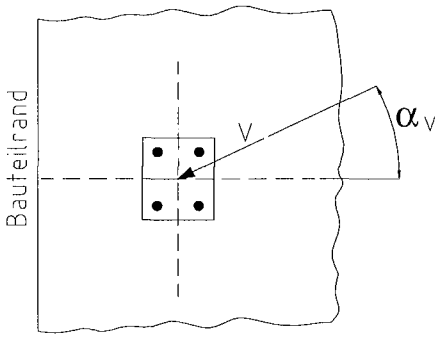


Bild 20: Definition des Winkels α_V

f) Der Einflussfaktor $\psi_{ec,V}$ berücksichtigt eine exzentrische Querbeanspruchung einer Ankerbolzengruppe:

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + 2 \cdot e_V / (3 \cdot c_1)} \leq 1 \qquad (3.11g)$$

e_V = Exzentrizität der resultierenden Querlast der Ankerbolzen. Die Exzentrizität ist aus der berechneten Ankerkräften zu bestimmen. Sie ist auf den geometrischen Schwerpunkt der querbeanspruchten Ankerbolzen zu beziehen.

c_1 = Randabstand in Lastrichtung

Auf der sicheren Seite liegend darf der Einflussfaktor $\psi_{ec,V}$ = 1,0 angenommen werden, wenn der charakteristische Widerstand des höchstbeanspruchten Ankerbolzens wie folgt ermittelt wird:

$$V^h_{Rk,c} = \frac{V_{Rk,c}}{n}$$

n = Anzahl der querbeanspruchten Ankerbolzen

Dann ist anstatt des Nachweises nach Abschnitt 3.2.2, Tabelle 3.3 ein Nachweis wie folgt zu führen:

$$V^h_{Sd} \leq \frac{V^h_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$$

g) Der Faktor $\psi_{ucr,V}$ berücksichtigt den Einfluß der Lage der Verankerung im gerissenen oder ungerissenen Beton bzw. welche Art on Rückhängebewehrung vorhanden ist.:

$\psi_{ucr,V}$ = 1,0 Verankerung im gerissenen Beton ohne Rand- oder Rückhängebewehrung

$\psi_{ucr,V}$ = 1,2 Verankerung im gerissenen Beton mit gerader Randbewehrung (ø ≥ 12 mm)

$\psi_{ucr,V}$ = 1,4 Verankerung im gerissenen Beton mit Rand- und engmaschiger Rückhängebewehrung (Achsabstand ≤ 10 cm) und Verankerungen im ungerissenen Beton

Deutsches Institut für Bautechnik

Ermittlung der Tragfähigkeit einer Rückhängebewehrung bei Querkraftbeanspruchung

Zur Aufnahme der auftretenden Querkraft kann eine Rückhängebewehrung eingelegt werden. Die Bewehrung kann eine Oberflächenbewehrung (siehe Bild 21) oder eine Bewehrung aus Bügeln und Schlaufen sein (siehe Anlage 20, Bild 22).

Der charakteristische Widerstand der Rückhängebewehrung gegenüber Stahlversagen beträgt:

$$V_{Rk,re} = k_5 \cdot n \cdot A_s \cdot f_{yk} \quad [N] \qquad (3.12a)$$

k_5 = Effektivitätsfaktor
= 1,0 Oberflächenbewehrung entsprechend Bild 21
= 0,5 Rückhängebewehrung entsprechend Anlage 20, Bild 22
n = Anzahl der Stäbe der Rückhängebewehrung, die sich effektiv an der Lastabtragung beteiligen
A_s = Querschnitt eines Bewehrungsstabes der Rückhängebewehrung [mm²]
f_{yk} = charakteristische Streckgrenze des Bewehrungsstahles der Rückhängebewehrung [N/mm²]

Der Bemessungswiderstand der Rückhängebewehrung aufgrund der Verankerung im Betonausbruchkegel beträgt:

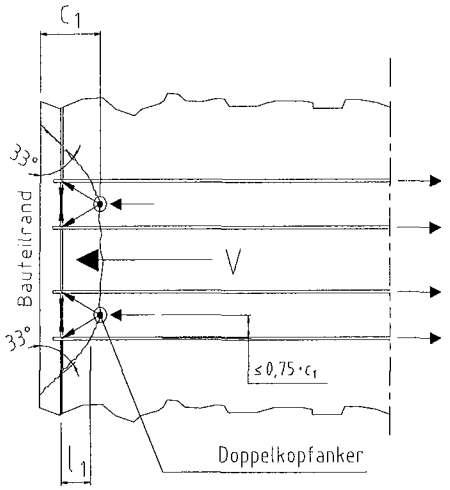
$$V_{Rd,a} = \sum_n \frac{l_n \cdot \pi \cdot d_s \cdot f_{bd}}{\alpha_a} \quad [N] \qquad (3.12b)$$

l_n = Verankerungslänge der Rückhängebewehrung im angenommenen Ausbruchkörper (siehe Bild 22, Neigungswinkel des Ausbruchkörpers $\alpha = 33°$)
$\geq 4 \cdot d_s = l_{b,min}$ (für Haken oder Schlaufen)
$\geq 10 \cdot d_s = l_{b,min}$ (für gerade Stäbe)
$l_{b,min}$ = minimale Verankerungslänge im Betonausbruchkörper
d_s = Durchmesser der Rückhängebewehrung ≤ 16 mm
f_{bd} = Bemessungswert der Verbundspannung entsprechend DIN 1045-1:2008-08, Abschnitt 12.5
α_a = Faktor zur Berücksichtigung der Hakenwirkung nach DIN 1045-1
= 0,7 für Rückhängebewehrung mit Haken
n = Anzahl der effektiven Schenkel der Rückhängebewehrung

Die Bügelschenkel sollten die gleichen Durchmesser besitzen und sind außerhalb des Ausbruchkegels mit einer Verankerungslänge von $l_{b,net}$ nach DIN 1045-1:2008-08, Abschnitt 12.6.2 zu verankern. Als Rückhängebewehrung dürfen nur Bügel oder Schlaufen angesetzt werden, die in einem Abstand $\leq 0{,}75 \cdot h_{ef}$ vom Bolzen angeordnet werden. Für die Rückhängebewehrung ist der Biegerollendurchmesser d_{br} nach DIN 1045-1:2008-08, Abschnitt 12.3.1 einzuhalten

Bild 21: Oberflächenbewehrung zur Aufnahme der Querkräfte - Fachwerkmodell

Deutsches Institut für Bautechnik 5

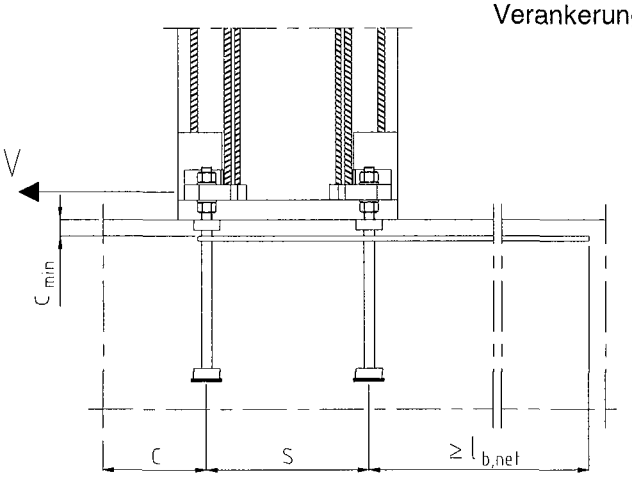


Bewehrung am Rand des Betonkörpers ist einzulegen und entsprechend dem Fachwerkmodell (siehe Bild 21) zu bemessen. Als Vereinfachung darf der Winkel der 4 Druckstreben mit 45° angenommen werden.

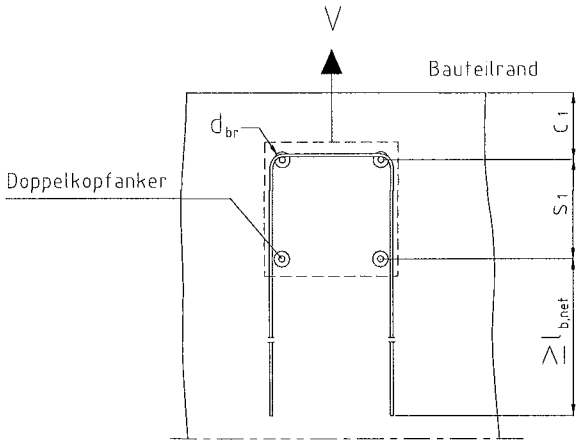
Bild 22: Detaillierte Darstellung der als Schlaufen ausgebildeten Rückhängebewehrung

a)

Verankerungslängen nach DIN 1045-1



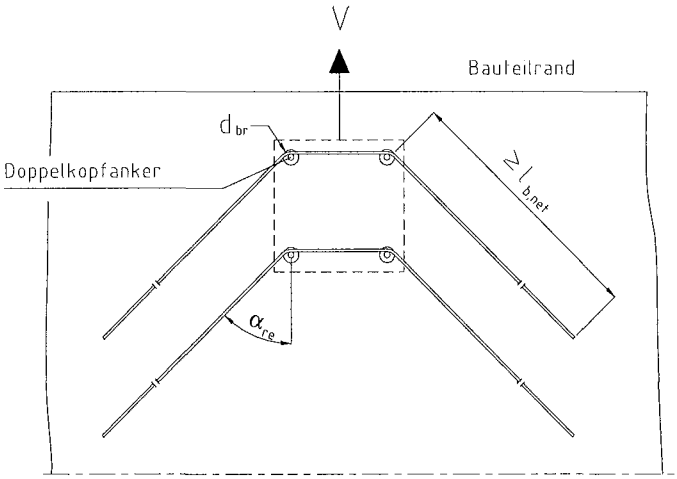
b)



Rückhängebewehrung

$V_{Rk,re}$

c)



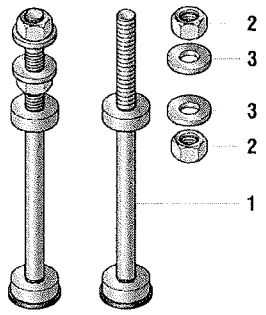
Rückhängebewehrung

$V_{Rk,re,\alpha} = V_{Rk,re} \cdot \cos \alpha_{re}$

Deutsches Institut für Bautechnik

Montageanleitung – Teil 1

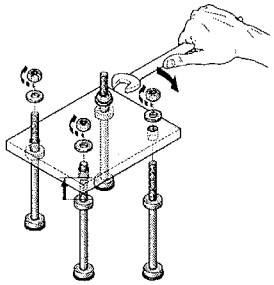
1. Vollständigkeit kontrollieren



1. Ankerstange mit oberer und unterer Ankerplatte.
   Pufferscheibe aufgeklebt auf Unterseite der unteren Ankerplatte.
2. Zwei Sechskantmuttern
3. Zwei Sonder-Unterlegscheiben

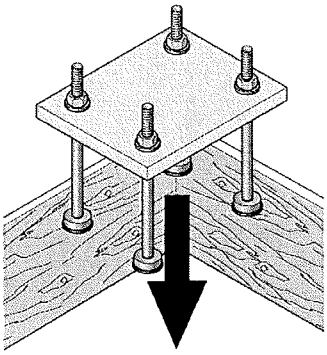
Einzelteile der Ankerbolzen dürfen nicht ausgetauscht werden !

2. Ankerbolzen an Schablone befestigen



3.Schablone mit Ankerbolzen zwischen Bewehrung positionieren

Deutsches Institut für Bautechnik



Obere Ankerplatte flächenbündig mit der Oberfläche des Betons ausrichten.

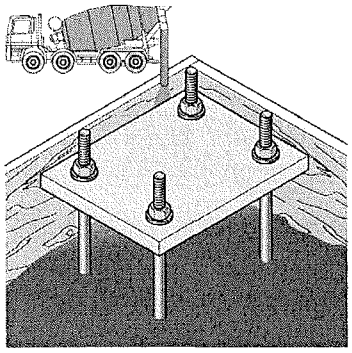
Schablone z.B. mit Kanthölzern an Schalung befestigen.

Längere Anker mit Draht an Bewehrung sichern.

An Ankerbolzen dürfen keine Schweißverbindungen hergestellt werden.

Montageanleitung – Teil 2

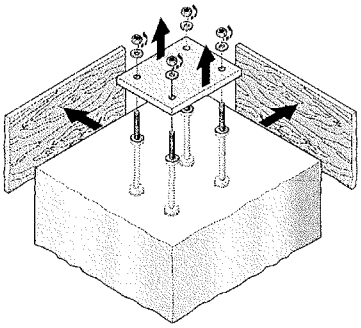
4. Betonieren



Sorgsam verdichten, ohne signifikante Hohlräume unter den Ankerplatten. Einbauteile nicht gewaltsam verschieben oder beschädigen.

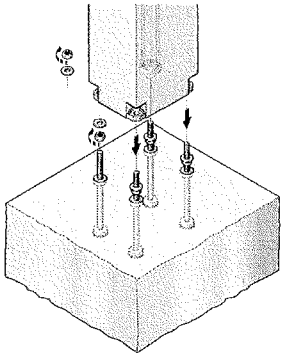
Verschmutzte Gewindeteile zügig reinigen !

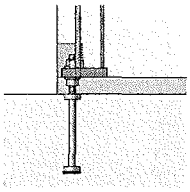
5. Ausschalen



Herausstehende Bolzen vor Verformung bzw. Beschädigung schützen.

6. Anbauteil montieren





Vollständige Aushärtung des Betons abwarten.

Maximales Installationsdrehmoment einhalten (Anlage 4, Tabelle 1).

Zusätzlich Montagehinweise des jeweiligen Anbauteils beachten.

Befestigung von Betonfertigteilstützen:

Stützenfüße und Fuge zwischen Fertigteil und Betonbauteil mit hochfestem, schwindarmem Mörtel vergießen.

Deutsches Institut für Bautechnik