

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten

Bautechnisches Prüfamt

Eine vom Bund und den Ländern
gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts
Mitglied der EOTA, der UEAtc und der WFTAO

Datum:

15.09.2011

Geschäftszeichen:

I 23-1.21.5-62/11

Zulassungsnummer:

Z-21.5-1820

Antragsteller:

HALFEN GmbH

Liebigstraße 14
40764 Langenfeld

Geltungsdauer

vom: **30. September 2011**

bis: **30. September 2016**

Zulassungsgegenstand:

Halfen-Ankerbolzen HAB F

Der oben genannte Zulassungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen.
Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung umfasst elf Seiten und 23 Anlagen.
Der Gegenstand ist erstmals am 14. September 2006 allgemein bauaufsichtlich zugelassen worden.

DIBt

I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Mit der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Zulassungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
- 2 Sofern in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Anforderungen an die besondere Sachkunde und Erfahrung der mit der Herstellung von Bauprodukten und Bauarten betrauten Personen nach den § 17 Abs. 5 Musterbauordnung entsprechenden Länderregelungen gestellt werden, ist zu beachten, dass diese Sachkunde und Erfahrung auch durch gleichwertige Nachweise anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union belegt werden kann. Dies gilt ggf. auch für im Rahmen des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) oder anderer bilateraler Abkommen vorgelegte gleichwertige Nachweise.
- 3 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
- 4 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
- 5 Hersteller und Vertreiber des Zulassungsgegenstandes haben, unbeschadet weitergehender 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.
- 6 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.
- 7 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.

II BESONDERE BESTIMMUNGEN

1 Zulassungsgegenstand und Anwendungsbereich

1.1 Zulassungsgegenstand

Der Halfen-Ankerbolzen HAB F (im weiteren Ankerbolzen genannt) besteht aus einem glattschaftigen Stahlbolzen in den Nenndurchmessern 12 bis 60 mm, zwei Sechskantmuttern und zwei Scheiben. An einem Ende des Bolzens ist ein Kopf aufgestaucht und am anderen Ende ein Gewinde der Größen M12 bis M60 aufgerollt. In Tabelle 1.1 sind die Ankerbolzentypen zusammengestellt.

Tabelle 1.1

Ankerbolzentypen

Ankerbolzen HAB F (Gewindegröße)	12	14	16	20	22	24	27	30	33	36	39	45	52	60
Schaftdurchmesser	10,8	12,7	14,7	18,3	20,3	22,0	25,0	27,7	30,7	33,4	36,4	42,0	48,7	56,4

Der Ankerbolzen wird bis zur Markierung der Verankerungstiefe (Gewindeende) einbetoniert. Auf der Anlage 1 ist der Ankerbolzen im eingebauten Zustand dargestellt.

1.2 Anwendungsbereich

Der Ankerbolzen darf nur zum Anschluss von Stahlbeton-Fertigteilstützen mit den zugehörigen Halfen-Stützenschuhen und von Stahl- bzw. Stahlverbundstützen mit Fußplatten verwendet werden.

Die Ankerbolzen dürfen unter vorwiegend ruhender Belastung in Normalbeton der Festigkeitsklassen von mindestens C20/25 nach DIN EN 206-1:2001-7 verwendet werden.

Die Ankerbolzen dürfen im gerissenen und ungerissenen Beton verankert werden, sofern keine Anforderungen hinsichtlich der Feuerwiderstandsdauer an die Gesamtkonstruktion einschließlich der Verankerungen gestellt werden.

Zur Sicherung des Korrosionsschutzes der Ankerbolzen beim Anschluss von Stahlbeton-Fertigteilstützen mit den zugehörigen Halfen - Stützenschuhen sind die Fugen zwischen dem Betonbauteil und dem Stützenschuh sowie die Aussparungen für die Muttern nachträglich mit einem stützenbündigen Verguss aus Vergussmörtel oder Vergussbeton der Schwindklasse SKVB I gemäß DAfStb-Richtlinie "Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel" vollflächig zu vergießen. Hierbei darf die Betondeckung die in DIN 1045-1:2008-08 angegebenen Mindestwerte nicht unterschreiten.

Der Ankerbolzen darf beim Anschluss von Stahlstützen nur in geschlossenen Räumen, z. B. Wohnungen, Büroräume, Schulen, Krankenhäusern, Verkaufsstätten - mit Ausnahme von Feuchträumen - verwendet werden.

2 Bestimmungen für das Bauprodukt

2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

Die Abmessungen der Ankerbolzen müssen den Werten der Tabelle 2, Anlage 5 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 gemäß DIN 4102-1:1998-05 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen.

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. HAB F 16.

Jedem Ankerbolzen ist das Werkzeichen und die Gewindegröße gemäß Anlage 4 einzuprägen. Die Verankerungstiefe ist durch das Gewindeende 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.

Die Erklärung, dass ein Übereinstimmungszertifikat erteilt ist, hat der Hersteller durch Kennzeichnung der Bauprodukte mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) unter Hinweis auf den Verwendungszweck abzugeben.

Dem Deutschen Institut für Bautechnik, ist von der Zertifizierungsstelle eine Kopie des von ihr erteilten Übereinstimmungszertifikats 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

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 zweimal jährlich.

Im Rahmen der Fremdüberwachung ist eine Erstprüfung der Ankerbolzen durchzuführen und es sind Stichproben zu entnehmen. Die Probenahme und Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Überwachungsstelle.

Für Umfang, Art und Häufigkeit der Fremdüberwachung ist der beim Deutschen Institut für Bautechnik und der fremdüberwachenden Stelle hinterlegten 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 enthält.

Es sind nur Ankerbolzengruppen, die aus vier, sechs oder acht Ankerbolzen gemäß Anlage 6 bestehen, zulässig. Auf den Anlagen 7 und 8 sind Begriffe und Formelzeichen, die hier verwendet werden, erläutert.

In einer Ankerbolzengruppe dürfen nur gleiche Ankerbolzendurchmesser und Ankerbolzenlängen verwendet werden.

Die Ankerbolzenschnittkräfte sind aus den an der Ankerplatte des Stützenschuhs oder der Fußplatte der Stahlstütze angreifenden Kräften und Momenten nach der Elastizitätstheorie zu berechnen. Dabei sind folgende Annahmen zu treffen:

- a) 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 $E_c = 21\,000\text{ N/mm}^2$ anzunehmen.

Bei Verankerungen am Bauteilrand ($c \leq 10 h_{ef}$) mit Querbeanspruchung zum Rand dürfen nur die randnahen Ankerbolzen zur Lastaufnahme herangezogen werden.

Bei Verankerungen von Stahlstützen mit einem Lochspiel größer als die entsprechenden Werte der Tabelle 3.1 dürfen nur die Ankerbolzen einer Reihe quer zur Lastrichtung zur Lastaufnahme herangezogen werden.

Tabelle 3.1 Durchmesser des Durchgangslochs in der Fußplatte

Ankerbolzen HAB F... (Gewindegröße)	12	14	16	20	22	24	27	30	33	36	39	45	52	60
Durchmesser Durchgangsloch [mm]	14	16	18	22	24	26	30	33	36	39	42	48	55	63

3.1.2 Minimale Achs- und Randabstände

Die in Tabelle 2, Anlage 5 angegebenen minimalen Achs- und Randabstände dürfen nicht unterschritten werden.

3.1.3 Minimale Bauteildicke

Die erforderliche Bauteildicke h_{\min} ergibt sich aus der Einbautiefe l_1 gemäß Anlage 5 und der erforderlichen Betondeckung. Die Betondeckung der Ankerbolzen muss die Anforderungen gemäß DIN 1045-1:2008-08 erfüllen.

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) S_d den Bemessungswert des Widerstandes (Beanspruchbarkeit) R_d nicht überschreitet:

$$S_d \leq R_d \quad (3.2)$$

S_d = Bemessungswert der Einwirkung

R_d = Bemessungswert des Widerstandes

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

$$F_d = S_d = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k \quad (3.3a)$$

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

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

$$R_d = R_k / \gamma_M \quad (3.3b)$$

R_k = charakteristischer Wert des Widerstandes (Tragfähigkeit, z. B. N_{Rk} oder V_{Rk}). Dieser Wert ist für die einzelnen Versagensursachen in den Anlagen 9 bis 15 für Zugbeanspruchung und 16 bis 23 für Querbeanspruchung angegebenen bzw. nach dem angegebenen Verfahren zu berechnen.

γ_M = Teilsicherheitsbeiwert für den Materialwiderstand

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

Tabelle 3.2 Erforderliche Nachweise bei Zugbeanspruchung

Versagensursachen	Ankerbolzengruppen
Stahlversagen (Ankerbolzen)	$N_{Sd}^h \leq N_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$
Herausziehen	$N_{Sd}^h \leq N_{Rk,p} / \gamma_{Mc}$
lokaler Betonausbruch randnahe Verankerung ¹	$N_{Sd}^g \leq N_{Rk,cb} / \gamma_{Mc}$
Betonausbruch ohne Rückhängebewehrung	$N_{Sd}^g \leq N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$
Betonausbruch mit Rückhängebewehrung	$N_{Sd}^h \leq N_{Rk,h} / \gamma_{Mh}$
Spalten	Mindestbewehrung nach Abschnitt 3.2.4 erforderlich
¹ Dieser Nachweis ist nicht erforderlich, wenn der vorhandene Randabstand $c > 0,5$ hef in beiden Richtungen beträgt.	

Tabelle 3.3 Erforderliche Nachweise bei Querbeanspruchung

Versagensursachen	Ankerbolzengruppen
Stahlversagen (Ankerbolzen) Querlast ohne Hebelarm	$V_{Sd}^h \leq V_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$
Stahlversagen (Ankerbolzen) Querlast mit Hebelarm	$V_{Sd}^h \leq V_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$
Betonausbruch lastabgewandte Seite	$V_{Sd}^g \leq V_{Rk,cp} / \gamma_{Mc}$
Betonkantenbruch bei randnahen Verankerungen ²	$V_{Sd}^g \leq V_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$
Tragfähigkeit der Rückhängebewehrung bei randnahen Verankerungen	$V_{Sd}^h \leq V_{Rk,h} / \gamma_{Mh}$
² Dieser Nachweis ist nicht erforderlich, wenn eine Rückhängebewehrung nach Anlage 22 und 23 vorhanden ist.	

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

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

Für die Verhältnismerte N_{Sd}/N_{Rd} und V_{Sd}/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.

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

Eine Biegebeanspruchung der Ankerbolzen bei 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 wird und
- der Lochdurchmesser im anzuschließenden Bauteil überschreitet die Werte gemäß Tabelle 3.1 nicht.

3.2.3 Teilsicherheitsbeiwerte

Die Teilsicherheitsbeiwerte der Einwirkungen beim Nachweis der Tragfähigkeit betragen im Allgemeinen für ständige bzw. veränderliche Einwirkungen:

$$\gamma_G = 1,35 \text{ bzw. } \gamma_Q = 1,5$$

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)
γ_{Ms}	=	1,25	Stahlversagen der Ankerbolzen (Querlast, Biegung)
γ_{Mh}	=	1,15	Versagen der Rückhängebewehrung bei Querlasten (Stahlversagen)
γ_{Mh}	=	1,8	Versagen der Rückhängebewehrung bei Zuglasten (Herausziehen)

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:

$$A_{S \text{ erf}} = 0,5 \cdot \frac{\sum N_{Sd}}{f_{yk} / \gamma_{Mh}} \quad (3.5)$$

$\sum N_{Sd}$ = Summe der Zugkräfte der zugbeanspruchten Ankerbolzen unter dem Bemessungswert der Einwirkungen

f_{yk} = Streckgrenze der Bewehrung

γ_{Mh} = 1,15

Auf den obengenannten Nachweis kann verzichtet werden, wenn im Bereich der Ankerbolzenverankerungen mindestens eine kreuzweise Bewehrung (B500B) $\varnothing 8/15$ 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 gemäß 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 mit Zuglasten eine Rückhängebewehrung entsprechend dem Bild 8 Anlage 15 angeordnet wird, braucht der Nachweis gegen Betonausbruch gemäß Anlagen 12 bis 14 nicht geführt zu werden. Der Randabstand muss dann $c_1 \geq 1,5 h_{ef}$ betragen.

Die charakteristische Zugtragfähigkeit $N_{Rk,h}$ eines Schenkels (B500B) der Rückhängebewehrung und dessen einbetonierte Länge l_1 ist in Tabelle 6, Anlage 15 angegeben.

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

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

3.2.4.3 Rückhängebewehrung für Querlasten am Rand

Wenn bei Verankerungen am Bauteilrand und Querlasten zum Rand eine Rückhängebewehrung entsprechend der Bilder 15 und 16 Anlagen 22 und 23 angeordnet wird, braucht der Nachweis gegen Betonkantenbruch nach Anlagen 18 bis 21 nicht geführt zu werden.

Die charakteristische Quertragfähigkeit $V_{Rk,h}^o$ eines Stabes (B500B) der Rückhängebewehrung ist in Tabelle 8, Anlage 22 angegeben.

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

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

3.2.5 Bauteiltragfähigkeit gemäß 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 gemäß 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)

$$a \geq 200 \sqrt{N_{Sk}} \quad a \text{ [mm]; } N_{Sk} \text{ [kN]} \quad (3.6)$$

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 $N_{Sk} > 60$ 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
		≤ 60	erforderlich: $V_{Sd,a} \leq 0,4 V_{Rd,ct}$ oder Aufhängebewehrung
	$a \geq 3 h_{ef}$	> 60	nicht erforderlich, jedoch Aufhängebewehrung

3.2.6 Verschiebungsverhalten

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

Tabelle 3.5 Verschiebungen in [mm]

Ankerbolzen-größe HAB F ...	12	14	16	20	22	24	27	30	33	36	39	45	52	60	
Zuglast	Kraft [kN]	30	41	56	87	108	125	164	199	247	291	347	464	625	840
	zugeh. Verschiebung	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,2	2,5
Querlast	Kraft [kN]	18	25	34	52	65	75	98	119	148	175	208	278	375	504
	zugeh. Verschiebung	1,4	1,7	2,0	2,5	2,8	3,1	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,8	6,7	7,8

Die angegebenen Verschiebungswerte gelten für Kurzzeitbelastung, bei Dauerbelastungen können sich die Werte bis auf 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 den anzufertigenden Konstruktionszeichnungen einzubauen. Die Konstruktionszeichnungen müssen die genaue Lage und die Ausführungsangaben (Lage, Größe und Längen der Ankerbolzen) der Verankerungen enthalten. 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 Köpfen der Ankerbolzen der Beton besonders gut verdichtet wird.

Beim Anschluss von Stahlbeton-Fertigteilstützen mit den zugehörigen Halfen-Stützenschuhen sind die Fugen zwischen dem Betonbauteil und dem Stützenschuh sowie die Aussparungen für die Muttern nachträglich mit einem stützenbündigen Verguss aus Vergussmörtel oder Vergussbeton der Schwindklasse SKVB I gemäß DAfStb-Richtlinie "Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel" vollflächig zu vergießen.

Das maximale Installationsmoment T_{inst} gemäß Tabelle 2, Anlage 5 darf insbesondere bei der Befestigung der Fußplatte gemäß Anlage 3 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 wie die Lieferscheine nach Abschluss der Arbeiten mindestens 5 Jahre vom Unternehmen aufzubewahren.

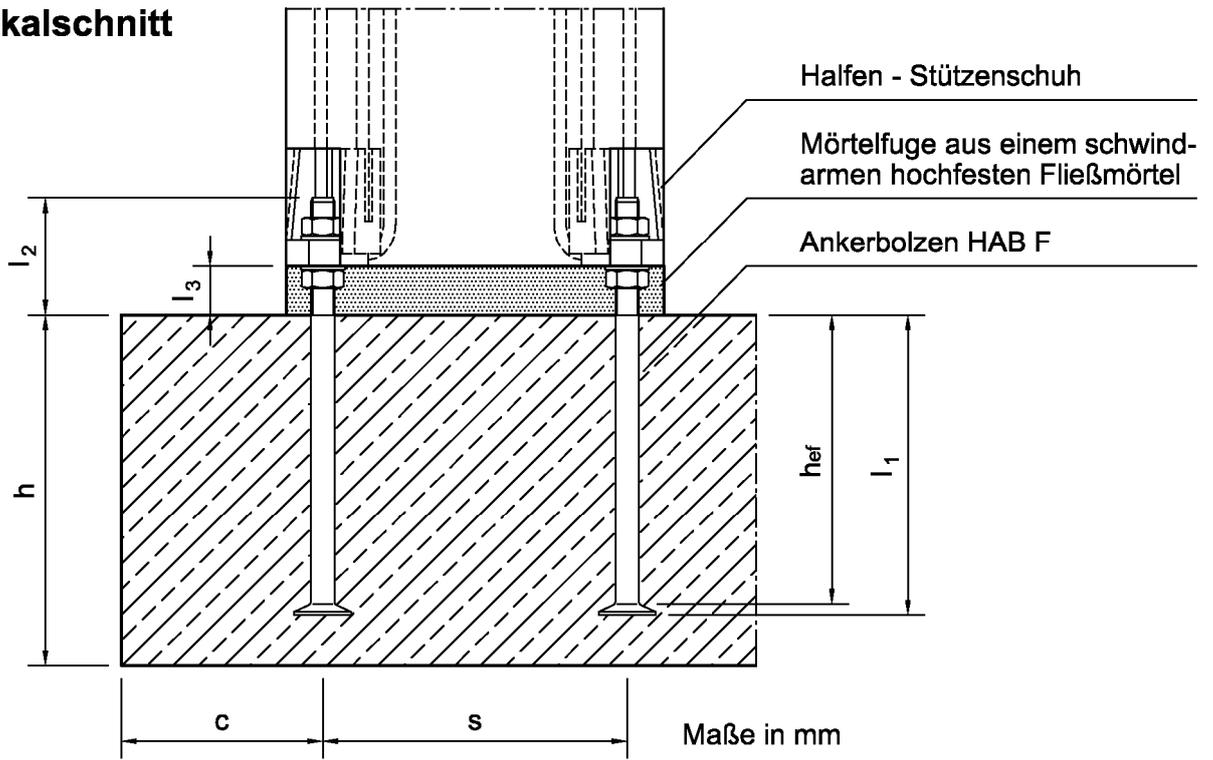
4.3 Montage der Stützenschuhe

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

Andreas Kummerow
Referatsleiter

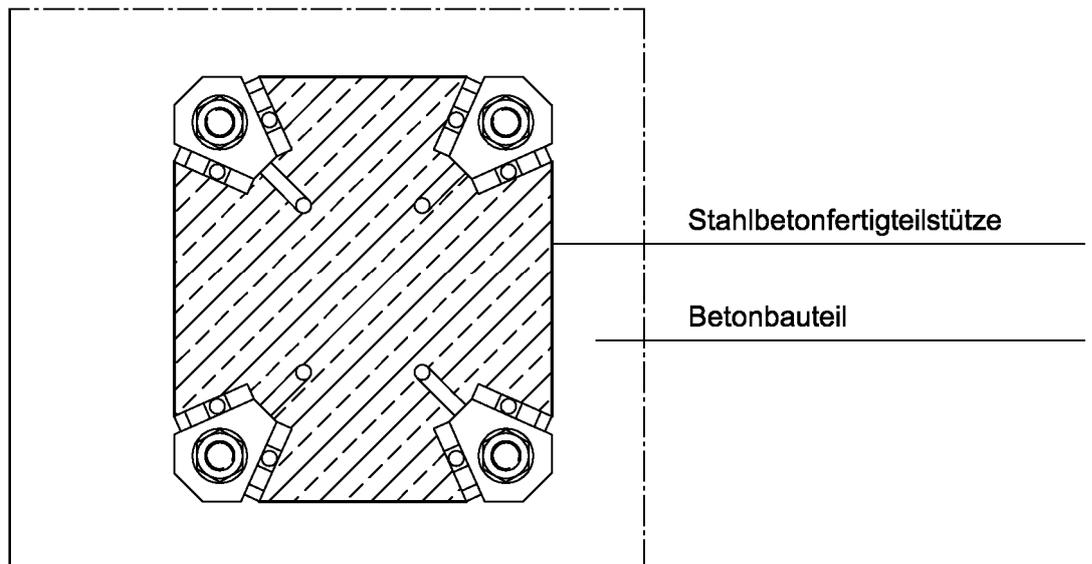
Beglaubigt

Vertikalschnitt



- h Bauteildicke
- h_{ef} effektive Verankerungstiefe
- c Randabstand
- s Achsabstand
- l₁ Länge des Ankerbolzens im Bauteil
- l₂ Überstand des Ankerbolzens im eingebauten Zustand
- l₃ Abstand zwischen OK Beton und UK Balkenschuh

Horizontalschnitt

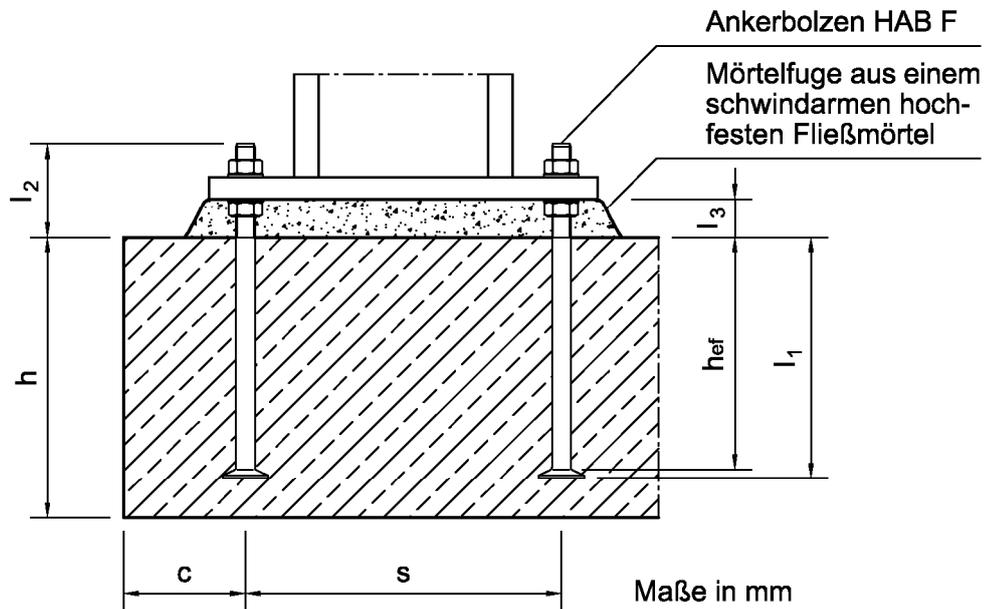


Halben - Ankerbolzen HAB-F

Einbauzustand

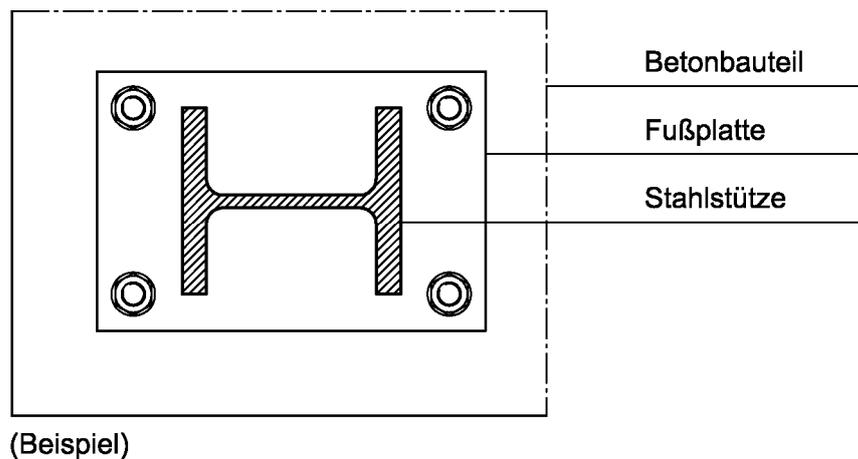
Anlage 1

Vertikalschnitt



- h Bauteildicke
- hef effektive Verankerungstiefe
- c Randabstand
- s Achsabstand
- l₁ Länge des Ankerbolzens im Bauteil
- l₂ Überstand des Ankerbolzens im eingebauten Zustand
- l₃ Abstand zwischen OK Beton und UK Balkenschuh

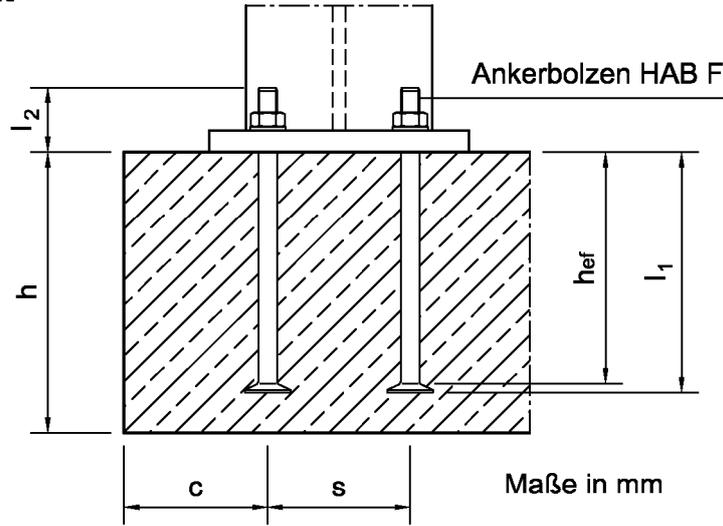
Horizontalschnitt



Nur in trockenen Innenräumen verwenden.

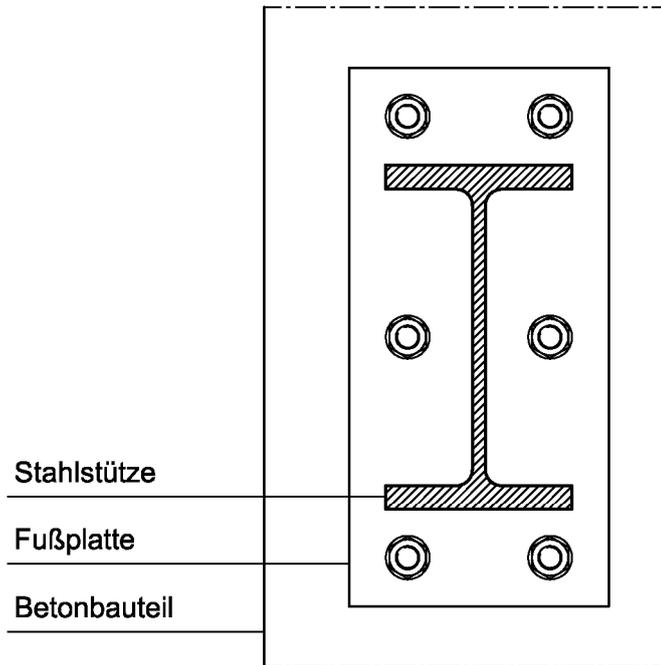
Halben - Ankerbolzen HAB-F	Anlage 2
Einbauzustand mit Stahlplatte und Mörtelfuge	

Vertikalschnitt



- Maße in mm
- h Bauteildicke
 - h_{ef} effektive Verankerungstiefe
 - c Randabstand
 - s Achsabstand
 - l_1 Länge des Ankerbolzens im Bauteil
 - l_2 Überstand des Ankerbolzens im eingebauten Zustand

Horizontalschnitt



(Beispiel)

Nur in trockenen Innenräumen verwenden.
 Das maximale Installationsmoment T_{inst} nach Tabelle 2, Anlage 5 darf nicht überschritten werden.

Halfen - Ankerbolzen HAB-F

Einbauzustand mit Stahlplatte, ohne Mörtelfuge

Anlage 3

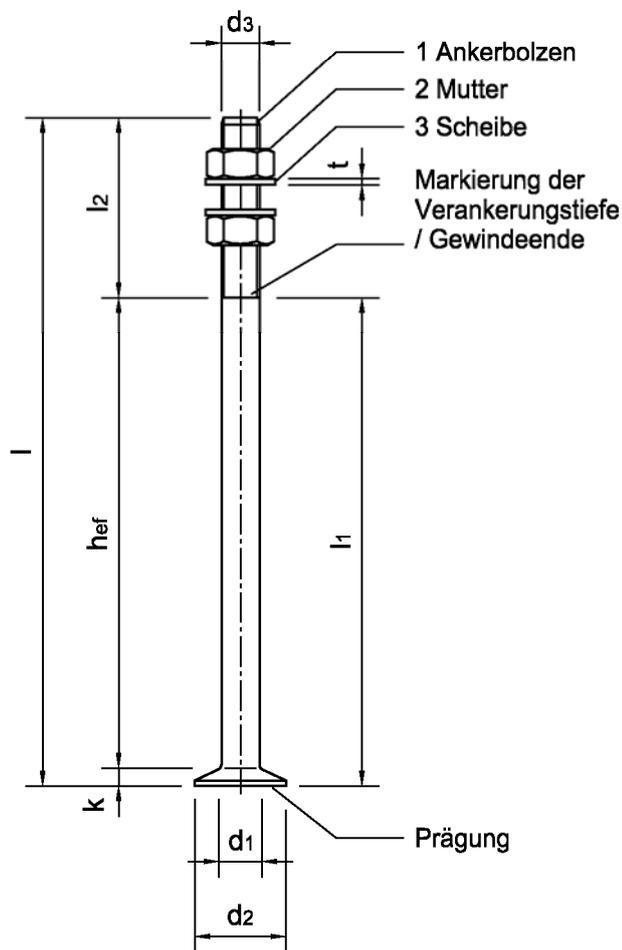
Bild 1: Einzelteile

Teil 1: Ankerbolzen

Draufsicht Ankerbolzen



Prägung am Ankerbolzen
 (z.B. für HAB F16)



Teil 2: Mutter

Abmessungen n. DIN
 EN ISO 4032: 2001-03



Teil 3: Scheibe

Abmessungen n. DIN
 EN ISO 7089: 2000-11



Tabelle 1: Werkstoffe

Ankerbolzen	Ø 12 - Ø 60 Festigkeitsklasse 8.8 nach DIN EN ISO 898-1: 2009-08
6KT-Muttern	Festigkeitsklasse 10 nach DIN EN 20898-2: 1994-02
Scheiben	S355J0 nach DIN EN 10025-2: 2005-04

Halfen - Ankerbolzen HAB-F

Darstellung des Ankerbolzens, Einzelteile, Werkstoffe

Anlage 4

Tabelle 2: Abmessungen und Montagewerte der Ankerbolzen

Nenngröße	HAB F															
	12	14	16	20	22	24	27	30	33	36	39	45	52	60		
Ankerbolzen																
Ø Schaft d ₁	10,8	12,7	14,7	18,3	20,3	22,0	25,0	27,7	30,7	33,4	36,4	42,0	48,7	56,4		
Ø Kopf d ₂	32	38	44	54	60	66	75	83	92	100	109	126	146	169		
Ø Gewinde d ₃	12	14	16	20	22	24	27	30	33	36	39	45	52	60		
Spannungsquerschnitt A _S	84	115	157	245	303	352	459	561	694	819	976	1306	1758	2362		
Aufstandsfläche A _H	713	1007	1351	2027	2504	3041	3927	4808	5907	6978	8291	11080	14870	19930		
Verankerungslänge h _{ef,min}	120	140	160	200	220	240	270	300	330	360	390	450	520	600		
Kopfhöhe k	7	8	10	11,5	13	14	15,5	17,5	19	20,5	22	25,5	29	34		
Länge im Bauteil l ₁	= h _{ef} + k															
Überstand l ₂ ¹⁾	90	100	105	115	120	130	145	150	165	175	190	215	240	260		
Gesamtlänge l	= l ₁ + l ₂															
Abstände																
Min. Achsabstand s _{min}	60	70	80	100	100	100	130	130	130	150	150	180	200	250		
Min. Randabstand c _{min}	40	50	50	70	70	70	100	100	100	130	130	160	180	180		
Krit. Achsabstand s _{cr}	3 h _{ef}															
Krit. Randabstand c _{cr}	1,5 h _{ef}															
Min. Bauteildicke h _{min}	l ₁ + erf. Betondeckung nach DIN 1045-1: 2008-08 ²⁾															
max. Installationsdrehmoment T_{inst}																
max T _{inst}	[Nm]	50	70	90	200	250	300	300	550	650	800	1200	1500	2400	3700	4900

¹⁾ Standardlänge für Anwendungen in Verbindung mit Halben Stützenschuh; andere Längen sind möglich!

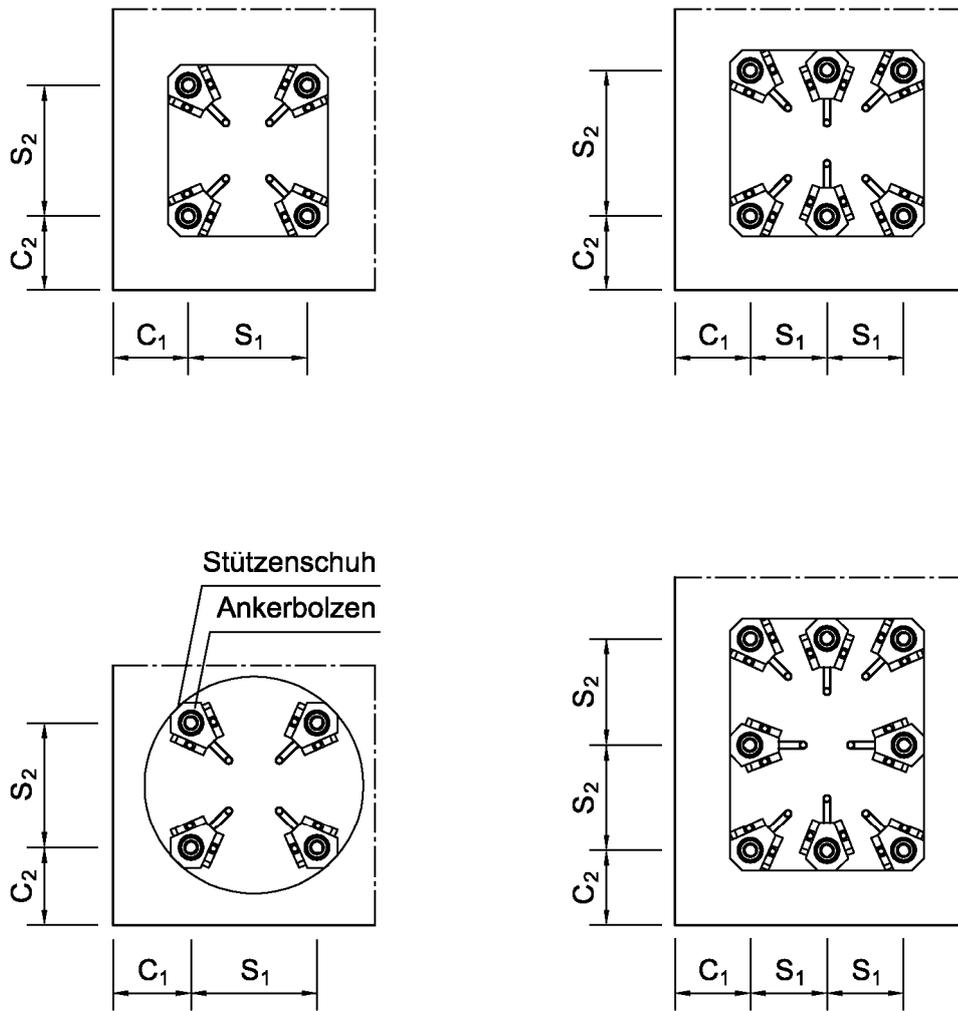
²⁾ gilt für zugbeanspruchte Ankerbolzen, für druckbeanspruchte Ankerbolzen ist ein gesonderter Nachweis erforderlich!

Halben - Ankerbolzen HAB-F

Abmessungen und Montagewerte

Anlage 5

Bild 2: Zulässige Anordnung der Ankerbolzen



S_1, S_2 Achsabstände
 C_1, C_2 Randabstände

Halfen - Ankerbolzen HAB-F

Zulässige Anordnung der Ankerbolzen

Anlage 6

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 (resultierende Kraft)
N = Normalkraft (Zugkraft positiv)
V = Querkraft
M = Biegemoment
- $F_{Sk}(N_{Sk}; V_{Sk}; M_{Sk})$ = charakteristischer Wert der Einwirkung
(Normalkraft, Querkraft, Biegemoment)
- $F_{Sd}(N_{Sd}; V_{Sd}; M_{Sd})$ = 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)
- $N_{Sd}^h(V_{Sd}^h)$ = Bemessungswert der einwirkenden Zugkraft
(Querkraft) für den höchstbeanspruchten Ankerbolzen
- $N_{Sd}^g(V_{Sd}^g)$ = Bemessungswert der einwirkenden resultierenden
Kraft aller zugbeanspruchten (querbeanspruchten)
Ankerbolzen

Halfen - Ankerbolzen HAB-F

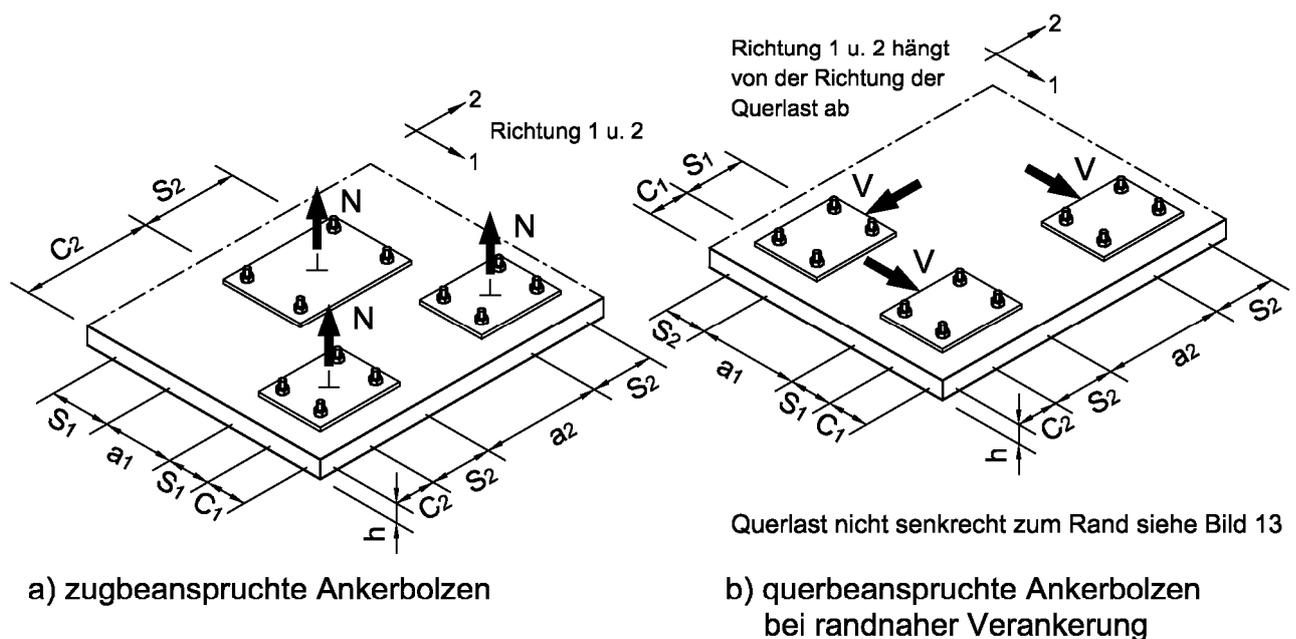
Begriffe und Formelzeichen

Anlage 7

Kennwerte der Verankerung

- a_1 = Abstand zwischen den äußeren Ankerbolzen benachbarter Gruppen in Richtung 1
- a_2 = Abstand zwischen den äußeren Ankerbolzen benachbarter Gruppen in Richtung 2
- b = Breite des Betonbauteils
- c_1 = Randabstand in Richtung 1; bei randnahen Verankerungen mit Querbeanspruchung ist c_1 der Randabstand in Richtung der Last (s. Bild 3)
- c_2 = Randabstand in Richtung 2; Richtung 2 ist senkrecht zu Richtung 1
- c_{\min} = minimaler zulässiger Randabstand
- s_1 = Achsabstand innerhalb einer Ankerbolzengruppe in Richtung 1
- s_2 = Achsabstand innerhalb einer Ankerbolzengruppe in Richtung 2
- s_{\min} = minimaler zulässiger Achsabstand
- d_1 = Schaftdurchmesser des Ankerbolzens
- d_2 = Kopfdurchmesser des Ankerbolzens
- d_3 = Gewindedurchmesser des Ankerbolzens
- h_{ef} = effektive Verankerungstiefe
- h = Dicke des Betonbauteils
- h_{\min} = Mindestbauteildicke
- l_1 = Länge des Ankerbolzens im Bauteil

Bild 3: Betonbauteil, Achs- und Randabstände



Halfen - Ankerbolzen HAB-F

Kennwerte der Verankerung

Anlage 8

Charakteristische Widerstandsgrößen für den Nachweis der Tragfähigkeit bei Zugbeanspruchung

Tabelle 3: Charakteristische Tragfähigkeit $N_{Rk,s}$ eines Ankerbolzens bei Stahlversagen

Nenngröße	HAB F													
	12	14	16	20	22	24	27	30	33	36	39	45	52	60
Charakteristische Zugtragfähigkeit $N_{Rk,s}$ [kN]	67	92	125	196	242	282	368	448	555	655	780	1045	1406	1890

Tabelle 4: Charakteristische Tragfähigkeit $N_{Rk,p}$ eines Ankerbolzens bei Herausziehen (Beton C20/25)

Nenngröße	HAB F													
	12	14	16	20	22	24	27	30	33	36	39	45	52	60
Charakteristische Zugtragfähigkeit $N_{Rk,p}$ [kN]	107	151	203	304	376	456	589	721	886	1047	1244	1663	2232	2990

Tabelle 5: Erhöhungsfaktor Ψ der charakteristischen Herausziehlust in Abhängigkeit der Betonfestigkeitsklasse

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

Halfen - Ankerbolzen HAB-F

Charakteristische Zugtragfähigkeit bei Stahlversagen und bei Herausziehen

Anlage 9

Lokaler Betonausbruch bei randnahen Verankerungen

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

$$N_{Rk,cb} = N_{Rk,cb}^0 \cdot \frac{A_{c,Nb}}{A_{c,Nb}^0} \cdot \Psi_{s,Nb} \cdot \Psi_{ec,Nb} \cdot \Psi_{g,Nb} \quad [N] \quad (3.7)$$

Der Nachweis gegen lokalen Betonausbruch am Bauteilrand ist stets zu führen, wenn der vorhandene Randabstand $c \leq 0,5 h_{ef}$ in einer Richtung beträgt. Nachfolgend werden die einzelnen Faktoren der Gleichung (3.7) angegeben:

- a) Der Ausgangswert der charakteristischen Tragfähigkeit eines Bolzens beträgt:

$$N_{Rk,cb}^0 = 8,0 \cdot c_1 \cdot \sqrt{A_H} \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \quad [N] \quad (3.7a)$$

c_1 [mm], Randabstand

A_H [mm²], Aufstandsfläche des Ankerkopfes (siehe Tabelle 2, Anlage 5)

$f_{ck,cube}$ [N/mm²], nach DIN 1045-1: 2008-08, $f_{ck,cube} \leq 60$ N/mm²

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

$A_{c,Nb}^0 = 16c_1^2$; 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 $4c_1$ anzunehmen (siehe Bild 4).

$A_{c,Nb}$ = 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. Ein Beispiel für die Berechnung der projizierten Fläche (siehe Bild 5).

- c) Der Einflussfaktor $\Psi_{s,Nb}$ berücksichtigt die Störung des Spannungszustandes im Beton an der Bauteilecke.

$$\Psi_{s,Nb} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{2c_1} \leq 1 \quad (3.7b)$$

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 exzentrische Zugbeanspruchung der Reihenbefestigung.

$$\Psi_{ec,Nb} = \frac{1}{1 + 2e_N/(4c_1)} \leq 1 \quad (3.7c)$$

e_N [mm], Exzentrizität der zugbeanspruchten Ankerbolzen

- e) Der Einflussfaktor $\Psi_{g,Nb}$ berücksichtigt den Einfluss der Tragbereiche der einzelnen Bolzen in einer Gruppe.

$$\Psi_{g,Nb} = \sqrt{n} + (1 - \sqrt{n}) \cdot \frac{s_1}{4c_1} \geq 1 \quad (3.7d)$$

n [-], Anzahl der gezogenen Ankerbolzen in einer Reihe parallel zum Rand

Halfen - Ankerbolzen HAB-F

Charakteristische Zugtragfähigkeit bei lokalem Betonversagen am Rand

Anlage 10

Bild 4: Idealisierter Betonausbruch bei randnahen Verankerungen und Fläche $A_{c,Nb}^0$ des Ausbruchkörpers

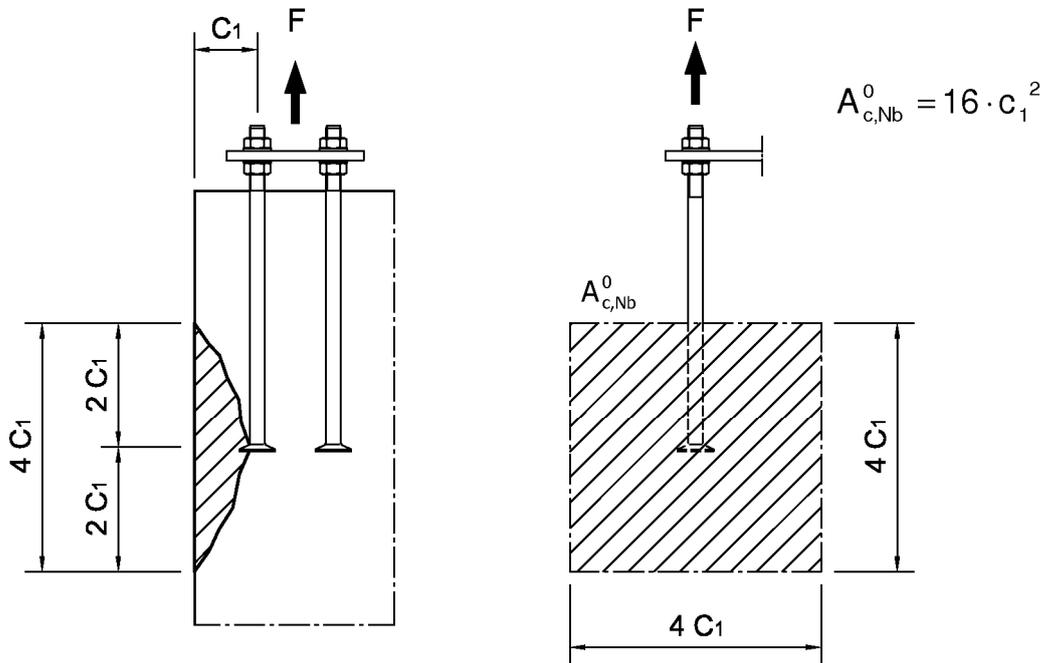
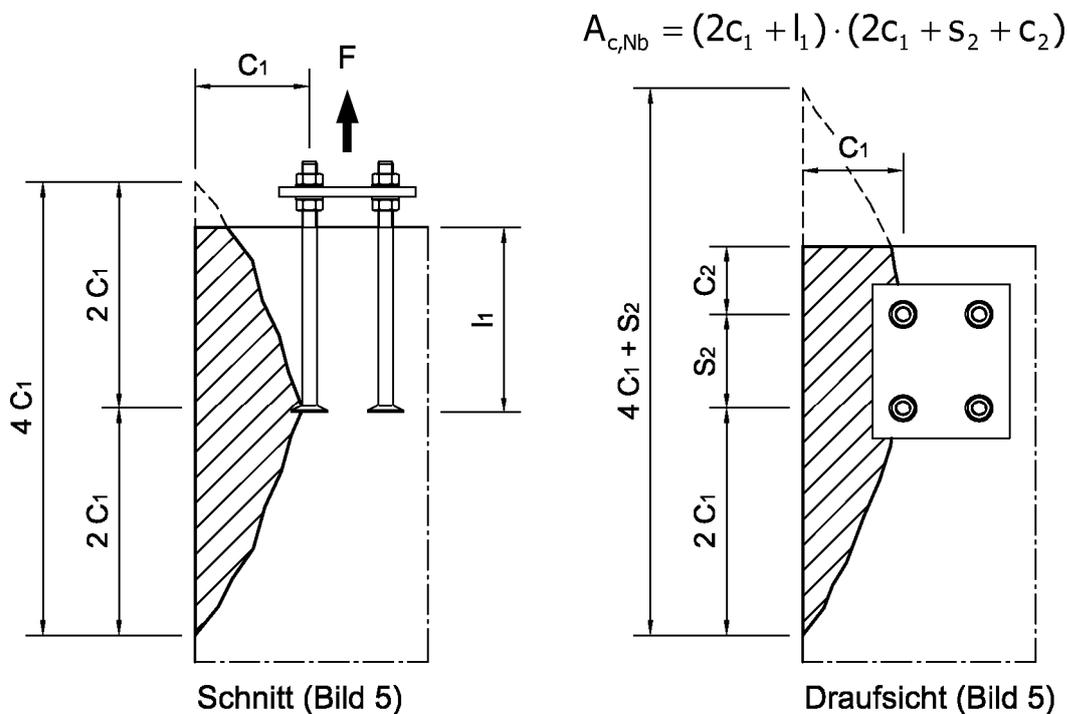


Bild 5: Beispiel für vorhandene Fläche $A_{c,Nb}$ des Ausbruchkörpers bei lokalem Betonausbruch am Bauteilrand



Halfen - Ankerbolzen HAB-F

Charakteristische Zugtragfähigkeit bei lokalem Betonversagen am Rand

Anlage 11

Betonausbruch

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

$$N_{\text{Rk},c} = N_{\text{Rk},c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{re,N} \quad [\text{N}] \quad (3.8)$$

Nachfolgend werden die einzelnen Faktoren der Gleichung (3.8) angegeben:

- a) Der Ausgangswert der charakteristischen Zugtragfähigkeit eines Ankerbolzens im Beton beträgt:

$$N_{\text{Rk},c}^0 = 8,5 \cdot \sqrt{f_{\text{ck},\text{cube}}} \cdot h_{\text{ef}}^{1,5} \quad [\text{N}] \quad (3.8a)$$

mit:

$f_{\text{ck},\text{cube}}$ [N/mm²], nach DIN 1045-1: 2008-08, $f_{\text{ck},\text{cube}} \leq 60$ N/mm²
 h_{ef} [mm], Verankerungstiefe

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

$A_{c,N}^0$ = 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 $3h_{\text{ef}}$ idealisiert (siehe Bild 6).

$A_{c,N}$ = vorhandene Fläche des Ausbruchkörpers der Verankerung auf der Betonoberfläche. Sie wird begrenzt durch die Überschneidungen der einzelnen Ausbruchkörper benachbarter Befestigungen ($s \leq 3 h_{\text{ef}}$) sowie durch Bauteilränder ($c \leq 1,5 h_{\text{ef}}$).

Bild 7 zeigt ein Beispiel für die Berechnung von $A_{c,N}$.

- 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 (3.8b) einzusetzen.

$$\Psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{1,5h_{\text{ef}}} \leq 1 \quad (3.8b)$$

Halfen - Ankerbolzen HAB-F

Charakteristische Zugtragfähigkeit bei Betonausbruch

Anlage 12

- d) Der Einflussfaktor $\Psi_{ec,N}$ berücksichtigt eine exzentrische Zugbeanspruchung einer Ankerbolzengruppe.

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + 2e_N / (3h_{ef})} \leq 1 \quad (3.8c)$$

e_N [mm], Ausmitte der resultierenden Zugkraft der Ankerbolzen. Sie ist aus den berechneten Zugkräften zu bestimmen und auf den geometrischen Schwerpunkt G der zugbeanspruchten Ankerbolzen zu beziehen.

In den Fällen, in denen eine Exzentrizität in zwei Achsrichtungen vorliegt, ist $\Psi_{ec,N}$ für jede Achsrichtung getrennt zu ermitteln und das Produkt beider Faktoren in Gleichung (3.8c) einzusetzen.

h_{ef} [mm], Verankerungstiefe

Wenn nicht alle Ankerbolzen auf Zug 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 nach Gleichung (3.8d) berechnet wird.

$$N_{RK,c}^h = \frac{N_{RK,c}}{n} \quad (3.8d)$$

n = Anzahl der zugbeanspruchten Ankerbolzen

Anstatt des Nachweises nach Tabelle 3.1, Abschnitt 3.2.2 ist die Zugtragfähigkeit dann nach Gleichung (3.8e) nachzuweisen:

$$N_{Sd}^h \leq N_{RK,c}^h / \gamma_{Mc} \quad (3.8e)$$

- e) Der Schalenabplatzfaktor $\Psi_{re,N}$ berücksichtigt den Einfluss einer dichten Bewehrung.

$$\Psi_{re,N} = 0,5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1$$

h_{ef} [mm], Verankerungstiefe

Sofern im Bereich der Verankerung eine Bewehrung mit einem Achsabstand ≥ 15 cm vorhanden ist, darf unabhängig von der Verankerungstiefe ein Schalenabplatzfaktor $\Psi_{re,N} = 1,0$ angesetzt werden.

Halfen - Ankerbolzen HAB-F

Charakteristische Zugtragfähigkeit bei Betonausbruch

Anlage 13

Bild 6: Idealisierter Betonausbruchkörper und Fläche $A_{c,N}^0$ des Betonausbruchkörpers eines Ankerbolzens

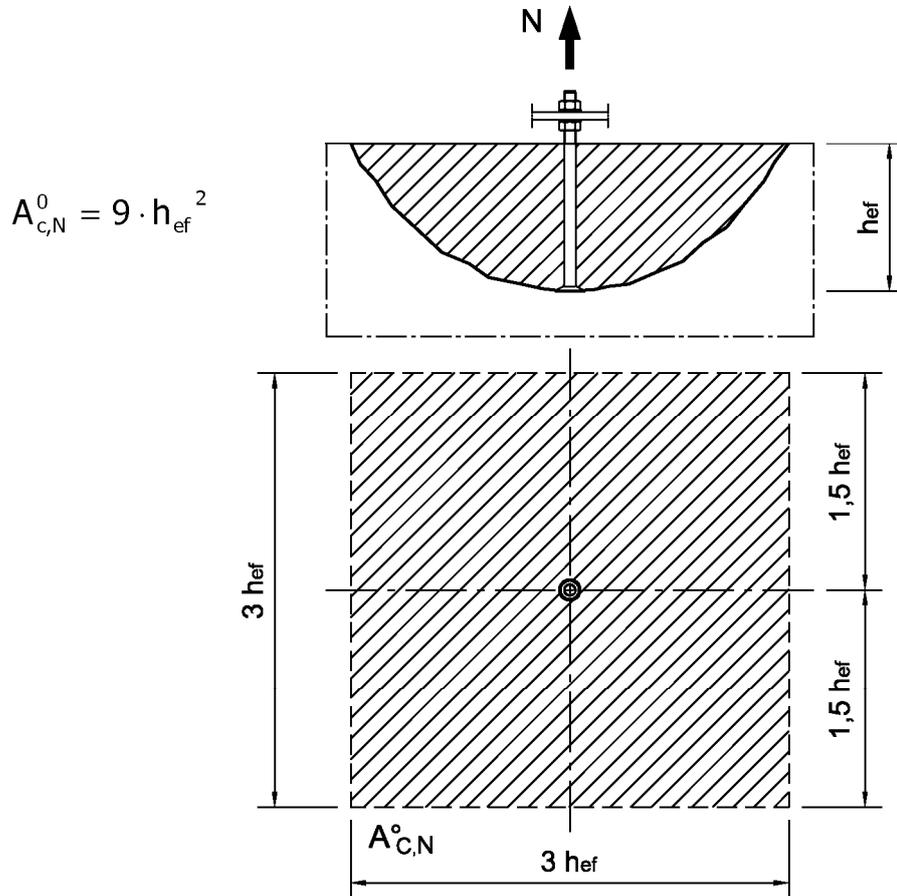
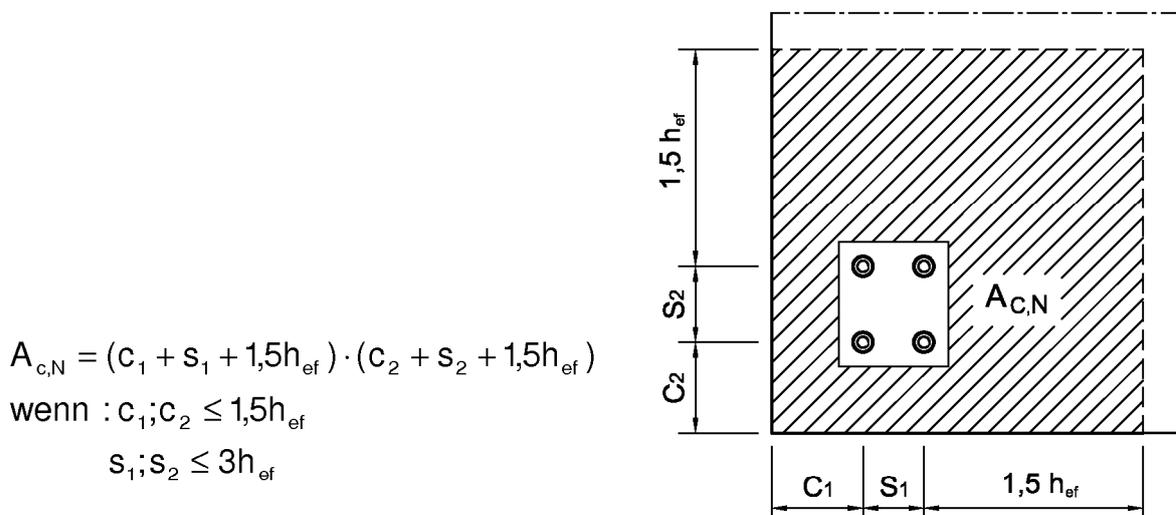


Bild 7: Beispiel für die vorhandene Fläche $A_{c,N}$ des idealisierten Betonausbruchkörpers unter Zugbeanspruchung der Ankerbolzen



Halfen - Ankerbolzen HAB-F

Charakteristische Zugtragfähigkeit bei Betonausbruch

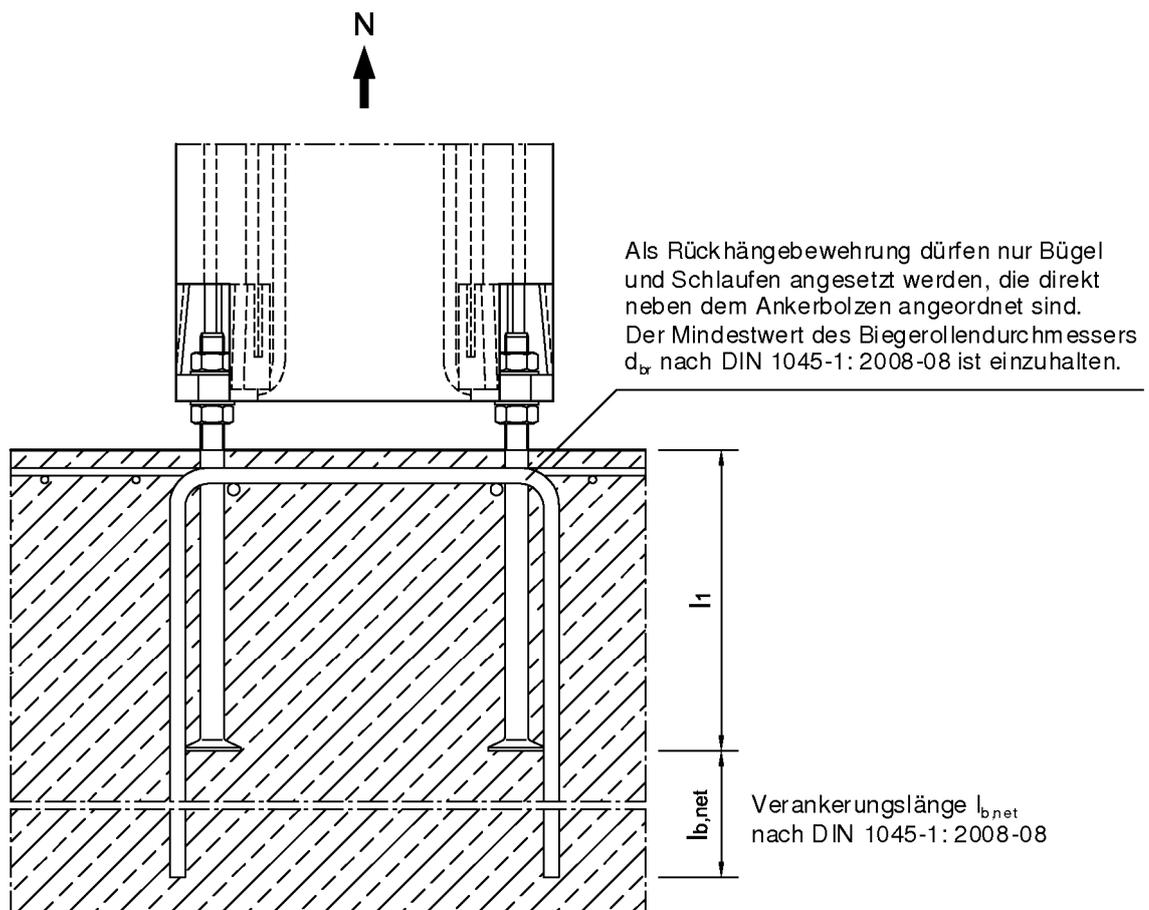
Anlage 14

Tabelle 6: Charakteristische Zugtragfähigkeit $N_{Rk,h}$ eines Schenkels der Rückhängebewehrung

Betonstahl B 500 B		$l_1^{1)}$ [mm]	Ø12 [mm]	Ø14 [mm]	Ø16 [mm]
Charakteristische Tragfähigkeit eines Schenkels $N_{Rk,h}$	[kN]	175	27	36	45
		235	31	40	50
		300	35	44	55
		350	37	47	59

¹⁾ Einbetonierte Länge des Ankerbolzens

Bild 8: Konstruktive Ausbildung der Rückhängebewehrung



Halben - Ankerbolzen HAB-F

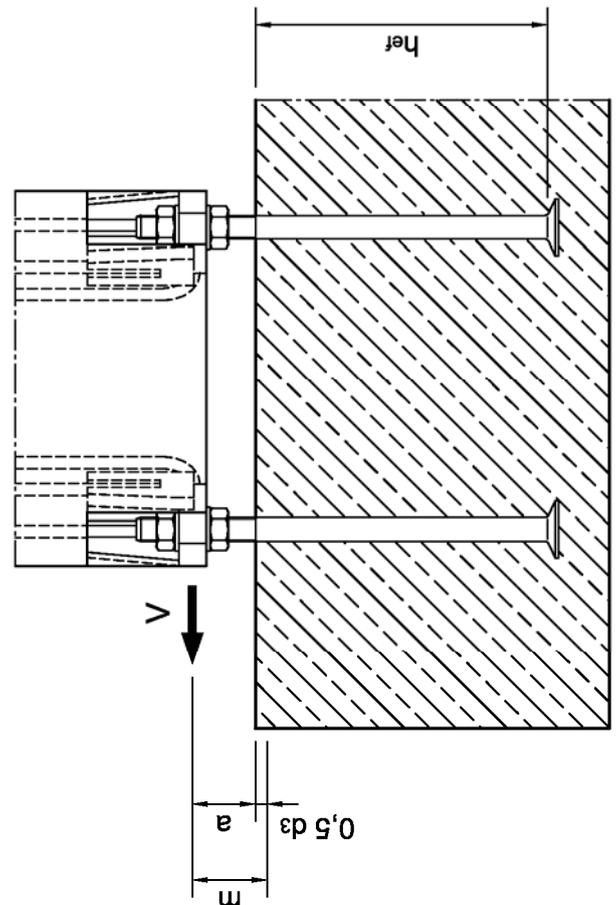
Charakteristische Zugtragfähigkeit und konstruktive Ausbildung der Rückhängebewehrung

Anlage 15

Tabelle 7: Charakteristische Widerstandsgrößen eines Ankerbolzens für den Nachweis der Tragfähigkeit bei Quer- bzw. Biegebeanspruchung

Nenngröße		HAB F													
		12	14	16	20	22	24	27	30	33	36	39	45	52	60
Charakteristischer Widerstand $V_{Rk,s}$ ohne Hebelarm	[kN]	34	46	63	98	121	141	184	224	278	328	390	522	703	945
Charakteristischer Widerstand $M_{Rk,s}^0$ mit Hebelarm	[Nm]	105	167	266	519	714	896	1330	1800	2480	3170	4130	6390	9980	15500

Bild 9: Festlegung des Hebelarms



Bei Querlast mit Hebelarm gilt:

$$V_{Rk,s} = M_{Rk,s} / m$$

$$m = a + 0,5 d_s \quad (\text{Hebelarm})$$

$$a = \text{Abstand zwischen Querlast und Betonoberfläche}$$

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

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

Halfen - Ankerbolzen HAB-F

Charakteristische Quertragfähigkeit bei Stahlversagen

Anlage 16

Betonversagen – Betonausbruch an der lastabgewandten Seite

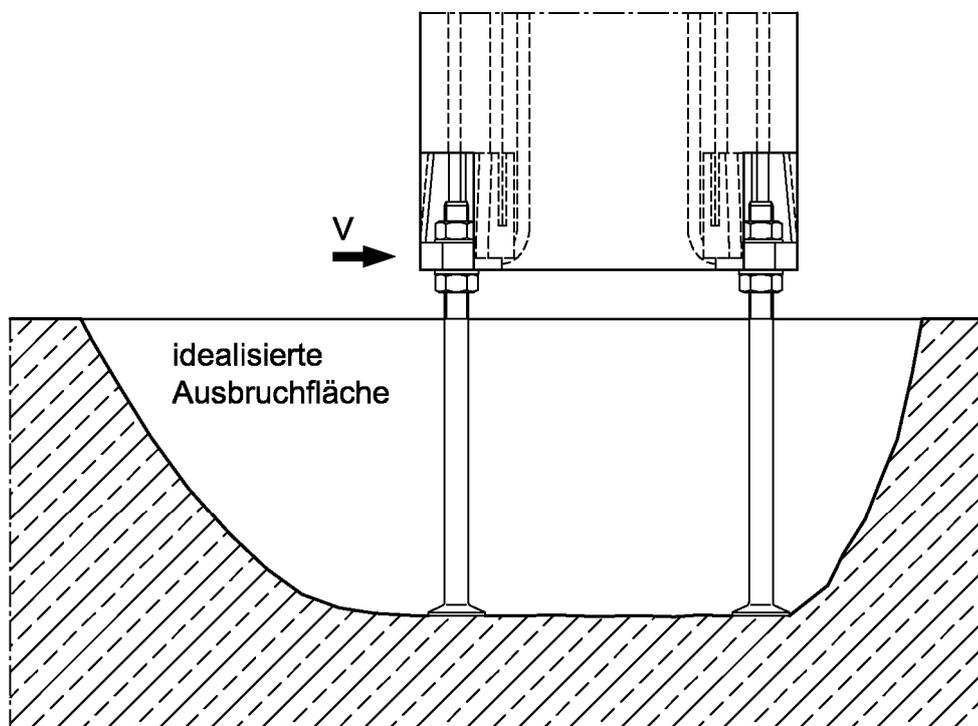
Die charakteristische Quertragfähigkeit $V_{Rk,cp}$ für Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite ist nach Gleichung (3.9) zu berechnen:

$$V_{Rk,cp} = 2,0^{1)} N_{Rk,c} \quad (3.9)$$

$N_{Rk,c}$ ist nach Gleichung 3.8 (Anlage 12) zu bestimmen. Der Widerstand $N_{Rk,c}$ ist für die durch Querlasten beanspruchten Ankerbolzen zu ermitteln.

- 1) Bei Verankerung mit Rückhängebewehrung nach Anlagen 22 und 23 ist dieser Faktor mit 1,5 anzusetzen.

Bild 10: Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite



Halfen - Ankerbolzen HAB-F

Charakteristische Quertragfähigkeit bei Betonausbruch auf
der lastabgewandten Seite

Anlage 17

Betonkantenbruch bei randnahen Verankerungen

Die charakteristische Quertragfähigkeit eines randnahen Ankerbolzens bzw. einer randnahen Ankerbolzengruppe bei Betonkantenbruch beträgt:

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \Psi_{s,V} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{\alpha,V} \cdot \Psi_{ec,V} \quad [N] \quad (3.10)$$

Bei Ankerbolzengruppen ist bei der Berechnung der charakteristischen Quertragfähigkeit nur der ungünstigste Ankerbolzen bzw. die ungünstigst gelegenen Ankerbolzen am Bauteilrand zur Lastübertragung heranzuziehen (vgl. Bild 12b).

Nachfolgend werden die einzelnen Faktoren der Gleichung (3.10) angegeben.

- a) Der Ausgangswert der charakteristischen Quertragfähigkeit eines Ankerbolzens, beansprucht senkrecht zur Bauteilkante, beträgt:

$$V_{Rk,c}^0 = 0,45 \cdot \sqrt{d_1} \cdot \left(\frac{h_{ef}}{d_1} \right)^{0,2} \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c_1^{1,5} \quad [N] \quad (3.10a)$$

mit:

d_1, h_{ef}, c_1 [mm],

$f_{ck,cube}$ [N/mm²], nach DIN 1045-1: 2008-08, $f_{ck,cube} \leq 60$ N/mm²

h_{ef}/d_1 [-], Verhältnis $h_{ef}/d_1 \leq 8$

- b) Der Einfluss der Achsabstände sowie weiterer Randabstände parallel zur Lastrichtung und der Bauteildicke auf die charakteristische Tragfähigkeit wird durch den Verhältnisswert $A_{c,V}/A_{c,V}^0$ berücksichtigt:

$A_{c,V}^0$ = Fläche des Ausbruchkörpers eines 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 der Basisseiten $1,5 c_1$ und $3 c_1$ angenommen (siehe Bild 11).

$A_{c,V}$ = vorhandene Fläche des Ausbruchkörpers der Verankerung auf der seitlichen Betonoberfläche. Sie wird begrenzt durch die Überschneidungen der einzelnen Ausbruchkörper benachbarter Befestigungen ($s \leq 3 c_1$) sowie durch die Bauteilränder parallel zur angenommenen Lastrichtung ($c_2 \leq 1,5 c_1$) und durch die Bauteildicke ($h \leq 1,5 c_1$). Bild 12 zeigt Beispiele für die Berechnung von $A_{c,V}$.

Bei der Berechnung von $A_{c,V}^0$ und $A_{c,V}$ wird angenommen, dass die Querlast senkrecht zum Bauteilrand angreift. Bei Verankerungen in der Bauteilecke ($c_2 \leq 1,5 c_1$) ist der Nachweis für beide Bauteilränder zu führen (siehe Bild 14).

Halfen - Ankerbolzen HAB-F

Charakteristische Quertragfähigkeit bei Betonkantenbruch

Anlage 18

- c) Der Einflussfaktor $\Psi_{s,v}$ berücksichtigt die Störung des Spannungszustandes im Beton durch weitere Bauteilränder. Bei Verankerungen mit zwei Randabständen parallel zur Lastrichtung (z.B. in einem schmalen Bauteil) ist der kleinere Randabstand in Gleichung (3.10b) einzusetzen.

$$\Psi_{s,v} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5c_1} \leq 1 \quad (3.10b)$$

- d) Der Faktor $\Psi_{h,v}$ berücksichtigt, dass die Quertragfähigkeit nicht proportional zur Bauteildicke abnimmt.

$$\Psi_{h,v} = \left(\frac{1,5c_1}{h} \right)^{1/3} \geq 1 \quad (3.10c)$$

- e) Der Faktor $\Psi_{\alpha,v}$ berücksichtigt den Winkel α_v , den die angreifende Last V mit der Richtung senkrecht zur freien Kante bildet (siehe Bild 13).

$$\begin{aligned} \Psi_{\alpha,v} &= 1,0 && \text{für } 0^\circ \leq \alpha_v \leq 55^\circ; \text{ Bereich 1} \\ \Psi_{\alpha,v} &= \frac{1}{\cos \alpha_v + 0,5 \cdot \sin \alpha_v} && \text{für } 55^\circ < \alpha_v \leq 90^\circ; \text{ Bereich 2} \\ \Psi_{\alpha,v} &= 2,0 && \text{für } 90^\circ < \alpha_v \leq 180^\circ; \text{ Bereich 3} \end{aligned} \quad (3.10d)$$

- f) Der Einflussfaktor $\Psi_{ec,v}$ berücksichtigt eine exzentrische Querbeanspruchung einer Ankerbolzengruppe.

$$\Psi_{ec,v} = \frac{1}{1 + 2e_v / (3c_1)} \leq 1,0 \quad (3.10e)$$

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

Auf den sicheren Seiten liegend darf der Einflussfaktor $\Psi_{ec,v} = 1,0$ gesetzt werden, wenn die charakteristische Tragfähigkeit des höchstbeanspruchten Ankerbolzens nach Gleichung (3.10f) berechnet wird.

$$V_{Rk,c}^h = \frac{V_{Rk,c}}{n} \quad (3.10f)$$

n = Anzahl der auf Querlast beanspruchten Ankerbolzen

Anstatt des Nachweises nach Tabelle 3.2, Abschnitt 3.2.2 ist die Quertragfähigkeit dann nach Gleichung (3.10g) nachzuweisen:

$$V_{Sd}^h \leq V_{Rk,c}^h / \gamma_{Mc} \quad (3.10g)$$

Halfen - Ankerbolzen HAB-F

Charakteristische Quertragfähigkeit bei Betonkantenbruch

Anlage 19

Bild 11: Idealisierter Betonausbruchkörper und Fläche $A_{c,V}^0$ eines Ankerbolzens

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

$$A_{c,V}^0 = 4,5 \cdot c_1^2$$

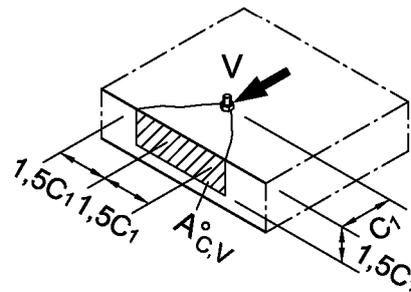


Bild 12: Beispiele für vorhandene Flächen der idealisierten Betonausbruchkörper für Ankerbolzengruppen unter Querbeanspruchung

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

mit: $h \leq 1,5 \cdot c_1$

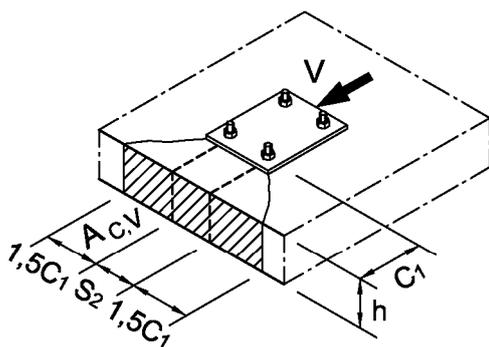
$$s_2 \leq 3,0 \cdot c_1$$

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

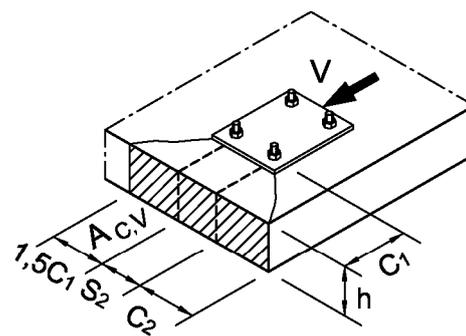
mit: $h \leq 1,5 \cdot c_1$

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

$$s_2 \leq 3,0 \cdot c_1$$



a) Ankerbolzengruppe am Bauteilrand in einem dünnen Bauteil



b) Ankerbolzengruppe in der Bauteilecke in einem dünnen Bauteil

Halfen - Ankerbolzen HAB-F

Charakteristische Quertragfähigkeit bei Betonkantenbruch

Anlage 20

Bild 13: Definition des Winkels α_v

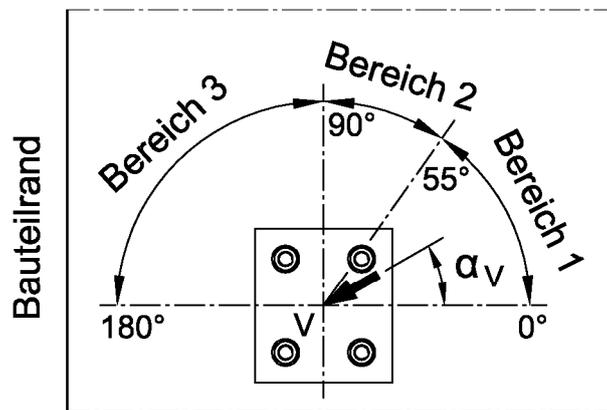
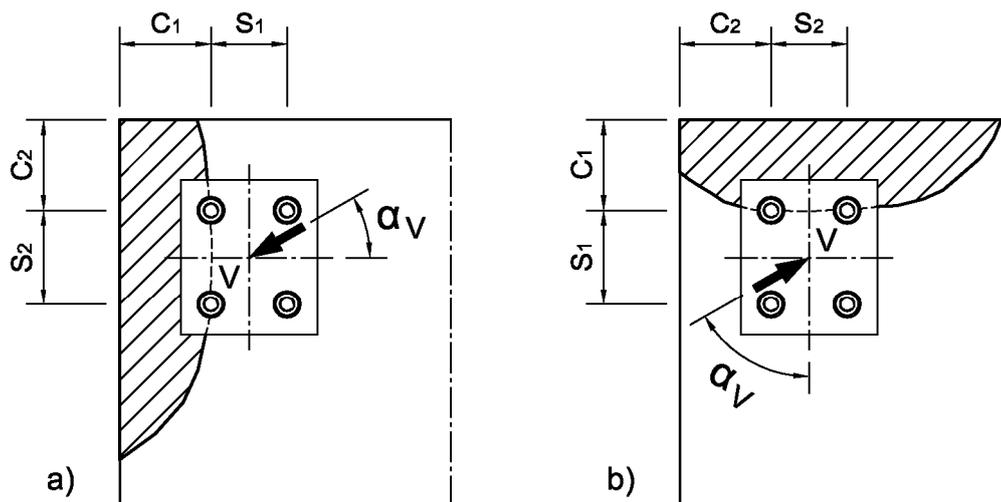


Bild 14: Beispiele für eine Ankerbolzengruppe unter Querbeanspruchung in der Bauteilecke (Doppelnachweis erforderlich)



Halfen - Ankerbolzen HAB-F

Charakteristische Quertragfähigkeit bei Betonkantenbruch

Anlage 21

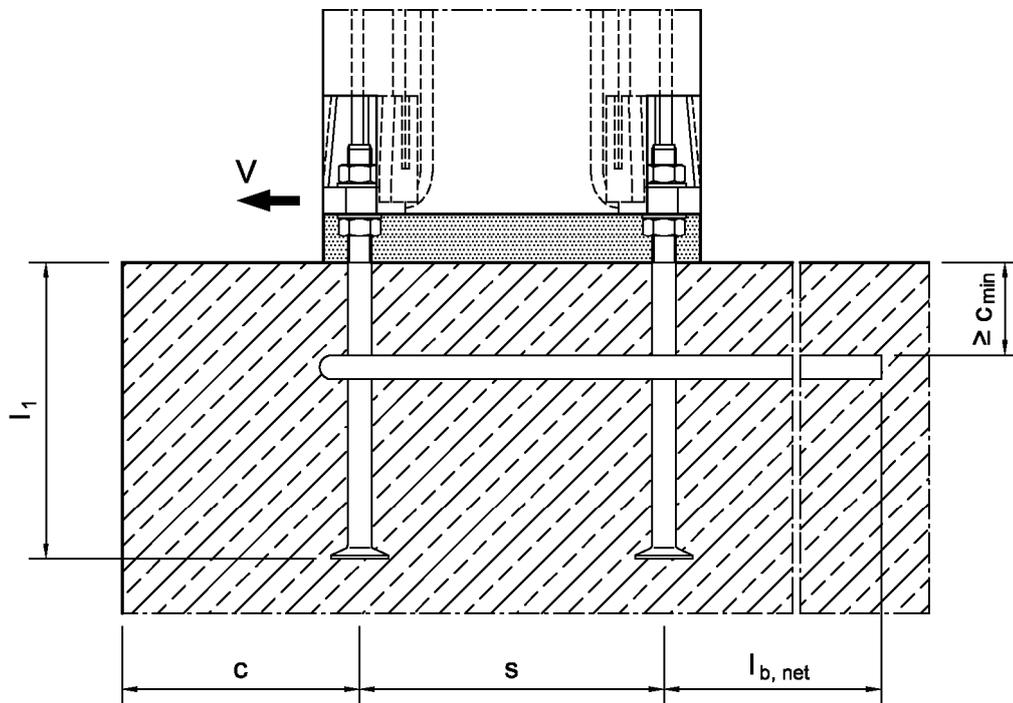
Tabelle 8: Charakteristische Tragfähigkeit $V_{Rk,h}^0$ eines Schenkels der Rückhängebewehrung bei randnahen Verankerungen zur Aufnahme der Querlast

Betonstahl B 500 B	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16
Charakteristische Tragfähigkeit eines Schenkels $V_{Rk,h}^0$ [kN]	12	19	28	38	50

Als Rückhängebewehrung dürfen nur Bügel und Schlaufen angesetzt werden, die unmittelbar an den Ankerbolzen anliegen. Die erforderlichen Mindestwerte für die Betondeckung, die Verankerungslänge und den Biegerollendurchmesser d_{br} nach DIN 1045-1:2008-08 sind einzuhalten.

Rückhängebewehrung $V_{Rk,h} = V_{Rk,h}^0$

Bild 15: Konstruktive Ausbildung der Rückhängebewehrung



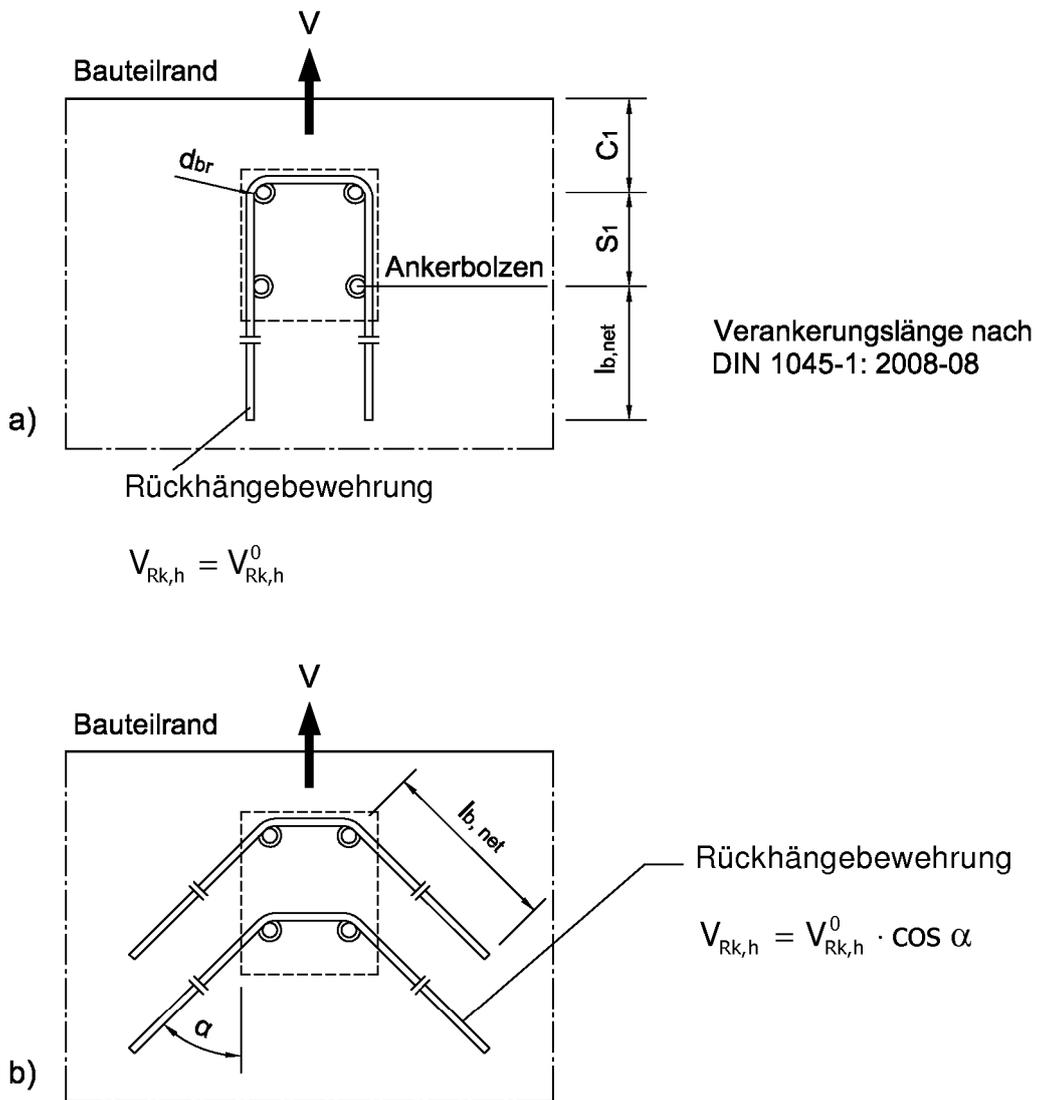
c_{min} , $l_{b, net}$ und d_{br} nach DIN 1045-1:2008-08

Halften - Ankerbolzen HAB-F

Charakteristische Quertragfähigkeit einer Rückhängebewehrung am Rand

Anlage 22

Bild 16: Beispiele einer Rückhängebewehrung zur Aufnahme der Querlast bei randnahen Verankerungen



Halfen - Ankerbolzen HAB-F

Rückhängebewehrung für Querlasten am Rand (Beispiele)

Anlage 23