

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:

23.10.2013

Geschäftszeichen:

I 23-1.21.5-28/13

Zulassungsnummer:

Z-21.5-1758

Antragsteller:

Halfen GmbH

Liebigstraße 14
40764 Langenfeld

Geltungsdauer

vom: **23. Oktober 2013**

bis: **23. Oktober 2018**

Zulassungsgegenstand:

Halfen - Ankerbolzen HAB MH

Der oben genannte Zulassungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen.
Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung umfasst 12 Seiten und 20 Anlagen.
Der Gegenstand ist erstmals am 6. Mai 2004 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 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.
- 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

Der Halfen - Ankerbolzen HAB MH (im weiteren Ankerbolzen genannt) besteht aus einem Stahlbolzen (Gewindeteil) mit an einem Ende aufgerolltem Gewinde, zwei Sechskantmuttern und zwei Scheiben. Am anderen Ende des Stahlbolzens sind Stäbe aus geripptem Betonstahl mit einseitig aufgestauchtem Kopf (Kopfbolzen) angeschweißt. In Tabelle 1.1 sind die Ankerbolzentypen zusammengestellt.

Tabelle 1.1 Ankerbolzentypen, Anzahl und Größe der angeschweißten Kopfbolzen

Ankerbolzentyp HAB MH... (Gewindegröße des Bolzens)	22	27	36	39	45	52	60
Anzahl der Kopfbolzen Ø...	2 Ø20	2 Ø25	4 Ø20	3 Ø25	4 Ø25	4 Ø32	4 Ø32

Der Ankerbolzen wird bis zur Markierung der Verankerungstiefe 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 dem zugehörigen Halfen Stützenschuh und von Stahl- bzw. Stahlverbundstützen mit Fußplatte verwendet werden.

Die Ankerbolzen dürfen unter vorwiegend ruhender Belastung in Normalbeton der Festigkeitsklassen von mindestens C12/15 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

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 gemäß DAfStb-Richtlinie "Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel" vollflächig zu vergießen. Hierbei darf die Betondeckung die in DIN EN 1992-1-1:2011-01 mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 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 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.

Für die angeschweißten Kopfbolzen in den Größen 20 und 25 ist ein gerippter Betonstahl B500B nach DIN 488-1:2009-01 mit einer 0,2 % Dehngrenze von 500 N/mm² und einer Mindestzugfestigkeit von 550 N/mm² zu verwenden.

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Nr. Z-21.5-1758

Seite 4 von 12 | 23. Oktober 2013

Für die angeschweißten Kopfbolzen der Größe 32 ist ein gerippter Betonstahl B500B entsprechend einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung mit einer 0,2 % Dehngrenze von 500 N/mm^2 und einer Mindestzugfestigkeit von 550 N/mm^2 zu verwenden.

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.

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 MH 22.

Jedem Ankerbolzen ist das Werkzeichen und die Gewindegröße nach 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

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Nr. Z-21.5-1758

Seite 5 von 12 | 23. Oktober 2013

- 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 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.

Für Entwurf, bauliche Durchbildung, Ermittlung der Schnittgrößen und Bemessung gilt die DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA.

Es sind nur Ankerbolzengruppen, die aus vier, sechs oder acht Ankerbolzen gemäß Anlage 4 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 Stützenschuh vollflächig mit einem hochfesten schwindarmen Vergussmörtel vergossen wird 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 an der Ankerplatte des Stützenschuhs 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 $E_c = 30\,000\text{ N/mm}^2$ 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.

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

Alle Ankerbolzen nehmen Querlasten nur dann auf, wenn

- das Lochspiel in Richtung der Querlast 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 in der Fußplatte

Ankerbolzen HAB MH.. (Gewindegröße)	22	27	36	39	45	52	60
Durchmesser Durchgangsloch [mm]	24	30	39	42	48	55	63

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 l_2 nach Anlage 4 und der erforderlichen Betondeckung c_{nom} .

$$h_{min} = l_2 + c_{nom} \quad (3.1)$$

l_2 = Einbautiefe nach Anlage 4, Tabelle 1

c_{nom} = Nennmaß der Betondeckung nach DIN EN 1992-1-1:2011-01 mit
DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04

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

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Nr. Z-21.5-1758

Seite 7 von 12 | 23. Oktober 2013

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

$\gamma_G; \gamma_Q$ = 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 5 bis 20 angegeben 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

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

¹ Dieser Nachweis ist nicht erforderlich, wenn der vorhandene Randabstand $c > 0,5 h_{ef}$ in beiden Richtungen beträgt.

² Dieser Nachweis ist nicht erforderlich, wenn eine Rückhängebewehrung nach Anlage 13 vorhanden ist (Nachweise gemäß Zeile 4b).

Tabelle 3.3 Erforderliche Nachweise bei Querbeanspruchung

Nr.	Versagensursachen	Ankerbolzengruppen
1	Stahlversagen (Ankerbolzen) Querlast ohne Hebelarm	$V_{Sd}^h \leq V_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$
2	Stahlversagen (Ankerbolzen) Querlast mit Hebelarm	$V_{Sd}^h \leq V_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$
3	Betonausbruch lastabgewandte Seite	$V_{Sd}^g \leq V_{Rk,cp} / \gamma_{Mc}$
4a	Betonkantenbruch bei randnahen Verankerungen ¹	$V_{Sd}^g \leq V_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$
4b	Tragfähigkeit der Rückhängebewehrung bei randnahen Verankerungen	$V_{Sd}^h \leq V_{Rk,re} / \gamma_{Ms,re}$

¹ Dieser Nachweis ist nicht erforderlich, wenn eine Rückhängebewehrung nach Anlage 19 oder 20 vorhanden ist (Nachweise gemäß Zeile 4b).

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Nr. Z-21.5-1758

Seite 8 von 12 | 23. Oktober 2013

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

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

Für die Verhältniswerte 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 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:

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

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

$$\gamma_{Mc} = 1,5 \quad \text{Betonversagen (Herausziehen, Betonausbruch)}$$

$$\gamma_{Ms} = 1,5 \quad \text{Stahlversagen der Ankerbolzen (zentrischer Zug)}$$

$$\gamma_{Ms} = 1,25 \quad \text{Stahlversagen der Ankerbolzen (Querlast, Biegung)}$$

$$\gamma_{Ms,re} = 1,15 \quad \text{Stahlversagen der Rückhängebewehrung}$$

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:

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

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

f_{yk} = Streckgrenze der Bewehrung

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

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 $l_{b,rqd}$ nach DIN EN 1992-1-1:2011-01 mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 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 8, Anlage 13 angeordnet wird, braucht der Nachweis gegen Betonausbruch nach Anlagen 10 bis 12 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 $l_{b,d}$ nach DIN EN 1992-1-1:2011-01 mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 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.

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 19 und 20 angeordnet wird, braucht der Nachweis gegen Betonkantenbruch nach Anlagen 16 bis 18 nicht geführt zu werden.

Die charakteristische Quertragfähigkeit $V_{Rk,re}^o$ eines Stabes (B 500 B) der Rückhängebewehrung ist in Tabelle 8, Anlage 19 angegeben.

Die Rückhängebewehrung ist auf der lastabgewandten Seite mit der Verankerungslänge $l_{b,d}$ nach DIN EN 1992-1-1:2011-01 mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 im Beton zu verankern.

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

3.2.5 Bauteiltragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01 mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04

Es ist nachzuweisen, dass die durch die Bolzenlasten erzeugten Querkräfte $V_{Sd,a}$ den Wert $0,4 V_{Rd,c}$ nicht überschreiten ($V_{Rd,c}$ = Bemessungswert für den Querkraftwiderstand nach DIN EN 1992-1-1:2011-01 mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04).

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 $V_{Sd} \leq 0,8 V_{Rd,c}$.
- b) Unter den charakteristischen Einwirkungen beträgt die resultierende Zuglast N_{Sk} der zugbeanspruchten Bolzenverankerungen (Bolzengruppe) $N_{Sk} \leq 30 \text{ kN}$ und der Achsabstand a zwischen den äußeren Bolzen benachbarter Bolzengruppen erfüllt Gleichung (3.6.1)

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

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 $0,5 h_{ef} \leq 50 \text{ mm}$ 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 $N_{Sk} \geq 60 \text{ kN}$, 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
$V_{Sd} \leq 0,8 \cdot V_{Rd,c}$	$a \geq 3 h_{ef}$	≤ 60	nicht erforderlich
$V_{Sd} > 0,8 \cdot V_{Rd,c}$	$a \geq 3 h_{ef}$ und $a \geq 200 \sqrt{N_{Sk}}$	≤ 30	nicht erforderlich
	$a \geq 3 h_{ef}$	≤ 60	erforderlich: $V_{Sd,a} \leq 0,4 \cdot V_{Rd,c}$ oder Rückhängebewehrung
		> 60	nicht erforderlich, jedoch Rückhängebewehrung

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]

Ankerbolzengröße HAB MH ...		22	27	36	39	45	52	60
Verschiebungen bei Zugbeanspruchung	Zuglast	112	171	212	283	340	418	502
	zugehörige Verschiebung	0,6	1,6	3,7	3,9	5,4	3,7	5,2
Verschiebungen bei Querbeanspruchung	Querlast	62	94	168	201	269	362	486
	zugehörige Verschiebung	1,7	2,4	4,9	5,2	7,1	9,7	13,3

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. 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 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 gemäß DAfStb-Richtlinie "Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel" vollflächig zu vergießen.

Das maximale Installationsmoment T_{inst} nach Tabelle 1, Anlage 4 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

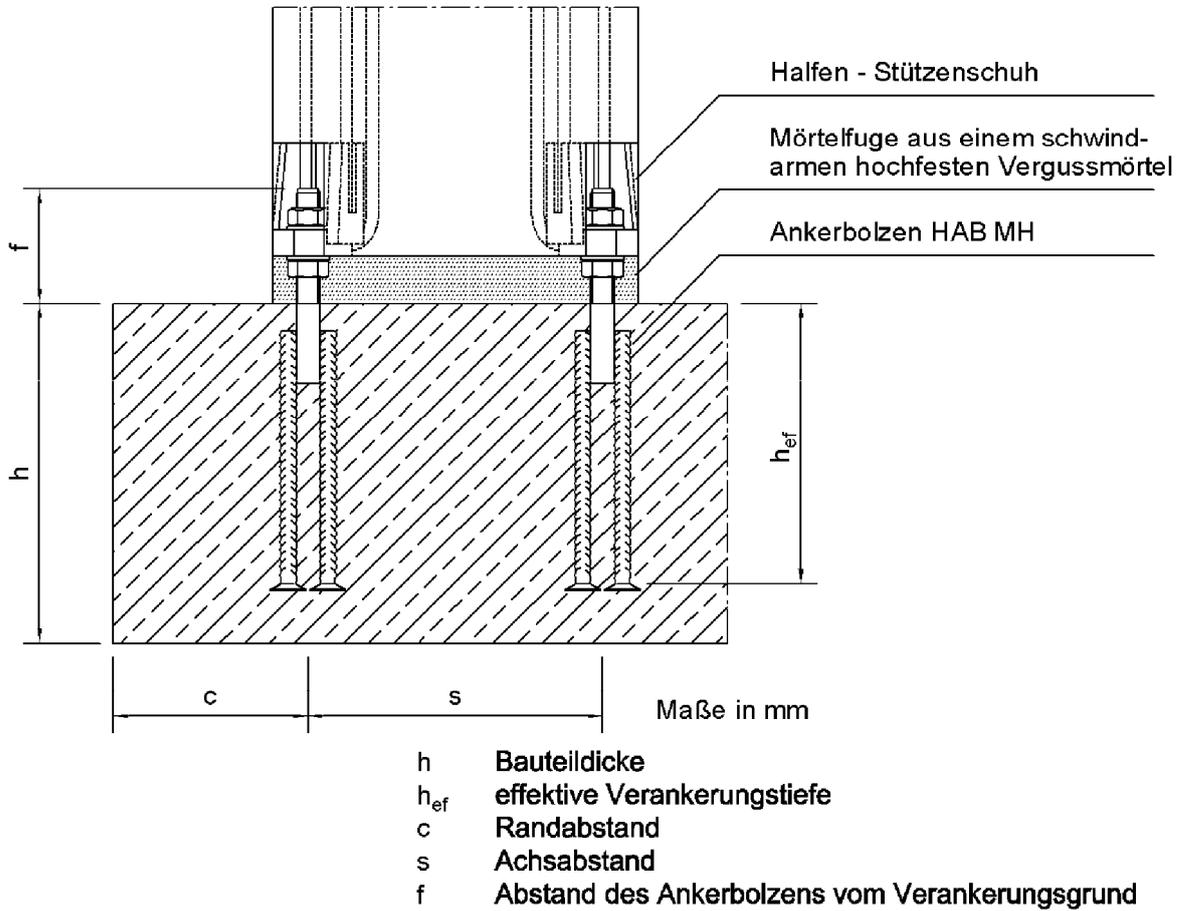
Die Montage der zugehörigen Halfen-Stützenschuhe ist entsprechend der Montageanleitung der Firma Halfen vorzunehmen. Die Montagefuge zwischen dem Betonbauteil und dem Stützenschuh sowie die Aussparungen für die Muttern sind anschließend mit einem hochfesten schwindarmen Vergussmörtel zu vergießen.

Andreas Kummerow

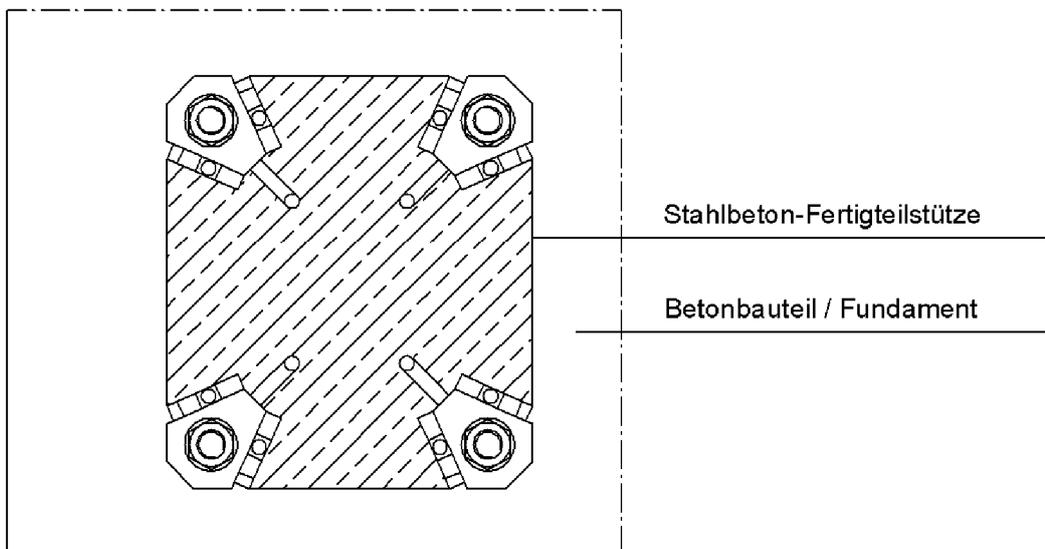
Referatsleiter

Beglaubigt

Vertikalschnitt



Horizontalschnitt

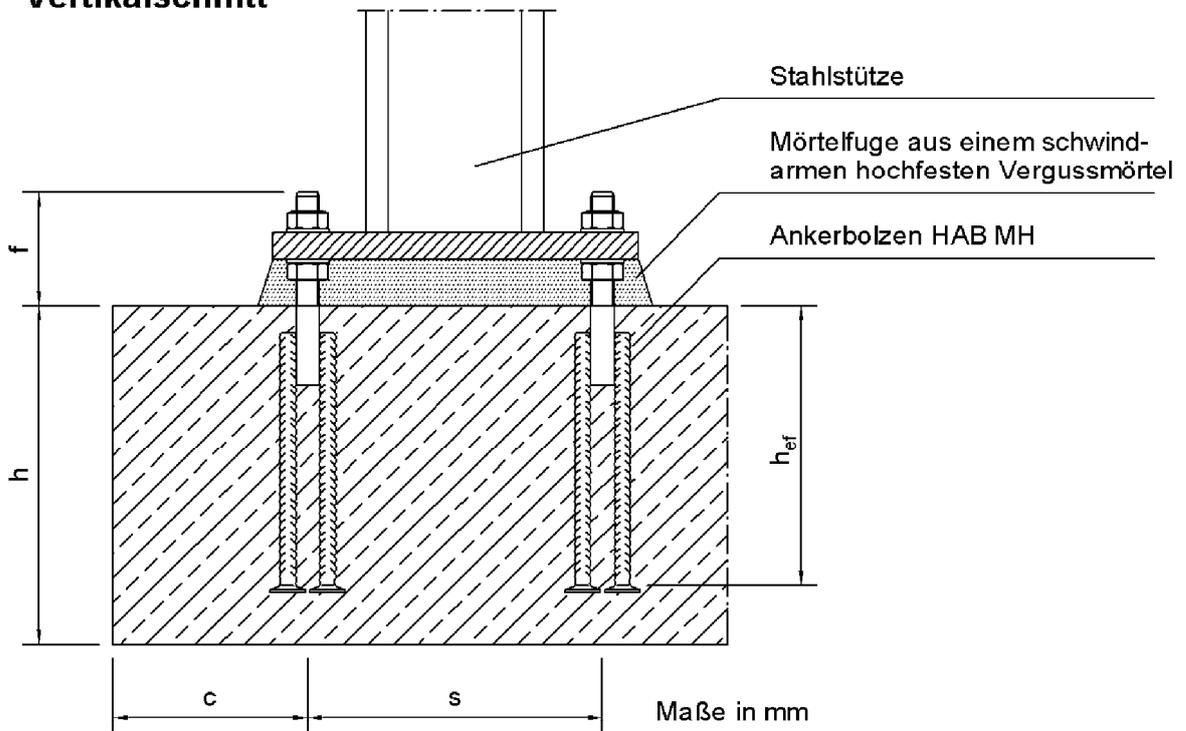


Halfen - Ankerbolzen HAB MH

Einbauzustand Stahlbeton-Fertigteilstütze

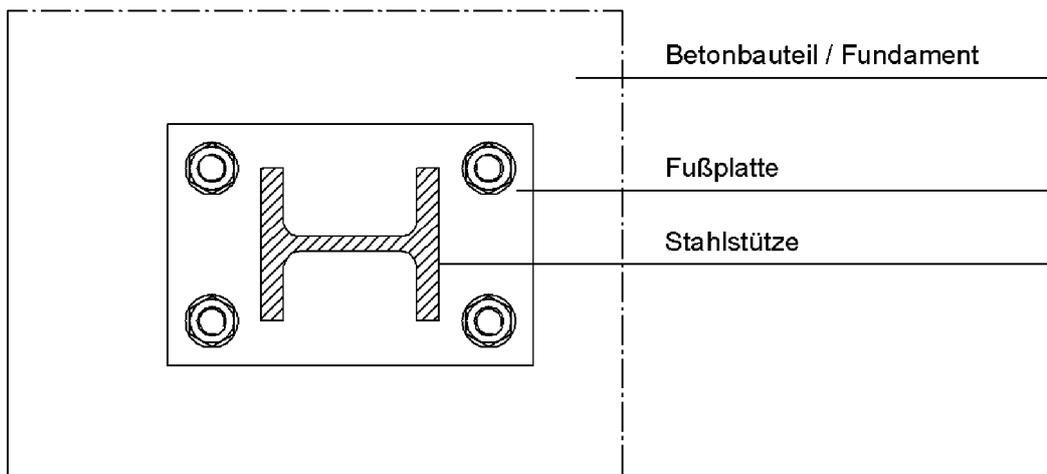
Anlage 1

Vertikalschnitt



- h Bauteildicke
- h_{ef} effektive Verankerungstiefe
- c Randabstand
- s Achsabstand
- f Abstand des Ankerbolzens vom Verankerungsgrund

Horizontalschnitt



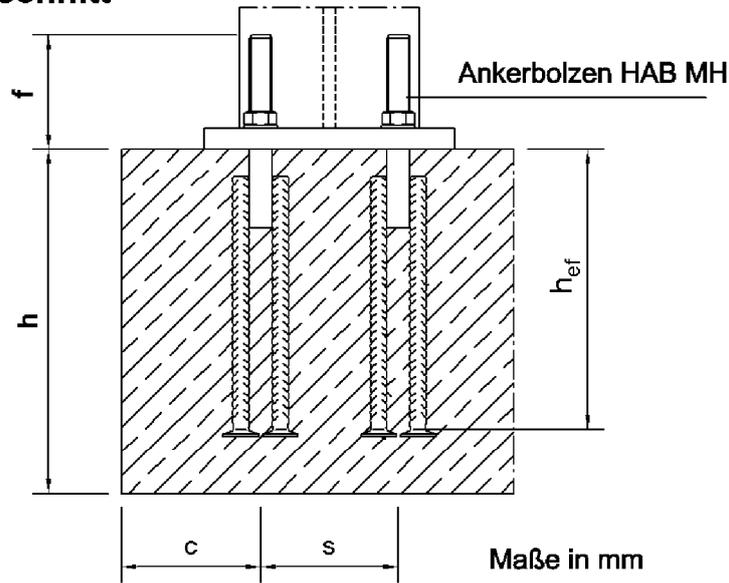
Nur in trockenen Innenräumen verwenden

Halfen - Ankerbolzen HAB MH

Einbauzustand Stahlstütze mit Konterverschraubung

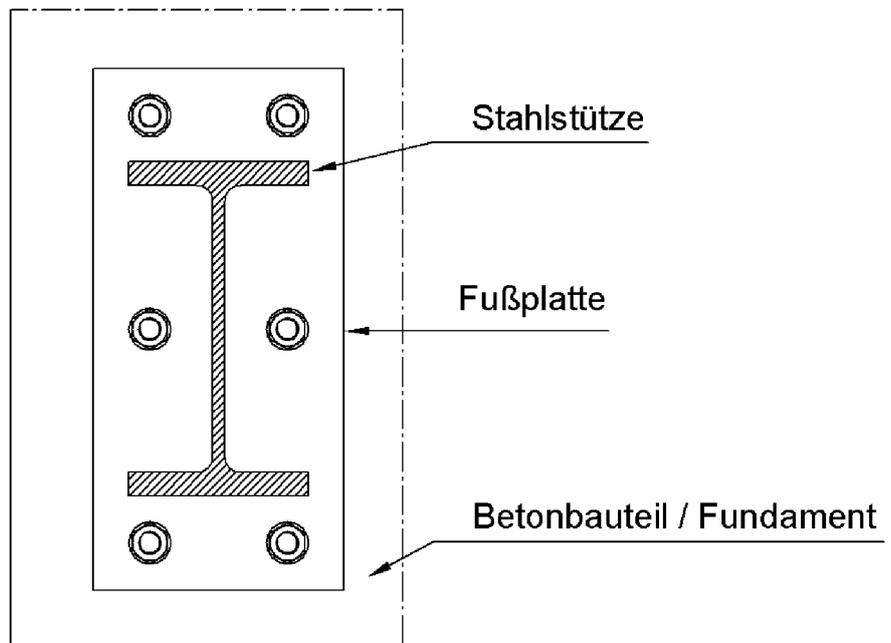
Anlage 2

Vertikalschnitt



- h Bauteildicke
- h_{ef} effektive Verankerungstiefe
- c Randabstand
- s Achsabstand
- f Bolzenüberstand

Horizontalschnitt



Nur in trockenen Innenräumen verwenden

Halben - Ankerbolzen HAB MH

Einbauzustand Stahlstütze ohne Konterverschraubung

Anlage 3

Bild 1: Verwendete Symbole

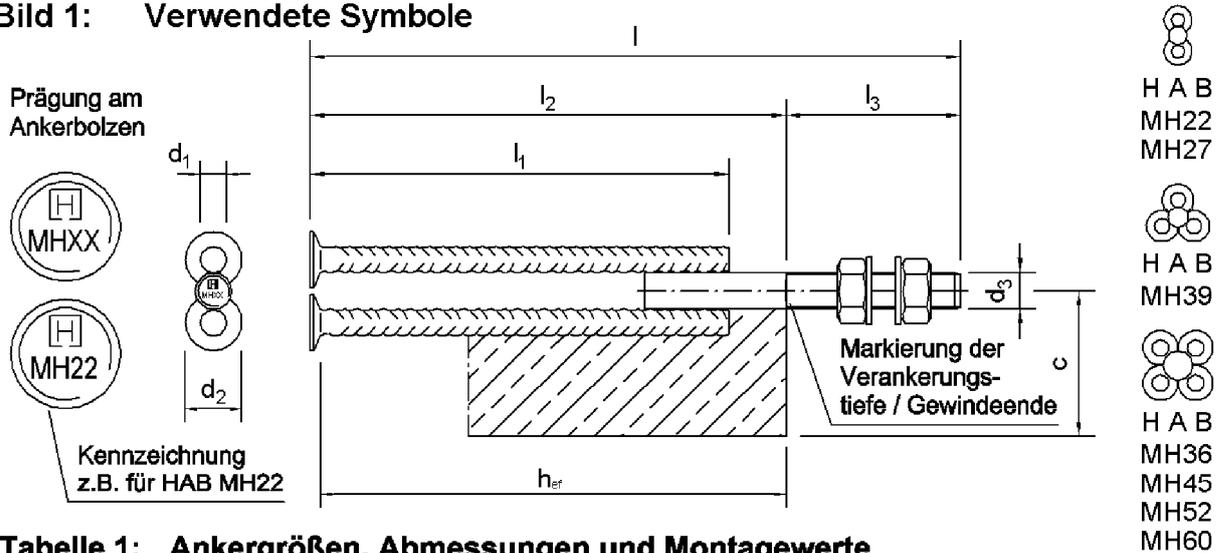


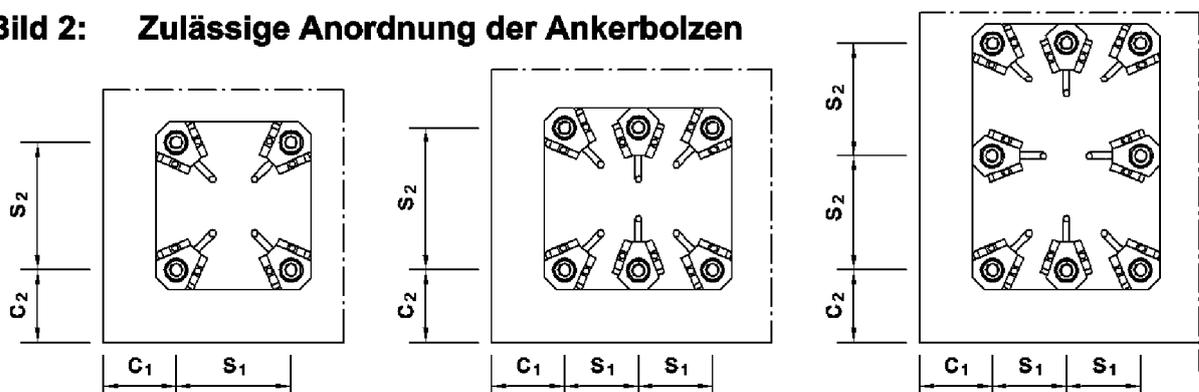
Tabelle 1: Ankergrößen, Abmessungen und Montagewerte

Ankerbolzenbezeichnung			H A B MH22	H A B MH27	H A B MH36	H A B MH39	H A B MH45	H A B MH52	H A B MH60
Gesamtlänge	l	[mm]	510	650	740	880	980	1140	1330
Anzahl der Kopfbolzen	n		2	2	4	3	4	4	4
Einbautiefe	l ₂	[mm]	380	500	575	695	785	900	1020
Bolzenüberstand / Gewindelänge	l ₃	[mm]	130	150	165	185	195	240	310
Mindestachsabstand	s _{min}	[mm]	130	130	160	180	200	280	280
Mindestrandabstand	c _{min}	[mm]	100	120	140	150	160	180	180
Effektive Verankerungslänge	h _{ef}	[mm]	368	487	563	682	772	885	1000
Verankerungslänge	l ₁	[mm]	320	450	520	640	730	860	1000
Ø - Ankerstäbe	d ₁	[mm]	20	25	20	25	25	32	32
Ø - Kopfbolzen	d ₂ ≥	[mm]	46	55	46	55	55	70	70
Ø - Gewinde	d ₃	[mm]	22	27	36	39	45	52	60
Gewindespannungsfläche	A _{sp}	[mm ²]	303	459	817	976	1306	1758	2362
Aufstandsfläche	A _h	[mm ²]	2695	3770	5391	5655	7540	12177	12177
max. Installationsmoment	T _{inst}	[Nm]	250	550	1200	1400	2000	3300	3800

Tabelle 2: Werkstoffe

Betonstahl	Kopfbolzen Ø20 - Ø25 B500B, gemäß DIN488-2:2009-08, Ø32 B500B gemäß allg. bauaufs. Zul.
Gewindeteil	S690, DIN EN 10025-6: 2009-08 bzw. Imacro M
Scheiben	DIN EN ISO 7089: 2000-11, S355J0 nach DIN EN 10025-2: 2005-04
6KT-Muttern	Festigkeitsklasse 8, nach DIN EN ISO 4032: 2013-04 und DIN EN ISO 898-2: 2012-08

Bild 2: Zulässige Anordnung der Ankerbolzen



Halben - Ankerbolzen HAB MH

Ankergrößen, Montagekennwerte und Abmessungen

Anlage 4

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

Halben - Ankerbolzen HAB MH

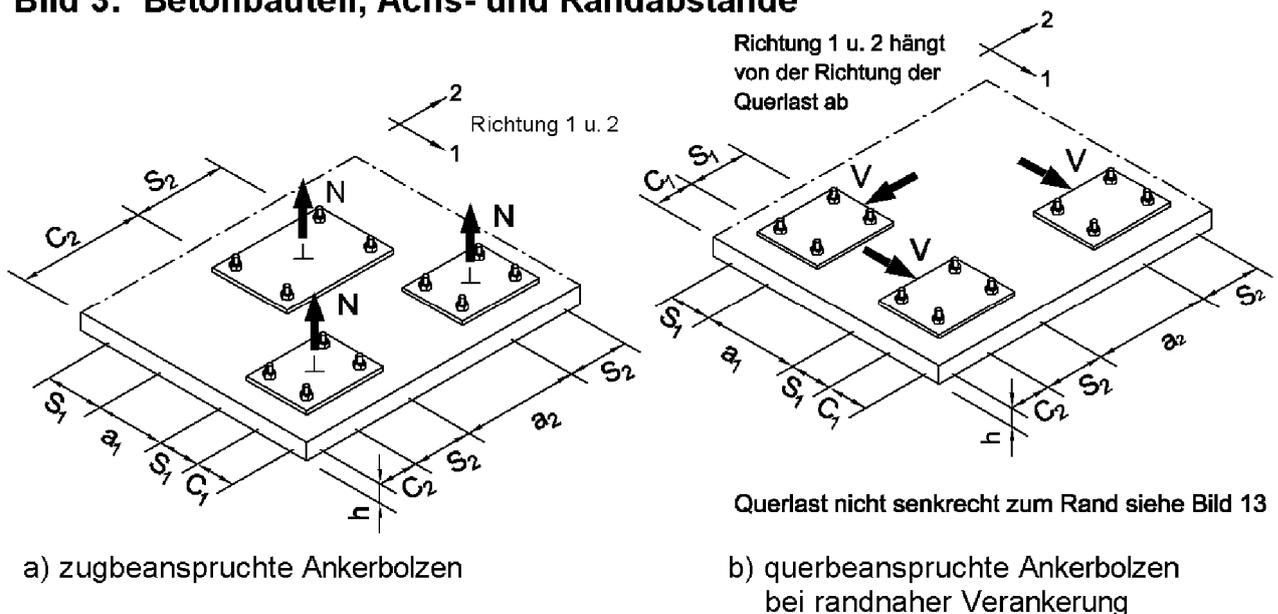
Begriffe und Formelzeichen

Anlage 5

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 (siehe 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 zentralen Ankerbolzens
- h_{ef} = effektive Verankerungstiefe
- h = Dicke des Betonbauteils
- h_{min} = Mindestbauteildicke
- l_2 = Länge des Ankerbolzens im Bauteil; $l_2 = h_{ef} + k$

Bild 3: Betonbauteil, Achs- und Randabstände



Halfen - Ankerbolzen HAB MH

Kennwerte der Verankerung

Anlage 6

Charakteristische Widerstandsgrößen für den Nachweis der Tragfähigkeit bei Zugbeanspruchung

Tabelle 3: Charakteristische Zugtragfähigkeit $N_{Rk,s}$ eines Ankerbolzens bei Stahlversagen in kN

Ankerbolzengröße	HAB MH22	HAB MH27	HAB MH36	HAB MH39	HAB MH45	HAB MH52	HAB MH60
Charakteristische Zugtragfähigkeit $N_{Rk,s}$ [kN]	242	367	654	781	1045	1406	1769

Tabelle 4: Charakteristische Zugtragfähigkeit $N_{Rk,p}$ eines Ankerbolzens bei Herausziehen in kN

Ankerbolzengröße	HAB MH22	HAB MH27	HAB MH36	HAB MH39	HAB MH45	HAB MH52	HAB MH60
Charakteristische Tragfähigkeit in Beton C20/25 bei Herausziehen $N_{Rk,p}$ [kN]	404	565	809	848	1131	1827	1827

Tabelle 5: Faktor Ψ der charakteristischen Zugtragfähigkeit $N_{Rk,p}$ bei Herausziehen in Abhängigkeit von der Betonfestigkeit

Betonfestigkeitsklasse	C12/15	C20/25	C30/37	C40/50	C50/60
Erhöhungsfaktor Ψ	0,60	1,00	1,48	2,00	2,40

Halben - Ankerbolzen HAB MH

Charakteristische Zugtragfähigkeit bei Stahlversagen und bei Herausziehen

Anlage 7

Lokaler Betonausbruch bei randnahen Verankerungen

Die charakteristische Zugtragfähigkeit $N_{RK,cb}$ eines Ankerbolzens bzw. einer Ankerbolzengruppe bei lokalem Betonausbruch am Rand beträgt

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

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 $N_{RK,cb}^0$ eines Bolzens beträgt:

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

mit: c_1 [mm]

A_h [mm²] Aufstandsfläche der Ankerköpfe eines Ankerbolzens n. Anlage 4, Tab. 1
 $f_{ck,cube}$ [N/mm²], für $f_{ck,cube}$ darf maximal 60 N/mm² angesetzt werden.

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

$A_{c,Nb}^0 = 16c_1^2$; projizierte Fläche des Ausbruchkörpers eines Ankerbolzens (auf der 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 $4 c_1$ anzunehmen (siehe Bild 4).

$A_{c,Nb}$ = vorhandene projizierte Fläche des Ausbruchkörpers (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 (siehe Bild 5).

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

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

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

d) Der Einflussfaktor $\Psi_{g,Nb}$ berücksichtigt den Einfluss der Aufstandsflächen der einzelnen Befestigungsmittel innerhalb einer Gruppenbefestigung.

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

mit n = Anzahl zugbeanspruchter Befestigungsmittel in einer parallel zum Bauteilrand angeordneten Reihe.

e) Der Einflussfaktor $\Psi_{ec,Nb}$ berücksichtigt eine exzentrische Zugbeanspruchung der Reihenbefestigung.

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

mit e_N = „innere“ Exzentrizität der zugbeanspruchten Ankerbolzen

Halben - Ankerbolzen HAB MH

Charakteristische Zugtragfähigkeit bei lokalem Betonversagen am Rand

Anlage 8

Bild 4: Idealisierter Betonausbruchkörper und Fläche $A_{c,Nb}^0$ eines Ankerbolzens bei lokalem Betonausbruch am Bauteilrand

$$A_{c,Nb}^0 = 16 \cdot c_1^2$$

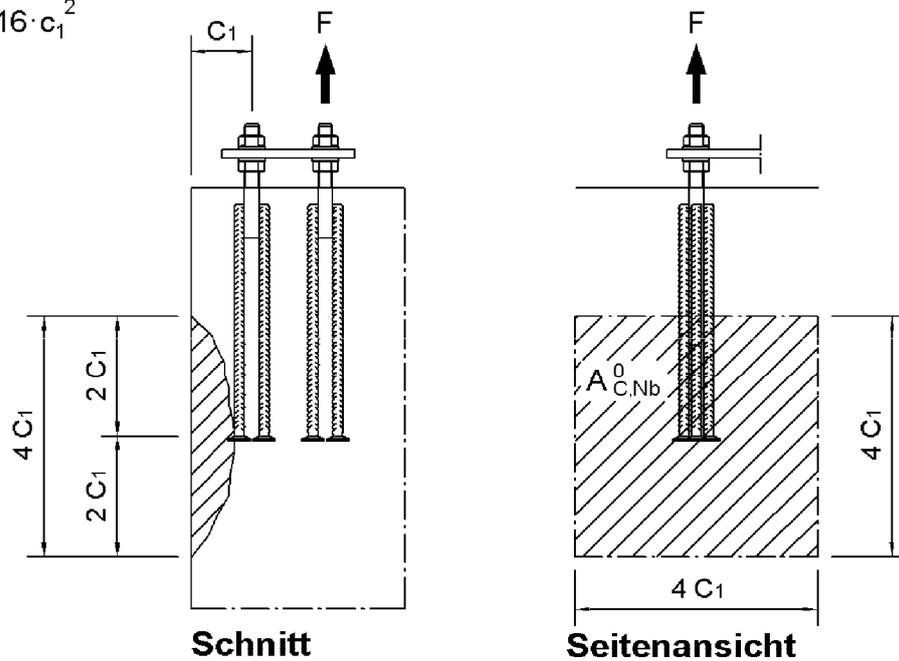
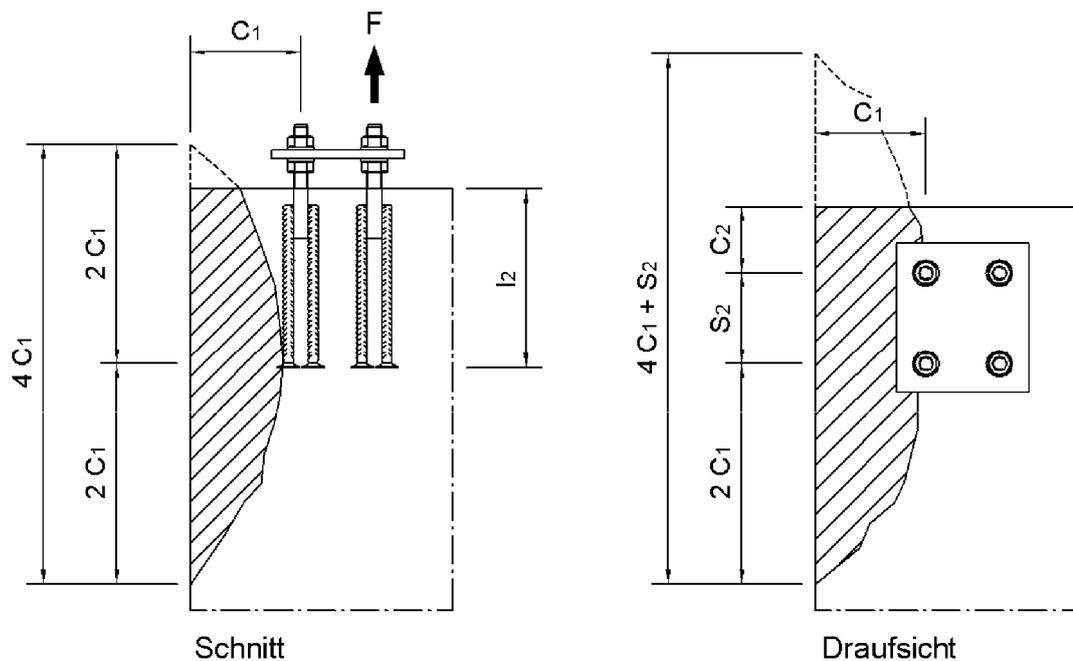


Bild 5: Beispiel für vorhandene Fläche $A_{c,Nb}$ des Ausbruchkörpers bei lokalem Betonausbruch am Bauteilrand

$$A_{c,Nb} = (2c_1 + l_2) \cdot (2c_1 + s_2 + c_2)$$



Halfen - Ankerbolzen HAB MH

Charakteristische Zugtragfähigkeit bei lokalem Betonversagen am Rand

Anlage 9

Betonausbruch

Die charakteristische Zugtragfähigkeit $N_{Rk,c}$ eines Ankerbolzens bzw. einer Ankerbolzen-
 gruppe bei Betonausbruch beträgt :

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

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

- a) Der Ausgangswert der charakteristischen Zugtragfähigkeit $N_{Rk,c}^0$ eines Ankerbolzens im
 Beton beträgt:

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

mit: $f_{ck,cube}$ [N/mm²], für $f_{ck,cube}$ darf maximal 60 N/mm² angesetzt werden
 h_{ef} [mm]

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

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

$A_{c,N}$ = vorhandene projizierte Fläche des Ausbruchkörpers der Verankerung auf
 der Betonoberfläche. Sie wird begrenzt durch die Überschneidungen der
 einzelnen Ausbruchkörper benachbarter Befestigungen ($s \leq 3h_{ef}$) sowie
 durch Bauteilränder ($c \leq 1,5 h_{ef}$) (siehe Bild 7).

- 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.

$$\Psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{15h_{ef}} \leq 1 \quad (3.8b)$$

Halben - Ankerbolzen HAB MH

Charakteristische Zugtragfähigkeit bei Betonausbruch

Anlage 10

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

$$A_{c,N}^0 = 9 \cdot h_{ef}^2$$

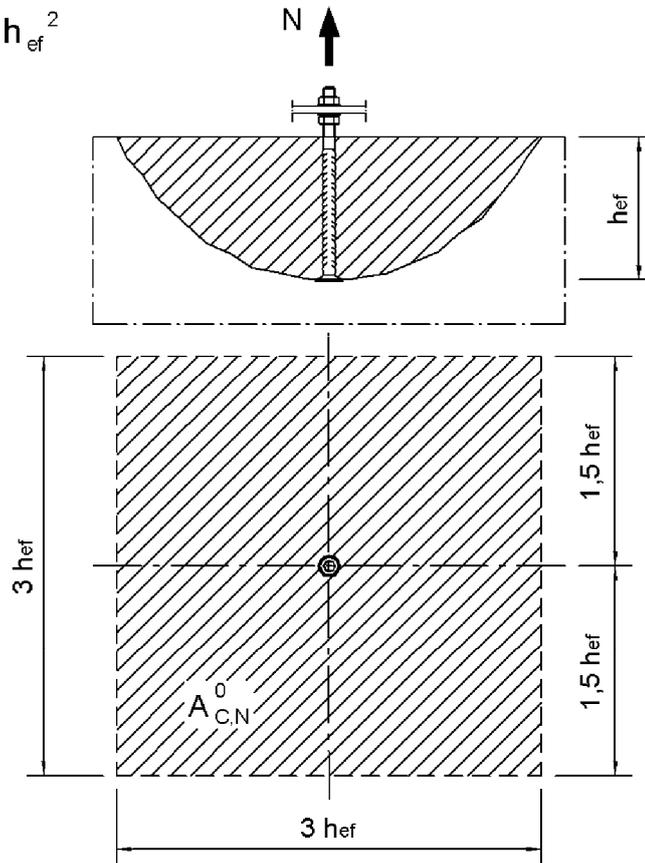
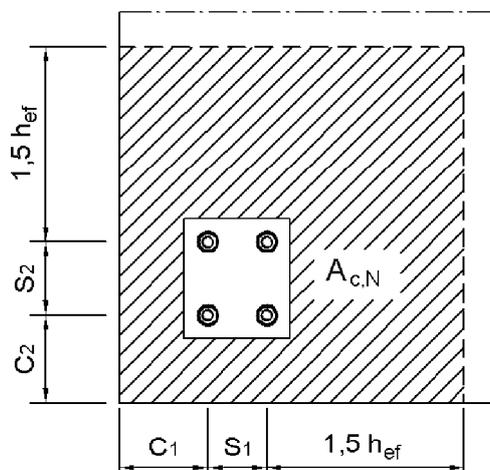


Bild 7: Beispiel für die vorhandene Fläche $A_{c,N}$ des idealisierten Betonausbruchkörpers unter Zugbeanspruchung der Ankerbolzen

$$A_{c,N} = (c_1 + s_1 + 1,5h_{ef}) \cdot (c_2 + s_2 + 1,5h_{ef}) \quad \text{wenn: } c_1; c_2 \leq 1,5h_{ef} \\ s_1; s_2 \leq 3h_{ef}$$



Halfen - Ankerbolzen HAB MH

Charakteristische Zugtragfähigkeit bei Betonausbruch

Anlage 11

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

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

mit e_N = 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.

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 $\Psi_{ec,N} = 1,0$ angenommen werden, wenn die charakteristische Tragfähigkeit des höchstbeanspruchten Ankerbolzens zu

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

mit n = Anzahl der zugbeanspruchten Ankerbolzen berechnet wird.

Dann ist anstatt des Nachweises nach Tabelle 3.2, Zeile 4a der Nachweis

$$N_{Sd}^h \leq N_{Rk,c}^h / \gamma_{Mc}$$

zu führen.

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

$$\Psi_{re,N} = 0,5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1 \quad (3.8e)$$

mit h_{ef} [mm]

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 MH

Charakteristische Zugtragfähigkeit bei Betonausbruch

Anlage 12

Stahlversagen der Rückhängebewehrung

Die charakteristische Stahltragfähigkeit der Rückhängebewehrung pro Bolzen beträgt:

$$N_{Rk, re} = n \cdot A_s \cdot f_{yk} \quad [N]$$

- mit: n = Anzahl der wirksamen Schenkel der Rückhängebewehrung pro Bolzen
 A_s [mm²] = Querschnittsfläche eines Schenkels der Rückhängebewehrung
 f_{yk} [N/mm²] = Charakteristischer Wert der Streckgrenze der Rückhängebewehrung

Versagen der Verankerung der Rückhängebewehrung

Der Bemessungswiderstand der Verankerung der Rückhängebewehrung pro Bolzen im Ausbruchkegel beträgt:

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

- mit: l_n [mm] = Verankerungslänge des n-ten Schenkels der Rückhängebewehrung im Ausbruchkegel
 $\geq l_{b, min} = \begin{cases} 4 \cdot d_s & \text{(Haken oder Schlaufen)} \\ 10 \cdot d_s & \text{(gerade Stäbe)} \end{cases}$
 d_s [mm] = Stabdurchmesser der Rückhängebewehrung ≤ 16 mm
 f_{bd} [N/mm²] = Bemessungswert der Verbundspannung in Abhängigkeit von der Betonfestigkeitsklasse gemäß DIN EN 1992-1-1: 2011-01 mit DIN EN 1992-1-1/NA: 2013-04, Abschnitt 8.4.2
 α_a = Beiwert zur Berücksichtigung der Art der Verankerung
 = 0,7 für Haken
 n = Anzahl der wirksamen Bügelschenkel pro Bolzen

Die Rückhängebewehrung sollte unmittelbar neben dem Bolzen angeordnet werden. Die Bügelschenkel sollten die gleichen Durchmesser besitzen und sind außerhalb des Ausbruchkegels mit einer Verankerungslänge von $l_{b, d}$ gemäß DIN EN 1992-1-1: 2011-01 mit DIN EN 1992-1-1/NA: 2013-04, Abschnitt 8.4.3 zu verankern. Als Rückhängebewehrung dürfen nur Bügel und Schlaufen angesetzt werden, die in einem Abstand $\leq 0,75 h_{ef}$ vom Bolzen angeordnet sind. Für die Rückhängebewehrung ist der Biegerollendurchmesser d_{br} gemäß DIN EN 1992-1-1: 2011-01 mit DIN EN 1992-1-1/NA: 2013-04, Abschnitt 8.3 einzuhalten.

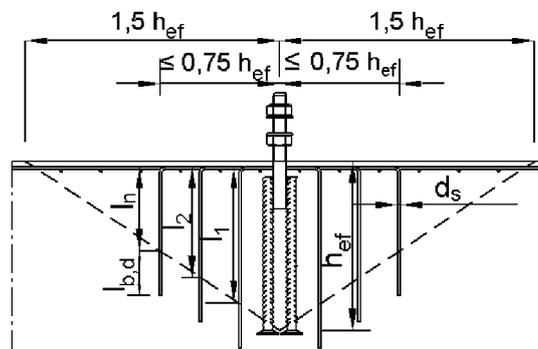


Bild 8: Beispiel für die Ausbildung der Rückhängebewehrung, bei der die Bemessung einer Oberflächenbewehrung erforderlich ist

Halben - Ankerbolzen HAB MH

Rückhängebewehrung zur Aufnahme von Zuglasten

Anlage 13

Charakteristische Widerstandsgrößen für den Nachweis der Tragfähigkeit bei Querbeanspruchung

Tabelle 6: Charakteristische Widerstandsgrößen eines Ankerbolzens bei Querlast mit und ohne Hebelarm bei Stahlversagen

Ankerbolzengröße	HAB MH22	HAB MH27	HAB MH36	HAB MH39	HAB MH45	HAB MH52	HAB MH60
Charakteristischer Widerstand $V_{Rk,s}$ [kN] bei Querlast ohne Hebelarm	109	165	294	351	470	633	850
Charakteristischer Widerstand $M_{Rk,s}^0$ [Nm] bei Querlast mit Hebelarm	714	1330	3160	4130	6390	9980	15500

Bei Querlast mit Hebelarm gilt:

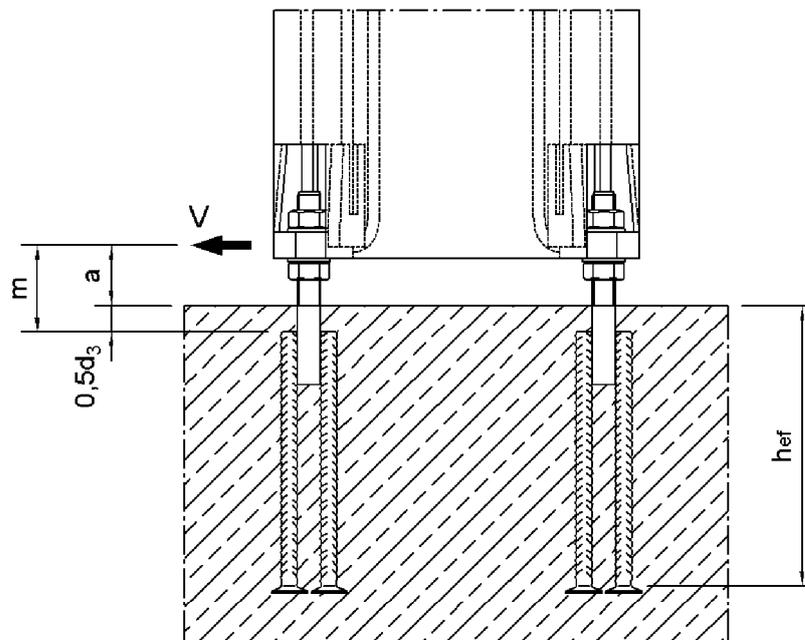
$$V_{Rk,s} = M_{Rk,s} / m$$

mit $m = a + 0,5 d_3$ (Hebelarm, d_3 nach Anlage 4)
 $a =$ Abstand zwischen Querlast und Betonoberfläche

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

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

Bild 9: Querlast mit Hebelarm, Definitionen



Halben - Ankerbolzen HAB MH

Charakteristische Quertragfähigkeit bei Stahlversagen

Anlage 14

Betonversagen - Betonausbruch an der lastabgewandten Seite

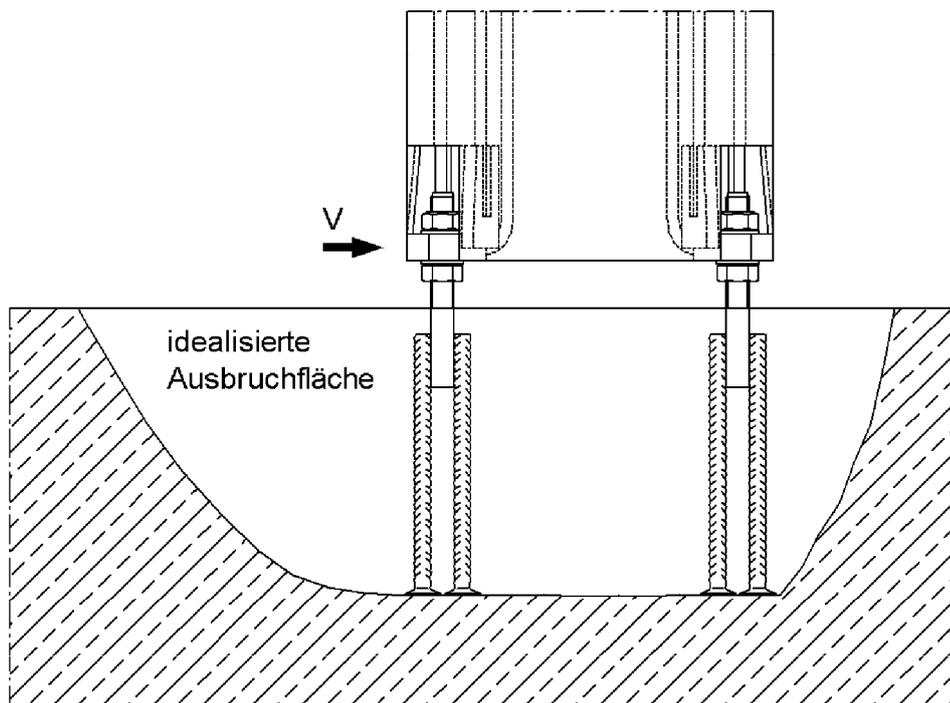
Die zugehörige charakteristische Quertragfähigkeit $V_{Rk,cp}$ beträgt:

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

mit $N_{Rk,c}$ nach Gleichung 3.8 für die durch Querlasten beanspruchten Ankerbolzen

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

Bild 10: Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite



Halfen - Ankerbolzen HAB MH

Charakteristische Quertragfähigkeit bei Betonausbruch auf der
lastabgewandten Seite

Anlage 15

Betonkantenbruch bei randnahen Verankerungen

Die charakteristische Quertragfähigkeit $V_{Rk,c}$ 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 12).

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

- a) Der Ausgangswert der charakteristischen Quertragfähigkeit $V_{Rk,c}^0$ eines Ankerbolzens, beansprucht senkrecht zur Bauteilkante, beträgt:

$$V_{Rk,c}^0 = 1,6 \cdot d_3^\alpha \cdot h_{ef}^\beta \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c_1^{1,5} \quad [N] \quad (3.10a)$$

mit: $\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{h_{ef}}{c_1} \right)^{0,5}$

d_3, c_1 [mm]
 h_{ef} [mm]
 $h_{ef} \leq 8 \cdot d_3$ [mm]

$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_3}{c_1} \right)^{0,2}$

$f_{ck,cube}$ [N/mm²],
 für $f_{ck,cube}$ darf maximal 60 N/mm² angesetzt werden

Für Ankerbolzen in den Größen HAB MH45, HAB MH52 und HAB MH60 ist der 0,8 fache Wert einzusetzen.

- b) Das Verhältnis $A_{c,V} / A_{c,V}^0$ berücksichtigt den Einfluß der Achsabstände sowie weiterer Randabstände parallel zur Lastrichtung und der Bauteildicke auf die charakteristische Tragfähigkeit.

$A_{c,V}^0$ = 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 ($s \leq 3c_1$) sowie durch die Bauteilränder parallel zur angenommenen Lastrichtung ($c_2 \leq 1,5c_1$) und die Bauteildicke ($h \leq 1,5c_1$) (siehe Bild 12).

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 ($c_2 \leq 1,5c_1$) ist der Nachweis für beide Bauteilränder zu führen (siehe Bild 13)

Halben - Ankerbolzen HAB MH

Charakteristische Quertragfähigkeit bei Betonkantenbruch

Anlage 16

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

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

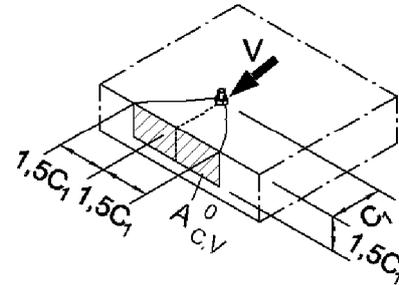
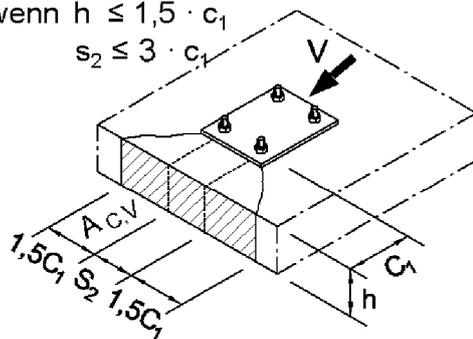


Bild 12: Beispiele für vorhandene Flächen der idealisierten Betonausbruchkörper für Ankerbolzengruppen unter Querbeanspruchung

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

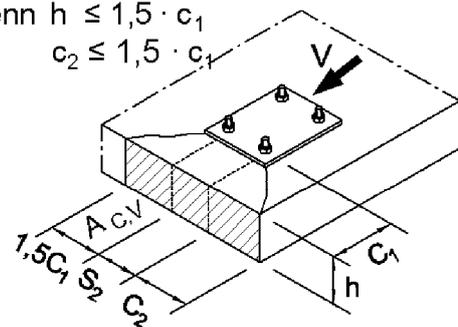
$$A_{c,V} = (1,5c_1 + s_2 + c_2) \cdot h$$

wenn $h \leq 1,5 \cdot c_1$
 $s_2 \leq 3 \cdot c_1$



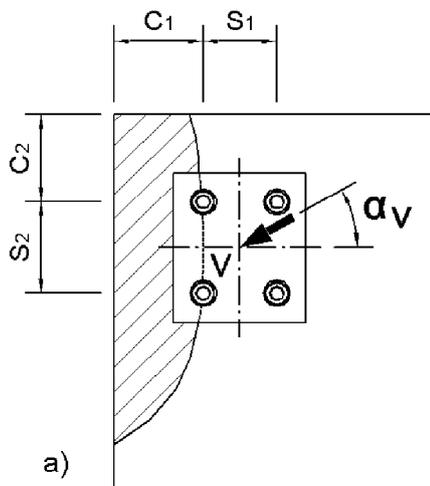
a) Ankerbolzengruppe am Bauteilrand in einem dünnen Bauteil

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

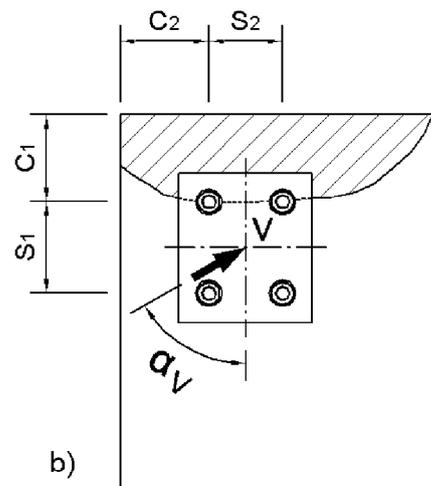


b) Ankerbolzengruppe in der Bauteilecke in einem dünnen Bauteil

Bild 13: Beispiele für eine Ankerbolzengruppe unter Querbeanspruchung in der Bauteilecke (Doppelnachweis erforderlich)



a)



b)

Halben - Ankerbolzen HAB MH

Charakteristische Quertragfähigkeit bei Betonkantenbruch

Anlage 17

- 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.

$$\Psi_{h,V} = \left(\frac{1,5c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1 \quad (3.10c)$$

- e) Der Faktor $\Psi_{\alpha,V}$ berücksichtigt den Winkel α , den die angreifende Last V mit der Richtung senkrecht zur freien Kante bildet (siehe Bild 13 oder Bild 14).

$$\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_v)^2 + (0,4 \cdot \sin \alpha_v)^2}} \geq 1 \quad 0^\circ < \alpha_v \leq 90^\circ \quad (3.10d)$$

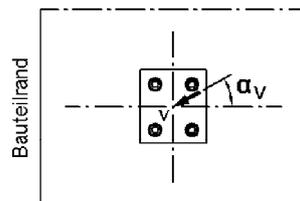


Bild 14: Definition des Winkels α_v

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

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

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

Auf der sicheren Seite liegend darf der Einflussfaktor $\Psi_{ec,V} = 1,0$ angenommen werden, wenn die charakteristische Tragfähigkeit des höchstbeanspruchten Ankerbolzens zu

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

mit n = Anzahl der auf Querlast beanspruchten Ankerbolzen berechnet wird.

Dann ist anstatt des Nachweises nach Tabelle 3.3, Zeile 4a der Nachweis

$$V_{Sd}^h \leq V_{Rk,c}^h / \gamma_{Mc} \quad \text{zu führen.}$$

Halfen - Ankerbolzen HAB MH

Charakteristische Quertragfähigkeit bei Betonkantenbruch

Anlage 18

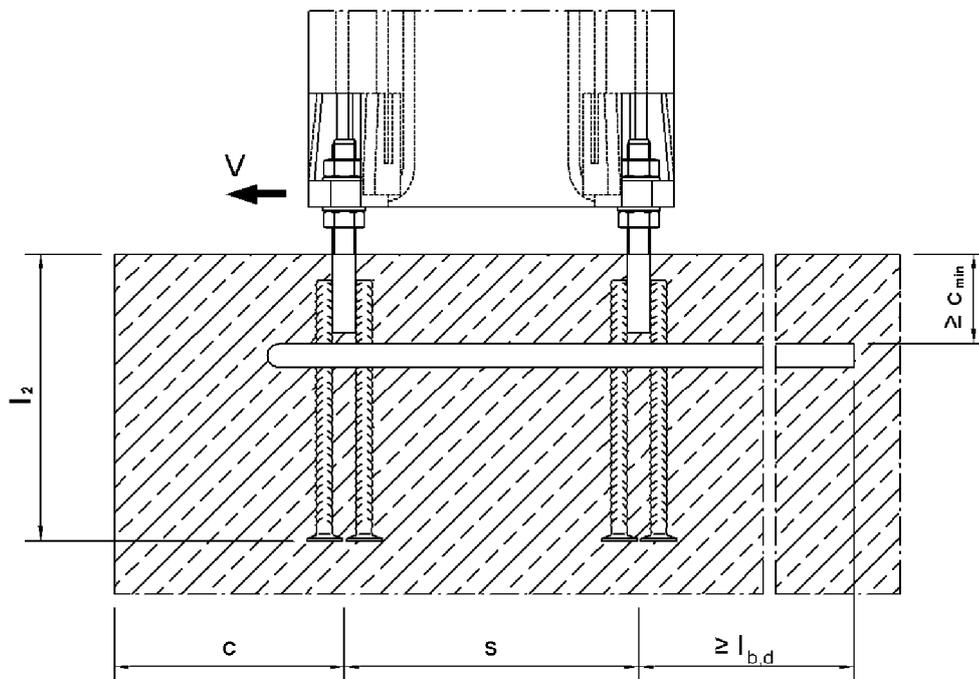
Tabelle 7: Charakteristische Tragfähigkeit $V_{Rk,re}^0$ eines Schenkels der Rückhängebewehrung bei randnahen Verankerungen zur Aufnahme der Querlast

Betonstahl B500B	Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16
Charakteristische Tragfähigkeit eines Schenkels $V_{Rk,re}^0$ [kN]	12	19	28	38	50

Als Rückhängebewehrung dürfen nur Bügel und Schlaufen angesetzt werden, die unmittelbar an den Bolzen anliegen. Die erforderlichen Mindestwerte für die Betondeckung und die Verankerungslänge sind nach DIN EN 1992-1-1: 2011-01 mit DIN EN 1992-1-1/NA: 2013-04 einzuhalten.
 Für die Rückhängebewehrung ist der Biegerollendurchmesser d_{br} gemäß DIN EN 1992-1-1: 2011-01 mit DIN EN 1992-1-1/NA: 2013-04 zu verwenden.

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

Bild 15: Konstruktive Ausbildung der Rückhängebewehrung

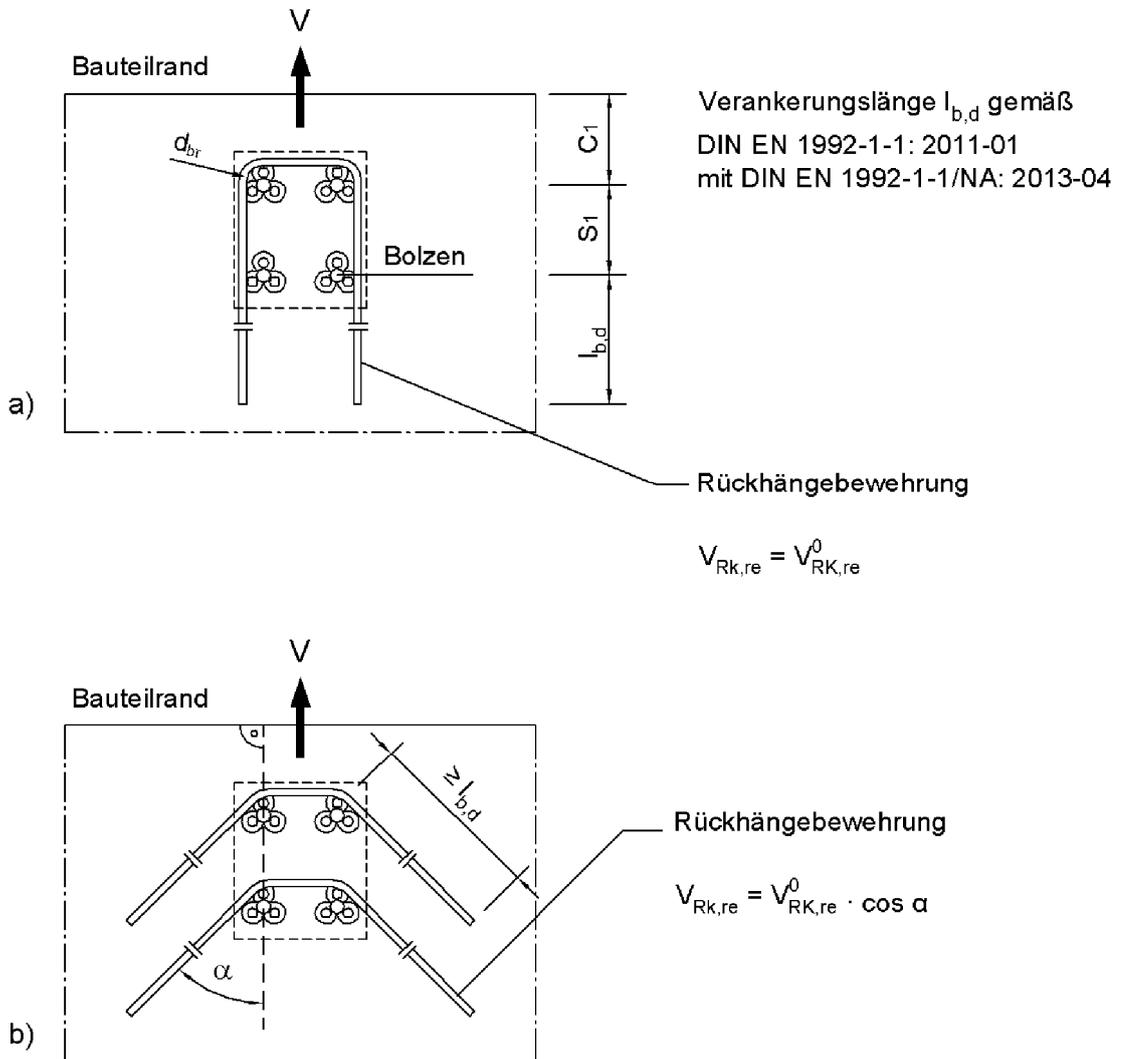


Halfen - Ankerbolzen HAB MH

Charakteristische Tragfähigkeit einer Rückhängebewehrung bei Querlast an randnahen Verankerungen

Anlage 19

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



Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-21.5-1758

Halfen - Ankerbolzen HAB MH

Beispiel für Rückhängebewehrung zur Aufnahme der Querlast bei randnahen Verankerungen

Anlage 20