

**Allgemeine
bauaufsichtliche
Zulassung/
Allgemeine
Bauartgenehmigung**

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:

20.04.2022

Geschäftszeichen:

I 25-1.21.8-28/20

Nummer:

Z-21.8-2113

Geltungsdauer

vom: **20. April 2022**

bis: **23. September 2024**

Antragsteller:

ROBUSTA-GAUKELE GmbH & Co. KG

Brunnenstraße 36

71263 Weil der Stadt

Gegenstand dieses Bescheides:

**ROBUSTA-Verankerungsset zur nachträglichen Verankerung von Ankerstäben in
Stahlbetonplatten**

Der oben genannte Regelungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich
zugelassen/genehmigt.

Dieser Bescheid umfasst 14 Seiten und 32 Anlagen.

Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/allgemeine Bauartgenehmigung ersetzt die allgemeine
bauaufsichtliche Zulassung/allgemeine Bauartgenehmigung Nr. Z-21.8-2113 vom
23. September 2019. Der Gegenstand ist erstmals am 30. August 2004 allgemein bauaufsichtlich
zugelassen worden.

DIBt

I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Mit diesem Bescheid ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Regelungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
- 2 Dieser Bescheid ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
- 3 Dieser Bescheid wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
- 4 Dem Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes sind, unbeschadet weiter gehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", Kopien dieses Bescheides zur Verfügung zu stellen. Zudem ist der Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes darauf hinzuweisen, dass dieser Bescheid an der Verwendungs- bzw. Anwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden ebenfalls Kopien zur Verfügung zu stellen.
- 5 Dieser Bescheid darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen diesem Bescheid nicht widersprechen, Übersetzungen müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.
- 6 Dieser Bescheid wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.
- 7 Dieser Bescheid bezieht sich auf die von dem Antragsteller gemachten Angaben und vorgelegten Dokumente. Eine Änderung dieser Grundlagen wird von diesem Bescheid nicht erfasst und ist dem Deutschen Institut für Bautechnik unverzüglich offenzulegen.

II BESONDERE BESTIMMUNGEN

1 Regelungsgegenstand und Verwendungs- bzw. Anwendungsbereich

1.1 Zulassungsgegenstand und Verwendungsbereich

Zulassungsgegenstand ist das ROBUSTA-Verankerungsset. Es besteht aus folgenden Einzelteilen:

- einseitig mit einem U-Blech zugeschweißtes Hüllwellrohr aus Stahl in den Durchmessern 80, 100, 125, 150 und 200 mm mit abnehmbarem Kunststoffdeckel,
- Ankerstab (Gewindestange) aus Stahl in den Größen M12 bis M42,
- Sechskantmutter nach DIN EN ISO 4032:2013-04,
- Unterlegscheibe nach DIN EN ISO 7089:2000-11 oder DIN EN ISO 7090:2000-11,
- zugehörige Ankerplatte aus Stahl und
- ROBUSTA-Ankermörtel 4-50-90 (nachfolgend Vergussmörtel genannt).

Das Verankerungsset wird für Verankerungen in Stahlbetonplatten verwendet. Auf Anlage 1 ist das Verankerungsset im eingebauten Zustand dargestellt.

1.2 Genehmigungsgegenstand und Anwendungsbereich

Genehmigungsgegenstand ist die Planung, Bemessung und Ausführung von nachträglichen Verankerungen von Ankerstäben in Stahlbetonplatten mit Hilfe des ROBUSTA-Verankerungssets.

Dazu wird das Hüllwellrohr oberflächenbündig in die Stahlbetonplatte einbetoniert und bildet die Aussparung für den Ankerstab. Nach dem Erhärten der Platte und dem Entfernen des Kunststoffdeckels auf dem Hüllwellrohr wird der Ankerstab im Hüllwellrohr ausgerichtet und mit Vergussmörtel einbetoniert.

Die Verankerung darf unter statischer, quasi-statischer und seismischer Belastung in horizontalen (Boden-) Platten aus bewehrtem Normalbeton der Festigkeitsklasse von mindestens C20/25 nach DIN EN 206-1:2001-07 "Beton - Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität" ausgeführt werden.

Der Einbau in Wände sowie die Überkopfmontage sind nicht zulässig.

Die Verankerung darf im gerissenen und ungerissenen Beton ausgeführt werden.

Die Verankerung ist als Einzelverankerung oder in Gruppen, die aus zwei oder vier gleichen Ankerstäben mit zugehörigem Hüllwellrohr bestehen, zulässig.

Sind Ankerstäbe, außenliegende Sechskantmutter und Unterlegscheibe aus galvanisch verzinktem Stahl darf die Verankerung nur in Bauteilen unter den Bedingungen trockener Innenräume angewendet werden.

Sind Ankerstäbe, außenliegende Sechskantmutter und Unterlegscheibe aus nichtrostendem Stahl darf die Verankerung entsprechend der Korrosions-beständigkeitsklasse (CRC) III gemäß DIN EN 1993-1-4:2015-10 in Verbindung mit DIN EN 1993-1-4/NA:2017-01 angewendet werden.

2 Bestimmungen für das Bauprodukt

2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

2.1.1 Stahlteile

Die Stahlteile des Verankerungssets müssen den Zeichnungen und Angaben der Anlagen 2 und 3 entsprechen.

Die in diesem Bescheid nicht angegebenen Werkstoffkennwerte, Abmessungen und Toleranzen der Metallteile der Verankerung müssen den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Angaben entsprechen.

2.1.2 Vergussmörtel

Der ROBUSTA-Ankermörtel 4-50-90 muss der DAfStb-Richtlinie "Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel" (Ausgabe Juli 2019) und den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Angaben entsprechen.

Die Druckfestigkeit des ROBUSTA-Ankermörtels 4-50-90 muss bei Prüfung nach DAfStb-Richtlinie "Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel" (Ausgabe Juli 2019) im Alter von 24 h mindestens dem Wert der Frühfestigkeitsklasse A entsprechen.

2.2 Verpackung, Lagerung und Kennzeichnung

2.2.1 Stahlteile

Das ROBUSTA-Verankerungsset darf nur als Befestigungseinheit verpackt und geliefert werden.

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

Die Stahlteile des Verankerungssets werden mit dem Produktnamen, der Anzahl der Ankerstäbe im Set (1er-, 2er-, oder 4er-Set), der Gewindegröße, dem Werkstoff (galvanisch verzinkt: "8" bzw. für nichtrostenden Stahl: "A") der Ankerstäbe und dem Längencode gemäß Anlage 8 bis 16 bezeichnet: z. B. ROBUSTA-Verankerungsset 4-fach Typ. 20-8-1.

Jedem Ankerstab ist gemäß Anlage 2, Bild 2 die Gewindegröße, das Materialkennzeichen und der Längencode nach Anlage 8 bis 16 einzuprägen.

Die erforderliche Setztiefe des Ankerstabs muss aus der in Anlage 1 und 2 dargestellten Markierung des Ankerstabs (Gewindefreistrich) ersichtlich sein.

2.2.2 Vergussmörtel

Verpackung, Lagerung und Kennzeichnung des ROBUSTA-Ankermörtels 4-50-90 hat nach den Bestimmungen der DAfStb-Richtlinie "Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel" (Ausgabe Juli 2019) zu erfolgen.

2.3 Übereinstimmungsbestätigung

2.3.1 Stahlteile

2.3.1.1 Allgemeines

Die Bestätigung der Übereinstimmung der Verankerung mit den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für jedes Herstellwerk mit einer Übereinstimmungserklärung des Herstellers auf der Grundlage einer Erstprüfung durch den Hersteller und einer werkseigenen Produktionskontrolle erfolgen.

Die Übereinstimmungserklärung hat der Hersteller durch Kennzeichnung der Bauprodukte mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) unter Hinweis auf den Verwendungszweck abzugeben.

2.3.1.2 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 Prüfplan 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.

2.3.2 Vergussmörtel

Der Übereinstimmungsnachweis für den ROBUSTA-Ankermörtel 4-50-90 hat nach den Bestimmungen der DAfStb-Richtlinie "Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel" (Ausgabe Juli 2019) zu erfolgen.

3 Bestimmungen für Planung, Bemessung und Ausführung

3.1 Planung

3.1.1 Allgemeines

Die Verankerung mittels ROBUSTA-Verankerungsset ist ingenieurmäßig zu planen. Unter Berücksichtigung der zu verankernden Lasten sind prüfbare Berechnungen und Konstruktionszeichnungen anzufertigen, die die Lage der Verankerung einschließlich möglicher Maßabweichungen enthält.

Die Verankerung ist nur als Einzelverankerung oder in Gruppen, die aus zwei oder vier gleichen Ankerstäbe mit zugehörigem Hüllwellrohr gemäß Anlage 6, Bild 4 bestehen, zulässig.

Bei Verankerungen am Bauteilrand mit Querbeanspruchung zum Rand dürfen nur die randnahen Ankerstäbe zur Lastaufnahme herangezogen werden.

3.1.2 Minimale Achs- und Randabstände

Die in Anlage 17, Tabelle 4 angegebenen minimalen Achs- und Randabstände dürfen nicht unterschritten werden.

3.1.3 Minimale Bauteildicke

Unterhalb des Verankerungssets ist bei einer weitmaschigen unteren Bewehrung eine Mindestbetondeckung von 5 cm einzuhalten.

Bei einer engmaschigen unteren Bewehrung mit großen Stabdurchmessern ist zwischen der Unterkante des U-Blechtes des Verankerungssets und der Oberkante der unteren Bewehrung ein liches Maß von 5 cm einzuhalten.

Die Betondeckung gemäß DIN EN 1992-1-1:2011-01 mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 ist einzuhalten.

3.2 Bemessung

3.2.1 Allgemeines

Die Verankerung ist nach DIN EN 1992-4:2019-04 "Eurocode 2 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 4: Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton" unter Berücksichtigung der nachfolgenden Hinweise und Ergänzungen zu bemessen.

Mit dieser Bemessung wird der Nachweis der unmittelbaren örtlichen Krafteinleitung in den Beton erbracht.

Die Weiterleitung der zu verankernden Lasten im Bauteil ist nachzuweisen.

Bei Verankerungen am Bauteilrand mit Querbeanspruchung zum Rand dürfen nur die randnahen Ankerstäbe zur Lastaufnahme herangezogen werden.

Zusatzbeanspruchungen, die in dem Ankerstab, im anzuschließenden Bauteil oder im Bauteil, in dem der Ankerstab verankert ist, aus behinderter Formänderung (z. B. bei Temperaturwechseln) entstehen können, sind zu berücksichtigen.

3.2.2 Bemessung bei statischer und quasi-statischer Beanspruchung

Die Bemessung bei statischer und quasi-statischer Beanspruchung hat gemäß DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt 7.2 zu erfolgen.

3.2.2.1 Nachweise ohne Zusatzbewehrung

Stahlversagen

Die Widerstände $N_{Rk,s}$ und die zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerte bei Zugbeanspruchung sind in Anlage 19, Tabelle 6 angegeben, die Widerstände $V_{Rk,s}$ und die zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerte bei Querbeanspruchung sind in Anlage 25, Tabelle 10 angegeben.

Herausziehen

Der Nachweis für Herausziehen des Ankerstabes mit Ankerplatte (Kopfbolzen) aus dem Mörtel bzw. des Ankerstabes mit Ankerplatte (Kopfbolzen) mit dem Mörtel aus dem Hüllwellrohr ist nicht erforderlich.

Kombiniertes Herausziehen und Betonausbruch

Der Nachweis für kombiniertes Versagen Herausziehen und Betonausbruch des Hüllwellrohrs mit Ankerstab (1er-Set) bzw. der Hüllwellrohre mit Ankerstäben (2er- und 4er Sets) darf entfallen. Voraussetzung hierfür ist, dass bei Verankerungen ohne Zusatzbewehrung zur Aufnahme der Zugkräfte der Nachweis für kegelförmigen Betonausbruch nach Gleichung (3.1) geführt wird.

$$N_{Rk,c} = \alpha_c \cdot N_{Rk,c,EN1992,4} \quad (3.1)$$

mit:

α_c = Reduktionsfaktor für den charakteristischen Widerstand bei kegelförmigen Betonausbruch:

Randferne Verankerungen ($c_1 > 2,5h_{ef}$ und $c_2 > 2,5h_{ef}$): $\alpha_c = 1,0$

Randnahe Verankerungen ($c_1 \leq 2,5h_{ef}$, $c_2 > 2,5h_{ef}$) und Verankerungen in der Bauteilecke ($c_1 \leq 2,5h_{ef}$, $c_2 \leq 2,5h_{ef}$): α_c siehe Anlage 19, Tabelle 6

$N_{Rk,c,EN1992-4}$ = Charakteristischer Widerstand für den Nachweis des kegelförmigen Betonausbruch nach DIN EN 1992-4:2019-04, Gleichung (7.1):

Die effektiven Verankerungstiefen h_{ef} sowie die charakteristischen Achs- und Randabstände ($s_{cr,N}$ und $c_{cr,N}$) sind in Anlage 19, Tabelle 6 angegeben.

Für Verankerungen im gerissenen und ungerissenen Beton beträgt der Faktor $k_1 = 8,9$ und der Montagebeiwert $\gamma_{inst} = 1,0$.

Spalten

Der Nachweis für Betonspalten ist nicht erforderlich. Es ist eine Spaltbewehrung entsprechend DIN EN 1992-4:2019-04, Gleichung (7.22) mit $k_4 = 0,5$ vorzusehen.

Betonkantenbruch

Der charakteristische Widerstand für Betonkantenbruch ist nach DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt 7.2.2.5 zu berechnen, wobei der Durchmesser d und die Verankerungstiefe h_{ef} der Ankerstäbe zu verwenden ist.

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

Beim Nachweis für Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite bei Querbeanspruchung nach DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt 7.2.2.4 ist der Wert $k_8 = 2,0$ und für $N_{Rk,c}$ der Wert nach Gleichung (3.1) einzusetzen.

3.2.2.2 Nachweise bei Anordnung einer Zusatzbewehrung

Es darf nur bei folgenden Verankerungen eine Zusatzbewehrung zur Erhöhung des charakteristischen Widerstands bei Zugbeanspruchung berücksichtigt werden

- 1er-, 2er- oder 4er- Sets mit $c_1 \geq 2,5h_{ef}$ und $c_2 \geq 2,5h_{ef}$,
- 1er- oder 2er-Sets mit $c_1 \geq c_{min}$ (c_{min} siehe Anlage 17, Tabelle 4) und $c_2 \geq 1,5h_{ef}$.

Die Zusatzbewehrung ist nach DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt 7.2.1.2 auszubilden und für den Bemessungswert der gesamten einwirkende Zugbeanspruchung nach DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt 7.2.1.9 zu bemessen.

Betonausbruch

Der Nachweis für kegelförmigen Betonausbruch nach Abschnitt 3.2.2.1, ausgehend vom Ankerkopf (1er-Set) bzw. den Ankerköpfen (2er- und 4er-Sets), darf entfallen.

Allerdings ist kegelförmiger Betonausbruch ausgehend von den Enden der Zusatzbewehrung nach Gleichung (3.1) mit $\alpha_c = 1,0$ nachzuweisen, wobei als Verankerungstiefe h_{ef} der Abstand zwischen der Betonoberfläche und dem Ende der Zusatzbewehrung einzusetzen ist.

Kombiniertes Herausziehen und Betonausbruch

Der Nachweis für kombiniertes Herausziehen und Betonausbruch des Hüllwellrohrs mit Ankerstab (1er-Set) bzw. der Hüllwellrohre mit Ankerstäben (2er- und 4er Sets) darf entfallen. Voraussetzung hierfür ist, dass der Bemessungswert für Stahlversagen der Ankerstäbe nach Gleichung (3.2) berechnet wird.

$$\text{red}N_{Rd,s} = \alpha_{sup} \cdot N_{Rd,s} \quad (3.2)$$

mit:

$\text{red}N_{Rd,s}$ = Reduzierter Bemessungswert des Widerstands für Stahlversagen der Ankerstäbe

α_{sup} = Reduktionsfaktorsfaktor für den Bemessungswert des Widerstands bei Stahlversagen der Ankerstäbe:

Randferne Verankerungen ($c_1 \geq 2,5h_{ef}$ und $c_2 \geq 2,5h_{ef}$): α_{sup} gemäß Anlagen 20 und 21, Tabelle 7,

Randnahe Verankerungen:

1er-Set mit $c_1 \geq c_{min}$ und $c_2 \geq 1,5h_{ef}$: α_{sup} gemäß Anlage 22, Tabelle 8,

2er-Set mit $c_1 \geq c_{min}$ und $c_2 \geq 1,5h_{ef}$: α_{sup} gemäß Anlagen 23 u. 24, Tabelle 9

$$N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_{Ms} \quad (3.3)$$

$N_{Rk,s}$, γ_{Ms} nach Anlage 19, Tabelle 6

Zusatzbewehrung zur Aufnahme von Querlasten in Form von Bügeln (DIN EN 1992-4:2019-04, Bild 7.10b) oder Schlaufen (DIN EN 1992-4:2019-04, Bild 7.10c) sind nicht zulässig.

3.2.2.3 Kombinierte Zug- und Querbeanspruchungen

Bei Verankerungen **ohne** Zusatzbewehrung sind die Nachweise für kombinierte Zug- und Querbeanspruchungen gemäß DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt 7.2.3.1 zu führen.

Für Verankerungen **mit** Zusatzbewehrung sind abhängig vom Abminderungsfaktor α_{sup} für den Widerstand für Stahlversagen (siehe Gleichung (3.2)) folgende Nachweise zu führen:

Verankerungen mit Zusatzbewehrung für Zug- und Querbeanspruchung und $\alpha_{sup} = 1,0$:

Die Nachweise sind gemäß DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt 7.2.3.2(1) zu führen. Dabei ist in Gleichung (7.54) der Wert $N_{Rd,s}$ nach Gleichung (3.3) einzusetzen.

Verankerungen mit Zusatzbewehrung für Zug- oder Querbeanspruchung und $\alpha_{sup} = 1,0$:

Nachweise für kombinierte Beanspruchungen für Stahlversagen sind gemäß DIN EN 1992-4:2019-04, Gleichung (7.54) mit $N_{Rd,s}$ nach Gleichung (3.3) und für andere Versagensarten als Stahlversagen nach DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt 7.2.3.2(2) zu führen, wobei in Gleichung (7.57) der Exponent $k_{11} = 0,67$ zu verwenden ist.

Verankerungen mit Zusatzbewehrung für Zug- und Querbeanspruchung und $\alpha_{sup} < 1,0$:

Die Nachweise für kombinierte Beanspruchungen sind nach DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt 7.2.3.2(1) zu führen. Dabei ist in Gleichung (7.54) $N_{Rd,s}$ nach Gleichung (3.3) einzusetzen.

In den Gleichungen (7.55) und (7.56) steht $N_{Rd,i}$ für die Bemessungswerte $\text{red}N_{Rd,s}$; $N_{Rd,re}$ und $N_{Rd,a}$ mit $\text{red}N_{Rd,s}$ nach Gleichung (3.2).

Verankerungen mit Zusatzbewehrung nur für Zugbeanspruchung und $\alpha_{sup} < 1,0$:

Die Nachweise für kombinierte Beanspruchungen sind nach DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt 7.2.3.2(2) zu führen. Dabei ist in Gleichung (7.54) $N_{Rd,s}$ nach Gleichung (3.3) einzusetzen.

In Gleichung (7.57) ist als Exponent $k_{11} = 0,67$ zu verwenden und $N_{Rd,i}$ steht für die Bemessungswerte $\text{red}N_{Rd,s}$; $N_{Rd,re}$ und $N_{Rd,a}$ mit $\text{red}N_{Rd,s}$ nach Gleichung (3.2).

3.2.3 Bemessung bei seismischer Beanspruchung

Die Bemessung bei seismischer Beanspruchung ist nach DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt 9 und Annex E durchzuführen.

Die seismischen Beanspruchungen können in die Leistungskategorie C2 eingestuft werden.

3.2.3.1 Nachweise ohne Zusatzbewehrung

Es müssen dieselben Nachweise für die unterschiedlichen Versagensarten geführt werden wie unter statischer und quasi-statischer Beanspruchung, jedoch müssen die maßgebenden Widerstände wie im Folgenden angegeben abgemindert werden. Die Teilsicherheitsbeiwerte für die Widerstände können aus der Bemessung für statische und quasi-statische Beanspruchung übernommen werden.

Es ist entweder der Bemessungsansatz "Bemessung nach Elastizitätstheorie" nach DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt 9.2, (3), a2) oder "Bemessung mit Anforderungen an die Duktilität der Befestigungselemente" nach DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt 9.2, (3), b) zu wählen. Die "Bemessung mit Anforderungen an die Duktilität der Befestigungselemente" darf nur für randferne Anwendungen ohne Einfluss von Bauteilrändern ($c_1 \geq 2,5h_{ef}$ und $c_2 \geq 2,5h_{ef}$) unter Einhaltung der Mindestverankerungstiefen $h_{ef,min}$ nach Anlage 27, Tabelle 12 durchgeführt werden.

Nach DIN EN 1992-4:2019-04 gilt:

$$N_{Rk,eq} = \alpha_{eq} \cdot N_{Rk,eq}^0 \quad (3.4)$$

$$V_{Rk,eq} = \alpha_{eq} \cdot \alpha_{gap} \cdot V_{Rk,eq}^0 \quad (3.5)$$

mit:

$N_{Rk,eq}^0$ ($V_{Rk,eq}^0$) = grundlegende charakteristische Widerstände für die einzelnen Versagensarten unter Zugbeanspruchung (Querbeanspruchung) bei seismischer Beanspruchung wie im Folgenden angegeben

α_{eq} = Reduktionsfaktor nach DIN EN 1992-4:2019-04, Tab. C.3 für Kopfbolzen

α_{gap} = Reduktionsfaktor nach DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt C.5(2)

Stahlversagen

Die Widerstände $N_{Rk,s,eq}^0$ und die zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerte bei Zugbeanspruchung und die Widerstände $V_{Rk,s,eq}^0$ und die zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerte bei Querbeanspruchung sind in Anlage 28, Tabelle 13 angegeben.

Herausziehen

Der Nachweis für Herausziehen des Ankerstabes mit Ankerplatte (Kopfbolzen) aus dem Mörtel bzw. des Ankerstabes mit Ankerplatte (Kopfbolzen) mit dem Mörtel aus dem Hüllwellrohr ist nicht erforderlich.

Kombiniertes Herausziehen und Betonausbruch

Der Nachweis für kombiniertes Herausziehen und Betonausbruch des Hüllwellrohrs mit Ankerstab (1er-Set) bzw. der Hüllwellrohre mit Ankerstäben (2er- und 4er-Sets) darf entfallen. Voraussetzung hierfür ist, dass bei Verankerungen ohne Zusatzbewehrung zur Aufnahme der Zugkräfte der charakteristische Widerstand für kegelförmigen Betonausbruch $N_{Rk,c,eq}$ nach Gleichung (3.6) berechnet wird.

$$N_{Rk,c,eq} = \alpha_{c,eq} \cdot \alpha_{eq} \cdot N_{Rk,c,EN1992-4} \quad (3.6)$$

mit:

$\alpha_{c,eq}$ = Reduktionsfaktor für den charakteristischen Widerstand bei kegelförmigen Betonausbruch unter seismischer Beanspruchung:

Für 4er-Sets in einer Bauteilecke mit $c_1 \leq 2,5h_{ef}$ und $c_2 \leq 2,5h_{ef}$:

- für Anker M12 aus galvanisch verzinktem Stahl 8.8: $\alpha_{c,eq} = 0,85$

- für Anker M16 aus galvanisch verzinktem Stahl 8.8: $\alpha_{c,eq} = 0,90$

- für Anker M30 und M33 aus nichtrostendem Stahl A4-50: $\alpha_{c,eq} = 0,90$

Für alle anderen Verankerungen: $\alpha_{c,eq} = 1,00$

α_{eq} siehe Gleichung (3.4)

$N_{Rk,c,EN1992-4}$ siehe Gleichung (3.1)

Betonkantenbruch

Für $V_{Rk,c,eq}^0$ beim Nachweis für Betonkantenbruch gilt der Wert $V_{Rk,c}$ für statische und quasi-statische Beanspruchung (siehe Abschnitt 3.2.2.1).

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

Der Nachweis für Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite bei seismischer Querbeanspruchung ist mit folgendem Widerstand $V_{Rk,cp,eq}$ zu führen:

$$V_{Rk,cp,eq} = k_8 \cdot N_{Rk,c,eq} \cdot \alpha_{eq} \cdot \alpha_{gap} \quad (3.7)$$

mit:

$$k_8 = 2,0$$

$N_{Rk,c,eq}$ nach Gleichung (3.6)

$\alpha_{eq}, \alpha_{gap}$ siehe Gleichung (3.5)

3.2.3.2 Nachweise bei Anordnung einer Zusatzbewehrung

Es darf nur bei den folgenden Verankerungen eine Zusatzbewehrung zur Erhöhung des charakteristischen Widerstands bei Zugbeanspruchung berücksichtigt werden

- 1er-, 2er- oder 4er- Sets mit $c_1 \geq 2,5h_{ef}$ und $c_2 \geq 2,5h_{ef}$,
- 1er- oder 2er-Sets mit $c_1 \geq c_{min}$ (c_{min} siehe Anlage 17, Tabelle 4) und $c_2 \geq 1,5h_{ef}$.

Die Zusatzbewehrung ist nach DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt 7.2.1.2 auszubilden und für den Bemessungswert der gesamten einwirkenden Zugbeanspruchung nach DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt C.5(2) zu bemessen.

Betonausbruch

Der Nachweis für kegelförmigen Betonausbruch nach Abschnitt 3.2.3.1 (ausgehend vom Ankerkopf (1er-Set) bzw. den Ankerköpfen (2er- und 4er-Sets) darf entfallen. Allerdings ist kegelförmiger Betonausbruch ausgehend von den Enden der Zusatzbewehrung nach Gleichung (3.6) dieser Zulassung mit $\alpha_{c,eq} = 1,0$ nachzuweisen, wobei als Verankerungstiefe h_{ef} der Abstand zwischen der Betonoberfläche und dem Ende der Zusatzbewehrung einzusetzen ist.

Kombiniertes Herausziehen und Betonausbruch

Der Nachweis für kombiniertes Herausziehen und Betonausbruch des Hüllwellrohrs mit Ankerstab (1er-Set) bzw. der Hüllwellrohre mit Ankerstäben (2er- und 4er-Set) darf entfallen. Voraussetzung hierfür ist, dass der Bemessungswert für Stahlversagen der Ankerstäbe nach Gleichung (3.8) berechnet wird.

$$redN_{Rd,s,eq} = \alpha_{sup,eq} \cdot \alpha_{eq} \cdot N_{Rd,s,eq}^0 \quad (3.8)$$

mit:

$redN_{Rd,s,eq}$ = Reduzierter Bemessungswert des Widerstands für Stahlversagen der Ankerstäbe

$\alpha_{sup,eq}$ = Reduktionsfaktor für den Bemessungswert des Widerstands bei Stahlversagen der Ankerstäbe:

1er-, 2er- oder 4er-Sets mit $c_1 \geq 2,5h_{ef}$ und $c_2 \geq 2,5h_{ef}$: $\alpha_{sup,eq}$ nach Anlage 29, Tabelle 14

1er-Sets und 2er-Sets mit $c_1 \geq c_{min}$ und $c_2 \geq 1,5h_{ef}$ $\alpha_{sup,eq}$ nach Anlagen 30 und 31, Tabellen 15 und 16

$$N_{Rd,s,eq}^0 = N_{Rk,s,eq}^0 / \gamma_{Ms} \quad (3.9)$$

$N_{Rk,s,eq}^0, \gamma_{Ms}$ nach Anlage 28, Tabelle 13

Zusatzbewehrung

Für den charakteristischen Widerstand der Zusatzbewehrung für Stahlversagen $N_{Rk, re, eq}$ gilt Abschnitt 3.2.2.2.

Der charakteristische Widerstand der Zusatzbewehrung für Verbundversagen $N_{Rk, a, eq}$ ist nach Gleichung (3.10) zu berechnen.

$$N_{Rk, a, eq} = \alpha_{eq} \cdot N_{Rk, a} \quad (3.10)$$

mit:

$$\begin{aligned} \alpha_{eq} &= 0,85 \text{ bei 1er-Sets,} \\ &= 0,75 \text{ bei 2er- und 4er-Sets} \end{aligned}$$

$$N_{Rk, a} \quad \text{nach DIN EN 1992-4:2019-04, Gleichung (7.32)}$$

Wenn eine Zusatzbewehrung unter Berücksichtigung der Bedingungen entsprechend DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt 7.2.2.2 in Form einer Oberflächenbewehrung (siehe Bild 7.10a)) ausgeführt und für die gesamte einwirkende Querbeanspruchung nach DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt C.5(2) bemessen wird, darf der Nachweis für Betonkantenbruch nach DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt 7.2.2.5 entfallen.

Dafür müssen die Nachweise für Versagen der Zusatzbewehrung mit den Widerständen $N_{Rk, re, eq}$ und $N_{Rk, a, eq}$ wie folgt geführt werden:

$$N_{Rk, re, eq} = \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot N_{Rk, re} \quad (3.11)$$

$$N_{Rk, a, eq} = \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot N_{Rk, a} \quad (3.12)$$

mit:

$$\begin{aligned} \alpha_{eq} &= 0,85 \text{ bei 1er-Sets,} \\ &= 0,75 \text{ bei 2er- und 4er-Sets} \\ N_{Rk, a} &= \gamma_c \cdot N_{Rd, a} \\ N_{Rd, a} &\quad \text{nach Abschnitt 3.2.2.2} \end{aligned}$$

Zusatzbewehrungen zur Aufnahme von Querlasten in Form von Bügeln (DIN EN 1992-4:2019-04, Bild 7.10b) oder Schlaufen (DIN EN 1992-4:2019-04, Bild 7.10c) sind nicht zulässig.

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

Wird eine Zusatzbewehrung zur Aufnahme von Querlasten angeordnet, ist der charakteristische Widerstand für Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite nach Gleichung (3.7) mit dem Faktor 0,75 abzumindern.

3.2.3.3 Kombinierte Zug- und Querbeanspruchungen

Bei Verankerungen **ohne** Zusatzbewehrung sind die Nachweise für kombinierte Zug- und Querbeanspruchungen gemäß DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt C.5(3) mit $k_{15} = 1$ in Gleichung (C.9) zu führen

Für Verankerungen **mit** Zusatzbewehrung sind abhängig vom Abminderungsfaktor $\alpha_{sup, eq}$ für den Widerstand für Stahlversagen (siehe Gleichung (3.2)) folgende Nachweise zu führen:

Verankerungen mit Zusatzbewehrung für Zug- und Querbeanspruchung und $\alpha_{sup, eq} = 1,0$:

Die Nachweise für kombinierte Beanspruchungen gemäß DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt C.5.3 sind mit $k_{15} = 1$ in Gleichung (C.9) zu führen.

Dabei sind beim Nachweis für andere Versagensarten als Stahlbruch der Anker die Verhältniszahlen $N_{Ed}/N_{Rd, i, eq}$ für die Versagensart Betonausbruch (Zuglast) und $V_{Ed}/V_{Rd, i, eq}$ für die Versagensart Betonkantenbruch (Querlast) durch die entsprechenden Werte für Versagen der Zusatzbewehrung zu ersetzen.

Verankerungen mit Zusatzbewehrung für Zug- oder Querbeanspruchung und $\alpha_{\text{sup,eq}} = 1,0$:

Die Nachweise für kombinierte Beanspruchungen gemäß DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt C.5.3 sind mit $k_{15} = 1$ in Gleichung (C.9) für Stahlbruch der Anker bzw. mit $k_{15} = 0,67$ in Gleichung (C.9) für andere Versagensarten als Stahlbruch der Anker zu führen.

Dabei sind beim Nachweis für andere Versagensarten als Stahlbruch der Anker bei Verankerungen mit Zusatzbewehrung nur zur Aufnahme von Zuglasten der Verhältnisswert $N_{\text{Ed}}/N_{\text{Rd,i,eq}}$ für die Versagensart Betonausbruch (Zuglast) bzw. bei Verankerungen mit Zusatzbewehrung nur zur Aufnahme von Querlasten der Verhältnisswert $V_{\text{Ed}}/V_{\text{Rd,i}}$ für die Versagensart Betonkantenbruch (Querlast) durch die entsprechenden Werte für Versagen der Zusatzbewehrung zu ersetzen.

Verankerungen mit Zusatzbewehrung für Zug- und Querbeanspruchung und $\alpha_{\text{sup,eq}} < 1,0$:

Die Nachweise für kombinierte Beanspruchungen gemäß DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt C.5.3 sind mit $k_{15} = 1$ in Gleichung (C.9) zu führen.

Dabei steht beim Nachweis für andere Versagensarten als Stahlbruch der Anker der Wert $N_{\text{Rd,i,eq}}$ für die Werte $\text{red}N_{\text{Rd,s,eq}}$; $N_{\text{Rd,re,eq}}$ und $N_{\text{Rd,a,eq}}$ mit $\text{red}N_{\text{Rd,s,eq}}$ nach Gleichung (3.8) und der Verhältnisswert $V_{\text{Ed}}/V_{\text{Rd,i,eq}}$ für die Versagensart Betonkantenbruch (Querlast) ist durch die entsprechenden Werte für Versagen der Zusatzbewehrung zu ersetzen.

Verankerungen mit Zusatzbewehrung für Zug- oder Querbeanspruchung und $\alpha_{\text{sup,eq}} < 1,0$:

Die Nachweise für kombinierte Beanspruchungen gemäß DIN EN 1992-4:2019-04 Abschnitt C.5.3 sind mit $k_{15} = 1$ in Gleichung (C.9) für Stahlbruch der Anker bzw. mit $k_{15} = 0,67$ in Gleichung (C.9) für andere Versagensarten als Stahlbruch der Anker zu führen.

Dabei steht beim Nachweis für andere Versagensarten als Stahlbruch der Anker bei Verankerungen mit Zusatzbewehrung nur zur Aufnahme von Zuglasten der Wert $N_{\text{Rd,i,eq}}$ für die Werte $\text{red}N_{\text{Rd,s,eq}}$ (nach Gleichung (3.8)); $N_{\text{Rd,re,eq}}$ und $N_{\text{Rd,a,eq}}$ sowie bei Verankerungen mit Zusatzbewehrung nur zur Aufnahme von Querlasten für die Werte $\text{red}N_{\text{Rd,s,eq}}$ und $N_{\text{Rd,c,eq}}$ (nach Gleichung (3.6)).

Weiterhin ist beim Nachweis für andere Versagensarten als Stahlbruch der Anker bei Verankerungen mit Zusatzbewehrung nur zur Aufnahme von Querlasten der Verhältnisswert $V_{\text{Ed}}/V_{\text{Rd,i}}$ für die Versagensart Betonkantenbruch (Querlast) durch die entsprechenden Werte für Versagen der Zusatzbewehrung zu ersetzen.

3.2.4 Verschiebungsverhalten

In Anlage 26, Tabelle 11 bzw. Anlage 32, Tabelle 17 sind die zu erwartenden Verschiebungen für die zugehörigen zulässigen Lasten angegeben.

3.3 Ausführung

3.3.1 Allgemeines

Das ROBUSTA-Verankerungsset darf nur als Befestigungseinheit verwendet werden.

An den Einzelkomponenten des Verankerungssets dürfen keine Änderungen vorgenommen werden.

Die Verankerung ist nach den gemäß Abschnitt 3.1 gefertigten Konstruktionszeichnungen und den Verarbeitungshinweisen auf dem Sackaufdruck des Verguss-Trockenmörtels einzubauen. Ebenso ist das technische Merkblatt für den ROBUSTA-Ankermörtel 4-50-90 sowie die zusätzlichen Informationen zur Verarbeitung bei extremen Temperaturen zu beachten.

Die Konstruktionszeichnungen müssen die genaue Lage und die Ausführungsangaben (Lage, Größe, Längen und Werkstoffe der Hüllwellrohre und Ankerstäbe) der Verankerung enthalten.

Die bauausführende Firma hat zur Bestätigung der Übereinstimmung der Bauart mit der von diesem Bescheid erfassten allgemeinen Bauartgenehmigung eine Übereinstimmungs-erklärung gemäß §§ 16a Abs. 5 i.V.m. 21 Abs. 2 MBO abzugeben.

3.3.2 Einbau der Hüllwellrohre

Die Hüllwellrohre sind so an der Schalung bzw. der Bewehrung 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 der Beton unter den Hüllwellrohren bzw. U-Blechen gut verdichtet wird.

3.3.3 Einbau und Verguss der Ankerstäbe

Die Kunststoffdeckel der Hüllwellrohre müssen bis zum Einbau und Verguss der Ankerstäbe verschlossen bleiben um das Eindringen von Fremdkörpern zu verhindern. Falls beim Betonieren dennoch Schläpfe in das Hüllwellrohr eingedrungen sein sollte, muss der Boden des Rohres soweit frei gemacht werden, dass die erforderliche Einbindetiefe der Ankerstäbe erreicht wird. Eingedrungenes Wasser muss vollständig ausgeblasen werden, bis die Rohrwandungen nur noch feucht sind.

Die Ankerstäbe werden mittels separat gelieferter Schablonen im Hüllwellrohr ausgerichtet und während des Vergießens gehalten. Die Ankerstäbe dürfen während des Erstarrungsvorganges nicht bewegt werden. Die Schablonen dürfen erst nach dem Erstarren des Vergussmörtels abgebaut werden.

Aufgrund der Abmessungen des Ankerstabs mit Ankerplatte sowie der Hüllwellrohre besteht die Möglichkeit, den Ankerstab außermittig im Hüllwellrohr anzuordnen. Dadurch können Abweichungen des Hüllwellrohres von der Solllage ausgeglichen werden.

Die Verarbeitungstemperaturen für den Vergussmörtel und das Bauteil gemäß dem technischen Merkblatt des Herstellers "Zusätzliche Informationen zur Verarbeitung bei extremen Temperaturen" sind einzuhalten. Das Hüllwellrohr muss vollständig vergossen werden.

Die Verarbeitungszeit des angemischten Vergussmörtels beträgt bei +20 °C ca. 45 Minuten. Ruhepausen zwischen dem Anmischen und dem Einbringen länger als 5 Minuten sind zu vermeiden. Grundsätzlich dürfen nur ganze Gebinde gemischt und verarbeitet werden.

Auf eine sofortige Nachbehandlung der oben frei liegenden Vergussfläche gemäß den Verarbeitungshinweisen auf dem Sackaufdruck des Verguss-Trockenmörtels ist zu achten. Der Nachbehandlungszeitraum beträgt mindestens 5 Tage.

3.3.4 Befestigung der Anbauteile / Belastungsbeginn

Die Befestigung des Anbauteils (Festschrauben der Sechskantmutter am Ankerstab) muss mit einem überprüften Drehmomentschlüssel vorgenommen werden. Die maximalen Drehmomente gemäß Anlage 18, Tabelle 5 dürfen nicht überschritten werden.

Die Druckfestigkeit des ROBUSTA-Ankermörtels 4-50-90 muss bei Prüfung nach DAfStb-Richtlinie "Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel" (Ausgabe Juli 2019) im Alter von 24 h mindestens dem Wert der Frühfestigkeitsklasse A entsprechen.

Für die Belastung der Verankerung ist die Festigkeitsentwicklung des Vergussmörtels unter den Baustellenbedingungen (z. B. Temperatur) zu beachten, aus der sich ggf. ein späterer Zeitpunkt der Belastung ergibt.

3.3.5 Kontrolle der Ausführung

Bei dem Einbau der Verankerungen muss der mit dem Einbau von ROBUSTA-Verankerungssets 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 kontrollieren.

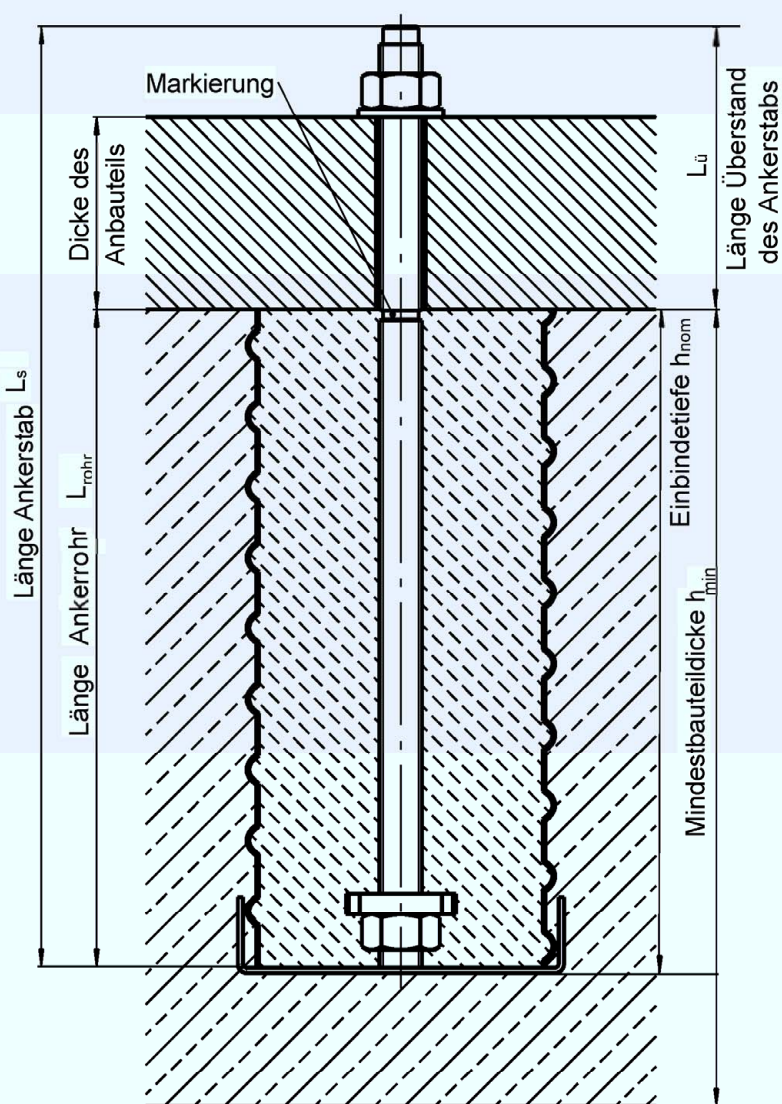
Die Aufzeichnungen hierüber müssen während der Bauzeit auf der Baustelle bereitliegen und sind dem mit der Kontrolle Beauftragten auf Verlangen vorzulegen. Sie sind ebenso wie die Lieferscheine nach Abschluss der Arbeiten mindestens 5 Jahre vom Unternehmen aufzubewahren.

Beatrix Wittstock
Referatsleiterin

Beglaubigt
Tempel

Bild 1

Verankerung im einbetonierten und vergossenen Zustand



ROBUSTA-Verankerungsset

Einbauzustand

Anlage 1

Bild 2

Einzelteile und Kennzeichnung des Bauproduktes

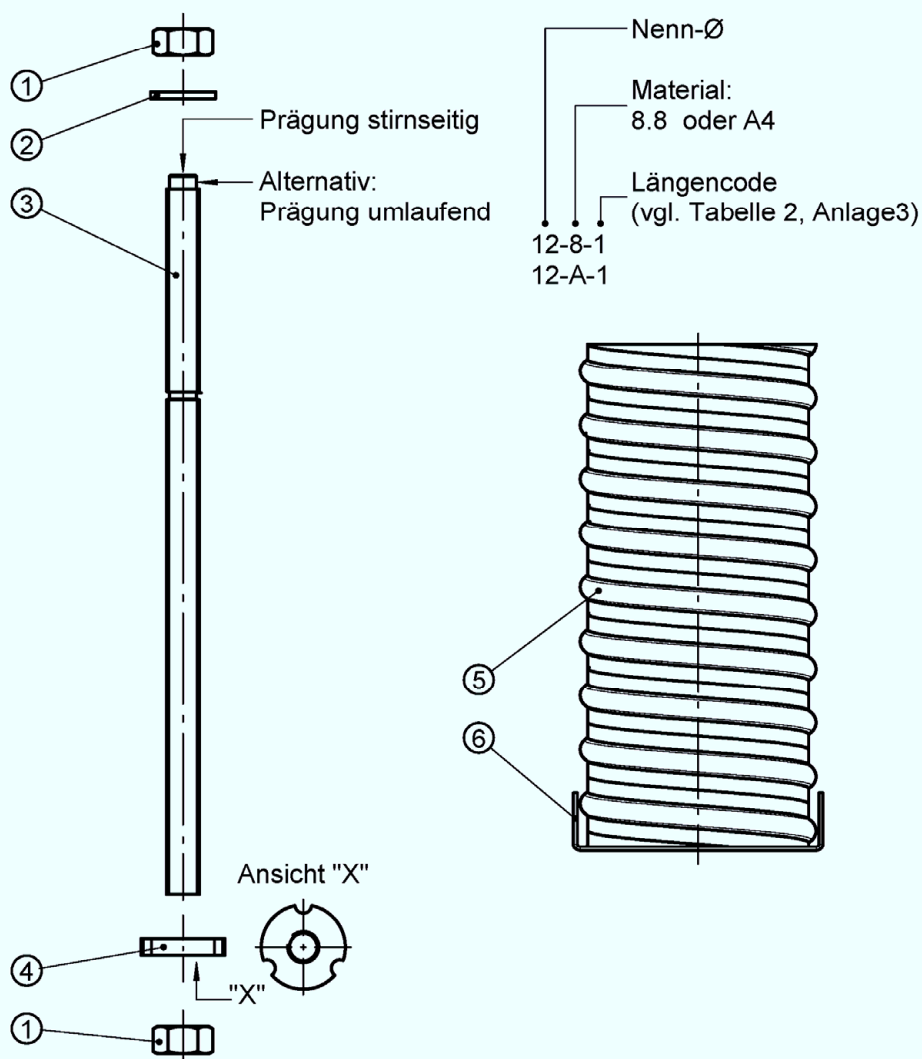


Tabelle 1: Werkstoffe

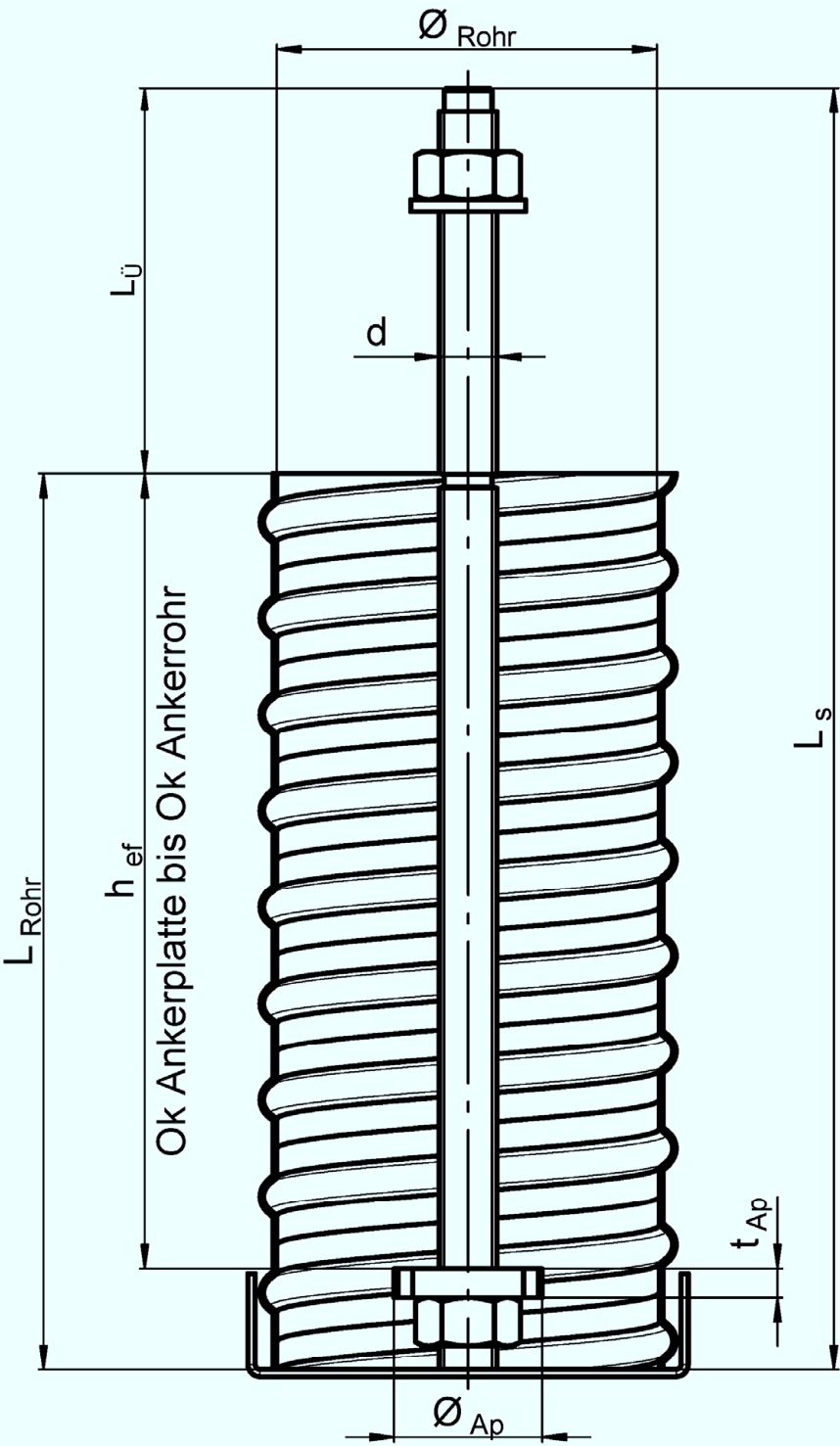
Teil	Bezeichnung	Werkstoff	
1	Sechskantmutter (DIN EN ISO 4032:2013-04)	Stahl gal. Zn	Güte 8, Zn
		nichtrostender Stahl	A4-F50, A4-F70 (mind. Korrosionsbeständigkeitsklasse CRC III nach DIN EN 1993-1-4:2015-10)
2	Scheibe (DIN EN ISO 7089:2000-11; bzw. DIN EN ISO 7090:2000-11)	Stahl gal. Zn	Stahl 140HV, Zn
		nichtrostender Stahl	A4 (mindestens Korrosionsbeständigkeitsklasse CRC III nach DIN EN 1993-1-4:2015-10)
3	Ankerstab	Stahl gal. zn	Festigkeitsklasse 8.8 gemäß DIN EN ISO 898-1:2013-05: Verzinkung $\geq 5\mu\text{m}$, nach DIN EN ISO 2018:2018-07 $f_{yk} \geq 640 \text{ N/mm}^2$ $f_{uk} \geq 800 \text{ N/mm}^2$
			Werkstoff 1.4401 gemäß DIN EN 10088-2:2014-12:
		nichtrostender Stahl	A4-F50: $f_{yk} \geq 210 \text{ N/mm}^2$ $f_{uk} \geq 500 \text{ N/mm}^2$
			A4-F70: $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$ $f_{uk} \geq 700 \text{ N/mm}^2$
4	Ankerplatte	Stahl – Werkstoff-Nr. 1.0038 gemäß DIN EN 10 025-2:2019-10	
5	Ankerrohr	Stahl – Werkstoff-Nr. 1.0330 gemäß DIN EN 10 130:2007-02	
6	U-Blech	Stahl – Werkstoff-Nr. 1.0037 gemäß DIN EN 10 025-2:2019-10	

ROBUSTA-Verankerungsset

Werkstoffe des Bauproduktes

Anlage 3

Bild 3
Abmessungen des Bauproduktes



ROBUSTA-Verankerungsset

Abmessungen des Bauproduktes

Anlage 4

Tabelle 2: Abmessungen

Werkstoff	Größe	Ankerstab		Ankerplatte		Ankerrohr			eff. Verankerungstiefe
		d	Überstand L _Ü ab OK Rohr ¹⁾	Ø _{AP}	t _{AP}	Nenn- durch- messer Ø _{rohr}	Außen- durch- messer Ø _{außen}	L _{Rohr}	h _{ef}
[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
Stahl galvanisch verzinkt 8.8	M12	12	80	31	6	80	87	106 – 346	160 - 320
	M16	16	100	41	10	100	108	158 - 521	245 - 490
	M20	20	100	51	10	125	133	201 - 686	325 - 650
	M24	24	150	60	15	150	158	254 - 874	415 - 830
	M27	27	150	70	15	150	158	297 - 1037	495 - 990
	M30	30	150	77	20	200	208	339 – 1184	565 - 1130
	M33	33	150	85	20	200	208	386 – 1365	635 - 1310
	M36	36	200	92	20	200	208	424 – 1519	730 - 1460
	M39	39	200	100	20	200	208	471 – 1701	820 - 1640
	M42	42	200	107	22	200	208	520- 1870	900 - 1800
nicht- rostender Stahl A4-70	M12	12	50	31	6	80	87	91 – 285	130 - 260
	M16	16	100	41	10	100	108	133 - 423	195 - 390
	M20	20	100	51	10	125	133	165 – 556	260 - 520
nicht- rostender Stahl A4-50	M30	30	150	61	10	100	108	179 - 584	270 - 540
	M33	33	150	67	10	100	108	201 – 666	310 - 620
	M36	36	150	73	10	125	133	224 - 749	350 - 700
	M39	39	150	80	10	150	158	245 – 831	390 - 780
	M42	42	150	85	10	150	158	273 - 918	430 - 860

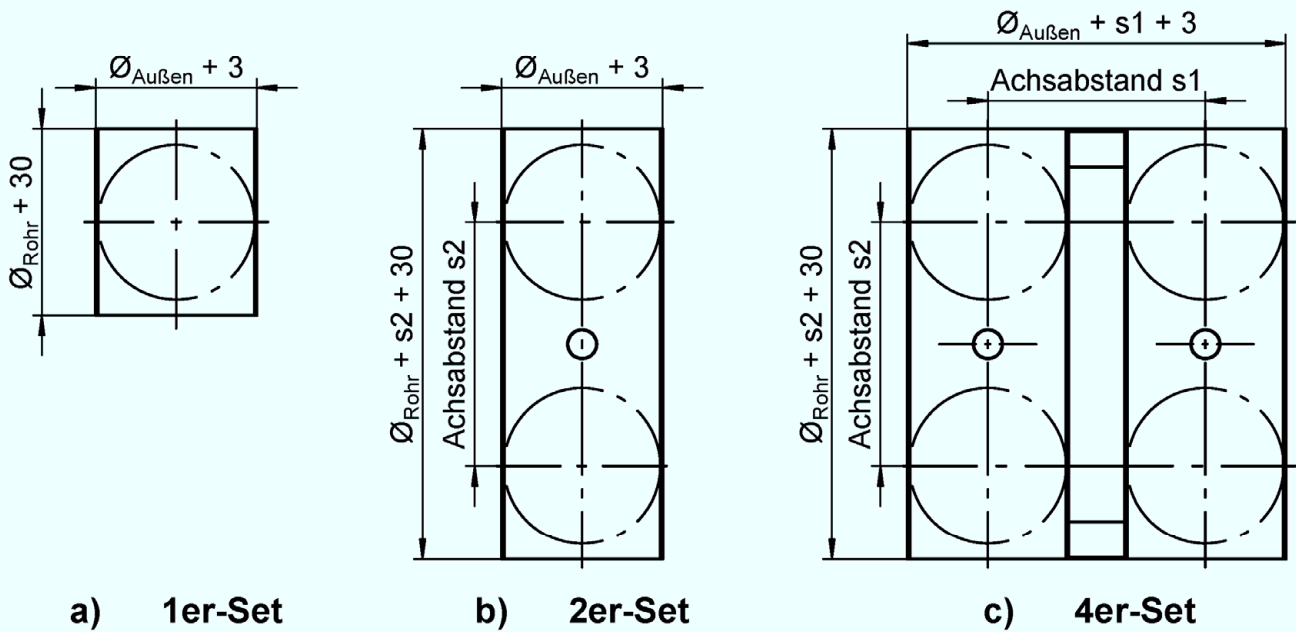
¹⁾ Andere Längen optional

ROBUSTA-Verankerungsset

Abmessungen

Anlage 5

Bild 4 Zulässige Anordnung der Verankerung



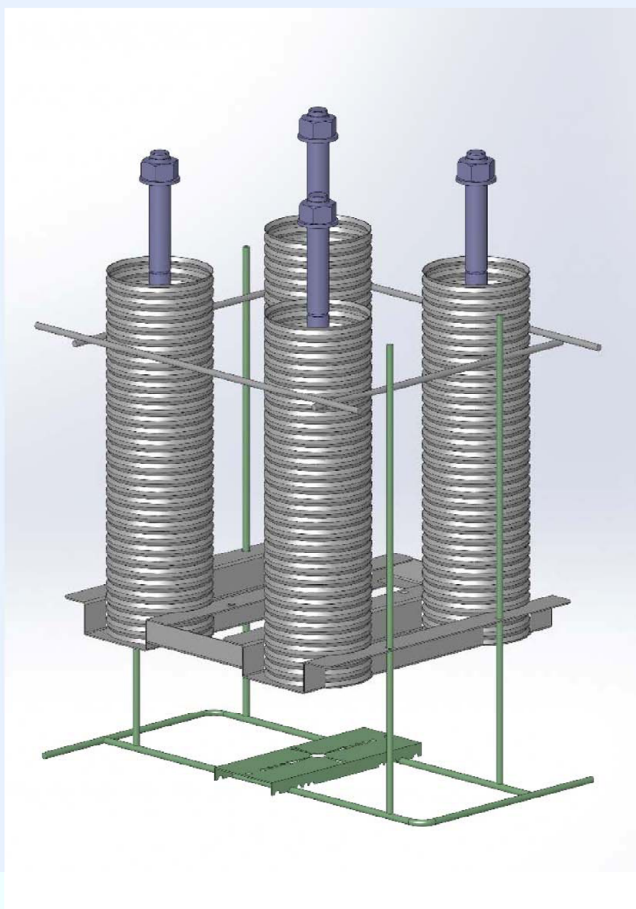
ROBUSTA-Verankerungsset

Anordnung und Abmessungen der Verankerung

Anlage 6

Bild 5

Beispiel für den Einbau der Verankerung in die Schalung als 4er-Set



ROBUSTA-Verankerungsset

Verankerungsbeispiel 4er-Set

Anlage 7

Tabelle 3: Längencodes und Einbindetiefen, Werkstoff Stahl 8.8, Zn

Werkstoff	Größe	Längen Code ¹⁾	h_{ef}	Einbindetiefe ²⁾ h_{nom}	Länge Ankerstab L_s
[-]	[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]
Stahl 8.8 galvanisch verzinkt	M12	12-8-1	160	191	261
		12-8-C	200	231	301
		12-8-D	240	271	341
		12-8-E	280	311	381
		12-8-F	320	351	421
Stahl 8.8 galvanisch verzinkt	M16	16-8-1	245	283	373
		16-8-D	285	323	413
		16-8-E	325	363	453
		16-8-F	370	408	498
		16-8-G	410	448	538
		16-8-H	450	488	578
		16-8-I	490	528	618
Stahl 8.8 galvanisch verzinkt	M20	20-8-1	325	366	456
		20-8-E	365	406	496
		20-8-F	405	446	536
		20-8-G	450	491	581
		20-8-H	490	531	621
		20-8-I	530	571	661
		20-8-J	570	611	701
		20-8-K	610	651	741
		20-8-L	650	691	781

¹⁾ Prägung am Kopf des Ankerstabs (vgl. Anlage 2, Bild 2)

²⁾ Gesamt-Einbindetiefe mit Deckel und Bodenblech

ROBUSTA-Verankerungsset

Varianten des Bauproduktes und Einbindetiefen

Anlage 8

Tabelle 3 (Fortsetzung): Längencodes und Einbindetiefen,
Werkstoff Stahl 8.8, Zn

Werkstoff	Größe	Längen Code ¹⁾	h_{ef}	Einbindetiefe ²⁾ h_{nom}	Länge Ankerstab L_s
[-]	[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]
Stahl 8.8 galvanisch verzinkt	M24	24-8-1	415	464	604
		24-8-E	465	514	654
		24-8-F	520	569	709
		24-8-G	575	624	764
		24-8-H	625	674	814
		24-8-I	675	724	864
		24-8-J	730	779	919
		24-8-K	780	829	969
		24-8-L	830	879	1019
Stahl 8.8 galvanisch verzinkt	M27	27-8-1	495	547	687
		27-8-F	545	597	737
		27-8-G	595	647	787
		27-8-H	645	697	837
		27-8-I	695	747	887
		27-8-J	745	797	937
		27-8-K	795	847	987
		27-8-L	845	897	1037
		27-8-M	895	947	1087
		27-8-N	940	992	1132
		27-8-O	990	1042	1182

¹⁾ Prägung am Kopf des Ankerstabs (vgl. Anlage 2, Bild 2)

²⁾ Gesamt-Einbindetiefe mit Deckel und Bodenblech

ROBUSTA-Verankerungsset

Varianten des Bauproduktes und Einbindetiefen

Anlage 9

Tabelle 3 (Fortsetzung): Längencodes und Einbindetiefen,
Werkstoff Stahl 8.8, Zn

Werkstoff	Größe	Längen Code ¹⁾	h_{ef}	Einbindetiefe ²⁾ h_{nom}	Länge Ankerstab L_s
[-]	[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]
Stahl 8.8 galvanisch verzinkt	M30	30-8-1	565	624	764
		30-8-F	625	684	824
		30-8-G	680	739	879
		30-8-H	735	794	934
		30-8-I	795	854	994
		30-8-J	850	909	1049
		30-8-K	905	964	1104
		30-8-L	960	1019	1159
		30-8-M	1020	1079	1219
		30-8-N	1075	1134	1274
		30-8-O	1130	1189	1329
Stahl 8.8 galvanisch verzinkt	M33	33-8-1	655	716	856
		33-8-F	720	781	921
		33-8-G	790	851	991
		33-8-H	855	916	1056
		33-8-I	920	981	1121
		33-8-J	985	1046	1186
		33-8-K	1050	1111	1251
		33-8-L	1115	1176	1316
		33-8-M	1180	1241	1381
		33-8-N	1245	1306	1446
		33-8-O	1310	1371	1511

¹⁾ Prägung am Kopf des Ankerstabs (vgl. Anlage 2, Bild 2)

²⁾ Gesamt-Einbindetiefe mit Deckel und Bodenblech

ROBUSTA-Verankerungsset

Varianten des Bauproduktes und Einbindetiefen

Anlage 10

Tabelle 3 (Fortsetzung): Längencodes und Einbindetiefen,
Werkstoff Stahl 8.8, Zn

Werkstoff	Größe	Längen Code ¹⁾	h_{ef}	Einbindetiefe ²⁾ h_{nom}	Länge Ankerstab L_s
[-]	[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]
Stahl 8.8 galvanisch verzinkt	M36	36-8-1	730	794	984
		36-8-F	805	869	1059
		36-8-G	880	944	1134
		36-8-H	950	1014	1204
		36-8-I	1025	1089	1279
		36-8-J	1100	1164	1354
		36-8-K	1170	1234	1424
		36-8-L	1245	1309	1499
		36-8-M	1315	1379	1569
		36-8-N	1390	1454	1644
		36-8-O	1460	1524	1714
Stahl 8.8 galvanisch verzinkt	M39	39-8-1	820	886	1076
		39-8-F	900	966	1156
		39-8-G	985	1051	1241
		39-8-H	1070	1136	1326
		39-8-I	1150	1216	1406
		39-8-J	1230	1296	1486
		39-8-K	1315	1381	1571
		39-8-L	1395	1461	1651
		39-8-M	1480	1546	1736
		39-8-N	1560	1626	1816
		39-8-O	1640	1706	1896

¹⁾ Prägung am Kopf des Ankerstabs (vgl. Anlage 2, Bild 2)

²⁾ Gesamt-Einbindetiefe mit Deckel und Bodenblech

ROBUSTA-Verankerungsset

Varianten des Bauproduktes und Einbindetiefen

Anlage 11

Tabelle 3 (Fortsetzung): Längencodes und Einbindetiefen,
Werkstoff Stahl 8.8, Zn

Werkstoff	Größe	Längen Code ¹⁾	h_{ef}	Einbindetiefe ²⁾ h_{nom}	Länge Ankerstab L_s
[-]	[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]
Stahl 8.8 galvanisch verzinkt	M42	42-8-1	900	975	1161
		42-8-F	990	1065	1251
		42-8-G	1080	1155	1341
		42-8-H	1170	1245	1431
		42-8-I	1260	1335	1521
		42-8-J	1350	1425	1611
		42-8-K	1440	1515	1701
		42-8-L	1530	1605	1791
		42-8-M	1620	1695	1881
		42-8-N	1710	1785	1971
		42-8-O	1800	1875	2061

¹⁾ Prägung am Kopf des Ankerstabs (vgl. Anlage 2, Bild 2)

²⁾ Gesamt-Einbindetiefe mit Deckel und Bodenblech

ROBUSTA-Verankerungsset

Varianten des Bauproduktes und Einbindetiefen

Anlage 12

Tabelle 3 (Fortsetzung): Längencodes und Einbindetiefen,
Werkstoff nicht-rostender Stahl A4-70

Werkstoff	Größe	Längen Code ¹⁾	h_{ef}	Einbindetiefe ²⁾ h_{nom}	Länge Ankerstab L_s
[-]	[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]
nicht-rostender Stahl A4-70	M12	12-A-1	130	161	201
		12-A-C	165	196	236
		12-A-D	195	226	266
		12-A-E	230	261	301
		12-A-F	260	291	331
nicht-rostender Stahl A4-70	M16	16-A-1	195	233	323
		16-A-D	230	268	358
		16-A-E	260	298	388
		16-A-F	295	333	423
		16-A-G	330	368	458
		16-A-H	360	398	488
		16-A-I	390	428	518
nicht-rostender Stahl A4-70	M20	20-A-1	260	301	391
		20-A-D	305	346	436
		20-A-E	345	386	476
		20-A-F	390	431	521
		20-A-G	435	476	566
		20-A-H	475	516	606
		20-A-I	520	561	651

¹⁾ Prägung am Kopf des Ankerstabs (vgl. Anlage 2, Bild 2)

²⁾ Gesamt-Einbindetiefe mit Deckel und Bodenblech

ROBUSTA-Verankerungsset

Varianten des Bauproduktes und Einbindetiefen

Anlage 13

Tabelle 3 (Fortsetzung): Längencodes und Einbindetiefen,
Werkstoff nicht-rostender Stahl A4-50

Werkstoff	Größe	Längen Code ¹⁾	h_{ef}	Einbindetiefe ²⁾ h_{nom}	Länge Ankerstab L_s
[-]	[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]
nicht-rostender Stahl A4-50	M30	30-A-1	270	319	459
		30-A-D	315	364	504
		30-A-E	360	409	549
		30-A-F	405	454	594
		30-A-G	450	499	639
		30-A-H	495	544	684
		30-A-I	540	589	729
nicht-rostender Stahl A4-50	M33	33-A-1	310	361	501
		33-A-D	360	411	551
		33-A-E	415	466	606
		33-A-F	465	516	656
		33-A-G	515	566	706
		33-A-H	570	621	761
		33-A-I	620	671	811

¹⁾ Prägung am Kopf des Ankerstabs (vgl. Anlage 2, Bild 2)

²⁾ Gesamt-Einbindetiefe mit Deckel und Bodenblech

ROBUSTA-Verankerungsset

Varianten des Bauproduktes und Einbindetiefen

Anlage 14

Tabelle 3 (Fortsetzung): Längencodes und Einbindetiefen,
Werkstoff nicht-rostender Stahl A4-50

Werkstoff	Größe	Längen Code ¹⁾	h_{ef}	Einbindetiefe ²⁾ h_{nom}	Länge Ankerstab L_s
[-]	[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]
nicht-rostender Stahl A4-50	M36	36-A-1	350	404	544
		36-A-E	395	449	589
		36-A-F	440	494	634
		36-A-G	480	534	674
		36-A-H	525	579	719
		36-A-I	570	624	764
		36-A-J	615	669	809
		36-A-K	660	714	854
		36-A-L	700	754	894
nicht-rostender Stahl A4-50	M39	39-A-1	390	446	586
		39-A-E	440	496	636
		39-A-F	490	546	686
		39-A-G	540	596	736
		39-A-H	585	641	781
		39-A-I	630	686	826
		39-A-J	680	736	876
		39-A-K	730	786	926
		39-A-L	780	836	976

¹⁾ Prägung am Kopf des Ankerstabs (vgl. Anlage 2, Bild 2)

²⁾ Gesamt-Einbindetiefe mit Deckel und Bodenblech

ROBUSTA-Verankerungsset

Varianten des Bauproduktes und Einbindetiefen

Anlage 15

Tabelle 3 (Fortsetzung): Längencodes und Einbindetiefen,
Werkstoff nicht-rostender Stahl A4-50

Werkstoff	Größe	Längen Code ¹⁾	h_{ef}	Einbindetiefe ²⁾ h_{nom}	Länge Ankerstab L_s
[-]	[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]
nicht-rostender Stahl A4-50	M42	42-A-1	430	493	629
		42-A-E	480	543	679
		42-A-F	535	598	734
		42-A-G	590	653	789
		42-A-H	645	708	844
		42-A-I	700	763	899
		42-A-J	755	818	954
		42-A-K	810	873	1009
		42-A-L	860	923	1059

¹⁾ Prägung am Kopf des Ankerstabs (vgl. Anlage 2, Bild 2)

²⁾ Gesamt-Einbindetiefe mit Deckel und Bodenblech

ROBUSTA-Verankerungsset

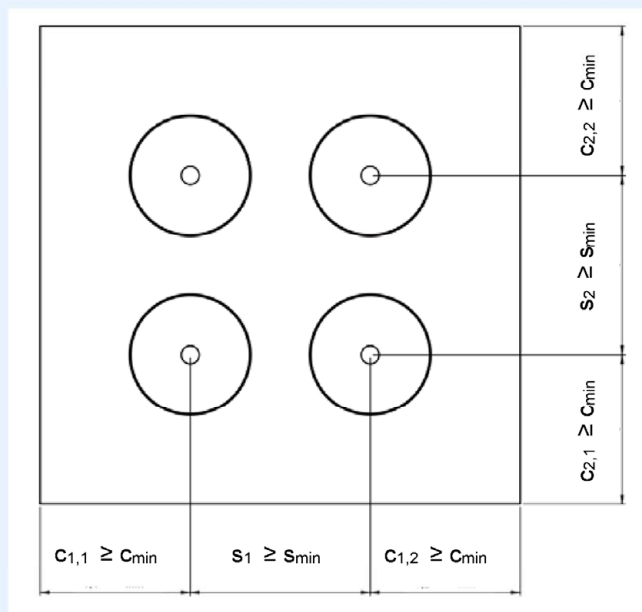
Varianten des Bauproduktes und Einbindetiefen

Anlage 16

Tabelle 4: Minimale Achsabstände der Ankerstäbe sowie Randabstände der Ankerstäbe zum Bauteilrand und minimale Bauteildicke ¹⁾

Werkstoff	Größe	s_{min}	c_{min}
[-]	[-]	[mm]	[mm]
Stahl 8.8 galvanisch verzinkt	M12	130	120
	M16	150	150
	M20	175	190
	M24	200	225
	M27	200	225
	M30	250	300
	M33	250	300
	M36	250	300
	M39	250	300
	M42	250	300
nicht-rostender Stahl A4-70	M12	130	120
	M16	150	150
	M20	175	190
nicht-rostender Stahl A4-50	M30	150	150
	M33	150	150
	M36	175	190
	M39	200	225
	M42	200	225

¹⁾ Mindestbauteildicke h_{min} siehe Abschnitt 3.1.3



ROBUSTA-Verankerungsset

Minimale Achs- und Randabstände

Anlage 17

Tabelle 5: Maximales Drehmoment auf die Sechskantmutter bei der Befestigung des Anbauteils

Werkstoff	Größe	Max T_{inst}
[-]	[-]	[Nm]
Stahl 8.8 galvanisch verzinkt	M12	80
	M16	180
	M20	250
	M24	430
	M27	620
	M30	840
	M33	1100
	M36	1500
	M39	1900
	M42	2300
nicht-rostender Stahl A4-70	M12	80
	M16	180
	M20	250
nicht-rostender Stahl A4-50	M30	390
	M33	520
	M36	680
	M39	860
	M42	1100

ROBUSTA-Verankerungsset

Maximales Drehmoment bei der Befestigung des Anbauteils

Anlage 18

Tabelle 6: Charakteristische Werte bei Zugbeanspruchung einer Verankerung nach Bemessungsverfahren A, DIN EN 1992-4:2019-04 für statische und quasi-statische Belastungen

Werkstoff	Größe	Stahlversagen		Betonausbruch					
		Charakteristische Zugtragfähigkeit	Teilsicherheitsbeiwert	Effektive Verankerungstiefe	Achsabstand	Randabstand	Reduktionsfaktor α_c für Verankerungen am Rand ¹⁾ $c_1 \leq 2,5 h_{ef}$ $c_2 > 2,5 h_{ef}$	Reduktionsfaktor α_c für Verankerungen im Eck ²⁾ $c_1 \leq 2,5 h_{ef}$ $c_2 \leq 2,5 h_{ef}$	
		$N_{Rk,s}$	γ_{Ms}	h_{ef}	$s_{cr,N}$	$c_{cr,N}$	4er Set α_c	2er Set α_c	4er Set α_c
[-]	[-]	[kN]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]	[-]	[-]
Stahl 8.8 galvanisch verzinkt	M12	67	1,50	160 - 320	3 h_{ef}	1,5 h_{ef}	0,90	0,85	0,70
	M16	126		245 - 490			0,95	0,90	0,75
	M20	196		325 - 650			1,00	1,00	
	M24	282		415 - 830					0,90
	M27	367		495 - 990					0,90
	M30	449		565 - 1130					1,00
	M33	555		635 - 1310					
	M36	654		730 - 1460					
	M39	781		820 - 1640					
	M42	897		900 - 1800					
nicht-rostender Stahl A4-70	M12	59	1,87	130 - 260	3 h_{ef}	1,5 h_{ef}	1,00	1,00	0,80
	M16	110		195 - 390					0,80
	M20	172		260 - 520					0,90
nicht-rostender Stahl A4-50	M30	281	2,86	270 - 540			0,90	0,90	0,75
	M33	347		310 - 620			0,85	0,85	0,70
	M36	409		350 - 700			1,00	1,00	0,85
	M39	488		390 - 780					0,95
	M42	561		430 - 860					0,95

1) Für 1er und 2er Sets $\alpha_c = 1,00$

2) Für 1er Sets $\alpha_c = 1,00$

Nachweis für Herausziehen des Kopfbolzens aus dem Mörtel nicht erforderlich,
Nachweis für kombiniertes Herausziehen und Betonausbruch des Hüllrohrs mit Kopfbolzen nicht erforderlich

Spalten: Eine Mindestbewehrung ($\Sigma A_{s,re}$) nach DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt 7.2.1.7 ist erforderlich

ROBUSTA-Verankerungsset

Charakteristische Werte bei Zugbeanspruchung

Anlage 19

Tabelle 7: Reduktionsfaktoren α_{sup} für die Berechnung des Bemessungswerts des Widerstands bei Stahlversagen eines Ankerstabes (Siehe Gleichung (3.2)) von 4er-Sets ohne Randeinfluss ($c_1 \geq 2,5 h_{\text{ef}}$ und $c_2 \geq 2,5 h_{\text{ef}}$) bei Verwendung von Zusatzbewehrung zur Aufnahme von Zuglasten unter statischen und quasi-statischen Belastungen.

Werkstoff	Größe	Bei Zusatzbewehrung	
		Effektive Verankerungstiefe	Reduktionsfaktor ¹⁾ für $c_1 \geq 2,5 h_{\text{ef}}$ $c_2 \geq 2,5 h_{\text{ef}}$
		h_{ef}	α_{sup}
[-]	[-]	[mm]	[-]
Stahl 8.8 galvanisch verzinkt	M12	$160 \leq h_{\text{ef}} < 205$	0,80
		$205 \leq h_{\text{ef}} \leq 320$	1,00
	M16	$245 \leq h_{\text{ef}} < 350$	0,80
		$350 \leq h_{\text{ef}} \leq 490$	1,00
	M20	$325 \leq h_{\text{ef}} < 445$	0,80
		$445 \leq h_{\text{ef}} \leq 650$	1,00
	M24	$415 \leq h_{\text{ef}} < 540$	0,85
		$540 \leq h_{\text{ef}} \leq 830$	1,00
	M27	$495 \leq h_{\text{ef}} < 745$	0,75
		$745 \leq h_{\text{ef}} \leq 990$	0,95
	M30	$565 \leq h_{\text{ef}} < 595$	0,95
		$595 \leq h_{\text{ef}} \leq 1130$	1,00
	M33	$655 \leq h_{\text{ef}} < 855$	0,85
		$855 \leq h_{\text{ef}} \leq 1310$	1,00
	M36	$730 \leq h_{\text{ef}} < 935$	0,75
		$935 \leq h_{\text{ef}} < 1105$	0,90
		$1105 \leq h_{\text{ef}} \leq 1460$	1,00
	M39	$820 \leq h_{\text{ef}} < 1230$	0,70
		$1230 \leq h_{\text{ef}} < 1355$	0,90
		$1355 \leq h_{\text{ef}} \leq 1640$	0,95
	M42	$900 \leq h_{\text{ef}} < 1275$	0,65
		$1275 \leq h_{\text{ef}} < 1550$	0,80
		$1550 \leq h_{\text{ef}} \leq 1800$	0,90

¹⁾ Für 1er und 2er Sets $\alpha_{\text{sup}} = 1,00$

ROBUSTA-Verankerungsset

Reduktionsfaktoren α_{sup} bei Verwendung einer Zusatzbewehrung

Anlage 20

Tabelle 7 (Fortsetzung): Reduktionsfaktoren α_{sup} für die Berechnung des Bemessungswerts des Widerstands bei Stahlversagen eines Ankerstabes (Siehe Gleichung (3.2)) von 4er-Sets ohne Randeinfluss ($c_1 \geq 2,5 h_{\text{ef}}$ und $c_2 \geq 2,5 h_{\text{ef}}$) bei Verwendung von Zusatzbewehrung zur Aufnahme von Zuglasten unter statischen und quasi-statischen Belastungen.

Werkstoff	Größe	Bei Zusatzbewehrung	
		Effektive Verankerungstiefe	Reduktionsfaktor ¹⁾ für $c_1 \geq 2,5 h_{\text{ef}}$ $c_2 \geq 2,5 h_{\text{ef}}$
		h_{ef}	α_{sup}
[-]	[-]	[mm]	[-]
nichtrostender Stahl A4-70	M12	$130 \leq h_{\text{ef}} < 140$	0,95
		$140 \leq h_{\text{ef}} \leq 260$	1,00
	M16	$195 \leq h_{\text{ef}} < 220$	0,90
		$220 \leq h_{\text{ef}} \leq 390$	1,00
	M20	$260 \leq h_{\text{ef}} < 280$	0,95
		$280 \leq h_{\text{ef}} \leq 520$	1,00
nichtrostender Stahl A4-50	M30	$270 \leq h_{\text{ef}} < 370$	0,75
		$370 \leq h_{\text{ef}} < 435$	0,90
		$435 \leq h_{\text{ef}} \leq 540$	1,00
	M33	$310 \leq h_{\text{ef}} < 465$	0,70
		$465 \leq h_{\text{ef}} < 610$	0,85
		$610 \leq h_{\text{ef}} \leq 930$	1,00
	M36	$375 \leq h_{\text{ef}} < 500$	0,80
		$500 \leq h_{\text{ef}} \leq 690$	1,00
	M39	$390 \leq h_{\text{ef}} < 440$	0,90
		$440 \leq h_{\text{ef}} \leq 780$	1,00
	M42	$430 \leq h_{\text{ef}} < 560$	0,85
		$560 \leq h_{\text{ef}} \leq 860$	1,00

¹⁾ Für 1er und 2er Sets $\alpha_{\text{sup}} = 1,00$

ROBUSTA-Verankerungsset

Reduktionsfaktoren α_{sup} bei Verwendung einer Zusatzbewehrung

Anlage 21

Tabelle 8: Reduktionsfaktoren α_{sup} für die Berechnung des Bemessungswerts des Widerstands bei Stahlversagen eines Ankerstabes (Siehe Gleichung (3.2)) von 1er-Sets mit Randeinfluss ($c_1 \geq c_{\text{min}}$ und $c_2 \geq 1,5 h_{\text{ef}}$) bei Verwendung von Zusatzbewehrung zur Aufnahme von Zuglasten unter statischen und quasi-statischen Belastungen.

Werkstoff	Größe	Bei Zusatzbewehrung	
		Effektive Verankerungstiefe	Reduktionsfaktor ¹⁾ für $c_{\text{min}} \leq c_1 < h_{\text{ef}}$ $c_2 \geq 1,5 h_{\text{ef}}$
		h_{ef}	α_{sup}
[-]	[-]	[mm]	[-]
Stahl 8.8 galvanisch verzinkt	M12	$160 \leq h_{\text{ef}} \leq 320$	1,00
	M16	$245 \leq h_{\text{ef}} < 370$	0,95
		$370 \leq h_{\text{ef}} \leq 490$	1,00
	M20	$325 \leq h_{\text{ef}} \leq 650$	1,00
	M24	$415 \leq h_{\text{ef}} \leq 830$	1,00
	M27	$495 \leq h_{\text{ef}} < 745$	0,90
		$745 \leq h_{\text{ef}} \leq 990$	1,00
	M30	$565 \leq h_{\text{ef}} \leq 1130$	1,00
	M33	$655 \leq h_{\text{ef}} \leq 1310$	1,00
	M36	$730 \leq h_{\text{ef}} < 1095$	0,95
		$1095 \leq h_{\text{ef}} \leq 1460$	1,00
	M39	$820 \leq h_{\text{ef}} < 1230$	0,90
		$1230 \leq h_{\text{ef}} \leq 1640$	1,00
	M42	$900 \leq h_{\text{ef}} < 1350$	0,90
		$1350 \leq h_{\text{ef}} \leq 1800$	1,00
nicht-rostender Stahl A4-70	M12	$130 \leq h_{\text{ef}} \leq 260$	1,00
	M16	$195 \leq h_{\text{ef}} \leq 390$	1,00
	M20	$260 \leq h_{\text{ef}} \leq 520$	1,00
nicht-rostender Stahl A4-50	M30	$270 \leq h_{\text{ef}} < 405$	0,90
		$405 \leq h_{\text{ef}} \leq 540$	1,00
	M33	$310 \leq h_{\text{ef}} < 465$	0,80
		$465 \leq h_{\text{ef}} \leq 620$	1,00
	M36	$345 \leq h_{\text{ef}} \leq 690$	1,00
	M39	$390 \leq h_{\text{ef}} \leq 780$	1,00
	M42	$430 \leq h_{\text{ef}} \leq 860$	1,00

¹⁾ Für $c_1 \geq h_{\text{ef}}$: $\alpha_{\text{sup}} = 1,00$

ROBUSTA-Verankerungsset

Reduktionsfaktoren α_{sup} bei Verwendung einer Zusatzbewehrung

Anlage 22

Tabelle 9: Reduktionsfaktoren α_{sup} für die Berechnung des Bemessungswerts des Widerstands bei Stahlversagen eines Ankerstabes (Siehe Gleichung (3.2)) von 2er-Sets mit Randeinfluss ($c_1 \geq c_{\text{min}}$ und $c_2 \geq 1,5 h_{\text{ef}}$) bei Verwendung von Zusatzbewehrung zur Aufnahme von Zuglasten unter statischen und quasi-statischen Belastungen.

Werkstoff	Größe	Bei Zusatzbewehrung			
		Effektive Verankerungstiefe	Reduktionsfaktor für $c_{\min} \leq c_1 < h_{\text{ef}}$ $c_2 \geq 1,5h_{\text{ef}}$	Reduktionsfaktor für $h_{\text{ef}} \leq c_1 < 1,75 h_{\text{ef}}$ $c_2 \geq 1,5h_{\text{ef}}$	Reduktionsfaktor ¹⁾ für $1,75 h_{\text{ef}} \leq c_1 < 2,5 h_{\text{ef}}$ $c_2 \geq 1,5h_{\text{ef}}$
		h_{ef}	α_{sup}	α_{sup}	α_{sup}
[-]	[-]	[mm]	[-]	[-]	[-]
Stahl 8.8 galvanisch verzinkt	M12	$160 \leq h_{\text{ef}} < 240$	0,60	0,65	0,85
		$240 \leq h_{\text{ef}} < 320$	0,75	0,95	1,00
		$h_{\text{ef}} = 320$	0,90	1,00	
	M16	$245 \leq h_{\text{ef}} < 370$	0,55	0,65	0,85
		$370 \leq h_{\text{ef}} < 490$	0,70	0,95	1,00
		$h_{\text{ef}} = 490$	0,95	1,00	
	M20	$325 \leq h_{\text{ef}} < 490$	0,60	0,70	0,90
		$490 \leq h_{\text{ef}} < 650$	0,75	1,00	1,00
		$h_{\text{ef}} = 650$	1,00		
	M24	$415 \leq h_{\text{ef}} < 625$	0,60	0,75	0,95
		$625 \leq h_{\text{ef}} < 830$	0,80	1,00	1,00
		$h_{\text{ef}} = 830$	1,00		
	M27	$495 \leq h_{\text{ef}} < 745$	0,50	0,65	0,85
		$745 \leq h_{\text{ef}} < 990$	0,75	1,00	1,00
		$h_{\text{ef}} = 990$	0,95		
	M30	$565 \leq h_{\text{ef}} < 850$	0,65	0,80	1,00
		$850 \leq h_{\text{ef}} < 1130$	0,90	1,00	
		$h_{\text{ef}} = 1130$	1,00		
	M33	$655 \leq h_{\text{ef}} < 985$	0,60	0,75	0,95
		$985 \leq h_{\text{ef}} < 1310$	0,85	1,00	1,00
		$h_{\text{ef}} = 1310$	1,00		
	M36	$730 \leq h_{\text{ef}} < 1095$	0,50	0,70	0,90
		$1095 \leq h_{\text{ef}} < 1460$	0,85	1,00	1,00
		$h_{\text{ef}} = 1460$	1,00		
	M39	$820 \leq h_{\text{ef}} < 1230$	0,50	0,70	0,95
		$1230 \leq h_{\text{ef}} < 1640$	0,75	1,00	1,00
		$h_{\text{ef}} = 1640$	0,90		
	M42	$900 \leq h_{\text{ef}} < 1350$	0,50	0,70	1,00
		$1350 \leq h_{\text{ef}} < 1800$	0,70	1,00	
		$h_{\text{ef}} = 1800$	0,85		

¹⁾ Für $c_1 \geq 2,5 h_{\text{ef}}$: $\alpha_{\text{sup}} = 1,00$

ROBUSTA-Verankerungsset

Reduktionsfaktoren α_{sup} bei Verwendung einer Zusatzbewehrung

Anlage 23

Tabelle 9 (Fortsetzung): Reduktionsfaktoren α_{sup} für die Berechnung des Bemessungswerts des Widerstands bei Stahlversagen eines Ankerstabes (Siehe Gleichung (3.2)) von 2er-Sets mit Randeinfluss ($c_1 \geq c_{\text{min}}$ und $c_2 \geq 1,5 h_{\text{ef}}$) bei Verwendung von Zusatzbewehrung zur Aufnahme von Zuglasten unter statischen und quasi-statischen Belastungen.

Werkstoff	Größe	Bei Zusatzbewehrung			
		Effektive Verankerungstiefe	Reduktionsfaktor für $c_{min} \leq c_1 < h_{ef}$ $c_2 \geq 1,5h_{ef}$	Reduktionsfaktor für $h_{ef} \leq c_1 < 1,75 h_{ef}$ $c_2 \geq 1,5h_{ef}$	Reduktionsfaktor ¹⁾ für $1,75 h_{ef} \leq c_1 < 2,5 h_{ef}$ $c_2 \geq 1,5h_{ef}$
		h_{ef}	α_{sup}	α_{sup}	α_{sup}
[-]	[-]	[mm]	[-]	[-]	[-]
nichtrostender Stahl A4-70	M12	130 ≤ h _{ef} < 195	0,75	0,75	1,00
		195 ≤ h _{ef} < 260	0,95	1,00	
		h _{ef} = 260	1,00		
	M16	195 ≤ h _{ef} < 295	0,70	0,75	1,00
		295 ≤ h _{ef} < 390	0,90	1,00	
		h _{ef} = 390	1,00		
	M20	260 ≤ h _{ef} < 390	0,70	0,80	1,00
		390 ≤ h _{ef} < 520	0,90	1,00	
		h _{ef} = 520	1,00		
nichtrostender Stahl A4-50	M30	270 ≤ h _{ef} < 405	0,50	0,65	0,80
		405 ≤ h _{ef} < 540	0,65	0,95	1,00
		h _{ef} = 540	0,95	1,00	
	M33	310 ≤ h _{ef} < 465	0,45	0,60	0,75
		465 ≤ h _{ef} < 620	0,65	0,95	1,00
		h _{ef} = 620	0,85	1,00	
	M36	345 ≤ h _{ef} < 520	0,55	0,70	0,90
		520 ≤ h _{ef} < 690	0,75	1,00	1,00
		h _{ef} = 690	1,00		
	M39	390 ≤ h _{ef} < 585	0,60	0,75	1,00
		585 ≤ h _{ef} < 780	0,80	1,00	
		h _{ef} = 780	1,00		
	M42	430 ≤ h _{ef} < 645	0,60	0,75	0,95
		645 ≤ h _{ef} < 860	0,80	1,00	1,00
		h _{ef} = 860	1,00		

¹⁾Für $c_1 \geq 2,5 h_{\text{ef}}$: $\alpha_{\text{sup}} = 1,00$

ROBUSTA-Verankerungsset

Reduktionsfaktoren α_{sup} bei Verwendung einer Zusatzbewehrung

Anlage 24

Tabelle 10: Charakteristische Werte bei Querbeanspruchung einer Verankerung nach Bemessungsverfahren A, DIN EN 1992-4: 2019-04 für statische und quasi-statische Belastungen

Werkstoff	Größe	Stahlversagen ohne Hebelarm		Rückwärtiger Betonausbruch		Betonkantenbruch		
		Charakteristische Quertragfähigkeit eines Ankerstabs	γ_{Ms}	Faktor	Montagebeiwert	wirksame Ankerlänge	Wirksamer Außen-durchmesser	Montagebeiwert
		$V_{Rk,s}^{0,1)}$		k_8	γ_{Inst}	l_f	d_{nom}	γ_{Inst}
[-]	[-]	[kN]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]
Stahl 8.8 galvanisch verzinkt	M12	34	1,25	2,00	1,0	160	12,0	1,0
	M16	63				245	16,0	
	M20	98				325	20,0	
	M24	141				415	24,0	
	M27	184				495	27,0	
	M30	224				565	30,0	
	M33	278				655	33,0	
	M36	327				730	36,0	
	M39	390				820	39,0	
	M42	448				900	42,0	
nicht-rostender Stahl A4-70	M12	30	1,56	2,00	1,0	130	12,0	1,0
	M16	55				195	16,0	
	M20	86				260	20,0	
nicht-rostender Stahl A4-50	M30	140	2,38	2,00	1,0	270	30,0	
	M33	174				310	33,0	
	M36	204				345	36,0	
	M39	244				390	39,0	
	M42	280				430	42,0	

¹⁾ Der Faktor k_7 beträgt für 1er, 2er und 4er-Sets $k_7 = 1,0$

ROBUSTA-Verankerungsset

Charakteristische Werte bei Querbeanspruchung

Anlage 25

Tabelle 11: Verschiebungen eines Ankerstabs unter statischen und quasi-statischen Zuglasten N bzw. Querlasten V im Gebrauchszustand bei Kurzzeitbelastung (δ_{N0} bzw. δ_{V0}) und unter Dauerlast ($\delta_{N\infty}$ bzw. $\delta_{V\infty}$)

Werkstoff	Größe	Zugbelastung			Querbelastung		
		N_{anker}	δ_{N0}	$\delta_{N\infty}$	V_{anker}	δ_{V0}	$\delta_{V\infty}$
[-]	[-]	[kN]	[mm]	[mm]	[kN]	[mm]	[mm]
Stahl 8.8 galvanisch verzinkt	M12	32	0,6	0,8	19	1,9	2,8
	M16	60	0,8	1,0	36	2,6	4,0
	M20	93	1,0	1,3	56	3,3	4,9
	M24	134	1,3	1,7	81	4,0	5,9
	M27	175	1,5	2,0	105	4,6	6,9
	M30	214	1,6	2,1	128	5,0	7,5
	M33	264	1,8	2,3	159	5,7	8,5
	M36	311	2,1	2,7	187	6,1	9,2
	M39	372	2,2	2,9	223	6,7	10,1
	M42	427	2,4	3,1	256	7,2	10,9
nicht-rostender Stahl A4-70	M12	23	0,3	0,4	14	1,3	2,0
	M16	42	0,5	0,6	25	1,9	2,8
	M20	66	0,6	0,8	39	2,3	3,5
nicht-rostender Stahl A4-50	M30	70	0,3	0,4	42	1,7	2,5
	M33	87	0,4	0,5	52	1,9	2,8
	M36	102	0,4	0,5	61	2,0	3,0
	M39	122	0,4	0,5	73	2,2	3,3
	M42	140	0,5	0,5	84	2,4	3,5

ROBUSTA-Verankerungsset

Verschiebungen unter statischer und quasi-statischer Belastung

Anlage 26

Tabelle 12: Erforderliche Verankerungstiefen $h_{ef,min}$ von Verankerungen ohne Randeinfluss ($c_1 \geq 2,5h_{ef}$ und $c_2 \geq 2,5h_{ef}$) für die Nachweise unter seismischer Beanspruchung bei Verwendung des Verfahrens „Bemessung mit Anforderungen an die Duktilität der Befestigungselemente“ nach DIN EN 1992-4:2019-04, Abschnitt 9.2(3)(b)

Werkstoff	Größe	1er Set	2er Set	4er Set
[-]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]
Stahl 8.8 galvanisch verzinkt	M12	160	160	265
	M16	245	245	480
	M20	325	325	605
	M24	415	415	745
	M27	495	495	X
	M30	565	565	770
	M33	655	655	1075
	M36	730	730	1400
	M39	820	820	X
	M42	900	900	X
nicht-rostender Stahl A4-70	M12	130	130	220
	M16	195	195	390
	M20	260	260	495
nicht-rostender Stahl A4-50	M30	270	X	X
	M33	310	X	X
	M36	345	660	X
	M39	390	585	X
	M42	430	735	X

"X" = Verfahren nicht anwendbar

ROBUSTA-Verankerungsset

Bemessung mit Anforderungen an die Duktilität der Befestigungselemente bei seismischer Beanspruchung

Anlage 27

Tabelle 13: Charakteristische Widerstände für Stahlversagen eines Ankerstabes unter seismischer Zugbelastung ($N_{RK,s,eq}^0$) und Querbelastung ($V_{RK,s,eq}^0$) sowie zugehörige Teilsicherheitsbeiwerte γ_{Ms}

Werkstoff	Größe	Seismische Zugbelastung		Seismische Querbelastung	
		$N_{RK,s,eq}^0$	γ_{Ms}	$V_{RK,s,eq}^0$	γ_{Ms}
[-]	[-]	[kN]	[-]	[kN]	[-]
Stahl 8.8 galvanisch verzinkt	M12	60	1,50	27	1,25
	M16	113		50	
	M20	176		77	
	M24	254		111	
	M27	330		145	
	M30	382		177	
	M33	472		220	
	M36	556		258	
	M39	664		308	
	M42	762		354	
nicht-rostender Stahl A4-70	M12	53	1,87	24	1,56
	M16	99		40	
	M20	155		68	
nicht-rostender Stahl A4-50	M30	239	2,86	111	2,38
	M33	295		137	
	M36	348		161	
	M39	415		193	
	M42	477		221	

ROBUSTA-Verankerungsset

Charakteristische Widerstände für Stahlversagen

Anlage 28

Tabelle 14: Reduktionsfaktoren $\alpha_{\text{sup,eq}}$ für die Berechnung des Bemessungswerts des Widerstands für Stahlversagen der Ankerstäbe (siehe Gleichung (3.8)) von 4er-Sets ohne Randeinfluss ($C_1; C_2 \geq 2,5 h_{\text{ef}}$) bei Verwendung von Zusatzbewehrung zur Aufnahme von Zuglasten unter seismischen Belastungen

Werkstoff	Größe	Zusatzbewehrung	
		Effektive Verankerungstiefe	Reduktionsfaktor ¹⁾ für $C_1; C_2 \geq 2,5 h_{\text{ef}}$
		h_{ef}	$\alpha_{\text{sup,eq}}$
[-]	[-]	[mm]	[-]
Stahl galvanisch verzinkt 8.8	M12	$160 \leq h_{\text{ef}} < 205$	0,95
		$h_{\text{ef}} \geq 205$	1,00
	M16	$245 \leq h_{\text{ef}} < 350$	0,90
		$h_{\text{ef}} \geq 350$	1,00
	M20	$325 \leq h_{\text{ef}} < 445$	0,95
		$h_{\text{ef}} \geq 445$	1,00
	M24	$h_{\text{ef}} \geq 415$	1,00
	M27	$495 \leq h_{\text{ef}} < 745$	0,90
		$h_{\text{ef}} \geq 745$	1,00
	M30	$h_{\text{ef}} \geq 565$	1,00
	M33	$h_{\text{ef}} \geq 655$	1,00
	M36	$730 \leq h_{\text{ef}} < 935$	0,95
		$h_{\text{ef}} \geq 935$	1,00
	M39	$820 \leq h_{\text{ef}} < 1230$	0,85
		$h_{\text{ef}} \geq 1230$	1,00
	M42	$900 \leq h_{\text{ef}} < 1275$	0,80
		$h_{\text{ef}} \geq 1275$	1,00
nicht-rostender Stahl A4-70	M12	$h_{\text{ef}} \geq 130$	1,00
	M16	$h_{\text{ef}} \geq 195$	1,00
	M20	$h_{\text{ef}} \geq 260$	1,00
nicht-rostender Stahl A4-50	M30	$270 \leq h_{\text{ef}} < 370$	0,95
		$h_{\text{ef}} \geq 370$	1,00
	M33	$310 \leq h_{\text{ef}} < 465$	0,85
		$h_{\text{ef}} \geq 465$	1,00
	M36	$h_{\text{ef}} \geq 345$	1,00
	M39	$h_{\text{ef}} \geq 390$	1,00
	M42	$h_{\text{ef}} \geq 430$	1,00

¹⁾ für 1er und 2er Sets: $\alpha_{\text{sup,eq}} = 1,00$

ROBUSTA-Verankerungsset

Bemessung bei seismischer Beanspruchung

Anlage 29

Tabelle 15: Reduktionsfaktoren $\alpha_{\text{sup,eq}}$ für die Berechnung des Bemessungswerts des Widerstands für Stahlversagen der Ankerstäbe (siehe Gleichung (3.8)) von 1er und 2er Sets mit Randeinfluss ($c_1 \geq c_{\text{min}}$; $c_2 \geq 1,5 h_{\text{ef}}$) bei Verwendung von Zusatzbewehrung zur Aufnahme von Zuglasten unter seismischen Belastungen

Werkstoff	Größe	Zusatzbewehrung			
		Effektive Verankerungstiefe	Reduktionsfaktor $\alpha_{\text{sup,eq}}$ für 2er Sets am Bauteilrand ¹⁾		
		h_{ef}	$c_{\text{min}} \leq c_1 < h_{\text{ef}}$ $c_2 \geq 1,5h_{\text{ef}}$	$h_{\text{ef}} \leq c_1 < 1,75h_{\text{ef}}$ $c_2 \geq 1,5h_{\text{ef}}$	$c_1 \geq 1,75h_{\text{ef}}$ $c_2 \geq 1,5h_{\text{ef}}$
[-]	[-]	[mm]	[-]	[-]	[-]
Stahl 8.8 galvanisch verzinkt	M12	$160 \leq h_{\text{ef}} < 240$	0,70	0,80	1,00
		$240 \leq h_{\text{ef}} < 320$	0,90	1,00	
		$h_{\text{ef}} = 320$	1,00		
	M16	$245 \leq h_{\text{ef}} < 370$	0,65	0,75	1,00
		$370 \leq h_{\text{ef}} < 490$	0,80	1,00	
		$h_{\text{ef}} = 490$	1,00		
	M20	$325 \leq h_{\text{ef}} < 490$	0,65	0,80	1,00
		$490 \leq h_{\text{ef}} < 650$	0,80	1,00	
		$h_{\text{ef}} = 650$	1,00		
	M24	$415 \leq h_{\text{ef}} < 625$	0,70	0,85	1,00
		$625 \leq h_{\text{ef}} < 830$	0,85	1,00	
		$h_{\text{ef}} = 830$	1,00		
	M27	$495 \leq h_{\text{ef}} < 745$	0,60	0,75	1,00
		$745 \leq h_{\text{ef}} < 990$	0,80	1,00	
		$h_{\text{ef}} = 990$	1,00		
	M30	$565 \leq h_{\text{ef}} < 850$	0,85	1,00	1,00
		$850 \leq h_{\text{ef}} \leq 1230$	1,00		
	M33	$655 \leq h_{\text{ef}} < 985$	0,70	0,95	1,00
		$985 \leq h_{\text{ef}} \leq 1310$	1,00	1,00	
	M36	$730 \leq h_{\text{ef}} < 1095$	0,65	0,85	1,00
		$1095 \leq h_{\text{ef}} < 1460$	0,95	1,00	
		$h_{\text{ef}} = 1460$	1,00		
	M39	$820 \leq h_{\text{ef}} < 1230$	0,60	0,80	1,00
		$1230 \leq h_{\text{ef}} < 1640$	0,90	1,00	
		$h_{\text{ef}} = 1640$	1,00		
	M42	$900 \leq h_{\text{ef}} < 1350$	0,55	0,70	1,00
		$1350 \leq h_{\text{ef}} < 1800$	0,85	1,00	
		$h_{\text{ef}} = 1800$	1,00		

¹⁾ Für 1er-Sets mit $c_1 \geq c_{\text{min}}$ und $c_2 > 1,5 h_{\text{ef}}$: $\alpha_{\text{sup,eq}} = 1,00$
4er-Sets mit Randeinfluss ($c_1 < 2,5 h_{\text{ef}}$ und/oder $c_2 < 2,5 h_{\text{ef}}$) mit einer Zusatzbewehrung zur Aufnahme von Zuglasten sind nicht zulässig!

ROBUSTA-Verankerungsset	Anlage 30
Bemessung bei seismischer Beanspruchung	

Tabelle 16: Reduktionsfaktoren $\alpha_{\text{sup,eq}}$ für die Berechnung des Bemessungswerts des Widerstands für Stahlversagen der Ankerstäbe (siehe Gleichung (3.8)) von 1er und 2er Sets mit Randeinfluss ($c_1 \geq c_{\text{min}}$; $c_2 \geq 1,5 h_{\text{ef}}$) bei Verwendung von Zusatzbewehrung zur Aufnahme von Zuglasten unter seismischen Belastungen

Werkstoff	Größe	Zusatzbewehrung			
		Effektive Verankerungstiefe	Reduktionsfaktor $\alpha_{\text{sup,eq}}$ für 2er Sets am Bauteilrand ¹⁾		
		h_{ef}	$c_{\text{min}} \leq c_1 < h_{\text{ef}}$ $c_2 \geq 1,5h_{\text{ef}}$	$h_{\text{ef}} \leq c_1 < 1,75h_{\text{ef}}$ $c_2 \geq 1,5h_{\text{ef}}$	$1,75h_{\text{ef}} \leq c_1 < 2,5h_{\text{ef}}$ ²⁾ $c_2 \geq 1,5h_{\text{ef}}$
[-]	[-]	[mm]	[-]	[-]	[-]
nichtrostender Stahl A4-70	M12	$130 \leq h_{\text{ef}} < 195$	0,90	0,90	1,00
		$h_{\text{ef}} \geq 195$	1,00	1,00	
	M16	$195 \leq h_{\text{ef}} < 295$	0,80	0,90	1,00
		$h_{\text{ef}} \geq 295$	1,00	1,00	
	M20	$260 \leq h_{\text{ef}} < 390$	0,85	0,95	1,00
		$h_{\text{ef}} \geq 390$	1,00	1,00	
nichtrostender Stahl A4-50	M30	$270 \leq h_{\text{ef}} < 405$	0,65	0,80	1,00
		$405 \leq h_{\text{ef}} < 540$	0,80	1,00	
		$h_{\text{ef}} = 540$	1,00		
	M33	$310 \leq h_{\text{ef}} < 465$	0,55	0,70	0,95
		$465 \leq h_{\text{ef}} < 620$	0,75	1,00	1,00
		$h_{\text{ef}} = 620$	1,00		
	M36	$345 \leq h_{\text{ef}} < 520$	0,70	0,85	1,00
		$520 \leq h_{\text{ef}} < 690$	0,85	1,00	
		$h_{\text{ef}} = 690$	1,00		
	M39	$390 \leq h_{\text{ef}} < 585$	0,80	0,95	1,00
		$585 \leq h_{\text{ef}} < 780$	0,95	1,00	
		$h_{\text{ef}} = 780$	1,00		
	M42	$430 \leq h_{\text{ef}} < 645$	0,75	0,90	1,00
		$645 \leq h_{\text{ef}} < 860$	0,90	1,00	
		$h_{\text{ef}} = 860$	1,00		

¹⁾ Für 1er Sets mit $c_1 \geq c_{\text{min}}$ und $c_2 > 1,5 h_{\text{ef}}$: $\alpha_{\text{sup,eq}} = 1,00$

²⁾ Für $c_1 \geq 2,5 h_{\text{ef}}$ und $c_2 > 1,5 h_{\text{ef}}$: $\alpha_{\text{sup,eq}} = 1,00$

4er Sets mit Randeinfluss ($c_1 < 2,5 h_{\text{ef}}$ und/oder $c_2 < 2,5 h_{\text{ef}}$) mit einer Zusatzbewehrung zur Aufnahme von Zuglasten sind nicht zulässig!

ROBUSTA-Verankerungsset

Bemessung bei seismischer Beanspruchung

Anlage 31

Tabelle 17: Verschiebungen eines Ankerstabs unter seismischen Zuglasten N bzw. Querlasten V im Damage Limit State (DLS) ($\delta_{N,DLS}$ bzw. $\delta_{V,DLS}$) und im Ultimate Limit State (ULS) ($\delta_{N,ULS}$ bzw. $\delta_{V,ULS}$)

Werkstoff	Größe	Damage Limit State (DLS)				Ultimate Limit State (ULS)			
		Zugbelastung		Querbelastung		Zugbelastung		Querbelastung	
		N_{DLS}	$\delta_{N,DLS}$	V_{DLS}	$\delta_{V,DLS}$	N_{ULS}	$\delta_{N,ULS}$	V_{ULS}	$\delta_{V,ULS}$
[-]	[-]	[kN]	[mm]	[kN]	[mm]	[kN]	[mm]	[kN]	[mm]
Stahl 8.8 galvanisch verzinkt	M12	33	1,0	15	1,5	39	1,6	30	3,2
	M16	59	1,0	28	1,6	74	2,2	56	4,5
	M20	92	1,1	43	1,7	115	2,7	87	5,6
	M24	132	1,2	63	1,8	166	3,3	125	6,7
	M27	172	1,2	82	1,9	215	3,8	162	7,7
	M30	210	1,2	101	1,9	263	4,2	199	8,5
	M33	260	1,3	124	2,0	325	4,7	247	9,6
	M36	307	1,3	144	2,1	383	5,0	289	10,2
	M39	366	1,4	172	2,2	458	5,5	347	11,4
	M42	421	1,5	198	2,3	523	5,9	396	12,1
nicht-rostender Stahl A4-70	M12	28	0,9	13	1,5	35	1,4	26	2,8
	M16	52	1,0	24	1,6	64	1,9	49	3,9
	M20	80	1,0	38	1,6	101	2,4	76	4,9
nicht-rostender Stahl A4-50	M30	132	1,1	62	1,8	164	2,6	124	5,3
	M33	163	1,2	77	1,9	203	2,9	154	6,0
	M36	192	1,2	89	1,9	239	3,1	180	6,4
	M39	229	1,2	109	1,9	286	3,5	216	7,1
	M42	263	1,2	124	2,0	329	3,7	249	7,6

ROBUSTA-Verankerungsset

Verschiebungen unter seismischer Beanspruchung

Anlage 32