

**DIN EN 1992-4**

ICS 91.010.30; 91.080.40

Ersatzvermerk  
siehe unten

**Eurocode 2 –  
Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und  
Spannbetontragwerken –  
Teil 4: Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton;  
Deutsche Fassung EN 1992-4:2018**

Eurocode 2 –  
Design of concrete structures –  
Part 4: Design of fastenings for use in concrete;  
German version EN 1992-4:2018

Eurocode 2 –  
Calcul des structures en béton –  
Partie 4: Conception et calcul des éléments de fixation pour béton;  
Version allemande EN 1992-4:2018

**Ersatzvermerk**

Ersatz für DIN CEN/TS 1992-4-1 (DIN SPEC 1021-4-1):2009-08, DIN CEN/TS 1992-4-2  
(DIN SPEC 1021-4-2):2009-08, DIN CEN/TS 1992-4-3 (DIN SPEC 1021-4-3):2009-08, DIN CEN/TS 1992-4-4  
(DIN SPEC 1021-4-4):2009-08 und DIN CEN/TS 1992-4-5 (DIN SPEC 1021-4-5):2009-08

Gesamtumfang 139 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

## Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 1992-4:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitskreis NA 005-07-01-01 AK „Befestigungsmittel (SpA zu CEN/TC 250/SC 2/WG 2)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Dieses Dokument enthält eine Nationale Fußnote (zu 6.2.1(1)).

### Änderungen

Gegenüber DIN CEN/TS 1992-4-1 (DIN SPEC 1021-4-1):2009-08, DIN CEN/TS 1992-4-2 (DIN SPEC 1021-4-2):2009-08, DIN CEN/TS 1992-4-3 (DIN SPEC 1021-4-3):2009-08, DIN CEN/TS 1992-4-4 (DIN SPEC 1021-4-4):2009-08 und DIN CEN/TS 1992-4-5 (DIN SPEC 1021-4-5):2009-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Der Inhalt der Normenreihe CEN/TS 1992-4 wurde gestrafft und vollständig überarbeitet, um eine einzelne Norm für die Bemessung unterschiedlicher Arten von Einlegeteilen und nachträglich montierten Befestigungselementen veröffentlichen zu können.
- b) Die normativen Verweisungen wurden aktualisiert. Einige der in der Normenreihe CEN/TS 1992-4 zitierten Normen wurden in die Literaturhinweise (neu) verschoben.
- c) 1.2 (5) und Bild 1.2: Die Anordnung von Befestigungen mit Kopfbolzen und Dübeln nach EN 1992-4 wird ausführlicher beschrieben.
- d) 1.31.3 (1), 1.3 (2) und 7.3: Aufnahme von Festlegungen für Befestigungselemente zum Befestigen von statisch unbestimmten nichttragenden Systemen. Einzelheiten des Bemessungsverfahrens sind in CEN/TR 17079, *Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton — Redundante nicht tragende Systeme* angegeben.
- e) 4.4.2.2 und Tabelle 4.1: Aufnahme von Teilsicherheitsbeiwerten für außergewöhnliche Bemessungssituationen, die etwa 15 % kleiner sind als die für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen.
- f) 6.2.1 (2): Aufnahme präzisierter Bedingungen, um die Steifigkeit von Anbauteilen sicherzustellen, und von Festlegungen für den Fall, dass elastische, jedoch flexible Anbauteile verwendet werden.
- g) Abschnitte 7 bis 11: Die Nachweise basieren nicht auf der Würfeldruckfestigkeit, sondern auf der charakteristischen Zylinderdruckfestigkeit und die Faktoren  $k_i$  zur Berechnung der grundlegenden charakteristischen Widerstände für die verschiedenen Versagensarten wurden entsprechend angepasst.
- h) 7.2.1.4 (1), Gleichung (7.1) und 7.2.1.4 (7): Der Faktor  $\psi_{M,N}$  wurde eingeführt, um die günstige Auswirkung einer Druckkraft zwischen Anbauteil und Beton auf den Widerstand gegen kegelförmigen Betonausbruch, in Fällen von Biegemomenten mit oder ohne Axialkraft, zu berücksichtigen.
- i) 7.2.1.6 (2), Gleichung (7.14): Der produktabhängige Faktor  $\psi_{sus}$  wurde eingeführt, um für den Nachweis des kombinierten Versagens durch Herausziehen und Betonbruch den Einfluss von dauerhafter Last auf die Verbundfestigkeit von nachträglich montierten Verbunddübeln zu berücksichtigen.

- j) 7.2.2.5 (13) und 7.4.2.5 (7): Der Faktor  $\psi_{re,V}$  zur Berücksichtigung der Auswirkung der Bewehrung am Bauteilrand und von Stegen mit engem Achsabstand oder Baustahlmatten auf den charakteristischen Widerstand gegenüber Betonkantenbruch wird auf gerissenen Beton beschränkt.
- k) 7.4.1.3 (2) und 7.4.2.3 (2): Berücksichtigung des Einflusses von Speziialschrauben mit engem Abstand für den Nachweis von Ankerschienen bei lokaler Biegung der Profilmkantung unter Zuglast und Querlast ohne Hebelarm.
- l) 7.4.1.7, Gleichung (7.69): Für den Nachweis des Widerstandes von Ankerschienen gegen lokalen Betonausbruch wurde der Faktor  $\psi_{g,Nb}$  gestrichen.
- m) 7.4.2.3.1 und Tabelle 7.5: Für den Nachweis des Widerstandes von Ankerschienen gegen Querkraft ohne Hebelarm bei Versagen des Stahls wurden die Versagensarten „Versagen des Ankers“ und „Versagen der Verbindung Anker/Schiene“ aufgenommen.
- n) 7.4.2.5 (2): Gleichung (7.78) wurde modifiziert. Der Einfluss des Randabstands auf den grundlegenden charakteristischen Widerstand bei Betonkantenbruch wird anstelle von  $c_1^{1,5}$  mit  $c_1^{4/3}$  berücksichtigt.
- o) 7.4.3 und Tabelle 7.6: Aufnahme von Festlegungen für die verschiedenen Stahlversagensarten und andere Versagensarten als Stahlbruch für den Fall des Zusammenwirkens von Quer- und Zuglasten auf Ankerschienen.
- p) Abschnitt 8: Die Werte für den charakteristischen Widerstand gegen Ermüdungsversagen im Falle von betonbezogenen Versagensarten bei  $2 \cdot 10^6$  Lastzyklen wurden verringert.
- q) Abschnitt 9 und Anhang C: Die Nachweise für seismische Beanspruchung wurden vollständig überarbeitet.
- r) Abschnitt 10: Aufnahme von Festlegungen für den Nachweis des Feuerwiderstandes. Der informative Anhang D stellt ein Bemessungsverfahren für Einlege-Kopfbolzen, Ankerschienen und nachträglich montierte Befestigungselemente unter Brandeinwirkung zur Verfügung.
- s) Normativer Anhang E: Aufnahme von Merkmalen für die Bemessung von Befestigungselementen, die in Europäischen Technischen Produktspezifikationen angegeben sein müssen.
- t) Anhang F: Produktspezifische Abschnitte der Reihe CEN/TS 1992-4 zu Annahmen für Bemessungsfestlegungen zur Ausführung von Befestigungselementen wurden in diesem normativen Anhang zusammengefasst.
- u) Anhang G: Die Bemessungsfestlegungen der Reihe CEN/TS 1992-4 für nachträglich montierte Befestigungselemente mit vereinfachten Verfahren wurden in diesen informativen Anhang verschoben.
- v) Anhang B von CEN/TS 1992-4-1 „Ansatz für die Bemessung nach Plastizitätstheorie“ wurde in CEN/TR 17081 *Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton — Traglastverfahren für Befestigungsmittel von Kopfbolzen und Dübeln* verschoben.

### Frühere Ausgaben

DIN CEN/TS 1992-4-1 (DIN SPEC 1021-4-1): 2009-08  
 DIN CEN/TS 1992-4-2 (DIN SPEC 1021-4-2): 2009-08  
 DIN CEN/TS 1992-4-3 (DIN SPEC 1021-4-3): 2009-08  
 DIN CEN/TS 1992-4-4 (DIN SPEC 1021-4-4): 2009-08  
 DIN CEN/TS 1992-4-5 (DIN SPEC 1021-4-5): 2009-08

— Leerseite —

Deutsche Fassung

**Eurocode 2 —  
Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton-  
und Spannbetontragwerken —  
Teil 4: Bemessung der Verankerung von  
Befestigungen in Beton**

Eurocode 2 —  
Design of concrete structures —  
Part 4: Design of fastenings for use in concrete

Eurocode 2 —  
Calcul des structures en béton —  
Partie 4: Conception et calcul des éléments  
de fixation pour béton

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 9. März 2018 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG  
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

## Inhalt

|                                                                                    | Seite |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Europäisches Vorwort .....                                                         | 5     |
| Nationaler Anhang für EN 1992-4.....                                               | 7     |
| 1 Anwendungsbereich.....                                                           | 8     |
| 1.1 Allgemeines .....                                                              | 8     |
| 1.2 Arten von Befestigungselementen und Befestigungsgruppen.....                   | 8     |
| 1.3 Befestigungselemente, Abmessungen und Werkstoffe .....                         | 10    |
| 1.4 Beanspruchung der Befestigungselemente .....                                   | 11    |
| 1.5 Betonfestigkeit und –art .....                                                 | 11    |
| 1.6 Beanspruchung des Betonbauteils.....                                           | 11    |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                     | 12    |
| 3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen .....                                          | 12    |
| 3.1 Begriffe .....                                                                 | 12    |
| 3.2 Symbole und Abkürzungen .....                                                  | 19    |
| 3.2.1 Indizes.....                                                                 | 19    |
| 3.2.2 Exponenten .....                                                             | 20    |
| 3.2.3 Einwirkungen und Widerstände (in alphabetischer Reihenfolge angegeben) ..... | 20    |
| 3.2.4 Beton und Stahl .....                                                        | 26    |
| 3.2.5 Befestigungselemente und Befestigungen, Bewehrung .....                      | 26    |
| 3.2.6 Einheiten.....                                                               | 28    |
| 4 Grundlagen der Bemessung.....                                                    | 29    |
| 4.1 Allgemeines .....                                                              | 29    |
| 4.2 Erforderliche Nachweise.....                                                   | 30    |
| 4.3 Nachweisverfahren .....                                                        | 30    |
| 4.4 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten .....                           | 31    |
| 4.4.1 Teilsicherheitsbeiwerte für Lasten.....                                      | 31    |
| 4.4.2 Teilsicherheitsbeiwerte für den Widerstand.....                              | 31    |
| 4.5 Projektspezifikation .....                                                     | 34    |
| 4.6 Montage der Befestigungselemente .....                                         | 35    |
| 4.7 Bestimmung des Zustandes des Betons .....                                      | 35    |
| 5 Dauerhaftigkeit .....                                                            | 36    |
| 6 Ableitung von Lasteinwirkungen auf die Befestigungselemente — Berechnung.....    | 36    |
| 6.1 Allgemeines .....                                                              | 36    |
| 6.2 Kopfbolzen und nachträglich montierte Befestigungselemente .....               | 37    |
| 6.2.1 Zuglasten.....                                                               | 37    |
| 6.2.2 Querlasten .....                                                             | 41    |
| 6.3 Ankerschienen.....                                                             | 45    |
| 6.3.1 Allgemeines .....                                                            | 45    |
| 6.3.2 Zuglasten.....                                                               | 45    |
| 6.3.3 Querlasten .....                                                             | 47    |
| 6.4 Kräfte, die in der Zusatzbewehrung wirken .....                                | 48    |
| 6.4.1 Allgemeines .....                                                            | 48    |
| 6.4.2 Zuglasten.....                                                               | 48    |
| 6.4.3 Querlasten .....                                                             | 48    |
| 7 Nachweis für den Grenzzustand der Tragfähigkeit .....                            | 49    |

|                                                                                                                                            |                                                                                                                      |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 7.1                                                                                                                                        | Allgemeines .....                                                                                                    | 49         |
| 7.2                                                                                                                                        | Kopfbolzen und nachträglich montierte Befestigungselemente .....                                                     | 50         |
| 7.2.1                                                                                                                                      | Zuglast .....                                                                                                        | 50         |
| 7.2.2                                                                                                                                      | Querlast.....                                                                                                        | 65         |
| 7.2.3                                                                                                                                      | Kombinierte Zug- und Querlasten.....                                                                                 | 78         |
| 7.3                                                                                                                                        | Befestigungselemente für redundante nichttragende Systeme.....                                                       | 80         |
| 7.4                                                                                                                                        | Ankerschienen.....                                                                                                   | 80         |
| 7.4.1                                                                                                                                      | Zuglast .....                                                                                                        | 80         |
| 7.4.2                                                                                                                                      | Querlast.....                                                                                                        | 90         |
| 7.4.3                                                                                                                                      | Kombinierte Zug- und Querlast.....                                                                                   | 98         |
| 8                                                                                                                                          | Nachweis für den Grenzzustand der Tragfähigkeit bei Ermüdungsbeanspruchung.....                                      | 100        |
| 8.1                                                                                                                                        | Allgemeines .....                                                                                                    | 100        |
| 8.2                                                                                                                                        | Berechnung der auf das Befestigungselement einwirkenden Kräfte .....                                                 | 100        |
| 8.3                                                                                                                                        | Widerstand .....                                                                                                     | 100        |
| 8.3.1                                                                                                                                      | Zuglast .....                                                                                                        | 100        |
| 8.3.2                                                                                                                                      | Querlast.....                                                                                                        | 102        |
| 8.3.3                                                                                                                                      | Kombinierte Zug- und Querlast.....                                                                                   | 103        |
| 9                                                                                                                                          | Nachweis für seismische Beanspruchung .....                                                                          | 103        |
| 9.1                                                                                                                                        | Allgemeines .....                                                                                                    | 103        |
| 9.2                                                                                                                                        | Anforderungen .....                                                                                                  | 104        |
| 9.3                                                                                                                                        | Berechnung der auf das Befestigungselement einwirkenden Kräfte .....                                                 | 105        |
| 9.4                                                                                                                                        | Widerstand .....                                                                                                     | 106        |
| 10                                                                                                                                         | Nachweis für den Feuerwiderstand.....                                                                                | 106        |
| 11                                                                                                                                         | Nachweis für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit .....                                                        | 106        |
| <b>Anhang A (normativ) Zusätzliche Regeln für den Nachweis von Betonbauteilen unter den durch Befestigungen aufgetragenen Lasten .....</b> |                                                                                                                      | <b>107</b> |
| A.1                                                                                                                                        | Allgemeines .....                                                                                                    | 107        |
| A.2                                                                                                                                        | Nachweis der Quertragfähigkeit des Betonbauteils.....                                                                | 107        |
| <b>Anhang B (informativ) Dauerhaftigkeit.....</b>                                                                                          |                                                                                                                      | <b>109</b> |
| B.1                                                                                                                                        | Allgemeines .....                                                                                                    | 109        |
| B.2                                                                                                                                        | Befestigungselemente unter trockenen Innenraumbedingungen.....                                                       | 109        |
| B.3                                                                                                                                        | Befestigungselemente, die äußeren atmosphärischen oder dauerhaft feuchten Innenraumbedingungen ausgesetzt sind ..... | 109        |
| B.4                                                                                                                                        | Befestigungselemente mit hoher Korrosionsbeanspruchung durch Chloride und Schwefel .....                             | 109        |
| <b>Anhang C (normativ) Bemessung von Befestigungselementen unter Erdbebeneinwirkungen.....</b>                                             |                                                                                                                      | <b>110</b> |
| C.1                                                                                                                                        | Allgemeines .....                                                                                                    | 110        |
| C.2                                                                                                                                        | Leistungskategorien.....                                                                                             | 110        |
| C.3                                                                                                                                        | Bemessungskriterien.....                                                                                             | 111        |
| C.4                                                                                                                                        | Ableitung der auf die Befestigungselemente einwirkenden Kräfte – Analyse.....                                        | 114        |
| C.4.1                                                                                                                                      | Allgemeines .....                                                                                                    | 114        |
| C.4.2                                                                                                                                      | Ergänzung zu EN 1998-1:2004, 4.3.3.5 .....                                                                           | 114        |
| C.4.3                                                                                                                                      | Ergänzung zu EN 1998-1:2004, 4.3.5.1 .....                                                                           | 114        |
| C.4.4                                                                                                                                      | Ergänzungen und Abänderungen zu EN 1998-1:2004, 4.3.5.2.....                                                         | 114        |
| C.4.5                                                                                                                                      | Ergänzungen und Abänderungen zu EN 1998-1:2004, 4.3.5.4.....                                                         | 116        |
| C.5                                                                                                                                        | Widerstand .....                                                                                                     | 116        |
| C.6                                                                                                                                        | Verschiebungen von Befestigungselementen .....                                                                       | 119        |
| <b>Anhang D (informativ) Brandeinwirkung — Bemessungsverfahren.....</b>                                                                    |                                                                                                                      | <b>121</b> |
| D.1                                                                                                                                        | Allgemeines .....                                                                                                    | 121        |
| D.2                                                                                                                                        | Teilsicherheitsbeiwerte .....                                                                                        | 121        |
| D.3                                                                                                                                        | Lasten.....                                                                                                          | 122        |
| D.4                                                                                                                                        | Widerstand .....                                                                                                     | 122        |

|                                                                                                                                                               |                                                  |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----|
| D.4.1                                                                                                                                                         | Allgemeines .....                                | 122 |
| D.4.2                                                                                                                                                         | Zuglast.....                                     | 122 |
| D.4.3                                                                                                                                                         | Querlast.....                                    | 124 |
| D.4.4                                                                                                                                                         | Kombinierte Zug- und Querlast.....               | 125 |
| Anhang E (normativ) Merkmale für die Bemessung von Befestigungselementen, die in der Europäischen Technischen Produktspezifikation angegeben sein müssen..... |                                                  | 126 |
| Anhang F (normativ) Annahmen für Bemessungsregeln bezüglich der Ausführung von Befestigungen.....                                                             |                                                  | 129 |
| F.1                                                                                                                                                           | Allgemeines .....                                | 129 |
| F.2                                                                                                                                                           | Nachträglich montierte Befestigungselemente..... | 129 |
| F.3                                                                                                                                                           | Kopfbolzen.....                                  | 130 |
| F.4                                                                                                                                                           | Ankerschienen.....                               | 130 |
| Anhang G (normativ) Bemessung von nachträglich montierten Befestigungselementen – vereinfachte Verfahren .....                                                |                                                  | 131 |
| G.1                                                                                                                                                           | Allgemeines .....                                | 131 |
| G.2                                                                                                                                                           | Verfahren B.....                                 | 132 |
| G.3                                                                                                                                                           | Verfahren C.....                                 | 132 |
| Literaturhinweise.....                                                                                                                                        |                                                  | 134 |

## Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 1992-4:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 2019, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2019 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt CEN/TS 1992-4-1:2009, CEN/TS 1992-4-2:2009, CEN/TS 1992-4-3:2009, CEN/TS 1992-4-4:2009, CEN/TS 1992-4-5:2009.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandats erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CEN erteilt haben. Dieses Dokument unterscheidet sich folgendermaßen von CEN/TS 1992-4-1:2009, CEN/TS 1992-4-2:2009, CEN/TS 1992-4-3:2009, CEN/TS 1992-4-4:2009 und CEN/TS 1992-4-5:2009:

- Der Inhalt der Normenreihe CEN/TS 1992-4 wurde gestrafft und vollständig überarbeitet, um eine einzelne Norm für die Bemessung unterschiedlicher Arten von Einlegeteilen und nachträglich montierten Befestigungselementen veröffentlichen zu können.
- Die normativen Verweisungen wurden aktualisiert. Einige der in der Normenreihe CEN/TS 1992-4 zitierten Normen wurden in die Literaturhinweise (neu) verschoben.
- 1.2 (5) und Bild 1.2: Die Anordnung von Befestigungen mit Kopfbolzen und Dübeln nach EN 1992-4 wird ausführlicher beschrieben.
- 1.3 (1), 1.3 (2) und 7.3: Aufnahme von Festlegungen für Befestigungselemente zum Befestigen von statisch unbestimmten nichttragenden Systemen. Einzelheiten des Bemessungsverfahrens sind in CEN/TR 17079, *Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton — Redundante nicht tragende Systeme* angegeben.
- 4.4.2.2 und Tabelle 4.1: Aufnahme von Teilsicherheitsbeiwerten für außergewöhnliche Bemessungssituationen, die etwa 15 % kleiner sind als die für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen.
- 6.2.1 (2): Aufnahme präzisierter Bedingungen, um die Steifigkeit von Anbauteilen sicherzustellen, und von Festlegungen für den Fall, dass elastische, jedoch flexible Anbauteile verwendet werden.
- Abschnitte 7 bis 11: Die Nachweise basieren nicht auf der Würfeldruckfestigkeit, sondern auf der charakteristischen Zylinderdruckfestigkeit und die Faktoren  $k_i$  zur Berechnung der grundlegenden charakteristischen Widerstände für die verschiedenen Versagensarten wurden entsprechend angepasst.
- 7.2.1.4 (1), Gleichung (7.1) und 7.2.1.4 (7): Der Faktor  $\psi_{M,N}$  wurde eingeführt, um die günstige Auswirkung einer Druckkraft zwischen Anbauteil und Beton auf den Widerstand gegen kegelförmigen Betonausbruch, in Fällen von Biegemomenten mit oder ohne Axialkraft, zu berücksichtigen.

- 7.2.1.6 (2), Gleichung (7.14): Der produktabhängige Faktor  $\psi_{\text{sus}}$  wurde eingeführt, um für den Nachweis des kombinierten Versagens durch Herausziehen und Betonbruch den Einfluss von dauerhafter Last auf die Verbundfestigkeit von nachträglich montierten Verbunddübeln zu berücksichtigen.
- 7.2.2.5 (13) und 7.4.2.5 (7): Der Faktor  $\psi_{\text{re,V}}$  zur Berücksichtigung der Auswirkung der Bewehrung am Bauteilrand und von Stegen mit engem Achsabstand oder Baustahlmatten auf den charakteristischen Widerstand gegenüber Betonkantenbruch wird auf gerissenen Beton beschränkt.
- 7.4.1.3 (2) und 7.4.2.3 (2): Berücksichtigung des Einflusses von Speziialschrauben mit engem Abstand für den Nachweis von Ankerschienen bei lokaler Biegung der Profilumkantung unter Zuglast und Querlast ohne Hebelarm.
- 7.4.1.7, Gleichung (7.69): Für den Nachweis des Widerstandes von Ankerschienen gegen lokalen Betonausbruch wurde der Faktor  $\psi_{\text{g,Nb}}$  gestrichen.
- 7.4.2.3.1 und Tabelle 7.5: Für den Nachweis des Widerstandes von Ankerschienen gegen Querkraft ohne Hebelarm bei Versagen des Stahls wurden die Versagensarten „Versagen des Ankers“ und „Versagen der Verbindung Anker/Schiene“ aufgenommen.
- 7.4.2.5 (2): Gleichung (7.78) wurde modifiziert. Der Einfluss des Randabstands auf den grundlegenden charakteristischen Widerstand bei Betonkantenbruch wird anstelle von  $c_1^{1,5}$  mit  $c_1^{4/3}$  berücksichtigt.
- 7.4.3 und Tabelle 7.6: Aufnahme von Festlegungen für die verschiedenen Stahlversagensarten und andere Versagensarten als Stahlbruch für den Fall des Zusammenwirkens von Quer- und Zuglasten auf Ankerschienen.
- Abschnitt 8: Die Werte für den charakteristischen Widerstand gegen Ermüdungsversagen im Falle von betonbezogenen Versagensarten bei  $2 \cdot 10^6$  Lastzyklen wurden verringert.
- Abschnitt 9 und Anhang C: Die Nachweise für seismische Beanspruchung wurden vollständig überarbeitet.
- Abschnitt 10: Aufnahme von Festlegungen für den Nachweis des Feuerwiderstandes. Der informative Anhang D stellt ein Bemessungsverfahren für Einlege-Kopfbolzen, Ankerschienen und nachträglich montierte Befestigungselemente unter Brandeinwirkung zur Verfügung.
- Normativer Anhang E: Aufnahme von Merkmalen für die Bemessung von Befestigungselementen, die in Europäischen Technischen Produktspezifikationen angegeben sein müssen.
- Anhang F: Produktspezifische Abschnitte der Reihe CEN/TS 1992-4 zu Annahmen für Bemessungsfestlegungen zur Ausführung von Befestigungselementen wurden in diesem normativen Anhang zusammengefasst.
- Anhang G: Die Bemessungsfestlegungen der Reihe CEN/TS 1992-4 für nachträglich montierte Befestigungselemente mit vereinfachten Verfahren wurden in diesen informativen Anhang verschoben.
- Anhang B von CEN/TS 1992-4-1 „Ansatz für die Bemessung nach Plastizitätstheorie“ wurde in CEN/TR 17081, Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton — Traglastverfahren für Befestigungsmittel von Kopfbolzen und Dübeln verschoben.

Die Normenreihe EN 1992 besteht aus den folgenden Teilen:

- EN 1992-1-1, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

- EN 1992-1-2, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-2: Allgemeine Regeln — Tragwerksbemessung für den Brandfall*
- EN 1992-2, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 2: Betonbrücken — Bemessungs- und Konstruktionsregeln*
- EN 1992-3, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 3: Silos und Behälterbauwerke aus Beton*
- EN 1992-4, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 4: Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton*

Die Zahlenwerte für die Teilsicherheitsbeiwerte und andere Parameter, die die Zuverlässigkeit festlegen, sind empfohlene Werte. Die empfohlenen Werte gelten unter der Voraussetzung, dass:

- a) die Befestigungselemente die Anforderungen nach 1.2 (3) erfüllen; und
- b) die Montage den Anforderungen nach 4.6 entspricht.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

## Nationaler Anhang für EN 1992-4

Diese Europäische Norm enthält Werte mit Anmerkungen, die darauf hinweisen, an welchen Stellen nationale Festlegungen zu Parametern getroffen werden können. Wenn diese Europäische Norm auf nationaler Ebene verfügbar gemacht wird, darf diese um einen Nationalen Anhang ergänzt werden, der alle national festzulegenden Parameter enthält, die für die Bemessung von Befestigungselementen nach dieser Europäischen Norm, für die Verwendung im entsprechenden Land, zu verwenden sind.

National festzulegende Teilsicherheitsbeiwerte und Parameter, die die Zuverlässigkeit beeinflussen, sind bei der Bemessung nach dieser Europäischen Norm in folgenden Abschnitten vorgesehen:

- 4.4.1 (2);
- 4.4.2.2 (2);
- 4.4.2.3;
- 4.4.2.4;
- 4.7 (2);
- C.2 (2)
- C.4.4 (1);
- C.4.4 (3);
- D.2 (2).

## 1 Anwendungsbereich

### 1.1 Allgemeines

(1) Diese Europäische Norm stellt ein Bemessungsverfahren für Befestigungselemente (Verbindung von tragenden und nichttragenden Bauteilen mit tragenden Bauteilen) zur Verfügung, die zum Übertragen von Einwirkungen auf den Beton verwendet werden. Dieses Bemessungsverfahren verwendet physikalische Modelle, die auf einer Kombination von Prüfungen und numerischer Analyse, übereinstimmend mit EN 1990:2002, 5.2, basieren.

Ergänzende Regeln für die Übertragung der Lasten der Befestigungselemente in dem Betonbauteil zu den Auflagern sind in EN 1992-1-1 und Anhang A dieser Europäischen Norm gegeben.

Einlegeteile, die unter werkseigener Produktionskontrolle (WPK) und mit der entsprechenden Bewehrung in Betonfertigteile eingebettet werden und nur dem vorübergehenden Einsatz während des Hebens und Versetzens dienen, werden in CEN/TR 15728 behandelt.

(2) Diese Europäische Norm gilt für sicherheitsrelevante Anwendungen, bei denen das Versagen von Befestigungselementen in einem völligen oder teilweisen Einsturz des Bauwerks resultieren kann, Risiken für menschliches Leben verursacht oder zu erheblichem wirtschaftlichem Schaden führt. Unter diesen Gesichtspunkten behandelt sie auch nichttragende Bauteile.

(3) Die Lagerung des Anbauteils darf entweder statisch bestimmt oder statisch unbestimmt sein. Jedes Auflager darf aus einem Befestigungselement oder einer Gruppe von Befestigungselementen bestehen.

(4) Diese Europäische Norm ist für Anwendungen gültig, die unter den Anwendungsbereich der Normenreihe EN 1992 fallen. In Anwendungsfällen, in denen besondere Betrachtungen erforderlich sind, z. B. Atomkraftwerke oder Zivilschutzbauten, können Abänderungen erforderlich sein.

(5) Diese Europäische Norm behandelt nicht die Bemessung des Anbauteils. Regeln für die Bemessung des Anbauteils sind in den entsprechenden Normen gegeben und sie erfüllen die in dieser Europäischen Norm gegebenen Anforderungen an das Anbauteil.

(6) Dieses Dokument bezieht sich auf charakteristische Widerstände und Abstände, die in einer Europäischen Technischen Produktspezifikation (siehe Anhang E) angegeben sind. Als Grundlage für die Verwendung der Bemessungsverfahren dieser Europäischen Norm sollte eine Europäische Technische Produktspezifikation für die entsprechenden Belastungsbedingungen mindestens die Merkmale von Anhang E enthalten.

### 1.2 Arten von Befestigungselementen und Befestigungsgruppen

(1) Diese Europäische Norm verwendet das Bemessungsmodell für Befestigungselemente<sup>1</sup> (siehe Bild 1.1) und gilt für:

- a) Einlegeteile wie Kopfbolzen, Ankerschienen mit steifer Verbindung (z. B. geschweißt, geschmiedet) zwischen Verankerungselement und Schiene;
- b) nachträglich montierte mechanische Befestigungselemente wie Spreizdübel, Hinterschnittdübel, Betonschrauben;
- c) nachträglich montierte Verbunddübel, Verbundspreizdübel.

---

<sup>1</sup> Bei dem Bemessungsmodell für Befestigungselemente wird die Zugtragfähigkeit des Betons direkt zur Übertragung von Lasten in das Betonbauteil benutzt.

(2) Für andere Arten von Befestigungselementen können Änderungen der Bemessungsregeln erforderlich sein.

(3) Diese Europäische Norm gilt für Befestigungselemente in Beton, deren Eignung für die jeweilige Anwendung durch Vorschriften nachgewiesen wurde, die sich auf diese Europäische Norm beziehen und Daten zur Verfügung stellen, die von dieser Europäischen Norm gefordert werden. Die Eignung der Befestigungselemente ist in der einschlägigen Europäischen Technischen Produktspezifikation festgelegt.

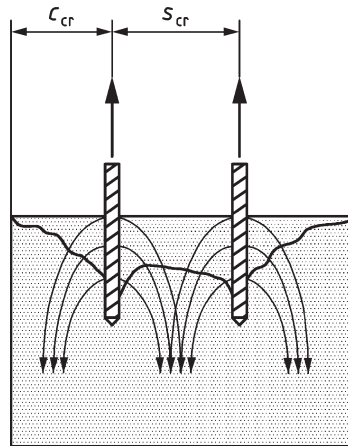


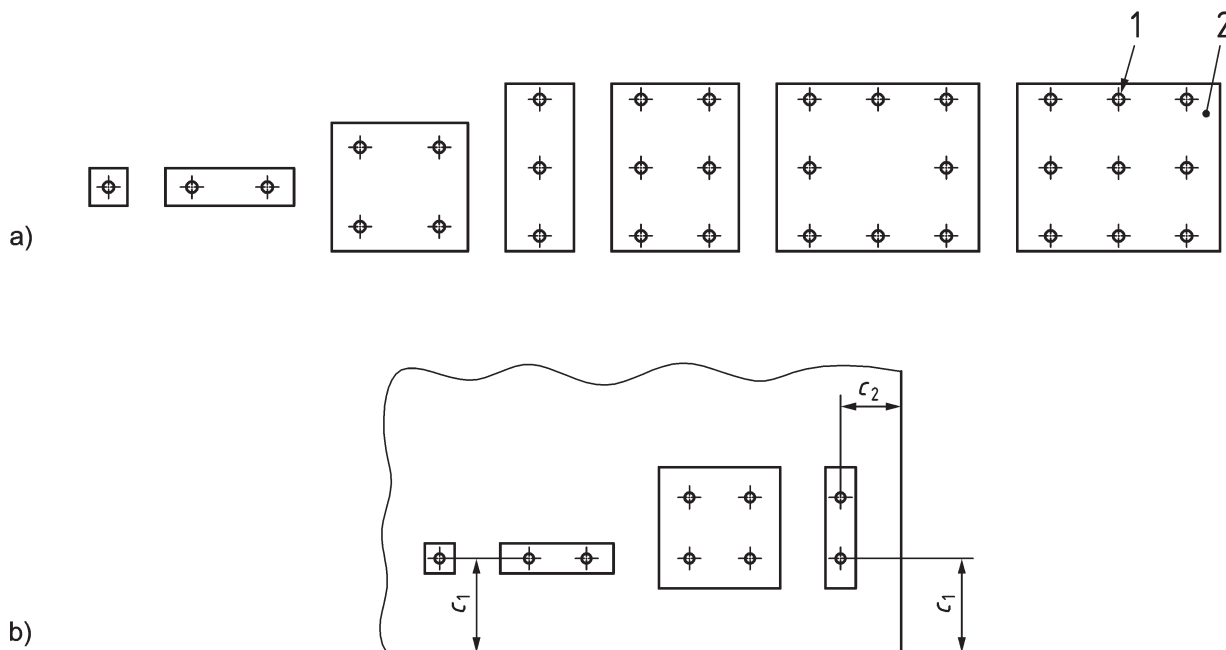
**Bild 1.1 — Bemessungsmodell für Befestigungselemente – Beispiel**

(4) Diese Europäische Norm gilt für Einzelbefestigungen und Gruppen von Befestigungselementen. Bei einer Gruppe von Befestigungselementen werden die Lasten über ein gemeinsames Anbauteil in die einzelnen Befestigungselemente der Gruppe übertragen. In einer Gruppe von Befestigungselementen gilt diese Europäische Norm nur, wenn Befestigungselemente gleicher Art und Größe verwendet werden.

(5) Die Anordnungen von Befestigungselementen mit Kopfbolzen und Dübeln, die durch diese Europäische Norm abgedeckt sind, sind in Bild 1.2 dargestellt.

(6) Bei Ankerschienen ist die Anzahl der Anker nicht begrenzt.

(7) Nachträglich montierte gerippte Betonstähle, die zur Verbindung der Betonbauteile verwendet werden, sind von einer Europäischen Technischen Produktspezifikation abgedeckt.



### Legende

- 1 Befestigungselement
- 2 Stahlplatte
- a) Befestigungen ohne Lochspiel für alle Randabstände und für alle Lastrichtungen und Befestigungen mit Lochspiel nach Tabelle 6.1 bei großem Randabstand ( $c_i \geq \max \{10h_{ef}; 60d_{nom}\}$ ) für alle Lastrichtungen und ausschließlich zugbeanspruchte Befestigungen mit Lochspiel nach Tabelle 6.1 bei kleinem Randabstand ( $c_i < \max \{10h_{ef}; 60d_{nom}\}$ )
- b) Befestigungen mit Lochspiel nach Tabelle 6.1 bei kleinem Randabstand ( $c_i < \max \{10h_{ef}; 60d_{nom}\}$ ) für alle Lastrichtungen

**Bild 1.2 — Anordnung von Befestigungen mit Kopfbolzen und Dübeln, die in dieser Europäischen Norm behandelt werden**

### 1.3 Befestigungselemente, Abmessungen und Werkstoffe

(1) Diese Europäische Norm gilt für Befestigungselemente mit einem minimalen Durchmesser oder einer minimalen Gewindegröße von 6 mm (M6) oder einem entsprechenden Querschnitt. Im Falle von Befestigungselementen zum Befestigen von statisch unbestimmten nichttragenden Systemen, wie in 7.3 beschrieben, ist die minimale Gewindegröße 5 mm (M5). Der maximale Durchmesser des Befestigungselementes ist bei Zugbelastung nicht begrenzt, er ist aber bei Querbelastung auf 60 mm begrenzt.

(2) EN 1992-4 gilt für Befestigungselemente mit einer Verankerungstiefe  $h_{ef} \geq 40$  mm. Befestigungselemente mit einer wirksamen Verankerungstiefe von mindestens 30 mm werden ausschließlich zur Befestigung von statisch unbestimmten nichttragenden Systemen, wie in 7.3 beschrieben, behandelt, wobei die wirksame Verankerungstiefe bei Innenanwendungen auf 25 mm reduziert werden darf. Für Befestigungselemente mit nachträglich montierten Verbundankern werden nur Befestigungselemente mit einer Verankerungstiefe  $h_{ef} \leq 20d$  abgedeckt. Der tatsächliche Wert für ein bestimmtes Befestigungselement kann der zugehörigen Europäischen Technischen Produktspezifikation entnommen werden.

(3) Diese Europäische Norm behandelt Befestigungselemente aus Metall, die entweder aus Kohlenstoffstahl (EN ISO 898-1 und EN ISO 898-2, EN 10025-1, EN 10080), nichtrostendem Stahl (EN 10088-2 und EN 10088-3, EN ISO 3506-1 und EN ISO 3506-2) oder Tempermess (ISO 5922) bestehen. Die Oberfläche des Stahls kann beschichtet oder unbeschichtet sein. Diese Europäische Norm gilt für Befestigungselemente mit einer Nennzugfestigkeit des Stahls von  $f_{uk} \leq 1\,000$  N/mm<sup>2</sup>. Diese Begrenzung gilt nicht für Betonschrauben.

## 1.4 Beanspruchung der Befestigungselemente

(1) Die Beanspruchungen der Befestigungen, die in diesem Dokument behandelt werden, können statisch, quasi-statisch, ermüdungsrelevant (zyklisch) und seismisch sein. Die Eignung des Befestigungselements, ermüdungsrelevanten oder seismischen Beanspruchungen zu widerstehen, ist in der zugehörigen Europäischen Technischen Produktspezifikation festgelegt. Ankerschienen, die zyklischen oder seismischen Beanspruchungen unterzogen werden, sind in dieser Europäischen Norm nicht behandelt.

(2) Die Beanspruchungen der Befestigungselemente, die aus den Lasten auf das Anbauteil (z. B. Zug-, Querlast, Biege- oder Torsionsmomente oder Kombinationen davon) resultieren, werden im Allgemeinen axiale Zug- und/oder Querbeanspruchungen sein. Greift die Querkraft mit einem Hebelarm an, wird das Befestigungselement mit einem Biegemoment beansprucht. EN 1992-4 behandelt nur axial auf das Anbauteil einwirkende Druckkräfte, die entweder direkt auf die Betonoberfläche, ohne Beanspruchung des Lastübertragungsmechanismus über eingebettete Befestigungselemente, oder mit Hilfe von Befestigungselementen, die zur Übertragung von Drucklasten geeignet sind, in den Beton erfolgen.

(3) Ankerschienen mit in Richtung der Schienenlängsachse wirkenden Querlasten werden in dieser Europäischen Norm nicht behandelt.

ANMERKUNG Bemessungsregeln für Ankerschienen mit Beanspruchungen, die in Richtung der Schienenlängsachse wirken, können CEN/TR 17080, *Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton — Ankerschienen — Ergänzende Regelungen* entnommen werden.

(4) Die Bemessung von Befestigungen unter Brandeinwirkung wird in dieser Europäischen Norm (siehe informativen Anhang D) behandelt.

## 1.5 Betonfestigkeit und -art

Diese Europäische Norm gilt für Befestigungselemente, die in Bauteile aus verdichtetem Normalbeton ohne Fasern der Festigkeitsklassen im Bereich von C12/15 bis C90/105 nach EN 206 eingebaut sind. Der Bereich der Festigkeitsklassen von Beton, in denen das jeweilige Befestigungselement verwendet werden darf, ist in der zugehörigen Europäischen Technischen Produktspezifikation aufgeführt und darf sich in engeren Grenzen bewegen als zuvor festgelegt.

## 1.6 Beanspruchung des Betonbauteils

Befestigungselemente sind für Anwendungen in Betonbauteilen, die statischen Lasten ausgesetzt sind, vorqualifiziert. Bei Betonbauteilen, die zyklischen oder seismischen Beanspruchungen ausgesetzt sind, sind die Vorqualifizierung und entsprechende Europäische Technische Produktspezifikation für Befestigungselemente, die für diese Art der Beanspruchung festgelegt sind, gefordert.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 206, *Beton — Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität*

EN 1990:2002, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1991 (alle Teile), *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke*

EN 1992-1-1:2004, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

EN 1992-1-2, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-2: Allgemeine Regeln — Tragwerksbemessung für den Brandfall*

EN 1998 (alle Teile), *Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben*

## 3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

### 3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen für die Normung Datenbanken zur Terminologie zur Verfügung, die unter den folgenden Adressen verfügbar sind:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

#### 3.1.1

##### **Anker**

##### **Befestigungselement**

Bauteil, hergestellt aus Stahl oder Temperguss, das entweder vor dem Betonieren in die Schalung eingelegt und anschließend einbetoniert oder nachträglich in den ausgehärteten Beton montiert wird, und dazu dient, aufgebrachte Lasten zu übertragen (siehe Bilder 3.1 bis 3.3)

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff Anker wird im Zusammenhang mit Ankerschienen verwendet.

#### 3.1.2

##### **Ankerschiene**

Stahlprofil mit starr angeschlossenen Ankern (siehe Bild 3.2), das vor dem Betonieren in die Schalung eingelegt und anschließend einbetoniert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Fall von Ankerschienen sind zwei oder mehr Stahl-Anker starr an der Rückseite der Schiene angeschlossen und in dem Beton eingebettet.

#### 3.1.3

##### **befestigtes Bauteil**

tragendes oder nichttragendes Bauteil, das mit dem Anbauteil verbunden ist

### 3.1.4

#### **Anbauteil**

#### **Befestigung**

Baugruppe, die Lasten auf die Befestigungselemente oder Ankerschiene überträgt

### 3.1.5

#### **Verankerungsgrund**

Betonbauteil, in dem das Befestigungselement oder die Ankerschiene montiert wird

### 3.1.6

#### **Biegung**

Biegebeanspruchung infolge einer Querlast, die mit einem Hebelarm, bezogen auf die Oberfläche des Betonbauteils, aufgebracht wird

### 3.1.7

#### **Verbundspreizdübel**

Verbunddübel, der so konstruiert wurde, dass sich das Befestigungselement relativ zum ausgehärteten Verbundmörtel verschieben kann und somit nachspreizt (siehe Bild 3.3h))

### 3.1.8

#### **Verbunddübel**

Befestigungselement, das in einem gebohrten Loch in ausgehärtetem Beton montiert wird und das seine Haltekraft durch einen Verbundmörtel erhält, der sich zwischen der Bohrlochwandung im Beton und dem eingebetteten Teil des Befestigungselementes befindet (siehe Bild 3.3g))

### 3.1.9

#### **Einlegeteil**

Kopfbolzen, Innengewindehülse und Kopf an der eingebetteten Seite oder Ankerschiene, die vor dem Betonieren in die Schalung eingelegt und einbetoniert werden, siehe auch Kopfbolzen

### 3.1.10

#### **Spezialschraube**

Schraube oder Bolzen, die/der das zu befestigende Bauteil an der Ankerschiene fixiert (siehe Bild 3.2)

### 3.1.11

#### **charakteristischer Randabstand**

Randabstand, der erforderlich ist, um sicherzustellen, dass der Rand den charakteristischen Widerstand einer Befestigung nicht beeinflusst

### 3.1.12

#### **charakteristischer Widerstand**

5 %-Quantil des Widerstandes (Wert, der bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von 90 % mit einer 95 %igen Wahrscheinlichkeit überschritten wird)

### 3.1.13

#### **charakteristischer Achsabstand**

Abstand, der erforderlich ist, um den charakteristischen Widerstand eines einzelnen Befestigungselementes sicherzustellen

### 3.1.14

#### **kombinierte Versagensart Herausziehen und Betonausbruch bei Verbunddübeln**

Versagensart, bei der ein Versagen an der Schnittstelle zwischen dem Verbundmaterial und Verankerungsgrund oder zwischen dem Verbundmaterial und dem Befestigungselement (Verbundversagen) auftritt und bei der ein Betonkonus am oberen Ende entsteht

### 3.1.15

#### **kombinierte Zug- und Querbelastung**

Schräglast

Zug- und Querlasten werden gleichzeitig aufgebracht

### 3.1.16

#### **Versagensart lokaler Betonausbruch**

Abplatzen des Betons an der Seite des als Verankerungsgrund dienenden Bauteils in Höhe des eingebetteten Bolzenkopfes ohne größeren Betonausbruch an der Betonoberfläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Versagensart tritt üblicherweise bei Befestigungselementen auf, die einen kleinen Randabstand und zugleich eine große Verankerungstiefe aufweisen.

### 3.1.17

#### **Versagensart Betonausbruch**

Versagensart, die durch einen keil- oder kegelförmigen Betonausbruchkörper charakterisiert ist, der vom Verankerungsgrund abgerissen wird und von einem Befestigungselement, einer Gruppe von Befestigungselementen oder von Ankern von Ankerschienen ausgeht

### 3.1.18

#### **Versagensart Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite**

Versagensart, die durch das Ausplatzen des Betons entgegen der Beanspruchungsrichtung bei Befestigungen unter Querlast charakterisiert ist

### 3.1.19

#### **Versagensarten des Betons**

#### 3.1.19.1

##### **Versagensarten bei Zuglast**

Herausziehen, kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch (Verbunddübel), kegelförmiger Betonausbruch, lokaler Betonausbruch, Betonspalten, Verbundversagen der Zusatzbewehrung

#### 3.1.19.2

##### **Versagensarten bei Querlast**

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite, Betonkantenbruch

### 3.1.20

#### **Betonschraube**

Befestigungselement mit Gewinde, das in ein Bohrloch eingeschraubt wird, wobei die Gewindegänge einen Formschluss mit dem Beton erzeugen (siehe Bild 3.3f))

### 3.1.21

#### **Versagensart Betonspalten**

Art des Betonversagens, bei dem der Beton entlang einer Ebene reißt, die durch die Achse des Befestigungselementes oder der Befestigungselemente oder Anker von Ankerschienen verläuft

### 3.1.22

#### **wegkontrollierter Spreizdübel**

nachträglich montiertes Befestigungselement, das seinen Widerstand gegen Zugbeanspruchung durch zwangsweise Verspreizung gegen die Bohrlochwandung, durch Eintreiben eines Innenkonus in die Hülse (siehe Bild 3.3c)) oder durch Eintreiben der Hülse über ein Spreizelement (Konus), erzeugt; wegkontrollierte Spreizdübel können nicht nachspreizen

### 3.1.23

#### Verschiebung

Bewegung des beanspruchten Endes des Befestigungselementes in Lastrichtung relativ zu dem Betonbauteil, in dem es montiert ist, oder, im Fall von Ankerschienen, die Bewegung der Spezialschraube (siehe Bild 3.2) oder Ankerschiene relativ zum Betonbauteil

Anmerkung 1 zum Begriff: In Zugversuchen wird die Verschiebung parallel zur Achse des Befestigungselementes gemessen. In Querlastversuchen wird die Verschiebung senkrecht zur Achse des Befestigungselementes bestimmt.

### 3.1.24

#### duktiles Stahlbauteil

Stahlbauteil mit ausreichender Duktilität

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Voraussetzungen für Duktilität werden in den entsprechenden Unterabschnitten angegeben.

### 3.1.25

#### Randabstand

Abstand vom Rand des Betonbauteils bis zur Achse des Befestigungselementes oder Ankers einer Ankerschiene

### 3.1.26

#### wirksame Verankerungstiefe

Gesamttiefe, über die das Befestigungselement oder der Anker einer Ankerschiene die Kraft auf den umgebenden Beton überträgt; siehe Bilder 3.1 bis 3.3

### 3.1.27

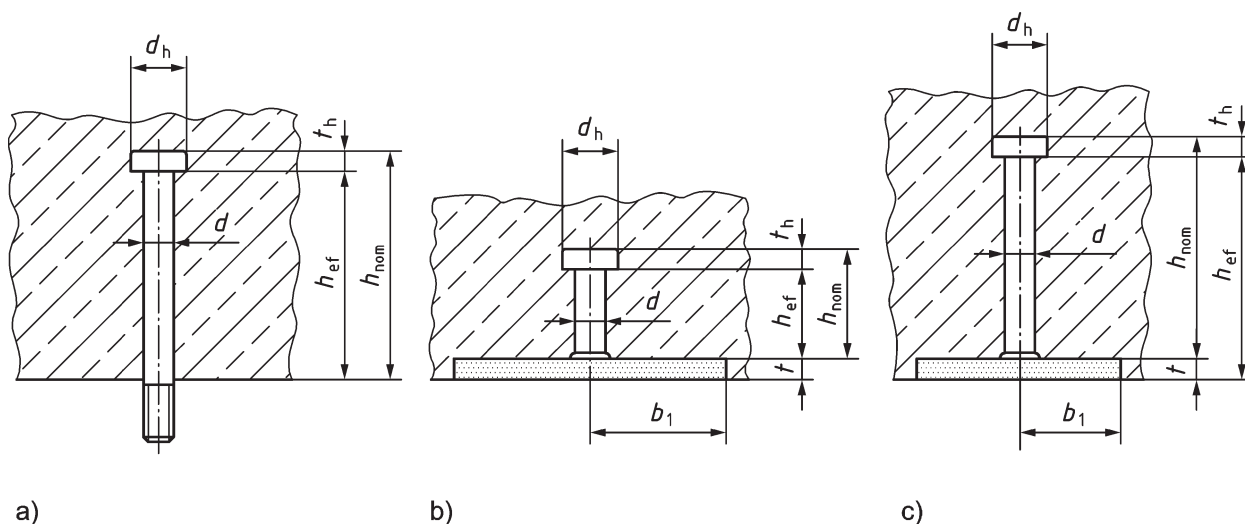
#### Europäische Technische Produktspezifikation

Europäische Norm (EN), Europäische Technische Bewertung (ETA) für Befestigungselemente oder Ankerschienen, basierend auf einem Europäischen Bewertungsdokument (EAD) oder einer transparenten nachvollziehbaren Bewertung, die allen Anforderungen der entsprechenden EAD entspricht

### 3.1.28

#### Befestigung

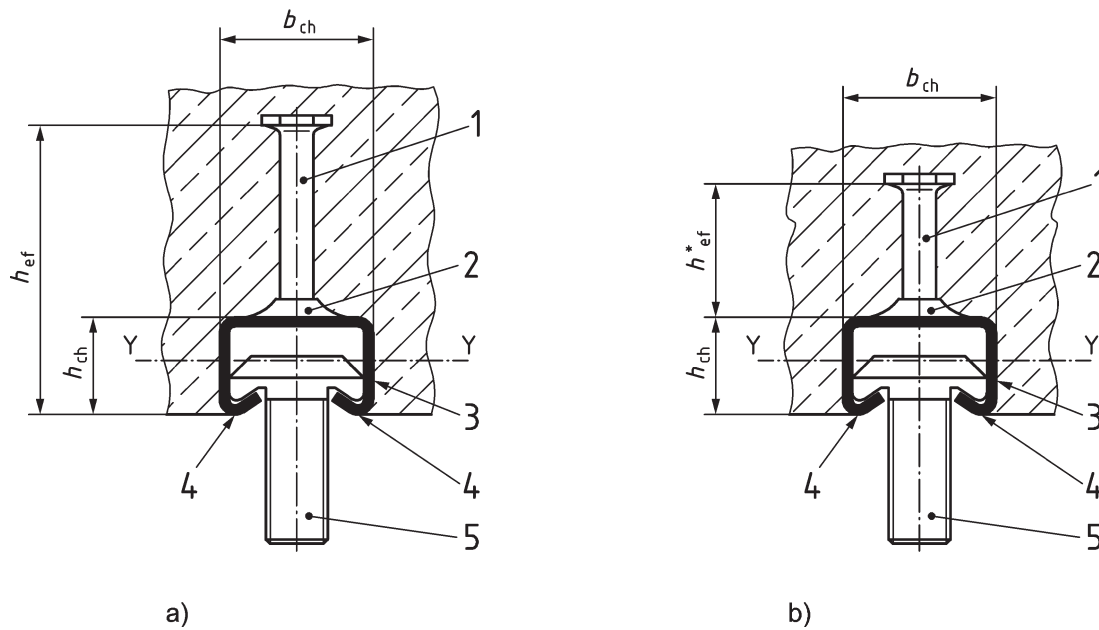
Baugruppe, bestehend aus Anbauteil und Befestigungselementen oder Ankerschienen, die dazu verwendet wird, Lasten in den Beton zu übertragen



#### Legende

- a) ohne Ankerplatte
- b) bei einer großen Ankerplatte in mindestens eine Richtung,  $b_1 > 0,5 h_{nom}$  oder  $t > 0,2 h_{nom}$
- c) bei einer kleinen Ankerplatte in beide Richtungen,  $b_1 \leq 0,5 h_{nom}$  und  $t \leq 0,2 h_{nom}$

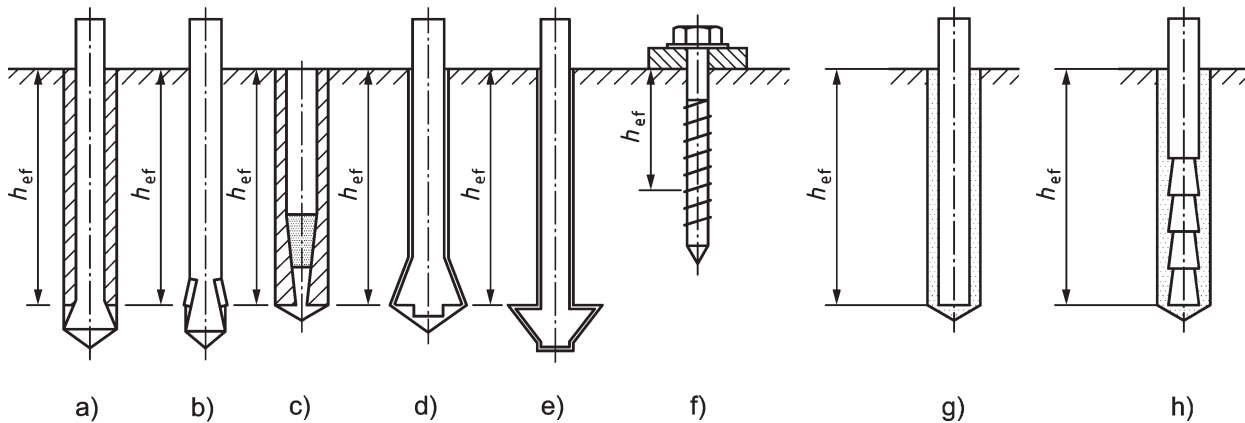
**Bild 3.1 — Definition der wirksamen Verankerungstiefe  $h_{ef}$  für Kopfbolzen**



### Legende

- 1 Anker
- 2 Verbindung zwischen Anker und Schiene
- 3 Schiene
- 4 Schienenlippe
- 5 Spezialschraube
- a)  $h_{ef}$  für Ankerschienen (siehe 7.4.1.5 (1) und 7.4.1.5 (1) b))
- b)  $h_{ef}^*$  für Ankerschienen (siehe 7.4.1.5 (1) a))

**Bild 3.2 — Definitionen für Ankerschienen**



### Legende

- a) drehmomentkontrollierter Dübel, Hülseentyp
- b) drehmomentkontrollierter Dübel, Bolzentyp
- c) wegkontrolliert spreizender Dübel
- d) Hinterschnittdübel, Typ 1
- e) Hinterschnittdübel, Typ 2
- f) Betonschraube
- g) Verbunddübel
- h) Verbundspreizdübel

**Bild 3.3 — Definition der wirksamen Verankerungstiefe  $h_{ef}$  für nachträgliche montierte Befestigungselemente – Beispiele**

### 3.1.29

#### **Biegebeanspruchung**

Biegung der Schiene einer Ankerschiene infolge einer Zuglast

### 3.1.30

#### **Gruppe von Befestigungselementen**

Anzahl von Befestigungselementen mit identischen Abmessungen und Merkmalen, die zusammenwirken, um ein gemeinsames Anbauteil abzustützen, wobei der Achsabstand der Befestigungselemente den charakteristischen Achsabstand nicht überschreitet

### 3.1.31

#### **Kopfbolzen**

Befestigungselement aus Stahl, das vor dem Betonieren montiert und anschließend einbetoniert wird, mit einem Kopf am eingebetteten Ende (siehe Bild 3.1), das seinen Widerstand gegen Zugbeanspruchung durch Formschluss am Kopf des Befestigungselementes erzeugt

### 3.1.32

#### **Formschluss**

Lastübertragung in ein Betonbauteil durch mechanische Verzahnung

### 3.1.33

#### **kleinster Randabstand**

kleinster zulässiger Abstand, bei dem das Einbringen und Verdichten des Betons noch sichergestellt ist (Einlege-teile) und der vermeidet, dass das Betonbauteil während der Montage beschädigt wird (nachträglich montierte Befestigungselemente), angegeben in der Europäischen Technischen Produktspezifikation

### 3.1.34

#### **kleinste Bauteildicke**

kleinste Bauteildicke, bei der ein Befestigungselement oder eine Ankerschiene in einem Betonbauteil montiert werden darf, angegeben in der Europäischen Technischen Produktspezifikation

### 3.1.35

#### **kleinster Achsabstand**

kleinster Abstand zwischen zwei Befestigungselementen, gemessen von Mittellinie zu Mittellinie der Befestigungselemente, bei dem das Einbringen und Verdichten des Betons noch sichergestellt ist (Einlege-teile) und der vermeidet, dass das Betonbauteil während der Montage beschädigt wird (nachträglich montierte Befestigungselemente), angegeben in der Europäischen Technischen Produktspezifikation

### 3.1.36

#### **nachträglich montiertes Befestigungselement**

Befestigungselement, das im ausgehärteten Beton montiert wird (siehe Bild 3.3)

### 3.1.37

#### **Versagensart Herausziehen**

ein allgemeiner Begriff, der die Versagensart Herausziehen eines mechanischen Befestigungselementes und die kombinierte Versagensart Herausziehen und Betonausbruch bei Verbunddübeln definiert

### 3.1.38

#### **Versagensart Herausziehen von mechanischen Befestigungselementen**

Versagensart, bei der das Befestigungselement vollständig aus dem Beton gezogen wird, ohne dass der vollständige Widerstand des Betons erreicht wird, oder, im Fall von nachträglich montierten mechanischen Befestigungselementen, eine Versagensart, bei der der Konus des Befestigungselementes durch die Spreiz-hülse durchgezogen wird, ohne dass der vollständige Widerstand des Betonausbruchkörpers erreicht wird

### 3.1.39

#### **Querlast**

Last, die parallel zur Betonoberfläche und quer zur Längsachse der Schiene wirkt; die Last wirkt senkrecht auf die Längsachse des Befestigungselementes

### 3.1.40

#### **Achsabstand**

Abstand zwischen den Längsachsen von Befestigungselementen; Abstand zwischen den Längsachsen von Spezialschrauben sowie Ankern von Ankerschienen

### 3.1.41

#### **Versagensart Stahlbruch des Befestigungselementen**

Versagensart, die durch den Bruch von Stahlteilen des Befestigungselementes charakterisiert ist

### 3.1.42

#### **Zusatzbewehrung**

Ankerbewehrung

Bewehrung, die einen möglichen Betonausbruchkörper an das Betonbauteil bindet

### 3.1.43

#### **Zuglast**

Last, die senkrecht zur Oberfläche des Verankerungsgrundes (bei Ankerschienen) und entlang der Achse des Befestigungselementes wirkt

### 3.1.44

#### **drehmomentkontrollierter Spreizdübel**

nachträglich montierter Spreizdübel, der Zugkräfte über die zwangsweise Verspreizung einer oder mehrerer Hülsen oder anderer Teile gegen die Bohrlochwandung in den Verankerungsgrund durch Aufbringen eines Montagedrehmoments einleitet, mit dessen Hilfe der Konus bzw. die Konen in die Spreizhülse bzw. die Spreizhülsen hineingezogen wird/werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Nach der Montage kann die einwirkende Zuglast, die größer als die vorhandene Vorspannkraft ist, ein weiteres Aufspreizen verursachen (Nachspreizen), siehe Bilder 3.3a) und 3.3b).

### 3.1.45

#### **Hinterschnittdübel**

nachträglich montierter Dübel, der an seinem eingebetteten Ende Zugkräfte über einen Formschluss im Bohrloch in den Verankerungsgrund einleitet

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Hinterschnitt wird entweder durch einen Spezialbohrer vor der Montage des Dübels erzeugt oder alternativ durch den Dübel selbst während des Einbaus, siehe Bilder 3.3d) und 3.3e).

## 3.2 Symbole und Abkürzungen

### 3.2.1 Indizes

|      |                                                                   |
|------|-------------------------------------------------------------------|
| a    | Beschleunigung                                                    |
| adm  | zulässig                                                          |
| b    | Verbund                                                           |
| c    | Beton                                                             |
| ca   | Verbindung                                                        |
| cb   | lokaler Betonausbruch (blow-out)                                  |
| cbo  | Spezialschraube                                                   |
| ch   | Schiene                                                           |
| cp   | Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite (en: concrete pryout) |
| cr   | gerissen; Eigenschaft                                             |
| d    | Bemessungswert                                                    |
| E    | Auswirkung der Einwirkung                                         |
| Ed   | Bemessungseinwirkung                                              |
| el   | elastisch                                                         |
| eq   | seismisch (Erdbeben)                                              |
| F    | Einwirkung                                                        |
| fat  | Ermüdung                                                          |
| fi   | Brand                                                             |
| fix  | Anbauteil                                                         |
| flex | Biegung                                                           |
| ind  | indirekt                                                          |
| k    | charakteristischer Wert                                           |
| L    | Last                                                              |
| l    | lokal                                                             |
| M    | Werkstoff                                                         |
| max  | Maximum                                                           |
| min  | Minimum                                                           |
| N    | Normalkraft                                                       |
| nom  | nominal (Nennwert)                                                |
| p    | Herausziehen                                                      |
| pl   | plastisch                                                         |
| pr   | Ausbrechen von Beton auf der lastabgewandten Seite (en: prying)   |
| R    | Widerstand, Zwang                                                 |
| Rd   | Bemessungswert des Widerstandes                                   |
| re   | Bewehrung                                                         |
| s    | Stahl                                                             |
| sp   | Spalten                                                           |
| u    | Höchstwert                                                        |
| ucr  | ungerissen                                                        |
| v    | vertikal                                                          |
| V    | Querkraft                                                         |

y Streckgrenze

### 3.2.2 Exponenten

|    |                                                                                                             |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a  | Anker                                                                                                       |
| cb | Spezialschraube                                                                                             |
| ch | Schiene                                                                                                     |
| g  | Einwirkung bzw. Widerstand bei Gruppen von Befestigungselementen                                            |
| h  | am stärksten belastetes (höchstbeanspruchtes) Befestigungselement in einer Gruppe von Befestigungselementen |
| 0  | Grundwert                                                                                                   |

### 3.2.3 Einwirkungen und Widerstände (in alphabetischer Reihenfolge angegeben)

ANMERKUNG Im Allgemeinen werden nur die Begriffe definiert, die in mehr als einem Abschnitt dieser Europäischen Norm verwendet werden. Wenn ein Begriff nur in einem Abschnitt verwendet wird, darf er nur in diesem Abschnitt definiert werden.

|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $a_g$                | Bemessungswert der Bodenbeschleunigung (en: design ground acceleration) auf Boden vom Typ A                                                                                                                                                                                                                                                     |
| $a_{vg}$             | Bemessungswert der vertikalen Bodenbeschleunigung auf Boden vom Typ A                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| $A_a$                | seismischer Überhöhungsfaktor (siehe Gleichung (C.4) und Tabelle C.2)                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| $A_h$                | lastlagernde Fläche auf dem Kopf eines Kopfbolzens                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| $A'_i$               | Ordinate eines Dreiecks mit der Höhe 1 an der Stelle der Last $N_{Ed}$ oder $V_{Ed}$ und der Grundlänge $2l_i$ an der Stelle des Ankers $i$ einer Ankerschiene                                                                                                                                                                                  |
| $\alpha$             | Verhältnis des Bemessungswertes der Bodenbeschleunigung auf Boden vom Typ A $a_g$ zur Erdbeschleunigung $g$                                                                                                                                                                                                                                     |
| $\alpha_{eq}$        | Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung des Einflusses von großen Rissen und der Streuung der Last-Verschiebungs-Kurven bei seismischer Beanspruchung                                                                                                                                                                                             |
| $\alpha_{gap}$       | Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung von Trägheitseffekten infolge eines Lochspiels zwischen Befestigungselement und Anbauteil, im Falle seismischer Querbeanspruchung, angegeben in der entsprechenden Europäischen Technischen Produktspezifikation                                                                                          |
| $\alpha_v$           | Verhältnis des Bemessungswertes der vertikalen Bodenbeschleunigung auf Boden vom Typ A $a_{vg}$ zur Erdbeschleunigung $g$ (siehe Gleichung (C.6))                                                                                                                                                                                               |
| $\alpha_v$           | Winkel zwischen dem Bemessungswert der Querlast $V_{Ed}$ (einzelnes Befestigungselement) oder $V_{Ed}^g$ (Gruppe von Befestigungselementen) und einer Linie, die senkrecht auf der Kante steht, die auf Betonkantenbruch (en: concrete edge failure) geprüft wird, $0^\circ \leq \alpha_v \leq 90^\circ$ , siehe Bild 7.12 und Gleichung (7.48) |
| $\alpha_1, \alpha_2$ | Einflussfaktoren nach EN 1992-1-1:2004, 8.4.4                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| $C_d$                | Nennwert, z. B. Grenzwert der Verschiebung                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| $C_{Ed}$             | resultierender Bemessungswert der Druckkraft unter dem Anbauteil (siehe Bild 6.2) und Druck infolge Biegung (siehe Bild 6.8)                                                                                                                                                                                                                    |

|                      |                                                                                                                                                                    |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $C_{pr}$             | Kraft zum Ausbrechen von Beton auf der lastabgewandten Seite (en: prying force)                                                                                    |
| $E$                  | Auswirkung der Einwirkung                                                                                                                                          |
| $E_d$                | Bemessungswert der Auswirkung der Einwirkung                                                                                                                       |
| $F$                  | Kraft im Allgemeinen                                                                                                                                               |
| $F_{va}$             | vertikale Auswirkungen der Erdbebeneinwirkung auf nichttragende Bauteile                                                                                           |
| $g$                  | Erdbeschleunigung                                                                                                                                                  |
| $\gamma$             | Teilsicherheitsbeiwert                                                                                                                                             |
| $\gamma_a$           | Bedeutungsbeiwert des nichttragenden Bauteils                                                                                                                      |
| $\gamma_{inst}$      | Faktor, der die Empfindlichkeit von nachträglich montierten Befestigungselementen hinsichtlich der Montage berücksichtigt                                          |
| $\gamma_M$           | Teilsicherheitsbeiwert für den Werkstoff                                                                                                                           |
| $\gamma_{Mc}$        | Teilsicherheitsbeiwert für die Versagensarten Betonausbruch, Betonkantenbruch, lokaler Betonausbruch und Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite               |
| $\gamma_{Ms}$        | Teilsicherheitsbeiwert für Stahlbruch                                                                                                                              |
| $H$                  | Gebäudehöhe, gemessen vom Boden oder von der Oberkante eines festen Fundaments                                                                                     |
| $M$                  | Moment                                                                                                                                                             |
| $M_{Ed}^{ch}$        | Bemessungswert für Biegemomente, die in Folge von Zuglasten $N_{Ed}^{cb}$ (siehe 6.3.2 (4)) auf die Ankerschiene wirken                                            |
| $M_{Rd,s,flex}$      | Bemessungswert für den Widerstand gegen Verbiegen von Schienen bei Zuglast, im Falle von Stahlbruch                                                                |
| $M_{Rk,s,flex}$      | charakteristischer Widerstand gegen Verbiegen von Schienen bei Zuglast, im Falle von Stahlbruch                                                                    |
| $N$                  | Normalkraft (positiv = Zugkraft, negativ = Druckkraft)                                                                                                             |
| $N_{Ed}$             | resultierender Bemessungswert der Zugkraft des zugbeanspruchten Befestigungselementes                                                                              |
| $N_{Ed}^a$           | Bemessungswert der Zuglast, die auf den Anker einer Ankerschiene einwirkt                                                                                          |
| $N_{Ed}^{cb}$        | resultierender Bemessungswert der auf die Spezialschraube einwirkenden Zugkraft                                                                                    |
| $N_{Ed}^h(V_{Ed}^h)$ | Bemessungswert der Zuglast (Querlast), die auf das höchstbeanspruchte Befestigungselement einer Gruppe von Befestigungselementen einwirkt                          |
| $N_{Ed}^g(V_{Ed}^g)$ | Bemessungswert der resultierenden Zuglast (Querlast) der Befestigungselemente einer Gruppe von Befestigungselementen, die Zuglasten (Querlasten) wirksam aufnehmen |
| $N_{Ed,re}$          | Bemessungswert der auf die Zusatzbewehrung einwirkenden Zuglast                                                                                                    |
| $N_{Ed,re}^a$        | Bemessungswert der auf die Zusatzbewehrung eines Ankers einer Ankerschiene einwirkenden Zuglast                                                                    |
| $N_{Rd,a}$           | Bemessungswert des Widerstandes der Zusatzbewehrung im Zusammenhang mit                                                                                            |

Verankerungsbruch

|                  |                                                                                                                                |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $N_{Rd,c}$       | Bemessungswert des Widerstandes für den Versagensfall Betonausbruch bei Zuglast                                                |
| $N_{Rd,cb}$      | Bemessungswert des Widerstandes für den Versagensfall lokaler Betonausbruch bei Zuglast                                        |
| $N_{Rd,p}$       | Bemessungswert des Widerstandes für den Versagensfall Herausziehen bei Zuglast                                                 |
| $N_{Rd,re}$      | Bemessungswert des Widerstandes für den Versagensfall Stahlbruch der Zusatzbewehrung                                           |
| $N_{Rd,s}$       | Bemessungswert für die Festigkeit des Stahls eines Befestigungselementes oder einer Spezialschraube bei Zuglast                |
| $N_{Rd,s,a}$     | Bemessungswert für die Festigkeit des Stahls eines Ankers einer Ankerschiene bei Zuglast                                       |
| $N_{Rd,s,c}$     | Bemessungswert für die Festigkeit des Stahls der Verbindung zwischen Anker und Schiene einer Ankerschiene bei Zuglast          |
| $N_{Rd,s,l}$     | Bemessungswert des Widerstandes für den Versagensfall Stahlbruch bezüglich lokaler Verbiegung der Schienenlippe bei Zuglast    |
| $N_{Rd,sp}$      | Bemessungswert des Widerstandes für den Versagensfall Betonspaltung bei Zuglast                                                |
| $N_{Rk,c}$       | charakteristischer Widerstand für den Versagensfall Betonausbruch bei Zuglast                                                  |
| $N_{Rk,cb}$      | charakteristischer Widerstand für den Versagensfall lokaler Betonausbruch bei Zuglast                                          |
| $N_{Rk,p}$       | charakteristischer Widerstand für den Versagensfall Herausziehen bei Zuglast                                                   |
| $N_{Rk,p,fi}$    | charakteristischer Widerstand gegen Zug für den Versagensfall Herausziehen bei Brandeinwirkung                                 |
| $N_{Rk,re}$      | charakteristischer Widerstand für den Versagensfall Stahlbruch der Zusatzbewehrung                                             |
| $N_{Rk,s}$       | charakteristischer Wert für die Festigkeit des Stahls eines Befestigungselementes oder einer Spezialschraube bei Zuglast       |
| $N_{Rk,s,a}$     | charakteristischer Wert für die Festigkeit des Stahls eines Ankers einer Ankerschiene bei Zuglast                              |
| $N_{Rk,s,c}$     | charakteristischer Wert für die Festigkeit des Stahls der Verbindung zwischen Anker und Schiene einer Ankerschiene bei Zuglast |
| $N_{Rk,s,fi}$    | charakteristischer Widerstand gegen Zug für den Versagensfall Stahlbruch bei Brandeinwirkung                                   |
| $N_{Rk,s,l}$     | charakteristischer Widerstand für den Versagensfall Stahlbruch bezüglich lokaler Verbiegung der Schienenlippe bei Zuglast      |
| $N_{Rk,sp}$      | charakteristischer Widerstand für den Versagensfall Betonspalten bei Zuglast                                                   |
| $\phi_m$         | Biegerollendurchmesser eines Betonstahls                                                                                       |
| $\psi_{ch,c,N}$  | Faktor zur Berücksichtigung des Einflusses einer Ecke auf den Widerstand gegen Betonausbruch für eine Ankerschiene             |
| $\psi_{ch,c,Nb}$ | Faktor zur Berücksichtigung des Einflusses einer Ecke auf den Widerstand gegen lokalen Betonausbruch für eine Ankerschiene     |

|                        |                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\psi_{ch,c,V}$        | Faktor zur Berücksichtigung des Einflusses einer Ecke auf den Widerstand gegen Betonkantenbruch für eine Ankerschiene                                                                                                                      |
| $\psi_{ch,e,N}$        | Faktor zur Berücksichtigung des Einflusses eines Randes auf den Widerstand gegen Betonausbruch für eine Ankerschiene                                                                                                                       |
| $\psi_{ch,h,Nb}$       | Faktor zur Berücksichtigung der Auswirkung der Dicke des Betonbauteils auf den Widerstand gegen lokalen Betonausbruch für eine Ankerschiene                                                                                                |
| $\psi_{ch,h,V}$        | Faktor zur Berücksichtigung des Einflusses der Dicke des Betonbauteils auf den Widerstand gegen Betonkantenbruch für eine Ankerschiene                                                                                                     |
| $\psi_{ch,s,N}$        | Faktor zur Berücksichtigung des Einflusses benachbarter Anker auf den Widerstand gegen Betonausbruch für eine Ankerschiene                                                                                                                 |
| $\psi_{ch,s,Nb}$       | Faktor zur Berücksichtigung des Einflusses benachbarter Anker auf den Widerstand gegen lokalen Betonausbruch für eine Ankerschiene                                                                                                         |
| $\psi_{ch,s,V}$        | Faktor zur Berücksichtigung des Einflusses benachbarter Anker auf den Widerstand gegen Betonkantenbruch für eine Ankerschiene                                                                                                              |
| $\psi_{ch,90^\circ,V}$ | Faktor zur Berücksichtigung des Einflusses von Querlasten, die parallel zur Kante wirken, auf den Widerstand gegen Betonkantenbruch für eine Ankerschiene                                                                                  |
| $\psi_{ec,N}$          | Faktor zur Berücksichtigung der Auswirkung auf die Gruppe für den Versagensfall Betonausbruch, wenn auf die einzelnen Befestigungselemente der Gruppe unterschiedliche Zuglasten einwirken                                                 |
| $\psi_{ec,Nb}$         | Faktor zur Berücksichtigung der Auswirkung auf die Gruppe für den Versagensfall lokaler Betonausbruch, wenn auf die einzelnen Befestigungselemente der Gruppe unterschiedliche Zuglasten einwirken                                         |
| $\psi_{ec,Np}$         | Faktor zur Berücksichtigung der Auswirkung auf die Gruppe für den kombinierten Versagensfall Herausziehen und Betonausbruch bei Verbunddübeln, wenn auf die einzelnen Befestigungselemente der Gruppe unterschiedliche Zuglasten einwirken |
| $\psi_{ec,V}$          | Faktor zur Berücksichtigung der Auswirkung auf die Gruppe für den Versagensfall Betonkantenbruch, wenn auf die einzelnen Befestigungselemente der Gruppe unterschiedliche Querlasten einwirken                                             |
| $\psi_{g,Nb}$          | Faktor zur Berücksichtigung der Auswirkung auf die Gruppe für den Versagensfall lokaler Betonausbruch, für eine Anzahl von Befestigungselementen in einer Reihe parallel zum Rand                                                          |
| $\psi_{g,Np}$          | Faktor zur Berücksichtigung der Auswirkung auf die Gruppe für Verbunddübel mit engem Achsabstand                                                                                                                                           |
| $\psi_{h,sp}$          | Faktor zur Berücksichtigung des Einflusses der wirklichen Bauteildicke auf den Widerstand gegen Spalten des Betons                                                                                                                         |
| $\psi_{h,V}$           | Faktor zur Berücksichtigung der Tatsache, dass der Widerstand gegen Betonkantenbruch nicht proportional mit der Bauteildicke steigt                                                                                                        |
| $\psi_{M,N}$           | Faktor zur Berücksichtigung der Auswirkung von Druckkräften zwischen dem Anbauteil und dem Beton, im Fall von Biegemomenten mit oder ohne Axialkraft                                                                                       |
| $\psi_{re,N}$          | Schalenabplatzbeiwert                                                                                                                                                                                                                      |
| $\psi_{re,V}$          | Faktor zur Berücksichtigung der Auswirkung von Bewehrungen, die an einer Kante positioniert sind, für den Versagensfall Betonkantenbruch                                                                                                   |

|                    |                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\psi_{s,N}$       | Faktor zur Berücksichtigung der Störung des Spannungszustands im Beton durch die Nähe eines Randes im Betonbauteil, für den Versagensfall Betonausbruch                                                                                |
| $\psi_{s,Nb}$      | Faktor zur Berücksichtigung der Störung des Spannungszustands im Beton durch die Nähe eines Randes im Betonbauteil, für den Versagensfall lokaler Betonausbruch                                                                        |
| $\psi_{s,Np}$      | Faktor zur Berücksichtigung der Störung des Spannungszustands im Beton durch die Nähe eines Randes im Betonbauteil, für den kombinierten Versagensfall Herausziehen und Betonausbruch bei Verbunddübeln                                |
| $\psi_{s,V}$       | Faktor zur Berücksichtigung der Störung des Spannungszustands im Beton durch die Nähe eines Randes im Betonbauteil, für den Versagensfall Betonkantenbruch                                                                             |
| $\psi_{\alpha,V}$  | Faktor zur Berücksichtigung des Einflusses einer Querlast, die schräg zur Kante gerichtet ist, für den Versagensfall Betonkantenbruch                                                                                                  |
| $q$                | Verhaltensbeiwert                                                                                                                                                                                                                      |
| $q_a$              | Verhaltensbeiwert für nichttragende Bauteile                                                                                                                                                                                           |
| $Q_{ind}$          | indirekte variable Einwirkung                                                                                                                                                                                                          |
| $R$                | Widerstand                                                                                                                                                                                                                             |
| $R_d$              | Bemessungswert des Widerstandes                                                                                                                                                                                                        |
| $R_k$              | charakteristischer Wert des Widerstandes                                                                                                                                                                                               |
| $\delta$           | Verschiebung der Befestigungselemente                                                                                                                                                                                                  |
| $S$                | Bodenbeiwert                                                                                                                                                                                                                           |
| $S_a$              | Erdbebenbeiwert für horizontale Einwirkung, gilt für nichttragende Bauteile                                                                                                                                                            |
| $S_{va}$           | Erdbebenbeiwert für vertikale Einwirkung, gilt für nichttragende Bauteile                                                                                                                                                              |
| $s_{l,N}$          | charakteristischer Achsabstand von Spezialschrauben für den Versagensfall Aufbiegen der Schienenlippe bei Zuglast                                                                                                                      |
| $s_{l,V}$          | charakteristischer Achsabstand von Spezialschrauben für den Versagensfall Aufbiegen der Schienenlippe bei Querlast                                                                                                                     |
| $\sigma_{Rk,s,fi}$ | charakteristische Zugfestigkeit eines Befestigungselementes für den Versagensfall Stahlbruch bei Brandeinwirkung                                                                                                                       |
| $T_a$              | Grundschwingungsdauer eines nichttragenden Bauteils                                                                                                                                                                                    |
| $T_{Ed}$           | Bemessungswert des auf das Anbauteil einwirkenden Torsionsmomentes (siehe Bild 6.4 und Bild 7.11)                                                                                                                                      |
| $T_1$              | Grundschwingungsdauer des Gebäudes in der betrachteten Richtung                                                                                                                                                                        |
| $\tau_{Rk}$        | charakteristische Verbundtragfähigkeit eines nachträglich montierten Befestigungselementes in Abhängigkeit von der Festigkeitsklasse des Betons, in ungerissenem Beton ( $\tau_{Rk,ucr}$ ) oder in gerissenem Beton ( $\tau_{Rk,cr}$ ) |
| $\tau_{Rk,s,fi}$   | charakteristische Querlasttragfähigkeit eines Befestigungselementes für den Versagensfall Stahlbruch bei Brandeinwirkung                                                                                                               |

|                |                                                                                                                                         |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $V$            | Querkraft                                                                                                                               |
| $V_a$          | Querkraft an einem Befestigungselement (siehe Bild 6.4)                                                                                 |
| $V_{Ed}$       | Bemessungswert für die Querkraft                                                                                                        |
| $V_{Rd,c}$     | Bemessungswert für den Widerstand für den Versagensfall Betonkantenbruch bei Querlast                                                   |
| $V_{Rd,cp}$    | Bemessungswert für den Widerstand für den Versagensfall Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite bei Querlast                        |
| $V_{Rd,s}$     | Bemessungswert für die Festigkeit des Stahls eines Befestigungselementes oder einer Spezialschraube bei Querlast                        |
| $V_{Rd,s,a}$   | Bemessungswert für die Festigkeit des Stahls eines Ankers einer Ankerschiene bei Querlast                                               |
| $V_{Rd,s,c}$   | Bemessungswert für die Festigkeit des Stahls der Verbindung zwischen Anker und Schiene einer Ankerschiene bei Querlast                  |
| $V_{Rd,s,l}$   | Bemessungswert für den Widerstand für den Versagensfall Stahlbruch bezüglich lokaler Verbiegung der Schienenlippe bei Querlast          |
| $V_{Rd,s,M}$   | Bemessungswert für den Widerstand für den Versagensfall Stahlbruch mit Hebelarm bei Querlast                                            |
| $V_{Rk,c}$     | charakteristischer Widerstand für den Versagensfall Betonkantenbruch bei Querlast                                                       |
| $V_{Rk,cp}$    | charakteristischer Widerstand für den Versagensfall Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite bei Querlast                            |
| $V_{Rk,cp,fi}$ | charakteristischer Widerstand für den Versagensfall Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite bei Querlast und Brandeinwirkung        |
| $V_{Rk,s}$     | charakteristischer Wert für die Festigkeit des Stahls eines Befestigungselementes oder einer Spezialschraube bei Querlast               |
| $V_{Rk,s,a}$   | charakteristischer Wert für die Festigkeit des Stahls eines Ankers und Schiene einer Ankerschiene bei Querlast                          |
| $V_{Rk,s,c}$   | charakteristischer Wert für die Festigkeit des Stahls der Verbindung zwischen Anker und Schiene einer Ankerschiene bei Querlast         |
| $V_{Rk,s,fi}$  | charakteristischer Wert für die Quertragfähigkeit für den Versagensfall Stahlbruch bei Brandeinwirkung                                  |
| $V_{Rk,s,l}$   | charakteristischer Wert für den Widerstand für den Versagensfall Stahlbruch bezüglich lokaler Verbiegung der Schienenlippe bei Querlast |
| $V_{Rk,s,M}$   | charakteristischer Widerstand für den Versagensfall Stahlbruch mit Hebelarm bei Querlast                                                |
| $W_a$          | Gewicht eines nichttragenden Bauteils                                                                                                   |
| $z$            | Höhe des nichttragenden Bauteils über der Anwendungsebene der Erdbebeneinwirkung                                                        |

### 3.2.4 Beton und Stahl

|               |                                                                                               |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| $A_s$         | Spannungsquerschnitt eines Befestigungselements                                               |
| $A_{s,re}$    | Spannungsquerschnitt eines Betonstahls                                                        |
| $\varepsilon$ | Dehnung                                                                                       |
| $f_{bd}$      | Bemessungswert der Verbundfestigkeit der Zusatzbewehrung                                      |
| $f_{ck}$      | Nennwert der charakteristischen Zylinderdruckfestigkeit (150 mm Durchmesser über 300 mm Höhe) |
| $f_{uk}$      | Nennwert der charakteristischen Zugfestigkeit des Stahls                                      |
| $f_{yk}$      | Nennwert der charakteristischen Streckgrenze                                                  |
| $f_{yk,re}$   | Nennwert der charakteristischen Streckgrenze der Bewehrung                                    |
| $I_p$         | polares Flächenträgheitsmoment der Befestigung                                                |
| $I_y$         | Trägheitsmoment der Schiene bezogen auf die $y$ -Achse der Schiene (siehe Bild 3.2)           |
| $\sigma$      | Spannung im Beton (zur Bestimmung von gerissenem gegenüber ungerissenem Beton-zustand)        |
| $w_k$         | Rissbreite                                                                                    |
| $W_{el}$      | elastisches Widerstandsmoment, berechnet aus dem Spannungsquerschnitt                         |

### 3.2.5 Befestigungselemente und Befestigungen, Bewehrung

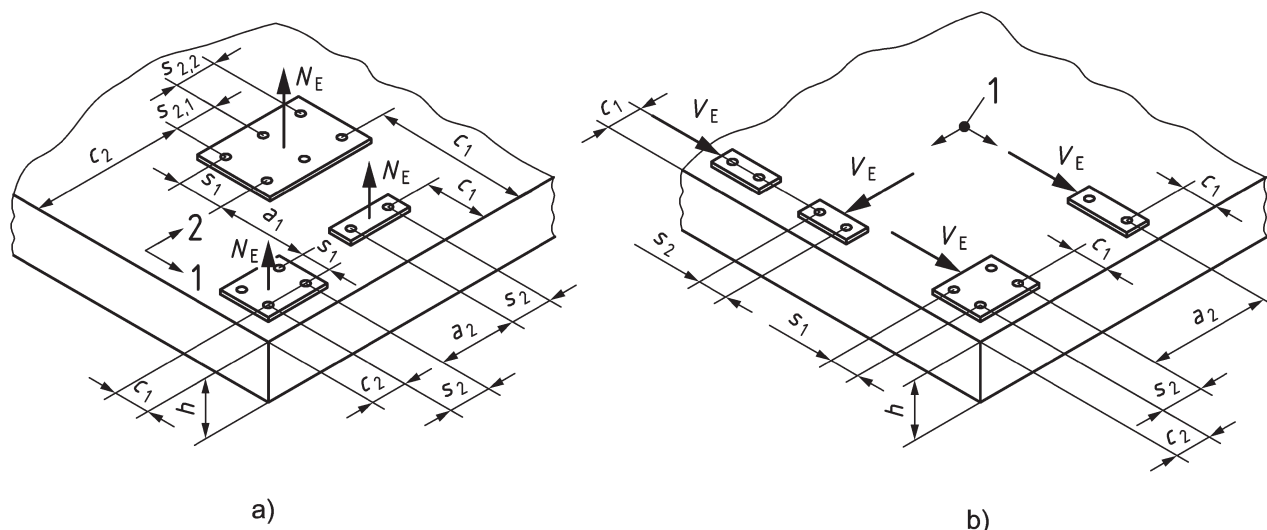
|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $a$                   | Abstand zwischen den äußeren Befestigungselementen von angrenzenden Befestigungen                                                                                                                                                                                       |
| $a_1 (a_2)$           | Abstand der äußeren Befestigungselemente benachbarter Befestigungen in Richtung 1 (Richtung 2) (siehe Bild 3.4)                                                                                                                                                         |
| $a_3$                 | Abstand zwischen Betonoberfläche und Stelle der angenommenen Einspannung eines Befestigungselementes unter Querlast mit Hebelarm (siehe Bild 6.6)                                                                                                                       |
| $\alpha$              | Faktor zur Berücksichtigung des Grades der Einspannung der Befestigung                                                                                                                                                                                                  |
| $b_1$                 | Breite der Ankerplatte (siehe Bild 3.1)                                                                                                                                                                                                                                 |
| $b_{ch}$              | Breite der Schiene (siehe Bild 3.2)                                                                                                                                                                                                                                     |
| $b_{fix}$             | Breite des Anbauteils                                                                                                                                                                                                                                                   |
| $c$                   | Randabstand, gemessen zur Achse des Befestigungselementes oder zur Achse einer Ankerschiene                                                                                                                                                                             |
| $c_1$                 | Randabstand in Richtung 1 (siehe Bild 3.4)                                                                                                                                                                                                                              |
| $c_2$                 | Randabstand in Richtung 2 (siehe Bild 3.4), dabei ist Richtung 2 senkrecht zur Richtung 1                                                                                                                                                                               |
| $c_{cr}$              | charakteristischer Randabstand zur Sicherstellung des charakteristischen Widerstandes eines einzelnen Befestigungselementes                                                                                                                                             |
| $c_{cr,N} (c_{cr,V})$ | charakteristischer Randabstand zur Sicherstellung der Übertragung des charakteristischen Widerstandes eines einzelnen Befestigungselementes oder eines Ankers einer Ankerschiene bei Zuglast im Falle eines Betonausbruchs (Betonkantenausbruch bei Scherbeanspruchung) |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $c_{cr,Np}$     | charakteristischer Randabstand zur Sicherstellung der Übertragung des charakteristischen Widerstandes eines einzelnen Verbunddübels bei Zuglast, für den kombinierten Versagensfall Betonausbruch und Herausziehen                  |
| $c_{min}$       | kleinster zulässiger Randabstand                                                                                                                                                                                                    |
| $d$             | Durchmesser des Befestigungselementes oder des Gewindedurchmessers, Durchmesser des Bolzens oder des Kopfbolzenschafts, wirksame Tiefe der Zusatzbewehrung (siehe Bild 6.8)                                                         |
| $d_a$           | Durchmesser des Ankers einer Ankerschiene (Rund-Anker)                                                                                                                                                                              |
| $d_f$           | Durchmesser des Durchgangslochs im Anbauteil                                                                                                                                                                                        |
| $d_h$           | Durchmesser des Kopfes eines Kopfbolzens (siehe Bild 3.1)                                                                                                                                                                           |
| $d_{nom}$       | Außendurchmesser des Befestigungselementes                                                                                                                                                                                          |
| $E$             | Elastizitätsmodul                                                                                                                                                                                                                   |
| $e_1$           | Abstand zwischen Querlast und Betonoberfläche (siehe Bild 6.6)                                                                                                                                                                      |
| $e_N$           | Exzentrizität der resultierenden Zugkraft der zugbeanspruchten Befestigungselemente in Bezug auf den Schwerpunkt der zugbeanspruchten Befestigungselemente (siehe Bild 6.3)                                                         |
| $e_s$           | Abstand zwischen der Achse der Querlast und der Achse der Zusatzbewehrung zur Aufnahme der Querlast (siehe Bild 6.8)                                                                                                                |
| $e_v$           | Exzentrizität der resultierenden Querkraft der querbeanspruchten Befestigungselemente in Bezug auf den Schwerpunkt der querbeanspruchten Befestigungselemente (siehe Bild 7.15)                                                     |
| $h$             | Dicke des Betonbauteils, in dem das Befestigungselement montiert ist (siehe Bild 3.4)                                                                                                                                               |
| $h_{ch}$        | Höhe der Schiene (siehe Bild 3.2)                                                                                                                                                                                                   |
| $h_{ef}$        | wirksame Verankerungstiefe (siehe Bilder 3.1 bis 3.3)                                                                                                                                                                               |
| $h_{min}$       | minimale zulässige Dicke des Betonbauteils                                                                                                                                                                                          |
| $h_{nom}$       | Nennlänge des an die Ankerplatte angeschweißten Kopfbolzens                                                                                                                                                                         |
| $l_1$           | Verankerungslänge des Betonstahls in dem angenommenen Betonausbruchskörper (siehe Bilder 7.2 und 7.10)                                                                                                                              |
| $l_a$           | wirksamer Hebelarm der Querkraft, die auf das Befestigungselement oder auf die Ankerschiene wirkt (siehe Bild 6.6), in der Berechnung verwendet                                                                                     |
| $l_{bd}$        | Bemessungswert der Verankerungslänge der Bewehrung                                                                                                                                                                                  |
| $l_i$           | Einflusslänge einer externen Last $N_{Ed}$ oder $V_{Ed}$ entlang einer Ankerschiene (siehe Bild 6.7 und Gleichung (6.5))                                                                                                            |
| $n$             | Anzahl der Befestigungselemente in einer Gruppe                                                                                                                                                                                     |
| $n_{re}$        | Anzahl der für ein Befestigungselement wirksamen Stäbe der Zusatzbewehrung                                                                                                                                                          |
| $\phi$          | Durchmesser eines Bewehrungsstabs                                                                                                                                                                                                   |
| $s$             | Achsabstand der Befestigungselemente innerhalb einer Gruppe, gemessen von Mitte zu Mitte der Befestigungselemente (siehe Bild 3.4) oder Achsabstand bei Ankern einer Ankerschiene (siehe Bild 6.7) oder Achsabstand der Betonstähle |
| $s_1$ ( $s_2$ ) | Achsabstand von Befestigungselementen in einer Gruppe in Richtung 1 (Richtung 2) (siehe Bild 3.4)                                                                                                                                   |
| $s_{cbo}$       | Achsabstand der Spezialschrauben einer Ankerschiene                                                                                                                                                                                 |

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $s_{cr}$              | charakteristischer Achsabstand zur Sicherstellung des charakteristischen Widerstandes eines einzelnen Befestigungselementes oder Ankers einer Ankerschiene                                                                                                                                            |
| $s_{cr,N} (s_{cr,V})$ | charakteristischer Achsabstand von Befestigungselementen oder Ankern von Ankerschienen zur Sicherstellung des charakteristischen Widerstandes einzelner Befestigungselemente oder Anker einer Ankerschiene für den Fall des kegelförmigen Betonausbruches bei Zuglast (Betonkantenbruch bei Querlast) |
| $s_{min}$             | kleinster zulässiger Achsabstand                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| $t$                   | Dicke einer Ankerplatte (siehe Bild 3.1)                                                                                                                                                                                                                                                              |
| $t_{fix}$             | Dicke des Anbauteils                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| $t_{grout}$           | Dicke des Mörtelbettes                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| $t_h$                 | Dicke des Kopfes eines Kopfbolzens                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| $z$                   | innerer Hebelarm einer Befestigung, mit Hilfe der Elastizitätstheorie berechnet (siehe Bild 6.2 und Gleichung (7.7)); innerer Hebelarm eines Betonbauteils (siehe Bild 6.8)                                                                                                                           |

### **3.2.6 Einheiten**

In dieser Europäischen Norm werden SI-Einheiten verwendet. Falls in den Gleichungen nicht anders angegeben, werden die folgenden Einheiten verwendet: Maße werden in mm, Querschnitte in mm<sup>2</sup>, Widerstandsmomente in mm<sup>3</sup>, Trägheitsmomente in mm<sup>4</sup>, Kräfte und Lasten in N und Spannungen, Festigkeiten und Elastizitätsmodule in N/mm<sup>2</sup> angegeben.



### Legende

- 1 Indizes 1 und 2: Bei Befestigungen, die nahe am Bauteilrand liegen und Zuglasten ausgesetzt sind, Index 1: in Richtung der Senkrechten zum Bauteilrand, Index 2: in Richtung parallel zum Bauteilrand. Bei Querlasten hängt der Index von der Kante ab, für die der Nachweis gegen Betonkantenbruch geführt wird (Index 1: Richtung senkrecht zum Bauteilrand, für die der Nachweis geführt wird; Index 2: senkrecht zu Richtung 1)
- a) Befestigungen, die einer Zuglast ausgesetzt sind
- b) Befestigungen, die einer Querlast ausgesetzt sind, im Fall einer Befestigung nahe am Bauteilrand

**Bild 3.4 — Definitionen zu Betonkörperabmessungen sowie Rand- und Achsabständen von Befestigungselementen**

## 4 Grundlagen der Bemessung

### 4.1 Allgemeines

(1) Befestigungselemente und Ankerschienen müssen allen Einwirkungen und Einflüssen, die während der Ausführung und Verwendung entstehen können, mit angemessener Zuverlässigkeit dauerhaft widerstehen (Grenzzustand der Tragfähigkeit). Sie dürfen sich nicht in unzulässigem Maß verformen (Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit) und sie müssen für die ihnen zugewiesene Verwendung geeignet bleiben (Dauerhaftigkeit). Sie dürfen durch außergewöhnliche Ereignisse nicht in einem zur ursprünglichen Ursache unverhältnismäßig großem Ausmaß beschädigt werden.

(2) Befestigungen und Ankerschienen müssen nach denselben Prinzipien und Anforderungen bemessen werden, die für Bauwerke nach EN 1990, einschließlich Lastkombinationen, und nach EN 1992-1-1 gelten.

**ANMERKUNG** Es wird angenommen, dass eine Bemessung, die auf den in dieser Europäischen Norm und in den Anhängen der EN 1990 angegebenen Teilsicherheitsbeiwerten basiert, zu einem Tragwerk führt, das der Zuverlässigkeitsklasse RC2 entspricht, d. h. einen  $\beta$ -Wert von 3,8 für einen Zeitraum von 50 Jahren aufweist. Weitere Informationen sind in EN 1990 angegeben.

(3) Die Entwurfsnutzungsdauer des Befestigungselementes oder der Ankerschiene darf nicht geringer sein als die des Anbauteils. Den Teilsicherheitsbeiwerten für den Widerstand und die Dauerhaftigkeit in dieser Europäischen Norm liegt eine Bemessungsnutzungsdauer der Befestigung von 50 Jahren für die Befestigung oder Ankerschiene zugrunde.

(4) Werte für Einwirkungen müssen den entsprechenden Teilen der Normenreihe EN 1991 oder im Fall von Erdbebeneinwirkungen der Normenreihe EN 1998 entnommen werden (siehe Anhang C).

(5) Ist die Befestigung Ermüdungs- oder Erdbebeneinwirkungen ausgesetzt, dürfen nur Befestigungselemente, die für diesen Anwendungsbereich geeignet sind, verwendet werden (siehe die entsprechende Europäische Technische Produktspezifikation).

(6) Die Bemessung der Betonbauteile, auf die das Anbauteil die einwirkenden Lasten weiterleitet, muss für eine sichere Übertragung der Lasten zu den Auflagern des Bauteils mit der Normenreihe EN 1992-1 und den Anforderungen von Anhang A übereinstimmen.

(7) Für die Bemessung und Ausführung von Befestigungen und Ankerschienen gelten dieselben Qualitätsanforderungen wie für die Bemessung und Ausführung des Bauwerks und des Anbauteils:

- Die Bemessung der Befestigung und Ankerschiene muss durch qualifiziertes Personal erfolgen;
- die Ausführung muss nach den Anforderungen aus Anhang F erfolgen.

## 4.2 Erforderliche Nachweise

(1) Befestigungselemente müssen in Übereinstimmung mit EN 1992-1-1 und EN 1998-1 (falls anwendbar) überprüft werden.

(2) Im Grenzzustand der Tragfähigkeit werden Nachweise für alle gegebenen Lastrichtungen und alle möglichen Versagensarten gefordert.

(3) Im Grenzzustand der Gebrauchsfähigkeit muss nachgewiesen werden, dass die Verschiebungen, die durch die maßgeblichen Einwirkungen auftreten, nicht größer sind als die zulässige Verschiebung.

(4) Der Werkstoff des Befestigungselementes und sein Korrosionsschutz müssen unter Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen am Ort der Montage und der Möglichkeiten der Inspektion, der Wartung und der Ersetzbarkeit des Befestigungselementes ausgewählt und nachgewiesen werden. Angaben sind im informativen Anhang B gegeben.

(5) Wenn anwendbar, muss die Befestigung einen entsprechenden Feuerwiderstand besitzen. Im Rahmen dieser Europäischen Norm wird davon ausgegangen, dass der Feuerwiderstand des Anbauteils ausreichend ist. Anhang D beschreibt die Grundlagen, Anforderungen und Regeln für die Bemessung von Befestigungen, die Brandeinwirkung ausgesetzt sind.

## 4.3 Nachweisverfahren

(1) Für den Grenzzustand der Tragfähigkeit ist nachzuweisen, dass:

$$E_d \leq R_d \quad (4.1)$$

und für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ist nachzuweisen, dass:

$$E_d \leq C_d \quad (4.2)$$

(2) Die auf die Befestigungselemente einwirkenden Kräfte müssen unter Verwendung angemessener Kombinationen von Lasten auf das Anbauteil nach EN 1990 abgeleitet werden. Die Kräfte  $Q_{ind}$ , die sich aus Zwangsverformungen, von innen (z. B. Schwinden) oder von außen (z. B. Temperaturänderungen), des befestigten Bauteils ergeben, müssen bei der Bemessung der Befestigungselemente berücksichtigt werden. Die Bemessungslast muss als  $\gamma_{ind} \cdot Q_{ind}$  interpretiert werden.

(3) Im Allgemeinen dürfen die auf die Ankerplatte angreifenden Lasten unter Vernachlässigung der Verschiebungen der Befestigungselemente oder Ankerschienen berechnet werden. Die Auswirkung der Verschiebung der Befestigungselemente oder Ankerschienen sollte jedoch berücksichtigt werden, wenn ein statisch unbestimmtes steifes Bauteil befestigt wird.

(4) Für den Grenzzustand der Tragfähigkeit wird der Bemessungswert des Widerstandes aus dem charakteristischen Widerstand des Befestigungselementes, der Gruppe von Befestigungselementen oder der Ankerschienen wie folgt berechnet:

$$R_d = R_k / \gamma_M \quad (4.3)$$

(5) Für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit muss der Wert  $E_d$ , der der Bemessungswert für die Verschiebung des Befestigungselementes oder der Ankerschiene ist, auf Basis der Informationen aus der entsprechenden Europäischen Technischen Produktspezifikation abgeleitet werden. Außerdem müssen bei Querlast Risse des Betons für die Befestigung mit Zusatzbewehrung und für eingebettete Grundplatten in randnahen Bereichen berücksichtigt werden. Für den Wert  $C_d$  siehe Abschnitt 11.

## 4.4 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten

### 4.4.1 Teilsicherheitsbeiwerte für Lasten

(1) Teilsicherheitsbeiwerte müssen mit EN 1990 übereinstimmen.

(2) Für den Nachweis von indirekten Lasten und Ermüdungslasten müssen die Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_{ind}$  und  $\gamma_{F,fat}$  verwendet werden.

ANMERKUNG Die Werte  $\gamma_{ind}$  und  $\gamma_{F,fat}$  für die Verwendung in einem Land dürfen seinem Nationalen Anhang entnommen werden. Die empfohlenen Werte für den Grenzzustand der Tragfähigkeit sind  $\gamma_{ind} = 1,2$  für Betonbruch und  $\gamma_{ind} = 1,0$  für andere Versagensarten, und im Fall von Ermüdungsbeanspruchung  $\gamma_{F,fat} = 1,0$ .

### 4.4.2 Teilsicherheitsbeiwerte für den Widerstand

#### 4.4.2.1 Allgemeines

Der Faktor zur Berücksichtigung der Empfindlichkeit von nachträglich montierten Befestigungselementen hinsichtlich der Montage  $\gamma_{inst}$  ist als Teil in  $\gamma_{Mc}$  enthalten (siehe Tabelle 4.1). Er hat seinen Ursprung in der Vorqualifizierung des Produktes. Der Faktor  $\gamma_{inst}$  ist produktabhängig und in der entsprechenden Europäischen Technischen Produktspezifikation angegeben. Daher darf  $\gamma_{inst}$  nicht modifiziert werden.

Tabelle 4.1 — Empfohlene Werte für Teilsicherheitsbeiwerte

| Versagensart                                                                                                 | Teilsicherheitsbeiwert                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                              | Ständige und vorübergehende Bemessungssituationen                                                                                                                                                                                 | Außergewöhnliche Bemessungssituation                                                                               |
| <b>Stahlversagen – Befestigungselemente</b>                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                    |
| Zuglast                                                                                                      | $= 1,2 \cdot f_{uk}/f_{yk} \geq 1,4$                                                                                                                                                                                              | $= 1,05 \cdot f_{uk}/f_{yk} \geq 1,25$                                                                             |
| Querlast mit und ohne Hebelarm                                                                               | $= 1,0 \cdot f_{uk}/f_{yk} \geq 1,25$<br>wenn $f_{uk} \leq 800 \text{ N/mm}^2$ <u>und</u> $f_{yk}/f_{uk} \leq 0,8$                                                                                                                | $= 1,0 \cdot f_{uk}/f_{yk} \geq 1,25$<br>wenn $f_{uk} \leq 800 \text{ N/mm}^2$ <u>und</u> $f_{yk}/f_{uk} \leq 0,8$ |
|                                                                                                              | $= 1,5$<br>wenn $f_{uk} > 800 \text{ N/mm}^2$ <u>oder</u> $f_{yk}/f_{uk} > 0,8$                                                                                                                                                   | $= 1,3$ ,<br>wenn $f_{uk} > 800 \text{ N/mm}^2$ <u>oder</u> $f_{yk}/f_{uk} > 0,8$                                  |
| <b>Stahlversagen – Ankerschienen</b>                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                    |
| Zuglast in Ankern und Spezialschrauben                                                                       | $= 1,2 \cdot f_{uk}/f_{yk} \geq 1,4$                                                                                                                                                                                              | $= 1,05 \cdot f_{uk}/f_{yk} \geq 1,25$                                                                             |
| Querlast mit und ohne Hebelarm in Spezialschrauben                                                           | $= 1,0 \cdot f_{uk}/f_{yk} \geq 1,25$<br>wenn $f_{uk} \leq 800 \text{ N/mm}^2$ <u>und</u> $f_{yk}/f_{uk} \leq 0,8$                                                                                                                | $= 1,0 \cdot f_{uk}/f_{yk} \geq 1,25$<br>wenn $f_{uk} \leq 800 \text{ N/mm}^2$ <u>und</u> $f_{yk}/f_{uk} \leq 0,8$ |
|                                                                                                              | $= 1,5$<br>wenn $f_{uk} > 800 \text{ N/mm}^2$ <u>oder</u> $f_{yk}/f_{uk} > 0,8$                                                                                                                                                   | $= 1,3$<br>wenn $f_{uk} > 800 \text{ N/mm}^2$ <u>oder</u> $f_{yk}/f_{uk} > 0,8$                                    |
| Verbindung zwischen Anker und Schiene, bei Zug- und Querlast                                                 | $\gamma_{Ms,ca} = 1,8$                                                                                                                                                                                                            | $= 1,6$                                                                                                            |
| Lokales Versagen der Ankerschiene durch Aufbiegen der Schienenlippe, bei Zug- und Querlast                   | $\gamma_{Ms,l} = 1,8$                                                                                                                                                                                                             | $= 1,6$                                                                                                            |
| Biegung der Schiene                                                                                          | $\gamma_{Ms,flex} = 1,15$                                                                                                                                                                                                         | $= 1,0$                                                                                                            |
| <b>Stahlversagen – Zusatzbewehrung</b>                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                    |
| Zuglast                                                                                                      | $\gamma_{Ms,re} = 1,15^a$                                                                                                                                                                                                         | $= 1,0$                                                                                                            |
| <b>Betonversagen</b>                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                    |
| Betonausbruch,<br>Betonkantenbruch,<br>lokaler Betonausbruch,<br>Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite | $\gamma_{Mc} = \gamma_c \cdot \gamma_{inst}$                                                                                                                                                                                      | $= \gamma_c \cdot \gamma_{inst}$                                                                                   |
|                                                                                                              | $\gamma_c = 1,5^a$<br>für seismische Reparatur und Verstärkung von bestehenden Gebäuden siehe EN 1998                                                                                                                             | $= 1,2^a$<br>für seismische Reparatur und Verstärkung von bestehenden Gebäuden siehe EN 1998                       |
|                                                                                                              | $\gamma_{inst} = 1,0$ für Kopfbolzen und Ankerschienen, die die Anforderungen von 4.6 erfüllen (bei Zug- und Querlast)<br>$\geq 1,0$ für nachträglich montierte Befestigungselemente bei Zuglast, siehe entsprechende Europäische |                                                                                                                    |

| Versagensart                                                                       | Teilsicherheitsbeiwert                                                                                |                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                                                                                    | Ständige und vorübergehende Bemessungssituationen                                                     | Außergewöhnliche Bemessungssituation |
|                                                                                    | Technische Produktspezifikation<br>= 1,0 für nachträglich montierte Befestigungselemente bei Querlast |                                      |
| Betonspalten                                                                       | $\gamma_{Msp} = \gamma_{Mc}$                                                                          |                                      |
| Versagensart Herausziehen und kombinierte Versagensart Herausziehen und Betonbruch | $\gamma_{Mp} = \gamma_{Mc}$                                                                           |                                      |
| <sup>a</sup> Die Werte sind in Übereinstimmung mit EN 1992-1-1.                    |                                                                                                       |                                      |

#### 4.4.2.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit (Beanspruchung durch statische, quasi-statische und seismische Einwirkungen)

(1) Die Teilsicherheitsbeiwerte für Befestigungen, die statischen, quasi-statischen und seismischen Belastungen ausgesetzt sind, müssen zur Ermittlung der charakteristischen Widerstände verwendet werden.

(2) Die empfohlenen Werte für die Teilsicherheitsbeiwerte von Befestigungen, die seismischen Beanspruchungen ausgesetzt sind, sind mit den entsprechenden Werten für quasi-statische Lasten identisch. Für außergewöhnliche Lasten werden die Teilsicherheitsbeiwerte nach Tabelle 4.1 empfohlen.

**ANMERKUNG** Der Wert für den Teilsicherheitsbeiwert für die Verwendung in einem Land bei statischen, quasi-statischen, seismischen und außergewöhnlichen Beanspruchungen darf dem jeweiligen Nationalen Anhang entnommen werden, wenn der Teilsicherheitsbeiwert produktunabhängig ist. Die empfohlenen Werte sind in Tabelle 4.1 angegeben. Darin ist berücksichtigt, dass der charakteristische Widerstand in Bezug auf das Versagen von Stahl auf  $f_{uk}$  basiert, außer im Fall Biegung der Schiene von Ankerschienen und Stahlbruch der Zusatzbewehrung, wo der charakteristische Widerstand auf  $f_{yk}$  beruhen sollte.

#### 4.4.2.3 Grenzzustand der Tragfähigkeit (Ermüdungsbeanspruchung)

Für charakteristische Widerstände von Befestigungen unter Ermüdungsbeanspruchung müssen die Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_{Ms,fat}$ ,  $\gamma_{Mc,fat}$ ,  $\gamma_{Msp,fat}$  und  $\gamma_{Mp,fat}$  verwendet werden.

**ANMERKUNG** Die Werte für die Teilsicherheitsbeiwerte von Befestigungen, die Ermüdungsbeanspruchungen ausgesetzt sind, dürfen für die Verwendung in einem Land seinem Nationalen Anhang entnommen werden. Der empfohlene Wert für den Materialsicherheitsbeiwert ist  $\gamma_{Ms,fat} = 1,35$  (Stahlbruch),  $\gamma_{Mc,fat} = \gamma_{Msp,fat} = \gamma_{Mp,fat} = 1,5 \cdot \gamma_{inst}$  (Versagensart Betonbruch).

#### 4.4.2.4 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Der Teilsicherheitsbeiwert für den Widerstand ist  $\gamma_M$  und muss auf die charakteristischen Widerstände angewendet werden.

**ANMERKUNG** Der Wert für den Teilsicherheitsbeiwert für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit darf für die Verwendung in einem Land seinem Nationalen Anhang entnommen werden. Für den Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M$  ist der Wert  $\gamma_M = 1,0$  empfohlen.

### 4.5 Projektspezifikation

(1) Die Projektbeschreibung muss typischerweise Folgendes enthalten:

- a) Betonfestigkeitsklasse, die bei der Bemessung verwendet wurde, und eine Angabe darüber, ob der Beton bei der Bemessung als gerissen oder ungerissen angenommen wurde. Wird von ungerissenem Beton ausgegangen, ist ein Nachweis erforderlich (siehe 4.7).
- b) Umweltbeanspruchung, die bei der Bemessung angenommen wurde (siehe EN 206).
- c) Eine Anmerkung mit der Aussage, dass die Anzahl, der Hersteller, die Art und die Geometrie der Befestigungselemente oder Hersteller, Art und Geometrie der Ankerschiene oder Spezialschrauben nicht geändert werden dürfen, wenn dies nicht vom verantwortlichen Tragwerksplaner nachgewiesen und gestattet ist.
- d) Konstruktionszeichnungen oder zusätzliche Bemessungsdokumente sollten Folgendes enthalten:
  - 1) Lage der Befestigungselemente oder Ankerschienen im Bauwerk, einschließlich Toleranzen;
  - 2) Anzahl und Art der Befestigungselemente (einschließlich der Einbettungstiefe) oder Art der Ankerschienen und Spezialschrauben;
  - 3) Achs- und Randabstände der Befestigungen oder Ankerschienen, einschließlich Toleranzen (üblicherweise sollten diese nur mit positiven Toleranzen festgelegt sein);

- 4) Dicke des Anbauteils und Durchmesser der Durchgangslöcher (wenn anwendbar);
  - 5) Lage des Bauteils auf dem Anbauteil, einschließlich Toleranzen;
  - 6) maximale Dicke einer möglichen Zwischenschicht, z. B. Mörtelbett oder Wärmedämmung zwischen Anbauteil und Betonoberfläche;
  - 7) (besondere) Installationsanleitungen (wenn anwendbar); diese dürfen nicht im Widerspruch zu den Installationsanleitung des Herstellers stehen.
- e) Verweisung auf die Montageanleitung des Herstellers.
- f) Anmerkungen, dass das Befestigungselement so montiert werden muss, dass die festgelegte Verankerungstiefe sichergestellt ist.
- (2) Zur zusätzlichen Qualitätssicherung der Montage darf die Projektspezifikation nach einer Probelastung des Befestigungsmittels auf der Baustelle verlangen.

#### 4.6 Montage der Befestigungselemente

Der Widerstand und die Zuverlässigkeit von Befestigungen werden entscheidend durch die Art und Weise der Montage der Befestigungselemente beeinflusst. Die Teilsicherheitsbeiwerte aus 4.4 gelten nur, wenn die Bedingungen und Annahmen aus Anhang F erfüllt sind.

#### 4.7 Bestimmung des Zustandes des Betons

(1) In der Umgebung der Befestigung darf der Beton gerissen oder ungerissen sein. Der Zustand des Betons ist vom bemessenden Ingenieur für die Nutzungsdauer der Befestigung festzulegen.

ANMERKUNG Im Allgemeinen ist es konservativ, den Beton für die Nutzungsdauer als gerissen anzunehmen.

(2) Es darf von ungerissenem Beton ausgegangen werden, wenn nachgewiesen ist, dass sich das Befestigungselement unter der charakteristischen Kombination der Beanspruchung beim Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit mit seiner gesamten Verankerungstiefe in ungerissenem Beton befindet. Diese Bedingung ist erfüllt, wenn Gleichung (4.4) befolgt wird (Druckspannungen sind negativ einzusetzen):

$$\sigma_L + \sigma_R \leq \sigma_{adm} \quad (4.4)$$

Dabei ist

- $\sigma_L$  die Spannung im Beton, die durch äußere Lasten, einschließlich der Lasten aus dem Befestigungselement, hervorgerufen werden;
- $\sigma_R$  die Spannung im Beton, die durch innere Zwangsverformungen (z. B. Schwinden des Betons) oder durch äußere Zwangsverformungen (z. B. durch Auflagerverschiebungen oder Temperaturschwankungen) hervorgerufen werden. Wird keine detaillierte Analyse durchgeführt, sollte  $\sigma_R = 3 \text{ N/mm}^2$  angenommen werden;
- $\sigma_{adm}$  die zulässige Zugspannung für die Definition von ungerissenem Beton.

Die Spannungen  $\sigma_L$  und  $\sigma_R$  sollten unter der Annahme berechnet werden, dass der Beton ungerissen ist. Bei Betonbauteilen, die Lasten in zwei Richtungen übertragen (z. B. Platten, Wände und Schalen) sollte Gleichung (4.4) für beide Richtungen erfüllt sein.

ANMERKUNG Der Wert für  $\sigma_{adm}$  ist im Nationalen Anhang eines Landes angegeben. Der empfohlene Wert ist  $\sigma_{adm} = 0$  und basiert auf der charakteristischen Kombination der Beanspruchung beim Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.

## 5 Dauerhaftigkeit

Befestigungselemente und Anbauteile müssen so ausgewählt werden, dass sie unter Berücksichtigung der Umweltbedingungen für das Bauwerk (wie zum Beispiel Expositionsklassen) eine ausreichende Dauerhaftigkeit besitzen, wie angegeben in EN 1992-1-1.

ANMERKUNG 1 Produktspezifische Angaben können in der entsprechenden Europäischen Technischen Produktspezifikation angegeben sein.

ANMERKUNG 2 Weitere Angaben enthält der informative Anhang B.

## 6 Ableitung von Lasteinwirkungen auf die Befestigungselemente — Berechnung

### 6.1 Allgemeines

(1) Abschnitt 6 gilt für statische und quasi-statische Lasten. Die Anforderungen an Ermüdungsbeanspruchung und seismische Beanspruchung sind in den entsprechenden Abschnitten 8 und 9 angegeben.

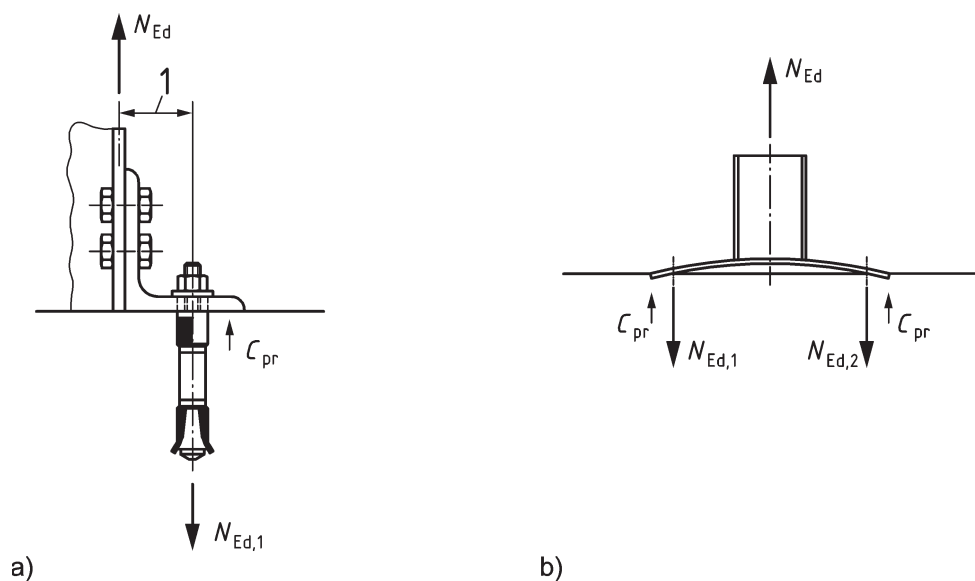
(2) Die auf ein Anbauteil einwirkenden Lasten müssen als statisch äquivalente Zug- und Querkraften auf die Befestigungselemente übertragen werden.

(3) Wirken ein Biegemoment und/oder eine Druckkraft auf ein Anbauteil, das Kontakt mit Beton oder einem Mörtelbett hat, entsteht eine Reibungskraft. Wirkt zudem eine Querlast an einem Anbauteil, vermindert diese Reibung die auf das Befestigungselement einwirkende Querkraft. Die Reibungskräfte werden jedoch bei der Bemessung von Befestigungen im Rahmen dieser Europäischen Norm vernachlässigt.

(4) Exzentrizitäten und Abstützeffekte müssen ausdrücklich bei der Bemessung der Befestigungen berücksichtigt werden (siehe Bild 6.1). Abstützkraften  $C_{pr}$  entstehen mit der Verformung des Anbauteils und der Verschiebung der Befestigungselemente.

(5) Im Allgemeinen darf die Verteilung der Lasten auf die einzelnen Befestigungselemente nach der Elastizitätstheorie erstellt werden, im Grenzzustand der Tragfähigkeit und im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.

Für den Grenzzustand der Tragfähigkeit darf für Kopfbolzen und für nachträglich montierte Befestigungselemente die Plastizitätstheorie verwendet werden, wenn die Bedingungen von CEN/TR 17081, *Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton — Traglastverfahren für Befestigungsmittel von Kopfbolzen und Dübeln* befolgt werden.



### Legende

1 Exzentrizität

$C_{pr}$  Stützkraft

a)  $N_{Ed,1} = N_{Ed} + C_{pr}$

b)  $N_{Ed,1} = N_{Ed,2} = 0,5 N_{Ed} + C_{pr}$

**Bild 6.1 — Exzentrizität und Stützwirkung – Beispiele für Erhöhung von Zugkräften, die a) durch Exzentrizität und b) durch Stützwirkung auf Befestigungselemente einwirken**

## 6.2 Kopfbolzen und nachträglich montierte Befestigungselemente

### 6.2.1 Zuglasten

(1) Die Bemessungswerte der auf jedes Befestigungselement einwirkenden Zugkräfte, die aus den Bemessungswerten der auf das steife Einbauteil einwirkenden Normalkräfte und Biegemomente resultieren, dürfen unter der Annahme einer linearen Verteilung der Dehnungen, wie in Bild 6.2 dargestellt, und einer linearen Spannungs-Dehnungs-Beziehung berechnet werden. Wenn sich die Ankerplatte mit oder ohne Mörtelbett auf den Beton abstützt, werden die Druckkräfte über das Anbauteil in den Beton eingeleitet. Die Verteilung der Lasten auf die Befestigungselemente darf analog der Elastizitätstheorie von Stahlbeton mit den folgenden Annahmen berechnet werden (siehe Bild 6.2):

- Das Anbauteil ist ausreichend steif, so dass eine lineare Dehnungsverteilung gilt (analog zur Bernoulli-hypothese).
- Die axiale Steifigkeit aller Befestigungselemente ist gleich. Die Steifigkeit sollte auf Grundlage der elastischen Dehnungen des Stahls im Befestigungselement bestimmt werden.
- Der Elastizitätsmodul des Betons ist EN 1992-1-1 zu entnehmen. Vereinfachend darf der Elastizitätsmodul von Beton mit  $E_c = 30\,000\text{ N/mm}^2$  angenommen werden. Wenn in der entsprechenden Europäischen Technischen Produktspezifikation keine spezifische Angabe enthalten ist, darf der Elastizitätsmodul von Stahl für das Befestigungselement zur Vereinfachung mit  $E_s = 210\,000\text{ N/mm}^2$  angenommen werden.
- In der Druckzone unterhalb des Anbauteils nehmen die Befestigungselemente keine Normalkräfte auf.

- e) <sup>N1)</sup> Die Annahme aus 6.2.1 (1) a) darf als zutreffend betrachtet werden, wenn die Verformung der Grundplatte unter den Bemessungslasten ( $\sigma_{Ed} \leq \sigma_{Rd}$ ) elastisch und ihre Verformung im Vergleich zu den axialen Verschiebungen der Befestigungselemente vernachlässigbar bleibt. Ist diese Anforderung an die Verformung nicht erfüllt, muss das elastische Verformungsverhalten des Anbauteils entsprechend berücksichtigt werden, um den Bemessungswert für die auf jedes Befestigungselement einwirkenden Zuglasten zu bestimmen.
- f) Bei Gruppen von Befestigungselementen, bei denen auf die einzelnen Befestigungselementen der Gruppe unterschiedlich große Zugkräfte  $N_{Ed,i}$  einwirken, wird der Widerstand der Gruppe gegen Versagen des Betons (d. h. Widerstand in den Versagensfällen kegelförmiger Betonausbruch, Kombination von Herausziehen und Betonausbruch bei Verbunddübeln, Betonspalten und lokaler Betonausbruch) durch die Exzentrizität  $e_N$  der Zugkraft  $N_{Ed}^g$  der Gruppe, bezogen auf den Schwerpunkt der zugbeanspruchten Befestigungselemente, beeinflusst. Daher muss diese Exzentrizität berechnet werden (siehe Bilder 6.2 und 6.3). Bilden die zugbeanspruchten Befestigungselemente keine rechteckige Anordnung (siehe Bild 6.3c)), darf diese Gruppe zur Vereinfachung zu einer rechteckigen Form ergänzt werden, um den Schwerpunkt zu ermitteln. Er darf als Punkt „5“ in Bild 6.3c) angenommen werden. Diese Vereinfachung führt zu einer größeren Exzentrizität und einem abgeminderten Widerstand des Betons.

---

<sup>N1)</sup> Nationale Fußnote: Die Listenelemente e) und f) dieses Unterabschnittes müssen richtig „(2)“ und „(3)“ heißen.