

**Mitteilung des DIBt**  
Technische Regel

Referat I 2  
**Befestigungs- und Bewehrungstechnik**  
Treppen

**Bemessungsverfahren für Metall-Injektionsanker zur Verankerung  
in Mauerwerk**

(Deutsches Anwendungsdokument zu EOTA TR 054 vom April 2016)

Stand: August 2019

## Inhaltsverzeichnis

1	Anwendungsbereich.....	3
1.1	Ankerarten, Ankergruppen und Ankeranzahl.....	3
1.2	Verankerungsgrund.....	3
1.3	Lastarten und Lastrichtungen .....	3
1.4	Besondere Begriffe in dieser Technischen Regel.....	3
2	Bemessungs- und Sicherheitskonzept.....	5
2.1	Bemessungskonzept.....	5
2.2	Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	5
2.3	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	5
3	Statische Nachweise.....	6
3.1	Lasteinwirkung auf die Anker .....	6
3.2	Querlasten mit und ohne Hebelarm .....	6
4	Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	7
4.1	Allgemeines.....	7
4.2	Bemessungsverfahren A zur Verwendung in Mauerwerk.....	7
4.2.1	Widerstand bei Zugbeanspruchung .....	7
4.2.3	Widerstand bei kombinierter Zug- und Querbeanspruchung.....	11
4.3	Bemessungsverfahren B für die Verwendung in Mauerwerk.....	11
5	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	11
5.1	Verschiebungen .....	11
5.2	Querlasten mit wechselndem Vorzeichen.....	12
6	Verweise .....	12

# 1 Anwendungsbereich

Die Bemessungsverfahren in dieser Technischen Regel gelten für Injektionsanker mit einer Europäischen Technischen Bewertung (ETA) auf der Grundlage von EAD 330076-00-0604 [1]. Die Bemessungsverfahren basieren auf charakteristischen Widerständen und Anker-Abständen, die in der ETA angegeben sind.

Die Bemessungsverfahren gelten für die Bemessung von Injektionsankern in Mauerwerk aus Ziegeln, Kalksandstein, Normalbeton, Leichtbeton, Porenbeton (AAC) oder anderen ähnlichen Materialien.

Der Nachweis der unmittelbaren örtlichen Krafteinleitung in das Mauerwerk wird mit den in diesem Dokument beschriebenen Bemessungsverfahren erbracht. Die Weiterleitung der zu verankernden Lasten in die Auflager des Bauteiles aus Mauerwerk ist vom Ingenieur des Bauwerks nachzuweisen.

Die Bemessung und Konstruktion der Mauerwerksbauten, in denen die Injektionsanker zu verankern sind, muss mit den Konstruktionsregeln für Mauerwerk nach DIN EN 1996-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1996-1-1/NA, DIN EN 1996-1-1/NA/A1 und DIN EN 1996-1-1/NA/A2, Abschnitt 3 und Abschnitt 8 [4] gleichwertig sein.

## 1.1 Ankerarten, Ankergruppen und Ankeranzahl

Die wesentlichen Merkmale des jeweiligen Ankers (charakteristische Widerstandswerte, Randabstände, Achsabstände und Gruppenfaktoren) sind in der jeweiligen ETA angegeben.

Die Bemessungsverfahren gelten für Einzelanker und Ankergruppen mit zwei oder vier Ankern. In einer Ankergruppe dürfen nur Anker der gleichen Art, Größe und Länge verwendet werden.

## 1.2 Verankerungsgrund

Detaillierten Informationen zum entsprechenden Verankerungsgrund sind in der ETA angegeben, z. B. Baustoff, Format der Steine, normierte Druckfestigkeit; Gesamtlochanteil (in % des Gesamtvolumens); Einzellochanteil (in % des Gesamtvolumens); Größe der Löcher und minimale Dicke der Außen- und Innenstege; Gesamtdicke der Außen- und Innenstege (in % der Gesamtbreite), Anordnung der Löcher.

## 1.3 Lastarten und Lastrichtungen

Diese Technische Regel gilt nur für Injektionsanker, die durch statische oder quasi-statische Zuglasten, Querlasten oder einer Kombination aus Zug- und Querlasten oder Biegung beansprucht werden.

Die Injektionsanker können auch in Gebieten mit sehr geringer Seismizität gemäß der Definition in DIN EN 1998-1 in Verbindung mit DIN EN 1998-1/NA, Abschnitt 3.2.1 [5] verwendet werden. Diese Technische Regel behandelt nur Anwendungen, bei denen die Bauteile aus Mauerwerk, in denen die Injektionsanker verankert sind, statischen oder quasi-statischen Einwirkungen ausgesetzt sind.

## 1.4 Besondere Begriffe in dieser Technischen Regel

Anker	= industriell hergestelltes, zusammengefügtes Teil, einschließlich Verbundmaterial, das zur Befestigung des Anbauteils am Verankerungsgrund (Mauerwerk) dient
Ankergruppe	= mehrere (miteinander wirkende) Injektionsanker
Anbauteil	= am Mauerwerk zu befestigendem Bauteil
Verankerung	= Gesamtheit, bestehend aus dem Verankerungsgrund (Mauerwerk), Anker oder Ankergruppe und dem am Mauerwerk zu befestigenden Anbauteil

Die in dieser Technischen Regel häufig verwendeten Bezeichnungen und Symbole sind im Folgenden aufgeführt. Weitere besondere Bezeichnungen und Symbole sind im Text erläutert.

## Anker

$b_{brick}$	=	Breite des Mauersteines
$c$	=	Randabstand zum freien Rand des Mauersteines (Wandkante oder vertikale Fuge nicht mit Mörtel ausfüllen)
$c_{cr}$	=	Randabstand zur Sicherstellung des charakteristischen Widerstandes eines einzelnen Injektionsankers
$c_{min}$	=	kleinster zulässiger Randabstand
$d$	=	Ankerbolzen- / Gewindedurchmesser
$d_f$	=	Durchmesser der Durchgangsbohrung im Anbauteil
$d_{nom}$	=	Außendurchmesser des Ankers
$h$	=	Dicke des Bauteiles aus Mauerwerk (Wand)
$h_{min}$	=	Mindestbauteildicke des Mauerwerks
$h_{ef}$	=	wirksame Verankerungstiefe
$h_{nom}$	=	Gesamteinbindelänge des Injektionsankers im Mauerwerk
$h_{brick}$	=	Höhe des Mauersteines
$l_{brick}$	=	Länge des Mauersteines
$s$	=	Abstand der Injektionsanker
$s_{cr}$	=	Abstand zur Sicherstellung des charakteristischen Widerstandes eines einzelnen Injektionsankers
$s_{cr,II}$	=	$s_{cr}$ parallel zur Horizontalfuge
$s_{cr,\pm}$	=	$s_{cr}$ senkrecht zur horizontalen Fuge
$s_{min}$	=	kleinster zulässiger Achsabstand
$t_{fix}$	=	Dicke des Anbauteiles

## Verankerungsgrund (Mauerwerk) und Metallteile des Ankers

$f_b$	=	normalisierte mittlere Druckfestigkeit des Mauerwerks gemäß ETA
$f_{yk}$	=	Nennwert der charakteristischen Streckgrenze des Stahles
$f_{uk}$	=	Nennwert der charakteristischen Stahlzugfestigkeit

## Lasten / Kräfte / Widerstände

$F$	=	Kraft im Allgemeinen
$N$	=	Normalkraft (+N = Zugkraft)
$V$	=	Querkraft
$M$	=	Moment
$N_{Rk}, V_{Rk}$	=	charakteristischer Widerstand eines Einzelankers unter Zug- oder Querkraft
$N_{Rk}^g, V_{Rk}^g$	=	charakteristischer Widerstand einer Ankergruppe unter Zug- oder Querkraft
$N_{Ed}^g, V_{Ed}^g$	=	Bemessungswert der Einwirkungen auf eine Ankergruppe
$N_{Ed}^h, V_{Ed}^h$	=	Bemessungswert der Einwirkungen, die auf den höchstbelasteten Anker wirken

## Verschiebungen

$\delta(\delta_N, \delta_V)$	=	Verschiebung (Bewegung) des Ankers an der Mauerwerksoberfläche relativ zur Mauerwerksoberfläche in Richtung der Last (Zug- oder Querlast) außerhalb des Versagensbereichs. Die Verschiebung umfasst die Stahl- und Mauerwerksverformungen und einen möglichen Schlupf des Ankers.
$\delta_0$	=	Verschiebung des Ankers unter Kurzzeitbelastung
$\delta_\infty$	=	Verschiebung des Ankers unter Langzeitbelastung

## 2 Bemessungs- und Sicherheitskonzept

### 2.1 Bemessungskonzept

Die Bemessung der Verankerungen muss den allgemeinen Regeln gemäß DIN EN 1990 in Verbindung mit DIN EN 1990/NA [2] entsprechen. Es ist nachzuweisen, dass der Wert der Bemessungseinwirkungen  $E_d$  den Wert des Bemessungswiderstandes  $R_d$  nicht überschreitet

$$E_d \leq R_d \quad (1)$$

mit:  $E_d$  = Bemessungswert der Einwirkung  
 $R_d$  = Bemessungswert des Widerstandes

Einwirkungen, die für die Bemessung verwendet werden, können aus den entsprechenden Teilen von DIN EN 1991-1 in Verbindung mit DIN EN 1991-1/NA [3] entnommen werden.

Die Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen können aus DIN EN 1990 in Verbindung mit DIN EN 1990/NA [2] entnommen werden.

Der Bemessungswiderstand wird wie folgt berechnet:

$$R_d = R_k / \gamma_M \quad (2)$$

mit:  $R_k$  = der charakteristische Widerstand eines einzelnen Ankers oder einer Ankergruppe  
 $\gamma_M$  = Teilsicherheitsbeiwert für das Material

### 2.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit

Der Bemessungswiderstand wird gemäß Gleichung (2) berechnet. Es sind folgende Teilsicherheitsbeiwerte zu verwenden:

#### Stahlversagen

Zugbelastung:

$$\gamma_{Ms} = \frac{1,2}{f_{yk}/f_{uk}} \geq 1,4 \quad (3a)$$

Querbelastung des Ankers mit und ohne Hebelarm:

$$\begin{aligned} \gamma_{Ms} &= \frac{1,0}{f_{yk}/f_{uk}} \geq 1,25 & f_{uk} \leq 800 \text{ N/mm}^2 & \text{ und } f_{yk}/f_{uk} \leq 0,8 \\ \gamma_{Ms} &= 1,5 & f_{uk} > 800 \text{ N/mm}^2 & \text{ oder } f_{yk}/f_{uk} > 0,8 \end{aligned} \quad (3b)$$

#### Versagen des Injektionsankers im Verankerungsgrund

Bei Verwendung im Mauerwerk:  $\gamma_{Mm} = 2,5$

Bei Verwendung im Porenbeton:  $\gamma_{MAAC} = 2,0$

### 2.3 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ist nachzuweisen, dass die unter den charakteristischen Einwirkungen (siehe Kapitel 5) auftretenden Verschiebungen nicht größer sind als die zulässigen Verschiebungen. Die zulässigen Verschiebungen hängen von der jeweiligen Anwendung ab und sind vom planenden Ingenieur zu beurteilen.

Bei diesem Nachweis dürfen die Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und für Widerstände mit 1,0 angenommen werden.

### 3 Statische Nachweise

#### 3.1 Lasteinwirkung auf die Anker

Die Verteilung der einwirkenden Lasten auf die Anker ist nach der Elastizitätstheorie zu berechnen.

Für Stahlversagen unter Zug- und Querlast und für Versagen durch Herausziehen unter Zuglast ist die Last zu ermitteln, die auf den höchstbeanspruchten Anker wirkt.

Im Falle des Kantenbruches des Mauersteines wird angenommen, dass die Querlast auf den am nächsten zum Rand liegenden Anker wirkt.

#### 3.2 Querlasten mit und ohne Hebelarm

Querlasten dürfen als ohne Hebelarm auf die Anker einwirkend angenommen werden, wenn alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:

1. Das Anbauteil muss aus Metall bestehen und im Bereich der Verankerung ohne Zwischenschicht oder mit einer Mörtelausgleichsschicht mit einer Druckfestigkeit von mindestens 30 N/mm<sup>2</sup> und einer Dicke von maximal  $d/2$  direkt am Verankerungsgrund befestigt sein.
2. Das Anbauteil muss über eine Dicke von mindestens  $0,5 t_{fix}$  am Anker anliegen.
3. Der Durchmesser des Durchgangslochs im Anbauteil  $d_f$  darf nicht größer als die in Tabelle 1 angegebenen Werte  $d_f$  sein.

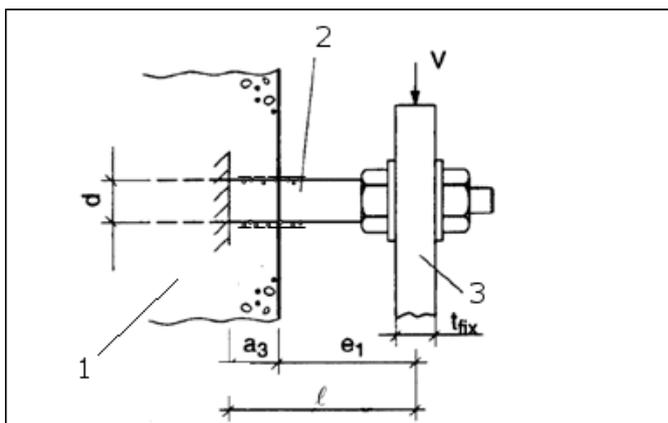
Wenn diese Bedingungen nicht erfüllt sind, wird der Hebelarm nach folgender Gleichung berechnet (siehe auch Abbildung 3.1).

$$l = a_3 + e_1 \quad (4)$$

mit:  $e_1$  = Abstand zwischen der Querlast und der Bauteiloberfläche

$$a_3 = 0,5 \cdot d$$

$d$  = Nenndurchmesser des Ankerbolzens / Gewindestange



- 1 Mauerwerk
- 2 Ankerbolzen / Gewindestange
- 3 Anbauteil

Abbildung 3.1: Definition des Hebelarms

Tabelle 1: Durchmesser des Durchgangslochs im Anbauteil

Äußerer Ankerbolzen- oder Gewindedurchmesser $d$ oder $d_{nom}$ (mm)	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	30
Durchmesser der Durchgangslochs im Anbauteil $d_f$ (mm)	7	9	12	14	16	18	20	22	24	26	33

## 4 Grenzzustand der Tragfähigkeit

### 4.1 Allgemeines

Für die Bemessung der Verankerungen im Grenzzustand der Tragfähigkeit gibt es zwei verschiedene Bemessungsverfahren. Das allgemeine Bemessungsverfahren A ist in Abschnitt 4.2 und das vereinfachte Bemessungsverfahren B ist in Abschnitt 4.3 beschrieben.

Achs- und Randabstände sowie die Bauteildicke dürfen die in der ETA angegebenen Mindestwerte nicht unterschreiten.

### 4.2 Bemessungsverfahren A zur Verwendung in Mauerwerk

Beim Bemessungsverfahren A wird nachgewiesen, dass Gleichung (1) für alle Lastrichtungen (Zug-, Querlast) und für alle Versagensarten (Stahlversagen, Herausziehen und Steinversagen) eingehalten ist.

Im Falle einer kombinierten Zug- und Querbelaugung (Schrägzugbeanspruchung) sind die Interaktionsbedingungen gemäß Abschnitt 4.2.3 einzuhalten.

#### 4.2.1 Widerstand bei Zugbeanspruchung

##### 4.2.1.1 Erforderliche Nachweise

Stahlversagen	$N_{Ed}^h \leq N_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$	4.2.1.2
Herausziehen des Ankers	$N_{Ed}^h \leq N_{Rk,p} / \gamma_{Mm}$	4.2.1.3
Ausbruch des Mauerwerks	$N_{Ed} \leq N_{Rk,b} / \gamma_{Mm}$ $N_{Ed}^g \leq N_{Rk,b}^g / \gamma_{Mm}$	4.2.1.4
Herausziehen eines Steines	$N_{Ed} \leq N_{Rk,pb} / \gamma_{Mm}$	4.2.1.5
Einfluss von Fugen	$N_{Ed}^h \leq \alpha_j N_{Rk,p} / \gamma_{Mm}$ $N_{Ed} \leq \alpha_j N_{Rk,b} / \gamma_{Mm}$ $N_{Ed}^g \leq \alpha_j N_{Rk,b}^g / \gamma_{Mm}$	4.2.1.6

Für Verankerungen in Porenbeton ist der Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{MAAC}$  anstelle von  $\gamma_{Mm}$  zu verwenden.

##### 4.2.1.2 Stahlversagen

Der charakteristische Widerstand eines Ankers bei Stahlversagen  $N_{Rk,s}$  ist in der jeweiligen ETA angegeben. Falls in der ETA kein charakteristischer Widerstand angegeben ist, kann die folgende Gleichung angewendet werden.

$$N_{Rk,s} = A_s \cdot f_{uk} \quad (5)$$

mit:  $A_s$  = maßgeblicher Querschnitt des Ankers

$f_{uk}$  = Nennwert der charakteristischen Stahlzugfestigkeit

##### 4.2.1.3 Versagen durch Herausziehen des Ankers

Der charakteristische Widerstand bei Versagen durch Herausziehen des Ankers  $N_{Rk,p}$  ist der jeweiligen ETA zu entnehmen.

#### 4.2.1.4 Versagen durch Ausbruch des Mauerwerks

Der charakteristische Widerstand eines Ankers bei Versagen durch Ausbruch des Mauerwerks  $N_{Rk,b}$  und die entsprechenden Werte für Achs- und Randabstände  $s_{cr,II}$ ,  $s_{cr,+}$  und  $c_{cr}$  oder  $c_{min}$  sind in der jeweiligen ETA angegeben.

Der charakteristische Widerstand einer Gruppe  $N_{Rk,b}^g$  von zwei oder vier Injektionsankern und die entsprechenden Werte für Achs- und Randabstände  $s_{min,II}$ ,  $s_{min,+}$  und  $c_{min}$  sind in der jeweiligen ETA angegeben. Sofern in der ETA nichts anderes angegeben ist, kann der charakteristische Widerstand einer Gruppe mit einem Achsabstand kleiner als  $s_{cr,II}$  und  $s_{cr,+}$  ( $s_{min} \leq s \leq s_{cr}$ ) mindestens als der charakteristische Widerstand eines entsprechenden Einzelankers angenommen werden.

#### 4.2.1.5 Herausziehen eines Steines

Der charakteristische Widerstand eines Einzelankers oder einer Ankergruppe bei Versagen durch Herausziehen eines Steines  $N_{Rk,pb}$  wird wie folgt berechnet:

Vertikale Fugen sind nicht mit Mörtel gefüllt:

$$N_{Rk,pb} = 2 \cdot l_{brick} \cdot b_{brick} (0,5 \cdot f_{vko} + 0,4 \cdot \sigma_d) \quad (6)$$

Vertikale Fugen sind mit Mörtel gefüllt.

$$N_{Rk,pb} = 2 \cdot l_{brick} \cdot b_{brick} (0,5 \cdot f_{vko} + 0,4 \cdot \sigma_d) + 2 \cdot b_{brick} \cdot h_{brick} \cdot 0,5 \cdot f_{vko} \quad (7)$$

mit:  $N_{Rk,pb}$  = charakteristischer Widerstand für das Herausziehen eines Steines

$l_{brick}$  = Länge des Steines

$b_{brick}$  = Breite des Steines

$h_{brick}$  = Höhe des Steines

$\sigma_d$  = minimale Bemessungsdruckspannung senkrecht zur Querbelastung

$f_{vko}$  = Anfangsscherfestigkeit gemäß Tabelle 2

**Tabelle 2:** Anfangsscherfestigkeit basierend auf DIN EN 1996-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1996-1-1/NA [4], Tabelle 3.4

Mauersteinart (Baustoff)	Anfangsscherfestigkeit $f_{vko}$ in N/mm <sup>2</sup>		
	Normalmörtel mit einer Festigkeitsklasse	Dünnbettmörtel	Leichtmörtel
Ziegel	M10 – M20	0,30	0,3
	M2,5 – M9	0,20	
Kalksandstein	M10 – M20	0,20	0,4
	M2,5 – M9	0,15	
Beton	M10 – M20	0,20	0,3
Porenbeton	M 2,5 – M9	0,15	

Hinweis: Der Faktor 0,5 bezüglich  $f_{vko}$  berücksichtigt den Unterschied zwischen der Scherfestigkeit einer Wand, die in der DIN EN 1996-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1996-1-1/NA [4], Tabelle 3.4 angegeben ist, und der Scherfestigkeit von nur einem Mauerstein im Falle eines Steinherausziehens.

#### 4.2.1.6 Einfluss von Fugen

Die Angaben über die Berücksichtigung von Fugen sind in der entsprechenden ETA enthalten. Falls in der ETA keine Angaben gemacht werden, kann folgende Festlegung angewendet werden:

Der charakteristische Widerstand  $N_{Rk,p}$ ,  $N_{Rk,b}$  und  $N_{Rk,b}^g$  darf verwendet werden, wenn die Fugen des Mauerwerks vollständig mit Mörtel gefüllt sind.

Wenn die Fugen des Mauerwerks nicht vollständig mit Mörtel gefüllt sind und der Mindestabstand zur Fuge  $c < c_{min}$  beträgt, ist der charakteristische Widerstand  $N_{Rk,p}$ ,  $N_{Rk,b}$  und  $N_{Rk,b}^g$  mit dem Faktor  $\alpha_j = 0,75$  zu reduzieren.

#### 4.2.2.1 Erforderliche Nachweise

Stahlversagen, Querlast ohne Hebelarm	$V_{Ed}^h \leq V_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$	4.2.2.2
Stahlversagen, Querlast mit Hebelarm	$V_{Ed}^h \leq V_{Rk,s} / \gamma_{Mm}$	4.2.2.3
Örtliches Versagen des Mauersteins	$V_{Ed} \leq V_{Rk,b} / \gamma_{Mm}$ $V_{Ed}^g \leq V_{Rk,b}^g / \gamma_{Mm}$	4.2.2.4
Kantenbruch des Mauersteins	$V_{Ed} \leq V_{Rk,c} / \gamma_{Mm}$ $V_{Ed}^g \leq V_{Rk,c}^g / \gamma_{Mm}$	4.2.2.5
Herausschieben eines Steines	$V_{Ed} \leq V_{Rk,pb} / \gamma_{Mm}$	4.2.2.6
Einfluss von Fugen		4.2.2.7

Für Verankerungen in Porenbeton ist der Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{MAAC}$  anstelle von  $\gamma_{Mm}$  zu verwenden.

#### 4.2.2.2 Stahlversagen, Querlast ohne Hebelarm

Der charakteristische Widerstand eines Ankers bei Stahlversagen unter Querlast ohne Hebelarm  $V_{Rk,s}$  ist der jeweiligen ETA zu entnehmen.

Ist in der ETA kein charakteristischer Widerstand angegeben, darf folgende Gleichung angewendet werden.

$$V_{Rk,s} = 0,5 \cdot A_s \cdot f_{uk} \quad (8)$$

mit:  $A_s$  = maßgeblicher Querschnitt des Ankers

$f_{uk}$  = Nennwert der charakteristischen Stahlzugfestigkeit

#### 4.2.2.3 Stahlversagen, Querlast mit Hebelarm

Der charakteristische Widerstand eines Ankers bei Stahlversagen unter Querlast mit Hebelarm  $V_{Rk,s}$  ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$V_{Rk,s} = \frac{M_{Rk,s}}{l} \quad (9)$$

mit:  $l$  = Hebelarm nach Gleichung (4)

$M_{Rk,s}$  = ist aus der jeweiligen ETA zu entnehmen

#### 4.2.2.4 Örtliches Versagen des Mauersteines

Der charakteristische Widerstand eines Ankers bei örtlichem Versagen des Mauersteines  $V_{Rk,b}$  und die entsprechenden Werte für Achs- und Randabstände  $s_{cr,II}$ ,  $s_{cr,+}$  und  $c_{cr}$  oder  $c_{min}$  sind in der jeweiligen ETA angegeben.

Der charakteristische Widerstand einer Gruppe  $V_{Rk,b}^g$  von zwei oder vier Injektionsankern und die entsprechenden Werte für Achs- und Randabstände  $s_{min,II}$ ,  $s_{min,+}$  und  $c_{min}$  sind in der jeweiligen ETA angegeben.

Sofern in der ETA nichts anderes angegeben ist, kann der charakteristische Widerstand einer Gruppe mit einem Achsabstand kleiner als  $s_{cr,II}$  und  $s_{cr,+}$  ( $s_{min} \leq s \leq s_{cr}$ ) mindestens als der charakteristische Widerstand eines entsprechenden Einzelankers angenommen werden.

#### 4.2.2.5 Kantenbruch des Mauersteines

Der charakteristische Widerstand bei Versagen durch Kantenbruch des Mauersteines  $V_{Rk,c}$  und die entsprechenden Achs- und Randabstände  $s_{cr,II}$ ,  $s_{cr,+}$  und  $c_{cr}$  oder  $c_{min}$  sind in der jeweiligen ETA angegeben.

Ist in der ETA kein charakteristischer Widerstand angegeben, darf folgende Gleichung für Verankerungen in Vollsteinmauerwerk und Porenbeton angewendet werden:

$$V_{Rk,c} = k \cdot \sqrt{d_{nom}} \cdot (h_{nom}/d_{nom})^{0,2} \cdot \sqrt{f_b} \cdot c^{1,5} \quad (10)$$

mit:  $k$  = 0,25 für die Lastrichtung zur freien Kante  
 = 0,45 für die Lastrichtung parallel zur freien Kante  
 $c$  = kleinster Randabstand zur Kante in mm

$$c \geq c_{min}$$

Wenn die Last zur freien Kante gerichtet ist und keine Lastübertragung auf andere Mauersteine in der Wand möglich ist, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

$$c \leq h / 1,5$$

$$c \leq h_{brick} / 3$$

$d_{nom}$  = Außendurchmesser des Ankers in mm

$h_{nom}$  = Gesamteinbindelänge des Injektionsankers in mm

$f_b$  = normalisierte mittlere Druckfestigkeit des Mauerwerks in N/mm<sup>2</sup>

Bei Einhaltung der folgenden Werte für Verankerungen in Hohl- und Lochsteinen, die dem gegenwärtigen Wissensstand entsprechen, sind keine weiteren Nachweise erforderlich.

$V_{Rk,c} = 2,50$  kN für die Lastrichtung parallel zur freien Kante mit  $c \geq 100$  mm and  $c \geq 6 d_0$   
 und

für die Lastrichtung zur freien Kante mit  $c \geq 250$  mm

$V_{Rk,c} = 1,25$  kN für die Lastrichtung zur freien Kante  $c \geq 100$  mm und  $c \geq 6 d_0$

Zwischenwerte dürfen interpoliert werden.

Der charakteristische Widerstand  $V_{Rk,c}^g$  einer Gruppe von zwei oder vier Injektionsankern und die entsprechenden Werte für Achs- und Randabstände  $s_{min,II}$ ,  $s_{min,+}$  und  $c_{min}$  sind in der jeweiligen ETA angegeben.

Sofern in der ETA nichts anderes angegeben ist, kann der charakteristische Widerstand einer Gruppe mit einem Achsabstand kleiner als  $s_{cr,II}$  und  $s_{cr,+}$  ( $s_{min} \leq s \leq s_{cr}$ ) mindestens als der charakteristische Widerstand eines entsprechenden Einzelankers angenommen werden.

#### 4.2.2.6 Herausschieben eines Steines

Der charakteristische Widerstand eines Einzelankers oder einer Ankergruppe bei Versagen durch Herausschieben eines Steines,  $V_{Rk,pb}$ , wird wie folgt berechnet:

$$V_{Rk,pb} = 2 \cdot l_{brick} \cdot b_{brick} (0,5 \cdot f_{vko} + 0,4 \cdot \sigma_d) \quad (11)$$

mit:  $V_{Rk,pb}$  = charakteristischer Widerstand für das Herausschieben eines Steines

$l_{brick}$  = Länge des Steines

$b_{brick}$  = Breite des Steines

$\sigma_d$  = minimale Bemessungsdruckspannung senkrecht zur Querbelastung

$f_{vko}$  = Anfangsscherfestigkeit gemäß Tabelle 2

Hinweis: Der Faktor 0,5 bezüglich  $f_{vko}$  berücksichtigt den Unterschied zwischen der Scherfestigkeit einer Wand, die in der DIN EN 1996-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1996-1-1/NA [4], Tabelle 3.4 angegeben ist, und der Scherfestigkeit von nur einem Mauerstein im Falle eines Steinherausschiebens.

#### 4.2.2.7 Einfluss von Fugen

Die Angaben über die Berücksichtigung von Fugen sind in der entsprechenden ETA enthalten. Falls in der ETA keine Angaben gemacht werden, kann folgende Festlegung angewendet werden:

Der charakteristische Widerstand  $V_{Rk,b}$ ,  $V_{Rk,c}$ ,  $V_{Rk,b}^g$  und  $V_{Rk,c}^g$  darf verwendet werden, wenn die Fugen des Mauerwerks vollständig mit Mörtel gefüllt sind.

Wenn die Fugen des Mauerwerks nicht vollständig mit Mörtel gefüllt sind, müssen die Fugen als freie Kante betrachtet werden und der Mindestabstand zur Fuge muss  $c \geq c_{min}$  betragen.

#### 4.2.3 Widerstand bei kombinierter Zug- und Querbeanspruchung

Für kombinierte Zug- und Querbeanspruchung müssen die folgenden Gleichungen erfüllt sein:

$$\beta_N \leq 1,0 \quad (12a)$$

$$\beta_V \leq 1,0 \quad (12b)$$

$$\beta_N + \beta_V \leq 1,2 \quad \text{für Vollsteinmauerwerk} \quad (12c)$$

$$\beta_N + \beta_V \leq 1,0 \quad \text{für Hohl- und Lochsteine} \quad (12d)$$

mit:  $\beta_N$  ( $\beta_V$ ) = Verhältnis zwischen Bemessungseinwirkung und Bemessungswiderstand bei Zugbeanspruchung (Querbeanspruchung).

In den Gleichungen (12a) bis (12d) ist jeweils der größte Wert von  $\beta_N$  und  $\beta_V$  für die einzelnen Versagensarten einzusetzen (siehe 4.2.1.1 und 4.2.2.1).

### 4.3 Bemessungsverfahren B für die Verwendung in Mauerwerk

Das Bemessungsverfahren B basiert auf einem vereinfachten Verfahren, bei dem der Bemessungswert des charakteristischen Widerstandes  $F_{Rd}$  unabhängig von der Belastungsrichtung und der Versagensart angesetzt wird. Der Bemessungswiderstand  $F_{Rd}$  ergibt sich aus dem kleinsten Wert unter Berücksichtigung der charakteristischen Widerstände und der dazugehörigen Teilsicherheitsfaktoren. Der tatsächliche Achs- und Randabstand muss gleich oder größer als die Werte  $s_{cr}$  und  $c_{cr}$  sein.  $F_{Rd}$ ,  $s_{cr}$  und  $c_{cr}$  sind in der jeweiligen ETA angegeben.

Im Fall von Querlast mit Hebelarm ist der charakteristische Widerstand des Ankers nach Gleichung (9) zu berechnen. Der kleinere Wert von  $F_{Rd}$  oder  $V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$  entsprechend Gleichung (9) ist maßgebend.

Der charakteristische Widerstand eines Ankers oder einer Ankergruppe bei Herausziehen oder Herausschieben eines Steines und der Einfluss von Fugen ist nach 4.2.1.5, 4.2.1.6, 4.2.2.6 und 4.2.2.7 für jede Anwendung zu berücksichtigen.

## 5 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

### 5.1 Verschiebungen

Die charakteristische Verschiebung des Ankers unter festgelegten Zuglasten ( $\delta_{N0}$ ;  $\delta_{N\infty}$ ) und Querlasten ( $\delta_{V0}$ ;  $\delta_{V\infty}$ ) ist der ETA zu entnehmen. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Verschiebungen linear zur aufgetragenen Last zu nehmen. Bei einer kombinierten Zug- und Querlast sind die Verschiebungen für die Zug- und Querlastkomponenten der resultierenden Last vektoriell zu addieren.

Bei Querlasten ist der Einfluss des Durchgangsloches im Anbauteil auf die erwartete Verschiebung der gesamten Verankerungen zu berücksichtigen.

## 5.2 Querlasten mit wechselndem Vorzeichen

Ändern die angreifenden Querlasten mehrfach ihr Vorzeichen, sind geeignete Maßnahmen zu treffen, um ein Versagen des Ankers durch Ermüdung zu vermeiden (z. B. ist die Querlast durch Reibung zwischen dem Anbauteil und dem Verankerungsgrund weiterzuleiten (z. B. durch eine ausreichend hohe, ständige Vorspannkraft)).

Querlasten mit wechselndem Vorzeichen können auf Grund von Temperaturänderungen im befestigten Bauteil (z. B. in Fassadenelementen) auftreten. Daher sind diese Bauteile entweder so zu verankern, dass im Anker keine signifikanten Querlasten aus Zwangsverformungen des befestigten Bauteils auftreten oder es ist bei Querlasten mit Hebelarm die Biegebeanspruchung des höchstbeanspruchten Ankers  $\Delta\sigma = \max\sigma - \min\sigma$  im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit infolge von Temperaturschwankungen auf 100 N/mm<sup>2</sup> für Stahl zu begrenzen.

## 6 Verweise

- |     |                               |   |
|-----|-------------------------------|---|
| [1] | EAD 330076-00-0604            | Europäisches Bewertungsdokument für Metall-Injektionsanker zur Verankerung in Mauerwerk (in englischer Sprache)                   |
| [2] | DIN EN 1990:2010-12           | Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung   |
|     | DIN EN 1990/NA:2010-12        | Eurocode 0: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter  |
| [3] | DIN EN 1991-1:2010-12         | Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke  |
|     | DIN EN 1991-1/NA:2010-12      | Eurocode 1: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter  |
| [4] | DIN EN 1996-1-1:2013-02       | Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk |
|     | DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05    | Eurocode 6: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter  |
|     | DIN EN 1996-1-1/NA/A1:2014-03 | Eurocode 6: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter, Änderung A1   |
|     | DIN EN 1996-1-1/NA/A2:2015-01 | Eurocode 6: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter, Änderung A2   |
| [5] | DIN EN 1998-1:2010-12         | Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für den Hochbau          |
|     | DIN EN 1998-1/NA:2011-01      | Eurocode 8: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter  |

## **Impressum**

Herausgeber:  
Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)  
vertreten durch den Präsidenten  
Dipl.-Ing. Gerhard Breitschaft  
Kolonnenstraße 30 B  
10829 Berlin

Telefon: +49 30 787 30-0  
Telefax: +49 30 787 30-320  
E-Mail: [dibt@dibt.de](mailto:dibt@dibt.de)  
[www.dibt.de](http://www.dibt.de)

Verantwortlich:  
Dr.-Ing. Doris Kirchner

Diese Publikation wird im Internet unter [www.dibt.de](http://www.dibt.de) veröffentlicht und ist kostenfrei verfügbar.  
Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit Zustimmung des Herausgebers.