



Mitteilung des DIBt
Technische Regel

Referat I 2
Befestigungs- und Bewehrungstechnik
Treppen

**Bemessungsverfahren für Kunststoffdübel zur Verankerung in
Beton und Mauerwerk**

(Deutsches Anwendungsdokument zu EOTA TR 064 vom Mai 2018)

Stand: August 2019

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Anwendungsbereich..... | 3 |
| 1.1 | Dübelarten, Dübelgruppen und Dübelanzahl..... | 4 |
| 1.2 | Verankerungsgrund..... | 4 |
| 1.3 | Lastarten und Lastrichtungen | 4 |
| 1.4 | Besondere Begriffe in dieser Technischen Regel..... | 5 |
| 2 | Bemessungs- und Sicherheitskonzept..... | 6 |
| 2.1 | Bemessungskonzept..... | 6 |
| 2.2 | Grenzzustand der Tragfähigkeit..... | 7 |
| 2.3 | Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit..... | 7 |
| 3 | Statische Nachweise..... | 8 |
| 3.1 | Lasteinwirkung auf die Dübel | 8 |
| 3.2 | Querlasten mit und ohne Hebelarm | 8 |
| 4 | Grenzzustand der Tragfähigkeit..... | 9 |
| 4.1 | Allgemeines..... | 9 |
| 4.2 | Grenzzustand der Tragfähigkeit bei Verwendung in Beton | 9 |
| 4.2.1 | Widerstand bei Zugbeanspruchung | 9 |
| 4.2.2 | Widerstand bei Querbeanspruchung | 10 |
| 4.2.3 | Widerstand bei kombinierter Zug- und Querbeanspruchung..... | 11 |
| 4.3 | Grenzzustand der Tragfähigkeit für die Verwendung in Mauerwerk und in Porenbeton | 11 |
| 5 | Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit..... | 12 |
| 5.1 | Verschiebungen | 12 |
| 5.2 | Querlasten mit wechselndem Vorzeichen..... | 12 |
| 6 | Verweise | 13 |

1 Anwendungsbereich

Die Bemessungsverfahren in dieser Technischen Regel gelten für Kunststoffdübel für redundante nichttragende Systeme zur Verankerung in Beton und Mauerwerk mit einer Europäischen Technischen Bewertung (ETA) auf der Grundlage von EAD 330284-00-0604 [1] oder ETAG 020 [8]. Die Bemessungsverfahren basieren auf charakteristischen Widerständen und Dübel-Abständen, die in der ETA angegeben sind.

Redundante nichttragende Systeme sind Anwendungen, bei denen bei übermäßigem Schlupf oder Versagen eines Dübels die Last auf benachbarte Dübel übertragen werden kann, ohne dass die Erfüllung der Anforderungen an das Anbauteil im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit und im Grenzzustand der Tragfähigkeit wesentlich beeinträchtigt wird.

Die Definition von redundanten nichttragenden Systemen wird durch die Anzahl n_1 der Befestigungspunkte je Anbauteil und die Anzahl n_2 der Dübel je Befestigungspunkt angegeben. Darüber hinaus gibt n_3 (kN) die obere Grenze des Bemessungswertes der Einwirkungen auf einen Befestigungspunkt an, bis zu der die Anforderungen an die Festigkeit und Steifigkeit des Anbauteils erfüllt sind und die Lastübertragung bei übermäßigem Schlupf oder Versagen eines Dübels bei der Bemessung des Anbauteils nicht berücksichtigt werden muss.

Die Bemessung des zu befestigenden Anbauteils hat folglich so zu erfolgen, dass im Falle von übermäßigem Schlupf oder Versagen eines Dübels die Last auf benachbarte Dübel übertragen werden kann.

Folgende Grenzen sind zu beachten:

$$n_1 \geq 4; n_2 \geq 1 \text{ und } n_3 \leq 4,5 \text{ kN oder} \quad (1.1)$$

$$n_1 \geq 3; n_2 \geq 1 \text{ und } n_3 \leq 3,0 \text{ kN} \quad (1.2)$$

mit: n_1 = Anzahl von Befestigungspunkte

n_2 = Anzahl von Dübeln je Befestigungspunkt

n_3 = Bemessungswert der Einwirkungen N_{Ed} (kN) eines Befestigungspunkts

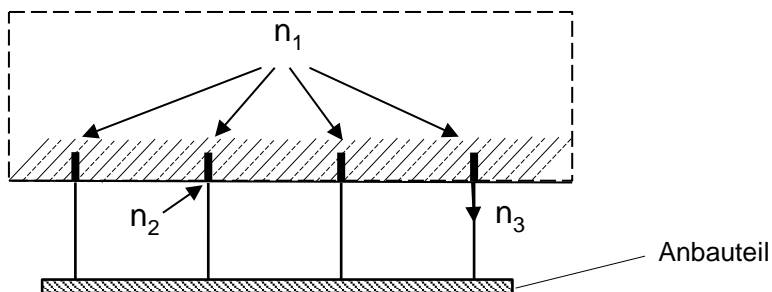


Abbildung 1.1: Beispiel für ein redundantes nichttragendes System

Die Bemessungsverfahren gelten für die Bemessung von Kunststoffdübeln in Normalbeton und Mauerwerk aus Ziegeln, Kalksandstein, Normalbeton, Leichtbeton, Porenbeton (AAC).

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

Die Bemessung und Konstruktion der Mauerwerksbauten, in denen die Kunststoffdübel 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 Dübelarten, Dübelgruppen und Dübelanzahl

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

Die Bemessungsverfahren gelten für Einzeldübel und Dübelgruppen mit zwei oder vier Dübeln. In einer Dübelgruppe dürfen nur Dübel der gleichen Art, Größe und Länge verwendet werden.

1.2 Verankerungsgrund

Tabelle 1: Definition der Gruppe des Verankerungsgrundes

| Gruppe | Verankerungsgrund | Beschreibung |
|--------|-------------------------------|--|
| a | Normalbeton | Gerissener und ungerissener Normalbeton mit Druckfestigkeitsklassen von mindestens C12/15 gemäß DIN EN 206-1 [5] |
| | | Dünne Bauteile (Wetterschalen) |
| | | Vorgefertigte, vorgespannte Hohlplatten |
| | | Ist der Randabstand eines Dübels kleiner als der Randabstand $c_{cr,N}$, so ist am Rand des Bauteils im Bereich der Verankerungstiefe eine Längsbewehrung von mindestens 6 mm vorzusehen. |
| b | Vollsteinmauerwerk | Vollsteine gemäß DIN EN 771-1,2,3 und 5 [6]. Sie haben in der Regel keine Löcher oder Hohlräume außer den materialeigenen Löchern oder Hohlräumen. Dennoch können Vollsteine eine senkrechte Lochung aufweisen, die bis zu 15 % des Querschnitts ausmacht. Die in der ETA angegebenen charakteristischen Widerstände gelten nur für die in der ETA angegebenen Steinformate oder für größere Steinformate. |
| c | Hohl- und Lochstein Mauerwerk | Hohl- und Lochsteine gemäß DIN EN 771-1,2,3 und 5 [6]. Sie haben einen bestimmten Volumenanteil an Hohlräumen, die durch den Mauerstein verlaufen. Die in der ETA angegebenen charakteristischen Widerstände gelten nur für die Steine und Blöcke, die in der ETA hinsichtlich des Grundmaterials, der Steingröße, der Druckfestigkeit der Steine sowie der Anordnung der Hohlräume angegeben sind. |
| d | Porenbeton (AAC) | Porenbetonsteine gemäß DIN EN 771-4 [6] und vorgefertigte bewehrte Bauteile aus Porenbeton gemäß DIN EN 12602 [7]. |

Mauerwerk:

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 Kunststoffdübel, die durch statische oder quasi statische Zuglasten, Querlasten oder einer Kombination aus Zug- und Querlasten oder Biegung beansprucht werden.

Diese Technische Regel behandelt nur Anwendungen, bei denen die Bauteile aus Mauerwerk, in denen die Kunststoffdübel verankert sind, statischen oder quasi-statischen Einwirkungen ausgesetzt sind.

1.4 Besondere Begriffe in dieser Technischen Regel

Die häufig verwendeten Bezeichnungen und Symbole sind im Folgenden angegeben.

Dübel

| | | |
|-----------|---|---|
| a | = | Achsabstand zwischen den äußeren Dübeln benachbarter Dübelgruppen oder zwischen Einzeldübeln |
| a_1 | = | Achsabstand zwischen den äußeren Dübeln benachbarter Dübelgruppen oder zwischen Einzeldübeln in Richtung 1 |
| a_2 | = | Achsabstand zwischen den äußeren Dübeln benachbarter Dübelgruppen oder zwischen Einzeldübeln in Richtung 2 |
| c | = | Randabstand |
| c_1 | = | Randabstand in Richtung 1; bei randnahen Verankerungen mit Querbeanspruchung ist c_1 der Randabstand in Richtung der Querlast |
| c_2 | = | Randabstand in Richtung 2; Richtung 2 ist senkrecht zu Richtung 1 |
| c_{cr} | = | Randabstand zur Sicherstellung des charakteristischen Widerstands eines Einzeldübeln |
| c_{min} | = | kleinster zulässiger Randabstand |
| e_1 | = | Abstand zwischen Querlast und Oberfläche des Verankerungsgrundes |
| d | = | Nenndurchmesser des Dübels |
| d_{nom} | = | Außendurchmesser des Dübels |
| h | = | Dicke des Bauteils (Wand) |
| h_{ef} | = | wirksame Verankerungstiefe |
| h_{nom} | = | Gesamtlänge des Dübels im Verankerungsgrund |
| s | = | Achsabstand der Kunststoffdübel einer Dübelgruppe |
| s_{min} | = | kleinster zulässiger Achsabstand |
| s_{cr} | = | Achsabstand zur Sicherstellung des charakteristischen Widerstands eines Einzeldübeln |

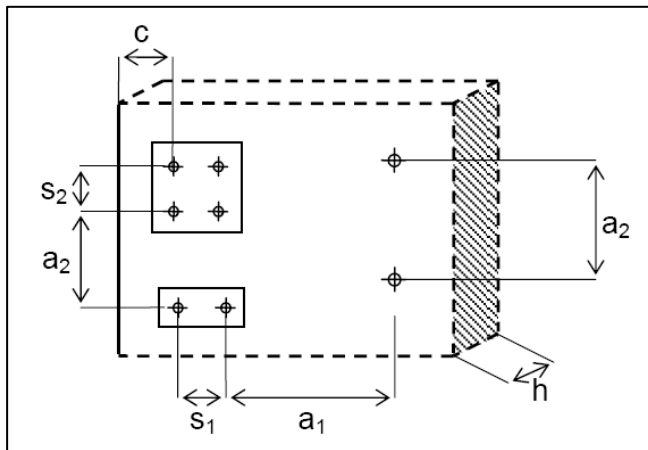


Abbildung 1.2: Dicke des Verankerungsgrundes, Achs- und Randabstände

Verankerungsgrund

| | | |
|---------------|---|--|
| $f_{ck,cube}$ | = | charakteristische Betondruckfestigkeit (gemessen an Würfeln) |
| f_{yk} | = | Nennwert der charakteristischen Streckgrenze des Stahls |
| f_{uk} | = | Nennwert der charakteristischen Zugfestigkeit des Stahls |

Einwirkungen und Widerstände

| | | |
|---|---|--|
| F | = | Kraft im Allgemeinen (resultierende Kraft) |
| N | = | Normalkraft (positiv: Zugkraft; negativ: Druckkraft) |
| V | = | Querkraft |
| M | = | Biegemoment |
| $F_{Ek} (N_{Ek}; V_{Ek}; M_{Ek}; M_{T,Ek})$ | = | charakteristischer Wert von Einwirkungen, die auf einen Einzeldübel oder die Ankerplatte einer Dübelgruppe einwirken (Normalkraft, Querkraft, Biegemoment, Torsionsmoment) |
| $F_{Ed} (N_{Ed}; V_{Ed}; M_{Ed}; M_{T,Ed})$ | = | Bemessungswert von Einwirkungen, die auf einen Einzeldübel oder die Ankerplatte einer Dübelgruppe einwirken (Normalkraft, Querkraft, Biegemoment, Torsionsmoment) |
| N_{Ed}^h, V_{Ed}^h | = | Bemessungswert der einwirkenden Zugkraft (Querkraft), die auf den höchstbeanspruchten Dübel einer Dübelgruppe einwirkt |
| N_{Ed}^g, V_{Ed}^g | = | Bemessungswert der Summe der (resultierenden) Zuglasten (Querlasten), die auf die zugbeanspruchten (querbeanspruchten) Dübel einer Gruppe einwirken |
| $F_{Rk} (N_{Rk}; V_{Rk})$ | = | charakteristischer Wert des Widerstands eines Einzeldübels bzw. einer Dübelgruppe (Normalkraft, Querkraft) |
| $F_{Rd} (N_{Rd}; V_{Rd})$ | = | Bemessungswert des Widerstands eines Einzeldübels bzw. einer Dübelgruppe (Normalkraft, Querkraft) |

Indizes

| | | |
|-------|---|-------------------------|
| E | = | Einwirkung |
| R | = | Widerstand |
| M | = | Material |
| k | = | charakteristischer Wert |
| d | = | Bemessungswert |
| s | = | Stahl |
| pol | = | polymer |
| c | = | Beton |
| m | = | Mauerwerk |
| AAC | = | Porenbeton |
| p | = | Herausziehen |
| u | = | Bruchwert |
| y | = | Streckgrenze |

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

$$E_d \leq R_d \quad (2.1)$$

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:

$$R_d = R_k / \gamma_M \quad (2.2)$$

mit: R_k = der charakteristische Widerstand eines einzelnen Dübels oder einer Dübelgruppe

γ_M = Teilsicherheitsbeiwert für das Material

2.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit

Es sind folgende Teilsicherheitsbeiwerte zu verwenden:

Stahlversagen

Zugbelastung:

$$\gamma_{Ms} = \frac{1,2}{f_{yk}/f_{uk}} \geq 1,4 \quad (2.3)$$

Querbelastung des Dübels mit und ohne Hebelarm:

$$\gamma_{Ms} = \frac{1,0}{f_{yk}/f_{uk}} \geq 1,25 \quad f_{uk} \leq 800 \text{ N/mm}^2 \quad \text{und} \quad f_{yk}/f_{uk} \leq 0,8 \quad (2.4)$$

$$\gamma_{Ms} = 1,5 \quad f_{uk} > 800 \text{ N/mm}^2 \quad \text{oder} \quad f_{yk}/f_{uk} > 0,8 \quad (2.5)$$

Versagen (Bruch) des Kunststoffspreizelements und/oder der Kunststoffhülse

$$\gamma_{Mpol} = 2,5 \quad (2.6)$$

Versagen des Kunststoffdübels im Verankerungsgrund

Bei Verwendung in Verankerungsgruppe a: $\gamma_{Mc} = 1,8 \quad (2.7)$

Bei Verwendung in Verankerungsgruppe b und c: $\gamma_{Mm} = 2,5 \quad (2.8)$

Bei Verwendung in Verankerungsgruppe d: $\gamma_{MAAC} = 2,0 \quad (2.9)$

2.3 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ist nachzuweisen, dass die unter den charakteristischen Einwirkungen (siehe Kapitel 4) 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 Dübel

Die Verteilung der einwirkenden Lasten auf die Dübel 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 Dübel wirkt.

Für Betonversagen unter Zug- und Querlast ist die auf die Dübelgruppe einwirkende Last zu berechnen.

Im Falle von Betonkantenversagen wird angenommen, dass die Querlast auf den am nächsten zum Rand liegenden Dübel wirkt.

3.2 Querlasten mit und ohne Hebelarm

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

- Das Anbauteil muss aus Metall bestehen und im Bereich der Verankerung ohne Zwischenschicht oder mit einer Mörtelausgleichsschicht einer Dicke von maximal 3 mm direkt am Verankerungsgrund befestigt sein.
- Das Anbauteil muss über die gesamte Dicke am Dübel anliegen.

Wenn diese zwei Bedingungen nicht erfüllt sind, wird der Hebelarm nach Gleichung (3.1) berechnet (siehe auch Abbildung 3).

$$l = a_3 + e_1 \quad (3.1)$$

mit: e_1 = Abstand zwischen der Querlast und der Bauteiloberfläche

$$e_1 = 0,5 \cdot t_{fix} + t_{tol}$$

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

d = Nenndurchmesser des Dübels

t_{tol} = Dicke der Mörtelschicht

t_{fix} = Dicke des Anbauteiles

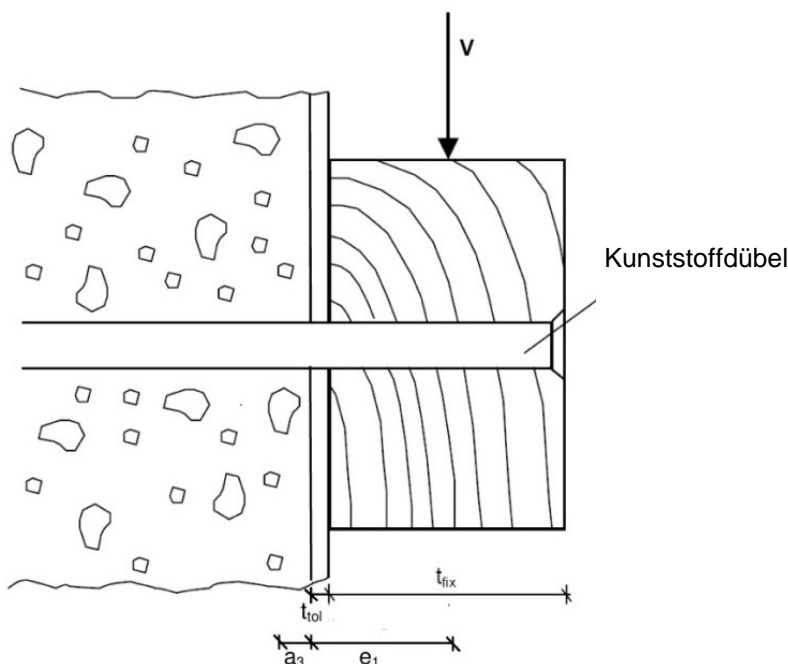


Abbildung 3.1: Definition des Hebelarms

4 Grenzzustand der Tragfähigkeit

4.1 Allgemeines

Die charakteristischen Werte für den Widerstand von Kunststoffdübeln im Grenzzustand der Tragfähigkeit für die Verwendung in Beton sind in Abschnitt 4.2 angegeben. Die charakteristischen Werte für den Widerstand und die entsprechenden besonderen Bedingungen für die Bemessung von Kunststoffdübeln zur Verwendung in Mauerwerk und in Porenbeton sind in Abschnitt 4.3 aufgeführt.

4.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit bei Verwendung in Beton

4.2.1 Widerstand bei Zugbeanspruchung

4.2.1.1 Erforderliche Nachweise

Tabelle 2: Erforderliche Nachweise bei Zugbeanspruchung

| | | Einzeldübel | Dübelgruppe | |
|------------------------------|---------------------------|--|--|--------------------------------------|
| Versagen des Spreizelementes | Metall (Stahl) | $N_{Ed} \leq N_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$ | $N_{Ed}^h \leq N_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$ | |
| | Kunststoff ⁽¹⁾ | $N_{Ed} \leq N_{Rk,pol}/\gamma_{Mpol}$ | $N_{Ed}^h \leq N_{Rk,pol}/\gamma_{Mpol}$ | |
| Versagen durch Herausziehen | | $N_{Ed} \leq N_{Rk,p}/\gamma_{Mc}$ | $N_{Ed}^h \leq N_{Rk,p}/\gamma_{Mc}$ | |
| Versagen durch Betonausbruch | | $N_{Ed} \leq N_{Rk,c}/\gamma_{Mc}$ | | $N_{Ed}^g \leq N_{Rk,c}/\gamma_{Mc}$ |

⁽¹⁾ gilt auch für Versagen der Kunststoffhülse, $N_{Rk,pol}$ ist nur in der ETA angegeben, wenn das Versagen durch den Bruch der Kunststoffhülse verursacht wurde

4.2.1.2 Versagen des Spreizelementes

Der charakteristische Widerstand eines Dübels bei Versagen (Bruch) des Spreizelementes $N_{Rk,s}$ oder $N_{Rk,pol}$ ist in der jeweiligen ETA angegeben.

4.2.1.3 Versagen durch Herausziehen

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

4.2.1.4 Versagen durch Betonausbruch

Der charakteristische Widerstand eines Dübels bzw. einer Dübelgruppe bei Versagen durch Betonausbruch ist:

$$N_{Rk,c} = 7,2 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} \cdot \frac{c}{c_{cr}} \quad (4.1)$$

$$\left(\frac{c}{c_{cr}}\right) \leq 1,0 \quad (4.2)$$

$$h_{ef}^{1,5} = \frac{N_{Rk,p}}{7,2 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}}} \quad (4.3)$$

mit: $N_{Rk,p}$ = in der ETA angegeben; $N_{Rk,p}$ [N]

c = Randabstand des äußeren Dübels der Gruppe

c_{cr} = Randabstand zur Sicherstellung des charakteristischen Widerstands; in der ETA angegeben

$f_{ck,cube}$ = charakteristische Betondruckfestigkeit (gemessen an Würfeln) in N/mm²; der Wert darf 60 N/mm² nicht überschreiten (entsprechend der Betonfestigkeitsklasse C50/60)

h_{ef} = wirksame Verankerungstiefe in mm

Dübel mit einem Achsabstand von $s \leq s_{cr}$ werden als Gruppe betrachtet mit einem charakteristischen Widerstand gegen Versagen durch Betonausbruch $N_{Rk,c}$ gemäß Gleichung (4.1) für die gesamte Gruppe.

Bei einem Achsabstand $s > s_{cr}$ werden die Dübel als Einzeldübel betrachtet, jeder mit einem charakteristischen Widerstand gegen Versagen durch Betonausbruch $N_{Rk,c}$.

4.2.2 Widerstand bei Querbeanspruchung

4.2.2.1 Erforderliche Nachweise

Tabelle 3: Erforderliche Nachweise bei Querbeanspruchung

| | | Einzeldübel | Dübelgruppe |
|---|----------------|--|--|
| Versagen des Spreizelementes, Querlast ohne Hebelarm | Metall (Stahl) | $V_{Ed} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$ | $V_{Ed}^h \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$ |
| | Kunststoff | $V_{Ed} \leq V_{Rk,pol}/\gamma_{Mpol}$ | $V_{Ed}^h \leq V_{Rk,pol}/\gamma_{Mpol}$ |
| Versagen des Spreizelementes, Querlast mit Hebelarm | Metall (Stahl) | $V_{Ed} \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$ | $V_{Ed}^h \leq V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$ |
| | Kunststoff | Querlast mit Hebelarm (Abstandsmontage) ist nicht erlaubt. | |
| Betonkantenbruch | | $V_{Ed} \leq V_{Rk,c}/\gamma_{Mc}$ | $V_{Ed}^g \leq V_{Rk,c}/\gamma_{Mc}$ |

4.2.2.2 Versagen des Spreizelementes, Querlast ohne Hebelarm

Der charakteristische Widerstand eines Dübels bei Stahlversagen oder Kunststoffversagen des Spreizelementes unter Querlast ohne Hebelarm $V_{Rk,s}$ oder $V_{Rk,pol}$ ist der jeweiligen ETA zu entnehmen.

4.2.2.3 Versagen des Spreizelementes, Querlast mit Hebelarm

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

$$V_{Rk,s} = \frac{M_{Rk,s}}{l} \quad (4.4)$$

mit: l = Hebelarm nach Gleichung (3.1)

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

4.2.2.4 Betonkantenbruch

Der charakteristische Widerstand eines Dübels oder einer Dübelgruppe bei Betonkantenbruch entspricht folgender Gleichung:

$$V_{Rk,c} = 0,45 \cdot \sqrt{d_{nom}} \cdot \left(\frac{h_{nom}}{d_{nom}}\right)^{0,2} \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c_1^{1,5} \cdot \left(\frac{c_2}{1,5 \cdot c_1}\right)^{0,5} \cdot \left(\frac{h}{1,5 \cdot c_1}\right)^{0,5} \quad (4.5)$$

$$\left(\frac{c_2}{1,5 \cdot c_1}\right)^{0,5} \leq 1,0 \quad (4.6)$$

$$\left(\frac{h}{1,5 \cdot c_1}\right)^{0,5} \leq 1,0 \quad (4.7)$$

mit: c_1 = Randabstand des am dichtesten zur Kante angeordneten Dübels in Lastrichtung

c_2 = Randabstand senkrecht zu Richtung 1

$f_{ck,cube}$ = charakteristische Betondruckfestigkeit (gemessen an Würfeln) in N/mm²; der Wert darf 60 N/mm² nicht überschreiten (entsprechend der Betonfestigkeitsklasse C50/60)

4.2.3 Widerstand bei kombinierter Zug- und Querbeanspruchung

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

$$\beta_N \leq 1,0 \quad (4.8)$$

$$\beta_V \leq 1,0 \quad (4.9)$$

$$\beta_N + \beta_V \leq 1,2 \quad (4.10)$$

mit: β_N (β_V) = Verhältnis zwischen Bemessungseinwirkung und Bemessungswiderstand bei Zugbeanspruchung (Querbeanspruchung).

In den Gleichungen (4.8) bis (4.10) ist jeweils der größte Wert von β_N und β_V für die einzelnen Versagensarten einzusetzen (siehe 4.2.1.1 und 4.2.2.1).

4.3 Grenzzustand der Tragfähigkeit für die Verwendung in Mauerwerk und in Porenbeton

Folgende besondere Bedingungen sind für das Bemessungsverfahren in Mauerwerk und in Porenbeton zu berücksichtigen:

- (1) Die ETA enthält nur einen charakteristischen Widerstand F_{Rk} unabhängig von der Lastrichtung und der Versagensart. Der zugehörige Teilsicherheitsbeiwert und die entsprechenden Werte c_{min} und s_{min} für diesen charakteristischen Widerstand sind ebenfalls in der ETA angegeben.

Im Fall von Querlast mit Hebelarm ist der charakteristische Widerstand des Dübels nach den Gleichungen (4.4) und (4.5) zu berechnen. Der kleinere Wert von F_{Rd} oder $V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$ (Stahl) oder $V_{Rk,pol}/\gamma_{Mpol}$ (Kunststoff) ist maßgebend.

- (2) Der charakteristische Widerstand F_{Rk} für einen einzelnen Kunststoffdübel kann auch für eine Gruppe aus zwei oder vier Kunststoffdübeln angesetzt werden, deren Achsabstand mindestens s_{min} beträgt.

Der Abstand zwischen Einzeldübeln bzw. zwischen Dübelgruppen beträgt $a \geq 250$ mm und $a > s_{min}$.

- (3) Die Lage der Kunststoffdübel zu den Fugen einer Mauerwerkswand (Verankerungsgrundgruppe b, c und d) und die Art der Fuge nach DIN EN 1996-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1996-1-1/NA [4], 8.1.5 sind bei der Bemessung der Verankerung in Mauerwerk zu berücksichtigen. Fugen können sichtbar (z. B. unverputzte Wand) oder nicht sichtbar sein (z. B. eine Wand mit Putz) sein. Je nach Art der Fuge und der Sichtbarkeit der Fugen auf der Baustelle werden in Tabelle 4 entsprechende Abminderungsfaktoren angegeben.

Tabelle 4: Charakteristischer Widerstand in Mauerwerk (Verankerungsgrundgruppe b, c und d) abhängig von der Art und Sichtbarkeit der Fugen

| 1 | Fugen | Charakteristischer Widerstand abhängig von den Fugen (a) | |
|---|---|--|---|
| | | Fugen sichtbar | Fugen nicht sichtbar |
| 2 | Verfüllt mit Mörtel (vertikale und horizontale Fugen) | F_{Rk} | $0,5 \cdot F_{Rk}$ (b) |
| 3 | Nicht verfüllt mit Mörtel (vertikale Fugen) | $0,5 \cdot F_{Rk}$ (c) und $N_{Ed} \leq 2,0$ kN (d) | $0,5 \cdot F_{Rk}$ und $N_{Ed} \leq 2,0$ kN (b) (d) |
| 4 | Verzahnung (vertikale Fugen) | F_{Rk} | $0,5 \cdot F_{Rk}$ |
| 5 | Miteinander verklebt (nur horizontale Fugen in Porenbetonmauerwerk) | F_{Rk} | $0,5 \cdot F_{Rk}$ |

- (a) F_{Rk} = charakteristische Widerstand, der in der ETA für die einzelnen Mauersteine angegeben ist
 - (b) Der Zustand der Fuge ist aus der Bemessung der Wand (z. B. Fugen der Wand sind so geplant, dass sie mit Mörtel verfüllt sind) oder aus einer aussagekräftigen Bewertung für die bestehende Konstruktion zu ermitteln.
 - (c) Der charakteristische Widerstand muss nicht auf $0,5 F_{Rk}$ reduziert werden, wenn der kleinste Randabstand c_{min} zu den vertikalen Fugen eingehalten wird. Der kleinste Randabstand c_{min} ist in der ETA für die einzelnen Mauersteine angegeben.
 - (d) N_{Ed} muss auf 2,0 kN begrenzt werden, um sicherzustellen, dass ein Herausziehen eines Steins aus der Wand verhindert wird.
- (4) Für vorgefertigte bewehrte Bauteile aus Porenbeton muss darüber hinaus Folgendes berücksichtigt werden, sofern keine speziellen Versuche und keine Berechnungen zur Bestimmung der Tragfähigkeit des Bauteils aus Porenbeton durchgeführt wurden:
- Der Bemessungswert für die durch die Verankerung verursachte Querbeanspruchung im Bauteil darf höchstens 40 % des Bemessungswertes des Widerstandes des Bauteils im kritischen Querschnitt betragen.
 - Der Randabstand c muss ≥ 150 mm für Platten mit einer Breite von ≤ 700 mm sein.
 - Der Achsabstand s der Befestigungspunkte muss $a \geq 250$ mm betragen. Für vorgefertigte bewehrte Deckenelemente muss der Achsabstand der Befestigungspunkte $a \geq 600$ mm betragen. Befestigungspunkte sind Einzeldübel oder Gruppen aus 2 oder 4 Dübeln.

5 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

5.1 Verschiebungen

Die charakteristische Verschiebung des Dübels unter festgelegten Zuglasten und Querlasten ist der ETA zu entnehmen. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Verschiebungen linear zur aufgetragenen Last zunehmen. 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 Durchgangslochs 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 Dübels 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 Dübel keine signifikanten Querlasten aus Zwangsverformungen des befestigten Bauteils auftreten oder es ist bei Querlasten mit Hebelarm die Biegebeanspruchung des höchstbeanspruchten Dübels $\Delta\sigma = \max\sigma - \min\sigma$ im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit infolge von Temperaturschwankungen auf 100 N/mm² für Stahl zu begrenzen.

6 Verweise

- | | | |
|-----|-------------------------------|---|
| [1] | EAD 330284-00-0604 | Europäisches Bewertungsdokument für Kunststoffdübel zur Verankerung von redundanten nichttragenden Systemen in Beton und 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 206-1:2001-07 | Beton: Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität |
| [6] | DIN EN 771-1:2015-11 | Festlegungen für Mauersteine – Teil 1: Mauerziegel |
| | DIN EN 771-2:2015-11 | Festlegungen für Mauersteine – Teil 2: Kalksandsteine |
| | DIN EN 771-3:2015-11 | Festlegungen für Mauersteine – Teil 3: Mauersteine aus Beton (mit dichten und porigen Zuschlägen) |
| | DIN EN 771-4:2015-11 | Festlegungen für Mauersteine – Teil 4: Porenbetonsteine |
| | DIN EN 771-5:2015-11 | Festlegungen für Mauersteine – Teil 5: Betonwerksteine |
| [7] | DIN EN 12602:2016-12 | Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton |
| [8] | ETAG 020:2012-03 | Leitlinie für die europäische technische Zulassung für Kunststoffdübel als Mehrfachbefestigung von nichttragenden Systemen zur Verankerung in Beton und Mauerwerk |

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
www.dibt.de

Verantwortlich:
Dr.-Ing. Doris Kirchner

Diese Publikation wird im Internet unter www.dibt.de veröffentlicht und ist kostenfrei verfügbar.
Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit Zustimmung des Herausgebers.