

Mitteilung des DIBt
Technische Regel

Referat I 2
Befestigungs- und Bewehrungstechnik
Treppen

Technische Regel

**Durchführung und Auswertung von Versuchen am Bau für
Kunststoffdübel in Beton und Mauerwerk mit ETA nach
EAD 330284-00-0604 bzw. nach ETAG 020**

Stand: September 2019

Inhaltsverzeichnis

1	Anwendungsbereich.....	3
1.1	Allgemeines.....	3
1.2	Begriffe.....	4
1.3	Anwendungsbedingungen	5
1.4	Symbole	6
2	Versuche	7
2.1	Vorbereitung der Versuche	7
2.2	Durchführung der Versuche.....	8
2.3	Versuchsbericht	10
3	Auswertung der Versuche.....	11
3.1	Allgemeines.....	11
3.2	Bruchversuche (Querlastversuche am Rand und Zugversuche).....	11
3.3	Probelastungen (Querlastversuche)	12
4	Angaben für die Bemessung.....	13
4.1	Charakteristische Tragfähigkeit	13
4.2	Achs- und Randabstände	14
4.3	Teilsicherheitsbeiwert.....	14
4.4	Fugeneinfluss.....	14
5	Literatur	15
Anhang A: Kategorien vergleichbarer Hohl- und Lochsteine		16
A.1	Anleitung zur Bestimmung des Referenzsteins	16
A.2	Anleitung zur Bestimmung des Referenzsteins	16

1 Anwendungsbereich

1.1 Allgemeines

In Europa gibt es eine Vielzahl von unterschiedlichsten Mauersteinen. Die Tragfähigkeit von Kunststoffdübeln hängt maßgeblich vom vorgesehenen Mauerstein als Verankerungsgrund ab. Es ist nicht möglich, Leistungsangaben für Kunststoffdübel in allen Mauersteinen zur Verfügung zu stellen.

Diese Technische Regel gilt nur für Kunststoffdübel mit einer Europäischen Technischen Bewertung (ETA) auf Basis der ETAG 020 [1] oder auf Basis des EAD 330284-00-0604 [2].

Dieses Dokument beinhaltet die Bestimmung der Tragfähigkeit von Kunststoffdübeln:

- in Mauersteinen und Deckensteinen, die nicht in der ETA erfasst sind oder
- in Mauersteinen und Deckensteinen, zu denen bauseits keine Angaben zu Rohdichte, Druckfestigkeit oder Format vorliegen,
- in Beton, wenn keine Informationen zur Druckfestigkeit vorliegen (nur Zugversuche),
- bei Anwendung von Bohrverfahren, die nicht in der ETA erfasst sind und
- bei größerer Verankerungstiefe.

Die charakteristischen Tragfähigkeiten in der ETA für die Verwendung in Vollsteinen einschließlich Porenbeton gelten für den Verankerungsgrund, der in der ETA angegeben ist und für größere Steinformate und/oder größere Druckfestigkeiten sowie größere Rohdichten der Steine.

Die charakteristischen Tragfähigkeiten in der ETA für die Verwendung in Hohl- oder Lochsteinen gelten nur für die Steine und Blöcke, die hinsichtlich Baustoff, Stein-, Loch- und Stegabmessungen und Druckfestigkeit denen entsprechen, die in der ETA angegeben sind.

Für Mauerwerk aus anderen Voll-, Hohl- oder Lochsteinen oder Porenbeton-Mauerwerk darf die charakteristische Tragfähigkeit des Kunststoffdübels durch Baustellenversuche an Einzelankern ermittelt werden, wenn

- in der ETA charakteristische Werte für den gleichen Baustoff und die gleiche Struktur des Verankerungsgrundes enthalten sind und
- die Anwendungsbedingungen im Abschnitt 1.3 eingehalten sind.

Die charakteristische Tragfähigkeit eines Kunststoffdübels kann durch Zugversuche (Bruchversuche) und durch Querlastversuche am Rand (Bruchversuche oder Probelastung) ermittelt werden. Die geprüfte Befestigungsstelle und der geprüfte Kunststoffdübel dürfen nicht für die Ausführung der Befestigung / Verankerung verwendet werden.

1.2 Begriffe

Verankerungsgrund:	charakterisiert durch Baustoff, Struktur und Geometrie
Baustoff:	Normalbeton (Nutzungskategorie a gemäß ETA), Mauerziegel, Kalksandsteine, Steine aus Leichtbeton, Porenbeton nach EN 771-4 [3] (Nutzungskategorie d gemäß ETA, aber keine Porenbetonplatten nach EN 12602 [4], Fugenmörtel (im Fall von Mauerwerk)
Struktur:	Vollstein (Nutzungskategorie b gemäß ETA), Hohl- und Lochsteine (Nutzungskategorie c gemäß ETA), Porenbeton (Nutzungskategorie d gemäß ETA)
Geometrie:	Steinabmessungen, Loch- und Stegabmessungen
Referenzstein:	vergleichbarer Stein der ETA bezüglich Steingeometrie (siehe auch Abschnitt 1.3), Struktur und Baustoff des Verankerungsgrundes
Referenzbeton:	vergleichbarer Beton bezüglich der Festigkeitsklasse (z.B. C12/15 und \geq C16/20 nach ETA)
Bruchversuche:	Versuche unter Zug- und/oder Querbelastrung bis zum Erreichen der Bruchlast (Lastniveau N_u, V_u).
Bruchlast:	maximal gemessener Lastwert bei Versagen Bei Abbruch des Versuches wird diese Last als Bruchlast bewertet.
Probelastungen:	Querlastversuche (ohne Hebelarm) bis zum Lastniveau der Probelastung V_p
Kunststoffdübel:	bestehend aus Kunststoffhülse und Spreizelement wie in der ETA beschrieben
Fachplaner:	ist ein auf dem Gebiet der Verankerungen und des Mauerwerksbaus erfahrener Ingenieur
Versuchsleiter:	ist fachkundig und für die Durchführung der Versuche vor Ort verantwortlich (z. B. Bauleiter, technischer Berater des Herstellers des Kunststoffdübels, Fachplaner) Er erfüllt die Anforderungen an Monteure entsprechend der "Hinweise für die Montage von Dübelverankerungen" [5]. Er hat zusätzliche Kenntnisse im Bereich von Versuchsdurchführungen auf der Baustelle insbesondere über <ul style="list-style-type: none">■ Klassifizieren/Skizzieren von Verankerungsgründen,■ Durchführung von Probebohrungen,■ Bedienung des Prüfgerätes,■ Unterscheidung Probelastung – Bruchversuch,■ Dokumentation von Versuchsergebnissen.
Sachkundiges Personal:	führt die Arbeiten auf der Baustelle aus und setzt die Kunststoffdübel für die Versuche erfüllt die Anforderungen an Monteure entsprechend der "Hinweise für die Montage von Dübelverankerungen" [5]

1.3 Anwendungsbedingungen

Bedingungen für Achs- und Randabstände

- Für Zug- und Querbeanspruchung dürfen Mindestrandabstände $30 \text{ mm} \leq c_{\text{min,Bst}} < c_{\text{min,ETA}}$ durch Baustellenversuche beurteilt werden. $c_{\text{min,ETA}}$ ist der Mindestrandabstand des Referenzsteines.
- Für Querbeanspruchung von Kunststoffdübeln im Verankerungsgrund Beton dürfen Mindestrandabstände $c_{\text{min,Ber}} \geq 50 \text{ mm}$ auch nach ETAG 020, Anhang C [1] oder TR 064 [6] berechnet werden (siehe auch Abschnitt 4.1)
- Für Querbeanspruchung von Kunststoffdübeln im Verankerungsgrund Vollstein und Porenbeton dürfen Mindestrandabstände $c_{\text{min,Ber}} \geq 100 \text{ mm}$ auch nach ETAG 020 [1] oder TR 064 [6] berechnet werden (siehe auch Abschnitt 4.1)
- Für Zug- und Querbeanspruchung sind die Achsabstände a_{min} für Verankerungen im Referenzstein bzw. im Referenzbeton gemäß ETA einzuhalten.
- Für Zug- und Querbeanspruchung sind bei Dübelgruppen die Achsabstände s_{min} für Verankerungen im Referenzstein bzw. im Referenzbeton gemäß ETA einzuhalten. Die Tragfähigkeit des Einzelankers gilt dann für die Gruppenbefestigung.

Zusätzliche Bedingungen bei Hohl- und Lochsteinen

- Vergleichbares Lochbild wie beim Referenzstein in der ETA (siehe Anhang A),

Kriterien für die Auswahl des Referenzsteines können sein:

- Anzahl Stege und Stegdicken,
 - Abstand der Stege über die Setztiefe,
 - gefüllte oder ungefüllte Kammern
 - Baustoff (Ziegel, Kalksandstein, Beton)
 - Druckfestigkeit, Rohdichte,
 - Wirkprinzip (z. B. Verspreizung) des Dübels,
 - Lastniveau des vergleichbaren Steines der ETA,
- Setzrichtung im Lochstein wie beim Referenzstein in der ETA.
Die in der ETA angegebenen Tragfähigkeiten gelten für rechtwinklig zur Wandebene gesetzte Kunststoffdübel (keine Setzposition in der Laibung), sofern nichts anderes in der ETA angegeben ist.

Verankerungstiefe

Größere Verankerungstiefen als im Referenzstein in der ETA sind möglich, wenn der Einfluss des Tiefersetzens durch die Versuche am Bau überprüft wird.

1.4 Symbole

a	Achsabstand der Dübel untereinander
$a_{\min,ETA}$	Minimaler Achsabstand der Dübel für den Referenzstein in der ETA
c	Randabstand des Dübels
c_{Ber}	Randabstand des Dübels aus der Berechnung
c_{Bst}	Randabstand des Dübels in den Versuchen am Bau
$c_{\min,ETA}$	Minimaler Randabstand des Dübels für den Referenzstein in der ETA
d_{nom}	Dübeldurchmesser
F_{Rk}	Charakteristische Tragfähigkeit des Kunststoffdübels für Mauerwerk, unabhängig von der Lastrichtung
$F_{Rk,ETA}$	Charakteristische Tragfähigkeit für den Referenzstein und die vorgesehenen Anwendungsbedingungen in der ETA
$F_{Rk,Bst}$	Charakteristische Tragfähigkeit aus den Versuchen am Bau
h_{nom}	Gesamtlänge des Dübels im Verankerungsgrund
k_s	statistischer Faktor in Abhängigkeit der Anzahl der Versuche zur Ermittlung der 5%-Fraktile einer Normalverteilung bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von 90%
l_d	Dübellänge
n	Anzahl Versuche
n_1	Anzahl Befestigungspunkte für die Befestigung des Anbauteiles
n_2	Anzahl Dübel pro Befestigungspunkt
N_1	Mittelwert der fünf kleinsten gemessenen Bruchwerte bei Zugversuchen
N_{Rk}	Charakteristische Zugtragfähigkeit des Kunststoffdübels
$N_{Rk,Bst}$	Charakteristische Zugtragfähigkeit, ermittelt durch Versuche am Bau oder im Prüflabor
$N_{Rk,ETA}$	Charakteristische Zugtragfähigkeit für den Referenzstein und die vorgesehenen Anwendungsbedingungen in der ETA
N_{Rm}	Mittelwert der Bruchlast bei Zugversuchen
$N_{Rk,p,ETA}$	Charakteristische Zugtragfähigkeit für den Referenzbeton und die vorgesehenen Anwendungsbedingungen in der ETA
N_u	Bruchlast bei Zugversuchen
s	Achsabstand der Dübel in einer Gruppe
s_{\min}	Minimaler Achsabstand der Dübel in einer Gruppe
t_{fix}	Anbauteildicke
t_{tol}	Dicke der nichttragenden / zu überbrückenden Schicht
v	Variationskoeffizient der Bruchlasten
V_1	Mittelwert der fünf kleinsten gemessenen Bruchwerte bei Querversuchen
V_{Ed}	Bemessungswert der Einwirkung (Querlast)
V_{Ek}	Charakteristischer Wert der Einwirkung (Querlast)
V_p	Gewählte Last für Probelastung
V_{Rk}	Charakteristische Quertragfähigkeit des Kunststoffdübels
$V_{Rk1,Bst}$	Charakteristische Quertragfähigkeit, ermittelt durch Bruchversuche am Bau oder im Prüflabor
$V_{Rk2,Bst}$	Charakteristische Quertragfähigkeit, ermittelt durch Probelastung am Bau
$V_{Rk,Ber}$	Charakteristische Quertragfähigkeit, ermittelt durch Berechnung

$V_{Rk,c,ref}$	Charakteristische Quertragfähigkeit für den Referenzbeton und die vorgesehenen Anwendungsbedingungen, ermittelt nach TR064
$V_{Rk,ETA}$	Charakteristische Quertragfähigkeit für den Referenzstein und die vorgesehenen Anwendungsbedingungen in der ETA
V_{Rm}	Mittelwert der Bruchlast bei Querlastversuchen
V_u	Bruchlast bei Querlastversuchen
γ_F	Teilsicherheitsbeiwert für die Einwirkung
γ_M	Teilsicherheitsbeiwert für das Material

2 Versuche

2.1 Vorbereitung der Versuche

Der Fachplaner muss bei den Versuchen am Bau von Beginn an eingebunden werden. Folgende Punkte sind von ihm zur Vorbereitung der Versuche festzulegen, zu dokumentieren und dem Versuchsleiter mitzuteilen:

- Versuchsart: Zugversuche / Querlastversuche / Bruchversuche / Probelastung
- Wenn unregelmäßiges Mauerwerk (z. B. Mauerwerk aus verschiedenen Steinen) vorliegt, sind für jede angetroffene Art des Verankerungsgrundes separate Versuche erforderlich und es sind getrennte Versuchsauswertungen vorzunehmen.
- Ermittlung der Beanspruchung für die Probelastung bei Querlastversuchen wie in ETAG 020 [1], Anhang C bzw. TR 064 [6] beschrieben. Durch Probelastungen können nur Tragfähigkeiten für Querlasten ohne Hebelarm ermittelt werden.
- Abstützung für das zu verwendende Auszugsgerät: Vorgabe des Abstandes zwischen Abstützung und Kunststoffdübel.
- Kunststoffdübel (relevante ETA) und Referenzstein bzw. Referenzbeton: Kriterien siehe Abschnitt 1.3
- Anzahl und Setzpositionen der zu prüfenden Kunststoffdübel:
 - Berücksichtigung der speziellen Bedingungen des Bauwerkes, so dass für den Kunststoffdübel aussagefähige Angaben über die charakteristische Tragfähigkeit im jeweiligen Verankerungsgrund abgeleitet werden können.
 - Berücksichtigung der Übertragbarkeit der Versuche auf andere Bauteile des Gebäudes (falls erforderlich).
 - Berücksichtigung möglicher Positionen bezüglich der Fuge siehe auch Abschnitt 4.4
 - Berücksichtigung der ungünstigsten Bedingungen der Anwendung (z. B. Beurteilung einer Putzschicht hinsichtlich der Verankerungstiefe und des Hebelarmes bei Querlast).
 - Festlegung des Bauteiles, in dem geprüft werden soll.
 - Festlegung der Randabstände für die Versuche (c_{Bst}).
 - Bei verputztem Mauerwerk sind mindestens 15 Versuche erforderlich.
- Verankerungstiefe, Anbauteildicke und Dicke nichttragender Schicht (wie in geplanter Anwendung), mögliche Toleranzen sind durch den Fachplaner zu berücksichtigen
- Bohrverfahren.

2.2 Durchführung der Versuche

Die Versuche werden auf Basis der Vorgaben des Fachplaners unter Verantwortung des Versuchsleiters durchgeführt.

Die für einen Kunststoffdübel anzusetzende charakteristische Tragfähigkeit wird durch Versuche am Bauwerk oder an nicht verbauten Einzelsteinen mit vergleichbaren Bedingungen bestimmt. Die Prüfungen können auch an Einzelsteinen oder vermauerten Steinen (Prüfkörper) in einem Prüflabor durchgeführt werden. Die Tragfähigkeit ist dabei mit einer auf den Kunststoffdübel wirkenden zentrischen Zuglast oder Querlast zu ermitteln.

Die Montage der zu prüfenden Verankerung ist durch sachkundiges Personal vom ausführenden Unternehmen durchzuführen, das die Kunststoffdübel installieren wird. Eine Einweisung durch den Versuchsleiter wird empfohlen. Alternativ kann die Montage der zu prüfenden Verankerung und Durchführung der Versuche auch durch den Versuchsleiter erfolgen.

Der zu prüfende Kunststoffdübel ist entsprechend der Montageanweisung des Herstellers (siehe entsprechende ETA) und den Festlegungen des Fachplaners einzubauen (entsprechend den Angaben zur Vorbereitung der Versuche).

Die Bohrlöcher für die Versuche sind mit einem neuen Bohrer zu erstellen.

Wenn bei der Montage Risse im Stein auftreten, ist der Versuch abzubrechen.

Die Prüfvorrichtung für die Versuche soll eine kontinuierliche Anzeige der aktuellen Kraft einschließlich der Erfassung des Spitzenwertes ermöglichen. Dieser Spitzenwert ist aufzuzeichnen. Die Kraft ist über eine kalibrierte Kraftmessdose (Genauigkeit $\pm 5\%$ auf den Messbereich) zu messen.

Die Last muss bei Zugversuchen rechtwinklig zur Oberfläche des Verankerungsgrundes einwirken und auf den Kunststoffdübel übertragen werden. Bei Querlastversuchen muss die Last parallel zur Oberfläche des Verankerungsgrundes in Richtung des freien Randes wirken. Die Reaktionskräfte sind in solcher Weise auf den Verankerungsgrund zu übertragen, dass ein mögliches Ausbrechen des Mauerwerks nicht behindert wird.

Aus diesem Grund wird für die Zugversuche der lichte Abstand zwischen der Abstützung und dem Kunststoffdübel von mindestens $1,5 h_{\text{nom}}$ (Abstützdurchmesser $3 h_{\text{nom}}$) empfohlen. Für die Querlastversuche sollte der Abstand der Abstützung auf dem Mauerwerk größer als die Steinhöhe und größer als der 3-fache Randabstand des Dübels sein (siehe Bild 3). Wenn das Ausbrechen nicht behindert wird (die Abstützung behindert den Ausbruchkegel nicht), können kleinere Abstützweiten gewählt werden.

Zusätzlich darf bei Hohl- und Lochsteinen die Abstützung nicht direkt senkrecht oberhalb oder unterhalb des Kunststoffdübels auf dem gleichen Stein erfolgen (siehe Bild 1), um das Ausbrechen eines Steges nicht zu behindern. Bei kleinformatischen Steinen (≤ 115 mm Steinhöhe) muss die Abstützung außerhalb des Steines liegen (siehe Bild 2).

Während der Bruchversuche ist die Last langsam und stetig zu steigern, so dass die erwartete Bruchlast nach nicht weniger als 1 Minute erreicht wird. Die Bruchlast ist aufzuzeichnen.

Bei Probelastungen und Abbruch der Versuche vor Erreichen der Bruchlast ist die Last so zu erhöhen, dass die Probelast bzw. die Last bei Abbruch des Versuches nach nicht weniger als 1 Minute erreicht wird und mindestens eine Minute gehalten wird. Diese Last ist aufzuzeichnen.

Bei einem geringen Abfall der Last auf Grund von Verunreinigungen (z. B. Sandkorn) unter der Abstützung ist ein Nachspannen möglich, um die Last über 1 Minute halten zu können. Wenn danach weitere Lastabfälle beobachtet werden, ist das Versuchsergebnis zu verwerfen.

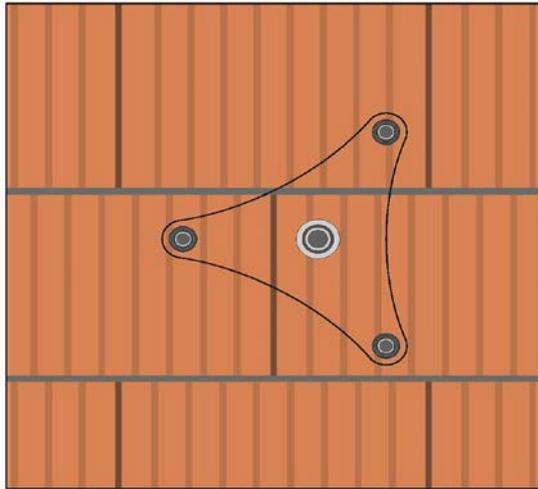


Abbildung 1: Beispiel für Abstützung bei Hohl- und Lochsteinen

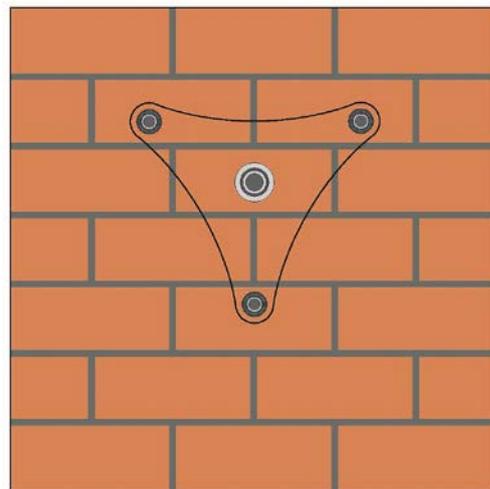


Abbildung 2: Beispiel für Abstützung bei kleinformatischen Steinen

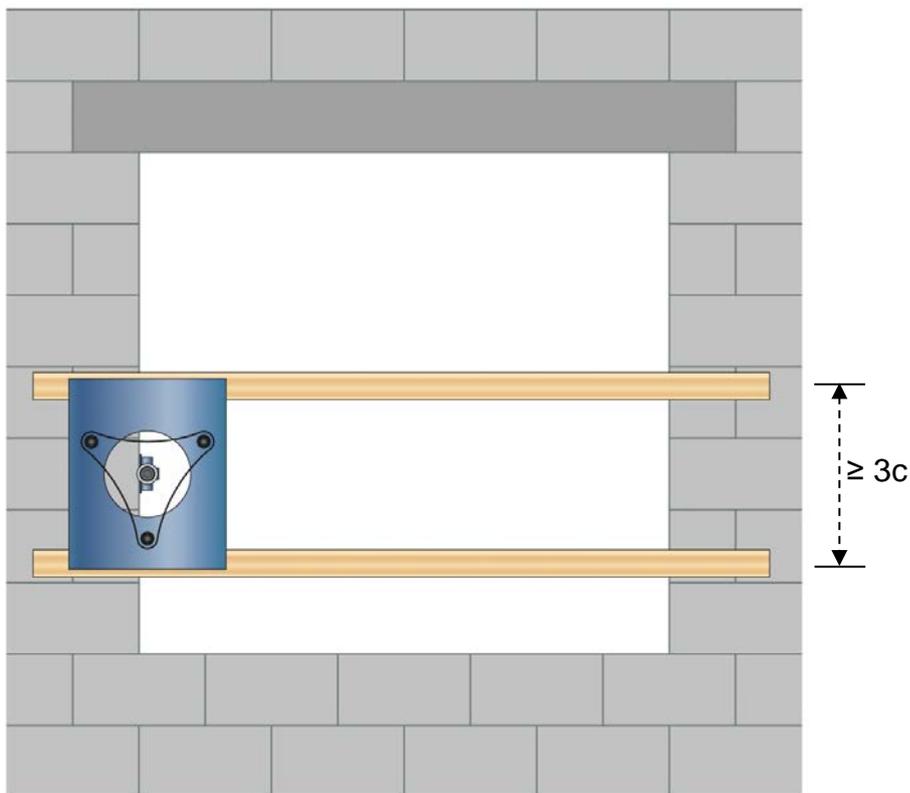


Abbildung 3: Beispiel für Abstützung bei Querlastversuchen in der Laibung

Bei der Prüfung von Deckensteinen ist das gesamte System (Deckensteine im Verband und Auflager auf den Trägern) zu prüfen. Die Abstützung der Prüfvorrichtung erfolgt in diesem Fall auf den Trägern.

2.3 Versuchsbericht

Verantwortlich für den Versuchsbericht ist der Versuchsleiter.

Der Versuchsbericht soll alle Angaben enthalten, die zur Beurteilung der Tragfähigkeit des geprüften Kunststoffdübels erforderlich sind. Die folgenden Angaben sind notwendig. Abweichungen sind mit dem Fachplaner abzustimmen.

Allgemeine Angaben:

- Bauwerk, Bauvorhaben, Adresse, Bauteile (Fotos oder Markierung im Plan und eindeutige textliche Beschreibung)
- Datum und Ort der Prüfungen
- Beteiligte (Bauherr, Fachplaner, Versuchsleiter, ausführender Betrieb)
- Versuche durchgeführt; Unterschrift (Versuchsleiter)
- zu befestigendes Bauteil

Angaben zum vorhandenen Verankerungsgrund:

- Sichtbeurteilung des Verankerungsgrundes (Fugenvermörtelung, Fugenverzahnung, Fugenbreite, Regelmäßigkeit, Mauerwerk-Verband, verputzt)
- Informationen zu einer nichttragenden / zu einer überbrückenden Schicht (z. B. Putzschicht oder Dämmung): Dicke t_{tol} und Baustoff
- Art des Baustoffes, Farbe des Bohrmehles
- zusätzliche Angaben zum vorhandenen Verankerungsgrund in Abstimmung mit dem Fachplaner: z.B. Wanddicke, Festigkeitsklasse, Rohdichte, Abmessungen der Steine, Lochgeometrie bei Hohl- und Lochsteinen
- Art der Fugen, z. B. unvermörtelte Stoßfuge, Mörtelklasse (falls relevant), Dickbettmörtel, Dünnbettmörtel, geklebte Fuge

Kunststoffdübel / Installation:

- Kunststoffdübel: Angabe der ETA, Bezeichnung des Produkts, gegebenenfalls Artikelnummer, Dübeldurchmesser d_{nom} , Dübellänge l_d
- Lage des Kunststoffdübels (Lage zu Rändern c_{Bst} , Fugen, weiteren Kunststoffdübeln)
- angewendetes Bohrverfahren (Hammerbohren, Schlagbohren, Drehbohren)
- Hersteller und Typ des Bohrers
- Schneidendurchmesser des Bohrers vor und nach dem Bohren
- detaillierte Beschreibung der durchgeführten Bohrlochreinigung (z. B. ohne Ausblasen, Ausblasen mit Handpumpe oder mit Druckluft, aussaugen)
- Anbauteildicke t_{fix} , Gesamtlänge des Dübels im Verankerungsgrund $h_{nom} = l_d - t_{tol} - t_{fix}$
- prüfen, ob der Dübel richtig gesetzt ist (entsprechend der Montageanweisung des Herstellers)
- Setzrichtung – horizontal (Wand, Laibung), vertikal (Decke)

Versuchsdurchführung und -ergebnis:

- Prüfvorrichtungen, Gerätenummer und Gültigkeitsdatum der Kalibrierung, Kalibrierkonstante oder Kalibrierzeugnis des Prüfgerätes
- Abstützungsabstand, Foto des Versuchsaufbaus (vorzugsweise) oder textliche Beschreibung bzw. Skizze zu Setzposition im Stein bezüglich der Fugen/Steinränder, Lokalisierung des Prüfungsorts
- Höhe der Probelastung V_p

- Prüfungsergebnisse einschließlich Angabe der Versagensart und des Wertes N_u für Zugversuche bzw. V_u für Querlastversuche

Der Versuchsbericht und gegebenenfalls Anmerkungen zu den Randbedingungen sind vom Versuchsleiter an den Fachplaner zu übergeben.

Der Fachplaner informiert die Ausführungsfirma über die maßgebenden Randbedingungen und Montagebedingungen, die sich aus dem Versuchsbericht ergeben. Diese Bedingungen sind bei der Ausführung der Befestigungen einzuhalten.

3 Auswertung der Versuche

3.1 Allgemeines

Die Vorgabe der Prüflasten bei Probelastungen (Querlast ohne Hebelarm) erfolgt durch den Fachplaner in Abstimmung mit dem Tragwerksplaner.

Die statistische Auswertung und die Ermittlung der charakteristischen Tragfähigkeit entsprechend dieses Abschnittes werden in Verantwortung des Fachplaners erstellt und sind von ihm nachvollziehbar zu dokumentieren.

Wenn durch die Baustellenversuche Mindestrandabstände c_{Bst} ermittelt werden, so sind diese Versuche getrennt von den Versuchen ohne Randabstand auszuwerten.

Hinweis: Aufgrund des Bemessungsverfahrens nach TR 064 [6] ist die Tragfähigkeit begrenzt auf:

$$F_{Rk,Bst} \leq 4,5 \text{ kN} \cdot \gamma_M \quad (\text{für } n_1 \geq 4 \text{ und } n_2 \geq 1) \quad (1)$$

$$\leq 3,0 \text{ kN} \cdot \gamma_M \quad (\text{für } n_1 \geq 3 \text{ und } n_2 \geq 1)$$

mit: n_1 = Anzahl Befestigungspunkte für die Befestigung des Anbauteils
 n_2 = Anzahl Dübel pro Befestigungspunkt
 γ_M = Teilsicherheitsbeiwert nach ETAG 020, Annex C oder TR 064

3.2 Bruchversuche (Querlastversuche am Rand und Zugversuche)

Die minimale Anzahl von Zugversuchen ist $n = 5$ für unverputztes Mauerwerk und $n = 15$ für verputztes Mauerwerk.

Die charakteristischen Werte werden als 5%-Fraktile unter Zugrundelegung einer Normalverteilung bestimmt.

$$N_{Rk,Bst} = N_{Rm} \cdot (1 - k_s \cdot v) \cdot 0,6 \leq F_{Rk,ETA} \quad (2)$$

$$V_{Rk1,Bst} = V_{Rm} \cdot (1 - k_s \cdot v) \cdot 0,6 \leq F_{Rk,ETA} \quad (3)$$

mit: $N_{Rk,Bst}$ = durch Bruchversuche ermittelte charakteristische Zugtragfähigkeit (Versuche am Bau oder im Prüflabor)
 $V_{Rk1,Bst}$ = durch Bruchversuche ermittelte charakteristische Quertragfähigkeit (Versuche am Bau oder im Prüflabor)
 N_{Rm} = Mittelwert der Bruchlasten N_u
 V_{Rm} = Mittelwert der Bruchlasten V_u
 $F_{Rk,ETA}$ = für Mauerwerk: charakteristische Tragfähigkeit für den Referenzstein und die vorgesehenen Anwendungsbedingungen gemäß ETA
für Beton: charakteristische Tragfähigkeit für den Referenzbeton und die

- vorgesehenen Anwendungsbedingungen gemäß ETA ($N_{Rk,p,ETA}$) bzw. gemäß Berechnung nach TR064 ($V_{Rk,c,ref}$)
- v = Variationskoeffizient der Bruchlasten,
wenn der Bruchversuch vor Erreichen der Bruchlast abgebrochen wird, ist mit $v = 20\%$ zu rechnen
- k_s = statistischer Faktor in Abhängigkeit der Anzahl der Versuche zur Ermittlung der 5%-Fraktile einer Normalverteilung bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von 90%

Tabelle 1: k_s -Faktoren in Abhängigkeit der Anzahl der Versuche

k _s -Faktor in Abhängigkeit der Anzahl der Versuche														
n	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	25	30
k _s	3,40	3,09	2,89	2,75	2,65	2,57	2,50	2,45	2,40	2,36	2,33	2,21	2,13	2,08

Für weitere Versuchsanzahlen k_s -Faktor entsprechend:

"Grundlagen zur Beurteilung von Baustoffen, Bauteilen und Bauarten im Prüfzeichen- und Zulassungsverfahren" [7] oder "Handbook of Statistical Tables" [8]

Anmerkung: Der Faktor 0,6 berücksichtigt die nicht durch die Baustellenversuche abgeprüften Anwendungsbedingungen (z. B. Temperatur, Feuchte, Verhalten unter Dauerlast).

Wenn die Anzahl der Versuche gleich oder größer als 15 ist, kann die charakteristische Tragfähigkeit aus den gemessenen Werten von N_1 bzw. V_1 auch wie folgt ermittelt werden:

$$N_{Rk,Bst} = 0,5 \cdot N_1 \leq F_{Rk,ETA} \quad (4)$$

$$V_{Rk1,Bst} = 0,5 \cdot V_1 \leq F_{Rk,ETA} \quad (5)$$

mit: N_1, V_1 = Mittelwert der fünf kleinsten gemessenen Werte der Bruchlast N_u bzw. V_u

$N_{Rk,Bst}, V_{Rk1,Bst}, F_{Rk,ETA}$ siehe Gleichung (2) und (3)

3.3 Probelastungen (Querlastversuche)

Es sind mindestens 15 Versuche durchzuführen.

Die Last für die Probelastung ist nach folgender Gleichung zu wählen.

$$V_p \geq V_{Ed} \cdot \gamma_M / 0,6 \quad (6)$$

$$\leq F_{Rk,ETA} / 0,6 \quad (7)$$

mit: V_p = gewählte Last für die Probelastung

V_{Ed} = Bemessungswert der Einwirkung ($V_{Ek} \cdot \gamma_F$)

γ_M = Teilsicherheitsbeiwert der Tragfähigkeit siehe Abschnitt 4.3

$F_{Rk,ETA}$ = für Mauerwerk: charakteristische Tragfähigkeit für den Referenzstein und die vorgesehenen Anwendungsbedingungen gemäß ETA
für Beton: charakteristische Tragfähigkeit für den Referenzbeton und die vorgesehenen Anwendungsbedingungen gemäß Berechnung nach TR064 ($V_{Rk,c,ref}$)

Anmerkungen:

Um die Wahrscheinlichkeit des Versagens bei der Probelastung zu verringern, kann es sinnvoll sein, die Last für die Probelastung V_p auf einen abgeminderten Wert der charakteristischen Tragfähigkeit F_{Rk} gemäß ETA für den Referenzstein zu begrenzen (z. B. $V_p \leq 0,8 F_{Rk,ETA} / 0,6$).

Der Divisor 0,6 berücksichtigt die nicht durch die Baustellenversuche abgeprüften Anwendungsbedingungen (z. B. Temperatur, Feuchte, Verhalten unter Dauerlast).

Wenn in allen Versuchen während einer Haltedauer der Probelast von mindestens 1 Minute weder eine sichtbare Verschiebung noch ein kritischer Lastabfall des Kunststoffdübels auftritt, kann die charakteristische Tragfähigkeit $V_{Rk2,Bst}$ nach Gleichung (8) ermittelt werden. Als kritischer Lastabfall wird ein Lastabfall bezeichnet, der über den Relaxationsabfall von 10% der Probelast hinausgeht.

Wenn der Lastabfall den Grenzwert von 10% überschreitet, ist es zulässig, die Lasthöhe einmalig auf den Ausgangswert V_p nachzustellen und diese mindestens 10 Minuten zu halten. Wenn während dieser Zeit keine sichtbare Verschiebung auftritt und der weitere Lastabfall maximal 5% der Probelast beträgt, kann die charakteristische Tragfähigkeit nach Gleichung (8) ermittelt werden.

$$V_{Rk2,Bst} = V_p \cdot 0,6 \leq F_{Rk,ETA} \quad (8)$$

mit: $V_{Rk2,Bst}$ = durch Probelastung ermittelte charakteristische Quertragfähigkeit
 $V_p, F_{Rk,ETA}$ siehe Gleichungen (6) und (7)

Wenn bei einem oder mehreren Versuchen eine sichtbare Verschiebung auftritt oder die genannten Kriterien für den Lastabfall nicht eingehalten werden, ist die Probelastung auf dem Lastniveau V_p als nicht bestanden zu werten. Es sind entweder Bruchversuche nach Abschnitt 3.2 durchzuführen oder aber neue Probelastungen mit einer geringeren gewählten Last. Der Fachplaner ist hinzuzuziehen.

4 Angaben für die Bemessung

4.1 Charakteristische Tragfähigkeit

Die Ermittlung der charakteristischen Tragfähigkeit für die Bemessung muss durch den Fachplaner erfolgen.

Die charakteristische Tragfähigkeit des Kunststoffdübels N_{Rk} , V_{Rk} (für Beton) oder F_{Rk} (für Mauerwerk) ergibt sich aus den Versuchen nach Abschnitt 3 ($N_{Rk,Bst}$ und/oder $V_{Rk1,Bst}$ oder $V_{Rk2,Bst}$ für $c_{Bst} \geq 30$ mm) oder durch Berechnung ($V_{Rk,Ber}$) wie folgt:

Beton:

$$N_{Rk} = N_{Rk,Bst}$$

$$V_{Rk} = V_{Rk1,Bst} \text{ oder } V_{Rk2,Bst} \text{ für } c_{Bst} \geq 30 \text{ mm oder}$$

$$V_{Rk} = V_{Rk,Ber} \text{ nach ETAG 020, Anhang C oder TR 064 für } c_{Ber} \geq 50 \text{ mm oder } c_{Ber} \geq c_{min,ETA}$$

Vollsteine:

$$F_{Rk} = \min(N_{Rk,Bst}; \min(V_{Rk1,Bst} \text{ oder } V_{Rk2,Bst}; V_{Rk,Ber}))$$

$$V_{Rk,Ber} = \text{Berechnung nach ETAG 020, Teil 3 oder EAD 330284-00-0604, Gleichung (2.26) für } c_{Ber} \geq 100 \text{ mm oder } c_{Ber} \geq c_{min,ETA}$$

Porenbeton:

$$F_{Rk} = \min(N_{Rk,Bst}; \min(V_{Rk1,Bst} \text{ oder } V_{Rk2,Bst}; V_{Rk,Ber}))$$

$$V_{Rk,Ber} = \text{Berechnung nach ETAG 020, Teil 5 (Porenbeton) oder EAD 330284-00-0604, Gleichung (2.33) für } c_{Ber} \geq 100 \text{ mm oder } c_{Ber} \geq c_{min,ETA}$$

Lochsteine:

$$F_{Rk} = N_{Rk,Bst} \quad \text{für } c_{Bst} \geq 100 \text{ mm und } N_{Rk} \leq 2,5 \text{ kN}$$

$$F_{Rk} = \min(N_{Rk,Bst}; V_{Rk1,Bst} \text{ oder } V_{Rk2,Bst}) \quad \text{für } c_{Bst} < 100 \text{ mm oder } N_{Rk} > 2,5 \text{ kN}$$

Wenn die Quertragfähigkeit aus einer Probelastung ($V_{Rk2,Bst}$) bestimmt wird, sind nur Querlasten ohne Hebelarm zulässig.

4.2 Achs- und Randabstände

Die im Abschnitt 4.1 ermittelten charakteristischen Tragfähigkeiten gelten für folgende Achsabstände a und Randabstände c :

Achsabstand Einzeldübel:

$$a \geq a_{\min,ETA} \quad (\text{für volle Tragfähigkeit des Einzeldübels})$$

Randabstand für N_{Rk} , V_{Rk} (Beton) und F_{Rk} (Mauerwerk):

$$c \geq c_{\min,ETA} \quad (\text{ohne Versuche nach 3.2 oder 3.3 oder Berechnung nach 4.1) oder}$$

$$c \geq c_{Bst} \geq 30 \text{ mm} \quad (\text{für Versuche mit } c_{Bst} \text{ entsprechend Abschnitt 2) oder}$$

$$c \geq c_{Ber} \quad (\text{für Berechnungen mit } c_{Ber} \text{ nach 4.1})$$

4.3 Teilsicherheitsbeiwert

Als Material-Teilsicherheitsbeiwert ist für den Verankerungsgrund Beton $\gamma_M = 1,8$, für den Verankerungsgrund Porenbeton $\gamma_M = 2,0$ und für den Verankerungsgrund Mauerwerk aus allen anderen Steinen $\gamma_M = 2,5$ anzusetzen.

4.4 Fugeneinfluss

Zur Berücksichtigung des Fugeneinflusses sind die Abminderungsfaktoren nach ETAG 020, Anhang C, Tabelle 7.1 [1] bzw. nach TR 064, Tabelle 4 [3] zu berücksichtigen.

Der Fugeneinfluss kann bei Verankerungen in norm- bzw. zulassungskonformem Planziegelmauerwerk nach DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05 [9] (NA.7) vernachlässigt werden, wenn folgende Bedingungen eingehalten sind:

- Bohrlochdurchmesser ≥ 10 mm,
- Stoßfugen knirsch gestoßen,
- Lagerfugen in Dünnbett- oder Mittelbettmörtel mit einer maximalen Dicke von 6 mm oder Klebefugen.

5 Literatur

- [1] Guideline for European technical approval ETAG 020: Plastic anchors for multiple use in concrete and masonry for non-structural applications, Edition March 2012
- [2] European Assessment Document EAD 330284-00-0604: Plastic anchors for redundant non-structural systems in concrete and masonry, Draft June 2018
- [3] DIN EN 771-4:2011-07+A1:2015-11: Festlegungen für Mauersteine - Teil 4: Porenbetonsteine; Deutsche Fassung
- [4] DIN EN 12602:2016-12: Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton
- [5] DIBt: Hinweise für die Montage von Dübelverankerungen, Oktober 2010 (www.dibt.de)
- [6] Technical Report TR 064: Design methods for plastic anchors in concrete and masonry, May 2018
- [7] IfBt: Grundlagen zur Beurteilung von Baustoffen, Bauteilen und Bauarten im Prüfzeichen- und Zulassungsverfahren, Mai 1986, Tabelle A6.2 (www.dibt.de)
- [8] Owen, D.: Handbook of Statistical Tables 3, Addison/Wesley Publishing Company Inc., 1962
- [9] DIN EN 1996-1-1:2013-02 und DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05 - Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten, Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk
- [10] DIN 20000-401:2017-01: Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken- Teil 401: Regeln für die Verwendung von Mauerziegeln nach DIN EN 771-1:2015-11
- [11] DIN 20000-402:2017-01: Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken- Teil 402: Regeln für die Verwendung von Kalksandsteinen nach DIN EN 771-2:2015-11
- [12] DIN 20000-403:2019-04: Entwurf; Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken- Teil 403: Regeln für die Verwendung von Mauersteinen aus Beton (mit dichten und porigen Zuschlägen) nach DIN EN 771-3:2015-11

Anhang A: Kategorien vergleichbarer Hohl- und Lochsteine

A.1 Anleitung zur Bestimmung des Referenzsteins

1. Probebohrung im vorliegenden Verankerungsgrund auf der Baustelle herstellen $d \geq 18$ mm (gegebenenfalls Bohrung des 1. Versuchs verwenden)
2. Abschätzen der Außenstegdicke (Messung mit Gliedermaßstab)
3. Abschätzen der Kammertiefe
4. Feststellen der Bohrmehlfarbe / Feststellen einer evtl. vorhandenen Kammerfüllung
5. Anfertigung einer Skizze für den Prüfbericht
6. Eingrenzung des Steines auf eine Kategorie entsprechend A.2 anhand der gewonnenen Informationen
7. Prüfung, ob ein ähnlicher Stein in der ETA des Kunststoffdübels verfügbar ist; dieser ist dann der Referenzstein

A.2 Anleitung zur Bestimmung des Referenzsteins

(siehe nachfolgend)

Kategorie C1

Steine nach deutscher Anwendungsnorm; Verankerung in mehreren Stegen, ohne Füllmaterial

Grundsatz: Durchdringung vieler Stege im Bereich der Verankerung, relativ zur Verankerungstiefe

Ziegel

Außenstegdicke¹: ≥ 10 mm

Innenstegdicke¹: ≥ 6 mm

Gesamtlochquerschnitt:

$15\% < A \leq 50\%$

Einzellochquerschnitt:

$A \leq 6$ cm²

DIN EN 771-1:2015-11 in
Verbindung mit DIN 20000-
401:2017-01 [10]

Kalksandsteine

Außenstegdicke¹: ≥ 10 mm

Innenstegdicke¹: ≥ 5 mm

Gesamtlochquerschnitt:

$15\% < A \leq 50\%$

Einzellochquerschnitt:

$A \leq 15\%$ ²

DIN EN 771-2:2015-11 in
Verbindung mit DIN V 20000-
402: 2017-01 [11]

Leicht- und Normalbetonsteine

Außenstegdicke¹: ≥ 20 mm

Innenstegdicke¹: ≥ 20 mm

Gesamtlochquerschnitt:

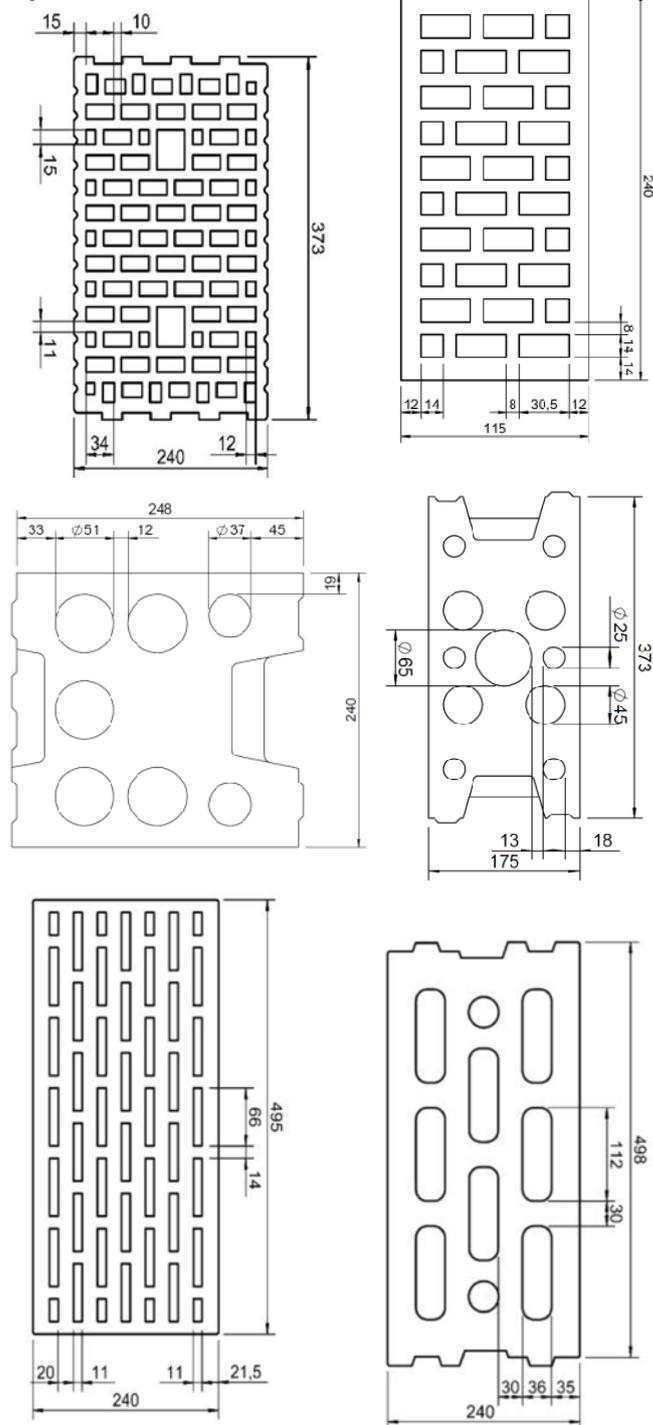
$25\% < A \leq 70\%$

Einzellochquerschnitt:

$A \leq 30\%$ ²

DIN EN 771-3:2015-11 in
Verbindung mit DIN 20000-403:
2019-04 [12]

Beispiele



¹ quer zur Dübelachse

² Diese Werte sind nicht in den Anwendungsnormen geregelt und daher DIN EN 1996-1-1 [9] entnommen.

Kategorie C2

Steine mit filigraner Stegstruktur, mit und ohne Füllung

Grundsatz: Durchdringung vieler zumeist dünner Stege im Bereich der Verankerung

C2a Ziegel mit Füllmaterial

Außenstegdicke¹: ≥ 6 mm

Innenstegdicke¹: ≥ 3 mm

Gesamtlochquerschnitt:

$15\% < A \leq 70\%$

Einzellochquerschnitt:

$A \leq 15 \text{ cm}^2$ (Ausnahme

Grifflöcher)

Allgemeine bauaufsichtliche

Zulassung

z.B. Z-17.1-1085, Z-17.1-914

C2b Ziegel ohne Füllmaterial

Außenstegdicke¹: ≥ 6 mm

Innenstegdicke¹: ≥ 3 mm

Gesamtlochquerschnitt:

$15\% < A \leq 70\%$

Einzellochquerschnitt:

$A \leq 15 \text{ cm}^2$ (Ausnahme

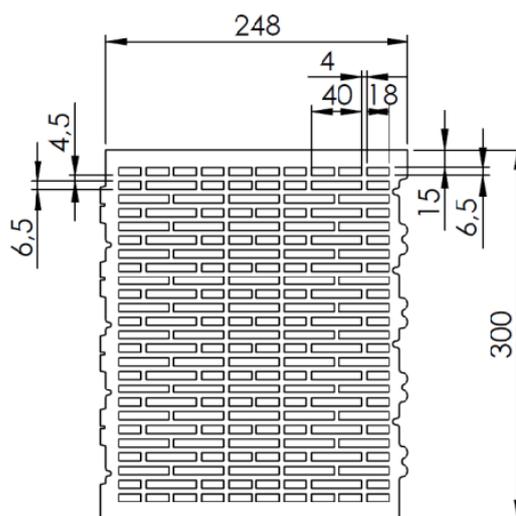
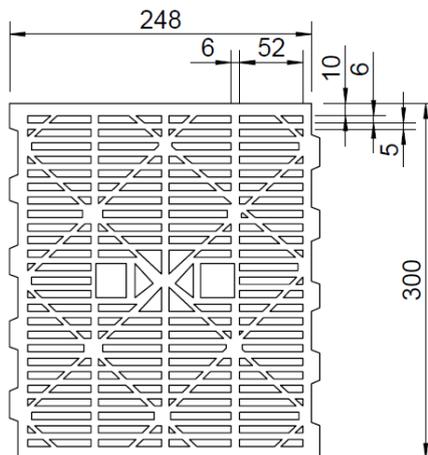
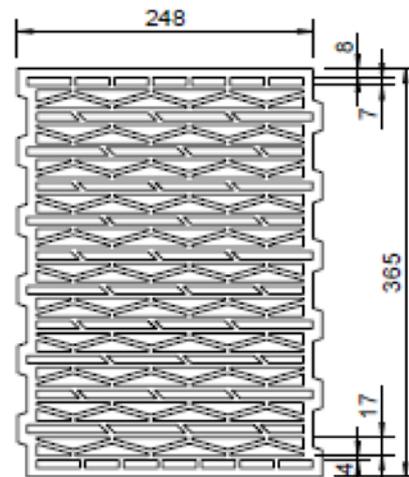
Grifflöcher)

Allgemeine bauaufsichtliche

Zulassung

z.B. Z-17.1-889

Beispiele



¹ quer zur Dübelachse

Kategorie C3

Steine mit großen gefüllten Kammern

Grundsatz: Durchdringung weniger Stege im Bereich der Verankerung; Anzahl Innenstege < 10

Ziegel

Außenstegdicke¹: ≥ 6 mm

Innenstegdicke¹: ≥ 5 mm

Gesamtllochquerschnitt:

$15\% < A \leq 70\%$

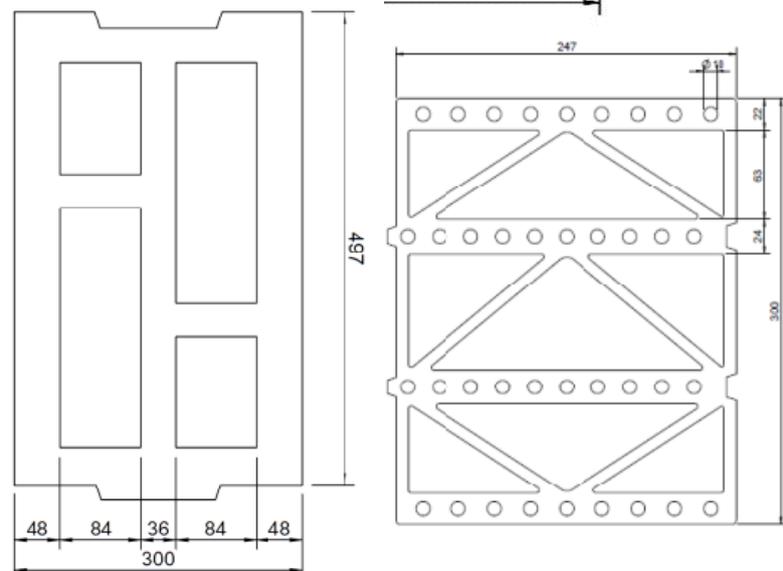
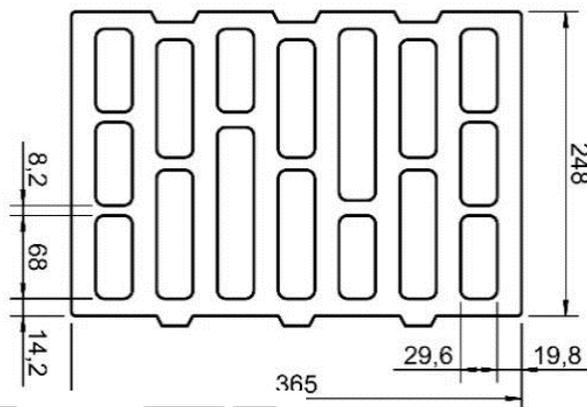
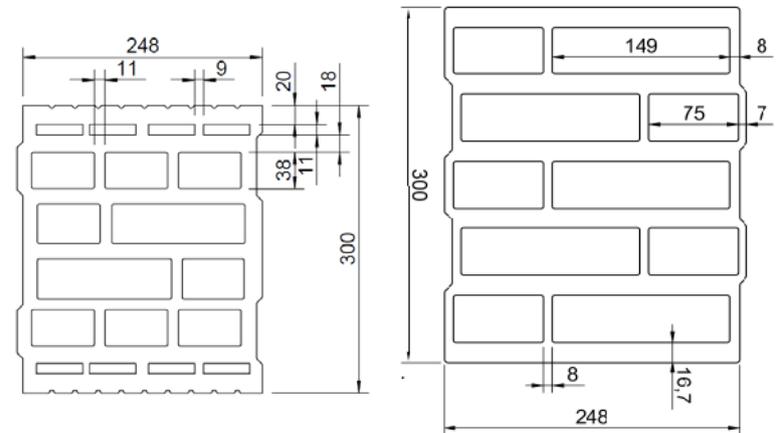
Einzellochquerschnitt:

im Allgemeinen $A > 15$ cm²

Allgemeine bauaufsichtliche
Zulassung

z.B. Z-17.1-1015, Z-17.1-1016

Beispiele



Leicht- und Normalbetonsteine

Außenstegdicke¹: ≥ 15 mm

Innenstegdicke¹: ≥ 15 mm

Gesamtllochquerschnitt:

$25\% < A \leq 70\%$

Einzellochquerschnitt:

$A \leq 30\%$

Allgemeine bauaufsichtliche
Zulassung

z.B. Z-17.1-1068

¹ quer zur Dübelachse

Kategorie C4

Großkammersteine ohne Füllmaterial– Verankerung in einem Steg

Grundsatz: Durchdringung von einem Steg im Bereich der Verankerung; Anzahl Innenstege < 3

Kalksandlochsteine

Außenstegdicke¹: ≥ 10 mm

Innenstegdicke¹: ≥ 5 mm

Gesamtlochquerschnitt:

$15\% < A \leq 50\%$

Einzellochquerschnitt:

$A \leq 15\%$

DIN EN 771-2:2015-11 in
Verbindung mit DIN V 20000-
402: 2017-01 [11]

Leicht- und Normalbetonsteine

Außenstegdicke¹: ≥ 15 mm

Innenstegdicke¹: ≥ 15 mm

Gesamtlochquerschnitt:

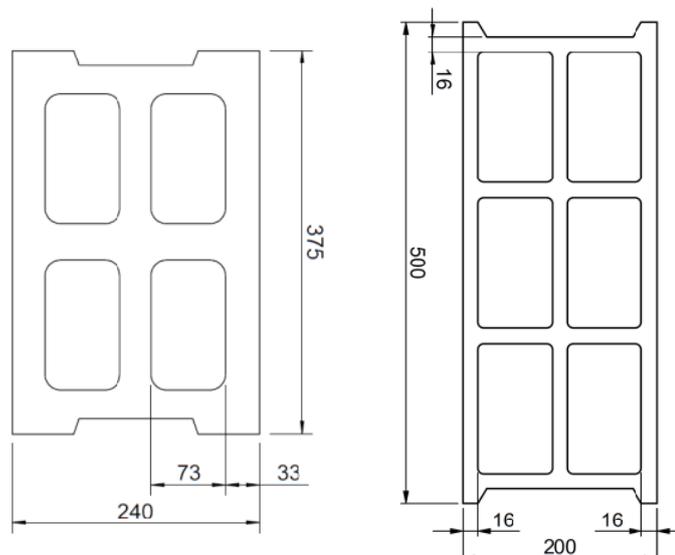
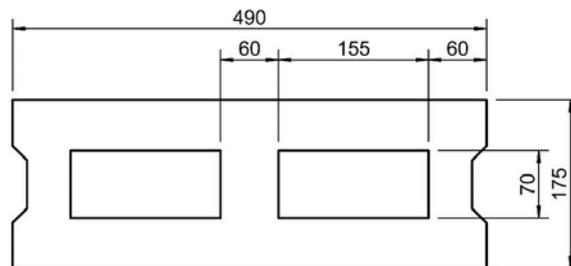
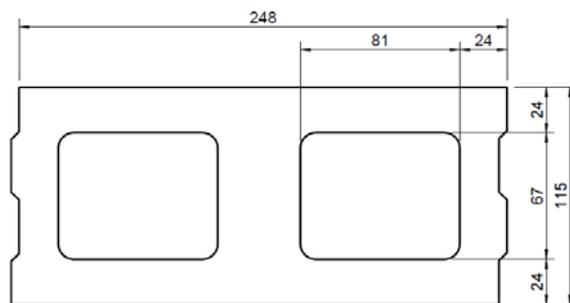
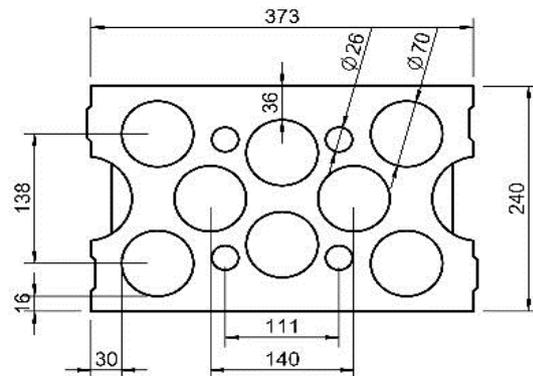
$25\% < A \leq 70\%$

Einzellochquerschnitt:

$A \leq 30\%$ ²

DIN EN 771-3:2015-11 in
Verbindung mit DIN 20000-403:
2019-04 [12]

Beispiele



¹ quer zur Dübelachse

² Diese Werte sind nicht in den Anwendungsnormen geregelt und daher DIN EN 1996-1-1 [9] entnommen.

Kategorie C5
Steine mit Langlöchern ohne Füllmaterial

Ziegel

Außenstegdicke¹: ≥ 6 mm
 Innenstegdicke¹: ≥ 5 mm
 Gesamtlochquerschnitt:
 $25\% < A \leq 70\%$
 Einzellochquerschnitt:
 $A \leq 30\%$

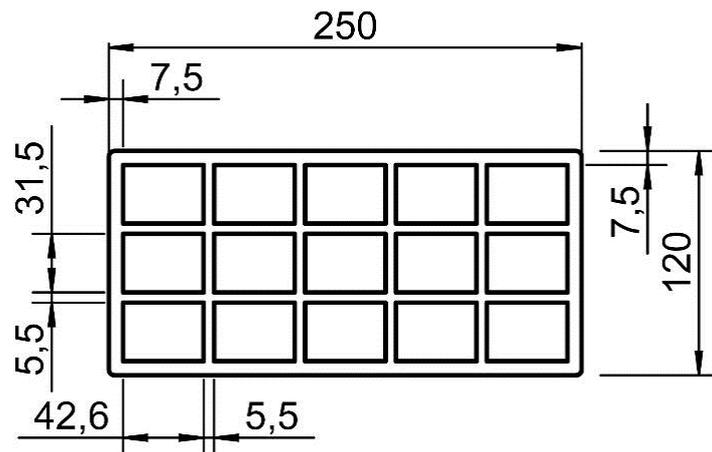
DIN EN 771-1:2015-11 in
 Verbindung mit DIN 20000-
 401:2017-01 [10]

Leicht- und Normalbetonsteine

Außenstegdicke¹: ≥ 20 mm
 Innenstegdicke¹: ≥ 20 mm
 Gesamtlochquerschnitt:
 $25\% \leq A \leq 50\%$
 Einzellochquerschnitt:
 $A \leq 25\%$

DIN EN 771-3:2015-11 in
 Verbindung mit DIN 20000-403:
 2019-04 [12]

Beispiele



¹ quer zur Dübelachse

Kategorie C6
Spezielle Laibungssteine

C6a Ziegel mit Füllmaterial

Außenstegdicke¹: ≥ 6 mm
 Innenstegdicke¹: ≥ 3 mm
 Gesamtlochquerschnitt:
 $25\% \leq A \leq 70\%$
 Einzellochquerschnitt:
 $A \leq 15 \text{ cm}^2$
 In Anlehnung an z.B. Z-17.1-935

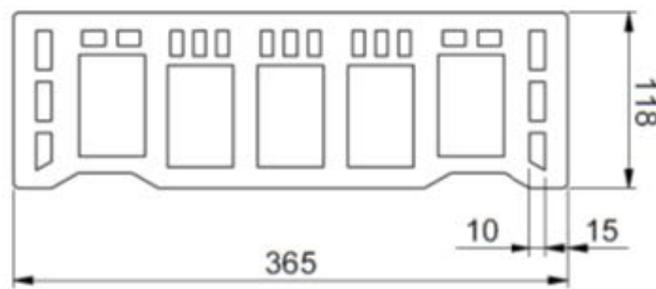
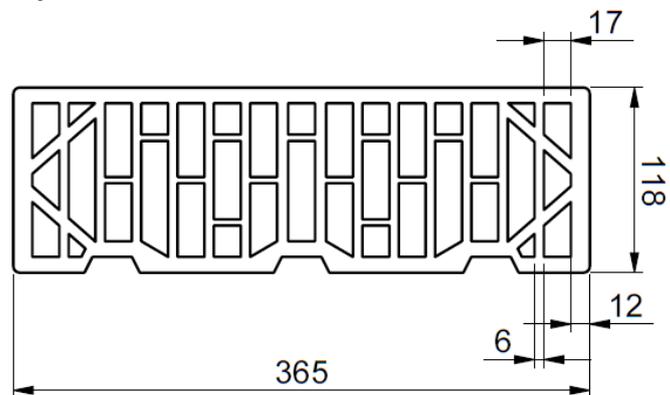
C6b Ziegel ohne Füllmaterial

Außenstegdicke¹: ≥ 6 mm
 Innenstegdicke¹: ≥ 3 mm
 Gesamtlochquerschnitt:
 $25\% \leq A \leq 70\%$
 Einzellochquerschnitt:
 $A \leq 15 \text{ cm}^2$
 In Anlehnung an z.B. Z-17.1-1015

C6b Ziegel mit Füllmaterial

Außenstegdicke¹: ≥ 6 mm
 Innenstegdicke¹: ≥ 3 mm
 Gesamtlochquerschnitt:
 $25\% \leq A \leq 70\%$
 Einzellochquerschnitt:
 $A > 15 \text{ cm}^2$

Beispiele



¹ quer zur Dübelachse

**Kategorie C7
Sondersteine (z.B. Deckenziegel)**

Grundsatz: Tauglichkeit als Referenzstein nur durch individuelle Beurteilung möglich

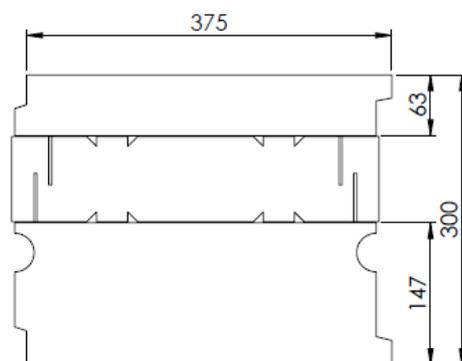
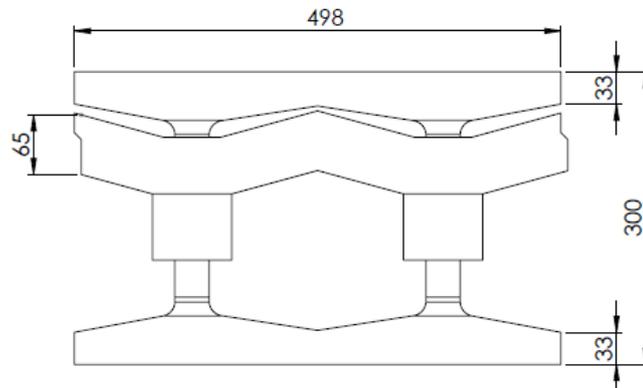
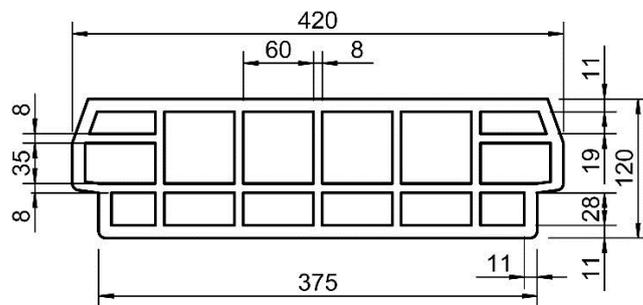
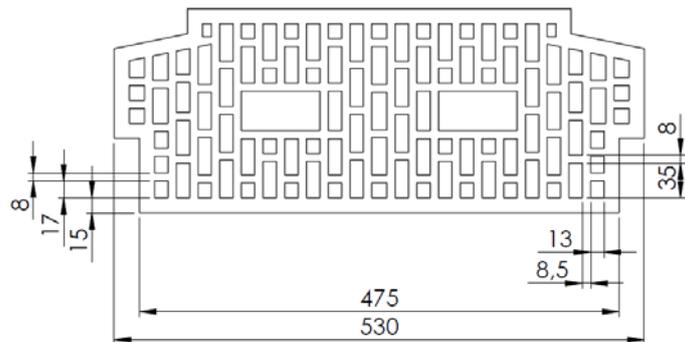
Ziegel

Außenstegdicke¹: ≥ 8 mm
 Innenstegdicke¹: ≥ 5 mm
 Gesamtlochquerschnitt:
 $25\% < A \leq 55\%$
 Einzellochquerschnitt:
 $A \leq 6 \text{ cm}^2$
 ohne Füllmaterial

Leicht- und Normalbetonsteine

Außenstegdicke¹: ≥ 18 mm
 Innenstegdicke¹: ≥ 15 mm

Beispiele



¹ quer zur Dübelachse

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.