



Mitteilung des DIBt
Technische Regel

Referat I 2
Befestigungs- und Bewehrungstechnik
Treppen

Technische Regel

**Durchführung und Auswertung von Versuchen am Bau
für Injektionsankersysteme im Mauerwerk mit ETA nach
EAD 330076-00-0604 bzw. nach ETAG 029**

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	8
2.1	Vorbereitung der Versuche	8
2.2	Durchführung der Versuche.....	8
2.3	Versuchsbericht	11
3	Auswertung der Versuche.....	13
3.1	Allgemeines.....	13
3.2	Bruchversuche (Querlastversuche am Rand und Zugversuche).....	13
3.3	Probelastungen (Querlastversuche am Rand und Zugversuche)	14
3.4	Abnahmeversuche (Zugversuche).....	15
4	Angaben für die Bemessung.....	16
4.1	Charakteristische Tragfähigkeit	16
4.2	Achs- und Randabstände	17
4.3	Teilsicherheitsbeiwert.....	18
4.4	Herausziehen und Herausschieben eines Steines	18
4.5	Fugeneinfluss.....	19
5	Literatur	19
Anhang A: Kategorien vergleichbarer Hohl- und Lochsteine		20
A.1	Anleitung zur Bestimmung des Referenzsteins	20
A.2	Anleitung zur Bestimmung des Referenzsteins	20

1 Anwendungsbereich

1.1 Allgemeines

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

Diese Technische Regel gilt nur für Injektionsankersysteme mit Europäischen Technischen Bewertung (ETA) auf Basis der ETAG 029 [1] oder auf Basis des EAD 330076-00-0604 [2].

Dieses Dokument beinhaltet die Bestimmung der Tragfähigkeit von Injektionsankersystemen in Mauersteinen, die nicht in der ETA erfasst sind.

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 Injektionsankersystems 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 Injektionsankersystems kann durch Zugversuche (Bruchversuche, Probelastungen oder Abnahmeversuche) und durch Querlastversuche am Rand (Bruchversuche oder Probelastungen) ermittelt werden (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Übersicht über die Arten der Baustellenversuche

	Bruchversuche	Probelastungen	Abnahmeversuche	
Abschnitt	3.2	3.3	3.4	
Belastung der Injektionsanker beim Versuch	N_u, V_u	N_{pP}, V_p	N_u	N_{pA}
Verwendung der geprüften Injektionsanker für die geplante Befestigung / Verankerung	nein	nein	nein	ja

1.2 Begriffe

Verankerungsgrund:	charakterisiert durch Baustoff, Struktur und Geometrie
Baustoff:	Mauerziegel, Kalksandsteine, Steine aus Leichtbeton oder Normalbeton, Porenbeton (Nutzungskategorie d gemäß ETA), Fugenmörtel
Struktur	Vollstein (Nutzungskategorie b gemäß ETA), Hohl- und Lochsteine (Nutzungskategorie c gemäß ETA)
Geometrie:	Steinabmessungen, Loch- und Stegabmessungen
Referenzstein:	vergleichbarer Stein der ETA bezüglich Steingeometrie (siehe auch Abschnitt 1.3), Struktur und Baustoff des Verankerungsgrundes
Bruchversuche:	Versuche unter Zug- oder Querbelastrung bis zum Erreichen der Bruchlast (Lastniveau N_u , V_u).
Bruchlast:	maximal gemessener Lastwert bei Versagen oder bei Abbruch des Versuches
Probebelastungen:	Versuche unter Zug- oder Querbelastrung (ohne Hebelarm) bis zum Lastniveau der Probebelastung N_{pP} oder V_p . Hinweis: Dabei dürfen in keinem von mindestens 15 Versuchen sichtbare Bewegungen oder Verschiebungen des Injektionsankers auftreten. Die charakteristische Zugtragfähigkeit wird aus der Last für die Probebelastungen abgeleitet. Auch wenn keine sichtbaren Bewegungen oder Verschiebungen bei sämtlichen geprüften Injektionsankern auftreten, dürfen die Injektionsanker nach den Probebelastungen nicht zur Befestigung verwendet werden, da nicht ausgeschlossen werden kann, dass es zu einer Vorschädigung der Verankerung gekommen ist.
Abnahmeversuche:	Ein Teil oder alle der für die geplante Befestigung vorgesehenen Injektionsanker werden auf einem im Vergleich zur Tragfähigkeit niedrigeren Lastniveau (N_{pA}) geprüft (Zugversuche). Hinweis: Die charakteristische Zugtragfähigkeit ergibt sich aus der bei den Abnahmeversuchen aufgetragenen Last. Die geprüften Injektionsanker können nach der Prüfung verwendet werden, wenn keine sichtbaren Bewegungen oder Verschiebungen des Injektionsankers auftreten.
Injektionsanker:	bestehend aus Verankerungselement, gegebenenfalls Siebhülse und Injektionsmörtel wie in der ETA beschrieben
Fachplaner:	ist ein auf dem Gebiet der Verankerungen und des Mauerwerksbaus erfahrener Ingenieur

Versuchsleiter:	<p>Er ist fachkundig und für die Durchführung der Versuche vor Ort verantwortlich (z. B. Bauleiter, technischer Berater des Herstellers des Injektionsankersystems, Fachplaner).</p> <p>Er erfüllt die Anforderungen an Monteure entsprechend der "Hinweise für die Montage von Dübelverankerungen" [3].</p> <p>Er hat zusätzliche Kenntnisse im Bereich von Versuchsdurchführungen auf der Baustelle insbesondere über</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Klassifizieren/Skizzieren von Verankerungsgründen, ■ Durchführung von Probebohrungen, ■ Bedienung des Prüfgerätes, ■ Unterscheidung Probelastung – Bruchversuch – Abnahmeversuch, ■ Dokumentation von Versuchsergebnissen.
Sachkundiges Personal:	<p>führt die Arbeiten auf der Baustelle aus und setzt die Injektionsanker für die Versuche</p> <p>erfüllt die Anforderungen an Monteure entsprechend der "Hinweise für die Montage von Dübelverankerungen" [3]</p>

1.3 Anwendungsbedingungen

Bedingungen für Achs- und Randabstände

- Die Mindestrandabstände $c_{min,ETA}$ und Mindestachsabstände $s_{min,ETA}$ des Referenzsteines gemäß ETA sind einzuhalten.
- Zugbeanspruchung: Randabstände zwischen dem Mindestwert $c_{min,ETA}$ und dem charakteristischen Wert $c_{cr,ETA}$ des Referenzsteines gemäß ETA können durch Baustellenversuche beurteilt werden.
- Querbeanspruchung: Randabstände zwischen dem Mindestwert $c_{min,ETA}$ und dem charakteristischen Wert $c_{cr,ETA}$ des Referenzsteines gemäß ETA können durch Baustellenversuche beurteilt werden oder sie sind nach ETAG 029 [1], Anhang C bzw. TR 054 [4], Abschnitt 4.2.2.5 nachzuweisen.
- Achsabstände zwischen dem Mindestwert $s_{min,ETA}$ und dem charakteristischen Wert $s_{cr,ETA}$ des Referenzsteines gemäß ETA können durch Baustellenversuche an einzelnen Injektionsankern nicht beurteilt werden.

Zusätzliche Bedingungen bei Hohl- und Lochsteinen

- Vergleichbares Lochbild wie beim Referenzstein in der ETA, d. h. mindestens gleiche Anzahl und Dicke der Stege, die bei der Lasteinleitung aktiviert werden (siehe Anhang A).
- Eventuell vorhandene Füllung von Lochsteinen muss dem Füllmaterial des Referenzsteins in der ETA entsprechen.
- Setzrichtung im Lochstein wie beim Referenzstein in der ETA.

Die in der ETA angegebenen Tragfähigkeiten gelten für rechtwinklig zur Wandebene gesetzte Injektionsanker (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 diese Verankerungstiefe für einen Stein des gleichen Typs (Baustoff und Struktur) in der ETA angegeben ist und damit die prinzipielle Eignung der Montagetechnik in der ETA nachgewiesen ist.

Fugen

Verankerungen in Fugen sind entsprechend des Referenzsteines in der ETA zu beurteilen. Injektionsanker, die für den Referenzstein gemäß ETA von Mörtelfugen einen Mindestabstand einhalten müssen, können auch bei verputztem Mauerwerk durch Abnahmeversuche (100 % der Injektionsanker getestet) nach diesem Dokument beurteilt werden. Abweichend von der ETA müssen dann die Mindestabstände nicht eingehalten werden. Für die Bemessung enthält Abschnitt 4.5 weitere Hinweise.

1.4 Symbole

a_{dist}	Abstützweite im Versuch (Abstützdurchmesser)
c	Randabstand des Injektionsankers
c_{Bst}	Lage des Injektionsankers zum Rand in den Versuchen am Bau
$c_{\text{min,ETA}}$	Minimaler Randabstand des Injektionsankers für den Referenzstein in der ETA
$c_{\text{Gruppe,ETA}}$	Randabstand des randnahesten Injektionsankers einer Gruppe für den Referenzstein in der ETA
$c_{\text{cr,ETA}}$	Charakteristischer Randabstand des Injektionsankers für den Referenzstein in der ETA
f_{vk0}	Grundwert der Haftscherfestigkeit
h_{ef}	Effektive Verankerungstiefe
$h_{\text{ef,ETA}}$	Effektive Verankerungstiefe im Referenzstein der ETA
h_{unit}	Höhe des Mauersteines auf der Baustelle
$h_{\text{unit,ETA}}$	Höhe des Referenzsteines in der ETA
k_s	statistischer Faktor in Abhängigkeit der Anzahl der Versuche zur Ermittlung der 5%-Fraktile einer Normalverteilung bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von 90%
l_d	Länge des Injektionsankers
l_{unit}	Länge des Mauersteines auf der Baustelle
$l_{\text{unit,ETA}}$	Länge Referenzsteines in der ETA
n	Anzahl Versuche
N_1	Mittelwert der fünf kleinsten gemessenen Bruchwerte bei Zugversuchen
N_{Ed}	Bemessungswert der Einwirkung (Zuglast)
N_{Ek}	Charakteristischer Wert der Einwirkung (Zuglast)
N_{pP}	Gewählte Last für Probelastung für Zugversuche
N_{pA}	Gewählte Last für Abnahmeversuche
N_{Rk}	Charakteristische Zugtragfähigkeit des Injektionsankers
N_{Rk1}	Charakteristische Zugtragfähigkeit, ermittelt durch Bruchversuche
N_{Rk2}	Charakteristische Zugtragfähigkeit, ermittelt durch Probelastung
N_{Rk3}	Charakteristische Zugtragfähigkeit, ermittelt durch Abnahmeversuche
$N_{\text{Rk,b}}$	Charakteristische Tragfähigkeit gegen lokalen Steinausbruch
$N_{\text{Rk,ETA}}$	Charakteristische Zugtragfähigkeit des Injektionsankers für den Referenzstein und die vorgesehenen Anwendungsbedingungen in der ETA
N_{Rki}	Charakteristische Zugtragfähigkeit des Injektionsankers, Ergebnis der Baustellenversuche abhängig von der Art der Versuche (N_{Rk1} , N_{Rk2} oder N_{Rk3})
$N_{\text{Rk,p}}$	Charakteristische Tragfähigkeit gegen Herausziehen des Injektionsankers
N_{Rm}	Mittelwert der Bruchlast bei Zugversuchen
N_u	Bruchlast bei Zugversuchen

$N_{u,1}$	Bruchlast (Ausgangswert bei Abnahmeversuchen), in einem Versuch
$N_{u,m}$	Mittelwert der Bruchlast (Ausgangswert bei Abnahmeversuchen), aus mindestens drei Versuchen
s	Achsabstand der Injektionsanker in einer Gruppe
s_{II}	Achsabstand der Injektionsanker in einer Gruppe parallel zur Lagerfuge
s_{\perp}	Achsabstand der Injektionsanker in einer Gruppe senkrecht zur Lagerfuge
$s_{min,ETA}$	Minimaler Achsabstand der Injektionsanker für den Referenzstein in der ETA
$s_{cr,ETA}$	Charakteristischer Achsabstand der Injektionsanker für den Referenzstein in der ETA
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 für Querlastversuche
V_{Rk}	Charakteristische Quertragfähigkeit des Injektionsankers
V_{Rk1}	Charakteristische Quertragfähigkeit, ermittelt durch Bruchversuche
V_{Rk2}	Charakteristische Quertragfähigkeit, ermittelt durch Probelastung
V_{Rki}	Charakteristische Quertragfähigkeit, Ergebnis der Baustellenversuche abhängig von der Art der Versuche (V_{Rk1} oder V_{Rk2})
$V_{Rk,b}$	Charakteristischer Wert der Tragfähigkeit gegen lokalen Ausbruch des Steines bei Querbelastung
$V_{Rk,c}$	Charakteristische Quertragfähigkeit gegen Kantenbruch des Mauerwerks
$V_{Rk,ETA}$	Charakteristische Quertragfähigkeit des Injektionsankers für den Referenzstein und die vorgesehenen Anwendungsbedingungen in der ETA
V_{Rm}	Mittelwert der Bruchlast bei Querlastversuchen
V_u	Bruchlast bei Querlastversuchen
α_{dist}	Reduktionsfaktor für Abstützweite im Versuch
α_j	Fugenfaktor in der Bemessung
α_{Probe}	Faktor zur Vermeidung einer Vorschädigung
β	produktabhängiger Faktor zur Berücksichtigung verschiedener Einflüsse
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 durchgeführt als Bruchversuche / Probelastungen / Abnahmeversuche (siehe Tabelle 1).
- Wenn unregelmäßiges Mauerwerk vorliegt, so sind entweder alle Injektionsanker zu prüfen (Abnahmeversuche) oder es sind für jede angetroffene Art des Verankerungsgrundes separate Versuche erforderlich und es sind getrennte Versuchsauswertungen vorzunehmen.
- Ermittlung der Beanspruchung: wie in ETAG 029 [1], Anhang C bzw. TR 054 [4] beschrieben. Bei Ankergruppen ist der höchstbeanspruchte Injektionsanker maßgebend für die Höhe der Probelastung bzw. für die Last bei den Abnahmeversuchen. Durch Probelastungen unter Querlast können nur Tragfähigkeiten für Querlasten ohne Hebelarm ermittelt werden.
- Abstützung für das zu verwendende Auszugsgerät: Vorgabe des Abstandes zwischen Lasteinleitung und Injektionsanker. Bei kleinformatigen Steinen kann mit den Versuchen auch das Herausziehen eines Steines getestet werden.
- Injektionsankersystem (relevante ETA) und Referenzstein: Kriterien siehe Abschnitt 1.3
- Anzahl und Setzpositionen der zu prüfenden Injektionsanker:
 - Berücksichtigung der speziellen Bedingungen des Bauwerkes, so dass für den Injektionsanker 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 unter Beachtung der Angaben in der jeweiligen ETA.
 - 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.
- 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 Injektionsanker 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 Injektionsanker wirkenden zentrischen Zuglast oder Querlast zu ermitteln.

Die Montage der zu prüfenden Verankerung ist durch sachkundiges Personal vom ausführenden Unternehmen durchzuführen, das die Injektionsanker 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 Injektionsanker ist entsprechend der Montageanweisung des Herstellers (siehe entsprechende ETA) und den Festlegungen des Fachplaners einzubauen (entsprechend den Angaben zur Vorbereitung der Versuche).

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 Injektionsanker 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 Injektionsanker von mindestens $1,5 h_{ef}$ (Abstützdurchmesser $3 h_{ef}$) 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 Abbildung 4). Wenn das Ausbrechen nicht behindert wird (die Abstützung behindert den Ausbruchkegel nicht), können kleinere Abstützweiten gewählt werden.

Für Verankerungstiefen bis 150 mm dürfen für die Zugversuche kleinere Abstützdurchmesser gewählt werden. Der Minstdurchmesser beträgt $1,5 h_{ef}$. Der Einfluss der kleineren Abstützdurchmesser wird durch den Reduktionsfaktor α_{dist} bei der Auswertung der Versuche berücksichtigt:

$$\alpha_{dist} = 0,4 + (a_{dist} / 5 h_{ef}) \quad (1)$$

mit: α_{dist} = Reduktionsfaktor für Abstützweiten $1,5 h_{ef} \leq a_{dist} < 3 h_{ef}$ (siehe auch Abbildung 1)

a_{dist} = Abstützweite (Abstützdurchmesser)

h_{ef} = effektive Verankerungstiefe ≤ 150 mm

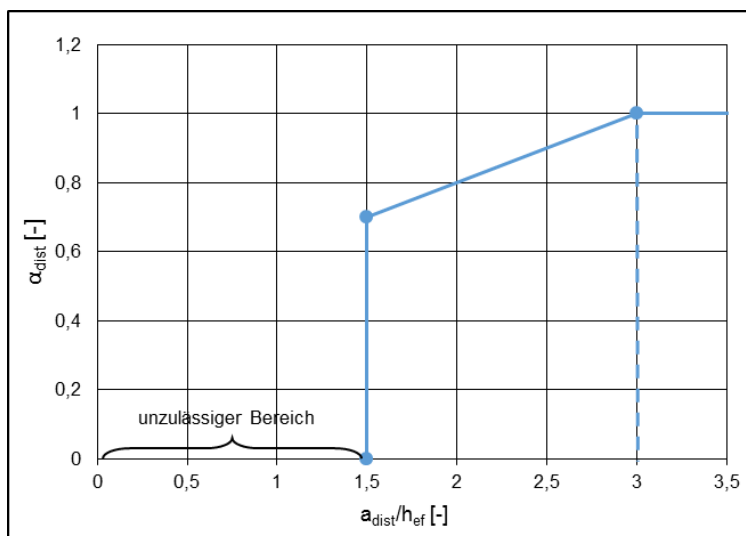


Abbildung 1: Reduktionsfaktor α_{dist} für Abstützdurchmesser

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

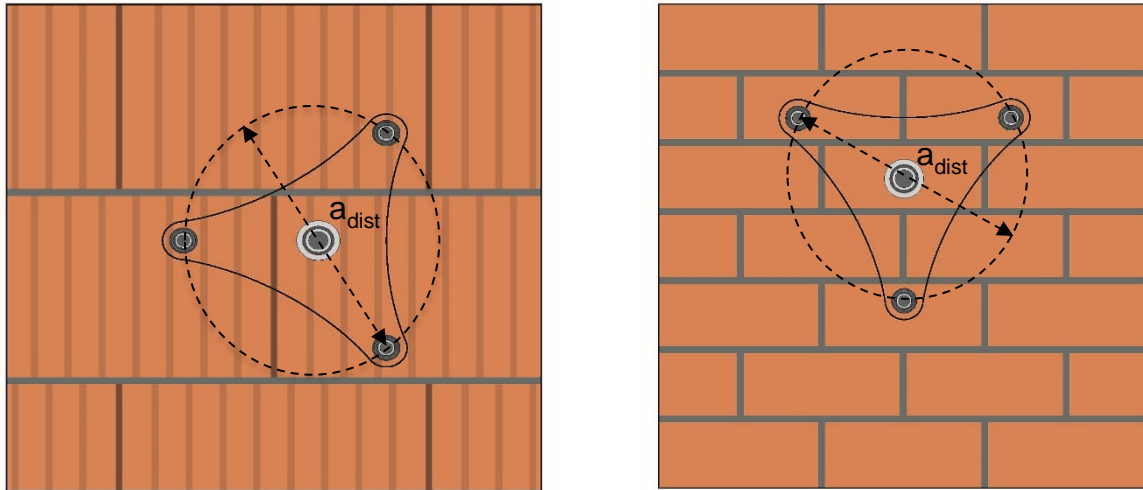


Abbildung 2: Beispiel für Abstützung bei Hohl- und Lochsteinen; bei groß- und bei kleinformatischen Steinen

Bei unverputztem Mauerwerk und genauer Kenntnis der Steingeometrie von Hohl- und Lochsteinen kann eine angepasste Abstützweite gewählt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Abstützung mindestens auf den tragfähigen Quersteinen realisiert wird (siehe Abbildung 3). Dies ist die Voraussetzung dafür, dass sich die Verformung in den aktivierten Horizontalsteinen ungehindert einstellen kann.

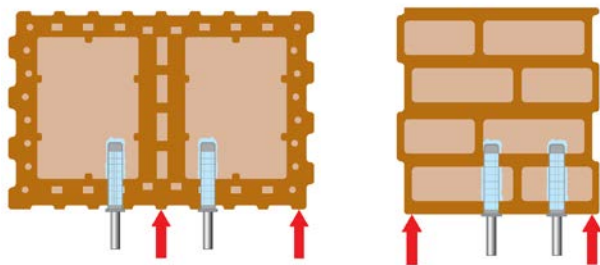


Abbildung 3: Abstützung auf tragfähigen Quersteinen

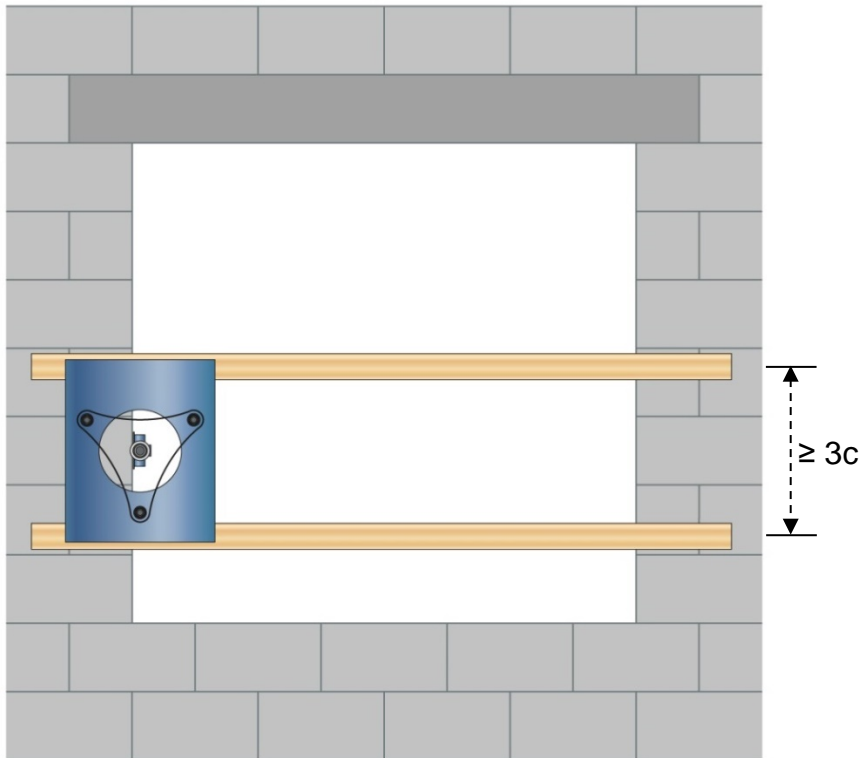


Abbildung 4: Beispiel für Abstützung bei Querlastversuchen in der Laibung

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.

2.3 Versuchsbericht

Verantwortlich für den Versuchsbericht ist der Versuchsleiter.

Der Versuchsbericht soll alle Angaben enthalten, die zur Beurteilung der Tragfähigkeit des geprüften Injektionssystems 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 Mauerwerk:

- Sichtbeurteilung des Mauerwerks (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
- Beschreibung des Bohrmehles:
Pulverförmig = trockenes Mauerwerk
Krümelig = nasses Mauerwerk
- zusätzliche Angaben zum vorhandenen Stein 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

Injektionsanker / Installation:

- Injektionssystem: Angabe der ETA, Bezeichnung des Produkts, gegebenenfalls Artikelnummer, Chargennummer, Größe der Ankerstange, ggf. Schraube bei Innengewindeanker, Dübellänge l_d , effektive Verankerungstiefe h_{ef} , Siebhülse
- Lage des Injektionsankers (Lage zu Rändern, Fugen, weiteren Injektionsankern)
- Temperatur im Verankerungsgrund (Bauteiltemperatur), Lufttemperatur, Mörteltemperatur
- angewendetes Bohrverfahren (Hammerbohren, Schlagbohren, Kernbohren, Drehbohren)
- Hersteller und Typ des Bohrers
- Schneidendurchmesser der Hartmetallbohrer oder der Diamantbohrkrone
- Bohrlochtiefe
- detaillierte Beschreibung der durchgeführten Bohrlochreinigung (z. B. ohne Ausblasen, Ausblasen mit Handpumpe oder mit Druckluft, aussaugen, Anzahl Reinigungsvorgänge)
- Anbauteildicke t_{fix} , Gesamtlänge des Dübels im Verankerungsgrund $h_{ef} = l_d - t_{tol} - t_{fix}$
- Setzeitpunkt, Versuchszeitpunkt
- aufgebrachtes Drehmoment
- 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 bzw. der Last bei den Abnahmeversuchen N_{pP} , V_p , N_{pA}
- Prüfungsergebnisse einschließlich Angabe des Wertes N_u für Zugversuche bzw. V_u für Querlastversuche; Versagensart (z. B. Steinausbruch, Herausziehen des Injektionsankers ohne Steinversagen, Stahlbruch)

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 und Abnahmeversuchen 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.

3.2 Bruchversuche (Querlastversuche am Rand und Zugversuche)

Die minimale Anzahl von Auszugversuchen ist $n = 5$.

Die charakteristischen Werte werden als 5%-Fraktile unter Zugrundelegung einer Normalverteilung bestimmt. Dabei wird der β -Faktor berücksichtigt, der in der ETA für den gleichen Verankerungsgrund (Referenzstein) angegeben ist.

$$N_{Rk1} = \alpha_{dist} \cdot N_{Rm} \cdot (1 - k_s \cdot v) \cdot \beta \leq N_{Rk,ETA} \quad (2)$$

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

- mit:
- N_{Rk1} = durch Bruchversuche ermittelte charakteristische Zugtragfähigkeit
 - V_{Rk1} = durch Bruchversuche ermittelte charakteristische Quertragfähigkeit
 - N_{Rm} = Mittelwert der Bruchlasten N_u
 - V_{Rm} = Mittelwert der Bruchlasten V_u
 - α_{dist} = Reduktionsfaktor für Abstützweiten $< 3h_{ef}$ nach Gleichung (1) nur für Zugversuche
 - β = produktabhängiger Faktor zur Berücksichtigung verschiedener Einflüsse gemäß ETA
 - $N_{Rk,ETA}$ = charakteristische Tragfähigkeit $N_{Rk,b}$ bzw. $N_{Rk,p}$ in der ETA für den Referenzstein
 - $V_{Rk,ETA}$ = charakteristische Tragfähigkeit $V_{Rk,c}$ in der ETA für den Referenzstein
 - 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 2: 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" [5] oder "Handbook of Statistical Tables" [6]

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:

$$N_{Rk1} = \alpha_{dist} \cdot 0,7 \cdot N_1 \cdot \beta \leq N_{Rk,ETA} \quad (4)$$

$$V_{Rk1} = 0,7 \cdot V_1 \cdot \beta \leq V_{Rk,ETA} \quad (5)$$

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

$N_{Rk1}, V_{Rk1}, \alpha_{dist}, \beta, N_{Rk,ETA}, V_{Rk,ETA}$ siehe Gleichungen (2) und (3)

3.3 Probelastungen (Querlastversuche am Rand und Zugversuche)

Es sind mindestens 15 Versuche durchzuführen.

Die Last für die Probelastung ist nach folgenden Gleichungen zu wählen.

$$N_{pP} \geq N_{Ed} \cdot \gamma_M \cdot 1/\beta \quad (6a)$$

$$\leq N_{Rk,ETA} / \beta \quad (6b)$$

$$V_p \geq V_{Ed} \cdot \gamma_M \cdot 1/\beta \quad (7a)$$

$$\leq V_{Rk,ETA} / \beta \quad (7b)$$

mit: N_{pP} = gewählte Last für die Probelastung für die Zugversuche

V_p = gewählte Last für die Probelastung für die Querlastversuche

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

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

γ_M = Teilsicherheitsbeiwert für das Material, siehe Abschnitt 4.3

β = produktabhängiger Faktor zur Berücksichtigung verschiedener Einflüsse gemäß ETA

$N_{Rk,ETA}$ = charakteristische Tragfähigkeit $N_{Rk,b}$ bzw. $N_{Rk,p}$ in der ETA für den Referenzstein

$V_{Rk,ETA}$ = charakteristische Tragfähigkeit $V_{Rk,c}$ in der ETA für den Referenzstein

Anmerkung:

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

Wenn in allen Versuchen während einer Haltedauer der Probelast von mindestens 1 Minute weder eine sichtbare Verschiebung noch ein kritischer Lastabfall des Injektionsankers auftritt, kann die charakteristische Tragfähigkeit nach Gleichung (8) bzw. (9) 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 N_{pP} bzw. 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) bzw. (9) ermittelt werden.

$$N_{Rk2} = \alpha_{dist} \cdot N_{pP} \cdot \beta \leq N_{Rk,ETA} \quad (8)$$

$$V_{Rk2} = V_p \cdot \beta \leq V_{Rk,ETA} \quad (9)$$

mit: α_{dist} = Reduktionsfaktor für Abstützweiten $< 3h_{ef}$ nach Gleichung (1)

$N_{pP}, V_p, \beta, N_{Rk,ETA}, V_{Rk,ETA}$ 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 N_{pP} bzw. 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.

3.4 Abnahmeversuche (Zugversuche)

Es ist mindestens ein Versuch auf der Baustelle als Bruchversuch bis zum Versagen oder als Probelastung auf einem beliebigen Niveau durchzuführen. Wenn eine Verankerung bei der Probelastung versagt, dann kann dieser Versuch als Bruchversuch gewertet werden.

Diese Versagenslast/Probelastung ist der Ausgangswert $N_{u,1}$ (für einen Versuch) bzw. $N_{u,m}$ (für mindestens 3 Versuche) für die weitere Beurteilung. Die so getesteten Injektionsanker dürfen nicht zur Befestigung verwendet werden, da eine Vorschädigung des Steines durch diese Belastung nicht ausgeschlossen werden kann. Alle weiteren mit N_{pA} getesteten Injektionsanker dürfen zur Befestigung verwendet werden, wenn die unten genannten Bedingungen (Lastabfall, Verschiebung) eingehalten sind.

Die Ermittlung der Belastung für die Abnahmeversuche erfolgt nach Gleichung (10a) und (10b) bei einem Bruchversuch und nach Gleichung (11a) und (11b) bei mindestens 3 Bruchversuchen. Die Obergrenze der Belastung wird durch die Tragfähigkeit des Referenzsteines der ETA festgelegt und die Untergrenze der Belastung ergibt sich aus den Anforderungen der Tragwerksplanung (Nachweis der Standsicherheit).

Wenn nicht alle der für die geplante Befestigung vorgesehenen Injektionsanker geprüft werden, sind mindestens 15 Abnahmeversuche mit der Belastung N_{pA} durchzuführen.

$$N_{pA} = \alpha_{Probe} \cdot 0,5 \cdot N_{u,1} \leq \alpha_{Probe} \cdot N_{RK,ETA} / \beta \quad (10a)$$

$$N_{pA} \geq N_{Ed} \cdot \gamma_M \cdot 1/\beta \quad (10b)$$

$$N_{pA} = \alpha_{Probe} \cdot 0,7 \cdot N_{u,m} \leq \alpha_{Probe} \cdot N_{RK,ETA} / \beta \quad (11a)$$

$$N_{pA} \geq N_{Ed} \cdot \gamma_M \cdot 1/\beta \quad (11b)$$

mit: N_{pA} = Last für die Abnahmeversuche (Abnahmelast)

$N_{u,1}$ = in einem Versuch ermittelte Versagenslast/Probelastung

Anmerkung: Annahme der Versagenslast/Probelastung als 95%-Fraktilwert.
Mit dem Faktor 0,5 ergibt sich der 5%-Fraktilwert.

$N_{u,m}$ = Mittelwert der Versagenslast/Probelastung aus mindestens drei Versuchen

Anmerkung: Mit dem Faktor 0,7 ergibt sich der 5%-Fraktilwert.

$N_{RK,ETA}$ = charakteristische Tragfähigkeit $N_{RK,b}$ bzw. $N_{RK,p}$ in der ETA für den Referenzstein

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

γ_M = Teilsicherheitsbeiwert für das Material, siehe Abschnitt 4.3

β = produktabhängiger Faktor zur Berücksichtigung verschiedener Einflüsse gemäß ETA

α_{Probe} = Faktor zur Vermeidung einer Vorschädigung

$\alpha_{Probe} = 0,90$

Wenn in allen Versuchen während einer Haltedauer der Abnahmelast von mindestens 1 Minute weder eine sichtbare Verschiebung noch ein kritischer Lastabfall des Injektionsankers auftritt, kann die

charakteristische Tragfähigkeit N_{Rk3} nach Gleichung (12) ermittelt werden. Als kritischer Lastabfall wird ein Lastabfall bezeichnet, der über den Relaxationsabfall von 10% der Abnahmelast hinausgeht.

Wenn der Lastabfall den Grenzwert von 10% überschreitet, ist es zulässig, die Lasthöhe einmalig auf den Ausgangswert N_{pA} nachzustellen und diese mindestens 10 Minuten zu halten. Wenn während dieser Zeit keine sichtbare Verschiebung auftritt und der weitere Lastabfall maximal 5% der Abnahmelast beträgt, kann die charakteristische Tragfähigkeit N_{Rk3} nach Gleichung (12) ermittelt werden.

$$N_{Rk3} = \alpha_{dist} \cdot N_{pA} \cdot \beta \leq N_{Rk,ETA} \quad (12)$$

mit: α_{dist} = Reduktionsfaktor für Abstützweiten $< 3 h_{ef}$ nach Gleichung (1)
 N_{pA} , β , $N_{Rk,ETA}$ siehe Gleichungen (10) und (11)

Wenn bei einem oder mehreren Versuchen eine sichtbare Verschiebung auftritt oder die genannten Kriterien für den Lastabfall nicht eingehalten werden, ist die Abnahmebelastung auf dem Lastniveau N_{pA} als nicht bestanden zu werten. Es sind entweder Bruchversuche nach Abschnitt 3.2 durchzuführen oder aber neue Abnahmebelastungen 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 Tragfähigkeit gegenüber Herausziehen des Injektionsankers und lokalem Steinausbruch unter Zugbeanspruchung ergibt sich aus den Versuchen nach Abschnitt 3:

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,b} = N_{Rki} \quad (13)$$

mit: N_{Rki} = charakteristische Zugtragfähigkeit des Injektionsankers, Ergebnis der Baustellenversuche: N_{Rk1} , N_{Rk2} oder N_{Rk3} , abhängig von der Art der Versuche
 $N_{Rk,p}$ = charakteristischer Wert der Tragfähigkeit gegen Herausziehen des Injektionsankers ("pull out")
 $N_{Rk,b}$ = charakteristischer Wert der Tragfähigkeit gegen lokalen Steinausbruch ("brick breakout")

Die Tragfähigkeit gegen örtliches Steinversagen unter Beanspruchung quer zum Injektionsanker ist wie folgt zu bestimmen:

$$\text{wenn } V_{Rk,ETA} \geq N_{Rk,ETA}: V_{Rk,b} = N_{Rki} \quad (14)$$

$$\text{wenn } V_{Rk,ETA} < N_{Rk,ETA}: V_{Rk,b} = N_{Rki} \cdot (V_{Rk,ETA} / N_{Rk,ETA}) \leq V_{Rk,ETA} \quad (15)$$

mit: $V_{Rk,ETA}$ = charakteristische Tragfähigkeit $V_{Rk,b}$ in der ETA für den Referenzstein
 $N_{Rk,ETA}$ = charakteristische Tragfähigkeit $N_{Rk,b}$ bzw. $N_{Rk,p}$ in der ETA für den Referenzstein
 $V_{Rk,b}$ = charakteristischer Wert der Tragfähigkeit gegen lokalen Ausbruch des Steines bei Querbelastung ("local brick failure")
 N_{Rki} = Ergebnis der Baustellenversuche: N_{Rk1} , N_{Rk2} oder N_{Rk3} abhängig von der Art der Versuche

Wenn keine Querlastversuche durchgeführt wurden, ist die Tragfähigkeit $V_{Rk,c}$ gegenüber Randausbruch des Steines nach ETAG 029 [1], Anhang C bzw. TR 054 [4], Abschnitt 4.2.2.5 rechnerisch zu bestimmen.

Wenn Querlastversuche durchgeführt wurden, ergibt sich die Tragfähigkeit gegenüber Randausbruch des Steines aus den Versuchen nach Abschnitt 3:

$$V_{Rk,c} = V_{Rki}$$

mit: V_{Rki} = Ergebnis der Baustellenversuche: V_{Rk1} oder V_{Rk2} abhängig von der Art der Versuche

$V_{Rk,c}$ = charakteristischer Wert der Tragfähigkeit gegen Randausbruch des Steines

Diese Quertragfähigkeit gilt nur für Querlasten ohne Hebelarm.

4.2 Achs- und Randabstände

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

Tabelle 3: Achs- und Randabstände

Abstände	Allgemein	Optional: bei Versuchen am Rand	Zusätzlich für Vollsteine und $h_{ef} \geq h_{ef,ETA}$	Zusätzlich für Hohl- und Lochsteine mit $l_{unit} \geq l_{unit,ETA}$ bzw. $h_{unit} \geq h_{unit,ETA}$
Randabstand für $N_{Rk,b}$ bzw. $N_{Rk,p}$	$c \geq c_{cr,ETA}$	$c \geq c_{Bst}$ $c \geq c_{min,ETA}$	$c \geq 1,5 h_{ef}$	
Randabstand für $V_{Rk,b}$	$c \geq c_{cr,ETA}$		$c \geq 1,5 h_{ef}$	
Randabstand für $V_{Rk,c}$	$c \geq c_{min,ETA}$	$c \geq c_{Bst}$ $c \geq c_{min,ETA}$		
Achsabstand für Einzelanker	$s \geq s_{cr,ETA}$		$s \geq 3,0 h_{ef}$	$s_{ } \geq l_{unit}$ $s_{\perp} \geq h_{unit}$
Abstände für Gruppen mit Gruppenfaktor des Referenzsteines	$s \geq s_{min,ETA}$ $c \geq c_{cr,ETA}$ $c \geq c_{Gruppe,ETA}$		$c \geq 1,5 h_{ef}$	

4.3 Teilsicherheitsbeiwert

Abhängig von den durchgeführten Versuchen sind folgende Material-Teilsicherheitsbeiwerte γ_M anzusetzen:

Tabelle 4: Teilsicherheitsbeiwerte γ_M

Versuche am Bau	15 Probelastungen nach Abschnitt 3.3	≥ 5 Bruchversuche nach Abschnitt 3.2 oder 15 Abnahmeversuche nach Abschnitt 3.4	Alle Befestigungen geprüft durch Abnahmeversuche nach Abschnitt 3.4
Verankerungsgrund			
Mauerziegel, Kalksandsteine, Steine aus Leichtbeton und Normalbeton	2,50	2,25	1,95
Porenbetonsteine	2,00	1,80	1,56

4.4 Herausziehen und Herausschieben eines Steines

Die Werte der Tabelle 4 der Haftscherfestigkeiten (ETAG 029 [1], Anhang C bzw. TR 054 [4]) können zur Bemessung herangezogen werden. In dieser Tabelle ist Normalmörtel mindestens Mörtelklasse M2.5 angegeben.

Ergänzend zu dieser Tabelle darf für Ziegel- und Kalksandstein-Mauerwerk und Mörtelklasse M1 nach DIN EN 998-2 [7] (entspricht der Mörtelgruppe MG I nach DIN 1053-1 [8]) ein Grundwert der Haftscherfestigkeit $f_{vk0} = 0,10 \text{ N/mm}^2$ angesetzt werden.

Außerdem dürfen die Grundwerte der Haftscherfestigkeit f_{vk0} für Dünnbettmörtel (Lagerfugendicke 0,5 mm bis 3,0 mm) und für Leichtmörtel entsprechend DIN EN 1996-1-1:2013-02 [9] verwendet werden.

Die Grundwerte der Haftscherfestigkeit f_{vk0} sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 5: Grundwerte der Haftscherfestigkeit

Mauersteinart (Baustoff)	Grundwert der Haftscherfestigkeit f_{vk0} in N/mm^2		
	Normalmörtel mit einer Festigkeitsklasse	Dünnbettmörtel	Leichtmörtel
Ziegel	M10 – M20	0,3	0,15
	M2,5 – M9		
	M1 – M2		
Kalksandstein	M10 – M20	0,4	0,15
	M2,5 – M9		
	M1 – M2		
Beton	M10 – M20	0,3	0,15
Porenbeton	M 2,5 – M9		

4.5 Fugeneinfluss

Wenn 100% der Injektionsanker getestet wurden (Abnahmeversuche), kann bei der Bemessung der Faktor α_j entfallen. In allen anderen Fällen ist der Faktor entsprechend ETAG 029 [1], Anhang C bzw. TR 054 [4] zu berücksichtigen.

Sofern gemäß ETA ein Setzen der Injektionsanker in der Fuge ohne Abminderung zulässig ist, darf auch bei verputztem Mauerwerk der Faktor $\alpha_j = 1,0$ angesetzt werden.

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

- Bohrlochdurchmesser ≥ 12 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 029: Metal injection anchors for use in masonry, Edition April 2013
- [2] European Assessment Document EAD 330076-00-0604: Metal injection anchors for use in masonry, July 2014
- [3] DIBt: Hinweise für die Montage von Dübelverankerungen, Oktober 2010 (www.dibt.de)
- [4] Technical Report TR 054: Design methods for anchorages with metal injection anchors for use in masonry, April 2016
- [5] IfBt: Grundlagen zur Beurteilung von Baustoffen, Bauteilen und Bauarten im Prüfzeichen- und Zulassungsverfahren, Mai 1986, Tabelle A6.2 (www.dibt.de)
- [6] Owen, D.: Handbook of Statistical Tables 3, Addison/Wesley Publishing Company Inc., 1962
- [7] DIN EN 998-2:2010-12: Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau, Teil 2: Mauermörtel
- [8] DIN 1053-1:1996-11: Mauerwerk, Teil 1: Berechnung und Ausführung
- [9] DIN EN 1996-1-1:2013-02: 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

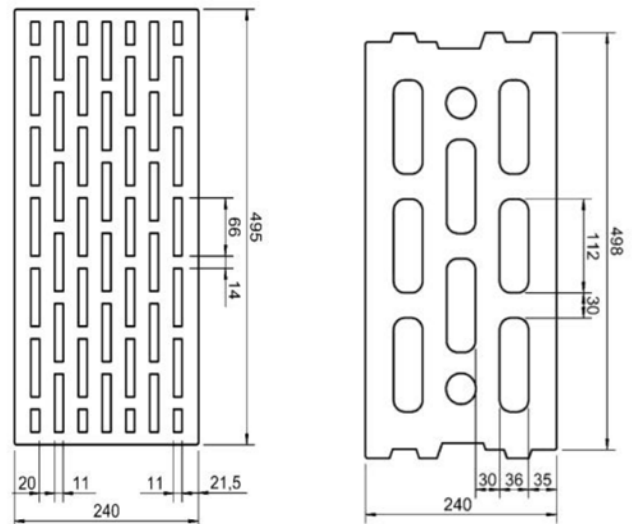
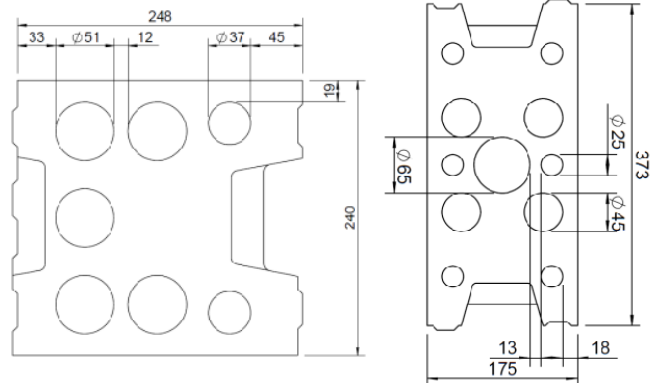
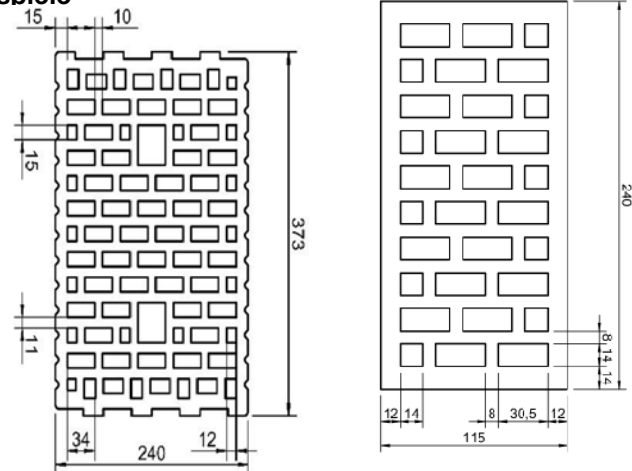
DIN EN 771-2:2015-11 in
Verbindung mit DIN V 20000-
402: 2017-01 [11]

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:

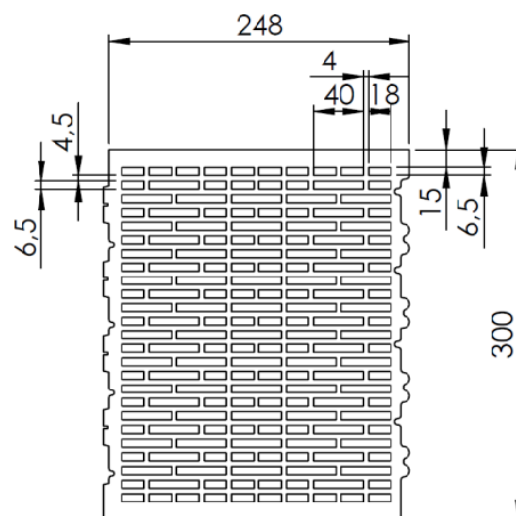
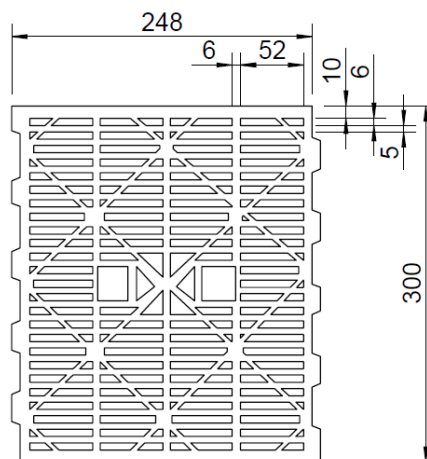
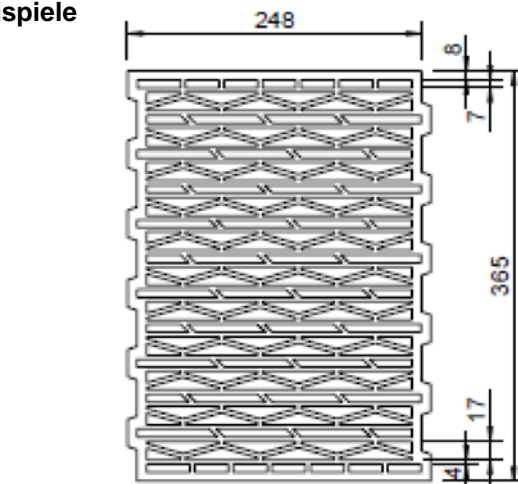
$A \leq 15 \text{ cm}^2$ (Ausnahme

Grifflöcher)

Allgemeine bauaufsichtliche
Zulassung

z.B. Z-17.1-889

Beispiele



¹ quer zur Dübelachse

Kategorie C3
Steine mit großen gefüllten Kammern

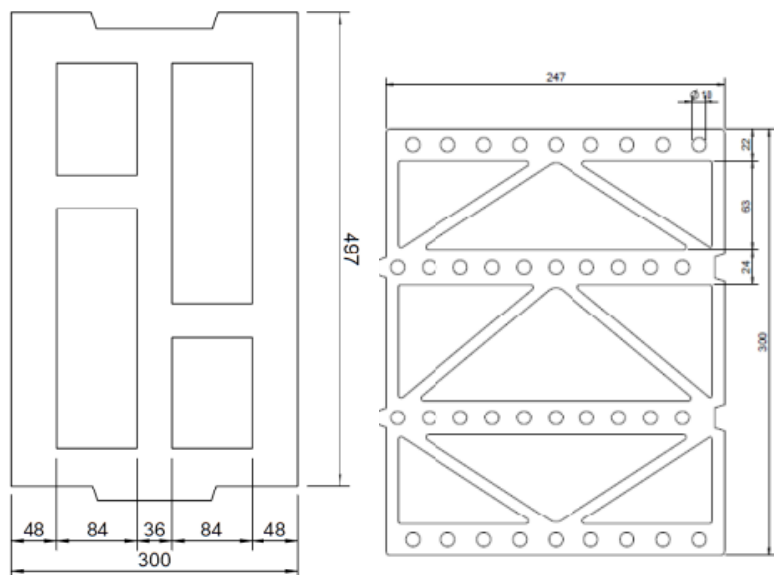
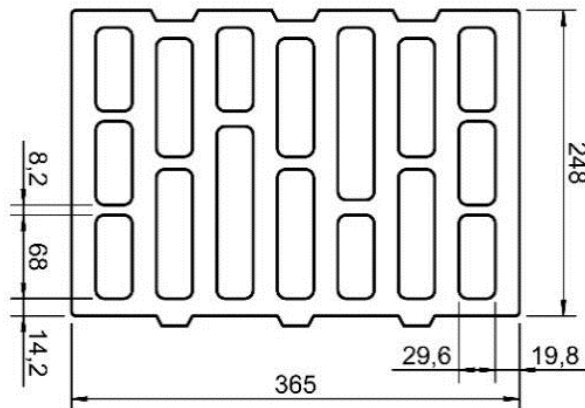
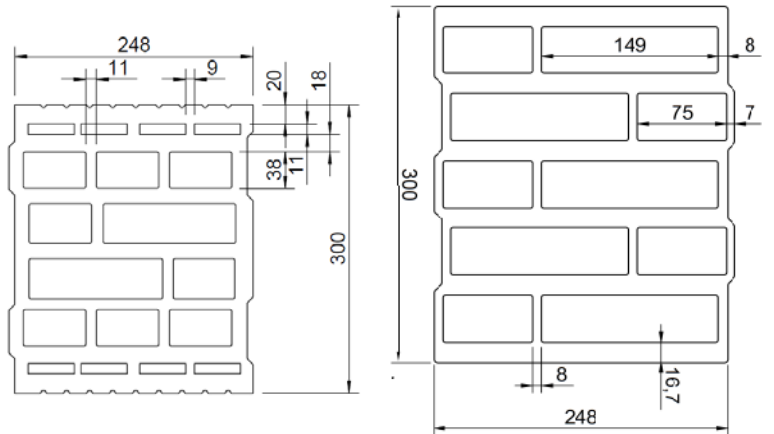
Grundsatz: Durchdringung weniger Stege im Bereich der Verankerung; Anzahl Innenstege < 10

Ziegel

Außenstegdicke¹: ≥ 6 mm
 Innenstegdicke¹: ≥ 5 mm
 Gesamtlochquerschnitt:
 $15\% < A \leq 70\%$
 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
 Gesamtlochquerschnitt:
 $25\% < A \leq 70\%$
 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:

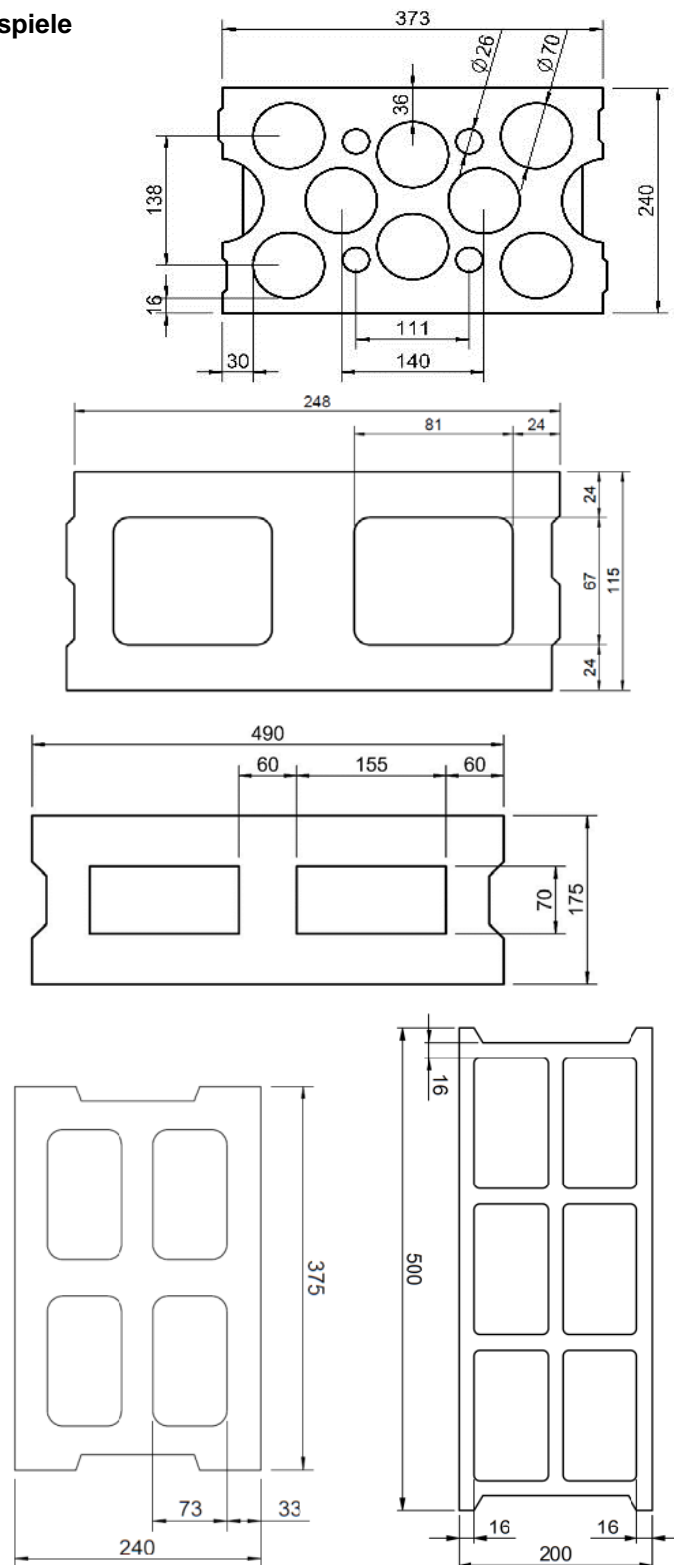
$25\% < A \leq 70\%$

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:
 $A \leq 30\%$

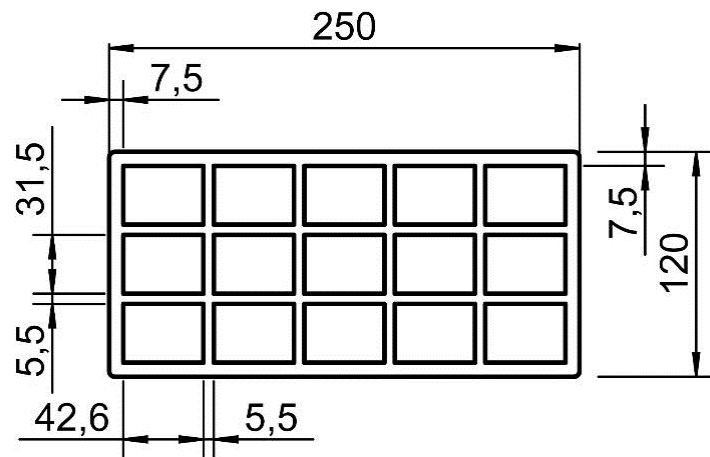
DIN EN 771-1:2015-11 in
 Verbindung mit DIN 20000-
 401:2017-01 [10]

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

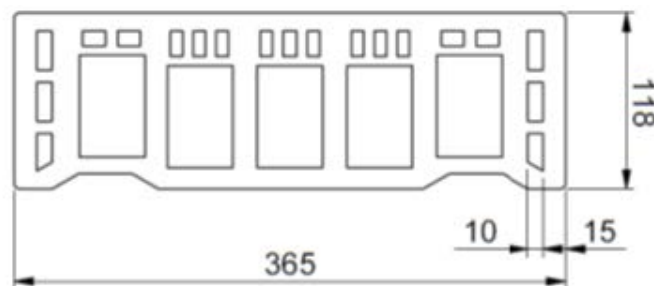
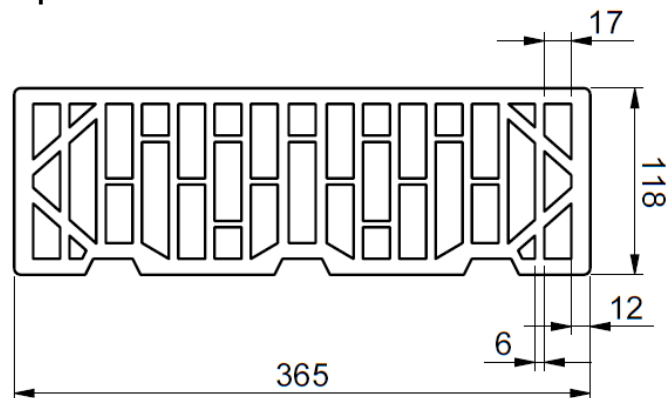
C6b Ziegel ohne Füllmaterial

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

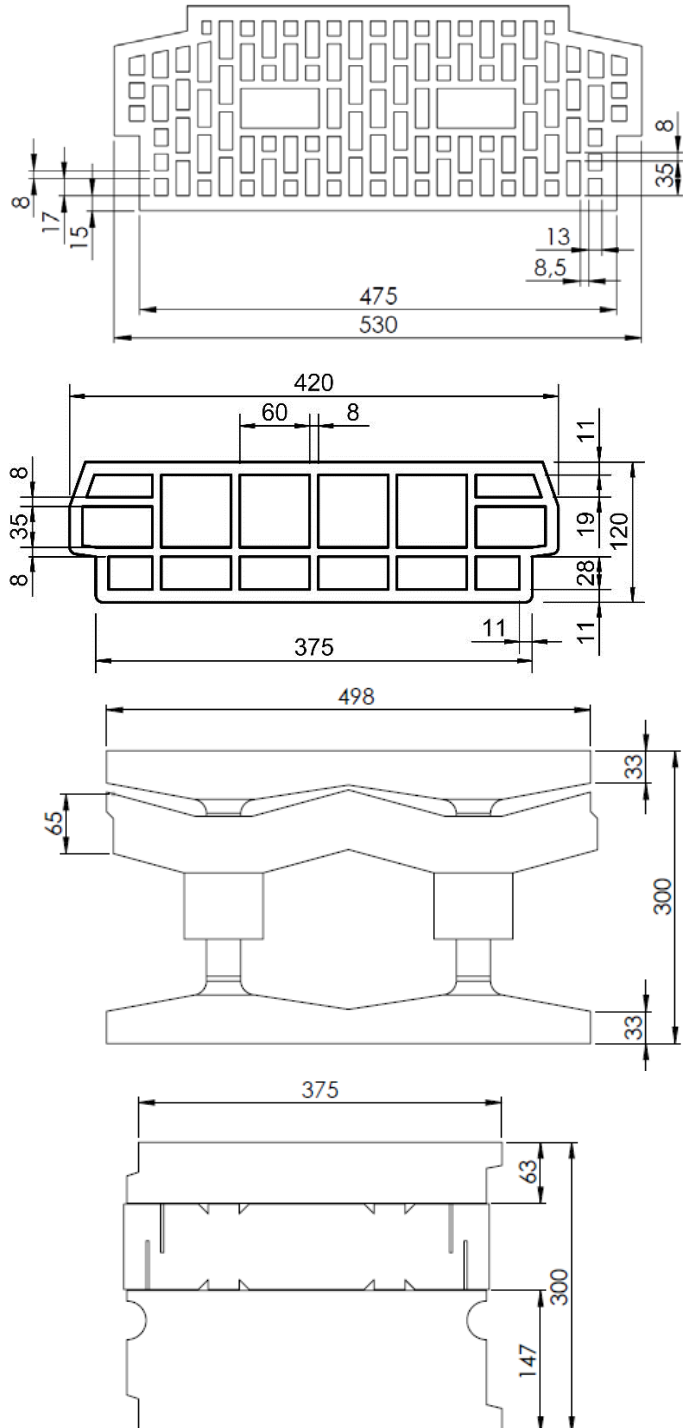
Ziegel

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.