

## 2

# Grundlagen für Versuche am Bauwerk im Verankerungsgrund Mauerwerk

## 2.1 Dübel-Systeme

Bei den nachfolgend beschriebenen

- Kunststoffdübeln (Bild 2.1) und
- Metall-Injektionsankern zur Verankerung im Mauerwerk (Bild 2.2)

handelt es sich ausschließlich um sogenannte „Dübel-Systeme“, die in Deutschland auf Grundlage einer „Zulassung“ im „bauaufsichtlich relevanten Bereich“ (vgl. Abschnitt 2.2) eingebaut werden dürfen.

Bei diesen Zulassungen wurde/wird unterschieden in

- Europäische Technische *Zulassungen* sowie
- Europäische Technische *Bewertungen*,

die jeweils mit „ETA“ abgekürzt werden, vgl. Abschnitte 2.4 und 2.5.

### Hinweis:

Nach Ansicht der Autoren, hat sich bei Planern und Ausführenden die Bezeichnung „Bewertung“ – resultierend aus der Bauproduktenverordnung aus dem Jahre 2013 [55] – im Sprachgebrauch noch nicht im Alltag durchgesetzt. „Umgangssprachlich“ hört und liest man unverändert den Begriff „Zulassung“. Manchmal wird auch die Begrifflichkeit „ETA-Zulassung“ verwendet, was genau genommen eine Dopplung wäre, da das „A“ in der Abkürzung „ETA“ bereits mit „Zulassung“ (Approval) bzw. „Bewertung“ (Assessment) zu übersetzen ist. Zur Vereinfachung und besseren Lesbarkeit wird in diesem Heft der DAfM Schriftenreihe daher häufig auch nur der Begriff „Zulassung“ gewählt.

Die eingangs genannten zugelassenen Dübel-Systeme bestehen in den meisten Fällen aus den in Tabelle 2.1 genannten Komponenten, die in der Produktbeschreibung, in den Anhängen der jeweiligen europäischen Zulassung bzw. Bewertung, detailliert beschrieben werden.

In den nationalen Zulassungen für Kunststoffdübel und Injektionsanker, sozusagen den „Vorgängern“ der ETAs, wurde immer explizit darauf hingewiesen, dass von diesen Komponenten keine Einzelteile ausgetauscht werden dürfen. Dieser Hinweis findet sich in den europäischen Zulassungen bzw. Bewertungen (vgl. Abschnitte 2.4 und 2.5) nicht mehr. Dafür gilt aber nach den

„Hinweisen für die Montage von Dübelverankerungen“ (vgl. in [4] den Abschnitt 4.1) immer folgende gleichwertige Aussage:

*„Einbau nur wie vom Hersteller geliefert, ohne Austausch der einzelnen Teile.“*

**Tabelle 2.1** Komponenten von zugelassenen Kunststoffdübel- und Injektionsanker-Systemen

| zugelassenes Dübel System  | Komponenten <sup>1)</sup>  |
|--|--|
| Kunststoffdübel<br>(siehe Bild 2.1)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kunststoff-Dübelhülse</li> <li>• (Spezial-)Schraube aus galvanisch verzinktem oder nichtrostendem Stahl<sup>2)</sup></li> </ul>   |
| Metall-Injektionsanker<br>zur Verankerung im Mauerwerk<br>(siehe Bild 2.2) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ankerstange aus galvanisch verzinktem oder nichtrostendem Stahl mit Außen- oder Innengewinde</li> <li>• Sechskantmutter</li> <li>• Unterlegscheibe</li> <li>• ggf. Siebhülse</li> <li>• Mörtelkartusche mit Injektionsmörtel</li> <li>• Statik- oder Zwangsmischer (für Mörtelkartusche)</li> </ul> |

1) Gemäß [4], Abschnitt 4.1 gilt: *„Einbau nur wie vom Hersteller geliefert, ohne Austausch der einzelnen Teile.“*

2) Das Spreizelement kann nach [30] auch ein (Spezial-)Spreiznagel sein. Spezialschraube wie Spezialnagel können anstelle aus Stahl auch aus Kunststoff bestehen.



**Bild 2.1** Beispiel für zugelassenen Kunststoffdübel mit Dübelhülse und zugehöriger Spezialschraube, vgl. [6]



**Bild 2.2** Beispiel für zugelassenen Metall-Injektionsanker (Mörtelkartusche, Statikmischer, Ankerstange-Außengewinde/Sechskantmutter/ Unterlegscheibe, Ankerstange-Innengewinde, Siebhülse), vgl. [7]

Das zugelassene Dübel-System ist im Zulassungsverfahren nur mit den in der jeweils zugehörigen europäischen Zulassung dargestellten Komponenten geprüft worden. Hierbei ist offensichtlich, dass die Kombination x-beliebiger Komponenten (z. B. die Kombination einer zugelassenen Kunststoff-Dübelhülse mit einer handelsüblichen Spanplattenschraube aus dem Baumarkt oder die

Kombination des Injektionsmörtels von Dübel-Hersteller A mit der Siebhülse von Dübel-Hersteller B) niemals die in der Zulassung geregelten charakteristischen Tragfähigkeiten abbilden können. Der Austausch von einzelnen Komponenten stellt daher eine (wesentliche) Abweichung von der Zulassung dar, deren Auswirkungen – aus Sicht der Autoren – **nicht** durch Versuche am Bauwerk beurteilt, sondern nur über eine Zustimmung im Einzelfall (vgl. Abschnitt 2.3) geregelt werden können.

## 2.2 Bauaufsichtlich relevanter Bereich

In diesem Heft wird die Bezeichnung „bauaufsichtlich relevanter Bereich“ verwendet. Als bauaufsichtlich relevant sind Befestigungen einzustufen, bei deren Versagen eine Gefahr für Leib und Leben besteht und/oder ein hoher wirtschaftlicher Schaden eintreten kann (vgl. z. B. in [53], Abschnitt 8.2). Diese Begrifflichkeit bzw. die Definition lässt sich aus der **Musterbauordnung (MBO)**, § 3 „Allgemeine Anforderungen“ [50] ableiten:

*„Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden; ...“*

In der Dübeltechnik werden Befestigungen in „bauaufsichtlich relevant“ oder „nicht bauaufsichtlich relevant“ eingeteilt (Teilweise werden auch die Begriffe „sicherheitsrelevant“ und „nicht sicherheitsrelevant“ verwendet.).

- Als **„nicht bauaufsichtlich relevant“** kann beispielsweise die Befestigung einer Fuß- oder Sockelleiste in einem Innenraum angesehen werden. Eine solche Befestigung kann entsprechend den Erfahrungen des Anwenders mit Dübeln ohne Zulassung ausgeführt werden.
- Dagegen ist die Befestigung einer vorgehängten hinterlüfteten Fassade (vgl. Abschnitt 5) oder eines absturzsichernden französischen Balkongeländers (vgl. Abschnitt 8) in jedem Fall **„bauaufsichtlich relevant“**. Hier ist offensichtlich, dass ein Versagen der Befestigung sehr schnell zu einer großen Gefahr werden kann. In diesem Bereich dürfen deshalb nur Befestigungen mit allgemeiner bauaufsichtlicher oder europäischer technischer Zulassung bzw. Bewertung verwendet werden (Abschnitt 2.4 und 2.5).

Die Grenze zwischen „nicht bauaufsichtlich relevant“ und „bauaufsichtlich relevant“ ist dabei in manchen Fällen fließend und kann im Prinzip nicht weiter – als zuvor aus der MBO zitiert – definiert werden.

## 2.3 Zustimmung im Einzelfall/vorhabenbezogene Bauartgenehmigung

Wird im bauaufsichtlichen Bereich (vgl. Abschnitt 2.2) vom Anwendungsbereich der nachfolgend beschriebenen Produkt-Zulassungen (Abschnitt 2.4 und 2.5) abgewichen, sind in Deutschland auch sogenannte „Zustimmungen im Einzelfall“ (ZiE) oder vorhabenbezogene **Bauartgenehmigungen** (vBG) möglich. Dabei unterscheidet sich die ZiE von der vBG vereinfacht erklärt dadurch, dass bei der ZiE das vollständig unregelmäßige Bauprodukt im Einzelfall geregelt wird. Bei der vBG wird dagegen nur die Bauart, d. h. das Einsatzgebiet eines bereits geregelten Bauproduktes, im Einzelfall geregelt.

Eine solche ZiE bzw. vBG ist von einem am Baubeteiligten (z. B. Planer, Architekt, Bauherr) im jeweiligen Bundesland, in dem das Bauvorhaben ausgeführt wird, bei der zuständigen obersten

#### 4.2.5 Handeln „im Rahmen der Zulassung“

„Zulässig“ (vgl. Abschnitt 4.2.2, letzter Absatz) bedeutet im Zusammenhang mit Versuchen am Bauwerk das Handeln „im Rahmen der Zulassung“ des Dübels [i. d. R. der Dübel-ETA, vgl. Abschnitt 2.4 (oder Abschnitt 2.5)]:

- Wenn die grundsätzliche Eignung des Dübels in einem Verankerungsgrund der entsprechenden Baustoffgruppe nach Tabelle 4.1 (bzw. Mauerwerksgruppe nach Abschnitt 7.2.2, Tabelle 7.2) im Zulassungsverfahren **nachgewiesen** wurde und in der entsprechenden Dübel-ETA ausgewiesen ist, so kann in jedem vergleichbaren Verankerungsgrund – im Rahmen der Zulassung – gedübelt werden, *vorausgesetzt*, dass regelkonform Versuche am Bauwerk durchgeführt und entsprechend bewertet werden, wobei auch die Temperaturbereiche nach Abschnitt 4.2.3 und die Bedingungen für Achs- und Randabstände nach Abschnitt 4.2.4 zu berücksichtigen sind.
- Wurde die grundsätzliche Eignung des Dübels in einem Verankerungsgrund nach Tabelle 4.1 (bzw. Tabelle 7.2) im Zulassungsverfahren **nicht nachgewiesen**, d. h. sind keine Angaben in der entsprechenden Dübel-ETA enthalten, so kann in einem solchen Verankerungsgrund auf der Baustelle nicht – im Rahmen der ETA – verankert werden; der Anwender befindet sich dann rein formal außerhalb des Anwendungsbereichs der ETA und benötigt im bauaufsichtlich relevanten Bereich (vgl. Abschnitt 2.1) eine vorhabenbezogene Bauartgenehmigung (vgl. Abschnitt 2.3). Bei diesem Verfahren können Versuche am Bauwerk eine Beurteilungsgrundlage sein. Für diesen Fall empfiehlt es sich allerdings immer, einen geeigneten Planer bzw. Sachverständigen für die Beurteilung der Verankerung einzuschalten, der über ausreichende Erfahrungen auf dem Gebiet der Verankerungen und des Mauerwerkbaus verfügt.

In Tabelle 4.3 wird noch einmal zusammenfassend dargestellt, wann Versuche am Bauwerk mit Kunststoffdübeln im Mauerwerk erforderlich sind.

**Tabelle 4.3** Erfordernis von Versuchen am Bauwerk mit Kunststoffdübeln im Mauerwerk

| Versuche am Bauwerk mit Kunststoffdübeln im Mauerwerk sind nach [1], [31] bzw. [36] ...   |  |
|---|--|
| ... <u>nicht</u> erforderlich, wenn ...   | ... erforderlich, wenn ...   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• ... der auf der Baustelle verwendete Mauerstein der gleiche ist wie einer der Verankerungsgründe, die in der ETA des verwendeten Dübels abgebildet sind.<br/>Bei der Montage wird die Setztiefe des Dübels (<math>h_{nom}</math>) und das Bohrverfahren gemäß den Vorgaben der Dübel-ETA eingehalten. Bei der Verankerung in Lochsteinen muss die Setzrichtung des Dübels der Setzrichtung im Referenzstein in der Dübel-ETA entsprechen.</li> <li>• ... der auf der Baustelle verwendete <b>Vollstein</b> vom in der Dübel-ETA abgebildeten Vollstein lediglich abweicht durch               <ul style="list-style-type: none"> <li>– ein <b>größeres</b> Steinformat und/oder</li> <li>– eine <b>höhere</b> Druckfestigkeit sowie eine <b>höhere</b> Rohdichte.</li> </ul> </li> <li>• ... der Dübel auf der Baustelle im verwendeten <b>Vollstein</b> tiefer gesetzt wird als in der Dübel-ETA vorgegeben.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ... der auf der Baustelle verwendete Mauerstein nicht in der ETA des verwendeten Dübels abgebildet ist.<br/>In der Dübel-ETA ist aber ein Stein enthalten               <ul style="list-style-type: none"> <li>– aus dem gleichen Baustoff (Ziegel, Porenbeton, Kalksandstein, Leichtbeton oder Normalbeton),</li> <li>– mit der gleichen Struktur (Vollstein, Lochstein mit oder ohne Dämmstoff-Füllung)</li> <li>– mit einer vergleichbaren Geometrie (Steinabmessungen, Loch- und Stegabmessungen)</li> </ul> </li> <li>• ... der auf der Baustelle verbaute <b>Vollstein</b> ein <b>kleineres</b> Steinformat und/oder eine <b>niedrigere</b> Druckfestigkeit sowie eine <b>niedrigere</b> Rohdichte hat als der in der Dübel-ETA ausgewiesene, ansonsten gleiche Vollstein.</li> <li>• ... die Bohrlöcher im Hammerbohrverfahren erstellt werden, obwohl in der Dübel-ETA das Bohren im Drehgang vorgegeben wird.</li> <li>• ... der Dübel auf der Baustelle im verwendeten <b>Lochstein</b> tiefer gesetzt wird als in der Dübel-ETA vorgegeben.</li> </ul> |

### 4.3 Versuche für Kunststoffdübel

#### 4.3.1 Allgemeines

Die Tragfähigkeit eines Kunststoffdübels kann nach [1] bei Versuchen am Bauwerk durch

- Zugversuche (Bruchversuche) und durch
- Querlastversuche (Bruchversuche am Rand oder Probelastungen)

ermittelt werden.

In den europäischen Regelwerken [31] und [36] sind bisher keine Versuche mit Querlasten vorgesehen.

#### 4.3.2 Bruchversuche

Nach [1] können Bruchversuche mit Kunststoffdübeln als „Zugversuche“ und „Querlastversuche am Rand“ durchgeführt werden. Bei diesen Bruchversuchen wird der Kunststoffdübel bis zum Versagen belastet. Das bedeutet, dass die Last mit dem Dübel-Auszugsgerät (vgl. Bild 5.7) so lange langsam und stetig gesteigert wird, bis keine Laststeigerung mehr möglich ist und die Verankerung in der Regel durch Herausziehen des Dübels oder durch Ausbruch/Herausziehen des Mauersteins versagt.

Die Bruchlast wird aufgezeichnet und ist Grundlage für die Auswertung der Versuche und die Ableitung einer charakteristischen Tragfähigkeit des Dübels im Baustellen-Verankerungsgrund.

Die minimale Anzahl von Zugversuchen ist

- $n = 5$  für unverputztes Mauerwerk und
- $n = 15$  für verputztes Mauerwerk.

Siehe hierzu die weiteren Ausführungen in den Abschnitten 5.2.8, 5.4.2 und 5.4.3.

Bei den Versuchen ist grundsätzlich immer die zulässige Höchstlast des verwendeten Dübel-Auszugsgeräts zu beachten. Bei Erreichen dieser zulässigen Höchstlast ist jeder Versuch unbedingt abzurechnen, damit die kalibrierte Kraftmessdose des Dübel-Auszugsgeräts nicht beschädigt wird (vgl. Abschnitt 5.2.3).

#### 4.3.3 Probelastungen

Die Technische Regel des DIBt (vgl. Abschnitt 3.3 in [1]) ermöglicht es gegenüber [31] und [36] nun auch Probelastungen durchzuführen, allerdings nur als Querlastversuche, da es hier gerade in Richtung des Randes zu Beschädigungen des Bauteils kommen kann. Dabei sind mindestens 15 Versuche durchzuführen. Die Festlegung der Probelast kann nur durch den Fachplaner (Abschnitt 3.2) festgelegt werden, da nur dieser Kenntnisse über die Gesamtstatik des Bauvorhabens – mit den **Einwirkungen** auf die geplanten Dübelverankerungen – haben kann. Die Last für die Probelastung ist nach den beiden folgenden Gleichungen Gl. (4.1) und Gl. (4.2) zu wählen:

$$V_p \geq V_{Ed} \cdot \gamma_M / 0,6 \quad \text{Gl. (4.1)}$$

$$\leq F_{Rk,ETA} / 0,6 \quad \text{Gl. (4.2)}$$

mit:  $V_p$  gewählte Last für die Probelastung

- $V_{Ed}$  Bemessungswert der **Einwirkung** ( $V_{Ek} \cdot \gamma_F$ )
- $V_{Ek}$  = charakteristischer Wert der Einwirkung
  - $\gamma_F$  = Teilsicherheitsbeiwert der Einwirkungen

- $\gamma_M$  Teilsicherheitsbeiwert der Tragfähigkeit (vgl. Abschnitt 5.4.5)
- $F_{Rk,ETA}$  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 ( $V_{Rk,c,ref}$ ) [39])

Der Divisor „0,6“ in Gl. (4.1) und Gl. (4.2) berücksichtigt, dass bei den Versuchen bestimmte Anwendungsbedingungen, die im Zulassungsverfahren für einen Kunststoffdübel im Labor untersucht werden müssen (wie z. B. Temperatur, Feuchte, Verhalten unter Dauerlast), auf der Baustelle nicht abgeprüft werden können.

Für die Probelastungen wird ein „kritischer Lastabfall“ definiert:

Für eine erfolgreiche Probelastung muss für jeden der mindestens 15 Versuche die gewählte Probelast  $V_p$  für mindestens eine Minute gehalten werden. Dabei dürfen keine sichtbaren Verschiebungen auftreten. In der Regel wird man bei den Prüfungen aber immer einen Lastabfall infolge Relaxation („Entspannung“) feststellen. Geht diese Relaxation über 10% der Probelast hinaus, so spricht [1] von einem kritischen Lastabfall.

Eine Möglichkeit der Protokollierung dieser Versuche gibt der Anhang B von diesem Heft 4 der DAfM Schriftenreihe mit einem Blanko-Formular „Dokumentation (Dübel-)Versuche am Bauwerk“ als Kopiervorlage. Auszugsweise ist ein Ausschnitt in Bild 4.1 dargestellt.

Wenn der o. g. Lastabfall den Grenzwert von 10% des „kritischen Lastabfalls“ überschreitet, ist es zulässig, die Lashöhe einmalig auf den Ausgangswert  $V_p$  nachzustellen und diese mindestens 10 Minuten zu halten. Wenn während dieser Zeit keine sichtbare Verschiebung auftritt und der

| 7 Versuchsergebnisse für <u>PROBEBELASTUNGEN</u> ( $n \geq 15$ Versuche)   |                                     |   |                                     |                          |               |    |
|--|-------------------------------------|---|-------------------------------------|--------------------------|---------------|----|
| Die Probelast wurde vom Fachplaner festgelegt (siehe separate Unterlagen)  |                                     |   |                                     |                          |               |    |
| Art der Versuche   | <input checked="" type="checkbox"/> | Kunststoffdübel   | <input checked="" type="checkbox"/> | Querlastversuche         | $V_p =$ kN    | XX |
|  | <input type="checkbox"/>            | Injektionsanker   | <input type="checkbox"/>            | Zugversuche              | $N_{pP} =$ kN | /  |
|  |                                     |   | <input type="checkbox"/>            | Querlastversuche a. Rand | $V_p =$ kN    |    |
| Versuch  | Setztiefe <sup>1)</sup><br>mm       | Wurde Probelast $\geq 1$ min ohne sichtbare Verschiebung und ohne kritischen Lastabfall gehalten? <sup>2)</sup> |                                     |                          | Bemerkung     |    |
| 1  |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> ja  | <input type="checkbox"/> nein       | /                        |               |    |
| 2  |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> ja  | <input type="checkbox"/> nein       |                          |               |    |
| ⋮  | ⋮                                   | ⋮   | ⋮                                   |                          |               |    |
| <p>1) für Kunststoffdübel: <math>h_{nom}</math> bzw. für Injektionsanker: <math>h_{ef}</math></p> <p>2) Für Definition „kritischer Lastabfall“ und Möglichkeit „einmalig nachzustellen“ siehe TR des DIBt!</p> |                                     |   |                                     |                          |               |    |

**Bild 4.1** Auszug aus Blanko-Formular „Dokumentation (Dübel-)Versuche am Bauwerk“ im Anhang B zu diesem Heft: Für Kunststoffdübel nur Probelastungen als Querlastversuche möglich!

## 5.7 Bemessung der Verankerung (Befestigung der Unterkonstruktion)

### 5.7.1 Allgemeines

Nachfolgend wird exemplarisch eine Dübelbemessung dargestellt – basierend auf dem mittels Versuchen am Bauwerk in Abschnitt 5.4.5 ermittelten Bemessungswert der Tragfähigkeit:

- Ausgangsdaten: Abschnitt 5.7.2
- Einwirkungen aus Eigengewicht: Abschnitt 5.7.3
- Einwirkungen aus Windsog: Abschnitt 5.7.4
- Resultierende Einwirkung: Abschnitt 5.7.5
- Nachweis Schrägzug: Abschnitt 5.7.6

Ergänzend werden hier zwei Abschätzungen/Betrachtungen für den Nachweis der vertikalen Holzlattung in Anlehnung an DIN EN 1995-1-1:2010-12 (Eurocode 5, vgl. [24]) gemacht, da es hierfür (Kunststoffdübel in Durchsteckmontage durch eine Holzlatte) bisher kein entsprechendes Regelwerk gibt. Abschließend werden noch die Abstände in der Holzlatte überprüft:

- Kopfdurchzug des Dübels durch Latte Abschnitt 5.7.7
- Überprüfen der Abstände Abschnitt 5.7.8

Ziel dieses Beispiels ist die Ermittlung der erforderlichen Anzahl von Dübeln für die eigentliche Montage exemplarisch für eine Querwand des Gebäudes.

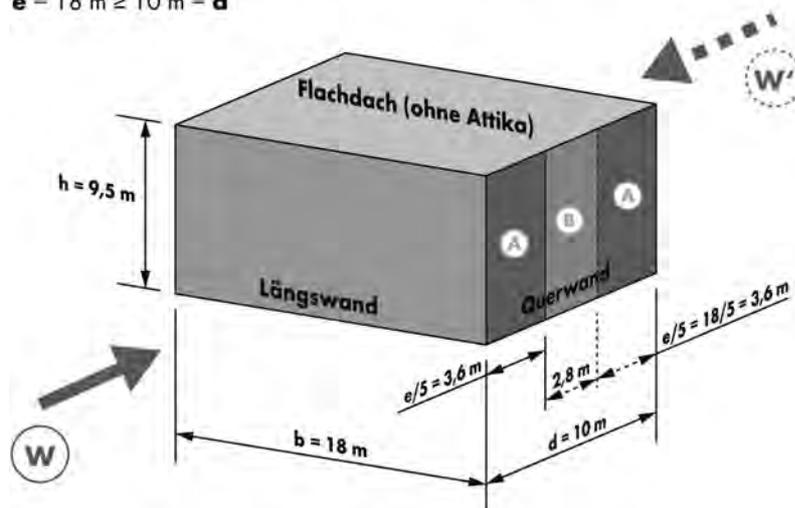
Für diese Dübelbemessung wird das Beispielgebäude gemäß Bild 5.1 idealisiert als Quader angenommen, d. h. als ein rechteckiger Grundriss mit Flachdach ohne Attika an den Querwänden; weiterhin wird angenommen, dass in den Querwänden keine Fenster und Türen angeordnet sind. Siehe hierfür Bild 5.32.

Wirkt auf eine der Längswände Winddruck ( $w$ ), so erzeugt dieser Winddruck auf den Querwänden gemäß DIN EN 1991-1-4:2010-12, Bild 7.5 (vgl. [22]) Windsog im Bereich A ( $e/5$ ) und im Bereich B ( $d - e/5$ ). Wirkt der Winddruck auf die andere Längswand ( $w'$ ), so vertauschen sich die Bereiche A und B. Für die Ermittlung der erforderlichen Dübelanzahl für eine Querwand muss

**vgl. DIN EN 1991-1-4:2010-12, Bild 7.5:**

$e = b = 18 \text{ m}$  oder  $e = 2h = 2 \times 9,5 = 19 \text{ m}$  (Der kleinere Wert ist maßgebend!)

$e = 18 \text{ m} \geq 10 \text{ m} = d$



**Bild 5.32** Idealisiertes Beispielgebäude in Anlehnung an Bild 5.1