

# 2024

# MAUERWERK KALENDER



Sonderdruck

Befestigungen  
im Mauerwerksbau

Befestigung absturz-  
sichernder Fenster

Jürgen H.R. Künzlen

Eckehard Scheller

Rainer Becker

Thomas Kuhn

Thorsten Immel

Hermann Hamm

# Sonderdruck aus Mauerwerk-Kalender 2024

C Konstruktive Details (Bauphysik)

## **C 3 Befestigungen im Mauerwerksbau**

Jürgen H.R. Küenzlen, Eckehard Scheller, Rainer Becker,  
Thomas Kuhn und Thorsten Immel

## **C 4 Befestigung absturzsichernder Fenster**

Jürgen H.R. Küenzlen, Eckehard Scheller, Hermann Hamm,  
Rainer Becker und Thomas Kuhn

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung 9</b>		
1.1	Allgemeines 9	4.2.3	Leichtbetonsteine: Vollblöcke und Hohlblöcke 25
1.2	Eine reale Kommunikation zum Thema Dübel im privaten Umfeld 9	4.2.4	Porenbetonsteine 26
1.3	Dübeltechnik für Profis 10	4.2.5	Mauersteine aus Normalbeton: Vollblöcke und Hohlblocksteine 26
<b>2</b>	<b>Baurecht 12</b>	4.3	Nachträglich gedämmte Untergründe 26
2.1	Allgemeines 12	4.4	Zweischalige Wandkonstruktionen: Zweischaliges Mauerwerk 28
2.2	Sicherheitsrelevante und nicht sicherheitsrelevante Befestigungen 12	<b>5</b>	<b>Umgebung – Welche äußeren Einflüsse liegen vor? 29</b>
2.3	Bauaufsichtlich relevante und nicht bauaufsichtlich relevante Befestigungen 12	5.1	Allgemeines 29
2.4	Bauaufsichtlich relevanter Bereich 13	5.2	Temperatur 30
2.4.1	Allgemeines 13	5.3	Brand 31
2.4.1.1	Deutschland 13	5.4	Korrosion 32
2.4.1.2	Europa 14	5.4.1	Hinweise in den „Zulassungen“ für Dübel 32
2.4.2	Verwendbarkeitsnachweis 14	5.4.2	Ergänzende und weiterführende Informationen 32
2.4.2.1	Allgemeines 14	<b>6</b>	<b>Bauteilabmessungen – Wo wird der Dübel montiert? 32</b>
2.4.2.2	CE-Kennzeichnung 14	6.1	Definition wichtiger Begriffe und Maße im Bereich der Dübeltechnik 32
2.4.2.3	Ü-Zeichen 15	6.2	(Mindest-)Bauteildicke 33
2.4.2.4	Bauprodukte ohne Ü-Zeichen oder CE-Kennzeichnung 15	6.3	Randabstand (c) 33
2.4.2.5	Technische Baubestimmungen und allgemein anerkannte Regeln der Technik 15	6.3.1	Minimaler Randabstand ( $c_{min}$ ) 33
2.4.2.6	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) 15	6.3.2	Charakteristischer Randabstand ( $c_{cr}$ ) 33
2.4.2.7	Europäische Technische Bewertung (ETA) 15	6.4	Achsabstand (s) 34
2.4.2.8	Zustimmung im Einzelfall (ZiE) 16	6.5	Regelungen für zugelassene Kunststoffdübel 34
2.4.2.9	Allgemeine (aBG) und vorhabenbezogene Bauartgenehmigung (vBG) 17	<b>7</b>	<b>Anbauteil bzw. Ankerplatte – Was soll befestigt werden? 35</b>
2.5	Bauaufsichtlich nicht relevanter Bereich 18	7.1	Allgemeines 35
<b>3</b>	<b>Verankerungsgrund – Worin soll befestigt werden? 18</b>	7.2	Anbauteile bzw. Ankerplatten in der Theorie 35
3.1	Allgemeines 18	7.3	Lagerung des Anbauteils 36
3.2	Bestimmung des Verankerungsgrunds auf der Baustelle 18	7.3.1	Allgemeines 36
3.2.1	Bestimmung des Verankerungsgrunds anhand von Bauunterlagen 18	7.3.2	Statisch bestimmte Lagerung des Anbauteils – Einzelbefestigung 37
3.2.2	Bestimmung des Verankerungsgrunds ohne Bauunterlagen mittels Probebohrung 19	7.3.3	Statisch unbestimmte Lagerung des Anbauteils – Mehrfachbefestigung 38
<b>4</b>	<b>Verankerungsgrund Mauerwerk im Detail 22</b>	7.3.3.1	Allgemeines 38
4.1	Allgemeines 22	7.3.3.2	Unterscheidung tragender und nicht-tragender Systeme 39
4.1.1	Mauersteine 22	7.3.3.3	Steifigkeit des zu befestigenden Anbauteils 40
4.1.2	Vermörtelte und unvermörtelte Fugen 22	7.3.3.4	Beanspruchungen für Mehrfachbefestigungen 40
4.2	Mauersteine 23	7.3.4	Zusammenfassung mit einem Beispiel 41
4.2.1	Mauerziegel: Vollziegel und Hochlochziegel 23	7.4	Durchgangslöcher im Anbauteil 41
4.2.2	Kalksandsteine: Kalksandvollsteine und Kalksandlochsteine 24	7.5	Montagearten 42
		7.6	Anbauteile bzw. Ankerplatten in der Praxis 42

<b>8</b>	<b>Einwirkungen – Welche Belastungen treten bei der Befestigung auf? 43</b>	<b>12</b>	<b>Typische Fehler und was man anders bzw. besser machen kann 60</b>
8.1	Allgemeines 43	12.1	Allgemeines 60
8.2	Belastungsrichtungen (Belastungsweise) 44	12.2	Umgebung – Korrosion 60
8.3	Beanspruchungen (Belastungsarten) 44	12.3	Bauteil-Geometrie: Rand- und Achsabstände 61
8.4	Bemessung ist Aufgabe des Planers! 45	<b>13</b>	<b>Versuche am Bauwerk 62</b>
8.5	Beanspruchungen an einem Beispiel 45	13.1	Einleitung 62
8.5.1	Allgemeines 45	13.2	Verantwortlichkeiten 62
8.5.2	Statisches System 46	13.3	Technische Regel Durchführung und Auswertung von Versuchen am Bau 63
8.5.3	Eigengewicht – Eigenlast 46	13.4	Anwendungsbereiche 63
8.5.4	Verkehrslasten 47	13.5	Bedingungen für Achs- und Randabstände 64
8.5.5	Einwirkungen auf die Dübel infolge des Eigengewichts und der Verkehrslasten 47	13.6	Handeln „im Rahmen der Zulassung“ 64
8.5.6	Ermüdungsrelevante Belastungen 48	13.7	Praxistipps 65
8.5.6.1	Allgemeines 48	13.7.1	Ort der Prüfungen 65
8.5.6.2	Beispiel Klimmzugstange 48	13.7.2	Prüfvorrichtung 65
8.5.7	Fazit 49	13.7.3	Versuchsergebnisse 67
<b>9</b>	<b>Dübel-Systeme – Welche Systeme stehen zur Verfügung? 49</b>	13.7.4	Aufgabentrennung 67
9.1	Vorbemerkung 49	<b>14</b>	<b>Zusammenfassung – Wie löst man die Befestigungsaufgabe? 68</b>
9.2	Kunststoffdübel 49		
9.3	Metall-Injektionsanker zur Verankerung im Mauerwerk 52		
9.4	Dübel-Systeme zur Verankerung im Porenbeton 54		
<b>10</b>	<b>Bemessung 55</b>		
<b>11</b>	<b>Montage 56</b>		
11.1	Monteure: „Geschultes Personal“ 56		
11.2	Bohrer – Bohren – Bohrlochreinigung 56		
11.2.1	Allgemeines 56		
11.2.2	Bohrverfahren 57		
11.2.3	Bohrlochreinigung 57		
11.2.3.1	Allgemeines 57		
11.2.3.2	Bohrlochreinigung für Kunststoffdübel 58		
11.2.3.3	Bohrlochreinigung für Injektionssysteme 58		
11.2.4	Fehlbohrungen 59		
11.3	Temperatur – Montagezeit – Aushärtezeit 59		
11.4	Montageprotokoll 60		

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>77</b>		
<b>2</b>	<b>Aktuelle Regelungen für die Befestigung von absturzsichernden Fensterelementen</b>	<b>78</b>		
2.1	Allgemeines	78		
2.2	Zusammenfassung auf der Internetseite des DIBt	78		
2.3	Musterbauordnung (MBO) und Landesbauordnungen (LBOen)	79		
2.4	DIN 18008, Teil 4 – Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen	80		
2.5	ETB-Richtlinie – Bauteile, die gegen Absturz sichern	80		
2.5.1	Allgemeines und Einbaubereiche	80		
2.5.2	Horizontale, statische Lasten	80		
2.5.3	Stoßartige Belastung	80		
2.6	Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren für den Neubau und Renovierung	81		
<b>3</b>	<b>Baurechtliche Grundlagen für die Befestigung am Bauwerk</b>	<b>82</b>		
3.1	Allgemeines	82		
3.2	Grundlagen für den statischen Nachweis	82		
<b>4</b>	<b>Beispiele für Produkte mit „Zulassung“</b>	<b>83</b>		
4.1	Allgemeines	83		
4.2	Absturzsichernde Fensterelementbefestigung (W-ABZ)	83		
4.3	AMO-Combi Schraube mit Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XS oder W-UR 10 XXL	85		
4.4	Befestigungssystem BS 100 zur lastabtragenden und absturzsichernden Befestigung von Anbauteilen an Fensterrahmenprofilen	86		
<b>5</b>	<b>Nachweisführung für die Befestigung</b>	<b>87</b>		
5.1	Nachweis der horizontalen Nutzlast (Holmlast)	87		
5.1.1	Lastannahmen für horizontale Nutzlasten (Holmlasten)	87		
5.1.2	Überlagerung von horizontaler Nutzlast (Holmlast) und Windlast	88		
5.2	Nachweis der stoßartigen Belastung	89		
5.2.1	Allgemeines	89		
5.2.2	Anordnung der Befestigungspunkte zur Aufnahme der stoßartigen Belastung	89		
5.2.3	Rechnerischer Nachweis	90		
5.2.4	Nachweis durch Versuche	90		
5.3	Mehrfachbefestigung von absturzsichernden Fensterelementen	90		
5.3.1	Im Allgemeinen: Mehrfachbefestigung von nichttragenden Systemen	90		
5.3.2	Im Besonderen: Mehrfachbefestigung von absturzsichernden Fensterelementen	91		
5.4	Überleitung zu den Praxisbeispielen 1 und 2	93		
<b>6</b>	<b>Praxisbeispiel 1 – Befestigung eines bodentiefen absturzsichernden Fensterelements mit Festverglasung mit einem Direktbefestiger</b>	<b>93</b>		
6.1	Allgemeine Hinweise	93		
6.2	Zusammenstellung der erforderlichen Ausgangsdaten	94		
6.3	Einwirkungen	94		
6.3.1	Stoßartige Lasten nach ETB-Richtlinie (Außergewöhnliche Einwirkung)	94		
6.3.2	Windlasten	95		
6.3.3	Horizontale Nutzlast in ideeller Holmhöhe	95		
6.3.4	Last aus 90° geöffnetem Fensterflügel	96		
6.4	Ermittlung der maßgebenden Querkräfte für Befestigungspunkt (7) bzw. (8) für das zu untersuchende Dübel-System	96		
6.4.1	Lastfall 1: Stoßartige Lasten	96		
6.4.2	Lastfall 2: Windsoglast	96		
6.4.3	Lastfall 3: Winddrucklast	96		
6.4.4	Lastfall 4: Horizontale Nutzlast in ideeller Holmhöhe	96		
6.4.5	Lastfall 5: Überlagerung horizontale Nutzlast plus Windsoglast	96		
6.4.6	Übersicht der maßgebenden Querkräfte für das Praxisbeispiel 1	97		
6.5	Statische Nachweise für Glied 4 der Nachweiskette: Befestigung des Fensterrahmens mit dem Direktbefestiger im Mauerwerk	97		
6.5.1	Nachweis Lastfall 1: Stoßartige Lasten	98		
6.5.2	Nachweis Lastfall 5: Überlagerung horizontale Nutzlast (Holmlast) plus Windsog (nach außen wirkend)	98		
6.6	Fazit	98		
<b>7</b>	<b>Praxisbeispiel 2 – Befestigung eines bodentiefen absturzsichernden Fensterelements mit Festverglasung mit einer Fenstermontageschiene – Nachweis der „Mehrfachbefestigung“ oder durch Versuche</b>	<b>98</b>		
7.1	Allgemeine Hinweise	98		
7.2	Zusammenstellung der erforderlichen Ausgangsdaten	98		

7.3	Einwirkungen	99	8.4	Ermittlung der maßgebenden Schnittkräfte für Befestigungspunkt (7) bzw. (8) sowie (1) und (11)	108
7.3.1	Stoßartige Lasten nach ETB-Richtlinie (Außergewöhnliche Einwirkung)	99	8.4.1	Lastfall 1: Stoßartige Lasten	108
7.3.2	Windlasten	99	8.4.2	Lastfall 2: Windsoglast	109
7.3.3	Horizontale Nutzlast	99	8.4.2.1	Ansatz 1	109
7.4	Ermittlung der maßgebenden Querkräfte für Befestigungspunkt (7) bzw. (8) für das zu untersuchende Dübel-System	100	8.4.2.2	Ansatz 2	109
7.4.1	Lastfall 1: Stoßartige Lasten	100	8.4.3	Lastfall 3: Horizontale Nutzlast in ideeller Holmhöhe	109
7.4.2	Lastfall 2: Windsoglast	100	8.4.4	Lastfall 4: Überlagerung horizontale Nutzlast plus Windsoglast (für Ansatz 2)	109
7.4.3	Lastfall 3: Horizontale Nutzlast in ideeller Holmhöhe	100	8.4.5	Lastfall 5: Eigengewicht aus Glasgeländer Typ BG015	109
7.4.4	Lastfall 4: Überlagerung horizontale Nutzlast plus Windsoglast	100	8.4.6	Lastfall 6: Last aus 90° geöffnetem Fensterflügel	110
7.4.5	Übersicht der maßgebenden Querkräfte für das Praxisbeispiel 2	100	8.4.7	Übersicht der maßgebenden Kräfte für das Praxisbeispiel 3	110
7.5	Statische Nachweise für Glied 4 der Nachweiskette: Verbindung Fensterrahmen mit Fenstermontageschiene W-ABZ	100	8.5	Statische Nachweise für Glied 2 der Nachweiskette: Unmittelbare Glasbefestigung/Glaslagerung des Fenstergeländers in Befestigungspunkt (7) und (8)	110
7.6	Statische Nachweise für Glied 5 der Nachweiskette: Fenstermontageschiene W-ABZ	101	8.5.1	Nachweis Lastfall 1: Stoßartige Lasten	110
7.6.1	Nachweis Lastfall 1: Stoßartige Lasten	101	8.5.2	Nachweis Lastfall 3 auf Grundlage abZ/aBG: Horizontale Nutzlasten	111
7.6.2	Nachweis Lastfall 4: Überlagerung horizontale Nutzlast plus Windsog (nach außen wirkend)	101	8.5.3	Nachweis Lastfall 5 auf Grundlage abZ/aBG: Eigengewicht aus Glasgeländer Typ BG015	111
7.7	Statische Nachweise für Glied 6 der Nachweiskette: Befestigung der W-ABZ mit Kunststoffdübel in Mauerwerk	101	8.5.4	Nachweis Lastfall 3 und Lastfall 5 auf Grundlage Systemstatik	111
7.7.1	Nachweis Lastfall 1: Stoßartige Lasten	101	8.6	Statische Nachweise für Glied 3 der Nachweiskette: Verbindung des Geländers mit dem Fensterrahmen mit dem Befestigungssystem BS 100 in Befestigungspunkt (7) und (8)	113
7.7.1.1	ETB-Last 2,8 kN	101	8.7	Statische Nachweise für Glied 5 der Nachweiskette: Befestigung des Fensterrahmens mit dem Direktbefestiger im Mauerwerk	113
7.7.1.2	Lösungsmöglichkeit a): Nachweis einer „Mehrfachbefestigung“	101	8.7.1	Nachweis Lastfall 1: Stoßartige Lasten	113
7.7.1.3	Lösungsmöglichkeit b): Nachweis durch Versuche	103	8.7.2	Nachweis Lastfall 4: Überlagerung horizontale Nutzlast plus Windsoglast (für Ansatz 2) für die Befestigungspunkte (7) und (8)	113
7.7.2	Nachweis Lastfall 4: Überlagerung horizontale Nutzlast plus Windsog (nach außen wirkend)	104	8.7.3	Nachweis Lastfall 5: 90° öffneter Fensterflügel für die Befestigungspunkte (1) und (11)	113
7.8	Fazit	104	<b>9</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>114</b>
<b>8</b>	<b>Praxisbeispiel 3 – Befestigung eines bodentiefen absturzsichernden Fensterelements mit Drehkipflügel und auf dem Fensterrahmen aufgeschraubtem Fenstergeländer</b>	<b>105</b>		<b>Literatur</b>	<b>114</b>
8.1	Allgemeine Hinweise	105		<b>Anhang</b>	<b>116</b>
8.1.1	Ansatz 1	106			
8.1.2	Ansatz 2	106			
8.2	Zusammenstellung der erforderlichen Ausgangsdaten	106			
8.3	Einwirkungen	107			
8.3.1	Stoßartige Lasten nach ETB-Richtlinie (Außergewöhnliche Einwirkung)	107			
8.3.2	Windlasten	107			
8.3.3	Horizontale Nutzlast	107			
8.3.4	Eigengewicht aus Glasgeländer Typ BG015	108			
8.3.5	Last aus 90° geöffnetem Fensterflügel	108			

C Konstruktive Details (Bauphysik)

### **C 3 Befestigungen im Mauerwerksbau**

Jürgen H.R. Küenzlen, Eckehard Scheller, Rainer Becker,  
Thomas Kuhn und Thorsten Immel

# 1 Einleitung

## 1.1 Allgemeines

Dübel sind am Bau echte Alltagsprodukte. Die Erfahrungen zeigen, dass sowohl Baupraktiker als auch Laien häufig beliebige Dübel einsetzen, ohne z. B. den konkreten Anwendungsfall hinsichtlich Belastung und Verankerungsgrund im Detail einschätzen zu können. Anfragen an die Autoren dieses Beitrags und anschließende Diskussionen zum Thema Dübeltechnik werden



Bild 1. Badezimmer (Foto: Adolf Würth GmbH & Co. KG)



Bild 2. Wohnzimmer (Foto: Adolf Würth GmbH & Co. KG)



Bild 3. Klimmzugstange (Foto: privat)

hier beispielhaft herangezogen, um häufige Fehler und Irrtümer bei Dübelverankerungen (Bilder 1 bis 3) zu illustrieren.

Häufig kann „Gedankenlosigkeit“ in Bezug auf den meist unbekannt und oft nicht direkt sichtbaren Untergrund bzw. Verankerungsgrund allein schon bei der Befestigung von Alltagsgegenständen zu Komplikationen führen. Erst die fachliche Beratung hilft bei der Klärung der zu erwartenden Belastung des Dübels, des Verankerungsgrunds und des zu befestigenden Gegenstands selbst. Leider wünschen Laien, aber auch Profis viel zu oft eine „fast track“-Beratung und scheuen Zeit und Kosten für die genaue Ermittlung des Materials und des Verankerungsgrunds.

## 1.2 Eine reale Kommunikation zum Thema Dübel im privaten Umfeld

Die zuvor beschriebene „Gedankenlosigkeit“ kann dann schnell zu einer „Dübel-Diskussion“ führen, wie sie einer der Autoren dieses Beitrags erst vor Kurzem wieder mit einer Person aus dem Bekanntenkreis über einen Messengerdienst geführt hat. Dieser Dialog wird im Folgenden auszugsweise zitiert.

**Anonymus:** Das ist meine Klimmzugstange (Bild 3), befestigt an einer Altbau-Außenwand, die oberen Dübel haben ganz wunderbar angezogen, die unteren nicht. Das Mauerwerk hat hier scheinbar eine andere Konsistenz, per Klopfen war das leider nicht ermittelbar. Welche Möglichkeit abseits von großzügigem Ausbohren und mit Beton ausgießen habe ich hier das vernünftig zum Halten zu bekommen?

**J. Küenzlen:** Welche Dübel wurden oben und welche unten verwendet? Was ist es für ein Stein? Lochstein? Wer benutzt die Stange, d. h. wie wird diese belastet?

**Anonymus:** die (Ergänzung der Autoren: Dübel in Bild 4) sind oben und unten, wurden vom Hersteller mitgeliefert

**Anonymus:** Stein? Gute Frage ist schwer zu sagen, das ist das einzige, was zu erkennen ist, hier die Wand von außen (Bild 5). Ich möchte in meiner Mietwohnung nur ungern den Putz von der Wand entfernen. Die Belastung ist max. 95 kg, statisch, dynamisch bei verschiedenen Aufschwungübungen.

**J. Küenzlen:** Dübeltechnik mit Handauflegen also? Ohhhmmmm. Sorry das wird so nichts. Ich würde schätzen es ist ein Stein, dann würde ich diese Dübel weit wegwerfen. Ohne Bohrlöcher kann ich da nichts Genaues sagen, würde bei Stein und der Belastung aber einen Injektionsdübel empfehlen.

**Anonymus:** Ja, Stein ist es definitiv, roter Backstein würde ich tippen, jedenfalls kam mir das beim Bohren entgegen. Ich werfe die Dübel direkt weg, wenn ich eine konkrete Idee bekomme, womit ich das besser versuche. Da endet mein gefährliches Halbwissen halt.



a)



b)

**Bild 4.** Vom Hersteller mitgelieferte Dübel (Foto: privat);  
a) Dübellänge, b) Dübeldurchmesser



**Bild 5.** Wand von außen (Foto: privat)

**J. Küenzlen:** also Injektionstechnik, so tief wie möglich einkleben

**Anonymus:** Ich will keine Fortbildung machen, sondern eine konkrete Handlungsempfehlung, fast track quasi.

**J. Küenzlen:** also gut Backstein ohne Löcher? Dann Injektionsmörtel mit Gewindestange und die Stange so tief wie möglich einkleben. Das Bohrloch entsprechend der Montageanleitung ausbürsten und ausblasen. Als Injektionsmörtel WIT VM 250 verwenden. (Ergänzung der Autoren: vgl. Bild 65 in Abschnitt 9.3 dieses Beitrags)



**Bild 6.** Befestigung eines Balkons (Foto: Küenzlen)

Um den Dübel konkret zu empfehlen, hätte nun natürlich noch die Belastung genauer betrachtet werden müssen, es wurde aber „fast track“ gewünscht . . .

Solche Dialoge werden auch im bauaufsichtlich relevanten Bereich geführt (Definition s. Abschnitt 2.4), wenn es beispielsweise um die Montage bzw. Befestigung von Geländern oder Markisen geht. Diese Diskussionen zeigen immer wieder, dass der Dübel – so unscheinbar das Produkt selbst ist – vermutlich eines der Bauprodukte ist, das die vielfältigsten Anwendungsbereiche und vor allem auch die unterschiedlichsten Anwender hat. Dübel werden verwendet, um einen „leichten“ Spiegelschrank im privaten Bad zu befestigen (Bild 1) oder um einen Balkon (Bild 6) zu verankern.

### 1.3 Dübeltechnik für Profis

Das immer komplexer werdende Baugeschehen und die stetig steigenden Anforderungen an Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit in Verbindung mit Wirtschaftlichkeit, führte dazu, dass die Dübeltechnik in den vergangenen Jahrzehnten im Zuge der Produktentwicklung immer weiter und detaillierter wissenschaftlich untersucht wurde. Daraus entstanden bzw. entstehen immer wieder neue Produktideen, die insbesondere auch der zunehmenden Vielfalt an Verankerungsgründen Rechnung tragen. Um Dübelprodukte insbesondere aber auch wirtschaftlich vermarkten zu können, resultier(t)en aus den wissenschaftlichen Untersuchungen teils hochkomplexe Berechnungs- und Bemessungsverfahren, die in umfangreichen Regelwerken festgehalten werden. Dies hat zur Folge, dass eine Dübel-Bemessung immer häufiger kaum noch mit einer einfachen, kurzen und übersichtlichen Handstatik erfolgen kann. Diese „Dübeltechnik für Profis“ kann heutzutage im Prinzip fast nur noch von erfahrenen (Bau-)Ingenieuren mit der dazu erforderlichen Software „beherrscht“ werden.

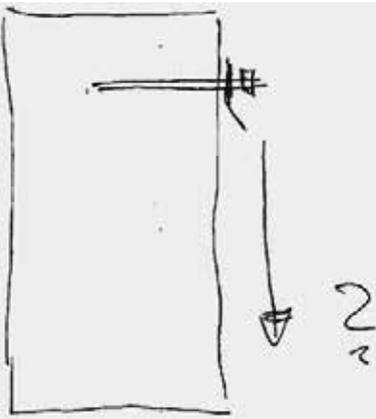


Bild 7. Handskizze

Die Erfahrungen der Autoren in den vergangenen 20 Jahren zeigen aber auch, dass es dringend notwendig ist, die „akademische Dübel-Theorie“ weit mehr als bisher in beherrschbare „Dübel-Praxis“ für den Baustellen-Alltag umzusetzen, um die Akzeptanz des Anwenders zu erreichen.

Dübelmontage auf dem „fast track“, oder nach dem Motto „das haben wir schon immer so gemacht“ bzw. ohne entsprechende Aus- und Fortbildung, ist im professionellen Bereich einfach nicht (mehr) möglich!

Der hier vorliegende Beitrag schließt genau diese Lücke. Er setzt seinen Schwerpunkt auf die praktische Dübelanwendung, da sich der Anwender im Praxisalltag wohl eher selten die Frage „Wie funktioniert mein Dübel?“ stellt. Er stellt sich vielmehr die Fragen „Welchen Dübel brauche ich für meine Befestigungsaufgabe und was muss ich dabei beachten?“ Zur Beantwortung dieser Fragen stellen die Autoren einen Leitfaden durch die Dübelssysteme und Hilfestellung im Baualltag zur Verfügung.

Die Theorie zum Tragverhalten wird nur dann kurz erläutert, wenn sie zur Lösung der Befestigungsaufgabe hilfreich ist und zum Verstehen der Lösung der Befestigungsaufgabe beiträgt.

Für die in der Regel erforderliche Dübel-Bemessung werden erste allgemeine Hinweise gegeben (Abschnitt 8 und 10), die aber nicht im Detail ausgeführt werden, da diese Tätigkeit in der Regel nicht in den Baustellen-, sondern in den Büroalltag von (Tragwerks-)Planern und (Bau-)Ingenieuren gehört. Hierfür wird aus Übersichtsgründen nur auf das vorhandene Regelwerk und die Fachliteratur (siehe z. B. [4]) verwiesen.

Den manchmal ernüchternden Dübel-Alltag im Profibereich zeigt plakativ Bild 7. Diese Skizze erreichte vor einiger Zeit den Anwendungsberater eines Dübelherstellers. Die Skizze zeigt in ihrer einfachen Art die Komplexität der Dübeltechnik und die Wissenslücken. Was möchte der Zeichner der Skizze vom Dübellieferanten wissen? Vermutlich interessiert ihn, mit „wieviel Kilogramm“ er den Dübel belasten darf, das heißt, was

er an den Dübel „ranhängen“ kann und welches Produkt er dafür bestellen soll. Der Zeichner der Skizze bzw. der Dübelkunde erwartet also eine Dübelempfehlung für seine geplante Verwendung.

Um diese Frage fundiert und sicher beantworten zu können, muss vom Anwendungsberater jedoch zunächst die geplante Verwendung und die reale Baustellensituation – sehr viel detaillierter als in der Skizze vom Kunden aufgezeichnet (Bild 7) – geklärt werden. Dazu werden zusätzlich diverse Informationen benötigt.

In der Regel stellen sich bei jeder Dübelanwendung fast immer die gleichen wichtigen Fragen. Bei der Klärung der wichtigsten Fragen soll dieser Beitrag den Anwender unterstützen und die entsprechenden Hintergrundinformationen für die Praxis geben. So einfach die Skizze in Bild 7 auch sein mag, so wirft sie in ihrer Einfachheit mit etwas Überlegung doch gleichzeitig die wichtigsten Fragen der üblichen Dübeltechnik auf und dient deshalb auch der Gliederung bzw. dafür, die Reihenfolge der Themen in diesem Beitrag festzulegen:

- In welchen Baustoff soll der Dübel montiert werden?  
Das heißt: Welcher Verankerungsgrund liegt vor? (Abschnitt 3 und 4)
- Soll das Bauteil im trockenen Innenraum, draußen im Außenbereich oder im Schwimmbad montiert werden?  
Das heißt: Welcher Korrosionsschutz ist für den Dübel erforderlich? (Abschnitt 5)
- Wie weit ist das Bauteil bzw. die Ankerplatte vom Rand entfernt?  
Das heißt auch: Welche Bauteilabmessungen (Bauteildicke, Rand- und Achsabstände) liegen vor? (Abschnitt 6)
- Hat das zu befestigende Teil nur eine Bohrung für einen Dübel oder für zwei und mehr Dübel?  
Wie groß ist der Durchmesser des Durchgangslochs im Bauteil? (Abschnitt 7)
- Was soll an den Dübel bzw. das Bauteil bzw. die Ankerplatte „angehängt“ werden?  
Das heißt: Welche Lasten in welcher Richtung sind zu berücksichtigen? (Abschnitt 8)
- Welche Dübel-Systeme stehen zur Verfügung? (Abschnitt 9)

Dieser Beitrag greift zunächst diese Gliederung auf, da diese Systematik im Prinzip auf jede zu lösende Befestigungsaufgabe angewendet werden kann. Die pauschale Angabe, z. B. von zwei oder drei unterschiedlichen Dübeltypen als Vorschlag für die Befestigung eines Geländers, ist dagegen wenig hilfreich, wenn man bei der „Abarbeitung“ der o. g. Systematik feststellt, dass nur eine der unterschiedlichen Randbedingungen eigentlich einen vierten Dübeltyp erfordert. Dieser Beitrag ist daher mit seiner Systematik ein erstes Hilfsmittel für ihre Befestigungsaufgabe. Er ist gedacht als Ratgeber für die Planung und Montage der Dübelverankerungen.

Das wichtigste und erste Augenmerk sollte dabei immer dem Verankerungsgrund gelten, da die meisten

Dübel-Systeme heutzutage individuell auf einen Untergrund abgestimmt und für diesen Verankerungsgrund häufig auch nur zugelassen sind. Bei der Abarbeitung der anderen Punkte bzw. Fragen kann man sich auch durch die Produktunterlagen und Zulassungen sowie die angebotene Bemessungssoftware der Dübelhersteller leiten lassen.

Bevor aber allgemein (Abschnitt 3) bzw. im Detail (Abschnitt 4) die Verankerungsgründe behandelt werden, wird dem ganzen Thema „Dübeltechnik“ nachfolgend zuerst einmal ein „baurechtliches Fundament“ gegeben (Abschnitt 2):

Ein Dübel ist immer ein Teil eines Bauwerks. Dabei verbindet der Dübel immer einen Gegenstand/eine Konstruktion usw. mit dem Bauwerk. Für den Einsatz von Dübeln sind Regeln im Rahmen des Baurechts einzuhalten. Die Grundlage dafür ist in Deutschland die Musterbauordnung [40], die – wie der Name schon sagt – das „Muster“ für die jeweiligen Landesbauordnungen in den 16 deutschen Bundesländern darstellt. Das Baurecht ist Ländersache und so gibt es in Deutschland insgesamt 16 Landesbauordnungen (LBOen). Je nachdem, in welchem Bundesland ein Bauwerk errichtet oder eine Baumaßnahme durchgeführt wird bei dem (auch) Dübel verwendet werden, gilt dort die jeweilige LBO als das „baurechtliche Fundament“.

Das bedeutet, dass vor der Errichtung eines Bauwerks oder der Durchführung einer Baumaßnahme immer auch die jeweils geltende LBO zurate gezogen werden muss. Aus diesem Grund wird zunächst noch ein Blick auf das Thema „Baurecht“ geworfen, ob und wie sich unsere Klimmzugstange (Abschnitt 1.2) vonseiten des Baurechts vielleicht von der Befestigung eines Geländers unterscheidet.

## 2 Baurecht

### 2.1 Allgemeines

Wie bereits in der Einleitung ausgeführt, sind die Anwendungen für Dübel sehr vielfältig. Eine Gemeinsamkeit ist jedoch immer, dass „etwas befestigt“ oder zwei Teile miteinander verbunden werden sollen. Dabei haben alle Arten von Befestigungen gemeinsam, dass diese „halten sollen“, dass also das befestigte Teil oder die Verbindung für eine geplante Dauer ihren Zweck erfüllen sollen. Wie bereits erwähnt, ist dies sowohl im privaten als auch im professionellen Bereich ein wichtiges Thema, denn in beiden Bereichen sollte klar sein, dass es nicht zu Verletzungen oder Schäden infolge des Versagens einer Dübelbefestigung kommen darf.

### 2.2 Sicherheitsrelevante und nicht sicherheitsrelevante Befestigungen

In der Fachsprache redet man von Befestigungen, die sicherheitsrelevant oder *nicht* sicherheitsrelevant sind.



**Bild 8.** Wisch- oder Scheuerleiste – ist die Befestigung sicherheitsrelevant? (Foto: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

*Nicht* sicherheitsrelevant ist eine Verbindung, bei deren Versagen *nichts* passieren kann. Dies könnte beispielsweise die Befestigung einer Wisch- oder Scheuerleiste im Bereich des Fußbodens sein (Bild 8). Wobei sich hier natürlich auch argumentieren ließe, dass jemand über die Leiste stolpern könnte, wenn sich deren Befestigung, z. B. aufgrund einer fehlerhaft durchgeführten Dübelmontage, wieder lösen würde.

### 2.3 Bauaufsichtlich relevante und nicht bauaufsichtlich relevante Befestigungen

Eine weitere für Dübelbefestigungen wichtige Unterscheidung ist, ob die Befestigungen bauaufsichtlich relevant sind, d. h. in den Geltungsbereich der Landesbauordnungen fallen oder nicht. Bauaufsichtlich relevant sind Dübelbefestigungen, wenn sie Teil der baulichen Anlage sind. Was bauliche Anlagen sind, ergibt sich aus den jeweiligen Umsetzungen der Musterbauordnung über die Landesbauordnungen in den einzelnen Bundesländern. Für bauaufsichtlich relevante Befestigungen sind die Bestimmungen der Landesbauordnungen zu verwendbaren Produkten und die für die Produkte relevanten Anwendungsregelungen zu beachten.

Man könnte also darüber „philosophieren“, ob eine „Scheuerleiste“ ein Bauprodukt im Sinne der Landesbauordnungen ist, aber dazu später mehr. Die Erfahrung der Autoren zeigt allerdings, dass man sich selbst bei der Frage nach der Sicherheitsrelevanz (vgl. Abschnitt 2.2) einer solch „untergeordneten“ Befestigung schnell in einer langen Diskussion – sowohl mit „Dübel-Laien“ als auch mit „Dübel-Profis“ – verfangen kann.

Denn auch das Versagen baurechtlich nicht relevanter Befestigungen (z. B. der Befestigung eines Einrichtungsgegenstands) kann zivil- und strafrechtliche Konsequenzen haben. Dieser Bereich wird im Beitrag als „sicherheitsrelevant“ bezeichnet (vgl. Abschnitt 2.2). Generell ist zu empfehlen, Befestigungen immer technisch korrekt auszuführen. Davon kann ausgegangen

werden, wenn – auch für sicherheitsrelevante Befestigungen – Produkte mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ) des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) oder mit Europäischer Technischer Bewertung (ETA) verwendet und die in der jeweiligen „Zulassung“ (vgl. Abschnitt 2.4.2.6 bzw. 2.4.2.7) enthaltenen Vorgaben (z. B. Achs- und Randabstände, Setzanweisung, ...) beachtet werden.

Eine tatsächlich „sicherheitsrelevante“ Unterscheidung erfordert erst die baurechtliche Einordnung einer Dübelbefestigung, d. h. festzustellen, ob sich die jeweils auszuführende Befestigung im *bauaufsichtlich* relevanten oder im *nicht bauaufsichtlich* relevanten Bereich befindet.

Es dürfte dabei einleuchten, dass die Klimmzugstange aus unserem Beispiel in Abschnitt 1 sicher nicht im Fokus des Gesetzgebers in Sachen Baurecht steht. Weiter ist aber auch klar, dass bei den „Aufschwungübungen“ an der Klimmzugstange ein Versagen der Befestigung zu schweren Verletzungen des sich aufschwingenden Sportlers führen kann. Damit ist die Klimmzugstange sicherlich sicherheitsrelevant, aber nicht bauaufsichtlich relevant.

Die Autoren dieses Beitrags haben sich die Unterscheidung, ob eine Befestigung bauaufsichtlich relevant oder nicht bauaufsichtlich relevant ist, schon vor Jahren relativ einfach gemacht: Jede Befestigung, die bei ihrem Versagen zu Schäden und/oder Verletzungen von Personen führen kann, wurde quasi genauso wie eine bauaufsichtlich relevante Befestigung betrachtet, sodass die Verwendung von „zugelassenen“ Produkten zu empfehlen ist. Daher werden von den Autoren für derartige Anwendungen ausschließlich Produkte und Regelungen empfohlen, die auch die Regeln des Gesetzgebers an Bauprodukte erfüllen.

Entsprechend lautete auch die Empfehlung im Beispiel nach Abschnitt 1.2 für die Montage der „nur“ sicherheitsrelevanten (und nicht bauaufsichtlich relevanten) Klimmzugstange in einer Privatwohnung wie folgt:

Anstelle der vorhandenen – in der Verpackung der Klimmzugstange beigelegten – Dübel sollten besser bauaufsichtlich geregelte Produkte – z. B. das Injektionssystem WIT-VM 250 – verwendet werden. Wird so eine Klimmzugstange z. B. in einem Büro oder in der Turnhalle einer Schule montiert, kann es weitere Regelungen geben, die auch ohne bauaufsichtliche Relevanz hohe Anforderungen an die Befestigung stellen. Dies soll hier jedoch nicht weiter vertieft werden, da sich das Beispiel explizit auf eine Privatwohnung bezieht.

Gibt es aber für eine Dübel-Anwendung sowohl bauaufsichtlich geregelte oder nicht geregelte Produkte, wird es an diesen Stellen von den Autoren nur Empfehlungen zum Einsatz der entsprechend geregelten Produkte geben, auch wenn der Gesetzgeber – wie bei der Montage der Klimmzugstange in einer Privatwohnung – keine baurechtlichen Anforderungen stellt.

## 2.4 Bauaufsichtlich relevanter Bereich

### 2.4.1 Allgemeines

#### 2.4.1.1 Deutschland

Die Bundesländer haben in Deutschland die Gesetzgebungskompetenz im Bauordnungsrecht (Bild 9). Umgesetzt wird diese Zuständigkeit über die Landesbauordnungen (LBOen) und das zugehörige Nebenrecht. Die Landesbauordnungen sind Gesetze, die sich aus einer von der Bauministerkonferenz der Länder ständig fortgeschriebenen rechtlich unverbindlichen Musterbauordnung (MBO) ableiten. Bei diesem Transformationsprozess sind im Laufe der Jahre 16 im Detail unterschiedliche Landesbauordnungen entstanden, die im Zeitalter europäischer Harmonisierung selbst das Arbeiten über die Grenzen zwischen den einzelnen Bundesländern in Deutschland erschweren.

Der Geltungsbereich der Landesbauordnungen erfasst allerdings nicht die gesamte bauliche Wirklichkeit. Unter anderem gehören öffentliche Verkehrsanlagen (z. B. Brücken, Tunnel) und Teile der Anlagen, die der Aufsicht der Wasserbehörden unterliegen, *nicht* zum Geltungsbereich der Landesbauordnungen.

#### Hinweis

Zur Vereinfachung – sozusagen über die Grenzen zwischen den einzelnen Bundesländern in Deutschland hinweg – wird nachfolgend der Einfachheit halber oft die Musterbauordnung (MBO) zitiert und nur für Details auf die einzelnen Landesbauordnungen (LBOen) verwiesen bzw. zur Kommentierung ein Kommentar zur LBO Baden-Württembergs verwendet.

Nach § 1 MBO gilt die Musterbauordnung „für bauliche Anlagen und Bauprodukte“. „Bauliche Anlagen“ werden in § 2 Abs. 1 Satz 1 MBO als mit dem Erdboden verbunden und aus Bauprodukten hergestellte Anlagen definiert. Diese Anlagen sind nach § 3 S. 1 MBO „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“.



**Bild 9.** Baurecht ist Länderrecht und muss auch im Bereich der Dübeltechnik beachtet werden (© Adolf Würth GmbH & Co. KG)

Dazu dürfen nur Bauprodukte nach § 16b Abs. 1 MBO verwendet werden,

*die „bei ihrer Verwendung die baulichen Anlagen bei ordnungsgemäßer Instandhaltung während einer dem Zweck entsprechenden angemessenen Zeitdauer die Anforderungen dieses Gesetzes oder aufgrund dieses Gesetzes erfüllen und gebrauchstauglich sind“.*

Die „entsprechende angemessene Zeitdauer“ ergibt sich aus der Zweckbestimmung der Anlage.

Nach dem Kommentar zur Landesbauordnung für Baden-Württemberg von Sauter et al. ([3], § 2, Rn. 117) ist ein Bauprodukt ein Produkt, das in eine bauliche Anlage eingebaut wird und dort dauerhaft verbleibt. Dazu gehören auch Gegenstände, die zum Bestandteil der baulichen Anlage werden und nicht für einen bestimmten Zeitraum im Bauwerk verbleiben, z. B. zu einer bestimmten Jahreszeit ([3], § 2, Rn. 121).

Sauter geht für Massivbauten von einer technischen und wirtschaftlichen Nutzungsdauer von 50 bis 100 Jahren aus. Bei Nicht-Massivbauten, etwa Baracken oder eingebauten Anlagen wie Heizungsanlagen, ist die Lebensdauer dagegen wesentlich kürzer ([3], § 16b, Rn. 11).

#### Hinweis

Für die Dübel-Praxis hat sich als Vereinfachung dieses Abschnitts (insbesondere auf Grundlage des zuvor zitierten § 3 S. 1 MBO) etabliert, dass eine Verankerung – im Geltungsbereich der LBOen – dann als „bauaufsichtlich relevant“ definiert werden kann, wenn bei Versagen des Dübels

- Gefahr für Leib und Leben besteht und/oder
- hoher wirtschaftlicher Schaden entstehen kann.

#### 2.4.1.2 Europa

In der Europäischen Union muss aufgrund Art. 28 bis 37 AEUV (Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union) der freie Binnenmarkt und – als Bestandteil dessen – der freie Warenverkehr gewährleistet werden. Im Bereich der Bauprodukte regelt die EU-Bauproduktenverordnung VO (EU) 205/2011 [31] den freien Handel mit Bauprodukten auf dem europäischen Binnenmarkt. In dieser Verordnung werden insbesondere

- die Pflichten der Wirtschaftsakteure beim Inverkehrbringen der Bauprodukte,
- die Pflichten bei der Bereitstellung der Bauprodukte auf dem Markt sowie
- die Leistungsbewertung der Bauprodukte geregelt. Die einzelnen europäischen Mitgliedsstaaten sind jedoch für die Regelung der bauwerksseitigen, d. h. bauordnungsrechtlichen Anforderungen an die Errichtung sicherer Bauwerke und die Verwendung von Bauprodukten in ihrem jeweiligen Land, selbst verantwortlich ([3], § 16c, Rn. 2). Die *Verwendung* von Bauprodukten richtet sich entsprechend nach den Bauwerksanforderungen des jeweiligen Bauordnungsrechts und ist daher ausschließlich national ge-

regelt. Die *Verwendung* liegt also allein in der Zuständigkeit der einzelnen Mitgliedstaaten.

### 2.4.2 Verwendbarkeitsnachweis

#### 2.4.2.1 Allgemeines

Ein Bauprodukt benötigt zur Verwendung in baulichen Anlagen im bauaufsichtlich relevanten Bereich einen Verwendbarkeitsnachweis nach § 17 Abs. 1 MBO, wenn

- es keine Technischen Baubestimmungen und keine allgemein anerkannte Regel der Technik gibt oder
- das Bauprodukt von einer Technischen Baubestimmung wesentlich abweicht.

#### 2.4.2.2 CE-Kennzeichnung

Aufgrund der BauPVO dürfen CE-gekennzeichnete Bauprodukte nach § 16c MBO verwendet werden, wenn die erklärten Leistungen den in der MBO oder aufgrund der gesetzlich festgelegten Anforderungen für die geplante Verwendung entsprechen.

Die wesentlichen Merkmale der CE-gekennzeichneten Bauprodukte werden in Bezug auf die in der Verordnung (EU) Nr. 305/2011 [31] Anhang I aufgeführten „Grundanforderungen an Bauwerke“ in harmonisierten technischen Spezifikationen, d. h. in harmonisierten Normen oder Bewertungsdokumenten, festgelegt. Im Bereich der Dübeltechnik sind damit die EAD (European Assessment Documents = Europäische Bewertungsdokumente) gemeint, die als Basis für die Europäischen Technischen Bewertungen (Abkürzung „ETA“, aus dem Englischen: European Technical Assessment) dienen. Harmonisierte Normen gibt es im Bereich der Dübeltechnik bisher nicht.

Der Hersteller, der ein Bauprodukt in den Verkehr bringt, stellt für dieses Produkt eine Leistungserklärung aus und übernimmt damit die Verantwortung für die Übereinstimmung des Bauproduktes mit der erklärten Leistung ([3], § 16c, Rn. 1).

Im Übrigen dürfen nach § 16b Abs. 2 LBO-BW Bauprodukte verwendet werden, die den in den Vorschriften eines anderen Mitgliedsstaates der Europäischen Union, eines anderen Vertragsstaates des Abkommens über den europäischen Wirtschaftsraum oder der Schweiz oder der Türkei genannten technischen Anforderungen entsprechen (nichtharmonisierter Bereich, [3] § 16b Rn. 14). Diese müssen in Deutschland aber das Schutzziel gemäß § 3 Abs. 1 S. 1 MBO gleichermaßen dauerhaft erreichen.

Die am Bau Beteiligten haben damit die Aufgabe sicherzustellen, dass die für das Bauprodukt erklärten Leistungen ausreichend sind und die Anforderungen erfüllen ([3], § 16c, Rn. 3f). Für den Fall, dass

- die erklärten Leistungen nicht (alle) das Anforderungsniveau erreichen oder
- die Randbedingungen für die Verwendung von den harmonisierten Spezifikationen abweichen oder
- nicht alle erforderlichen Leistungen ausgewiesen sind,

entscheiden die am Bau Beteiligten eigenverantwortlich, ob die Defizite so gering sind, dass von der Erfüllung der bauseitigen Anforderungen trotzdem ausgegangen werden kann. Das Bauprodukt kann dann trotzdem verwendet werden. Dies entspricht der *nicht wesentlichen* Abweichung nach § 21 Abs. 1 LBO ([3], § 16c, Rn. 7).

### 2.4.2.3 Ü-Zeichen

Neben dem Verwendbarkeitsnachweis benötigen Bauprodukte eine Bestätigung der Übereinstimmung mit dem jeweiligen Verwendbarkeitsnachweis nach § 21 Abs. 1 MBO (Technische Baubestimmungen, allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen, allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse, Zustimmungen im Einzelfall). Diese Bestätigung erfolgt nach Abs. 2 über eine Übereinstimmungserklärung des Herstellers. Dazu wird vom Hersteller nach Abs. 3 das Bauprodukt mit einem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) gekennzeichnet.

### 2.4.2.4 Bauprodukte ohne Ü-Zeichen oder CE-Kennzeichnung

Der Einsatz von Bauprodukten ohne gültiges Ü-Zeichen oder ohne CE-Kennzeichnung bei der Errichtung von Bauwerken kann nach § 79 Abs. 1 S. 2 Nr. 3 MBO dazu führen, dass die Behörde die Einstellung der Arbeiten verfügen kann. Zusätzlich begehrt eine Ordnungswidrigkeit nach § 84 Abs. 1 S. 1 Nr. 9 MBO, wer Bauprodukte entgegen § 21 Abs. 3 ohne Ü-Zeichen verwendet oder gemäß § 84 Abs. 1 S. 1 Nr. 11 i. V. m. § 53 Abs. 1 S. 3 (Bauherr) bzw. § 55 Abs. 1 S. 2 (Unternehmer) MBO die Verwendbarkeitsnachweise der verwendeten Produkte nicht bereithält.

### 2.4.2.5 Technische Baubestimmungen und allgemein anerkannte Regeln der Technik

Unter „Technischen Baubestimmungen“ nach § 17 Abs. 1 Nr. 1 MBO werden die entsprechend § 85a Musterbauordnung (2019) als Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VV-TB) eines jeden Bundeslandes bekannt gemachten technischen Regeln verstanden. Zu diesen bekannt gemachten technischen Regeln gehören z. B. bestimmte Normen und Richtlinien, die für einen ersten Überblick auch der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen [35] entnommen werden können.

Die MVV TB [35] führt aus, dass die Bauaufsichtsbehörden im Rahmen ihrer Entscheidungen zur Ausfüllung unbestimmter Rechtsbegriffe auch auf „*allgemein* anerkannte Regeln der Technik“ zurückgreifen können, die keine Technischen Baubestimmungen sind (s. [35], S. 6). „*Allgemein* anerkannte Regeln der Technik“ sind solche technischen Regeln, die in der Praxis erprobt sind und sich bei der Mehrheit der Praktiker durchgesetzt und allgemein bewährt haben. Soweit diese technischen Regeln reichen, ist ein zusätzlicher Verwendbarkeitsnachweis nicht erforderlich.

Zu den Normen, die in den Verwaltungsvorschriften Technische Baubestimmungen (VV-TB) der einzelnen deutschen Bundesländer bekannt gemacht und damit bauaufsichtlich eingeführt werden, gehören z. B. im Mauerwerksbau der Eurocode 6 bzw. DIN EN 1996 [26–28].

Im Bereich der Dübeltechnik gibt es keine Normung für das Bauprodukt Dübel selbst. Lediglich die *Bemessung* von Metalldübeln und Metall-Injektionsankern im Verankerungsgrund Beton, also das statische Nachweisverfahren für diese Dübel (sowie für einbetonierte Ankerschienen und Kopfbolzen) in Beton, ist über den vierten Teil des EC 2 bzw. DIN EN 1992-4 [19] in einer eingeführten Technischen Baubestimmung enthalten (vgl. auch Abschnitt 2.4.2.2 und 2.4.1.2).

Dübel dürfen im bauordnungsrechtlich relevanten Bereich also nur verwendet werden, wenn sie

- gemäß § 16c MBO eine CE-Kennzeichnung auf Grundlage der BauPVO tragen (vgl. Abschnitt 2.4.2.2) oder
- gemäß § 17 Abs. 1 MBO einen Verwendbarkeitsnachweis (vgl. Abschnitt 2.4.2.3) haben.

Im Folgenden werden die Möglichkeiten, die Verwendbarkeit eines Bauprodukts bzw. eines Dübels nachzuweisen, erläutert.

#### *Hinweis*

Neben den hier nachfolgend dargestellten Möglichkeiten gibt es auch noch „allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse“ nach § 19 MBO (vgl. Abschnitt 2.4.2.3). Im Bereich der Dübel spielt diese Möglichkeit jedoch keine Rolle, da es keine allgemein anerkannten Prüfverfahren für Dübel gibt, für die nach § 19 Abs. 1 S. 1 MBO ein bauaufsichtliches Prüfzeugnis erteilt werden könnte.

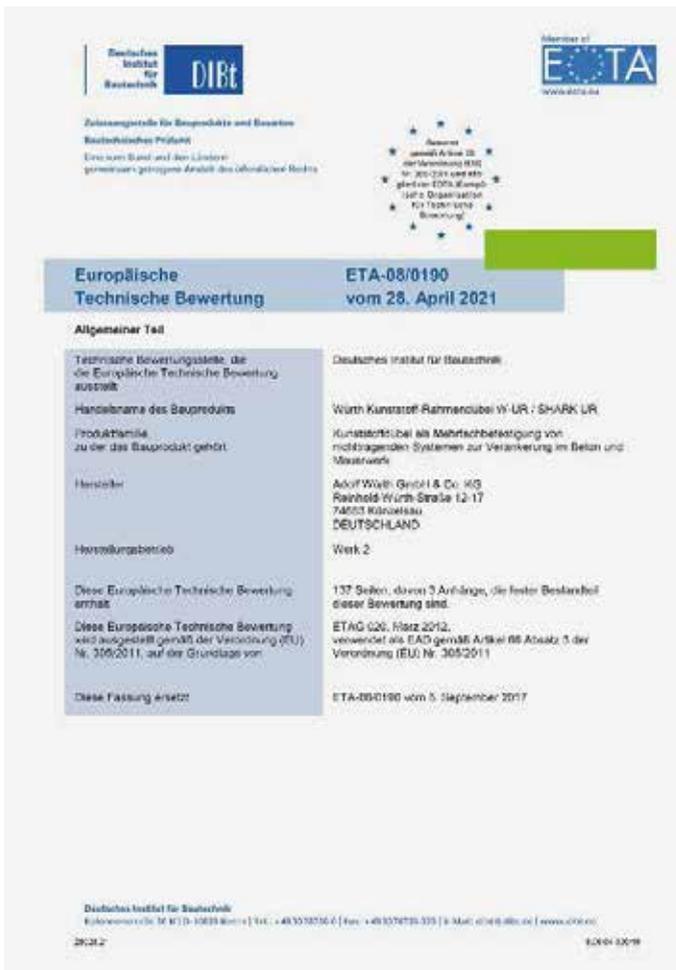
### 2.4.2.6 Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ)

Nach § 18 Abs. 1 MBO kann das Deutsche Institut für Bautechnik in Berlin (DIBt) eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) erteilen, wenn für ein Bauprodukt ein Verwendbarkeitsnachweis nach § 17 Abs. 1 MBO erforderlich ist und die Verwendbarkeit nach § 16b Abs. 1 MBO nachgewiesen ist (vgl. Abschnitt 2.4.1). Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen spielen im Dübelbereich eine gewisse Rolle, wie in den späteren Abschnitten ausgeführt wird.

### 2.4.2.7 Europäische Technische Bewertung (ETA)

Neben der abZ hat sich für Dübel mittlerweile die Europäische Technische Bewertung (ETA; Abkürzung für die englische Übersetzung „European Technical Assessment“) als die gebräuchlichste bzw. häufigste „Zulassungsart“ durchgesetzt (Bild 10), die als Grundlage für die Leistungserklärung und die CE-Kennzeichnung für das jeweils „zugelassene“ Dübel-System dient (vgl. auch Abschnitt 2.4.2.2).

Diese Bewertungen werden nicht auf Grundlage der jeweiligen Landesbauordnungen erteilt, sondern auf



**Bild 10.** Beispiel: Deckblatt einer Europäischen Technischen Bewertung [60]; nachfolgend häufig vereinfacht auch nur „Zulassung“ genannt

Grundlage der Bauproduktenverordnung [31]. Dabei handelt es sich streng genommen nicht um einen Verwendbarkeitsnachweis im klassischen Sinne; hier steht das CE-Zeichen in Kombination mit der Leistungserklärung gleichrangig neben einem klassischen Verwendbarkeitsnachweis nach LBO.

**Hinweis**

Nach Ansicht der Autoren, hat sich bei Planern und Ausführenden die Bezeichnung „Bewertung“ – resultierend aus der Bauproduktenverordnung aus dem Jahre 2011 [31] – 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 Doppelung bzw. ein Fehler wäre, da das „A“ in der Abkürzung „ETA“ früher bereits mit „Zulassung“ (Approval) zu übersetzen war bzw. heutzutage nur noch mit „Bewertung“ (Assessment) zu übersetzen ist.

Zur Vereinfachung und besseren Lesbarkeit wird hier in diesem Beitrag daher häufig auch nur der Begriff „Zulassung“ gewählt, auch wenn tatsächlich eine Europäische Technische Bewertung (ETA) damit gemeint und der Begriff „Zulassung“ damit formal nicht ganz korrekt ist.

**2.4.2.8 Zustimmung im Einzelfall (ZiE)**

Neben den Technischen Baubestimmungen oder einer Zulassung nach Abschnitt 2.4.2.6 kann die Verwendbarkeit eines Bauprodukts, d.h. eines Dübels, auch über einen Nachweis im Einzelfall nach §20 MBO nachgewiesen werden. Diese Nachweisform kommt i. d. R. zum Einsatz, wenn es um eine projektspezifische Abweichung von einer abZ geht. Dieser „Nachweis im Einzelfall“ wird häufig auch als „Zustimmung im Einzelfall“ (ZiE) bezeichnet. Eine solche ZiE ist von einem am Bau Beteiligten (z. B. Planer, Architekt, Bauherr) im jeweiligen Bundesland, in dem das Bauvorhaben ausgeführt wird, bei der zuständigen obersten

Bauaufsichtsbehörde zu beantragen. Die Zustimmung wird von der zuständigen obersten Baubehörde erteilt, wenn die Verwendbarkeit durch entsprechende Unterlagen nachgewiesen ist. Die ZiE gilt nur für das spezifisch beantragte Bauvorhaben.

Die oberste Bauaufsichtsbehörde ist nach § 57 Abs. 1 S. 1 MBO das nach dem jeweiligen Landesrecht zuständige Ministerium. In manchen Ländern wurde die Zuständigkeit für die Erteilung von Zustimmungen im Einzelfall auch an nachgeordnete Behörden übertragen. Die zuständige Behörde hat ebenfalls die Möglichkeit zu erklären, dass eine Zustimmung nicht erforderlich ist, wenn die Gefahren nach § 3 S. 1 MBO nicht zu erwarten sind. Weitere Informationen hierzu findet man in der Regel am besten auf den Internetseiten der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde, die für das jeweilige Bauvorhaben zuständig ist. So finden sich zum Beispiel für das Bundesland Baden-Württemberg auf der Internetseite des Regierungspräsidiums Tübingen (2023) folgende Hinweise:

- „Als baurechtliche Nachweise für Bauprodukte gelten
1. die Technischen Baubestimmungen (Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VwV TB)),
  2. eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung,
  3. ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis,
  4. die mögliche Zuordnung des Bauproduktes zu Kapitel D der VwV TB,
  5. allgemein anerkannte Regeln der Technik,
  6. eine CE-Kennzeichnung, wenn die darin erklärten Leistungen den Anforderungen an das Bauvorhaben entspricht oder
  7. eine Europäische Technische Bewertung (European Technical Assessment – ETA).

Kann das Bauprodukt keinem der Nachweise 4 bis 7 zugeordnet werden oder weicht es wesentlich von den Nachweisen 1 bis 3 ab, ist für das Bauprodukt eine Zustimmung im Einzelfall gemäß § 20 LBO erforderlich. Bauprodukte, die von den Nachweisen 1 bis 3 nicht wesentlich abweichen, dürfen ebenfalls verwendet werden. Eine Abweichung, die nicht wesentlich ist, gilt nach § 21 Abs. 1 LBO als Übereinstimmung, d. h., eine Zustimmung im Einzelfall ist dann nicht erforderlich. Der Produkthersteller kennt die Eigenschaften seines Produkts am besten. Deshalb kann er auch am ehesten beurteilen, ob es sich bei der geplanten Ausführung um eine wesentliche Abweichung handelt oder nicht. Hierbei kann er auch die fremdüberwachende Stelle oder die erstprüfende Stelle (Prüfstelle) zurate ziehen.

Zustimmungen im Einzelfall sind nach § 17 LBO Verwendbarkeitsnachweise für Bauprodukte. Sie stellen insbesondere die Eigenschaften des Produkts oder der daraus hergestellten Bauart mit Blick auf die vorgesehene Verwendung fest. Ob das Bauprodukt mit diesen Eigenschaften bei dem jeweiligen Bauvorhaben grundsätzlich eingesetzt werden darf, entscheidet die zuständige Baurechtsbehörde im Genehmigungsverfahren.“

#### 2.4.2.9 Allgemeine (aBG) und vorhabenbezogene Bauartgenehmigung (vBG)

Allgemeine (aBG) oder vorhabenbezogene Bauartgenehmigungen (vBG) sind in § 16a MBO geregelt. Dabei unterscheidet sich die abZ/ZiE von der aBG/vBG vereinfacht erklärt dadurch, dass die abZ/ZiE fehlende Produktleistungen bereitstellt, während die Bauartgenehmigung Regeln zur Anwendung von Bauprodukten festlegt. Allgemeine Bauartgenehmigungen werden auf Antrag vom DIBt erteilt. Vorhabenbezogene Bauartgenehmigungen müssen bei der zuständigen Behörde des jeweiligen Bundeslands beantragt werden.

Auch gibt es in der Regel in jedem Bundesland im Internet weitere Informationen. So finden sich zum Beispiel für das Bundesland Baden-Württemberg auf der Internetseite des Regierungspräsidiums Tübingen (2023) entsprechend diese Hinweise:

- „Als baurechtliche Nachweise für eine Bauart gelten
1. die Technischen Baubestimmungen (VwV TB),
  2. eine allgemeine Bauartgenehmigung,
  3. ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis oder
  4. ein EOTA Technical Report.

Kann die Bauart nicht dem Nachweis 4 zugeordnet werden oder weicht sie wesentlich von den Nachweisen 1 bis 3 ab, ist für ihre Anwendung eine vorhabenbezogene Bauartgenehmigung gemäß § 16a Abs. 2 Nr. 2 LBO erforderlich.

Bauarten, die von den Nachweisen 1 bis 3 nicht wesentlich abweichen, dürfen ebenfalls verwendet werden. Eine Abweichung, die nicht wesentlich ist, gilt nach § 16a Abs. 5 LBO als Übereinstimmung, d. h., eine vorhabenbezogene Bauartgenehmigung ist dann nicht erforderlich. Der Anwender (ausführende Firma) einer Bauart kennt die Leistungsfähigkeiten seiner Bauart am besten. Deshalb kann er am ehesten beurteilen, ob es sich dabei um eine wesentliche Abweichung handelt.

Vorhabenbezogene Bauartgenehmigungen sind Anwendbarkeitsnachweise für Bauarten. Sie stellen lediglich die Eigenschaften der Bauart mit Blick auf die vorgesehene Anwendung im Bauwerk fest. Ob die Bauart mit diesen Eigenschaften bei dem jeweiligen Bauvorhaben grundsätzlich eingesetzt werden darf, entscheidet die zuständige Baurechtsbehörde im Genehmigungsverfahren.

Die Grundlage für Nachweis 4 bilden die EOTA Technical Reports. Diese technischen Berichte werden als unterstützende Referenzdokumente für andere Veröffentlichungen der Europäischen Organisation für Technische Bewertungen (EOTA) wie Europäische Technische Zulassungen (ETAGs) und Europäische Bewertungsdokumente (EADs) ausgearbeitet, wenn die Bewertungsverfahren für mehrere EADs relevant sind.

Die EOTA Technical Reports sind durch das Technische Gremium der EOTA angenommen und auf der Homepage der EOTA veröffentlicht.“

## 2.5 Bauaufsichtlich nicht relevanter Bereich

Eine wichtige Voraussetzung für ein Bauprodukt nach § 2 MBO ist auch der dauerhafte Einbau in ein Bauwerk, wenn die Gegenstände Bestandteil der baulichen Anlage werden. Nach Sauter et al. ([3], 2, Rn. 121) sind Einrichtungsgegenstände wie Möbel, Lampen Vorhänge *nicht* eingebaut. Damit unterliegen die Dübel zur Befestigung der Möbel auch nicht den Anforderungen an ein Bauprodukt.

Womit wieder die Klimmzugstange von Abschnitt 1.2 zu nennen wäre, deren Befestigung mit Dübeln man damit formal in den *nicht* bauaufsichtlich relevanten Bereich einsortieren kann, da der Einrichtungsgegenstand „Klimmzugstange“ in einer Privatwohnung nicht Bestandteil der baulichen Anlage ist. Damit braucht es zu deren Befestigung kein Bauprodukt nach MBO.

Wie jedoch in Abschnitt 2.3 erwähnt, ist die Klimmzugstange – aus Sicht der Autoren – auch in einer Privatwohnung immer noch „sicherheitsrelevant“. Deshalb empfehlen die Autoren das gesamte Vorgehen – ohne Abweichung – wie bei der Befestigung eines Gegenstandes, der Bestandteil einer baulichen Anlage ist. Die Überlegung hinter dieser Autoren-Empfehlung ist die Tatsache, dass es offensichtlich keine Rolle spielt,

- ob man sich beim Absturz von einem Balkon verletzt, weil die Dübel das Balkongeländer – z. B. wegen unsachgemäßer Montage oder fehlerhafter Bemessung – nicht richtig im Verankerungsgrund hielten, oder
- ob man sich bei der Aufschwungübung an der Klimmzugstange beim Herunterfallen weh tut, weil die Dübel die Klimmzugstange – z. B. wegen für den Verankerungsgrund ungeeigneter, zur Klimmzugstange mitgelieferter Dübel – nicht richtig im Verankerungsgrund hielten (auch wenn es überhaupt keine bauaufsichtlichen Anforderungen hinsichtlich Dübelprodukten sowie deren Bemessung oder Montage für die Befestigung von Klimmzugstangen in Privatwohnungen gibt).

## 3 Verankerungsgrund – Worin soll befestigt werden?

### 3.1 Allgemeines

Als Erinnerung an die „Dübel-Diskussion“ in Abschnitt 1.2 zur Klimmzugstange:

*„Das Mauerwerk hat hier scheinbar eine andere Konsistenz, per Klopfen war das leider nicht ermittelbar.“*

Bei vielen Bauwerken lässt sich wie im Beispiel tatsächlich nicht erkennen, um welches Material es sich bei dem vorhandenen Verankerungsgrund handelt, in dem etwas befestigt werden soll, insbesondere bei einem verputzten Untergrund. Obwohl „Klopfen“ sogar eine erste Einschätzung ermöglichen kann, nämlich ob

es eine massive oder eine Leichtbauwand aus Plattenwerkstoffen ist; auch ein Wärmedämm-Verbundsystem oder eine Innendämmung lässt sich durch „Klopfen“ erkennen.

Nach „Was soll befestigt werden?“ und der daraus resultierenden Entscheidung „bauaufsichtlich relevanter Bereich“ oder „*nicht* bauaufsichtlich relevanter Bereich“ kommt also immer die wichtigste Frage im Bereich der Dübeltechnik: Welcher Verankerungsgrund ist auf der Baustelle vorhanden?

Vom Verankerungsgrund hängen wesentlich das zu wählende Dübel-System und alle weiteren Fragen (vgl. Abschnitt 1.3) ab, weshalb nachfolgend die unterschiedlichen Verankerungsgründe betrachtet werden und wie man diese z. B. durch eine vergleichsweise einfache Prüfung vor Ort auf der Baustelle bestimmen kann.

Mauerwerk gehört zu den wichtigsten Verankerungsgründen, in denen gedübelt wird (Bild 11), weshalb darauf im Detail weiter eingegangen wird.

### 3.2 Bestimmung des Verankerungsgrunds auf der Baustelle

Durch ein „Klopfen“ können Plattenwerkstoffe oder Dämmungen wie bereits erwähnt recht gut erkannt werden. Bei allen anderen Materialien hilft – so einfach wie es klingt und so regelmäßig die Autoren bei ihren Vorträgen deshalb belächelt werden – eine Probebohrung für eine erste Bestimmung des Verankerungsgrunds.

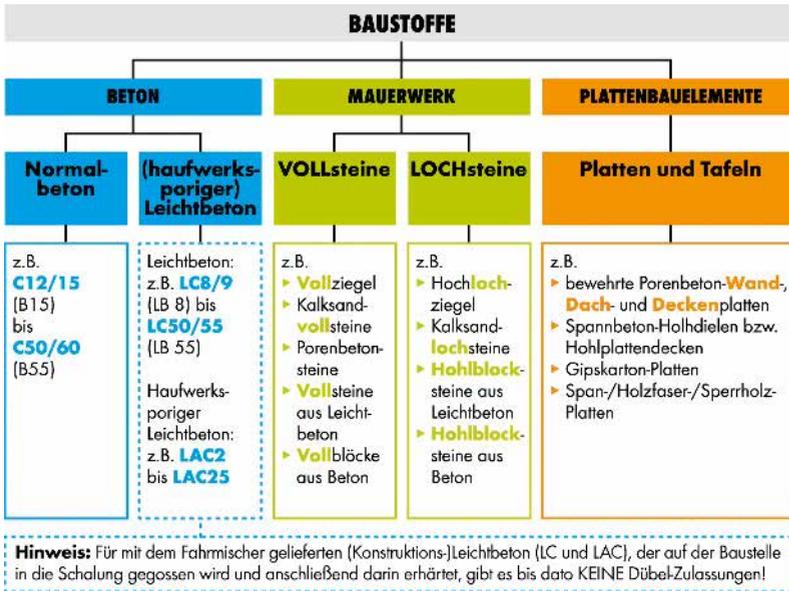
Im Beispiel mit der Klimmzugstange in Abschnitt 1.2 kam *„das rote Bohrmehl entgegen“* und gab damit den ersten Hinweis auf einen Ziegelstein als vorhandenen Verankerungsgrund. Hätte der „Klimmzugstangen-Monteur“ beim Bohren besser aufgepasst und das erste Bohrloch im Drehgang erstellt, dann hätte er diesen Ziegelstein noch etwas weiter bestimmen können:

- War neben dem roten Bohrmehl der Bohrfortschritt fortlaufend, also ohne ruckartige Stöße, so war der Ziegel vermutlich ein Vollstein.
- War neben dem roten Bohrmehl der Bohrfortschritt ruckartig, kann man von einem Stein mit Kammern oder Grifflöchern ausgehen.

Die Bestimmung des Verankerungsgrunds auf der Baustelle, auch Baustellen-Verankerungsgrund genannt, wird in den beiden folgenden Abschnitten etwas detaillierter betrachtet.

#### 3.2.1 Bestimmung des Verankerungsgrunds anhand von Bauunterlagen

Bei einem Neubau können die Informationen zum vorhandenen Verankerungsgrund in der Regel aus den vorhandenen Bauunterlagen entnommen werden. Doch auch für Baumaßnahmen im Bestand lassen sich z. B. in den Bauaktenkammern der zuständigen Bauämter manchmal noch alte Planungsunterlagen finden. Für den Verankerungsgrund Mauerwerk sind die zu



**Bild 11.** Übersicht Baustoffe (Grafik: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

verbauenden Mauersteine in den entsprechenden Bauplänen (Positions- und Schalpläne bzw. Rohbauzeichnungen) enthalten, die auch Grundlage für die statische Berechnung des Gebäudes sind.

Mauersteine werden mit einem Lieferschein auf die Baustelle transportiert, dem die Bezeichnung der tatsächlich angelieferten Mauersteine entnommen werden kann. Zur Lieferung gehört außerdem oft eine Leistungserklärung (Bild 12), die entweder dem Lieferschein beigelegt ist oder in der Regel auf der Internetseite des Herstellers der Mauersteine heruntergeladen werden kann.

Die Steine werden in der Regel in

- Mauersteine nach Europäischer Norm oder
- Mauersteine mit Zulassung (z. B. mit Dämmstoff gefüllte Hochlochziegel)

unterschieden. Steine nach europäischer Normung erfordern immer eine zugehörige Leistungserklärung. Diese Unterlagen (Zulassung, Leistungserklärung) der verbauten Mauersteine geben detaillierte Informationen zu folgenden Parametern, die eine wichtige Rolle für die Auswahl und Bemessung von Dübeln im Verankerungsgrund Mauerwerk haben:

- Baustoff (Mauerziegel, Kalksandstein, Leicht-, Poren- oder Normalbeton),
- Struktur (Vollsteine, Hohl- und Lochsteine mit oder ohne Dämmstoff-Füllung),
- Geometrie (Steinabmessungen, Loch- und Stegabmessungen),
- Rohdichte und
- Druckfestigkeit.

### 3.2.2 Bestimmung des Verankerungsgrunds ohne Bauunterlagen mittels Probebohrung

Beim Bauen im Bestand ist es im Vergleich zu einem Neubau häufig sehr schwierig bis unmöglich, den tatsächlich vorhandenen Verankerungsgrund zu definieren. Die Bauakten sind i. d. R. unvollständig und nicht so präzise wie bei heutigen Neubauten.

Bei alten Mauerwerksbauten trifft man häufig auch auf verputztes Mauerwerk – wie im Beispiel mit der Klimmzugstange in Abschnitt 1.2, was eine exakte Bestimmung des Verankerungsgrunds zusätzlich erschwert und auch manche Überraschung enthalten kann. Das Gebäude in Bild 13 wurde in diesem kleinen Abschnitt aus vier verschiedenen Mauersteinen errichtet.

Erste Hinweise auf den tatsächlich vorhandenen Verankerungsgrund gibt in diesen Fällen daher am besten eine Probebohrung direkt auf der Baustelle. Eine solche Probebohrung sollte vorzugsweise bereits in der Planungsphase einer Baumaßnahme durchgeführt werden.

Erstellt man bei der Probebohrung im Drehgang ein Bohrloch (das Hammer- bzw. Schlagwerk der Hammer- bzw. Schlagbohrmaschine muss ausgeschaltet sein), so kann man auf Grundlage des vorhandenen Bohrmehls – das einem „entgegenkommt“ (vgl. Abschnitt 1.2) – und des Bohrfortschritts bereits eine erste Abschätzung über den tatsächlich vorhandenen Verankerungsgrund bzw. den Baustoff treffen (vgl. Tabelle 1 und Bild 14).

Wählt man für die Probebohrung einen kleinen Bohrer (z. B. Bohrerinnendurchmesser  $d_0 = 8$  mm), so ist es mit ein wenig Übung sogar möglich, sich wenigstens ei-





a)



b)

**Bild 13.** Fassade; a) mit Putz, b) ohne Putz (Fotos: Küenzlen)**Tabelle 1.** Ermittlung des Verankerungsgrunds durch Probebohrungen ([4], S. 41)

Bohrfortschritt (Drehbohren)	Untergrund	Farbe des Bohrmehls	Wahrscheinlicher Verankerungsgrund/Baustoff
fortlaufend langsam	Vollmaterial	grau	Beton, Betonstein
		rot	Ziegel, Klinker
		weiß	Kalksandstein
fortlaufend schnell		weiß	Porenbeton
ruckartig	Hohlmauerwerk	grau	Hohlblockstein aus (Leicht-) Beton
		rot	Hochlochziegel
		weiß	Kalksand-Lochstein



a)

b)

**Bild 14.** Schematische Darstellung einer Probebohrung mit Ermittlung der Lochsteg-Geometrie; a) Skizze für Prüfbericht; Maße in mm (Skizze: Scheller), b) Bohrung (rotes Bohrmehl, ruckartiger Bohrfortschritt; Foto: Scheller)**Bild 15.** Moderner Mehrzweckbohrer mit Bohrernennendurchmesser  $d_0 = 18$  mm (Foto: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

nen subjektiven Eindruck über die Druckfestigkeit des vorhandenen Mauersteins zu verschaffen, insbesondere dann, wenn man nicht so viel Druck auf die Bohrmaschine ausübt. (Dies ist z. B. besonders gut bei Mauerwerk aus Porenbetonsteinen möglich.)

In jedem Fall kann man aber – zumindest näherungsweise – die Steg-Geometrie eines ggf. vorhandenen Lochsteins ermitteln, indem man beispielsweise mit einem Bohrer  $d_0 \geq 18$  mm im *Drehgang* wie folgt eine Probebohrung vornimmt:

- Sobald man den Außensteg durchbohrt, die Bohrmaschine abgeschaltet und den Bohrer wieder aus dem Bohrloch herausgezogen hat, kann man die Dicke des Außenstegs und den Abstand von der Steinoberfläche bis zum ersten Innensteg messen.
- Anschließend wird die Probebohrung sinngemäß fortgesetzt, der erste Innensteg durchbohrt und der Abstand von der Steinoberfläche bis zum zweiten Innensteg gemessen (Bild 14b).

– Dieser Vorgang wird mindestens so lange wiederholt, bis bei der Messung die spätere Einbindetiefe des verwendeten Dübel-Systems erreicht wird.

Ein gutes Hilfsmittel für solche Probebohrungen sind moderne Mehrzweckbohrer, mit extra scharfen Hartmetallschneiden (Bild 15).

Mit diesen Bohrern können bei richtiger Handhabung Bohrlöcher ohne große Beschädigungen an den Stegen von Hohl- und Lochsteinen gebohrt werden (vgl. hierzu Abschnitt 11.2.2 mit Bild 74), sodass sich auf diese Weise auch problemlos sehr filigrane Lochsteg-Geometrien von Hochlochziegeln bestimmen lassen (Bild 16).



**Bild 16.** Probebohrung zur Ermittlung der Lochsteg-Geometrie in einem filigranen Hochlochziegel mit einem modernen Mehrzweckbohrer (Foto: Scheller)

## 4 Verankerungsgrund Mauerwerk im Detail

### 4.1 Allgemeines

Mauerwerk besteht aus einzelnen Mauersteinen, die in der Regel mit vermörtelten oder unvermörtelten Stoß- und Lagerfugen mit einem sogenannten „Versatz“ vereinfacht gesagt übereinander „gestapelt“ werden.

#### 4.1.1 Mauersteine

Wie bereits in Abschnitt 3.1 ausgeführt, unterscheiden sich Mauersteine insbesondere durch die Parameter

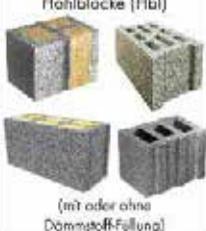
- Baustoff (Mauerziegel, Kalksandstein, Leichtbeton, Porenbeton oder Normalbeton),
- Struktur (Vollsteine, Hohl- und Lochsteine mit oder ohne Dämmstoff-Füllung),
- Geometrie (Steinabmessungen, Loch- und Stegabmessungen) sowie vor allem durch
- Rohdichte und
- Druckfestigkeit.

Hier werden nachfolgend die Mauersteine aus den unterschiedlichen Baustoffen vorgestellt, die derzeit am häufigsten auf Baustellen als Verankerungsgrund für Dübel vorgefunden werden können. Eine entsprechend allgemeine Übersicht zeigt Bild 17. Dabei wird darauf hingewiesen, dass auch die Entwicklung im Bereich der Mauersteine stetig voranschreitet und es mittlerweile z. B. auch Mauersteine aus getrocknetem Lehm, sogenannte Lehmziegel, gibt. Aus Übersichtsgründen wird hier auf diese Mauersteine nicht weiter eingegangen.

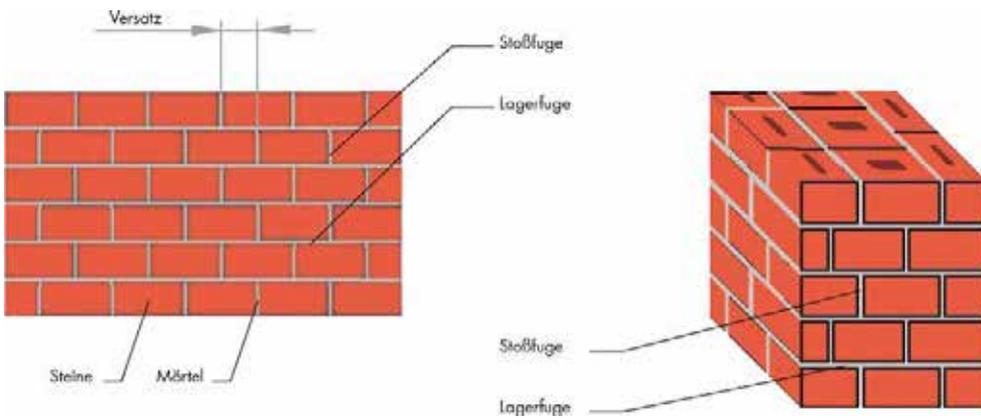
### 4.1.2 Vermörtelte und unvermörtelte Fugen

Neben den zuvor genannten und nachfolgend etwas ausführlicher vorgestellten Mauersteinen besteht Mauerwerk aus vermörtelten oder nicht vermörtelten Stoß- und Lagerfugen zwischen den einzelnen Steinen (vgl. Bild 18). Die Mauersteine werden dabei mit einem sogenannten Versatz im Verband übereinandergesetzt. Die Größe bzw. Breite des Versatzes wird durch das sogenannte „Überbindemaß“ in der jeweils geltenden Mauerwerksnormung vorgegeben.

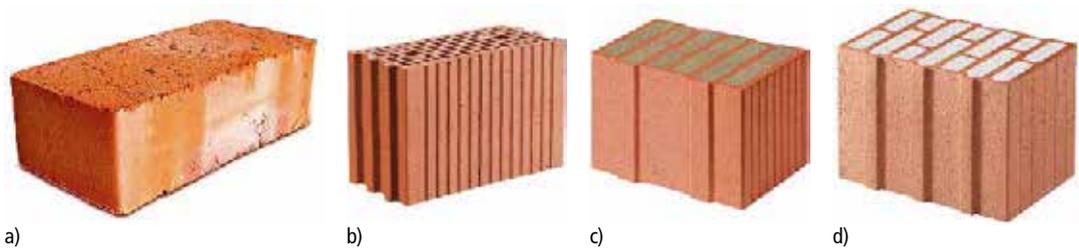
Die horizontale Mörtelfuge kann dabei als „normale“ Lagerfuge mit einer Dicke von ca. 10 bis 12 mm ausgeführt werden. Bei dieser Fugenausbildung können Unebenheiten der Steine ausgeglichen werden, womit die Druckkräfte aus dem Lastabtrag der Mauerwerkswand oder der Stütze bzw. dem Pfeiler aus Mauerwerk gleichmäßig bis in die Gründungsebene weitergeleitet werden können. Bei dieser Lagerfugen-Dicke spricht man bei Hochlochziegeln z. B. von „Blocksteinen“. Wird die Lagerfuge nur als eine sehr dünne sogenannte „Dünnettelfuge“ im Millimeterbereich ausgeführt, dürfen die Mauersteine nur unwesentliche Unebenheiten aufweisen. Bei dieser Lagerfugen-Dicke spricht man dann bei Hochlochziegeln mit geschliffenen Seiten auch von „Plansteinen“. Kalksandsteine haben produktionsbedingt bereits sehr ebene Seitenflächen und müssen nicht geschliffen werden.

Mauerziegel	Kalksandsteine	Leichtbetonsteine (auch Blähton o. Bims)	Porenbetonsteine (engl. Bez.: AAC)	Mauersteine aus Normalbeton
Mauerziegel (Mz) 	Kalksandvollsteine (KS) 	Vollblöcke (Vbl) 	 <small>Gasbeton = alte Bezeichnung für Porenbeton <b>Achtung!!!</b> Porenbeton ≠ POROTON (POROTON ist eine Baustoffmarke für Hochlochziegel!!!)</small>	Vollblöcke (Vbn) 
Hochlochziegel (HLz)  <small>(mit oder ohne Dämmstoff-Füllung)</small>	Kalksandlochsteine (KSL) 	Hohlblöcke (Hbl)  <small>(mit oder ohne Dämmstoff-Füllung)</small>		Hohlblocksteine (Hbn) 

**Bild 17.** Übersicht Baustoffe für Mauersteine



**Bild 18.** Begriffe im Zusammenhang mit einer gemauerten Wand mit Fugen (Grafik: Adolf Würth GmbH & Co. KG)



**Bild 19.** Beispiele für Mauerziegel; a) Vollziegel (Mz), b) Hochlochziegel (HLz), c) HLz mit Mineralwolle-Füllung, d) HLz mit Perlite-Füllung

Im Gegensatz zu den horizontalen vermörtelten Lagerfugen sind die vertikalen Stoßfugen oft verzahnt bzw. nicht vollständig vermörtelt, da die Steine nur aneinandergestoßen werden.

Bild 18 zeigt die wichtigsten verschiedenen Begriffe, die zuvor erläutert wurden, anhand eines Mauerwerksverbands, dessen horizontale Lagerfugen und vertikale Stoßfugen vermörtelt sind.

## 4.2 Mauersteine

### 4.2.1 Mauerziegel: Vollziegel und Hochlochziegel

Mauerziegel bestehen traditionell aus gebranntem Lehm und Ton. Heutzutage werden diesen Mauersteinen z. B. auch Sägespäne beigemischt, die während des Brennvorgangs verbrennen und (insbesondere) den (Hochloch-)Ziegeln eine gewisse Porosität und damit eine geringere Rohdichte und damit wiederum bessere Wärmedämmeigenschaften geben.

Die gängigen Mauerziegel und deren Abkürzungen

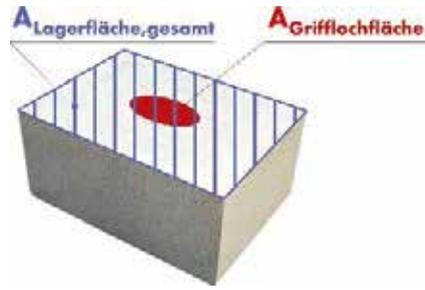
- im Altbau (*Vollziegel*, Ziegelsteine, Vollsteine oder auch Klinker) und
- im Neubau (gefüllte und ungefüllte *Hochlochziegel*) sind exemplarisch in Bild 19 dargestellt.

**4.2.2 Kalksandsteine: Kalksandvollsteine und Kalksandlochsteine**

Kalksandsteine bestehen – wie der Name bereits sagt – aus Kalk und Sand. Ein Gemisch aus beiden Bestandteilen im Verhältnis von ca. 1 : 12 wird mit Wasser vermischt und kann nach entsprechender Aufbereitung verdichtet und geformt werden. Die Steinrohlinge werden dann in sogenannten „Autoklaven“ bei ca. 200 °C unter einem bestimmten Dampfdruck gehärtet. Bild 20 zeigt exemplarisch zwei Kalksandvollsteine und zwei Kalksandlochsteine.

Bei der Ansicht von Bild 21a und Bild 21b wird immer wieder die Frage gestellt, ob es sich bei diesen Mauersteinen nicht auch um Lochsteine handelt. Die Löcher in der jeweiligen Lagerfläche dienen hier entweder als Grifflöcher (Bild 20b) zum besseren Anfassen bzw. leichteren Anheben der Steine oder als Aufnahme-Löcher für ein modernes Steinhebegerät, womit die relativ großen und schweren Vollsteine mit einem Kran versetzt werden können, was die Gesundheit (den Rücken) des Maurers schonen soll.

Entscheidend, ob es sich bei einem Mauerstein um einen Vollstein oder um einen Lochstein handelt, ist das normativ vorgegebene Verhältnis der Lochfläche ( $A_{\text{Grifflochfläche}}$ ) zur gesamten Lagerfläche

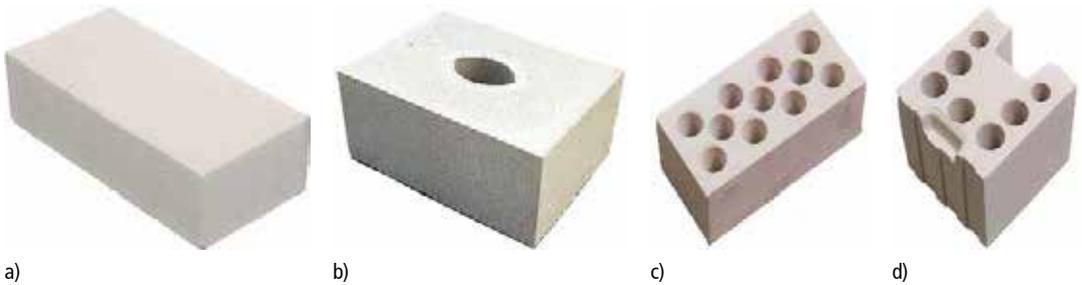


**Bild 22.** Lagerfläche (gesamt) und Grifflochfläche bei einem Kalksandstein (Collage: Scheller)

( $A_{\text{Lagerfläche, gesamt}}$ ). Ist – z. B. hier bei Kalksandsteinen – der Grifflochflächen-Anteil kleiner als 15 % der gesamten Lagerfläche, so ist der Stein immer noch ein Vollstein (Bild 22).

*Hinweis*

In der Dübeltechnik kommt es weniger oder gar nicht auf den Prozentsatz  $A_{\text{Grifflochfläche}}/A_{\text{Lagerfläche, gesamt}}$  der Mauersteine an!



**Bild 20.** Beispiele für Kalksandsteine; a) Kalksandvollstein (KS), b) Kalksandvollstein mit Griffloch (KS), c) Kalksandlochstein (KS L), d) Kalksandlochstein (KS L)



**Bild 21.** Kalksandvollstein oder Kalksandlochstein? a) Griffloch im Kalksandvollstein, b) Kalksandvollstein mit modernem Steinhebegerät (Fotos: Immel)

Bei der Montage von Metall-Injektionsankern zur Verankerung in Mauerwerk ist es zunächst unerheblich, ob ein Mauerstein nach Norm ein Vollstein oder ein Lochstein ist. Entscheidend beim Einsatz dieser Dübel-Systeme ist, dass – sobald (Griff-)Löcher angebohrt werden – der Einsatz von zugehörigen Siebhülsen (vgl. Abschnitt 9.3) und auch von einem entsprechend größeren Bohrer erforderlich wird!

Merke: Auch Vollsteine können Löcher haben!

#### 4.2.3 Leichtbetonsteine: Vollblöcke und Hohlblöcke

Leichtbetonsteine weisen gegenüber Steinen aus Normalbeton zum Teil wesentlich geringere Rohdichten auf. Diese wird durch die Wahl anderer Zuschläge bestimmt. Während der Zuschlag für Normalbeton im Wesentlichen aus Kies und Sand besteht, besteht der Zuschlag für Leichtbeton aus Gesteinskörnungen mit hoher Porosität, wie z. B. Bims, Blähton oder Blähschiefer. Vereinfacht kann man auch sagen, dass dieser Zuschlag aus leichten „Blähton-Kügelchen“ besteht, die im Prinzip nichts anderes sind als die „Blumenerde“ von Hydrokultur-Pflanzen (Bild 23).

Bei Leichtbetonsteinen muss unterschieden werden in – „*gefügedichtem* Leichtbeton“ (abgekürzt mit „LC“; aus dem Englischen: Lightweight Concrete; Bild 24a) und – „*haufwerksporigen* Leichtbeton“ (abgekürzt mit „LAC“; aus dem Englischen: Lightweight Aggregate Concrete; Bild 24b).

Bei *gefügedichtem* Leichtbeton werden die Zuschläge vollständig vom Zement umschlossen, sodass – wie bei einem Normalbeton keine Lufträume zwischen den einzelnen Zuschlagskörnern verbleiben, wodurch ein „dichtes“ Gefüge entsteht (Bild 24a).

*Haufwerksporiger* Leichtbeton unterscheidet sich von *gefügedichtem* Leichtbeton dadurch, dass die Zwischenräume zwischen den Zuschlägen nur unvollständig mit Zement gefüllt sind, sodass Luftzwischenräume („Haufwerksporen“) zwischen den einzelnen Zuschlagskörnern verbleiben (Bild 24b).

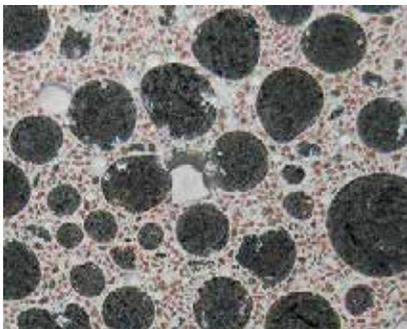


a)



b)

**Bild 23.** Zuschlag für Leichtbeton: „Blähton-Kügelchen“; a) Blähton oder Blähschiefer, b) Hydrokultur (Fotos: Scheller)

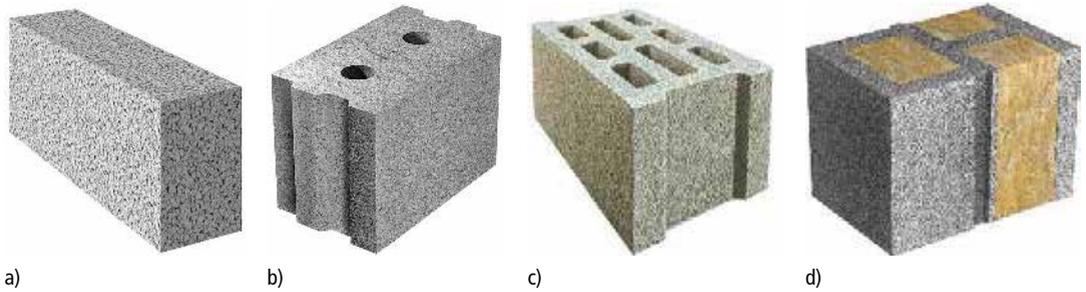


a)



b)

**Bild 24.** Unterscheidung von Leichtbeton (Fotos: Küenzlen); a) gefügedichteter Leichtbeton, b) haufwerksporiger Leichtbeton



**Bild 25.** Beispiele für Leichtbetonsteine; a) Vollblock aus Leichtbeton (Vbl), b) Vollblock aus Leichtbeton (Vbl), c) Hohlblock aus Leichtbeton (Hbl), d) Hohlblock aus Leichtbeton (Hbl) mit Mineralwolle-Füllung

Bild 25 zeigt exemplarisch zwei Vollblöcke aus Leichtbeton (Vollsteine) und zwei Hohlblöcke aus Leichtbeton (Lochsteine).

Aufgrund der vergleichsweise niedrigen Rohdichte werden diese Mauersteine – wie auch Hochlochziegel (vgl. Abschnitt 4.2) und Porenbetonsteine (vgl. Abschnitt 4.2.4) – immer gern dann eingesetzt, wenn an die gemauerte Wand Anforderungen an den Wärmeschutz gestellt werden. Wie bei den Hochlochziegeln werden Hohlblöcke aus Leichtbeton daher mittlerweile auch mit Dämmstoff-Füllungen angeboten (Bild 25d).

#### 4.2.4 Porenbetonsteine

Porenbetonsteine *werden* bzw. Porenbeton allgemein *wird* heutzutage auch mit „AAC“ bezeichnet (aus dem Englischen: Autoclaved Aerated Concrete).

Dieser Baustoff besteht bis zu ca. 80% aus sehr kleinen (Luft-)Poren. Die weiteren Bestandteile von Porenbeton sind Quarzsand, Kalk, Zement oder gebrannter Kalk sowie Anhydrit oder Gips. Der Kalk kann auch durch Zement ersetzt werden. Die (Luft-)Poren entstehen durch die Zugabe von Aluminiumpulver, das als Treibmittel wirkt.

Porenbeton kann man dann sehr gut an den kleinen (Luft-)Poren erkennen (Bild 26b). Bei gleichen Abmessungen wird der Porenbetonstein – aufgrund seiner deutlich geringeren Rohdichte – auch viel leichter sein als der Kalksandstein. Porenbetonmauerwerk wird im

Wesentlichen aus Vollsteinen (Bild 26a) – aus Plansteinen (vgl. Abschnitt 4.1.2) mit Dünnbettmörtel – hergestellt.

#### 4.2.5 Mauersteine aus Normalbeton: Vollblöcke und Hohlblocksteine

Mauersteine aus Beton bestehen vereinfacht gesagt aus Normalbeton *ohne* Bewehrung. Aufgrund der hohen Rohdichte werden diese Mauersteine – wie auch Kalksandsteine (vgl. Abschnitt 4.2.2) – immer gern dann eingesetzt, wenn an die gemauerte Wand Schallschutz-Anforderungen gestellt werden. Bild 27 zeigt exemplarisch zwei Vollblöcke aus Beton und einen Hohlblockstein aus Beton.

#### 4.3 Nachträglich gedämmte Untergründe

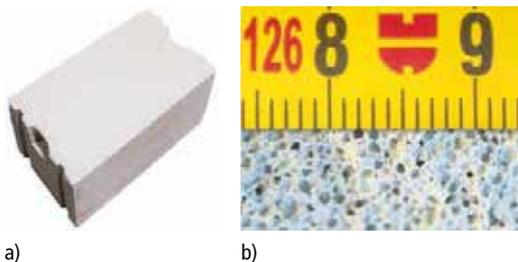
In Abschnitt 4.2 wurden u. a. Mauersteine vorgestellt, die eine ausreichend hohe Wärmedämmung entweder durch

- eine entsprechende Füllung oder durch
- eine geringe Rohdichte (Porenbeton/Leichtbeton) bzw. durch
- dünne Steinstege mit dazwischen liegenden Hohlkammern (Hochlochziegel)

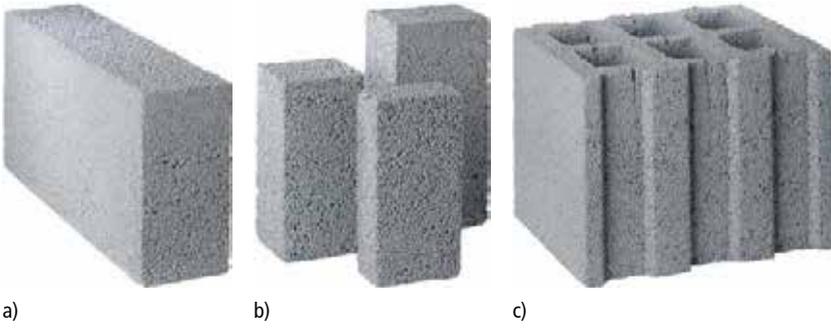
erreichen.

Eine weitere Möglichkeit einen Verankerungsgrund energetisch zu ertüchtigen, d. h. seine Wärmedämmeigenschaften zu verbessern, ist das Aufbringen einer (zusätzlichen) Dämmung z. B. aus Mineral-/Steinwolle- oder Polystyrolplatten. Spezielle Dübel-Systeme ermöglichen die Befestigung für „geringe“ Lasten wie z. B. ein Regenfallrohr oder ein Hausnummernschild direkt im Dämmstoff (vgl. Bild 28).

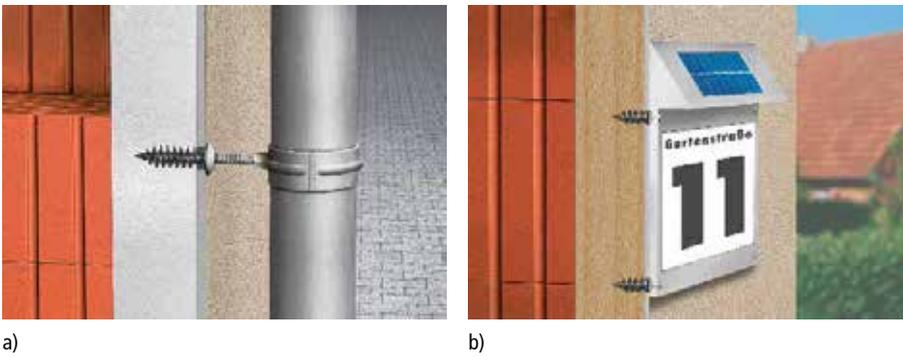
Auch im bauaufsichtlich relevanten Bereich sind Befestigungen an gedämmten Verankerungsgründen erforderlich. Dabei können z. B. Vordächer und Markisen (Bild 29), die deutlich „höhere“ Lasten als ein Regenfallrohr oder ein Hausnummernschild darstellen (Bild 28), nur im tragenden Wandbildner, also im Mauerwerk verankert werden, vorausgesetzt natürlich, dass dieser Verankerungsgrund ausreichend tragfähig ist.



**Bild 26.** Porenbeton(-stein); a) Vollstein aus Porenbeton (Beispiel), b) (Luft-)Poren (Foto: Scheller)



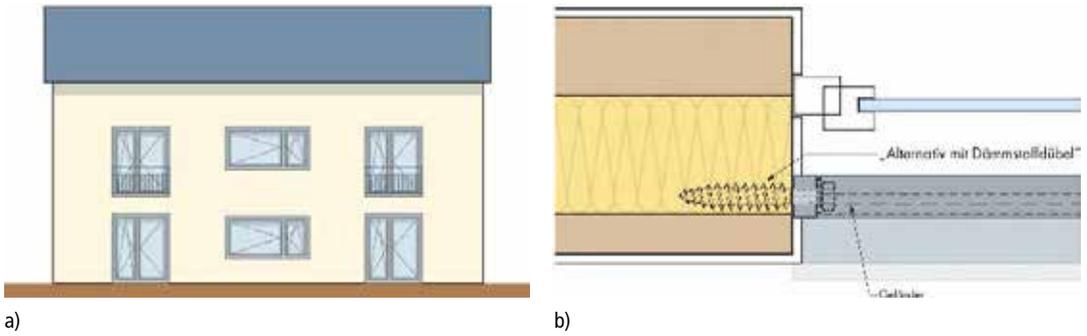
**Bild 27.** Beispiele für Mauersteine aus Normalbeton; a) Vollblöcke aus Beton (Vbn),  
b) Vollblock aus Beton (Vbn), c) Hohlblocksteine aus Beton (Hbn)



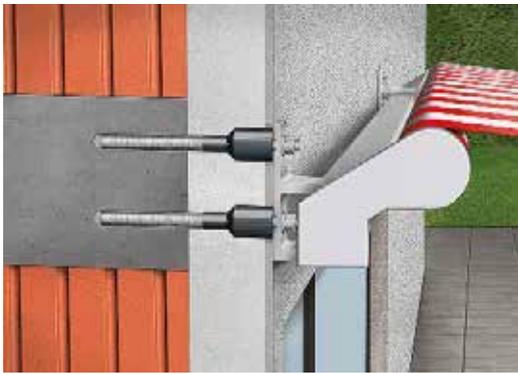
**Bild 28.** Beispiele für Befestigungen in Dämmstoffen für geringe Lasten (Bilder: Adolf Würth GmbH & Co. KG)



**Bild 29.** Befestigungen an einer (nachträglich) gedämmten Fassade; a) Markise (Foto: Adolf Würth GmbH & Co. KG),  
b) Vordach (Foto: Vybiralik)



**Bild 30.** Idee eines Planers (bitte nicht nachmachen!) zur Befestigung eines Geländers im Dämmstoff (Bilder, nicht die Idee: Adolf Würth GmbH & Co. KG); a) Ansicht (französische Balkongeländer im OG), b) Detail



**Bild 31.** Befestigungslösung mit thermischer Trennung (Bild: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

Derartige Befestigungen können im Gegensatz zu der realen (!) Idee eines Planers für die Befestigung eines Geländers (Bild 30) *nicht* im Dämmstoff verankert werden.

Moderne Systeme ermöglichen in diesem Anwendungsfall die Befestigung im tragenden Mauerwerk oder wie in Bild 31 in der Stirnseite einer Betondecke mittels Ankerstange und Injektionsmörtel. Zusätzlich verfügen derartige Systeme über eine thermische Trennung in Bezug auf die Ankerstange. Das bedeutet, dass zwischen der Ankerstange im Verankerungsgrund und der Ankerstange zur Befestigung des Anbauteils ein Kunststoffkonus angeordnet ist.

#### 4.4 Zweischalige Wandkonstruktionen: Zweischaliges Mauerwerk

Als dritte Möglichkeit der Wandausbildung – neben den einschaligen und gedämmten Konstruktionen (Abschnitt 4.4) – gibt es auch zweischalige Wandkonstruktionen, die häufig als sogenanntes „zweischaliges Mauerwerk“ ausgeführt werden. Bild 32 zeigt ein Beispiel für zweischaliges Mauerwerk, das nach DIN EN 1996-2/NA:2012-01 (Nationaler Anhang zu



**Bild 32.** Beispiel für eine zweischalige Wandkonstruktion: Innenschale bzw. Tragschale aus Porenbetonmauerwerk, Wärmedämmung, Luftschicht und Außenschale bzw. Klinkerschale (Foto: Künzlen)

Eurocode 6) aus einer *tragenden* Innenwand (Innenschale), einem Schalenzwischenraum und einer *nicht-tragenden* Außenwand (Außenschale) besteht. Die Innenschale wird auch als „Tragschale“ oder „Hintermauerwerk“ bezeichnet. Der Schalenzwischenraum kann ohne, ganz oder teilweise mit einer Wärmedämmschicht ausgeführt werden. Die Außenschale gibt es in der Regel in den Ausführungen „Verblendschale“ bzw. „Klinkerschale“ oder „geputzte Vormauerschale“. Sollen in zweischaligem Mauerwerk beispielsweise wie in Bild 33 Balkonanlagen (oder auch Markisen und Vordächer wie in Bild 29) befestigt werden, dann darf die Befestigung nur im sogenannten tragenden Hintermauerwerk bzw. in der Tragschale erfolgen. Eine Einleitung von Zuglasten in die Vormauerschale – auch Klinkerschale genannt – ist nicht erlaubt; hier ist nur die Einleitung von „reinen“ Windlasten „zulässig“.



a)



b)

**Bild 33.** Balkonanlage befestigt an einer zweischaligen Wandkonstruktion; a) Befestigung an der Wandkonstruktion (gestrichelte Kreise), b) Ansicht der Vorsatzschale von unten mit Konsolen zur Aufnahme der Vertikallasten (vgl. blaue Pfeile in a) (Fotos: Künzlen)

Aufgrund des meist relativ großen Schalenzwischenraums – bedingt durch die Dämmung und/oder Hinterlüftung des Zwischenraums – ist die Einleitung von Querlasten oft problematisch. Wirken Querlasten nur in Richtung des Fundaments, kann ingenieurmäßig die Überlegung angestellt werden, dass die Befestigung auf die Klinkerschale „aufgelegt“ wird. Insbesondere bei Injektionsdübeln darf aber *keine* kraftschlüssige Verklebung erfolgen. Eine sichere Lastweiterleitung in das Fundament des Gebäudes über die äußere Schale müsste dann im Detail durch die Beantwortung der folgenden Fragen geprüft werden:

- Ist der Versatz im Mauerwerk geeignet bzw. das Überbindemaß eingehalten, eine solche Einzellast nach unten weiterzuleiten (vgl. Abschnitt 4.1)?
- Sind Konsolen (vgl. Bild 33) tragfähig genug, zusätzliche Lasten aufzunehmen?
- usw.

Problematisch werden abhebende Querkräfte nach oben, z. B. durch Winddruck von unten auf ein Vordach. Diesen Querkräften steht nur das Gewicht der Klinkerschicht oberhalb der Befestigung als „Gegengewicht“ entgegen. Werden hier die Querlasten zu groß, kann es zu einem Schaden an der Klinkerschale kommen.

#### Hinweis

Die Einleitung von Querkräften (in Richtung des Fundaments), z. B. aus Markisen oder Vordächern, in nichttragende Außenwände (Außenschalen) von zweischaligem Mauerwerk kann nur auf Grundlage genauer ingenieurmäßiger Betrachtungen und entsprechender statischer Nachweise erfolgen. Ist dies nicht möglich, sind die Dübel auf Querlast mit Hebelarm, also auf „Biegung“, nachzuweisen.

## 5 Umgebung – Welche äußeren Einflüsse liegen vor?

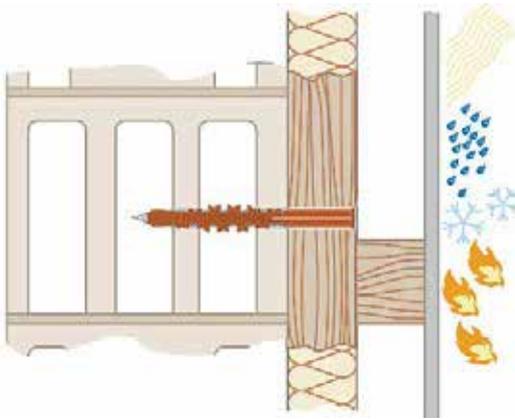
### 5.1 Allgemeines

Bevor nach Abschnitt 9 ein geeignetes Dübel-System für die jeweilige Befestigungsaufgabe ausgewählt werden kann, muss noch über die äußeren Einflüsse auf den Dübel nachgedacht werden. Auf den folgenden Abschnitt könnte vielleicht verzichtet werden, wenn im privaten Wohnzimmer – einem so definierten „trockenen Innenraum“ – „nur“ die Klimmzugstange (vgl. Abschnitt 1.2) zu befestigen wäre, vorausgesetzt

- der Verankerungsgrund wäre ein Beton mit der Druckfestigkeitsklasse C20/25 bis C50/60 und
- es stünde ein Metalleddübel mit einer Europäischen Technischen Bewertung (ETA) für Verankerungen in gerissenem Beton zur Verfügung,
- der auch für Einzelbefestigungen „zugelassen“ ist (vgl. Abschnitt 7.3.2).

Allein an dieser Aufzählung der „Voraussetzungen“ kann man einmal mehr erkennen, wie komplex die Dübeltechnik ist und wie viele Parameter dabei zu beachten sind. Hierzu gehören auch die äußeren Umgebungseinflüsse (Bild 34), die in diesem Abschnitt näher behandelt werden:

- Es sei daran erinnert, dass bei dem Klimmzugstangen-Beispiel ein Injektionssystem empfohlen wurde, weil es sich bei dem Verankerungsgrund wahrscheinlich um Mauerwerk handelt, so müssen die Temperaturen während der Montage und während der späteren Nutzung des Dübels (z. B. Klimmzüge oder Aufschwungübungen) beachtet werden. Da es sich um einen trockenen Innenraum, ein Wohnzimmer mit normalen Innenraumtemperaturen, handelt, ist der Temperatureinfluss in der Regel unproblematisch (Abschnitt 5.2).



**Bild 34.** Äußere Umgebungseinflüsse auf einen Dübel (Bild: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

- Soll die Klimmzugstange mit einem Injektionssystem im Außenbereich montiert werden, ist wenigstens für die spätere Nutzung, wenn die Montage im Winter erfolgt, auch für die Montage ggf. Frost zu beachten.
- Wird das Beispiel der Klimmzugstange verlassen, sind weitere Gedanken über die Umgebung notwendig (Bild 34). Muss der Dübel im Brandfall eine gewisse Zeit noch seine Funktion erfüllen, weil z. B. in einem Fluchtweg etwas befestigt werden soll? Dann muss geklärt werden, ob es dafür einen Nachweis gibt, den schon nicht mehr alle Systeme erfüllen können, da beispielsweise Kunststoffdübel in diesem Bereich nur einen sehr kleinen Anwendungsbereich haben (Abschnitt 5.3).
- Handelt es sich nicht mehr um das trockene Wohnzimmer, sondern um den Außenbereich oder einen Feuchtraum, ja sogar ein Schwimmbad, ein Straßentunnel oder eine Küste? Dann muss über die Materialauswahl des Dübels nachgedacht werden, was die Auswahl weiter einschränkt, da beispielsweise nicht alle Dübel-Systeme im richtigen Material für die Montage in einem Schwimmbad, Straßentunnel oder Küstennähe geliefert werden.

## 5.2 Temperatur

Im Bereich der Dübeltechnik sind unterschiedliche Temperaturen und Temperaturbereiche zu beachten. Eine erste entsprechende Übersicht zeigt Tabelle 2.

Es sollte ohne weitere Erklärungen verständlich sein, dass ein „reiner“ Metalldübel auf Temperaturänderungen – außer unter Brandbeanspruchung (vgl. in Abschnitt 5.3) – nicht wesentlich reagiert, ein Kunststoffdübel oder ein Injektionsdübel aber durchaus deutliche Tragfähigkeitsunterschiede bei unterschiedlichen Temperaturen aufweisen kann. Aus diesem Grund gibt es für hochwertige, d. h. „zugelassene“ Kunststoffdübel und Injektionssysteme immer Angaben zur Montagetemperatur in den entsprechenden ETAs. Hierbei kann z. B. die minimale Montagetemperatur bei Kunststoffdübeln bis zu  $-40\text{ °C}$  betragen und wird vom Hersteller im Rahmen der Zulassungsprüfungen individuell festgelegt. Bei gängigen Injektionssystemen liegt die minimale Montagetemperatur derzeit im Bereich von  $0\text{ °C}$  bis  $-20\text{ °C}$ .

Neben der Montage spielt auch die spätere Nutzung der Befestigung eine Rolle. Daher gibt es für „zugelassene“ Kunststoffdübel und Injektionssysteme auch definierte Temperaturbereiche, in denen diese Dübel-Systeme während ihrer Nutzung verwendet werden können. In den Europäischen Technischen Bewertungen (ETAs) für Kunststoffdübel und Injektionssysteme werden dafür mindestens ein Temperaturbereich, zum Teil aber auch mehrere Temperaturbereiche angegeben. Diese Angabe besteht je Temperaturbereich in der Regel aus einem Wertepaar der

- maximalen *Langzeit*-Temperatur und der
- maximalen *Kurzzeit*-Temperatur.

Bei Kunststoffdübeln geht beispielsweise diese maximale Kurzzeit-Temperatur in der Regel nicht über  $+80\text{ °C}$  (siehe z. B. [60], S. 10) hinaus.

Diese Temperatur von  $+80\text{ °C}$  ergab bzw. ergibt sich aus einer der Standardanwendungen von Kunststoffdübeln, der Befestigung von Fassadenunterkonstruktionen. Diese Konstruktionen sind ein gutes Beispiel bzw. eine nachvollziehbare Erklärung dafür, weshalb in den ETAs der genannten Dübel-Systeme für jeden „zu-

**Tabelle 2.** Temperaturbereiche für Kunststoffdübel [a), b), c)] nach EOTA EAD 330284-00-0604 [45] und Injektionssysteme in Mauerwerk [Ta, Tb, Tc] nach EOTA EAD 330076-00-0604 [43]

Temperatur-Bereich	a) bzw. Ta	b) bzw. Tb	c) bzw. Tc
maximale Kurzzeit-Temperatur <sup>1)</sup>	$+40\text{ °C}$	$+80\text{ °C}$	Festlegung durch Hersteller
maximale Langzeit-Temperatur <sup>2)</sup>	$+24\text{ °C}$	$+50\text{ °C}$	
niedrigste Nutzungstemperatur	siehe Zulassung bzw. Hersteller-Empfehlung!		
Montagetemperatur			

- 1) Temperatur innerhalb des Nutzungstemperaturbereichs, die in kurzen Zeiträumen variieren kann, z. B. in Tag-/Nacht-Zyklen und Frost-/Tau-Wechseln.
- 2) Temperatur innerhalb des Nutzungstemperaturbereichs, die über einen längeren Zeitraum annähernd konstant bleibt. Zu den Langzeit-Temperaturen gehören konstante oder nahezu konstante Temperaturen, wie sie in Kühlhäusern oder in der Nähe von Heizungsanlagen auftreten.



**Bild 35.** Bestimmung der Temperatur immer im Bohrloch am besten mit einem Laserthermometer (Foto: Adolf Würth GmbH & Co. KG; Collage: Scheller)

lässigen“ Temperaturbereich ein Wertepaar angegeben wird:

- Im Jahresdurchschnitt, d. h. über einen „langen“ Zeitraum, wird die Temperatur für die Befestigung der Fassadenunterkonstruktion in der Regel  $+50\text{ °C}$  nicht überschreiten. Dies ist daher für viele „zugelassene“ Kunststoffdübel die „maximale Langzeit-Temperatur“.
- Im Hochsommer, in der Mittagszeit, kann dieser Wert hinter einer dunklen, z. B. schwarzen Fassadenplatte für „kurze“ Zeit aber durchaus Werte von bis zu  $+80\text{ °C}$  erreichen, weshalb auch dieser Wert als „maximale Kurzzeit-Temperatur“ mit angegeben wird.

Bei Injektionssystemen gibt es zusätzlich auch immer noch eine „maximale Verarbeitungszeit“ und eine „minimale Aushärtezeit“:

- Gerade bei *hohen* Temperaturen im Bereich der Montage kann es von Vorteil sein, ein System zu wählen, das eine etwas größere Zeitspanne für die Verarbeitung zulässt, da gerade bei größeren Bohrdurchmessern und/oder größeren Setztiefen die maximale Verarbeitungszeit von z. B. einer Minute bei  $+30\text{ °C}$  sehr knapp bemessen sein kann, um das Bohrloch zu verfüllen und die Ankerstange vollständig einzubringen.



**Bild 36.** Brand eines Unternehmens in Backnang im Jahr 2006 (Foto: Künzlen)

- Bei *niedrigen* Temperaturen (z. B. im Winter) weisen viele Injektionssysteme dagegen deutlich längere Aushärtezeiten aus.

Grundsätzlich sind sowohl die „maximale Verarbeitungszeit“ als auch die „minimale Aushärtezeit“ eines Injektionssystems zu beachten, da die meisten Injektionssysteme in der Regel erst nach Ablauf der Aushärtezeit der Dübel belastet werden dürfen.

#### *Hinweis*

Die maßgebliche Temperatur muss *im* Bohrloch bestimmt werden (Bild 35), da es durchaus Situationen gibt, in denen die Temperatur im Inneren eines Bauteils, beispielsweise einer Wand, deutlich tiefer sein kann als in der Umgebung bzw. in der umgebenden Luft.

Für die Messung der Temperatur *im* Bohrloch eignet sich am besten ein Laserthermometer.

### 5.3 Brand

Gerade in Rettungs- und Fluchtwegen kann die Funktion von Dübeln unter Brandeinwirkung von großer Bedeutung sein. Auch bei der Befestigung von Kabeln mit Funktionserhalt oder Sprinkleranlagen kommt dem Tragverhalten der Dübel unter Brandeinwirkung eine große Bedeutung zu. Die Dübel müssen im Brandfall noch eine gewisse Zeit „funktionieren“, um eine Rettung der Bewohner oder der Mitarbeiter (Bild 36) zu ermöglichen.

Im Gegensatz zur Bemessung der Dübel für normale Umgebungstemperaturen geht man im Brandfall davon aus, dass der Widerstand des Dübels durch den Brand reduziert wird, da die Tragfähigkeit aller Baustoffe unter zunehmender Temperatur abnimmt. Das heißt, für den Brandfall werden die charakteristischen Widerstände der Dübel reduziert. Ebenso erfolgt eine Reduzierung der Teilsicherheitsbeiwerte aufgrund des „außergewöhnlichen Lastfalls“.

## 5.4 Korrosion

### 5.4.1 Hinweise in den „Zulassungen“ für Dübel

Die Regelungen bzw. Hinweise zum Thema Korrosion in den „Zulassungen“ für Dübel (abZ, abZ/aBG oder ETA) sind zum Teil unterschiedlich, zum Teil aber auch inhaltlich nahezu wortgleich.

Hier werden quasi drei Stufen des Korrosionsschutzes im Bereich der Dübeltechnik definiert:

- Im Bereich trockener Innenräume kann man im Prinzip alle Stahlqualitäten verwenden. Hier werden in der Regel aber – allein schon aus Kostengründen – nur Dübel aus verzinktem Stahl (in den meisten Fällen galvanisch verzinkter Stahl) zum Einsatz kommen.
- Bei Feuchtigkeit bzw. Bauteilen im Freien sind Dübel aus galvanisch verzinktem Stahl in der Regel nicht mehr „zulässig“. Hier sind mindestens Dübel aus nichtrostendem Stahl (z. B. Stahl mit der Werkstoff-Nummer 1.4401, 1.4404, 1.4571 oder 1.4362; umgangssprachlich „A4-Stahl“) zu verwenden.
- Sind Dübel Chloriden und/oder anderen Schadstoffen ausgesetzt, ist nichtrostender Stahl häufig nicht mehr ausreichend und es müssen Dübel aus hochkorrosionsbeständigem Stahl (z. B. Stahl mit der Werkstoff-Nummer 1.4529 oder 1.4565; umgangssprachlich „HCR Stahl“) eingesetzt werden.

### 5.4.2 Ergänzende und weiterführende Informationen

In der Praxis tauchen immer wieder Fragen auf, wie z. B. die „Meeresnähe“ oder der „Bereich der Spritzzone des Seewassers“ (vgl. Abschnitt 5.4.1) definiert wird.

Eine *Entscheidungshilfe* für die Materialwahl der Befestigungsmittel – unabhängig vom Verankerungsgrund – bietet die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung „Erzeugnisse, Bauteile und Verbindungsmittel aus nichtrostenden Stählen“.

- In früheren Fassungen fanden sich direkt in dieser Zulassung Hinweise für die Materialauswahl in Abhängigkeit von bestimmten Umweltbedingungen. So wurde beispielsweise in der abZ Nichtrostende Stähle von 2011 ([61]; Anlage I.1a, Tabelle 1a) ein *Anhaltswert* für den „trockenen Innenraum“ gegeben. Das Kriterium für die Exposition „SF0“ bzw. „trocken“ war ein Jahresmittelwert der Feuchte  $U < 60\%$ , für den Stähle der Korrosionswiderstandsklasse I ausreichend waren. Für diese Korrosionswiderstandsklasse I konnte gefolgert werden, dass auch Dübel aus galvanisch verzinktem Stahl verwendet werden konnten.
- Im aktuell geltenden Bescheid der abZ Nichtrostende Stähle von 2022 [62], siehe dort Abschnitt 3.1 „Bestimmung für die Anwendung des Zulassungsgegenstandes“, sind diese Hinweise nicht mehr enthalten. Stattdessen wird nun weiter auf DIN EN 1993-1-4 „Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-4: Allgemeine Bemessungsregeln – Ergänzende Regeln zur

Anwendung von nichtrostenden Stählen“ in Verbindung mit dem zugehörigen Nationalen Anhang DIN EN 1993-1-4/NA verwiesen.

DIN EN 1993-1-4, Anhang A, Abschnitt A.2 mit den Tabellen A.1, A.2 und A.3 ermöglicht dann im Prinzip eine Werkstoffauswahl in drei Schritten:

- Schritt 1: Bestimmung des Korrosionsbeständigkeitsfaktors (CRF),
- Schritt 2: Bestimmung der Korrosionsbeständigkeitsklasse (CRC) in Abhängigkeit des CRF,
- Schritt 3: Werkstoffauswahl in Abhängigkeit der CRC.

Bei diesem Weg der Werkstoffwahl kann dann relativ detailliert berücksichtigt werden, ob ein Bauteil z. B. in unmittelbarer Meeresnähe (Abstand zum Meer  $\leq 0,25$  km) oder aber etwas weiter davon entfernt montiert wird (Abstand zum Meer  $> 0,25$  km).

In diesem Zusammenhang wird auch der „Innenraum“ definiert (DIN EN 1993-1-4:2015-10, S. 28):

*„Ein Innenraum ist ein Bereich, der entweder belüftet oder beheizt wird, oder sich innerhalb geschlossener Türen befindet. Parkhäuser, Verladerrampen oder andere Bauwerke mit großen Öffnungen sollten als Außenbereiche gelten.“*

Auf eine differenziertere Darstellung wird hier aus Übersichtsgründen verzichtet.

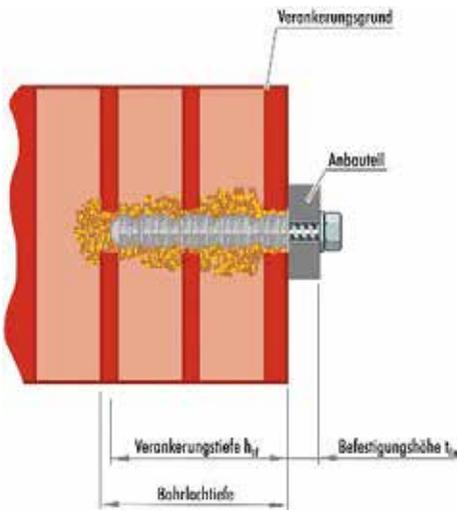
## 6 Bauteilabmessungen – Wo wird der Dübel montiert?

### 6.1 Definition wichtiger Begriffe und Maße im Bereich der Dübeltechnik

Wie bereits festgestellt wurde, ist auch im Bereich der Dübeltechnik eine Fachsprache erforderlich, wenn alle am Bau Beteiligten sich richtig verstehen wollen. Eine „beliebtes“ Missverständnis besteht z. B. darin, dass der Dübel-Monteur richtig vom „Bauteil“ spricht, in dem Dübel montiert werden sollen, der zuständige Planer darunter aber die Konstruktion versteht, die mit dem Verankerungsgrund verbunden werden soll. Bild 37 zeigt daher, dass im Bereich der Dübeltechnik das

- Bauteil und das
- Anbauteil unterschieden werden.

Vor dem Bauteil oder dem *tragenden* Verankerungsgrund – z. B. einer Wand, einer Stütze oder einer Decke, worin „gedübelt“ werden soll – kann eine sogenannte „nichttragende Schicht“ angeordnet sein, die z. B. aus Putzen, Fliesenkleber und auch den Fliesen selbst bestehen kann. Die Bezeichnung „*nichttragend*“ im Begriff „*nichttragende* Schicht“ ist hier „Programm“! Auch wenn z. B. ein Putz und/oder Fliesen, die auf dem eigentlichen Verankerungsgrund aufgebracht sind, noch so „hart“ und „fest“ sein mögen, per Definition haben sie *keinen* Anteil an der Tragfähigkeit des Dübels.



**Bild 37.** Definition wichtiger Begriffe im Bereich der Dübeltechnik (Grafik: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

#### Hinweis

Die anrechenbare Setztiefe ( $h_{\text{nom}}$ ) bzw. die effektive Verankerungstiefe ( $h_{\text{ef}}$ ) eines Dübels beginnt immer erst an der Oberfläche des eigentlichen Bauteils bzw. des *tragenden* Verankerungsgrunds!

*Nichttragende* Schichten dürfen *nicht* mit zum tragenden Bauteil/Verankerungsgrund gerechnet werden! Abschnitt 6 beschäftigt sich nachfolgend noch etwas detaillierter mit der

- (Mindest-)Bauteildicke bzw. mit dem *Bauteil* und seinen Abmessungen (Abschnitt 6.2), wozu für den Bereich der Dübeltechnik auch die Positionierung der Dübel im Bauteil gehört, nämlich die
- Abstände der Dübel zum Rand des Bauteils (Abschnitt 6.3: Randabstand) und die
- Abstände der Dübel untereinander in einem Bauteil (Abschnitt 6.4: Achsabstand).

Das *Anbauteil* oder die sogenannte Ankerplatte wird in Abschnitt 7 behandelt.

## 6.2 (Mindest-)Bauteildicke

Unabhängig vom Dübel hat jedes Bauteil eine bestimmte Bauteildicke. Diese Bauteildicke legen in der Regel zunächst die Architekten im Entwurf ihres Bauwerks fest. Anschließend erstellen die Tragwerksplaner bzw. Statiker den Lastabtrag, wobei sie – vereinfacht beschrieben – alle Lasten ermitteln, die auf das Gebäude einwirken, und deren Verlauf vom Dach bis zu den Fundamenten bzw. zur sogenannten Gründungsebene verfolgen. Dafür müssen die Bauteile statisch bemessen werden, d. h., es muss überprüft werden, ob die zunächst von den Architekten vorgegebenen Abmessungen der einzelnen Bauteile ausreichend dimensioniert wurden. Zu dieser „Überprüfung“ gehören auch einwirkende Lasten, die mithilfe von Dübeln in das jewei-

lige Bauwerk eingeleitet werden, z. B. die Befestigung eines Vordachs oder einer Markise an einer Gebäudeaußenwand (vgl. Bild 29). Dabei kann es passieren, dass der Lastabtrag und die statische Bemessung ergeben, dass die von den Architekten geplante Bauteildicke nicht ausreichend (vor-)dimensioniert wurde.

In Mauersteinen bezieht sich die Bauteildicke im Bereich der Dübeltechnik meist auf die kleinste Wandstärke, also in der Regel eine Steinbreite der geprüften Mauersteine.

Bei der Kurzbezeichnung der Bauteildicke muss man ein bisschen aufpassen: Entgegen den Abkürzungen für den „reinen“ Mauerwerksbau [Dicke der Wand ( $t$ ); lichte Höhe einer Wand bzw. lichte Geschosshöhe ( $h$ ); vgl. DIN EN 1996-1-1 ([26], S. 21 und 23)], wird im Bereich der Dübeltechnik nach DIBt TR 054 ([54], S. 7) bzw. DIBt TR 064 ([57], S. 5) die

- Dicke des Bauteils aus Mauerwerk (Wand) mit „ $h$ “ und die
- Mindestbauteildicke des Mauerwerks mit „ $h_{\text{min}}$ “ bezeichnet.

## 6.3 Randabstand (c)

Hier müssen der minimalen Randabstand ( $c_{\text{min}}$ ) und der charakteristische Randabstand ( $c_{\text{cr}}$ ) unterschieden werden.

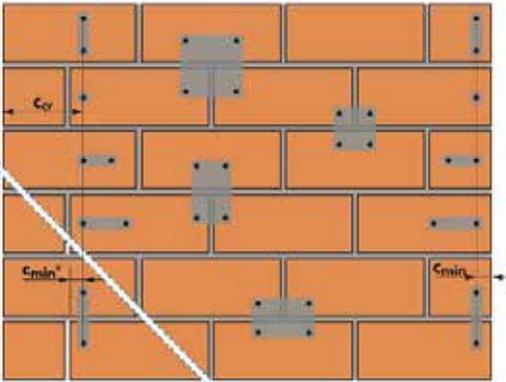
### 6.3.1 Minimaler Randabstand ( $c_{\text{min}}$ )

Der „minimale Randabstand“ ( $c_{\text{min}}$ ) bezeichnet den kleinstmöglichen Abstand, mit dem der Dübel zum Bauteilrand montiert werden kann.

In Mauerwerk kann es dabei vorkommen, dass das „Bauteil“ ein einziger Stein im Wandverband ist, wenn die vertikalen Fugen im Verband nicht mit Mörtel ausgefüllt sind. Das heißt, nach DIBt TR 54 ([54], S. 6) entspricht der Randabstand  $c$  hier dem Randabstand zum freien Rand des Mauersteins. Dieser freie Rand kann entweder die Wandkante oder die nächstliegende vertikale Fuge sein, die nicht mit Mörtel ausgefüllt ist. Hier ist dann der minimale Randabstand  $c_{\text{min}}$  entweder zur Wandkante oder zur nicht ausgefüllten vertikalen Fuge einzuhalten. Das bedeutet, dass die Fugen dann als freie Kante zu betrachten sind und der Mindestabstand zur Fuge  $c \geq c_{\text{min}}$  sein muss (Bild 38).

### 6.3.2 Charakteristischer Randabstand ( $c_{\text{cr}}$ )

Der charakteristische Randabstand wird für die meisten Dübel mit  $c_{\text{cr}} = 1,5 \cdot h_{\text{ef}}$  definiert (mit  $h_{\text{ef}}$  = effektive bzw. wirksame Verankerungstiefe des Dübels). Man kann davon ausgehen, dass ein einzelner Dübel nur dann die maximale Tragfähigkeit im Verankerungsgrund erreicht, wenn  $c_{\text{cr}}$  eingehalten wird, da nur dieser Randabstand einen vollständigen kegelförmigen Steinbruch (Bild 39) zulässt. Mehr als einen Ausbruchkegel mit dem Radius  $1,5 \cdot h_{\text{ef}}$  kann ein einzelner Dübel im Verankerungsgrund Mauerwerk nicht „aktivieren“ bzw. „ausnutzen“.

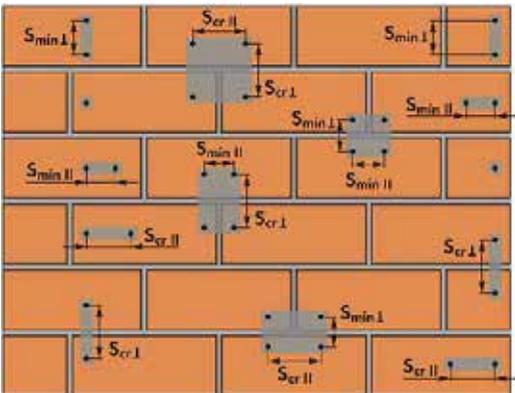


\*Stoßfuge nicht vermörtelt  
 $c_{cr}$  = Charakteristischer Randabstand  
 $c_{min}$  = Minimaler Randabstand

**Bild 38.** Darstellung der Randabstände in einem Mauerwerksverband für Metall-Injektionsanker (Grafik: Adolf Würth GmbH & Co. KG)



**Bild 39.** Vollständiger Steinausbruch eines Injektionsdübels in Mauerwerk (Foto: Küenzlen)

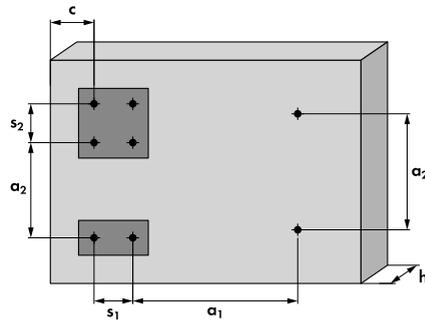


### 6.4 Achsabstand (s)

Für Befestigungen in Mauerwerk gibt es sinngemäß wie in Abschnitt 6.3 dargestellt einen minimalen Achsabstand ( $s_{min}$ ) und einen charakteristischen Achsabstand ( $s_{cr}$ ). Der charakteristische Achsabstand wird aber nach DIBt TR 54 ([54], S. 7 und 8) zusätzlich auch noch nach Lage zur Fuge unterschieden (vgl. Bild 40).

### 6.5 Regelungen für zugelassene Kunststoffdübel

Die Bezeichnungen der Bauteilabmessungen für zugelassene Kunststoffdübel ist in Bild 41 dargestellt. Der Achsabstand benachbarter Dübel einer Dübelgruppe wird mit dem Buchstaben „a“ bezeichnet.



**Bild 41.** Definition der Bauteilabmessungen in Mauerwerk für zugelassene Kunststoffdübel nach EOTA EAD 330284-00-0604 ([45] – Grafik hier: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

- $s_{cr}$  = Charakteristischer Achsabstand
- $s_{min}$  = Minimaler Achsabstand
- $s_{cr,||}$  ( $s_{min,||}$ ) = Charakteristischer (minimaler) Achsabstand für Anker parallel zur horizontalen Lagerfuge angeordnet
- $s_{cr,⊥}$  ( $s_{min,⊥}$ ) = Charakteristischer (minimaler) Achsabstand für Anker senkrecht zur Lagerfuge angeordnet

**Bild 40.** Darstellung der Achsabstände in einem Mauerwerksverband für Metall-Injektionsanker (Grafik: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

## 7 Anbauteil bzw. Ankerplatte – Was soll befestigt werden?

### 7.1 Allgemeines

In den vorhergehenden Abschnitten wurde schwerpunktmäßig das Thema „Verankerungsgrund“ mit den dazugehörigen Fragen behandelt:

- Abschnitt 3 und 4: Welcher Verankerungsgrund ist auf der Baustelle vorhanden?
- Abschnitt 5: Umgebung – Welche äußeren Einflüsse liegen vor?
- Abschnitt 6: *Bauteil*-Geometrie – Wo im Verankerungsgrund wird die Befestigung angeordnet (in der Fläche oder am Rand)?

In diesem Abschnitt werden das *Anbauteil* bzw. die Ankerplatte (vgl. Bild 37) mit folgenden Fragen betrachtet:

- Handelt es sich bei der zu befestigenden Konstruktion um eine „Einzelbefestigung“ oder um eine „Mehrfachbefestigung“?
- Wie dick ist das Anbauteil bzw. die Ankerplatte? Von der vorhandenen Anbauteildicke bzw. von der Ankerplattendicke hängt die erforderliche Nutzlänge des einzusetzenden Dübel-Systems ab. Das konzipierte Dübel-System muss auch mit der entsprechenden Nutzlänge, die auch Klemmstärke genannt wird, lieferbar sein.
- Gibt es Vorgaben in Form einer vorhandenen Bohrung? Also ist schon ein sogenanntes „Durchgangsloch“ in dem zu befestigenden Anbauteil vorhanden, das eine bestimmte Dübelgröße vorgibt?
- Ist ein Anbauteil bzw. eine Ankerplatte beispielsweise aus Korrosionsschutzgründen mit einer galvanischen Verzinkung oder einer Feuerverzinkung versehen, so sollten vorhandene Löcher auf der Baustelle vorzugsweise nicht weiter aufgebohrt werden, um größere Dübel einsetzen zu können. Durch das Aufbohren wird der Korrosionsschutz des Anbauteils beschädigt.
- Sind eventuell mehrere Löcher in einem Anbauteil/in einer Ankerplatte vorhanden und wie sieht das Lochbild aus? Den Abstand zwischen den „Durchgangslöchern“ nennt man den Achsabstand ( $s$ ); vgl. Abschnitt 6.4. Die gängigen Bemessungsverfahren gelten nur für bestimmte Lochbilder.

Nach DIN EN 1992-4 ([19], S. 9) dürfen für Metalldübel zur Verankerung im Beton in einem Anbauteil nur Dübel gleicher Art und Größe (Durchmesser und Setztiefe bzw. Verankerungstiefe) verwendet werden, damit ein Nachweis entsprechend der Norm durchgeführt werden kann. Auch wenn diese Grundvoraussetzung nicht explizit im gängigen Regelwerk für Metall-Injektionsanker zur Verankerung im Mauerwerk nach DIBt TR 054 [54] und für Kunststoffdübel nach DIBt TR 064 [57] genannt ist, so gilt sie auch für diese Dübel-Systeme gleichermaßen.

Es dürfen also in einer Gruppe von Befestigungselementen *keine* verschiedenen Befestigungsmittel und unterschiedlichen Dübelgrößen gemischt werden. Diese Einschränkung liegt vor allem daran, dass verschiedene Dübel-Systeme und unterschiedliche Dübelgrößen auch unterschiedliche Steifigkeiten aufweisen, d. h., dass sie sich bei einer Belastung unterschiedlich verformen. Mischt man nun die Systeme und/oder die Dübelgrößen, ist es aktuell nicht möglich, die Lastaufteilung aufgrund der jeweils unterschiedlichen Steifigkeiten zu bestimmen.

### 7.2 Anbauteile bzw. Ankerplatten in der Theorie

Darf das Anbauteil frei gewählt werden, weil es erst noch konstruiert werden soll, dann ergeben sich die Antworten zu den oben aufgeworfenen Fragen aus den Einwirkungen (den Lasten, die auf das Anbauteil wirken; vgl. Abschnitt 8) sowie der Bemessung der jeweiligen Dübel (vgl. Abschnitt 10) und des jeweiligen Anbauteils.

Das bedeutet in der Theorie – vereinfacht am Beispiel aus Abschnitt 1.2 erklärt, dass nicht ausgehend von den vorhandenen Ankerplatten (der vom Hersteller gelieferten Klimmzugstange) die Dübel „hingerechnet“ werden sollten. Stattdessen sollten – nach Möglichkeit – zunächst die Einwirkungen (Lasten) auf die Klimmzugstange ermittelt und die Bemessung für ein – auf die Konstruktion und den tatsächlich vorhandenen Verankerungsgrund abgestimmtes – Dübel-System durchgeführt werden. Aus dieser Rechnung ergibt sich dann

- die Anzahl der Dübel,
- die Dübelgröße (Durchmesser) und deren Setztiefe bzw. Verankerungstiefe,
- der Achsabstand der Dübel,
- die Größe der Durchmesser der Durchgangslöcher im Anbauteil bzw. in der Ankerplatte und
- die Anordnung der Durchgangslöcher im Anbauteil bzw. in der Ankerplatte.

#### *Hinweis*

Dieser Beitrag beschäftigt sich aus Übersichtsgründen *nicht* mit der Bemessung des Anbauteils bzw. der Ankerplatte.

Die gängigen Bemessungsverfahren für Metall-Injektionsanker zur Verankerung im Mauerwerk nach DIBt TR 054 [54] und für Kunststoffdübel nach DIBt TR 064 [57] enthalten hierzu *keine* Angaben.

Für die Bemessung eines Anbauteils aus Stahl wird z. B. auf DIN EN 1993 (Eurocode 3) und für die Bemessung eines Anbauteils aus Holz z. B. auf DIN EN 1995 (Eurocode 5) verwiesen.

## 7.3 Lagerung des Anbauteils

### 7.3.1 Allgemeines

Nach DIN EN 1992-4 ([19], S. 8) darf das Anbauteil für Metalldübel zur Verankerung in Beton entweder

- statisch *bestimmt* oder
- statisch *unbestimmt*“

gelagert werden. Die (An-)Bauteile dürfen dabei

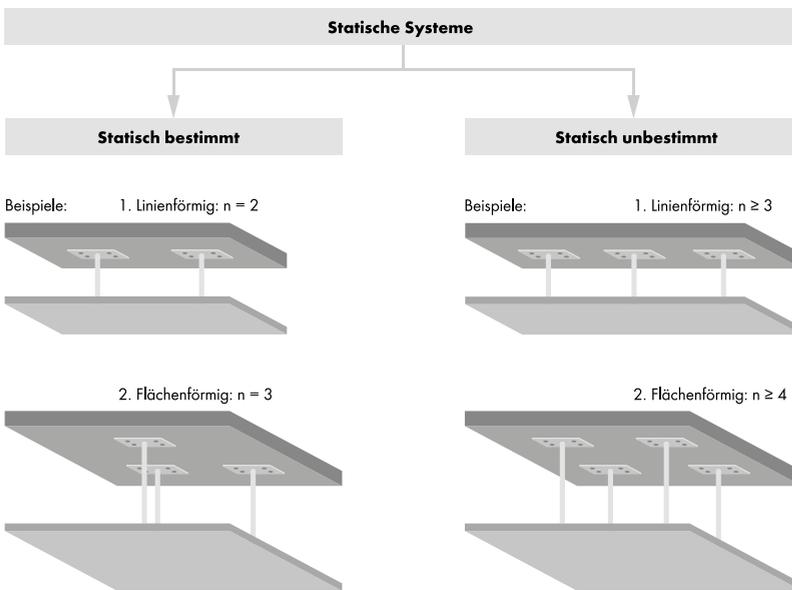
- tragend oder
- *nichttragend*

sein. Diese Systematik gilt sinngemäß vom Prinzip her auch für alle anderen Dübel-Systeme (Injektionssysteme und Kunststoffdübel) und wird in den folgenden Abschnitten erläutert.

An den Bezeichnungen „statisch bestimmt“ und „statisch unbestimmt“ wird bereits deutlich, dass es sich hierbei offenbar um Begrifflichkeiten aus dem Bereich der Tragwerksplanung bzw. der *Statik* handelt. Aus Gründen der Übersicht soll im Beitrag auf dieses vergleichsweise komplexe Thema nicht weiter im Detail eingegangen werden. Stattdessen werden die Begrifflichkeiten aus der Anschauung von Bild 42 nur so weit erläutert, wie diese für den Bereich der Dübeltechnik in der praktischen Anwendung (d. h. *ohne* die Bemessung bzw. *Statik*) wichtig sind.

Bild 42 zeigt schematisch Konstruktionen, die z. B. an einer Decke befestigt sind. Hierbei können für die

- *linienförmige* Lagerung die Abhängung einer Rohrleitung (Bild 43a) und für die



**Bild 42.** Unterscheidung der Bezeichnungen „statisch bestimmt“ und „statisch unbestimmt“ und daraus resultierend die Begriffe „Einzelbefestigung“ und „Mehrfachbefestigung“ (Grafik: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

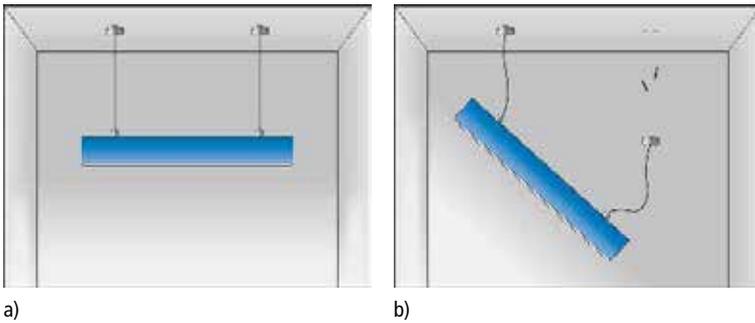


a)



b)

**Bild 43.** Beispiele für linienförmige und flächenförmige Lagerung; a) linienförmige Lagerung einer Kabeltrasse, b) flächenförmige Lagerung der Unterkonstruktion für eine abgehängte Decke (Fotos: Scheller)



**Bild 44.** Beispiel für die Befestigung einer Hängeleuchte an zwei Befestigungspunkten; a) Ausgangssituation, b) Versagen eines Befestigungspunkts (Grafiken: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

– flächenförmige Lagerung die Abhängung einer Decke (Bild 43b)

gut als Beispiele aus der Praxis dienen. Es handelt sich offensichtlich um bauaufsichtlich relevante Befestigungen (vgl. Abschnitt 2.4), für die nur „zugelassene“ Dübel-Systeme zum Einsatz kommen können. Hierbei können sogenannte

- Einzelbefestiger (von tragenden und nichttragenden Systemen) und unter bestimmten Voraussetzungen auch
- Mehrfachbefestigungen (nur von nichttragenden Systemen)

verwendet werden. Die Erläuterungen im Folgenden beziehen sich zur Vereinfachung auf die linienförmige Lagerung; sie können aber auf die flächenförmige Lagerung sinngemäß übertragen werden.

#### Hinweis

Ist ein „zugelassenes“ Dübel-System nur als „Mehrfachbefestigung von nichttragenden Systemen“ zugelassen, so findet sich diese Information in der Regel bereits auf dem Deckblatt der zugehörigen „Zulassung“ (vgl. ETA W-UR/SHARK UR, 2021 in Bild 10).

### 7.3.2 Statisch bestimmte Lagerung des Anbauteils – Einzelbefestigung

Ausgehend von Bild 42 zeigt Bild 44 ein Beispiel aus der Praxis, das jeder aus dem alltäglichen Leben kennt: die Befestigung einer Hängeleuchte an zwei Abhängungen an einer Decke im Innenraum eines Gebäudes. Die Punkte, an denen die Abhängungen an der Decke befestigt sind, nennt man in der Fachsprache „Befestigungspunkte“. Hierbei sollte es offensichtlich sein, dass die Hängeleuchte – zumindest einseitig – herunterfällt, wenn nur einer der beiden Befestigungspunkte versagt (Bild 44b).

Besonders „ein-leuchtend“ ist sicherlich das weitere Beispiel in Bild 45 mit der Befestigung eines Kronleuchters: Diese Abhängung weist nur *einen* Befestigungspunkt auf und ist damit offenbar eine „Einzelbefestigung“. Dabei ist es nach der „Dübel-Theorie“ unerheblich, ob dieser eine Befestigungspunkt aus einem Dübel oder mehreren Dübeln, also einer Dübelgruppe, besteht.



**Bild 45.** Beispiel für die Befestigung eines Kronleuchters an nur einem Befestigungspunkt (Foto: Scheller)

Sowohl die Befestigung der Hängeleuchte mit zwei Befestigungspunkten (Bild 44) als auch die Befestigung des Kronleuchters mit nur einem Befestigungspunkt (Bild 45) ist wenigstens sicherheitsrelevant, wenn nicht sogar – als Teil des Bauwerks – bauaufsichtlich relevant, da bei Herabfallen der Leuchten „Gefahr für Leib und Leben“ für darunter befindliche Personen besteht (vgl. Hinweis in Abschnitt 2.4.1.1). Daher dürfen diese Befestigungspunkte nicht versagen und müssen mit Dübeln ausgeführt werden, die nicht nur als „Mehrfachbefestigung“, sondern auch als „Einzelbefestiger“ bauaufsichtlich „zugelassen“ sind.

„Statisch bestimmt“ bedeutet also vereinfacht für die Dübeltechnik, dass etwas an nur einem einzelnen Dübel befestigt werden kann. Das bedeutet aber auch in Konsequenz, dass beim Versagen dieses einen Dübels die gesamte Konstruktion herabfallen oder das Bauwerk einstürzen könnte, wenn dieser Dübel falsch gewählt und/oder falsch bemessen werden würde.

Man muss demnach beachten, was man befestigen will und ob der Dübel für die geplante Anwendung geeignet ist. So kommen beispielsweise für die Befestigung eines Geländers, einer Markise, einer Fluchttreppe, eines Balkons, eines Vordachs usw. ausschließlich Dübel-

Systeme mit der „Zulassung“ als „Einzelbefestigung“ infrage, da

- es sich hierbei um tragende Systeme handelt (vgl. Abschnitt 7.3.3.2) und/oder
- diese Systeme vergleichsweise hohen Belastungen ausgesetzt sind.

Da Einzelbefestiger zuverlässig(er) funktionieren sollen und im Gegensatz zu „Mehrfachbefestigern“ (vgl. Folgeabschnitt 7.3.3) nicht versagen dürfen, sind die Anforderungen bereits im „Zulassungsverfahren“ bzw. bei den „Zulassungsversuchen“ für Einzelbefestiger deutlich höher.

### 7.3.3 Statisch unbestimmte Lagerung des Anbauteils – Mehrfachbefestigung

#### 7.3.3.1 Allgemeines

In Konsequenz zum vorhergehenden Abschnitt 7.3.2 bedeutet „statisch unbestimmt“ entsprechend vereinfacht für die Dübeltechnik, dass etwas nicht nur an einem Befestigungspunkt (Bild 45), nicht nur an zwei Befestigungspunkten (Bild 44), sondern an mindestens *drei* Befestigungspunkten (linienförmige Lagerung) bzw. *vier* Befestigungspunkten (flächenförmige Lagerung) (vgl. Bild 42)) befestigt werden muss.

Bild 46 zeigt hierfür ein Beispiel mit der Befestigung einer Hängeleuchte an drei Befestigungspunkten. Bei diesem Bild wird deutlich, dass bei Versagen *einer* Befestigungsstelle dieser „Mehrfachbefestigung“ die Hängeleuchte nicht herabfällt, da sich die zu veran-

kernde Last aus der versagenden Befestigungsstelle über das Gehäuse der Hängeleuchte auf die beiden benachbarten Befestigungspunkte umlagern kann.

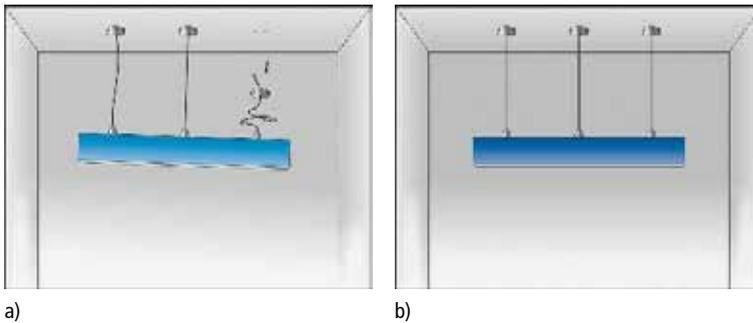
Auch bei den Mehrfachbefestigungen ist es nach der „Dübel-Theorie“ unerheblich, ob die Befestigungspunkte aus einem Dübel oder mehreren Dübeln, also einer Dübelgruppe, bestehen. Weitere Beispiele für Mehrfachbefestigungen – mit einem oder mehreren Befestigungsmittel(n) je Befestigungspunkt – enthält DIN CEN/TR 17079 [6]; vgl. hier Bild 47. Diese Beispiele können auch auf Verankerungen in Mauerwerk, z. B. in einer modernen Ziegeldecke, übertragen werden.

DIN CEN/TR 17079 [6] bezeichnet „Mehrfachbefestigungen von nichttragenden Systemen“ als „Befestigung von *redundanten* nicht tragenden Systemen“. In der (Dübel-Fach-)Literatur findet man beide Bezeichnungen, wobei die Bedeutung für das Wort „redundant“ im Duden mit „überreichlich [vorhanden]“ angegeben wird und damit die gleiche ist wie für das Wort „mehrfach“.

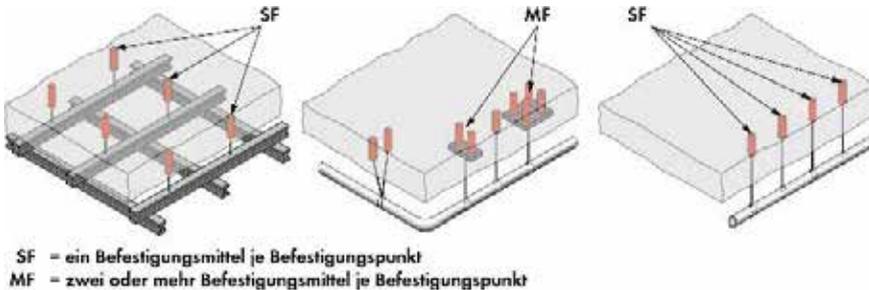
#### Hinweis

Eine „Mehrfachbefestigung eines nichttragenden Systems“ oder eine „Befestigung eines redundanten nichttragenden Systems“ ist ein statisch unbestimmtes System, das aus

- mindestens drei Befestigungspunkten (linienförmige Lagerung) bzw.



**Bild 46.** Beispiel für die Befestigung einer Hängeleuchte an drei Befestigungspunkten; a) Ausgangssituation, b) Versagen eines Befestigungspunktes (Grafiken: Adolf Würth GmbH & Co. KG)



SF = ein Befestigungsmittel je Befestigungspunkt  
 MF = zwei oder mehr Befestigungsmittel je Befestigungspunkt

**Bild 47.** Beispiele für statisch unbestimmte nichttragende Systeme mit einem oder mehreren Befestigungsmittel(n) je Befestigungspunkt nach DIN CEN/TR 17079 ([6], S. 5, Grafik hier: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

- mindestens vier Befestigungspunkten (flächenförmige Lagerung) und einem zu befestigenden Bauteil besteht (vgl. Bild 43).
- Die Steifigkeit des zu befestigenden Bauteils (z. B. einer Rohrleitung oder das Profil einer Unterkonstruktion für eine Fassade oder eine abgehängte Decke) muss ausreichend groß sein, damit sich bei Versagen eines Befestigungspunkts dessen Lasten auf die benachbarten Befestigungspunkte umlagern können.
- Die einwirkenden Lasten je Befestigungspunkt sind – für Metalldübel in Deutschland und einigen weiteren Ländern sowie für Kunststoffdübel in ganz Europa – begrenzt und dürfen nicht überschritten werden.

Die im „Hinweis“ enthaltenen Begriffe sind wichtig und werden in den folgenden Abschnitten noch näher erläutert.

### 7.3.3.2 Unterscheidung tragender und nichttragender Systeme

Die hier bereits mehrfach genannte Bemessungsnorm für Metalldübel in Beton, DIN EN 1992-4 [19], die in der Regel immer wieder auch der Maßstab bzw. die Basis für die Regelwerke für Injektionsanker und Kunststoffdübel ist, führt zum Thema „Mehrfachbefestigungen“ Folgendes aus (DIN EN 1992-4 [19], S. 80):

*„Die Definition von redundanten nichttragenden Systemen ist in den nationalen Regelungen gegeben.“*

Hier gibt es also für jedes europäische Mitgliedsland etwas „Interpretationsspielraum“, da Baurecht – wie bereits ausgeführt – Länderrecht ist. Das gilt nicht nur für die einzelnen Bundesländer in Deutschland (vgl. Abschnitt 2.4.1.1), sondern auch für die europäischen Mitgliedsstaaten (vgl. Abschnitt 2.4.1.2). Ent-

sprechend gab es hier für Deutschland auch schon vor der Einführung von DIN EN 1992-4 von *Latarnser* ([2], S. 1) folgende Definition für „nichttragende Systeme“:

*„Unter nichttragenden Systemen (in ETAG 001 Teil 1 als leichte Systeme bezeichnet) sind Bauteile zu verstehen, die zur Standsicherheit des Bauwerks nicht beitragen. Dies sind z. B. leichte abgehängte Decken und Unterdecken, Rohrleitungen sowie Fassadenbekleidungen.“*

Passende Beispiele aus der Praxis für Mehrfachbefestigungen von nichttragenden Systemen zeigt neben Bild 47 auch Bild 48. Alle dargestellten Beispiele haben gemeinsam, dass durch die Befestigungen zunächst einmal nur das Eigengewicht der jeweils zu befestigenden Konstruktion abgetragen wird. Weiterhin dürfen auch noch Windlasten direkt auf die Konstruktion selbst, z. B. die Fassadenplatte der vorgehängten Fassade (Bild 48b), aufgenommen werden.

*Tragende Systeme tragen* – im Umkehrschluss zur zitierten Definition – offenbar zur Standsicherheit des Bauwerks bzw. von Teilen eines Bauwerks bei (z. B. Stahlstützen oder Stahlträger, die ein Treppenpodest unterstützen) und *tragen* nicht nur ihr Eigengewicht und ggf. direkte Windlasten, sondern auch Verkehrslasten (z. B. Personenlasten, die auf das zuvor genannte Treppenpodest wirken, oder Schneelasten, wenn das Treppenpodest nicht überdacht im Freien steht). Weitere Beispiele für Verkehrslasten, die nur von Einzelbefestigern (vgl. Abschnitt 7.3.2) aufgenommen werden können, sind sogenannte „Aussteifungslasten“, die das gesamte Bauwerk bzw. Teile eines Bauwerks gegen die einwirkenden Windlasten stabilisieren, oder „Holmlasten“, die auftreten, wenn sich Personen an einem Geländer anlehnen, festhalten oder abstützen.



a)



b)

**Bild 48.** Beispiele aus der Praxis für Mehrfachbefestigungen von nichttragenden Systemen; a) Befestigung der Unterkonstruktion für eine abgehängte Decke (Foto: Scheller), b) Befestigungspunkte für die Aufnahme durchgehender vertikaler Profile als Unterkonstruktion für eine vorgehängte Fassade (Foto: Küenzlen)

### 7.3.3.3 Steifigkeit des zu befestigenden Anbauteils

Bei den Erläuterungen zu Bild 46 wurde bereits darauf hingewiesen, dass die Hängeleuchte nur dann nicht herabfällt, wenn die Last eines möglicherweise versagenden Dübels oder Befestigungspunktes über das Gehäuse der Hängeleuchte auf die beiden benachbarten Befestigungspunkte umgelagert werden kann.

Bild 49 zeigt vereinfachend im Gegensatz dazu eine Hängeleuchte in Form eines Seilsystems. Auch hier sind drei Befestigungspunkte vorhanden, allerdings lässt das „Seil“ der Hängeleuchte bei Versagen eines Befestigungspunktes keine Lastumlagerung zu, weil es – im Gegensatz zum Gehäuse der Hängeleuchte in Bild 46 – nicht „ausreichend steif“ ist.

DIN CEN/TR 17079 [6] führt dazu Folgendes aus:

*„Die Steifigkeit des befestigten Bauteils muss ausreichend groß sein, um sicherzustellen, dass bei übermäßigem Schlupf oder Versagen eines Befestigungsmittels die auf dieses Befestigungsmittel bzw. diesen Befestigungspunkt einwirkende Last auf benachbarte Befestigungspunkte übertragen werden kann, ohne die Anforderungen an das befestigte Bauteil im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit und der Tragfähigkeit signifikant zu beeinträchtigen. Die Anforderungen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit hängen von der Anwendung ab.“*

Es kommt bei einer Mehrfachbefestigung von nicht-tragenden Systemen also nicht nur darauf an, wie groß die einwirkenden Lasten und was die Dübel bzw. „Mehrfachbefestiger“ tragen, sondern auch auf die Konstruktion selbst. Bild 50 (Vergrößerung/Bearbeitung von Bild 43a) verdeutlicht diese Aussage am Bei-

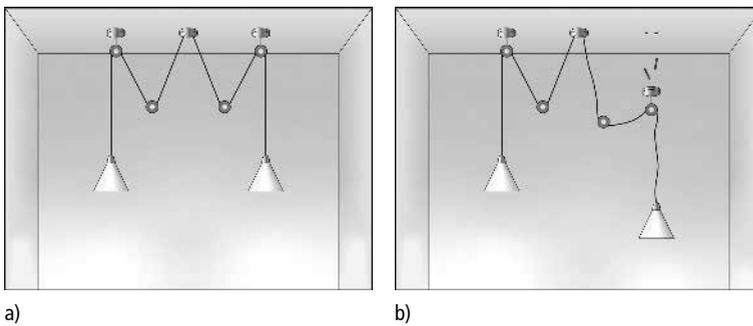
spiel der Befestigung einer Kabeltrasse. Soll diese Kabeltrasse als Mehrfachbefestigung eines nichttragenden Systems mit entsprechenden Dübeln ausgeführt werden, muss das die Befestigungspunkte verbindende System – also die Kabeltrasse – ausreichend steif sein, um die Last auch dann übertragen zu können, wenn einer der mindestens drei erforderlichen Befestigungspunkte ausfällt.

Gegebenenfalls sind neben dem Regelwerk für die Dübeltechnik bzw. unabhängig davon weitere Regelungen zu beachten, auf die hier aus Übersichtsgründen nur hingewiesen wird (*ohne Anspruch auf Vollständigkeit*):

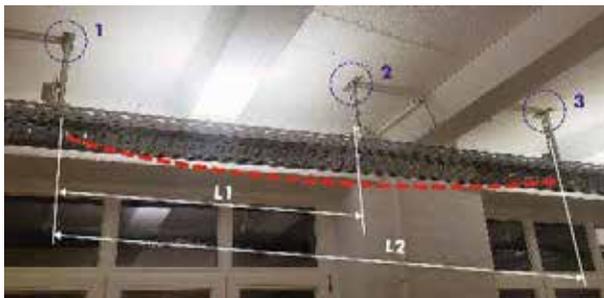
- Handelt es sich anstelle der Kabeltrasse um den Sonderfall einer Sprinklerleitung, sind zusätzlich die weiteren Vorgaben der Richtlinie VdS CEA 4001 [41] „Sprinkleranlagen, Planung und Einbau“ zu beachten.
- Für die Installation von Gasleitungen ist die Technische Regel DVGW-TRGI [32] und der zugehörige Kommentar (DVGW-TRGI Kommentar [33]) zu berücksichtigen.
- ...

### 7.3.3.4 Beanspruchungen für Mehrfachbefestigungen

Nach DIN CEN/TR 17079 ([6], S. 6) sind die Beanspruchungen für Mehrfachbefestiger im Gegensatz zu den Dübeln nach Abschnitt 7.3.2 „lediglich quasi-statisch“. Mit „quasi-statisch“ sind nach DIN EN 1990 ([13], S. 16) dynamische Einwirkungen gemeint, „die durch eine äquivalente statische Ersatzeinwirkung bei der Berechnung beschrieben“ werden können. Diese Be-



**Bild 49.** Vereinfachtes Beispiel für die Befestigung einer „nicht ausreichend steifen“ Hängeleuchte an drei Befestigungspunkten; a) Ausgangssituation, b) Versagen eines Befestigungspunktes (Grafik: Adolf Würth GmbH & Co. KG)



**Bild 50.** Befestigung einer Kabeltrasse an den Befestigungspunkten 1, 2 und 3: Wie groß ist die maximale Stützweite der Kabeltrasse? L1 oder L2? (Foto/Collage: Scheller)

schränkung wird nach Abschnitt 7.3.3.2 offensichtlich eingehalten:

- Das Eigengewicht der zu befestigenden Konstruktion ist „nur“ eine „statische“ Einwirkung, „*die keine bemerkenswerte Beschleunigung des Tragwerks oder der Bauteile erzeugt*“ (DIN EN 1990, [13], S. 16) und durch den Begriff „quasi-statisch“ mit eingeschlossen wird (vgl. auch Tabelle 4 in Abschnitt 8.3).
- Direkte Windlasten auf ein (An-)Bauteil sind dagegen in der Regel tatsächlich „quasi-statische“ Einwirkungen (vgl. [35], S. 165).

Außerdem gilt Folgendes:

- Beanspruchungen aus Stoßlasten, ermüdungsrelevanten oder seismischen Einwirkungen werden durch DIN CEN/TR 17079 ([6], S. 6) nicht erfasst.
- Drucklasten werden in der Regel direkt über das Anbauteil übertragen. Sollen diese Lasten nicht über das Anbauteil in den Verankerungsgrund eingeleitet werden, müssen die Dübel-Systeme dafür explizit geeignet sein.

Die zuvor genannten Aussagen zu den einwirkenden Lasten können sinngemäß auf „zugelassene“ Kunststoffdübel, die (überwiegend nur) als Mehrfachbefestiger von nichttragenden Systemen eingesetzt werden (dürfen), übertragen werden. Siehe hierfür die Ausführungen – insbesondere auch die Grenzwerte des Bemessungswertes der Einwirkung ( $n_3$ ) in Abhängigkeit der Anzahl der Befestigungspunkte ( $n_1$ ) – in DIBt TR 064 [56].

### 7.3.4 Zusammenfassung mit einem Beispiel

Wann kann nun ein zu befestigendes Bauteil als Mehrfachbefestigung ausgeführt werden und wann ist die Ausführung mit Einzelbefestigern (zwingend) erforderlich? Es folgen zusammenfassend noch einmal stichpunktartig die Anforderungen an eine Mehrfachbefestigung aus dem „Hinweis“ in Abschnitt 7.3.3.1 sowie den zugehörigen Ausführungen:

- Das zu befestigende Bauteil muss nichttragend sein (Belastung *nur* durch Eigengewicht und ggf. direkte Windlasten!).
- Mindestens drei Befestigungspunkte (linienförmige Lagerung) bzw. mindestens vier Befestigungspunkte (flächenförmige Lagerung) mit jeweils mindestens einem Dübel.
- Die Steifigkeit des zu befestigenden Bauteils muss ausreichend groß sein (d. h., es muss eine Lastumlagerung zu benachbarten Befestigungspunkten möglich sein).
- Die einwirkenden Lasten je Befestigungspunkt sind begrenzt.

Wenn nur eine dieser vier Anforderungen *nicht* erfüllt werden kann, dann muss das zu befestigende (An-)Bauteil mit Einzelbefestigern montiert werden.

Warum kann dann beispielsweise nicht eine Markise, auf die auch nur Eigengewicht und direkte Windlasten einwirken, mit Mehrfachbefestigern montiert werden? Die Antwort ist relativ einfach:

- Die Anforderung an ein nichttragendes System wäre für die Markise erfüllt, da wie ausgeführt nur Eigengewicht und Windlasten direkt auf die Markise wirken.
- Wenn für die linienförmige Markise mindestens drei Befestigungspunkte vorhanden sind, wäre die Forderung nach der Mindestanzahl von Befestigungspunkten erfüllt.
- Der Kasten der Markise ist in der Regel mit mehreren Haltern/Konsolen (Befestigungspunkten) an der Wand oder Decke befestigt, jedoch ist der Kasten mit Sicherheit nicht so „ausreichend“ steif, dass beim Ausfall eines Halters/einer Konsole die Markise noch vollständig funktioniert. Damit ist bei einer Markise *keine* Lastumlagerung auf die verschiedenen Halter/Konsolen unter voller Gebrauchstauglichkeit möglich, das System also nicht redundant.
- Sollte die Anforderung an die Steifigkeit des zu befestigenden Bauteils wider Erwarten erfüllt werden können, müssten im letzten Schritt die einwirkenden Lasten je Befestigungspunkt überprüft werden. Die auf eine vollständig ausgefahrene Markise einwirkenden Windlasten sind dabei wahrscheinlich so groß, dass die Forderung der Lastbegrenzung nicht erfüllt werden kann.

Es müssen also zwingend Dübel nach Abschnitt 7.3.2 eingesetzt werden, da sehr wahrscheinlich mindestens eine – wenn nicht sogar zwei – der Anforderungen für eine Mehrfachbefestigung der Markise nicht erfüllt werden.

### 7.4 Durchgangslöcher im Anbauteil

Bild 51 zeigt das Beispiel einer Fehlanwendung, bei der das Lochspiel zwischen Dübel und Durchgangsloch im Anbauteil offensichtlich zu groß ist. Derart, wie die zusätzlich angeordnete große Unterlegscheibe bereits in das Durchgangsloch hineingezogen wird, ist fraglich, ob hier noch eine planmäßige Kraftübertragung aus dem Anbauteil in den Dübel dauerhaft gewährleistet werden kann. Insbesondere bei Querbelastung des Dübels müsste ggf. auch noch mit großen Verschiebungen gerechnet werden, bis der Dübel am Anbauteil anliegt und die Kräfte übertragen werden können.



**Bild 51.** Fehlanwendung: Beispiel für zu großes Lochspiel zwischen Dübel und Durchgangsloch im Anbauteil (Foto: Scheller)

**Tabelle 3.** Maximal zulässiger Durchmesser des Durchgangslochs im Anbauteil  $d_f$  für Metall-Injektionsanker zur Verankerung im Mauerwerk nach DIBt TR 054 ([53], S. 12) \*)

	Dübel- bzw. Gewindedurchmesser im Bereich des Anbauteils in mm <sup>1)</sup>					
	6	8	10	12	14	16
Maximal zulässiger Durchmesser $d_f$ des Durchgangslochs im Anbauteil in mm	7	9	12	14	16	18

1) Entspricht z. B. dem Nenndurchmesser des (Außen-)Gewindes der Ankerstange bei Injektionssystemen (Bild 65)

\*) Der Durchmesser im Durchgangsloch für „zugelassene“ Kunststoffdübel wird in der Regel bei der Bewertung des Dübels im „Zulassungsverfahren“ durch den Dübel-Hersteller festgelegt (z. B. für Durchsteckmontage: Außendurchmesser der Kunststoff-Dübelhülse + 0,5 mm; vgl. EOTA EAD 330284-00-0604 [45], S. 47) und dann entsprechend in der ETA des Kunststoffdübels ausgewiesen. Dieser Durchmesser  $d_f$  darf nicht überschritten werden.

Grundsätzlich muss der Durchmesser des Durchgangslochs im Anbauteil natürlich etwas größer sein als der Durchmesser des Dübels, damit eine zwängungsfreie Montage möglich ist. Je nach Montageart (vgl. Abschnitt 7.5) und verwendetem Dübel-System wird beispielsweise der ganze Dübel durch das Anbauteil hindurch gesteckt (z. B. Kunststoffdübel; vgl. SHARK UR Bild 60) oder auch nur eine Schraube, die in das Innengewinde eines bündig mit dem Verankerungsgrund gesetzten Dübels eingeschraubt wird (z. B. Porenbetonanker mit Innengewinde; Bild 69).

Damit eine entsprechende Dübel-Bemessung nach dem vorliegenden Regelwerk durchgeführt werden kann, ist es also unerlässlich, dass das Lochspiel zwischen dem zuvor beispielhaft genannten Kunststoffdübel oder der beispielhaft genannten Schraube und dem Durchgangsloch im Anbauteil nicht zu groß gewählt wird. Die maximal zulässigen Durchmesser des Durchgangslochs im Anbauteil  $d_f$  zeigt in Abhängigkeit der Dübelgröße Tabelle 3.

## 7.5 Montagearten

### Allgemeines

Vom Durchmesser der Durchgangslöcher (vgl. Tabelle 3) hängt auch die Art der Montage ab, d. h., ob der Dübel in

- Vorsteckmontage (Bild 52a) oder in
- Durchsteckmontage (Bild 52b) montiert werden soll/kann. Eine weitere Möglichkeit der Montage ist eine
- Abstandsmontage (Bild 52c), wobei bevorzugt der Dübel gegen Untergrund verspannt und das Anbauteil mittels zweier weiterer Muttern befestigt werden sollte (vgl. Bild 52c).

Für viele „zugelassene“ Dübel-Systeme ist entweder eine Vorsteck- oder eine Durchsteckmontage möglich. Eine Abstandsmontage ist nur mit Injektionsankern möglich. Entsprechend kann auch die Montageart die Dübelauswahl beeinflussen.

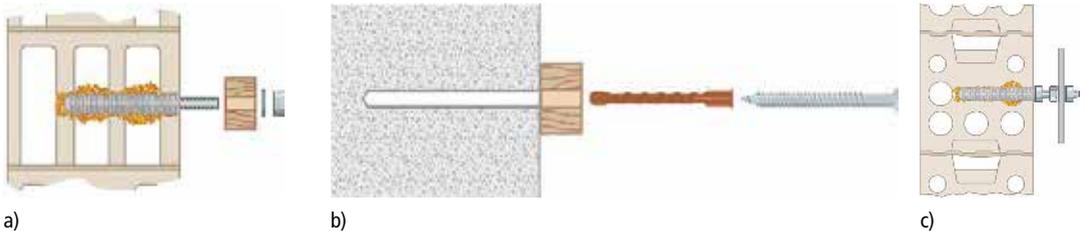
### 7.6 Anbauteile bzw. Ankerplatten in der Praxis

Liegen die Anbauteile bzw. Ankerplatten sowie deren Durchgangslöcher mit ihrem Achsabstand und Durchmesser bereits fest – wie bei der Klimmzugstange aus Abschnitt 1.2 – bleibt nur die Möglichkeit des „Nachrechnens“, d. h. durch eine Bemessung herauszufinden, ob es

- für den vorgegebenen Baustellen-Verankerungsgrund und
- für den vorgegebenen Achsabstand sowie
- für den vorgegebenen Durchmesser der Durchgangslöcher – beispielsweise in den Flacheisen zur Wand-Befestigung der Klimmzugstange – einen passenden Dübel gibt, der die vorgegebenen Anforderungen, z. B. an die Klimmzugstange

„Die Belastung ist max. 95 kg, statisch, dynamisch bei verschiedenen Aufschwüngen.“

- überhaupt erfüllen kann. Wie im Falle der Klimmzugstange einfach die beige-packten Dübel zu verwenden, ist in der Regel keine Option, da der Lieferant der Klimmzugstange nichts darüber wissen kann,
- welcher Verankerungsgrund tatsächlich auf der Baustelle vorhanden ist,



**Bild 52.** Montagearten; a) Vorsteckmontage: Dübel wird vorgesteckt; das Anbauteil nachträglich befestigt, b) Durchsteckmontage: Dübel wird durch das Anbauteil gesteckt/montiert, c) Abstandsmontage: Anbauteil wird im Abstand zum Verankerungsgrund montiert (Grafiken: Adolf Würth GmbH & Co. KG)



**Bild 53.** Fotomontage: Sind ggf. Zusatz-Ankerplatten für Klimmzugstange erforderlich? (Foto: privat; Collage: Scheller)

- ob der der Klimmzugstange beige packte Dübel für den tatsächlich vorhandenen Baustellen-Verankerungsgrund überhaupt geeignet ist und
- wieviel ein Dübel überhaupt tragen kann (vorausgesetzt er ist für Baustellen-Verankerungsgrund überhaupt geeignet!).

Bei diesem Beispiel und vergleichbaren zu befestigenden Konstruktionen kann es durchaus denkbar sein, dass die vorhandenen Achsabstände und die vorhandenen Durchgangslöcher im vorhandenen Anbauteil für den Verankerungsgrund vor Ort nicht ausreichen, d. h. größere Durchgangslöcher für größere Dübel und/oder mehr Dübel mit anderen Achsabständen notwendig sind, um die Klimmzugstange sicher und dauerhaft an der Wand des Gebäudes befestigen zu können.

Eine Möglichkeit wäre dann beispielsweise, eine neue Ankerplatte, d. h. ein neues Anbauteil aus Stahl entsprechend den notwendigen Dübeldurchmessern und der notwendigen Dübel-Anzahl mit entsprechendem Achsabstand, anzufertigen und die Klimmzugstange dann mit metrischen Schrauben am „neuen“ Anbauteil zu befestigen (vgl. Fotocollage in Bild 53).

## 8 Einwirkungen – Welche Belastungen treten bei der Befestigung auf?

### 8.1 Allgemeines

Die ureigenste Aufgabe eines Dübels ist es, die Verbindung zwischen zwei Teilen herzustellen. In der Regel werden damit auch immer Belastungen vom einen Bauteil zum anderen übertragen. Im vorherigen Abschnitt wurde verdeutlicht, dass im Vorfeld der Frage, was man überhaupt an einem oder mehreren Dübeln befestigen kann, sehr viele Punkte zu klären sind. Sind alle äußeren Rahmenbedingungen bekannt, geht es letztendlich um die Frage, ob die Belastungen, die bei der Befestigung auftreten, im vorhandenen Baustellen-Verankerungsgrund und unter Berücksichtigung der äußeren Randbedingungen durch das gewählte Dübel-System übertragen werden können. Man spricht dann von der Einwirkung auf den Dübel. Bild 54 zeigt dazu ein nicht ganz ernst zu nehmendes Beispiel aus der „Dübel-Praxis“, das in der Corona-Zeit 2020/2021 entstanden ist:

In einer Arztpraxis war zunächst ein von Hand zu bedienender Desinfektionsmittelspender mit Dübeln an einer Gipskartonwand montiert worden. Das „Eigengewicht“ des Spenders konnten die Dübel aufnehmen,



a)



b)

**Bild 54.** „Lösung“ eines Befestigungsproblems in der Praxis zur Vermeidung der „Verkehrslasten“? (Fotos: Scheller)

allerdings nicht die zugehörige „Verkehrslast“ durch die intensive Benutzung des Spenders. Diese Belastung wirkte vielfach nicht nur von Hand, sondern mit großem Hebelarm mit dem Ellenbogen der Praxis-Besucher auf den Spenderhebel ein. In Folge versagten die Dübel, der Spender fiel auf den Boden und war nicht mehr funktionsfähig.

Als Lösung des Befestigungsproblems wurde an gleicher Stelle ein automatischer Desinfektionsmittelspender montiert, der aufgrund von Sensortechnik eine kontaktlose Händedesinfektion gewährleistet. Bei der „Planung“ zur Vermeidung der oben beschriebenen „Verkehrslast“ wurde allerdings die menschliche Gewohnheit außer Acht gelassen. Da auch ein Hinweis, das Gerät nicht zu berühren, fehlschlug, behalf sich die Sprechstundenhilfe mit einer (eher) unkonventionellen Lösung, um die Patienten daran zu erinnern *nicht* mehr den „Hebel“ zu verwenden ...

**8.2 Belastungsrichtungen (Belastungsweise)**

Ein Dübel, eine Dübelgruppe oder ein Anbauteil bzw. eine Ankerplatte können also durch unzählige Belastungen/Einwirkungen beansprucht werden. In der Regel treten diese als

- axiale Zug- oder Drucklasten (Bild 55a),
- Querlasten (Bild 55b),
- Schrägzug (Kombination aus Zug- und Querlasten; Bild 55c)
- und - bei einer Querkraft mit einem Hebelarm - als Biegemoment auf (Bild 55d).

Wie bereits in Abschnitt 7.3.3.4 erwähnt, werden Drucklasten häufig - wie hier in Bild 55a dargestellt - nicht über den Dübel, sondern *direkt* über das Anbauteil bzw. die Ankerplatte in den Verankerungsgrund

**Tabelle 4.** Definition der Beanspruchungen nach DIN EN 1990 [13]

Beanspruchung	Definition
statisch	„Einwirkung, die keine bemerkenswerte Beschleunigung des Tragwerks oder der Bauteile erzeugt“
quasi-statisch	„dynamische Einwirkung, die durch eine äquivalente statische Ersatzeinwirkung bei der Berechnung beschrieben wird“

eingeleitet. Sollen Druckkräfte über den Dübel in den Verankerungsgrund eingeleitet werden, so muss dieser Dübel dafür geeignet sein.

**8.3 Beanspruchungen (Belastungsarten)**

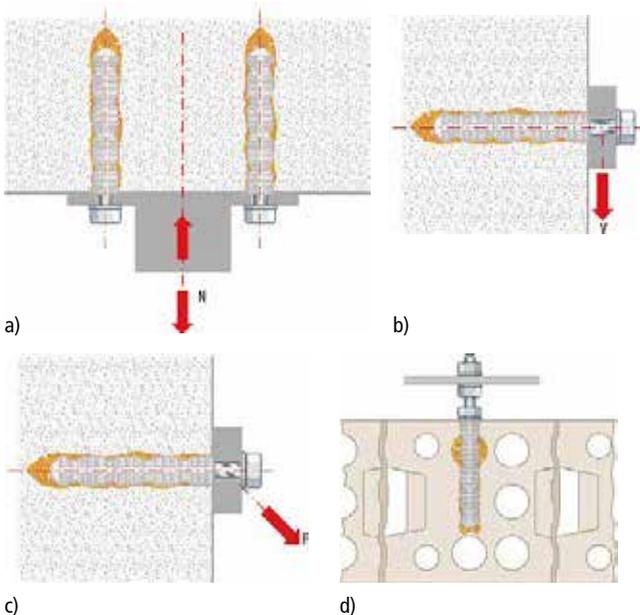
Beanspruchungen lassen sich wie folgt unterteilen:

- statische Belastungen,
- quasi-statische Belastungen,
- Belastungen durch Brand.

Hierzu gibt DIN EN 1990 ([13], S. 16) die Definitionen nach Tabelle 4.

In Abschnitt 7.3.3.4 wurden bereits die häufig auftretenden *statischen* Belastungen (z. B. Eigengewicht, Schneelast) und *quasi-statischen* Belastungen (z. B. Windlasten) unterschieden. Bezüglich der Windlasten wird noch einmal explizit auf DIBt MVV TB, [35], S. 165 hingewiesen:

*„Veränderliche Querlasten mit wechselnden Vorzeichen, die sich aus Windlasten [...] ergeben, werden im Regelfall nicht als Ermüdungsbeanspruchungen, sondern als quasi-statische Lasten betrachtet.“*



**Bild 55.** Belastungsrichtungen;

- a) Zug-/Drucklast, b) Querlast,
- c) Schrägzug, d) Biegung

(Grafiken: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

Bei allen Beanspruchungen oder Belastungsarten muss der Dübel allen Einwirkungen und Einflüssen dauerhaft mit angemessener Zuverlässigkeit widerstehen. Man spricht hier auch vom „Grenzzustand der Tragfähigkeit“. Außerdem dürfen keine unzulässigen Verformungen auftreten, was mit dem „Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit“ bezeichnet wird.

Vor allem müssen die Dübel für die geplante Verwendung geeignet sein, d. h., die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit erfüllen. Den Teilsicherheitsbeiwerten liegt eine „Bemessungsnutzungsdauer der Befestigung“ von 50 Jahren zugrunde. Entsprechend enthalten viele bestehende „Zulassungen“ (ETAs) im Abschnitt 2 folgende Aussage (vgl. z. B. [60]):

*„Die Prüf- und Bewertungsmethoden, die dieser Europäischen Technischen Bewertung zu Grunde liegen, führen zur Annahme einer Nutzungsdauer des Dübels von mindestens 50 Jahren. Die Angabe der Nutzungsdauer kann nicht als Garantie des Herstellers verstanden werden, sondern ist lediglich ein Hilfsmittel zur Auswahl des richtigen Produkts in Bezug auf die angenommene wirtschaftlich angemessene Nutzungsdauer des Bauwerks.“*

#### 8.4 Bemessung ist Aufgabe des Planers!

Selbst mit relativ wenig „Dübel-Erfahrungen“ kann man bei einer Befestigungsaufgabe oft bereits auf den ersten Blick sagen: „Das wird nicht halten!“ Man kann sich beispielsweise gut vorstellen, dass man an einer Wand aus Lochstein-Mauerwerk niemals einen frei auskragenden Balkon befestigen kann. In Beton kann es bei entsprechender Planung durchaus funktionieren – auch ohne zusätzliche Abstützung auf einem Fundament.

Um herauszufinden, ob man die geplante Konstruktion tatsächlich mit dem Verankerungsgrund verbinden kann, ist aber immer eine sogenannte „Bemessung“ nötig. Das bedeutet, dass die Einwirkungen auf einen Dübel- oder eine Dübelgruppe im Rahmen einer „Berechnung“, dem sogenannten „statischen Nachweis“, mit dem Widerstand des Dübels oder der Dübelgruppe im Verankerungsgrund verglichen werden. Dabei muss für eine erfolgreiche Bemessung, also den Nachweis, dass die Befestigung mit dem Dübel oder der Dübelgruppe hält, der Dübelwiderstand, d. h. die Tragfähigkeit des Dübels, mindestens genauso groß sein wie die Einwirkung auf den Dübel. Die Tragfähigkeit des Dübels darf also niemals kleiner als die Einwirkungen sein, da es sonst zum Versagen der Befestigung kommen kann.

Bei der Bestimmung der Einwirkungen, aber auch bei der Ermittlung der Widerstände der Dübel im „Zulassungsverfahren“, werden zusätzlich immer noch „Unwägbarkeiten“ durch sogenannte „Teilsicherheitsbeiwerte“ berücksichtigt. Da man z. B. nicht 100%ig vorher bestimmen kann, welche Einwirkungen tatsächlich auftreten, werden zur Sicherheit

– auf der „Einwirkungsseite“ die Einwirkung (E) bei der Bemessung rechnerisch vergrößert (durch Mul-

tiplikation mit dem Teilsicherheitsbeiwert der Einwirkungen  $\gamma_F$ ) und

– auf der „Widerstandsseite“ der Dübel-Widerstand ( $R_K$ ) rechnerisch verkleinert (durch Division durch den Material-Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M$ ).

Diese Berücksichtigung von *Sicherheiten in Teilen* – einerseits bei der Einwirkung auf den Dübel und andererseits beim Widerstand des Dübels – nennt man daher auch das „Teilsicherheitskonzept“.

Mathematisch ergibt sich das allgemeine Nachweisformat nach EOTA TR 054 ([53], S. 10) bzw. DIBt TR 064 ([56], S. 6) mit der folgenden Gl. (1):

$$\frac{E \cdot \gamma_F}{\left(\frac{R_K}{\gamma_M}\right)} = \frac{E_d}{R_d} \leq 1,0 \quad (1)$$

mit

E (charakteristische) Einwirkung auf den Dübel

$E_d$  Bemessungswert der Einwirkung auf den Dübel

$R_K$  (charakteristischer) Widerstand

$R_d$  Bemessungswert des Widerstands

$\gamma_F$  Teilsicherheitsbeiwert der Einwirkung

$\gamma_M$  Material-Teilsicherheitsbeiwert

#### 8.5 Beanspruchungen an einem Beispiel

##### 8.5.1 Allgemeines

Am anschaulichen Praxisbeispiel der Klimmzugstange aus Abschnitt 1.2 soll das Teilsicherheitskonzept auf der Einwirkungsseite in diesem Abschnitt etwas detaillierter erläutert werden. Zu den auftretenden Belastungen bei der Befestigung der Klimmzugstange war lediglich folgende Angabe gemacht worden (vgl. Abschnitt 1.2):

*„Die Belastung ist max. 95 kg, statisch, dynamisch bei verschiedenen Aufschwüngen.“*

Die nachfolgenden Abschnitte zeigen, was aus dieser Information aus statischer Sicht abgeleitet werden kann und wie komplex schon diese – vermeintlich sehr einfache – Befestigungsaufgabe sein kann.

Zunächst ist es aber erforderlich, dass die Angabe des „Gewichts“ von 95 kg in eine „Gewichtskraft“ umgerechnet wird, da statische Berechnungen üblicherweise mit Kräften und nicht mit Gewichten durchgeführt werden.

Das Gewicht bzw. die Masse mit der Einheit Kilogramm (kg) ist immer ortsunabhängig. Dagegen ist die Gewichtskraft mit der Einheit Newton (N) ortsgebunden. 1 kg wiegt auf der Oberfläche unserer Erde etwa 9,81 N. In der Praxis wird häufig vereinfacht und dabei

$$1 \text{ kg} \approx 10 \text{ N}$$

bzw.

$$100 \text{ kg} \approx 1000 \text{ N} = 1 \text{ kN}$$

gesetzt. Im Beispiel mit der Klimmzugstange kann folglich mit 95 kg  $\approx$  0,95 kN gerechnet werden.

### 8.5.2 Statisches System

Im Baugeschehen fällt häufig der Ausspruch: „Die Zeichnung ist die Sprache des Ingenieurs!“ Im Bereich der Tragwerksplanung ist es daher üblich, dass vor jeder statischen Berechnung das sogenannte „statische System“ der Konstruktion grafisch dargestellt wird. In diese Zeichnungen werden dann sowohl die auf die Konstruktion einwirkenden Kräfte als auch die entgegengesetzt wirkenden sogenannten „Reaktionskräfte“ eingezeichnet.

Bild 56 zeigt zunächst die Situation, wenn eine Person mit dem angegebenen Gewicht an der Klimmzugstange hängt. Zur Vereinfachung wird davon ausgegangen, dass die Stange symmetrisch belastet wird (rote Pfeile).

In der Praxis sind solche Vereinfachungen allerdings nicht immer möglich. Übertragen auf die Klimmzugstange könnte das z. B. bedeuten, dass auch ingenieurmäßig untersucht werden müsste, wenn zwei ggf. noch dazu unterschiedlich schwere Personen an der Stange Klimmzüge machen oder wenn eine Person sich nicht genau mittig an die Stange hängt.

Daher sollte man – auf der sicheren Seite liegend – den Faktor 2 berücksichtigen oder die gesamte Verkehrslast auf einer Seite berücksichtigen.

Hier soll es aber nur um das Prinzip der Ermittlung der Einwirkungen gehen. Daher wird auf die Betrachtung unterschiedlicher sogenannter „Lastfälle“ nicht weiter eingegangen, sondern nur der „einfache“ symmetrische Fall beschrieben (Bild 57).

Die Darstellung des statischen Systems kann bei der symmetrischen Betrachtung noch weiter „vereinfacht“ werden (Bild 57), da so nur die linke oder rechte Konsole der Klimmzugstange betrachtet werden muss und die zweite Konsole baugleich ausgeführt werden kann.

Außerdem muss über eine Konsole nur die Hälfte der „95 kg, statisch, dynamisch“ abgetragen werden, wobei die Folgeabschnitte allerdings zeigen, dass die zu untersuchenden Beanspruchungen für die Dübel tatsäch-

lich noch deutlich größer sein müssen als nur  $95 \text{ kg}/2 = 47,5 \text{ kg}$ !

Aus Bild 57 wird deutlich, dass das auf der Wand aufliegende Stahlprofil im unteren Bereich über die diagonale Strebe durch die Belastung des Sportlers auf Druck beansprucht wird. Diese Druckkraft (D) wird nicht erst über den Dübel 2, sondern direkt über das Stahlprofil in die Wand bzw. in den Verankerungsgrund eingeleitet. Dieses Stahlprofil ist in Bezug auf die beiden Dübel 1 und 2

- das eigentliche Anbauteil bzw. die Ankerplatte nach Abschnitt 7.2 mit
- der Anordnung der Dübel nach Abschnitt 6.3 und 6.4.

Der Dübel 2 dient auch als Sicherheit gegen (unbeabsichtigte) Kräfte von unten. Dieser Lastfall soll allerdings auch nicht weiter untersucht werden.

### 8.5.3 Eigengewicht – Eigenlast

Bei der Angabe der „max. 95 kg, statisch, dynamisch bei verschiedenen Aufschwungübungen“ hätte für eine richtige statische Bemessung noch hinterfragt werden müssen, ob in dieser Angabe bereits das Eigengewicht der beiden Konsolen und der eigentlichen Klimmzugstange mit enthalten ist oder nicht. Kann diese Frage wie im vorliegenden Fall nicht beantwortet werden, so wird das Eigengewicht bzw. die ständige Einwirkung der Konstruktion auf der sicheren Seite wie folgt mit berücksichtigt:

- Auf die exakte Bestimmung wird hier aus Überichtsgründen verzichtet und stattdessen ein Gesamtgewicht von 13 kg angenommen, das nach Abschnitt 8.4 als charakteristische Gewichtskraft von  $F_{G,k} = 0,13/2 = 0,065 \text{ kN}$  auf die beiden Konsolen verteilt wird.
- Auf der sicheren Seite wird angenommen, dass dieses Eigengewicht auf der gleichen Stelle auf die Konsole einwirkt (grauer Pfeil in Bild 57), wie die Verkehrslast, die aus dem trainierenden Sportler resultiert (roter Pfeil in Bild 57).
- Wie in Abschnitt 8.4 beschrieben, muss diese charakteristische Einwirkung mit Gl. (2) in einen Bemessungswert umgerechnet werden.

$$F_{G,d} = F_{G,k} \cdot \gamma_{F,G} = 0,065 \cdot 1,35 = 0,09 \text{ kN} \quad (2)$$

mit

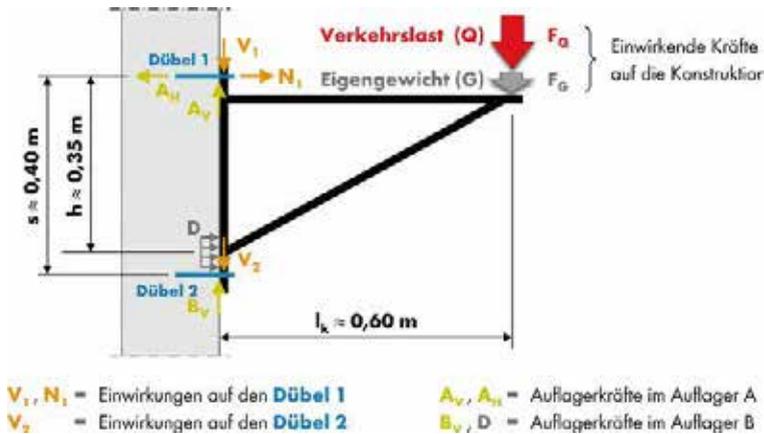
$F_{G,d}$  Bemessungswert der Einwirkung auf die Konstruktion aus Eigengewicht

$F_{G,k}$  charakteristische Einwirkung auf die Konstruktion aus Eigengewicht  
= 0,065 kN

$\gamma_{F,G}$  Teilsicherheitsbeiwert der Einwirkung für Eigengewicht  
= 1,35



**Bild 56.** Klimmzugstange unter symmetrischer Belastung  
(Foto: privat; Collage: Scheller)



**Bild 57.** Statisches System einer Klimmzugstangen-Konsole mit Ergänzung der Einwirkungen auf die Dübel 1 und 2 (Zeichnung: Scheller)

### 8.5.4 Verkehrslasten

Für die Konstruktion der Klimmzugstange ist das Gewicht bzw. die Gewichtskraft der Sport treibenden Person nicht das Eigengewicht, sondern eine Verkehrslast bzw. eine veränderliche Einwirkung, da die Person ja nicht ständig an der Klimmzugstange hängen wird. Hängt der Sportler nur *ruhig* an der Stange, so ist diese Beanspruchung statisch (vgl. Tabelle 4).

Die erforderliche Bestimmung des Bemessungswerts in Gl. (3) erfolgt sinngemäß wie im vorhergehenden Abschnitt 8.5.3 mit dem Unterschied, dass für Verkehrslasten ein größerer Teilsicherheitsbeiwert der Einwirkungen berücksichtigt werden muss:

$$F_{Q,d} = F_{Q,k} \cdot \gamma_{F,Q} = 0,475 \cdot 1,5 = 0,71 \text{ kN} \quad (3)$$

mit

$F_{Q,d}$  Bemessungswert der Einwirkung auf die Konstruktion aus Verkehrslast

$F_{Q,k}$  charakteristische Einwirkung auf die Konstruktion aus Verkehrslast  
 $= 0,475 \text{ kN}$

$\gamma_{F,Q}$  Teilsicherheitsbeiwert der Einwirkung für Verkehrslast  
 $= 1,50$

### 8.5.5 Einwirkungen auf die Dübel infolge des Eigengewichts und der Verkehrslasten

Als Gesamteinwirkung auf die Konstruktion, also auf eine Konsole, ergibt sich demnach:

$$F_d = F_{G,d} + F_{Q,d} = 0,09 + 0,71 = 0,80 \text{ kN} \quad (4)$$

mit

$F_d$  Bemessungswert der Gesamteinwirkung auf die Konstruktion

$F_{G,d}$  Bemessungswert der Einwirkung auf die Konstruktion aus Eigengewicht  
 $= 0,09 \text{ kN}$  (vgl. Gl. (2) in Abschnitt 8.5.3)

$F_{Q,d}$  Bemessungswert der Einwirkung auf die Konstruktion aus Verkehrslast  
 $= 0,71 \text{ kN}$  (vgl. Gl. (3) in Abschnitt 8.5.4)

Dieser Bemessungswert der Einwirkung stellt aber noch nicht die Einwirkung auf die betrachteten Dübel dar! Diese müssen im Rahmen der statischen Berechnung unter Berücksichtigung des statischen Systems (Bild 57) noch ermittelt werden.

Dabei ergeben sich die Querlasten auf Dübel 1 und Dübel 2  $V_1$  und  $V_2$  aus der Anschauung von Bild 57 offenbar wie folgt:

$$V_{1,d} = V_{2,d} = \frac{F_d}{2} = \frac{0,80}{2} = 0,40 \text{ kN} \quad (5)$$

mit

$V_{1,d}$  Bemessungswert der einwirkenden Querlast auf den Dübel 1

$V_{2,d}$  Bemessungswert der einwirkenden Querlast auf den Dübel 2

$F_d$  Bemessungswert der Gesamteinwirkung auf die Konstruktion  
 $= 0,80 \text{ kN}$  (vgl. Gl. (4))

Zusätzlich wirkt auf den Dübel 1 noch eine Zugkraft  $N_1$ . Diese resultiert aus dem Moment, das durch die auf die Konsole wirkende Kraft  $F_d$  multipliziert mit dem Kragarm  $l_k$  entsteht. Dieses Moment wird als Kräftepaar durch die Zugkraft  $N_1$  von Dübel 1 aufgenommen und im Endpunkt der stabilisierenden Diagonalen direkt als Druckkraft  $D$  über das Stahlprofil bzw. die eigentliche Ankerplatte in den Verankerungsgrund übertragen (vgl. Bild 57). Der innere Hebelarm ist daher nicht der Achsabstand der beiden Dübel  $s \approx 0,40 \text{ m}$ , sondern nur  $h \approx 0,35 \text{ m}$ . Die Zugkraft  $N_1$  ergibt sich entsprechend mit Gl. (6):

$$N_{1,d} = \frac{F_d \cdot l_k}{h} = \frac{0,80 \cdot 0,60}{0,35} = 1,37 \text{ kN} \quad (6)$$

mit

$N_{1,d}$  Bemessungswert der einwirkenden Zuglast auf den Dübel 1

$F_d$  Bemessungswert der Gesamteinwirkung auf die Konstruktion  
 $= 0,80 \text{ kN}$  (vgl. Gl. (4))

$l_k$  Länge des Kragarms nach Bild 57

$h$  Länge des inneren Hebelarms nach Bild 57

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass es bei einem – fachlich richtigen – statischen Nachweis mit der einfachen Aussage zur Belastung der Klimmzugstange mit „... max. 95 kg, statisch, ...“ (vgl. Abschnitt 1.2) allein durch *eine* an der Klimmzugstange *hängende* Person nicht getan ist. Entscheidend ist auch, *wo* die Lasten angreifen.

Im Beispiel der Klimmzugstange aus Abschnitt 1.2 bezieht sich die (Orts-)Angabe der einwirkenden Last nur auf die eigentliche Reckstange. Von der Reckstange müssen die Lasten aber noch über die seitlichen Konsolen und die auf der Wand aufliegenden Ankerplatten bis zu den Dübeln transportiert werden. Dadurch können nicht unerhebliche Zusatzlasten entstehen. Im Beispiel werden die beiden oberen Dübel daher nicht nur mit einer

- Querlast  $V_{1,d} = 0,40 \text{ kN}$  quer zur Dübelachse, sondern auch mit einer nicht zu vernachlässigenden
- Zuglast  $Z_{1,d} = 1,37 \text{ kN}$  längs zur Dübelachse (ca. 140 kg!)

belastet (vgl. Bild 55 und Bild 57), die bei einer entsprechenden Bemessung eines geeigneten Dübel-Systems berücksichtigt und vom tatsächlich vorhandenen Verankerungsgrund aufgenommen werden müssen.

## 8.5.6 Ermüdungsrelevante Belastungen

### 8.5.6.1 Allgemeines

Und was passiert, wenn die Sport treibende Person nicht nur statisch an der Klimmzugstange *hängt* (vgl. Abschnitt 8.5.4)? Zur Erinnerung:

*„Die Belastung ist max. 95 kg, statisch, dynamisch bei verschiedenen Aufschwungübungen.“*

Zusätzlich soll der Nutzer natürlich auch „*verschiedene Aufschwungübungen*“ (z. B. Klimmzüge) absolvieren, die als „*dynamisch*“ beschrieben wurden.

Wenn dynamische Einwirkungen wiederholt auftreten, werden sie in der Fachsprache als „ermüdungsrelevante“ Einwirkung bezeichnet. Die Ermüdung bezieht sich dabei auf das Material, in diesem Fall den Werkstoff des Dübels, das insbesondere durch wiederholte mechanische Belastung geschädigt wird.

Diesen Schädigungsprozess kann man sich gut an einem Nagel vorstellen, der nicht vollständig in einen Holzbalken eingeschlagen wurde: Schlägt man diesen

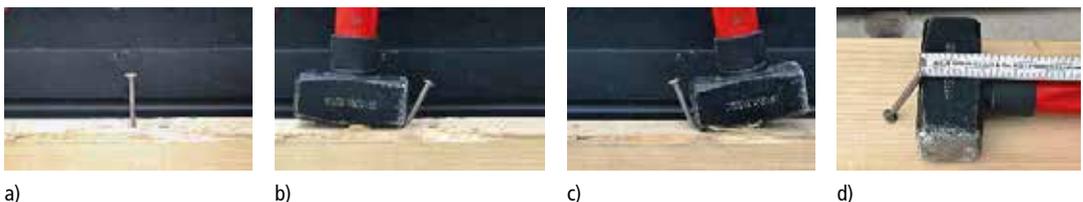
Nagel nicht weiter ein, sondern schlägt ihn mit dem Hammer – gegen den Schaft – bewusst krumm, erst in die eine Richtung, dann in die entgegengesetzte Richtung und wieder zurück, dann wird der Nagel nach wiederholtem Hin- und Zurück-Schlagen irgendwann „ermüden“ und einfach brechen (Bild 58).

### 8.5.6.2 Beispiel Klimmzugstange

Die Konstruktion der Klimmzugstange (Stange und Konsolen) wird bei den Sportübungen, für die die Klimmzugstange vorgesehen ist, in jedem Fall nicht nur statisch belastet. Klimmzüge macht man am besten mit durchgestreckten Beinen und ohne den Boden zu berühren, weshalb die Klimmzugstange in einer entsprechenden Höhe befestigt werden muss. Je nach Intensität des Trainings werden dann bestimmte „Aufschwungübungen“ innerhalb eines Trainings immer wiederholt. Je nach Motivation des Sportlers finden diese Trainings mehr oder weniger regelmäßig statt (z. B. täglich, wöchentlich, ...). Das bedeutet, dass bestimmte Be- und Entlastungen bzw. auch Lastwechsel auf die Klimmzugstange und damit auch auf deren Befestigung in bestimmten Zyklen immer wieder stattfinden.

Ob man bei diesem vergleichsweise einfachen Beispiel dann noch von einer „quasi-statischen“ Einwirkung ausgehen kann oder schon von einer „ermüdungsrelevanten“ Einwirkung reden muss, kann nicht ohne Weiteres festgelegt werden (vgl. Tabelle 4).

Denn bereits durch eine plötzliche Einwirkung einer Last tritt ein dynamischer Effekt ein, der zu einer Vergrößerung der Last bis zum Doppelten führen kann. Zumindest sollte man das 1,5-Fache berücksichtigen. Das hat auch noch nichts mit Ermüdung zu tun, sondern berücksichtigt lediglich den Einfluss des sogenannten Dynamic Load Factor (aus dem Englischen: Dynamischer Last Faktor; DLF). Durch die Aufschwungübungen kann dieser Faktor auch größer als 2 werden. Das bedeutet, dass dieser Dynamic Load Factor in Abschnitt 8.5.4 zusätzlich zum Faktor  $\gamma_{F,Q} = 1,5$  berücksichtigt werden müsste.



**Bild 58.** Beispiel „Ermüdung“ zur einfachen Veranschaulichung: Bei einem mehrfach hin und her geschlagenen Nagel in einem Holzbalken bricht der Nagel irgendwann ab; a) eingeschlagener Nagel, b) x-mal hin geschlagen, c) x-mal zurück geschlagen, d) irgendwann „Nagel ab“ (Fotos: Scheller)

### 8.5.7 Fazit

Allein die wenigen Überlegungen der vorangegangenen Abschnitte machen deutlich, dass bereits die Ermittlung der Beanspruchungen auf der Einwirkungsseite eine sehr komplexe Aufgabe ist bzw. sein kann, für die das Know-how eines Tragwerksplaners (Ingenieurs) erforderlich ist.

Durch die Art der zu befestigenden Konstruktion können bei der Umleitung bzw. Weiterleitung von Kräften Zusatzbeanspruchungen entstehen, die sorgfältig bis zur eigentlichen Ankerplatte, die mit Dübeln befestigt werden soll, ermittelt werden müssen.

Bevor der eigentliche statische Nachweis nach Gl. (1) geführt werden kann, muss im zweiten Schritt der Bemessung die Widerstandsseite des Dübels im Verankerungsgrund betrachtet werden. Dafür werden im folgenden Abschnitt 9 exemplarisch verschiedene Dübel-Systeme für die unterschiedlichen Verankerungsgründe (nach Abschnitt 4) vorgestellt.

## 9 Dübel-Systeme – Welche Systeme stehen zur Verfügung?

### 9.1 Vorbemerkung

In diesem Beitrag wurde in den Abschnitten zuvor bereits mehrfach der Begriff „Dübel-System“ verwendet. Bei den in den nachfolgenden Abschnitten vorgestellten Dübeln handelt es sich im Wesentlichen um diese „Dübel-Systeme“, die in Deutschland auf Grundlage einer „Zulassung“ im „bauaufsichtlich relevanten Bereich“ (vgl. Abschnitt 2.4) eingebaut werden dürfen. Jedes Dübel-System besteht dabei in den meisten Fällen aus mehreren Komponenten, die in der Produktbeschreibung, in den Anhängen der jeweiligen „Zulassung“, detailliert beschrieben werden. Nach den DIBT „Hinweisen für die Montage von Dübelverankerungen“ gilt für diese Komponenten bzw. Teile immer folgende Aussage ([34], S. 7) bzw. folgender „System-Gedanke“:

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

Ein „zugelassenes“ Dübel-System ist im „Zulassungsverfahren“ immer nur mit den in der jeweils zugehörigen „Zulassung“ dargestellten Komponenten geprüft worden. Dabei ist offensichtlich, dass die Kombination x-beliebiger Teile (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.

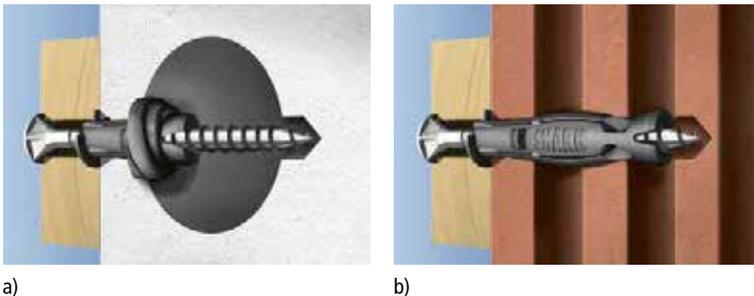
Der Austausch von einzelnen Komponenten stellt daher eine (wesentliche) Abweichung von der Zulassung dar, deren Auswirkungen nur über eine Zustimmung im Einzelfall (vgl. Abschnitt 2.4.2.8) geregelt werden könnten.

### 9.2 Kunststoffdübel

Die bekanntesten Dübel und vor allem die Dübel mit der größten verwendeten Stückzahl in der Praxis sind sicher die Kunststoffdübel. Als einziges Dübel-System sind sie wirklich nahezu echte „Alleskönner“. Es gibt kaum einen Verankerungsgrund, in dem sie nicht eingesetzt werden können. Sie funktionieren nicht nur in Voll- und Lochsteinmauerwerk (vgl. z. B. Bild 59a und b), sondern auch in Gipsdielen und Fensterstürzen (vgl. z. B. in [60]).

Kunststoffdübel werden im bauaufsichtlich relevanten Bereich in den meisten Fällen als *Mehrfachbefestigung von nichttragenden Systemen* eingesetzt (vgl. Abschnitt 7.3.3) und haben in Mauerwerk auch nur dafür eine Europäische Technische Bewertung (ETA).

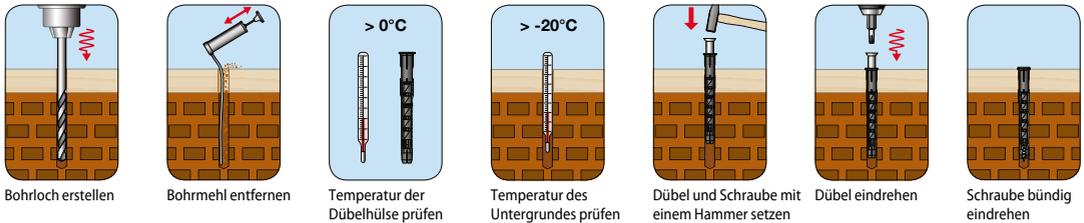
Werden im bauaufsichtlich relevanten Bereich Kunststoffdübel eingesetzt, so handelt es sich bei diesen immer auch um Dübel-Systeme, die aus einer Kunststoff-Dübelhülse und einem dazugehörigen Spreizelement aus Stahl oder Kunststoff bestehen. Dieses Spreizelement kann entweder eine Spezialschraube oder ein Spezialnagel sein. Wie bereits in Abschnitt 9.1 ausgeführt, darf hier aber auf keinen Fall z. B. eine zugelassene Kunststoff-Dübelhülse mit irgendeiner handelsüblichen Spanplattenschraube aus dem Baumarkt kombiniert werden, da solche x-beliebigen Kombinationen im „Zulassungsverfahren“ *nicht* geprüft wurden.



**Bild 59.** Kunststoff-Allzweckdübel SHARK PRO in unterschiedlichen Verankerungsgründen;  
a) Verankerung im Kalksandlochstein (KS L),  
b) Verankerung im Hochlochziegel (HLZ) (Grafiken: Adolf Würth GmbH & Co. KG)



**Bild 60.** Beispiele für Kunststoffdübel (Fotos: Adolf Würth GmbH & Co. KG);  
a) Kunststoff-Rahmendübel SHARK UR,  
b) Kunststoff-Allzweckdübel SHARK PRO



**Bild 61.** Durchsteckmontage eines Kunststoff-Rahmendübels – Setzanweisung für Verankerungen in Lochsteinmauerwerk (Grafiken: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

Grundlegend lassen sich zwei verschiedene Systeme von Kunststoffdübeln unterscheiden, die vergleichsweise häufig zur Anwendung kommen: Zum einen gibt es

- Kunststoff-*Rahmendübel* (Bild 60a), deren Bezeichnung historisch aus der Befestigung von Fensterrahmen herrührt, und zum anderen gibt es
- „reine“ Kunststoffdübel bzw. Kunststoff-*Allzweckdübel* (Bild 60b).

Der Vollständigkeit halber seien auch noch Kunststoffdübel zur Befestigung von außenseitigen Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS) erwähnt, auf die hier im Beitrag allerdings nicht weiter eingegangen werden soll.

Gemeinsam haben beide in Bild 60 dargestellten Systeme, dass sie ihre maximale Leistungsfähigkeit nur erreichen, wenn die Schraube speziell auf die Hülse abgestimmt ist:

- Kunststoff-Rahmendübel werden in der Regel als vormontierte Einheit aus Kunststoff-Dübelhülse und einer – in der Länge auf die Dübelhülse abgestimmten – Spezialschraube geliefert und in den meisten Fällen in Durchsteckmontage montiert (vgl. Abschnitt 7.5). Daraus resultiert ein fester Klemmbereich für die Montage, d. h. eine definierte Höhe des zu befestigenden Bauteils (Bild 61).
- Kunststoffdübel bzw. Kunststoffallzweckdübel werden in den meisten Fällen in Vorsteckmontage montiert (vgl. Abschnitt 7.5). Vorausgesetzt, dass das Bohrloch tief genug gebohrt wird und die dazuge-

hörige bzw. dazu gewählte Schraube die Kunststoff-Dübelhülse im eingebauten Zustand um mindestens ca. 5 mm durchdringt, können – im Gegensatz zum Kunststoff-Rahmendübel – mit einer Schraubenlänge unterschiedliche Anbauteildicken realisiert werden (Bild 59).

Bei beiden Systemen verhindert ein Kragen das Tieferutschen der Dübelhülse.

Gewisse Einschränkungen haben jedoch auch diese Dübel-Systeme: Wie alle Kunststoffe reagieren auch Dübel aus Kunststoff auf Temperatureinflüsse:

Bei sehr kalten Temperaturen kann der Kunststoff verspröden, weshalb im professionellen Bereich immer eine minimale Montagetemperatur in der jeweiligen Kunststoffdübel-Zulassung angegeben wird, damit die Dübelhülse beim Einschlagen in das Bohrloch nicht zerbricht.

Bei höheren Temperaturen werden Kunststoffe weicher, sodass die Tragfähigkeiten der Dübel abnehmen, weshalb auch hier die maximalen Temperaturen bzw. die Temperaturbereiche beachtet werden müssen (vgl. Tabelle 2 in Abschnitt 5.2). Diese Temperaturbereiche sind ebenfalls in der jeweiligen Kunststoffdübel-Zulassung ausgewiesen; abhängig davon werden auch die unterschiedlichen Tragfähigkeiten des jeweiligen Kunststoffdübels angegeben.

Auch Fugen können einen maßgeblichen Einfluss auf das Tragverhalten von Kunststoffdübeln haben. Man kann sich einfach vorstellen, dass die Fugen im Giebel der Garage in Bild 62 für den Dübel offensichtlich



a)



b)



c)

**Bild 62.** „Fugen“ in Mauerwerk vor und nach dem Verputzen; a) „Fugenbild“ im Giebel eines Garagen-Rohbaus, b) „Fugenbild“ im Giebel „versteckt“ unter Putz, c) „Fugenbild“ vergrößert (Fotos: Künzlen)

einen anderen Verankerungsgrund darstellen als der Hochlochziegel selbst, da die Fugen zum überwiegenden Teil viel zu groß und nur unvollständig mit Mörtel gefüllt sind.

In der Regel ist die Dübeltragfähigkeit in solchen Fugen kleiner als im Wandbaustoff selbst. Aus diesem Grund ist für die volle Dübeltragfähigkeit ein gewisser Abstand zu den Fugen einzuhalten. Sind Fugen im Gegensatz zur Garage nicht mehr sichtbar, da die Fassade verputzt ist, sind die charakteristischen Dübeltragfähigkeiten von Kunststoffdübeln nach DIBt TR 064 ([57], S. 11) um 50 % abzumindern.

Eine Ausnahme dazu regelt eine Technische Regel des DIBt. Nach dieser Regel kann in norm- bzw. zulassungskonformem Planziegelmauerwerk bei Verankerungen mit Kunststoffdübeln auf die Abminderung der Dübeltragfähigkeit um 50 % verzichtet werden (siehe DIBt TR VaB Kunststoffdübel [37], S. 14), wenn folgende Bedingungen eingehalten sind:

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

Eine weitere Besonderheit gibt es beim Thema Korrosionsschutz (vgl. Abschnitt 5.4). Als einziges System dürfen „zugelassene“ Kunststoff-Rahmendübel im Außenbereich – auch im bauaufsichtlich relevanten Bereich – mit einer galvanisch verzinkten Schraube für die Befestigung von Fassadenunterkonstruktionen

eingesetzt werden. Dabei müssen lediglich der Schraubenkopf und der Übergang zwischen Schraubenkopf und Dübelkragen mit einer bituminösen Masse versehen werden.

In den entsprechenden Zulassungen wird dazu Folgendes ausgeführt (siehe z. B. [60], S. 10):

*„Die Spezialschraube aus galvanisch verzinktem Stahl [...] darf auch im Freien verwendet werden, wenn nach sorgfältigem Einbau der Befestigungseinheit der Bereich des Schraubenkopfes gegen Feuchtigkeit und Schlagregen so geschützt wird, dass ein Eindringen von Feuchtigkeit in den Dübelschaft nicht möglich ist. Dafür ist vor dem Schraubenkopf eine Fassadenbekleidung oder eine vorgehängte hinterlüftete Fassade zu befestigen und der Schraubenkopf selbst mit einer weichplastischen dauerelastischen Bitumen-Öl-Kombinationsbeschichtung (z. B. Kfz-Unterboden- bzw. Hohlraumschutz) zu versehen.“*

Bild 63 zeigt zu dieser Thematik eine blanke Stahlschraube, die viele Jahre lang in Meeresnähe in einer Dübelhülse eingeschraubt war. Lediglich der Schraubenkopf war der Witterung ausgesetzt. Korrosion zeigt hier nur der Schraubenkopf. Der Schaft und das Gewinde waren die ganze Zeit über im Inneren der Dübelhülse vor Korrosion geschützt. Bild 64 zeigt dagegen ein komplett frei bewitterte Dübelschraube nach nur rund 3 Jahren in Meeresnähe.



**Bild 63.** Schraube in Meeresnähe ausgelagert, Schaft und Gewinde geschützt durch die Dübelhülse (Foto: Künzlen)



**Bild 64.** Schraube in Meeresnähe ausgelagert, ohne Schutz durch die Dübelhülse (Foto: Künzlen)

### 9.3 Metall-Injektionsanker zur Verankerung im Mauerwerk

Neben den in Abschnitt 9.2 erwähnten Kunststoffdübeln gibt es im bauaufsichtlich relevanten Bereich ein weiteres Dübel-System für Verankerungen und Befestigungen in Voll- und Lochsteinen. Dabei handelt es sich um „Metall-Injektionsanker zur Verankerung im Mauerwerk“ (Bild 65).

#### Hinweis

Injektionssysteme können in Mauerwerk sowohl als Mehrfachbefestigung von nichttragenden Systemen als auch als Einzelbefestigung eingesetzt werden (vgl. Abschnitt 7.3.3 und 7.3.2).

In Lochsteinen kann man sich einfach vorstellen, dass der Injektionsmörtel nicht einfach in die Kammern der Steine eingebracht werden kann, da er entweder in die

Kammer abtropfen würde oder aber sehr große Mengen erforderlich wären, um die Kammer komplett zu verfüllen und die Ankerstange in das Mauerwerk einkleben zu können. Aus diesem Grund werden die Systeme für Beton und Vollsteinmauerwerk für Verankerungen in Lochsteinen um eine sogenannte „Siebhülse“, die in der Regel aus Kunststoff besteht, ergänzt. Diese Siebhülse verhindert ein Abtropfen des Injektionsmörtels in die Kammern der Lochsteine.

Den Montagevorgang eines solchen Systems in einem Lochstein zeigt Bild 66.

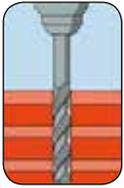
Nach dem Aushärten des Injektionsmörtels ist es in Mauerwerk – sowohl in Lochsteinen als auch in Vollsteinen – sehr wichtig, dass das in der jeweiligen Dübel-Zulassung angegebene Montagedrehmoment nicht überschritten wird. In den Unterlagen der Hersteller werden diese Montagedrehmomente in Mauersteinen aktuell in der Größe zwischen 2 Nm bis maximal meist nur 10 Nm angegeben. Als Montagewerkzeug ist deshalb immer die Verwendung eines entsprechenden Drehmomentschlüssels zu empfehlen.

Der Hintergrund für diese relativ kleinen Montagedrehmomente ist die Zugkraft, die bereits durch ein leichtes Anziehen der Mutter von Hand in der Verankerung hervorgerufen wird. Durch ein unkontrolliertes Anziehen der Mutter mit einem normalen Schraubenschlüssel steigt die Zugkraft schnell so stark an, dass der Widerstand des Mörtels im Stein überwunden wird.

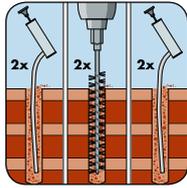
Häufig steigt die Zugkraft in der Verankerung auch noch weiter an, weil das vorhandene Mauerwerk niemals vollständig eben ist. Insbesondere wenn die Anbauteile bzw. die zu befestigenden Ankerplatten sehr groß sind und/oder direkt auf mehreren (kleinformatigen) Mauersteinen aufliegen, wird es – z. B. aufgrund der Fugen bzw. der Toleranzen der einzelnen Mauersteine – immer minimale Spalte zwischen Ankerplatte



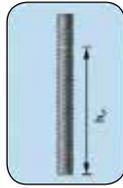
**Bild 65.** Beispiel für zugelassene Metall-Injektionsanker zur Verankerung im Mauerwerk; a) Koaxialkartusche, b) Schlauchfolienkartusche, c) vorkonfektionierte Ankerstange mit Sechskantmutter und Unterlegscheibe, d) Gewindestangen „Meterware“ bzw. „handelsübliche Gewindestange“ jeweils mit Abnahmeprüfzeugnis 3.1, e) Innengewindehülse bzw. Innengewindeanker, f) Siebhülse (Fotos: Adolf Würth GmbH & Co. KG)



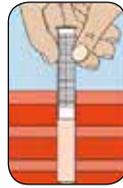
Bohrloch im Drehgang herstellen (ohne Schlag)



Bohrloch reinigen:  
2x ausblasen/  
2x maschinell  
ausbürsten/  
2x ausblasen



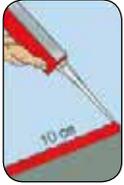
Ankerstange ablängen und gewünschte Setztiefen markieren



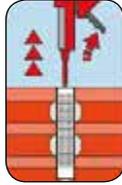
Siebhülse einschieben



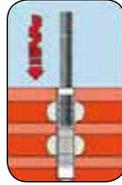
Mischer auf Kartusche schrauben



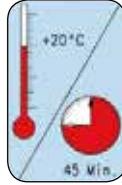
Mörtelvorlauf verwerfen (bis der Mörtel eine einheitliche Farbe aufweist – ca. 10 cm)



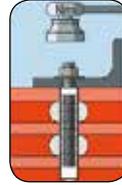
Verbundmörtel vom Ende der Siebhülse her vollständig verfüllen – Mörtelmenge laut Montageanleitung



Ankerstange unter leichter Drehbewegung bis zum Hülsenfundament eindrücken

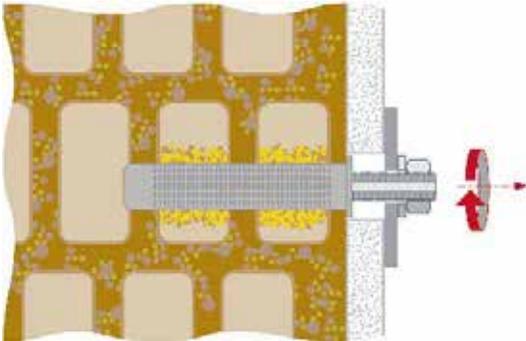


Aushärtezeit des Verbundmörtels einhalten

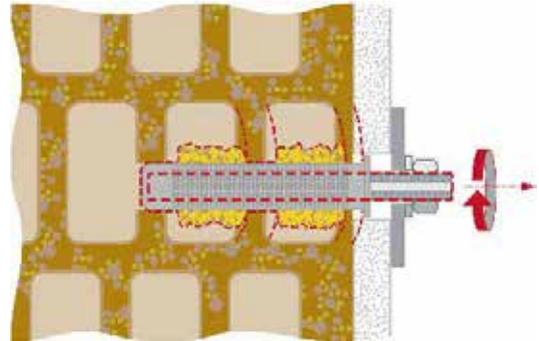


Bauteil montieren, max. Drehmoment darf nicht überschritten werden

**Bild 66.** Montagevorgang eines Injektionssystems in einem Lochstein (s. a. [59], S. 15–17; Grafik: Adolf Würth GmbH & Co. KG)



a)



b)

**Bild 67.** Umsetzung Drehmoment in Zugkraft bei einem Injektionsdübel in einem Lochstein;

a) Drehmoment nach Vorgabe der Zulassung, b) zu großes Drehmoment (Grafiken: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

und Mauerwerk geben. Zieht man nun die Mutter zu stark an, um den jeweiligen Spalt „dicht“ zu bekommen, ergibt sich daraus eine zusätzliche Zugkraft in der Ankerstange, da sich der Mörtel nicht gegen die Platte abstützen kann (Bild 67). Die Kammern des Steins können zerbrechen, ähnlich wie bei einer Überlastung durch ein zu schweres Anbauteil, das befestigt wurde. Außerdem kann bei geringen Rand- und/oder Achsabständen ein zu hohes Drehmoment auch direkt zum Spalten der Steine führen (Bild 68).



**Bild 68.** Spalten eines Lochsteins bei der Montage eines Injektionsdübels ohne Kontrolle des Drehmoments (Foto: Scheller)

### 9.4 Dübel-Systeme zur Verankerung im Porenbeton

Neben den in Abschnitt 9.2 dargestellten Kunststoffdübeln gibt es aufgrund der besonderen Zusammensetzung von Porenbeton (vgl. Abschnitt 4.2.4) für diese Mauersteine spezielle Dübel nur für diesen Verankerungsgrund. Ein solcher Dübel ist der Porenbetonanker. Den Setzvorgang dieses Dübel-Systems zeigt Bild 69. Für dieses Dübel-System wird kein Bohrloch erstellt, was eine echte Besonderheit darstellt, da sonst

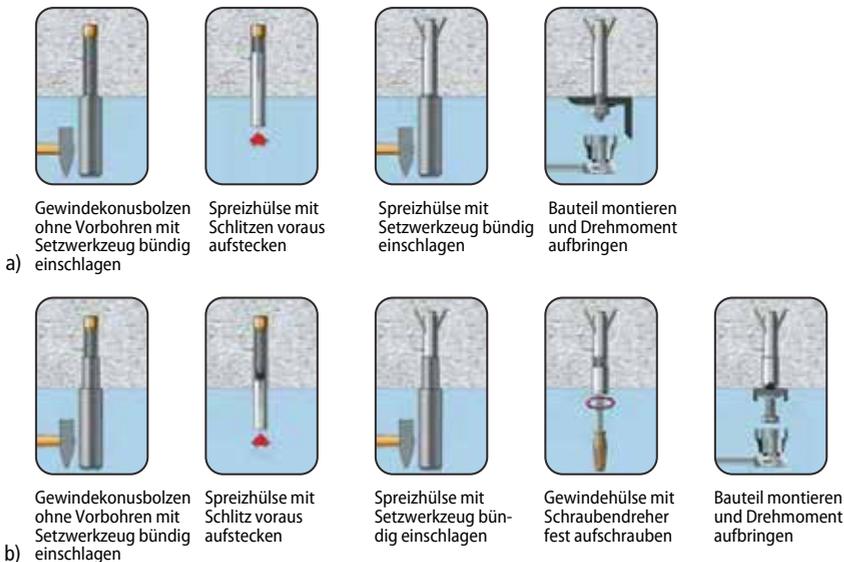
für nahezu alle Systeme ein Bohrloch erforderlich ist. Hier ist entsprechend auch keine Bohrlochreinigung erforderlich, wie dies beispielsweise bei den meisten Injektionssystemen absolut notwendig ist.

Der Dübel wird mit einem speziellen Setzwerkzeug in das Bohrloch eingeschlagen und verdrängt dabei das poröse Material im Bereich des Spreizelementes (Bild 70). Durch diese große Aufspreizung (Hinterschnitt) ist der Dübel risstauglich und kann sogar in gerissenem Porenbeton eingesetzt werden.

Während der Porenbetonanker auch für Einzelbefestigungen „zugelassen“ ist, haben die Kunststoffdübel für Verankerungen in Porenbeton-Mauerwerk nur eine „Zulassung“ als Mehrfachbefestigung.

Als Einzelbefestigungen können in Porenbeton-Mauerwerk auch „zugelassene“ Injektionssysteme zum Einsatz kommen (vgl. Abschnitt 9.3). Hierbei ist in jedem Fall auch die Bohrlochreinigung zu beachten, deren Intensität (Wechsel und Häufigkeit von Ausblasen und Ausbürsten) in der zugehörigen „Zulassung“ für das jeweilige Injektionssystem vorgeschrieben wird. Aufgrund der hohen Porosität und der vergleichsweise geringen Druckfestigkeit und Rohdichte „verklebt“ das Porenbeton-Bohrmehl das Bohrloch regelrecht, allerdings im negativen Sinne, sodass die eigentliche Verklebung Ankerstange – Injektionsmörtel – Verankerungsgrund verhindert wird, wenn das Bohrmehl nicht durch Ausblasen entfernt und die Bohrlochoberfläche nicht durch Ausbürsten wieder aufgeraut wird.

Bild 71 zeigt hierzu 2 Ankerstangen, die in einem Mauerstein aus Porenbeton eingeklebt und nach der vorgeschriebenen Aushärtezeit mit einem mobilen Dübel-Prüfgerät (vgl. Bild 84) wieder herausgezogen wurden:



**Bild 69.** Montagevorgang eines Porenbetonankers: Porenbetonanker W-PA; a) Setzanweisung Typ A (Außengewinde), b) Setzanweisung Typ i (Innengewinde); (Grafik: Adolf Würth GmbH & Co. KG)



**Bild 70.** Porenbetonanker in gespreiztem Zustand  
(Foto: Adolf Würth GmbH & Co. KG)



**Bild 71.** Eingeklebte Ankerstange nach Auszug aus einem Porenbetonstein; oben: richtige Bohrlöchrreinigung; unten: falsche Bohrlöchrreinigung (Foto: Lieberum)

- Im Fall der oberen Ankerstange (Bild 71) wurde das Bohrloch im Porenbeton nach den Vorgaben der „Zulassung“ gereinigt. Man kann gut erkennen, wie viel Porenbeton-Material bzw. Baustoff des Mauersteins zur Verankerung aktiviert werden konnte.
- Dagegen zeigt die untere Ankerstange (Bild 71) nahezu keine Aktivierung des Verankerungsgrunds; die Oberfläche ist fast glatt. Ursache dafür war in diesem Fall, dass eine falsche Bürste zum Ausbürsten des Bohrlochs verwendet wurde (vgl. hierzu auch Abschnitt 11.2.3.3).

Bei der Verankerung von Injektionssystemen in Porenbeton-Mauerwerk ist außerdem zu beachten, dass in einigen „Zulassungen“ für Vollsteine aus Porenbeton der Einsatz von Siebhülsen vorgeschrieben wird. Der Hintergrund dafür ist, dass eine mit einer Siebhülse eingeklebte Ankerstange eine größere Mantelfläche aufweist und damit eine größere Klebefläche aktivieren und damit ggf. auch mehr Kraft übertragen kann als eine einzuklebende Ankerstange allein ohne Siebhülse.

## 10 Bemessung

In Abschnitt 8 wurden die möglichen Einwirkungen auf eine Dübel-Befestigung vorgestellt. Dazu kamen im Abschnitt 8.4 allgemeine Hinweise für die erforderliche Bemessung, die im bauaufsichtlich relevanten Bereich immer erforderlich sind. Mit Gl. (1) in Abschnitt 8.4 wurde das allgemeine Nachweisformat für eine Dübel-Bemessung erläutert und dabei die „Einwirkungsseite“ und die „Widerstandsseite“ unterschieden.

Mit der Zusammenstellung der Beanspruchungen für das Beispiel „Klimmzugstange“ (vgl. Abschnitt 1.2) konnte in Abschnitt 8.5.7 als Fazit festgestellt werden, dass bereits die Ermittlung der Beanspruchungen auf der Einwirkungsseite eine sehr komplexe Aufgabe ist bzw. sein kann, für die das Know-how eines Tragwerksplaners (Ingenieurs) erforderlich ist.

Für die Bemessung von Dübelverankerungen führen die DIBt Hinweise ([34], S. 4 und 10) daher ausdrücklich Folgendes aus:

*„Dübelssysteme müssen geplant und bemessen werden. Die Auswahl, Planung und Bemessung eines Dübel-systems gehören nicht zu den Aufgaben der Monteure.“*

*„Dabei wird vorausgesetzt, dass Auswahl, Planung und Bemessung ausschließlich vom Planer vorgenommen werden.“*

Entscheidend für die Bemessung ist hier die Feststellung, dass nicht der Monteur auf der Baustelle dafür zuständig ist, sondern der Planer. Dieser Planer wird in den „Dübel-Zulassungen“ wie folgt definiert (siehe z. B. [60], S. 10):

*„Die Bemessung der Verankerungen erfolgt [...] unter der Verantwortung eines auf dem Gebiet der Verankerungen und des Mauerwerks erfahrenen Ingenieurs.“*

Die Inhalte von erforderlichen Konstruktionszeichnungen werden in den DIBt Hinweisen ([34], S. 4) differenziert angegeben:

*„In den Konstruktionszeichnungen sollen mindestens folgende Details angegeben sein:*

- *Dübel-Typ, Abmessung, Materialvariante, Nutzlänge, bei Dübeln mit variabler Verankerungstiefe zusätzlich Verankerungstiefe und Bohrlochtiefe,*
- *Bohrverfahren,*
- *Verankerungsgrund, Bezeichnung z. B. C20/25,*
- *geometrische Anordnung der Verankerung mit Abständen zu Rändern und weiteren Dübeln sowie Bauteildicke,*
- *gegebenenfalls Montagebedingungen für bestimmte Dübel (z. B. besondere Bohrlöchrreinigung bei chemischen Dübelssystemen),*
- *geometrische Abmessungen des zu befestigenden Anbauteils einschließlich Position und Durchmesser der Durchgangslöcher,*
- *Dicke und Art der in der Planung berücksichtigten nichttragenden Schichten,*

– *nachträglicher Korrosionsschutz bei Kunststoff-Rahmendübeln, falls in der Zulassung gefordert.*“

Die Autoren dieses Beitrags werden häufig auch gefragt: „Was trägt denn nun Dein Dübel Typ XY?“ Dahinter steht in der Regel die Frage nach der sogenannten „zulässigen Last“, die man an den Dübel Typ XY „ranhängen“ kann.

Mit einem Blick allein in die hier schon mehrfach genannten „Zulassungen“ (in den meisten Fällen sind das aktuell Europäische Technische Bewertungen (ETAs)) ist es dabei aber *nicht* getan! In den ETAs sind nur *charakteristische* Tragfähigkeiten bzw. *charakteristische* Widerstände  $R_k$  angegeben (vgl. Abschnitt 8.4), die *keine* zulässige Last darstellen! Aus den charakteristischen Tragfähigkeiten in der ETA können diese zulässigen Lasten abgeleitet werden, wobei für den jeweiligen individuellen Anwendungsfall immer

- unterschiedliche Belastungsrichtungen (Abschnitt 8.2),
- unterschiedliche Beanspruchungen (Abschnitt 8.3) und
- unterschiedliche Versagensarten mit unterschiedlichen Material-Teilsicherheitsbeiwerten  $\gamma_M$  berücksichtigt werden müssen (vgl. Abschnitt 8.4). Bei dieser Ableitung der zulässigen Last bzw. bei dieser Bemessung sind in der Regel dann auch die Parameter
  - Temperatur (Abschnitt 5.2),
  - Brand (Abschnitt 5.3),
  - Korrosion (Abschnitt 5.4; unterschiedliche Stähle haben unterschiedliche Stahl-Tragfähigkeiten),
  - (Mindest-)Bauteildicke (Abschnitt 6.2),
  - Randabstand (Abschnitt 6.3),
  - Achsabstand (Abschnitt 6.4) sowie insbesondere auch der
  - Verankerungsgrund
 zu berücksichtigen, was offensichtlich noch komplexer ist als die Zusammenstellung der Einwirkungen (vgl. Abschnitt 8).

Einleitend wurde in Abschnitt 1.3 darauf hingewiesen, dass sich dieser Beitrag im Wesentlichen mit der Frage „Welchen Dübel wofür?“ als Hilfestellung für den Baustellenalltag beschäftigt. Entsprechend wird hier wiederholt, dass eine erforderliche Dübel-Bemessung in der Regel nicht zum Baustellen-, sondern zum Büroalltag von (Tragwerks-)Planern und (Bau-)Ingenieuren gehört. Hierfür wird aus Übersichtsgründen nur noch einmal auf das vorhandene Regelwerk (vgl. z. B. in Abschnitt 8) und die vorhandene (zusammenfassende) Fachliteratur (siehe z. B. [4]) verwiesen.

## 11 Montage

Nachdem alle Schritte bis zur Auswahl unseres Dübels durchlaufen wurden und vom zuständigen Planer eine Konstruktionszeichnung mit allen erforderlichen Angaben für unsere Befestigungsaufgabe vorliegt, kann die Montage erfolgen. Auch dabei sind für alle Dübel-

Systeme gewisse Grundregeln einzuhalten. Diese werden nachfolgend dargestellt. Auf Besonderheiten für die Montage einzelner Dübel-Systeme, d. h. besondere Herstellervorgaben, wird an dieser Stelle verzichtet und auf die entsprechenden Unterlagen der Hersteller hingewiesen.

### 11.1 Monteure: „Geschultes Personal“

In den meisten „Dübel-Zulassungen“ findet sich zum Thema Montage folgende Formulierung (vgl. z. B. [60], S. 10):

*„Einbau durch entsprechend geschultes Personal unter Aufsicht des Bauleiters.“*

Die „Hinweise für die Montage von Dübelverankerungen“ des DIBt stellen ergänzend die Kompetenzanforderungen für Monteure zusammen und geben einen ersten Überblick über Schulungsangebote. Ergänzend heißt es dort deshalb dazu seit Oktober 2010 wie folgt ([34], S. 3):

*„Speziell wird von den Besonderen Bestimmungen“ – Ergänzung der Autoren: der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen und europäischen technischen Bewertungen – „gefordert, dass von der Brauchbarkeit der Dübelverankerung nur ausgegangen werden kann, wenn der Einbau der Dübel durch geschultes Personal unter Verantwortung des Bauleiters erfolgt. In den Abschnitten 4 und 5 werden die erforderlichen Kompetenzen für Monteure und mögliche Schulungsmaßnahmen vorgestellt. Werden diese Randbedingungen eingehalten, so ist von geschultem Personal auszugehen.“*

Weiter heißt es dazu, dass die Verantwortung für die Kompetenz der Monteure beim ausführenden Betrieb liegt und dass am Ende die Kompetenz maßgebend ist und nicht der Weg der Vermittlung ([34], S. 11).

### 11.2 Bohrer – Bohren – Bohrlochreinigung

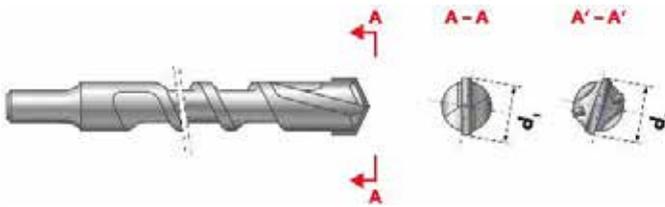
#### 11.2.1 Allgemeines

Nach den gültigen Zulassungen bzw. DIN EN 1992-4 ([19], S. 129) sind Bohrlöcher immer senkrecht zur Oberfläche zu erstellen. Eine gewisse Toleranz von maximal 5° Abweichung – für den Baustellenalltag – räumen die DIBt Hinweise ([34], S. 6) ein.

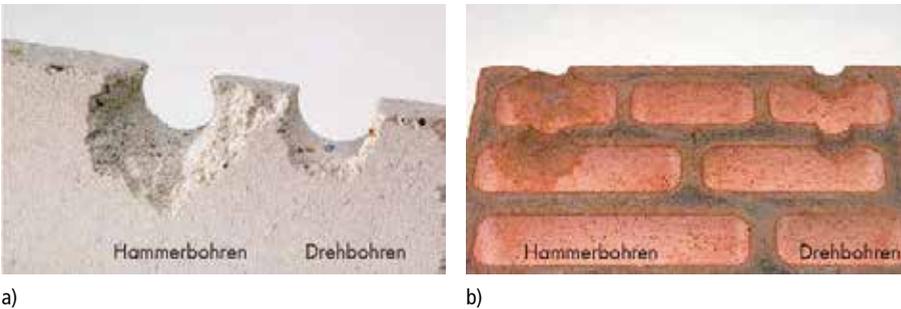
Zur Erstellung der Bohrlöcher sind nach DIN EN 1992-4 ([19], S. 129) Hammerbohrer zu verwenden, die mit ISO 5468 [30] oder nationalen Regelungen übereinstimmen. In Deutschland sind diese Anforderungen im „Merkblatt über die Kennwerte, Anforderungen und Prüfungen von Mauerbohrern mit Schneidkörpern aus Hartmetall, die zur Herstellung der Bohrlöcher von Dübelverankerungen verwendet werden“ ([38]), geregelt. Bohrer, die diesen Anforderungen entsprechen, erkennt man am entsprechenden Symbol der Prüfmarke der Prüfgemeinschaft Mauerbohrer e. V. (Bild 72). Werden Bohrer ohne Konformitätsmarkierung verwendet, sollte nach DIN EN 1992-4 ([19], S. 129) ein Nachweis der Eignung „geliefert werden“.



**Bild 72.** Prüfmarke der Prüfgemeinschaft Mauerbohrer e. V., Remscheid; a) Prüfmarke als Grafik, b) Prüfmarke im Schaft eines entsprechenden Hammerbohrers (Foto: Scheller)



**Bild 73.** Zweischneidiger Mauerbohrer mit durchgehender Schneidplatte, Definition Schneidendurchmesser bzw. Bohrerschneiden-Eckmaß ( $d_1$ ) nach DIBt/FWI Merkblatt Bohrer [38]; bzw.  $d_1 = d$  nach ISO 5468 [30]; Schnitt A'-A' zeigt ergänzend die Spitze eines vierschneidigen Hammerbohrers (Grafik: Adolf Würth GmbH & Co. KG)



**Bild 74.** Einfluss des Bohrverfahrens auf die Bohrlochgeometrie a) in einem Kalksandlochstein bzw. b) bei einem Hochlochziegel (Fotos: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

Besonders wichtig ist dabei der richtige Bohrerschneidendurchmesser (Bild 73):

- Insbesondere wenn Bohrlöcher in sehr harten Verankerungsgründen, wie z. B. Kalksandsteinen und Vollziegeln, erstellt werden, dann nutzen sich (Hammer-)Bohrer ab. Ist das Bohrloch dann zu klein, kann der Dübel gar nicht mehr in das Bohrloch hineinsteckt werden.
- Ein Bohrer mit einem zu großen Bohrerschneidendurchmesser erstellt entsprechend auch zu große Bohrlöcher, in dem dann insbesondere für Spreizdübel zu geringe Haltekräfte über Reibung generiert werden können.

Das DIBt/FWI Merkblatt Bohrer [38] bzw. ISO 5468 [30] enthalten daher für jede Bohrergröße das obere und untere Toleranzmaß für den Bohrerschneidendurchmesser.

## 11.2.2 Bohrverfahren

### Drehbohren und Hammerbohren

Bohrlöcher in Vollsteinen werden in der Regel mit Hartmetallhammerbohrern nach Abschnitt 11.2.1 im Hammerbohrverfahren erstellt. Beim „Hammerbohren“ (und „Schlagbohren“) wird neben dem Drehen des Bohrers zusätzlich noch Energie auf den Bohrer gegeben. Diese „Hammer-Schläge“ erleichtern das Boh-

ren in Beton und Vollsteinen, sie zerstören aber die Steggeometrie von Lochsteinen bei Verankerungen in Mauerwerk!

Daher hat in Mauerwerk aus Lochsteinen neben dem verwendeten Bohrer auch das Bohrverfahren einen großen Einfluss auf die Tragfähigkeit der Dübel. Die Unterlagen der Hersteller unterscheiden dabei teilweise in charakteristische Tragfähigkeiten für Bohrlöcher, die im Hammer- oder Drehbohrverfahren hergestellt werden. Bohrlöcher, die im Drehbohrverfahren erstellt werden, haben in der Regel höhere Tragfähigkeiten, da im Hammerbohrverfahren die Stege der Lochsteine zerstört werden können (Bild 74).

### Hinweis

Bei hammergebohrten Bohrlöchern kann die Tragfähigkeit in Lochsteinen auf null reduziert werden!

## 11.2.3 Bohrlochreinigung

### 11.2.3.1 Allgemeines

Bei der Erstellung von Bohrlöchern für Dübel entsteht das sogenannte „Bohrmehl“, das in den meisten Fällen aus dem Bohrloch entfernt werden muss (vgl. hierzu die Setzanweisungen für die unterschiedlichen Dübel-Systeme in Abschnitt 9), weil die Dübel-Systeme ansonsten nicht richtig funktionieren:

- Ist z. B. bei Kunststoffdübeln (zu viel) Bohrmehl im Bohrloch, so kann der Dübel nicht richtig gesetzt werden (z. B. zu geringe Setztiefe oder unvollständige Verspreizung).
- Ein guter Vergleich bei diesem Thema ist auch das Ausrollen eines Kuchenteigs auf der Küchenarbeitsplatte: Damit der Kuchenteig nicht festklebt, streut man vor dem Ausrollen Mehl auf die Arbeitsfläche, das wie ein Trennmittel wirkt. Nach dem Ausrollen kann man den Teig gut lösen und aufs Blech legen. Bei der Injektionstechnik im Dübelbereich ist es genau umgekehrt: Die Ankerstange soll im Bohrloch verklebt werden. Daher muss das Bohrmehl aus dem Bohrloch gemäß den Anweisungen der jeweiligen „Zulassung“ entfernt werden.

**11.2.3.2 Bohrlochreinigung für Kunststoffdübel**

In den „Zulassungen“ (ETAs) für Kunststoffdübel findet man in den Setzanweisungen unterschiedliche Angaben zur Bohrlochreinigung:

- Bohrloch reinigen,
- Bohrloch *vom Grund her* ausblasen oder aussaugen,
- Bohrloch *vom Grund her* ausblasen.



**Bild 75.** Beispiel für eine Ausblaspumpe (Foto: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

Das bedeutet, dass bei der Montage von Kunststoffdübeln in der Regel nichts falsch gemacht wird, wenn für die Bohrlochreinigung eine Ausblaspumpe (Bild 75) verwendet und das Bohrloch immer *vom Grund her* ausgeblasen wird.

In der Praxis wird oft versucht, mit einem Staubsauger das Bohrloch auszusaugen, in dem man „einfach“ mit der Düse über die Bohrlochöffnung fährt. Auf diese Weise wird allerdings *nicht* das Bohrmehl im tiefsten Punkt des Bohrlochs ausgesaugt! Man erreicht damit nur die Oberfläche des Verankerungsgrunds!

*Hinweis*

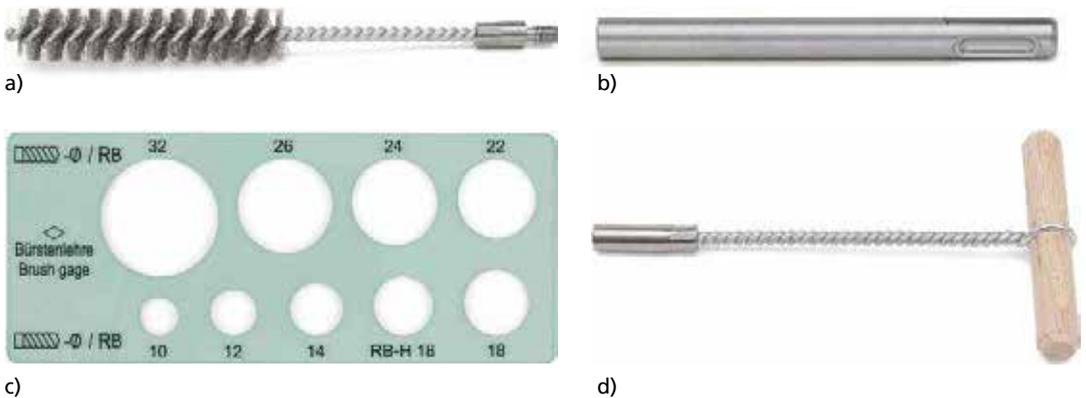
Ein Aussaugen des Bohrlochs nur an der Bohrlochöffnung ist *keine* ausreichende Bohrlochreinigung im Sinne der Dübel-Zulassung!

**11.2.3.3 Bohrlochreinigung für Injektionssysteme**

Mit der Bohrlochreinigung für Injektionssysteme zur Verankerung in Mauerwerk ist es nicht ganz so einfach wie für die Kunststoffdübel (vgl. Abschnitt 11.2.3.2). Die Bohrlochreinigung ist fast bei allen Systemen unterschiedlich. In vielen Fällen ist die Bohrlochreinigung eine Kombination aus zwei oder mehr unterschiedlichen Arbeitsschritten, die in unterschiedlicher Häufigkeit wiederholt werden müssen:

- Bohrmehl entfernen: Ausblasen mit Handblaspumpe (Bild 75) oder mit Druckluft,
- Bohrlochwandung für eine bessere Verklebung aufrauen: Ausbürsten von Hand oder maschinell (Bild 76).

Die unterschiedlichen Schritte und Intensitäten dieser Bohrlochreinigung sind ein Ergebnis aus dem „Zulassungsverfahren“ des jeweiligen Dübel-Systems. Mit der dann in der „Zulassung“ angegebenen Bohrlochreinigung, die bei der Montage unbedingt eingehalten wer-



**Bild 76.** Beispiele für Reinigungsbürste und Zubehör für das Ausbürsten und Aufrauen von Bohrlochern für die Verankerung von Injektionssystemen; a) Reinigungsbürste, b) Maschinenaufnahme für Reinigungsbürste zur maschinellen Bohrlochreinigungen, c) Bürsten-Schablone bzw. Bürstenlehre zur Kontrolle des richtigen Durchmessers der Reinigungsbürste, d) Handgriff für Reinigungsbürste zur manuellen Bohrlochreinigung (Fotos: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

den muss, erreichte das jeweilige Injektions- bzw. Patronensystem die größte Tragfähigkeit, weshalb diese Bohrlochreinigung in der Zulassung für das Injektionssystem als verpflichtend vorgeschrieben wurde.

#### Hinweis

Die Nichteinhaltung der in der „Zulassung“ bzw. Setzanweisung für ein Injektionssystem vorgeschriebenen Bohrlochreinigung kann die Tragfähigkeit des Systems gravierend reduzieren (vgl. dazu z. B. Abschnitt 9.4 mit Bild 71)!

Daher ist die vorgeschriebene Bohrlochreinigung zwingend einzuhalten!

#### Hinweis

Wird für die Montage eines Dübel-Systems die Reinigung des Bohrlochs durch „Ausbürsten“ vorgeschrieben, müssen die zugehörigen Vorgaben der jeweiligen „Zulassung“ unbedingt eingehalten werden.

Dazu gehört neben der Verwendung der richtigen – zum Dübel-System zugehörigen – Reinigungsbürste auch die Kontrolle der Einhaltung des minimalen Bürstendurchmessers (Angabe siehe jeweilige „Zulassung“), da auch die Verwendung einer abgenutzten Reinigungsbürste (mit zu kleinem Durchmesser) nicht den Vorgaben der „Zulassung“ entspricht.

Der richtige Bürstendurchmesser kann z. B. mithilfe einer Bürsten-Schablone bzw. Bürstenlehre kontrolliert werden (Bild 76c).

### 11.2.4 Fehlbohrungen

Bohrlöcher, die nicht (mehr) benötigt werden, nicht mit der notwendigen Tiefe erstellt werden können oder die verbleiben, wenn ein Dübel ausgebaut wird, werden als „Fehlbohrungen“ definiert, die nach DIBt Hinweise ([34], S. 6 und 7) das Tragverhalten negativ beeinflussen können, wenn sie unverschlossen in der Nähe von tragenden Dübeln liegen.

Daher sind Fehlbohrungen nach DIBt Hinweise ([34], S. 6) „in der Regel mit einem schwindarmen hochfesten Mörtel vollständig zu verschließen“. DIN EN 1992-4 ([19], S. 129) aktualisiert und präzisiert dazu, dass ein *nichtschwindender* Mörtel zu verwenden ist, „*der eine Festigkeit besitzt, die mindestens gleich dem Verankerungsgrund und  $\geq 40 \text{ N/mm}^2$  ist.*“

Ein solcher schwindarmer hochfester Mörtel ist beispielsweise der Injektionsmörtel Allrounder WIT-VM 250 (vgl. Bild 65). Nach 24 Stunden Aushärtezeit weist dieser Injektionsmörtel eine Druckfestigkeit von ca.  $100 \text{ N/mm}^2 \gg 40 \text{ N/mm}^2$  auf (siehe [63]).

Dabei müssen Dübel zu Fehlbohrungen nach DIBt Hinweise ([34], S. 6) folgende Mindestabstände einhalten:

- Bei einer Fehlbohrung mit einer Tiefe  $\geq h_{ef}/4$  darf der Dübel im Achsabstand gleich dem *dreifachen* Bohrlochdurchmesser von einer Fehlbohrung gesetzt werden.
- Bei einer Fehlbohrung mit einer Tiefe  $< h_{ef}/4$  darf der Dübel im Achsabstand gleich dem *einfachen* Bohrlochdurchmesser von der Fehlbohrung gesetzt werden.

Weiterhin legen die DIBt Hinweise ([34], S. 6) Folgendes fest:

*„Eine Vorspannung bzw. Belastung des Dübels nach dem Schließen der Fehlbohrung mit hochfestem Mörtel ist frühestens dann zulässig, wenn die Festigkeit des Mörtels mindestens der Betonfestigkeit entspricht. Ist die Festigkeitsentwicklung des Mörtels nicht bekannt, darf der Dübel frühestens nach 24 Stunden oder bei der Verwendung von zugelassenem Injektionsmörtel nach der angegebenen Aushärtezeit vorgespannt bzw. belastet werden.“*

Weitere Hinweise, wie mit Fehlbohrungen umzugehen ist, sind ggf. in der jeweiligen „Dübel-Zulassung“ enthalten und entsprechend zu beachten.

### 11.3 Temperatur – Montagezeit – Aushärtezeit

Der Einfluss der Temperatur auf die Montage- und Aushärtezeit wurde bereits detailliert in Abschnitt 5.2 erläutert. Danach werden

- die Transport- und Lagerungstemperatur,
  - die Montagetemperatur,
  - die niedrigste Nutzungstemperatur,
- und bei Injektionssystemen
- die von der *Temperatur im Bohrloch* abhängigen Montage- und Aushärtezeiten
- in der jeweiligen „Zulassung“ des Dübel-Systems bzw. der Hersteller-Empfehlung angegeben. Bezüglich der Transport- und Lagerungstemperatur wird in der Regel in den Produktunterlagen angegeben, dass diese zwischen  $+5 \text{ }^\circ\text{C}$  und  $+25 \text{ }^\circ\text{C}$  liegen soll.

#### Hinweis

Vereinfacht kann man sich merken, dass Injektionsmörtelkartuschen wie das „Frühstücksbrötchen“ gelagert und transportiert werden sollten: Im Sommer kühl und im Winter warm halten, z. B. in einer Kühl- oder Isoliertasche (Bild 77).



**Bild 77.** Tipp im übertragenen Sinne für die richtige Transport- und Lagerungstemperatur von Injektionsmörtel-Kartuschen: „Lagerung wie das Frühstücksbrötchen“ – bitte nicht genauso nachmachen! (Foto: Scheller)

## 11.4 Montageprotokoll

In nationalen Dübel-Zulassungen (abZ) wurde bzw. wird für Dübelverankerungen noch explizit ein „Montageprotokoll“ gefordert. Die Europäischen Technischen Bewertungen (ETAs) für Dübel und auch die DIBt Hinweise [34] stellen diese Forderung allerdings nicht mehr. Dennoch könnte es sein, dass für eine besondere Bau-Maßnahme z. B. vom Bauherrn oder vom Prüflingenieur auch für einen Dübel mit ETA ein Montageprotokoll gefordert wird. Hierfür stellen die Hersteller entsprechende Blanko-Formulare zur Verfügung.

### Hinweis

Ein vollständig ausgefülltes Montageprotokoll ist ein zusätzliches Qualitätsmerkmal einer zulassungskonformen Dübel-Montage!

## 12 Typische Fehler und was man anders bzw. besser machen kann

### 12.1 Allgemeines

Ein kluger Spruch, den die Autoren ohne Namensangabe im Internet gefunden haben, heißt:

*„Aus Fehlern lernt man nicht, wenn man sie gemacht hat, sondern wenn man sie verstanden hat.“*

Frei nach diesem Zitat sind die folgenden Abschnitte zu verstehen: Befestigungssituationen, die die Autoren fotografiert haben und die offensichtlich fehlerhaft ausgeführt wurden, sollen exemplarisch einige typische Fehler in der Dübel-Praxis aufzeigen und Hinweise geben, wie man diese am besten umgehen kann.

## 12.2 Umgebung – Korrosion

Das Thema Korrosion wurde bereits umfangreich in Abschnitt 5.4 erläutert. Im bauaufsichtlich relevanten Bereich dürfen in Feuchträumen nur Dübel aus rostfreiem Stahl eingesetzt werden. Umgangssprachlich sollte hier mindestens Stahl der Güte „A4“ verwendet werden. Den Grund dafür zeigt deutlich Bild 78. Setzt man selbst für kleine Einbauten in einem Badezimmer nur galvanisch verzinkte Befestiger ein, dann kann dies in relativ kurzer Zeit zu unerwünschten Spuren führen.

Im Außenbereich gilt ebenfalls die Regelung, dass *mindestens* Dübel in der Güte „A4“ eingesetzt werden müssen. Bild 79 zeigt die Entwicklung einer Kunststoffdübel-Befestigung an einer Straßen-Verkehrinsel, die nur mit einer galvanisch verzinkten Schraube ausgeführt wurde, innerhalb von ca. 4 Jahren. Hier wäre eine Schraube mit mindestens der Stahlgüte „A4“ erforderlich gewesen.

In bestimmten Fällen ist jedoch auch eine Schraube bzw. ein Dübel aus „einfachem“ nichtrostenden Stahl „A4“ im Außenbereich noch *nicht* ausreichend korrosionsbeständig. Bei Einsatz von Tausalz im Winter oder auch in Schwimmbädern treten neben der Feuchtigkeit auch Chloride auf, die zu sogenannter „Spannungsrissskorrosion“ führen können. Bei dieser Korrosionsform können Dübel bei Vorhandensein einer dauerhaften Zugbeanspruchung im Extremfall ohne Vorankündigung versagen! Hier müssen daher Dübel-Systeme aus hochkorrosionsbeständigen Stählen zum Einsatz kommen. Diese Stähle werden im Bereich der Dübeltechnik auch als „HCR-Stähle“ bezeichnet (aus dem Englischen: High Corrosion Resistance).

Bild 80 zeigt in einem weiteren Praxisbeispiel erste Korrosionserscheinungen an einer „A4-Mutter“ der Befestigung eines hohen Schifffahrtszeichen-Mastes im Spritzwasserbereich auf der Nordsee-Insel Helgoland. Dagegen sind an der Ankerstange aus HCR-Material keine Anzeichen von Korrosion erkennbar. Hier wurde vermutlich das Original-Dübel-System aus HCR-Material (Gewindestange, untere Mutter und Unterscheibe) mit einer A4-Kontermutter versehen in der Hoffnung, dass diese zur Sicherung der Originalmutter bei Sturm und starker Belastung des befestigten Mas-



**Bild 78.** Galvanisch verzinkter Befestiger in einem Badezimmer (Foto: Küenzlen)



a)



b)

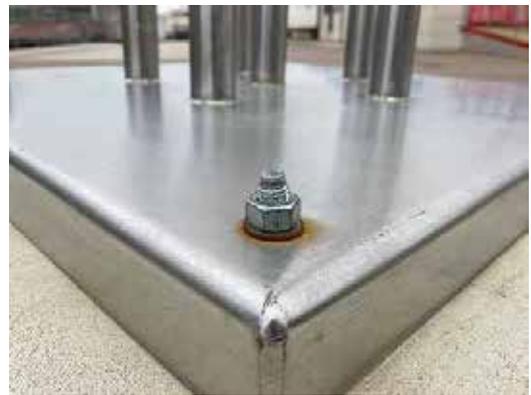
**Bild 79.** Kunststoff-Rahmendübel mit nur galvanisch verzinkter Schraube; a) vorher, b) ca. 4 Jahre später (Fotos: Küenzlen)



**Bild 80.** HCR-Ankerstange in Kombination mit A4 Mutter auf Helgoland (Foto: Küenzlen)

tes beiträgt. Im Spalt zwischen den beiden Muttern kommt es zur Aufkonzentration der Chloride durch Trocknungsvorgänge. Hier ist also die Belastung durch die Chloride besonders hoch. Am Mast selbst werden die Chloride durch den Regen immer wieder abgewaschen.

Ein weiteres Phänomen zeigt Bild 81. Hier wurde ein Kunstwerk aus nichtrostendem Material mit einem galvanisch verzinkten Dübel im Außenbereich befestigt. Neben der Korrosion durch Feuchtigkeit tritt hier eine elektrolytische Kontaktkorrosion zwischen dem „edleren“ rostfreien Stahl und dem „unedlen“ verzinkten Material auf. Dies führt zu deutlichen Korrosionserscheinungen am Befestiger. Umgekehrt spielt es keine große Rolle, d. h., verzinkte Balkongeländer können ohne Probleme mit Befestigern aus nichtrostendem Stahl befestigt werden, da hier das Größenverhältnis vom verzinkten Bauteil („großes“ Geländer) zum Befestiger („kleine“ Unterlegscheibe) unkritisch ist.



**Bild 81.** Galvanisch verzinkter Befestiger zur Befestigung einer Skulptur aus rostfreiem Stahl (Foto: Küenzlen)

### 12.3 Bauteil-Geometrie: Rand- und Achsabstände

Bei der Befestigung von Anbauteilen machen sich die Planer häufig leider zu spät darüber Gedanken, dass bei der Montage mit Dübeln in Bauteilen aus Mauerwerk auch (Mindest-)Achsen- und Randabstände sowie (Mindest-)Bauteildicken einzuhalten sind (vgl. Abschnitt 6). Aus z. B. „optischen Gründen“ oder „weil sonst kein anderer Platz mehr da war“ wird das Anbauteil dann z. B. dort platziert, wo es „optisch gut aussieht“ oder „wo eben noch Platz war“.

Eine solche Platzierung kann dann beispielsweise dazu führen, dass Randabstände kleiner werden, als vom Hersteller vorgegeben.

Gerade bei Produkten mit einer „Zulassung“ sind oft sowohl die angegebenen minimalen Randabstände  $c_{\min}$  als auch die angegebenen minimalen Achsabstände  $s_{\min}$  im Labor „ausgereizt“ worden.

Bild 82 zeigt die Befestigung einer Anschweißlasche mit einem modernen Kunststoff-Rahmendübel für den Einbau einer Tüorzarge aus Stahl. Dem Monteur war bekannt, dass bei einfachen Kunststoffdübeln eine deutliche „Hauptspreizrichtung“ vorhanden ist und



**Bild 82.** Zu geringer Randabstand bei der Montage eines Kunststoff-Rahmendübeln (Foto: Künzlen)

die Dübel bei Beachtung dieser „Hauptspreizrichtung“ nahe an den Rand gesetzt werden können, da die Spreizkräfte dann parallel zum Rand und *nicht* in Richtung des freien Rands wirken.

Auch wenn die modernen Kunststoffdübel optisch oft den Eindruck erwecken, dass es eine solche Ausrichtung noch gibt, so spreizen diese Dübel-Systeme tatsächlich vom Prinzip her in alle Richtungen gleichmäßig.

### 13 Versuche am Bauwerk

Im vorletzten Abschnitt dieses Beitrags wird noch einmal das Praxisbeispiel mit der Klimmzugstange aufgegriffen (vgl. Abschnitt 1.2):

- Wie kann nun alles richtig gemacht werden nach der Lektüre dieses Beitrags?
- Welche Möglichkeit bestehen zur Bestimmung, ob das vorgeschlagene Dübel-System, das Injektions-system WIT-VM 250 mit zugehöriger Anker- bzw. Gewindestange, auch wirklich geeignet ist (vgl. Abschnitt 1.2 und 9.3)?

In unbekanntem Mauerwerk gibt es dazu nur die eine Option, direkt vor Ort zu prüfen, d. h. sogenannte (Dübel-)Versuche am Bauwerk durchzuführen.

Nachfolgend soll dieses Vorgehen – für Metall-Injektionsanker zur Verankerung in Mauerwerk, die für die Klimmzugstange zu verwenden wären – kurz vorgestellt werden. Das gesamte Verfahren ist umfangreich in Künzlen et al. [1] beschrieben; dort finden sich auch die entsprechenden Informationen zum Vorgehen bei Verankerungen von Kunststoffdübeln.

### 13.1 Einleitung

(Dübel-)Versuche am Bauwerk wurden bzw. werden europäisch

- für Metall-Injektionsanker zur Verankerung in Mauerwerk nach EOTA ETAG 029 Annex B [48] bzw. EOTA TR 053 [52] und
- für Kunststoffdübel als Mehrfachbefestigung von nichttragenden Systemen in Beton und Mauerwerk nach EOTA ETAG 020 Annex B [47] bzw. EOTA TR 051 [51]

geregelt. Aufgrund wiederholter Anfragen zu dieser Thematik wurde im Jahr 2015 im Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) ein Arbeitskreis „Versuche am Bau“ eingerichtet. Als Beratungsergebnis dieses Gremiums liegen seit September 2019 – ergänzend zu den vorliegenden europäischen Vorgaben – die beiden überarbeiteten Technischen Regeln

- Durchführung und Auswertung von Versuchen am Bau für *Injektionsankersysteme im Mauerwerk* mit ETA nach ETAG 029 bzw. nach EAD 330076-00-0604 [36] und
- Durchführung und Auswertung von Versuchen am Bau für *Kunststoffdübel in Beton und Mauerwerk* mit ETA nach ETAG 020 bzw. nach EAD 330284-00-0604 [37]

vor. In DIBt MVV TB ([35], S. 168) wird dazu Folgendes ausgeführt:

*Die charakteristischen Tragfähigkeiten in der ETA gelten nur für die Steine, die in der ETA angegeben sind. Für Mauerwerk aus anderen, vergleichbaren Steinen darf die charakteristische Tragfähigkeit durch Baustellenversuche nach folgenden Regeln ermittelt werden:*

- *Injektionsankersysteme: „Durchführung und Auswertung von Versuchen am Bau für Injektionsankersysteme im Mauerwerk mit ETA nach ETAG 029 bzw. nach EAD 330076-00-0604, Stand: September 2019“*
- *Kunststoffdübel: „Durchführung und Auswertung von Versuchen am Bau für Kunststoffdübel in Beton und Mauerwerk mit ETA nach ETAG 020 bzw. nach EAD 330284-00-0604, Stand: September 2019“*

Nachfolgend erfolgen eine kurze Einführung in das Regelwerk DIBt TR VaB Injektionsanker [36] sowie Tipps für deren Anwendung in der Praxis.

Die am Bau Beteiligten können sich an den hier gemachten Erläuterungen orientieren, müssen sich aber immer wieder individuell zu ihrem jeweiligen Projekt „(Dübel-)Versuche am Bauwerk“ Gedanken machen und abstimmen. Dazu gehört es auch, sich im Detail mit den einzelnen Anforderungen der Technischen Regel DIBt TR VaB Injektionsanker [36] vertraut zu machen.

### 13.2 Verantwortlichkeiten

In DIBt TR VaB Injektionsanker [36] werden sehr differenziert die Verantwortlichkeiten bzw. Zuständigkeiten und deren erforderliche Qualifikationen für Baustellenversuche für Metall-Injektionsanker zur Veran-

**Tabelle 5.** Kurzübersicht zu den Verantwortlichkeiten bei Baustellenversuchen für Metall-Injektionsanker zur Verankerung im Mauerwerk nach DIBt TR VaB Injektionsanker [36]

Person(en)	Verantwortlichkeiten
Fachplaner	<ul style="list-style-type: none"> <li>– plant die Versuche und legt die Versuchsart fest (z. B. Zugversuche/Querlastversuche/Bruchversuche/Probebelastung/Abnahmeversuche)</li> <li>– übernimmt Verantwortung für die statistische Auswertung und Ermittlung der charakteristischen Tragfähigkeiten und deren nachvollziehbare Dokumentation</li> </ul>
Versuchsleiter	<ul style="list-style-type: none"> <li>– führt Probebohrungen durch</li> <li>– bedient das Prüfgerät/führt die Versuche durch</li> <li>– dokumentiert die Versuchsergebnisse</li> </ul>
sachkundiges Personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>– führt die Arbeiten auf der Baustelle aus</li> <li>– setzt die Dübel für die Versuche</li> <li>– erfüllt die Anforderungen an Monteure bzw. geschultes Personal gemäß [34]</li> </ul>

kerung in Mauerwerk angegeben. Dafür werden der „Fachplaner“, der „Versuchsleiter“ und das „sachkundige Personal“ definiert. Hierzu gibt die Tabelle 5 einen kurzen Überblick.

### 13.3 Technische Regel Durchführung und Auswertung von Versuchen am Bau

Die Technische Regel „Durchführung und Auswertung von Versuchen am Bau für Injektionsankersysteme im Mauerwerk mit ETA nach ETAG 029 bzw. nach EAD 330076-00-0604“ [36] ist in die folgenden vier Abschnitte gegliedert:

- 1 Anwendungsbereich
- 2 Versuche
- 3 Auswertung der Versuche
- 4 Angaben für die Bemessung

Die erteilte, aktuelle ETA für einen zu verwendenden Metall-Injektionsanker zur Verankerung im Mauerwerk ist die Grundvoraussetzung für Baustellenversuche. Die Tragfähigkeit eines Injektionsankers kann dann durch Zugversuche und durch Querlastversuche am Rand ermittelt werden.

### 13.4 Anwendungsbereiche

Für Metall-Injektionsanker zur Verankerung im Mauerwerk werden die Mauerwerksgruppen b, c und d nach EAD 330076-00-0604 [43] unterschieden, die in Tabelle 6 zusammengefasst dargestellt werden.

Die in der Dübel-ETA für den Injektionsanker ausgewiesenen charakteristischen Tragfähigkeiten gelten nur, wenn auf der Baustelle der von seiner Beschaffenheit gleiche Verankerungsgrund vorliegt wie der, der im Zulassungsverfahren mit dem Dübel geprüft wurde. In diesem Fall kann auf Versuche am Bauwerk verzich-

**Tabelle 6.** Mauerwerksgruppen nach EAD 330076-00-0604 ([43], Abschnitt 1.2.1)

Mauerwerksgruppe	Verankerungsgrund
b	Mauerwerk aus Vollsteinen nach DIN EN 771-1, -2, -3 und -5 [7–9, 11] (senkrechte Lochung bis maximal 15 % des Querschnitts sind zulässig, z. B. Grifflöcher oder Vertiefungen bis 20 % bezogen auf das Volumen des Steins)
c	Mauerwerk aus Hohl- oder Lochsteinen nach DIN EN 771-1, -2, -3 und -5 [7–9, 11]
d	Mauerwerk aus Porenbetonsteinen nach DIN EN 771-4 [10] mit einer Druckfestigkeit zwischen $1,8 \leq f_{cm} \leq 8$ [N/mm <sup>2</sup> ]

tet werden, vorausgesetzt, dass der Dübel entsprechend der ETA montiert wurde (vgl. Tabelle 7).

Bei *Lochsteinen* ist zusätzlich die Setzrichtung des Dübel-Systems zu beachten: 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 (vgl. [36], S. 5).

Nur bei *Vollsteinen* können die charakteristischen Dübel-Tragfähigkeiten aus der ETA auf vergleichbare Vollsteine (aus demselben Baustoff) auf der Baustelle übertragen werden, wenn diese lediglich durch ein größeres Steinformat und/oder durch eine höhere Druckfestigkeit sowie eine größere Rohdichte von den im Zulassungsverfahren geprüften Steinen abweichen (vgl. [36], S. 3).

Ansonsten ist die charakteristische Tragfähigkeit eines Injektionsankers im bauaufsichtlich relevanten Bereich (vgl. Abschnitt 2.4) durch Versuche am Bauwerk zu ermitteln, wenn nur einer der folgenden Fälle vorhanden sein sollte (vgl. auch Tabelle 7 in Abschnitt 13.6):

- Für den auf der Baustelle vorhandenen Verankerungsgrund sind keine charakteristischen Tragfähigkeiten in der Dübel-ETA angegeben; ein Stein vom gleichen Baustoff, von gleicher Struktur und vergleichbarer Geometrie (vgl. [36], 2019, S. 3 und 5) befindet sich jedoch in der Zulassung.
- Der auf der Baustelle verbaute Vollstein hat ein kleineres Steinformat und/oder eine niedrigere Druckfestigkeit sowie eine kleinere Rohdichte als der in der Dübel-ETA ausgewiesene Vollstein aus dem gleichen Baustoff.
- Die Dübel werden für die spätere Montage tiefer gesetzt als sie im Zulassungsverfahren geprüft wurden; auch dieser Einfluss ist zu untersuchen (DIBt [36], S. 5):

*„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 prinzipi-*

elle Eignung der Montagetechnik in der ETA nachgewiesen ist.“

Bei diesen Versuchen muss die Dübel-ETA allerdings immer die entsprechende Mauerwerksgruppe nach Tabelle 6 abdecken, d. h. Versuche am Bauwerk in einem Lochstein „Z“ sind nur dann „zulässig“, wenn im Rahmen der Zulassungsverfahren bereits für einen anderen Lochstein „Z“ – den sogenannten „Referenzstein“ mit gleichem Baustoff (Ziegel, Porenbeton, Kalksandstein, Leichtbeton oder Normalbeton) und gleicher Struktur (Vollstein, Hohl- oder Lochstein mit oder ohne Dämmstoff-Füllung) – die grundsätzliche Eignung für die Verankerung des Injektionsankers geprüft wurde und für diesen Stein charakteristische Tragfähigkeiten des Dübels in der ETA ausgewiesen werden. Deckt die Dübel-ETA in der Mauerwerksgruppe „c“ nur Hochlochziegel ab, so können für Lochsteine aus einem anderen Baustoff (z. B. einen Kalksand-Lochstein) keine charakteristischen Tragfähigkeiten durch Versuche am Bauwerk im Rahmen dieser ETA abgeleitet werden.

Zu beachten ist, dass die Technische Regel DIBt TR VaB Injektionsanker [36] für Injektionsanker bezüglich Hohl- und Lochsteinen sehr restriktiv ist. Hierzu werden im Abschnitt 1.3 in DIBt TR VaB Injektionsanker ([36], S. 5) folgende Bedingungen für den Baustellen-Verankerungsgrund gestellt:

- „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.“

Das bedeutet zum Beispiel, dass keine charakteristischen Tragfähigkeiten durch Versuche am Bauwerk für einen Hochlochziegel mit Perlite-Füllung im Rahmen einer Dübel-ETA abgeleitet werden können, wenn in dieser Dübel-ETA in der Mauerwerksgruppe „c“ nur ein Hochlochziegel mit Mineralwolle-Füllung ausgewiesen ist.

Für Injektionsanker wird im Anwendungsbereich in DIBt TR VaB Injektionsanker [36] nicht gesondert betont, dass der Einfluss eines Bohrverfahrens, das nicht in der Injektionsanker-ETA erfasst ist, zu untersuchen ist. In den ETAs wird das Bohrverfahren aber für die einzelnen geprüften Steine ausgewiesen; dieses vorgegebene Bohrverfahren ist einzuhalten. Daher ist das bei den Baustellenversuchen angewandte Bohrverfahren auch im Versuchsbericht zu dokumentieren.

Ergänzend zur differenzierten Betrachtung des Baustellen-Verankerungsgrunds und eines zugehörigen Referenzsteins in der ETA für den Metall-Injektionsanker sind außerdem

- Temperaturbereiche sowie
- Nutzungsbedingungen in Bezug auf Montage und Verwendung

zu beachten. Dazu wird auf *Küenzlen et. al* ([1], S. 86 und 87) hingewiesen.

### 13.5 Bedingungen für Achs- und Randabstände

Neu gegenüber EOTA ETAG 029 Annex B [49] bzw. EOTA TR 053 [52] ist in DIBt TR VaB Injektionsanker ([36], S. 5 und 17), dass für Zug- und Querbeanspruchung Randabstände zwischen dem Mindestwert  $c_{\min,ETA}$  und dem charakteristischen Wert  $c_{cr,ETA}$  des Referenzsteins gemäß ETA durch Baustellenversuche beurteilt werden dürfen. Dabei ist

$c_{\min,ETA}$	der minimale Randabstand des Injektionsankers für den Referenzstein in der ETA und
$c_{cr,ETA}$	der charakteristische Randabstand des Injektionsankers für den Referenzstein in der ETA.

Weitere Informationen sind in DIBt TR VaB Injektionsanker ([36], S. 5 und 17) enthalten.

### 13.6 Handeln „im Rahmen der Zulassung“

„Zulässig“ (vgl. Abschnitt 13.4) bedeutet im Zusammenhang mit Versuchen am Bauwerk das Handeln „im Rahmen der Zulassung“ des Dübels i. d. R. der Dübel-ETA:

- Wenn die grundsätzliche Eignung des Dübels in einem Verankerungsgrund der entsprechenden Mauerwerksgruppe nach Abschnitt 13.4, Tabelle 6 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, Nutzungsbedingungen sowie Achs- und Randabstände zu berücksichtigen sind (Abschnitte 13.4 und 13.5).
- Wurde die grundsätzliche Eignung des Dübels in einem Verankerungsgrund nach Tabelle 6, 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 eine vorhabenbezogene Bauartgenehmigung (vgl. Abschnitt 2.4.2.9). 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 7 wird noch einmal zusammenfassend dargestellt, wann Versuche am Bauwerk mit Metall-Injektionsankern im Mauerwerk erforderlich sind.

**Tabelle 7.** Erfordernis von Versuchen am Bauwerk mit Metall-Injektionsankern im Mauerwerk

Versuche am Bauwerk mit Metall-Injektionsankern im Mauerwerk sind nach EOTA ETAG 029 Annex B [49], EOTA TR 053 [52] bzw. DIBt TR VaB Injektionsanker [36]

... nicht erforderlich, wenn ...	... erforderlich, wenn ...
<p>... der auf der Baustelle verwendete Mauerstein der gleiche ist wie einer der Verankerungsgründe, die in der ETA des verwendeten Dübels abgebildet sind.</p> <p>Bei der Montage wird die Setztiefe des Dübels (<math>h_{ef}</math>) 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.</p> <p>... der auf der Baustelle verwendete Vollstein vom in der Dübel-ETA abgebildeten Vollstein lediglich abweicht durch</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ein größeres Steinformat und/oder</li> <li>– eine höhere Druckfestigkeit sowie eine höhere Rohdichte.</li> </ul>	<p>... der auf der Baustelle verwendete Mauerstein nicht in der ETA des verwendeten Dübels abgebildet ist.</p> <p>In der Dübel-ETA ist aber ein Stein enthalten</p> <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) und</li> <li>– mit einer vergleichbaren Geometrie (Steinabmessungen, Loch- und Stegabmessungen).</li> </ul> <p>... der auf der Baustelle verbaute Vollstein ein kleineres Steinformat und/oder eine niedrigere Druckfestigkeit sowie eine niedrigere Rohdichte hat als der in der Dübel-ETA ausgewiesene, ansonsten gleiche Vollstein.</p> <p>... der Dübel tiefer gesetzt wird als in der Dübel-ETA vorgegeben, diese Verankerungstiefe aber 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.</p>

## 13.7 Praxistipps

### 13.7.1 Ort der Prüfungen

Der Ort, an dem die Prüfungen durchgeführt wurden, sollte möglichst präzise beschrieben werden, damit später nach Abschluss des eigentlichen Bauvorhabens immer noch genau nachvollzogen werden kann, wo tatsächlich die Versuche am Bauwerk durchgeführt wurden. Folgende Angaben können hilfreich sein:

- Achskordinaten aus vorliegenden Plänen (wenn vorhanden),
- Innenraum oder Außenbereich,
- Geschoss/Etage,
- Raum-Nummer,
- ... ,
- Bereits an diesem Punkt empfiehlt sich eine Dokumentation mithilfe von Fotos.

Mit Bezug auf DIBt TR VaB Injektionsanker ([36], S. 8) sind die Setzstellen, an denen die Versuche am Bauwerk durchgeführt werden, durch den zuständigen Fachplaner festzulegen.

Wenn eine Fassade bei einem Bauvorhaben im Bestand, an einem bereits vorhandenen, ggf. auch verputzten Mauerwerk verankert werden soll, gelten die z. B. nur an einer Außenwand des Bestandsgebäudes ermittelten Versuchsergebnisse nicht automatisch für alle Wände des gesamten Bauvorhabens. Für diesen Fall müsste sichergestellt werden, dass es sich bei allen Außenwänden um den gleichen Verankerungsgrund handelt, in den der Dübel später tatsächlich auch eingebaut wird (vgl. Abschnitt 3.2.2 mit Bild 13).

EOTA ETAG 029 Annex B ([49], S. 2) bzw. EOTA TR 053 ([52], S. 3) führen hierzu allgemein Folgendes aus:

*„Die Anzahl und Position der zu prüfenden Injektionsanker sind den jeweiligen speziellen Bedingungen des jeweiligen Bauwerks anzupassen und müssen z. B. im Fall von verdeckten und größeren Flächen erhöht werden, so dass zuverlässige Angaben über die charakteristische Tragfähigkeit der im jeweiligen Verankerungsgrund eingebetteten Injektionsanker abgeleitet werden können. Die Versuche sollten die ungünstigsten Bedingungen der praktischen Ausführung berücksichtigen.“*

### 13.7.2 Prüfvorrichtung

Mit „Prüfvorrichtung“ sind mobile Dübel-Auszugsgeräte gemeint, mit denen Baustellenversuche durchgeführt werden können (vgl. Bild 83 und Bild 84). Bei diesen Geräten ist allgemein immer darauf zu achten, dass sie regelmäßig (je nach Herstellervorgabe i. d. R. einmal jährlich) kalibriert werden (vgl. [36], 2019, S. 9):

*„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.“*

Da hier eine kalibrierte Kraftmessdose gefordert wird, sollten die Geräte i. d. R. bei den Prüfgeräte-Herstellern entsprechend regelmäßig kalibriert und dort auch gleichzeitig gewartet werden. Wird ein Dübel-Auszugsgerät unsachgemäß behandelt, z. B. fällt ein Prüfgerät bei einem Versuch an einer Fassade auf das Gerüst oder sogar vom Gerüst auf den Boden, so ist das Gerät selbstverständlich außerhalb des vorgegebenen War-



**Bild 83.** (Dübel-)Versuche am Bauwerk zur Bestimmung der Dübel-Tragfähigkeit im tatsächlich vorhandenen Baustellen-Verankerungsgrund (Foto: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

tungszyklus zu überprüfen und darf zunächst nicht mehr für weitere Versuche verwendet werden. Als lichter Abstand ( $l_a$ ) zwischen der Abstützung des Prüfgeräts und dem zu prüfenden Injektionsanker wird für Zugversuche in DIBt TR VaB Injektionsanker ([36], S. 9) mindestens die 1,5-fache effektive Verankerungstiefe ( $l_a = 1,5 \cdot h_{ef}$ ) empfohlen, woraus der Abstützdurchmesser ( $a_{dist} = 3 \cdot h_{ef}$ ) nach Bild 85 resultiert. Dieser Abstand soll ein mögliches Ausbrechen des Mauerwerks während des Versuchs nicht behindern.

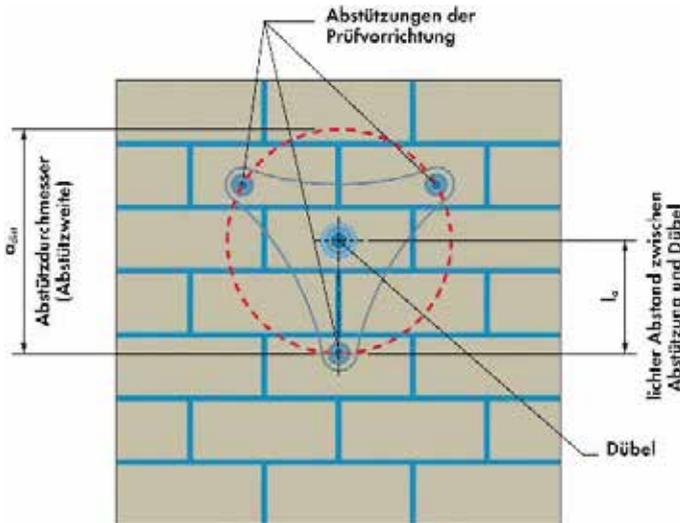


a)

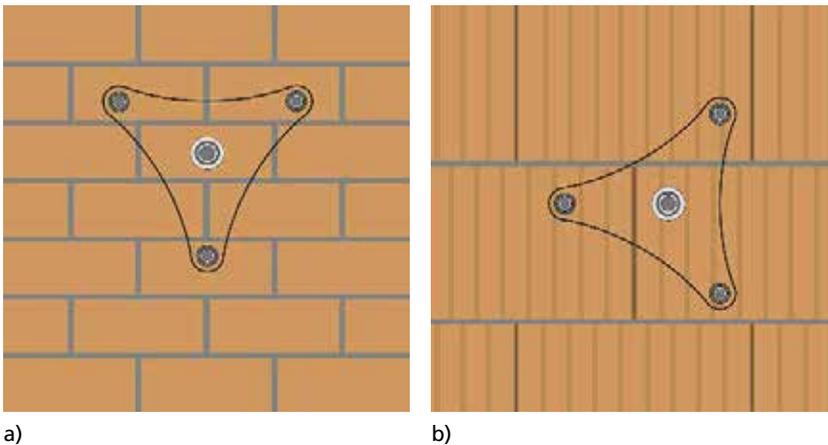


b)

**Bild 84.** Beispiele für mobile Dübel-Auszugsgeräte; a) 12-kN-Dübel-Auszugsgerät (Digitalanzeige), b) 50-kN-Dübel-Auszugsgerät (Analoganzeige); (Fotos: a) Adolf Würth GmbH & Co. KG, b) Scheller)



**Bild 85.** Abstand zwischen Abstützung des Prüfgeräts und dem zu prüfenden Dübel (Grafik: Adolf Würth GmbH & Co. KG)



**Bild 86.** Lage der Abstützung a) bei kleinformatigen Steinen b) bei großformatigen Lochsteinen  
(Grafik: Adolf Würth GmbH & Co. KG)

Nach DIBt TR VaB Injektionsanker ([36], S. 10) kann durch die Berücksichtigung der Lage der Abstützung des Prüfgeräts bei kleinformatigen Steinen das Herausziehen der Steine bei der Prüfung am Bauwerk berücksichtigt werden:

- Bild 86a zeigt die Lage der Abstützung außerhalb des Steins, in dem der Dübel montiert ist.
- Bild 86b zeigt, dass bei großformatigen Lochsteinen darauf geachtet werden muss, dass ein Aufspalten des Steins durch die Lage der Abstützung nicht behindert wird.

### 13.7.3 Versuchsergebnisse

Nach der Dokumentation des Ortes der Prüfung (Abschnitt 13.7.1), der Prüfvorrichtung (Abschnitt 13.7.2), des Baustellenverankerungsgrundes (vgl. Abschnitt 3.2) sowie weiterer Punkte in einem Versuchsbericht nach den Vorgaben in DIBt TR VaB Injektionsanker ([36], S. 11 und 12) können die vom Fachplaner geplanten Versuche durchgeführt und deren Ergebnisse ebenfalls im Versuchsbericht dokumentiert werden.

Gemäß DIBt TR VaB Injektionsanker ([36], S. 8) gilt dabei Folgendes:

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

Bei der Versuchsdurchführung nach DIBt TR VaB Injektionsanker ([36], S. 11) sind folgende Anforderungen zu beachten:

*„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.“*

Die Angabe der „Versuchsgeschwindigkeit“ mit „nach nicht weniger als ca. 1 Minute“ kann in der Baustellenpraxis nur *ungefähr* eingehalten werden, da insbesondere die Größe der Bruchlast für den jeweiligen Versuch ja vorher nicht bekannt ist. Vorausgesetzt, dass die Bruchlasten der einzelnen Versuche nicht zu stark voneinander abweichen, kann es auf der Baustelle im Prinzip immer nur ein „Herantasten“ an die „ca. 1 Minute“ geben, indem die Last auf der sicheren Seite nur sehr langsam gesteigert wird und parallel dazu die Zeit gemessen bzw. die Prüfdauer kontrolliert wird.

### 13.7.4 Aufgabentrennung

Mit der Dokumentation der Versuchsergebnisse sind nach DIBt TR VaB Injektionsanker ([36], S. 12) die Aufgaben des „Versuchsleiters“ gemäß Abschnitt 13.2 erfüllt:

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

Für die Auswertung der Versuchsergebnisse ist dann der „Fachplaner“ nach Abschnitt 13.2 zuständig, da nach DIBt TR VaB Injektionsanker ([36], S. 13) Folgendes gilt:

*„Die statistische Auswertung und die Ermittlung der charakteristischen Tragfähigkeit ... werden in Verantwortung des Fachplaners erstellt und sind von ihm nachvollziehbar zu dokumentieren.“*

Insbesondere die Auswahl des Referenzsteins und das Herauslesen der entsprechenden charakteristischen

Tragfähigkeit ( $N_{Rk,ETA}$  und  $V_{Rk,ETA}$ ) aus der Zulassung des verwendeten Dübels ist eine Entscheidung, die final nur durch den zuständigen Tragwerksplaner erfolgen kann, da nur dieser mit dem gesamten Bauvorhaben vertraut ist.

Sowohl „Zulassungen“ als auch Versuche am Bauwerk für Dübel erbringen immer nur den Nachweis der unmittelbaren örtlichen Krafteinleitung in den Verankerungsgrund; die Weiterleitung der mit den Dübeln zu verankernden Lasten im Bauteil und im Bauwerk (im Prinzip von der Einwirkungsstelle bis zur Gründungsebene) kann ebenfalls nur durch den zuständigen Fachplaner nachgewiesen werden.

## 14 Zusammenfassung – Wie löst man die Befestigungsaufgabe?

Im letzten Abschnitt dieses Beitrags wird noch einmal das Wichtigste zusammengefasst verbunden mit der Hoffnung, dass die Ausführungen dazu beitragen konnten, die Welt der Dübeltechnik ein bisschen transparenter und sicherer zu machen. Wenn einige Regeln beachtet werden, lassen sich die Befestigungsaufgaben auf den Baustellen zuverlässig lösen. Dafür wurden in diesem Beitrag ganz bewusst die Details der Dübel-Bemessung ausgespart und stattdessen die Kompetenzanforderungen für Monteure erläutert, die in den DIBT Hinweisen [34] gefordert werden.

Die Bemessung von bauaufsichtlich relevanten Dübel-Befestigungen ist immer die Aufgabe des zuständigen (Tragwerks-)Planers bzw. des „erfahrenen“ (Bau-)Ingenieurs (vgl. Abschnitt 10). Dazu bieten die Dübel-Hersteller gern ihre Unterstützung an. Dabei kann eine Befestigungsaufgabe nur dann zuverlässig gelöst werden, wenn die erforderlichen Informationen und Grundlagen für eine Bemessung bekannt sind und rechtzeitig vor der Ausführung der Dübelmontage entsprechend an die Planungsseite kommuniziert werden. Diesen Grundlagen einer jeden Dübel-Bemessung widmet sich der Beitrag in erster Linie. Wenn für die Befestigungsaufgabe in der hier beschriebenen Reihenfolge bzw. Systematik vorgegangen wird, dann sollte einer zuverlässigen Ausführung der Dübelmontage (fast) nichts mehr im Wege stehen:

- Verankerungsgrund – Worin soll befestigt werden? (Abschnitt 3 und 4)
- Umgebung – Welche äußeren Einflüsse liegen vor? (Abschnitt 5)
- Bauteil-Geometrie – Wie sieht der Verankerungsgrund aus? (Abschnitt 6)
- Ankerplatte/Anbauteil – Was soll befestigt werden? (Abschnitt 7)
- Einwirkungen – Welche Belastungen treten bei der Befestigung auf? (Abschnitt 8)
- Dübel-Systeme – Welche Systeme stehen zur Verfügung? (Abschnitt 9)

Eine grundsätzliche Empfehlung, welches System „das Beste“ für die jeweilige Befestigungsaufgabe ist, ist allerdings nicht möglich, da für eine solche Festlegung zu viele Parameter eine Rolle spielen. So raten die Autoren auch von pauschalen Empfehlungen – z. B. „ein Geländer muss immer mit Dübel-System A oder Dübel-System B geplant und ausgeführt werden“ – prinzipiell ab, da die individuelle Befestigungsaufgabe möglicherweise nur mit Dübel-System C gelöst werden kann. Neben der zuvor beschriebenen Systematik sind für jedes einzelne Dübel-System auch immer wieder folgende Entscheidungskriterien zu berücksichtigen:

- Bohrlochtiefe/Einbaulänge/Verankerungstiefe (Vermeidung von Bewehrungstreffern)
- Tragfähigkeit des einzelnen Dübels
- Brandschutz (Hat das Dübel-System Angaben zum Brandschutz in der „Zulassung“?)
- Korrosionsschutz (Ist das Dübel-System z. B. auch in nichtrostendem Stahl lieferbar?)
- Montierbarkeit (Vorsteckmontage? Durchsteckmontage? Über-Kopf-Montage möglich? Sofortige bzw. schnelle Belastbarkeit?)
- Vorgaben des Planers
- Vorliebe der ausführenden Firma
- Preis für das Dübel-System.

Abschließend werden daher immer der Planer und/oder die ausführende Firma entscheiden, welches Dübel-System zur Ausführung kommt.

Als Hilfestellung für diese Entscheidung dient – hoffentlich – dieser Beitrag. Für die Planung und Ausführung Ihrer Befestigungsaufgaben wünschen Ihnen die Autoren viel Erfolg!

## Literatur

### Veröffentlichungen (Fachbücher, Fachzeitschriften u. a.)

- [1] Künzlen, J.; Scheller, E.; Becker, R.; Kuhn, T. (2020) *(Dübel-)Versuche am Bauwerk in Mauerwerk – Aktuelle Regelungen für Kunststoffdübel und Metall-Injektionsanker zur Verankerung im Mauerwerk*. Deutscher Ausschuss für Mauerwerksbau e. V. [Hrsg.], DAfM-Schriftenreihe Heft 4. Berlin: Ernst & Sohn.
- [2] Laternser, K. (2006) *ETA-Leitlinie Metalleidübel für die Verwendung als Mehrfachbefestigung von nichttragenden Systemen verabschiedet, Mitteilung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBT) – Hinweis, 22. August 2006*, kostenlose Download-Möglichkeit unter URL: [https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/I2/Metallduebel\\_Mehrfachbefestigung\\_NichttragendeSystem\\_e\\_ETA-Leitlinie.pdf](https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/I2/Metallduebel_Mehrfachbefestigung_NichttragendeSystem_e_ETA-Leitlinie.pdf) [Zugriff am 10.09.2021]
- [3] Sauter, H.; Hornung, V.; Pflughaupt, M.; Reick, M.; Rickes, K. (2019) *Kommentar Landesbauordnung für Baden-Württemberg*. Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.
- [4] Scheller, E.; Künzlen, K. [Hrsg.] (2013) *Handbuch der Dübeltechnik – Grundlagen, Anwendungen, Praxis*. Künzelsau: Swiridoff Verlag GmbH & Co. KG.

## Internetquellen

[5] Regierungspräsidium Tübingen (2023) *Zustimmung/ Bauartgenehmigung*. <https://rp.baden-wuerttemberg.de/rp/abt2/ref27/seiten/zustimmung-im-einzelfall> [Zugriff am 09.01.2023]

## Europäische und internationale Normen (DIN EN, ISO)

[6] DIN CEN/TR 17079:2019-04 (2019) *Bemessung der Verankerungen von Befestigungen in Beton – Redundante nicht tragende Systeme*. Berlin: Beuth.

[7] DIN EN 771-1:2015-11 (2015) *Festlegungen für Mauersteine – Teil 1: Mauerziegel*. Berlin: Beuth.

[8] DIN EN 771-2:2015-11 (2015) *Festlegungen für Mauersteine – Teil 2: Kalksandsteine*. Berlin: Beuth.

[9] DIN EN 771-3:2015-11 (2015) *Festlegungen für Mauersteine – Teil 3: Mauersteine aus Beton (mit dichten und porigen Zuschlägen)*. Berlin: Beuth.

[10] DIN EN 771-4:2015-11 (2015) *Festlegungen für Mauersteine – Teil 4: Porenbetonsteine*. Berlin: Beuth.

[11] DIN EN 771-5:2015-11 (2015) *Festlegungen für Mauersteine – Teil 5: Betonwerksteine*. Berlin: Beuth.

[12] DIN EN 771-6:2015-11 (2015) *Festlegungen für Mauersteine – Teil 6: Natursteine*. Berlin: Beuth.

[13] DIN EN 1990:2010-12 (2010) *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*. Berlin: Beuth.

[14] DIN EN 1990/NA:2010-12 (2010) *Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*. Berlin: Beuth.

[15] DIN EN 1991-1-1:2010-12 (2010) *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau*. Berlin: Beuth.

[16] DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12 (2010) *Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau*. Berlin: Beuth.

[17] DIN EN 1991-1-4:2010-12 (2010) *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten*. Berlin: Beuth.

[18] DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 (2010) *Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten*. Berlin: Beuth.

[19] DIN EN 1992-4:2019-04 (2019) *Eurocode 2 – Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 4: Bemessung der Verankerungen von Befestigungen in Beton*. Berlin: Beuth.

[20] DIN EN 1992-4:2019-04/NA (2019) *Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 4: Bemessung der Verankerungen in Beton*. Berlin: Beuth.

*tontragwerken – Teil 4: Bemessung von Befestigungen in Beton*. Berlin: Beuth.

[21] DIN EN 1993-1-4:2015-10 (2015) *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-4: Allgemeine Bemessungsregeln – Ergänzende Regeln zur Anwendung von nichtrostenden Stählen*. Berlin: Beuth.

[22] DIN EN 1993-1-4/NA:2020-11 (2020) *Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-4: Allgemeine Bemessungsregeln – Ergänzende Regeln zur Anwendung von nichtrostenden Stählen*. Berlin: Beuth.

[23] DIN EN 1995-1-1:2010-12 (2010) *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau*. Berlin: Beuth.

[24] DIN EN 1995-1-1/A2:2010-12 (2010) *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau*. Berlin: Beuth.

[25] DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 (2013) *Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau*. Berlin: Beuth.

[26] DIN EN 1996-1-1:2013-02 (2013) *Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk*. Berlin: Beuth.

[27] DIN EN 1996-1-1/NA:2019-12 (2019) *Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk*. Berlin: Beuth.

[28] DIN EN 1996-2/NA:2012-01 (2012) *Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 2: Planung, Auswahl der Baustoffe und Ausführung von Mauerwerk*. Berlin: Beuth.

[29] DIN EN 10204:2005-01 (2005) *Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen*. Berlin: Beuth.

[30] ISO 5468:2017-02 (2017) *Schlagbohrer (Mauerbohrer) mit Schneidplatten aus Hartmetall – Maße*. Berlin: Beuth.

## Gesetze – Richtlinien – Technische Regeln

[31] Bauproduktenverordnung (2011) Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates, Amtsblatt der Europäischen Union L 88/5 vom 4.4.2011. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:088:0005:0043:DE:PDF>

[32] DVGW-TRGI 2018 (2018) Technische Regel – Arbeitsblatt DVGW G 600 (A) – DVGW-TRGI 2018 – *Technische Regel für Gasinstalltionen*, Hrsg.: Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. (DVGW).

[33] DVGW-TRGI 2018 (2018) *Kommentar: Praxis der Gasinstallation*, Der Kommentar zur Technischen Regel für Gasinstalltionen – DVGW-TRGI 2018, Hrsg.: Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. (DVGW).

[34] DIBt Hinweise (2010): *Hinweise für die Montage von Dübelverankerungen*, Oktober 2010. [https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/I2/Duebel\\_Hinweise\\_Montage.pdf](https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/I2/Duebel_Hinweise_Montage.pdf) [Zugriff am 07.01.2021]

[35] DIBt MVV TB (2020/2) *Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB)*, Ausgabe 2020/2 vom 19. November 2021. DIBt Mitteilungen, Berlin. [https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/P5/Technische\\_Bestimmungen/MVVTB\\_2020-2.pdf](https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/P5/Technische_Bestimmungen/MVVTB_2020-2.pdf) [Zugriff am 01.12.2021]

[36] DIBt TR VaB Injektionsanker (2019) *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 (Entwurf). [https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/I2/VersucheamBau\\_Injektionsankersysteme\\_Mauerwerk.pdf](https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/I2/VersucheamBau_Injektionsankersysteme_Mauerwerk.pdf) [Zugriff am 14.01.2021]

[37] DIBt TR VaB Kunststoffdübel (2019) *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 (Entwurf). [https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/I2/VersucheamBau\\_Kunststoffduebel\\_Mauerwerk.pdf](https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/I2/VersucheamBau_Kunststoffduebel_Mauerwerk.pdf) [Zugriff am 14.01.2021]

[38] DIBt/FWI Merkblatt Bohrer (2002) *Merkblatt über die Kennwerte, Anforderungen und Prüfungen von Mauerbohrern mit Schneidkörpern aus Hartmetall, die zur Herstellung der Bohrlöcher von Dübelverankerungen verwendet werden*, Januar 2002. [https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/I2/Mauerbohrer\\_Bohrloecher\\_Duebelverankerungen\\_Merkblatt.pdf](https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/I2/Mauerbohrer_Bohrloecher_Duebelverankerungen_Merkblatt.pdf) [abgerufen am 14.01.2021]

[39] Landesbauordnung BW (2019) *Landesbauordnung Baden-Württemberg (LBO) – Fassung 5. März 2010, zuletzt geändert durch Gesetz vom 13.06.2023*. [https://www.landesrecht-bw.de/jportal/portal/t/19c0/page/bsbawueprod.phtml/screen/JWPDFScreen/filename/BauO\\_BW\\_2010.pdf](https://www.landesrecht-bw.de/jportal/portal/t/19c0/page/bsbawueprod.phtml/screen/JWPDFScreen/filename/BauO_BW_2010.pdf) [Zugriff 12.07.2023]

[40] Musterbauordnung (2019) *Musterbauordnung (MBO) – Fassung November 2002, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 25.09.2020*. <https://www.bauministerkonferenz.de> [Zugriff am 09.01.2023]

[41] VdS CEA 4001 (2021) *VdS CEA-Richtlinien für Sprinkleranlagen – Planung und Einbau*, Hrsg. und Verlag: VdS Schadenverhütung GmbH, Köln.

[42] VwV TB (2022) *Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Landesentwicklung und Wohnen über Technische*

*Baubestimmungen (Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen – VwV TB) vom 12. Dezember 2022*. <https://mlw.baden-wuerttemberg.de/de/bauen-wohnen/baurecht/bautechnik-und-bauoekologie/technische-baubestimmungen> [abgerufen am 09.01.2023]

### Europäische Leitlinien (ETAG), Bewertungsdokumente (EAD) und Technical Reports (TR)

[43] EOTA EAD 330076-00-0604 (2017) *European Assessment Document – Metal injection anchors for use in masonry*, July 2014, <https://www.eota.eu/en-GB/content/eads/56> [Zugriff am 03.03.2023]

[44] EOTA EAD 330747-00-0601 (2018) *European Assessment Document – Fasteners for use in concrete in redundant for non-structural systems*, May 2018. <https://www.eota.eu/en-GB/content/eads/56> [Zugriff am 15.09.2021]

[45] EOTA EAD 330284-00-0604 (2021) *European Assessment Document Plastic Anchors for redundant non-structural Systems in Concrete and Masonry*, June 2018. <https://www.eota.eu/en-GB/content/eads/56> [Zugriff am 04.01.2023]

[46] EOTA ETAG 020 Part 1 (2012) *Guideline for European Technical Approval of Plastic anchors for multiple use in concrete and masonry for non-structural applications – General*, amended version March 2012. <https://www.eota.eu/en-GB/content/etags/26> [Zugriff am 04.01.2023]

[47] EOTA ETAG 020 Annex B (2012) *Recommendations for Tests to be carried out on Construction Works*, amended version March 2012. <https://www.eota.eu/en-GB/content/etags/26> [Zugriff am 04.01.2023]

[48] EOTA ETAG 029 (2013) *Guideline for European Technical Approval of Metal Injection Anchors for Use in Masonry*, April 2013. <https://www.eota.eu/en-GB/content/etags/26> [Zugriff am 04.01.2023]

[49] EOTA ETAG 029 Annex B (2013) *Recommendations for Tests to be carried out on Construction Works*, April 2013. <https://www.eota.eu/en-GB/content/etags/26> [Zugriff am 04.01.2023]

[50] EOTA TR 049 (2016) *Technical Report TR 049 – Post installed fasteners in concrete under seismic action*, August 2016. <https://www.eota.eu/en-GB/content/technical-reports/28> [Zugriff am 04.01.2023]

[51] EOTA TR 051 (2018) *Technical Report TR 051 – Recommendations for Job Site Tests of Plastic Anchors and Screws*, April 2018. <https://www.eota.eu/en-GB/content/technical-reports/28> [Zugriff am 04.01.2023]

[52] EOTA TR 053 (2016) *Technical Report TR 051 – Recommendations for Job Site Tests of Metal Injection Anchors for Use in Masonry*, April 2016. <https://www.eota.eu/en-GB/content/technical-reports/28> [Zugriff am 04.01.2023]

[53] EOTA TR 054 (2022) *Technical Report TR 054 – Design Methods for Anchorages with Metal Injection Anchors for Use in Masonry, Amended July 2022*. <https://www>

.eota.eu/en-GB/content/technical-reports/28 [Zugriff am 04.01.2023]

[54] DIBt TR 054 (2019) *Bemessungsverfahren für Metall-Injektionsanker zur Verankerung in Mauerwerk* (Deutsches Anwendungsdokument zu EOTA TR 054 vom April 2016), Stand: August 2019, [https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/I2/TR054\\_de.pdf](https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/I2/TR054_de.pdf) [Zugriff am 04.01.2023]

[55] EOTA TR 061 (2020) *Technical Report TR 061 – Design method for fasteners in concrete under fatigue cyclic loading*, Amended September 2020. <https://www.eota.eu/en-GB/content/technical-reports/28> [Zugriff am 04.01.2023]

[56] EOTA TR 064 (2018) *Technical Report TR 064 – Design of Plastic Anchors in Concrete and Masonry*, Mai 2018, <https://www.eota.eu/en-GB/content/technical-reports/28> [Zugriff am 04.01.2023]

[57] DIBt TR 064 (2019) *Bemessungsverfahren für Kunststoffdübel zur Verankerung in Beton und Mauerwerk* (Deutsches Anwendungsdokument zu EOTA TR 056 vom Mai 2018), Stand: August 2019. [https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/I2/TR064\\_de.pdf](https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/I2/TR064_de.pdf) [Zugriff am 04.01.2023]

[58] fib (2010) *Bulletin 58 – Design of anchorages in concrete fib (CEB – FIP) – Fédération Internationale du Béton*, 2010–11.

## Europäische „Zulassungen“ (ETA)

[59] ETA WIT-VM 250 Mauerwerk (2016) *Europäische Technische Bewertung – Injektionssystem WIT-VM 250 + SH oder WIT-Nordic + SH für Mauerwerk – Injektionssystem zur Verankerung im Mauerwerk*, ETA-16/0757 vom 15. Dezember 2016. Berlin: Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). <https://www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/suche>

[60] ETA W-UR/SHARK UR (2021) *Europäische Technische Bewertung – Würth Kunststoff-Rahmendübel W-UR/SHARK UR, Kunststoffdübel als Mehrfachbefestigung von nichttragenden Systemen zur Verankerung im Beton und Mauerwerk*, ETA-08/0190 vom 28. April 2021. Berlin: Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). <https://www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/suche>

## Deutsche Zulassungen

[61] abZ Nichtrostende Stähle (2011) *Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung – Erzeugnisse, Verbindungsmittel und Bauteile aus nichtrostenden Stählen, Z-30.3-6* vom 1. Mai 2011. Berlin: Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). [www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/suche](http://www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/suche)

[62] abZ Nichtrostende Stähle (2022) *Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung – Erzeugnisse, Bauteile und Verbindungsmittel aus nichtrostenden Stählen, Z-30.3-6* vom 1. Mai 2022. Berlin: Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt). <https://www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/suche>

## Prüfbericht

[63] MPA NRW (2013) *Test of „WIT-VM 250“ vinyl ester resin based two-component reaction resin mortar in cartridges*, Test certificate no. 220012339-13-01 vom 13.11.2013. Dortmund: Materialprüfungsamt Nordrhein-Westfalen (MPA NRW).

# DEN DÜBEL FÜR 100 BAUSTOFFE? GIBT'S BEI WÜRTH.

Würth - Sonderdruck aus 'Mauerwerk-Kalender 2024'

## **Kunststoff-Rahmendübel SHARK® UR – mehr Baustoffe, weniger Probleme**

Die unzähligen und stets neuen Mauerstein-Arten auf den Baustellen führen Planer und Monteure ständig zur Frage nach dem richtigen Befestigungsmittel.

**Adolf Würth GmbH & Co. KG · 74650 Künzelsau · T 07940 15-0 · [info@wuerth.com](mailto:info@wuerth.com) · [www.wuerth.de](http://www.wuerth.de)**



Würth hat aktuelle Baustoff-Trends aufgenommen und den SHARK® UR entwickelt. Mit einzigartiger ETA-Bewertung für über 100 bewährte und moderne Baustoffe<sup>1)</sup>, beißt sich der Universal-Rahmendübel nahezu überfall fest. Seine Vielseitigkeit erleichtert die Produktauswahl, spart Lagerkosten und reduziert Fehlanwendungen. Wo's den Dübel gibt? Natürlich bei Würth! **Art.-Nr. 5912 8 ...**

<sup>1)</sup>Die ETA-08/0190 umfasst den SHARK® UR 10 (Dübel-Ø 10) und SHARK® UR 8 (Dübel-Ø 8) und liefert eine genaue Übersicht der möglichen Verankerungsgründe je Dübel-Durchmesser.

C Konstruktive Details (Bauphysik)

## **C 4 Befestigung absturzsichernder Fenster**

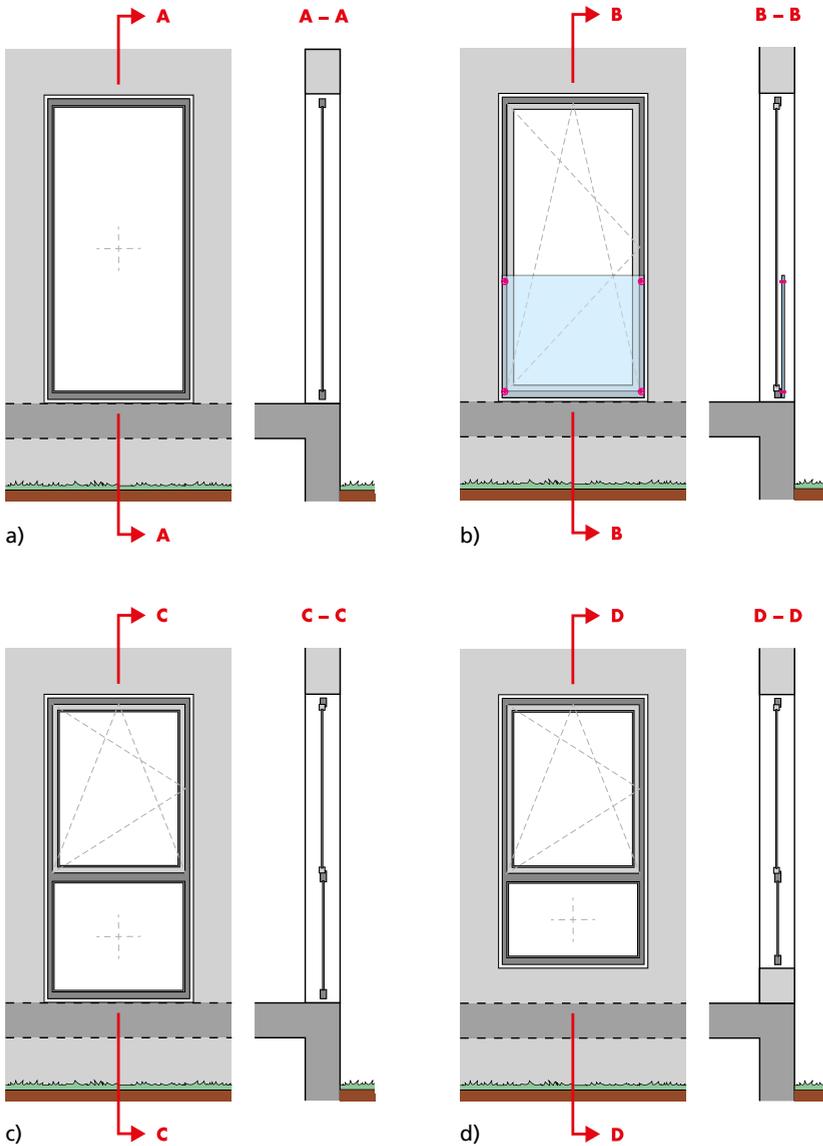
Jürgen H.R. Küenzlen, Eckehard Scheller, Hermann Hamm,  
Rainer Becker und Thomas Kuhn

# 1 Einleitung

Im Bereich der Fensterbefestigungen gewinnen absturzsichernde Fensterelemente eine immer größere Bedeutung (Bild 1). Man vergisst allerdings im praktischen Baualltag bzw. bei der Planung der Befestigung eines absturzsichernden Fensterelements allzu oft, dass es sich bei einem solchen Fenster, sowohl bei einer entsprechenden (Fest-)Verglasung (Bild 1a, c und d) als auch beim Einsatz eines „Fenstergeländers“ (Bild 1b), baurechtlich nicht mehr nur um ein „einfaches“ Loch-

fenster, sondern um eine bauliche Sicherung gegen einen Absturz handelt. Eine solche Sicherung muss vor der Montage entsprechend geplant und bemessen werden!

Insbesondere bei der Bemessung der Fensterbefestiger sind dafür unterschiedliche Regelwerke zu beachten, unverändert auch die ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“ aus dem Jahr 1985 [24]. Für eine „moderne“ Anwendung bzw. Auslegung dieser – „in die Jahre gekommenen“ – Richtlinie, wurde im August 2021 der Abschlussbericht für ein vom DIBt geför-



**Bild 1.** Beispiele für abstrurzsichernde Fensterelemente: Jeweils Ansicht von außen mit zugehörigem Vertikal-Schnitt; a) bodentief mit Festverglasung, b) bodentief mit Drehkipplügel und Fenstergeländer auf Blendrahmen des Fensters, c) bodentief – oben mit Drehkipplügel, unten mit Festverglasung, d) oben mit Drehkipplügel, unten mit Festverglasung und Brüstung

iertes und vom ift Rosenheim betreutes Forschungsvorhaben zur Veröffentlichung freigegeben [29]. Danach darf für den Nachweis der Absturzsicherung unter bestimmten Voraussetzungen – bei Vorliegen einer „Mehrfachbefestigung“ im Sinne des Forschungsvorhabens – der Bemessungswert der Tragfähigkeit mit dem Faktor (1/0,6) erhöht werden.

Dieser Beitrag fasst zunächst die wichtigsten Regelungen, die derzeit für die Befestigung von absturzsichernden Fensterelementen gelten, in einer kurzen Übersicht zusammen (Abschnitte 2 und 3). Für ergänzende Hinweise wird auf entsprechende, bereits vorliegende aktuelle Veröffentlichungen verwiesen.

Der Schwerpunkt dieses Beitrags liegt anschließend im Aufzeigen von drei Möglichkeiten, wie Befestigungen von absturzsichernden Fensterelementen im baupraktischen Alltag nachgewiesen werden können:

1. Nachweis der „ETB-Last“ in Höhe von 2,8 kN,
2. Nachweis einer „Mehrfachbefestigung“,
3. Nachweis durch Pendelschlagversuch im Labor oder auf der Baustelle.

Dazu enthält dieser Beitrag zwei Praxisbeispiele (Abschnitte 6 und 7) und stellt exemplarisch geeignete zugelassene Produkte vor, deren „Zulassungen“ aktuell vom DIBt ergänzt und neu erteilt wurden (Abschnitt 4). Dafür steht zunächst die Befestigung von einem üblichen bodentiefen absturzsichernden Fenster mit Festverglasung im Mittelpunkt (Bild 1a).

Als Besonderheit wird in einem dritten Praxisbeispiel (Abschnitt 8) für ein bodentiefes absturzsicherndes Fenster mit Drehkipplflügel anstelle der Befestigung eines „französischen Balkongeländers“ (vor dem absturzsichernden Fensterelement am Baukörper) die Befestigung eines Fenster- bzw. Glasgeländers direkt auf dem Blendrahmen des Fensters mit einem dafür zugelassenem Produkt und zugehörigem statischen Nachweis vorgestellt (Bild 1b).

## 2 Aktuelle Regelungen für die Befestigung von absturzsichernden Fensterelementen

### 2.1 Allgemeines

Bei der Befestigung von absturzsichernden Fensterelementen treffen zwei „Interessen“ aufeinander, nach denen diese Fenster vom Prinzip her häufig nicht *groß* oder nicht *klein* genug sein können:

- Zum einen besteht der Wunsch der Kunden und deren Architekten, durch möglichst große Fenster möglichst viel Tageslicht in ein Gebäude zu lassen. Darüber hinaus sollen mit den Fenstern in der kälteren Jahreszeit durch die Sonneneinstrahlung auch energetische Warmegewinne generiert werden. Zusätzlich erfordert heutzutage das barrierefreie Bauen, dass Fensterbrüstungen so niedrig sein müssen, damit z. B. Menschen, die im Rollstuhl sitzen, bes-

ser aus dem Fenster schauen können (vgl. [3], S. 13, Abschnitt 2.5).

- Zum anderen ist die Tragfähigkeit von Fensterbefestigern in modernen Wandbaustoffen, z. B. in Mauerwerk aus filigranen Lochsteinen und/oder wärmedämmenden Mauersteinen mit geringer Rohdichte sehr begrenzt, weshalb in Folge auch die Fenstergröße für den statischen Nachweis von absturzsichernden Fensterelementen und deren Befestigung „endlich“ ist. Außerdem kann die Montage solcher Elemente, mit speziell dafür zugelassenen Befestigern, eigentlich nur noch von dafür geschultem Personal durchgeführt werden.

Somit ist die Planung und Montage dieser Fenster mittlerweile zu einer sehr anspruchsvollen Aufgabe für Architekten (Planung), Fensterbauer (Herstellung geeigneter Fensterelemente), Bauingenieure (statische Berechnung) und Fenstermonteure (fachgerechter Einbau) geworden, die nicht unterschätzt werden sollte.

### 2.2 Zusammenfassung auf der Internetseite des DIBt

Auf der Internetseite des DIBt ([www.dibt.de](http://www.dibt.de)) findet sich eine kurze und prägnante Zusammenfassung dessen, was bei absturzsichernden Verglasungen zu beachten ist; Zitat (vgl. [9]):

#### „Absturzsichernde Verglasungen

*Unter absturzsichernden Verglasungen versteht man Verglasungen, die verhindern sollen, dass Personen auf einer tieferliegende Ebene stürzen. Beim Anprall soll die Verletzungsgefahr gering sein. Weiterhin darf der unterhalb liegende Verkehrsraum nicht durch Bruchstücke gefährdet werden. Zu den absturzsichernden Verglasungen gehören z. B. Brüstungen (...) aus Glas sowie bodentiefere Verglasungen.*

*In der Regel enthält ein Glasaufbau, der absturzsichernd ist, ein Verbund-Sicherheitsglas, das aufgrund der eingesetzten Folie ein günstiges Bruchverhalten aufweist. Neben dem Glasaufbau ist auch die Lagerung der Scheiben bei einer absturzsichernden Verglasung entscheidend.*

*Absturzsichernde Verglasungen müssen in der Lage sein, sowohl stoßartige Einwirkungen (Anprall) als auch statische Einwirkungen (Wind, Holmlasten) sicher abzutragen.*

*Dies bedeutet immer, dass zwei Nachweise zu führen sind: ein dynamischer (Pendelschlagversuch bzw. alternativ durch Berechnung) und ein statischer Nachweis (rechnerisch).*

#### Bauaufsichtlicher Rahmen

*Absturzsichernde Verglasungen werden nach DIN 18008-4 ausgeführt. Sofern eine Konstruktion von den dortigen Regelungen wesentlich abweicht, erteilt das DIBt allgemeine Bauartgenehmigungen.*

*Sofern für die in dieser Bauart verwendeten Produkte keine harmonisierten europäischen Produktnormen vorliegen, werden allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen erteilt. Für diese Produkte können auch Europäische Technische Bewertungen (ETA) ausgestellt werden.*

Bitte beachten Sie zudem die einschlägigen Landesvorschriften entsprechend der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB), Teil A 1.2.7.“

Nachfolgend werden kurz (weitere) Regelungen dargestellt, die aktuell für die Befestigung von absturzsichernden Fensterelementen gelten und Grundlage für die zuvor zitierten Aussagen sind (vgl. [9]). Für detailliertere Informationen wird auf aktuelle Veröffentlichungen verwiesen.

### 2.3 Musterbauordnung (MBO) und Landesbauordnungen (LBOen)

Allgemein ist nach der Musterbauordnung ([25], § 38) eine Umwehrgung als Absturzsicherung erforderlich (vgl. „UH“ in Bild 2), wenn ein festgelegter Höhenunterschied zwischen Verkehrsflächen besteht (vgl. „AH“ in Bild 2).

Verkehrsflächen sind solche Flächen, auf denen sich Personen (sowohl in öffentlichen als auch in privaten Bereichen) aufhalten können. Der Höhenunterschied zwischen diesen Verkehrsflächen, ab welchem Umwehrgungen vorzusehen sind, ist, mit Ausnahme von Bayern, in allen Bundesländern mit  $> 1$  m definiert; in der Bayerischen Bauordnung (BayBO, Artikel 36) sind dagegen „Flächen, die im Allgemeinen zum Begehen bestimmt sind und unmittelbar an mehr als 0,50 m tiefer liegende Flächen angrenzen“ zu umwehren, d. h. mit einer Absturzsicherung zu versehen.

Glasausfachungen von Fensterelementen (Festverglasungen) sind als absturzsichernde Verglasungen zu

behandeln, wenn die betreffende Verglasung unterhalb der nach Landesbauordnung vorgegebenen Umwehrgungshöhe (Holmhöhe) zum Einbau kommt (vgl. Schnitte C–C und D–D in Bild 2).

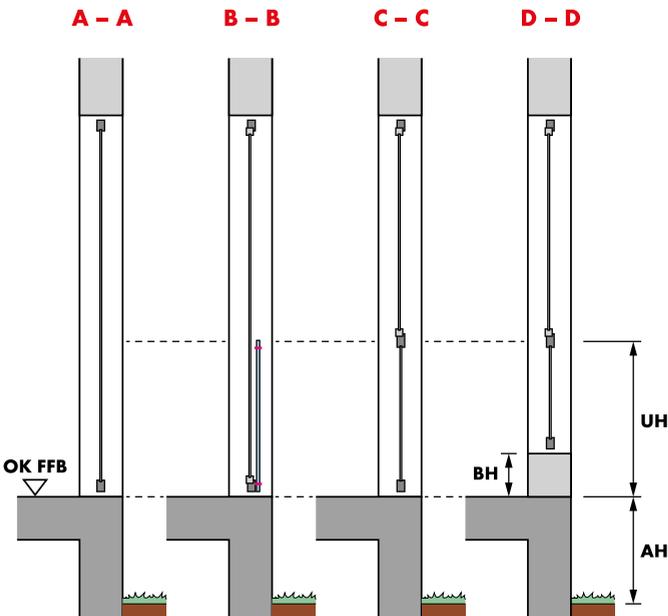
Die erforderlichen Brüstungs- und Umwehrgungshöhen werden in den Landesbauordnungen (LBOen) als Mindesthöhe über der jeweiligen Verkehrsfläche angegeben.

Gemessen wird in der Regel von Oberkante Fertigfußboden. Für die Brüstungshöhe (BH) ist in der Regel die Oberkante der raumseitigen Fensterbank maßgebend (vgl. [6], S. 162, Abschnitt 5.3.2). Allerdings sind in einzelnen Bundesländern Abweichungen zu beachten, wobei ggf. zusätzlich noch die Brüstungstiefe zu berücksichtigen ist.

Bei absturzsichernden Fensterkonstruktionen beträgt die erforderliche Umwehrgungshöhe (Höhe des lastabtragenden Holmes bzw. Querriegels)  $UH = 0,90$  m bis zu Absturzhöhen von  $AH = 12$  m. Bei größeren Absturzhöhen ist  $UH = 1,10$  m einzuhalten (vgl. [3], S. 15, Abschnitt 2.5, Tabelle 2.1).

Neben den bauordnungsrechtlichen Vorschriften sind, sofern es sich um Arbeitsstätten handelt, auch die Technischen Regeln für Arbeitsstätten ASR A2.1 [21] zu beachten. Hier ist die Holmhöhe bis zur Absturzhöhe von 12 m mit 1,00 m festgelegt.

Gegebenenfalls können auch noch andere Regelwerke (z. B. Schulbau-Richtlinien) maßgebend werden. Eine Übersicht der zu berücksichtigenden Regelwerke (LBO, ASR A2.1, SchulbauR, ...) und die daraus resultierenden Brüstungs- und Umwehrgungshöhen in Abhängigkeit von der Absturzhöhe kann z. B. Baure-



UH = Umwehrgungshöhe; BH = Brüstungshöhe; AH = Absturzhöhe (vgl. MBO §38: „Höhenunterschied zwischen Verkehrsflächen“)

Bild 2. Beispiele für die Unterscheidung von Absturz-, Brüstungs- und Umwehrgungshöhen für absturzsichernde Fensterelemente.

Hinweis: Die Details der jeweiligen LBO sind zu beachten!

gelwerk.de [7] entnommen werden. Eine weitere Übersicht und ergänzende Erläuterungen zum Thema sind im b.v.S Standpunkt „Brüstungs- und Geländerhöhen“ enthalten [1].

## 2.4 DIN 18008, Teil 4 – Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen

Wie bereits in der Kurzzusammenfassung des DIBt in Abschnitt 2.2 dargestellt, ist DIN 18008-4 „Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen“ anzuwenden.

Die Norm unterscheidet absturzsichernde Verglasungen in die Kategorien A, B, C1, C2 und C3, die insbesondere für den Pendelschlagversuch relevant sind (s. Abschnitt 5.2.4). Für Einzelheiten der Kategorien wird auf den Normtext (DIN 18008-4 [19], S. 4, Abschnitt 1) bzw. auf die Ausführungen in *Küenzlen* et al. ([3], S. 99, Abschnitt 8.2.2) hingewiesen.

DIN 18008-4 fordert, dass für absturzsichernde Verglasungen immer zwei Nachweise zur Tragfähigkeit zu führen sind ([19], S. 8, Abschnitt 6 mit DIN 18008-1 [18], S. 13 ff., Abschnitt 8):

- Nachweis der Tragsicherheit für statische Einwirkungen wie, z. B. Wind, Klima, horizontale Nutzlast (oder kurz „Holmlast“),
- Nachweis der Tragfähigkeit für stoßartige Einwirkungen aus Personenanprall.

Für den „Nachweis der Tragfähigkeit für stoßartige Einwirkungen aus Personenanprall“ gibt es nach DIN 18008-4 verschiedene Alternativen:

- Nachweis der Stoßsicherheit von Verglasungen mittels Bauteilversuch (Anhang A der Norm),
- Einhaltung konstruktiver Bedingungen (Anhang B der Norm),
- Nachweis der Stoßsicherheit von Glasaufbauten durch Berechnung (Anhang C der Norm).

Für den Nachweis der unmittelbaren Glasbefestigungen, wie Klemmleisten, Glasfalzanschlag, Verschraubungen, Halter usw. wird hier aus Übersichtsgründen nicht weiter eingegangen ([3], S. 101, Abschnitt 8.2.5).

## 2.5 ETB-Richtlinie – Bauteile, die gegen Absturz sichern

### 2.5.1 Allgemeines und Einbaubereiche

Die im Jahr 1985 veröffentlichte ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“ [24] wird ausführlich in *Küenzlen* et al. ([3], S. 102, Abschnitt 8.3) vorgestellt, soweit sie für die Befestigung von absturzsichernden Fensterelementen relevant ist, sodass hier nur noch einmal die wichtigsten Punkte hervorgehoben werden:

Die Richtlinie ist bis heute, d. h. über 37 Jahre nach ihrer Veröffentlichung, eine eingeführte technische Baubestimmung (s. MVV TB [23], Teil A, S. 12, lfd. Nr. A 1.2.1.3) und damit noch immer unverändert gültig.

Sie unterscheidet zwei Einbaubereiche für raumbeschließende Bauteile, Brüstungen, Umwehrungen und dergleichen ([24], Abschnitt 2):

- Einbaubereich 1: Wohnungen, Hotel- oder Büroräume usw. mit geringer Menschenansammlung.
- Einbaubereich 2: Größere Versammlungsräume, Schulräume usw. mit großen Menschenansammlungen.

Weiterhin unterscheidet die Richtlinie bei der Belastung der Bauteile, die gegen Absturz sichern, zum einen in „horizontale, statische Lasten“ und zum anderen in „stoßartige Belastungen“ ([24], Abschnitte 3.1 und 3.2).

### 2.5.2 Horizontale, statische Lasten

Für den Einbaubereich 1 sind als „horizontale Last (Linienlast)“ 0,5 kN/m und 1,0 kN/m für den Einbaubereich 2 in einer Höhe von 90 cm über dem Fußboden anzusetzen. Bei Geländern ist die Last auf Holmhöhe anzusetzen, auch wenn die Holmhöhe von 90 cm abweicht. Die Windlasten sind mit diesen Lasten zu überlagern ([24], Abschnitt 3).

Gemäß MVV TB ([23], Teil A, S. 21, Anlage A 1.2.1/8) sind bei der Anwendung der ETB-Richtlinie aktuell u. a. auch noch die zwei folgenden Punkte zu beachten:

„Sofern sich nach DIN EN 1991-1-1:2010-12 in Verbindung mit DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12 größere horizontale Linienlasten ergeben, müssen diese berücksichtigt werden.“

„Anstelle des Satzes „Windlasten sind diesen Lasten zu überlagern“ gilt: „Windlasten sind diesen Lasten zu überlagern, ausgenommen für Brüstungen von Balkonen und Laubengängen, die nicht als Fluchtwege dienen.“

Der rechnerische Nachweis der „horizontalen statischen Lasten“ (Bezeichnung nach ETB-Richtlinie [24]) bzw. der „horizontalen Nutzlast“ (Bezeichnung nach DIN EN 1991-1-1/NA [13]) für die Befestigung von absturzsichernden Fensterelementen wird in Abschnitt 5.1.1 dargestellt. Bezüglich der Überlagerung der horizontalen Nutzlast (Holmlast) mit den Windlasten wird auf die Ausführungen in Abschnitt 5.1.2 hingewiesen.

### 2.5.3 Stoßartige Belastung

Für die Differenzierung von Personen und Gegenständen, die auf absturzsichernde Bauteile einwirken können, unterscheidet die ETB-Richtlinie den „weichen Stoß“ und den „harten Stoß“ (für Details siehe [24], Abschnitte 3.2.2 und 3.2.3).

Bauteile der Einbaubereiche 1 und 2 (vgl. Abschnitt 2.5.1) dürfen bei weichem oder hartem Stoß nicht insgesamt zerstört oder örtlich durchstoßen werden. Nach dem Stoß sind folgende Bedingungen einzuhalten ([24], Abschnitt 3.2.1):

- a) Die Standsicherheit der Bauteile muss erhalten bleiben.
- b) Das Bauteil darf nicht aus seiner Halterung herausgerissen werden.

**Tabelle 1.** Nachweise für „Bauteile, die gegen Absturz sichern“ nach ETB [24]

	Nachweis	siehe ETB [24] Abschnitt ....
weicher Stoß	Rechnerischer Nachweis	3.2.2.2.1
	Nachweis durch Versuche	3.2.2.2.2
harter Stoß	nur Nachweis durch Versuche	3.2.3

c) Bruchstücke, die Menschen ernsthaft verletzen können, dürfen nicht herabfallen.

d) Das Bauteil darf von den in der Richtlinie definierten Lasten in seiner gesamten Dicke nicht durchstoßen werden.

Grundsätzlich ermöglicht die Richtlinie die Nachweise für „Bauteile, die gegen Absturz sichern“ gemäß Tabelle 1.

Für die *Befestigung* am Bauwerk braucht der harte Stoß nicht nachgewiesen zu werden ([24], Abschnitt 3.2.2.2.3).

Für baupraktische Fälle genügt der Nachweis des weichen Stoßes, bei dem nachgewiesen wird, dass das Befestigungselement für diesen Fall eine größere Widerstandskraft besitzt als 2,8 kN ([24], Abschnitt 3.2.2.2.3).

Auch wenn für die *Befestigung* offenbar der rechnerische Nachweis „genügt“, wird der Nachweis des weichen Stoßes durch Versuche für die *Befestigung* von der Richtlinie auch nicht ausgeschlossen. Dieser versuchstechnische Nachweis für die *Befestigung* kann offenbar auch erfolgreich erbracht werden, wenn die eingangs in diesem Abschnitt zitierten vier Bedingungen a) bis d) eingehalten werden.

Zum rechnerischen Nachweis der *Befestigung* macht die ETB-Richtlinie folgende Aussage ([24], Abschnitt 3.2.2.2.3):

*„Als Widerstandskraft darf die Kraft angesetzt werden, bei der ein Versagen gerade noch nicht eintritt.“*

Im aktuellen Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren wird die Widerstandskraft von 2,8 kN wie folgt definiert ([6], S. 163, Abschnitt 5.3.2):

*„Bruchlast, nach heutiger Auslegung ist dies die statistisch ermittelte, charakteristische Tragfähigkeit ohne Berücksichtigung von Sicherheiten“*

Das Prinzip für den rechnerischen Nachweis der stoßartigen Belastung für die Befestigung von absturzsichernden Fensterelementen wird in Abschnitt 5.2.3 dargestellt. Entsprechende Praxisbeispiele finden sich in den Abschnitten 6, 7 und 8 dieses Beitrags.

## 2.6 Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren für den Neubau und Renovierung

Bei der Planung und Ausführung von absturzsichernden Fensterelementen sind *alle* Bestandteile der Konstruktion nachweistekhnisch zu berücksichtigen. Dazu wird im „Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren für den Neubau und Renovierung“ der Begriff „Nachweiskette“ verwendet ([6], S. 163, Abschnitt 5.3.2):

*„Die Lastableitung muss vom absturzsichernden Bauteil bis in den tragenden Baugrund nachgewiesen sein (Nachweiskette von der Einwirkungsstelle bis in den tragenden Baugrund).“*

Die Tragfähigkeit einer „Kette“ wird im Allgemeinen vom schwächsten Kettenglied bestimmt. Dies lässt sich unmittelbar auch auf die Befestigung absturzsichernder Fensterkonstruktionen übertragen:

Erst die vollständige Nachweisführung aller Glieder der Nachweiskette – sowohl für statische Einwirkungen (Wind, Holm, Eigengewicht aus geöffnetem Fensterflügel, ...) als auch für stoßartige Einwirkungen („ETB-Last“) – belegt die hinreichende Tragfähigkeit eines absturzsichernden Fensterelementes als Ganzes. Für den Nachweis der Befestigung von absturzsichernden Fensterelementen ohne zusätzliches Geländer (Bild 1a, c und d) ergeben sich ab der Einwirkungsstelle zunächst die folgenden „Kettenglieder“:

- Glied 1 der Kette: Absturzsichernde Verglasung,
- Glied 2 der Kette: Unmittelbare Glasbefestigung bzw. Glaslagerung,
- Glied 3a der Kette: wenn vorhanden: Brüstungsriegel (Bild 1c und d),
- Glied 3b der Kette: wenn vorhanden: Verbindung Brüstungsriegel an Fensterrahmen (Bild 1c und d),
- Glied 4 der Kette: Fensterrahmen,
- Glied 5 der Kette: Befestigung bzw. Verankerung des Fensterrahmens am Baukörper, also die „örtliche Lasteinleitung“ z. B. in eine tragende Wand aus Mauerwerk.

Erfolgt die Absturzsicherung dagegen mit einem auf den Blendrahmen geschraubten (Fenster-)Geländer (Bild 1b) stellt sich die Nachweiskette wie folgt dar:

- Glied 1 der Kette: Absturzsichernde Verglasung des Geländers,
- Glied 2 der Kette: Unmittelbare Glasbefestigung bzw. Glaslagerung des Geländers,
- Glied 3 der Kette: Verbindung des Geländers mit dem Fensterrahmen,
- Glied 4 der Kette: Fensterrahmen,
- Glied 5 der Kette: Befestigung bzw. Verankerung des Fensterrahmens am Baukörper, also die „örtliche Lasteinleitung“ z. B. in eine tragende Wand aus Mauerwerk

Man sieht aber sofort, dass die Befestigung am Baukörper (Glieder 5 der Kette), die in diesem Beitrag schwerpunktmäßig behandelt wird, in beiden Fällen identisch ist.

Anschließend und abschließend ist noch der Nachweis der Lastweiterleitung „bis in den tragenden Baugrund“ zu führen (vgl. Zitat zu Beginn dieses Abschnitts).

Ergänzende Vorgaben für die Nachweise der Verglasung und der unmittelbaren Glasbefestigung (Glieder 1 und 2 der Nachweisreihe) sind, wie in Abschnitt 2.4 erläutert, DIN 18008-4 zu entnehmen.

Die Vorgaben für den statischen Nachweis der Glieder 3 bis 5 sind der ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“ [24] bzw. den entsprechenden „Zulassungen“ der Befestigungssysteme zu entnehmen (siehe hierzu die folgenden Abschnitte sowie die Praxisbeispiele dieses Beitrags).

### 3 Baurechtliche Grundlagen für die Befestigung am Bauwerk

#### 3.1 Allgemeines

Es sollte selbstverständlich sein, dass bei der normativen Forderung eines Standsicherheitsnachweises für die Verglasung eines Fensters auch die Weiterleitung der zu verankernden Lasten im tragenden Verankerungsgrund (Bauteil) nachzuweisen sind. In DIN 18008-1 [18], als Teil der Normenreihe DIN 18008, heißt es daher in Abschnitt 8.1.1 wie folgt:

*„Für die Nachweise der Glasbefestigung, Unterkonstruktion, Befestigung am Gebäude, usw. gelten die einschlägigen technischen Regeln.“*

Mit Schreiben vom 02.12.2014 [28] wurde von der Bauministerkonferenz konkretisiert, wie die Verankerung am Gebäude zu planen ist. Dort heißt es wörtlich:

*„Die Standsicherheit von Bauteilen, die gegen Absturz sichern, ist mittels technischer Baubestimmungen nachzuweisen. Abschnitt 6.4 der Norm DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12 enthält Angaben zu Horizontallasten zur Absturzsicherung. Die Abtragung der Horizontallasten, die gegen Absturz sichern, in die tragenden Bauteile des Tragwerks ist nachzuweisen. Dafür kommen nur geregelte Bauprodukte und Bauprodukte mit allgemeinem Verwendbarkeitsnachweis in Betracht. Es wird noch darauf hingewiesen, dass die ETB-Richtlinie neben dem o. g. Nachweis [...] noch ergänzende Nachweise gegenüber stoßartigen Belastungen vorsieht.“*

Der Leitfaden zur Montage ([6], S. 163, Abschnitt 5.3.2) führt daher aus:

*„Für die Ausführung bedeutet dies, dass ausschließlich geregelte (mit CE-Kennzeichnung auf Basis einer harmonisierten Produktnorm oder einer europäisch technischen Bewertung (ETA)) Befestigungssysteme | -mittel oder nicht geregelte Befestigungssysteme | -mittel mit Ver- oder Anwendbarkeitsnachweis [...] zu verwenden sind, welche die tatsächliche Einbausituation und den Anwendungsfall abdecken.“*

Diese Formulierung bedarf jedoch zweier Ergänzungen:

- a) In Deutschland dürfen für diesen Anwendungsfall auch *Befestigungssysteme* mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ) in Kombination mit einer allgemeinen Bauartgenehmigung (aBG) – versehen mit einem nationalen Ü-Zeichen statt einem CE-Zeichen – verwendet werden. Dabei sei darauf hingewiesen, dass hier mit „Befestigungssystemen“ nicht ausschließlich „Dübel-Systeme“ gemeint sind (vgl. dazu z. B. Abschnitt 4.2).
- b) Außerdem gibt es im Bereich der *Dübel-Systeme* bisher *keine* CE-Kennzeichnung auf Grundlage einer harmonisierten europäischen Produktnorm (hEN). Hier erfolgt die CE-Kennzeichnung ausschließlich über eine Europäische Technische Bewertung (ETA).

#### Hinweis

Da sich der Begriff im Sprachgebrauch bei vielen am Bau Beteiligten eingepreßt hat, wird in diesem Beitrag für die unter Punkt a) und b) aufgeführten Ergänzungen zur Vereinfachung teilweise nur das Wort „Zulassung“ verwendet. Gemeint ist damit – wenn nicht detailliert angegeben – immer eine abZ/aBG oder eine ETA.

#### 3.2 Grundlagen für den statischen Nachweis

Die Abtragung/Weiterleitung der Lasten, die auf absturzsichernde Fensterelemente einwirken, vom Fensterelement in den tragenden Baukörper bzw. die Befestigung von absturzsichernden Fensterelementen am tragenden Baukörper (wobei mit „Baukörper“ i. d. R. die Gebäude-Außenwand gemeint ist) kann daher im Prinzip nur auf Grundlage der folgenden vier Regelungen statisch nachgewiesen und entsprechend ausgeführt werden:

1. Verwendung von Befestigungssystemen, die über eine „Zulassung“ (abZ/aBG und/oder ETA) verfügen. Die Bemessung/der statische Nachweis dieser Systeme erfolgt auf Grundlage der in der abZ/aBG und/oder ETA angegebenen bauaufsichtlich eingeführten Bemessungsregeln.
2. Verwendung von Befestigungssystemen, die über eine abZ/aBG und/oder über ETA verfügen, wobei der konkrete Anwendungsfall nicht von der abZ/aBG und/oder ETA abgedeckt ist. Ergänzend wird hier eine „vorhabenbezogene Bauartgenehmigung (vBG)“ erforderlich, die die Anwendung des Systems (Bauart) ergänzend für den konkreten Einzelfall (vorhabenbezogen) regelt (genehmigt).
3. Verwendung von Befestigungssystemen, die nicht über eine abZ/aBG und/oder über ETA verfügen: Das unregelmäßige System und dessen Anwendung für den konkreten Einzelfall werden über eine „Zustimmung im Einzelfall (ZiE)“ geregelt.
4. Verwendung eines (Befestigungs-)Systems z. B. aus einem „Maueranker“ ([6], S. 133 ff., Abschnitt 5.1.2.3 mit Tabelle 5.7) und einem zugelass-

nen Dübel. Hierbei kann der Rechteckquerschnitt des „Mauerankers“ aus genormtem Stahl (z. B. S235) nach geltender Stahlbau-Normung bemessen werden. Für den zugelassenen Dübel gilt Punkt 1 dieser Aufzählung. Kann der „Maueranker“ nicht nach geltender Stahlbau-Normung bemessen werden (z. B. besonders profilierter Stahlquerschnitt), gelten für den „Maueranker“ ebenfalls die Punkte 1 bis 3.

Auch die Bemessung der Verglasung nach DIN 18008-4 [19] impliziert, dass man den Lastfluss der Einwirkungen auf die absturzsichernde Verglasung bzw. die in Abschnitt 2.5 genannte „Nachweis-kette“ im Prinzip immer von der Einwirkungsstelle der Stoßlast bis in den tragenden Baugrund verfolgen und nachweisen muss und dass man nicht einfach bei der Nachweisführung der Befestigung unterbrechen bzw. abbrechen darf. Statisch bemessen werden können aber nur – wie bereits zuvor erwähnt – zugelassene Befestigungssysteme bzw. solche, die über eine ZiE bzw. eine vBG geregelt werden.

Vor allem bei Verankerungen im Mauerwerksbau, wie beispielsweise Mauersteinen mit sehr dünnen Stegen und geringen Druckfestigkeiten, kann es sehr schwer werden, die anzusetzenden Bemessungslasten aus den Anforderungen einer absturzsichernden Verglasung für die Kombination Dübel/Verankerungsgrund zu erreichen. Außerdem können hier geringe Randabstände zu einem Versagen des Verankerungsgrunds bei einem Anprall führen, d. h., das gesamte Fensterelement kann sich aus dem umgebenden Mauerwerk lösen, weil es zu einem Ausbrechen der Steine im Bereich der Dübel kommt. Bei der Planung derartiger Elemente sind an dieser Stelle deshalb immer weitergehende Überlegungen anzustellen, um zu ermitteln, ob in den entsprechenden Verankerungsgründen überhaupt die Anforderungen an die Absturzsicherheit von der gewählten Befestigungsart erfüllt werden können oder ob weitere konstruktive Maßnahmen notwendig sind.

Bei Baukörperanschlüssen aus anderen Baustoffen als Beton oder Mauerwerk sind die Nachweise gemäß den eingeführten Technischen Baubestimmungen, z. B. im Stahlbau nach DIN EN 1993 (EC 3) oder im Holzbau nach DIN EN 1995 (EC 5), zu führen.

## 4 Beispiele für Produkte mit „Zulassung“

### 4.1 Allgemeines

Eine Möglichkeit, die Forderungen nach Scheuermann [28] in Abschnitt 3.1 zu erfüllen, sind im System zugelassene Befestigungslösungen wie z. B. die absturzsichernde Fensterelementbefestigung W-ABZ (Abschnitt 4.2) oder die Verwendung der AMO-Combi Schraube in Verbindung mit der zugehörigen Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XS oder W-UR 10 XXL

(Abschnitt 4.3). Diese beiden „Befestigungssysteme“ verfügen jeweils über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/allgemeine Bauartgenehmigung, die sowohl die Produkte selbst als auch die Verbindung mit dem Fensterrahmen (PVC mit Stahlarmierung, Holz oder Aluminium) regelt.

Soll die Absturzsicherung eines Fensterelements z. B. durch ein Fenster- bzw. Glasgeländer realisiert werden, das direkt auf dem Blendrahmen des Fensters montiert wird (vgl. Bild 1b), so muss *zusätzlich* zur Befestigung des Blendrahmens am Baukörper (z. B. mit den Produkten nach Abschnitt 4.2 und 4.3) auch die Befestigung des Fenstergeländers am Blendrahmen nachgewiesen werden, was z. B. für das Befestigungssystem BS 100 auf Grundlage dessen „Zulassung“ möglich ist (Abschnitt 4.4).

### 4.2 Absturzsichernde Fensterelementbefestigung (W-ABZ)

Die am 1. August 2022 erteilte, erweiterte und ergänzte „Zulassung“ für die absturzsichernde Fensterelementbefestigung Z-14.4-728 (Bild 3 und Bild 4) führt als Genehmigungsgegenstand und Anwendungsbereich Folgendes aus ([34], S. 3, Abschnitt 1.2):

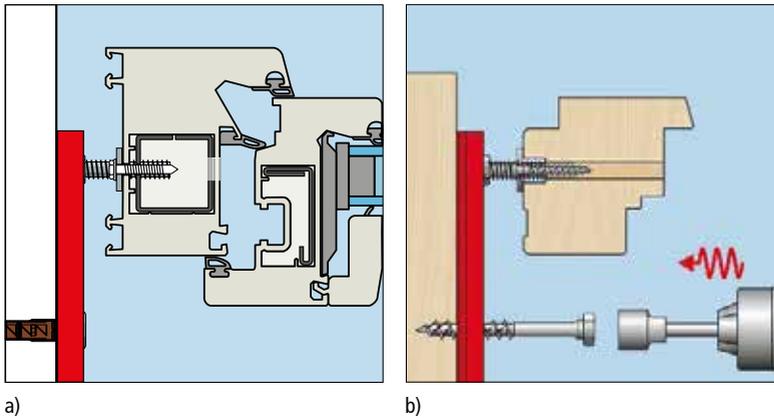
*„Genehmigungsgegenstand ist die Planung, Bemessung und Ausführung der baulichen Verankerung der Fensterelemente mit Fensterrahmenprofilen aus Kunststoff (PVC) mit Stahlarmierung (Stahlkern), aus Stahl, aus Aluminium oder aus Holz (nachfolgend als Fensterelemente bezeichnet) an unterschiedlichen Baustoffen wie z. B. an Beton, Mauerwerk und Holz, die neben der Funktion als Fenster auch zur Aufnahme von horizontalen Lasten durch Personen (im Folgenden als Holmlasten bezeichnet) sowie der Sicherung gegen den Absturz von Personen über einen Höhenunterschied entsprechend den Vorgaben der jeweiligen Landesbauordnung dienen.*

*In der Regel handelt es sich dabei um bodentiefe Fenster oder Fenster mit niedriger Brüstungshöhe, bei denen Einwirkungen durch Personen möglich sind und diese nicht über anderweitige Schutzmaßnahmen, wie z. B. über Gitter oder Geländer verfügen, um diese Lasten aufzunehmen.*

*Die Befestigung kann auch für den Lastabtrag von Windlasten und sämtlichen weiteren Horizontallasten genutzt werden.“*



**Bild 3.** Fenstermontageschiene W-ABZ mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung [34]



**Bild 4.** Allgemein bauaufsichtlich zugelassenes System z. B. als Kombination aus a) Kunststoff-Dübelhülse mit zugehöriger Spezialschraube und Fenstermontageschiene oder b) Holzschraube und Fenstermontageschiene zur Verbindung von Fensterrahmen mit dem Verankerungsgrund bei einer absturzsichernden Verglasung (s. [34] auch für weitere mögliche Kombinationen)

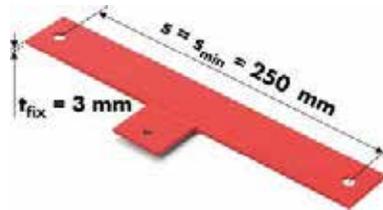
In der Z-14.4-728 ([34], S. 4, Tabelle 2) sind aktuell sechs „Zulassungen“ (ETAs) für unterschiedliche Dübel-Systeme bzw. Schrauben aufgeführt, nach denen ein direkter Nachweis der Befestigung Fenstermontageschiene W-ABZ am Bauwerk bzw. in unterschiedlichen Verankerungsgründen nachweisbar ist:

- Kunststoff-Rahmendübel zur Verankerung in *Beton* und *Mauerwerk* (vgl. Bild 4a),
- drei verschiedene Metall-Injektionsanker zur Verankerung im *Mauerwerk*,
- *Betonschrauben* und
- *Holzschrauben* (vgl. Bild 4b).

Für die aufgeführten Kunststoff-Rahmendübel regelt die „Zulassung“ der W-ABZ Schiene [34] außerdem, dass diese Dübel im System mit der W-ABZ, für diese besondere Anwendung, auch mit einer Zulassung nur für Mehrfachbefestigungen von *nichttragenden* Systemen [30] verwendet werden kann, da die System-Zulassung der W-ABZ die Anwendung in diesem Sonderfall – Befestigung absturzsichernder Fenster, einem *tragenden* System – neu regelt. Siehe hierzu die ausführlichen Erläuterungen in *Küenzlen* et al. ([3], S. 111 ff., Abschnitt 8.5.2.3).

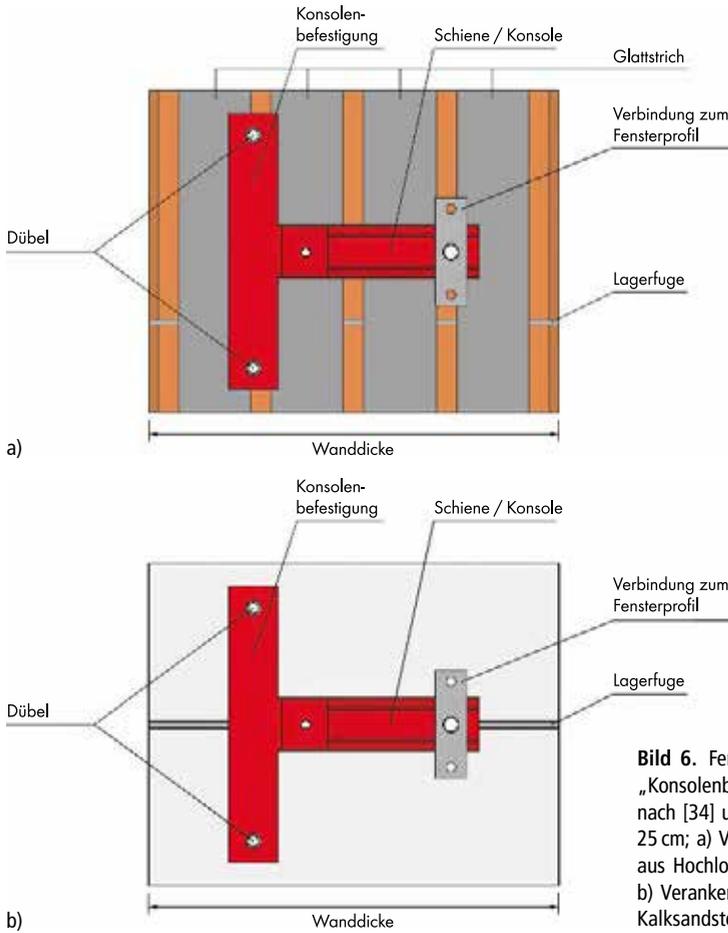
Auf das Thema „Mehrfachbefestigung“ wird im Abschnitt 5.3.1 noch etwas detaillierter eingegangen.

Soll ein absturzsicherndes Fensterelement z. B. in einer Mauerwerkswand aus Hochlochziegeln (HLZ) befestigt werden, die in der Regel immer eine deutlich geringere Tragfähigkeit für Kunststoffdübel aufweisen wird als z. B. eine Wand aus Stahlbeton, so kann die Fenstermontageschiene W-ABZ auf Grundlage der Z-14.4-728 [34] z. B. mit der „Konsolenbefestigung“ (T-Konsole) kombiniert werden (Bild 5), wenn beide Elemente kraftschlüssig miteinander verschraubt werden.



**Bild 5.** „Konsolenbefestigung gerade“ (T-Konsole) nach Z-14.4-728 [34]

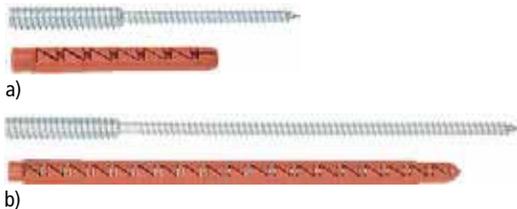
Auf diese Weise kann dann – bei „automatischer“ Einhaltung des Mindestachsabstands von  $s = s_{\min} = 250 \text{ mm}$  für Kunststoffdübel nach DIBt TR 064 [27] – die Einwirkung aus einer Fenstermontageschiene auf zwei Kunststoffdübel aufgeteilt werden (vgl. Bild 6), für die jeweils die volle charakteristische Tragfähigkeit des Einzeldübel nach ETA W-UR/SHARK UR [30] angesetzt werden kann. Für ergänzende Erläuterungen und Hinweise siehe *Küenzlen* et al. ([3], S. 111 ff., Abschnitt 8.5.2.3 und S. 138 ff., Abschnitt 9.14.3 mit Bild 9.5 sowie S. 179, Kapitel 11).



**Bild 6.** Fenstermontageschiene W-ABZ mit „Konsolenbefestigung gerade“ (T-Konsole) nach [34] und zwei Dübeln im Achsabstand von 25 cm; a) Verankerung in der Laibung einer Wand aus Hochlochziegeln mit Glatzstrich (Beispiel), b) Verankerung in der Laibung einer Wand aus Kalksandstein (Beispiel)

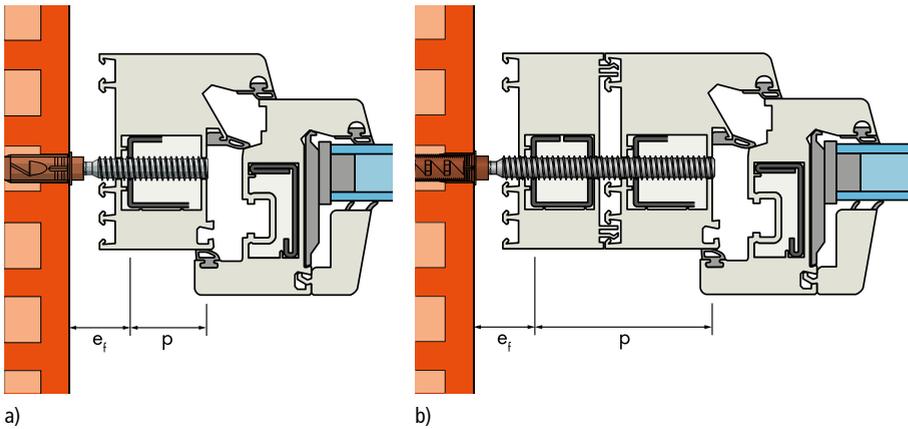
### 4.3 AMO-Combi Schraube mit Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XS oder W-UR 10 XXL

Die AMO-Combi Schraube mit Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XS oder W-UR 10 XXL (Bild 7) wird aktuell in der Zulassung Z-21.2-2017 [32] geregelt. Die am 23. August 2022 erteilte, erweiterte und ergänzte „Zulassung“ kann nun auch für die Befestigung von absturzsichernden Elementen verwendet werden.



**Bild 7.** AMO-Combi Schraube mit Kunststoff-Dübelhülse a) W-UR 10 XS oder b) W-UR 10 XXL

Wie die absturzsichernde Fensterelementbefestigung (W-ABZ) nach Abschnitt 4.2 darf auch die AMO-Combi Schraube in Kombination mit verschiedenen Fensterprofilmaterialien, zum Teil *mit* und *ohne* Profilverbreiterung, eingesetzt werden (Kunststoff-Fensterrahmen verstärkt mit Stahlprofilen, Fensterprofile aus Aluminium oder aus Holz sowie in Fensterprofilen „GENEO“ der Firma Rehau). Exemplarisch ist die eingebaute Schraube in Bild 8 in Kombination mit einem Kunststoffprofil mit und ohne Profilverbreiterung, jeweils mit Stahleinlage dargestellt.



**Bild 8.** Allgemein bauaufsichtlich zugelassenes System z. B. als Kombination aus AMO-Combi Schraube und Kunststoff-Dübelhülse zur Verbindung von Fensterrahmen mit dem Verankerungsgrund bei einer absturzsichernden Verglasung, a) Kunststoffprofil mit Stahleinlage, b) Kunststoffprofil und Verbreiterung mit Stahleinlage (s. a. für weitere mögliche Kombinationen [32], Anlage 7)

#### 4.4 Befestigungssystem BS 100 zur lastabtragenden und absturzsichernden Befestigung von Anbauteilen an Fensterrahmenprofilen

Bei bodentiefen Fensterelementen bzw. Fensterelementen mit Brüstungen, die unterhalb der nach der jeweils geltenden Landesbauordnung (LBO) vorgegebenen Holmhöhe zum Einbau kommen, wurden in der Vergangenheit hauptsächlich Umwehrungen aus Stahl von außen unmittelbar vor dem Fenster am Baukörper (z. B. der Hauswand) angeordnet, die auch bei geöffnetem Flügel die Umwerrungsfunktion erfüllen. Solche Brüstungsgeländer werden umgangssprachlich auch als „französische Balkone“ bezeichnet. Die Geländerausfachungen solcher „französischen Balkone“ können z. B. als Stabgeländer, Lochblech-Füllungen oder Glas-Ausfachungen ausgeführt werden.

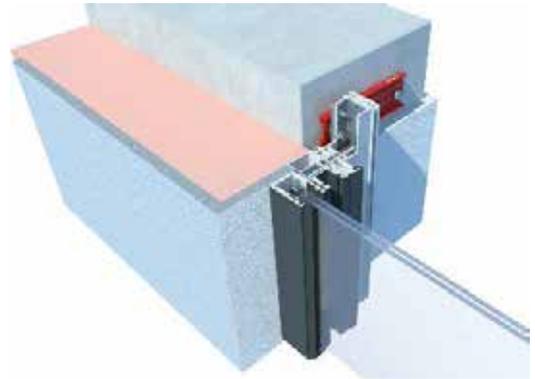
##### Hinweis

Ein Bemessungsbeispiel für die Befestigung eines französischen Balkongeländers am Baukörper enthält Küenzlen et al. ([3], S. 103 ff. und insbesondere 116 ff.).

Die gleichen Geländer können auch direkt auf dem Blendrahmen des Fensterelements befestigt werden, was im Praxisbeispiel 3 dieses Beitrags (Abschnitt 8) exemplarisch für ein Fenster- bzw. Glasgeländer (Bild 1b und Bild 9) gezeigt wird.

Hierbei wird die Verglasung des Brüstungsgeländers an den zwei Vertikalkanten links und rechts über U-förmige Glashalteprofile aus Aluminium-Strangpressprofilen gelagert. Diese Glashalteprofile werden nach der Zulassung Z-14.4-884 ([33], S. 4, Tabelle 1) je nach Material des Fensterprofils an mindestens 2 Befestigungspunkten je Seite über das Befestigungssystem BS 100 mit dem Fensterblendrahmen verschraubt.

Das Befestigungssystem BS 100 besteht dafür jeweils aus einer M16-Gewindestange aus nichtrostendem



**Bild 9.** Beispiel für die Befestigung eines Fenster- bzw. Glasgeländers auf dem Blendrahmen eines absturzsichernden Fensterelements, wobei der Fensterflügel aus Übersichtsgründen nicht mit dargestellt ist (Bildquelle: febatec)

Stahl mit Innengewinde M8, die über einen Innensechskant zur Montage in das vorgebohrte Blendrahmenprofil eingeschraubt wird (Bild 10). Im Innengewinde M8 können dann über geeignete Schrauben die Glashalteprofile – oder alternativ z. B. ein Stahlgeländer wie für einen französischen Balkon – befestigt werden.

Damit kommt der Befestigung des Fensterrahmens die gleiche Bedeutung zu, wie bei absturzsichernden Fenstern mit Festverglasung (Bild 1a) bzw. absturzsichernden Fenstern die „nur“ aus Rahmen und Scheibe ohne zusätzliches Geländer bestehen (z. B. Bild 1c und Bild 1d).

In der „Zulassung“ für das Befestigungssystem BS 100 wird als Genehmigungsgegenstand und Anwendungsbereich Folgendes angegeben ([33], S. 3, Abschnitt 1.2):



**Bild 10.** Befestigungssystem BS 100: M16-Gewindestange aus nichtrostendem Stahl mit Innengewinde M8 und Innensechskant zur Montage (Bildquelle: febatec)

„Genehmigungsgegenstand ist die bauliche Verankerung der Anbauteile an Fenster- und Türrahmen (...) aus PVC mit innenliegender Stahlarmierung, aus Aluminiumprofilen mit thermischer Trennung sowie aus Holzprofilen mit und ohne Aluminiumdeckschale, die zur Aufnahme von vertikalen Lasten z. B. aus Eigengewicht sowie zur Aufnahme von horizontalen Lasten durch Personen (im Folgenden als Holmlasten bezeichnet) sowie der Sicherung gegen den Absturz von Personen über einen Höhenunterschied entsprechend den Vorgaben der jeweiligen Landesbauordnung dienen.

In der Regel handelt es sich dabei um Rahmenprofile von bodentiefen Fenstern oder Fenstern mit niedriger Brüstungshöhe, bei denen Einwirkungen durch Personen möglich sind und diese nicht über anderweitige Schutzmaßnahmen, wie z. B. über Gitter oder Geländer verfügen, um diese Lasten aufzunehmen.

Die Befestigung kann auch für den Lastabtrag von Windlasten und sämtlichen weiteren Horizontallasten genutzt werden.“

Hierbei regelt die Z-14.4-884 [33] nur die Verbindung des Geländers mit dem Fensterrahmen (das Glied 3 der Nachweiskette gemäß Abschnitt 2.6). Die absturzsichernde Befestigung des Fensterrahmens am Bau-

körper kann z. B. wieder durch die absturzsichernde Fensterelementbefestigung (W-ABZ [34]) nach Abschnitt 4.2 realisiert werden (vgl. Bild 9).

## 5 Nachweisführung für die Befestigung

### 5.1 Nachweis der horizontalen Nutzlast (Holmlast)

#### 5.1.1 Lastannahmen für horizontale Nutzlasten (Holmlasten)

In der ETB-Richtlinie [24], Abschnitt 3.1, wurden die „horizontalen, statischen Lasten“ bzw. die „horizontalen Lasten (Linienlasten)“ für die Einbaubereiche 1 und 2 differenziert (vgl. hier Abschnitt 2.5.2).

In der modernen Normung ist dagegen für die „Bereichseinteilung“ DIN EN 1991-1-1 [12] mit dem zugehörigen nationalen Anhang DIN EN 1991-1-1/NA [13] maßgebend. Tabelle 2 zeigt hier auszugsweise einige dieser „modernen“ Einbaubereiche.

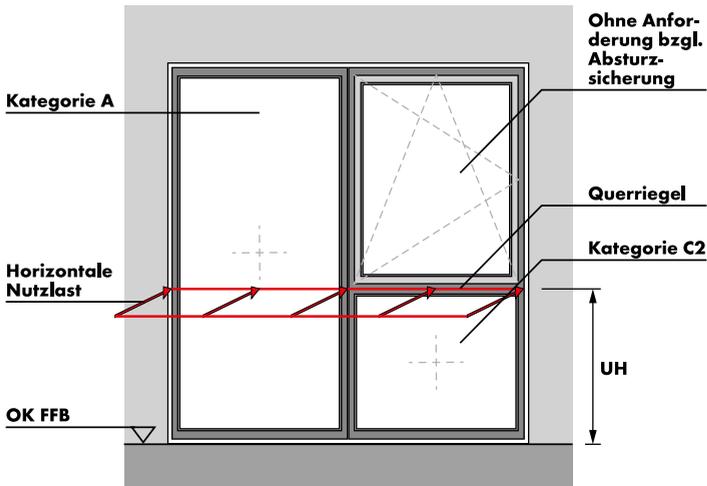
Gemäß DIN EN 1991-1-1/NA, Tabelle 6.12DE, Fußnote 2 sind die horizontalen Nutzlasten nach Tabelle 2 in Absturzrichtung in voller Höhe und in Gegenrichtung mit 50 %, mindestens jedoch mit 0,5 kN/m anzusetzen.

#### Hinweis

Die horizontale Nutzlast in Gegenrichtung ist aus Sicht der Autoren nur bei geländerartigen Umwehrungen, wie z. B. Brüstungsgeländern („französische Balkone“) oder feststehenden Brüstungen (Querholm) von Fensterelementen mit darüber angeordneten Drehflügeln (vgl. z. B. Bild 1c und Bild 1d), nicht jedoch bei feststehenden Fensterelementen oder raumhohen Festverglasungen (vgl. z. B. Bild 1a), anzusetzen.

**Tabelle 2.** Horizontale Lasten auf Absturzsicherungen auszugsweise nach DIN EN 1991-1-1/NA, Tabelle 6.12DE

Zeile	Beispiele für belastete Fläche inkl. Kategorie (auszugsweise)	Horizontale Nutzlast $q_k$ in kN/m
1	A: Wohn- und Aufenthaltsräume: Räume und Flure in Wohngebäuden, Bettenräume in Krankenhäusern, Hotelzimmer einschließlich zugehöriger Küchen und Bäder, ... B1: Flure in Bürogebäuden, Büroflächen, Arztpraxen ohne schweres Gerät, Stationsräume, Aufenthaltsräume einschließlich der Flure, ...	0,5
2	Räume, Versammlungsräume und Flächen, die der Ansammlung von Personen dienen können C1: Flächen mit Tischen; z. B. ..., Schulräume, Restaurants, Speisesäle ... C2: Flächen mit fester Bestuhlung; z. B. ..., Kongresssäle, ..., Wartesäle ... C3: Frei begehbare Flächen; z. B. Museumsflächen, Ausstellungsflächen, Eingangsbereiche in öffentlichen Gebäuden, Hotels, ..., sowie die zur Nutzungskategorie C1 bis C3 gehörigen Flure D: Verkaufsräume	1,0
3	C5: Flächen für große Menschenansammlungen; z. B. in Gebäuden wie Konzertsäle, ...	2,0



UH = Umwehrungshöhe

Bild 11. Einwirkung durch Horizontallast in Holmhöhe

Vergleiche hierzu als *Beispiel* Bild 11:

- Auf der linken Seite des Fensterelements (raumhohe Festverglasung) ist die horizontale Nutzlast nur *nach außen wirkend* anzusetzen.
- Auf der rechten Seite des Fensterelements [feststehende Brüstung (Querholm) mit darüber angeordnetem Drehflügel] ist die horizontale Nutzlast (Holmlast) *nach außen wirkend* in voller Höhe nach DIN EN 1991-1-1/NA, Tabelle 6.12DE anzusetzen.
- In Gegenrichtung, *nach innen wirkend*, wären 50% (der nach außenwirkenden horizontalen Nutzlast), mindestens jedoch 0,5 kN/m anzusetzen.

Damit sind die entsprechenden Befestigungen im Bereich des Holms für folgende Einwirkung ( $F_{ED}$ ) aus der horizontalen Linienlast zu bemessen:

$$F_{ED} = q_k \cdot \gamma_Q \quad (1)$$

mit

$q_k \geq 0,5 \text{ kN/m}$ , beachte Tabelle 2: charakteristische horizontale Nutzlast (Holmlast)

$\gamma_Q = 1,5$ , Teilsicherheitsbeiwert für unabhängige veränderliche Einwirkung mit ungünstiger Auswirkung nach DIN EN 1990/NA, Tabelle NA.A.1.2(B)

Gemäß Abschnitt 2.3 sind ggf. auch noch andere Regelwerke maßgebend (vgl. [3], S. 110, Abschnitt 8.5.2.1).

### 5.1.2 Überlagerung von horizontaler Nutzlast (Holmlast) und Windlast

Bei absturzsichernden Fensterelementen wird es sich in den meisten Fällen um Außenfenster handeln, die zusätzlich zu den horizontalen Nutzlasten (Holmlasten) auch durch Windlasten beansprucht werden. Nach ETB [24], Abschnitt 3.1, sind

- die Windlasten, die gemäß DIN 1991-1-4 und DIN 1991-1-4/NA (bzw. vereinfacht nach DIN 18055) bestimmt werden, und
- die horizontalen Linienlasten, die gemäß DIN EN 1991-1-1/NA zu ermitteln sind (vgl. Abschnitt 5.1.1),

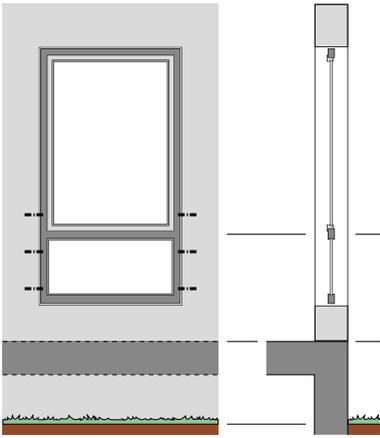
zu überlagern (Ausnahme vgl. Abschnitt 2.5.2).

Die in Abschnitt 4.2 und 4.3 vorgestellten zugelassenen Befestigungssysteme können nach Z-14.4-728 [34] bzw. Z-21.2-2017 [32] auch für Windlasten bemessen werden, d. h., das absturzsichernde Element kann umlaufend mit dem System befestigt werden, wobei dann auch die Befestigungselemente entsprechend nachzuweisen sind (vgl. auch Praxisbeispiel 1 in Abschnitt 6 bzw. Praxisbeispiel 2 in Abschnitt 7).

Die Lastüberlagerung erfolgt nach DIN EN 1990/NA, NCI zu 6.4.3.2(3). Danach beträgt der Kombinationsbeiwert für die horizontale Linienlast (Holmlast)  $\Psi_0 = 0,7$  und für Windlasten  $\Psi_0 = 0,6$  (siehe in DIN EN 1990/NA, Tabelle NA.A.1.1). Somit sind mindestens zwei Lastfallkombinationen zu untersuchen:

1. Die Holmlast wird voll und die Windlast um den Faktor  $\Psi_0 = 0,6$  reduziert angesetzt.
2. Die Windlast wird voll und die Holmlast um den Faktor  $\Psi_0 = 0,7$  reduziert angesetzt.

Aufgrund der Lastüberlagerung kann es durchaus erforderlich werden, dass zur Aufnahme der horizontalen Nutzlast (Holmlast) und der Windlast insgesamt vier Fenstermontageschienen W-ABZ bzw. AMO-Combi-Schrauben in Holmhöhe (zwei je Seite) erforderlich werden. Diese Schienen bzw. Schrauben sollten dann symmetrisch zum Holm bzw. der angenommenen Höhe der horizontalen Nutzlast angeordnet werden (Bild 12).



**Bild 12.** Beispiel für Befestigungspunkte zur Abtragung von horizontaler Nutzlast (Holmlast) und Windlast mit vier Fenstermontageschienen W-ABZ bzw. vier AMO-Combi-Schrauben in Holmhöhe (zwei je Seite, jeweils oberhalb und unterhalb des mittleren Querriegels)

Dabei ist zu beachten, dass das in einem PVC-Fensterprofil vorhandene Stahlprofil zur Lastübertragung geeignet sein muss und dass der entsprechende Achsabstand des Dübel-Systems, also der Abstand zwischen zwei Befestigern gemäß der jeweiligen Zulassung des Dübel-Systems, eingehalten wird.

## 5.2 Nachweis der stoßartigen Belastung

### 5.2.1 Allgemeines

Gemäß den Ausführungen in Abschnitt 2.5.3 gibt es für den erforderlichen Nachweis des weichen Stoßes nach ETB-Richtlinie [24] zwei Möglichkeiten. Der Nachweis kann entweder rechnerisch (Abschnitt 5.2.3) oder durch Versuche im Labor oder direkt auf der Baustelle erfolgen (Abschnitt 5.2.4).

### 5.2.2 Anordnung der Befestigungspunkte zur Aufnahme der stoßartigen Belastung

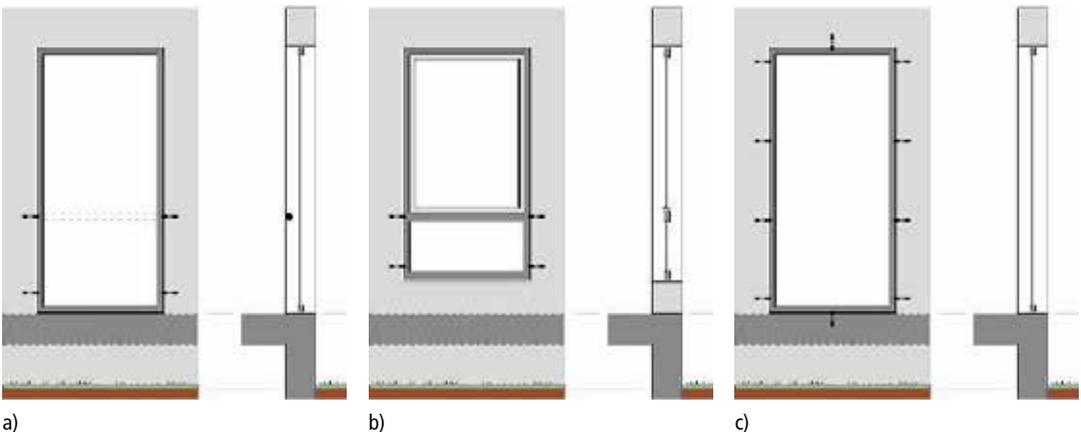
Bild 12, Bild 13 und Bild 16 zeigen insgesamt fünf Beispiele für absturzsichernde Fensterelemente und die mögliche Anordnung der Befestigungspunkte zur Abtragung der „stoßartigen Belastung“ nach ETB [24]. In den drei Beispielen Bild 12, Bild 13a und b müssen in jedem Fall zusätzliche Befestigungspunkte angeordnet werden, um die weiteren auf das jeweilige Fensterelement einwirkenden Lasten, z. B. aus Wind und ggf. aus 90° geöffnetem Fensterflügel (vgl. Bild 13b mit unterer Festverglasung und oberem Fensterflügel), abtragen zu können.

#### Hinweis

Bild 12, Bild 13a, Bild 13b und Bild 16 zeigen entgegen den *Empfehlungen* im *Leitfaden* zur Montage (s. [6], S. 164, Bild 5.22) nur seitliche Befestigungspunkte und keine unteren Befestigungspunkte zur Abtragung der „stoßartigen Belastung“ nach ETB [24].

Aus Sicht der Autoren können die unteren Befestigungspunkte entfallen, wenn – wie im Praxisbeispiel 1 (Abschnitt 6) gezeigt – *alle* auf das Fenster einwirkenden Lasten (ETB-Last, Windlast, horizontale Nutzlast, ...) allein durch die seitlichen Befestigungspunkte aufgenommen werden können (vgl. hierzu auch [29], S. 9 und 10, Abbildung 4 und 5).

Werden dagegen eine oder mehrere *untere* Befestigungspunkte erforderlich, um die einwirkenden Lasten abtragen zu können, so sind auch diese *unteren* Befestigungspunkte derart auszuführen, dass sie jeweils die „stoßartige Belastung“ nach ETB [24] aufnehmen können.



**Bild 13.** Abtragung der „stoßartigen Belastung“ nach ETB [24]: Beispiele für die Anordnung der Befestigungspunkte

**5.2.3 Rechnerischer Nachweis**

Das Prinzip der rechnerischen Nachweisführung wird ausführlich in *Küenzlen* et al. ([3], S. 114, Abschnitt 8.5.3) beschrieben, insbesondere die Einordnung der „alten“ ETB-Richtlinie in das heute übliche Sicherheitskonzept mit Teilsicherheitsbeiwerten. Daher wird hier nur das rechnerische Nachweisformat für die Einwirkung aus stoßartiger Belastung (weicher Stoß) wiedergegeben:

$$F_{Ed}/F_{Rd} = 2,8 \text{ kN}/F_{Rd} \leq 1,0 \quad (2)$$

mit

$$F_{Ed} = F_{Ek} \cdot \gamma_F = 2,8 \text{ kN} \cdot 1,0 = 2,8 \text{ kN},$$

Bemessungswert der Einwirkung

$$F_{Ek} = 2,8 \text{ kN},$$

charakteristische Einwirkung nach ETB-Richtlinie (vgl. hier Abschnitt 2.5.3)

$$\gamma_F = \gamma_A = 1,0,$$

Teilsicherheitsbeiwert für außergewöhnliche Einwirkung nach DIN EN 1990/NA, Tabelle NA.A.1.2(B)

$$F_{Rd} = F_{Rk}/\gamma_M,$$

Bemessungswert der Tragfähigkeit

$F_{Rk}$  charakteristische Tragfähigkeit des Befestigungssystems (für einen positiven rechnerischen Nachweis ist  $F_{Rk} \geq 2,8 \text{ kN}$  erforderlich)

$$\gamma_M = 1,0,$$

Material-Teilsicherheitsbeiwert ([6], S. 163, Abschnitt 5.3.2) und z. B. in Z-14.4-728 ([34], S. 9, Abschnitt 3.2.1.1)

**5.2.4 Nachweis durch Versuche**

Die Details der durchzuführenden Stoßversuche enthält ETB ([24], Abschnitt 3.2.2.2.2, Absatz 2). Dabei geht die Richtlinie davon aus, dass die Stoßkraft direkt auf die jeweilige Befestigungsstelle wirkt ([24], Abschnitt 3.2.2.2.3, Absatz 1).

Bei einem absturzsichernden Fensterelement gibt es allerdings Bereiche, auf die keine direkten Stoßkräfte wirken können ([29], S. 73, Abschnitt 7.3.2.3). DIN 18008-04 [19], Anhang A definiert daher in Ab-

**Tabelle 3.** Pendelfallhöhen für die Verglasungskategorien nach DIN 18008-4 [19], Anhang A

Kategorie	A	B	C
Pendelfallhöhe h in mm	900	700	450

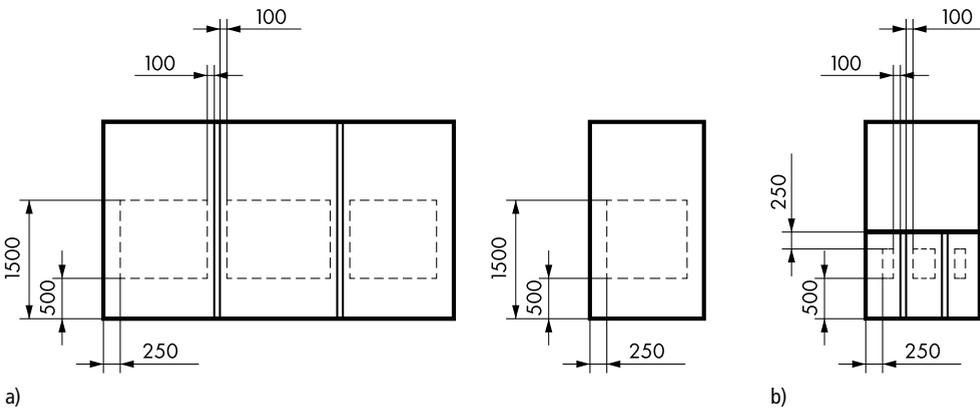
hängigkeit der Verglasungskategorien nicht nur die Pendelfallhöhen (Tabelle 3), sondern auch die Auftreffflächen (Bild 14).

Abschnitt 2.5.3 dieses Beitrags führte bereits aus, dass die Bedingungen a) bis d) eingehalten werden müssen, damit der Nachweis der stoßartigen Belastung erfolgreich durch Versuche geführt werden kann ([24], Abschnitt 3.2.1).

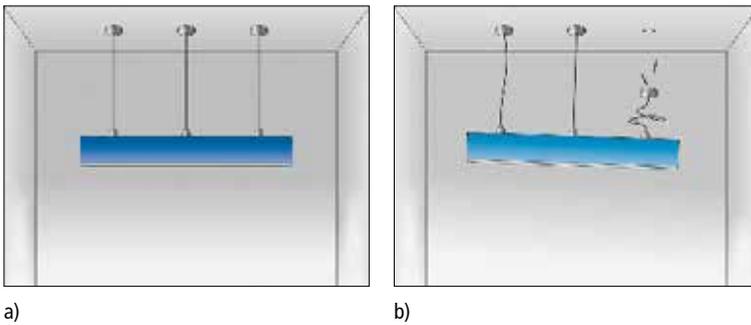
**5.3 Mehrfachbefestigung von absturzsichernden Fensterelementen**

**5.3.1 Im Allgemeinen: Mehrfachbefestigung von nichttragenden Systemen**

Im Bereich der allgemeinen Dübeltechnik werden seit vielen Jahren Dübel „zugelassen“, die nur als „Mehrfachbefestigung von nichttragenden Systemen“ verwendet werden dürfen. Diese „Zulassungen“ setzen z. B. für die Befestigung von abgehängten Decken oder Rohrleitungen immer mindestens 3 Befestigungspunkte mit jeweils mindestens einem Dübel voraus. Diese Befestigungspunkte müssen durch eine ausreichend steife Konstruktion verbunden sein (z. B. eine Stahlrohrleitung oder die Fassadenunterkonstruktion). Man geht hier davon aus, dass beim Versagen einer Befestigungsstelle die Last, die bis zum Versagen auf diese Befestigungsstelle wirkte, durch die steife Unterkonstruktion auf mindestens zwei benachbarte Befestigungspunkte umgelagert wird (Bild 15) und damit das Ausfallen der Befestigung im Ganzen verhindert wird.



**Bild 14.** Auftreffflächen für stoßartige Einwirkungen (auszugsweise) nach DIN 18008-4 [19], Anhang A; a) Kategorie A, b) Kategorie C2



**Bild 15.** Einfaches Beispiel: Mehrfachbefestigung einer nichttragenden Hängeleuchte an drei Befestigungspunkten; a) Ausgangssituation, b) Versagen eines Befestigungspunktes (vgl. [4], S. 132, Bild 82)

In *Küenzlen* et al. ([4], S. 134, Abschnitt 7.3.3.2) wird die Unterscheidung zwischen tragenden und nichttragenden Systemen erläutert und dabei Folgendes aus *Latenser* ([5], S. 1) zitiert:

„Unter nichttragenden Systemen (...) sind Bauteile zu verstehen, die zur Standsicherheit des Bauwerks nicht beitragen.“

Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/allgemeine Bauartgenehmigung der W-ABZ Schiene gemäß Abschnitt 4.2 [34] enthält eine Besonderheit für die Befestigung von absturzsichernden Fensterelementen, die als *tragend* einzustufen sind: Die Schiene darf auf Grundlage der abZ/aBG auch zusammen mit einem Kunststoff-Rahmendübel verwendet werden, der sonst nur für die *Mehrfachbefestigung* von *nichttragenden* Systemen „zugelassen“ ist (siehe ETA-08/0190 [30]).

### 5.3.2 Im Besonderen: Mehrfachbefestigung von absturzsichernden Fensterelementen

Im Rahmen der Befestigung von absturzsichernden Fensterelementen bekommt der Begriff „Mehrfachbefestigung“ mit den jüngst erteilten „Zulassungen“ nach Abschnitt 4.2 (Z-14.4-728 [34]) und 4.3 (Z-21.2-2017 [32]) eine weitere Bedeutung:

Die Befestigung von Fenstern erfolgt in der Praxis im Allgemeinen immer durch mehrere Befestigungsmittel. Selbst sehr kleine Fenster werden in der Praxis mit mindestens zwei Befestigern pro Seite befestigt. Bis zur Erteilung der Z-14.4-728 [34] war es jedoch nicht zulässig, diese Befestigung mit mehreren Befestigern positiv für den statischen Nachweis der absturzsichernden Eigenschaften der einzelnen Befestiger anzusetzen. Speziell im Bereich des Personenanpralls musste nach bisherigem Stand der Technik immer die Einwirkung von 2,8 kN aus der ETB-Richtlinie (vgl. Abschnitte 2.5.3 und 5.2.3) als charakteristische Einwirkung auf einen Befestiger bei der Anbindung an das Fenster angesetzt werden.

Erst bei der Verankerung im Wandbaustoff durfte diese „ETB-Last“ von 2,8 kN auf eine Gruppe von zwei oder mehr Dübeln aufgeteilt werden (vgl. Abschnitt 4.2). Dieser Ansatz ist jedoch nur bei der Verwendung von Konsolen denkbar, da nur hier die konstruktive Möglichkeit vorhanden ist, die Einwirkung aus einem An-

prall auf zwei oder mehr Dübel zu verteilen (vgl. z. B. Bild 5 und Bild 6).

Bei den in der Praxis mehrheitlich verwendeten Direktverschraubungen – wie z. B. der AMO-Combi Schraube (vgl. Abschnitt 4.3), ist dagegen technisch gar keine Aufteilung im Verankerungsgrund möglich, d. h., es kann keine Gruppe von Befestigern ausgeführt werden. Hier musste bisher die volle charakteristische Einwirkung von 2,8 kN von einer Befestigung im Wandbaustoff aufgenommen werden können, was den Einsatzbereich in der Vergangenheit deutlich einschränkte. Gerade in modernen energetisch optimierten Baustoffen lässt sich diese Einwirkung auf einen Befestigungspunkt in den meisten Fällen rechnerisch nicht nachweisen.

Um die Frage zu klären, ob bei der Befestigung eines Fensters im Falle eines Anpralls eine Lastumlagerung stattfindet und damit nicht die volle charakteristische Einwirkung von 2,8 kN von einem einzigen Befestiger aufgenommen werden muss, wurde ein Forschungsprojekt ins Leben gerufen. Dieses Projekt wurde vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) finanziell gefördert und vom ift Rosenheim fachlich betreut. Die folgenden zwei Zitate aus dem zugehörigen Abschlussbericht „*Erarbeitung einer Handlungsanleitung zur Bewertung der Absturzsicherung von Fenstern in der Gebäudehülle und deren Einbau sowie einer Erläuterung zur Anwendung der ETB-Richtlinie*“ enthalten kurz zusammengefasst den Inhalt und das Ergebnis dieses Forschungsprojekts ([29], Zusammenfassung und S. 77, Abschnitt 7.3.3.1):

(1) „Ein wesentlicher Teil der Untersuchungen beschäftigte sich mit dem rechnerischen Nachweis des weichen Stoßes, insbesondere mit der Frage der Lastweiterleitung der lokalen Stoßbeanspruchung auf benachbarte Befestigungspunkte. Um diese Fragestellung zu beantworten, wurden die wesentlichen Parameter, die die Lastweiterleitung beeinflussen, in FEM-Berechnungen variiert. Das Berechnungsmodell wurde zuvor durch experimentelle Untersuchungen validiert. Aus der Parameterstudie wurde ein Vorschlag erarbeitet, unter welchen konstruktiven Randbedingungen eine Lastweiterleitung an benachbarte Befestigungspunkte angesetzt und hier-

durch die Last am direkt beanspruchten Befestigungspunkt reduziert werden kann.“

(2) „Im Anwendungsfall lagert sich die Ersatzlast für den weichen Stoß bei Ausfall eines Befestigungspunktes komplett auf die beiden benachbarten Befestigungspunkte um. Bei einem Befestigungsabstand von max. 40 cm ist dies für den Blendrahmen ohne statischen Nachweis möglich, der bei Ausfall eines Befestigungselementes eine freie Spannweite von maximal 80 cm aufweist. Im günstigsten Fall verteilt sich die Last zu jeweils 50% auf die benachbarten Befestigungspunkte. Um eine nicht genau gleichmäßige Lastverteilung abzudecken, ist ein Ansatz von 60% der Ersatzlast als Bemessungsgröße sinnvoll.“

Die „konstruktiven Randbedingungen“ aus dem 1. Zitat zuvor sind die folgenden vier „konstruktiven Voraussetzungen“ ([29], S. 77, Abschnitt 7.3.3.1):

1. „Mindestbiegesteifigkeit des Rahmenprofils von 75 000 kNcm<sup>2</sup>. Holz- und Aluminiumfenster überschreiten diesen Wert ohne weitere Maßnahmen. Bei Kunststofffenstern ist mindestens eine Stahlverstärkung im Blendrahmen von 3,5 cm<sup>4</sup> erforderlich, z. B. in Form eines Hohlprofils 30×30×3 mm.
2. Befestigungsabstand von max. 40 cm.
3. Symmetrische Eckbefestigung mit zwei Befestigungspunkten pro Eckpunkt, jeweils im Abstand 15 cm von der Innenecke.
4. Konstruktive Ausbildung der Rahmenecke, sodass eine Lastüberleitung von 900 N möglich ist. Bei Holz- und Aluminiumfenstern kann dies bei üblichen Eckausbildungen als erfüllt angesehen werden.“

Diese neue Regelung konnte nun in die beiden „Zulassungen“ für die beiden Produkte nach Abschnitt 4.2 ([34], S. 9/10, Abschnitt 3.2.1.2) und 4.3 ([32], S. 6, Abschnitt 3.2.3) aufgenommen werden.

*Hinweis*

Die Mindestbiegesteifigkeit des Rahmenprofils (Holz- und Aluminiumfenster) bzw. der Stahlverstärkung bei Kunststofffenstern ergibt sich aus dem folgendem Produkt:

$$S = E \cdot I_y$$

mit

S Biegesteifigkeit hier in kNcm<sup>2</sup>

E Elastizitätsmodul (E-Modul von Holz bzw.

Aluminium bzw. Stahlverstärkung) hier in kN/cm<sup>2</sup>

I<sub>y</sub> axiales Flächenträgheitsmoment des Querschnitts bezüglich der Biegeachse y hier in cm<sup>4</sup>; dieses Trägheitsmoment wird der Profilversteller in der Regel als Information zur Verfügung stellen.

Für den statischen Nachweis eines Befestigers gegen einen Anprall nach ETB-Richtlinie [24] ist grundsätzlich eine charakteristische Einwirkung in Höhe von F<sub>E,k</sub> = 2,8 kN zu berücksichtigen, wobei der Teilsicherheitsbeiwert der Einwirkungen und der Material-Teilsicherheitsbeiwert auf der Widerstandseite mit γ<sub>F</sub> = γ<sub>M</sub> = 1,0 angesetzt werden darf (vgl. Abschnitt 5.2.3).

Können für das zu befestigende Fensterelement die bereits genannten vier konstruktiven Voraussetzungen für eine „Mehrfachbefestigung“ erfüllt werden, darf für den jeweiligen statischen Nachweis gegen Anprall – der Bemessungswert der Tragfähigkeit des Kunststoff-Rahmendübel SHARK UR 8 [30] in Kombination mit der Fenstermontageschiene W-ABZ mit dem Faktor (1/0,6) erhöht werden ([34], S. 9, Abschnitt 3.2.1.2) bzw.

– die Einwirkung F<sub>Ed</sub> auf den einzelnen Befestigungspunkt mit einer AMO Combi Schraube auf 60 % reduziert werden ([32], S. 6, Abschnitt 3.2.3).

In der „Zulassung“ für die Fenstermontageschiene W-ABZ wird der statische Nachweis des Dübels dann ausführlich mit γ<sub>F</sub> = γ<sub>M</sub> = 1,0 wie folgt beschrieben ([34], S. 9, Abschnitt 3.2.1.2):

$$\frac{F_{E,k} \cdot \gamma_F}{\left(\frac{F_{R,k}}{\gamma_M}\right)} = \frac{F_{E,k} \cdot 1,0}{\left(\frac{F_{R,k}}{1,0}\right)} = \frac{F_{E,k}}{F_{R,k}} = \frac{F_{E,d}}{F_{R,d}} = \frac{2,8}{\left(\frac{F_{R,d,Befestiger}}{0,6}\right)} \leq 1,0 \tag{3}$$

mit

F<sub>E,k</sub> = F<sub>Ed</sub> = 2,8 kN, ETB-Anpralllast  
 F<sub>R,k</sub> charakteristische Tragfähigkeit (allgemein)

F<sub>R,d</sub> Bemessungswert des Widerstands (allgemein)

F<sub>R,d,Befestiger</sub> Bemessungswert des Widerstands im Bescheid des Befestigers

γ<sub>F</sub> = 1,0, Teilsicherheitsbeiwert der Einwirkung für Nachweis der ETB-Anpralllast

γ<sub>M</sub> = 1,0, Material-Teilsicherheitsbeiwert für den Nachweis der ETB-Anpralllast

0,6 Faktor zur Berücksichtigung der Mehrfachbefestigung

Können die vier konstruktiven Voraussetzungen nach ift Forschungsbericht [29] für eine „Mehrfachbefestigung“ nicht erfüllt werden, darf der Faktor zur Berücksichtigung der Mehrfachbefestigung nicht angewendet werden. Der statische Nachweis für den Lastfall Anprall muss dann mit 2,8 kN = F<sub>R,d</sub> als Bauteilwiderstand geführt werden. Dabei kann F<sub>R,d</sub> natürlich auch größer als 2,8 kN sein.

Für die AMO-Combi Schraube mit der Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XS oder W-UR 10 XXL gilt sinngemäß, dass die Einwirkung F<sub>Ed</sub> nicht auf 60 % reduziert werden darf, wenn die Voraussetzungen nach ift Forschungsbericht [29] nicht erfüllt werden können.

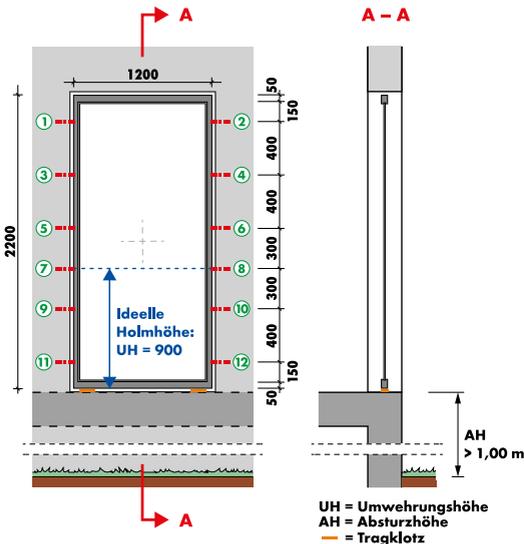
## 5.4 Überleitung zu den Praxisbeispielen 1 und 2

Die folgenden beiden Praxisbeispiele 1 und 2 zeigen zunächst die drei Möglichkeiten, wie Befestigungen von absturzichernden Fensterelementen im baupraktischen Alltag nachgewiesen werden können:

- Praxisbeispiel 1:  
Nachweis der „ETB-Last“ in Höhe von 2,8 kN (Abschnitt 6)
- Praxisbeispiel 2:  
a) Nachweis der reduzierten „ETB-Last“ in Höhe von 1,6 kN, wenn eine „Mehrfachbefestigung“ nachgewiesen werden kann (Abschnitt 7.7.1.2)  
b) Nachweis durch Pendelschlagversuch im Labor oder auf der Baustelle (Abschnitt 7.7.1.3)

Zur schnelleren Übersicht steht dafür ein übliches bodentiefes absturzicherndes Fenster mit Festverglasung im Mittelpunkt (Bild 1a und Bild 16). Für eine solche Festverglasung reduzieren sich die Einwirkungen sowie die Glieder der Nachweiskette.

In den zwei Praxisbeispielen werden die in Abschnitt 4.2 und 4.3 vorgestellten Produkte verwendet. Dabei wird gezeigt, dass bereits die Veränderung eines Parameters – z. B. die Veränderung der Windzone – die Produktwahl mitbestimmen kann. Die Produktwahl beeinflusst wiederum den statischen Nachweis, der für die Befestigung des ansonsten *gleichen* absturzichernden Fensterelements geführt werden muss, da unterschiedliche Lastfälle maßgebend werden können.



**Bild 16.** Erste Übersicht für die Praxisbeispiele 1 und 2 – Bodentiefes absturzicherndes Fensterelement mit Festverglasung (Ansicht von außen): Befestigung links und rechts im Planhochlochziegel mit je 6 Befestigern (AMO-Combi Schraube mit Kunststoffdübelhülse W-UR 10 XXL); die „ideelle Holmhöhe“ ist gestrichelt angedeutet

## 6 Praxisbeispiel 1 – Befestigung eines bodentiefen absturzichernden Fensterelements mit Festverglasung mit einem Direktbefestiger

### 6.1 Allgemeine Hinweise

Nachfolgend wird ein einfaches Bemessungsbeispiel für die Befestigung eines bodentiefen absturzichernden Fensterelements mit Festverglasung dargestellt. Für die Verankerung des Elements in der Fensterlaibung eines Gebäudes wird zunächst die AMO-Combi Schraube zusammen mit der Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XXL verwendet (vgl. Abschnitt 4.3). Damit ergibt sich folgende reduzierte Nachweiskette (vgl. Abschnitt 2.6):

- Glied 1 der Kette: Absturzichernde Festverglasung
- Glied 2 der Kette: Unmittelbare Glasbefestigung bzw. Glaslagerung
- Glied 3 der Kette: Fensterrahmen
- Glied 4 der Kette: Befestigung des Fensterrahmens am Baukörper

Da sich dieser Beitrag schwerpunktmäßig mit der Befestigung absturzichernder Fensterlemente am Baukörper beschäftigt, wird aus Übersichtsgründen auf die Lastermittlung und die statischen Nachweise für die Kettenglieder 1 bis 3 verzichtet. Die Bemessung von Festverglasung, unmittelbarer Glasbefestigung und Fensterrahmen müssten für ein reales Projekt abhängig vom gewählten Fensterrahmen-System und der gewählten Verglasung entsprechend ergänzt werden; sie wird in der Regel vom Fensterprofil-Hersteller und/oder dem Fensterbauer bereitgestellt. Die Ermittlung der Einwirkungen auf die Kettenglieder 1 bis 3 kann sinngemäß bzw. exemplarisch *Küenzlen et al.* ([3], S. 123–126) entnommen werden.

Für den Nachweis der Befestigung der absturzichernden Fensterelemente am Gebäude wird im Hinblick auf die Verwendung von *zugelassenen* Dübel-Systemen auf die „Hinweise für die Montage von Dübelverankerungen“ des DIBt hingewiesen. In den DIBt-Hinweisen [22] finden sich u. a. folgende Aussagen:

- „Dübelssysteme müssen geplant und bemessen werden.“
- „Dabei wird vorausgesetzt, dass Auswahl, Planung und Bemessung ausschließlich vom Planer vorgenommen werden.“
- „Die Auswahl, Planung und Bemessung eines Dübelsystems gehören nicht zu den Aufgaben der Monteur.“
- „Abweichungen von den Vorgaben der Konstruktionszeichnungen dürfen durch den Monteur nicht eigenmächtig vorgenommen werden.“

Ergänzend wird in den jeweiligen „Zulassungen“ der Dübel-Systeme der Begriff „Planer“ definiert. So findet sich z. B. in der ETA-08/0190 ([30], S. 10, Anhang B1) folgende Aussage:

„Die Bemessung der Verankerungen erfolgt [...] unter der Verantwortung eines auf dem Gebiet der Verankerungen und des Mauerwerks erfahrenen Ingenieurs.“

Für Verankerungen in Beton ist dieses Zitat entsprechend anzupassen (siehe z. B. in ETA-16/0043 [31], S. 10, Anhang B2).

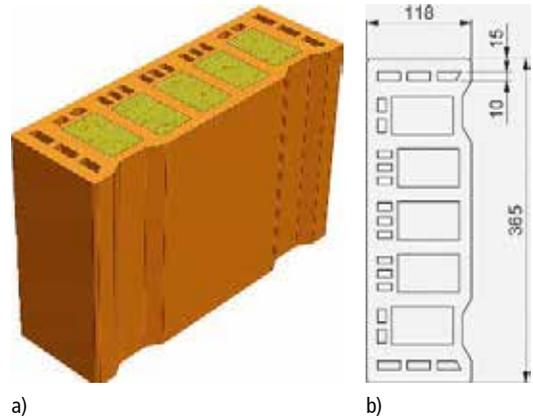
Die Bemessung eines zugelassenen Dübels auf Grundlage der jeweiligen „Zulassung“ bzw. auf Grundlage der in der Zulassung angegebenen Bemessungsregeln erbringt dabei immer nur den Nachweis der „örtlichen Kräfteinleitung in den Verankerungsgrund“, weshalb hier abschließend noch einmal auf das Zitat aus RAL Gütegemeinschaft [6] in Abschnitt 2.6 hingewiesen wird. Danach ist die Weiterleitung der zu verankernden Lasten im Bauteil „von der Einwirkungsstelle bis in den tragenden Baugrund“ nachzuweisen:

Würde also z. B. für ein reales Projekt von einem gesondert beauftragten (Fach-)Planer – wie im nachfolgenden Praxisbeispiel 1 dargestellt – nur der statische Nachweis der Befestigung des absturzsichernden Fensterelements erbracht, so wäre für den Nachweis der Lastweiterleitung bis in den tragenden Baugrund der für die Gesamtstatik des Gebäudes zuständige Tragwerksplaner verantwortlich.

## 6.2 Zusammenstellung der erforderlichen Ausgangsdaten

Gegebene Ausgangssituation für Praxisbeispiel 1 – Bodentiefes absturzsicherndes Fensterelement mit Festverglasung, vgl. Bild 16:

- Wohngebäude in Künzelsau (Postleitzahl 74653, Baden-Württemberg)
- Gebäudehöhe  $\leq 10$  m
- Lage des absturzsichernden Fensterelements in Bezug auf die einwirkenden Windlasten: Mittenbereich des Gebäudes
- Lichte Raumhöhe 2,50 m
- Absturzsicherndes Fensterelement mit 3-fach-Isolierverglasung:
  - Fenstergröße:  $B \times H \approx 1,2 \text{ m} \times 2,2 \text{ m}$
  - Fensterprofile aus Aluminium (Werkstoff EN AW 6060 T66 mit  $R_m \geq 215 \text{ N/mm}^2$  und  $t \geq 1,5 \text{ mm}$ ) mit thermischer Trennung (Kunststoffteile der thermischen Trennung aus Polyamid PA; vgl. Bild 20)
  - ohne (Profil-) Verbreiterungen
  - mit Festverglasung (beachte Abschnitt 6.1)
  - Aufbau der Isolierverglasung (von außen nach innen): 6 mm ESG-H/12 mm SZR/4 mm ESG/12 mm SZR/8 mm VSG (44.2)
- Der Höhenunterschied zwischen den Verkehrsflächen (OK FFB Wohnung und OK Gelände) bzw. die Absturzhöhe beträgt  $1,00 < AH \leq 12,00 \text{ m}$ : Nach Musterbauordnung [25], § 38 Abs. 1 Satz 1 ist daher eine Umwehrung (= Absturzsicherung) vorzusehen (vgl. Bild 2 und Bild 16: UH = 900 mm).



**Bild 17.** Planhochlochziegel „ThermoPlan MZ Ergänzung“; a) Isometrie, b) Querschnitt ([32], Anlage 75)

- Verankerungsgrund Mauerwerk:
  - Planhochlochziegel „ThermoPlan MZ Ergänzung“ (vgl. Bild 17)
  - Hersteller: Mein Ziegelhaus GmbH & Co. KG, Märkerstraße 44, D-63755 Alzenau
  - Format/Steinabmessung: 6DF;  $L \times B \times H = 123 \text{ mm} \times 365 \text{ mm} \times 249 \text{ mm}$
  - Rohdichte:  $\rho \geq 0,8 \text{ kg/dm}^3$
  - Mittlere Steindruckfestigkeit nach DIN EN 771:  $\geq 8,0 \text{ N/mm}^2$
- Befestigung gemäß Bild 16 nur seitlich links und rechts in der Laibung mit je 6 Stück AMO-Combi Schrauben mit Kunststoffdübelhülse W-UR 10 XXL nach [32]
- Annahme:
 

Es wird zur Vereinfachung angenommen, dass für die Lösung der Befestigungsaufgabe das Fenster derart in der Laibung liegt, dass das gewählte Dübel-System mittig in der Laibung (Mitte des Mauersteins) zu montieren ist. Für den Randabstand  $c$  der AMO-Combi Schraube mit der Kunststoffdübelhülse W-UR 10 XXL in der Laibung gilt dann:

$$c_{\text{innen}} = c_{\text{außen}}$$

- Annahme:
 

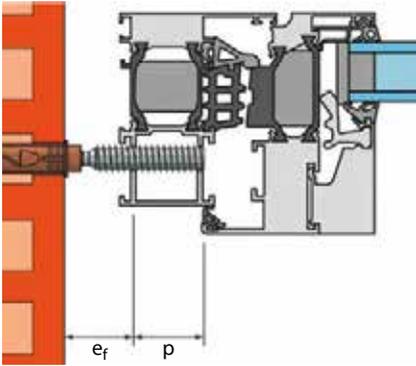
Maximale freie Schraubenlänge  $e_f = 25 \text{ mm}$  ([32], Anlage 7 bzw. vgl. hier Bild 18)

## 6.3 Einwirkungen

### 6.3.1 Stoßartige Lasten nach ETB-Richtlinie (Außergewöhnliche Einwirkung)

Aufgrund des in Abschnitt 6.2 festgestellten Höhenunterschieds  $1,00 < AH \leq 12,00 \text{ m}$  zwischen den Verkehrsflächen (OK FFB Wohngebäude und OK Gelände) muss das Fensterelement absturzsichernde Eigenschaften aufweisen.

Gemäß „ETB-Richtlinie – Bauteile, die gegen Absturz sichern“ wird die verwendete AMO-Combi Schraube mit Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XXL zur Be-



**Bild 18.** Freie Schraubenlänge  $e_f$   
Fensterrahmenprofile aus Aluminium ([32], Anlage 7)

festigung des absturzsichernden Fensterelements gegen Versagen bemessen. Dabei muss für „Befestigungselemente“ nur der „weiche Stoß“, nicht aber der „harte Stoß“ nachgewiesen werden (s. ETB [24], Abschnitt 3.2.2.2.3).

Gemäß der zugehörigen „Zulassung“ ist bei absturzsichernder Funktion nachzuweisen, dass der Bemessungswert der Einwirkungen  $F_{Ed}$  den Bemessungswert der Tragfähigkeit  $F_{Rd}$  nicht überschreitet ([32], S. 6, Abschnitt 3.2.3):

$$F_{Ed} \leq F_{Rd} \quad (4)$$

mit

$F_{Ed}$  Bemessungswert der Einwirkungen (Stoßlasten aus Personenanprall) je Befestigungspunkt  
 $F_{Ed} = 2,8 \text{ kN}$  (statische Ersatzlast nach ETB-Richtlinie, der Teilsicherheitsbeiwert für den außergewöhnlichen Lastfall  $\gamma_A = 1,0$  ist enthalten)

$F_{Rd}$  Bemessungswert der Tragfähigkeit je Befestigungspunkt,  $F_{Rd} = F_{Rk}$   
(Teilsicherheitsbeiwert für außergewöhnlicher Lastfall  $\gamma_M = 1,0$ )

### 6.3.2 Windlasten

Das Wohngebäude, in das das absturzsichernde Fensterelement eingebaut wird, steht nach Abschnitt 6.2 in Künzelsau. Im Verzeichnis „Windzonen nach Verwaltungsgrenzen“ [8] wird für den „Regierungsbezirk Stuttgart“, zu dem Künzelsau gehört, die „Windzone 1“ ausgewiesen. Alternativ lassen sich unter dem Suchbegriff „Windzonen nach Postleitzahlen“ im Internet auch diverse Seiten finden, auf denen – lediglich unter der Eingabe der Postleitzahl für das konkrete Bauvorhaben – die entsprechend zugehörige Windzone ausgegeben wird.

Nach DIN 18055 [20], Tabelle A.1 ergibt sich für

- die Windzone 1,
- eine Gebäudehöhe  $\leq 10 \text{ m}$  und
- den Einbau des absturzsichernden Fensterelements im Mittenbereich des Wohngebäudes folgende charakteristische Windbelastung:

$$q_{wd,k} = 0,50 \text{ kN/m}^2 \text{ (Winddruck)}$$

$$q_{ws,k} = 0,55 \text{ kN/m}^2 \text{ (Windsog)}$$

Die Bemessungswerte der Einwirkungen ergeben sich wie folgt:

$$\begin{aligned} q_{wd,d} &= q_{wd,k} \cdot \gamma_F \\ &= 0,50 \cdot 1,5 \\ &= \underline{0,75 \text{ kN/m}^2} \text{ Winddruck} \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} q_{ws,d} &= q_{ws,k} \cdot \gamma_F \\ &= 0,55 \cdot 1,5 \\ &= \underline{0,83 \text{ kN/m}^2} \text{ Windsog} \Rightarrow \underline{\text{maßgebend}} \end{aligned} \quad (6)$$

mit

$\gamma_F = 1,5$ , veränderliche Einwirkung (Windlast)

#### Hinweis

Die Anwendung von DIN 18055 [20], Tabelle A.1 beruht auf Berechnungen mit dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1991-1-4 [14] und DIN EN 1991-1-4/NA [15]. Diese praxisnahe Vorgehensweise liegt für übliche Gebäude auf der sicheren Seite.

Sofern eine Abminderung der Werte aus Tabelle A.1 angestrebt wird, ist eine genaue Berechnung der Außendruckbeiwerte nach DIN EN 1991-1-4/NA, Tabelle NA.1, bzw. eine genaue Windlastermittlung nach DIN EN 1991-1-4/NA, NA.B.3.3, erforderlich.

### 6.3.3 Horizontale Nutzlast in ideeller Holmhöhe

Die charakteristische horizontale Nutzlast – in Absturzrichtung nach außen – ergibt sich für ein Wohnhaus aus DIN EN 1991-1-1/NA, Tabelle 6.12DE in der ideellen Holmhöhe (vgl. Bild 16):

$$\Rightarrow q_{k,\text{außen}} = 0,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Gemäß Fußnote 2 zu Tabelle 6.12DE in DIN EN 1991-1-1/NA sind die horizontalen Nutzlasten in Absturzrichtung in voller Höhe und in Gegenrichtung – nach innen wirkend – mit 50%, mindestens jedoch mit  $0,5 \text{ kN/m}$  anzusetzen. Da es sich hier aber um eine durchgängige absturzsichernde Festverglasung über das gesamte bodentiefe Fensterelement handelt, kann dieser Ansatz entfallen, da man nicht von innen an der Glasscheibe „ziehen“ wird. Somit entfällt auch die Überlagerung mit dem Winddruck auf das Gebäude (vgl. Abschnitt 6.4.5).

Der Bemessungswert der Einwirkungen ergibt sich wie folgt:

$$\begin{aligned} q_{kd,\text{außen}} &= q_{k,\text{außen}} \cdot \gamma_F \\ &= 0,5 \cdot 1,5 = 0,75 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \end{aligned} \quad (7)$$

mit

$\gamma_F = 1,5$ , veränderliche Einwirkung (horizontale Nutzlast)

### 6.3.4 Last aus 90° geöffnetem Fensterflügel

Da es sich hier um eine durchgängige absturzsichernde Festverglasung über das gesamte bodentiefe Fenserelement handelt, kann das Fenster überhaupt nicht und damit auch nicht 90° geöffnet werden. Daraus entstehen folglich keine Einwirkungen auf die Fensterbefestiger.

### 6.4 Ermittlung der maßgebenden Querkräfte für Befestigungspunkt (7) bzw. (8) für das zu untersuchende Dübel-System

Bild 16 zeigt, dass durch die Befestigungspunkte (7) bzw. (8) die ideelle Holmhöhe verläuft. Für diese beiden Befestigungspunkte müssen daher sowohl

1. der Nachweis für stoßartige Lasten als auch
2. der Nachweis für die Überlagerung der horizontalen Nutzlast mit der Windsoglast (beide Lasten nach außen wirkend)

geführt werden. Deshalb und aufgrund der folgenden Überlegungen sind diese beiden Befestigungspunkte (7) und (8) offenbar für die Bemessung maßgebend:

- Die Befestigungspunkte (1) bis (4) müssten nur für Windsog nachgewiesen werden (Winddruck ist nicht maßgebend), da sie oberhalb der Auftrefffläche für den Pendelschlagversuch liegen (vgl. Bild 14, Bild 16 und [6], S. 164, Bild 5.22).
- Die Befestigungspunkte (5) bis (6) und (9) bis (12) müssten nur getrennt voneinander, d. h. ohne Überlagerung, a) für stoßartige Lasten und b) für Windsog nachgewiesen werden.

Daher werden nachfolgend nur für die beiden Befestigungspunkte (7) und (8) für alle möglichen Lastfälle die Einwirkungen zusammengetragen und anschließend wiederum nur die maßgebenden statischen Nachweise geführt.

Die anderen Befestigungspunkte (1) bis (6) und (9) bis (12) werden ohne weitere Nachweise auf der sicheren Seite baugleich ausgeführt.

#### 6.4.1 Lastfall 1: Stoßartige Lasten

Maßgebende Querkraft (vgl. hierzu Abschnitt 6.3.1):

$$V_{\text{Ed,LF1}} = F_{\text{Ed}} = \underline{2,8 \text{ kN}} \quad (8)$$

Gemäß ETB ([24], Abschnitt 3.1) sind nur die horizontalen Nutzlasten mit den Windlasten zu überlagern. Die stoßartigen Lasten müssen also mit keinen anderen Lasten überlagert werden.

#### 6.4.2 Lastfall 2: Windsoglast

Maßgebende Querkraft (vgl. hierzu Bild 16 und Abschnitt 6.3.2):

$$V_{\text{Ed,LF2}} = A_{\text{Wind}} \cdot q_{\text{ws,d}} = \left[ \left( \frac{1,2}{2} \right) \cdot \frac{(0,3 + 0,3)}{2} \right] \cdot 0,83 = \underline{0,15 \text{ kN}} \quad (9)$$

#### 6.4.3 Lastfall 3: Winddrucklast

Maßgebende Querkraft (vgl. hierzu Bild 16 und Abschnitt 6.3.2):

$$V_{\text{Ed,LF3}} = A_{\text{Wind}} \cdot q_{\text{wd,d}} = \left[ \left( \frac{1,2}{2} \right) \cdot (0,3 + 0,3)/2 \right] \cdot 0,75 = \underline{0,14 \text{ kN}} \quad (10)$$

#### 6.4.4 Lastfall 4: Horizontale Nutzlast in ideeller Holmhöhe

Maßgebende Querkraft (vgl. hierzu Bild 16 und Abschnitt 6.3.3):

$$V_{\text{Ed,LF4}} = \left( \frac{B}{2} \right) \cdot q_{\text{kd,außen}} = \left( \frac{1,2}{2} \right) \cdot 0,75 = \underline{0,45 \text{ kN}} \quad (11)$$

#### 6.4.5 Lastfall 5: Überlagerung horizontale Nutzlast plus Windsoglast

Hier werden nur die in Absturzrichtung nach außen wirkende Windsoglast und horizontale Nutzlast (Holmlast) überlagert:

$$V_{\text{Ed,Sog}} = V_{\text{Ed,LF2}} = 0,15 \text{ kN} \quad (12)$$

(vgl. Abschnitt 6.4.2)

$$V_{\text{Ed,Holm}} = V_{\text{Ed,LF4}} = 0,45 \text{ kN} \quad (13)$$

(vgl. Abschnitt 6.4.4)

Gemäß DIN EN 1990/NA [11] (dort NCI zu 6.4.3.2(3) und Tabelle NA.A.1.1) werden zwei Lastfallkombinationen untersucht (vgl. hier auch Abschnitt 5.1.2).

#### Lastfallkombination 1

Die Holmlast wird voll und die Windlast um den Faktor  $\Psi_0 = 0,6$  reduziert angesetzt:

$$V_{\text{Ed,LF5-1}} = V_{\text{Ed,Holm}} + (\Psi_0 \cdot V_{\text{Ed,Sog}}) = 0,45 + (0,6 \cdot 0,15) = \underline{0,54 \text{ kN}} \Rightarrow \text{maßgebend} \quad (14)$$

**Tabelle 4.** Übersicht der maßgebenden Querkräfte für alle Lastfälle (Praxisbeispiel 1) für die maßgebenden Befestigungspunkte (7) und (8) nach Bild 16

Lastfall	Beschreibung	Ermittlung $V_{Ed}$ siehe Abschnitt	$V_{Ed}$ in kN	Maßgebend in kN	Bemessung vgl. Abschnitt
1	Stoßartige Lasten	6.4.1	2,80	2,80	6.5.1
2	Windsoglast	6.4.2	0,15	0,54	6.5.2
3	Winddrucklast	6.4.3	0,14		
4	Horizontale Nutzlast	6.4.4	0,45		
5	Überlagerung horizontale Nutzlast plus Windsoglast	6.4.5	0,54		

**Lastfallkombination 2**

Die Windlast wird voll und die Holmlast um den Faktor  $\Psi_0 = 0,7$  reduziert angesetzt:

$$\begin{aligned} V_{Ed,LF5-2} &= V_{Ed,Sog} + (\Psi_0 \cdot V_{Ed,Holm}) \\ &= 0,15 + (0,7 \cdot 0,45) \\ &= \underline{0,47 \text{ kN}} \end{aligned} \quad (15)$$

**6.4.6 Übersicht der maßgebenden Querkräfte für das Praxisbeispiel 1**

In Tabelle 4 werden alle maßgebenden Querkräfte der einzelnen Lastfälle übersichtlich zusammengestellt. Für den Nachweis des Fensterbefestigers müssen danach nur die beiden maßgebenden Lastfälle 1 und 5 weiter untersucht werden.

**6.5 Statische Nachweise für Glied 4 der Nachweiskette: Befestigung des Fensterrahmens mit dem Direktbefestiger im Mauerwerk**

Aufgrund der Annahme in Abschnitt 6.2, dass das Fensters derart in der Laibung liegt, dass das gewählte Dübel-System mittig in der Laibung (Mitte des Mauersteins) montiert wird, gilt für die vorhandenen Randabstände im Planhochlochziegel „ThermoPlan MZ Ergänzung“ Folgendes (vgl. Bild 17 und [32], Anlage 75 Tabelle 35.2):

$$c_{\text{innen}} = c_{\text{außen}} = \frac{365}{2} > 125 \text{ mm} = c_{\text{min}}$$

Die Tragfähigkeit der AMO-Combi Schraube mit der Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XXL in dem in Abschnitt 6.2 ausgewiesenen Mauerstein kann der abZ/aBG AMO-Combi ([32], Anlage 76, Tabellen 35.3 und 35.4) bzw. hier Bild 19 entnommen werden.

**Tabelle 35.3: Bemessungswerte der Tragfähigkeit  $V_{Ed}$  in [kN] für Einzeldübel unter Querbeanspruchung**

Dübelgröße	Freie Schraubenlänge $e^{20} \leq$ [mm]	W-UR 10 XXL				
		Kunststoff / Aluminium		Holz / Holz-Alu		
Mittlere Steindruckfestigkeit nach DIN EN 771		20	30	10	20	30
Planhochlochziegel ThermoPlan MZ Ergänzung, $\geq 8,0 \text{ N/mm}^2$	[kN]	0,65	0,45	1,10	0,65	0,45
Planhochlochziegel ThermoPlan MZ Ergänzung, $\geq 7,5 \text{ N/mm}^2$	[kN]	0,85	0,45	1,10	0,85	0,45

**Tabelle 35.4: Tragfähigkeit  $F_{Ed}$  in [kN] für Einzeldübel bei Personenanprall**

Dübelgröße	Freie Schraubenlänge $e^{20} \leq$ [mm]	W-UR 10 XXL				
		Kunststoff / Aluminium		Holz / Holz-Alu		
Mittlere Steindruckfestigkeit nach DIN EN 771		20	30	10	20	30
Planhochlochziegel ThermoPlan MZ Ergänzung, $\geq 8,0 \text{ N/mm}^2$	[kN]	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Planhochlochziegel ThermoPlan MZ Ergänzung, $\geq 7,5 \text{ N/mm}^2$	[kN]	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8

<sup>20</sup> Siehe Anlage 7

<sup>21</sup> Zwischenwerte bei der freien Schraubenlänge  $e$  dürfen linear interpoliert werden.

**Bild 19.** Auszug aus Z-21.2-2017 [32], Anlage 76: Verankerung im Planhochlochziegel „ThermoPlan MZ Ergänzung“

Ein Abminderungsfaktor für Fugen muss nicht berücksichtigt werden, da es sich bei dem verbauten Stein um einen *Planhochlochziegel* handelt (vgl. [32], S. 6, Abschnitt 3.2.4).

### 6.5.1 Nachweis Lastfall 1: Stoßartige Lasten

Das Nachweisformat ist in Abschnitt 6.3.1 mit Gl. (4) beschrieben.

#### Nachweis:

$$\begin{aligned} F_{Ed}/F_{Rd} &= V_{Ed,LF1}/(F_{Rk}/\gamma_M) \\ &= 2,8/(2,8/1,0) \\ &= 1,0 \leq 1,0 \Rightarrow \text{Nachweis erbracht} \end{aligned} \quad (16)$$

mit

$$\begin{aligned} V_{Ed,LF1} &= 2,80 \text{ kN, vgl. Abschnitt 6.4.1 bzw. Tabelle 4} \\ F_{Rk} &= 2,80 \text{ kN, siehe [32], Anlage 76, Tabelle 35.4} \\ &\text{bzw. Bild 19, untere Tabelle} \\ \gamma_M &= 1,0, \text{ siehe [32], S. 6, Abschnitt 3.2.3} \end{aligned}$$

### 6.5.2 Nachweis Lastfall 5: Überlagerung horizontale Nutzlast (Holmlast) plus Windsog (nach außen wirkend)

Das Nachweisformat ist in der Z-21.2-2017 ([32], S. 5, Abschnitt 3.2.2) angegeben. In den Anlagen dieser „Zulassung“ werden bereits Bemessungswerte  $V_{Rd}$  ausgewiesen (vgl. Bild 19 obere Tabelle).

#### Nachweis:

$$\begin{aligned} \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} &= \frac{V_{Ed,LF5}}{V_{Rd}} \\ &= \frac{0,54}{0,55} = 0,98 \leq 1,0 \Rightarrow \text{Nachweis erbracht} \end{aligned} \quad (17)$$

mit

$$\begin{aligned} V_{Ed,LF5} &= 0,54 \text{ kN, vgl. Abschnitt 6.4.5 bzw. Tabelle 4} \\ V_{Rd} &= 0,55 \text{ kN, siehe [32], Anlage 76, Tabelle 35.4} \\ &\text{bzw. hier Bild 19; für mittlere} \\ &\text{Steindruckfestigkeit nach EN 771} \\ &\geq 8,0 \text{ N/mm}^2; \text{ linear interpoliert für} \\ e_f &= 25 \text{ mm (vgl. Abschnitt 6.2 mit Bild 18):} \\ &(0,65 + 0,45)/2 = 0,55 \end{aligned}$$

## 6.6 Fazit

Das Praxisbeispiel 1 zeigt, dass die Befestigung eines absturzsichernden Fensterelements nun auch mit einem Direktbefestiger, hier der AMO-Combi Schraube mit Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XXL nach Abschnitt 4.3, in einem (Plan-)Hochlochziegel rechnerisch nachgewiesen und entsprechend ausgeführt werden kann.

## 7 Praxisbeispiel 2 – Befestigung eines bodentiefen absturzsichernden Fensterelements mit Festverglasung mit einer Fenstermontageschiene – Nachweis der „Mehrfachbefestigung“ oder durch Versuche

### 7.1 Allgemeine Hinweise

Das Praxisbeispiel 2 ist nahezu unverändert gegenüber Praxisbeispiel 1. Hier ist die Befestigung für dasselbe bodentiefe absturzsichernde Fensterelement rechnerisch nachzuweisen wie für Praxisbeispiel 1 (Bild 16). Allerdings befindet sich das Bauvorhaben nicht mehr in Künzelsau, sondern in Berlin und damit nicht mehr in Windzone 1, sondern jetzt in Windzone 2. Außerdem liegt das einzubauende Fenster nicht mehr im Mittenbereich, sondern im Randbereich des Gebäudes.

Der hohe Ausnutzungsgrad von 98 % im Nachweis für Lastfall 5 in Praxisbeispiel 1 zeigt (vgl. Abschnitt 6.5.2: Überlagerung Windsog- und Holmlast, Windzone 1, Mittenbereich), dass hier im Praxisbeispiel 2 die Befestigung mit einer höheren Windsoglast (Windzone 2, Randbereich) für die AMO-Combi Schraube mit Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XXL offensichtlich nicht mehr rechnerisch nachgewiesen werden kann.

Aus diesem Grund kommt hier die Fenstermontageschiene W-ABZ in Kombination mit dem Kunststoff-Rahmendübel SHARK UR 8 zur Anwendung. Für die Geometrie der Anordnung dieses Befestigungssystems gilt *zunächst* unverändert Bild 16.

Damit ergibt sich folgende Nachweiskette (vgl. Abschnitt 2.6):

- Glied 1 der Kette: Absturzsichernde Festverglasung
- Glied 2 der Kette: Unmittelbare Glasbefestigung
- Glied 3 der Kette: Fensterrahmen
- Glied 4 der Kette: Verbindung Fensterrahmen mit Fenstermontageschiene W-ABZ
- Glied 5 der Kette: Fenstermontageschiene W-ABZ
- Glied 6 der Kette: Befestigung W-ABZ mit Kunststoffdübel in Mauerwerk

Mit Verweis auf die Erläuterungen in Abschnitt 6.1 werden hier nur die Kettenglieder 4 bis 6 nachgewiesen.

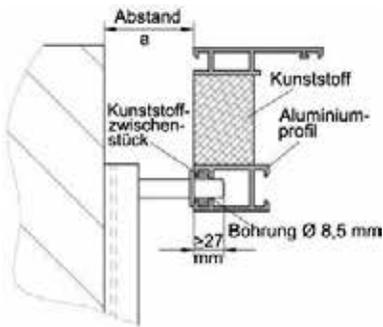
### 7.2 Zusammenstellung der erforderlichen Ausgangsdaten

Gegebene Ausgangssituation für Praxisbeispiel 2 – Bodentiefes absturzsicherndes Fensterelement mit Festverglasung, vgl. *zunächst* Bild 16:

#### Hinweis

Die erforderlichen Ausgangsdaten sind Abschnitt 6.2 zu entnehmen; hier werden nachfolgend nur die Änderungen gegenüber diesem Abschnitt angegeben.

- Wohngebäude in Berlin (Postleitzahl 10829)
- Lage des absturzsichernden Fensterelements in Bezug auf die einwirkenden Windlasten: Randbereich des Gebäudes



**Bild 20.** Abstand  $a$  zwischen Außenkante Laibung und Aluminium-Fensterrahmenprofil ([34], Anlage 5.1)

- Befestigung gemäß Bild 16 *zunächst* nur seitlich links und rechts in der Laibung mit je 6 Stück „zugelassenen“ Fenstermontageschienen W-ABZ [34] in Kombination mit einem „zugelassenen“ Kunststoff-Rahmendübel SHARK UR 8 [30].
- Annahme:  
Es wird zur Vereinfachung angenommen, dass für die Lösung der Befestigungsaufgabe das Fenster derart in der Laibung liegt, dass das gewählte Befestigungssystem so montiert werden kann, dass das zugehörige Dübel-System mittig in der Laibung (Mitte des Mauersteins) montiert wird. Für den Randabstand  $c$  des Kunststoff-Rahmendübels SHARK UR 8 in der Laibung gilt dann:  
 $c_{\text{innen}} = c_{\text{außen}}$
- Annahme:  
Abstand zwischen Außenkante Laibung und Aluminium Fensterrahmenprofil  $a = 20 \text{ mm}$  ([34], Anlage 5.1 bzw. vgl. hier Bild 20)

## 7.3 Einwirkungen

### 7.3.1 Stoßartige Lasten nach ETB-Richtlinie (Außergewöhnliche Einwirkung)

Auch die Befestigung dieses Fensterelements muss absturzsichernde Eigenschaften aufweisen und deshalb für stoßartige Lasten nachgewiesen werden (vgl. Abschnitt 6.3.1).

Gemäß der „Zulassung“ für die Fenstermontageschiene W-ABZ gilt Folgendes ([34], S. 11, Abschnitt 3.2.3.4):

„Die statische Ersatzlast für den Nachweis der Befestigung der Fensterelementbefestigung an der Laibung ist nach ETB-Richtlinie mit  $2,8 \text{ kN}$  für jeden Befestigungspunkt anzusetzen.

Für die Ermittlung des Bemessungswertes der Einwirkung aus Personenanprall ist ein Teilsicherheitsbeiwert von  $\gamma_F = 1,0$  anzusetzen (außergewöhnliche Bemessungssituation).“

Demnach ist die für die Bemessung des Befestigungssystems folgender Bemessungswert der Einwirkungen

anzusetzen:

$$F_{\text{Ed}} = F_{\text{Ek}} \cdot \gamma_F \\ = 2,8 \cdot 1,0 = \underline{2,8 \text{ kN}} \quad (18)$$

mit

$F_{\text{Ek}} = 2,8 \text{ kN}$ , siehe [24], Abschnitt 3.2.2.2.3

$\gamma_F = 1,0$ , siehe [34], S. 11, Abschnitt 3.2.3.4

### 7.3.2 Windlasten

Das Wohnhaus, in das das absturzsichernde Fensterelement eingebaut wird, steht nach Abschnitt 7.2 nun in der Stadt Berlin. Im Verzeichnis „Windzonen nach Verwaltungsgrenzen“ [8], wird für die ganze Stadt die „Windzone 2“ ausgewiesen.

Nach DIN 18055, Tabelle A.1 ergibt sich für

- die Windzone 2,
- eine Gebäudehöhe  $\leq 10 \text{ m}$  und
- den Einbau Fensterelement mit absturzsicherndem

Geländer im Randbereich des Wohnhauses folgende charakteristische Windsogbelastung (mit Bezug auf Praxisbeispiel 1 muss der Winddruck nicht weiter untersucht werden; vgl. Abschnitt 6.3.3):

$$q_{\text{ws,k}} = 1,11 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad (\text{Windsog})$$

Der Bemessungswert der Einwirkung ergibt sich wie folgt:

$$q_{\text{ws,d}} = q_{\text{ws,k}} \cdot \gamma_F \\ = 1,11 \cdot 1,5 = \underline{1,67 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}} \quad (\text{Windsog}) \quad (19)$$

mit

$\gamma_F = 1,5$ , veränderliche Einwirkung (Windlast)

#### Hinweis

Die Anwendung von DIN 18055, Tabelle A.1 beruht auf Berechnungen mit dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1991-1-4 und DIN EN 1991-1-4/NA. Diese praxisnahe Vorgehensweise liegt für übliche Gebäude auf der sicheren Seite.

Sofern eine Abminderung der Werte aus Tabelle A.1 angestrebt wird, ist eine genaue Berechnung der Außendruckbeiwerte nach DIN EN 1991-1-4/NA, Tabelle NA.1, bzw. eine genaue Windlastermittlung nach DIN EN 1991-1-4/NA, NA.B.3.3, erforderlich.

### 7.3.3 Horizontale Nutzlast

Vergleiche hierzu auch Abschnitt 6.3.3; der Bemessungswert der Einwirkungen ergibt sich wie folgt:

$$q_{\text{kd,außen}} = q_{\text{k,außen}} \cdot \gamma_F \\ = 0,5 \cdot 1,5 = \underline{0,75 \frac{\text{kN}}{\text{m}}} \quad (20)$$

mit

$\gamma_F = 1,5$ , veränderliche Einwirkung (horizontale Nutzlast)

#### 7.4 Ermittlung der maßgebenden Querkräfte für Befestigungspunkt (7) bzw. (8) für das zu untersuchende Dübel-System

Mit Bezug auf die Erläuterungen in Abschnitt 6.4 werden hier zunächst auch nur die Befestigungspunkte (7) und (8) untersucht.

##### 7.4.1 Lastfall 1: Stoßartige Lasten

Maßgebende Querkraft (vgl. hierzu Abschnitt 7.3.1):

$$V_{Ed,LF1} = F_{Ed} = 2,8 \text{ kN} \quad (21)$$

Gemäß ETB ([24], Abschnitt 3.1) sind nur die horizontalen Nutzlasten mit den Windlasten zu überlagern. Die stoßartigen Lasten müssen also mit keinen anderen Lasten überlagert werden.

##### 7.4.2 Lastfall 2: Windsoglast

Maßgebende Querkraft (vgl. hierzu Bild 16 und Abschnitt 7.3.2):

$$\begin{aligned} V_{Ed,LF2} &= A_{\text{Wind}} \cdot q_{ws,d} \\ &= \left[ \left( \frac{1,2}{2} \right) \cdot \frac{(0,3 + 0,3)}{2} \right] \cdot 1,67 \\ &= \underline{0,30 \text{ kN}} \end{aligned} \quad (22)$$

##### 7.4.3 Lastfall 3: Horizontale Nutzlast in ideeller Holmhöhe

Maßgebende Querkraft (vgl. hierzu Bild 16 und Abschnitt 7.3.3 und 6.3.3):

$$\begin{aligned} V_{Ed,LF3} &= \left( \frac{B}{2} \right) \cdot q_{kd,außen} \\ &= \left( \frac{1,2}{2} \right) \cdot 0,75 \\ &= \underline{0,45 \text{ kN}} \end{aligned} \quad (23)$$

##### 7.4.4 Lastfall 4: Überlagerung horizontale Nutzlast plus Windsoglast

Hier werden nur die in Absturzrichtung nach außen wirkende Windsoglast und horizontale Nutzlast (Holmlast) überlagert:

$$\begin{aligned} V_{Ed,Sog} &= V_{Ed,LF2} \\ &= 0,30 \text{ kN} \end{aligned} \quad (24)$$

(vgl. Abschnitt 7.4.2)

$$\begin{aligned} V_{Ed,Holm} &= V_{Ed,LF3} \\ &= 0,45 \text{ kN} \end{aligned} \quad (25)$$

(vgl. Abschnitt 7.4.3)

Gemäß DIN EN 1990/NA [11] (dort NCI zu 6.4.3.2(3) und Tabelle NA.A.1.1) werden zwei Lastfallkombinationen untersucht (vgl. hier auch Abschnitt 5.1.2).

##### Lastfallkombination 1

Die Holmlast wird voll und die Windlast um den Faktor  $\Psi_0 = 0,6$  reduziert angesetzt:

$$\begin{aligned} V_{Ed,LF4-1} &= V_{Ed,Holm} + (\Psi_0 \cdot V_{Ed,Sog}) \\ &= 0,45 + (0,6 \cdot 0,30) \\ &= \underline{0,63 \text{ kN}} \Rightarrow \text{maßgebend} \end{aligned} \quad (26)$$

##### Lastfallkombination 2

Die Windlast wird voll und die Holmlast um den Faktor  $\Psi_0 = 0,7$  reduziert angesetzt:

$$\begin{aligned} V_{Ed,LF4-2} &= V_{Ed,Sog} + (\Psi_0 \cdot V_{Ed,Holm}) \\ &= 0,30 + (0,7 \cdot 0,45) \\ &= \underline{0,62 \text{ kN}} \end{aligned} \quad (27)$$

#### 7.4.5 Übersicht der maßgebenden Querkräfte für das Praxisbeispiel 2

In Tabelle 5 werden alle maßgebenden Querkräfte der einzelnen Lastfälle übersichtlich zusammengestellt. Für den Nachweis des Fensterbefestigers müssen danach nur die beiden maßgebenden Lastfälle 1 und 4 weiter untersucht werden.

#### 7.5 Statische Nachweise für Glied 4 der Nachweiskette: Verbindung Fensterrahmen mit Fenstermontageschiene W-ABZ

Die Befestigung der Lasche der Fenstermontageschiene W-ABZ am absturzsichernden Fensterelement mit Aluminiumprofilen erfolgt nach Z-14.4-728 ([34], S. 3, Tabelle 1) mit zwei zugelassenen Bohrschrauben Zebra Piasta  $6,3 \times L$ . Die Mindestlänge dieser Schrauben beträgt min.  $L = 27 \text{ mm}$ .

**Tabelle 5.** Übersicht der maßgebenden Querkräfte für alle Lastfälle (Praxisbeispiel 2) für die maßgebenden Befestigungspunkte (7) und (8) nach Bild 16

Lastfall	Beschreibung	Ermittlung $V_{Ed}$ siehe Abschnitt	$V_{Ed}$ in kN	Maßgebend in kN	Bemessung vgl. Abschnitt
1	Stoßartige Lasten	7.4.1	2,80	2,80	7.6.1, 7.7.1
2	Windsoglast	7.4.2	0,30	0,63	7.6.2, 7.7.2
3	Horizontale Nutzlast	7.4.3	0,45		
4	Überlagerung horizontale Nutzlast plus Windsoglast	7.4.4	0,63		

Die Aluminiumprofile des absturzsichernden Fensterelements bestehen laut Angaben des Herstellers bzw. gemäß Abschnitt 6.2 aus dem Werkstoff EN AW 6060 T66 mit  $R_m \geq 215 \text{ N/mm}^2 > 200 \text{ N/mm}^2$  und  $t \geq 1,5 \text{ mm}$  und erfüllen damit die Anforderungen in der Z-14.4-728 ([34], S. 3, Tabelle 1).

Nach Z-14.4-728 ([34], S. 9, Abschnitt 3.2.1.1) gilt dann Folgendes:

„Die Befestigung der Lasche am Fensterprofil mit Bohrschrauben für das jeweilige Rahmenprofil... ist Bestandteil der absturzsichernden Fensterelementbefestigungen und muss nicht separat nachgewiesen werden.“

⇒ o. w. N.

## 7.6 Statische Nachweise für Glied 5 der Nachweiskette: Fenstermontageschiene W-ABZ

### 7.6.1 Nachweis Lastfall 1: Stoßartige Lasten

Nach Z-14.4-728([34], S. 9, Abschnitt 3.2.1.1) gilt Folgendes:

„Für die Fensterelementbefestigung gilt der Nachweis zur Aufnahme der Einwirkungen aus Personenanprall als erbracht.“

⇒ o. w. N.

### 7.6.2 Nachweis Lastfall 4: Überlagerung horizontale Nutzlast plus Windsog (nach außen wirkend)

Der Bemessungswert der „Fensterelementbefestigung mit Montageschiene W-ABZ in beide Richtungen (Zug und Druck) mit und ohne Verwendung der Konsolenbefestigung gerade“ (T-Konsole; vgl. Bild 5) kann für den Abstand  $a = 20 \text{ mm}$ , die Fugenbreite zwischen Fenster und Laibung (vgl. Abschnitt 7.2 und Bild 20), mit  $F_{Rd} = 1,28 \text{ kN} = V_{Rd}$  der Z-14.4-728 ([34], S. 10, Tabelle 6) entnommen werden.

**Nachweis:**

$$\frac{V_{Ed,LF4}}{V_{Rd}} = \frac{0,63}{1,28} = 0,49 \leq 1,0 \quad (28)$$

⇒ Nachweis erfüllt

mit

$$V_{Ed,LF4} = 0,63 \text{ kN, vgl. Abschnitt 7.4.4 bzw. Tabelle 5}$$

$$V_{Rd} = 1,28 \text{ kN, siehe Z-14.4-728 ([34], S. 10, Tabelle 6)}$$

## 7.7 Statische Nachweise für Glied 6 der Nachweiskette: Befestigung der W-ABZ mit Kunststoffdübel in Mauerwerk

Für den verwendeten Kunststoff-Rahmendübel SHARK UR  $8 \times 10/80$  kann für den im Wohnhaus verbauten Planhochlochziegel „ThermoPlan MZ

Ergänzung“ (vgl. Abschnitt 6.2) mit der mittleren Steindruckfestigkeit nach EN 771  $\geq 8,0 \text{ N/mm}^2$  der ETA 08/190 ([30], Anhang C 63 – beachte Fußnote 7 in Anhang C 3) folgende charakteristische Tragfähigkeit für Querlast in der Laibung entnommen werden:

$$F_{Rk} = 2,0 \text{ kN} = V_{Rk}$$

Für den Dübel wird gemäß Abschnitt 7.2  $c_{innen} = c_{außen} = 365 \text{ mm}/2 > 55 \text{ mm} = c_{min}$  eingehalten.

## 7.7.1 Nachweis Lastfall 1: Stoßartige Lasten

### 7.7.1.1 ETB-Last 2,8 kN

Nach Z-14.4-728 ([34], S. 9, Abschnitt 3.2.1.1) gilt Folgendes:

„Für den Nachweis der Verankerung in Beton/Mauwerk/Holz darf bei Personenanprall mit einer statischen Ersatzlast von  $F_{E,k} = 2,8 \text{ kN}$  nach ETB-Richtlinie beim Nachweis der Verankerungselemente nach Tabelle 2 abweichend von den in Tabelle 2 genannten Technischen Baubestimmungen der Teilsicherheitsbeiwert des Widerstandes von  $\gamma_M = 1,0$  angesetzt werden.“

**Nachweis:**

$$V_{Ed,LF1}/(V_{Rk}/\gamma_M) = 2,8/(2,0/1,0) = 1,4 \gg 1,0 \quad (29)$$

⇒ Nachweis NICHT erbracht mit

$$V_{Ed,LF1} = 2,8 \text{ kN, vgl. Abschnitt 7.4.1 bzw. Tabelle 5}$$

$$V_{Rk} = 2,0 \text{ kN, siehe [30], Anhang C 63}$$

$$\gamma_M = 1,0, \text{ siehe [34], S. 9, Abschnitt 3.2.1.1}$$

**Hinweis**

Der statische Nachweis kann für einen Einzeldübel für die „ETB-Last“ 2,8 kN nicht erfüllt werden. Für einen positiven Nachweis wäre eine Gruppe mit 2 Dübeln SHARK UR unter Verwendung der T-Konsole notwendig (vgl. Bild 5 und Bild 6, Nachweisführung siehe sinngemäß [3], ab S. 179).

Die Abschnitte 7.7.1.2 und 7.7.1.3 zeigen zwei weitere Lösungsmöglichkeiten auf!

### 7.7.1.2 Lösungsmöglichkeit a): Nachweis einer „Mehrfachbefestigung“

Diese Lösungsmöglichkeit basiert auf den Ausführungen in Abschnitt 5.3.2. Danach müssen die folgenden vier Bedingungen erfüllt werden, damit der Bemessungswert der Tragfähigkeit des Kunststoff-Rahmendübel SHARK UR 8 [30] in Kombination mit der Fenstermontageschiene W-ABZ mit dem Faktor (1/0,6) erhöht werden darf. In der Z-14.4-728 ([34], S. 10, Abschnitt 3.2.1.2) heißt es entsprechend wie folgt:

„Der Nachweis der Mehrfachbefestigung für die Befestigung eines Fensterelements ist nur zulässig, wenn alle nachfolgenden Anforderungen erfüllt werden:

- Mindestens drei seitliche Befestigungspunkte je Blendrahmenprofil und symmetrische Eckbefestigung mit zwei Befestigungspunkten pro Eckpunkt, jeweils im Abstand von 15 cm von der Innenecke (...).
- Mindestbiegesteifigkeit des Rahmenprofils von  $\geq 75\,000\text{ kNm}^2$ . Bei Holz- und Aluminiumfenstern kann davon ausgegangen werden, dass dieser Wert ohne weitere Maßnahmen erreicht bzw. überschritten wird. Bei PVC-Fenstern ist mindestens eine Stahlverstärkung im Blendrahmen mit einem Flächenträgheitsmoment von  $\geq 3,5\text{ cm}^4$  erforderlich z. B. in Form eines Stahl-Hohlprofils  $30 \times 30 \times 3\text{ mm}$ .
- Der Befestigungsabstand maximal 40 cm beträgt.
- Konstruktive Ausbildung der Rahmenecke, sodass eine Lastübertragung von 900 N möglich ist. Bei Holz- und Aluminiumfenstern kann dies bei üblichen Eckausbildungen als erfüllt angesehen werden. Können die vorstehend aufgeführten Anforderungen für eine „Mehrfachbefestigung“ nicht erfüllt werden, darf der Faktor zur Berücksichtigung der Mehrfachbefestigung nicht angewendet werden. Somit muss der statische Nachweis für den Lastfall Anprall mit  $2,8\text{ kN} = F_{Rd}$  als Bauteilwiderstand geführt werden.“

Für das absturzsichernde Fensterelement aus Aluminiumprofilen werden die Punkte 2 (Mindestbiegesteifigkeit des Rahmenprofils) und 4 (konstruktive Ausbildung Rahmenecke) ohne weitere Nachweise eingehalten. Auch Punkt 3 (Befestigungsabstand von max. 40 cm) wird mit Verweis auf Bild 16 erfüllt.

Damit Punkt 1 (mindestens drei Befestigungspunkte/symmetrische Eckbefestigung) konstruktiv eingehalten werden kann, gibt es in der „Zulassung“ für die Fenstermontageschiene W-ABZ eine Abbildung, die hier als Bild 21 wiedergegeben wird (s. Z-14.4-728 [34], Anlage 7).

Demnach müssen gegenüber Bild 16 unten noch drei Fenstermontageschienen angeordnet werden; diese Anordnung zeigt Bild 22.

#### Hinweis

Gemäß Z-14.4-728 ([34], S. 3, Abschnitt 1.2) gilt, dass die Fensterelemente selbst sowie die Befestigungen zur Aufnahme von Eigengewicht nicht Gegenstand der „Zulassung“ sind.

Aus diesem Grund ist es für die Montage wichtig, dass zusätzlich zu den drei Fenstermontageschienen W-ABZ unterhalb des Fensters auch Tragklötze angeordnet werden, die das Eigengewicht des absturzsichernden Fensterelements aufnehmen (Bild 22).

Für die Anordnung der Fensterbefestiger nach Bild 22 kann nun der statische Nachweis für eine Mehrfachbefestigung nach Abschnitt 5.3.2 geführt werden ([34], S. 9, Abschnitt 3.2.1.2).

$$\frac{F_{Ek} \cdot \gamma_F}{\left(\frac{F_{Rk}}{\gamma_M}\right)} = \frac{F_{Ek} \cdot 1,0}{\left(\frac{F_{Rk}}{1,0}\right)} = \frac{2,8}{\left(\frac{F_{Rd,Befestiger}}{0,6}\right)}$$

$$= \frac{2,8}{(2,0/0,6)} = 0,84 \leq 1,0 \quad (30)$$

⇒ Nachweis erfüllt

mit

$F_{Ek} = F_{Ed} = 2,8\text{ kN}$ , ETB-Anpralllast

$F_{Rk} = 2,0\text{ kN}$ , charakteristische Tragfähigkeit (allgemein)

$F_{Rd}$  Bemessungswert des Widerstands (allgemein)

$F_{Rd,Befestiger} = 2,0\text{ kN}$ , siehe [30], Anhang C 63 für  $\gamma_F = 1,0$ , Bemessungswert des Widerstands im Bescheid des Befestigers

$\gamma_F = 1,0$ , Teilsicherheitsbeiwert der Einwirkung für Nachweis der ETB-Anpralllast

$\gamma_M = 1,0$ , Material-Teilsicherheitsbeiwert für den Nachweis der ETB-Anpralllast

0,6 Faktor zur Berücksichtigung der Mehrfachbefestigung

#### Hinweis

Im zuvor stehenden Nachweis wurden wieder nur die beiden Befestigungspunkte (7) und (8) mit dem SHARK UR 8 im Verankerungsgrund Planhochlochziegel „ThermoPlan MZ Ergänzung“ nachgewiesen (vgl. Abschnitt 6.2 mit Bild 17).

Die Befestigung nach unten erfolgt für ein bodentiefe Fenster in der Regel nicht im Wandbildner, sondern in der Decke. Entsprechend müssten hier in der Praxis die drei Kunststoffdübel SHARK UR 8 zur Befestigung der drei unteren Fenstermontageschienen W-ABZ im Verankerungsgrund der Decke sinngemäß wie zuvor mit Gl. (30) für stoßartige Lasten nachgewiesen werden.

Aus Gründen der Übersicht wird hier angenommen, dass die Befestigung des absturzsichernden Fensterelements gemäß Bild 22 unten in der Geschossdecke erfolgt, die aus einem Normalbeton C20/25 besteht. Die Tragfähigkeit des Kunststoff-Rahmendübels SHARK UR 8 im Normalbeton C20/25 ist offenbar höher als im Planhochlochziegel „ThermoPlan MZ Ergänzung“ (vgl. [30]).

⇒ o. w. N.

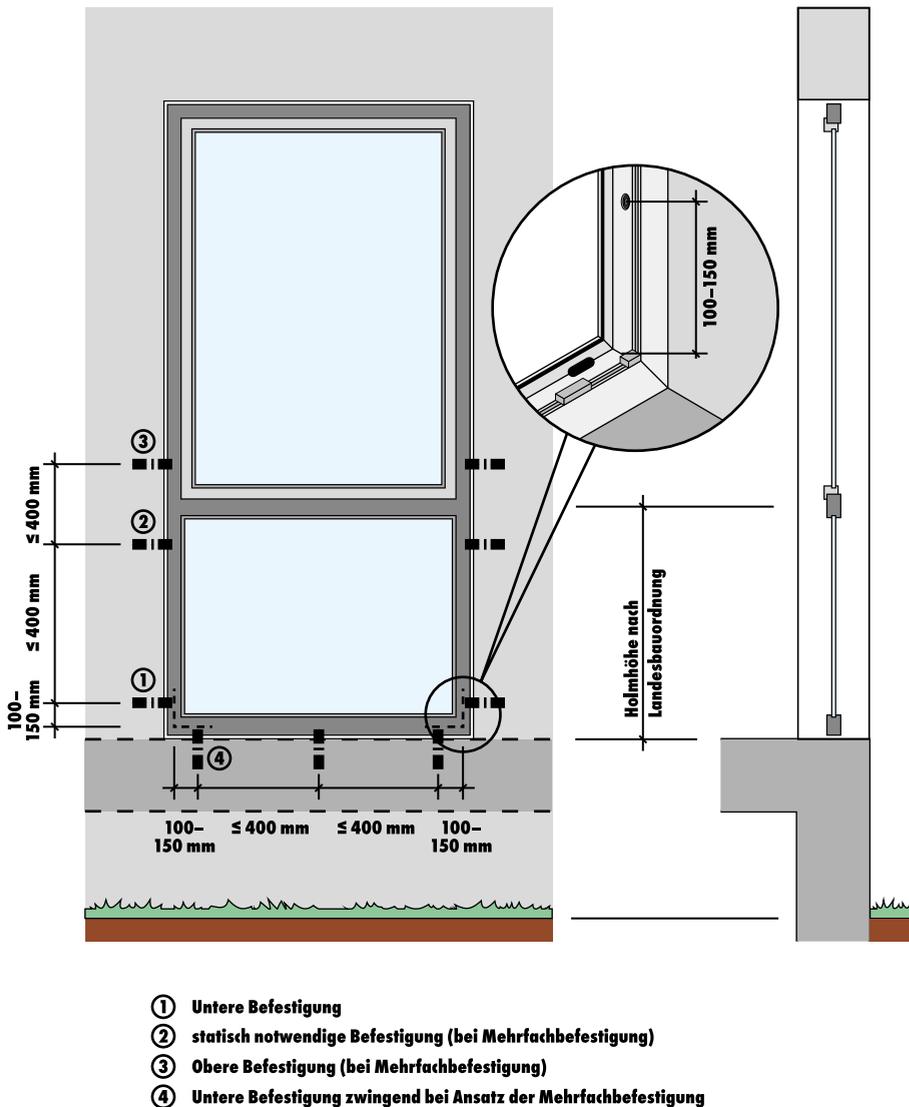


Bild 21. Lage der Befestigungen der Fensterelemente nur zur Aufnahme von Holmlasten (s. Z-14.4-728 [34], Anlage 7)

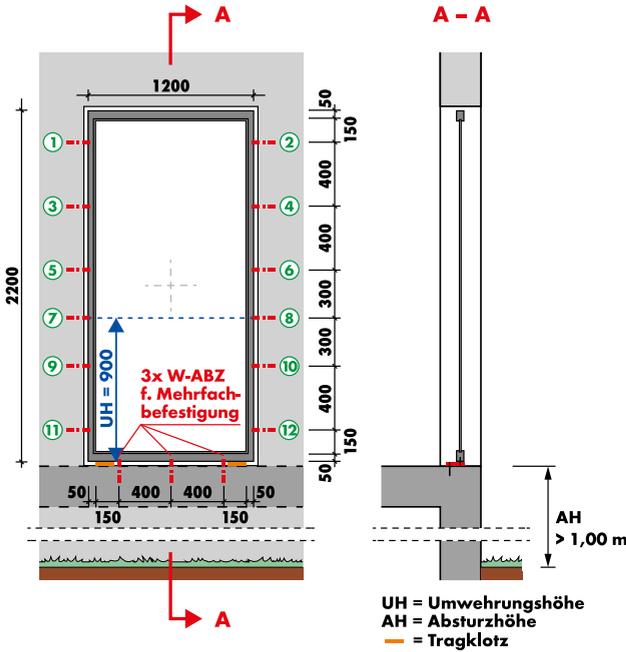
### 7.7.1.3 Lösungsmöglichkeit b): Nachweis durch Versuche

Können z. B. aus konstruktiven Gründen nur seitlich Fenstermontageschienen zur Befestigung des absturzsichernden Fensterelements angeordnet werden (Bild 16), ist also keine Mehrfachbefestigung realisierbar, kann – wie der Abschnitt 7.7.1.1 gezeigt hat – kein erfolgreicher rechnerischer Nachweis der stoßartigen Lasten geführt werden.

Da aufgrund der Anzahl von insgesamt 12 seitlichen Befestigungspunkten des Fensterelements davon ausgegangen werden kann, dass bei einem Pendelschlagversuch nicht mit einem Versagen des Elements

zu rechnen ist (Erfahrung der Autoren), kann dieser Nachweis auch durch einen Versuch gemäß ETB-Richtlinie [24] erbracht werden. Hinweise dazu enthält der Abschnitt 5.2.4.

Die Versuche können auf der Baustelle oder in einem dafür geeigneten Prüflabor durchgeführt werden. Im Labor müsste dafür der auf der Baustelle vorhandene Wandaufbau nachgebaut werden. Versuche auf der Baustelle erfordern ggf., dass das geprüfte eingebaute absturzsichernde Fensterelement nach den Versuchen wieder ausgebaut und durch ein neues Fensterelement ersetzt werden muss.



**Bild 22.** Übersicht für Praxisbeispiel 2, Lösungsmöglichkeit a): Bodentiefes absturzsicherndes Fensterelement mit Festverglasung (Ansicht von außen): Befestigung links und rechts im Planhochlochziegel mit je 6 Fenstermontageschienen W-ABZ mit je einem Kunststoff-Rahmendübel SHARK UR 8; zusätzlich Befestigung mit 3 Fenstermontageschienen W-ABZ unten, um die „Mehrfachbefestigung“ nach Z-14.4-728 ([34], Anlage 7) zu realisieren.

**7.7.2 Nachweis Lastfall 4: Überlagerung horizontale Nutzlast plus Windsog (nach außen wirkend)**

Der Nachweis erfolgt für die beiden Befestigungspunkte (7) und (8), wobei es hier unerheblich ist, ob die Befestiger (W-ABZ Schiene mit Kunststoffdübel SHARK UR 8) nach Bild 16 nur seitlich oder nach Bild 22 seitlich und unten angeordnet werden. Der mögliche Ansatz einer Mehrfachbefestigung gilt ausschließlich für den Nachweis der stoßartigen Lasten (vgl. Abschnitt 7.7.1.2). Somit verändert sich in den beiden Befestigungspunkten (7) und (8) bezüglich der Überlagerung der horizontalen Nutzlast mit der Windsoglast in ideeller Holmhöhe im Prinzip nichts. Der Material-Teilsicherheitsbeiwert für Verankerungen in Mauerwerk kann für die Bemessung von Kunststoffdübeln DIBt TR 064 [27], Abschnitt 2.2 entnommen werden:

$$\gamma_{Mm} = 2,5$$

**Nachweis:**

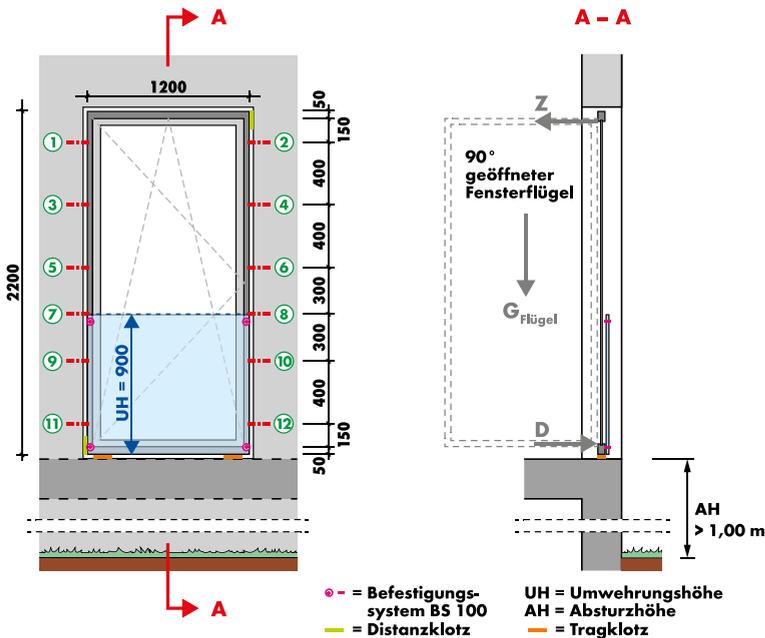
$$V_{Ed,LF4} / \left( \frac{V_{Rk}}{\gamma_M} \right) = 0,63 / \left( \frac{2,0}{2,5} \right) = 0,79 \leq 1,0 \tag{31}$$

⇒ Nachweis erbracht

- mit
- $V_{Ed,LF4} = 0,63 \text{ kN}$ , vgl. Abschnitt 7.4.4 bzw. Tabelle 5
- $V_{Rk} = 2,00 \text{ kN}$ , siehe [30], Anhang C 63
- $\gamma_{Mm} = 2,5$ , siehe [27], Abschnitt 2.2

**7.8 Fazit**

Das Praxisbeispiel 2 zeigt, dass für den Nachweis der Befestigung eines absturzsichernden Fensterelements (nur) für stoßartige Lasten unter bestimmten Voraussetzungen eine Mehrfachbefestigung berücksichtigt werden kann (vgl. dazu [34], S. 9, Abschnitt 3.2.1.2 und [32], S. 6, Abschnitt 3.2.3). Wenn dieser rechnerische Nachweis der Befestiger damit auch nicht erbracht werden kann, besteht noch die Möglichkeit den Nachweis der stoßartigen Lasten ggf. über Versuche zu erbringen.



**Bild 23.** Übersicht für Praxisbeispiel 3: Bodentiefes absturz sicherndes Fenster mit Drehkipppflügel mit auf dem Fensterrahmen aufgeschraubten Fenster- bzw. Glasgeländer (Ansicht von außen): Befestigung des Blendrahmens links und rechts im Planhochlochziegel mit je 6 Befestigern (AMO-Combi Schraube mit Kunststoffdübelhülse W-UR 10 XXL)

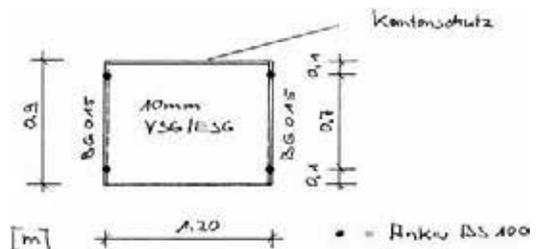
## 8 Praxisbeispiel 3 – Befestigung eines bodentiefen absturz sichernden Fensterelements mit Drehkipppflügel und auf dem Fensterrahmen aufgeschraubtem Fenstergeländer

### 8.1 Allgemeine Hinweise

Im Praxisbeispiel 3 werden wiederum viele Parameter aus Praxisbeispiel 1 übernommen (Abschnitt 6), insbesondere die Außengeometrie des Fensterrahmens aus Aluminiumprofilen mit  $B \times H = 1,20 \text{ m} \times 2,20 \text{ m}$  sowie die ausschließlich seitliche Befestigung und deren Achsabstände mit der AMO-Combi Schraube und der Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XXL (vgl. Abschnitt 4.3 und Bild 16).

Abweichend gibt es hier keine Festverglasung, sondern einen Drehkipppflügel.

Für die Sicherstellung der Absturzicherung wird ein Fenster- bzw. Glasgeländer mit dem zugelassenen „Befestigungssystem BS 100 zur lastabtragenden und absturz sichernden Befestigung von Anbauteilen an Fensterrahmenprofilen“ an vier Befestigungspunkten auf den Fensterrahmen geschraubt (vgl. Abschnitt 4.4, Bild 23 und Bild 24). Damit kommt der Befestigung des Fensterrahmens die gleiche Bedeutung zu (z. B. Bild 1b) wie bei absturz sichernden Fensterelementen, die „nur“ aus Rahmen und Scheibe ohne zusätzliches Geländer bestehen [Festverglasung (z. B. Bild 1a) oder Fensterelemente mit Brüstungsriegel (z. B. Bild 1c oder Bild 1d)].



**Bild 24.** Vermaßte Anordnung der Befestigungssysteme BS 100 (Bildquelle: Hermann Hamm); siehe hierzu auch Bild 23

Damit ergibt sich die bereits in Abschnitt 2.6 beschriebene Nachweiskette:

- Glied 1 der Kette: Absturz sichernde Verglasung des Geländers
- Glied 2 der Kette: Unmittelbare Glasbefestigung bzw. Glaslagerung des Geländers
- Glied 3 der Kette: Verbindung des Geländers mit dem Fensterrahmen mit dem Befestigungssystem BS 100
- Glied 4 der Kette: Fensterrahmen
- Glied 5 der Kette: Befestigung bzw. Verankerung des Fensterrahmens am Baukörper mit der AMO-Combi Schraube und der Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XXL

Mit Verweis auf die Erläuterungen in Abschnitt 6.1 werden hier nur die Kettenglieder 2, 3 und 5 nachgewiesen.

Für die Kettenglieder 2 und 3 sind wie in Praxisbeispiel 1 und 2 die Befestigungspunkte (7) und (8) maßgebend, da hier auf das Fenstergeländer die ETB-Last wirkt und Wind und horizontale Nutzlast berücksichtigt werden müssen. Die Befestigungspunkte (11) und (12) können für die Kettenglieder 2 und 3 baugleich wie die Befestigungspunkte (7) und (8) ausgeführt werden, da hier nur die Einwirkungen aus Personenanprall oder Wind bemessungsrelevant sind.

Für den Nachweis von Kettenglied 5 in den Befestigungspunkten (7) und (8) können aus Sicht der Autoren zwei ingenieurmäßige Ansätze bzw. Überlegungen gemacht werden, die in den beiden folgenden Abschnitten erläutert werden.

Unabhängig von diesen beiden Ansätzen ist abschließend für das Kettenglied 5 der Vollständigkeit halber der Nachweis der Befestigungspunkte (1) und (11) für den Lastfall 90° geöffnetes Fenster zu führen.

### 8.1.1 Ansatz 1

Für den Nachweis der AMO-Combi Schraube und der Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XXL in den Befestigungspunkten (7) und (8) gelten alle Nachweise von Praxisbeispiel 1, auch wenn das Fenstergeländer direkt auf den Fensterrahmen geschraubt wird und hier die Windangriffsfläche mit  $(0,9 \cdot 1,2)/4 \approx 0,27 \text{ m}^2$  etwas größer ist als  $[(1,2/2) \cdot (0,3 + 0,3)/2] = 0,18 \text{ m}^2$  (vgl. Bild 16 mit Bild 23):

- Bezüglich der Überlagerung von horizontaler Nutzlast und Windsoglast ist anzunehmen, dass bei voller Windsoglast (= Sturm) das Fenster nicht geöffnet wird und damit keine Personen an das Fenstergeländer herantreten. Das bedeutet im Prinzip, dass entweder die volle Windsoglast auf das Fenstergeländer wirkt oder die volle horizontale Nutzlast.
- Gleiche Überlegungen gelten sinngemäß für die hier nach innen anzusetzende horizontale Nutzlast (vgl. Abschnitt 6.3.3), die mit Winddruck nach innen wirkend überlagert werden müsste.

### 8.1.2 Ansatz 2

Prinzipiell wird die Absturzsicherung im Praxisbeispiel 3 durch das Fenster- bzw. Glasgeländer realisiert, das mit dem zugelassenen „Befestigungssystem BS 100 in der Nähe der Befestigungspunkte (7) und (8) sowie (11) und (12) auf den Fenster-Blendrahmen aufgeschraubt wird (vgl. Bild 23). Der Fensterflügel fungiert entsprechend „nur“ als „Durchgangstür zum französischen Balkon“. Dennoch bilden Fenster- bzw. Glasgeländer, Fensterflügel und Fenster-Blendrahmen zusammen die Einheit „absturzsicherndes Fensterelement“.

Entsprechend könnte man mit Bezug auf Abschnitt 8.1.1 (Ansatz 1) überlegen, dass hier in den Befestigungspunkten (7) und (8) eine nach außen ge-

richtete Querlast auf die AMO-Combi Schraube und die Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XXL wirkt, die sich aus einer Überlagerung von

- Windsog von außen auf das Fenster- bzw. Glasgeländer und
- horizontaler Nutzlast von innen auf die „Durchgangstür“ ergibt.

Dieser Ansatz 2 wird nachfolgend mit den gleichen Lastfallkombinationen wie in Abschnitt 6.4.5 und 7.4.4 untersucht, d. h. ohne die Faktoren  $\Psi_0$  zu verändern. Mit Hinweis auf die Feststellung zuvor, dass prinzipiell das Fenster- bzw. Glasgeländer die Absturzsicherung realisiert, liegen die entsprechenden Nachweise dabei aus Sicht der Autoren auf der sicheren Seite (vgl. Abschnitt 8.7.2).

## 8.2 Zusammenstellung der erforderlichen Ausgangsdaten

Gegebene Ausgangssituation für Praxisbeispiel 3 – Bodentiefes absturzsicherndes Fensterelement mit Drehkipplügel und auf dem Fensterrahmen aufgeschraubtem Fenster- bzw. Glasgeländer, vgl. Bild 23:

### Hinweis

Die erforderlichen Ausgangsdaten entsprechen im Prinzip dem Praxisbeispiel 1 (vgl. Abschnitt 6.2; Abweichung hier: Drehkipplügel mit auf dem Fensterrahmen aufgeschraubten Fenster- bzw. Glasgeländer).

- Wohngebäude in Künzelsau (Postleitzahl 74653, Baden-Württemberg)
- Gebäudehöhe  $\leq 10 \text{ m}$
- Lage des absturzsichernden Fensterelements in Bezug auf die einwirkenden Windlasten: Mittenbereich des Gebäudes
- Lichte Raumhöhe  $2,50 \text{ m}$
- Absturzsicherndes Fensterelement mit 3-fach-Isolierverglasung:
  - Fenstergröße:  $B \times H \approx 1,2 \text{ m} \times 2,2 \text{ m}$
  - Drehkipplügel:  $b \times h \approx 1,1 \text{ m} \times 2,1 \text{ m}$
  - Glasfläche Drehkipplügel:  $b \times h \approx 1,0 \text{ m} \times 2,0 \text{ m}$
  - Fensterprofile aus Aluminium (Werkstoff EN AW 6060 T66 mit  $R_m \geq 215 \text{ N/mm}^2$  und  $t \geq 1,5 \text{ mm}$ ) mit thermischer Trennung (Kunststoffteile der thermischen Trennung aus Polyamid PA; vgl. Bild 20)
  - ohne (Profil-) Verbreiterungen
  - Aufbau der Isolierverglasung: (von außen nach innen):  $6 \text{ mm ESG-H}/12 \text{ mm SZR}/4 \text{ mm ESG}/12 \text{ mm SZR}/8 \text{ mm VSG (44.2)}$
- Der Drehkipplügel wird auf der linken Ansichtsseite, nahe den Befestigungspunkten (1) und (11), angeschlagen (vgl. Bild 23).
- Absturzsicherndes Glasgeländer mit Befestigung am Fensterrahmenprofil Typ BG015 der Firma IMB Rosenheim:

- Einfachglas 10 mm VSG/ESG (55.2), Kategorie A
- zweiseitig linienförmige Glaslagerung aus Aluminiumprofil (Werkstoff EN AW 6060T66) zweiseitig an beiden Vertikalkanten
- U-förmiges Kantenschutzprofil aus nichtrostendem Stahl auf der oberen Horizontalkante

### Hinweis

Das absturzsichernde Glasgeländer mit Befestigung am Fensterrahmenprofil Typ BG015 der Firma IMB Rosenheim (Glied 1 der Nachweiskette gemäß Abschnitt 8.1) ist über ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis geregelt (vgl. abP Fenstergeländer [35]).

Zu diesem abP Fenstergeländer [35] gibt es zugehörige abP Erläuterungen [36], in denen die konstruktiven Randbedingungen (Achs- und Randabstände) des Fenster- bzw. Glasgeländers ausgewiesen werden.

Aus Gründen der Übersicht wird auf die Regelungen im abP Fenstergeländer [35] und in den abP Erläuterungen [36] nicht weiter eingegangen.

Neben dem abP Fenstergeländer [35] und den abP Erläuterungen [36] wird vom Hersteller des Glasgeländers auch noch eine Systemstatik zur Verfügung gestellt, die die Bemessung von Glied 2 und 3 der Nachweiskette im Prinzip auf die Anwendung einer Bemessungstabelle vereinfacht. Diese Bemessung zeigt Abschnitt 8.5.4 (und Abschnitt 8.6).

- Befestigungssystem BS 100 zur lastabtragenden und absturzsichernden Befestigung von Anbauteilen an Fensterrahmenprofilen nach abZ/aBG BS 100 [33]; vgl. hier Abschnitt 4.4
- Der Höhenunterschied zwischen den Verkehrsflächen (OK FFB Wohnung und OK Gelände) bzw. die Absturzhöhe beträgt  $1,00 < AH \leq 12,00$  m: Nach Musterbauordnung [25], § 38 Abs. 1 Satz 1 ist daher eine Umwehrung (= Absturzsicherung) vorzusehen (vgl. Bild 2 und Bild 23: UH = 900 mm).
- Verankerungsgrund Mauerwerk:
  - Planhochlochziegel „ThermoPlan MZ Ergänzung“ (vgl. Bild 17)
  - Hersteller: Mein Ziegelhaus GmbH & Co. KG, Märkerstraße 44, D-63755 Alzenau
  - Format/Steinabmessung: 6DF;  $L \times B \times H = 123 \text{ mm} \times 365 \text{ mm} \times 249 \text{ mm}$
  - Rohdichte:  $\rho \geq 0,8 \text{ kg/dm}^3$
  - Mittlere Steindruckfestigkeit nach DIN EN 771:  $\geq 8,0 \text{ N/mm}^2$
- Befestigung gemäß Bild 16 nur seitlich links und rechts in der Laibung mit je 6 Stück AMO-Combi Schrauben mit Kunststoffdübelhülse W-UR 10 XXL nach abZ/aBG AMO-Combi [32]
- Annahme: Es wird zur Vereinfachung angenommen, dass für die Lösung der Befestigungsaufgabe das Fenster derart in der Laibung liegt, dass das gewählte Dübel-System mittig in der Laibung (Mitte des Mauersteins) zu montieren ist. Für den Randab-

stand  $c$  der AMO-Combi Schraube mit der Kunststoffdübelhülse W-UR 10 XXL in der Laibung gilt dann:

$$c_{\text{innen}} = c_{\text{außen}}$$

– Annahme:

Maximale freie Schraubenlänge  $e_f = 25 \text{ mm}$  (s. [32], Anlage 7 bzw. vgl. hier Bild 18; beachte Abschnitt 8.7.2)

## 8.3 Einwirkungen

### 8.3.1 Stoßartige Lasten nach ETB-Richtlinie (Außergewöhnliche Einwirkung)

Es sind 2 Einwirkungssituationen zu stoßartigen Lasten rechnerisch nachzuweisen:

– Nachweis der Verankerung des Fenster- bzw. Glasgeländers am Fensterprofil (Blendrahmen). Dieser Nachweis wird auf Grundlage der abZ/aBG BS100 [33] geführt.

– Nachweis der Befestigung des Blendrahmens an der Laibung im geschlossenen Zustand des Fensterelementes (vgl. Abschnitt 6.3.1), wobei keine Mehrfachbefestigung berücksichtigt wird.

Für beide Einwirkungssituationen gilt unverändert (vgl. Abschnitte 6.3.1 und 7.3.1):

$$F_{\text{Ed}} = F_{\text{Ek}} \cdot \gamma_F = 2,8 \cdot 1,0 = \underline{2,8 \text{ kN}} \quad (32)$$

mit

$$F_{\text{Ek}} = 2,8 \text{ kN, siehe [24], Abschnitt 3.2.2.2.3}$$

$$\gamma_F = 1,0, \text{ siehe [32], S. 6, Abschnitt 3.2.3}$$

### 8.3.2 Windlasten

Die Einwirkungen können aus Abschnitt 6.3.2 übernommen werden; die Bemessungswerte der Einwirkungen ergeben sich demnach wie folgt:

$$q_{\text{wd,d}} = q_{\text{wd,k}} \cdot \gamma_F = 0,50 \cdot 1,5 = \underline{0,75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}} \quad \text{Winddruck} \quad (33)$$

$$q_{\text{ws,d}} = q_{\text{ws,k}} \cdot \gamma_F = 0,55 \cdot 1,5 = \underline{0,83 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}} \quad \text{Windsog} \Rightarrow \underline{\text{maßgebend}} \quad (34)$$

mit

$$\gamma_F = 1,5, \text{ veränderliche Einwirkung (Windlast)}$$

### 8.3.3 Horizontale Nutzlast

Vergleiche hierzu Abschnitt 6.3.3:

$$q_{\text{kd,außen}} = q_{\text{k,außen}} \cdot \gamma_F = 0,5 \cdot 1,5 = \underline{0,75 \frac{\text{kN}}{\text{m}}} \quad (35)$$

mit

$$\gamma_F = 1,5, \text{ veränderliche Einwirkung (horizontale Nutzlast)}$$

**8.3.4 Eigengewicht aus Glasgeländer Typ BG015**

Gemäß Abschnitt 8.2 besteht das Glasgeländer Typ BG015 aus 10 mm Einfachglas VSG/ESG (55.2), Kategorie A. Dafür ergibt sich mit Bild 23 folgendes Eigengewicht:

$$G_d = G_k \cdot \gamma_F$$

$$= [10 \text{ mm} \cdot 2,5 \text{ kg}/(\text{mm m}^2) \cdot 1,20 \text{ m} \cdot 0,90 \text{ m}] \cdot 1,35$$

$$= 36,5 \text{ kg} \approx \underline{0,37 \text{ kN}}$$

(36)

mit  
 $g_k = 2,5 \text{ kg}/(\text{mm m}^2)$ , Eigengewicht Glas (vgl. [6], S. 126, Tabelle 5.3)  
 $\gamma_F = 1,35$ , ständige Einwirkung (Eigengewicht)

**8.3.5 Last aus 90° geöffnetem Fensterflügel**

Wird der im absturzsichernden Fensterelement angeordnete Drehkipplügel um 90° geöffnet, treten auf der Bandseite infolge des Eigengewichts des Fensterflügels zusätzliche Querlasten auf. Hierzu wird zunächst das Eigengewicht des Drehkipplügels ermittelt (vgl. Tabelle 6; siehe auch in [6], S. 125 ff., Abschnitt 5.1.2.1 mit Tabelle 5.3).

Das resultierende Kräftepaar ( $Z = D$ ) aus dem 90° in den Innenraum geöffneten Flügel wird auf der Bandseite oben durch den Befestigungspunkt (1) und unten durch den Befestigungspunkt (11) aufgenommen. Dabei wirkt die Einwirkung  $Z = V_{fd,1}$  in Richtung des Innenraums und die Einwirkung  $D = V_{fd,11}$  nach außen (vgl. Bild 23).

Der Bemessungswert der Einwirkungen auf die Befestigungspunkte (1) und (11) durch den 90° geöffneten Fensterflügel ergibt sich nach RAL Gütegemeinschaft ([6], S. 125, Abschnitt 5.1.2.1) wie folgt:

$$V_{fd,1} = Z$$

$$V_{fd,11} = D$$

$$V_{fd,1} = V_{fd,11} = \frac{b}{h} \cdot [(G_{Flügel}/2) \cdot \gamma_F]$$

$$= \frac{1,10}{2,1} \cdot \left[ \left( \frac{1,04}{2} \right) \cdot 1,35 \right]$$

$$= 0,52 \cdot 0,70$$

$$= \underline{0,37 \text{ kN}}$$

(37)

**Tabelle 6.** Praxisbeispiel 3: Ermittlung des Eigengewichts des Drehkipplügels

Zeile	Bauteil	Rechenweg	Ergebnis
1	Flügelrahmen	$(2 \cdot 1,1 \text{ m} + 2 \cdot 2,1 \text{ m}) \cdot 2,5 \text{ kg/m} =$	16,0 kg
2	Isolierverglasung	$2,5 \text{ kg}/(\text{mm} \cdot \text{m}^2) \cdot (6 \text{ mm} + 4 \text{ mm} + 8 \text{ mm}) \cdot (1,0 \text{ m} \cdot 2,0 \text{ m}) =$	90,0 kg
3	Drehkipplügel	(Zeile 1 + 2) =	106,0 kg
4	Eigenlast $G_{Flügel}$	$106 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 1039,9 \text{ N}^1)$	1,04 kN

1)  $1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 = 1 \text{ N} = 0,001 \text{ kN}$

mit  
 $b = 1,1 \text{ m}$  vgl. Abschnitt 8.2  
 $h = 2,1 \text{ m}$  vgl. Abschnitt 8.2 (Beachte hierzu auch den folgenden Hinweis!)  
 $G_{Flügel} = 1,04 \text{ kN}$ , vgl. Tabelle 6  
 $\gamma_F = 1,35$ , ständige Einwirkung (Eigengewicht)

*Hinweis*

Der Abstand für die Lasteinleitung der horizontalen Lasten (Z und D) ist nach Bild 23 die Höhendifferenz zwischen den Befestigungspunkten (1) und (11):

$$3 \cdot 0,4 + 2 \cdot 0,3 = 1,80 \text{ m}$$

Mit Bezug auf RAL Gütegemeinschaft ([6], S. 125, Abschnitt 5.1.2.1 mit Bild 5.8) werden in Gl. (37) für die Ermittlung von  $V_{fd,1}$  und  $V_{fd,11}$  auch die Flügelaußenmaße ( $b/h \approx 1,1 \text{ m}/2,1 \text{ m}$ ) angesetzt. Dieses Vorgehen stellt eine Vereinfachung für die Bemessungspraxis dar, da die reale Lasteinleitung aus dem Flügelrahmen über Scharniere, Bänder bzw. Scherenlager in den Blendrahmen bei jedem Fensterelement unterschiedlich ist. Diese Vereinfachung wird aus Übersichtsgründen übernommen.

**8.4 Ermittlung der maßgebenden Schnittkräfte für Befestigungspunkt (7) bzw. (8) sowie (1) und (11)**

Mit Bezug auf die Erläuterungen in Abschnitt 6.4 werden hier zunächst auch nur die Befestigungspunkte (7) und (8) untersucht.

Nur für die Befestigungspunkte (1) und (11) muss ergänzend der Lastfall 6 „Last aus 90° geöffnetem Fensterflügel“ untersucht bzw. überprüft werden.

**8.4.1 Lastfall 1: Stoßartige Lasten**

Die Anpralllast wirkt auf das Befestigungssystem BS 100 als Zugkraft ( $N_{Ed,LF1}$ ), auf die Fensterbefestigung (AMO-Combi Schrauben mit Kunststoffdübelhülse W-UR 10 XXL) allerdings als Querkraft ( $V_{Ed,LF1}$ ). Maßgebende Kraft (vgl. hierzu Abschnitt 8.3.1):

$$N_{Ed,LF1} = V_{Ed,LF1} = F_{Ed} = 2,8 \text{ kN} \tag{38}$$

Gemäß ETB ([24], Abschnitt 3.1) sind nur die horizontalen Nutzlasten mit den Windlasten zu überlagern. Die stoßartigen Lasten müssen also mit keinen anderen Lasten überlagert werden.

### 8.4.2 Lastfall 2: Windsoglast

Beachte hierzu Abschnitt 8.1.1 und 8.1.2!

#### 8.4.2.1 Ansatz 1

Die Windsoglast wirkt auf das Befestigungssystem BS 100 als Zugkraft ( $N_{Ed,LF2}$ ), auf die Fensterbefestigung (AMO-Combi Schrauben mit Kunststoffdübelhülse W-UR 10 XXL) allerdings als Querkraft ( $V_{Ed,LF2}$ ). Maßgebende Kraft (vgl. hierzu Bild 23 und Abschnitt 8.3.2):

$$\begin{aligned} N_{Ed,LF2-1} &= V_{Ed,LF2-1} = A_{Wind} \cdot q_{ws,d} \\ &= [(1,2 \cdot 0,9)/4] \cdot 0,83 = \underline{0,22 \text{ kN}} \end{aligned} \quad (39)$$

#### 8.4.2.2 Ansatz 2

Die in Abschnitt 8.4.2.1 auf das Fenster- bzw. Glasgelenk einwirkende Windsogkraft wird nach Bild 23 und Bild 24

- im Abstand von 100 mm zu den Befestigungspunkten (7) und (8) bzw.
- im Abstand von 200 mm zu den Befestigungspunkten (9) und (10)

auf den Fenster-Blendrahmen übertragen.

Oberhalb des Fenster- bzw. Glasgelenk ist eine weitere Windangriffsfläche zu berücksichtigen, wobei der Abstand zwischen den Befestigungspunkten (5) und (7) bzw. (6) und (8) 300 mm beträgt (vgl. Bild 23). Als maßgebende Querkraft ergibt sich für die Fensterbefestigung (AMO-Combi Schrauben mit Kunststoffdübelhülse W-UR 10 XXL) folgende Querkraft:

$$\begin{aligned} V_{Ed,LF2-2} &= \left( V_{Ed,LF2-1} \cdot \frac{200}{100 + 200} \right) + (A_{Wind} \cdot q_{ws,d}) \\ &= \left( 0,22 \cdot \frac{2}{3} \right) + \left[ \left( \frac{1,20}{2} \right) \cdot \left( \frac{0,30}{2} \right) \cdot 0,83 \right] \\ &= \underline{0,22} \end{aligned} \quad (40)$$

### 8.4.3 Lastfall 3: Horizontale Nutzlast in ideeller Holmhöhe

Die horizontale Nutzlast wirkt auf das Befestigungssystem BS 100 als Zugkraft ( $N_{Ed,LF3}$ ), auf die Fensterbefestigung (AMO-Combi Schrauben mit Kunststoffdübelhülse W-UR 10 XXL) allerdings als Querkraft ( $V_{Ed,LF3}$ ). Maßgebende Kraft (vgl. hierzu Bild 23,

Bild 24 und Abschnitt 8.3.3):

$$\begin{aligned} N_{Ed,LF3} &= V_{Ed,LF3} \\ &= q_{kd,außen} \cdot \frac{1,20 \text{ m}}{2} \cdot \left( \frac{0,1 \text{ m} + 0,7 \text{ m}}{0,7 \text{ m}} \right) \\ &= 0,75 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 0,60 \text{ m} \cdot 1,14 \\ &= \underline{0,51 \text{ kN}} \end{aligned} \quad (41)$$

### 8.4.4 Lastfall 4: Überlagerung horizontale Nutzlast plus Windsoglast (für Ansatz 2)

Hier werden gemäß Abschnitt 8.1.2 die in Absturzrichtung nach außen wirkende Windsoglast und die horizontale Nutzlast (Holmlast) überlagert:

$$\begin{aligned} V_{Ed,Sog} &= V_{Ed,LF2-2} \\ &= 0,22 \text{ kN} \end{aligned} \quad (42)$$

(vgl. Abschnitt 8.4.2.2)

$$\begin{aligned} V_{Ed,Holm} &= V_{Ed,LF3} \\ &= 0,51 \text{ kN} \end{aligned} \quad (43)$$

(vgl. Abschnitt 8.4.3)

Gemäß DIN EN 1990/NA (siehe dort NCI zu 6.4.3.2(3) und Tabelle NA.A.1.1)) werden zwei Lastfallkombinationen untersucht (vgl. hier auch Abschnitt 5.1.2).

#### Lastfallkombination 1

Die Holmlast wird voll und die Windlast um den Faktor  $\Psi_0 = 0,6$  reduziert angesetzt:

$$\begin{aligned} V_{Ed,LF4-1} &= V_{Ed,Holm} + (\Psi_0 \cdot V_{Ed,Sog}) \\ &= 0,51 + (0,6 \cdot 0,22) \\ &= \underline{0,64 \text{ kN}} \Rightarrow \text{maßgebend} \end{aligned} \quad (44)$$

#### Lastfallkombination 2

Die Windlast wird voll und die Holmlast um den Faktor  $\Psi_0 = 0,7$  reduziert angesetzt:

$$\begin{aligned} V_{Ed,LF4-2} &= V_{Ed,Sog} + (\Psi_0 \cdot V_{Ed,Holm}) \\ &= 0,22 + (0,7 \cdot 0,51) \\ &= \underline{0,58 \text{ kN}} \end{aligned} \quad (45)$$

### 8.4.5 Lastfall 5: Eigengewicht aus Glasgelenk Typ BG015

Dieser Lastfall muss nur für Befestigungssystem BS 100 nachgewiesen werden, da das Eigengewicht des gesamten Fensterelements über die Tragklötze gemäß Bild 23 abgetragen wird.

Siehe hierzu Abschnitt 8.3.4.

Das Eigengewicht des Glasgeländers Typ BG015 wird auf der sicheren Seite nur auf die beiden Befestigungssysteme BS 100 in Höhe der Befestigungspunkte (7) und (8) verteilt.

$$V_{Ed,LF5} = \frac{G_d}{2} = \frac{0,37}{2} = 0,19 \text{ kN} \quad (46)$$

#### 8.4.6 Lastfall 6: Last aus 90° geöffnetem Fensterflügel

Dieser Lastfall muss nur für die Fensterbefestigung (AMO-Combi Schrauben mit Kunststoffdübelhülse W-UR 10 XXL) nachgewiesen werden. Siehe hierzu Abschnitt 8.3.5!

$$V_{Ed,LF6} = V_{fd,1} = V_{fd,11} = 0,37 \text{ kN} \quad (47)$$

#### 8.4.7 Übersicht der maßgebenden Kräfte für das Praxisbeispiel 3

In Tabelle 7 werden alle maßgebenden Kräfte der einzelnen Lastfälle übersichtlich zusammengestellt. Für den Nachweis des Befestigungssystems BS 100 und des Fensterbefestigers (AMO-Combi Schrauben mit Kunststoffdübelhülse W-UR 10 XXL) werden danach nur noch die maßgebenden Lastfälle nachgewiesen (beachte Erläuterungen in Abschnitt 8.2).

**Tabelle 7.** Übersicht der maßgebenden Kräfte für alle Lastfälle (Praxisbeispiel 3) für die maßgebenden Befestigungspunkte (7) und (8) sowie (1) und (11) nach Bild 23

Lastfall	Beschreibung	Ermittlung $N_{Ed}$ bzw. $V_{Ed}$ siehe Abschnitt	$N_{Ed}$ bzw. $V_{Ed}$ in kN	Maßgebend in kN	Bemessung vgl. Abschnitt
1	Stoßartige Lasten	8.4.1 (7) und (8)	2,80	2,80	8.5.1 8.6 6.5.1/8.7.1
2	Windsoglast	8.4.2 (7) und (8)	$N_{Ed} = 0,22$ $V_{Ed} = 0,22$	$N_{Ed} = 0,51$ $V_{Ed} = 0,51$	8.5.2/8.5.4 6.5.2 (Ansatz 1 nach Abschn. 8.1.1)
3	Horizontale Nutzlast	8.4.3 (7) und (8)	$N_{Ed} = 0,51$ $V_{Ed} = 0,51$		
4	Überlagerung horizontale Nutzlast plus Windsoglast	8.4.4	$V_{Ed} = 0,64$ nur Fensterbefestiger		8.7.2 (Ansatz 2 nach Abschn. 8.1.2)
5	Eigengewicht aus Glasgeländer Typ BG015	8.4.5 (7) und (8)	$V_{Ed} = 0,19$ nur Befestigungssystem BS 100		8.5.3/8.5.4
6	Last aus 90° geöffnetem Fensterflügel	8.4.6 (1) und (11)	$V_{Ed} = 0,37$ nur Fensterbefestiger		6.5.2/8.7.3

### 8.5 Statische Nachweise für Glied 2 der Nachweiskette: Unmittelbare Glasbefestigung/Glaslagerung des Fenstergeländers in Befestigungspunkt (7) und (8)

Die Aluminiumprofile des absturzsichernden Fensterelements bestehen laut Angaben des Herstellers bzw. gemäß Abschnitt 8.2 aus dem Werkstoff EN AW 6060 T66 mit  $R_m \geq 215 \text{ N/mm}^2$  und  $t \geq 1,5 \text{ mm}$ ; die Kunststoffteile der thermischen Trennung bestehen aus Polyamid PA (vgl. Bild 20). Damit werden die Anforderungen der abZ/abG BS 100 ([33], Tabellen 5, 7 und 8) erfüllt.

Die geometrischen Randbedingungen Überstand, Höhe und Breite sind zu beachten (s. [33], Tabellen 7 und 8).

#### 8.5.1 Nachweis Lastfall 1: Stoßartige Lasten

Nach Z-14.4-884 ([33], S. 9, Abschnitt 3.2.1) gilt Folgendes:

*„Für die Befestigungssysteme gilt der Nachweis zur Aufnahme der Einwirkungen aus Personenanprall als erbracht, wenn diese Belastung planmäßig rechtwinklig zur Rahmenebene erfolgt.“*

Die Belastung des Fenstergeländers erfolgt planmäßig rechtwinklig zur Rahmenebene, sodass keine weiteren Nachweise erforderlich sind.

### 8.5.2 Nachweis Lastfall 3 auf Grundlage abZ/aBG: Horizontale Nutzlasten

Der Nachweis ausreichender Tragfähigkeit des Glaslagerungsprofils aus Aluminium (einschließlich der Befestigung am Fensterrahmen, vgl. Abschnitt 8.6) ist für die Einwirkungen infolge Windsog und horizontaler Nutzlast zu führen. Eine Überlagerung von horizontaler Nutzlast und Windsoglast erfolgt nicht, da anzunehmen ist, dass bei voller Windsoglast (Sturm), dass Fenster nicht geöffnet wird und damit keine Personen an das Geländer herantreten (vgl. Abschnitt 8.1.1). Maßgebend ist offenbar der Lastfall 3 (vgl. Abschnitt 8.4.2.1 mit 8.4.3).

Das Nachweisformat wird in Z-14.4-884 ([33], S. 9, Abschnitt 3.2.1) vorgegeben:

#### Nachweis:

$$N_{\text{Ed,LF3}}/N_{\text{Rd}} = \frac{0,51}{2,37} = 0,22 \leq 1,0 \Rightarrow \text{Nachweis erfüllt} \quad (48)$$

mit

$$\begin{aligned} N_{\text{Ed,LF3}} &= 0,51 \text{ kN, vgl. Abschnitt 8.4.3 bzw. Tabelle 7} \\ N_{\text{Rd}} &= N_{\text{Rk}}/\gamma_{\text{M}} = 2,96/1,25 = 2,37 \text{ kN} \\ N_{\text{Rk}} &= 2,96 \text{ kN, siehe abZ/aBG BS 100 ([33], Anlage 2.1, Tabelle 7)} \\ \gamma_{\text{M}} &= 1,25, \text{ siehe abZ/aBG BS 100 ([33], S. 10, Abschnitt 3.2.2)} \end{aligned}$$

### 8.5.3 Nachweis Lastfall 5 auf Grundlage abZ/aBG: Eigengewicht aus Glasgeländer Typ BG015

Das Nachweisformat wird in Z-14.4-884 ([33], S. 9, Abschnitt 3.2.1) vorgegeben:

#### Nachweis:

$$V_{\text{Ed,LF5}}/V_{\text{Rd}} = \frac{0,19}{3,37} = 0,06 \leq 1,0 \Rightarrow \text{Nachweis erfüllt} \quad (49)$$

mit

$$\begin{aligned} V_{\text{Ed,LF5}} &= 0,19 \text{ kN, vgl. Abschnitt 8.4.5 bzw. Tabelle 7} \\ V_{\text{Rd}} &= V_{\text{Rk}}/\gamma_{\text{M}} = 4,21/1,25 = 3,37 \text{ kN} \\ V_{\text{Rk}} &= 4,21 \text{ kN, siehe [33], Anlage 2.2, Tabelle 8} \\ \gamma_{\text{M}} &= 1,25, \text{ siehe [33], S. 10, Abschnitt 3.2.2} \end{aligned}$$

### 8.5.4 Nachweis Lastfall 3 und Lastfall 5 auf Grundlage Systemstatik

Alternativ zu Abschnitt 8.5.2 und 8.5.3 kann die Nachweisführung (nur) für das Glasgeländer Typ BG015 (Glasdicke 10 mm) auch über die Bemessungstabelle einer Systemstatik erfolgen, die der Hersteller des Befestigungssystems auf Grundlage der Z-14.4-884 [33] zur Verfügung stellt (vgl. Bild 25 und Abschnitt 8.2):

Bei den gegebenen Abmessungen des Fenstergeländers (Glasdicke 10 mm), mit einer Geländerbreite von ca. 1,2 m und einer Geländerhöhe von ca. 0,9 m, ergibt sich mit einer charakteristischen Holmlast  $q_{k,\text{außen}} \leq 0,5 \text{ kN/m}$  (vgl. Abschnitt 6.3.3 bzw. 8.3.3) aus der Bemessungstabelle in Bild 25 eine maximal aufnehmbare charakteristische Windlast von  $2,63 \text{ kN/m}^2 > 0,55 \text{ kN/m}^2 = q_{\text{ws,k,vorhanden}}$  (vgl. Abschnitt 8.3.2 und 6.3.2).

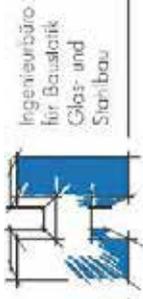
Damit ist ausreichende Tragfähigkeit für das Fenstergeländer (einschließlich der Befestigung am Fensterprofil) gegeben.

#### Hinweis

Die hier angewandte Systemstatik gilt nur für das absturzsichernde Glasgeländer mit Befestigung am Fensterrahmenprofil Typ BG015 der Firma IMB Rosenheim, für das das abP Fenstergeländer [35] als Verwendungsnachweis dient. Das Bild 25 ist ein Auszug aus der Systemstatik und gilt für eine horizontale Nutzlast  $q_k = 0,5 \text{ kN/m}$  und einen Glasaufbau von 10 mm VSG/ESG (für einen Glasaufbau 12 bzw. 16 mm VSG/ESG siehe den Anhang zu diesem Beitrag).

Die Grundlagen dieser Systemstatik sind die Angaben von charakteristischen Zug- und Quertragfähigkeiten ( $N_{\text{Rk}}$  und  $V_{\text{Rk}}$ ) des Befestigungssystem BS 100 in der zugehörigen „Zulassung“ (siehe [33], Anlage 2.1, Tabelle 7 ( $N_{\text{Rk}}$ ) und Anlage 2.2, Tabelle 8 ( $V_{\text{Rk}}$ )).

Soll anstelle des hier dargestellten Glasgeländer-Typs BG015 ein Stahlgeländer befestigt werden (siehe z. B. [33], Anlage 4.1), so gilt die hier verwendete Systemstatik nicht. Dann ist der Lastfluss aus den Einwirkungen auf das jeweilige Geländer bis zur „Übergabe“ an das Befestigungssystem BS 100 zu ermitteln und für die Glieder 1, 2 und 3 der Nachweiskette – sinngemäß wie in den Abschnitten 8.5.2 und 8.5.3 gezeigt – jeweils ein üblicher statischer Nachweis im Format  $F_d/F_{\text{Rd}} \leq 1$  zu führen (s. a. [33], S. 9, Abschnitt 3.2.1).



Dipl.-Ing. H. Hamn

### Bemessungstabelle

**Profiltyp**

**Brüstungsverglasungen**  
Bauart "Französische Balkone"

**Befestigungssystem**

**BS 100 / BS 150 / BS 500 / BS 800**  
**BS 900 / BS 400 / BS 401 / BS 402**  
25 mm ≤ B ≤ 30 mm

**Glasaufbau**  
**10 mm VSG / ESG**  
ESG 5mm / 0,76mm PVB / ESG 5mm

Geländerhöhe [m]	max Windlast [kN/m <sup>2</sup> ] charakteristisch										Geländerbreite [m]	
	1,20	1,15	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,70		
7,87	6,56	5,62	4,92	4,37	3,70	3,10	2,63	2,27	1,98	1,74	1,40	1,50
8,21	6,84	5,86	5,13	4,53	3,70	3,10	2,63	2,27	1,98	1,74	1,40	1,50
8,58	7,15	6,13	5,36	4,53	3,70	3,10	2,63	2,27	1,98	1,74	1,40	1,50
8,99	7,49	6,42	5,62	4,53	3,70	3,10	2,63	2,27	1,98	1,74	1,40	1,50
9,44	7,87	6,74	5,66	4,53	3,70	3,10	2,63	2,27	1,98	1,74	1,40	1,50
9,94	8,28	7,10	5,66	4,53	3,70	3,10	2,63	2,27	1,98	1,74	1,40	1,50
10,49	8,74	7,29	5,66	4,53	3,70	3,10	2,63	2,27	1,98	1,74	1,40	1,50
11,11	9,25	7,29	5,66	4,53	3,70	3,10	2,63	2,27	1,98	1,74	1,40	1,50
11,80	9,79	7,29	5,66	4,53	3,70	3,10	2,63	2,27	1,98	1,74	1,40	1,50
12,59	9,79	7,29	5,66	4,53	3,70	3,10	2,63	2,27	1,98	1,74	1,40	1,50
13,93	9,79	7,29	5,66	4,53	3,70	3,10	2,63	2,27	1,98	1,74	1,40	1,50
0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70

maßgebende Kriterien :

Ankerkräfte infolge Wind

Statik infolge Wind

Glasbrüche infolge Holmbrüche  
nur für q = 0,5 kN/m

**Bild 25.** Systemstatik: Maximale charakteristische Windlast für das Befestigungssystem BS 100 in Kombination mit dem absturzsichernden Glasgeländer mit Befestigung am Fensterprofil Typ BG015 der Firma IMB Rosenheim; (nur) für horizontale Nutzlast  $q_k = 0,5 \text{ kN/m}$  und Glasaufbau 10 mm VSG/ESG

### 8.6 Statische Nachweise für Glied 3 der Nachweiskette: Verbindung des Geländers mit dem Fensterrahmen mit dem Befestigungssystem BS 100 in Befestigungspunkt (7) und (8)

Siehe Abschnitt 8.5! ⇒ o. w. N.

### 8.7 Statische Nachweise für Glied 5 der Nachweiskette: Befestigung des Fensterrahmens mit dem Direktbefestiger im Mauerwerk

Aufgrund der Annahme in Abschnitt 6.2, dass das Fensters derart in der Laibung liegt, dass das gewählte Dübel-System mittig in der Laibung (Mitte des Mauersteins) montiert wird, gilt für die vorhandenen Randabstände im vorhandenen Planhochlochziegel „ThermoPlan MZ Ergänzung“ Folgendes (vgl. Bild 17 und [32], Anlage 75 Tabelle 35.2):

$$c_{\text{innen}} = c_{\text{außen}} = \frac{365}{2} > 125 \text{ mm} = c_{\text{min}}$$

Die Tragfähigkeit der AMO-Combi Schraube mit der Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XXL in dem in Abschnitt 8.2 ausgewiesenen Mauerstein kann der Z-21.2-2017 ([32], Anlage 76, Tabellen 35.3) bzw. hier in diesem Beitrag Bild 19 (obere Tabelle) entnommen werden.

#### 8.7.1 Nachweis Lastfall 1: Stoßartige Lasten

Der Nachweis der stoßartigen Lasten muss grundsätzlich nur für die Befestigungspunkte (5) bis (12) geführt werden, da die Befestigungspunkte (1) bis (4) oberhalb der Auftreffflächen liegen (vgl. Bild 14, Bild 23 und [6], S. 164, Bild 5.22).

Für den Nachweis der Befestigungspunkte (5) bis (12), kann der Nachweis von Befestigungspunkt (7) und (8) in Abschnitt 6.5.1 übernommen werden.

#### 8.7.2 Nachweis Lastfall 4: Überlagerung horizontale Nutzlast plus Windsoglast (für Ansatz 2) für die Befestigungspunkte (7) und (8)

Das Nachweisformat ist in der Z-21.2-2017 ([32], S. 5, Abschnitt 3.2.2) angegeben. In den Anlagen dieser „Zulassung“ werden bereits Bemessungswerte  $V_{\text{Rd}}$  ausgewiesen (vgl. Bild 19 obere Tabelle).

**Nachweis:**

$$\begin{aligned} \frac{V_{\text{Ed}}}{V_{\text{Rd}}} &= \frac{V_{\text{Ed,LF4+1}}}{V_{\text{Rd}}} \\ &= \frac{0,64}{0,55} \\ &= 1,16 > 1,0 \Rightarrow \text{Nachweis NICHT erbracht} \quad (50) \end{aligned}$$

mit

$$\begin{aligned} V_{\text{Ed,LF5}} &= 0,64 \text{ kN, vgl. Abschnitt 8.4.4 bzw. Tabelle 7} \\ V_{\text{Rd}} &= 0,55 \text{ kN, siehe [32], Anlage 76, Tabelle 35.4} \\ &\text{ bzw. hier Bild 19; für mittlere} \\ &\text{Steindruckfestigkeit nach EN 771} \\ &\geq 8,0 \text{ N/mm}^2; \text{ linear interpoliert für} \\ &e_f = 25 \text{ mm (vgl. Abschnitt 6.2 mit Bild 18):} \\ &(0,65 + 0,45)/2 = 0,55 \end{aligned}$$

Mit Verweis auf Abschnitt 8.1.2 kann an dieser Stelle überlegt werden, ob vorhandene Sicherheiten die 16% Überschreitung in Gl. (50) ausgleichen. Alternativ kann die freie Schraubenlänge von  $e_f = 25 \text{ mm}$  auf  $e_f = 20 \text{ mm}$  reduziert werden (vgl. Bild 18). Damit ließe sich der Nachweis erfolgreich (mit entsprechend vorhandenen Sicherheiten) durchführen:

**Nachweis:**

$$\begin{aligned} \frac{V_{\text{Ed}}}{V_{\text{Rd}}} &= \frac{V_{\text{Ed,LF4+1}}}{V_{\text{Rd}}} \\ &= \frac{0,64}{0,65} = 0,98 < 1,0 \Rightarrow \text{Nachweis erbracht} \quad (51) \end{aligned}$$

mit

$$\begin{aligned} V_{\text{Ed,LF5}} &= 0,64 \text{ kN, vgl. Abschnitt 8.4.4 bzw. Tabelle 7} \\ V_{\text{Rd}} &= 0,65 \text{ kN, siehe [32], Anlage 76, Tabelle 35.4} \\ &\text{ bzw. hier Bild 19; für mittlere} \\ &\text{Steindruckfestigkeit nach EN 771} \\ &\geq 8,0 \text{ N/mm}^2 \text{ für } e_f = 20 \text{ mm (vgl.} \\ &\text{Abschnitt 6.2 mit Bild 18)} \end{aligned}$$

#### 8.7.3 Nachweis Lastfall 5: 90° geöffneter Fensterlügel für die Befestigungspunkte (1) und (11)

Das Nachweisformat ist in der Z-21.2-2017 ([32], S. 5, Abschnitt 3.2.2) angegeben. In den Anlagen dieser Zulassung werden bereits Bemessungswerte  $V_{\text{Rd}}$  ausgewiesen (vgl. z. B. Bild 19 obere Tabelle).

**Nachweis (vgl. auch Abschnitt 6.5.2):**

$$\begin{aligned} \frac{V_{\text{Ed}}}{V_{\text{Rd}}} &= \frac{V_{\text{fd,11}}}{V_{\text{Rd}}} \\ &= \frac{0,37}{0,55} = 0,67 \leq 1,0 \Rightarrow \text{Nachweis erbracht} \quad (52) \end{aligned}$$

mit

$$\begin{aligned} V_{\text{Ed,LF5}} &= 0,37 \text{ kN, vgl. Abschnitt 8.3.5} \\ V_{\text{Rd}} &= 0,55 \text{ kN, siehe [32], Anlage 76, Tabelle 35.4} \\ &\text{ bzw. hier Bild 19 obere Tabelle; für mittlere} \\ &\text{Steindruckfestigkeit nach EN 771} \\ &\geq 8,0 \text{ N/mm}^2; \text{ linear interpoliert für} \\ &e_f = 25 \text{ mm (vgl. Abschnitt 6.2 mit Bild 18):} \\ &(0,65 + 0,45)/2 = 0,55 \end{aligned}$$

## 9 Zusammenfassung

Dieser Beitrag zeigt aktuelle Neuerungen für die Befestigung von absturzsichernden Fensterelementen. Danach ist es mittlerweile möglich, diese Fenster mit entsprechend dafür „zugelassenen“ Befestigungssystemen auch in Mauerwerk z. B. aus filigranen Lochsteinen und/oder wärmedämmenden Mauersteinen mit geringer Rohdichte zu befestigen.

Unter bestimmten konstruktiven Voraussetzungen kann dazu eine „Mehrfachbefestigung“ berücksichtigt und damit für die Fensterbefestiger der Bemessungswert der Tragfähigkeit mit dem Faktor (1/0,6) erhöht werden. Hierbei darf die „Mehrfachbefestigung von absturzsichernden Fensterelementen“ nicht mit dem Begriff „Mehrfachbefestigung von nichttragenden Systemen“ im Bereich der allgemeinen Dübeltechnik verwechselt werden.

Kann der rechnerische Nachweis der stoßartigen Belastung rechnerisch nicht erfolgreich geführt werden, so können die Befestiger ggf. auch über entsprechende Versuche nachgewiesen werden, wenn das absturzsichernde Fensterelement augenscheinlich mit einer ausreichend großen Anzahl von Befestigern montiert wird und bestimmte Bedingungen eingehalten werden.

Ein „französisches Balkongeländer“, das vor ein absturzsicherndes Fenster direkt am Baukörper befestigt wird, kann heutzutage durch ein Fenster- bzw. Glasgeländer oder auch ein Stahlgeländer ersetzt werden, das direkt mit einem dafür „zugelassenen“ Befestigungssystem auf den Fensterrahmen des absturzsichernden Fensterelements aufgeschraubt wird. Damit kommt der Befestigung des Fensterrahmens die gleiche Bedeutung zu, wie bei absturzsichernden Fensterelementen, die „nur“ aus Rahmen und Scheibe (Festverglasung oder Fensterelemente mit Brüstungsriegel) ohne zusätzliches Geländer bestehen.

## Literatur

### Veröffentlichungen (Fachbücher, Fachzeitschriften, u. a.)

- [1] BVS (2015) *b.v.S Standpunkt „Brüstungs- und Geländerhöhen“*; Hrsg. Arbeitskreis „Brüstungs- und Geländerhöhen“ im Bundesverband öffentlich bestellter und vereidigter sowie qualifizierter Sachverständiger e. V., Berlin August 2015, [https://www.bvs-ev.de/fileupload/files/6177327493a54\\_BVS\\_Standpunkt\\_Bruestungs-und\\_Gelaenderhoehen\\_2015\\_08.pdf](https://www.bvs-ev.de/fileupload/files/6177327493a54_BVS_Standpunkt_Bruestungs-und_Gelaenderhoehen_2015_08.pdf) [Zugriff am 30.03.2023]
- [2] Küenzlen, J.; Scheller, E., Becker, R., Kuhn, T. (2020) *(Dübel-)Versuche am Bauwerk in Mauerwerk – Aktuelle Regelungen für Kunststoffdübel und Metall-Injektionsanker zur Verankerung im Mauerwerk*, Hrsg. Deutscher Ausschuss für Mauerwerksbau e. V. (DAfM), DAfM Schriftenreihe Heft 4. Berlin: Ernst & Sohn., 2020.

[3] Küenzlen, J.; Scheller, E., Klátecki, M.; Becker, R., Kuhn, T.; Stein, T. (2022) *Befestigung und Abdichtung von Fenstern und Türen – Aktuelle Regelungen, Praxisbeispiele, bauphysikalische Gesichtspunkte*. Berlin: Ernst & Sohn.

[4] Küenzlen, J.; Scheller, E., Becker, R., Kuhn, T.; Immel, T. (2022) *MINI-Dübelhandbuch 4.0 – Dübel – vom Bad am Morgen bis zum Fernsehabend ...: ein Praxisratgeber der Befestigungstechnik*. PSE Redaktionservice GmbH, Geretsried.

[5] Laternser, K. (2006) *ETA-Leitlinie Metalldübel für die Verwendung als Mehrfachbefestigung von nichttragenden Systemen verabschiedet*. Mitteilung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) – Hinweis, 22. August 2006, [https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/I2/Metallduebel\\_Mehrfachbefestigung\\_NichttragendeSysteme\\_ETA-Leitlinie.pdf](https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/I2/Metallduebel_Mehrfachbefestigung_NichttragendeSysteme_ETA-Leitlinie.pdf) (abgerufen am 29.08.2022)

[6] RAL Gütegemeinschaft (2020) *Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren für den Neubau und Renovierung*. Ausarbeitung: RAL-Gütegemeinschaft Fenster und Haustüren e. V., ift Rosenheim. Hrsg.: RAL-Gütegemeinschaft Fenster und Haustüren e. V., Frankfurt.

### Internetquellen

- [7] Bauregelwerk (2022) *Absturzsicherungen* [online]. <http://www.bauregelwerk.de/bauplanung-umwehungen/absturzicherungen.html> [Zugriff am 29.08.2022]
- [8] DIBt (2022) *Windzonen nach Verwaltungsgrenzen* [online] (Stand: 2. Juni 2022). [https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/P5/Technische\\_Bestimmungen/Windzonen\\_nach\\_Verwaltungsgrenzen.xlsx](https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/P5/Technische_Bestimmungen/Windzonen_nach_Verwaltungsgrenzen.xlsx) [Zugriff am 29.08.2022]
- [9] DIBt (2022) *Absturzsichernde Verglasungen* [online]. <https://www.dibt.de/de/bauprodukte/informationsportale/bauprodukte-und-bauarten/produktgruppen/bauprodukte-detail/bauprodukt/absturzsichernde-verglasungen> [Zugriff am 12.08.2022]

### Europäische u. internationale Normen (DIN EN, ISO)

- [10] DIN EN 1990:2010-12 (2020) *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*. Berlin: Beuth.
- [11] DIN EN 1990/NA:2010-12 (2010) *Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*. Berlin: Beuth.
- [12] DIN EN 1991-1-1:2010-12 (2010) *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau*. Berlin: Beuth.
- [13] DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12 (2010) *Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau*. Berlin: Beuth.

- [14] DIN EN 1991-1-4:2010-12 (2010) *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten*. Berlin: Beuth.
- [15] DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 (2010) *Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten*. Berlin: Beuth.
- [16] DIN EN 1993 (div.) *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten*. Berlin: Beuth.
- [17] DIN EN 1995 (div.) *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten*. Berlin: Beuth.

## Deutsche Normen (DIN)

- [18] DIN 18008-1:2020-05 (2020) *Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen*. Berlin: Beuth.
- [19] DIN 18008-4:2013-07 (2013) *Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen*. Berlin: Beuth.
- [20] DIN 18055:2020-09 (2020) *Kriterien für die Anwendung von Fenstern und Außentüren nach DIN EN 14351-1*. Berlin: Beuth.

## Gesetze – Richtlinien – Technische Regeln

- [21] ASR A2.1 (2018) *Technische Regeln für Arbeitsstätten – Schutz vor Absturz und herabfallenden Gegenständen, Betreten von Gefahrenbereichen* [online], Ausgabe November 2012, zuletzt geändert im März 2022, <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/ASR/ASR-A2-1.html> [Zugriff am 29.08.2022]
- [22] DIBt Hinweise (2010) *Hinweise für die Montage von Dübelverankerungen* [online], Oktober 2010, [https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/I2/Duebel\\_Hinweise\\_Montage.pdf](https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/I2/Duebel_Hinweise_Montage.pdf) [Zugriff am 29.08.2022]
- [23] MVV TB (2023) *Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen* [online], Ausgabe 2023/1 mit Druckfehlerberichtigung vom 4. März 2022, DIBt Mitteilungen, 17.04.2023, <https://www.dibt.de/de/wir-bieten/technische-baubestimmungen> [Zugriff am 24.04.2023]
- [24] ETB (1985) *ETB-Richtlinie – Bauteile, die gegen Absturz sichern*. Ausschuß für Einheitliche Technische Baubestimmungen (ETB), Fassung Juni 1985, Berlin: Beuth Verlag, abgedruckt auch in Mitteilungen IfBt 2/1987; [http://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/I8/ETB\\_Richtlinie.pdf](http://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/I8/ETB_Richtlinie.pdf) [Zugriff am 29.08.2022]
- [25] *Musterbauordnung (MBO)* (2020) *Musterbauordnung (MBO)* [online], Fassung November 2002, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 25.09.2020, <https://www.bauministerkonferenz.de/Dokumente/42323530.pdf> [Zugriff am 29.08.2022]

## Leitlinien – Bewertungsdokumente – Technical Reports

- [26] EOTA TR 064 (2018) *Technical Report TR 064 – Design of Plastic Anchors in Concrete and Masonry* [online], Mai 2018, <https://www.eota.eu/en-GB/content/technical-reports/28> [Zugriff am 29.08.2022]
- [27] DIBt TR 064 (2019) *Bemessungsverfahren für Kunststoffdübel zur Verankerung in Beton und Mauerwerk* [online]. Deutsches Anwendungsdokument zu EOTA TR 056 vom Mai 2018, Stand: August 2019; [https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/I2/TR064\\_d.e.pdf](https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/I2/TR064_d.e.pdf) [Zugriff am 29.08.2022]

## Gutachten – Prüfberichte – Stellungnahmen

- [28] Scheuermann, G. (2014) *Befestigung von Fenstern mit absturzsichernden Eigenschaften*, „Fenstergeländer“, Stuttgart, Brief vom 02. Dezember 2014.
- [29] ift Forschungsbericht (2020) *Erarbeitung einer Handlungsanleitung zur Bewertung der Absturzsicherung von Fenstern in der Gebäudehülle und deren Einbau sowie einer Erläuterung zur Anwendung der ETB-Richtlinie*, gefördert durch Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin, Aktenzeichen: P 52-5-3.120-2016/18, ift gemeinnützige Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, Oktober 2020.

## Europäische „Zulassungen“ (ETA)

- [30] ETA-08/0190 (2021) *Würth Kunststoff-Rahmendübel W-UR/SHARK UR*. Kunststoffdübel als Mehrfachbefestigung von nichttragenden Systemen zur Verankerung im Beton und Mauerwerk, ETA 08/0190 vom 28. April 2021; z. B. unter [www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/suche](http://www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/suche)
- [31] ETA-16/0043 (2021) *Würth Betonschraube W-BS/S, W-BS/A4, W-BS/HCR*. Mechanische Dübel zur Verwendung im Beton, ETA-16/0043 vom 7. Juli 2021; z. B. unter [www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/suche](http://www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/suche)

## Deutsche „Zulassungen“ (abZ und abZ/aBG)

- [32] Z-21.2-2017 (2022) *Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung AMO®-Combi Schraube mit Kunststoff-Dübelhülse W-UR 10 XS oder W-UR 10 XXL*, Z-21.2-2017 vom 23. August 2022; z. B. unter [www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/suche](http://www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/suche)
- [33] Z-14.4-884 (2021) *Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/Allgemeine Bauartgenehmigung Befestigungssysteme zur lastabtragenden und absturzsichernden Befestigung von Anbauteilen an Fensterrahmenprofilen*, Z-14.4-884 vom 2. Juni 2021; z. B. unter [www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/suche](http://www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/suche)

[34] Z-14.4-728 (2022) Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/Allgemeine Bauartgenehmigung *Absturzsichernde Fensterelementbefestigung*, Z-14.4-728 vom 1. August 2022; z. B. unter [www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/suche](http://www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/suche)

### Allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse (abP)

[35] abP Fenstergeländer (2021) Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis P-2021-3081 vom 19.11.2021, Gegenstand: *Linienförmig gelagerte Verbundsicherheitsverglasungen*, Prüfstelle: Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH (LSL) an der Hochschule München, Fakultät 02, Bauingenieurwesen/Stahlbau, Antragsteller: Inntaler Metallbau Vertrieb GmbH, kostenpflichtiger Download z. B. unter <https://www.baufachinformation.de/publikationen.jsp>

[36] abP Erläuterungen (2022) *Erläuterungen zu den allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen P-2021-3063 und P-2021-3081*, Labor für Stahl- und Leichtmetallbau GmbH (LSL), Ausgabedatum: 27.01.2022

## Anhang

### Systemstatik

Brüstungsverglasungen  
Bauart „Französische Balkone“  
Produkt-Code: BG015

#### Quelle:

Systemstatik Stufe 2  
Brüstungsverglasungen  
Bauart „Französische Balkone“  
Produkt-Code: BG015

#### Ersteller:

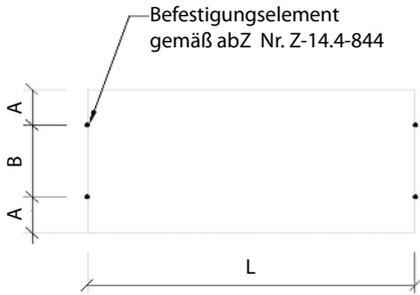
Ingenieurbüro für Baustatik Glas und Stahlbau  
Dipl.-Ing. H. Hamm  
Seestraße 9, 63571 Gelnhausen

### Bestimmung der max. Geländerbreiten von Brüstungsverglasungen der Bauart „Französische Balkone“

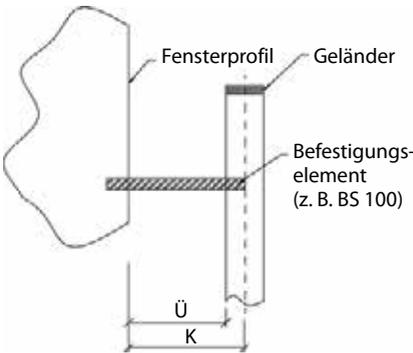
#### Legende

- max L maximale Geländerbreite (horizontaler Abstand zwischen Befestigungselementen)
- H Gesamthöhe des Geländers, maximal 1,20 m
- A vertikaler Abstand des oberen Befestigungselements zur oberen Horizontalkante des Geländers, maximal 0,15 m [mm]
- B vertikaler Abstand zwischen beiden Befestigungselementen, maximal 0,9 m [mm]
- C = A + B [mm]
- Ü Überstand der Befestigungssysteme über die Außenkante der Rahmenprofile gemäß Z-14.4-884 [mm]
- K = Ü + 30 mm [mm]
- $\gamma_m$  = 1,25 [-] Teilsicherheitsbeiwert nach DIN EN 1993-1-1/NA
- $N_{R,k}$  charakteristische Zugkrafttragfähigkeit [kN] gemäß Z-14.4-884
- $V_{R,k}$  charakteristische Querkrafttragfähigkeit [kN] gemäß Z-14.4-884
- q horizontale Nutzlast [kN/m] nach DIN EN 1991-1-1/NA Tab. 6.12 DE  
= 0,50 kN/m  
= 1,00 kN/m

## Skizze Geländer



## Skizze Abstand K



## Hinweise

Der statischen Berechnung zur Ermittlung der maximalen Geländermaße in der Bauart „Französischen Balkone“ werden nachstehende Kriterien und Randbedingungen zugrunde gelegt.

Die Bemessung hängt im Allgemeinen vom Fensterprofiltyp, Befestigungssystem, Glasaufbau sowie dem Betrag der horizontalen Nutzlast ab.

Hierbei können zur Bestimmung der maximalen Geländermaße folgende Kriterien maßgebend werden:

1. Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis abP-Nr. P-2021-3081 + Technische Beschreibung zu abP-Nr. P-2021-3081 u. P-2021-3063 der Firma IMB

2. Befestigungssysteme gemäß allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung Z-14.4-884
3. horizontale Nutzlast [kN/m] nach DIN EN 1991-1-1/NA Tab. 6.12 DE  
= 0,50 kN/m  
= 1,00 kN/m
4. maximal aufnehmbare Windlast gemäß Glasstatik nach DIN 18008
5. Eigengewicht der Verglasung

Aus Punkt 1 werden die Geländerabmessungen (Länge und Breite) in Abhängigkeit eines vorgegebenen Glasaufbaus begrenzt.

Punkt 2 gibt Grenzwerte der maximal aufnehmbaren Ankerkräfte (Zug- und Querkrafttragfähigkeit) in Abhängigkeit der Befestigungssysteme vor. In Stufe 1 der Typenstatik wurden unter Berücksichtigung der Vorgaben nach Z-14.4-884, die maximalen Geländerbreiten bereits berechnet. Diese werden der hier vorliegenden Berechnung zugrunde gelegt.

Das Eigengewicht der Verglasung wird durch abP-Nr. P-2021-3081 aufgrund vorgegebener Glasaufbauten und dazugehöriger Abmessungen begrenzt. Das resultierende Glaseigengewicht überschreitet deshalb in keinem Fall die Querkrafttragfähigkeit der Befestigungssysteme und wird somit für die Berechnung der maximalen Geländerabmessungen von Französischen Balkonen nicht maßgebend.

$$V_g = 0,016 \text{ m} \cdot 1,5 \text{ m} \cdot 1,2 \text{ m} \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0,5$$

$$= 0,36 \text{ kN} < 0,68 \text{ kN} = V_{R,k}$$

Auf eine Überlagerung von Wind und horizontaler Nutzlast wird verzichtet, da davon auszugehen ist, dass im Falle eines Sturmes die Fenster hinter den Französischen Balkonen geschlossen bleiben. Kommen Französische Balkone als Fluchtbalkone zur Verwendung, so ist eine objektbezogene statische Berechnung erforderlich.

Bemessungstabelle für 10 mm VSG/ESG

**Bemessungstabelle**

**Profiltyp**

**Befestigungssystem**

**Glasaufbau**

**Brüstungsverglasungen**  
 BS 100 / BS 150 / BS 500 / BS 800  
 BS 900 / BS 400 / BS 401 / BS 402

**10 mm VSG / ESG**  
 ESG 5 mm / 0,76 mm PVB / ESG 8 mm

25 mm ≤ B ≤ 30 mm

Höhe [m]	max Windlast [kN/m²] charakteristisch										
	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50
1,20	7,87	6,56	5,62	4,92	4,37	3,70	3,10	2,63	2,27	1,98	1,74
1,15	8,21	6,84	5,86	5,13	4,53	3,70	3,10	2,63	2,27	1,98	1,74
1,10	8,58	7,15	6,13	5,38	4,53	3,70	3,10	2,63	2,27	1,98	1,74
1,05	8,99	7,49	6,42	5,62	4,53	3,70	3,10	2,63	2,27	1,98	1,74
1,00	9,44	7,87	6,74	5,85	4,53	3,70	3,10	2,63	2,27	1,98	1,74
0,95	9,94	8,28	7,10	6,15	4,53	3,70	3,10	2,63	2,27	1,98	1,74
0,90	10,49	8,74	7,29	6,25	4,53	3,70	3,10	2,63	2,27	1,98	1,74
0,85	11,11	9,25	7,29	6,25	4,53	3,70	3,10	2,63	2,27	1,98	1,74
0,80	11,80	9,79	7,29	6,25	4,53	3,70	3,10	2,63	2,27	1,98	1,74
0,75	12,59	9,79	7,29	6,25	4,53	3,70	3,10	2,63	2,27	1,98	1,74
0,70	13,93	9,79	7,29	6,25	4,53	3,70	3,10	2,63	2,27	1,98	1,74
<b>Länge [m]</b>											

Glasstatik infolge Holmlast  
 nur für q=0,5 kN/m

Glasstatik infolge Wind

Antenkräfte infolge Wind

maßgebende Kriterien:

L = Geländerbreite [m]

H = Geländerhöhe [m]

Bemessungstabelle für 12 mm VSG/ESG

Würth Sonderdruck aus Mauerwerk-Kalender 2024

**Bemessungstabelle**

**Profiltyp**

**Brüstungsverglasungen**

Bauart "Französische Balkone"

**Befestigungssystem**

BS 100 / BS 150 / BS 500 / BS 800

BS 900 / BS 400 / BS 401 / BS 402

25 mm ≤ B ≤ 30 mm

**Glasaufbau**

12 mm VSG / ESG

ESG 6 mm / 0,75 mm PVB / ESG 6 mm

Höhe [m]	max Windlast [kN/m²] charakteristisch															
	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00
1,20	7,87	6,56	5,62	4,92	4,37	3,93	3,57	3,28	3,03	2,80	2,47	2,19	1,95	1,76	1,59	1,25
1,15	15,17	6,84	5,86	5,13	4,56	4,10	3,73	3,42	3,15	2,80	2,47	2,19	1,95	1,76	1,59	1,25
1,10	8,58	7,15	6,13	5,36	4,77	4,29	3,90	3,58	3,21	2,80	2,47	2,19	1,95	1,76	1,59	1,25
1,05	8,96	7,48	6,42	5,62	4,99	4,49	4,09	3,72	3,21	2,80	2,47	2,19	1,95	1,76	1,59	1,25
1,00	9,44	7,87	6,74	5,90	5,24	4,72	4,29	3,72	3,21	2,80	2,47	2,19	1,95	1,76	1,59	1,25
0,95	9,94	8,28	7,10	6,21	5,52	4,97	4,37	3,72	3,21	2,80	2,47	2,19	1,95	1,76	1,59	1,25
0,90	10,49	8,74	7,49	6,56	5,83	5,21	4,37	3,72	3,21	2,80	2,47	2,19	1,95	1,76	1,59	1,25
0,85	11,11	9,25	7,93	6,94	6,36	5,21	4,37	3,72	3,21	2,80	2,47	2,19	1,95	1,76	1,59	1,25
0,80	11,80	9,83	8,43	7,38	6,36	5,21	4,37	3,72	3,21	2,80	2,47	2,19	1,95	1,76	1,59	1,25
0,75	12,59	10,49	8,99	7,90	6,36	5,21	4,37	3,72	3,21	2,80	2,47	2,19	1,95	1,76	1,59	1,25
0,70	13,49	11,24	9,53	7,90	6,36	5,21	4,37	3,72	3,21	2,80	2,47	2,19	1,95	1,76	1,59	1,25
0,65	14,52	12,10	10,13	7,90	6,36	5,21	4,37	3,72	3,21	2,80	2,47	2,19	1,95	1,76	1,59	1,25
0,60	15,73	13,11	10,13	7,90	6,36	5,21	4,37	3,72	3,21	2,80	2,47	2,19	1,95	1,76	1,59	1,25
0,55	17,16	13,57	10,13	7,90	6,36	5,21	4,37	3,72	3,21	2,80	2,47	2,19	1,95	1,76	1,59	1,25
0,50	19,07	13,57	10,13	7,90	6,36	5,21	4,37	3,72	3,21	2,80	2,47	2,19	1,95	1,76	1,59	1,25
0,45	19,07	13,57	10,13	7,90	6,36	5,21	4,37	3,72	3,21	2,80	2,47	2,19	1,95	1,76	1,59	1,25
0,40	19,07	13,57	10,13	7,90	6,36	5,21	4,37	3,72	3,21	2,80	2,47	2,19	1,95	1,76	1,59	1,25
0,35	19,07	13,57	10,13	7,90	6,36	5,21	4,37	3,72	3,21	2,80	2,47	2,19	1,95	1,76	1,59	1,25
0,30	19,07	13,57	10,13	7,90	6,36	5,21	4,37	3,72	3,21	2,80	2,47	2,19	1,95	1,76	1,59	1,25

Grenzabmessungen abP

Glasstatik infolge Holmlast  
nur für q=0,5 kN/m

Glasstatik infolge Wind

Anterlärhöhe infolge Wind

L = Geländerbreite [m]

H = Geländerhöhe [m]

maßgebende Kriterien:

Bemessungstabelle für 16 mm VSG/ESG

Wärth Sonderdruck aus Mauerwerk-Kalender 2024

**Bemessungstabelle**

**Profiltyp**

**Befestigungssystem**

**Glasaufbau**

**Brüstungsverglasungen**  
Bauart "Französische Balkone"

**BS 100 / BS 150 / BS 400 / BS 800**  
**BS 900 / BS 400 / BS 401 / BS 402**  
25 mm ≤ B ≤ 30 mm

**16 mm VSG / ESG**  
ESG 8 mm / 0,76 mm PVB / ESG 8 mm

Höhe [m]	max Windlast [kN/m <sup>2</sup> ] charakteristisch																				
	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50
1,20	7,87	8,55	5,62	4,92	4,37	3,93	3,58	3,28	3,03	2,81	2,62	2,46	2,31	2,19	2,07	1,97	1,87	1,79	1,71	1,57	1,38
1,15	8,21	8,84	5,86	5,13	4,56	4,10	3,73	3,42	3,16	2,93	2,74	2,57	2,41	2,28	2,16	2,05	1,95	1,87	1,78	1,57	1,38
1,10	8,58	9,15	6,13	5,36	4,77	4,29	3,90	3,58	3,30	3,06	2,86	2,68	2,52	2,38	2,26	2,15	2,04	1,95	1,81	1,57	1,38
1,05	8,99	9,49	6,42	5,62	4,99	4,50	4,09	3,75	3,46	3,21	3,00	2,81	2,64	2,50	2,37	2,25	2,14	2,04	1,81	1,57	1,38
1,00	9,44	9,87	6,74	5,90	5,24	4,72	4,29	3,93	3,63	3,37	3,15	2,95	2,78	2,62	2,48	2,35	2,25	2,09	1,81	1,57	1,38
0,95	9,94	10,28	7,10	6,21	5,52	4,97	4,52	4,14	3,82	3,55	3,31	3,11	2,92	2,76	2,61	2,48	2,30	2,09	1,81	1,57	1,38
0,90	10,49	10,74	7,49	6,55	5,83	5,24	4,77	4,37	4,03	3,75	3,50	3,28	3,08	2,91	2,77	2,62	2,30	2,09	1,81	1,57	1,38
0,85	11,11	11,25	7,93	6,94	6,17	5,55	5,05	4,63	4,27	3,97	3,70	3,47	3,27	3,05	2,77	2,52	2,30	2,09	1,81	1,57	1,38
0,80	11,80	11,83	8,43	7,38	6,56	5,90	5,36	4,92	4,54	4,21	3,93	3,69	3,37	3,05	2,77	2,52	2,30	2,09	1,81	1,57	1,38
0,75	12,59	12,49	8,99	7,87	6,99	6,29	5,72	5,24	4,84	4,50	4,20	3,79	3,37	3,05	2,77	2,52	2,30	2,09	1,81	1,57	1,38
0,70	13,49	11,24	9,63	8,43	7,49	6,74	6,13	5,62	5,19	4,83	4,26	3,79	3,37	3,05	2,77	2,52	2,30	2,09	1,81	1,57	1,38
0,65	14,52	12,10	10,37	9,08	8,07	7,25	6,60	6,05	5,53	4,83	4,26	3,79	3,37	3,05	2,77	2,52	2,30	2,09	1,81	1,57	1,38
0,60	15,73	13,11	11,24	9,83	8,74	7,87	7,15	6,38	5,53	4,83	4,26	3,79	3,37	3,05	2,77	2,52	2,30	2,09	1,81	1,57	1,38
0,55	17,18	14,30	12,26	10,73	9,54	8,58	7,47	6,39	5,53	4,83	4,26	3,79	3,37	3,05	2,77	2,52	2,30	2,09	1,81	1,57	1,38
0,50	18,88	15,73	13,49	11,80	10,49	8,86	7,47	6,39	5,53	4,83	4,26	3,79	3,37	3,05	2,77	2,52	2,30	2,09	1,81	1,57	1,38
0,45	20,98	17,48	14,98	13,11	10,73	8,86	7,47	6,39	5,53	4,83	4,26	3,79	3,37	3,05	2,77	2,52	2,30	2,09	1,81	1,57	1,38
0,40	23,60	19,67	16,77	13,20	10,73	8,86	7,47	6,39	5,53	4,83	4,26	3,79	3,37	3,05	2,77	2,52	2,30	2,09	1,81	1,57	1,38
0,35	25,00	21,00	16,77	13,20	10,73	8,86	7,47	6,39	5,53	4,83	4,26	3,79	3,37	3,05	2,77	2,52	2,30	2,09	1,81	1,57	1,38
0,30	25,00	21,00	16,77	13,20	10,73	8,86	7,47	6,39	5,53	4,83	4,26	3,79	3,37	3,05	2,77	2,52	2,30	2,09	1,81	1,57	1,38

maßgebende Kriterien: Anverkrante infolge Wind      Glasstabil infolge Wind      Glasstabil infolge Heilmist  
 nur für q=0,5 MN/m

H = Geländerhöhe [m]      L = Geländerbreite [m]      Grenzwertmessungen abP.



# ISB Block und Becker

## Beratende Ingenieure PartGmbH

### Bauwerkslager | Befestigungstechnik | WDVS



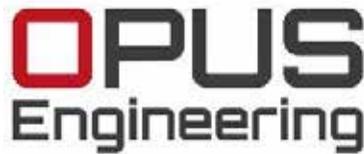
#### Unsere Leistungen für Sie

- Schadensbeurteilung, Bestandsaufnahmen inklusive Sanierungskonzept
- Beratung im Rahmen von Produktentwicklungen
- Erstellung statischer Berechnungen (z. B. Verankerung von Fenstern mit absturzsichernden Eigenschaften)
- Durchführung und Bewertung von Versuchen am Bau, Tätigkeiten als Versuchsleiter und Fachplaner nach den Technischen Regeln des DIBt

Edelstahlweg 5c – 44287 Dortmund  
[zentrale@isb-ing.de](mailto:zentrale@isb-ing.de)

Befestigungstechnik / WDVS Tel +49 (0) 231 137 276 50  
Bauwerkslager Tel +49 (0) 231 137 276 51

**Und wenn es nicht nur ein Gutachten, sondern eine Zulassung (abZ/ETA) sein soll ...**



### Bauwerkslager | Befestigungstechnik | WDVS

#### Wir bieten Ihnen

- Die komplette Betreuung im Zulassungs- oder Bewertungsverfahren, ob national oder europäisch
- Wissenschaftliche Beurteilung externer Versuchsergebnisse
- Mit unserem Maschinenpark bewältigen wir beinahe jede Ihrer Aufgaben



Edelstahlweg 5c – 44287 Dortmund  
[info@opus.gmbh](mailto:info@opus.gmbh)

Befestigungstechnik / WDVS Tel +49 (0) 231 586 875 32  
Bauwerkslager Tel +49 (0) 231 586 875 33



## Abstandsmontageschraube

# AMO<sup>®</sup>-COMBI

Zur Montage von Fenstern mit einbruchhemmenden Eigenschaften der Klassen RC 2 und RC 3 (in Kombination mit W-UR XXL). Für die neuen Verankerungsgründe\* in DIN EN 1627 geprüft!



**Jetzt neu: Die Befestigung erfüllt die Anforderungen für Fenster mit absturzsichernden Eigenschaften.**

Bauaufsichtliche Zulassung als Nachweis der Tragfähigkeit

\* nach Tabelle NA.2, Nationaler Anhang NA, DIN EN 1627:2021-11

Von führenden Herstellern zur Fenstermontage empfohlen:

  
**Wienerberger**  
Building Material Solutions

**SCHLAGMANN  
POROTON**

**THERMOPOR**  
ZIEGEL-INNOVATIONEN

**UNIPOR**

**mein  
ziegelhaus**

**GISOTON**  
Wandsysteme

 **Bisootherm**