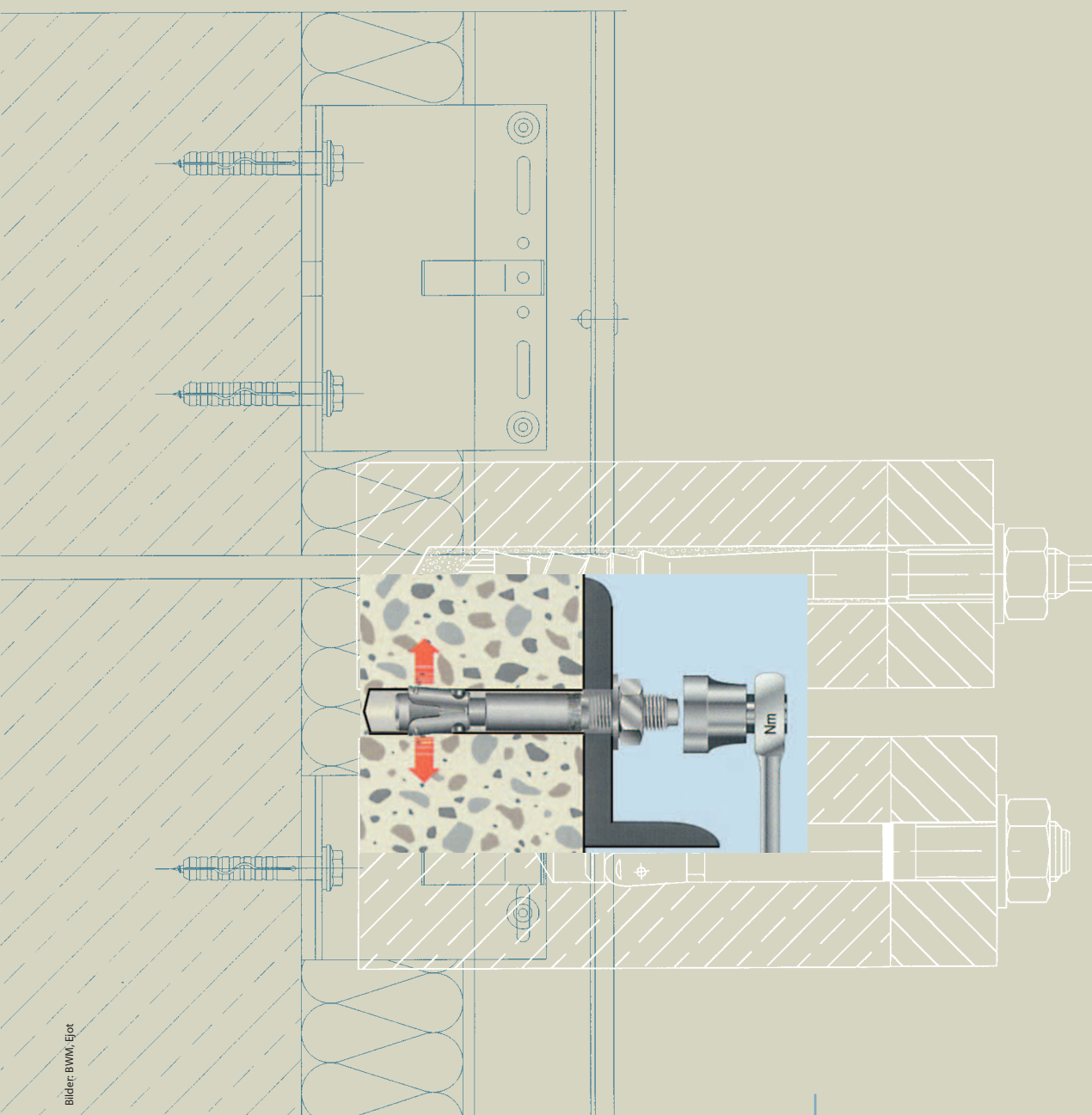


Vorgehängte hinterlüftete Fassaden

Stand sicher und dauerhaft verankert



Bilder: BMW, Eigt

S O N D E R D R U C K

Coleman

Vorgehängte hinterlüftete Fassaden (VHF)

Stand sicher und dauerhaft verankert

Vorgehängte hinterlüftete Fassaden (VHF) sind eigenständige Bauteile, die am Gebäude standsicher und dauerhaft verankert werden. Deshalb werden VHF ingenieurmäßig geplant. Die Wahl der Verankerungselemente wird von etlichen Parametern bestimmt, die unsere Autoren erläutern.

Die gängigen Verankerungsgründe

- ✘ Beton
- ✘ Mauerwerk aus Vollsteinen (zum Beispiel KS oder Mz)
- ✘ Mauerwerk aus Lochsteinen (zum Beispiel KSL, HLZ oder Hbl)
- ✘ Mauerwerk und Wandplatten aus Porenbeton
- ✘ Haufwerksporiger Leichtbeton
- ✘ Wetterschalen von dreischichtigen Außenwandplatten

stellen unterschiedliche Anforderungen an die Verankerungselemente [1].

Fassadenbekleidungen zum Beispiel aus Naturwerkstein, Betonfertigteilen, Keramik, Feinsteinzeug, Faserzement, Holz, Glas, HPL-Platten, Schiefer, faserverstärkte Harzkompositplatten, Holzzement, verputzte Trägerplatten, Ziegelemente, Metallkassetten, Metallprofilblechen, Kunststoffelemente oder Aluminium werden bei einer VHF auf einer Unterkonstruktion in der tragenden Wand verankert und schützen die dahinter liegende Dämmschicht, in der Regel aus Mineralfaserplatten (Bild 1). Ein mindestens 20 mm breiter Hinterlüftungsraum zwischen Dämmschicht und Bekleidung sowie Öffnungen am unteren und oberen Abschluss der Fassade bewirken eine vertikale Hinterlüftung und damit die Abfuhr von Feuchtigkeit.

Dämmstoffe

Dämmstoffe für die VHF werden so am Untergrund befestigt, dass eine Hinterströmung ausgeschlossen ist. Hierfür werden Dämmstoffhalter verwendet, die keine bauaufsichtliche Zulassung benötigen. Eine detaillierte Information zum Thema Dämmstoffe für VHF enthält FVHF-FOCUS 19¹⁾.

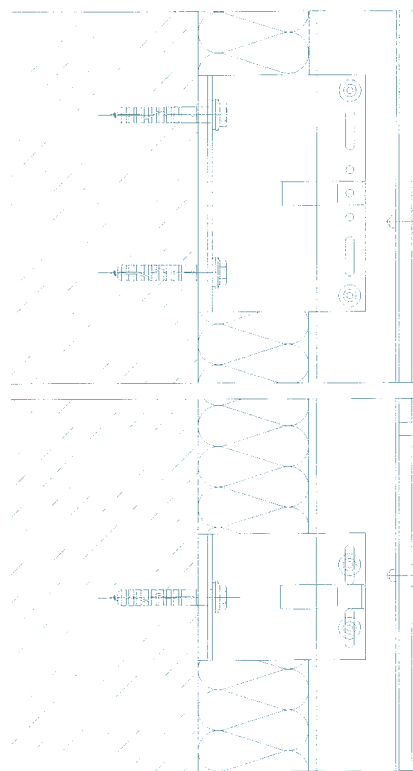


Bild 1: Schematische Darstellung einer VHF im Vertikalschnitt.

Unterkonstruktion

Die Unterkonstruktion (UK) hinterlüfteter Fassaden (in der Regel Aluminium, Holz, korrosionsgeschützter oder nicht-rostender Stahl) nimmt die Kräfte aus Eigengewicht der Fassadenbekleidung (inklusive Unterkonstruktion) und Windbelastung auf und leitet diese über die Verankerung in die tragende Wand ein. Die Windlasten sind nach DIN 1055-4 [2] und DIN 18516-1 [3] geregelt.

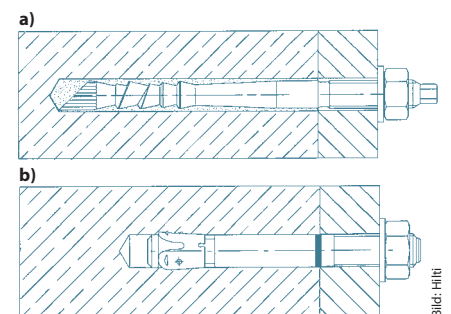


Bild 2:

- a) Schematische Darstellung eines zugelassenen risstauglichen Verbunddübels
- b) Schematische Darstellung eines Metalldübels in Durchsteckmontage mit Europäischer Technischer Zulassung.

Verankerungen

Verankerungselemente müssen gemäß Bauordnung statisch nachgewiesen werden. Sie sind in der Regel allgemein bauaufsichtlich zugelassen. Im Rahmen der europäischen Harmonisierung im Bauwesen spielen Dübel eine Vorreiterrolle: Die erste Europäische Technische Zulassung (ETA) wurde für einen Metalldübel erteilt [4] (Bild 2). Diese ETAs sind ein Pluspunkt insbesondere bei grenzüberschreitenden Projekten im EU-Wirtschaftsraum.

Die Norm für Außenwandbekleidungen aus Naturwerkstein DIN 18516-3 [5] regelt deren Verankerung mit eingemörtelten Tragankern. Die darin geforderten Wartezeiten beim Einsetzen der Anker behindern unter Umständen den Bauablauf. Ankerschienen erfordern eine detaillierte Planung der Fassadenkonstruktion bereits vor dem Betonieren des Gebäudes und eine exakte Positionierung in der Schalung. Beides wird in der Praxis oft als nachteilig empfunden.

1) Zu beziehen durch den Fachverband Baustoffe und Bauteile für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e.V. (FVHF), Kurfürstenstraße 129, 10785 Berlin, Internet: www.fvhf.de

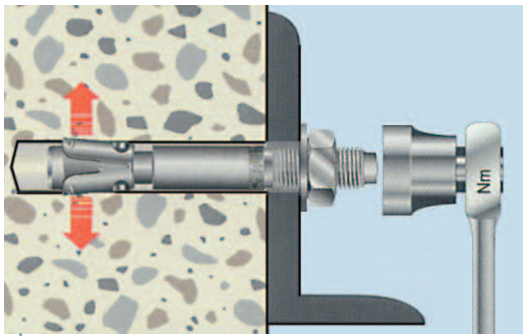


Bild 3: Funktionsprinzip eines Metallspreizdübels.




Zuglast 	Stahl $N_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = N_{Rd,s}$ Zulassung	Herausziehen $N_{Rk,p} / \gamma_{Mp} = N_{Rd,p}$ Zulassung	Betonausbruch $N_{Rk,c} / \gamma_{Mc} = N_{Rd,c}$ cc-Verfahren	Spalten $c_{min}, s_{min}, h_{min}$ $N_{Rk,sp} / \gamma_{Mc} = N_{Rd,sp}$ Zulassung
Querlast 	Stahl $V_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = V_{Rd,s}$ Zulassung	rückwärtiger Betonausbruch $V_{Rk,cp} / \gamma_{Mc} = V_{Rd,cp}$ Zulassung	Betonkantenbruch $V_{Rk,c} / \gamma_{Mc} = V_{Rd,c}$ cc-Verfahren	
Schräglast 	$\left(\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}}\right) + \left(\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}}\right) \leq 1,2 \text{ bzw. } \left(\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}}\right)^\alpha + \left(\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}}\right)^\alpha \leq 1,0$ $\alpha = 1,5 \text{ generell}$ $\alpha = 2,0, \text{ falls } N_{Rd} \text{ und } V_{Rd} : \text{Stahlversagen}$			

Bild 4: Bemessung von Metalldübeln nach ETAG Annex C: Bemessungsverfahren A.

Quelle: Hilti

Stahldübel

Für Verankerungen schwerer Fassadenbekleidungen in Beton und bei großen Spannweiten der Unterkonstruktion haben sich Schwerlastdübel aus Metall durchgesetzt. Einwirkungen aus Eigengewicht und äußeren Lasten, Temperaturveränderungen und Schwinden führen zu Rissen im Stahlbeton, die bei der Tragwerksplanung bereits berücksichtigt werden. Zur sicheren Lastabtragung kommen deshalb risstaugliche Metallspreizdübel, Hinterschnittdübel und risstaugliche Verbundanker zum Einsatz. Bei der Durchsteckmontage dient das Durchgangsloch des zu verankernden Bauteils als Bohrlehre. Das Bauteil bleibt während des gesamten Montagevorgangs an seiner Soll-Lage (Bild 3).

Hinsichtlich der Dauerhaftigkeit der verwendeten Materialien werden seitens der Bauaufsicht hohe Ansprüche gestellt. Einerseits sorgt die Hinterlüftung für eine Feuchtigkeitsabfuhr, andererseits ist aber die Verankerung im Allgemeinen nicht zugänglich und damit auch nicht kontrollierbar. Deshalb müssen Metalldübel aus nichtrostendem Stahl der Werkstoff-Nr. 1.4401 oder 1.4571 bestehen.

Metallspreizdübel und risstaugliche Verbundanker passen sich verändernden Beton-Rissbreiten dadurch an, dass sie bei unveränderter Lage der Spreizsegmente im Bohrloch nachspreizen und dadurch der Mechanismus der Lastabtragung erhalten bleibt. Hinterschnittdübel überbrücken Risse durch ihren Formschluss im Beton. Die Zulassungsbescheide für Metalldübel wiesen bis 1995 generell nur einen zulässigen Lastwert aus, der für alle Lastrichtungen konstant war. Den Dübeln wurden durchmesserunabhängig folgende Lastklassen zugeordnet:

Bei Unterschreitung der charakteristischen Achs- und Randabstände wurde die Reduktion der zulässigen Last je Dübel nach dem Kappa-Verfahren berechnet. Dieses einfache Bemessungsverfahren verschenkte Tragreserven, insbesondere bei randfernen Verankerungen unter Querlastbeanspruchung.

Im Gegensatz dazu ermöglicht das aktuelle Bemessungsverfahren für Metalldübel (ETAG Annex C [6]) eine realitätsnahe Bemessung der Dübel entsprechend deren tatsächlichem Tragvermögen. ETAG Annex C differenziert hinsichtlich charakteristischer Widerstandsgrößen, entsprechender Teilsicherheitsbeiwerte sowie charakteristischer Rand- und Achsabstände nach Zuglast und Querlast. Bild 4 zeigt schematisch die Vorgehensweise bei Bemessung mit Teilsicherheitsbeiwerten.

Dadurch werden insbesondere für Fassadenverankerungen signifikante Laststeigerungen im Gebrauchszustand gegenüber der vorherigen Zulassungsgeneration erreicht. Weiterhin sind deutlich geringere Achs- und Randabstände und eine rechnerische Berücksichtigung der tatsächlichen Betonfestigkeitsklasse möglich. Unter Zugbelastung beträgt der charakteristische Achsabstand nach ETAG Annex C $3 h_{ef}$ (Kappa-Verfahren $4 h_{ef}$), der charakteristische Randabstand $1,5 h_{ef}$ (Kappa-Verfahren $2 \dots 3 h_{ef}$). Dies ist insbesondere bei filigranen Betonkonstruk-

tionen (zum Beispiel Stirnseiten von Geschossdecken) als Verankerungsgrund ein wesentlicher Vorteil.

Für eine anwenderfreundliche und sichere sowie prüffähige Bemessung per PC bieten die namhaften Dübel-Hersteller entsprechende Bemessungssoftware an. Darüber hinaus wurden Bemessungstabellen für die Baustelle entwickelt, die die Bemessungswerte des Widerstandes für typische Verankerungen mit einem, zwei und vier Dübeln in zulässige Lasten übersetzen.

Kunststoffdübel

Der überwiegende Teil der hinterlüfteten Fassaden wird mit Kunststoff-Fassadendübeln in Durchsteckmontage verankert (Bild 5). Entsprechend der bauaufsichtlichen Zulassung werden die Dübelhülse aus Polyamid und die passende Spezialschraube als aufeinander abgestimmte Einheit geliefert, so dass die Einschraubtiefe und damit die Funktionsfähigkeit gewährleistet sind. Ein Kragen an der Kunststoffhülse verhindert ein Durchrutschen des Dübels in das Bohrloch.

Die Soll-Verankerungstiefe des Dübels im tragenden Untergrund darf nicht unterschritten werden. Die Schrauben werden wegkontrolliert bis zum Kragen der Hülse eingedreht, so dass der Schraubenkopf mit einer spürbaren Drehmomenterhöhung aufliegt und die Schraubenspitze

Tabelle 1: Lastklassen für Metallspreizdübel in Abhängigkeit der Verankerungstiefe h_{ef}

h_{ef}	40 mm	50 mm	60 mm	80 mm	100 mm	125 mm
zu 1 F ^(*)	1,5 kN	2,5 kN	3,5 kN	6,0 kN	9,0 kN	13,0 kN
Charakt. Achsabstand $4 h_{ef}$	16 cm	20 cm	24 cm	32 cm	40 cm	50 cm

(*) Zulässige Last für zentrischen Zug, Quer- und Schrägzug unter jedem Winkel im Beton $\geq B 25$

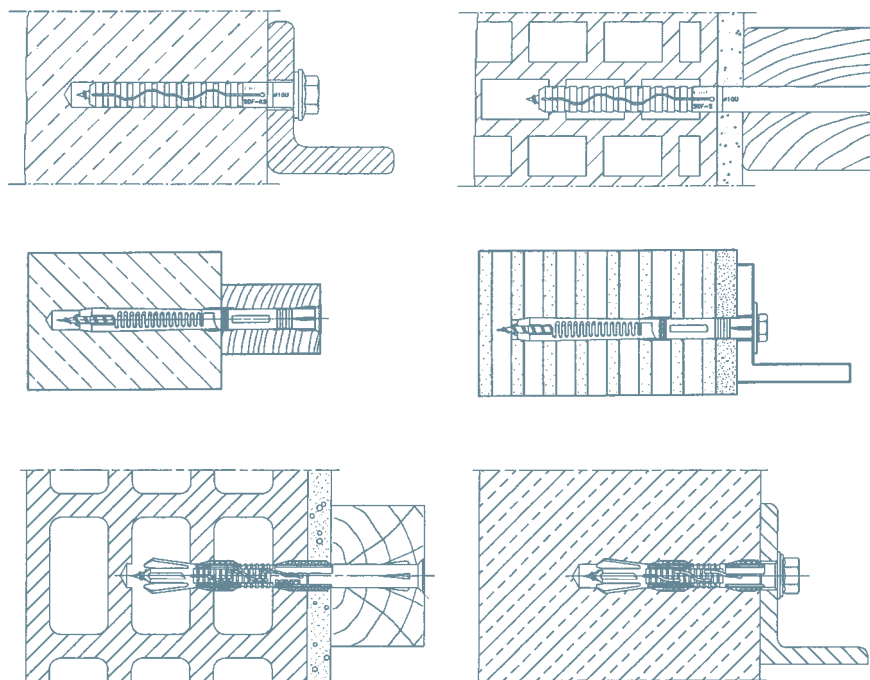
den Spreizbereich der Dübelhülse durchdringt. Die vorschriftsmäßige Montage ist damit optisch leicht kontrollierbar [7].

Sechskantschrauben mit angepresstem Bund sind vorteilhaft bei der Verankerung von Aluminiumprofilen, weil die sonst übliche Unterlegscheibe durch den entsprechend gestalteten Schraubenkopf entfällt. Der Kunststoffkragen der Dübelhülse ist dabei so ausgebildet, dass ein Kontakt zwischen Anbauteil und Schraubenkopf ausgeschlossen ist. Während Kunststoff-Fassadendübel in Beton und Vollstein-Mauerwerk Reibungskräfte zwischen Bohrlochwand und Dübelhülse im gesamten Spreizbereich erzeugen, gilt dies in Loch- und Hohlsteinen nur im Bereich der durchbohrten Stege [8]. Dementsprechend gab es grundsätzlich unterschiedliche Kunststoffdübel für Beton und Vollsteine einerseits und für Lochsteine andererseits.

Neuere Entwicklungen führten zu Kunststoffdübeln, die für alle gängigen Verankerungsgründe zugelassen wurden [9–11], Tabelle 2. Dazu gehören auch haufwerksporiger Leichtbeton sowie Wetterschalen von dreischichtigen Außenwandplatten. Diese neuen, universellen Kunststoffdübel bieten dem Anwender neben den optimierten Anwendungskennwerten eine vereinfachte Lagerhaltung und insbesondere die Sicherheit, vor Ort immer den „richtigen“ Dübel zu haben.

Bei anderen Verankerungsgründen, zum Beispiel bei Hochlochziegel mit einer Rohdichte $\rho \leq 1,0 \text{ kg/dm}^3$, werden auf der Baustelle 15 Auszugversuche mit zentrischer Zugbelastung durchgeführt. Die Durchführung und Auswertung dieser Versuche ist in den Zulassungsbescheiden detailliert beschrieben. Hier bieten die namhaften Dübel-Hersteller technischen Service auf der Baustelle und beim planenden Ingenieur.

Für Porenbeton sind ebenso zugelassene Kunststoffdübel erhältlich [10, 18, 19, 20], entweder als Universaldübel, als Dübel mit optimierten Kunststoffhülsen oder mit angepasstem Setzverfahren. Eine Biegebeanspruchung des Dübels darf bei metallischen Unterkonstruktionen unter bestimmten Voraussetzungen unberücksichtigt bleiben (siehe Zulassungen). Die Verankerung von Grundplatten aus Holz erfordert in jedem Fall einen Biegenachweis. Hierbei sind die Dicke nichttragender Schichten (zum Beispiel Putz) und der



Bilder: Ego/Fischerwerke/Hilti

Bild 5: Bauaufsichtlich zugelassene Universal-Fassadendübel aus Kunststoff.

Toleranzausgleich (zum Beispiel 20 mm nach DIN 18516-1) zu berücksichtigen. Die rechnerische Einspannstelle des Dübels liegt um das Maß des Nenndurchmessers der Dübelschraube hinter der Oberfläche des tragenden Verankerungsgrundes.

Die Schrauben zugelassener Fassadendübel bestehen aus nichtrostendem oder galvanisch verzinktem Stahl. Im zweiten Fall ist laut Zulassung ein ausreichender Korrosionsschutz auch in Industriatmosphäre und Meeresnähe gegeben, wenn der Bereich des Schraubenkopfes gegen Feuchtigkeit geschützt ist derart, dass ein Eindringen von Feuchtigkeit in den Dübelschaft nicht möglich ist, zum Beispiel durch geeignete Anstriche, Kunststoffkappen oder eine Kunststoffumspritzung des Schraubenkopfes.

Untersuchungen an bis zu 30 Jahre alten hinterlüfteten Fassaden zeigten aufgrund der Hinterlüftung keine signifikanten Korrosionserscheinungen an galvanisch verzinkten Dübelschrauben [21].

Injektionsdübel

Verankerungen mit Injektionsdübeln wirken in Lochsteinen durch Formschluss mit den Steinsteigen und sind bauaufsichtlich zugelassen [22–24] (Bild 6). Hierdurch werden vergleichsweise hohe zulässige Lasten erreicht. Das Gleiche gilt für Injektionsdübel in Porenbeton mit

einem hinterschnittenen Bohrloch entsprechend [24] und für Injektionsdübel in haufwerksporigem Leichtbeton [25].

Zusammenfassung und Ausblick

Der hohe technische Stand und die Vielfalt der Fassadenkonstruktionen ist ohne die heutigen Verankerungselemente nicht denkbar. Die am Markt erhältlichen zugelassenen Ankerschienen, risstauglichen Metall- und Verbunddübel, Injektionsdübel und Kunststoff-Fassadendübel wurden entsprechend den Anforderungen des Verankerungsgrundes, der Baupraxis und der Bauaufsicht entwickelt.

Auch bei der Instandsetzung schadhafter Fassadenkonstruktionen

- ✘ zweischaliges Mauerwerk in Verbundbauweise mit korrodierenden Drahtankern
- ✘ industriell gefertigte Fassadenkonstruktionen mit vorgehängter Beton-Wetterschale

spielt die Dübeltechnik eine tragende Rolle. Der Trend der Planer und der Anwender, aber auch des DIBt und dessen Sachverständigen, geht zu einfach und schnell zu montierenden Dübeln mit hoher Montagesicherheit.

Die europäische Integration wird in naher Zukunft für Metaldübel weitgehend einheitliche Zulassungs- und Anwendungsbedingungen schaffen. Am 7. Oktober 1997 verabschiedete der Ständige Aus-

Tabelle 2: Kennwerte von Universal-Fassadendübeln entsprechend [9–11]

Dübel zur Verankerung in Beton, Voll- und Hohlsteinmauerwerk	Dübeldurchmesser 10 mm			Dübeldurchmesser 14 mm		
	Dübel nach [9]	Dübel nach [10]	Dübel nach [11]	Dübel nach [9]	Dübel nach [10]	Dübel nach [11]
Max. zul. Biegemoment der Schraube (verzinkt/A4) in Nm	11,5/13	10,1/9,5	10,1/9,5	26,3/24,7	24,8/20,7	27,8/26,1
Max. zul. Last ¹⁾ in kN für Beton ≥ B 15	1,6	1,6	1,6	1,8	1,8	1,8
Kalksand-Vollstein ≥ KS 12 (ungelocht)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Vollziegel ≥ Mz 12 (ungelocht)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Kalksand-Lochstein ≥ KSL 12	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6
Hochlochziegel ≥ HLz 12 ($p > 1,0 \text{ kg/dm}^3$)	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5
Leichtbeton-Hohlblockstein ≥ Hbl 2	0,25	0,25	0,25	0,3	0,3	0,3
Leichtbeton-Vollstein ≥ V 2	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5
Wetterschalen aus Beton ²⁾ ≥ B 15	0,6	0,6	0,4			
Haufwerksporiger Leichtbeton	0,3	0,5	0,3	0,7	0,7	0,7
Dübel zur Verankerung in Porenbeton	Dübel nach [18]	Dübel nach [10]	Dübel nach [19]	Dübel nach [18]	Dübel nach [20]	
Max. zul. Biegemoment der Schraube (verzinkt/A4) in Nm	11,5/13	10,1/9,5	10,1/7,4	26,3/24,7	24,8/20,7	
Max. zul. Last ¹⁾ in kN für Porenbeton PP 2, P 3,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	
Porenbeton ≥ PP 4, P 4,4	0,6	0,5	0,6	0,8	0,8	
Porenbeton nach TGL, Werk Laußig	0,4	0,3	0,3	0,5	0,3	
Porenbeton nach TGL, Werk Parchim	0,2	0,15	0,15	0,3	0,25	

1) siehe hierzu entsprechende Zulassung

2) Die Weiterleitung des Eigengewichts der Wetterschale und der Neufassade in die Tragschale ist nachzuweisen, entweder durch die Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit der vorhandenen Traganker oder durch eine nachträgliche Sicherung mit speziellen zugelassenen Wetterschalensicherungen [12–17].

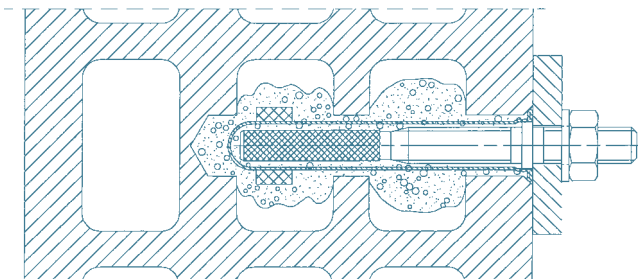


Bild: Hilti

Bild 6: Schematische Darstellung bauaufsichtlich zugelassener Injektionsdübel für Lochsteinmauerwerk.

schuss für das Bauwesen der Europäischen Kommission in Brüssel die Europäische Zulassungsleitlinie für Metalldübel zur Verankerung im Beton (Teile 1, 2, 3; Annex A, B, C). Seit 1998 sind mehrere Europäische Technische Zulassungen für Metalldübel in Beton erteilt worden und eine für die Sicherung der Wetterschalen [12]. Europäische Zulassungsleitlinien für Verbund-, Injektions- und Kunststoffdübel werden zurzeit erarbeitet. Die erhebliche Zunahme der Informationen bei der Auswahl und Bemessung des richtigen Verankerungsmittels in den vergangenen zehn Jahren stellt eine Herausforderung nicht nur für den planenden Ingenieur und das ausführende Fachunternehmen dar, sondern auch für die Hersteller der Verankerungsmittel.

schriften, insbesondere die immer komplexeren Zulassungsregelungen, für die Belange des Marktes zu übersetzen in PC-Software und leicht verständliche Beratungsunterlagen, die dann der technische Außendienst beziehungsweise der telefonische technische Kundenservice objektbezogen erläutern. Diese „Übersetzer-Tätigkeit“ der Hersteller und das Wissen um die praktische Anwendung der Verankerungsmittel werden für alle Beteiligten in den nächsten Jahren stark an Bedeutung gewinnen.

Frank Dratschmidt, Ejot Baubefestigungen
 Martin Reuter, Hilti Deutschland
 Günther Seibold, Fischerwerke

Literatur

- [1] Reuter, M: Verankerung von Fassadenkonstruktionen – Aktueller Stand und Entwicklung. Das Bauzentrum 4/1999, S. 80–86
- [2] DIN 1055-4;1986-08: Lastannahmen für Bauten. Verkehrslasten, Windlasten
- [3] DIN 18516-1:1999-12: Außenwandbekleidungen, hinterlüftet. Anforderungen Prüfgrundsätze
- [4] ETA-98/0001 Hilti Durchsteckanker HST, ETA-98/0002 Hilti Durchsteckanker HST-Q
- [5] DIN 18516-3:1999-12: Außenwandbekleidungen, hinterlüftet; Naturwerkstein, Anforderungen und Bemessung
- [6] European Organisation for Technical Approvals (EOTA, Brüssel): Leitlinie für Europäische Technische Zulassungen für Metalldübel zur Verankerung im Beton, Annex C (Guideline for European Technical Approval for Metal Anchors for Use in Concrete – ETAG). DIBt-Mitteilungen, Sonderheft 16. Verlag Ernst & Sohn, Berlin, Oktober 1997
- [7] Verankerungen für vorgehängte, hinterlüftete Fassaden – Empfehlungen zur Auswahl und zum Einbau. Studiengemeinschaft für Fertigungsbau, Wiesbaden, Januar 1995
- [8] Latenser, K.: Dübelverankerungen im Mauerwerk. Mauerwerk-Kalender 1999, S. 667–706. Verlag Ernst & Sohn, Berlin 1999
- [9] DIBt-Zulassung Z-21.2-589: EJOT SDF Schraubdübel für Beton und Mauerwerk mit zugehörigen Spezialschrauben zur Befestigung von Fassadenbekleidungen
- [10] DIBt-Zulassung Z-21.2-599: Hilti Rahmendübel HRD mit zugehörigen Spezialschrauben zur Befestigung von Fassadenbekleidungen
- [11] DIBt-Zulassung Z-21.2-1204: fischer Universal-Rahmendübel FUR mit zugehörigen Spezialschrauben zur Befestigung von Fassadenbekleidungen
- [12] DIBt-Zulassung Z-21.8-1017: EJOT-Wetterschalensicherung WSS für dreischichtige Außenwandplatten EOTA-Zulassung ETA-99/0007: EJOT Wetterschalensicherung WSS
- [13] DIBt-Zulassung Z-21.8-1265: KERI-Konusanker für die Sicherung der Wetterschale von dreischichtigen Außenwandplatten
- [14] DIBt-Zulassung Z-21.8-1018: Hilti Wetterschalensicherung HWB für die Sicherung der Wetterschale von dreischichtigen Außenwandplatten
- [15] DIBt-Zulassung Z-21.8-1557: fischer-FWS-Sanieranker mit FIPS Verbundmörtel für die Sicherung der Wetterschale von dreischichtigen Außenwandplatten
- [16] DIBt-Zulassung Z-21.8-1550: Upat DSP-Bolzen mit UPM 33-Verbundmörtel für die Sicherung der Wetterschale von dreischichtigen Außenwandplatten
- [17] Block, K.: Großtafel- und Plattenbauten – Sind unsere Fassaden noch zu retten? Das Bauzentrum 3/1997, S. 208–211
- [18] DIBt-Zulassung Z-21.2-967: EJOT SDP Schraubdübel für Porenbeton mit zugehörigen Spezialschrauben zur Befestigung von Fassadenbekleidungen.
- [19] DIBt-Zulassung Z-21.2-9: fischer Rahmendübel (Typ S-R, S-R-F, S-H-R, S-H-F) und fischer Abstandsdübel (Typ S-G, S-H-G) mit zugehörigen Spezialschrauben zur Befestigung von Fassadenbekleidungen
- [20] DIBt-Zulassung Z-21.2-1683: Hilti Rahmendübel HRD-UP14 mit zugehörigen Spezialschrauben zur Befestigung von Fassadenbekleidungen
- [21] Rieche, G.: Gutachten 2441 über galvanisch verzinkte Stahlschrauben in Kunststoffdübeln zur Befestigung der Unterkonstruktion für Fassadenbekleidungen in Porenbeton. Institut für Bautechnik, Baustoffe und Bauphysik, Fellbach, 1996
- [22] DIBt-Zulassung Z-21.3-399: Hilti Injektionsanker System HIT
- [23] DIBt-Zulassung Z-21.3-1566: fischer-Injektionsverankerung FIP
- [24] DIBt-Zulassung Z-21.3-61: Fischer-Injektionsanker Typ FIM
- [25] DIBt-Zulassung Z-21.3-1586: Hilti Injektionsanker System HIT-HY 50 zur Verankerung in haufwerksporigem Leichtbeton nach TGL



Fachverband Baustoffe und Bauteile für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e.V. (FVHF)
Kurfürstenstraße 129 · 10785 Berlin · Telefon 030/2 12 86-281 · Telefax 030/2 12 86-241
Internet: <http://www.fvhf.de> · e-mail: info@fvhf.de