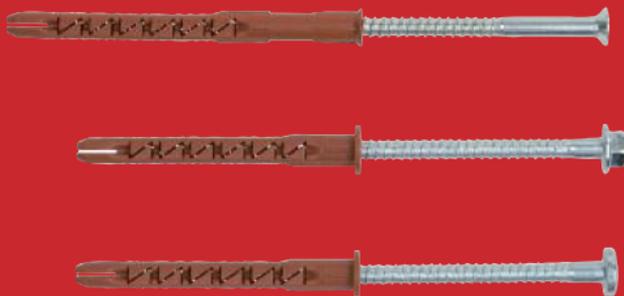


Das MINI- Dübelhandbuch



Band 10, 3. Auflage 2014

»Das **MINI**-Dübelhandbuch«

© PSE Redaktionsservice GmbH, Kirchplatz 8, 82538 Geretsried,
Fon +49 (0)8171/9118-70, Fax +49 (0)8171/60974, E-Mail: info@pse-redaktion.de
www.metall-markt.net

und

Adolf Würth GmbH & Co. KG, Reinhold-Würth-Straße 12-17, 74650 Künzelsau,
Tel. +49 (0)7940-15-0, Fax +49 (0)7940-15-1000, info@wuerth.com, www.wuerth.de

Verkaufspreis 9,- € zzgl. MwSt. und Versandkosten

Wir bedanken uns beim Hauptsponsor, der Adolf Würth GmbH & Co. KG und den Herausgebern Dr. Jürgen Küenzlen und Eckehard Scheller für die finanzielle, inhaltliche und fachliche Unterstützung.

Überbetriebliche und berufsbildende Schulen mit Fachrichtung Metallbau können die Ausgaben der metall-marktMINITHEK kostenfrei in Klassenstärke bei der PSE GmbH in Geretsried bestellen.

Die metall-marktMINITHEK widmet sich interessanten Themenbereichen aus dem gesamten Metallhandwerk und der Aluminiumverarbeitung. Unternehmen oder Institutionen, die sich für die Veröffentlichung eines Themas interessieren, wenden sich an den Verlag. Die metall-marktMINITHEK erscheint bei der PSE Redaktionsservice GmbH. Das Werk einschließlich aller Teile und Inhalte ist urheberrechtlich geschützt. Jede urheberrechtswidrige Verwendung ist ohne Zustimmung des Verlages strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Nachahmungen, Mikroverfilmung und die Einspeicherung in elektronische oder digitale Systeme.

Wir behalten uns das Recht vor, Produktveränderungen, die aus unserer Sicht einer Qualitätsverbesserung dienen, auch ohne Vorankündigung oder Mitteilung jederzeit durchzuführen. Abbildungen können Beispielabbildungen sein, die im Erscheinungsbild von der gelieferten Ware abweichen können. Irrtümer behalten wir uns vor, für Druckfehler übernehmen wir keine Haftung. Unsere anwendungstechnischen Empfehlungen entsprechen dem derzeitigen Erkenntnisstand in Wissenschaft und Praxis. Sie entbinden den Käufer nicht davon, unsere Produkte auf ihre Eignung für den vorgesehenen Verwendungszweck in eigener Verantwortung selbst zu prüfen. Es gelten unsere allgemeinen Geschäftsbedingungen.

Eine solide Basis

Das moderne Metallhandwerk hat vielfältige Aufgaben zu erfüllen. Der Dübeltechnik kommt dabei eine zentrale und verbindende Rolle zu. Fassaden, Sonnenschutz, Treppen oder Geländer: Überall gibt es die Forderungen nach sicheren, flexiblen und wirtschaftlichen Befestigungen. Die Industriepartner stellen dafür eine Vielzahl qualitativ hochwertiger und leistungsstarker Produkte zur Verfügung, die diese Anwendungen abdecken. In diesem Band haben unsere Autoren das Basiswissen der Dübeltechnik zusammengefasst.

Dieses MINI-Handbuch der Dübeltechnik steht – in der Tradition der metall-marktMINITHEK – überbetrieblichen Ausbildungsstätten für das Metallhandwerk kostenfrei in gewünschten Stückzahlen zur Verfügung. Möglich wurde das durch unseren Sponsor, die Adolf Würth GmbH & Co. KG. „Mit unserem Engagement wollen wir dazu beitragen, schon während der Ausbildung das Grundwissen in der Dübeltechnik zu vermitteln. Wir möchten die Leser in die Lage versetzen, moderne Dübel qualifiziert einzusetzen. Die metall-markt-MINITHEK ist ein ideales Instrument dazu.

Weiterführendes Material zum Thema Dübeltechnik können die Leser von metall-markt.net und die Nutzer dieser MINITHEK gerne bei uns anfordern (www.wuerth.de/duebel).“

Redaktion

Stefan Elgaß

2 Inhaltsverzeichnis

1.	Anwendungen mit Befestigungsmitteln	6
2.	Verankerungsgrund	11
2.1	Allgemeines	11
2.2	Beton	11
2.2.1	Allgemeines	11
2.2.2	Zusammensetzung	12
2.2.2.1	Zement	12
2.2.2.2	Zuschlagstoffe	13
2.2.3	Wasser/Zement-Wert	13
2.2.4	Betondruckfestigkeit	14
2.2.5	Stahlbeton	15
2.3	Mauerwerk	17
2.3.1	Natürliche Steine	18
2.3.2	Künstliche Steine	19
2.3.2.1	Vollsteine	22
2.3.2.2	Lochsteine	22
3.	Einwirkungen	24
3.1	Lastabhängige Einwirkungen	24
3.2	Lastunabhängige Einwirkungen	27
4.	Montage und Funktion	29
4.1	Allgemeines	29
4.2	Bohren	31
4.2.1	Bohrverfahren	31
4.2.2	Fehlbohrungen	34
4.2.3	Grobbestimmung der Art des Verankerungsgrundes	35
4.3	Montagearten	35
4.4	Montage der Dübelsysteme	37
4.4.1	Allgemeines	37
4.4.2	Metallspreizdübel	38
4.4.2.1	Drehmomentkontrolliert spreizende Dübel	39
4.4.2.2	Wegkontrolliert spreizende Dübel	41
4.4.3	Schraubanker	44
4.4.4	Deckenabhängiger	45

4.4.5	Kunststoffdübel	46
4.4.6	Verbunddübel	49
4.4.6.1	Verbunddübel-Patronensysteme	51
4.4.6.2	Risstaugliche Verbunddübel	52
4.4.6.3	Verbunddübel-Injektionssysteme	54
4.4.7	Spezialdübel	57
4.5	Grundsätzliche Regeln für die Montage	57
5.	Tragverhalten von Dübeln	60
5.1	Allgemeines	60
5.2	Hinterschnitt- und Metallspreizdübel	60
5.2.1	Zugbeanspruchung im ungerissenen Beton	60
5.2.2	Querbeanspruchung im ungerissenen Beton	68
5.2.3	Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung im ungerissenen Beton	74
5.2.4	Zugbeanspruchung im gerissenen Beton	74
5.3	Schraubanker	77
5.3.1	Setzen in Beton	77
5.3.2	Zugbeanspruchung im ungerissenen Beton	80
5.3.3	Querbeanspruchung im ungerissenen Beton	81
5.3.4	Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung im ungerissenen Beton	81
5.3.5	Zugbeanspruchung im gerissenen Beton	81
5.4	Verbunddübel	81
5.4.1	Zugbeanspruchung im ungerissenen Beton	81
5.4.2	Querbeanspruchung im ungerissenen Beton	85
5.4.3	Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung im ungerissenen Beton	85
5.4.4	Zugbeanspruchung im gerissenen Beton	86
5.4.5	Querbeanspruchung im gerissenen Beton	88
5.4.6	Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung im gerissenen Beton	88
5.5	Risstaugliche Verbunddübel	89
5.5.1	Ungerissener Beton	89
5.5.2	Gerissener Beton	89
5.6	Kunststoffdübel	92

4 Inhaltsverzeichnis

5.6.1	Allgemeines	92
5.6.2	Tragverhalten von Kunststoffdübeln in Beton	93
5.6.3	Regelung in den Zulassungen	93
5.6.3.1	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen	93
5.6.3.2	Europäische technische Zulassungen	93
5.7	Injektionsdübel in Mauerwerk	95
6.	Befestigung von Markisen	98
6.1	Allgemeines	98
6.2	Hinweise in der Norm auf die Befestigungstechnik	99
6.3	Vorhandene Richtlinien	99
6.4	Anforderungen an die Dübelssysteme, insbesondere Korrosionsschutz	100
6.5	Berechnungsgrundlagen für die am Dübel angreifende Last	101
6.6	Anforderungen an den Monteur	102
6.7	Gedämmte Untergründe	102
7.	Aspekte bei der Dübelauswahl	104
7.1	Allgemeines	104
7.2	Bauaufsichtliche Relevanz (Sicherheitsrelevanz)	105
7.3	Verankerungsgrund und Geometrie des Bauteils	106
7.3.1	Allgemeines	106
7.3.2	Verankerungsgrund Beton	107
7.3.3	Verankerungsgrund Mauerwerk	110
7.4	Mindestabmessungen (Rand- und Achsabstände, Bauteildicke)	110
7.5	Einwirkungen	111
7.6	Umgebungsbedingungen: Temperatur	112
7.7	Umgebungsbedingungen: Feuchtigkeit	112
7.8	Umgebungsbedingungen: Korrosion	112
7.9	Montageart	115
7.10	Wirtschaftlichkeit	115

8.	Grundlagen der Bemessung	116
8.1	Bemessungskonzepte	116
8.1.1	Allgemeines	116
8.1.2	Bemessung mit Teilsicherheitsbeiwerten	118
8.2	Bemessungsverfahren für Befestigungsmittel in Beton	121
8.2.1	Allgemeines	121
8.2.2	Bemessung nach ETAG bzw. CEN/TS	123
8.2.2.1	Allgemeines	123
8.2.2.2	Verfahren A nach ETAG bzw. CEN/TS	124
8.2.2.3	Kunststoffrahmendübel mit europäischer technischer Zulassung	127
9.	Regelungen	132
9.1	Bauaufsichtlich relevante Produkte	132
9.2	Dübel	132
9.3	Europäische Harmonisierung	134
9.4	Zulassungsinhalte	136
9.5	Anwendung der Regelungen in der Befestigungstechnik	139
10.	Fehlanwendungen und Schadensfälle	140
11.	Wirtschaftliche Befestigungen	145
12.	Haftungsfragen	148
13.	Literatur	154

6 1. Anwendungen mit Befestigungsmitteln

Der wesentliche Vorteil aller Typen von Dübeln oder der Direktmontage mit Setzbolzen ist die nachträgliche Montage an einer nahezu beliebigen Stelle im Bauteil. Dazu ist keine detaillierte Vorplanung erforderlich, und Nutzungsänderungen bei Bauwerken lassen sich schnell und einfach bewerkstelligen.

Inzwischen ist es daher eine tägliche Aufgabe in der Baupraxis, tragende und nicht tragende Konstruktionen an Bauteilen aus Stahlbeton oder Mauerwerk zu befestigen. Neue Untergründe im Beton- und Mauerwerksbau stellen immer wieder neue Anforderungen an die Befestigungstechnik, die sich dieser Aufgabe durch die Entwicklung innovativer Lösungen erfolgreich stellt.

Bild 1.1 gibt eine Übersicht über heute eingesetzte Befestigungssysteme zur nachträglichen Befestigung im Beton- und Mauerwerksbau.

Nachträgliche Montage		
	Bohrmontage	Direktmontage
Beton	Metallspreizdübel Hinterschnittdübel Verbunddübel Verbund-Spreizdübel Verbund-Hinterschnittdübel Injektionsdübel Schraubanker Kunststoffdübel	Setzbolzen
Mauerwerk	Kunststoffdübel Injektionsdübel Porenbetondübel	

Bild 1.1: Befestigungssysteme für die nachträgliche Montage

Für den Anwender in der Praxis wurde es aufgrund der Vielfalt der Befestigungssysteme immer schwieriger, die richtige Befestigungslösung zu finden und sichere Befestigungen auszuführen. Nach dem verstärkten Auftreten von teilweise schweren Schadensfällen beschäftigten sich Sachverständigenausschüsse beim Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) in Berlin mit der Befestigungstechnik. Dies führte 1975 zur Erteilung der ersten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung. Da den bauaufsichtlichen Zulassungsbescheiden dieselben Versuche und Prüfbedingungen zugrunde lagen, konnten Dübelsysteme verschiedener Hersteller untereinander verglichen werden. Zudem wurden die Anwendungsbedingungen genau definiert. Inzwischen gibt es eine für manchen Anwender kaum überschaubare Anzahl unterschiedlicher Befestigungsmittel, die für bestimmte Anwendungsbereiche entwickelt wurden. Zur sicheren und dauerhaften Lasteintragung in den Untergrund stehen heute nahezu für jede Anwendung geeignete Dübelsysteme aus Stahl und Kunststoff zur Verfügung. Sie sind durch ihre unterschiedlichen Wirkungsprinzipien, Werkstoffe und Abmessungen den verschiedensten Anwendungen in Verankerungsgründen aus Stahlbeton und Mauerwerk angepasst. Ihr richtiger Einsatz auf der Baustelle ist sicherzustellen. Hierfür wiederum gibt es eine große Vielfalt von Zulassungen, die Vorschriften für die Anwendung, Bemessung und Montage der Dübel enthalten.

Die Wahl eines Befestigungsmittels sollte zunächst auf der folgenden Frage beruhen:

Welche Art von Befestigungsmittel ist am besten geeignet für die Lösung meines Befestigungsproblems?

Die zweite Frage ist:

Wie kann ich die Leistungsfähigkeit des Befestigungsmittels bestmöglich ausnutzen?

Mit diesen Fragestellungen beschäftigen sich im Wesentlichen der Planer und der Ingenieur.

8 Anwendungen mit Befestigungsmitteln

Die beste Dübelauswahl und sorgfältigste Entwurfsmethode nützen jedoch nichts, wenn das Befestigungsmittel nicht zuverlässig funktioniert oder nicht richtig montiert ist. Die Faktoren, die eine sichere Befestigung gewährleisten, sind in Bild 1.2 zusammengestellt. Weitere Details zur Dübelauswahl enthält Kapitel 7.

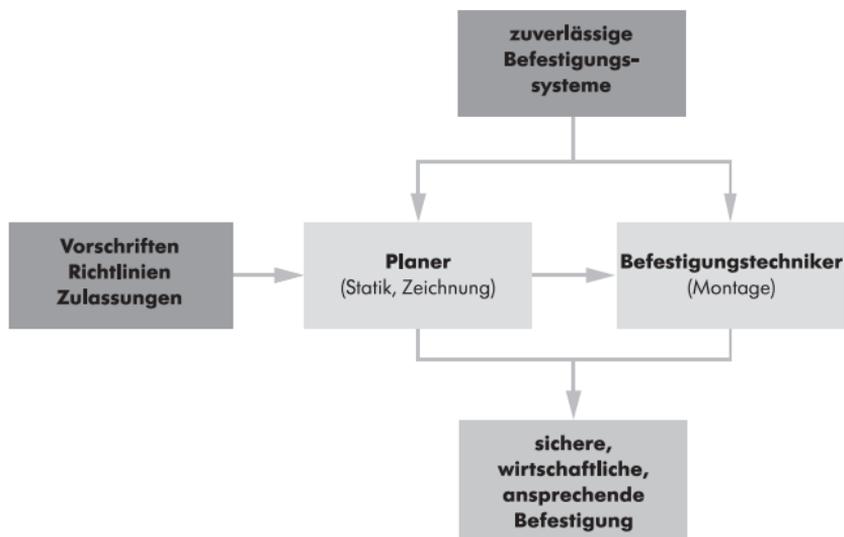


Bild 1.2: Erfolgsfaktoren für sichere Befestigungen mit Dübeln [1]

Die sichere Funktionsweise von Dübeln wird durch die Zulassungsbescheide der bauaufsichtlichen Stellen sowie die Eigen- und Fremdüberwachung beim Hersteller gewährleistet. Zur Sicherstellung der richtigen Montage der Dübel bietet Würth Kurse zum „Zertifizierten Befestigungstechniker“ an, die mit einer Prüfung durch eine neutrale Stelle, die Technische Universität Dortmund, eines der führenden Institute für Befestigungstechnik in Deutschland, abgeschlossen werden.

Es sollte selbstverständlich sein, dass Dübel, die hohe Lasten übertragen sollen und in bauaufsichtlich relevanten Anwendungen eingesetzt werden, von erfahrenen Personen geplant und bemessen werden. Nachvollziehbare Berechnungen und Zeichnungen sind zu erstellen. Die Dübelmontage soll durch geschulte und erfahrene Monteure, möglichst „Zertifizierte Befestigungstechniker“, erfolgen. Zuverlässige Verbindungen, basierend auf zuverlässigen Dübeln und rechnerischen Nachweisen, können nur in der Zusammenarbeit der beiden Beteiligten, Planer und Monteur, erreicht werden. Einige Beispiele aus dem breiten Anwendungsbereich für Befestigungsmittel enthalten die Bilder 1.3 und 1.4. Dabei sollte nie außer Acht gelassen werden, dass oftmals die Leistungsfähigkeit einer Verbindung lebenswichtig für die Gebrauchsfähigkeit und Standfestigkeit eines Gebäudes ist.

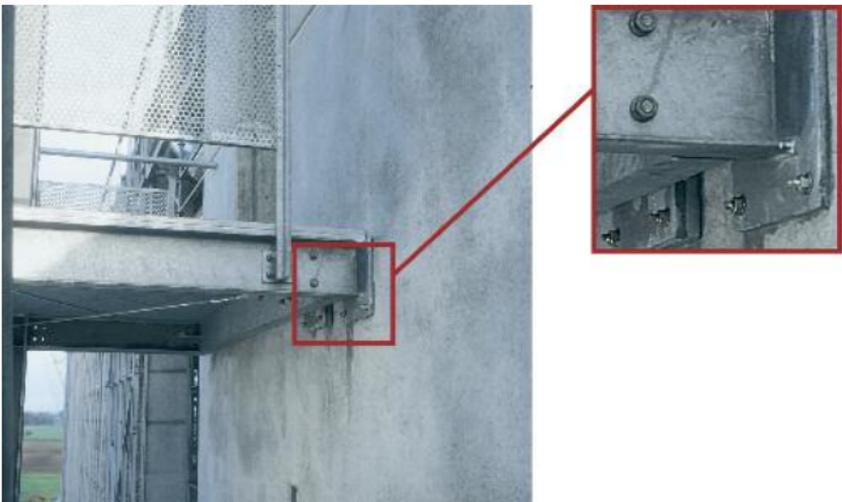


Bild 1.3: Befestigung eines Stahlpodestes mit dem Würth FAZ/A4, M16

10 Anwendungen mit Befestigungsmitteln

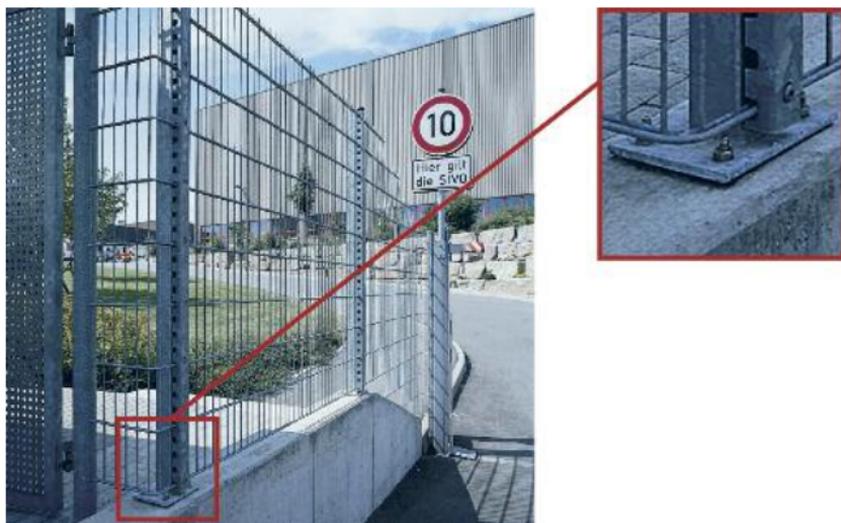


Bild 1.4: Befestigung eines Zaunes
mit dem Würth W-VIZ/A4, M12

2.1 Allgemeines

Baustoffe können massiv, porös, sehr hart, sehr weich, gealtert oder neu sein, d.h., sie besitzen stark unterschiedliche Rohdichten und Festigkeiten. Die Art und Beschaffenheit des als Verankerungsgrund dienenden Baustoffes bestimmen daher die Auswahl des Dübel-systems und sein Tragverhalten maßgeblich.

Grundsätzlich sind die Verankerungsgründe Beton, Mauerwerk und Leichtbaustoffe zu unterscheiden (Bild 2.1). Dabei kann Mauerwerk aus Vollsteinen und aus Lochsteinen hergestellt werden.



Bild 2.1: Verankerungsgründe

2.2 Beton

2.2.1 Allgemeines

Beton ist ein mineralischer Baustoff und kann als künstliches Gestein betrachtet werden. Er besteht aus einem Gemisch von Zement, Zuschlag und Wasser. Als Zuschlag werden hauptsächlich Sand, Kies und Splitt verwendet. Er wird erst kurz vor dem Einbau in die formgebende Schalung eingebracht. Solange Beton verarbeitbar ist, wird er als „Frischbeton“ bezeichnet, während der Erhärtungsphase als „Junger Beton“ (1 Tag bis 4 Tage). Nach dem Erstarren und Erhärten

12 Verankerungsgrund

des Zementleims wird der Beton zum „Festbeton“. Dann besitzt er eine hohe Druckfestigkeit und eine im Vergleich dazu geringe Zugfestigkeit (ca. 10% bis 15% der Druckfestigkeit).

Beton wird nach verschiedenen Gesichtspunkten eingeteilt:

Nach der Rohdichte unterscheidet man

- Leichtbeton: Trockenrohichte 0,8 bis 2,0 kg/dm³
- Normalbeton: Trockenrohichte 2,0 bis 2,6 kg/dm³
- Schwebeton: Trockenrohichte über 2,6 kg/dm³

Im Hochbau wird überwiegend Normalbeton eingesetzt.

Nach der Herstellung unterscheidet man

- Baustellenbeton
- Transportbeton

Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und der Qualitätssicherung wird heute auf Baustellen überwiegend Transportbeton eingesetzt.

Je nach Festigkeitsklasse des verwendeten Zements, Beschaffenheit des Zuschlags (Kies, Schotter, Splitt) und des Anmachwassers, sowie des Mischungsverhältnisses von Zement, Wasser und Zuschlag ergeben sich unterschiedliche Betoneigenschaften.

2.2.2 Zusammensetzung

2.2.2.1 Zement

Zur Betonherstellung werden heute nahezu ausschließlich Normzemente z.B. nach DIN EN 197-1 verwendet. Über die Wahl der Zementart lassen sich beispielsweise die Erhärtungsgeschwindigkeit und der Widerstand des Betons gegen chemische oder Umwelteinflüsse regulieren. Für Stahlbetonkonstruktionen im Hochbau kommen vor allem CEM I (Portlandzement) und CEM II (Portlandkompositzement) zum Einsatz.

Normzemente werden in den Festigkeitsklassen 32,5R, 32,5, 42,5R, 42,5, 52,5R und 52,5 hergestellt. Die Zahlenwerte stehen dabei für

die Normenfestigkeit in N/mm^2 nach 28 Tagen Erhärtungsdauer. Der Buchstabe R weist auf eine schnelle Entwicklung der Frühfestigkeiten hin. Eine höhere Festigkeitsklasse des Zements ergibt eine höhere Endfestigkeit des Betons.

2.2.2.2 Zuschlagstoffe

Als Zuschlagstoffe für Normalbeton werden vorwiegend natürliche Stoffe wie Kies aus Ablagerungen oder gebrochenes Gestein (Sotter, Splitt) verwendet. Für Leichtbeton kommt z.B. Bims und für Schwerbeton z.B. zusätzlich zum Zuschlag für Normalbeton künstlicher Zuschlag wie Eisenkugeln zum Einsatz.

Der Zuschlag bestimmt wesentlich die Verarbeitbarkeit und Festigkeit des Betons. Durch eine geeignete Abstufung von unterschiedlichen Zuschlagskorngrößen wird eine möglichst dichte Packung der Körner mit wenigen Hohlräumen, in denen sich der Zementleim befindet, angestrebt.

2.2.3 Wasser/Zement-Wert

Der Wasser/Zement-Wert (w/z -Wert) ist der entscheidende Parameter für die Betonqualität. Er gibt das Verhältnis von Wasser zu Zement in einer Betonmischung an. Er bestimmt die Dichtigkeit und Festigkeit des Festbetons.

Eine Erhöhung des Wasseranteils führt einerseits zu einer besseren Verarbeitbarkeit des Frischbetons. Andererseits stellen sich eine vermehrte Porenbildung und eine Festigkeitsminderung im Beton ein.

Beim Abbinden und Erhärten des Zements wird eine Wassermenge von ca. 40% des Zementgewichtes gebunden ($w/z = 0,4$). Zur Verarbeitung des Betons ist jedoch meist eine größere Wassermenge erforderlich. Dies führt dazu, dass das nicht gebundene Wasser beim Austrocknen aus dem Beton verschwindet, Poren hinterlässt und der Beton sein Volumen verringert (Betonschwinden). Hieraus resultiert die Festigkeitsminderung des Festbetons mit steigendem w/z -Wert. Als praktischer Kompromiss zur Gewährleistung der Verarbeitbarkeit von

14 Verankerungsgrund

Beton haben sich w/z-Werte zwischen 0,5 und 0,6 bewährt. Über Betonzusatzmittel lässt sich jedoch erreichen, dass die Verarbeitbarkeit sichergestellt ist, ohne dass der w/z-Wert erhöht werden muss.

2.2.4 Betondruckfestigkeit

Beton wird in den Normen nach der Betondruckfestigkeit klassifiziert. Mit zunehmender Erhärtungsdauer steigt die Betondruckfestigkeit an. Der Abbindeprozess ist bis zu einem Alter von 28 Tagen jedoch zum Großteil abgeschlossen. Die Betondruckfestigkeit wird daher aktuell

Festigkeitsklasse	$f_{ck,cyl}$ [N/mm ²]	$f_{ck,cube}$ [N/mm ²]
C8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105 ¹⁾	90	105
C100/115 ¹⁾	100	115

¹⁾ Für Beton der Festigkeitsklassen C90/105 und C100/115 bedarf es weiterer, auf den Verwendungszweck abgestimmter Nachweise.

Tabelle 2.1: Betonfestigkeitsklassen nach DIN EN 206-1

entweder an Würfeln mit einer Kantenlänge von 150 mm oder an Zylindern mit einem Durchmesser von 150 mm und einer Höhe von 300 mm in einem Betonalter von 28 Tagen gemessen. In Tabelle 2.1 sind die Festigkeitsklassen zusammengefasst. Deutlich wird, dass die Betondruckfestigkeit von der Wahl des Prüfkörpers abhängt: Der Zylinder weist eine geringere Festigkeit auf als der Würfel. In der Praxis werden teilweise auch Prüfkörper mit anderer Geometrie als angegeben verwendet. Zur Umrechnung der an diesen Körpern gemessenen Festigkeitswerte auf die Normprüfkörper gibt es Umrechnungsfaktoren.

Die Zulassungsbescheide für Befestigungsmittel geben Lastwerte für Betone im Alter von mindestens 28 Tagen an. Zulassungsbescheide für die Anwendung von Verbund- und Kunststoffdübeln in Beton gelten im Allgemeinen für den Festigkeitsbereich von C12/15 bis C50/60, Zulassungsbescheide für Metallspreiz- und Hinterschnittdübel für den Bereich von C20/25 bis C50/60. Da Befestigungsmittel jedoch zur Kraftübertragung planmäßig die Zugfestigkeit des Betons ausnutzen und sich die Betonzugfestigkeit langsamer entwickelt als die Betondruckfestigkeit, sollten sie nicht in jüngerem Beton als 28 Tage eingesetzt werden, selbst, wenn die nach Zulassung geforderte Mindestdruckfestigkeit bereits erreicht ist.

2.2.5 Stahlbeton

Befestigungsmittel nutzen zur Lastübertragung die Zugtragfähigkeit des Betons aus. Allerdings ist die Zugfestigkeit von Beton mit ca. 10% vom Wert der Betondruckfestigkeit sehr gering. Daher kommt unbewehrter Beton in der Praxis als Konstruktionsbeton sehr selten vor. Üblicherweise werden Stahlbetonkonstruktionen eingesetzt. Das Grundprinzip ist in Bild 2.2 an einem Balken, der an den Enden aufgelagert ist, dargestellt. Unter Last bilden sich eine Betondruck- und eine Betonzugzone aus. Ohne Bewehrung (Stahleinlagen) würde der Balken bereits bei Überschreiten der Betonzugfestigkeit versagen. Bei einem bewehrten Balken übernimmt die Bewehrung durch Verbund

16 Verankerungsgrund

zwischen Stahl und Beton nach der Rissbildung des Betons die Zuglast. Unter Gebrauchslast beträgt die Rissbreite für ein nach DIN 1045 bemessenes Stahlbetonbauteil bis zu ca. 0,4 mm. Es ist daher vereinfacht davon auszugehen, dass dort, wo sich Bewehrung befindet, eine Betonzugzone und damit gerissener Beton vorliegt.

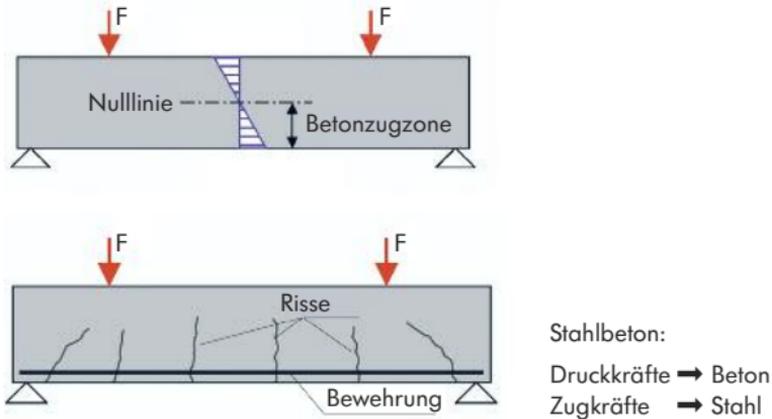


Bild 2.2: Grundprinzip des Stahlbetonbaues

Risse entstehen jedoch nicht nur durch Belastung von Betonbauteilen. Sie können z.B. auch an der Betonoberfläche durch zu schnelles Austrocknen, durch Wärmedehnung infolge von Abkühlung und Erwärmung (Sonneneinstrahlung), durch Bauwerkssetzungen usw. verursacht werden.

Da Risse das Tragverhalten von Befestigungsmitteln maßgeblich beeinflussen, sollte im Allgemeinen von Verankerungen im gerissenen Beton ausgegangen werden.

2.3 Mauerwerk

Unter Mauerwerk versteht man alle aus natürlichen oder künstlichen Steinen hergestellten Bauteile, bei denen die Steine in einem Verband übereinander geschichtet sind. Dabei können die Fugen mit Mörtel verfüllt sein.

Das Verlegen im Mörtelbett gewährleistet eine optimale Ausnutzung der Druckfestigkeit der Steine. Der Mörtel gleicht Steinunebenheiten aus und sorgt auf diese Weise für eine vollflächige Druckübertragung zwischen den Steinen. Bei Mauerwerk aus künstlichen Steinen sind die Mörtelfugen im Allgemeinen ca. 10 bis 12 mm dick. Steine mit planparallelen Oberflächen benötigen keine dicke Ausgleichsschicht zur vollflächigen Lastübertragung und können verklebt werden.

Horizontale Fugen werden als Lagerfugen, vertikale Fugen als Stoßfugen bezeichnet (Bild 2.3). Lagerfugen sind üblicherweise vermörtelt. Bei Stoßfugen hingegen sind die Steine häufig nur gegeneinander gestoßen und nicht vermörtelt. Deshalb darf in Stoßfugen im Allgemeinen nicht mit Dübeln befestigt werden, bei Lagerfugen sind die Einschränkungen der Zulassungsbescheide zu beachten.

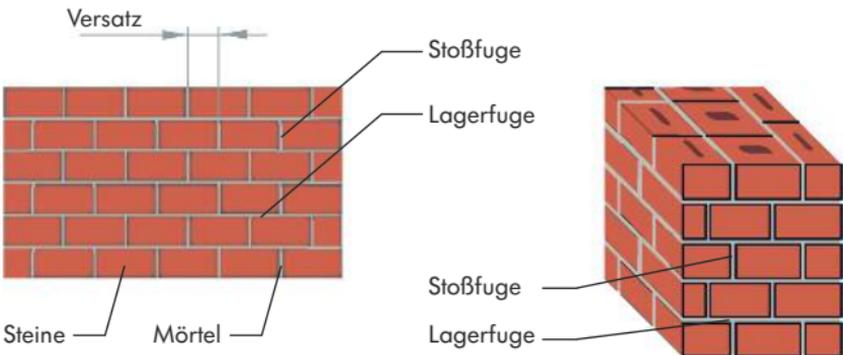


Bild 2.3: Gemauerte Wand mit Fugen

18 Verankerungsgrund

Weiterhin ist zu beachten, dass Wandputz (Bild 2.4) oder Dämmschichten nichttragende Schichten für den Dübel darstellen. Daher ist die Dicke der nichttragenden Schicht stets bei der Festlegung der Nutzlänge des Dübels zu berücksichtigen.

Dübel mit hohen lokalen Spreizkräften sind zur Verankerung in Mauerwerk nicht geeignet. Die Steine werden sonst aufgrund ihrer vergleichsweise geringen Abmessungen bereits während des Montagevorganges gespalten. Deshalb kommen hier spreizdruckarme Systeme wie Kunststoffdübel oder Injektionsdübel zum Einsatz.

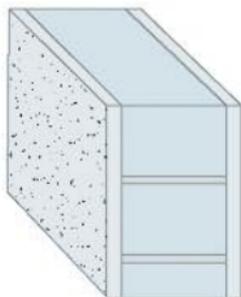


Bild 2.4: Gemauerte Wand mit Außen- und Innenputz



Bild 2.5: Poroton S11 mit CE-Kennzeichnung nach DIN EN 771 und bauaufsichtlicher Zulassung

2.3.1 Natürliche Steine

Gefüge und Festigkeit von natürlichen Steinen streuen sehr stark. Daher existieren für den Einsatz von Dübeln in Mauern aus natürlichen Steinen keine bauaufsichtlichen Zulassungen. Sind dennoch nachträgliche Befestigungen in Mauerwerk aus natürlichen Steinen zu erstellen, muss das Tragverhalten der Befestigungselemente durch Auszugsversuche am Bauteil ermittelt und die zulässige Traglast von einem Sachverständigen abgeleitet werden.

2.3.2 Künstliche Steine

Künstliche Steine sind in der Festigkeit, in den Abmessungen sowie in der Geometrie der Löcher und Stege zum Teil in DIN-Normen (seit April 2006 „Restnormen“, beispielsweise DIN V 105-100 für Mauerziegel) festgelegt. Wird der zugehörige Mörtel nach DIN verwendet, lässt sich ein definiertes Mauerwerk herstellen. Dieses bietet für den Dübel einen definierten Untergrund. Für solche Untergründe mit DIN-Steinen wurden bisher Befestigungen in Deutschland allgemein bauaufsichtlich zugelassen.

Daneben existieren Steine in einer großen Formenvielfalt, die beispielsweise bauaufsichtlich zugelassen sind bzw. nur über eine CE-Kennzeichnung nach EN 771 verfügen und somit nicht den DIN-Normen entsprechen. Für Befestigungen in diesen Steinen geben in Deutschland die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für Dübel keine Lastwerte an. In europäischen technischen Zulassungen können CE-gekennzeichnete Steine nach DIN EN 771 integriert werden (Bild 2.5). Werden solche Steine im Rahmen des Zulassungsverfahrens geprüft, können die Zulassungsbescheide Lastwerte für diese Steine enthalten.

Die Rohdichte der Steine beträgt etwa zwischen $0,4 \text{ kg/dm}^3$ und $2,0 \text{ kg/dm}^3$. Hohe Druckfestigkeiten sind im Allgemeinen nur bei Steinen mit hoher Rohdichte zu erreichen. Demgegenüber werden gute Wärmedämmeigenschaften und ein geringes Steingewicht zur besseren Verarbeitung nur bei niedriger Rohdichte erreicht. Diese Steine weisen dann wiederum ein kleineres Wärmespeichervermögen und schlechtere Schalldämmeigenschaften auf.

Bild 2.6 gibt einen Überblick über die im Bestand vorhandenen Steine, die bis April 2006 nach DIN-Normen produziert wurden. Im April 2006 wurde im Rahmen der europäischen Harmonisierung die DIN EN 771 eingeführt. Tabelle 2.2 gibt einen Überblick über die geltenden Normen im Bereich der Steine seit April 2006. Die Steine lassen sich nach der Herstellungsart und nach der Ausbildung als Voll- und Lochsteine unterscheiden.

20 Verankerungsgrund

Mauerziegel werden aus Ton oder Lehm geformt und anschließend bei Temperaturen zwischen ca. 800°C und 1000°C gebrannt. Durch den Brennvorgang lassen sich die Eigenschaften der Steine beeinflussen.

Kalksandsteine und Betonsteine sind durch Bindemittel hydraulisch gebunden. Sie werden mit Kalk bzw. Zement als Bindemittel, Wasser und diversen Zuschlägen (z.B. Sand) durch Pressen und Dampf härten hergestellt.

Steinarten nach DIN* (bis April 2006) gültig für Gebäude im Bestand						
DIN 105 Mauerziegel	DIN 106 Kalksandstein	DIN 18151 Hohlblöcke aus Leichtbeton	DIN 18152 aus Leichtbeton	DIN 18153 Mauersteine aus Normal- beton	DIN 4165 Porenbeton- steine	Bauaufsichtlich zugelassene Steine
Ton/Lehm Wasser	Kalk Sand Wasser	Zement Leichtzuschlag Wasser		Zement Zuschläge Wasser	Zement Kalk Sand Wasser	Ton/Lehm Wasser
Vollziegel (Mz) Hochlochziegel (Hlz)	Vollsteine (KSV) Lochsteine (KSL)	Unterscheidung nach Anzahl der Kammern	Vollsteine (V) Vollblöcke (Vb)	Vollsteine (Vn) Hohlblöcke (Hbn)	Plansteine (PP) Blocksteine (PB)	Hochlochziegel

* allgemeine bauaufsichtliche Dübelzulassungen gelten nur für DIN-Steine

Bild 2.6: Künstliche Steine für Mauerwerk

Europäische Normung	Deutsche Normung	
DIN EN 771	DIN V 20 000 „Anwendungsnormen“ bzw. „Verwendungsregeln“	„Restnormen“
Teil 1: Mauerziegel	Teil 401: Regeln für die Verwendung von Mauerziegeln nach DIN EN 771-1	DIN V 105-100: Mauerziegel mit besonderen Eigenschaften
Teil 2: Kalksandsteine	Teil 402: Regeln für die Verwendung von Kalksandsteinen nach DIN EN 771-2	DIN V 106-100: Kalksandsteine mit besonderen Eigenschaften
Teil 3: Betonsteine	Teil 403: Regeln für die Verwendung von Mauersteinen aus Beton nach DIN EN 771-3	DIN V 18151-100, DIN V 18152-100, DIN V 18153-100
Teil 4: Porenbeton	Teil 404: Regeln für die Verwendung von Porenbetonsteinen nach DIN EN 771-4	DIN V 4165-100: Porenbetonsteine mit besonderen Eigenschaften
legt Regeln und Prüfverfahren fest, wie die Kennzeichnung von Produkteigenschaften, beispielsweise Maßabweichungen, Festigkeit und Rohdichte, zu erfolgen hat.	Festlegung, wie die Angaben nach DIN EN 771 auf die technischen Regeln für Planung, Bemessung und Konstruktion von baulichen Anlagen und ihren Teilen zu verwenden sind. Dazu sind Umrechnungsregeln enthalten. Nach diesen Regeln können aus deklarierten Werten gemäß DIN EN 771 die für die Anwendung in Deutschland geltenden Bemessungswerte berechnet werden. So regelt beispielsweise Teil 401, wie nach DIN EN 771-1 CE-gekennzeichnete Mauerziegel für Mauerwerk nach DIN 1053-1, an das Anforderungen hinsichtlich der Standsicherheit, des Wärme-, Schall- und Brandschutzes gestellt werden, verwendet werden können.	DIN EN 771 enthält nicht alle notwendigen Angaben, um CE-gekennzeichnete Steine in Mauerwerk nach DIN 1053-1, DIN 1053-3, DIN 1053-4 und DIN 1053-100 verwenden zu können. Diese „Restnormen“ enthalten nun diese fehlenden Angaben, um die Steine direkt in Mauerwerk nach den genannten Normen einsetzen zu können. Wenn CE-gekennzeichnete Steine zusätzlich diesen „Restnormen“ entsprechen, dann können sie ohne Beachtung der „Anwendungsnormen“ in Mauerwerk nach den obigen Normen verwendet werden.

Tabelle 2.2: Seit April 2006 in Deutschland gültige Normen für Mauersteine und deren An- bzw. Verwendung

2.3.2.1 Vollsteine

Unter Vollsteinen versteht man Steine, deren Querschnitt durch z.B. eine Grifföffnung um höchstens 15% bei Ziegel- und Kalksandvollsteinen (Bild 2.7) bzw. 10% bei Betonsteinen reduziert ist. Sie können gebrannt – z.B. Vollziegel (Mz), Vollklinker (KMz) – oder hydraulisch gebunden – z.B. Kalksandvollstein (KSV) – sowie Vollblöcke sein. Weiterhin gibt es Porenbetonsteine als Plansteine (PP) und Blocksteine (PB). Sie werden unter Dampfhärtung aus Zement, Kalk, Feinstzuschlägen und Aluminium unter Zugabe von Wasser als Treibmittel hergestellt. Aus Vollsteinen wird Mauerwerk z.B. mit sehr hohen Festigkeiten oder hoher Schalldämmung hergestellt. Bei Mauerwerk mit Vollsteinen aus Porenbeton liegt das Hauptaugenmerk allerdings auf hoher Wärmedämmung. Rohdichte und Festigkeit sind entsprechend gering.

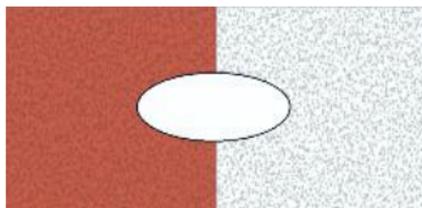
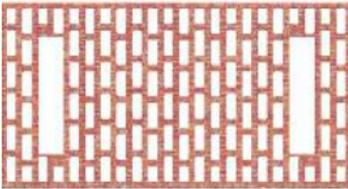


Bild 2.7: Vollstein mit Griffloch, links Mz, rechts KSV

2.3.2.2 Lochsteine

Als Lochsteine werden Steine bezeichnet, deren Querschnitt um mehr als 15% bei Ziegeln und Kalksandsteinen bzw. 10% bei Betonsteinen durch Öffnungen reduziert ist. Diese Öffnungen können unterschiedlichste Formen besitzen und beliebig über den Stein verteilt sein. Gebrannte Lochsteine sind unter anderem Hochlochziegel (HLz, Bild 2.8a). Hydraulisch gebundene Lochsteine sind z.B. Kalksandlochsteine (KSL, Bild 2.8b) oder Hohlblocksteine aus Leichtbeton (Unterscheidung nach Anzahl der Kammern, z.B. 1K Hbl).

Zu den vorgenannten Steinen kommen noch zahlreiche Varianten, die vor allem hinsichtlich Wärmedämmung optimiert und bauaufsichtlich zugelassen und/oder CE-gekennzeichnet sind.



a) Hochlochziegel (HLz)



b) Kalksandlochstein (KSL)

Bild 2.8: Lochsteine

24 3. Einwirkungen

Befestigungsmittel müssen so gewählt werden, dass sie die an sie gestellten Anforderungen erfüllen: Sie müssen gebrauchstauglich und dauerhaft sein, sowie eine ausreichende Tragfähigkeit besitzen. Dazu muss die Belastung, die als lastabhängige Einwirkung bezeichnet wird, nach Größe, Art und Richtung bekannt sein. Weiterhin müssen Informationen zu den Umgebungsbedingungen der Einbaustelle des Befestigungsmittels, die lastunabhängige Einwirkungen darstellen, vorliegen.

3.1 Lastabhängige Einwirkungen

Beispiele für lastabhängige Einwirkungen sind in Tabelle 3.1 zusammengestellt. Sie unterscheiden sich grundsätzlich nach der Häufigkeit ihres Auftretens und ihrem zeitlichen Verlauf. Treten Belastungen vorwiegend ruhend auf, z.B. infolge des Eigengewichtes des zu befestigenden Bauteils oder einer Trennwand, oder aber verändern sie sich vergleichsweise langsam wie z.B. durch Einrichtungsgegenstände, Schnee und Personen, werden Einwirkungen als statisch bezeichnet. Sich schnell ändernde Lasten hingegen werden dynamische Lasten genannt. Dazu gehören stoßartige Beanspruchungen aus z.B. einem Anprall sowie häufig wiederkehrende Belastungen, wie sie z.B. bei Aufzügen oder Kranbahnen auftreten. Der Verlauf der Belastung in Abhängigkeit von der Zeit ist in Bild 3.1 beispielhaft für verschiedene Anwendungsfälle dargestellt. Eine genaue Einteilung und Zuordnung der Belastungsart findet sich in den einschlägigen DIN- oder Euro-normen.

Anzahl der Lastwechsel				
keine	gering		hoch	
	ohne Massenkräfte	mit Massenkräften	ohne Massenkräfte	mit Massenkräften
Eigengewicht Trennwände Personen Einrichtungen Lagerstoffe Schnee Wasser Wind Zwängungen	Zwängungen	Anpralllasten Erdbeben Explosionen	Verkehrslasten auf Brücken und Hofkellerdecken Kranbahnen Aufzüge Maschinen ohne Massenbeschleunigung	Maschinen mit Massenbeschleunigung (z.B. Stanzen, Pressen, Rammen, Schmieden)
vorwiegend ruhend		stoßartig (Schock)	schwellend/ wechselnd	stoßartig
statische Einwirkung		ermüdungsrelevante (dynamische) Einwirkung		

Tabelle 3.1: Einteilung der Einwirkungen

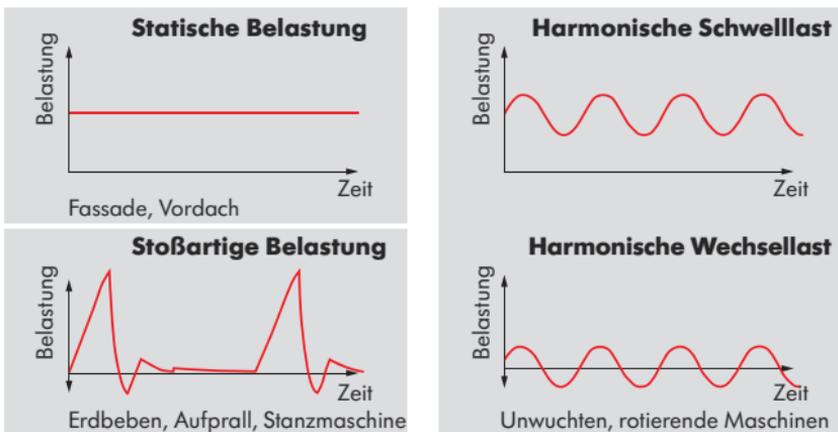


Bild 3.1: Kurvenverlauf verschiedener Belastungsarten in Abhängigkeit von der Zeit

26 Einwirkungen

Die statischen und ermüdungsrelevanten (dynamischen) Einwirkungen können als Zuglast, Drucklast, Querlast und Schräglast unter einem bestimmten Winkel zur Dübelachse auftreten (Bild 3.2). Dabei ist darauf zu achten, dass alle Arten von Spreiz- und Hinterschnittdübeln keine Druckkräfte in den Verankerungsgrund einleiten dürfen. Wird das Bauteil mit Abstand zum Verankerungsgrund montiert (Abstandsmontage), kann eine kombinierte Beanspruchung aus Querlast und Biegung oder Schräglast und Biegung auf den Dübel einwirken (Bild 3.3). Bei einer Abstandsmontage ohne Einspannung (Bild 3.3b) kann der Beton an der Oberfläche vor dem Befestigungsmittel ausbrechen. Dies ist bei der Bemessung durch eine Vergrößerung des Hebelarmes e_1 um das Maß a_3 zu berücksichtigen. Liegt eine Einspannung vor (Bild 3.3c), entspricht der Hebelarm dem Abstand von der Wirkungslinie der angreifenden Last bis zur Betonoberfläche.

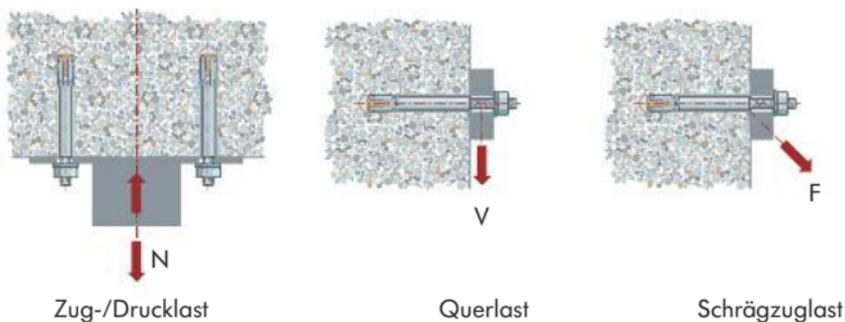


Bild 3.2: Belastungsrichtungen

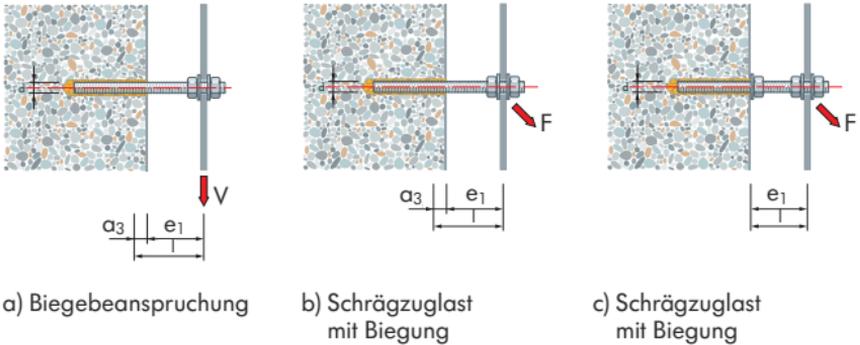


Bild 3.3: Beanspruchung eines Dübels bei Abstandsmontage

3.2 Lastunabhängige Einwirkungen

Von Befestigungen wird zumindest dieselbe Lebensdauer wie von Bauwerken erwartet. Daher sind für Befestigungsmittel Werkstoffe zu wählen, die gegen Umwelteinflüsse so beständig sind, dass diese Forderung gewährleistet ist.

Durch lastunabhängige Einwirkungen wie schadstoffhaltige Luft und Niederschläge können mit der Zeit schützende Deckschichten wie z.B. Zink von der Dübeloberfläche abgetragen werden. Dies führt zur Korrosion des Dübels, dessen tragender Querschnitt wird geschwächt, die Funktion beeinträchtigt und Rostfahnen können das Aussehen der Befestigung verunstalten.

Weiterhin können auch in unseren Breitengraden unter direkter Sonneneinstrahlung an Befestigungen Temperaturen in Höhe von 80°C und höher auftreten. Das Material eines Kunststoffdübels oder der Reaktionsharzmörtel eines chemischen Dübels muss auch diesen lastunabhängigen Einwirkungen widerstehen können. Weitere Einwirkungen aus der Temperatur sind Frost und Brand.

Bei der Auswahl eines Dübels dürfen die lastunabhängigen Einwirkungen nicht vernachlässigt werden. Die Einflüsse von Luft, Temperatur

28 Einwirkungen

und Feuchtigkeit (Bild 3.4) sind zu berücksichtigen. So können Behinderungen von Zwangsverformungen (z.B. hervorgerufen durch Schwinden oder Temperatur) zu einer deutlichen Reduzierung der Betonzugfestigkeit führen. Die entstehenden Zwangszugspannungen sind durch Bewehrung im Bauteil aufzunehmen. Ansonsten kann ein Versagen des Bauteils auftreten. Die Produktinformationen und Zulassungsbescheide geben entsprechende Hinweise.

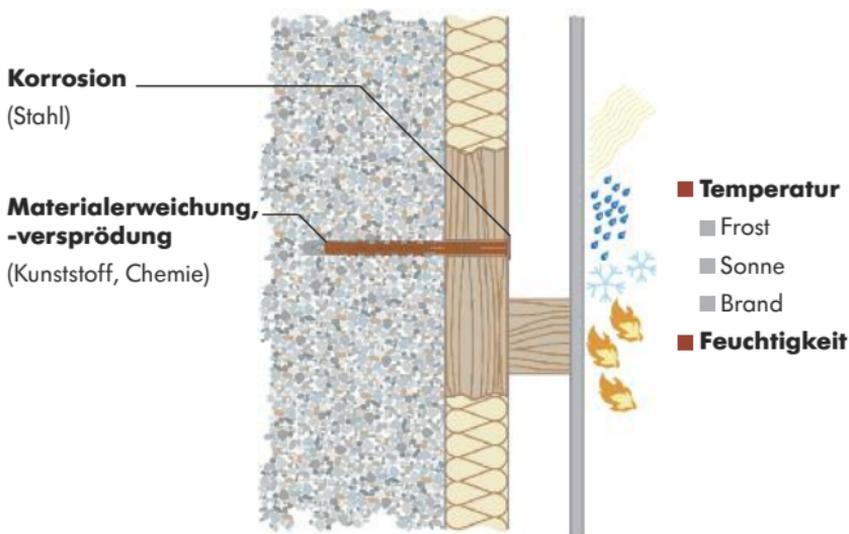


Bild 3.4: Lastunabhängige Einwirkungen

4.1 Allgemeines

Ein Dübel kann nur dann seine Befestigungsaufgabe erfüllen und richtig funktionieren, wenn er fachgerecht montiert ist.

Für die Montage von Dübeln wird üblicherweise im Verankerungsgrund ein Loch gebohrt, anschließend das Befestigungsmittel hineingesteckt und entsprechend der Montageanleitung verankert. Hierzu sind teilweise spezielle Setz- und Montagewerkzeuge zu verwenden. Das Bohrloch ist immer senkrecht zur Oberfläche des Verankerungsgrundes zu erstellen. Gemäß „DIBt Hinweise für die Montage von Dübelverankerungen“ [26] sind „Abweichung bis höchstens 5° zur Senkrechten zulässig“. Eine Beschädigung oder Durchtrennung der Bewehrung in einem Stahlbetonbauteil während des Bohrvorganges ist unbedingt zu vermeiden. Durch Bewehrungstreffer kann die Bauteiltragfähigkeit abgemindert werden. Weiterhin kann das Tragverhalten des Dübels ungünstig beeinflusst werden. Daher empfiehlt es sich, mittels Bewehrungssuchgerät die Lage der Bewehrung zu orten und anzuzeichnen, sodass Bewehrungstreffer und damit Fehlbohrungen ausgeschlossen werden können.

Die Nutzlänge des Dübels ist entsprechend der Höhe einer nicht tragenden Schicht, z.B. Putz, sowie des zu befestigenden Elementes, des Anbauteils, zu wählen (Bild 4.1).

Bei der Bemessung des Anbauteils und des Dübels wird davon ausgegangen, dass die in Tabelle 4.1 angegebenen Durchgangslöcher eingehalten sind und sich das Anbauteil unter den einwirkenden Lasten nicht verformt. Das Anbauteil muss daher ausreichend steif sein und – außer bei Abstandsmontagen – auf dem Verankerungsgrund vollflächig aufliegen. Werden die Anforderungen an die Durchmesser der Durchgangslöcher nicht eingehalten, kann dies zu einer verminderten Tragfähigkeit führen.

30 Montage und Funktion

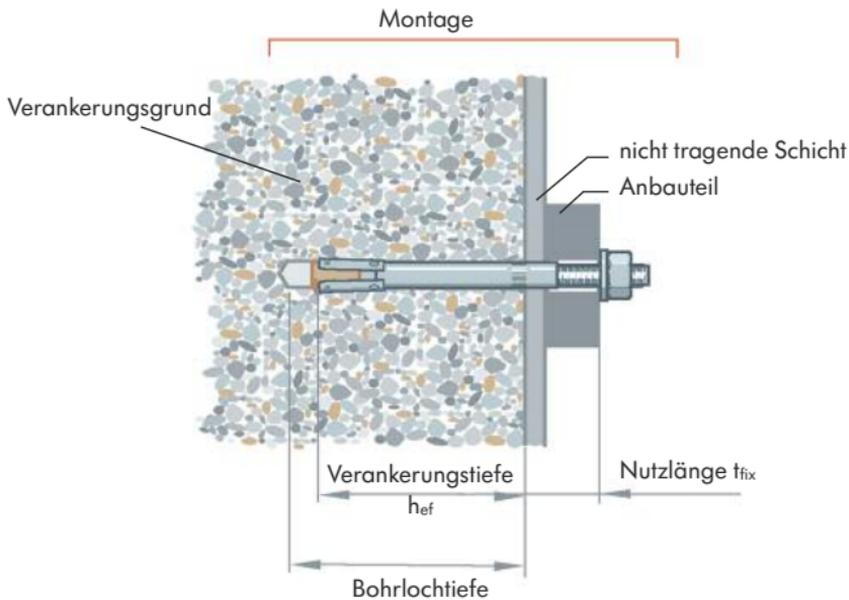


Bild 4.1: Montierter Dübel

	Dübel- bzw. Gewindedurchmesser im Bereich des Anbauteils [mm] ¹⁾											
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Max. zulässiger Durchmesser d_f des Durchgangslochs im Anbauteil [mm]	7	9	12	14	16	18	20	22	24	26	30	33

¹⁾ Entspricht z. B. Nenndurchmesser des Bolzens bzw. Gewindes bei Fixanker (Bild 4.7) bzw. Nenndurchmesser der Dübelhülse bei Hochleistungsanker (Bild 4.8) bzw. Nenndurchmesser des (Außen-) Gewindes der Ankerstange bei Injektionssystemen (Bild 4.24)

Tabelle 4.1: Durchgangslöcher im Anbauteil [mm]

Bei der Montage von Dübeln sind grundsätzlich die Angaben des Zulassungsbescheides zu beachten. Der Zulassungsbescheid muss bei der Dübelmontage vor Ort vorliegen. Außerdem ist immer den Angaben aus der Montageanleitung bzw. den Produktinformationen des Herstellers Folge zu leisten. Letzteres gilt ganz besonders für Dübel ohne Zulassung.

Einzelne Teile von Dübeln dürfen nie ausgetauscht werden. Dübel verlieren hierdurch ihre Funktionstauglichkeit. Falsch gesetzte und wieder ausgebaut Dübel dürfen nicht wieder verwendet werden.

4.2 Bohren

Das Tragverhalten der meisten Dübelsysteme wird durch die Art und Weise beeinflusst, wie das Bohrloch erstellt wird, d.h., durch das Bohrverfahren und damit die Bohrlochgeometrie. Die Zulassung des Befestigungssystems bestimmt die Wahl des Bohrverfahrens.

4.2.1 Bohrverfahren

Die gängigsten Verfahren zur Erstellung von Löchern in Beton und Mauerwerk sind

- Drehbohren,
- Schlagbohren,
- Hammerbohren und
- Diamantbohren.

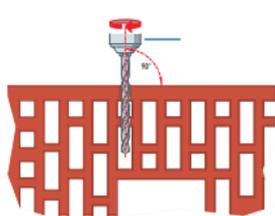
Beim Drehbohren wird das Bohrloch im Drehgang ohne jegliche Schlagwirkung erstellt (Bild 4.2a). Der Bohrfortschritt erfolgt durch das Drehen des Bohrers bei gleichzeitigem Drücken der arbeitenden Hand. Das Bohrloch wird aus dem Verankerungsgrund „herausgeschnitten“. Drehbohren kommt im Vollmaterial mit geringer Festigkeit, z.B. Porenbeton und Lochsteinen im Mauerwerk, zum Einsatz. Für

32 Montage und Funktion

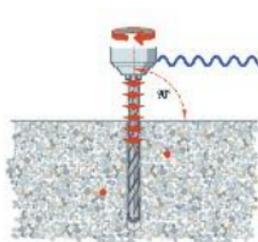
diese Baustoffe sollte nur Drehbohren verwendet werden, da bei Einsatz des Schlag- oder Hammerbohrverfahrens das Bohrloch für den Dübel zu groß wird bzw. in Lochsteinen die Stege ausbrechen, d.h., der Verankerungsgrund zertrümmert wird (siehe Kapitel 5.7).

Schlagbohren (Bild 4.2b) wird vorwiegend in Vollmaterialien mit niedriger Festigkeit, z.B. Vollsteinen im Mauerwerk oder niederfestem Normalbeton, eingesetzt. Das Bohrloch wird drehend-schlagend erstellt. Der Bohrfortschritt erfolgt nach dem Prinzip „Drehen + Drücken + Schläge“. Dabei werden durch eine rotierende Rasterscheibe Schläge auf den sich drehenden Bohrer aufgebracht, die durch das Andrücken des Bohrers zum Abbau des Untergrundmaterials führen. Schlagbohren ist durch eine hohe Schlagfrequenz bei relativ niedriger Schlagenergie gekennzeichnet.

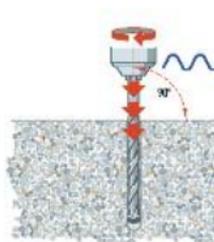
Beim Hammerbohren (Bild 4.2c) wird drehend-hämmernd gebohrt. Der Unterschied zum Schlagbohren besteht darin, dass die Schläge pneumatisch erzeugt werden. Die Schläge werden wie bei einem Hammer durch einen Schlagkolben auf den Bohrer übertragen. Die Schlagfrequenz ist viel geringer als beim Schlagbohren, die Schlagenergie jedoch sehr viel höher. Haupteinsatzgebiet ist das Erstellen von Bohrlöchern in Beton.



a) Drehbohren



b) Schlagbohren



c) Hammerbohren

Bild 4.2: Bohrverfahren

Bohrlöcher für Dübel müssen Toleranzgrenzen einhalten. Diese sind bei neuen Bohrern gewährleistet, wenn Bohrwerkzeuge mit der Prüfmarke der Prüfgemeinschaft Mauerbohrer verwendet werden (Bild 4.3). Die Prüfmarke befindet sich auf dem Schaft des Bohrers.



Bild 4.3: Prüfmarke der Prüfgemeinschaft Mauerbohrer e.V.

Diamantbohren (Bild 4.4) ist ein erschütterungsfreies Bohrverfahren. Dabei wird mithilfe von Diamantsplittern, die in die Bohrkronen eingelassen sind, aus dem Beton drehend ein Bohrkern herausgeschnitten. Es wird im Nass- und Trockenbohrverfahren angewandt. Die Anwendung erfolgt meist erst bei größeren Bohrdurchmessern, bei Bohrungen, die glatte Wandungen benötigen und vor allem in hochfestem Beton. Eine Durchtrennung von Bewehrung ist ohne Probleme möglich. Die Erstellung von Löchern mithilfe von Diamantbohrverfahren ist sehr aufwendig und zudem für das Bohren von Dübellöchern mit wenigen Ausnahmen nicht zulässig. Genauere Informationen enthalten die Zulassungsbescheide und Produktinformationen der Dübel.



Bild 4.4: Diamantbohren

4.2.2 Fehlbohrungen

Fehlbohrungen sind Bohrungen, die

- an der falschen Stelle gesetzt wurden,
- wegen Auftreffens auf die Bewehrungsstäbe nicht die erforderliche Bohrtiefe erreichen,
- Bewehrungsstäbe berühren, sodass der Dübel nicht mehr ordnungsgemäß montiert werden kann.

In Fehlbohrungen darf nicht verankert werden. Sind Fehlbohrungen aufgetreten, schreiben die Zulassungsbescheide einen Mindestabstand zwischen Fehlbohrung und neuer Bohrung vor. Die allgemeinen Regelungen dazu sind in Tabelle 4.2 dargestellt.

Dübeltyp	Abstand/empfohlene Maßnahmen ¹⁾
Metallspreizdübel	≥ 2x Tiefe der Fehlbohrung und Vermörtelung der Fehlbohrung
Kunststoffdübel	≥ 2x Tiefe der Fehlbohrung und Vermörtelung der Fehlbohrung > 5x Außendurchmesser des Dübels
Verbunddübel	Keine Anforderungen an den Abstand zur Fehlbohrung; Vermörtelung der Fehlbohrung
Verbundspreizdübel	Keine Anforderungen an den Abstand zur Fehlbohrung; Vermörtelung der Fehlbohrung

¹⁾ näheres regelt die Zulassung des entsprechenden Produktes bzw. regeln die Herstellerangaben

Tabelle 4.2: Allgemeine Regelungen in Zulassungsbescheiden hinsichtlich des Abstandes zwischen Fehlbohrung und neuer Bohrung

Die genauen Regelungen sind den bauaufsichtlichen Zulassungen oder den Produktinformationen zu entnehmen.

4.2.3 Grobbestimmung der Art des Verankerungsgrundes

Liegen bezüglich des Verankerungsgrundes keine genauen Informationen vor oder ist der Verankerungsgrund durch eine Putzschicht verdeckt, kann mittels Tabelle 4.3 eine Grobbestimmung der Art des Untergrundes für die Dübelvorauswahl durchgeführt werden.

Bohrfortschritt (Drehbohren)	Untergrund	Farbe des Bohrmehls	Baustoff
fortlaufend langsam	Vollmaterial	grau	Beton, Betonstein
		rot	Ziegel, Klinker
		weiß	Kalksandstein
fortlaufend schnell		weiß	Porenbeton
ruckartig	Hohlmauerwerk	grau	Hohlblockstein
		rot	Hochlochziegel
		weiß	Kalksandstein mit Löchern

Tabelle 4.3: Grobbestimmung der Art des Verankerungsgrundes

Ist z.B. beim Drehbohren der Bohrfortschritt ruckartig, werden Steinkammern durchbohrt. Ist zudem das geförderte Bohrmehl grau, liegt ein Hohlblockstein vor.

4.3 Montagearten

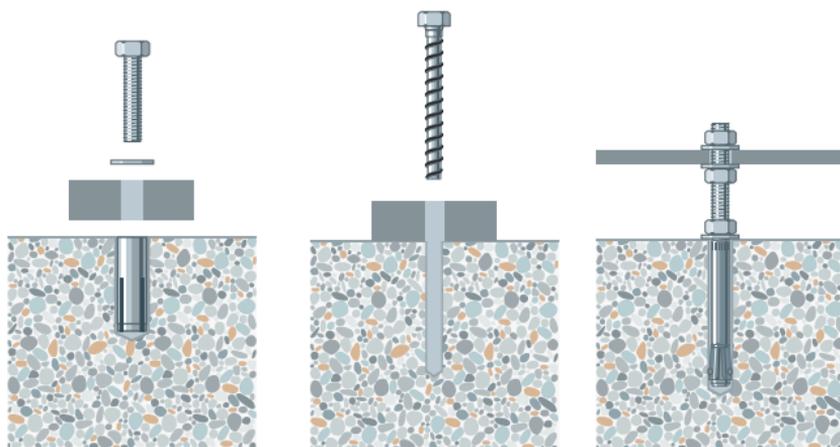
In der nachträglichen Befestigungstechnik wird zwischen Vorsteckmontage (Bild 4.5a), Durchsteckmontage (Bild 4.5b) und Abstandsmontage (Bild 4.5c) unterschieden.

Bei der Vorsteckmontage (Bild 4.5a) wird zunächst das Bohrloch angezeichnet, dann gebohrt, der Dübel gesetzt, das Bauteil aufgesetzt und verschraubt. Bei dieser Montage sind der Dübel- und Bohrlochdurchmesser des Anbauteils nicht identisch.

36 Montage und Funktion

Für die Durchsteckmontage (Bild 4.5b) wird das anzuschließende Bauteil positioniert, durch die Löcher im Anbauteil in den Untergrund gebohrt, der Dübel durch das Anbauteil hindurchgesteckt und montiert, ohne dass das Bauteil wieder abgenommen werden muss. Diese Art der Montage wird bei schweren oder komplizierten Bauteilen sowie Mehrfachbefestigungen bevorzugt. Die Durchsteckmontage erspart das exakte vorherige Anzeichnen jedes Dübelloches und reduziert so die Möglichkeit von Fehlbohrungen.

Die Abstandsmontage wird häufig in der Fassadentechnik angewendet (Bild 4.5c). Dabei liegt der Befestigungspunkt in einem bestimmten Abstand vom Befestigungsgrund. Erreicht wird dies durch Dübel mit großen Befestigungshöhen oder Gewindestangen (Schrauben) in Innengewindeankern. Die Befestigungsmittel erfahren eine zusätzliche Biegebeanspruchung.



a) Vorsteckmontage

b) Durchsteckmontage

c) Abstandsmontage

Bild 4.5: Montagearten

4.4 Montage der Dübelsysteme

4.4.1 Allgemeines

Bei der Montage von Dübeln sind stets die Zulassung und die Montageanleitung des Produktes zu beachten. Liegt keine Zulassung für ein Produkt vor, gilt die Montageanleitung.

Vor und während des Montageablaufes sind folgende Punkte zu beachten:

- Verankerungsgrund
 - Beschaffenheit des Verankerungsgrundes vor Ort (Festigkeit?)
 - Ist-Abmessungen des als Verankerungsgrund dienenden Bauteils (Dicke, Breite, Länge?)
 - Ist die Auswahl der Dübel korrekt?

- Dübel
 - Ist die Zulassung/Montageanleitung des zu montierenden Dübels vor Ort?
 - Nummer und Geltungsdauer der Zulassung
 - Kontrolle der Befestigungshöhe (Nutzlänge) des Dübels
 - Entspricht die Materialgüte des Dübels (verzinkt/nichtrostender Stahl) der vorgesehenen Anwendung?

- Anbauteil
 - Entsprechen Dicke und Durchgangslöcher des Anbauteils der Zulassung?

- Montage
 - Welches Bohrverfahren fordert die Zulassung/Montageanleitung?
 - Welcher Bohrer (Schneideneckmaß, Bohrerlänge) wird benötigt?
 - Ist das Bauteil bewehrt? Befindet sich die Bewehrung im Bereich der Verankerungsstelle?

38 Montage und Funktion

- Welches Werkzeug wird für die Dübelmontage gefordert?
- Welche Art der Montage ist gefordert? Kann exaktes Einmessen und Anzeichnen aller Bohrlöcher mittels Durchsteckmontage auf ein Minimum reduziert werden?
- Erstellen des Bohrloches senkrecht zur Oberfläche des Verankerungsgrundes mit der Bohrlochtiefe nach Zulassung bzw. Montageanleitung
- Entfernen des Bohrmehls aus dem Bohrloch entsprechend den Anforderungen des Zulassungsbescheides bzw. der Montageanleitung
- Setzen und Montieren des Dübels nach Zulassung bzw. Montageanleitung
- Montage des Anbauteils entsprechend Zulassung bzw. Montageanleitung
- Verwendung eines kalibrierten Drehmomentschlüssels
- Überprüfen der Dübelverbindung gemäß Zulassung (evtl. Versuche am Bauwerk)
- Erstellen und Aufbewahren des Montageprotokolls entsprechend der Zulassung
- Aufbewahren des Montageprotokolls mit den Bauakten für mindestens fünf Jahre

4.4.2 Metallspreizdübel

Metallspreizdübel sind in galvanisch verzinktem (Schichtdicke $\geq 5 \mu\text{m}$) oder nicht rostendem Stahl erhältlich und dürfen nur in Beton als Verankerungsgrund eingesetzt werden. Sie funktionieren nach dem Wirkprinzip des Reibschlusses. Dabei wird die am Dübel angreifende Last durch Reibung zwischen der Spreizschale und der Bohrlochwandung in den Verankerungsgrund eingeleitet.

Metallspreizdübel werden in drehmomentkontrolliert und wegkontrolliert spreizende Dübel unterteilt.

4.4.2.1 Drehmomentkontrolliert spreizende Dübel

Drehmomentkontrolliert spreizende Dübel werden durch definiertes Anziehen der Schraube oder Mutter mit einem kalibrierten Drehmomentschlüssel verankert. Dabei wird in der Schraube oder im Bolzen eine Vorspannkraft erzeugt und der Konus in die Spreizhülse bzw. Spreizsegmente gezogen. Hierdurch werden diese gegen die Bohrlochwand gepresst (Bild 4.6). Die Spreizwirkung erfolgt nur über die Höhe des Konus.

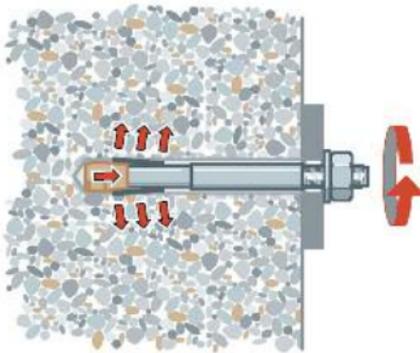


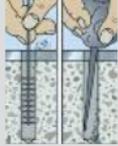
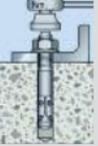
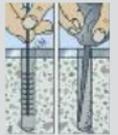
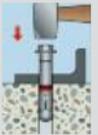
Bild 4.6: Funktionsweise eines drehmomentkontrolliert spreizenden Dübels (Reibschluss zwischen Hülseaußenseite und Bohrlochwand)

Bohrlochtoleranzen können bei drehmomentkontrolliert spreizenden Dübeln in gewissem Umfang durch unterschiedlich weites Hineinziehen des Konus in die Spreizhülse ausgeglichen werden. Die Höhe des aufgebracht Montage Drehmoments ist vorgeschrieben und dient als Setzkontrolle. Dübel können nur dann als ordnungsgemäß gesetzt betrachtet werden, wenn beim Setzen das vorgeschriebene Montage Drehmoment aufgebracht, der Dübel verspreizt und damit eine Vorspannkraft im Dübel erzeugt werden konnte. Daher muss das Anziehen stets mit einem kalibrierten Drehmomentschlüssel erfolgen. Andernfalls darf der Dübel nicht belastet werden.

Das Drehmoment erfüllt bei drehmomentkontrolliert spreizenden Dübeln zwei wichtige Funktionen. Es stellt die Funktion des Dübels sicher und bewirkt, dass das Anbauteil fest gegen den Verankerungsgrund gespannt wird.

Drehmomentkontrolliert spreizende Dübel leiten äußere Zugkräfte vorwiegend über Reibung zwischen der Hülse Außenseite und der Bohrlochwandung in den Verankerungsgrund ein. Übersteigt die äußere Last die vorhandene Vorspannkraft, wird der Konus weiter in die Spreizhülse hineingezogen. Durch diesen Vorgang wird die Haltekraft des Dübels aufrechterhalten. Er wird als Nachspreizen bezeichnet.

Beispiele für drehmomentkontrolliert spreizende Metaldübel sind der Würth W-FAZ Fixanker (Bolzentyp – Bild 4.7) und der Würth W-HAZ Hochleistungsanker (Hülsentyp – Bild 4.8). Ihre Montage ist in den unten stehenden Bildern in Piktogrammen dargestellt.

				
<p>Bild 4.7: Durchsteckmontage mit dem Würth Fix-Anker W-FAZ/S</p>	<p>Loch im Hammerbohrverfahren mit güteüberwachtem Hammerbohrer erstellen</p>	<p>Bohrloch reinigen</p>	<p>Anker mit leichtem Hammer schlagen setzen</p>	<p>Drehmoment mit kalibrier-tem Drehmomentschlüssel aufbringen</p>
<p>Bild 4.8: Durchsteckmontage mit dem Würth Hochleistungsanker W-HAZ</p>				
				

4.4.2.2 Wegkontrolliert spreizende Dübel

Wegkontrolliert spreizende Dübel, auch Einschlagdübel genannt, sind Innengewindedübel und werden aus galvanisch verzinktem oder nicht rostendem Stahl hergestellt. Durchsteckmontagen sind mit Einschlagdübeln nicht möglich. Sie werden durch Einschlagen des Konus in die Hülse mit einem speziellen Setzwerkzeug über einen definierten Weg verspreizt. Die äußeren Zuglasten werden vorwiegend durch Reibung in den Verankerungsgrund eingeleitet (Bild 4.9). Die Spreizwirkung beschränkt sich auf die Höhe des Konus. Wegkontrolliert spreizende Dübel können nicht nachspreizen.

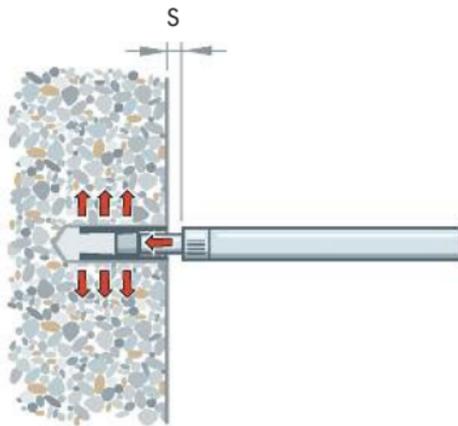


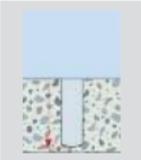
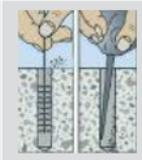
Bild 4.9: Funktionsweise eines wegkontrolliert spreizenden Dübels (Reibschluss zwischen Hülseußenseite und Bohrlochwand)

Die durch das Einschlagen des Konus in die Hülse erzeugte Spreiz- bzw. Spaltkraft ist bei wegkontrolliert spreizenden Dübeln erheblich größer als bei drehmomentkontrolliert spreizenden Metalldübeln. Daher sind auch die erforderlichen Mindestachs- und Randabstände größer.

Einschlagdübel sind empfindlich gegenüber Bohrlochtoleranzen und einer unvollständigen Verspreizung. Daher ist bei der Montage der Einschlagdübel die Verwendung von Bohrern mit dem Prüfzeichen der Prüfgemeinschaft Mauerbohrer, die die vorgeschriebenen Fertigungstoleranzen einhalten, besonders wichtig.

Auch bei Verwendung von güteüberprüften Bohrern (vgl. Kapitel 5.2.1) muss beachtet werden, dass sich Bohrer abnutzen können. Ein infolge dieser Abnutzung zu kleines bzw. zu enges Bohrloch erschwert eine vollständige Verspreizung des Dübels.

Weiterhin ist darauf zu achten, dass die Bohrlochtiefe exakt eingehalten wird, damit die Hülse bündig zur Betonoberfläche verbleibt und die gewählte Länge der Schraube zur Befestigung des Anbauteils ausreicht. Der Dübel ist dann richtig montiert, wenn der Bund des auf die Dübelgröße abgestimmten Setzwerkzeuges auf der Dübelhülse aufsitzt. Eine ordnungsgemäße Montage ist nur mithilfe des für das

				
<p><i>Bild 4.10:</i> Vorsteckmontage mit dem Würth Einschlagdübel W-ED/S, W-ED/A4</p>	<p>Loch im Hammerbohrverfahren mit güteüberwachtem Hammerbohrer erstellen</p>	<p>Bohrlochtiefe genau einhalten</p>	<p>Bohrloch reinigen</p>	<p>Dübel mit leichtem Hammer schlagen setzen</p>
				
	<p>mit vorgeschriebenem Setzwerkzeug verspreizen</p>	<p>Bauteil befestigen, Einschraublänge der Schraube kontrollieren, Drehmoment mit kalibriertem Drehmomentschlüssel aufbringen</p>		

Produkt vorgeschriebenen speziellen Setzwerkzeuges möglich. Hierzu ist insbesondere in hochfestem Beton oder bei Bohrlochdurchmessern an der unteren Toleranzgrenze eine große Anzahl von Hammer schlägen erforderlich. Deshalb sind Setzkontrollen durchzuführen. Die Setzkontrolle wird vereinfacht, wenn ein Setzwerkzeug verwendet wird, das beim Aufsitzen auf der Dübelhülse einen Abdruck hinterlässt.

Das Anbauteil ist dann richtig befestigt, wenn die Schraube mit dem empfohlenen Drehmoment angezogen und damit das Anbauteil fest gegen den Untergrund verspannt ist. Hierfür ist ein kalibrierter Drehmomentenschlüssel zu verwenden. Durch die Begrenzung des Drehmoments wird verhindert, dass die Dübelhülse oder der Schraubenkopf während der Montage abreißt.

Bild 4.10 zeigt einen Würth Einschlagdübel W-ED/S, W-ED/A4 mit zugehörigem Setzwerkzeug und der Darstellung des Montagevorgangs.

4.4.3 Schraubanker

Beim Eindrehen des Schraubankers in den Beton schneidet der Schraubanker ein Gewinde in die Wand des Bohrlochs (Bild 4.11). Zuglasten werden dann durch mechanische Verzahnung (Formschluss) in den Untergrund eingeleitet (Bild 4.12).



Bild 4.11: Schraubanker und ein in den Beton geschnittenes Gewinde [2]

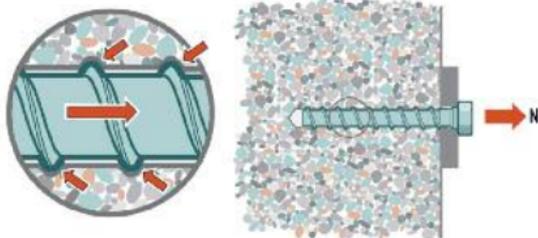


Bild 4.12: Lasteinleitung bei Schraubankern (Formschluss)

Das Tragverhalten von Schraubankern kann mit dem Tragverhalten von einbetonierten Rippenstäben verglichen werden. Die Gewindeflanken des Schraubankers haben eine den Rippen eines Rippenstabes vergleichbare Funktion, nämlich die der Lasteinleitung. Beschädigungen bzw. Ausbrüche im Bereich des in den Beton geschnittenen Gewindes können bei Schraubankern die mechanische Verzahnung reduzieren. Durch diese Ausbrüche wird die Hinterschnittfläche der Gewindeflanken reduziert.

Um das Setzen überhaupt zu ermöglichen, ist bei Schraubankern der Kerndurchmesser kleiner als der Bohrlochdurchmesser.

Bild 4.13 zeigt den Montagevorgang eines Würth-Schraubankers W-SA.



4.4.4 Deckenabhängiger

Deckenabhängiger dienen zur Befestigung von leichten untergehängten Decken. Ihre Verwendung wird durch europäische technische Zulassungen nach ETAG 001, Teil 6, geregelt. Sie sind im Prinzip drehmoment- oder wegkontrolliert spreizende Metalldübel der Größen M6 und M8 mit Verankerungstiefen bis zu ca. 40 mm. Ihre Montage gestaltet sich analog zu den genannten Systemen.

Aufgrund der kleinen Abmessungen besitzen Deckenabhängiger einen vergleichsweise geringen Spreizweg. Deshalb ist es besonders wichtig, dass mit dem Prüfsiegel der Prüfgemeinschaft Mauerbohrer gekennzeichnete Bohrer für die Bohrlocherstellung verwendet werden.

Häufig werden auch Schraubanker als Deckenabhängiger verwendet. Die oben getroffenen Aussagen gelten hierfür sinngemäß.

4.4.5 Kunststoffdübel

Bei bauaufsichtlich zugelassenen Kunststoffdübeln dürfen Kunststoffhülse und zugehörige Spezialschraube nur als serienmäßig gelieferte Befestigungseinheit eingesetzt werden. Länge, Durchmesser und Gewinde der mitgelieferten Schraube sind zur Erzielung eines optimalen Tragverhaltens auf die Dübelhülse abgestimmt. Weiterhin verhindert ein Kragen am Hülsenende ein Tieferrutschen der Hülse ins Bohrloch. Zusätzlich ist die erforderliche Verankerungstiefe auf der Hülse markiert. Durch diese Maßnahmen sollen Montagefehler ausgeschlossen werden. Bei der Montage ist die Temperatur des Verankerungsgrundes zu beachten. In allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen beträgt die minimale Montagetemperatur, unabhängig vom Produkt, 0°C. Bei europäischen technischen Zulassungen für Kunststoffrahmendübel hängt die minimale Montagetemperatur vom jeweiligen Produkt ab und wird in der Zulassung angegeben.

Kunststoffdübel lassen sich hinsichtlich ihres Anwendungsbereiches in Systeme für Befestigungen in Beton und Mauerwerk aus Voll-, Loch- und Hohlsteinen unterteilen. Im Rahmen der europäischen technischen Zulassungen werden deshalb Kunststoffdübel in folgende Nutzungskategorien eingeteilt:

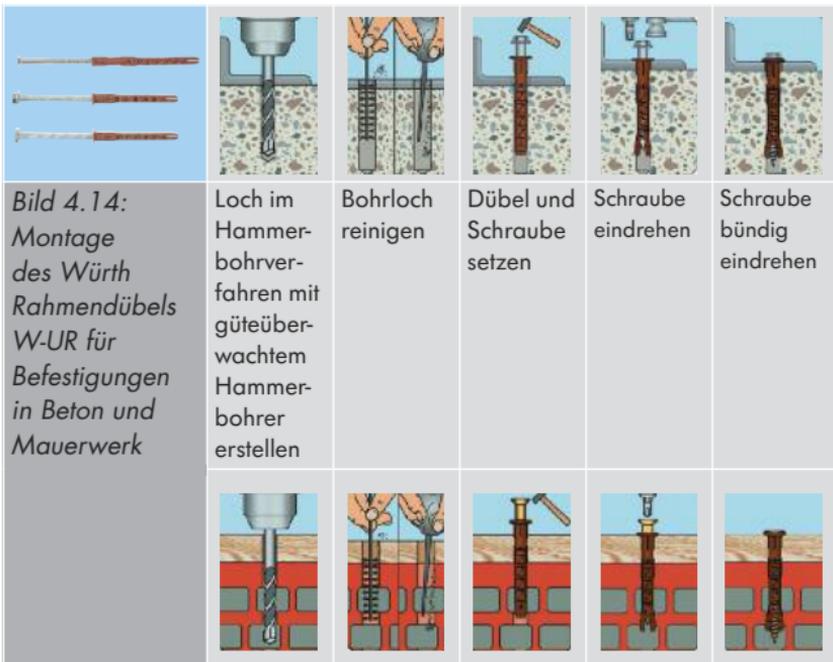
Nutzungskategorie	Untergrund
a	Beton
b	Vollziegel
c	Lochsteine/Hohlblöcke
d	Porenbeton

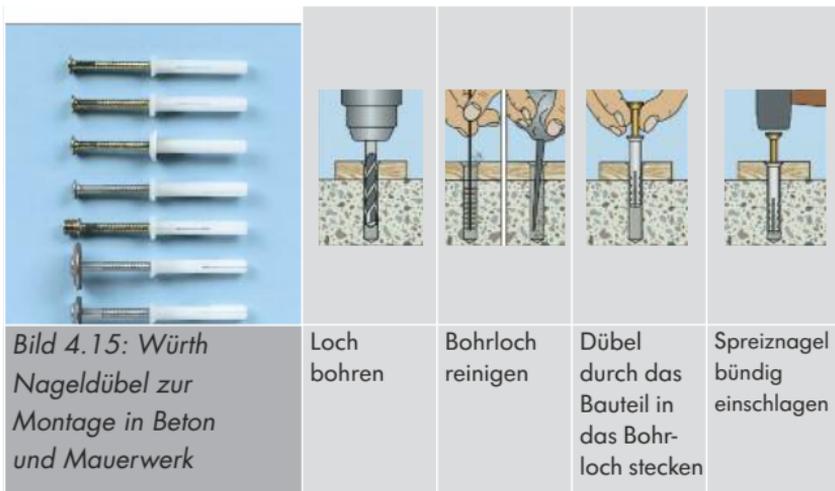
Tabelle 4.4: Kombinationen der verschiedenen Nutzungskategorien sind möglich

Sie bestehen aus einer Dübelhülse mit Spreizteil und einer Stahlschraube (Bild 4.14). Weiterhin gibt es Nageldübel, die durch Einschla-

gen eines Nagels verspreizt werden (Bild 4.16). Das Spreizteil der Kunststoffdübel ist geschlitzt und besitzt Sperrzungen zur Sicherung gegen Mitdrehen bei der Montage und Demontage.

Die Dübelhülse wird durch Eindrehen der Schraube (Bild 4.14) oder Einschlagen des Schraubnagels (Bild 4.15) verspreizt. Die Schraube bzw. der Schraubnagel ist bis zum Rand der Dübelhülse einzudrehen bzw. einzuschlagen, sodass die Spitze der Schraube oder des Nagels das Ende der Dübelhülse durchdringt. Dabei prägt und schneidet sich die Schraube ein Gewinde in den Kunststoff und presst gleichzeitig die Hülse gegen die Bohrlochwand.





In Vollmaterial (Normalbeton und Vollsteine) wirken die Dübel durch Reibung zwischen der Hülse und der Bohrlochwand, da der Kunststoff aufgrund seiner gegenüber Beton geringeren Festigkeit nicht dazu in der Lage ist, das Material des Verankerungsgrundes zu verdrängen. In Loch- und Hohlsteinen tragen die Dübel ebenfalls vorwiegend über Reibung. Durch die zusätzliche Verzahnung der Hülse mit den angebohrten Stegen der Steine wird ein weiterer, allerdings geringer Beitrag zur Haltekraft geliefert. Um bei diesen Steinen das Anpressen des Dübels an die Stege zu gewährleisten, ist die Lage des Spreizbereiches auf die unterschiedlichen Lochbilder hin abgestimmt. In Lochsteinen dürfen die Bohrlöcher im Allgemeinen nur mit Bohrmaschinen im Drehgang, d.h., ohne Hammer- oder Schlagwirkung hergestellt werden, da sonst die Stege durch die hohe Schlagenergie zerstört werden. Dadurch kann die Traglast der Dübel deutlich reduziert werden.

4.4.6 Verbunddübel

Verbunddübel sind Verankerungen, bei denen Gewindestangen oder Innengewindehülsen mit einer Verbundmasse nachträglich in ein Bohrloch gesetzt werden. Es ist zwischen Anwendungen in Beton und Mauerwerk zu unterscheiden.

Das Wirkungsprinzip beruht hauptsächlich auf einer Verklebung des Stahlteiles mit der Bohrlochwand (Bild 4.19). Es wird als Stoffschluss bezeichnet. Äußere Zuglasten werden über Verbund zwischen der Verbundmasse und dem Stahlteil sowie über Verbund zwischen Verbundmasse und der Bohrlochwand in das als Verankerungsgrund dienende Bauteil eingetragen.

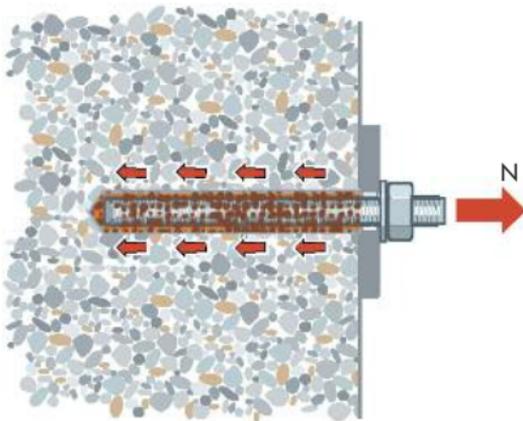


Bild 4.16: Lasteintragung bei Verbunddübeln über Stoffschluss

Bei Verbunddübeln unterscheidet man Patronen- und Injektionsysteme.

Die Aushärtung der Verbundmasse ist von deren chemischer Zusammensetzung und der Temperatur im Verankerungsgrund abhängig. Zwischen dem Setzen und Belasten der Dübel ist deshalb je nach Harzart bei Verankerungsgrundtemperaturen von 10°C bis 20°C eine Wartezeit von ca. 20 bis 45 Minuten und bei der minimalen Anwendungstemperatur von -5°C von mehreren Stunden einzuhalten. Die genauen Angaben enthalten die Zulassungsbescheide und Pro-

duktinformationen, die bei Injektionsdübeln auch auszugsweise auf der Kartusche abgedruckt sind.

Ein guter Verbund zwischen Beton und Verbundmasse wird nur erreicht, wenn der Verbunddübel entsprechend den Montageanleitungen sorgfältig montiert wird. Auf eine gründliche Reinigung des Bohrloches ist besonders zu achten.

Beim Setzen von chemischen Dübeln werden keine Spaltkräfte erzeugt. Sie entstehen jedoch beim Vorspannen und Belasten des Dübels. Sie sind dann allerdings wesentlich geringer als bei Metallspreizdübeln. Dies ermöglicht kleine Mindestachs- und Randabstände sowie Mindestbauteildicken bei der Montage.

Für Befestigungen in Mauerwerk werden vor allem Injektionsdübel verwendet. In Vollsteinen erfolgt die Lastabtragung wie in Beton durch Stoffschluss (Bild 4.16). In Lochsteinen bildet der in die Kammern eingepresste Injektionsmörtel einen Formschluss mit den Stegen (Bild 4.17). Deshalb tragen Injektionsdübel in Mauerwerk ihre Lasten überwiegend durch Formschluss in den Untergrund ein.

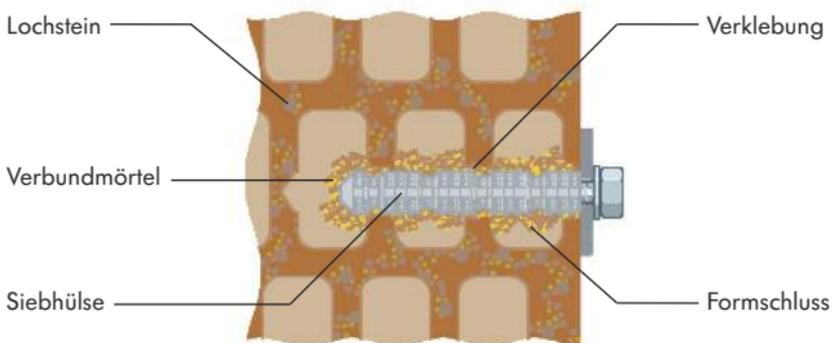
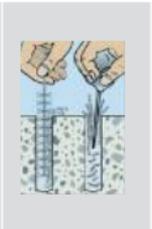


Bild 4.17: Verankerung von Injektionsdübeln in Lochsteinen, Lasteintragung über Form- und Stoffschluss

4.4.6.1 Verbunddübel-Patronensysteme

Patronensysteme sind für den Einsatz im ungerissenen Beton bestimmt und aus galvanisch verzinktem oder nicht rostendem Stahl erhältlich. Sie bestehen aus einer an der Spitze abgeschrägten Gewindestange oder Innengewindehülse mit Setztiefenmarkierung sowie einer Mör-

				
<p><i>Bild 4.18:</i> Vorsteckmontage eines Würth W-VD im ungerissenen Beton</p>	<p>Loch im Hammerbohrverfahren mit güteüberwachtem Hammerbohrer erstellen</p>	<p>Bohrloch reinigen</p>	<p>Harz muss bei handwarmer Patrone honigartig fließen</p>	<p>Patrone einschieben</p>
				
<p>Gewindestange drehend/schlagend setzen, bis Setztiefenmarkierung bündig mit Verankerungsgrund</p>	<p>Optische Kontrolle der Mörtelfüllmenge, Setztiefenmarkierung</p>	<p>Aushärtezeit in Abhängigkeit von der Temperatur des Untergrundes</p>	<p>Bauteil montieren, Drehmoment mit kalibriertem Drehmomentschlüssel aufbringen</p>	

telpatrone aus Glas. Die Mörtelpatrone enthält Reaktionsharz, Härter sowie Quarzzuschlag in definierter Zusammensetzung. Für jede Verankerung ist eine Glaspatrone zu verwenden. Die Montage ist in Bild 4.18 zusammenfassend dargestellt.

Die Glaspatrone wird in ein gereinigtes Bohrloch eingeführt. Anschließend wird die Gewindestange über einen Setzadapter mit Hilfe eines Bohrhammers unter Dreh-Schlag-Bewegungen bis zur erforderlichen Setztiefe eingetrieben. Dabei werden die Patrone zerstört, Harz und Zuschlagstoffe gut durchmischt und verdichtet sowie der Ringspalt zwischen Gewindestange und Bohrlochwand ausgefüllt. Die Mörtelmenge ist so konfektioniert, dass beim Erreichen der erforderlichen Setztiefe an der Betonoberfläche Überschussmörtel austritt. Dies zeigt die vollständige Vermörtelung der Gewindestange an und dient als Setzkontrolle.

Nach Einhaltung der vorgeschriebenen Aushärtezeit kann das Anbauteil montiert und ein Montagedrehmoment aufgebracht werden.

4.4.6.2 Risstaugliche Verbunddübel

Für den Einsatz im gerissenen Beton wurden spezielle risstaugliche Verbundsysteme entwickelt.

Bei dem in Bild 4.19 dargestellten Dübelssystem handelt es sich um einen Konusbolzen, der mehrere Konen enthält. Der Konusbolzen wird mittels eines Injektionsmörtels in zylindrischen Bohrlöchern verankert.



Bild 4.19: Verbund-Spreizdübel

Bei Verbund-Spreizdübeln werden die Konen mit zunehmender Belastung in den Mörtel gezogen, der als Spreizschale wirkt. Es entstehen Spreizkräfte und damit Reibungskräfte zwischen Mörtelschale und Bohrlochwandung, die ausreichend hoch sind, um die Zugkraft ohne Inanspruchnahme der Klebewirkung des Mörtels in den Untergrund einzuleiten. Die Spreizkräfte sind geringer als bei Spreizdübeln, wodurch in der Regel geringere Rand- und Achsabstände als bei Spreizdübeln zulässig sind.

Das Setzen der Dübel nach Bild 4.19 erfolgt wie bei üblichen Injektionsdübeln (siehe Bild 4.20).

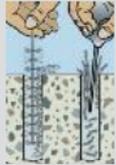
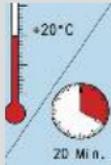
				
Erstellen des zylindrischen Bohrloches	Bohrloch reinigen (2x Ausblasen, 2x Ausbürsten, 2x Ausblasen)	Temperatur messen	Mischer auf Kartusche schrauben	Vor Anwendung ca. 10 cm Masse auspressen
				
Injektion des Verbundmörtels vom Bohrlochgründer	Einsetzen der Ankerstange	Optische Kontrolle der Mörtelfüllmenge, Setztiefenmarkierung	Aushärtezeit in Abhängigkeit von der Temperatur des Untergrundes	Anbauteil montieren, Drehmoment mit kalibriertem Drehmoment Schlüssel aufbringen

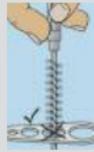
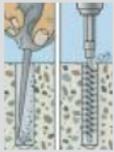
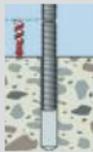
Bild 4.20: Montage des Würth Verbund-Spreizdübels W-VIZ

4.4.6.3 Verbunddübel-Injektionssysteme

Injektionssysteme sind für den Einsatz im Beton sowie in Voll- und Hohlmauerwerk vorgesehen.

Injektionssysteme sind in der Regel als Zweikomponentensysteme aufgebaut. Dabei enthalten Kartuschen vorkonfektionierte Mengen von Harz und Härter. Bild 4.21 zeigt die Bestandteile und den Montagevorgang eines Injektionssystems ohne Siebhülse. Harz und Härter werden beim Einbringen in das Bohrloch mit Hilfe eines auf die Kartuschen abgestimmten Auspressgerätes durch einen speziellen Mischer ausgepresst. Die Gewindestange oder die Innengewindehülse wird anschließend ins Bohrloch gedrückt und dabei leicht gedreht, um den Kontakt zwischen Verankerungselement und Verbundmasse zu verbessern. Beim Einbringen dürfen sich in der Verbundmasse keine Luftblasen bilden. Daher ist darauf zu achten, dass das Verfüllen des Bohrloches mit dem Injektionsmörtel im Bohrlochtieftsten beginnt und die Spitze der Injektionsnase den Mörtel während des Injizierens nicht verlässt. Andernfalls ist mit erheblichen Traglastabminderungen zu rechnen.

Das in Bild 4.22 dargestellte Injektionssystem besteht aus einer Siebhülse aus Kunststoff, einer Gewindestange mit Mutter und Zentrierring bzw. einer Innengewindehülse und in Kartuschen vorkonfektioniertem Injektionsmörtel auf organischer Basis. Es ist für Anwendungen in Hohlmauerwerk zugelassen. Die Siebhülse wird bündig mit der Steinoberfläche in das Bohrloch gesetzt und daraufhin vollständig mit Injektionsmörtel ausgefüllt. In die vermörtelte Siebhülse wird die Gewindestange bis zum Siebhülsegrund bzw. die Innengewindehülse bündig von Hand in die Siebhülse gedrückt. Der Injektionsmörtel wird dabei durch die Maschen der Siebhülse gedrängt, gelangt in die angebohrten Hohlkammern der Steine und führt so eine Verzahnung mit dem Verankerungsgrund herbei. Die Montage des Anbauteils darf erst nach Ablauf der vorgeschriebenen Aushärtezeit erfolgen.

							
	<p>Bohrloch herstellen</p>	<p>Reinigungs- bürsten-Ø überprüfen</p>	<p>Bohrloch reinigen (4x ausblasen, 4x maschinell ausbürsten, 4x ausblasen)</p>	<p>Temperatur messen</p>			
				<p>Mischer auf Kartusche schrauben</p>	<p>Vor Anwen- dung ca. 10 cm Masse auspressen</p>	<p>Verbund- mörtel vom Bohrloch- grund ausgehend verfüllen</p>	<p>Ankerstange unter leichter Drehbewe- gung bis zum Bohr- lochgrund eindrücken</p>
			<p><i>Bild 4.21: Vorsteckmontage eines Würth W-VI/S im Wurrisenen Beton</i></p>	<p>Optische Kontrolle der Mörtel- füllmenge, Setztiefen- markierung</p>	<p>Aushärtezeit des Verbund- mörtels einhalten</p>	<p>Anbauteil montieren, Drehmoment mit kalibrier- tem Dreh- momentschlüs- sel aufbringen</p>	

56 Montage und Funktion

				
	<p>Loch im Drehbohrverfahren mit güteüberwachtem Bohrer erstellen</p>	<p>Durchmesser des Reinigungsbürstchens überprüfen</p>	<p>Bohrloch reinigen (2x ausblasen, 2x ausbürsten, 2x ausblasen)</p>	<p>Siebhülse einschieben</p>
				
<p>Vor Anwendung ca. 10 cm Masse auspressen</p>	<p>Temperatur messen</p>	<p>Verbundmörtel vom Ende der Siebhülse her vollständig verfüllen (siehe Beipackzettel)</p>	<p>Verankerungselement unter leichter Drehbewegung bis zum Hülsegrund eindrücken</p>	
				
<p>Bild 4.22: Vorsteckmontage eines Würth WIT-VM 200 in Mauerwerk</p>	<p>Aushärtezeit des Verbundmörtels einhalten</p>	<p>Anbauteil montieren, Drehmoment mit kalibriertem Drehmomentschlüssel aufbringen</p>		

4.4.7 Spezialdübel

Die Mehrzahl von Spezialdübeln wird in der Baupraxis in nicht zulassungspflichtigen Bereichen eingesetzt. Dazu bietet Würth z.B. auf die Anwendung abgestimmte Kunststoffdübel, Nageldübel, Spezialdübel für Blechenerarbeiten, für Elektro-, Heizungs- und Sanitärinstallation, für Fenstermontage, zur Befestigung von Wärmedämmschichten und für zahlreiche weitere Anwendungen am Gebäude.

Die Vielfalt der vorhandenen Spezialdübel macht eine Beschreibung in diesem Rahmen unmöglich. Detaillierte Informationen erhalten Sie von den Würth-Fachleuten.

4.5 Grundsätzliche Regeln für die Montage

Bevor der Monteur das Produkt beschafft und einsetzt, hat er sich anhand von Herstellerangaben und Zulassungsbescheiden über das zu verwendende Produkt zu informieren. Beim Lesen der Zulassung im Hinblick auf die Montage sind folgende Punkte hervorzuheben:

- Von der Titelseite des Zulassungsbescheides sind zu entnehmen
 - Zulassungsnummer
 - Antragsteller (Dübelhersteller)
 - Zulassungsgegenstand (Dübel, Produktname)
 - Gültigkeitsdauer der Zulassung (Produkte mit abgelaufener Zulassung dürfen nicht im bauaufsichtlich relevanten Bereich angewendet werden)
- Besondere Bestimmungen
 - Zulassungsgegenstand und Anwendungsbereich
 - Beschreibung des Produktes in seinen Bestandteilen und seiner Funktionsweise
 - Überprüfung, ob der gelieferte Dübel mit der Beschreibung übereinstimmt

58 Montage und Funktion

- Beschreibung des Anwendungsbereiches: ungerissener Beton, gerissener und ungerissener Beton sowie Betonfestigkeit oder Mauerwerk
 - Überprüfung, ob der vorgesehene Dübel in dem beschriebenen Verankerungsgrund verwendet werden darf
- Klimatische Bedingungen: trockener Innenraum (galvanisch verzinkt), Feuchtraum (z.B. A4-Stahl) oder Anwendung im Freien (z.B. A4-Stahl oder HCR-Stahl)
 - Überprüfung, ob das Dübelmaterial für den Einsatzzweck geeignet ist
- Bestimmungen für das Bauprodukt
 - Der Dübel muss mit seinen Eigenschaften und seiner Zusammensetzung mit den Zeichnungen und Angaben des Zulassungsbescheides übereinstimmen
 - Überprüfung der Übereinstimmung
- Verpackung, Lagerung und Kennzeichnung
 - Der Dübel darf nur als Befestigungseinheit verpackt und geliefert werden
 - Überprüfung, ob das Ü-Zeichen bzw. CE-Zeichen vorhanden ist und ob der Dübel die erforderlichen Markierungen bzw. Bezeichnungen aufweist (z.B. W-FAZ, M12, A4)
- Bestimmungen für Entwurf und Bemessung
 - Der Dübel darf nur mit dem im jeweiligen Zulassungsbescheid angegebenen Bemessungsverfahren bemessen werden
- Bestimmungen für die Ausführung
 - Der Dübel darf nur als Befestigungseinheit verwendet werden. Einzelteile dürfen nicht ausgetauscht werden. Die Art und Festigkeit des Verankerungsgrundes ist vor dem Setzen zu überprüfen
 - Überprüfung, ob der vorhandene Verankerungsgrund mit den Anwendungsgrenzen aus dem Zulassungsbescheid übereinstimmt (z.B. Plan des Statikers)

■ Bohrlochherstellung

- Es darf nur das angegebene Bohrverfahren (Hammer- bzw. Drehbohren) mit dem vorgeschriebenen Bohrwerkzeug (z.B. Bundbohrer) mit der Prüfmarke der Prüfgemeinschaft Mauerbohrer e.V., Remscheid, verwendet werden
- Überprüfung, ob das Prüfzeichen auf dem Bohrer vorhanden ist
- Bewehrung darf nicht beschädigt oder durchtrennt werden
- Das Bohrmehl ist aus dem Bohrloch zu entfernen
- Bei Fehlbohrungen sind in dem in der Zulassung angegebenen Abstand neue Bohrungen zu erstellen

■ Setzen des Dübels

- Das Bohrloch ist rechtwinkelig zur Betonoberfläche zu bohren
- Die Bohrlochtiefe nach Zulassungsbescheid ist einzuhalten
- Der Dübel ist mit den vorgeschriebenen Setzwerkzeugen (Drehmomentschlüssel, Einschlagwerkzeug) zu montieren
- Die ordnungsgemäße Verankerung ist nach den Angaben des Zulassungsbescheides zu überprüfen (z.B. Probelastung)

■ Kontrolle der Ausführung

- Bei der Herstellung der Dübelverankerung muss der mit der Verankerung von Dübeln betraute Unternehmer oder der von ihm beauftragte fachkundige Vertreter auf der Baustelle anwesend sein. Er hat für die ordnungsgemäße Ausführung der Arbeiten zu sorgen
- Er hat ein Montageprotokoll zu erstellen
- Diese Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre nach Abschluss der Arbeiten aufzubewahren

60 5. Tragverhalten von Dübeln

5.1 Allgemeines

Unter Tragverhalten ist nicht nur die Lasteinleitung in den Untergrund zu verstehen, sondern auch der Widerstand des Verankerungselementes bei Einwirken von äußerer Last (Zug-, Quer-, Schrägzuglast). Biegung darf unberücksichtigt bleiben, wenn für das Verankerungselement folgende Bedingungen eingehalten werden:

- Das anzuschließende Bauteil muss aus Metall bestehen und ohne Zwischenlage im Bereich der Verankerung ganzflächig gegen den Befestigungsgrund verspannt sein.
- Das Anbauteil muss auf seiner ganzen Dicke am Dübel anliegen.
- Das Durchgangsloch im anzuschließenden Bauteil darf die Werte der zulässigen Durchmesser d_f nach [3] und [4] nicht überschreiten (siehe Tabelle 4.1).

5.2 Hinterschnitt- und Metallspreizdübel

5.2.1 Zugbeanspruchung im ungerissenen Beton

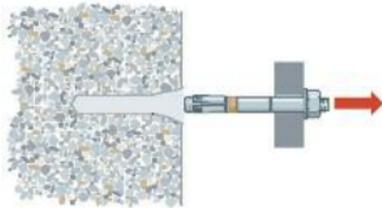
Verankerungssysteme leiten äußere Lasten durch die in Kapitel 4 genannten und beschriebenen Mechanismen in den Verankerungsgrund ein.

Da der Beton hierbei auf Zug beansprucht wird, ist in vielen Fällen das Versagen durch Überschreiten der lokalen Zugfestigkeit des Betons maßgebend. Es entsteht unter Zugbelastung ein kegelförmiger Betonausbruch mit einer Neigung von ca. 35° (Bild 5.1).



Bild 5.1: Betonausbruchkegel eines auf Zug beanspruchten Metallspreizdübels

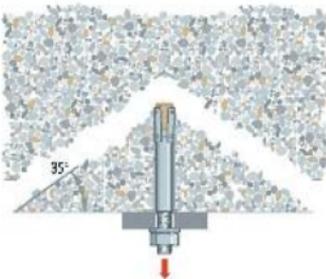
Zusätzlich können die in Bild 5.2 gezeigten Versagensarten auftreten.



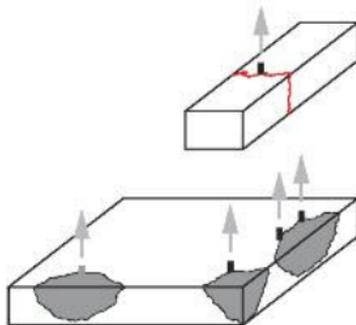
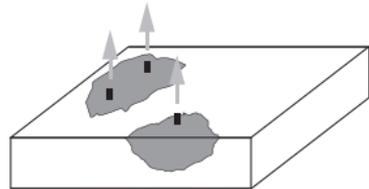
Herausziehen



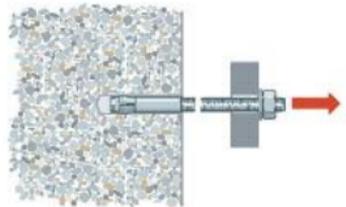
Durchziehen



Betonausbruch



Spalten



Stahlversagen

Bild 5.2: Brucharten bei Zugbeanspruchung

■ Herausziehen

Diese Versagensart tritt auf, wenn die Reibungskräfte zwischen Spreizschale und Bohrlochwandung kleiner als die angreifenden äußeren Zugkräfte sind. Das Verankerungselement wird dabei aus dem Bohrloch gezogen. Es kann vorkommen, dass der oberflächen-nahe Beton während des Herausziehens geschädigt wird.

Bei wegekontrolliert spreizenden Dübeln tritt diese Versagensart nur dann auf, wenn der Konus nicht richtig in die Hülse eingeschlagen ist und deshalb die vorhandene Spreizkraft nicht ausreicht, um den Dübel bis zum Erreichen der Betonausbruchslast in seiner Position zu halten.

Bei drehmomentkontrolliert spreizenden Dübeln kann diese Versagensart ebenfalls auftreten, wenn das Verankerungselement nicht ordnungsgemäß nachspreizt.

Bei Kopfbolzen und Hinterschnittdübeln kann diese Versagensart ebenfalls vorkommen, wenn die mechanische Verzahnung zu gering ist.

■ Durchziehen

Bei drehmomentkontrolliert spreizenden Dübeln kann der Konus bei Belastung durch die Spreizhülse hindurchgezogen werden, wobei die Spreizhülse im Bohrloch verbleibt. Bei einem solchen Versagensbild spricht man von Durchziehen.

■ Betonausbruch

Betonausbruch entsteht, wenn bei zentrischer Zugbelastung des Dübels die örtlich aufnehmbare Zugspannung des Betons überschritten wird. Bei Spreizdübeln ist dies der Fall, wenn die Reibkraft zwischen Bohrlochwand und Spreizhülse größer ist als die aufnehmbare lokale Zugfestigkeit des Betons.

Bei Hinterschnittankern und Kopfbolzen wird diese Versagensart ebenfalls beobachtet, wenn die hinterschnittene Fläche, d.h. die Aufstandsfläche, groß genug ist.

Wegkontrolliert spreizende Dübel versagen aufgrund ihrer im Allgemeinen recht geringen Verankerungstiefe und relativ hoher Spreizkräfte sehr häufig durch Betonausbruch.

■ Spalten

Spalten des Betons kann sowohl bei der Montage als auch unter Belastung auftreten, wenn die Bauteilabmessungen oder die Randbeziehungsweise Achsabstände zu gering sind. Die Mindestabmessungen sind den Zulassungen bzw. den Herstellerunterlagen zu entnehmen.

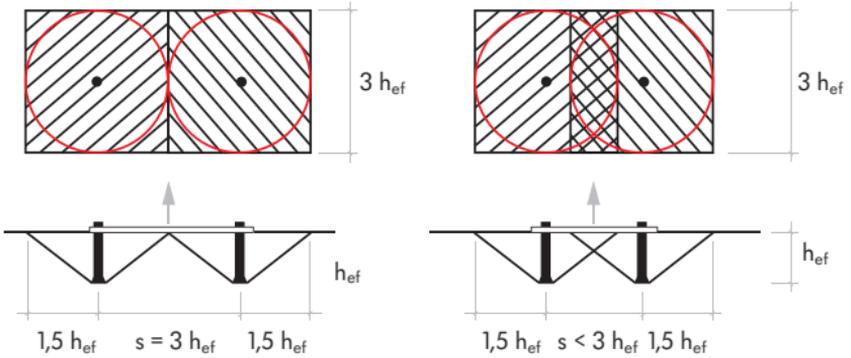
■ Stahlversagen

Der Bruch des Bolzens oder der Schraube eines auf Zug belasteten Ankers wird als Stahlversagen bezeichnet. Die Stahlbruchlast stellt die obere Grenze der erreichbaren Tragfähigkeit dar. Der charakteristische Widerstand ist der Zulassung zu entnehmen.



Bild 5.3: Betonausbruchkegel einer Einfachbefestigung

Nach Versuchen beträgt die Neigung des Bruchkegels bei Betonausbruch ca. 35° , d.h., der Durchmesser des Ausbruchkegels beträgt ca. das 3-Fache der Verankerungstiefe. Dies ergibt einen kritischen Achsabstand von $s = 3 h_{ef}$, bei dem gerade keine Überschneidung der Bruchkegel und damit eine gegenseitige Beeinflussung der Dübel auftritt. Ist der Abstand kleiner als dieser Wert, überschneiden sich die Betonausbruchkörper, und die resultierende Gesamtlast der Gruppe ist kleiner als der größtmögliche Wert (vgl. Bild 5.4). In Bild 5.5 ist die Laststeigerung der Betonausbruchlast einer symmetrischen Vierfachbefestigung mit zunehmendem Achsabstand dargestellt. Bei Achsabständen von $s \geq 3 h_{ef}$ ergibt sich keine weitere Laststeigerung, da vier einzelne Betonausbruchkegel entstehen.



a) mit großem Achsabstand

b) mit kleinem Achsabstand

Bild 5.4: Einfluss des Achsabstandes auf die Form des Betonausbruchkörpers (nach [7])

Betonausbruchlast (Gruppe mit vier Dübeln)/Betonausbruchlast (Einzeldübel)

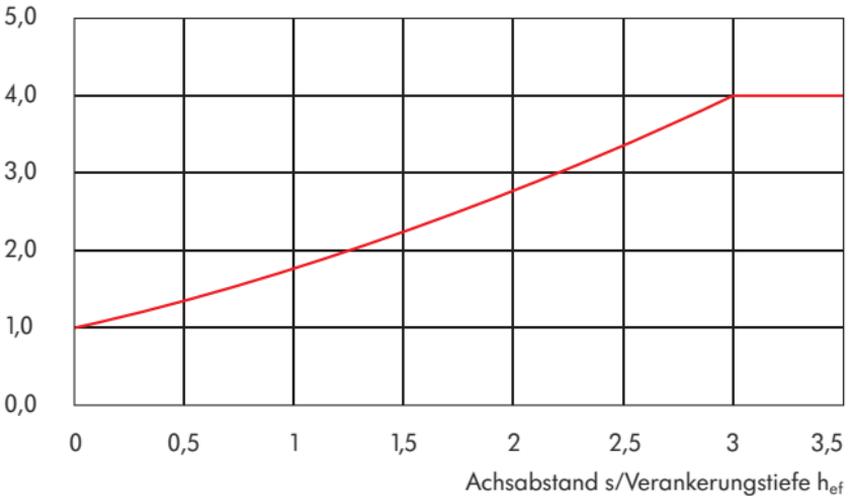


Bild 5.5: Betonausbruchlast einer Vierfachbefestigung, bezogen auf die Last einer Einzelbefestigung in Abhängigkeit vom Achsabstand

66 Tragverhalten von Dübeln

Wird ein Verankerungselement mit einem geringeren Wert als dem kritischen Randabstand $c = 1,5 h_{ef}$ an einen Bauteilrand gesetzt, reduziert sich die Höchstlast der Verankerung ebenfalls. Die Größe des möglichen Betonausbruchkegels nimmt gegenüber dem Betonausbruchkegel in der Bauteilfläche ab (Bild 5.6), da sich auch hier der rotationssymmetrische (kreisförmige) Spannungszustand wegen des Rands nicht voll ausbilden kann.

Je größer die Beeinflussung durch Ränder ist, desto größer ist diese Abnahme gegenüber der Höchstlast eines „ungestörten“ Dübels. Die Höhe der Lastabnahme in Abhängigkeit vom Randabstand zeigen Bild 5.7a) (Bauteilrand) und Bild 5.7b) (Bauteilecke).

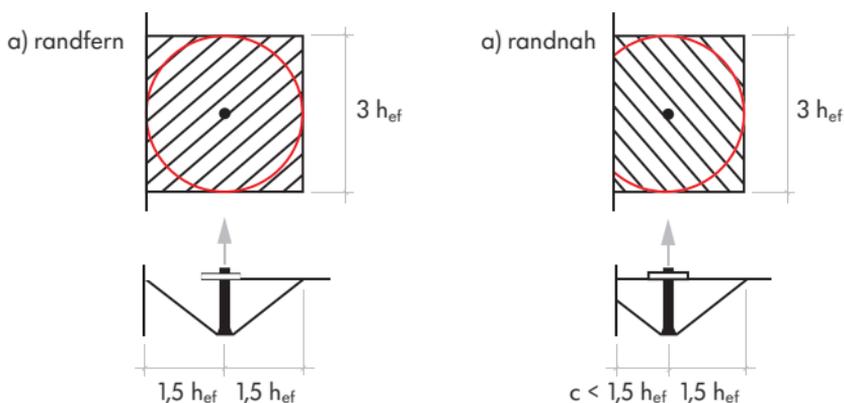
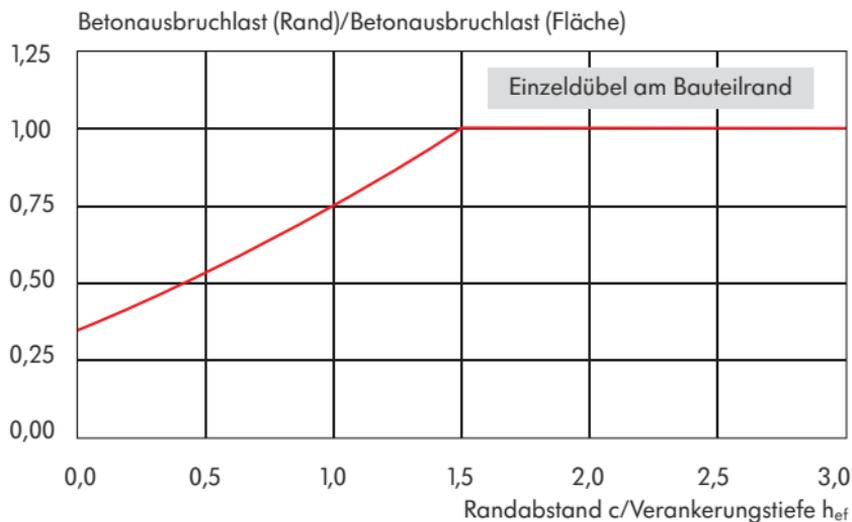
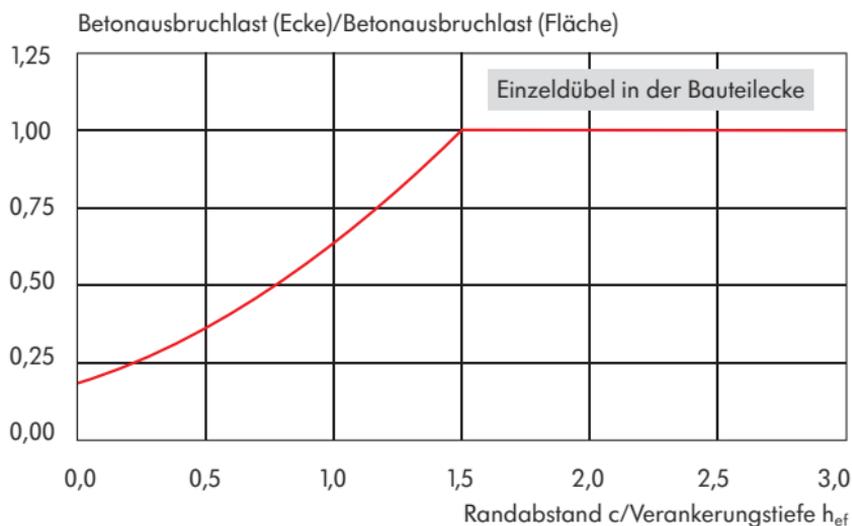


Bild 5.6: Einfluss des Randabstandes auf die Form des Betonausbruchkörpers (nach [7])



a) Einfluss des Randabstandes (Bauteilrand)

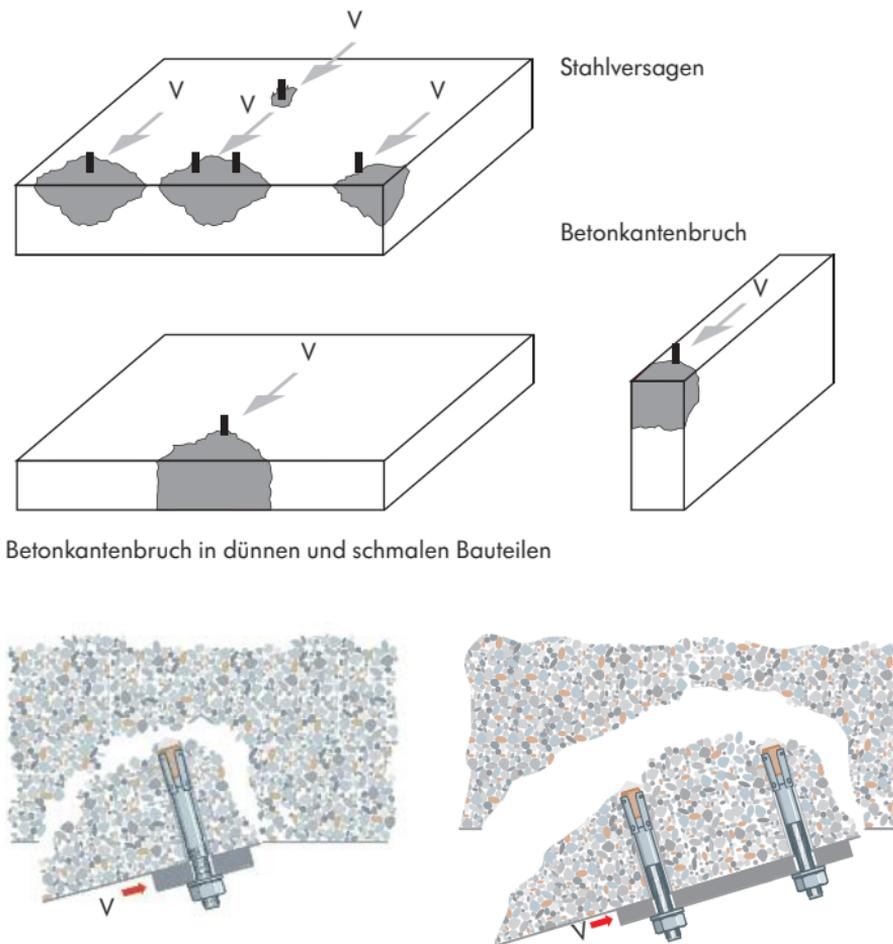


b) Einfluss des Randabstandes (Bauteilecke)

Bild 5.7: Betonausbruchlast einer Einzelbefestigung a) am Bauteilrand und b) in der Bauteilecke, bezogen auf die Last einer Einzelbefestigung in der Bauteilfläche in Abhängigkeit vom Randabstand

5.2.2 Querbeanspruchung im ungerissenen Beton

Die möglichen Versagensarten von querbeanspruchten Befestigungen sind in Bild 5.8 gezeigt.



Betonkantenbruch in dünnen und schmalen Bauteilen

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite (Pryout)

Bild 5.8: Versagensarten bei Querbeanspruchung

■ Stahlversagen

Stahlversagen tritt unter Querbelastung bei Verankerungen mit großen Randabständen auf. Dabei wird kurz vor Erreichen der Höchstlast meist eine muschelförmige Abplattung des oberflächennahen Betons beobachtet. Die Tiefe der Muschel unmittelbar vor dem Dübel entspricht etwa dem Dübeldurchmesser.

■ Betonkantenbruch

Ist eine Verankerung nahe eines Rands oder in einer Bauteilecke und wirkt die Querkraft in Richtung der Bauteilkante, so kann es zur Versagensart Betonkantenbruch kommen.

■ Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

Diese Versagensart tritt bei querbelasteten Verankerungselementen mit geringer Setztiefe auf, die in der Fläche verankert sind. Bei Gruppenbefestigungen entsteht ein gemeinsamer Ausbruchkörper.

Das Durchgangsloch im anzuschließenden Bauteil darf die Werte der zulässigen Durchmesser d_f (nach Tabelle 4.1) nicht überschreiten.

Eine auf alle Dübel gleichmäßig verteilte Querlast, wie in Bild 5.9 dargestellt, tritt in der Praxis im Allgemeinen nicht auf. Die Verteilung der Querlast hängt ab von

- der Größe des Lochspiels,
- der Lage der Dübel in den Löchern
(mit oder ohne Kontakt zum Anbauteil) und
- vom Verformungsverhalten der Dübel.

Die reale Lastverteilung ist rechnerisch nur schwierig zu ermitteln. Deshalb wird für randnahe querbelastete Befestigungen nach [4] angenommen, dass die gesamte Querkraft bei Zweiergruppen mit in Lastrichtung hintereinander liegenden Dübeln nur von einem und bei Vierergruppen von zwei Dübeln aufgenommen wird (Bild 5.10).

70 Tragverhalten von Dübeln

Greift bei einer Zweiergruppe die Querlast senkrecht zur Verbindungslinie der beiden Dübel an und kann sich die Ankerplatte verdrehen, dann beteiligen sich beide Dübel an der Querlastaufnahme. Kann sich die Ankerplatte nicht verdrehen, dann nimmt der am Anbauteil anliegende Dübel die gesamte Querlast auf. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Anbaukonstruktion das entstehende Versatzmoment aufnehmen kann.

Nach [3] darf bei zu großem Durchgangsloch im Anbauteil davon ausgegangen werden, dass sich alle Dübel an der Lastaufnahme beteiligen (Bild 5.11). Allerdings ist zu berücksichtigen, dass alle Dübel durch die Querlast zusätzlich auf Biegung beansprucht werden. Dies führt zu einer wesentlichen Reduzierung der aufnehmbaren Last.

Durch entsprechende Anordnung von Langlöchern lässt sich die Lastübertragung auf Dübel gezielt steuern (Bild 5.12).

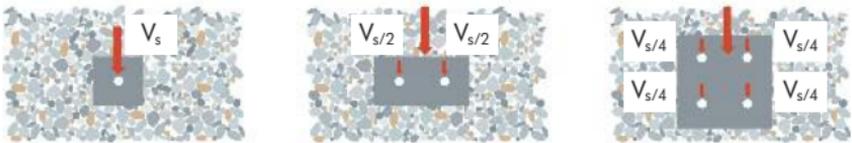


Bild 5.9: Beispiele für die Verteilung der Last, wenn alle Dübel Querlasten aufnehmen

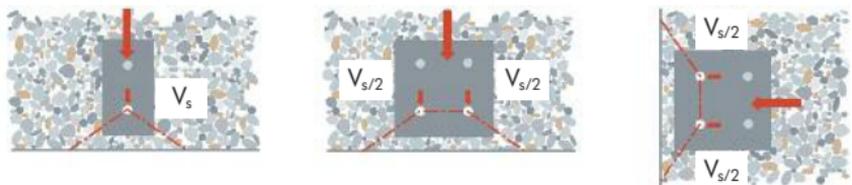


Bild 5.10: Beispiele für die Verteilung der Last bei Verankerungen nahe am Bauteilrand

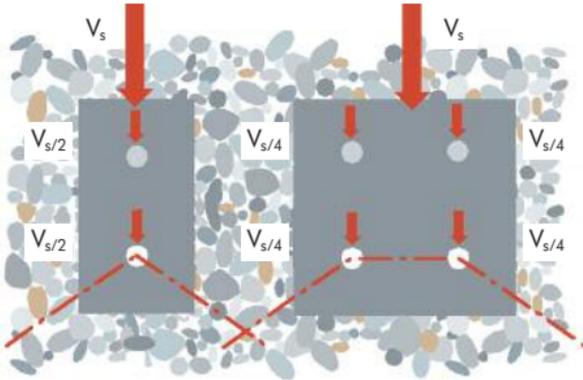


Bild 5.11: Beispiele für die Verteilung der Last, wenn der Lochdurchmesser größer ist als der in [3] und [4] angegebene Wert (Bemessung auf Biegung)

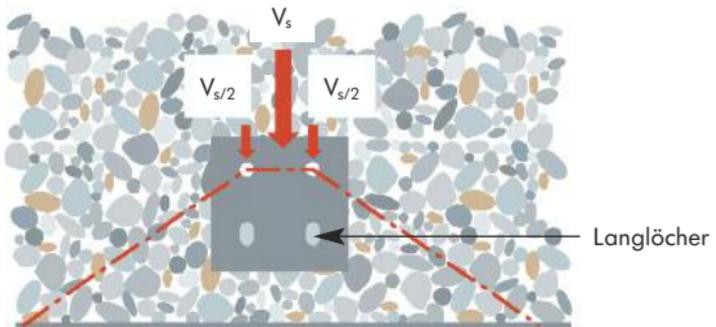
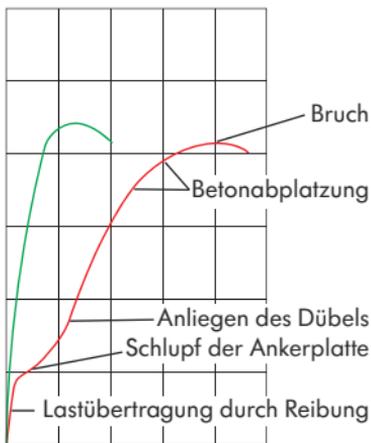


Bild 5.12: Beispiel für die Verteilung der Last bei einer Verankerung mit Langlöchern

72 Tragverhalten von Dübeln

Bild 5.13 zeigt eine typische Last-Verschiebungskurve einer gegen den Verankerungsgrund vorgespannten und durch eine Querlast beanspruchten Dübelverbindung mit großem Randabstand. Die Querlast wird nach Überwindung der Reibung zwischen Ankerplatte und Beton und Überbrückung des Lochspiels des Dübels im Durchgangsloch der Ankerplatte an die lastabgewandte Seite des Bohrloches übertragen. Mit zunehmender Querlast wachsen die Leibungspressungen im Bereich

Last F



Verschiebung in Lastrichtung

■ Querzug ■ zentrischer Zug



Bild 5.13

a) Typische Lastverschiebungslinien von Dübeln unter Zug- und Querbeanspruchung [6]

b) Bruchbild eines randfernen Dübels nach Querbeanspruchung [8]

des Bohrlochmundes an und es kommt zu muschelförmigen Betonabplatzungen vor dem Dübel. Bei weiterer Laststeigerung und ausreichend großem Randabstand schert der Dübel ab. Zum Vergleich ist das Last-Verschiebungsverhalten unter Zug eingetragen.

Randnahe Befestigungen können vor Erreichen der Stahltragfähigkeit durch Bruch des Betons versagen.



Bild 5.14: Betonbruch eines randnahen Dübels unter Querbeanspruchung zum Rand [9]

5.2.3 Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung im ungerissenen Beton

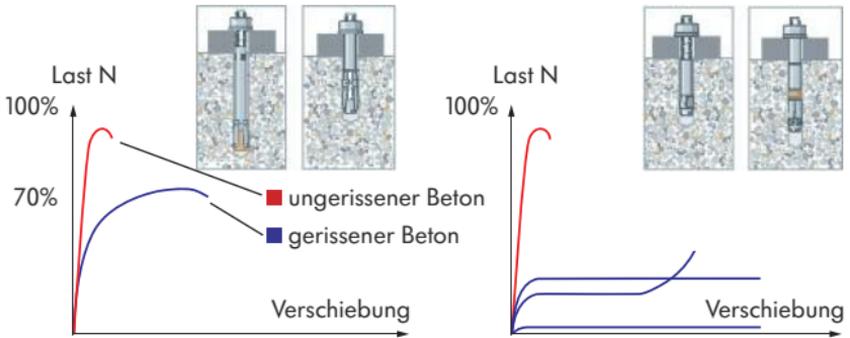
Das Tragverhalten von Befestigungen unter einer kombinierten Zug- und Querbeanspruchung liegt zwischen dem Verhalten bei zentrischem Zug und Querbeanspruchung. Sie wird durch den Winkel der angreifenden Last beeinflusst. Unter Schrägzugbeanspruchung treten dieselben Versagensarten wie unter Zug- bzw. Querbeanspruchung auf. Folgende Versagenskombinationen a) bis d) können auftreten:

	Zuglast	Querlast
a)	Stahlbruch	Stahlbruch
b)	Betonbruch	Stahlbruch
c)	Betonbruch	Betonbruch
d)	Stahlbruch	Betonbruch

5.2.4 Zugbeanspruchung im gerissenen Beton

Hinterschnittsysteme funktionieren gut in Rissen, während Metallspreiz- und Verbunddübel speziell dafür ausgelegt sein müssen. So treten bei Hinterschnittdübeln um ca. 30% geringere Betonausbruchlasten und etwas größere Verschiebungen mit zunehmender Last auf.

Das Last-Verschiebungsverhalten von riss-tauglichen und nicht riss-tauglichen drehmomentkontrolliert spreizenden Dübeln wird durch das Nachspreizverhalten bestimmt. Riss-taugliche Spreizdübel weisen ein ähnliches Last-Verschiebungsverhalten wie Hinterschnittdübel auf (Bild 5.15a). Sie funktionieren, weil sich der Konus mit zunehmender Rissbreite in die Spreizelemente einzieht (Nachspreizen). Nicht riss-taugliche Spreizdübel versagen bei gegenüber Betonausbruch deutlich geringeren Lasten. Ein Nachspreizen erfolgt meist nicht, und der Dübel weist bereits bei sehr geringen Lasten große Verschiebungen auf (Bild 5.15b).



a) für Verankerungen im ungerissenen und gerissenen Beton geeigneter Dübel

b) für Verankerungen im ungerissenen Beton geeigneter Dübel und im gerissenen Beton nicht geeigneter Dübel (Nachspreizschwierigkeiten)

Bild 5.15: Schematische Last-Verschiebungskurven von drehmoment-kontrolliert spreizenden Dübeln in ungerissenem und gerissenen Beton bei zentrischer Zugbeanspruchung [8]

Dieses fehlende Nachspreizverhalten tritt generell bei wegkontrolliert spreizenden Dübeln auf. Werden die Einschlagdübel voll verspreizt, ergeben sich flachere Last-Verschiebungsverläufe und deutliche Lastabnahmen gegenüber ungerissenem Beton. Diese Tendenz ist noch stärker bei unvollständig verspreizten Einschlagdübeln.



Bild 5.16: Schematische Last-Verschiebungskurven von Einschlagdübeln im ungerissenen und gerissenen Beton [8]

76 Tragverhalten von Dübeln

Im gerissenen Beton nimmt die Tragfähigkeit aller Verankerungssysteme gegenüber den im ungerissenen Beton erzielbaren Werten ab. Die Abnahme der Höchstlasten bei Rissbreiten von ca. 0,3 mm beträgt mindestens 30% bei risstauglichen Systemen und kann bei nicht risstauglichen Systemen eine Abnahme von 90% und mehr erreichen. Diese Reduktion hängt bei drehmomentkontrolliert spreizenden Verankerungssystemen wesentlich vom Nachspreizverhalten des jeweiligen Verankerungselementes ab.

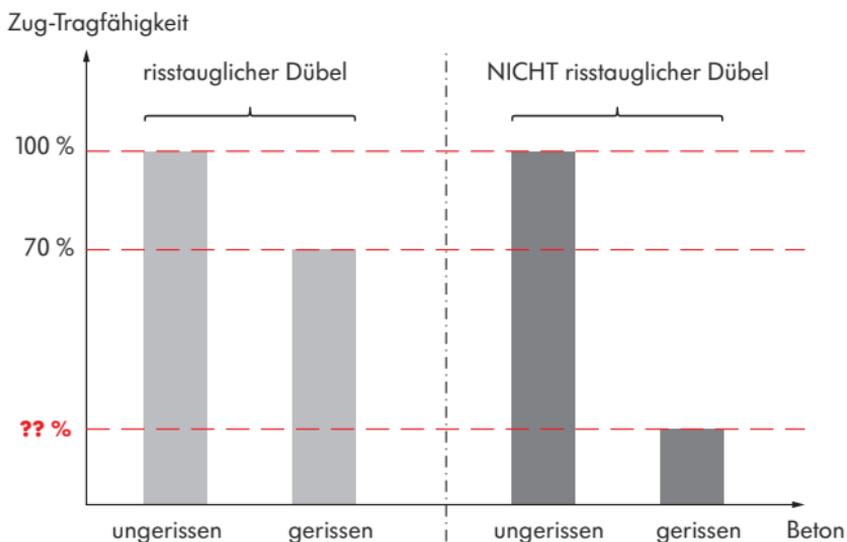


Bild 5.17: Tragfähigkeit von Verankerungen im ungerissenen/gerissenen Beton

Daher sind nicht risstaugliche Dübel als Einzelbefestigung im gerissenen Beton nicht zugelassen. Allerdings dürfen einige dieser Dübel, die bei Verankerungen in geringen Rissbreiten noch funktionieren, als redundante Befestigungen (Mehrfachbefestigungen) wie beispielsweise Deckenabhängiger oder Fassadenbefestigungen eingesetzt werden.

5.3 Schraubanker

5.3.1 Setzen in Beton

In der täglichen Praxis werden Schraubanker in der Regel mit elektrischen Tangential-Schlagschraubern eingedreht (Bild 5.18). Schraubanker können aber auch mit einer Umschaltknarre oder einem Drehmomentschlüssel gesetzt werden.



Bild 5.18: Montage eines Schraubankers mit einem Schlag-schrauber [10]

Der Schraubanker ist dann korrekt montiert, wenn das Anbauteil gegen den Betonuntergrund angepresst wird und kein leichtes Weiterdrehen möglich ist. Wird das Drehmoment weiter gesteigert, erfolgt ein plötzliches Abdrehen des Schraubankers (Stahlversagen). Bei Verwendung einer geringeren Setztiefe, als in der jeweiligen Zulassung bzw. in den Herstellerunterlagen angegeben oder bei Schraubankern mit großen Kerndurchmessern kann auch ein Abscheren der in den Beton geschnittenen Gewindegänge auftreten.

Aus diesem Grund darf das vom Hersteller angegebene Drehmoment nicht überschritten werden. Bei der Montage mit einem Schlagschrauber ist von einer korrekten Montage auszugehen, wenn der Schraubankerkopf auf dem Anbauteil aufliegt, dieses gegen den Untergrund gepresst wird und kein Weiterdrehen des Steckschlüssels mehr beobachtet werden kann. Der Schlagschrauber ist dann abzuschalten und vom Schraubankerkopf zu entfernen.

Bei der Montage ist weiter zu beachten, dass Schraubanker nur einmal verwendet werden dürfen, da die Schärfe des Schneidgewindes bei mehrfacher Nutzung abnimmt und das Schneidgewinde nur für einen einmaligen Einsatz ausgelegt ist. Dies führt bei einer Mehrfachverwendung dazu, dass das Gewinde nicht mehr korrekt in den Beton eingeschnitten wird und die volle Belastung nicht mehr in den Untergrund übertragen werden kann.

Des Weiteren ist es nach Aussage des DIBt [11] nicht zulässig, einen Schraubanker zweimal in dasselbe Bohrloch einzudrehen, da dies zum Einschneiden eines zweiten Gewindegangs führen kann und somit die übertragbare Last stark herabgesetzt würde.

Das Schneideneckmaß des verwendeten Bohrers beeinflusst ebenfalls das zum Eindrehen des Schraubankers notwendige Drehmoment. Die maximal zulässigen Grenzen sind in der jeweiligen Zulassung geregelt. Für Schraubanker mit einem Bohrerenddurchmesser von z.B. $d_0 = 10$ mm darf gemäß der Zulassung ein Bohrer mit einem maximalen Schneideneckmaß von $d_{\text{cut}} = 10,45$ mm verwendet werden. Stark abgenutzte Bohrer erschweren das Setzen, da nach Bild 5.19 die Eindrehmomente bei Verwendung eines stark abgenutzten Bohrers ($d_{\text{cut}} = 10,0$ mm) deutlich höher sind als bei Verwendung eines neuen Bohrers ($d_{\text{cut}} = 10,3$ mm).

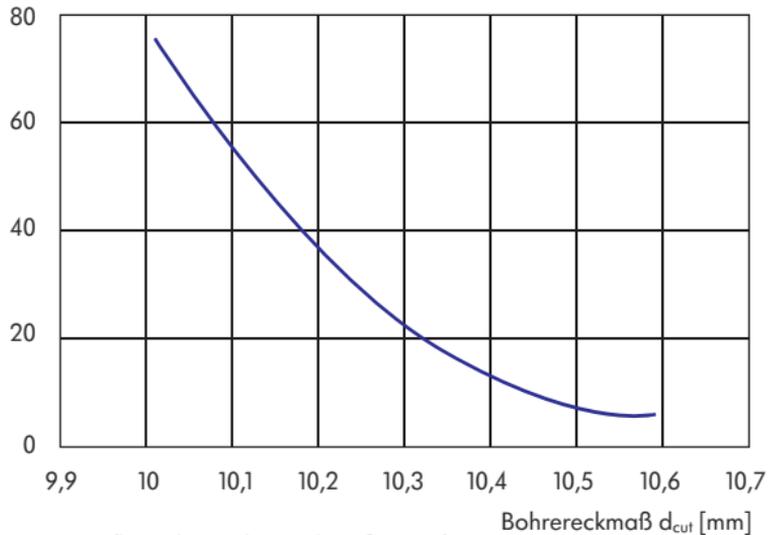
Eindrehmoment T_E [Nm]

Bild 5.19: Einfluss des Bohrereckmaßes auf das Eindrehmoment in Beton [5]

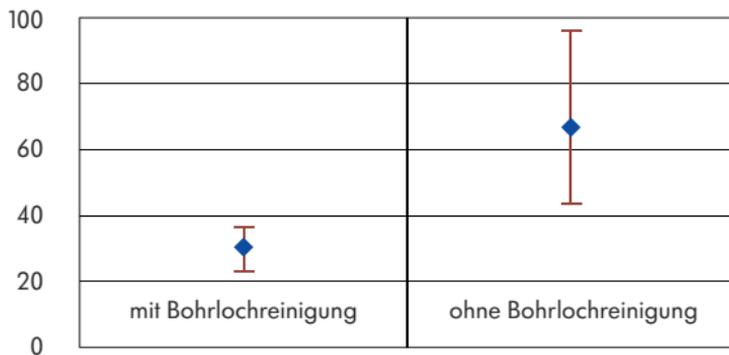
Eindrehmoment T_E [Nm]

Bild 5.20: Einfluss der Bohrlochreinigung auf das Eindrehmoment T_E von Schraubankern in Beton [5]

Das Eindrehmoment steigt auch bei nicht gereinigtem Bohrloch deutlich an (Bild 5.20). Das Bohrmehl wird zwischen Bohrlochwandung und Schraubankerkern verpresst. Wird das Bohrloch nicht gereinigt, besteht außerdem die Gefahr, dass der Schraubanker nicht vollständig in das Bohrloch eingedreht (Bohrlochtiefe wird durch das im Bohrloch vorhandene Bohrmehl reduziert) und somit das Anbauteil nicht gegen den Untergrund angepresst wird.

5.3.2 Zugbeanspruchung im ungerissenen Beton

Bei Schraubankern treten in Regelfall ähnliche Versagensarten wie bei Bolzen- oder Hinterschnittankern auf. Bei einer geringen Verankerungstiefe und einem vollständigen Gewinde über die gesamte Verankerungstiefe tritt Betonversagen über die gesamte Setztiefe auf (Bild 5.21a). Bei größerer Setztiefe reduziert sich die Tiefe des Betonausbruches, und es tritt eine Kombination aus Betonausbruch und Herausziehen auf (Bild 5.21b).

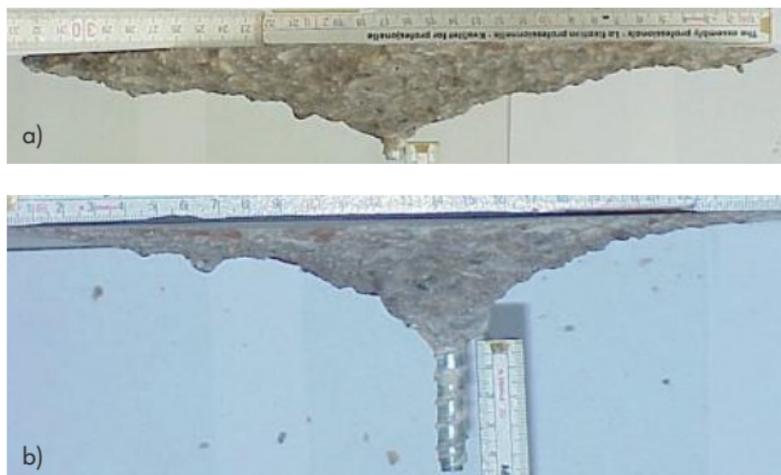


Bild 5.21: Betonausbruch bei geringer Verankerungstiefe

a) $h_{nom} = 50 \text{ mm}$ und b) $h_{nom} = 90 \text{ mm}$ [2]

5.3.3 Querbeanspruchung im ungerissenen Beton

Unter Querlast versagen Schraubanker wie Metallspreiz- und Hinterschnittdübel.

5.3.4 Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung im ungerissenen Beton

Das Tragverhalten von Schraubankern im ungerissenen Beton unter einer kombinierten Zug- und Querbeanspruchung entspricht demjenigen von Metallspreiz- bzw. Hinterschnittdübeln.

5.3.5 Zugbeanspruchung im gerissenen Beton

Werden Schraubanker im gerissenen Beton eingesetzt, wird durch den Riss im Beton die Hinterschnittfläche im Vergleich zum ungerissenen Beton reduziert. Dadurch wird, wie in Kapitel 5.2.4 beschrieben, für risstaugliche Metallspreiz- und Hinterschnittdübel die mittlere Höchstlast bei Rissbreiten von ca. 0,3 mm um ca. 30 % reduziert, und die Steifigkeit des Systems nimmt ab [5]. Das Lastverschiebungsverhalten entspricht dem in Bild 5.15a schematisch dargestellten Verhalten.

5.4 Verbunddübel

5.4.1 Zugbeanspruchung im ungerissenen Beton

Bild 5.22 zeigt typische Bruchbilder von Einzeldübeln unter Zuglast. Bei kleiner Verankerungstiefe ($h_{ef} \approx 3 d$ bis $5 d$) entsteht ein vom Ende der Verankerungstiefe ausgehender kegelförmiger Betonausbruch (Bild 5.22a). Bei größeren Verankerungstiefen wird meistens ein kombiniertes Versagen beobachtet. Am Bohrlochmund entsteht ein Ausbruchkegel mit einer Tiefe von ca. $2 d$ bis $3 d$. Auf der restlichen Länge versagt der Verbund. Das Verbundversagen kann an der Grenzfläche zwischen Beton und Mörtel (Bild 5.22b), an der Grenzfläche zwischen Mörtel und Ankerstange (Bild 5.22c) oder als Misch-

82 Tragverhalten von Dübeln

versagen mit Bruch zwischen Beton und Mörtel im oberen und zwischen Mörtel und Ankerstange im unteren Bereich auftreten (Bild 5.22d). Bei großen Verankerungstiefen ist der Verbund so tragfähig, dass die Ankerstange versagt (Bild 5.22e). Bei Dübelgruppen mit engem Abstand kommt es zu einem gemeinsamen Betonausbruch, und bei Befestigungen nahe am Rand oder in einer Ecke kann Betonkantenbruch oder Spalten des Betons auftreten.

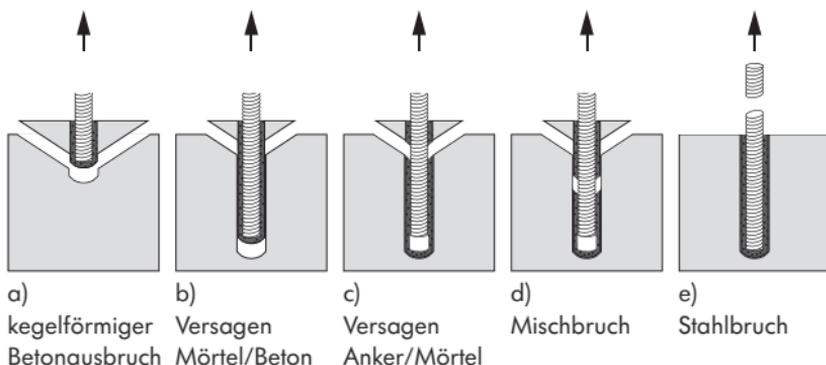


Bild 5.22: Versagensarten von Verbunddübeln unter Zuglast [12]

Die Verbundfestigkeiten hängen wesentlich von der Art des Mörtels ab. Die Verbundfestigkeit ist produktabhängig, und der für ein Produkt ermittelte Wert kann nicht auf andere Produkte übertragen werden. Nach [12] ist die Verbundfestigkeit für die meisten Produkte unabhängig vom Durchmesser der Ankerstange. Allerdings können einzelne Produkte bei bestimmten Durchmessern auch deutlich niedrigere Festigkeiten aufweisen [13].

Der Einfluss der Betondruckfestigkeit auf die Verbundfestigkeit ist ebenfalls produktabhängig. Er ist im Allgemeinen gering. In der Regel kann die in einem Beton der Festigkeit $f_{ck,cube} \approx 25 \text{ N/mm}^2$ ermittelte Verbundfestigkeit für Betone bis zur Festigkeitsklasse C50/60 ange-

wendet werden. Bei Verwendung von Verbunddübeln in Beton noch höherer Festigkeit kann die Verbundfestigkeit wegen der sehr glatten Bohrlochwandung absinken.

Die angegebenen Verbundfestigkeiten gelten für trockenen Beton und mit Hammerbohrern erstellte Bohrlöcher, die bei geeigneter Raumtemperatur gebohrt und durch Ausbürsten und Ausblasen sorgfältig gereinigt wurden und deren Montage gemäß der Montageanleitung des Herstellers erfolgte.

Wird bei Patronensystemen, die nach der Montageanleitung schlagend/drehend gesetzt werden müssen, die Ankerstange nur eingeschlagen, wird der Mörtel nicht ausreichend gemischt und härtet daher nicht vollständig aus. Daraus können sich sehr niedrige Herausziehlasten ergeben.

Unabhängig von der Setzrichtung der Dübel (vertikal nach unten, vertikal nach oben, horizontal) verbleibt bei nicht sorgfältig gereinigten Bohrlöchern Bohrmehl an der Bohrlochwand. Je nach Verbunddübel-system kann sich die Bohrlochreinigung gering oder deutlich auf das Last-Verschiebungsverhalten und die Höchstlasten auswirken. Zu den weniger empfindlichen Arten gehören in der Regel Patronensysteme, bei denen die Ankerstange mit dem Bohrhammer drehend und schlagend eingetrieben wird, weil der Bohrstaub durch die Zuschlagstoffe von der Bohrlochwand abgerieben und in den Mörtel eingemischt wird. Die Traglastabminderung ist in der Regel $\leq 20\%$.

Bei Injektionssystemen hängt die Abnahme der Traglast bei fehlender Bohrlochreinigung von der Art des Harzes bzw. dessen Klebewirkung ab. Die Reduzierung der Tragfähigkeit ist produktabhängig und kann bis zu 60% betragen [14] (Bild 5.23). Wichtig ist, dass bei Injektionssystemen das Bohrloch mit einer geeigneten Bürste gereinigt wird, weil allein durch Ausblasen mit einer üblichen Handpumpe das Bohrmehl nicht ausreichend von der Bohrlochwand entfernt wird.

84 Tragverhalten von Dübeln

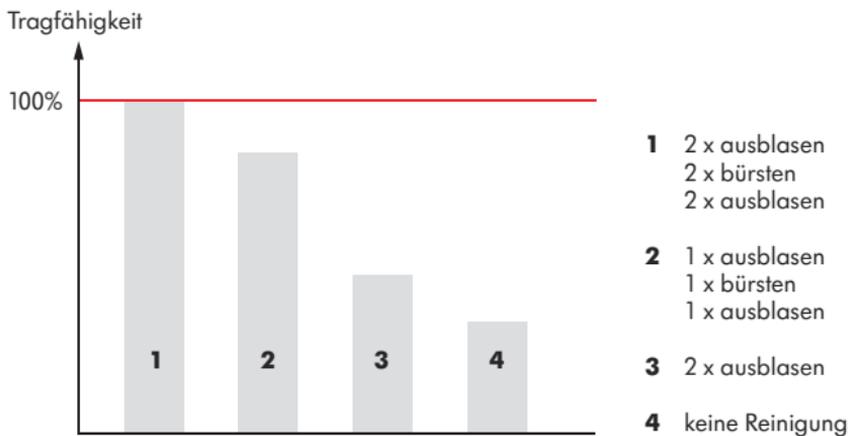


Bild 5.23: Einfluss der Reinigungsintensität auf die Höchstlasten von Injektionsdübeln M12 in trockenem Beton (nach [14])



Bild 5.24: Schlechte Bohrlochreinigung bei Injektionsdübeln [13]

Bei durchfeuchtetem Beton ist eine effektive Bohrlochreinigung besonders schwierig, weil das Bohrmehl fest an der Bohrlochwandung haftet. Weiterhin kann sich je nach Mörtelart das sich an der Bohrlochwand befindende Wasser ungünstig auf das Verbundverhalten auswirken. In nassem Beton hängt das Tragverhalten zudem vom verwendeten Harzsystem ab.

Bei Patronensystemen auf der Basis von ungesättigten Polyesterharzen und von styrolhaltigen Vinylesterharzen ist die Abminderung der

Herausziehlast bei nassem Beton mit $\leq 20\%$ relativ gering. Bei anderen Harzsystemen wie z.B. styrolfreien Vinylesterharzen oder Epoxidharzen kann die Abnahme der Höchstlast deutlich größer ausfallen. Diese Abnahme der Höchstlast wird durch eine nicht ausreichende Bohrlochreinigung bei Injektionssystemen je nach Harztyp noch verstärkt.

Wenn das Bohrloch zwar sorgfältig gereinigt, jedoch wassergefüllt ist, nimmt die Verbundfestigkeit ebenfalls ab. Es ergeben sich dann in etwa gleich hohe Verbundfestigkeiten wie bei einer Verankerung in durchfeuchtetem Beton mit gut gereinigtem Bohrloch.

Die Verbundfestigkeit nimmt mit zunehmender Temperatur ab. Das Verhalten ist produktabhängig. Die Verbundfestigkeit beträgt bei Verbunddübeln auf der Basis eines ungesättigten Polyesterharzes bei 80°C noch etwa das 0,7-Fache des für 20°C geltenden Wertes. Bei höheren Temperaturen fällt sie sehr schnell ab, weil die Glasübergangstemperatur erreicht wird. Bei Mörteln auf Basis eines Vinylesters beträgt die Verbundfestigkeit bei 80°C ebenfalls ca. 70% des für 20°C geltenden Wertes. Mit zunehmender Temperatur sinkt sie ebenfalls ab, allerdings in geringerem Maße als bei Polyesterharzen. Bei Verbunddübeln auf der Basis von Epoxidharzen wird die Verbundfestigkeit mit zunehmender Temperatur meist stärker abgemindert, als oben erläutert. Allerdings ist ein deutlicher Einfluss der Harzformulierung vorhanden.

5.4.2 Querbeanspruchung im ungerissenen Beton

Unter Querlast versagen Verbunddübel wie Metallspreiz- und Hinterschnittdübel.

5.4.3 Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung im ungerissenen Beton

Das Tragverhalten von Verbunddübeln im ungerissenen Beton unter einer kombinierten Zug- und Querbeanspruchung entspricht demjenigen von Metallspreiz- bzw. Hinterschnittdübeln.

5.4.4 Zugbeanspruchung im gerissenen Beton

Verbunddübel versagen je nach Verankerungstiefe, Beton- und Stahlfestigkeit im gerissenen Beton durch Stahlbruch oder Herausziehen. Bei Herausziehen versagt in der Regel der Verbund zwischen Mörtel und Bohrlochwand, in Einzelfällen auch zwischen Mörtel und Ankerstange. Bei Befestigungen mit geringem Randabstand und/oder geringen Bauteildicken kann auch Spalten auftreten. Betonausbruch wird in der Regel nicht beobachtet.

Bild 5.25 zeigt schematisch Last-Verschiebungskurven von Verbunddübeln im gerissenen und ungerissenen Beton. Die Steifigkeit der Dübel ist wie bei anderen Befestigungsmitteln im gerissenen Beton geringer als im ungerissenen. Nach Überwindung des Verbundes zwischen Mörtel und Bohrlochwand wird der Dübel mit Mörtelpfropfen herausgezogen, wobei noch eine Laststeigerung möglich ist (mittlere Kurve in Bild 5.25). Dies ist auf die Reibung des Mörtelpfropfens im

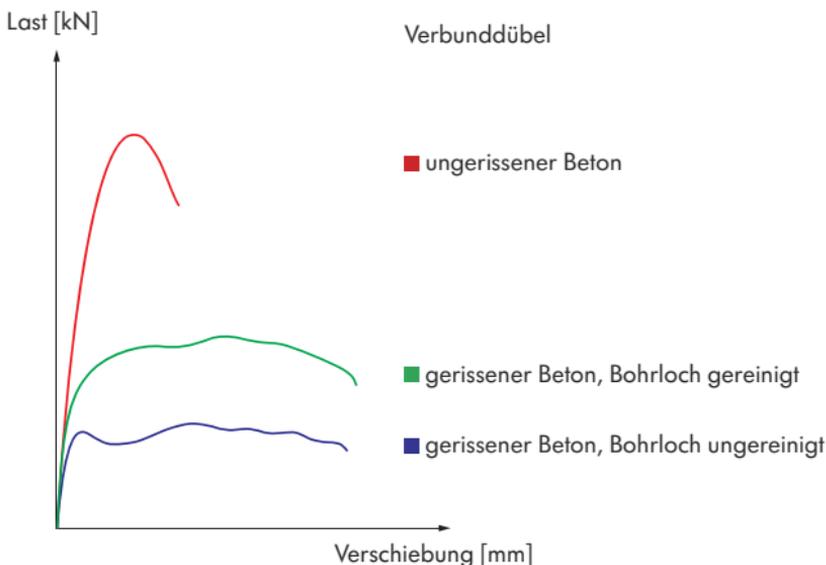


Bild 5.25: Last-Verschiebungskurven von Verbunddübeln im ungerissenen und gerissenen Beton (schematisch) [15]

wellig verlaufenden Bohrloch zurückzuführen. Da die Reibung von zufälligen Unebenheiten der Bohrlochwand abhängt, streut sie stark, und es können sich daher nach Überwindung des Verbundes sehr unregelmäßig verlaufende Last-Verschiebungskurven ergeben.

Wird das Bohrloch nicht sorgfältig von Bohrstaub gereinigt, sinkt die Höchstlast weiter ab (untere Kurve in Bild 5.25). Der Einfluss der Bohrlochreinigung auf die Herausziehlast hängt vom Produkt ab und ist im gerissenen Beton eher größer als im ungerissenen [16].

Sind Verbunddübel in Rissen verankert und durch eine konstante Zuglast beansprucht, nehmen die Verschiebungen bei Änderungen der Breite der Risse im Verankerungsgrund zu. Ist die konstante Zuglast deutlich kleiner als die Last bei Überwindung des Verbundes zwischen Mörtel und Bohrlochwand, dann ist nur eine geringe Verschiebungszunahme zu erwarten. Ist die Last höher, dann tritt nach wenigen Rissöffnungen Herausziehen des Dübels auf.

Wegen der hohen Zugfestigkeit des Verbundmörtels verläuft der Riss zwischen Bohrlochwand und Mörtel. Dadurch wird der Verbund zwischen Mörtel und Bohrlochwand auf einer Seite zerstört (Bild 5.26). Nimmt man den in Bild 5.26 dargestellten Rissverlauf über die gesamte Verankerungstiefe an, dann beträgt die Höchstlast bei Überwindung des Verbundes auf der intakten Seite theoretisch 50% der Höchstlast im ungerissenen Beton.

Die Herausziehlasten im gerissenen Beton sind wesentlich niedriger als im ungerissenen. Bei einer Rissbreite $w = 0,3$ mm betragen sie zwischen ca. 25% und 80%, im Mittel ca. 50% der Werte im ungerissenen Beton.

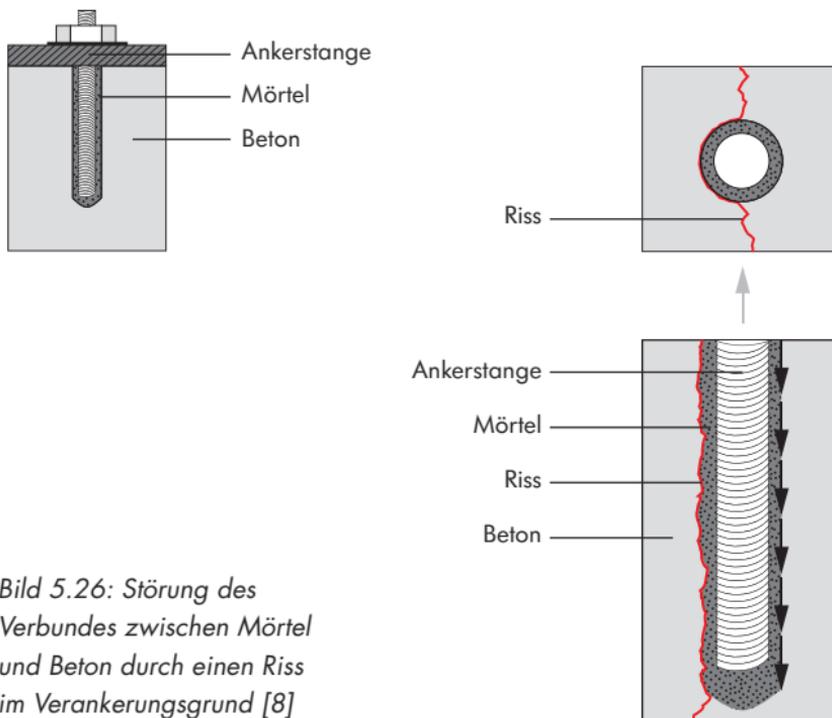


Bild 5.26: Störung des Verbundes zwischen Mörtel und Beton durch einen Riss im Verankerungsgrund [8]

5.4.5 Querbeanspruchung im gerissenen Beton

Risse haben im Allgemeinen nur einen geringen Einfluss auf die Steifigkeit von querbelasteten Verbunddübeln. Bei großem Randabstand und ausreichender Verankerungstiefe tritt Stahlversagen auf, wobei die Höchstlast nur wenig durch Risse beeinflusst wird. Bei randnahen Verankerungen tritt Betonkantenbruch auf.

5.4.6 Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung im gerissenen Beton

Bei Verbunddübeln stimmt das im gerissenen Beton beobachtete Last-Verschiebungsverhalten prinzipiell mit dem im ungerissenen Beton überein.

5.5 Risstaugliche Verbunddübel

5.5.1 Ungerissener Beton

Im ungerissenen Beton unterscheiden sich der Tragmechanismus, das Last-Verschiebungsverhalten und die Versagensarten von zugbeanspruchten Verbund-Spreizdübeln nicht wesentlich vom Verhalten üblicher Verbunddübel. Dabei wirkt sich die Spreizwirkung günstig aus. Die Bohrlochreinigung beeinflusst das Tragverhalten relativ wenig, weil die Dübel nach Überwindung des Verbundes zwischen Mörtel und Bohrlochwand als Spreizdübel funktionieren. Das Tragverhalten unter Temperatur, Dauerlasten sowie Umwelteinflüssen entspricht dem üblicher Verbunddübel (vgl. Kapitel 5.4.1).

Unter Querlasten verhalten sich Verbund-Spreizdübel wie Metallspreizdübel.

5.5.2 Gerissener Beton

Bild 5.27 zeigt Last-Verschiebungskurven von nicht vorgespannten zugbeanspruchten Verbund-Spreizdübeln im ungerissenen und gerissenen Beton. Wie bei risstauglichen Spreizdübeln nehmen Steifigkeit und Höchstlast im gerissenen Beton ab.

Bei Verbund-Spreizdübeln wird durch den Riss wie bei üblichen Verbunddübeln der Verbund zwischen Mörtel und Bohrlochwand auf einer Seite zerstört. Bei Belastung reißt die Mörtelschale radial auf, und die Ankerstange wird in die Mörtelschale hineingezogen (Bild 5.28). Der Dübel spreizt nach und überbrückt die Rissöffnung. Dieses Nachspreizen ist an einem veränderten Anstieg der Last-Verschiebungskurve in Bild 5.27 erkennen. Zwischen Mörtel und Bohrlochwand

90 Tragverhalten von Dübeln

entstehen Spreizkräfte und damit Reibungskräfte. Die Reibungskräfte reichen aus, um die angreifenden Zuglasten ohne Inanspruchnahme des Verbundes zwischen Mörtel und Bohrlochwandung zu übertragen. Ist die Kraft zum Lösen der Ankerstange vom Mörtel ausreichend niedrig, spreizen Verbund-Spreizdübel auch bei schlechter Bohrlochreinigung nach. Es wird dieselbe Höchstlast wie in gut gereinigten Bohrlöchern erreicht (Bild 5.27).

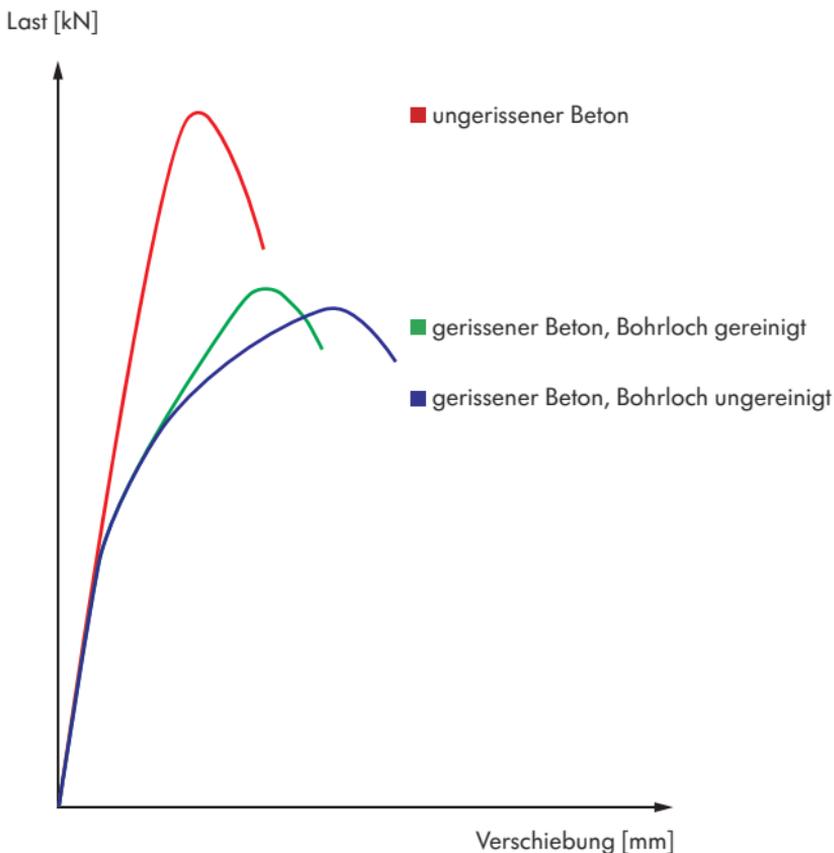


Bild 5.27: Last-Verschiebungskurven von Verbund-Spreizdübeln im ungerissenen und gerissenen Beton (schematisch) [8]

Verbund-Spreizdübel versagen im gerissenen Beton infolge Durchziehens der Ankerstange durch den Mörtel. Die Höchstlasten sind ca. 30% geringer als im ungerissenen Beton.

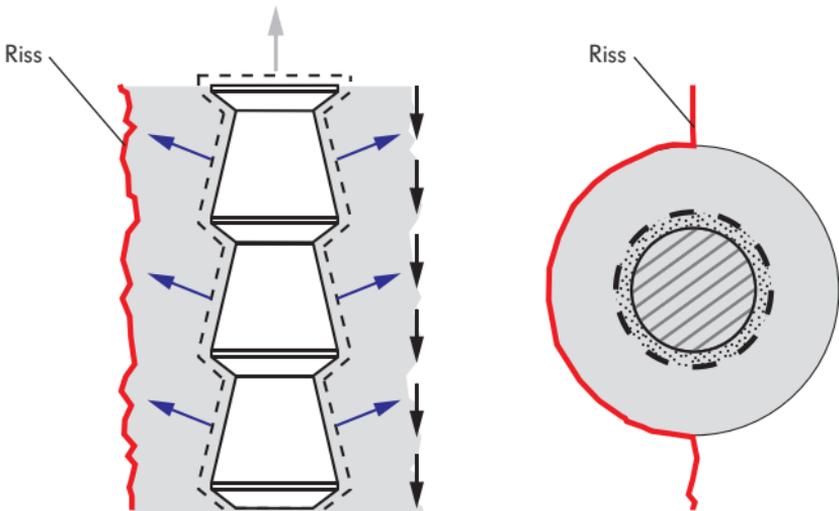


Bild 5.28: Störung des Verbundes zwischen Mörtel und Beton durch einen Riss im Verankerungsgrund und Übertragung der Zuglast bei Verbund-Spreizdübeln [8]

5.6 Kunststoffdübel

5.6.1 Allgemeines

Durch das Eindrehen der Spezialschraube in die Dübelhülse wird Kunststoff verdrängt und die Dübelhülse gegen die Bohrlochwand gedrückt. Es entstehen Spreizkräfte entlang der Dübelachse. Moderne Kunststoffdübel weisen eine möglichst gleichmäßige Verteilung des Anpressdruckes entlang der Dübelachse auf.

Bei Schraubdübeln prägt die Schraube beim Eintreiben ein Gewinde in die Kunststoffhülse. Äußere Zugkräfte werden von der Schraube durch Formschluss und Reibung in die Dübelhülse und über Reibung zwischen Bohrlochwand und Dübelhülse in den Untergrund übertragen. Beim Einschlagen des Nagels in die Hülse von Nageldübeln wird der Kunststoff hauptsächlich verdrängt. Daher wird eine am Nagel angreifende Zugkraft vorwiegend über Reibung in die Kunststoffhülse übertragen. Mit zunehmender Belastungsdauer kriecht der Kunststoff in die Unebenheiten und die Mikroporen des Betons, sodass eine geringe Mikroverzahnung und damit ein geringer Formschluss zwischen Dübelhülse und Untergrund entsteht. Kunststoffdübel versagen in der Regel durch Herausziehen der Dübelhülse aus dem Bohrloch. Der Untergrund wird dabei nicht beschädigt und es findet kein Ausbruch statt. Bei Nageldübeln kann das Versagen aufgrund des schlechteren Verbundes zwischen Nagel und Dübelhülse auch durch Herausziehen des Nagels aus der Dübelhülse hervorgerufen werden.

Als Rohstoff für die Herstellung von Dübelhülsen für Kunststoffdübel werden beispielsweise Polyamide PA6 bzw. PA6.6 verwendet. Polyamide sind teilkristalline Thermoplaste, deren Werkstoffeigenschaften durch unterschiedliche Parameter beeinflusst werden. Im Hinblick auf die Tragfähigkeit von Kunststoffdübeln sind vor allem die Parameter Feuchtigkeit, Temperatur und Zeit zu nennen.

Mit der Wasseraufnahme ist eine Volumenänderung verbunden. Mit steigendem Feuchtigkeitsgehalt wird das Polyamid zäher bei gleichzeitiger Einbuße von Härte und Steifigkeit. Ähnlich verhält sich Polyamid bei steigenden Temperaturen. Mit zunehmender Temperatur nehmen Steifigkeit und Festigkeit ab. Außerdem wird das Tragverhalten von Kunststoffdübeln wesentlich durch das zeitabhängige, viskoelastische Verformungsverhalten des Kunststoffes beeinflusst. Hierbei spielen die zeitabhängigen Prozesse der Relaxation und der Retardation (Kriechen) eine entscheidende Rolle.

5.6.2 Tragverhalten von Kunststoffdübeln in Beton

Die Herausziehlasten von Kunststoffdübeln hängen von der Spreizkraft ab. Die Höhe der Spreizkraft wird durch die Konstruktion des Dübels beeinflusst. Daher weisen zugelassene Kunststoffdübel verschiedener Hersteller unterschiedliche zulässige Lasten auf.

5.6.3 Regelungen in den Zulassungen

5.6.3.1 Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen

Die bisher bekannten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen (abZ) für Kunststoff-Rahmendübel zur Befestigung von Fassadenbekleidungen verloren am 30. April 2014 ihre Gültigkeit; diese Zulassungen werden in dieser Form auch nicht mehr verlängert werden.

5.6.3.2 Europäische technische Zulassungen

Im Gegensatz zu den alten Regelungen für Kunststoff-Rahmendübel zur Befestigung von Fassadenbekleidungen in den nicht mehr gültigen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen (abZ) sind Kunststoffdübel, die nach der europäischen Leitlinie ETAG 020 geprüft sind und über eine europäische technische Zulassung (ETA) verfügen, allgemein für Mehrfachbefestigungen von sogenannten nichttragenden Systemen in Beton bzw. Mauerwerk zugelassen. Bei

einer Mehrfachbefestigung ist das befestigte Bauteil so bemessen, dass im Fall von übermäßigem Schlupf oder Versagen eines Kunststoffdübels die Last auf benachbarte Dübel umgelagert werden kann. Unter nichttragenden Systemen wiederum versteht man im Allgemeinen, dass beim Versagen der Befestigung nicht das ganze Gebäude einstürzen kann, sondern „nur“ das befestigte Teil herabfällt. „Nichttragende Systeme“ tragen ihr Eigengewicht und dürfen „direkte Windlasten“ auf sich selbst aufnehmen (z. B. eine Fassadenplatte). Sie dürfen aber keine „indirekten Windlasten“ (z. B. Aussteifungslasten für ein Gebäude) abtragen.

In den ETAs sind im Gegensatz zu den ungültig gewordenen abZ keine zulässigen Lasten mehr angegeben. Es finden sich vielmehr charakteristische Widerstände für die verschiedenen Verankerungsgründe in den Zulassungen, die erst von einem Planer unter Berücksichtigung von unterschiedlichen Teilsicherheitsbeiwerten in zulässige Lasten umgerechnet werden können. Je nach Verankerungsgrund muss z. B. ein anderer Material-Teilsicherheitsbeiwert berücksichtigt werden. Ferner gelten die angegebenen Widerstandswerte nur für die in den ETAs aufgeführten Steine. Abweichungen sind nur für größere Steine mit derselben Geometrie und für höhere Druckfestigkeiten möglich. Unterscheiden sich die Steine anderweitig, müssen Versuche auf der Baustelle durchgeführt werden. Dies ist aber nur dann zulässig, wenn bereits ähnliche Steine in der ETA enthalten sind.

Die in den ETA enthaltenen charakteristischen Widerstände gelten für zentrischen Zug, Querlast und Schrägzug unter jedem Winkel. Es gibt keine Einschränkung in Bezug auf reine Zuglasten wie bei den abZ. Es ist zu beachten, dass die angegebenen charakteristischen Widerstände nicht den zulässigen Lasten entsprechen. Die Beaufschlagung eines Verankerungselementes mit seinem charakteristischen Widerstandswert kann zu dessen vorzeitigem Versagen führen!

In den ETA ist auch das für den jeweiligen Untergrund zulässige Bohrverfahren geregelt. Wird davon abgewichen, sind Versuche direkt auf

der Baustelle durchzuführen. Dies gilt auch, wenn von der in den ETA angegebenen Verankerungstiefe abgewichen wird.

5.7 Injektionsdübel in Mauerwerk

Injektionsdübel übertragen Zugkräfte in Lochsteinen überwiegend über mechanische Verzahnung des in den angeschnittenen Hohlraum gepressten Mörtels mit dem Untergrund. Zusätzlich wirken Verbundkräfte im Bereich der angeschnittenen Stege. Das Versagen erfolgt im Allgemeinen durch Steinausbruch. Daher hängt die Höchstlast von der Steifigkeit sowie von der Dicke und der Anzahl der Stege im Verankerungsbereich ab. Darüber hinaus kann das Tragverhalten von der Festigkeit des Mörtels beeinflusst werden. Ist diese zu gering, so werden die Ankerstangen aus dem Mörtel gezogen, bevor Steinausbruch auftritt.

In Vollsteinen werden in der Regel beim Bohren keine Hohlräume angeschnitten. Die Dübel übertragen Lasten durch die Verbundwirkung zwischen Bohrlochwand und Mörtel. Dies gilt auch für Lochsteine, wenn beim Bohren kein Hohlraum angeschnitten wird. Das Tragverhalten wird entscheidend durch die Bohrlochreinigung beim Setzen des Dübels beeinflusst. Daher sind die Angaben des Herstellers zur Bohrlochreinigung unbedingt einzuhalten. In Vollsteinen versagen Injektionsdübel in der Regel durch Verbundversagen zwischen Mörtel und Bohrlochwand.

Durch das Hammerbohren bricht der Steg von Lochsteinen trichterförmig auf der Austrittseite des Bohrers aus (Bild 5.29 links, exemplarisch für einen Kalksandlochstein). Die Stegdicke wird dadurch im Vergleich zu dem im Drehgang erstellten Bohrloch reduziert, und die Höchstlasten sinken ab. Aus diesem Grund sind in den Zulassungen die zulässigen Lasten in Abhängigkeit vom Bohrverfahren angegeben.



Bild 5.29: Einfluss des Bohrverfahrens auf die Bohrlochgeometrie in einem Kalksandlochstein

Werden in Lochsteinen keine Hohlräume angebohrt oder wird in Vollsteinen befestigt, so müssen Injektionsdübel die Last über Verbundspannungen zwischen Mörtel und Bohrlochwand in den Stein einleiten. Die Verbundfestigkeit ist stark von der Bohrlochreinigung abhängig.

Bild 5.30 zeigt den Einfluss der Bohrlochreinigung auf die Höchstlasten in Kalksandvollsteinen.

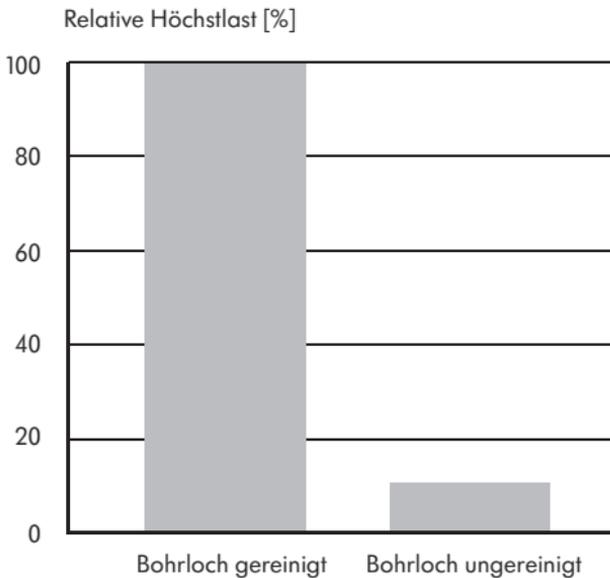


Bild 5.30: Einfluss der Bohrlochreinigung auf die relative Höchstlast eines Injektionsdübels in Kalksandvollsteinen [18]

98 6. Befestigung von Markisen

6.1 Allgemeines

Seit März 2006 ist die DIN EN 13561 „Markisen – Leistungs- und Sicherheitsanforderungen“ gültig. Sie regelt die Anforderungen in Bezug auf die Gebrauchstauglichkeit von Markisen sowie deren CE-Kennzeichnung. Sie gilt für Gelenkarmmarkisen, Kastenmarkisen, Scherenarmmarkisen, Fallarmmarkisen, Senkrechtmarkisen, Markisolettens, Fassadenmarkisen, Dachflächenfenstermarkisen, Wintergartenmarkisen, Korbmarkisen und Insektenschutz, wenn diese nach dem Ausgabedatum der Norm hergestellt wurden.



Bild 6.1: Befestigung von Markisen

6.2 Hinweise in der Norm auf die Befestigungstechnik

Der Unterpunkt 17 „Handhabung- und Lagerung“ gibt folgende Hinweise in Bezug auf die Befestigung:

17.3 Leistungsanforderung: „... Spezielle Einrichtungen für Zusammenbau, Befestigung und Halterung, z.B. geeignete Halter, müssen zur Verfügung gestellt werden ...“

Außerdem gibt der Unterpunkt 18 „Anleitungen für Handhabung, Auspacken und Einbau“ Anforderungen an die Anleitung vor.

18.3.2.1 Allgemeine Anleitungen: „...Die Anleitungen müssen ein schrittweises Vorgehen in der richtigen Reihenfolge der Tätigkeiten beinhalten, um einen geeigneten und sicheren Einbau zu erreichen, z.B. Anleitung für Zusammenbau, Einbau und Befestigung...“

Weitere Regelungen in Bezug auf die Befestigung der Markise am Bauobjekt legt die Norm nicht fest. Die gesamte Norm kann über den Beuth Verlag (www.beuth.de) bezogen werden.

6.3 Vorhandene Richtlinien

Eine deutliche Konkretisierung erfolgt in den Richtlinien des Bundesverbands Konfektion Technischer Textilien e. V. (BKTex; dieser wurde in der Zwischenzeit in den Industrieverband Technische Textilien – Rollläden – Sonnenschutz e. V., kurz ITRS, umbenannt):

- „Richtlinien zur technischen Beratung, zum Verkauf und zur Montage von Gelenkarmmarkisen“ (Januar 2008)
- „Sicherheitshinweise in Montage- und Bedienungsanleitungen für Markisen“ (Januar 2006)
- „Windlasten zur Konstruktion von Abschlüssen und Markisen im eingefahrenen Zustand“ (Mai 2008)

Hier wird die richtige Vorgehensweise in Bezug auf die Montage der Markise beschrieben. Außerdem werden Rechenwege zur Bestimmung der Dübelzugkräfte vorgegeben. Es werden des Weiteren geeignete Produkte für die Montage vorgeschlagen.

Die Richtlinien können über den Industrieverband Technische Textilien – Rollläden – Sonnenschutz e. V. (www.itrs-ev.de) bezogen.

6.4 Anforderungen an die Dübelssysteme, insbesondere Korrosionsschutz

Für die Befestigung von Markisen dürfen nur Befestigungsmittel mit allgemeiner bauaufsichtlicher bzw. europäischer technischer Zulassung eingesetzt werden. Im Bereich der Befestigungen in Mauerwerk wurde in der BKTex-Richtlinie festgelegt, inwieweit von den Zulassungen abgewichen werden darf. Grundsätzlich muss aber auch hier ein zugelassenes Injektionssystem eingesetzt werden. Die Abweichungen beziehen sich nur auf die Lasten und einige Systemteile. Hier wurde die Verwendung der in der Richtlinie explizit angegebenen Teile von den genannten Herstellern extra nachgewiesen.

Des Weiteren wurde in der überarbeiteten Richtlinie vom Januar 2008 eine genaue Definition der Anforderung in Bezug auf den Korrosionsschutz der Dübel beim Einsatz für die Befestigung von Markisen vorgenommen. Im Allgemeinen gilt in den Dübelzulassungen, dass im Außenbereich zwingend mindestens rostfreier Stahl in der Güte A4 eingesetzt werden muss. Im Bereich von hoher chemischer Belastung oder Belastung durch Meerwasser muss sogar hoch korrosionsbeständiger Stahl mit der Werkstoffbezeichnung 1.4529, sogenannter HCR-Stahl, verwendet werden. Für die aktuelle Richtlinie wurde aufgenommen, wann verzinkter Stahl im Außenbereich ausreichend sein kann und wann rostfreier Stahl eingesetzt werden muss. Diese Betrachtungen wurden speziell für den praktischen Einsatz bei

Gelenkarmmarkisen durchgeführt. Da Gelenkarmmarkisen aufgrund ihrer Konstruktion regelmäßig gewartet werden sollen, wurde festgelegt, dass im Rahmen der Wartung der Markise auch die Dübelbefestigungen auf beginnende Korrosion hin überprüft werden müssen. Werden die Dübel regelmäßig überprüft, ist eine Verwendung von galvanisch verzinkten Dübeln im Außenbereich möglich. Diese Regelung wurde auf eine Anbringungshöhe von 8 m über Gelände beschränkt. Des Weiteren muss eine Schutzabdeckung in Form eines Regendaches, eines Dachvorsprunges oder Ähnlichem vorhanden sein, damit die Befestigung nicht direkt Wind und Wetter ausgesetzt ist.

Bei hinterlüfteten Fassaden wurde die strikte Reglementierung der Dübelzulassungen auch in die Richtlinie übernommen. Es ist in diesem Anwendungsfall nicht möglich, die Verankerung auf eine mögliche Korrosion hin zu kontrollieren. Für die Befestigungen im Bereich von Industrietmosphäre und in Meeresnähe wurden ebenfalls die strengen Regelungen der Dübelzulassungen übernommen. Auch hier muss zwingend rostfreier Stahl eingesetzt werden.

6.5 Berechnungsgrundlagen für die am Dübel angreifende Last

Zur Berechnung der Dübelbelastungen gemäß der BKTex-Richtlinie werden das Eigengewicht der Markise und die Belastung durch Wind herangezogen. Als Grundlage für die Bestimmung der Windbelastung reiht der Markisenhersteller deshalb im Rahmen der CE-Kennzeichnung seine Markise in eine von vier verschiedenen Windklassen ein. Weitere Lasten werden nicht betrachtet.

6.6 Anforderungen an den Monteur

Der Monteur muss die Markise sicher befestigen. Dazu muss er gemäß den BKTex-Richtlinien in der Lage sein, den Montageuntergrund auf seine Tragfähigkeit hin zu beurteilen und mit diesem Wissen die passenden Konsolen in der erforderlichen Anzahl festzulegen sowie ein für den vorliegenden Untergrund geeignetes Befestigungssystem auszuwählen.

Kann die berechnete Belastung aufgrund einer zu hohen Windlast nicht in den Untergrund eingeleitet werden, z. B. weil ein wenig tragfähiges Mauerwerk vorliegt, so muss der Monteur die Windklasse in Abhängigkeit von der in den Untergrund übertragbaren Last reduzieren und die Belastung neu berechnen. Dies bedeutet, dass er seinen Kunden schriftlich darauf hinweisen muss, dass die Windklasse aufgrund der Befestigung im Untergrund verringert werden musste und die Markise deshalb bei einer geringeren Windbelastung eingefahren werden muss.

6.7 Gedämmte Untergründe

Vor allem im Bereich der nachträglichen Befestigung von Sonnenschutzmaßnahmen tritt sehr oft der Fall auf, dass der Verankerungsgrund mit einer zusätzlichen Dämmung versehen wurde. Auch bei hochdämmendem Mauerwerk (ohne zusätzliche Isolierung) ist immer eine Dämmung im Bereich der Betondecke vorhanden. Hier muss die Dämmschicht druckfest überbrückt werden, um sie nicht zu beschädigen und die Einleitung von Druckkräften in den Untergrund zu ermöglichen bzw. die Ankerplatte gegen den Untergrund zu verspannen. Wenn die Lage der Befestigung vor Anbringung der Dämmung bereits bekannt ist, kann z.B. eine Konsole für die Montage direkt am Verankerungsgrund angedübelt werden.

Wird aber erst nach Anbringen der Dämmung entschieden, dass nachträglich eine Markise angebracht werden soll, kann das Würth-System Amo-Max (Bild 6.2) eingesetzt werden. Bei diesem System wird die Dämmung über eine Aluminiumhülse überbrückt. Zum Ausgleich der verschiedenen Putzschichtdicken werden Unterlegringe angeboten. Bei dieser Art der Montage muss auf die richtige Länge des Dübel-systems geachtet werden, da eine Isolierschicht und eine vorhandene Putzschicht nicht zur Lasteinleitung beitragen.



Bild 6.2: Schematische Darstellung System Amo-Max

7.1 Allgemeines

Zur Befestigung von Bauteilen stehen zahlreiche Systeme zur Auswahl. Für den Anwender gilt es, aus dieser Vielzahl ein für seine Anwendung optimales Befestigungssystem auszuwählen.

In Abhängigkeit vom Verankerungsgrund und seiner Geometrie, der auftretenden Belastung, des Anwendungsbereichs sowie der Montageart werden für den jeweiligen Anwendungsfall optimierte Systeme angeboten. Die vorliegende Systemvielfalt bedingt aber, dass der Anwender sich mit den Anwendungsbedingungen und Funktionsprinzipien vertraut machen muss, Vor- und Nachteile der Systeme kennt und entsprechend handelt.

Wesentliche zu berücksichtigende Aspekte bei der Dübelauswahl sind in Bild 7.1 zusammengestellt.



Bild 7.1: Aspekte bei der Dübelauswahl

7.2 Bauaufsichtliche Relevanz (Sicherheitsrelevanz)

Als bauaufsichtlich relevant (sicherheitsrelevant) gelten Befestigungen, bei deren Versagen eine Gefahr für Leib und Leben besteht oder ein wesentlicher wirtschaftlicher Schaden eintreten kann (Bild 7.2, [19]). Dies trifft generell dann zu, wenn Bauteile, die Teil der tragenden Konstruktion sind, befestigt werden. Sicherheitsrelevante Befestigungen erfordern eine ingenieurmäßige Planung und Bemessung sowie eine fachgerechte Montage.

Für deutlich von einer Zulassung abweichende Anwendungsbedingungen ist gegebenenfalls eine Zustimmung im Einzelfall auf der Grundlage der Bewertung eines Sachverständigen erforderlich.

Untergeordnete Befestigungen oder eine bei einem Versagen der Befestigung mit geringer Wahrscheinlichkeit auftretende Gefährdung von Personen sind als nicht sicherheitsrelevant einzustufen [19]. Deren Ausführung erfolgt nach handwerklichen Regeln. Eine Bemessung ist nicht erforderlich.

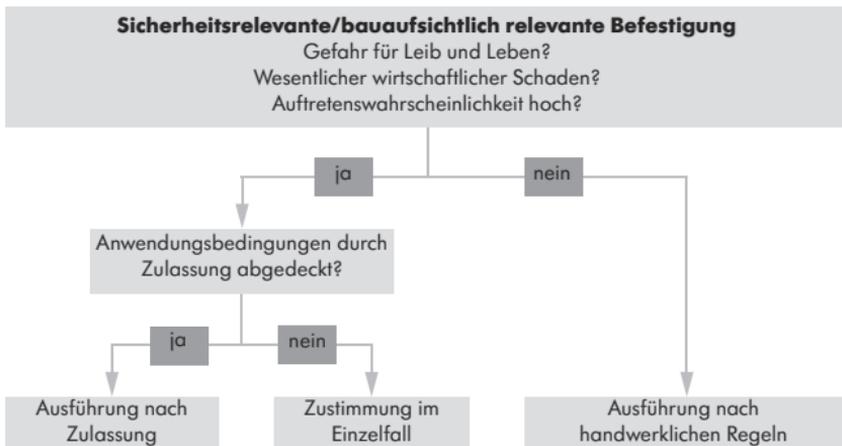


Bild 7.2: Regeln für die Ausführung einer Befestigung

7.3 Verankerungsgrund und Geometrie des Bauteils

7.3.1 Allgemeines

Die Auswahl eines geeigneten Dübels wird wesentlich durch den Verankerungsgrund und dessen Tragfähigkeit bestimmt. Während Befestigungen in Normalbeton mit Metaldübeln, Verbundankern und Kunststoffdübeln ausgeführt werden können, sind in Mauerwerk Kunststoffdübel und Injektionsdübel einzusetzen (Tabelle 7.1).

Eine allgemeine Übersicht von in verschiedenen Ankergründen zugelassenen bzw. empfohlenen Dübelssystemen zeigt Tabelle 7.1. Detaillierte Angaben zu geeigneten Dübelssystemen enthält Kapitel 4.

Verankerungsgrund			Dübelart				
			Metallspreiz- und Hinterschnittdübel	Verbunddübel-Patronensystem	Verbunddübel-Injektionssystem (mit Siebhülse)	Verbunddübel-Injektionssystem (ohne Siebhülse)	Kunststoffdübel
Normalbeton			■	■		■	■
Mauerwerk	Ziegel	Vollstein			■ ¹⁾	■	■
		Lochstein			■		■
	Kalksandstein	Vollstein			■ ¹⁾	■	■
		Lochstein			■		■
	Leichtbeton	Vollstein				□	■
		Hohlblockstein			■		■
		Normalbeton	Hohlblockstein			■	■
Porenbeton			■		■	■	■

■ zugelassene Systeme vorhanden; □ vom Hersteller empfohlen; ¹⁾empfohlen wegen Griffloch

Tabelle 7.1: Zugelassene und empfohlene Dübelssysteme in Abhängigkeit vom Verankerungsgrund Beton und Mauerwerk

7.3.2 Verankerungsgrund Beton

Für die Dübelauswahl in Beton sind das vorliegende statische System (statisch bestimmt oder unbestimmt), der Zustand des Betons (gerissen oder ungerissen) sowie die Funktion des anzuschließenden Bauteils (tragend, nichttragend) entscheidend. Ein statisch bestimmtes System liegt vor, wenn bei linienförmigen bzw. flächigen Bauteilen weniger als drei bzw. vier Befestigungspunkte vorhanden sind (Bild 7.3). Ein Befestigungspunkt kann dabei aus einem oder mehreren Dübeln (Gruppe) bestehen. Bei statisch bestimmten Systemen kann das Versagen eines Dübels zum Versagen der gesamten Befestigung führen. Demzufolge sind bei solchen Befestigungen Dübel einzusetzen, die auch als Einzelbefestigungen zuverlässig Traglasten in den Verankerungsgrund übertragen. Liegt ein statisch unbestimmtes System

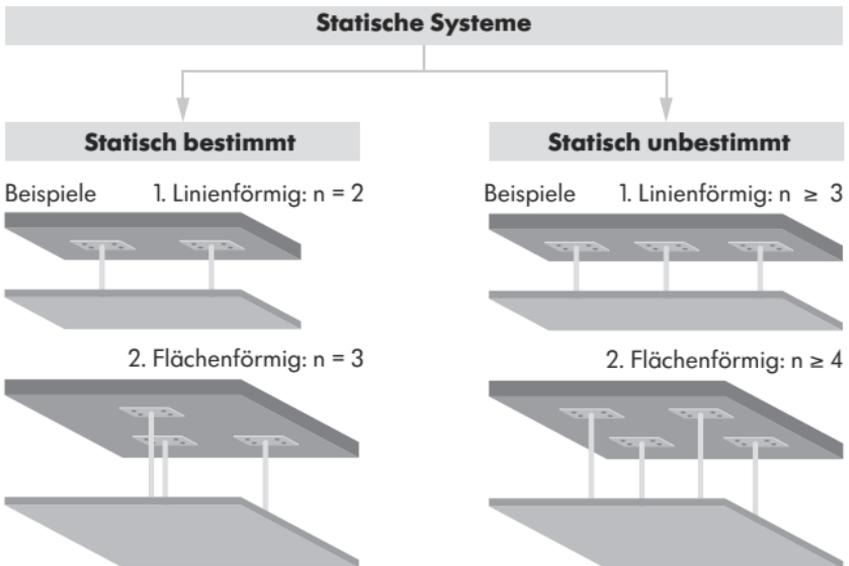


Bild 7.3: Definition statischer Systeme

vor und ist das anzuschließende Bauteil nicht Teil der tragenden Konstruktion, können sogenannte redundante Befestigungen eingesetzt werden. Dies sind Mehrfachbefestigungen, bei denen im Falle des Versagens eines Dübels die angreifende Last auf einen benachbarten Befestigungspunkt umgelagert werden kann. Allerdings ist diese Art der Befestigungen nur bei geringen übertragbaren Lasten zulässig (z.B. Unterdecke).

Ein anzuschließendes Bauteil ist dann als Teil der tragenden Konstruktion einzustufen, wenn bei dessen Versagen das gesamte oder Teile des Bauwerks einstürzen. Dies trifft beispielsweise auf Stützen eines Bauwerkes zu, während Rohrleitungen im Allgemeinen keine tragende Funktion haben.

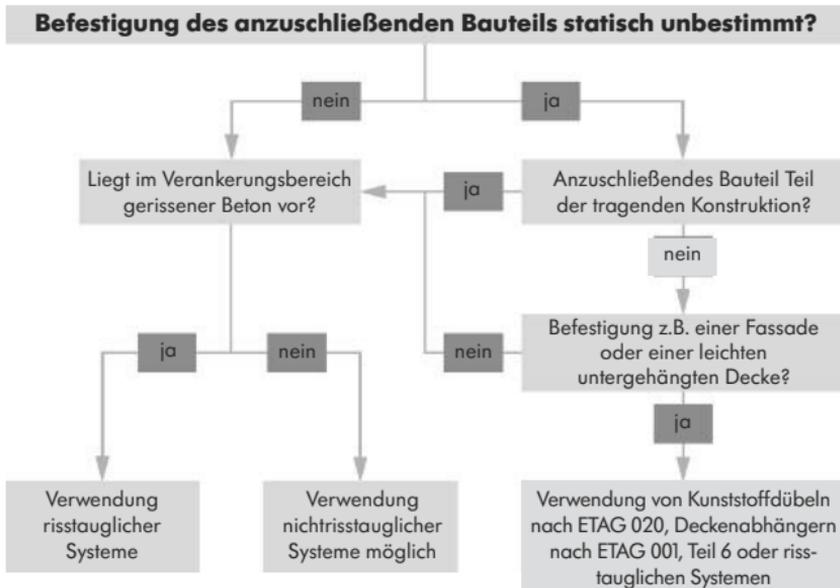


Bild 7.4: Ablaufdiagramm zur Dübelauswahl im Verankerungsgrund Beton

Die Vorgehensweise bei der Dübelauswahl ist schematisch in Bild 7.4 dargestellt.

Bei statisch bestimmt gelagerten oder zur tragenden Konstruktion gehörenden Bauteilen ist zu klären, ob ungerissener oder gerissener Beton (siehe Bild 7.5 oder Kapitel 2.2.5) vorliegt. Im Allgemeinen ist von gerissenem Beton auszugehen, da äußere Belastungen und Zwangsspannungen infolge von Temperaturunterschieden oder Verformungen des Betons die geringe Zugfestigkeit des Betons weitestgehend ausnutzen oder überschreiten können. Ein Nachweis von ungerissenem Beton ist nach Gleichung 8.1 (Kapitel 8.2.1) zu führen. Dazu bedarf es allerdings grundlegender Kenntnisse bei der Bemessung von Stahlbetonbauteilen.



Bild 7.5: Ablaufdiagramm zur Dübelauswahl in Abhängigkeit des Verankerungsgrunds Beton

Die Befestigung von Unterkonstruktionen, wie sie bei Fassaden oder leichten untergehängten Decken verwendet werden, kann mit Deckenabhängern, Kunststoffdübeln oder risstauglichen Dübeln durchgeführt werden. Die Bemessung hat nach den Angaben der jeweiligen Zulassung zu erfolgen.

Für Anwendungen in hochfestem Beton ($> C50/60$) sind Befestigungssysteme im Allgemeinen nicht zugelassen.

7.3.3 Verankerungsgrund Mauerwerk

Die Auswahl geeigneter Dübel für Mauerwerk muss in Abhängigkeit der Steinarten Voll- oder Lochstein und der unterschiedlichen Materialien wie Mauerwerksziegel, Kalksandstein sowie Steine aus Normal-, Leicht- und Porenbeton erfolgen. Entsprechen Materialeigenschaften nicht den in den Zulassungen aufgeführten Steinen sowie die Montage von Befestigungen in Mauerwerk (Bohrverfahren usw.) nicht den in der Zulassung geforderten Bedingungen, ist eine zulässige Last durch Versuche am Bauwerk zu ermitteln.

7.4 Mindestabmessungen

(Rand- und Achsabstände, Bauteildicke)

Bei jeder Anwendung ist darauf zu achten, dass die erforderlichen Mindestachs- und Mindestrandabstände eingehalten werden, um das Auftreten von Spaltrissen bei der Montage (Bild 7.6) zu vermeiden und die angestrebten Traglasten unter Lastbeanspruchung zu erreichen. Die in Zulassungen angegebenen Mindestabstände hängen wesentlich von der Höhe der Spreizkräfte ab [20]. Befestigungssysteme mit geringen Spreizkräften wie Hinterschnitt- und Verbunddübel weisen im Allgemeinen geringere Mindestabstände auf als Metallspreizdübel. Daher bieten sich erstgenannte Dübel bei der Anwendung in Bauteilen mit geringen Abmessungen an.



*Bild 7.6: Auftreten von Spaltrissen bei der Montage eines drehmomentkontrolliert spreizenden Dübels in Beton bei Unterschreitung der Mindest-
randabstände und/oder Überschreitung des Montagedrehmoments*

Bei der Montage ist darauf zu achten, dass kalibrierte Drehmomentschlüssel verwendet werden und das in den Montagevorschriften angegebene Montagedrehmoment eingehalten wird.

7.5 Einwirkungen

Befestigungsmittel können durch zentrischen Zug, Querlast oder Schrägzug beansprucht werden (siehe Kapitel 3.1). Liegt das Anbauteil nicht vollflächig am Verankerungsgrund an oder ist das Lochspiel zwischen Durchgangsloch des Anbauteils und Dübel zu groß, ist nach [3] eine Biegebeanspruchung zu berücksichtigen. Grenzwerte der Durchgangslochdurchmesser sind in Tabelle 4.1 zusammengestellt. Liegt eine Biegebeanspruchung des Bolzens vor, führt dies zu deutlichen Abminderungen der Traglast der Befestigung. Daher sollte sie durch konstruktive Maßnahmen – z.B. Ausbildung einer Konsole – vermieden werden.

7.6 Umgebungsbedingungen: Temperatur

Bei der Auswahl einer Befestigung sind die Umgebungsbedingungen hinsichtlich der Temperaturbeanspruchungen zu berücksichtigen. Während für Metalldübel keine Einschränkungen hinsichtlich einer Temperaturbeanspruchung gelten, dürfen Verbund- und Kunststoffdübel im Allgemeinen bei einer ständigen Temperatur (Langzeit-Temperatur) zwischen -40°C und $+50^{\circ}\text{C}$ eingesetzt werden. Kurzzeitig sind im Allgemeinen Temperaturen bis $+80^{\circ}\text{C}$ zulässig. Vereinzelt sind auch höhere Temperaturbeanspruchungen nachgewiesen. Eine Verwendung bei höheren Temperaturbeanspruchungen sowie eventuelle damit verbundene Lastreduzierungen sind in jedem Einzelfall zu prüfen (Zulassung).

7.7 Umgebungsbedingungen: Feuchtigkeit

Feuchtigkeit im Verankerungsgrund kann bei Verbund- und Kunststoffdübeln zu einer teilweise deutlichen Traglastreduzierung führen. Bei zugelassenen Systemen wird dieser Einfluss überprüft und bei der Ableitung der zulässigen Last in der Zulassung berücksichtigt [8].

7.8 Umgebungsbedingungen: Korrosion

Galvanisch verzinkte Dübel sind nur für die Anwendung in trockenen Innenräumen geeignet, da die dünne Zinkschicht im Freien keinen dauerhaften Korrosionsschutz bietet.

Eine erhöhte Korrosionsbeanspruchung kann in feuchten Innenräumen oder im Außenbereich auftreten. Bei solchen Anwendungen sind Dübelssysteme aus nichtrostendem Stahl zu wählen. Ausgenommen davon sind Kunststoffdübel mit galvanisch verzinkten Schrauben.

Deren Einsatz ist im Außenbereich auch in Industrielatmosphäre und in Meeresnähe zulässig, wenn der Bereich des Schraubenkopfes ausreichend gegen Feuchtigkeit geschützt wird. Dies sollte z.B. durch einen geeigneten Anstrich des gesamten Schraubenkopfes und am Übergang von Schrauben- und Dübelschaft erfolgen. Vor dem Schraubenkopf muss allerdings eine Fassadenbekleidung oder eine vorgehängte hinterlüftete Fassade befestigt sein.

Liegen besonders aggressive Korrosionsbedingungen vor, ist nicht-rostender Stahl A4 nicht ausreichend korrosionsbeständig. Daher sind bei erhöhter Chlorid- oder Schwefeldioxidbelastung, wie sie in Schwimmbadhallen, Bauteilen in Meerwasser und in Straßentunneln auftreten können, besonders hochkorrosionsbeständige Stähle zu verwenden. Um einen ausreichend korrosionsbeständigen Stahl auszuwählen, werden die Stähle und ihre Zusammensetzung durch Werkstoffnummern definiert und hinsichtlich ihrer Korrosionsbeständigkeit nach Widerstandsklassen eingeordnet (siehe Tabelle 7.2).

Werkstoffnummer	Korrosion Widerstandsklasse/ Anforderung	Typische Anwendungen
1.4003 1.4016	I / gering	Innenräume
1.4301 1.4541 1.4318 1.4567	II / mäßig	Zugängliche Konstruktionen ohne nennenswerte Gehalte an Chloriden und Schwefeldioxid
1.4401 ⁴⁾ 1.4404 1.4571 ⁴⁾ 1.4439	III / mittel	Unzugängliche Konstruktionen ¹⁾ mit mäßiger Chlorid- und Schwefeldioxydbelastung
1.4539 1.4462 1.4565 1.4529 1.4547	IV / stark	Konstruktionen mit hoher Korrosionsbelastung durch Chloride und Schwefeldioxid (auch bei Aufkonzentration der Schadstoffe, z.B. bei Bauteilen in Meerwasser, in Straßentunneln). Schwimmhallen siehe Fußnoten ²⁾³⁾

¹⁾ Als unzugänglich werden Konstruktionen eingestuft, deren Zustand nicht oder nur unter erschwerten Bedingungen kontrolliert werden kann und die im Bedarfsfall nur mit sehr großem Aufwand saniert werden können.

²⁾ Stahl mit der Werkstoffnummer 1.4539 für Bauteile in Schwimmhallenatmosphäre ohne regelmäßige Reinigung des Stahles und Wasser nach Trinkwasserverordnung.

³⁾ Stähle mit den Werkstoffnummern 1.4565, 1.4529 und 1.4547 für Bauteile in Schwimmhallenatmosphäre ohne regelmäßige Reinigung des Stahles und chloridsalzreichem Wasser (z.B. Solewasser).

⁴⁾ Diese Stahlsorten werden auch als A4-Stähle bezeichnet.

Tabelle 7.2: Bauaufsichtlich zugelassene nichtrostende Stähle und ihre Anwendungsbereiche nach DIBt [21]

7.9 Montageart

Unvermeidbare Toleranzen beim Ansetzen eines Bohrers auf den Verankerungsgrund führen oft zu Montageproblemen bei Gruppenbefestigungen mit gemeinsamem Anbauteil. Daher ist bei Gruppenbefestigungen eine Durchsteckmontage zu bevorzugen. Sie erlaubt eine passgenaue Erstellung der Bohrlöcher für alle Dübel durch die Durchgangslöcher des Anbauteils.

In Abhängigkeit von der Montageart sind aufeinander abgestimmte Anbauteile (Durchgangslöcher, Anbauteildicke usw.) und Dübel (Dübellänge usw.) zu verwenden. Bauaufsichtlich zugelassene Systeme zeichnen sich durch Setz- und Montagemarkierungen aus. Dadurch sollen die angestrebte Verankerungsintensität (z.B. Aufspreizung) und die erforderliche Verankerungstiefe garantiert werden. Aber auch fahrlässige Fehler wie z.B. das zu geringe Aufdrehen der Mutter auf den Gewindebolzen werden dadurch minimiert.

7.10 Wirtschaftlichkeit

Bei der Auswahl eines Befestigungssystems sind wirtschaftliche Gesichtspunkte mit zu berücksichtigen. Wesentliche Aspekte dazu enthält Kapitel 11.

8.1 Bemessungskonzepte

8.1.1 Allgemeines

Für bauaufsichtlich relevante Befestigungen ist eine ingenieurmäßige Bemessung zwingend erforderlich. Dies schließt die Anfertigung von prüfbar berechneten Berechnungen und Konstruktionszeichnungen mit ein.

Zur Bemessung von Befestigungen stehen verschiedene Bemessungskonzepte zur Verfügung. Man unterscheidet ein Bemessungskonzept mit globalem Sicherheitsbeiwert und ein Konzept mit Teilsicherheitsbeiwerten (Kapitel 8.1.2). Letzteres findet immer breitere Verwendung, da es Streuungen und Unsicherheiten hinsichtlich des Materials oder der Lastannahmen (ständige und veränderliche) sowie von Montageeinflüssen durch eine Aufteilung eines globalen Sicherheitsbeiwertes besser berücksichtigen kann.

Im Rahmen der Bemessungsverfahren verwendete Fachbegriffe sind in Tabelle 8.1 aufgelistet und erläutert.

Höchstlast	Eine Höchstlast kennzeichnet das gemessene Lastmaximum in einem Versuch (Bild 8.1)
Mittlere Höchstlast	Stellt den Mittelwert der gemessenen Höchstlasten in Versuchen dar (Bild 8.2)
5%-Fraktil	Statistischer Wert, der angibt, dass nur 5% der Einzelwerte mit einer bestimmten Auswahrscheinlichkeit (Sicherheitsniveau bei Zulassungen für Befestigungselemente i.A. 90%) unter diesem Grenzwert liegen (Bild 8.2)
Charakteristischer Widerstand	Entspricht bei Dübeln dem 5%-Fraktil der Höchstlasten für die jeweilige Versagensart und Beanspruchungsrichtung
Bemessungswert des Widerstandes	Entspricht einem charakteristischen Widerstand geteilt durch den dazugehörigen Material- und Montagesicherheitsbeiwert. $R_d = R_k / \gamma_M$
Zulässige Last zu F	Entspricht einem Wert, mit dem das Verankerungselement bei Einhaltung der Anwendungsbedingungen belastet werden darf. Sicherheitsbeiwerte sind bei diesem Wert berücksichtigt. In den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen bzw. den europäischen technischen Zulassungen wird von einer Nutzungsdauer von 50 Jahren ausgegangen. Teilweise werden zulässige Lasten auch als Gebrauchslasten bezeichnet.
Empfohlene Last	Diese Lasten werden Anwendern vom Hersteller empfohlen und entsprechen Gebrauchslasten. Sie sind i.A. nicht durch eine Zulassung abgedeckt.

Tabelle 8.1: Begriffsdefinitionen

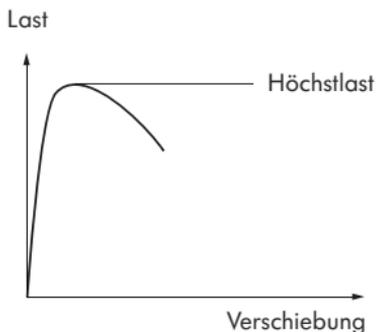


Bild 8.1:
Last-Verschiebungskurve
mit Höchstlast

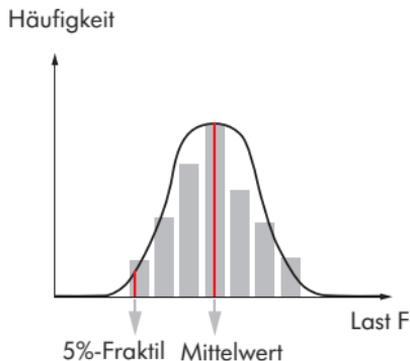


Bild 8.2:
Mittelwert und 5%-Fraktile
in einem Häufigkeitsdiagramm

8.1.2 Bemessung mit Teilsicherheitsbeiwerten

Bei der Bemessung mit Teilsicherheitsbeiwerten wird die Beanspruchung – nachfolgend als Einwirkung bezeichnet – mit der Beanspruchbarkeit – nachfolgend als Widerstand bezeichnet – verglichen. Als Einwirkung sind die auf eine Befestigung einwirkenden Lasten anzusehen, die je nach Belastungsart und -richtung unterschieden werden können (siehe Kapitel 3). Der Widerstand beschreibt die Kraft, die ein Befestigungssystem unter Ausnutzung der Tragfähigkeit des Verankerungsgrundes den Einwirkungen entgegensetzen kann. Er ist abhängig vom gewählten Befestigungssystem und vom vorhandenen Verankerungsgrund. Die Vorgehensweise bei der Bemessung zeigt Bild 8.3.

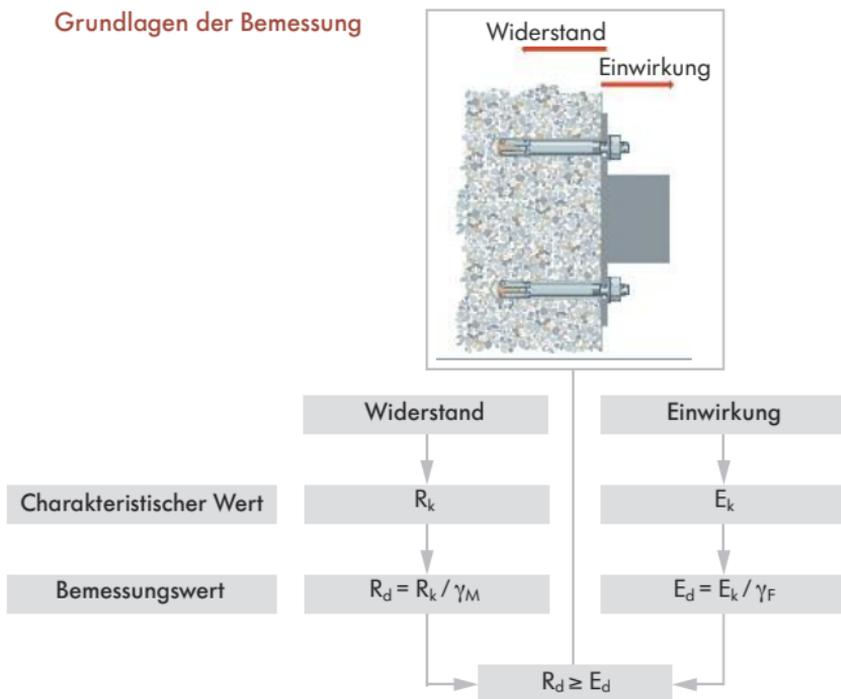


Bild 8.3: Ablaufdiagramm des Bemessungskonzeptes mit Teilsicherheitsbeiwerten

Das Bemessungskonzept mit Teilsicherheitsbeiwerten ist qualitativ in Bild 8.4 dargestellt.

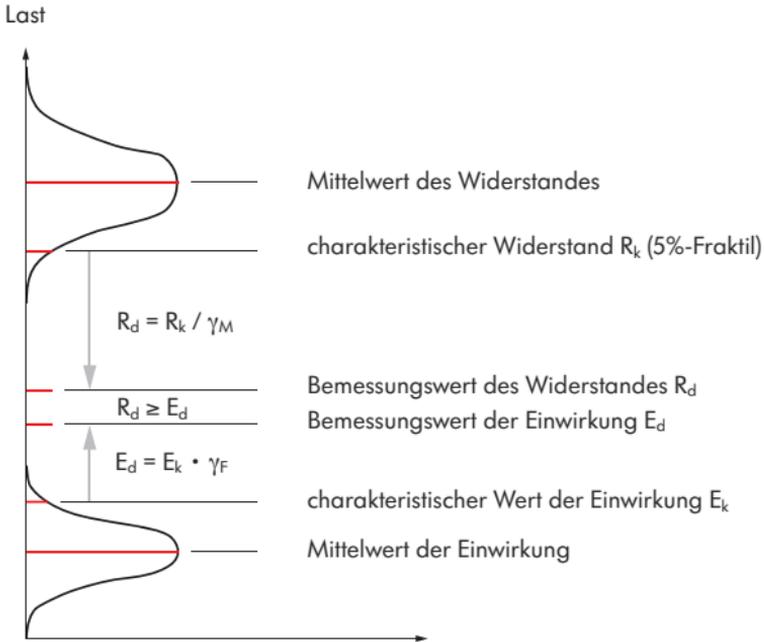


Bild 8.4: Bemessungskonzept mit Teilsicherheitsbeiwerten

Während bei den Teilsicherheitsbeiwerten auf der Einwirkungsseite nach ständigen und veränderlichen Lasten unterschieden wird, berücksichtigen die Werte der Widerstandsseite Streuungen des Materials sowie die Montagesicherheit eines Systems.

8.2 Bemessungsverfahren für Befestigungsmittel in Beton

8.2.1 Allgemeines

Die früheren Zulassungsbescheide des DIBt beinhalteten das κ -Verfahren zur Bemessung von Befestigungen in Beton (Verfahren auf der Basis eines globalen Sicherheitsbeiwerts). Im Zuge der europäischen Harmonisierung auf dem Gebiet der Befestigungstechnik erfolgt die Bemessung heutzutage im Wesentlichen auf Grundlage der europäischen Leitlinie ETAG 001, Anhang C [4] bzw. der europäischen Bemessungsnorm CEN/TS 1992-4 [17]. Beide Papiere unterscheiden in Verfahren A, B und C (Bild 8.5).

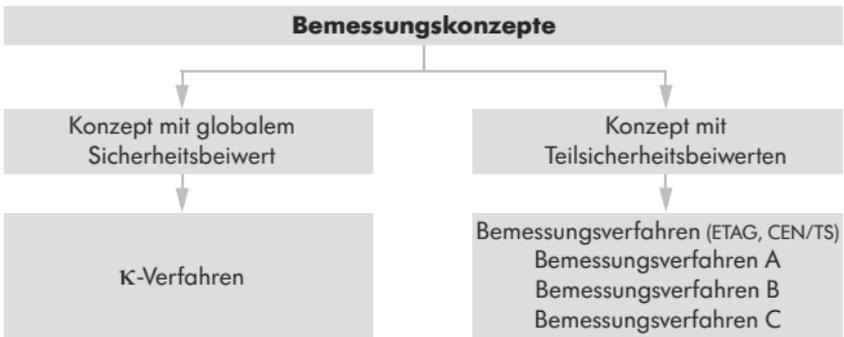


Bild 8.5: Bemessungskonzepte und Bemessungsverfahren in Zulassungen

In den allgemeinen bauaufsichtlichen und europäisch technischen Zulassungen von Befestigungen wird eine Bemessung unter der Verantwortung eines auf dem Gebiet der Verankerungen und des Betonbaues erfahrenen Ingenieurs vorgeschrieben. Dabei sind prüfbare

Berechnungen und Konstruktionszeichnungen anzufertigen. Auf den Konstruktionszeichnungen ist die Lage des Dübels anzugeben.

Neben der Ermittlung der Einwirkungen ist bei der Vorauswahl eines Befestigungssystems zunächst zu überprüfen, ob die Mindestrand- und Mindestachsabstände sowie Mindestbauteildicken eingehalten werden. Dem schließt sich die eigentliche Bemessung mit der Ermittlung der charakteristischen Widerstände an.

Eine wesentliche Einflussgröße auf den charakteristischen Widerstand bei Betonversagen ist der Zustand des Verankerungsgrunds Beton. Daher ist im Vorfeld der Dübelauswahl und der Bemessung die Frage zu klären, ob ungerissener oder gerissener Beton vorliegt (siehe Kapitel 2.2.5).

In der Regel ist davon auszugehen, dass der Beton gerissen ist. Ungerissener Beton darf in Sonderfällen nur dann angenommen werden, wenn in jedem Einzelfall nachgewiesen wird, dass das Befestigungsmittel mit der gesamten Verankerungslänge im ungerissenen Beton liegt. Dieser Nachweis gilt als erfüllt, wenn Gleichung (8.1) eingehalten ist.

$\sigma_L + \sigma_R \leq 0$		(8.1)
σ_L	Spannungen im Beton, die durch äußere Lasten einschließlich Dübellasten hervorgerufen werden.	
σ_R	Spannungen im Beton, die durch innere Zwangsverformungen (z.B. Schwinden des Betons) oder durch von außen wirkende Zwangsverformungen (z.B. durch Auflagerverschiebungen oder Temperaturschwankungen) hervorgerufen werden.	
	Wird kein genauer Nachweis geführt, so ist σ_R zu 3 N/mm^2 anzunehmen.	

Die Spannungen σ_L und σ_R sind unter der Annahme zu berechnen, dass der Beton ungerissen ist. Bei flächigen Bauteilen, die in zwei Richtungen Lasten abtragen (z.B. Platten, Wände), ist Gleichung (8.1) für beide Richtungen zu erfüllen.

Nach Gleichung (8.1) muss man davon ausgehen, dass Befestigungen in Wänden in der Regel im gerissenen Beton liegen, weil in Wandlängsrichtung Zugspannungen aus den Dübellasten und aus Zwang hervorgerufen werden und keine Druckkraft aus anderen Lasten vorhanden ist.

Kann Gleichung (8.1) nicht eingehalten werden, dürfen nur Befestigungssysteme eingesetzt werden, die für Anwendungen im gerissenen Beton zugelassen sind.

8.2.2 Bemessung nach ETAG bzw. CEN/TS ([4], [17])

8.2.2.1 Allgemeines

Es werden drei Bemessungsverfahren unterschieden (Bild 8.6). Eine Bemessung nach dem Verfahren A führt zur besten Ausnutzung der Leistungsfähigkeit von Befestigungen. Die wesentlichen Merkmale der Verfahren A, B und C sind in Bild 8.6 zusammengestellt.

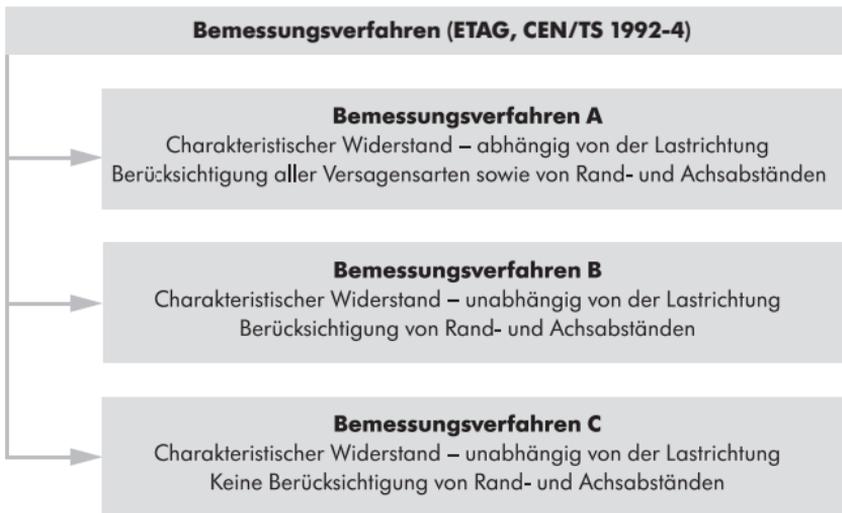


Bild 8.6: Charakterisierung der Bemessungsverfahren A, B und C nach ETAG 001, Anhang C bzw. CEN/TS 1992-4

8.2.2.2 Verfahren A nach ETAG bzw. CEN/TS

Die Bemessung nach dem Verfahren A basiert auf dem Bemessungskonzept nach Teilsicherheitsbeiwerten (siehe Abschnitt 8.1.2). Der Nachweis der Tragfähigkeit erfolgt nach Gleichung (8.2).

$E_d \leq R_d$		(8.2)
E_d	Bemessungswert der Einwirkung	
R_d	Bemessungswert des Widerstandes	

Bei Verfahren A sind die charakteristischen Widerstände abhängig von der Belastungsrichtung und berücksichtigen alle möglichen Versagensarten. Zum Nachweis der Tragfähigkeit müssen die Einwirkungen auf die Dübel kleiner oder gleich dem Widerstand sein. Dieser Nachweis ist für jede Belastungsrichtung sowie für jede Versagensart zu führen (Bild 8.7). Ist diese Bedingung erfüllt, dann ist die Befestigung ausreichend sicher bemessen.

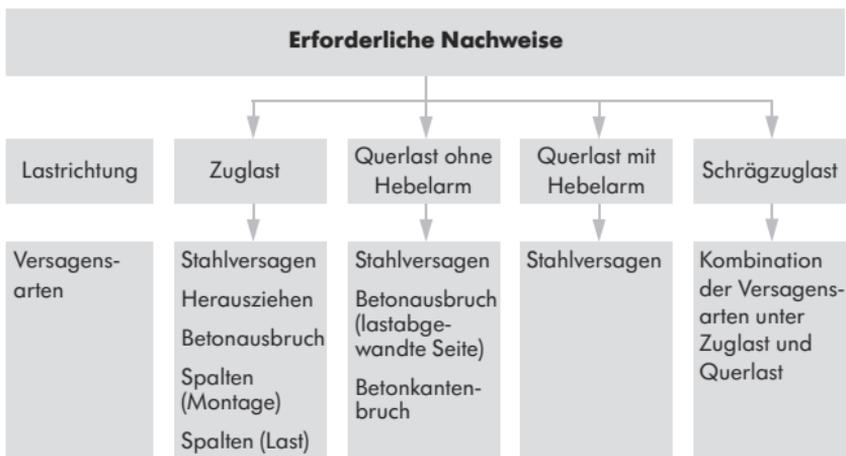


Bild 8.7: Erforderliche Nachweise für eine wirtschaftliche Dübelbemessung

Die heißesten Seiten auf Ihrem Computer

Einfach
kostenfrei
bestellen:

online unter
www.metall-markt.net
oder per mail an:
info@pse-redaktion.de



Lesen Sie die besten Seiten im Metallbau in Zukunft online – als e-paper

Abwechslend mit dem neuen kostenlosen Newsletter
erhalten Sie alle wichtigen Brancheninfos bequem an Ihren Schreibtisch.

Wir informieren Sie aktuell mit Interviews, Services und Trends:
z.B. DIN EN 1090, Systemtechnik oder EDV...

...Themen rund um den konstruktiven Metallbau

metall-markt.net

Verlag und Redaktion PSE Redaktionservice GmbH
Kirchplatz 8, 82538 Geretsried, Fon 08171-91870, Fax 08171-60974
info@pse-redaktion.de, www.metall-markt.net

Der Bemessungswert der Einwirkungen entspricht der einwirkenden Last, multipliziert mit dem Teilsicherheitsbeiwert für die einwirkende Last. Die Berechnung der Verteilung der an der Ankerplatte angreifenden Schnittkräfte (Normalkraft, Querkraft, Biege- und Torsionsmomente) auf die Einzeldübel einer Gruppe erfolgt nach der Elastizitätstheorie unter Annahme einer gleichen Steifigkeit für alle Dübel. Damit die Rechenannahmen in etwa eingehalten sind, muss die Ankerplatte ausreichend steif sein. Bei Schrägzuglast unter einem bestimmten Winkel ist die Ermittlung getrennt für den Zug- bzw. Querlastanteil der Schrägzuglast zu führen.

Der Bemessungswert des Widerstandes errechnet sich aus dem charakteristischen Widerstand, dividiert durch den Teilsicherheitsbeiwert für den Materialwiderstand der jeweiligen Versagensart. Im Allgemeinen sind die charakteristischen Widerstände in den Zulassungen angegeben (Zugbeanspruchung: Stahlversagen, Herausziehen; Querbeanspruchung: Stahlversagen).

Zur Bemessung von Betonversagen unter Zug- und Querbeanspruchung (Zugbeanspruchung: Betonausbruch, Spalten; Querbeanspruchung: Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite, Betonkantenbruch) werden die charakteristischen Widerstände nach allgemeinen Bemessungsgleichungen ermittelt. Dabei berücksichtigt man die Einflüsse von Rand- und Achsabständen sowie gegebenenfalls von der Bauteildicke durch das CC (Concrete-Capacity)-Verfahren. Weiterhin kann die vorliegende Betondruckfestigkeit berücksichtigt werden.

Maßgebend bei der Bemessung ist der jeweils minimale Bemessungswert des Widerstandes in einer Lastrichtung. Bei Stahlversagen und Herausziehen unter Zug sowie Stahlversagen unter Querlast ist bei exzentrisch beanspruchten Gruppenbefestigungen der höchstbelastete Dübel relevant.

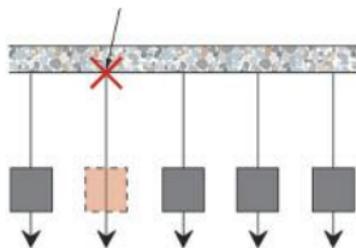
8.2.2.3 Kunststoffrahmendübel mit europäischer technischer Zulassung

Einsatzbereich

In Deutschland waren Kunststoffrahmendübel mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ) in der Regel nur für die Befestigung von Fassadenbekleidungen zugelassen. Mit den europäischen technischen Zulassungen (ETA) sind „Mehrfachbefestigungen“ von sogenannten „nichttragenden Systemen“ möglich. Unter nichttragenden Systemen versteht man im Allgemeinen, dass beim Versagen der Befestigung keine Teile der tragenden Gebäudekonstruktion einstürzen, sondern „nur“ das befestigte Teil versagt. Bei einer abgehängten Decke beispielsweise kann dieses „Versagen“ bereits zu erheblichen Sachschäden oder sogar zu tödlichen Verletzungen führen. Aus diesem Grund müssen auch bei solchen Anwendungen zugelassene Dübel verwendet werden.

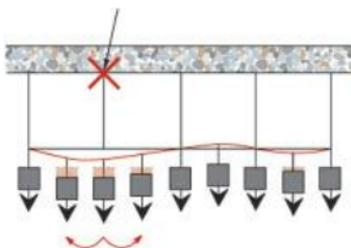
Bei einer Mehrfachbefestigung, einem sogenannten „redundanten System“, ist das befestigte Bauteil so zu bemessen, dass im Fall von übermäßigem Schlupf oder Versagen eines Dübels die Last auf benachbarte Dübel übertragen werden kann. Dies bedeutet, dass im Gegensatz zu einer Einzelbefestigung (Beispiel a) beim Versagen eines Dübels eine Lastumlagerung auf benachbarte Dübel stattfindet (Beispiel b) und das befestigte Teil nicht auf Grund des Versagens eines Dübels, zum Beispiel bei Rissbildung im Beton, herunterfallen kann.

Versagen eines Dübels



Herabfallen

Versagen eines Dübels



a) Einzelbefestigung:

b) Mehrfachbefestigung
($n_1 = 5$): Lastumlagerung auf
benachbarte Dübel

Bild 8.8: Schematischer Vergleich a) Einzelbefestigung (Versagen des Dübels) und b) Mehrfachbefestigung (Versagen des Gesamtsystems)

Damit ein redundantes System vorliegt, sind immer mindestens drei Ankerplatten bzw. Abhänger pro Element der abgehängten Unterkonstruktion erforderlich. Dadurch ist bei Versagen eines Dübels die Lastumlagerung auf mindestens einen benachbarten Dübel möglich, ohne dass es zum Versagen des befestigten Systems kommt. Die Unterkonstruktion muss dabei steif genug sein, um die Lasten übertragen und die Verformungen gering halten zu können (Beispiel b).

Bleiben Sie am Ball



metall-markt.net

alu-news.de

metall-markt.net

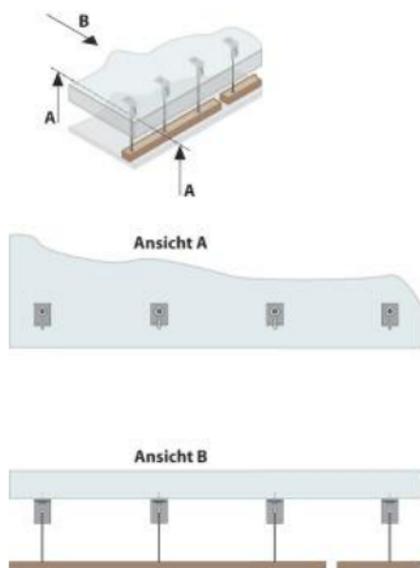
alu-news.de

DIE PRODUKT- UND
FIRMENDATENBANK

JETZT EINTRAGEN

- Wichtige Hersteller, Händler und Dienstleister für die Metallbranche
- Service, Produkte und Dienstleistungen der Partner des Metallhandwerks
- Übersichtlicher Stellenmarkt
- Riesige Aus- und Weiterbildungsdatenbank für die gesamte Branche

130 Grundlagen der Bemessung



Beispiel für ein redundantes System: mindestens 3 oder mehr Ankerplatten bzw. Abhänger

und

mindestens ein oder mehr Dübel pro Ankerplatte bzw. Abhänger erforderlich



Bild 8.9: Befestigungen von angehängten Decken sind jetzt im bauaufsichtlich relevanten Bereich mit modernen Kunststoffrahmendübeln möglich

Verankerungsgründe

Die Einteilung der Verankerungsgründe erfolgt bei den ETAs für Kunststoffrahmendübel in sogenannte Nutzungskategorien. Beton entspricht der Nutzungskategorie (a), Vollziegelmauerwerk (b), Lochsteinmauerwerk (c) und Porenbeton der Kategorie (d). Eine Kombination dieser Nutzungskategorien ist ebenfalls möglich. Der Würth Kunststoffrahmendübel W-UR ist für alle Nutzungskategorien europäisch technisch zugelassen. Die abZ galten für Steine, die nach DIN produziert wurden. Nur für diese Steine waren entsprechende Lasten in den Zulassungen enthalten. Jetzt kann jeder Stein, der den Angaben nach EN 771 entspricht, in die Zulassung integriert werden. Dies bedeutet beispielsweise, dass auch Dübelzulassungen in bauaufsichtlich zugelassenen Steinen wie dem Poroton S11 der Firma Schlagmann/Wienerberger möglich sind. Bisher konnte in diesen Steinen nur befestigt werden, wenn Versuche direkt auf der Baustelle durchgeführt wurden. Die charakteristischen Lastwerte der ETAs für Kunststoffrahmendübel gelten allerdings nur für die in der Zulassung aufgeführten Steine. Ausnahmen sind im Bereich der Abmessungen und der Druckfestigkeit möglich. Die Lastwerte für die jeweiligen Steine gelten auch für den geprüften Stein mit höherer Druckfestigkeit bzw. mit größeren Abmessungen.



Bild 8.10: Würth W-UR 10, für alle Nutzungskategorien zugelassener Universalrahmendübel

9.1 Bauaufsichtlich relevante Produkte

Das Baurecht, das in Deutschland unter der Hoheit der Bundesländer steht, unterscheidet zwischen bauaufsichtlich relevanten Produkten, bei denen ein Versagen die öffentliche Sicherheit oder Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit oder die natürlichen Lebensgrundlagen bedroht, und bauaufsichtlich nicht relevanten Produkten. Bauaufsichtlich nicht relevante Produkte sind z.B. Dübel zum Aufhängen von Bildern an Wänden. Hierfür werden keine bauaufsichtlichen Regelungen benötigt.

Für den Einsatz von Bauprodukten in bauaufsichtlich relevanten (= sicherheitsrelevanten) Anwendungen werden jedoch Regeln benötigt. Eigenschaften, Form und Verwendung von Bauprodukten sind in technischen Regeln, z.B. Produktnormen, festzuhalten. Beispiele für solche geregelten Bauprodukte sind Schrauben oder Fertigteilprodukte wie Betonpflastersteine.

In der täglichen Baupraxis werden aber auch Bauprodukte in Bauwerke eingebaut, die von Normen oder technischen Bestimmungen abweichen oder für die es noch keine allgemein anerkannten technischen Regeln gibt, da diese Bauprodukte noch nicht ausreichend erforscht sind. Diese werden als nicht geregelte Bauprodukte bezeichnet. Mit einem sogenannten Verwendbarkeitsnachweis können unregelmäßige Bauprodukte allerdings auch für bauaufsichtlich relevante Anwendungen eingesetzt werden.

9.2 Dübel

Dübel werden dem unregelmäßigen Bereich zugeordnet, da die Befestigungstechnik noch sehr großes Innovationspotenzial aufweist und daher auch bei Weitem noch nicht abschließend erforscht ist. Der Verwendungsnachweis als Bauprodukt wird über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, die vom Deutschen Institut für Bautechnik

(DIBt), Berlin, erteilt wird, oder eine europäische technische Zulassung bzw. europäische technische Bewertung (vgl. Kapitel 9.3) (ETA), die entweder vom DIBt oder von einer anderen europäischen Zulassungsanstalt erteilt werden kann, erbracht. Hierzu werden die Dübel in zahlreichen Versuchen entsprechend dem später vorgesehenen Einsatzgebiet überprüft. Dabei werden zunächst die Funktion der Dübel unter den möglichen auf der Baustelle auftretenden Einflüssen aus der Dübelmontage und dem Verankerungsgrund (Beton, Mauerwerk) sowie ihre Zuverlässigkeit durch Überprüfung der während der Gebrauchsdauer auftretenden Belastungen auf Dübel und Bauwerk ermittelt. Hat ein Dübel diese prinzipiellen Eignungsversuche bestanden, werden Versuche zur Festlegung der Anwendungsbedingungen, d.h., der Tragfähigkeit bei z.B. kleinen Abständen zur Bauteilkante oder bei Verankerung im gerissenen Beton, durchgeführt.

Zulassungsbescheide, Anwendungsgebiete	DIBt ¹⁾	ETA ²⁾
ungerissener Beton	x	x
ungerissener Beton, leichte Deckenbekleidungen	x	x
gerissener und ungerissener Beton	x	x
Porenbeton	x	x
Verankerung von Fassadenbekleidungen	x	
Verankerung leichter Deckenbekleidungen	x	x
Verankerung von WDVS-Systemen	x	x
Kunststoffdübel für Mehrfachbefestigungen		x
Sicherung von 2-schaligem Mauerwerk	x	

¹⁾ nationale allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

²⁾ europäische technische Zulassung bzw. europäische technische Bewertung (vgl. Kapitel 9.3)

Tabelle 9.1: Ausgewählte Zulassungsbescheide und Anwendungsgebiete

In Tabelle 9.1 sind einige ausgewählte Anwendungsgebiete, für die Zulassungen des DIBt oder eine ETA vorliegen, zusammengefasst.

Die große Anzahl unterschiedlicher Zulassungen zeigt, dass es nicht ausreicht, für bauaufsichtlich relevante Anwendungen nur einen Dübel mit Zulassung zu fordern. Der ausgewählte Dübel muss mit seinem zugelassenen Anwendungsgebiet Befestigungsaufgabe lösen. Die Verwendung von Dübeln in einzelnen Anwendungsbereichen, die nicht über einen Zulassungsbescheid abgedeckt sind, kann über eine Zustimmung im Einzelfall erfolgen. Dafür ist ein Antrag bei der obersten Baurechtsbehörde des Landes, in dem sich das Bauobjekt befindet, in das ein nicht zugelassener Dübel eingebaut werden soll, zu stellen. Sie überprüft den Dübel hinsichtlich seiner Eignung für die vorgesehene Anwendung und stimmt nach positiver Beurteilung dem Einsatz für diesen einzelnen Anwendungsfall zu.

Die Übereinstimmung eines Produktes mit einer Norm, einer Zulassung oder einer Zustimmung im Einzelfall wird in Deutschland durch das Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen bzw. CE-Zeichen) bestätigt. Es befindet sich auf der Verpackung oder der Packungsbeilage des Dübels.

9.3 Europäische Harmonisierung

Die deutschen Regelungen werden mit dem Zusammenwachsen von Europa zunehmend von europäischen Regelungen abgelöst. Am 1. Juli 2013 wurde die europäische Bauproduktenrichtlinie (BPR, [22]) vollständig durch die europäische Bauproduktenverordnung (EUBauPVO, [27]) ersetzt. Seitdem regelt die EUBauPVO den freien Warenverkehr von Bauprodukten innerhalb des europäischen Wirtschaftsraums. Sie stellt weiterhin sicher, dass nur brauchbare Bauprodukte in den Verkehr gebracht und gehandelt und damit auch ver-

wendet werden dürfen. Diese Bauprodukte müssen folgende Grundanforderungen erfüllen:

- mechanische Festigkeit und Standsicherheit
- Brandschutz
- Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz
- Nutzungssicherheit
- Schallschutz
- Energieeinsparung
- nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen

Danach dürfen Bauprodukte wie Dübel europaweit vermarktet werden, wenn sie brauchbar sind und der Hersteller für sein Bauprodukt eine Leistungserklärung erstellt hat, auf deren Grundlage die CE-Kennzeichnung am Bauprodukt angebracht wurde.

Auf Grundlage der ehemals geltenden BPR wurden seinerzeit 4 europäische Leitlinien (ETAGs) für die Erteilung von europäischen technischen Zulassungen (ETAs) verabschiedet:

- ETAG 001: Metalldübel zur Verankerung im Beton
- ETAG 014: Kunststoffdübel zur Befestigung von Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS)
- ETAG 020: Kunststoffdübel als Mehrfachbefestigung von nichttragenden Systemen zur Verankerung im Beton und Mauerwerk
- ETAG 029: Metall-Injektionsdübel zur Verankerung im Mauerwerk

Gemäß den Übergangsbestimmungen der EUBauPVO behalten die ETAGs ihre Gültigkeit; werden sie jedoch technisch überarbeitet, so müssen Sie in europäische Bewertungsdokumente (EADs) überführt werden.

Auf Grundlage der noch bestehenden ETAGs und der zukünftigen EADs werden seit dem 1. Juli 2013 nur noch europäische technische Bewertungen (Achtung ebenfalls abgekürzt mit „ETA“) erteilt. Bestehende europäische technische Zulassungen (ETAs), die vor dem 1. Juli 2013 erteilt wurden, können – spätestens nach Ablauf ihrer Geltungsdauer (maximal bis zum 30. Juni 2018) – in europäische technische Bewertungen (ETAs) überführt werden.

Viele allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen, die nur in Deutschland Gültigkeit besitzen, wurden schon bisher von europäischen technischen Zulassungen und werden weiterhin zunehmend von europäischen technischen Bewertungen abgelöst, da diese in ganz Europa akzeptiert werden, den aktuellen Stand der Technik darstellen und die Produkte im ganzen europäischen Wirtschaftsraum mit einer einzigen Zulassung vermarktet werden können.

9.4 Zulassungsinhalte

Die Zulassungsbescheide folgen unabhängig davon, ob vom DIBt oder einer anderen europäischen Zulassungsbehörde erteilt, im Wesentlichen derselben Gliederung und enthalten folgende Angaben:

- Allgemeine Bestimmungen:
 - Rechtsgrundlagen, Aufgabe, Verwendung und Wirksamkeit des Zulassungsbescheides.

- Besondere Bestimmungen:
 - Zulassungsgegenstand, Beschreibung des Dübels und Anwendungsbereich

- Bestimmungen für den Dübel,
 - Merkmale, (Werkstoff-)Eigenschaften und Zusammensetzung,
 - Herstellung, Verpackung, Transport, Lagerung und Kennzeichnung,
 - Übereinstimmungsnachweis, Konformitätsbescheinigung, CE-Kennzeichnung,
- Bestimmungen für den Entwurf und die Bemessung,
- Bestimmungen für Ausführung und Montage,
- Bestimmungen für Nutzung, Unterhalt und Wartung.

Ergänzend wird in Zulassungen für Metalleidübel zur Verankerung im Beton darauf hingewiesen, dass sich das anzuwendende Bemessungsverfahren nach Art und Anzahl der Prüfungen richtet, die der Dübel im Rahmen seines Verwendbarkeitsnachweises durchlaufen hat. Die Zuordnung von Prüfverfahren und Bemessungskonzept ist in Tabelle 9.2 beispielhaft für die Vorgehensweise zur Erlangung von europäisch technischen Bewertungen dargestellt. Die Optionen 1-6 stehen für Anwendungsbereiche im gerissenen und ungerissenen Beton, wohingegen Produkte, die nach den Optionen 7-12 geprüft wurden, nur im ungerissenen Beton eingesetzt werden dürfen. Generell gilt, dass mit sinkender Zahl einer Prüfoption der Anwendungsbereich zunimmt und eine detailliertere und wirtschaftlichere Bemessung durchgeführt werden kann. Das Optimum stellt eine Dübelbemessung nach Bemessungsverfahren A des Annex C der ETAG 001 bzw. Bemessungsmethode A nach CEN/TS 1992-4 (vgl. Kapitel 8.2.1) dar. Die aufwendigsten Prüfungen mit dem umfassendsten Anwendungsbereich haben demnach Dübel mit Zulassung nach Option 1, den kleinsten Anwendungsbereich Dübel mit Prüfung nach Option 12. Es ist nicht gestattet, einen Dübel für einen anderen Anwendungsbereich als im Zulassungsbescheid angegeben zu verwenden.

Option	Gerissen und ungerissen	Nur ungerissen	Nur C20/25	C20/25 bis C50/60	F_{RK} ein Wert	F_{RK} abhängig von der Richtung	c_{cr}	s_{cr}	c_{min}	s_{min}	Bemessungsverfahren nach Anhang C
1	X			X		X	X	X	X	X	A
2	X		X			X	X	X	X	X	
3	X			X	X		X	X	X	X	B
4	X		X		X		X	X	X	X	
5	X			X	X		X	X			C
6	X		X		X		X	X			
7		X		X		X	X	X	X	X	A
8		X	X			X	X	X	X	X	
9		X		X	X		X	X	X	X	B
10		X	X		X		X	X	X	X	
11		X		X	X		X	X			C
12		X	X		X		X	X			

Tabelle 9.2: Zuordnung von Prüfverfahren und Bemessungskonzept nach ETAG 001 für Metalldübel zur Verankerung im Beton

9.5 Anwendung der Regelungen in der Befestigungstechnik

Für die Anwendung von Regelungen auf Befestigungslösungen mit Dübeln gilt der in Bild 9.1 dargestellte Ablauf. Nicht bauaufsichtlich relevante Befestigungen können nach Herstellerempfehlungen ausgeführt werden.

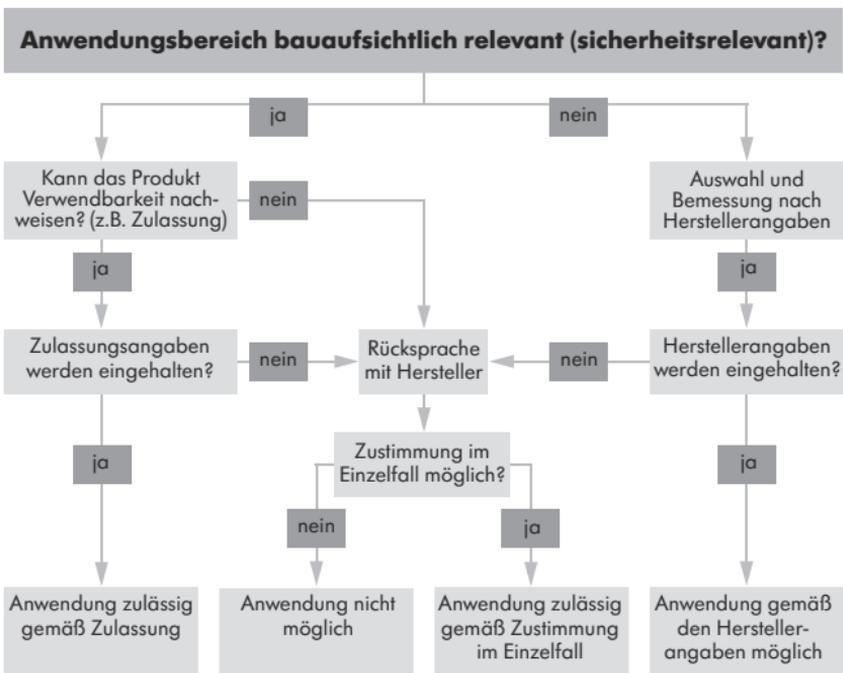


Bild 9.1: Vorgehensweise bei Regelungen für Dübel

140 10. Fehlanwendungen und Schadensfälle

Das Ziel einer dauerhaft sicheren Befestigung kann nur durch ein Zusammenwirken von Hersteller und Anwender erreicht werden (Bild 10.1). Die Hersteller müssen sicher funktionierende Befestigungssysteme für die Praxis bereitstellen. Dies wird durch eine Zulassung nachgewiesen und zur nachhaltigen Qualitätsgewährleistung bei der Produktion durch eine eigene (Eigenüberwachung) und eine unabhängige (Fremdüberwachung) Kontrolle überprüft. Andererseits bedarf es einer fehlerfreien Planung und Montage sowie der Einhaltung der vorgesehenen Nutzungsbedingungen.

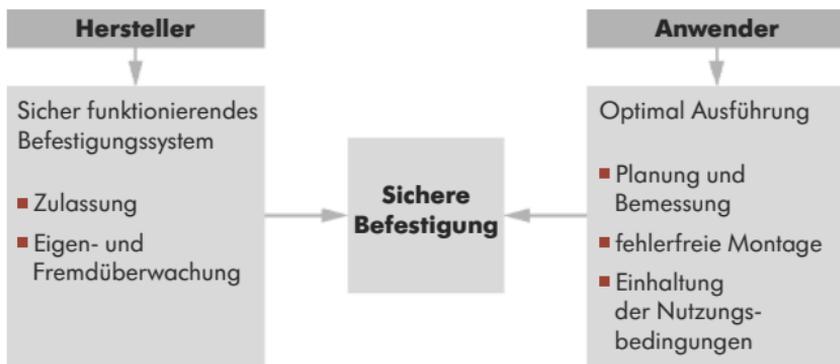


Bild 10.1: Zusammenwirken von Hersteller und Anwender zur Gewährleistung von sicheren Befestigungen

Obwohl sicher funktionierende Befestigungssysteme am Markt verfügbar sind, treten immer wieder Schadensfälle auf. Umfangreiche Untersuchungen [23] zeigen, dass Bauschäden zum weitaus überwiegenden Teil auf menschliches Fehlverhalten zurückzuführen sind. Die Kosten für die Planung und Ausführung von Befestigungen betragen im Allgemeinen nur einen Bruchteil an den Gesamtkosten eines Gebäudes. Treten allerdings Fehlanwendungen und Schadensfälle auf, kann dies Menschenleben in Gefahr bringen und die Beseitigung kann sehr hohe Nachfolgekosten verursachen.

Die Ausführung von Befestigungen erfolgt in der Regel in zwei Etappen (Bild 10.2). Zunächst hat der Ingenieur im Planungsbüro die Aufgabe, die optimale Dübelauswahl zu treffen und die Bemessung durchzuführen. Um dieser Aufgabe gerecht zu werden, bedarf es entsprechender Kenntnisse, da wesentliche Einflussfaktoren zu berücksichtigen sind (siehe Kapitel 7).

Der zweite Schritt – die Montage – erfordert vom Monteur auf der Baustelle insbesondere Kenntnisse über die Funktionsprinzipien der Dübel sowie die Einflussgrößen auf die Montage (vgl. Kapitel 5).



Bild 10.2: Etappen bei der Ausführung einer Befestigung und Einflussfaktoren

In der Baupraxis sind häufig Ausführungsfehler infolge ungenügender Planung, fehlerhafter Montage oder unvorhergesehener Nutzung zu beobachten. Beispiele von Anwendungsfehlern aus der Befestigungspraxis, getrennt nach Planung, Montage und Nutzung, sind in Bild 10.3 aufgeführt.



Bild 10.3: Fehlerbeispiele bei der Planung, Montage und Nutzung [23]

Fehlanwendungen bei der Planung und Montage lassen sich in offensichtliche und versteckte Mängel unterteilen. Mängel können strafrechtliche sowie wirtschaftliche Konsequenzen zur Folge haben. Typische Mängel sind in Tabelle 10.1 zusammengestellt. Bild 10.4 zeigt zur Veranschaulichung einige Beispiele.

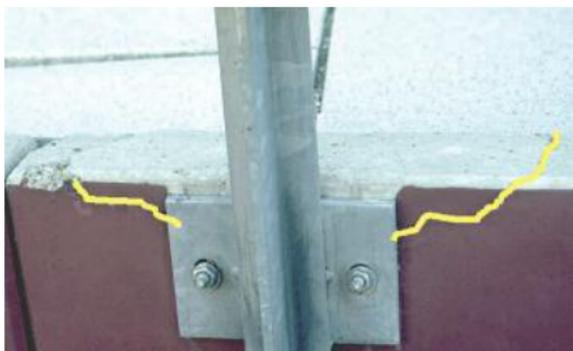
Offensichtliche Mängel	Versteckte Mängel
<ul style="list-style-type: none"> ■ Spaltrisse oder Abplatzungen im Verankerungsgrund ■ Fehlbohrungen ■ Anzeichen eines Versagens (große Verschiebungen) ■ Falsche Materialauswahl, z.B. Außenanwendungen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Falsche Verankerungstiefe ■ Falsche Dübelauswahl ■ Sofortige Belastung (Verbunddübel) ■ Aufbringen eines falschen Montagedrehmoments ■ Anschneiden oder Durchtrennen von Bewehrung ■ Ungenügende Bohrlochreinigung ■ Falsches Bohrverfahren (Hohlmauerwerk) ■ Ungenügende Verspreizung

Tabelle 10.1: Offensichtliche und versteckte Mängel bei der Ausführung von Befestigungen

144 Fehlanwendungen und Schadensfälle



a) Unterschreitung
des minimalen
Randabstandes



b) Überbelastung



c) Der nächste
Schadensfall?

Bild 10.4: Beispiele für Schadensfälle und Fehlanwendungen

Zur Herstellung wirtschaftlicher Befestigungen ist es nicht ausreichend, Preise zwischen einzelnen Produkten und Herstellern zu vergleichen, sondern es müssen auch alle der Befestigungsaufgabe vor- und nachgelagerten Arbeiten berücksichtigt werden. Diese werden in einer sogenannten Kosten-Nutzen-Analyse zusammengefasst. Die wesentlichen Punkte sind in Tabelle 11.1 zusammengestellt und werden im Folgenden kurz erläutert. Die Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Abhängig von der Befestigungsaufgabe können weitere Bedingungen für die Kalkulation maßgebend werden.

Die Dübelmontagekosten werden beeinflusst durch

- den Preis des Dübels,
- die erforderliche Bohrmaschine,
- das Bohrwerkzeug, ggf. Einsatz von Spezialbohrern,
- Bohrlochdurchmesser und -tiefe → Bohrzeit,
- die Wartezeit bis zum Aufbringen der Belastung (chem. Dübel),
- die notwendigen Montagekontrollen.

Weiterhin sind hinsichtlich des Montageaufwandes zu beachten die

- Lieferzeit der Dübel und Bohrwerkzeuge,
- Lagerhaltung, z.B. Kühlen bei chemischen Dübeln,
- Wegezeiten für z.B. den Transport zwischen Lager und Einbaustelle,
- Rüstzeiten, z.B. Bedarf an Gerüsten, Hebebühnen, Leitern.

In diese Betrachtungen sind die Leistungsdaten der Dübel sowie Vorteile hinsichtlich Verfügbarkeit, Rechnungsstellung und Montagefreundlichkeit mit einzubeziehen. So können sich insbesondere bei Reihen- oder Serienmontagen Zeitunterschiede im Bereich weniger Minuten je Befestigungspunkt schnell addieren und einen wesentlichen Kostenfaktor darstellen. Zudem gilt es zu beachten, dass die Anschaffungskosten eventuell benötigter Spezialbohrer wesentlich höher sind als für übliche Bohrwerkzeuge, zumal diese oftmals nicht universell einsetzbar sind.

Die Dübelauswahl sollte unter dem Gesichtspunkt erfolgen, die Befestigung sicher und ohne Mängel auszuführen. Nachträgliche Reparaturen und Sanierungen sind nahezu immer schwierig und zeitaufwendig. Sie können einen erheblichen, nicht kalkulierten Kostenfaktor darstellen. Daher sind hier nochmals die wichtigsten Punkte für die Dübelauswahl dargestellt:

- Umgebungsbedingungen: Temperatur, Feuchtigkeit, Schadstoffe
- Verankerungsgrund: Art (Beton, Mauerwerk) und Festigkeit
- Belastung: Größe, Art und Richtung

¹⁾ Rüstzeiten berücksichtigen (z.B. Stellen eines Gerüsts, einer Leiter etc.); bei chemischen Dübeln: Aushärtezeiten beachten
²⁾ z.B. Setzwerkzeug, Drehmomentschlüssel, Bundbohrer, Reinigungsbürste,...

Tabelle 11.1: Einflussgrößen auf die Kalkulation einer Befestigung

Punkt	Zeile		Variante 1	Variante 2
Dübel	1	Bezeichnung		
	2	Anzahl der Dübel		
	3	Kosten pro Dübel	€	
	4	Verfügbarkeit		
	5	Zeile 2 x Zeile 3	€	
Lager	6	Kosten für spezielle Lagerhaltung (kühlen, heizen, lüften), z.B. bei chem. Produkten	€	
Bohrer und Bohrhammer	7	Abnutzung Bohrhämmer		
	8	Bohrerdurchmesser		
	9	Bohrlochtiefe		
	10	Anzahl der Bohrlöcher pro Bohrer		
	11	Anzahl der benötigten Bohrer		
	12	Kosten der Bohrer	€	
	13	Zeile 11 x Zeile 12	€	
Bohrloch	14	Zeitaufwand pro Bohrloch einschl. Reinigung		
	15	Zeile 14 x Stundensatz	€	
Montage	16 ¹⁾	Montagedauer pro Dübel		
	17	Dauer d. evtl. erf. Kontrolle, Probelastung		
	18	Zeile 16 + Zeile 17	€	
	19	Zeile 18 x Stundensatz	€	
	20 ²⁾	Montagewerkzeug	€	
	21	Zeile 19 + Zeile 20	€	
Summe	22	Zeile 5 + Zeile 6 + Zeile 13 + Zeile 15 + Zeile 21	€	
	23	bevorzugte Variante		
	24	örtliche Besonderheiten		

Konstruktionsfehler, Fehlanwendungen und fehlerhafte Produkte treten in der Befestigungstechnik selten auf. Die genannten Fehler können jedoch zum Versagen von Verbindungen mit schweren Schäden an Personen und Einrichtungen führen. Daraus entstehen in der Regel für die Geschädigten erhebliche Ansprüche aus der Haftung der Verantwortlichen mit zum Teil erheblichen wirtschaftlichen Folgen und zum Teil persönlichen Konsequenzen.

Zur Vermeidung von Konstruktionsfehlern werden Seminare für Planer und Anwender durchgeführt. Ganz besonders ist hier auf den Qualifikationslehrgang zum „Zertifizierten Befestigungstechniker“ hinzuweisen, den Würth in Zusammenarbeit mit der Universität Dortmund durchführt.

Der Vertrieb und die Herstellung fehlerfreier Produkte werden durch qualitätssichernde Maßnahmen wie Eigen- und Fremdüberwachung von Produktion und Produkten gesichert.

Dennoch soll mit diesem Kapitel ansatzweise veranschaulicht werden, in welchem rechtlichen Umfeld sich die Anwendung der Dübeltechnik bewegt. Haftungsfragen und die daraus resultierenden rechtlichen Konsequenzen können im Rahmen dieses Buches bei Weitem nicht vollständig und abschließend behandelt werden. Daher kann und soll dieser Abschnitt im Fall einer Reklamation oder eines Schadensfalles auch keinen Rechtsbeistand ersetzen.

Planer und Monteure müssen in der Dübeltechnik insbesondere die folgenden Gesetze berücksichtigen:

- das Bürgerliche Gesetzbuch (BGB),
- das Produkthaftungsgesetz (ProdHaftG),
- das Haftpflichtgesetz (HpfLG),
- das Handelsgesetzbuch (HGB),
- div. Schutzgesetze wie z.B. das Gesetz über technische Arbeitsmittel und Verbraucherprodukte (GPSG) usw.

Weiterhin sind vertragliche Randbedingungen wie z.B. die Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen VOB (Teile A bis C) sowie eventuell maßgebliche anwendungsbezogene Vorschriften und Zusatzvertragsbedingungen zu beachten. Zudem wird erwartet, dass eine Befestigungsaufgabe nach den anerkannten Regeln der Technik, z.B. Normen und Zulassungen, sowie nach dem aktuellen Stand der Technik, der z.B. auf Seminarinhalten und Fachveröffentlichungen gegründet ist, ausgeführt wird.

Zur Durchführung einer Befestigungsaufgabe wird ein Bauvertrag geschlossen [24]. Die Wirksamkeit der Vertragsinhalte wird unter Berücksichtigung aller Einzelfallumstände nach dem Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB), ggf. unter Modifikation durch die VOB, beurteilt. Häufig werden die Bestimmungen der Verdingungsordnung für Bauwesen (VOB/B) als Bestandteil in den Vertrag einbezogen; seit dem 11.06.2010 müssen öffentliche Auftraggeber in den gesetzlich oder durch Verwaltungsvorschriften vorgesehenen Fällen die Verdingungsordnung bei Bauaufträgen stets zugrunde zu legen. Die VOB/B ist keine Rechtsnorm, sondern gehört zu den allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB). Verständigen. Verständigen sich die Bauvertragsparteien darauf, dass die VOB/B Bestandteil des Bauvertrages sein soll, gelten ihre Regelungen für die gegenseitigen Rechte und Pflichten der Bauvertragsparteien kraft vertraglicher Vereinbarung. Hierdurch werden die allgemeinen gesetzlichen Be-

stimmungen, insbesondere die des BGB-Werkvertragsrechtes, modifiziert und ergänzt.

Nach Abschluss des Bauvertrages wird mit der Bearbeitung der Befestigungsaufgabe begonnen. Dabei ist in der Befestigungstechnik der Ersteller der Verbindung als „Hersteller“ zu betrachten. Er unterliegt daher den Bestimmungen des Produkthaftungsrechts [25]. Dies setzt voraus, dass jeder, der ein Produkt serienmäßig oder handwerklich erstellt, sich der weitreichenden Folgen (Ausmaß im Schadensfall) bewusst ist, die eintreten können, wenn er ein fehlerhaftes Erzeugnis herstellt. Hierbei gilt es insbesondere zu beachten, dass nur das Risiko des Schadensersatzes versicherbar ist, nicht jedoch die ggf. damit einhergehenden strafrechtlichen Folgen. Letztere muss der „Hersteller“ der schadhafte Verbindung höchstpersönlich verantworten. Haftpflichtversicherungen kommen dafür nicht auf.

Produkthaftung bedeutet in der Befestigungstechnik, dass der Hersteller einer Dübelverbindung für Schäden haftet, die Dritten aus Fehlern seiner Produkte entstehen. Der Ersteller des Befestigungspunktes haftet demnach für Schäden, die aus einer nicht funktionsfähigen oder fehlerhaften Verbindung entstehen. Fehlerhaft ist eine Verbindung, die nicht die Sicherheit aufweist, die der Benutzer und die Allgemeinheit berechtigterweise erwarten können. Dies ist zum Beispiel dann der Fall, wenn beim Anlehnen einer Person an ein Geländer die Dübel versagen.

Gehaftet wird grundsätzlich für alle unmittelbaren Schäden an Sachen und Personen (Verletzung, Krankheit, Tod) und für alle sich für die Geschädigten daraus ergebenden Folgen. Die Haftung kann nicht ausgeschlossen oder beschränkt werden und gilt für den Unternehmer. Im Falle von Personenschäden sind zudem bei Verletzen eigener Sorgfaltspflichten nach tatsächlicher innerbetrieblicher Verantwortung die Mitarbeiter des Unternehmens strafrechtlich haftbar. Das kann Geld- und Freiheitsstrafen für die Mitarbeiter zur Folge haben.

Die Produkthaftung ist eine „Gefährdungshaftung“. Damit haftet der Hersteller einer Verbindung mit Befestigungsmitteln zunächst unabhängig davon, er für den Fehler verantwortlich ist. Entscheidend ist allein das Vorhandensein des Fehlers. Zudem gilt die sogenannte Beweislastumkehr: Nicht der Geschädigte muss das Verschulden des Herstellers nachweisen, vielmehr muss der Hersteller selbst nachweisen, dass er keinen Fehler begangen hat bzw. der Fehler nicht in seinem Verantwortungsbereich entstanden ist. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn er die Ausführungen eines Zulassungsbescheides sowie die Montageanweisungen des Dübelherstellers genau befolgt hat. Der Monteur kann dies durch die Dokumentation der Befestigungsaufgabe mit Hilfe Montageprotokolls, die ohnehin durch die deutschen Zulassungsbescheide gefordert wird, nachweisen. Gewähr dafür, nicht haftbar gemacht zu werden, bietet nur die fehlerfreie Ausführung einer Befestigungsaufgabe.

Dies bedeutet den Einsatz hochwertiger Dübelprodukte und das Einhalten der für den Entwurf, die Bemessung und die Montage der Dübel erforderlichen Bestimmungen, Richtlinien und Gebrauchsanweisungen.

Das Fachwörterlexikon für Praktiker, die in Europa erfolgreich Geschäfte machen

Hiermit bestelle ich _____ Exemplar(e) aus
der MiniThek-Reihe: Band 9 **ENGLISCH für Metallbauer**
zum Preis von € 32,- zzgl. MwSt. + Versand

Firma _____

Name _____

Straße _____

PLZ/Ort _____

Telefon _____

Datum _____

X

Unterschrift

290
Seiten

Taschenbuch
format

MiniThek
Band
9

Stark
erweiterte
5. Auflage

ENGLISCH
für Metallbauer
Deutsch-Englisch – Englisch-Deutsch

Bestellung schicken oder faxen an: PSE Redaktionsservice, Kirchplatz 8, 82538 Geretsried, Telefon 08171/91 18-70, Fax 6 09 74

BRANDSCHUTZ- SYSTEME

- Anwendungen
- Lösungen
- Systeme
- Produkte

Brandschutz
Service-Hotline:
0800/1813900

oder per E-mail:
brandschutz@wuerth.com

Besuchen Sie uns auch
im Internet!
www.wuerth.de/brandschutz



Jetzt schnell anfordern!
Broschüre
Brandschutzsysteme

Adolf Würth GmbH & Co. KG
74650 Künzelsau
T +49 7940 15-0 • F +49 7940 15-1000
info@wuerth.com • www.wuerth.de

- [1] Fuchs, W.: Evolution of Design Methods in Europe. Symposium on "Connections between Steel and Concrete", Stuttgart, RILEM Proceeding PRO 21, Editor R. Eligehausen, Cachan Cedex, 2001
- [2] Küenzlen, J.H.R., Sippel, T.M.: Behaviour and design of fastenings with concrete screws. In: RILEM Proceeding PRO 21 "Symposium on Connections between Steel and Concrete", Cachan Cedex, 2001, S. 919-929
- [3] Deutsches Institut für Bautechnik (1993): Bemessungsverfahren für Dübel zur Verankerung in Beton (Anhang zum Zulassungsbescheid), Ausgabe Juni 1993, Berlin
- [4] European Organisation for Technical Approvals (EOTA): ETAG 001 – Leitlinie für die europäische technische Zulassung für Metalldübel zur Verankerung in Beton. Teil 1: Dübel – Allgemeines. Teil 2: Kraftkontrolliert spreizende Dübel. Teil 3: Dübel – Hinterschnittdübel. Teil 4: Wegkontrolliert spreizende Dübel. Teil 5: Verbunddübel. Teil 6: Dübel für die Verwendung als Mehrfachbefestigung von nichttragenden Systemen. Anhang A: Einzelheiten der Versuche. Anhang B: Versuche zur Ermittlung der zulässigen Anwendungsbedingungen. Anhang C: Bemessungsverfahren für Verankerungen (die deutsche Veröffentlichung erfolgt im Bundesanzeiger. Für einen Hinweis auf die aktuelle Fassung siehe https://www.dibt.de/de/zv/ETAG/ETAG_HG6.pdf. Kostenloser Download der englischen Sprachfassung unter <http://www.eota.eu/enGB/content/etags-used-as-ead/26/>)
- [5] Küenzlen, J.H.R.: Tragverhalten von Schraubdübeln unter statischer Zugbelastung, Dissertation, Universität Stuttgart, erschienen im Selbstverlag, 2005
- [6] Rehm, G., Eligehausen, R., Mallée, R.: Befestigungstechnik. Betonkalender 1988, Teil II, Ernst & Sohn Verlag, Berlin, 1988, S. 569-663

- [7] Fuchs, W., Eligehausen, R.: Das CC-Verfahren für die Berechnung der Betonbruchlast von Verankerungen. Beton- und Stahlbetonbau 90 (1995), Heft 1, S. 6-9, Heft 2, S. 38-44, Heft 3, S. 73-76
- [8] Eligehausen, R., Mallée, R.: Befestigungstechnik im Beton- und Mauerwerkbau. Ernst & Sohn Verlag, Berlin, 2000.
- [9] Fuchs, W., Eligehausen, R.: Tragverhalten und Bemessung von auf Querkraft beanspruchten Dübelbefestigungen mit Randeinfluss im ungerissenen Beton, Bericht Nr. 10/9-86/13, Institut für Werkstoffe im Bauwesen, Universität Stuttgart, 1986, nicht veröffentlicht
- [10] Küenzlen, J.H.R.: Einfach verschraubt, Ratgeber Befestigungstechnik, Charles Coleman Verlag, Köln, 2006.
- [11] Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt): Einmalverwendung von Betonschrauben. Schreiben an die Antragsteller europäischer technischer Zulassungen für Betonschrauben zur Verankerung im Beton vom 31. August 2006 (Download unter http://www.dibt.de/de/Fachbereiche/Referat_I2_Veroeffentlichungen.html).
- [12] Cook, R.A., Kunz, J., Fuchs, W., Konz, R.C.: Behaviour and Design of Single Adhesive Anchors under Tensile Load in Uncracked Concrete. ACI Structural Journal, V. 95, No. 1, 1998, S. 9-26
- [13] Meszaros, J.: Tragverhalten von Verbunddübeln im ungerissenen und gerissenen Beton. Dissertation, Universität Stuttgart, 2001
- [14] Meszaros, J., Eligehausen, R.: Einfluss der Bohrlochreinigung und von feuchtem Beton auf das Tragverhalten von Injektionsdübeln. Bericht Nr. 98/2-2/2, Institut für Werkstoffe im Bauwesen, Universität Stuttgart, 1998, nicht veröffentlicht
- [15] Eligehausen, R., Mallée, R., Rehm, G.: Befestigungstechnik. Betonkalender 1997, Teil II, Sohn Verlag, Berlin, 1997, S. 609-753

- [16] Eligehausen, R., Meszaros, J.: Influence of Installation Inaccuracies on the Behaviour of Bonded Anchors, Evaluation of the Test Results. Bericht Nr. 1/80-96/11. Institut für Werkstoffe im Bauwesen, Universität Stuttgart, 1996, nicht veröffentlicht
- [17] CEN/TS 1992-4 siehe DIN SPEC 1021-4 bzw. DIN CEN/TS 1992-4: Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton; Deutsche Fassung CEN/TS 1992-4. Teil 1: Allgemeines. Teil 2: Kopfbolzen. Teil 3: Ankerschienen. Teil 4: Dübel – Mechanische Systeme. Teil 5: Dübel – Chemische Systeme.
- [18] Rehm, G.: Gutachtliche Stellungnahme vom 27. Oktober 1987. München, nicht veröffentlicht
- [19] Bauministerkonferenz (ARGEBAU): Musterbauordnung – MBO (für die Länder der Bundesrepublik Deutschland, aktuelle Fassung unter www.is-argebau.de).
- [20] Asmus, J.: Verhalten von Befestigungen bei der Versagensart Spalten des Betons. Dissertation, Universität Stuttgart, 1999
- [21] Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt): Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-30.3-6 für „Erzeugnisse, Verbindungsmittel und Bauteile aus nichtrostenden Stählen“ (Bezugsmöglichkeit: <http://www.edelstahl-rostoffrei.de>)
- [22] Richtlinie des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte (89/106/EWG), zuletzt geändert durch die Verordnung (EG) Nr. 1882/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. September 2003 [„Bauproduktenrichtlinie“ (BPR)].
- [23] Schuler, D.: Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit von Befestigungen. In: Neue Möglichkeiten der Befestigungstechnik im Ingenieurbau, Tagungsband der Technischen Akademie Esslingen, 1996

- [24] Sätzler, B.U.: Haftungsfragen, Bauvertrag, VOB..., Vortrag bei der Handwerkskammer Heilbronn, 2003
- [25] Lohmayer, M.: Haftungsfragen, Produkthaftung..., Vortrag bei der Handwerkskammer Heilbronn, 2003
- [26] Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt): Hinweise für die Montage von Dübelverankerungen, Oktober 2010 (Download möglich unter http://www.dibt.de/de/Fachbereiche/Referat_12_Veroeffentlichungen.html).
- [27] 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 [„Bauproduktenverordnung“ (EUBauBVO)].

DER DÜBEL,

der Zähne zeigt und sich in unzählige Verankerungsgründe beißt.



1 DÜBELKRAGEN

Verhindert das Tieferrutschen der Dübelhülse!

2 SETZTIEFENMARKIERUNG

3 VERDREHSICHERUNG

Verhindert ein Mitdrehen der Dübelhülse, ein Durchdrehen ist nahezu unmöglich!

4 VERDREHSICHERUNG

Aufgespreizte „Zähne“ verkrallen sich im Verankerungsgrund!



KUNSTSTOFF-RAHMENDÜBEL W-UR

Europäische Technische Zulassung (ETA-08/0190)

- Geringes Eindrehmoment der Dübelschraube: „Leichtes“ Verspreizen des Dübels, nahezu kein Durchdrehen der Dübelhülse.
- Sehr starke Verdrehsicherung.
- Verspreizung in vier Richtungen: Hohe Traglasten.
- Verbesserte Kraftübertragung: Gleichmäßige und kontinuierliche Lasteinleitung über den gesamten Spreizbereich.
- Einschlagsperre verhindert bei der Montage ein vorzeitiges Aufspreizen des Dübels.

**Sie benötigen weniger Kraft –
die Dübelhülse dreht nicht durch.**



A large rectangular area with a light gray background and horizontal white lines, resembling a notepad or a form for taking notes. The lines are evenly spaced and run horizontally across the entire width of the page, providing a guide for writing.

DER DÜBEL AUCH FÜR KALTE TAGE



-20°

Einzigartig. Vielseitig. Unglaublich bissig.

Mit dem Kunststoff-Rahmendübel W-UR sind Sie auch an kalten Tagen für fast alle Montagesituationen gerüstet.

Mit Europäischer Technischer Zulassung ETA-08/0190 und ETA-11/0309 ab -40°C (W-UR 8) bzw. -20°C (W-UR 10) einsetzbar.

Mehr Infos: www.wuerth.de.

Sprechen Sie uns an – wir beraten Sie gerne.



FAHRT AUFNEHMEN MIT WÜRTH SEMINAREN!

- Als Dienstleister für den Kunden sind wir Innovationstreiber, Problemlöser und Lernbegleiter im Bereich Wissensvermittlung
- In mehr als 50 Handwerkerzentren bundesweit bieten wir Ihnen ein breites Spektrum an kaufmännischen und technischen Seminaren
- Die Seminare bieten Ihnen interessante

Anregungen und Hilfestellungen für die Herausforderungen von Heute und Morgen

- Gerne organisieren wir ein individuell auf ihre Bedürfnisse zugeschnittenes Inhouse-Seminar
- Wir freuen uns, wenn wir Sie bald bei einem unserer Seminare begrüßen dürfen

Unser komplettes Seminarangebot finden Sie unter www.wuerth.de/seminare. Gerne schicken wir Ihnen auch unsere Seminarbroschüre per Post zu.

Bei Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.



AKADEMIE WÜRTH
HANDWERKERZENTRUM

**Adolf Würth GmbH & Co.KG · 74650 Künzelsau · T +49 7940 15-2330 ·
F +49 7940 15-4099 · akademie-kundenseminare@wuerth.com ·
www.wuerth.de/seminare**