Basiswissen zur Befestigungstechnik

MIT DÜBELN UND ANKERN

Jede Befestigung hat es in sich. Ob Sie nun Planer oder Monteur, Händler oder Kundenberater sind – hier erfahren Sie alles über die Befestigungstechnik:

Welcher Dübel oder Anker ist wann, bei welchem Einsatz der Beste. Kurz und knapp, klar und deutlich.

1. Allgemeine Grundlagen
Baustoff
Bohren
Montage
Die Montagearten
Belastung
Wirkungsweise
Versagensarten
Risse
Rissetaugliche Stahldübel
2. Brandschutzmaßnahmen
Brandschutz
Brandschutz in der Bef. technik
3. Korrosion
Entstehung von Korrosion
Korrosionsschutz
4. Dynamik
5. Zulassungen
Gesetzliche Grundlagen
Zulassungsvorschriften für Dübel
Bemessung von Dübelverbindungen
Zulassungen und ihre Bedeutung

1. Allgemeine Grundlagen

Baustoff

Entscheidend für die Wahl des Dübels ist der Untergrund und seine Beschaffenheit: Der Baustoff und Ankergrund. Unterschieden wird zwischen Beton, Mauerwerk und Plattenbaustoffen.

Beton ist ein zementhaltiger Baustoff, der sich in zwei Untergruppen unterteilen lässt: Normalbeton und Leichtbeton. Während in Normalbeton Kies enthalten ist, umfasst Leichtbeton Zuschläge wie Bims, Blähton oder Styropor® mit einer meist geringeren Druckfestigkeit. Dadurch entstehen mitunter ungünstigere Bedingungen für das Verankern von Dübeln.
Die Höhe der Tragkraft eines Schwerlastdübels hängt u.a. von der Druckfestigkeit des Betons ab. Diese wird durch die Ziffern in den Kurzbezeichnungen angegeben: z.B. steht die am häufigsten vorkommende Betonfestigkeit C 20/25 für eine Würfeldruckfestigkeit von 25 N/mm².

Mauerwerksbaustoffe Mauerwerk ist ein Verbund aus Steinen und Mörtel. Speziell in Altbauten ist die Druckfestigkeit der Steine meist höher als die des Mörtels. Deshalb sollten Dübel möglichst im Mauerwerksstein verankert werden.

Generell werden vier Gruppen von Mauerwerkssteinen unterschieden:

1. Kalksandvollstein
2. Vollziegel (auch als Backstein oder Klinker bekannt)

Vollsteine mit dichtem Gefüge sind sehr druckfeste Baustoffe ohne Hohlräume oder mit nur geringem Lochflächenanteil (bis max. 15 %, z.B. als Grifftasche). Sie eigenen sich sehr gut zur Verankerung von Dübeln.

1. Langlochziegel und Hochlochziegel werden oft auch als Gitterziegel oder Wabensteine bezeichnet.
2. Kalksandlochstein

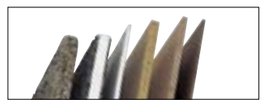
Lochsteine mit dichtem Gefüge (Loch- und Hohlkammersteine) bestehen oft aus dem gleichen druckfesten Material wie Vollsteine, sind jedoch mit Hohlräumen versehen. Für die Befestigung höherer Lasten sollten spezielle Dübel verwendet werden, die diese Hohlräume überbrücken oder ausfüllen.

1. Vollstein aus Leichtbeton, Vollstein aus Blähton, z.B. „Liapor", „Gisoton"
2. Porenbeton z.B. „Yton", „Hebel"

Vollsteine mit porigem Gefüge haben meist sehr viele Poren und eine geringe Druckfestigkeit. Deshalb sollten für die optimale Befestigung Spezialdübel verwendet werden, z.B. Dübel mit langer Spreizzone und stoffschlüssige Dübel.

Leichtbetonhohlblockstein, z.B. aus Bims oder Blähton

Lochsteine mit porigem Gefüge (Leichtlochsteine) haben viele Hohlräume und Poren und damit eine meist geringe Druckfestigkeit. Hier gilt besondere Sorgfalt bei Auswahl und Montage des richtigen Dübels. Geeignet sind Dübel mit langer Spreizzone oder formschlüssig wirkende Injectionsanker – insbesondere bei Leichtbetonhohlblocksteinen, deren Hohlräume mit Polystyrol gefüllt sein können.

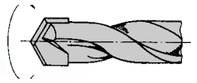


Plattenbaustoffe

Plattenbaustoffe sind dünnwandige Baustoffe, die eine häufig nur geringe Festigkeit aufweisen – z.B. Gipskartonplatten wie „Rigips", „Knauf", „LaGyp", „Norgips"; Gipsfaserplatten wie „Fermacell", „Rigicell" oder Spanplatten, Hartfaserplatten, Sperrholz u.a. Für die optimale Befestigung sind Spezialdübel zu wählen: so genannte Hohlraumdübel. Das sind hintergreifende Dübel aus Kunst stoff oder Metall – formschlüssig greifende Dübel, die sich direkt an der Plattenrückseite im Hohlraum verankern können.

Bohren

Der Baustoff entscheidet auch darüber, wie gebohrt wird:
Vier Verfahren stehen zur Auswahl:



Drehboren

Drehbohren: Bohren im Drehgang ohne Schlag, bei Lochsteinen und Baustoffen mit geringer Festigkeit, damit das Bohrloch nicht zu groß wird bzw. die Stege in Lochsteinen nicht ausbrechen.

Schlagbohren

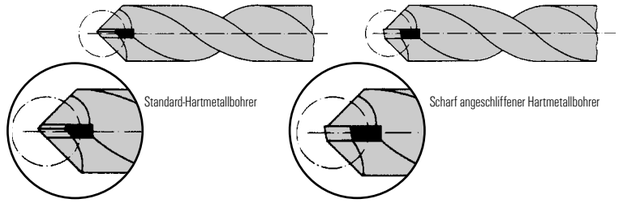
Schlagbohren: Drehen und eine große Anzahl leichter Schläge mit der Schlagbohrmaschine, bei Vollbaustoffen mit dichtem Gefüge.

Hammerbohren

Hammerbohren: Drehen und eine kleine Anzahl von Schlägen mit hoher Schlagenergie mit dem Bohrhammer, ebenfalls bei Vollbaustoffen mit dichtem Gefüge.

Diamant- oder Kernbohrverfahren: Es wird hauptsächlich verwendet bei größerem Bohrlochdurchmesser oder bei starker Bewehrung.

Noch ein Tipp zum Bohren ohne Schlag: Hartmetallbohrer bohren schneller, wenn sie ähnlich wie Stahlbohrer scharf angeschliffen sind. Es gibt auch spezielle Mauerwerksbohrer.



Montage

Allgemein sind bei der Montage folgende Aspekte zu beachten:

Der Rand- und Achsabstand sowie die Bauteildicke und -breite müssen sachgemäß eingehalten werden, wenn der Dübel die erforderliche Last halten soll. Andernfalls kann es zum Abplatzen des Baustoffs kommen oder zur Rissbildung. Bei Kunststoffdübeln ist in der Regel ein erf. Randabstand 2 x h_v (h_v = Verankerungstiefe) und einem erf. Achsabstand 4 x h_v üblich. Wenn die Spreizrichtung des Dübels parallel zum Bauteil verläuft, kann der Randabstand auf 1 x h_v reduziert werden.

Die Bohrlochtiefe muss – bis auf wenige Ausnahmen – größer sein als die Verankerungstiefe: Denn nur dann, wenn die Schraube genug Platz hat, um über die Spitze des Kunststoffdübels herauszuragen, ist die Funktionssicherheit gewährleistet. In den Produkttabellen auf den folgenden Seiten werden für alle Produkte die jeweiligen Bohrlochtiefen angegeben.

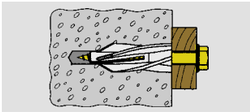
Die Bohrlochreinigung nach dem Bohren, z.B. durch Ausblasen oder Aussaugen, ist unerlässlich.
Ein ungesäubertes Bohrloch reduziert die Haltewerte! Das Bohrmehl beeinträchtigt die ordnungsgemäße Haftung des Dübels im Bohrloch.

Basiswissen zur Befestigungstechnik

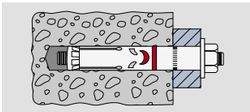
MIT DÜBELN UND ANKERN

Die Montagearten

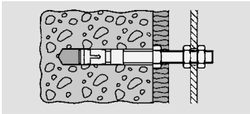
Unterschieden werden drei Montagearten:



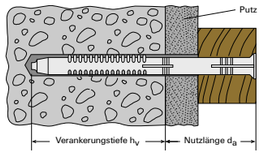
fischer Gasbetondübel GB



fischer Hochleistungsanker FH



fischer Bolzen FBN



1. Die Vorsteckmontage: Dabei schließt der Dübel meist bündig mit der Bauoberfläche ab.
Der Montageablauf:
- Lochbild des Montagegegenstands auf den Ankergrund übertragen.
- Bohren, Bohrlöcher reinigen, Dübel setzen und Montagegegenstand anschrauben.

2. Die Durchsteckmontage empfiehlt sich insbesondere als Montageerleichterung bei Serienmontagen oder bei Montagegegenständen mit zwei oder mehr Befestigungspunkten:
- Die Löcher im Montagegegenstand können als Bohrschablone benutzt werden, da ihr Bohrlochdurchmesser mindestens so groß wie der Bohrerdurchmesser im Baustoff ist.
- Neben einer Montageerleichterung wird eine gute Passgenauigkeit der Dübellöcher erzielt.
- Der Dübel wird durch den Montagegegenstand ins Bohrloch gesteckt und dann verspreizt.
- Bei Rahmendübeln und der Verwendung einer U-Scheibe wird der Dübel durch die Scheibe bis zum Dübelrand durchgesteckt.

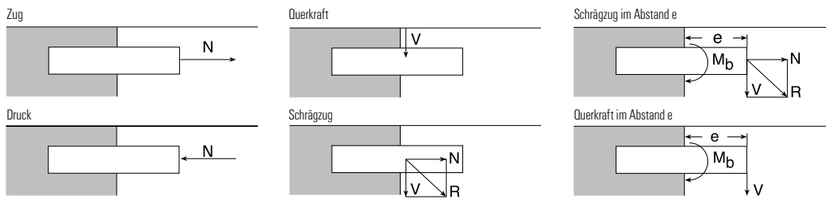
3. Die Abstandsmontage dient dazu, Montagegegenstände in einem bestimmten Abstand zum Ankergrund druck- und zugfest zu befestigen. Verwendet werden dazu meist Metallanker mit metrischem Innengewinde, das Schrauben oder Gewindestangen mit Kontermuttern aufnehmen kann.

Nutzlänge und Verankerungstiefe: Neben der Montageart sind bei der Montage zusätzlich die Nutzlänge und Verankerungstiefe des jeweiligen Dübels zu beachten:

Die Nutzlänge d_a (Klemmdicke) des Dübels und/oder der Schraube sollte der Dicke des Montagegegenstandes entsprechen. Bei Innengewindeankern kann diese durch die Wahl der Schraubenlänge variiert werden. Bei der Durchsteckmontage und bei Bolzenankern ist jedoch die maximale Nutzlänge durch den Dübel vorgegeben. Bolzenanker von fischer (z. B. FBN) bieten wegen ihren zwei unterschiedlichen zugelassenen Verankerungstiefen eine größere Vielfalt an Nutzlängen. Ist der Ankergrund mit Putz oder Isoliermaterial verkleidet, müssen Schrauben oder Dübel gewählt werden, deren Nutzlänge mindestens der Putzstärke plus der Dicke des Montagegegenstandes entsprechen.
Die Verankerungstiefe h_v entspricht bei Kunststoff- und Stahldübeln der Distanz zwischen Oberkante des tragenden Baustoffes bis zur Unterkante des Spreizteiles, bei Verbundankern bis Unterkante Gewindestab.

Belastung

Wichtig für die Wahl des Dübels ist nicht nur der Baustoff und die Montageart, sondern auch die Belastung, der er ausgesetzt ist: Wie groß ist die Kraft? In welcher Richtung wirkt sie? Und wo setzt sie an? Demgemäß werden Kräfte bestimmt nach: Größe, Richtung und Angriffspunkt. Angegeben werden die Kräfte in kN (Kilonewton – 1 kN ≈ 100 kg), die Biegemomente in Nm (Newtonmeter).



N = Normalkraft positiv/negativ, R = Resultierende, V = Querkraft, Mb = Biegemoment

Relevant für die Wahl des richtigen Dübels sind insbesondere folgende Lasten:

Bruchkräfte, d. h. jene Kräfte, die entweder zu einem Bruch des Ankergrundes oder zu einem Bruch oder Herausziehen des Dübels führen. Ihr Mittelwert ergibt sich aus mindestens 5 Einzelversuchen im ungerissenen Baustoff.

Charakteristische Bruchkräfte bezeichnen jene Kräfte, die in 95 % aller Versagensfälle erreicht oder überschritten werden (5 % Fraktile).

Zulässige Lasten sind Gebrauchslasten, die bereits einen entsprechenden Sicherheitsbeiwert beinhalten – gemäß den Zulassungsbescheiden des Instituts für Bautechnik Berlin (DIBt). Diese gelten nur, wenn die Zulassungsbedingungen eingehalten werden.

Empfohlene Lasten oder maximale Gebrauchslasten beinhalten bereits einen ausreichenden Sicherheitsfaktor.

Die Berechnung der maximalen Gebrauchslast aus den Bruchkräften bzw. den charakteristischen Bruchkräften erfolgt, indem man die jeweilige Bruchkraft durch einen Sicherheitsbeiwert dividiert:

$$\text{max. Gebrauchslast} = \frac{\text{Bruchkraft (F)}}{\text{Sicherheitsfaktor (Y)}}$$

Empfohlener Sicherheitsfaktor
gegenüber dem Bruchkraftmittelwert:

Stahl- und Verbunddübel	$Y \geq 4$
Kunststoffdübel	$Y \geq 7$

gegenüber den charakteristischen Bruchkräften

Stahl- und Verbunddübel	$Y \geq 3$
Kunststoffdübel	$Y \geq 5$

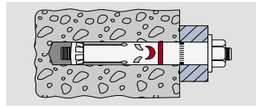
Beispiel für einen Stahldübel von 40 kN Bruchkraft:
$F_{Gebr.} = 40\,kN/4 = 10\,kN$

Diese Sicherheitsfaktoren sind Standardempfehlungen und nur dann auf Dübel anzuwenden, sofern in den Tabellen dieses Katalogs nichts anderes angegeben ist. Bei zugelassenen Dübeln konnte der Sicherheitsfaktor durch viele Versuchsreihen auf $Y = 2{,}25$ abgemindert werden: Das heißt, dass bei der Verwendung von zugelassenen Dübeln die Auslastung optimiert werden kann.

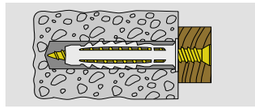
Wirkungsweise

Es gibt unterschiedliche Tragmechanismen, welche die Kräfte, die auf den Dübel wirken, in das Bauteil einleiten.

Beim Reibschluss wird das Spreizteil des Dübels an die Bohrlochwandung gepresst: die äußeren Zuglasten werden durch Reibung gehalten.

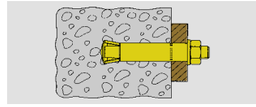


fischer Hochleistungsanker FH

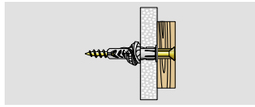


fischer Dübel SX

Beim Formschluss passt sich die Dübelgeometrie der Form des Untergrundes bzw. des Bohrlochs an.

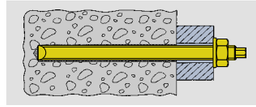


fischer Zykon Durchsteckanker FZA-D



fischer Universaldübel UX

Beim Stoffschluss verbindet ein Mörtel den Dübel mit dem Ankergrund.



fischer Reaktionsanker R

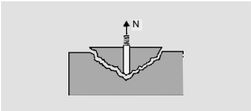
Basiswissen zur Befestigungstechnik

MIT DÜBELN UND ANKERN

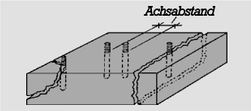
Versagensarten

Bei Überbeanspruchung, falscher Montage oder einem nicht ausreichend tragfähigen Untergrund können folgende Versagensarten auftreten:

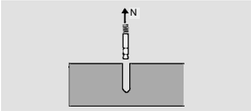
Bruch des Ankergrundes durch
- zu hohe Zugkraft „N" oder Querkraft „V"
- zu geringe Festigkeit des Ankergrundes
- zu geringe Setztiefe



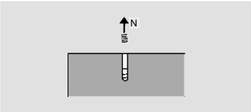
Spaltung des Bauteils durch
- zu geringe Bauteilabmessungen
- Abweichung von den vorgegebenen Rand- und Achsabständen
- zu hohen Spreizdruck



Herausziehen des Dübels durch
- Versagen des Reib- oder Stoffschlusses durch zu hohe Last oder fehlerhafte Montage

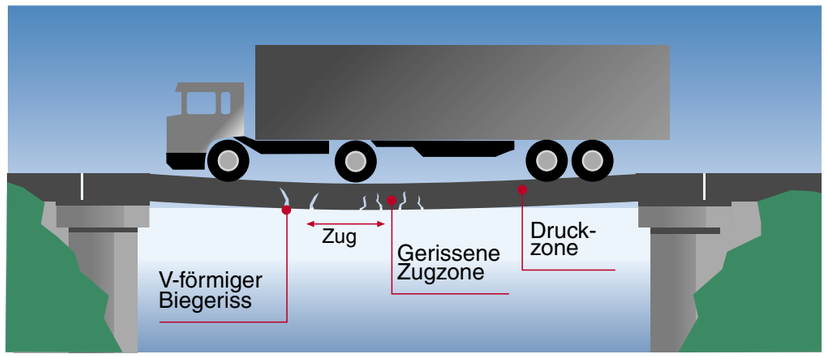


Stahlbruch durch
- zu geringe Dübel- bzw. Stahlfestigkeit für die angehängte Last.



Risse in Betonbauteilen

Risse können überall im Beton zu jeder Zeit entstehen: Faktoren dafür sind Belastungen wie Eigengewicht, Verkehrs- oder Windlasten, Schwinden und Kriechen des Betons oder äußere Einflüsse wie Erdbeben oder Erschütterungen, die Spannungen, Verformungen und damit Rissbildung zur Folge haben.
Beispiel: Bei einer Brücke erzeugt eine Durchbiegung im oberen Querschnittsbereich durch Druckkraft eine Stauchung bzw. eine Druckzone, während im unteren Querschnittsbereich Zugkräfte zu einer Dehnung und damit zur Bildung einer Zugzone führen. Beton ist jedoch nicht in der Lage, sich zu dehnen und nennenswerte Zugkräfte aufzunehmen, Stahleinlagen (Bewehrung) hingegen schon. Während sich dem entsprechend die Bewehrungsstäbe unbeschadet dehnen, reißt der Beton: es bilden sich unzählige, mit bloßem Auge kaum sichtbare Risse (zulässige Breite bis zu 0,4 mm). Man spricht dann von der gerissenen Zugzone.

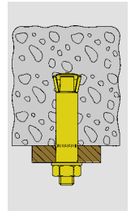


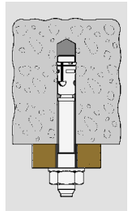
Risstaugliche Stahldübel

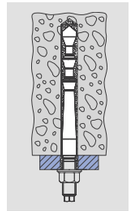
Bei Verankerungen im Beton ist fast immer davon auszugehen, dass Risse im Verankerungsbereich vorhanden sind, die die Tragfähigkeit der Dübel beeinflussen. Es ist jedoch sehr aufwändig, wenn nicht gar unmöglich, den Nachweis zu erbringen, ob der Beton gerissen oder ungerissen ist. Aus Sicherheitsgründen empfiehlt es sich für Planer und Handwerker grundsätzlich, risstaugliche Dübel einzusetzen. Dübel mit der so genannten CC-Zulassung des DIBt bzw. mit Zulassung nach ETAG 001 für gerissenen Beton (siehe Abschnitt 5), haben ihre Eignung in Rissen nachgewiesen und dürfen daher ohne Einschränkung in der Zug- und Druckzone des Betons verwendet werden. Spezielle, risstaugliche Dübel sind folgende:

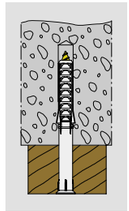
Formschlüssig wirkende Dübel wie der ZYKON-Anker, die in hinterschnittene Bohrlöcher eingesetzt werden. Diese Anker verfügen über ein konisches Teil, das auch im aufgehenden Riss oder unter Schockbelastung optimal greift.

Nachspreizende Dübel wie Ankerbolzen oder Verbundanker, die sich automatisch an das durch Rissbildung erweiterte Bohrloch anpassen, indem ihr Konus tiefer in das Spreizteil hineingezogen wird und dadurch den Spreizdurchmesser vergrößert. Diese Dübel eignen sich auch, um Schocklasten aufzufangen. Eine Besonderheit stellt der erste für gerissenen Beton zugelassene Kunstoffdübel dar – der fischer Langschaftdübel SXS.


FZA


FAZ


FHB II


SXS

2. Brandschutz

Brandschutzmaßnahmen

In Deutschland werden die Maßnahmen zum baulichen und betrieblichen Brandschutz durch die Brandschutznorm DIN 4102, die Musterbauordnung (MBO), Landesbauordnungen (LBO) und verschiedene gewerkespezifische Regelwerke von Fachverbänden festgelegt.

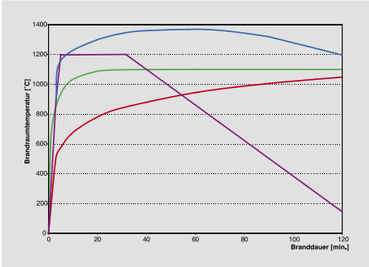
Demnach gilt nach Teil 1 und 2 der DIN 4102:
Baustoffe sind Baumaterialien wie Beton, Holz Steine, Metalle u.a. die je nach ihrem Brandverhalten in brennbare oder nicht brennbare Baustoffklassen gegliedert werden.
Bauteile hingegen bestehen aus unterschiedlichen, brennbaren und nicht brennbaren Baustoffen. Sie werden nicht in Brandstoffklassen eingeteilt, sondern als Ganzes nach ihrer Feuerwiderstandsdauer beurteilt.

Brandschutz soll Brände verhindern oder, im Brandfall, die Folgen minimieren. Entscheidend dafür ist das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen. Je länger sie einem Feuer standhalten, desto länger bleiben Rettungswege offen und desto mehr Zeit haben Menschen, sich in Sicherheit zu bringen. Dübel und Anker spielen dabei eine ebenso wichtige Rolle wie alle anderen Bauelemente.

Die Feuerwiderstandsdauer F wird in Minuten angegeben und nach zwei Kategorien klassifiziert:

Feuerhemmend sind Bauteile mit einer Feuerwiderstandsdauer von F30 und F60.
Feuerbeständig sind hingegen alle Bauteile mit einer Feuerwiderstandsdauer von F90, F120 und F180.

Geprüfte Systeme wie Kabel-, Lüftungs- oder Leitungssysteme werden nicht nur auf Feuerbeständigkeit, sondern auch auf Funktionstauglichkeit im Brandfall (etwa Zuleitungen zu Sprinkelanlagen) geprüft. Die Feuerwiderstandsdauer dieser Systeme wird z.B. mit E30 bis E120 für elektrische Kabelanlagen bzw. mit L30 bis L120 für Lüftungsleitungen angegeben. Die Dübel, mit denen diese Systeme verankert sind, müssen mindestens über die gleiche Feuerwiderstandsdauer verfügen.



Temperaturkurven

Die Einheitstemperatur-Zeitkurve (ETK) der DIN 4102 und ISO 834 basiert auf einer Simulation von realen Brandsituationen und bildet die weltweit gültige Beurteilungsgrundlage für die Bestimmung der Feuerwiderstandsdauer. Daneben gibt es andere Temperaturkurven für besondere Brandbeanspruchungen, z.B. die Hydrocarbon-Kurve für Schadenfeuer mit brennbaren Flüssigkeiten oder die RAB/ZTV-Tunnelkurve (Deutschland) bzw. die Rijkswaterstaat-Tunnelkurve (Niederlande), die Tunnelbrände beschreiben.

Basiswissen zur Befestigungstechnik

MIT DÜBELN UND ANKERN

Brandschutz in der Befestigungstechnik

Der Befestigungstechnik kommt im Brandschutz eine entscheidende Bedeutung zu: etwa um die Funktionstauglichkeit und Standfestigkeit von Geländern, Leitungssystemen oder Deckenelementen zu sichern.

Die Kennzeichnung und Klassifikation von Ankern und Dübeln besteht in der Angabe der jeweiligen Feuerwiderstandsdauer – z. B. F90. Vor Einführung charakteristischer Lastwerte für Dübel durch das DIBt wurde die Feuerwiderstandsdauer nicht in den bauaufsichtlichen Zulassungen geregelt, sondern durch Brandgutachten in Versuchen ermittelt.
Die Sicherheitskonzepte bemessen die Versagenslast im Brandfall durch Ansetzen eines so genannten Y-Faktors. In den bauaufsichtlichen Zulassungen und den Brandgutachten kamen unterschiedliche Sicherheitskonzepte zur Anwendung. Dadurch war es möglich, dass die in Versuchen ermittelten Lasten der Brandgutachten über den rechnerisch ermittelten zulässigen Lasten der bauaufsichtlichen Zulassung lagen. Natürlich gelten in diesen Fällen nur die maximalen Belastungen gemäß der bauaufsichtlichen Zulassung. Inzwischen dient ein neues Beurteilungspapier des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) zur Bestimmung der charakteristischen Lastwerte und der entsprechenden Feuerwiderstandsdauer. Diese neuen bauaufsichtlichen Zulassungen bilden eine nachvollziehbare Bemessungsgrundlage. Alle alten Zulassungen werden im Laufe der Zeit auf diese neue Verfahrensweise umgestellt.

Versuchsergebnisse nach DIN 4102 haben ergeben, dass z. B. zugelassene Rahmendübel aus Polyamid (Nylon) mit galvanisch verzinkten Schrauben für Fassadenbefestigungen feuerbeständiger sind als die vorgehängte Fassade und die Unterkonstruktion selbst: Das im Baustoff verankerte Spreizteil der Kunststoffdübelhülse bleibt bei der Fassadenbefestigung mindestens 90 Minuten gegen Feuer widerstandsfähig.

Mehr Informationen über Brandschutz in der Befestigungstechnik erhalten Sie in der „fischer Brandschutzbroschüre“ oder bei unserer Anwendungstechnik unter der Rufnummer 01805 202900.

3. Korrosion

Entstehung von Korrosion

1985 brach die Betonhängedecke eines Hallenbades im schweizerischen Uster. Die Aufhängungen der Decke aus nichtrostendem Stahl zeigten rein äußerlich keinerlei Mängel, waren jedoch innerlich teilweise vollkommen durch Spannungsrißkorrosion zerstört.

Beispiel für transkristalline Spannungsrißkorrosion an 1.4401 bei starker Chloridbelastung

Korrosion ist eine chemische Reaktion, bei der Metall zersetzt wird. Je unedler das Metall („Elektrochemische Spannungsreihe“), desto intensiver ist die Materialzerstörung. Es wird dabei entweder in abblätternden Rost umgewandelt oder stellenweise abgetragen. Dabei werden unterschiedliche Erscheinungsbilder differenziert. Die häufigsten Korrosionsarten bei Dübeln und Ankern sind:

Die Flächenkorrosion: Dabei korrodiert das Metall relativ gleichmäßig auf der gesamten oder auf einem Teil der Oberfläche. Ein Beispiel dafür ist das nicht sichtbare, mitunter durch Kondenswasser verursachte Abrosten einer Schraube im Übergangsbereich von Ankerplatte zu Bohrloch. Die Folge: Die rein äußerlich intakt wirkende Verbindung versagt schlagartig.

Die Kontaktkorrosion: Wenn unterschiedlich edle Metalle in einem leitendem Medium aufeinandertreffen, korrodiert immer das unedlere Metall (die Anode). Edelstahl ist folglich meist nicht gefährdet. Entscheidend dabei ist das Flächenverhältnis der beiden Metallsorten: Je größer die Fläche des edleren Partners gegenüber dem unedleren ist, um so stärker wird die Korrosion. Verschraubt man zum Beispiel große Edelstahlbleche mit verzinkten Schrauben, so werden die Schrauben innerhalb kürzester Zeit stark angegriffen. Umgekehrt ist die Verschraubung von verzinkten Blechen mit Edelstahlschrauben unkritisch.

Die Spannungsrisskorrosion: Wenn innere oder äußere Zugspannungen auftreten, kann es zur Dehnung und Korrosion des Metalls kommen. Dabei entsteht durch mechanische Spannungen ein Riss, der unter zunehmenden Belastungen wächst und somit einer fortschreitenden Korrosion den Weg bereitet. Sie tritt zum Beispiel bei A4-Stahl in einer chlorhaltigen Atmosphäre (Hallenbäder etc.) auf. Spannungsrisskorrosion ist bei Dübeln im Allgemeinen nicht sichtbar und führt meistens zum plötzlichen Versagen der Verankerung.

Korrosionsschutz

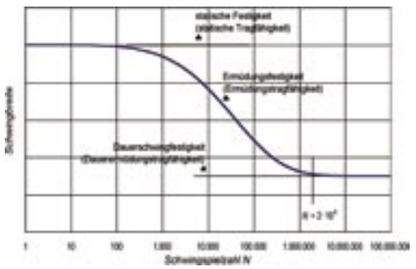
Es gibt unterschiedliche Verfahren, Befestigungen vor Korrosion zu schützen.
Die wichtigsten sind:

Galvanische Verzinkung ist der häufigste Korrosionsschutz für Metalldübel aus niedrig verzinktem Stahl. Sie besteht aus einem metallischen Überzug mit Schichtdicken zwischen 5 µm und 10 µm. Die galvanische Verzinkung erfolgt entweder blau passiviert, was dem Anker ein silbriges Aussehen verleiht, oder gelb chromatiert. Da die Verzinkung im Laufe der Zeit abgetragen wird, bietet sie nur in trockenen Innenräumen einen ausreichenden Korrosionsschutz.

Dübel aus nichtrostendem Stahl A4 (Werkstoff-Nr. 1.4401 oder 1.4571) sind geeignet für Befestigungen in Feuchträumen, im Freien, in Industrieatmosphäre oder in Meernähe (jedoch nicht direkt in Meerwasser). Diese Stähle sind Legierungen mit einem Chromgehalt von mindestens 12 %, der an der Stahloberfläche eine vor Korrosion schützende Passivschicht bildet.
Dübel aus Speziallegierungen (z. B. Stahl Werkstoff-Nr. 1.4529) kommen in besonders aggressiven Umgebungen zum Einsatz, z. B. in chlorhaltiger Atmosphäre, in Straßentunnels oder bei direktem Meerwasserkontakt. Hier sinkt durch chemische Reaktionen der Chromgehalt normaler nichtrostender Stähle unter 12 %. Die schützende Passivschicht schwindet und der Anker wird korrosionsanfällig. Die Speziallegierungen sind hingegen dank ihres relativ hohen Molybdänanteils auch in diesen hoch aggressiven Medien sehr korrosionsbeständig. Sie übertreffen die üblichen unlegierten, niedrig- oder hochlegierten Stähle mit maximal 30 % Legierungsanteilen mit einem Legierungsanteil von 50 % deutlich. So hat der mit Chrom, Molybdän und Nickel legierte Stahl 1.4529 einen Legierungsanteil von 58 %. Der Rest besteht aus Eisen und Kohlenstoff. Aufgrund dieses hohen Anteils an teuren Legierungszuschlägen ist die Herstellung dieser Stahlsorte entsprechend kostspielig.

4. Dynamik

Die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen des Deutschen Instituts für Bautechnik Berlin (DIBt) und die europäischen technischen Zulassungen (ETA) stehen im Regelfall ausschließlich für die Verankerung von vorwiegend ruhenden Lasten. Gegenüber diesen gängigen Zulassungen treten in der Praxis jedoch eine Vielzahl dynamischer Einwirkungen auf, z. B. schwellende und wechselnde Beanspruchungen bei Schwenkkränen, Kranschienen, Führungsschienen im Aufzugsbau, Maschinen, Industrierobotern und Strahlventilatoren im Tunnelbau. Dazu zählen auch Verankerungen von schwingungsanfälligen Bauteilen wie Antennen und Masten.



Wöhlerdiagramm

Einwirkung	Verlauf		mögliche Ursachen
harmonisch		sinusförmig	Unwuchten, rotierende Maschinen
periodisch		beliebig, periodisch	regelmäßig stoßende Teile (z. B. Stanzmaschinen) Schienen- und Straßenverkehr
transient		beliebig, nicht periodisch	Erdbeben
stoßartig		beliebig, mit sehr kurzer Einwirkungszeit	Aufprall, Explosion

Dynamische Einwirkungen

Generell gilt, dass die Verankerung von Bauteilen mit mehr als 10.000 Lastspielen mit speziell dafür geprüften und zugelassenen Befestigungsmitteln erfolgen muss. Die regelgerechte, nachträgliche Verankerung dieser dynamisch beanspruchten Anbauteile an Stahlbetonbauteilen stellte den planenden Ingenieur bis vor kurzem noch vor große Probleme. Im Regelfall gelten die Zulassungen für Dübel nämlich nur für die Verankerung von vorwiegend ruhenden Lasten. Der Weg über Gutachten und „Zustimmungen im Einzelfall“ war schwierig und langwierig. Zudem entstanden aus der allgemeinen Planungsunsicherheit oft höhere Kosten als notwendig, weil die Anker häufig überbemessen wurden. Das ist nun einfacher geworden.

Basiswissen zur Befestigungstechnik

MIT DÜBELN UND ANKERN

Zugelassen für dynamische Lasten sind die Verbundanker fischer Highbondanker FHB dyn und Upat UMV multicone dyn. Die Zulassungen gelten für die Verankerung von dynamischen Lasten mit unbegrenzter Lastspielzahl, für zentrischen Zug und für Querkräfte. Zudem wird der FHB dyn in der Ankergröße M16 aus dem hochkorrosionsbeständigen Stahl, Werkstoff-Nr. 1.4529 hergestellt. Versuche haben gezeigt, dass sich dieser Werkstoff – im Gegensatz zu den üblichen Standardedelstahlsorten im Befestigungswesen (Werkstoff-Nr. 1.4401 und 1.4571) – nicht nur für die Anwendung in feuchten Innenräumen und im Außenbereich sondern auch für die Aufnahme von dynamischen Belastungen geeignet ist.
Ein Sonderfall dynamischer Beanspruchung ist die Schocklast. fischerdübel mit Schockzulassung sind im Katalog gesondert gekennzeichnet.

Mehr Informationen zur Dynamik und der Bemessung der Anker erhalten Sie von unseren Technikern unter der Rufnummer 0 1805 202900.

5. Zulassungen

Gesetzliche Grundlagen

Die Europäische Union (EU) bestimmt die rechtlichen Grundlagen für die Zulassung von Bauprodukten in Deutschland im Wesentlichen. Sie verfolgt das Ziel, den europäischen Binnenmarkt für alle Produkte – also auch für Bauprodukte – zu verwirklichen.

Zu diesem Zweck wurde die „Richtlinie 89/106/EWG des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Bauprodukte" (BPR) erlassen. Diese Richtlinie wird umgesetzt mit dem Gesetz über das In Verkehr bringen von und den freien Warenverkehr mit Bauprodukten.

Wesentliche Anforderungen an Bauwerke im Sinne der BPR sind:
1. mechanische Festigkeit und Standsicherheit
2. Brandschutz
3. Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
4. Nutzungssicherheit
5. Schallschutz
6. Energieeinsparung und Wärmeschutz

Auf der Basis der BPR werden als Grunddokumente Normen und Leitlinien erstellt, welche die Zulassung von Bauprodukten regeln. Das allererste Grunddokument, das in diesem Zusammenhang entstanden ist, ist die „Leitlinie für die europäisch technische Zulassung/guidelines for European Technical Approval (ETAG) für „Metalldübel zur Verankerung im Beton", ETAG 001.

Europäische Normen haben im Zusammenhang mit der BPR besondere Bedeutung. Ein Bauprodukt darf nur in den Verkehr gebracht und frei gehandelt werden, wenn es brauchbar ist, d.h. die Konformität mit den wesentlichen Anforderungen nachgewiesen und deshalb die CE Kennzeichnung angebracht ist. Brauchbarkeit und Konformität werden in der Regel über die Einhaltung harmonisierter bzw. anerkannter Normen nachgewiesen. Sind entsprechende Normen nicht vorhanden, erfolgt der Nachweis über eine europäisch technische Zulassung/european technical approval (ETA). Wesentlicher Vorteil ist, dass Produkte mit einer ETA bzw. einer CE Kennzeichnung in der EU frei gehandelt werden dürfen.

(siehe Merkblatt zur „Richtlinie über Bauprodukte" des Bayrischen Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie)

Weiterhin können Nachweise mit einer nationalen Zulassung erbracht werden, z.B. in Deutschland mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung. Grundlage hierfür sind unter anderem die Landesbauordnungen. Sie verlangen, dass Anlagen und Einrichtungen so anzuordnen, zu errichten oder zu ändern sind, dass die öffentliche Sicherheit oder Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit oder die natürliche Lebensgrundlage, nicht gefährdet werden. Bauteilverbindende Dübel spielen für die Einhaltung dieser Forderungen eine gewichtige Rolle.

Die nationalen Zulassungen werden jedoch immer mehr durch europäisch technische Zulassungen (ETA) ersetzt, die in allen EU Mitgliedsstaaten anerkannt sind. Europäische Zulassungen werden von den Mitgliedern der EOTA (European Organisation for Technical Approvals/Europäische Organisation für Technische Zulassungen) erteilt, wie z.B. dem Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt). Das DIBt erteilt zudem die deutschen Zulassungen. In einer Koexistenzphase bleiben europäische und nationale Zulassungen gültig.

Zulassungsvorschriften für Dübel

Derzeit sind nach der oben erwähnten ETAG 001, Teil 1–6, Zulassungen für Metalldübel in Beton möglich für:
- Kraftkontrolliert spreizende Dübel
- Hinterschnittdübel
- Wegkontrolliert spreizende Dübel
- Verbunddübel
- Dübel für die Verwendung als Mehrfachbefestigung von nicht tragenden Systemen

Die daraus resultierenden europäischen Zulassungen sowie die CC-Zulassungen des DIBt enthalten nur noch die charakteristischen Werte des jeweiligen Dübeltyps. CC bedeutet „Concrete Capacity" und bezeichnet die Leistungsfähigkeit des Betons. Über die Bemessungsrichtlinien (ETAG 001, Anhang C) und die charakteristischen Werte für die Tragfähigkeit des jeweiligen Dübeltyps ist es möglich, jede Verankerung zu bemessen. Hierfür stehen – in Abhängigkeit vom jeweiligen Dübeltyp – drei Bemessungsverfahren (A, B und C) zur Verfügung.
Die ETAG 001 teilt mögliche Zulassungen von Metalldübeln in 12 Optionen ein (siehe Tabelle Seite 12). Die Optionen 1–6 sind für den Einsatz im gerissenen Beton, die Optionen 7–12 nur für den Einsatz in ungerissenem Beton gültig. Zulassungen nach der Option 1 reizen die Dübelverbindungen am meisten aus, die nach der Option 12 sind am stärksten eingeschränkt. Das heißt, Dübel mit Zulassungen nach Option 1 sind am hochwertigsten und die Wertigkeit nach Option 12 ist am geringsten. Durch die Art und Weise der Bemessung und die Unterteilung der Zulassungen in verschiedene Optionen ist es möglich, Verankerungen optimal auszunutzen.

Bemessung von Dübelverbindungen

Der Aufwand für die Bemessung der Verankerungen für Planer und Anwender ist nach der ETAG 001 relativ hoch, da verschiedene Versagensarten nachgewiesen werden müssen.

Das Bemessungsverfahren der ETAG 001 basiert auf dem CC-Verfahren des DIBt aus dem Jahr 1993. Es beruht auf dem Konzept der Teilsicherheitsbeiwerte.
Mit dem oben bereits erwähnten Verfahren A sind die charakteristischen Widerstände abhängig von der Lastrichtung und berücksichtigen alle denkbaren Versagensarten (siehe Kapitel Grundlagen-Versagensarten).
Beim Verfahren B wird ein charakteristischer Widerstand unabhängig von der Lastrichtung angenommen und der Einfluss von verminderten Achs- und Randabständen mit Abminderungsfaktoren berücksichtigt. Dieses Verfahren entspricht im Prinzip dem in älteren Zulassungen enthaltenen κ-Verfahren.
Im Verfahren C wird ein charakteristischer Widerstand angegeben. Er gilt für alle Lastrichtungen und vorgegebenen Mindestwerte für Achs- und Randabstände, die nicht unterschritten werden dürfen. Das Verfahren C entspricht dem älteren Verfahren für den Nachweis von Metallspreizdübeln im ungerissenen Beton.

Für den täglichen Gebrauch und für den Nachweis von Dübeln hat fischer eine einfache, schnelle und effektive Bemessungssoftware entwickelt: CC-Compufix. Die Software ermöglicht Planern und Anwendern, Dübelverbindungen und Dübelmehrfachbemessung über eine komfortable Eingabe zu berechnen. Eine übersichtliche Statuszeile zeigt laufend die Auslastung des eingestellten Dübels an, was die Auswahl des technisch und wirtschaftlich richtigen Befestigungssystems wesentlich vereinfacht.

Basiswissen zur Befestigungstechnik

MIT DÜBELN UND ANKERN

12 verschiedene Optionen der Leitlinie für die europäisch technischen Zulassungen für „Metalldübel zur Verankerung im Beton“, ETAG 001

	Optionen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Beton	zugelassen für die Zug- und Druckzone	•	•	•	•	•	•						
	zugelassen nur für die Druckzone							•	•	•	•	•	•
Betongüten	bessere Betongüten ergeben Laststeigerungen	C 20/25 bis C 50/60		C 20/25 bis C 50/60		C 20/25 bis C 50/60		C 20/25 bis C 50/60		C 20/25 bis C 50/60		C 20/25 bis C 50/60	
	keine Laststeigerung durch bessere Betongüte		nur C 20/25		nur C 20/25		nur C 20/25		nur C 20/25		nur C 20/25		nur C 20/25
Tragfähigkeit	optimale Ausnutzung durch unterschiedliche Lasten für Zug- und Querkraft	•	•					•	•				
	nur eine Last für alle Lastrichtungen			•	•	•	•			•	•	•	•
Achsabstand	Reduzierung der Achsabstände möglich	•	•					•	•				
	Reduzierung der großen Basisachsabstände[1] möglich (bei gleichzeitiger Reduktion der Last)			•	•					•	•		
	fixer, großer Basisachsabstand					•	•					•	•
Randabstand	Reduzierung der Basisrandabstände möglich (bei gleichzeitiger Reduktion der Last)	•	•					•	•				
	Reduzierung der großen Basisrandabstände[2] möglich (bei gleichzeitiger Reduktion der Last)			•	•					•	•		
	fixer, relativ großer Basisrand abstand					•	•					•	•
Bemessungsverfahren		A[1]), B[2]), C[2])	A[1]), B[2]), C[2])	B[2]), C[2])	B[2]), C[2])	C[2])	C[2])	A[1]), B[2]), C[2])	A[1]), B[2]), C[2])	B[2]), C[2])	B[2]), C[2])	C[2])	C[2])

1) Basisachsabstand = 3 x Verankerungstiefe, Basisrandabstand = 1,5 x Verankerungstiefe
2) Basisachsabstand = 4 x Verankerungstiefe, Basisrandabstand = 2 x Verankerungstiefe

Zulassungen und ihre Bedeutung

Im Folgenden werden auszugsweise Zulassungen und deren Symbole mir der entsprechenden Bedeutung dargestellt, die derzeit in Europa erteilt werden:

Europäische Technische Zulassung
erteilt von einer europäischen Zulassungsbehörde (z.B. DIBt) auf Basis der Leitlinien für europäisch technischen Zulassungen (ETAG)
ETA (englisch): European Technical Approval/Optionen 1-12
CE: Europäisches Konformitätszeichen bestätigt die Übereinstimmung des Bauproduktes (z.B. Dübel) mit den Leitlinien für europäisch technische Zulassungen. Produkte mit CE-Kennzeichen dürfen im europäischen Wirtschaftsraum frei gehandelt werden.

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
deutsche Zulassung, erteilt vom DIBt, Berlin für Verankerungen in Beton zu Bemessen nach Verfahren A (CC-Verfahren) Übereinstimmungsnachweis des Bauproduktes mit der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung. Bestätigt von einer Materialprüfanstalt.

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
deutsche Zulassung, erteilt vom DIBt, Berlin. Übereinstimmungsnachweis des Bauproduktes mit der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung. Bestätigt von einer Materialprüfanstalt.

Schockgeprüft/Schockzulassung
für schocksichere Befestigungen in Zivilschutzräumen (Bundesamt für Zivilschutz, Bonn, Deutschland)

VdS-Zertifikat
anerkannt für die Verwendung in ortsfesten Wasserlöschanlagen (früher: Verband der Sachversicherer, jetzt: VdS Schadenverhütung)

FM-Zertifikat
Anerkannt für die Verwendung in ortsfesten Wasserlöschanlagen (Factory Mutual Research Corporation für Property Conservation, amerikanische Versicherungsgesellschaft)

Schockgeprüft/BZS-Zulassung
für schocksichere Befestigungen in Zivilschutzräumen (Bundesamt für Zivilschutz, Schweiz)

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
irische Zulassung, erteilt vom IAB, Dublin (Irish Agreement Board)

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
slowakische Zulassung, erteilt von TSUS, Bratislava (Technický a skúšobný ústav stavebný)

US-amerikanische Zulassung
(Evaluation Service, International Conference of Buildings Officials)

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
französische Zulassung, erteilt von SOCOTEC, Paris (societé contrôle technique)

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
schwedische Zulassung, erteilt von BOVERKET, Karlskrona

Allgemeine bauaufsichtliche ZAllgemeine bauaufsichtliche Zulassung
polnische Zulassung, erteilt vom ITB, Warschau (Instytut Techniki Budowlanej)

Zugzonentauglicher Dübel
Der Dübel ist geeignet und zugelassen für die Verankerung im gerissenen Beton (Zugzone) und im ungerissenen Beton. (Druckzone)

Dynamisch beanspruchbarer Dübel
Der Dübel ist geeignet und zugelassen für die Verankerung von „nicht vorwiegend ruhenden“ (d.h. dynamischen) Lasten.

Brandgeprüfter Dübel
Der Dübel wurde einer Brandprüfung unterzogen. Es ist ein „Untersuchungsbericht zur Prüfung auf Brandverhalten“ (mit F-Klasse) vorhanden.

Hinweis auf die Dübelbemessung
Der Dübel kann mit der fischer Bemessungs-Software Compufix auf der Basis des cc-Verfahrens bemessen werden.

Produkt ist in nicht rostendem Stahl, Werkstoff 1.4529 verfügbar.

Dübel aus hochwertigem, alterungsbeständigen Nylon (Polyamid)

Werkstoff des Dübels ist frei von Halogen

Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis

Geprüft auf Flammwidrigkeit nach VDE