

Dipl.-Ing. Klaus Schäfer
 Prüferingenieur für Baustatik VPI
 Wettbachstraße 18
 71063 Sindelfingen

Verankerung tragender Bauteile mit Metalldübeln in Beton – Hinweise zur Planung und praktischen Ausführung

1. Allgemeines

Dübelbefestigungen sind singuläre Tragwerkselemente, oftmals ohne oder mit nur geringer Redundanz. Manche Dübelarten sind – bezogen auf die im Bauwesen üblichen Fertigungsbedingungen – relativ gesehen High-tech - Produkte.

Gegenüber alten Bemessungsverfahren (κ -Verfahren) sind heute teilweise erheblich größere Beanspruchungen rechnerisch nachweisbar.

Die in früheren Zulassungen angegebenen zulässigen Lasten enthielten implizit eine relativ große Sicherheit, die heute bei der Bemessung aktiviert wird und zur Kompensation von Unzulänglichkeiten bei der Planung und Ausführung nicht mehr zur Verfügung steht.

Die immer höhere Auslastung des Materials mit Hilfe neuartiger und EDV-gestützter Bemessungsverfahren sowie differenziertere Lastansätze verlangen vom Planer ein konkretes Bewusstsein über die Anwendungsbedingungen und –grenzen und vom Ausführenden besondere Kenntnisse und Sorgfalt.

2. Dübelverankerungen nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung

Dübel sind Bauprodukte, die nicht in DIN- bzw. EN-Normen geregelt sind.

Der Nachweis der Verwendbarkeit wird im Allgemeinen durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erbracht, in Sonderfällen auch durch eine Zustimmung im Einzelfall.

In der Zulassung sind die „Voraussetzungen, unter denen die Brauchbarkeit des Produkts für den vorgesehenen Zweck gegeben sind“, geregelt:

Anwendungsbereich:

- **Umgebungsbedingungen**

Umgebungsbedingungen	Dübelmaterial		
	galvanisch verzinkter Stahl	nichtrostender Stahl	nichtrostender Stahl Material Nr. 1.4529
trockene Innenräume und vergleichbare Umgebung	X	X	X
im Freien oder in Feuchträumen, wenn keine besonders aggressiven Bedingungen vorliegen (auch Balkonbefestigungen)		X	X
besonders aggressive Bedingungen (Seewasser, chlorhaltige Atmosphäre von Schwimmbädern)			X

- **Verankerungsgrund**
 - Grenzen der Betonfestigkeit, i. A. $C20/25 \leq \text{Normalbeton} \leq C50/60$
 - ungerissener Beton (nachgewiesene Druckzone)
 - gerissener oder ungerissener Beton (Zug- und Druckzone)
- **Art der Belastung**
 - vorwiegend ruhend / dynamisch
- **Montagekennwerte**
 - Bohrerdurchmesser
 - Durchmesser des Durchgangslochs im anzuschließenden Bauteil
 - Klemmlänge (Dicke des anzuschließenden Bauteils)
 - beim Verankern aufzubringendes Drehmoment
 - Mindestbauteildicke
 - minimale Achs- und Randabstände

Bemessung:

- Die Bemessung der Verankerungen erfolgt unter der Verantwortung eines auf dem Gebiet der Verankerungen und des Betonbaus erfahrenen Ingenieurs
- Unter Berücksichtigung der zu verankernden Lasten sind prüfbare Berechnungen und Konstruktionszeichnungen anzufertigen
- Die Zulassung erfasst nur die lokale Kräfteinleitung in den Verankerungsgrund, die Weiterleitung der Kräfte im Beton ist gesondert nachzuweisen

Einbau der Dübel:

- Einbau der Dübel durch entsprechend geschultes Personal unter Aufsicht des Bauleiters
- Die Dicke des Anbauteils muss dem für den Dübeltyp ausgewiesenen Klemmbereich entsprechen
- Einhalten der festgelegten Rand- und Achsabstände ohne Minustoleranzen
- Reinigen der Bohrlöcher (Bohrmehl entfernen, bei Verbunddübeln bürsten und ausblasen)
- Aufbringen des vorgeschriebenen Drehmomentes bei kraftkontrolliert spreizenden Dübeln
- Verfahrensvorschriften für die Injektion bei Verbunddübeln sowie notwendige Umgebungsbedingungen (Temperatur, Bauteilfeuchte)

3. Hinweise auf Mängel und Probleme bei Planung und Ausführung

Planung:

- Dübelverankerungen werden oft nicht statisch nachgewiesen, sondern nur verbal auf den Plänen angegeben, z. B. „Klebeanker M12“ oder „Schwerlastdübel M12“ oder „Dübel M12“. Alles Übrige wird der Baustelle überlassen.
- Die Anwendungsgrenzen hinsichtlich der Umgebungsbedingungen (trocken, außen/feucht, aggressiv) bzw. der Betonzugzone werden nicht beachtet.
- Mindestrandabstände bzw. Mindestachsabstände werden ignoriert.
- Befestigungen werden mit minimal zulässigen Randabstand (bei manchen Verbundankern M12 sind z. B. 4 cm möglich) nachgewiesen und rechnerisch zu 100% ausgenutzt. Die unvermeidlichen und im Rahmen der Normen zulässigen Rohbautoleranzen werden dabei nicht in Betracht gezogen.
- Ergebnisprotokolle der EDV-Bemessung müssen kritisch auf Plausibilität geprüft werden. Es reicht nicht, dass im Bemessungsprotokoll hinter jedem Einzelnachweis ein „ok“ steht, wenn die Grundlagen falsch sind. Besonderes Augenmerk ist darauf zu richten, dass bei der EDV-Eingabe je nach Menüeinstellung charakteristische oder Designlasten zutreffend definiert werden.
- Durch die Dübelbemessung nach Zulassung wird der Nachweis der örtlichen Einleitung der Lasten in das Betonbauteil erbracht.
Die Weiterleitung der Lasten im Verankerungsgrund ist gesondert zu betrachten und nachzuweisen. Dabei ist unter Anderem zu berücksichtigen:
Wenn der tatsächliche Randabstand des Dübels kleiner ist als der charakteristische Wert $c_{cr,N}$ bzw. c_{cr} , muss am Rand des Bauteils im Bereich der Verankerungstiefe eine Längsbewehrung von mindestens $\varnothing 6$ vorhanden sein.
Bei Fertigteilplatten und –balken mit statisch mitwirkender Ortbetonschicht dürfen Dübellasten nur in das Fertigteil übertragen werden, wenn zwischen Fertigteil und Ortbeton eine ausreichende Verbundbewehrung vorhanden ist. Wenn nicht, sollte der Dübel im Ortbeton mit h_{ef} verankert werden.
- Bei der Planung für eine Winterbaustelle werden ohne Abstimmung mit der Bauleitung Verbundanker geplant, ohne zu berücksichtigen, dass die systembedingten Notwendigkeiten des Ankersystems, wie Außen- und Bauteiltemperatur, Bauteilfeuchte usw., nicht zuverlässig eingehalten werden können.
- Die Anforderungen des Brandschutzes sind bei der Planung zu berücksichtigen.
→ In den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen sind hierzu keine Angaben enthalten.
Wird eine definierte Feuerwiderstandsdauer gefordert, ist von Seiten des Planers sicherzustellen, dass der Dübel brandschutzgeprüft ist und ein entsprechendes Prüfzeugnis (evtl. mit reduzierten aufnehmbaren Lasten!) vorliegt.
Alternativ sind geeignete und zugelassene Verkleidungen (PROMAT ö. Ä.) möglich.
Die Feuerwiderstandsdauer ist besonders bei Verbundankern zu beachten, da die kunststoffmodifizierten Mörtel ihre Festigkeit unter Wärmeeinfluss (bereits ab 80 °C) sehr schnell verlieren.
- Beim Anschluss von Holzbauteilen mit großer Klemmlänge muss sichergestellt sein, dass der Dübel nicht unzulässig auf Querbiegung beansprucht wird
→ Anschluss z. B. mit einseitigen GEKA-Dübeln ausführen
- Bei der Dübelauswahl und Planung des Anbauteils ist der Montageablauf zu berücksichtigen:
Durchsteckmontage: das Bohrloch wird durch das Anbauteil hindurch erstellt, das zugleich als Bohrschablone dient.
Vorsteckmontage: Das Bohrloch wird vor dem Anbringen des Anbauteils gebohrt, der Dübel wird vor dem Aufsetzen des Anbauteils in den Verankerungsgrund gesteckt.

- Die Planangaben zu den Dübeln müssen vollständig sein.
→ Neben der genauen Bezeichnung des Dübeltyps muss auch die Klemmlänge und bei Verbundankern das entsprechende Injektionssystem zweifelsfrei angegeben sein.
Insbesondere bei Verbundankern sollte sich der Planer nicht darauf verlassen, dass ohne konkrete Angaben die Bohrlochtiefe und der Bohrdurchmesser auf der Baustelle korrekt ausgeführt werden. Hier gehört beides auf den Plan.
- Dübelangaben mit dem Zusatz „oder gleichwertig“ auf den Plänen sind kritisch zu sehen:
wenn auf der Baustelle ein anderer als der auf den Plänen angegebene Anker verwendet wird, ist der statische Nachweis neu zu führen.
→ Falls „gleichwertige“ Anker eingesetzt werden sollen, ist eine frühzeitige Abstimmung zwischen dem ausführenden Unternehmen und dem Planer hilfreich und erspart Stress auf der Baustelle.

Ausführung:

- es werden andere als die in den Plänen angegebenen („gleichwertige“) Dübel eingesetzt
→ Bei der Überwachung durch Bauleitung oder Prüfingenieur sollten die Planangaben mit denen auf der Dübelverpackung verglichen werden
- Dübelbefestigungen verlangen kompetentes und geschultes Personal und die richtige Anwendung des in der Zulassung festgelegten Setzwerkzeuges
- bei Fehlbohrungen ist gemäß den Richtlinien der Zulassung zu verfahren. Erforderlichenfalls ist die Befestigung neu zu planen
- kraftkontrollierte Spreizdübel sind nur nach dem kontrollierten Aufbringen des planmäßigen Anzugsdrehmomentes tragfähig
- bei Verbundankern sind die Anwendungsgrenzen hinsichtlich der Bauteiltemperatur und des frühestmöglichen Belastungszeitpunktes zu beachten
- bei Verbundankern dürfen Injektionssysteme mit abgelaufenem Haltbarkeitsdatum nicht mehr verwendet werden
- bei Verbundankern ist die exakte Bohrlochtiefe einzuhalten. Das Ausbürsten und Ausblasen des Bohrloches ist für den zuverlässigen Verbund von elementarer Bedeutung
- wenn infolge von Rohbautoleranzen der Abstand zwischen Beton und Ankerplatte größer ist als geplant, werden die Dübel wegen der ungewollten Abstandsmontage außerplanmäßig auf Biegung beansprucht.
→ Die Befestigung ist neu nachzuweisen und ggf. nachzubessern.
- bei Dübeln mit Vorsteckmontage kann es beim Montieren und Ausrichten einer Stahlkonstruktion zu geometrischen Problemen und Zwängungen kommen.
→ Unkritisch ausgeführte Baustellenlösungen können hier die Standsicherheit beeinträchtigen, zur Beseitigung des Problems ist der Tragwerksplaner hinzuzuziehen.
- bei Hinterschnittdübeln hängt das Tragverhalten wesentlich von der korrekten Ausführung des Hinterschnitts im Bohrloch ab.
Für die Bohrung und das Setzen des Dübels ist Spezialwerkzeug des Herstellers erforderlich. Die Abmessungen von Dübel, Anschlagbohrer und ggf. Hinterschnittbohrer sind aufeinander abgestimmt und bilden ein System. Bohrgeräte verschiedener Hersteller dürfen keinesfalls ausgetauscht werden.
An den Sachverstand des Montagepersonals und die Überwachung der Ausführung sind erhöhte Anforderungen zu stellen.

4. Zusammenfassung:

Tragende Befestigungen mit Dübeln in Beton stellen bei Planung und Ausführung besondere Anforderungen an die Sorgfalt. Dies umso mehr, als die rechnerisch möglichen Tragwiderstände heute höhere Lasten zulassen als früher.

Literaturhinweise:

- Bemessungsverfahren für Dübel mit europäischen technischen Zulassungen zur Verankerung in Beton; Anhang C zu den europäischen technischen Zulassungen; Veröffentlichung DIBt, Sonderheft 16/97
- Weber / Sippel: Befestigungstechnik; Schneider Bautabellen, 18. Aufl. Kap. 6C
- Eligehausen / Mallee: Befestigungstechnik im Beton- und Mauerwerksbau; Bauingenieur-Praxis, Verlag Ernst und Sohn 2000
- HILTI Ratgeber Dübeltechnik – Basiswissen
- Übersicht: „Wichtigste Vorschriften für die Anwendung von Dübeln“
enthalten in: FISCHER Hauptkatalog Befestigungssysteme
- WÜRTH Handbuch der Dübeltechnik – Grundlagen, Anwendungen, Praxis
- FISCHER: Brandschutz in der Befestigungstechnik
- Heiße Bemessung – Feuerwiderstandsfähigkeit von Metaldübeln;
FISCHER connect it 7/2006