

# Sicherheitsanforderungen und Qualitätssicherung in Kernkraftwerksbau

Autor(en): **Erdmann, Wolfgang**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE reports = Rapports AIPC = IVBH Berichte**

Band (Jahr): **51 (1986)**

PDF erstellt am: **24.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-39588>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Sicherheitsanforderungen und Qualitätssicherung im Kernkraftwerksbau

### Safety Requirements and Quality Assurance for Nuclear Power Plants

### Exigences de sécurité et assurance de la qualité dans la construction de centrales nucléaires

#### **Wolfgang ERDMANN**

Diplom-Ingenieur  
Ver. Elektrizitätswerke Westfalen  
Dortmund, Bundesrep. Deutschland



W. Erdmann, Jahrgang 1936, Studium an der Technischen Universität Berlin. Nach Tätigkeit bei den Berliner Wasserwerken und Elektromark Hagen seit 11 Jahren verantwortlich für den Hoch- und Ingenieurbau bei VEW Dortmund, einem der führenden Energie-Versorgungsunternehmen der Bundesrepublik Deutschland.

#### **ZUSAMMENFASSUNG**

Anhand der Befestigungstechnik mittels Dübeln werden die besonderen Anforderungen an die Qualitäts-Kontrolle im Kerntechnischen Ingenieurbau erläutert und deren Umsetzung in die Praxis dargestellt. Auf wirtschaftliche Konsequenzen wird hingewiesen.

#### **SUMMARY**

In connection with the fastening technique (dowel securing) the special demands on quality assurance of nuclear power constructions will be explained and the application into practice will be described. Economic aspects are also discussed.

#### **RÉSUMÉ**

Les exigences particulières du contrôle de la qualité dans le génie nucléaire sont expliquées et illustrées à l'aide de la technique de fixations et d'assemblages. Les applications dans la pratique et leurs conséquences économiques sont expliquées.



Durch die Forderung, Gebäude und Anlagen auch gegen die, wenn auch nur mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit zu erwartenden Belastungen

- Flugzeugabsturz,
- Erdbeben,
- Druckwelle,
- Einwirkungen von innen,

auszulegen und die dabei unterstellte Auswirkung des Versagens eines Bauteils in Form von Austreten radioaktiver Stoffe in die Umwelt auf einen Umkreis der Anlage, der weit über den örtlichen Bereich des eigentlichen Schadens hinausgeht, sind die Anforderungen an die Sicherheit und Qualitätssicherung beim Bau von kerntechnischen Anlagen weitaus höher als im normalen Baugeschehen.

Folge davon ist, daß Bauteile, die in der konventionellen Baupraxis ohne Zulassung verwendet werden dürfen, aber auch bauaufsichtlich zugelassene Bauteile bei Verwendung im Kernkraftwerksbau einer besonderen Zustimmung und einer meist daraus resultierenden besonderen Qualitätskontrolle unterliegen. Beispielhaft dafür ist die Befestigungstechnik. Normalerweise interessiert dieser Bereich den Bauingenieur nur bei der örtlichen Eintragung großer Lasten in statischer Hinsicht. Aus sicherheitstechnischen Überlegungen wird im Kerntechnischen Ingenieurbau für die Anbringung von Komponenten, Rohrleitungen, Kabelpraitschen und anderen Bauteilen grundsätzlich eine Befestigung über Ankerplatten verlangt. Diese Ankerplatten sind mit Kopfbolzen im Bauteil verankert. Daraus folgt, daß deren Lage, Anzahl, Abmessungen und Tragkraft nicht nur vor Beginn der Bauarbeiten, sondern bereits bei Aufstellung und Prüfung der statischen Berechnung festliegen müssen. Bei diesem Vorgehen kann es - bei einer Errichtungszeit von rd. 70 Monaten - nicht ausbleiben, daß nachträgliche Änderungen bezüglich Lage und Tragkraft sowie Ergänzungen notwendig werden. Diese sind dann nur über Dübelbefestigungen möglich und zulässig. Hier verlangt die Behörde auch für Dübel, für die eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung vorliegt, wegen der besonderen Lastfälle im Kernkraftwerksbau eine Zulassung im Einzelfall.

Eine solche Zulassung hat in der Bundesrepublik Deutschland folgende Bedeutung:

Grundsätzlich dürfen im Bauwesen in der Bundesrepublik nur bauaufsichtlich zugelassene oder mit einem besonderen Prüfzeichen versehene Bauteile verwendet werden. Liegt eine solche Zulassung oder ein Prüfzeichen für das vorgesehene Bauteil nicht vor oder umfaßt die Zulassung nicht die zu erwartenden Belastungszustände, so kann die Bauaufsichtsbehörde, die für die Genehmigung des Bauvorhabens verantwortlich ist, die Verwendung solcher Bauteile ablehnen. Der Antragsteller einer Baugenehmigung kann dann die genehmigende Behörde bitten, eine "Zustimmung im Einzelfall" zu beantragen. Diese Behörde, die sogenannte "Untere Bauaufsichtsbehörde", beantragt dann bei ihrer zuständigen (oberen) Landesbehörde eine Zulassung des entsprechenden Bauteiles für das geplante Bauvorhaben.

Häufig werden dem Antrag seitens des Antragstellers bereits Gutachten von Material-Prüfungsanstalten, Hochschulinstituten o. ä. beigelegt. Die Oberste Bauaufsichtsbehörde beauftragt dann im allgemeinen das "Institut für Bautechnik" in Berlin mit der Begutachtung aller eingereichten Unterlagen. Bei positiver Stellungnahme des Instituts kann dann die Obere Bauaufsichtsbehörde der Unteren Bauaufsichtsbehörde die beantragte Zulassung im Einzelfall aussprechen. Die Untere Bauaufsichtsbehörde teilt diese Zustimmung dem Antragsteller mit. Alle eingereichten Unterlagen sowie die Stellungnahme des Instituts für Bautechnik werden Bestandteil der Baugenehmigung für die Verwendung der Bauteile. Wie der Name schon sagt, handelt es sich um eine "Zustimmung im Einzelfall", d. h. Zustimmung zu einem bestimmten Produkt (nicht System) für die An-

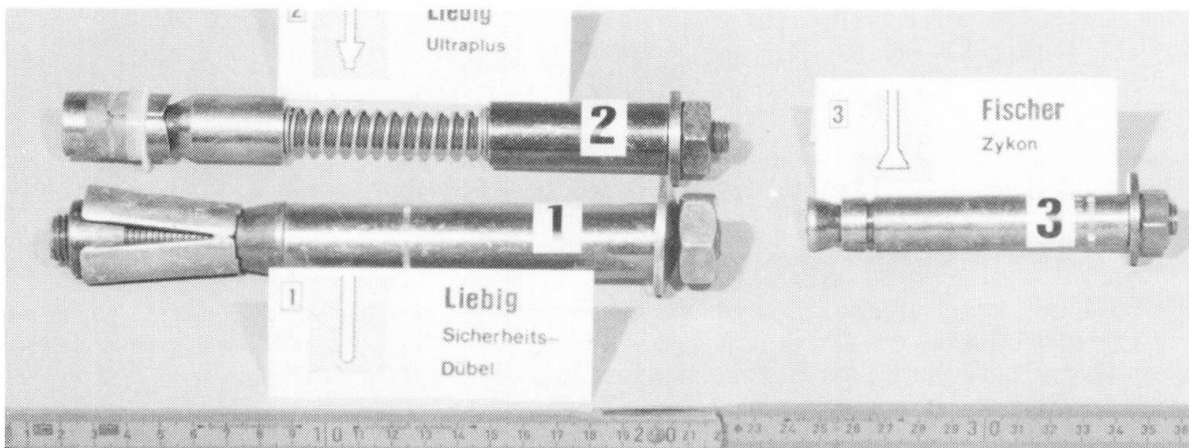
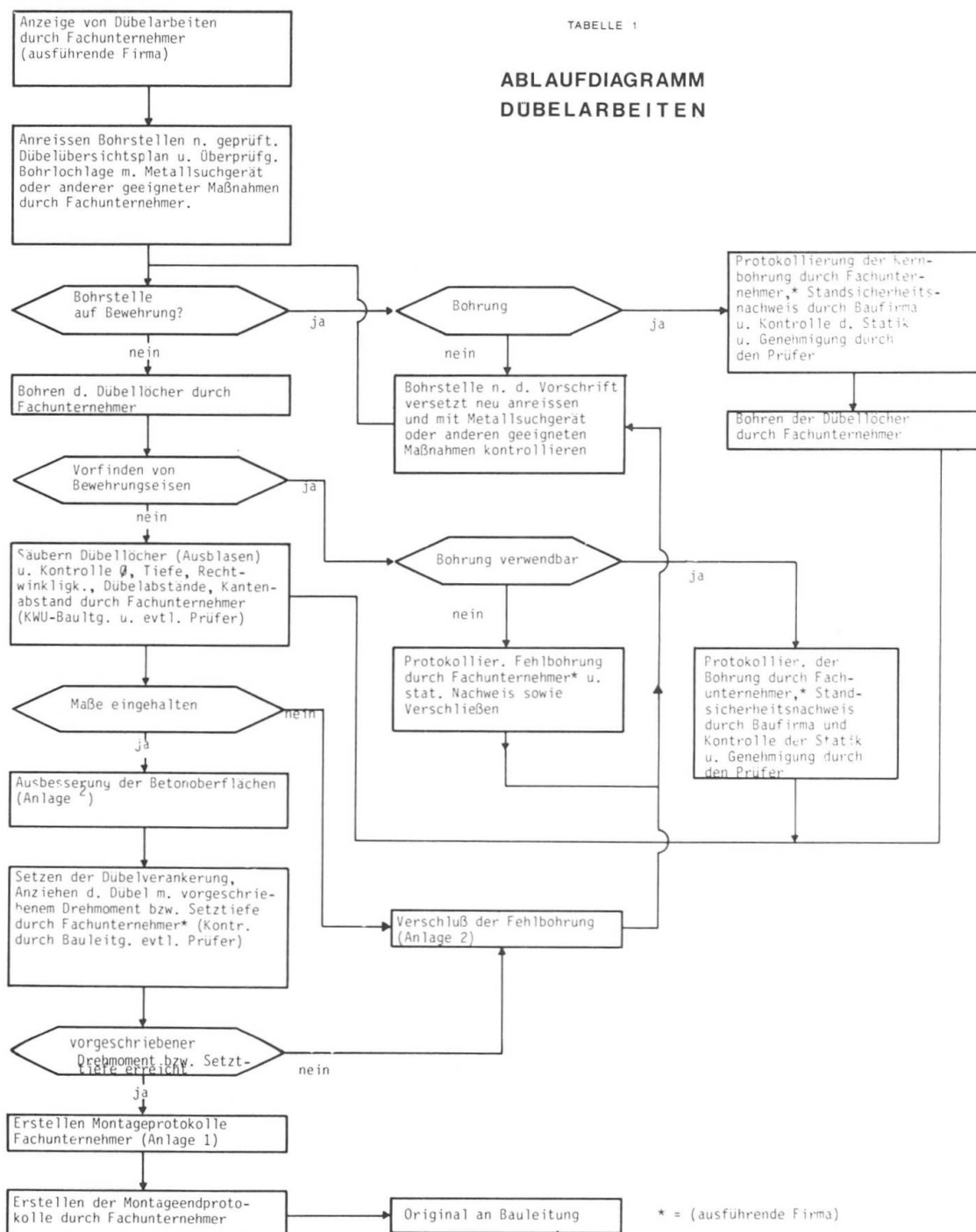


Fig. 1: Schwerlast-Dübel





wendung bei einem einzelnen, bestimmten Bauvorhaben. Die Zustimmung im Einzelfall bedeutet also nicht eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung.

Ein solcher Antrag auf Zulassung im Einzelfall mußte nun auch für die Verwendung von Dübeln beim Bau von Kernkraftwerken beantragt werden. Dazu wurde vom Ersteller des Kernkraftwerkes eine umfangreiche "zusätzliche Gütevorschrift" erstellt. Darin werden u. a. festgelegt

- der Anwendungsbereich für verschiedene Dübelarten in Abhängigkeit von
  - der sicherheitstechnischen Bedeutung der Anschlußkonstruktion,
  - der Last pro Dübel,
  - der sicherheitstechnischen Bedeutung des betreffenden Bauwerks,
- allgemeine Planungs- und Ausführungsgrundsätze,
- die Qualitätssicherung bei ausführender Firma (Eigenüberwachung) sowie
- Fremdüberwachung und Dokumentation.

Aus der tabellarischen Übersicht ist die Komplexität der Aussagen und Anforderungen deutlich zu erkennen. (Tabelle 1)

Diese zusätzliche Gütevorschrift wurde gemeinsam mit den Prüfberichten verschiedener Hochschul-Institute über die Verwendung der zum Einsatz geplanten Dübel der Unteren Bauaufsichtsbehörde eingereicht.

Die Untere Bauaufsichtsbehörde hat diese Unterlagen an die Obere Bauaufsichtsbehörde weitergeleitet. Diese hat dann das Institut für Bautechnik in Berlin mit einer Stellungnahme beauftragt. In der Stellungnahme des Instituts für Bautechnik wurden neben allgemeinen Aussagen, z. B. über die Art der zulässigen Belastung ("vorwiegend ruhend"), die Zahl der maximal zulässigen Lastwechsel während der Lebensdauer des Gebäudes, Mindestbewehrung, Aussagen über die Herstellung der Bohrungen, die Behandlung von Fehlbohrungen, die Einschaltung des bautechnischen Prüfers und die Aufgaben des Fachbauleiters des Bauherrn festgelegt. Zusammen mit den schon zitierten Gütevorschriften des Erstellers des Kernkraftwerkes, den beigelegten Gutachten der Hochschulinstitute, der Stellungnahme des Instituts für Bautechnik und den Auflagen der unteren Bauaufsichtsbehörde in der Baugenehmigung für ".....Dübelarbeiten....." sowie Zulassung im Einzelfall für die Verwendung von Dübeln zur Verankerung von Bau- und Anlageteilen....." ergab sich für die Verwendung von Dübeln im Kernkraftwerksbau hinsichtlich der Sicherheit und der Qualitätssicherung folgendes Bild:

1. Die mit Dübeln zu verankernden Lasten müssen vorwiegend ruhend sein, wobei Belastungen aus Erdbeben als vorwiegend ruhend aufgefaßt werden dürfen.
2. Bei schwelender Belastung dürfen während der Lebensdauer des Bauwerks höchstens  $10^4$  Lastwechsel auftreten.
3. Die Dübel müssen mit der vorgeschriebenen Verankerungstiefe in die Druckzone eines Bauteils einbinden.
4. Vor Beginn der Bohrarbeiten ist die Lage der Bewehrung festzustellen, um Fehlbohrungen oder Beschädigungen in der Bewehrung zu vermeiden.
5. Fehlbohrungen müssen mit hochfestem Material wieder geschlossen werden.
6. Alle Dübelarbeiten dürfen nur von Firmen mit besonderer Qualifikation ausgeführt werden.
7. Der Bauherr hat einen geeigneten Fachbauleiter zur Kontrolle der Dübelarbeiten zu stellen.

8. Alle Dübelarbeiten sind zu dokumentieren, wobei neben Art des Dübels, Lage und Zeitpunkt der Arbeiten auch festzuhalten sind:

- Nachweis der Betonfestigkeitsklasse,
- Prüfung auf winkelrechte Bohrung,
- Reinigung der Bohrlöcher,
- Bohrlochabmessungen,
- aufgebrachtes Drehmoment,
- Lage von Fehlbohrungen.

Diese Dokumentationen sind 5 Jahre aufzubewahren.

9. Es dürfen nur Dübelfabrikate verwendet werden, für die eine Zulassung im Einzelfall vorliegt. Diese Zulassung bezieht sich ausdrücklich auf ein Fabrikat, nicht auf einen Dübeltyp.

Anmerkung:

Daß diese Vorschrift ein Monopol des Herstellerwerks sowohl hinsichtlich der Preise als auch der Liefermöglichkeiten nach sich zieht, ist leicht einzusehen, da ein Wechsel auf ein anderes Konkurrenz-Fabrikat nicht mehr möglich ist.

10. Der Typ des verwendbaren Dübels richtet sich

- nach sicherheitstechnischer Bedeutung des Bauwerkes (sicherheitstechnisch relevant oder nicht relevant),
- nach sicherheitstechnischer Relevanz des zu befestigenden Bauteils,
- nach vorgesehener Lastaufnahme

$$p < 0,2 \text{ kN}$$

$$p < 0,2 < 1,5 \text{ kN}$$

$$p > 1,5 \text{ kN}$$

Für Verankerungen sicherheitstechnisch relevanter Bauteile sind zusätzlich vorgeschrieben

- der Nachweis, daß für den Lastfall Betriebslasten außerhalb des Betons keine Biegebeanspruchung auf den Gewindebolzen im Dübel wirkt,
- die Einschaltung des bautechnischen Prüfers,
- Aufbringung des vorgeschriebenen Drehmoments auf die Schraube des Dübels frühestens nach 2 - 3 Stunden,
- Anzeige des Beginns der Dübelmontage bei der Bauaufsichtsbehörde,
- Einhaltung bestimmter Achs- Randabstände der Dübel untereinander, auch bei Dübelgruppen,
- Nachweis der Begrenzung der Rißbreiten in Höhe der oberflächennahen Bewehrung bei Sicherheitserdbeben und Flugzeugabsturz auf max. 2 mm.

Für Einspanndübel läßt die Behörde gegenüber des bei Angabe der Normaltragkraft unterstellten Sicherheitsfaktors von 1,7 eine Verringerung für den Lastfall Betriebslast mit Auslegungserdbeben auf 1,4 sowie Kombinationen mit Sicherheitserdbeben, Flugzeugabsturz und vergleichbaren inneren Störfällen auf 1,0 zu.

Nach Festlegung des Dübeltyps für die Befestigung bestimmter Anlageteile an bestimmten Stellen und gegebenenfalls erforderlichen Nachweisen entsprechend den vorgenannten Punkten ergibt sich entsprechend den Auflagen für die Tätigkeit auf der Baustelle der im Ablaufdiagramm dargestellte Vorgang. (Tabelle 2)



Die strenge Eignungsprüfung der zur Anwendung vorgesehenen Dübel, die genauen Vorschriften über die Art der Anordnung und die geforderten Nachweise hinsichtlich Tragfähigkeit, Beanspruchung des Bauteils und Rißbreite sowie die gezeigten Vorschriften über die Durchführung der Arbeiten, deren Überwachung und Dokumentation können als ein Musterbeispiel sicherheitstechnischer Auslegung, d. h. der Qualitätssicherung bei der Ausführung angesehen werden. Entscheidend ist jedoch, daß das aufgezeigte und im Ablaufdiagramm zusammenfassend dargestellte Verfahren in dieser Form auch in der Praxis zur Anwendung kam. Das Fließschema zeigt auch die lückenlose Qualitätskontrolle aller Vorgänge auf der Baustelle im Zusammenhang mit Dübelarbeiten in Form von Eigen- und Fremdüberwachung. Technisch und verfahrenstechnisch erfüllt also dieses Verfahren höchste Anforderungen an Sicherheit und Qualitätssicherung im Bauwesen.

Für die Praxis sind solche Betrachtungen jedoch unvollkommen, wenn nicht auch die wirtschaftlichen Aspekte einer Prüfung unterzogen werden. Wie auf jedem anderen Gebiet läßt sich die Sicherheit beliebig hoch, oder anders ausgedrückt, der Grad der verbleibenden Unsicherheit beliebig verringern, sofern man wirtschaftliche Betrachtungen außer acht läßt. Auch bei nur oberflächlicher Betrachtung der hier vorgestellten Verfahren zur Auswahl der Dübel und deren Einsatz auf der Baustelle wird deutlich, welcher wirtschaftliche Aufwand mit dem Setzen eines einzigen Dübels verbunden ist. Dabei wird der Materialwert oder Einkaufspreis des Dübels selbst sowie die Kosten für den reinen Vorgang des Bohrens und Einsetzens des Dübels kostenmäßig völlig uninteressant gegenüber dem Aufwand für Prüfung, Zulassung, Kontrolle und Dokumentation. Aufgrund von Nachkalkulationen errechnete Mittelwerte für diesen Aufwand bei einem Dübel haben Beträge zwischen 400,-- und 1.000,-- DM pro Stück ergeben.

Für ein Bauvorhaben wie ein Kernkraftwerk, in dem rd. 80.000 Ankerplatten angeordnet werden, bedeutet das bei einer - angenommenen - Fehlerquote von nur 5 % rd. 4.000 nachträgliche Ankerplatten. Würden diese mit jeweils nur 4 Dübeln befestigt, sind dies 16.000 Dübel mit einem Aufwand von i. M. etwa 700,-- DM/Stück. Der Betrag für die nachträgliche Arbeit erreicht schon dann die Größenordnung von 11 Mio DM. Damit wird deutlich, daß der Preis für den Dübel selbst überhaupt keine Rolle spielt, d. h. daß es wahrscheinlich wesentlich weniger aufwendig, jedoch einfacher praktikabel, und damit wirtschaftlicher ist, ausschließlich die vom Stück-Preis her zwar teuersten, jedoch auch tragfähigsten Dübel einzusetzen, um das Risiko der Anordnung falscher, d. h. zu schwacher oder nicht zulässiger Dübel, durch Verwechslung oder nachträgliche Laständerungen zu minimieren.

Damit würde jedoch andererseits die bereits angesprochene Monopol-Stellung eines Dübelherstellers noch erhöht. Abhilfe wäre nur dadurch denkbar, daß verschiedene Hersteller eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung - zur Verwendung im Kernkraftwerksbau - für ihr Produkt erreichen und damit wieder eine Konkurrenz-Situation entsteht.

Wirtschaftlich wäre das aber für den Hersteller nur dann interessant, wenn er mit einer entsprechenden Nachfrage rechnen kann. Die ist jedoch - zumindest gegenwärtig bei der Situation der Kernenergie in der Bundesrepublik - nicht zu erwarten.

Übersicht der Planungs- und Ausführungsbedingungen für Dübelverbindungen (Quelle: KMW/D)

Tabelle 2

Planungs- und Anwendungskriterien	Last pro Dübel: D						
	sicherheitstechnisch <u>nicht</u> relevante Bauwerke			sicherheitstechnisch relevante Bauwerke			
	D ≤ 0,2 kW	0,2 < D ≤ 1,5 kW	D > 1,5 kW	D ≤ 0,2 kW	0,2 < D ≤ 1,5 kW	D > 1,5 kW	
1	2	3	4	5	6	7	
Zulässige Dübel	<div style="display: flex; flex-direction: column;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Decken</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Metalldübel mit Zugzonenzulassung</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Decken</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Metalldübel mit Zugzonenzulassung</div> </div>	Metalldübel mit Zugzonenzulassung und Verbundanker z.B. - Liebig-Si-Dü M 8, M 10 - Fischer Zykon M 6, M 10 - FA M 10W 16, FAC M 10W 12 - Hilti HSL M 8, M 10 - Spifix Anker M 10, M 12 - Upat-Si-C W 8, M 10 - Verbundanker (Fischer, Hilti, Liebig, Upat)	Hilti HSL M 12 Liebig-Si-Dü M10-M20 Fischer Zykon M 12 Verbundanker (Fischer, Hilti, Liebig, Upat)	Fischer Zykon M 6 - M 10	Fischer Zykon M 10 Fischer Zykon M 12	Liebig-Einspannanker Ultra-plus M 12 Fischer Zykon M 12
Zulassung für Dübel	Metalldübel: ja Kunststoffdübel: nein	ja	ja	ja	M 10: ja M 12: liegt noch nicht vor	Liebig-Dü: ja Fischer-Dü: liegt noch nicht vor	
Zustimmung in Einzelfall erforderlich (wird pro KMW von ÖBB erteilt)	nein	Liebig M 10: ja sonst: nein	ja Verbundanker: nein	nein	ja	ja	
stat. Nachweis erforderlich	nein	nein ①	ja	nein	nein ①	ja	
Planungsunterlagen an Prüfung, f. Baustatik	nein	nein	ja	nein	nein	ja	
KMW-Dokumentation	nein	ja	ja	nein	ja	ja	
Dokumentation an Bauüberwachung	nein	nein	ja	nein	nein	ja	
KMW-Überwachung der Dübelarbeiten	ja (Stichproben)	ja (Stichproben)	ja	ja (Stichproben)	ja (Stichproben)	ja	
Überwachung durch Bauüberwachung (LGA-La)	nein	nein	ja	nein	nein	ja	
Nachweis über Dübelausfall	nein	nein	nein	nein	nein	nein	

① Bei tragenden Konstruktionen (2.1.1.2 a) ist ein statischer Nachweis zu führen. Der Nachweis kann entfallen, wenn durch Verlegevorschriften, die typisierte Nachweise enthalten, die Tragfähigkeit sichergestellt ist.

② Zulässige Dübeltragfähigkeit nur zu 75 % ausnutzen (zul D = 0,75 · 1,5 = 1,12 kW) bei höherer Ausnutzung ist statischer Nachweis und Planungsunterlagen an bautechnische Prüfer erforderlich.

③ NUR begrenzt im Einzelfall für nachgewiesene Betondruckzone verwendbar.

④ Zulässige Dübeltragfähigkeit nur bis D = 1,0 kW/ Dübel gemäß Zustimmung in Einzelfall durch ÖBB-Bayern vom 11.10.1984.



Leere Seite  
Blank page  
Page vide