

Dübel für die Befestigung leichter
Deckenbekleidungen und Unterdecken
an tragenden Konstruktionen aus
Normalbeton

T 1030

T 1030

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00
Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

T 1030: Dübel für die Befestigung leichter Deckenbekleidungen
und Unterdecken an tragenden Konstruktionen aus Normal-
beton.

Abschlußbericht
des Forschungsvorhabens
Dübel für die Befestigung
leichter Deckenbekleidungen und Unterdecken
an tragenden Konstruktionen aus Normalbeton

....
Az.: IV / 1 - 5 - 61 / 74

— Auftraggeber: Institut für Bautechnik
Berlin

I n h a l t

1. Aufgabenstellung
2. Dübelbeanspruchungen
3. Dübelarten
4. Vergleichsversuche
 - 4.1 Einfluß der Dübelsorte und der Rißbreite
 - 4.2 Einfluß der Dauerzuglast und der Zahl der Rißöffnungen
 - 4.3 Lastverschiebungsverhalten
5. Anforderungen bei einem Eignungsnachweis
6. Versuchsdurchführung
7. Auswertung der Versuchsergebnisse
8. Ergebnisse aus Zulassungsversuchen

Tabellen 1 und 2: Versuchsergebnisse

Bild 1: Beispiel für die Ermittlung von P_R

1. Aufgabenstellung

Bei der Neubearbeitung von DIN 18168 "Leichte Deckenbekleidungen und Unterdecken" war zu prüfen, ob für Dübel als Verankerungselemente eine allgemeine Anwendungsregelung aufgestellt werden kann. Die vorliegenden Untersuchungen sollten der Klärung dieser Frage dienen.

Um einen Überblick über die zur Zeit in der Praxis für diesen Anwendungsbereich eingesetzten Dübel zu gewinnen, wurde eine Umfrage bei 27 Dübelherstellern oder Händlern durchgeführt.

Für den Fall, daß sich keine allgemeine Anwendungsregelung ergibt, sollte ein Vorschlag für die Prüfung der Eignung von Dübeln für den o.g. Anwendungsbereich entwickelt werden.

2. Dübelbeanspruchungen

Befestigungen für leichte Deckenbekleidungen und Unterdecken werden in der Regel an der Unterseite von tragenden Stahlbetonbauteilen zu einem Zeitpunkt angebracht, zu dem diese Bauteile noch nicht mit ihrer vollen Nutzlast belastet sind. Biegerisse sind deshalb meist noch nicht vorhanden. Wenn nach dem Versetzen der Dübel in den ungerissenen Beton der Lastfall "Vollast" auftritt, muß mit Rissen bis zu rd. 0,2 mm Breite gerechnet werden, die möglicherweise gerade entlang der Dübelreihen bevorzugt auftreten. Die Risse können in Einzelfällen auch eine größere Breite z.Bsp. bis zu rd. 0,4 mm erreichen.

Im Laufe der Zeit können sich die Risse wiederholt öffnen und schließen, während die Dübel in der Regel infolge des Eigengewichts der Unterdecke unter einer dauernden Zug-, Schrägzug- oder Querszugbelastung stehen.

In manchen Anwendungsbereichen können die Dübel durch die Deckenbekleidungen und Unterdecken auch auf Druck beansprucht werden.

Die Belastung der tragenden Stahlbetonbauteile kann vorwiegend ruhend oder nicht vorwiegend ruhend sein. Die über die Deckenbekleidungen und Unterdecken an den Dübeln entstehenden Belastungen können i.w. als vorwiegend ruhend angesehen werden, auch bei Windbelastungen und im Falle nicht vorwiegend ruhender Belastung der tragenden Stahlbetonbauteile.

Die Dübel können auch aus Umwelteinflüssen, wie z.Bsp. erhöhter Temperatur und Feuchtigkeit, beansprucht werden.

3. Dübelarten

Bei einem Teil der Antworten auf die Umfrage wurden für den vorliegenden Anwendungsfall offensichtlich zu große Dübel aufgeführt. Hier werden aber nur Größen $\leq M 8$ bzw. $\varnothing 8$ mm berücksichtigt.

Zur Einteilung der Dübel werden die Gruppen A - F benutzt, die vom SVA Dübel und Ankerschienen nach dem Wirkungsprinzip festgelegt wurden:

- Gruppe A: Metalldübel, geschlitzte Dübelhülsen werden durch Konen gespreizt, die Spreizkraft wird durch ein Drehmoment erzeugt, die äußere Last greift am tieferen Konus an - kraftkontrolliert zwangsweise spreizende Dübel
- Gruppe B: Metalldübel, eine geschlitzte Dübelhülse wird durch Einschlagen eines Keiles in oder gegen die Richtung der äußeren Zugkraft gespreizt, die äußere Last greift an der Dübelhülse an - wegkontrolliert zwangsweise spreizende Dübel
- Gruppe C: Metalldübel, die ihr Verankerungsloch selbst bohren, die geschlitzte Dübelhülse wird über den Konus geschlagen, dabei kann eine "Hinterschneidung" eintreten, die äußere Last greift an der Dübelhülse an.

Gruppe D: Dübel aus Kunststoff, z.B. Nylon (Polyamid), durch Querpressung des Kunststoffes im Bohrloch entsteht eine Reibungskraft

Gruppe E: Klebeanker mit Kunstharzmörtel, Adhäsion und Reibung im Bohrloch

Gruppe F: in die vorstehenden Gruppen nicht einordenbare Dübel

In 20 Antworten wurden 48 Dübelsorten empfohlen, davon aus

Gruppe A: 9 S. verschiedener Ausbildung, alle aus Stahl galvanisch verzinkt

Gruppe B: 11 S. verschiedener Ausbildung, alle aus Stahl galvanisch verzinkt

Gruppe C: 4 S. gleicher Ausbildung, alle aus Stahl galvanisch verzinkt

Gruppe D: 11 S. i.w. aus Polyamid, nur vereinzelt aus Polyäthylen

Gruppe E: 1 S.

Gruppe F: 12 S., i.e. 2. Gewindehülse, 1. Alu + Hanf
1. Laschenanker, 6. Messingdübel
2. Blindniete

4. Vergleichsversuche

Für Vergleichsversuche wurden aus den unter 4. genannten Sorten typische Dübel der Größe M6 bzw. \emptyset rd. 6 mm ausgewählt und gleichartig bei einer Verankerungstiefe von $h_v = 30$ mm versetzt [1]. Es handelt sich i.e. um die Dübel

A₁ Liebig - Anker

A₂ Gallinat Deckenschnellabhänger CA - 2

A₃ Tucker Parabol Hänger

B₁ Kunkel Dübel

B₂ Tornado Dübel TA

- C₁ Spit Golddübel
- D₁ Fischer Dübel MS
- D₂ Thorsman Dübel TP
- F₁ Tox - Messingdübel
- F₂ Weco - Messingdübel
- F₃ Spit "Nageldübel"

Die Zugtragfähigkeit der Dübel kann als wesentliche Kenngröße angesehen werden. Sie wurde im ungerissenen Beton sowie in nachträglich sich öffnenden Rissen von 0,2 und 0,4 mm Breite untersucht. Bei der Rißbreite 0,2 mm wurden Zugversuche nach 1, 10³ und 10⁴ Rißöffnungen durchgeführt. Während der wiederholten Rißöffnungen wurde jeweils die Hälfte der Dübel jedes Typs mit einer konstanten Zugkraft Z_D¹ bzw. Z_D² belastet ($Z_D^2 = 2 \cdot Z_D^1$). Es wurden die Betondruckfestigkeiten $\beta_w^1 \approx 20 \text{ N/mm}^2$ und $\beta_w^2 \approx 40 \text{ N/mm}^2$ gewählt. Je Parameterkombination konnte nur eine kleine Zahl von Versuchen durchgeführt werden.

4:1 Einfluß der Dübelsorte und der Rißbreite auf die Zugtragfähigkeit

Nach Tabelle 1 ergeben sich bei einer Betondruckfestigkeit $\beta_w^1 \approx 25 \text{ N/mm}^2$ bei den Dübeln A₁ ./ F₃ mittlere Zugtragfähigkeiten zwischen $Z_U^M = 1,16 \text{ kN}$ und $Z_U^M = 14,87 \text{ kN}$ (14,87 : 1,16 = 12,8).

Nach einmaliger Rißöffnung auf 0,2 mm Breite fallen diese Werte ab auf 41 bis 95 % und bei 0,4 mm Rißbreite auf 33 bis 77 %.

Danach muß bei den für den vorliegenden Anwendungsfall in der Praxis eingesetzten Dübeln bereits im nicht gerissenen Beton mit sehr unterschiedlicher Tragfähigkeit gerechnet werden. Auch bei nachträglicher Rißöffnung ist kein einheitliches Verhalten der Dübel zu erkennen. In der Regel ergab sich jedoch zwischen 0 und 0,2 mm Rißerweiterung ein größerer Tragfähigkeitsabfall als zwischen 0,2 und 0,4 mm.

4.2 Einfluß der Dauerzuglast Z_D und der Zahl der Rißöffnungen auf die Zugtragfähigkeit

Nach Tabelle 2 ergibt sich für die vorliegenden Einflußgrößen noch kein gesichertes Bild. Das muß auf den geringen Umfang der Einzelversuche zurückgeführt werden. Der Tendenz nach muß aber bei einer oberflächennahen Verankerung, wie sie mit $h_v = 30$ mm hier vorliegt, mit zunehmender Zahl der Rißöffnungen und mit größerer Dauerzuglast Z_D die effektive Verankerungstiefe und damit die Restzugtragfähigkeit abnehmen.

4.3 Lastverschiebungsverhalten

In dem Prüfungsbericht nach [1] sind einige typische Zugkraft-Verschiebungslinien dargestellt. Daraus ist zu erkennen, daß die Dübel verschiedener Bauarten bei gleichen Lasten sehr unterschiedliche Verschiebungswege aufweisen können. In der Tendenz werden die Verschiebungen mit zunehmender Rißbreite, mit zunehmender Zahl der Rißöffnungen und mit zunehmender Dauerzuglast Z_D größer.

5. Anforderungen bei einem Eignungsnachweis

Nach den unter 4. dargestellten Ergebnissen der Vergleichsversuche ist kein Ansatzpunkt für eine allgemeine gemeinsame Anwendungsregelung zu erkennen, auch nicht für kleine Lasten. Deshalb erscheint zunächst ein ausführlicher Eignungsnachweis für jede Dübelsorte erforderlich. Nach einem Beschluß des SVA Dübel und Ankerschienen ist dieser im Rahmen eines Zulassungsverfahrens zu führen.

Wegen des zu erwartenden Aufwandes für einen ausführlichen Eignungsnachweis ist nach Vorliegen einiger Erfahrung zu prüfen, ob der Nachweis vereinfacht werden kann, oder ob für verschiedene Wirkungsprinzipie von Dübeln nicht doch allgemeine Regeln aufgestellt werden können.

Der Eignungsnachweis soll so geführt werden, daß jeder einzelne Dübel trotz des nachträglichen Auftretens von

Rissen in den tragenden Stahlbetonbauteilen mit der bisher bei Dübelverbindungen üblichen Sicherheit belastet werden kann.

Neben dem grundsätzlichen Eignungsnachweis, der bei bereits zugelassenen Dübeln schon erbracht ist, wird bei der Befestigung von leichten Unterdecken das Verhalten der Dübel in der durch Lastspannungen erzeugten Zugzone der tragenden Stahlbetonbauteile wesentlich. Es kann davon ausgegangen werden, daß die bei dem vorliegenden Anwendungsfall auftretenden niedrigen Lasten auch in oder in der Nachbarschaft von Rissen in den Beton ein- und weitergeleitet werden können, wenn der verwendete Dübel die lokale Einleitung der Last ermöglicht.

Nach den unter 2. dargestellten Dübelbeanspruchungen muß nach dem Verankern der Dübel im ungerissenen Beton mit dem Auftreten von Rissen bis zu rd. 0,2 in Einzelfällen auch bis zu rd. 0,4 mm Breite gerechnet werden. Die Risse können entlang der Dübelreihen auftreten.

Beim nachträglichen Öffnen der Risse sind die Dübel in der Regel belastet. Je nach Nutzungsart des Bauwerks können sich die Risse mehr oder weniger oft öffnen und schließen.

Aus diesen Verankerungsbedingungen wurden unter Berücksichtigung des unter 4. beschriebenen Tragverhaltens einiger Dübelsorten bei den Vergleichsversuchen die folgenden Anforderungen für den Eignungsnachweis abgeleitet. Deren Anwendungsbereich wird zunächst beschränkt auf Dübel aus Metall und auf vorwiegend ruhende Belastung. Weiterhin werden außergewöhnliche Einflüsse aus erhöhter Temperatur und Feuchtigkeit ausgeschlossen. Liegen in dieser Richtung erweiterte Verankerungsbedingungen vor, dann können über die im folgenden genannten Versuche hinausgehende Untersuchungen erforderlich werden, über die im Bedarfsfalle zu beraten ist.

Der Nachweis der grundsätzlichen Eignung eines Dübels ist mit einer allgemeinen Zulassung bereits geführt. Für den Fall, daß keine allgemeine Zulassung vorliegt, sind hier den Zulassungsversuchen entsprechende Prüfungen durchzuführen, die Auskunft geben über die Abmessungen, die Werkstoffeigenschaften, das Wirkungsprinzip, die Dübeltragfähigkeit im ungerissenen Beton sowie das Verhalten bei Dauerstand - und Schwellbelastung.

Bei dem Nachweis der Eignung für den vorliegenden Anwendungsbereich sind Prüfungen in Biegezugrissen von 0,2 mm Breite durchzuführen, die sich nach dem Verankern der Dübel zum ersten mal und dann noch $\geq 10^4$ -mal öffnen und wieder weitgehend schließen, während die Dübel mit einer Dauerlast belastet sind.

Weiterhin sind Prüfungen in nachträglich sich öffnenden Rissen von 0,4 mm Breite erforderlich. Diese Risse sollen über die Plattendicke gleich breit sein. Es ist nur eine Rißöffnung erforderlich; dabei soll der Dübel unbelastet sein.

Für die Dauerlast ist zunächst eine Zuglast $Z_D \geq 1,5$ zu P_R zu wählen. Es können aber in Sonderfällen auch Querkzug- oder Schrägzugbelastungen bzw. niedrigere Zugbelastungen Z_D erforderlich werden. Nach den Rißöffnungen unter Dauerbelastung der Dübel ist deren Resttragfähigkeit $Z_{U(0,2)}$ oder $S_{U(0,2)}$ oder $SZ_{U(0,2)}$ bei auf 0,2 mm Breite geöffneten Rissen zu ermitteln. Bei dem gesamten Belastungsverlauf und bei den Rißöffnungen sind die Dübelverschiebungen zu messen.

Weiterhin ist in nachträglich nur einmal auf 0,4 mm Breite geöffneten Dehnrissen die Zug-, die Querkzug- oder ggf. die Schrägzugtragfähigkeit ($Z_{U(0,4)}$, $S_{U(0,4)}$, $SZ_{U(0,4)}$) festzustellen. Auch bei diesen Prüfungen sind die Last-Verschiebungslinien aller Dübel aufzunehmen.

Aus $Z_u^{5\%}(0,2)$ wird mit einer Sicherheit von $\nu = 3$ bei $h_v \geq 40$ mm und $\nu = 5$ bei $h_v < 40$ mm die für den vorliegenden Anwendungsfall zulässige Belastung $zul P_R$ errechnet.

Die Dübel sollen auch in einzelnen breiteren Rissen noch eine gewisse Tragfähigkeit aufweisen und die Bedingung $Z_u^{5\%}(0,4) \geq 1,5 \cdot zul P_R$ erfüllen.

Wenn für Zug, Querkzug und Schrägzug der gleiche Zahlenwert $zul P_R$ gelten soll, was als Regelfall anzusehen ist, dann ist zu beachten, daß die Querkzugtragfähigkeit im nachträglich geöffneten RiB nicht mehr abfällt als die Zugtragfähigkeit. Diese Forderung kann ohne zusätzliche Querkzugversuche in eigentlich maßgebenden wiederholt geöffneten Rissen von 0,2 mm Breite als erfüllt gelten, wenn

$$Z_u(0) - Z_u(0,4) > S_u(0) - S_u(0,4) \text{ und}$$

$$S_u(0,4) > Z_u(0,4) \text{ ist. Für } Z_u \text{ und } S_u$$

sind in der Regel die 5%-Fraktilen bei $\beta_w = 20 \text{ N/mm}^2$ einzusetzen.

Andernfalls ist davon auszugehen, daß die Tragfähigkeit des Dübels im RiB maßgebend von der Querkzug- oder von der Schrägzugbeanspruchung beeinflusst wird. In diesem Falle sind weitere Prüfungen in nachträglich geöffneten Rissen von 0,2 mm Breite erforderlich. Sie werden auch notwendig, wenn für $zul P_R$ je nach Beanspruchungsart andere Zahlenwerte angegeben werden sollen.

Hier werden keine Anforderungen an die Größe der auftretenden Verschiebungen des Lastangriffspunktes gestellt. Jeder Dübel muß aber mit den unter $zul P_R$ auftretenden Verschiebungen beschrieben werden, damit diese bei der Planung und Konstruktion von Unterdecken berücksichtigt werden können. Dabei sind die Dübelverschiebungen im

nichtgerissenen Beton und in nachträglich sich öffnenden Rissen unter Kurzzeit- und Dauerbelastung zu beachten.

Die Tragfähigkeiten von Verbindungsteilen und die zugehörigen Verschiebungen sind getrennt von denen der Dübel nachzuweisen. Sie werden hier nicht berücksichtigt.

6. Versuchsdurchführung

Bei den Tragfähigkeitsversuchen ist die Last so einzuleiten wie beim baupraktischen Einsatz des Dübels. Lösbare Verbindungsteile sind jedoch i.d.R. gesondert zu prüfen. Es sind die Betondruckfestigkeiten $\beta_w^1 \approx 12 \text{ N/mm}^2$ bei $\geq \text{B15}$ bzw. $\approx 20 \text{ N/mm}^2$ bei $\geq \text{B25}$ und $\beta_w^2 \approx 40 \text{ N/mm}^2$ anzustreben. Der Schneidendurchmesser der Bohrer soll dem maximal zulässigen Übermaß gemäß den Richtlinien für Hammerbohrer entsprechen. Für die Verankerungstiefe soll der kleinste vorgesehene Wert gewählt werden.

Der Abfall der Dübeltragfähigkeit im nachträglich sich öffnenden Riß wird zweckmäßig durch unmittelbare Vergleichsversuche im gleichen Betonprobekörper ermittelt. Wenn für alle Beanspruchungsarten der gleiche Zahlenwert für P_R gesucht wird, ergibt sich für eine Dübelgröße der folgende Mindestprüfumfang:

Beanspruchung	Rißbreite W [mm]	Dauerlast Z_D	β_w^1	β_w^2
Zug	0	0	10	10
	0,2	Z_D^1	10	10
	0,2	Z_D^2	10	10
	0	0	10	10
	0,4	0	10	10
	Scheren	0	0	10
	0,4	0	10	10

Die Größe von Z_D^1 und Z_D^2 muß geschätzt werden; möglicherweise sind Vorversuche erforderlich.

Wenn von einer Dübelsorte mehrere Größen zu prüfen sind, kann der Prüfumfang bei Größen zwischen voll überprüften Größen reduziert werden.

Der oben aufgeführte Mindestprüfumfang kann auch dann vermindert werden, wenn die Dübeltragfähigkeit im nicht gerissenen Beton bereits vorliegenden Zulassungsversuchen entnommen werden kann und wenn zur P_R nur für einen vorgegebenen Zahlenwert zu bestätigen ist. In diesem Falle können die Zeilen 1, 3, 4 und 6 eingespart werden.

Die Dauerzugbelastungen Z_D werden zweckmäßig mit Hilfe von Schraubenfedern aufgebracht, die in Sicherungsrahmen eingebaut sind, damit bei plötzlichem Versagen eines Dübels die Entspannung der Feder keine Gefahrenquelle darstellt. Durch öfteres Nachspannen während des Versuchs ist die durch Eichung ermittelte, der Kraft Z_D entsprechende Federlänge möglichst konstant zu halten. Die auftretenden Verschiebungen des Lastangriffspunktes am Dübel sind mit Hilfe des Sicherungsrahmens und z.Bsp. einer Meßuhr mit 1/100 mm Teilung genügend genau zu ermitteln.

Als Versuchskörper für die Prüfungen im nachträglich geöffneten Riß von 0,2 mm Breite können praxisnah ausgebildete Stahlbetonplatten mit $d \geq 16$ cm verwendet werden, die mit der Zugbewehrung nach oben aufgelagert, symmetrischer Biegebelastung unterworfen werden können. In der geweißten Plattenoberseite werden zunächst Haarrisse erzeugt und angezeichnet. Nach Entlastung der Platte werden Dübel in weitgehend wieder geschlossenen Rissen verankert. Die Rißbreiten sollen mit Hilfe von Meßuhren mit 1/100 mm Teilung ermittelt werden, die zwischen Meßmarken in unmittelbarer Nähe beider Rißufer in Höhe der Plattenoberseite montiert sind. Die maßgebende Nullmessung ist nach dem Verankern des Dübels durchzuführen. Verbleibende Rißbreiten nach dem Entlasten der Platte oder Rißöffnungen bei der Montage der Dübel werden also nicht zu den Sollriß-

breiten 0,2 oder 0,4 mm zugezählt.

Als Versuchskörper für die Prüfungen im nachträglich geöffneten Riß von 0,4 mm Breite können mit zentrischem Zug belastete Platten oder Balken verwendet werden. Zur Erzeugung von über die Bauteildicke gleichen Rissen von 0,4 mm Breite können im Inneren der Bauteile angeordnete Querschnittsschwächungen zweckmäßig sein.

7. Auswerten der Versuchsergebnisse

Zur Begrenzung des Versuchsumfangs wurde für die einzelnen Parameterkombinationen jeweils eine Mindestprobenzahl von $n = 10$ vorgeschlagen. Für $n = 10$ ergeben sich jedoch noch keine genügend gesicherten Werte für die Standardabweichung bzw. den Variationskoeffizienten. Es ist deshalb gut, wenn auf umfangreichere Informationen zurückgegriffen werden kann. Bei Prüfungen im nachträglich geöffneten Riß kann die Streuung der Ergebnisse größer werden als im ungerissenen Beton.

Wenn keine Vorinformationen vorliegen, muß von den Ergebnissen aus $n = 10$ Proben ausgegangen werden. Die 5%-Fraktilen der Dübeltragfähigkeit sind für eine Aussagesicherheit von 90 % zu errechnen.

Die für den vorliegenden Anwendungsfall zulässige Dübelbelastung $zul P_R$ ist aus den 5%-Fraktilen der Zugtragfähigkeiten im nachträglich geöffneten Riß von $w = 0,2$ mm zu ermitteln. Im allgemeinen Falle ist $zul P_R$ bei Beginn der Versuche noch nicht bekannt. Es muß deshalb nach dem Beispiel in Bild 1 verfahren werden. Dort werden die Werte $Z_{u(0,2)}^{5\%}$ über der jeweiligen Dauerzuglast Z_D aufgetragen. Werte bei gleicher Betondruckfestigkeit werden miteinander verbunden. Es werden nun die Schnittpunkte dieser Verbindungslinien mit einer Geraden gesucht, die die Forderung $Z_D = 1,5 \cdot zul P_{R5\%}$ erfüllt. Bei der Konstruktion dieser Geraden im Achsenkreuz $Z_{u(0,2)}^{5\%}/Z_D$ muß die zu wählende Sicherheit berücksichtigt werden. Mit $\nu = 5$ ergibt sich z.B. $Z_D = 0,3 \cdot Z_{u(0,2)}^{5\%}$. Die an den Schnittpunkten (zwei bei

zwei Zuglasten Z_D) abzulesenden $Z_{u(0,2)}^{5\%}$ - Werte P_R sind in einer $Z_u^{5\%} - \beta_w$ - Darstellung über dem jeweils zugehörigen β_w -Wert aufzutragen. Auf der Verbindungslinie können an den für die einzelnen Betonfestigkeitsklassen maßgebenden Werten $\beta_w = 0,80 \cdot \beta_{wN}$ die zulässigen Tragfähigkeiten zur P_R abgelesen werden.

Eine Vereinfachung dieser allgemeinen Auswertung wird erreicht, wenn nur ein zur P_R -Wert für die Festigkeitsklassen \cong B25 angegeben wird, und wenn für zur P_R Klassen wie 0,3; 0,5 und 0,8 kN gebildet werden.

Mit zur P_R und den o.g. 5%-Fraktilen der Dübeltragfähigkeiten in nachträglich entstehenden Rissen können die Anforderungen nach 5. überprüft werden. Sind sie nicht erfüllt, dann müssen weitere Prüfungen bei Querkzug- oder Schrägzugbelastung in nachträglich geöffneten Rissen mit $w = 0,2$ mm durchgeführt werden.

Es müssen Kennwerte für die Verschiebungen des Lastangriffspunktes für die maßgebende Rißbreite $w = 0,2$ mm unter zur P_R angegeben werden. Dabei sind die Verschiebungen bei einmaliger und die Verschiebungszunahmen bei 10^4 -facher Rißöffnung zu berücksichtigen. Der Einfluß der Belastungsdauer kann demjenigen bei ungerissenem Beton gleichgesetzt werden, weil die ggf. von der Rißbildung abhängigen Zunahmen gegenüber der o.g. Verschiebungszunahme bei 10^4 Rißöffnungen vernachlässigt werden können.

8. Ergebnisse aus Zulassungsversuchen

In der Zwischenzeit wurden mit einigen Dübeln der Gruppen A, B und C die vorstehend beschriebenen Zulassungsversuche durchgeführt. Bauartbedingt verhalten sich die Dübel der verschiedenen Gruppen im nachträglich entstehenden Riß unterschiedlich.

Beim Verankern von Dübeln der Gruppen A und C wird eine kleinere Spreizkraft im Beton erzeugt als bei Dübeln der Gruppe B. Beim Öffnen eines Risses nach dem Versetzen der Dübel ist deshalb bei A-Dübeln diese Spreizkraft eher abgebaut. Sie müssen infolge der äußeren Zugbelastung nachspreizen. Das führt zu Verschiebungswegen. Das Nachspreizen setzt voraus, daß die Rißbreite nicht so groß wird, daß eine völlige Entspannung des Dübels entstehen kann. Weiterhin müssen die Konen und Einsenkungen genügend glatte Kontaktflächen aufweisen, damit die Reibung zwischen Konus und Hülse kleiner bleibt als zwischen Hülse und Beton. Es können nur nachträglich entstehende Risse überbrückt werden, die schmaler sind als die nach dem Verankern des Dübels verbleibende Spreizreserve.

Dübel der Gruppe B können zur Überbrückung nachträglich entstehender Risse nur die beim Verankern entstehende Spreizkraft und die daraus resultierende Hinterschneidung nutzen. Da insbesondere bei hoher Betonfestigkeit meist nur eine kleine Hinterschneidung erreicht wird, bleibt auch nur bei kleinen Rißbreiten eine Dübeltragfähigkeit erhalten. Dort weisen diese Dübel aber i.d.R. eine kleinere Verschiebung auf als Dübel der Gruppe A.

Dübel der Gruppe C können nur die beim Verankern entstehende Hinterschneidung nutzen. Bei kleinen Rißbreiten können die Verschiebungen zwischen denen der A- und B-Dübel erwartet werden. Die überbrückbaren Rißbreiten richten sich nach der jeweils vorhandenen Größe der Hinterschneidung. Diese wächst mit zunehmender Dübelgröße.

Die bei den vorliegenden Prüfungen vorgesehenen Rißbreiten von 0,2 und 0,4 mm konnten von Dübeln der Gruppen A, B und C überbrückt werden.

Bei diesem vorstehend beschriebenen allgemeinen Verhalten der einzelnen Dübelgruppen führen jedoch Unterschiede in der Ausbildung verschiedener Dübelfabrikate gleichen Bautyps zu unterschiedlichen Ergebnissen bei der Ermittlung des Tragverhaltens im nachträglich entstandenen Riß. Deshalb können nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnisse für die zulässige Tragfähigkeit P_R und das Verschiebungsverhalten der Dübel der verschiedenen Gruppen noch keine allgemein gültigen Zahlen angegeben werden.

Wismy

Wismy

- [1] Prüfungsbericht Nr. 147.1.77 vom 11.5.1977 des Instituts für Massivbau der TH Darmstadt
- [2] Vorschlag für Zulassungsprüfungen für Dübel zur Befestigung von leichten Unterdecken an Stahlbetondecken (Fassung Oktober 1976)
- [3] Ergebnisse von Zulassungsprüfungen bei verschiedenen Dübeln

Tabelle 1 : Mittlere Zugtragfähigkeit verschiedener Dübel
in nachträglich entstandenen Rissen

Dübel	Betondruckfestigkeit	Mittlere Zugkraft Z_u bei		
		$w = 0$ ①	$w = 0,2 \text{ mm}$ $Rö = 1$	$w = 0,4 \text{ mm}$ $Rö = 1$
	N/mm^2	kN	% von ①	% von ①
A ₁	21	6,08	89	69
	26	10,37	77	-
	53	10,97	95	-
A ₂	21	4,47	80	71
A ₃	26	5,91	91	-
B ₁	21	5,74	68	51
	26	7,84	66	-
	53	11,59	74	-
B ₂	26	6,49	75	-
	53	12,10	60	-
C ₁	53	14,87	82	-
D ₁	21	1,16	54	77
	26	1,95	58	-
	46	2,05	-	53
D ₂	26	1,50	41	-
F ₁	21	1,54	47	33
F ₂	26	2,05	62	-
F ₃	21	2,47	47	-

Tabelle 2 : Mittlere Zugtragfähigkeit verschiedener Dübelin nachträglich entstandenen Rissen nachverschiedenen Rißöffnungen und Dauerzuglasten Z_D

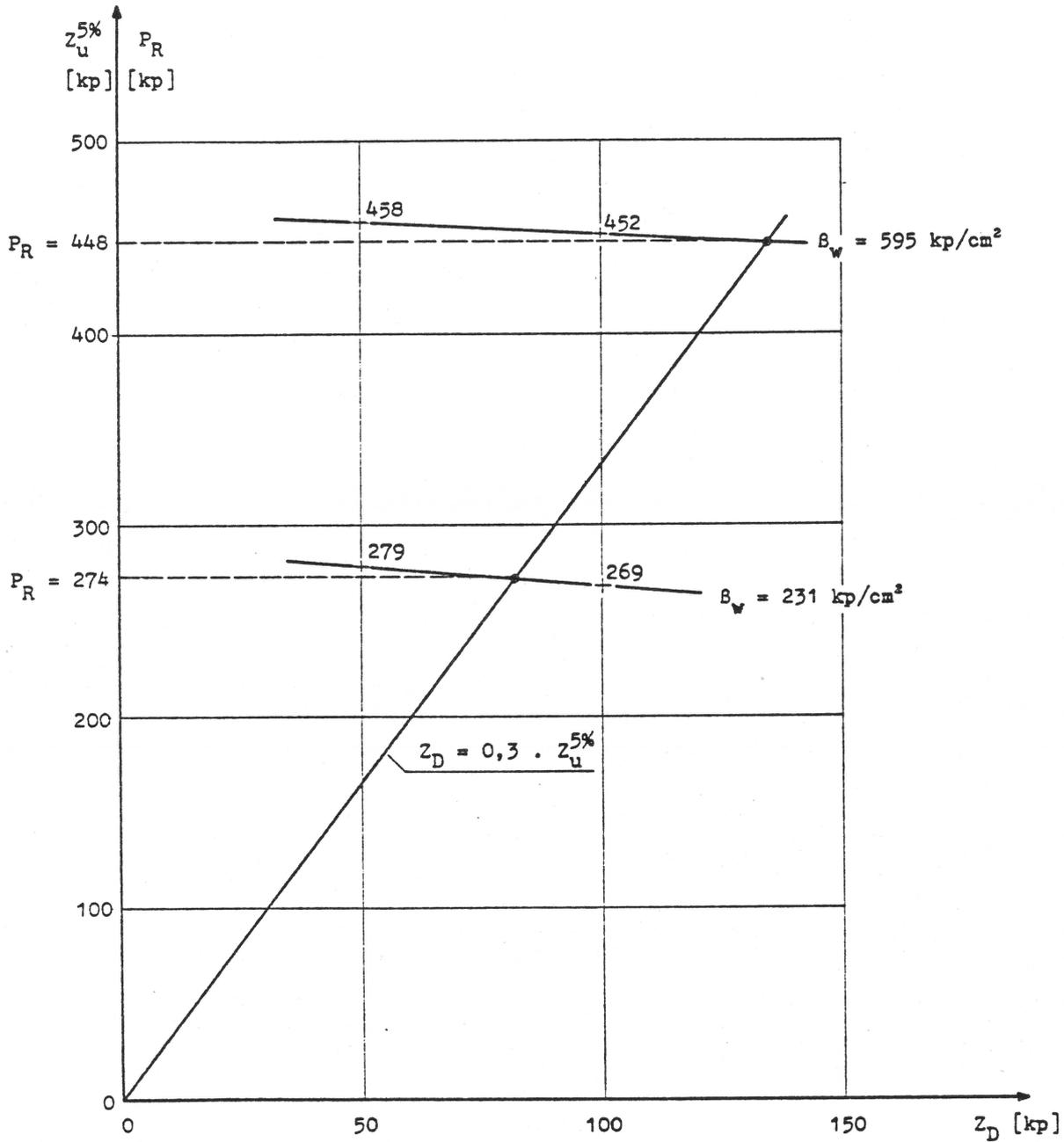
Dübel	Betondruckfestigkeit	Mittlere Zugtragfähigkeiten Z_u bei					
		① $\left\{ \begin{array}{l} w = 0,2 \text{ mm} \\ R\ddot{o} = 1 \\ Z_D = 0 \end{array} \right.$	$w = 0,2 \text{ mm}$ $R\ddot{o} = 10^3$		$w = 0,2 \text{ mm}$ $R\ddot{o} = 10^4$		
	N/mm^2	kN	$Z_D = 0,5$	$Z_D = 1,0$	$Z_D = 0,5$	$Z_D = 1,0$	
			% von ①	% von ①	% von ①	% von ①	
A ₁	26	8,00	86	-	-	-	
	53	10,42	67	83	83	112	
A ₃	26	5,37	83	-	-	-	
B ₁	26	5,19	102	-	-	-	
	53	8,52	93	94	98	83	
B ₂	26	4,85	80	-	-	-	
	53	7,30	97	62	61	80	
C ₁	53	12,24	91	*	85	*	
D ₁	26	1,13	104 ¹⁾	-	-	-	
D ₂	26	0,61	106 ²⁾	-	-	-	
F ₂	26	1,27	87 ¹⁾	-	-	-	

 Z_D in kN1) $Z_D = 0,3$ 2) $Z_D = 0,2$

* einige Dübel vorzeitig aus dem Beton herausgezogen

Ermittlung der Lasten P_R für die Verankerung in Rissen von $W = 0,2 \text{ mm}$

- Beispiel -



mit $Z_D = 1,5 \cdot \text{zul } P_R$ und $v = 5,0$ bei $v < 40 \text{ mm}$

wird $\text{zul } P_R = Z_u^{5\%} : 5$

und $Z_D = 1,5 \cdot Z_u^{5\%} : 5 = 0,3 \cdot Z_u^{5\%}$

Lasten P_R : $\beta_w = 231 \text{ kp/cm}^2 \rightarrow P_R = 274 \text{ kp}$

$\beta_w = 595 \text{ kp/cm}^2 \rightarrow P_R = 493 \text{ kp}$