

Prüfung und Zulassung von Dübelsystemen

Ort/Datum Winterthur, 5. Mai 2006

Auftraggeber Bundesamt für Bevölkerungsschutz
Geschäftsbereich Infrastruktur
Werner Hunziker
Monbijoustrasse 51A
3003 Bern

Bericht Prüfung und Zulassung von Dübelsystemen

Bericht-Nr. BBS-7531/4

Verfasser Daniel Schuler
Bürkel Baumann Schuler
Ingenieure+Planer AG
Gertrudstrasse 17
CH-8400 Winterthur
Telefon +41 52 260 07 10
Telefax +41 52 260 07 20
E-Mail daniel.schuler@bbs-ing.ch

Inhalt

Begriffe und Abkürzungen	2
1 Einleitung	3
2 Grundlagen	3
2.1 Qualitätsmanagement	3
2.1.1 Allgemeingültige Grundsätze	3
2.1.2 Ablauf der Dübelschockprüfung und beteiligte Stellen	4
2.2 Grundlagen der Schocksicherheit	6
2.2.1 Schockprüfung von Dübelsystemen	6
2.2.2 Funktion und Eignung von Dübelsystemen	7
2.2.3 Allgemeine Anforderungen an die Schocksicherheit	7
2.2.4 Zulassungskriterien für schocksichere Dübelsysteme	7
2.3 Dübelbemessung gemäss ETA	9
2.3.1 Generell	9
2.3.2 Stahlversagen	9
2.3.3 Betonausbruch	10
3 Prüfung, Zulassung und Nachweis von Dübeln	11
3.1 Schocktragfähigkeit	11
3.2 Dübelschockprüfung	11
3.2.1 Prüfbelastung	11
3.2.2 Prüfeinrichtung	12
3.2.3 Prüfparameter	12
3.3 Rechnerischer Schocksicherheitsnachweis	14
3.4 Lastklassen	14
Anhang	
Betonprüfkörper 290/290/120 (25 kg)	17
Betonprüfkörper 360/360/160 (52 kg)	18

Begriffe und Abkürzungen

BABS	Bundesamt für Bevölkerungsschutz
BZS	Bundesamt für Zivilschutz
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
DIBT	Deutsches Institut für Bautechnik
EC	Eurocode
EOTA	European Organisation for Technical Approvals (Europäische Organisation für Technische Zulassungen)
ETA	European Technical Approval (Europäische Technische Zulassung)
ETAG	Guideline for European Technical Approval (Leitlinie für die Europäische Technische Zulassung)
IS	Infrastruktur
LS	Labor Spiez
VESPA	Vertikale Schockprüfanlage

1 Einleitung

Als Prüfstelle des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz (BABS) führt die akkreditierte Prüfstelle STS 055 des Fachbereichs ABC-Schutztechnologie des Labors Spiez (LS) seit rund dreissig Jahren Schockprüfungen mit Befestigungs-, Dübel- und Ankersystemen durch. Bei diesen Typenprüfungen von Dübelssystemen – nachfolgend auch als Dübelschockprüfungen bezeichnet – wird die Eignung der Dübelssysteme zur Befestigung von Schutzbaukomponenten unter Schockbelastungen und bei gerissenem Betonuntergrund geprüft und nachgewiesen.

Schutzbauten sind so dimensioniert, dass sie einer gewissen, durch den Schutzgrad definierten, Erdstossbelastung standhalten. Aus wirtschaftlichen Gründen werden Schutzbautragwerke dabei so bemessen, dass sie bei der durch eine Nuklearexplosion hervorgerufenen Erdstossbelastung plastisch deformiert werden. Die dabei entstehenden Risse in den Stahlbetonteilen des Bauwerks sind für das Tragverhalten der Dübelbefestigungen von massgeblicher Bedeutung. Mit den Dübelschockprüfungen wird abgeklärt, ob ein Dübelssystem für den Einsatz in Schutzbauten geeignet ist. Geeignete Systeme müssen in der Lage sein, Schocklasten in gerissenem Beton, mit einer Rissweite von 1,0 mm zu übertragen.

2 Grundlagen

2.1 Qualitätsmanagement

2.1.1 Allgemeingültige Grundsätze

Gemäss den Weisungen¹ des Bundesamts für Bevölkerungsschutz sind grundsätzlich die nachfolgenden Stellen (Partner) für die Gesamtqualität einer Komponente im Allgemeinen sowie die Sicherstellung der Schutzwirkung und Funktionstüchtigkeit im Bereich Zivilschutz im Speziellen verantwortlich.

- **Lieferant / Hersteller / Antragsteller / Zulassungsinhaber**
Partner, welcher die prüfpflichtigen Komponenten herstellt, vertreibt und die Zulassung zur Verwendung des Produkts im schweizerischen Zivilschutz erhält.
- **Zulassungsstelle**
Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz Infrastruktur (BABS IS) ist die Anlaufstelle für den vorgenannten Partner. Die Zulassungsstelle erteilt die Zulassungen.
- **Koordinationsstelle**
Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz Labor Spiez (BABS LS) koordiniert den Prüfablauf. Die Koordinationsstelle führt die Datenbank über alle geprüften Komponenten mit Zulassungsnummern.
- **Prüfstelle**
Die Prüfstelle des Bundesamts für Bevölkerungsschutz Labor Spiez (BABS LS) ist für die technisch kompetente, sachgerechte und korrekte Prüfung der prüfpflichtigen Komponenten verantwortlich.

¹ Weisungen Qualitätsmanagement für prüfpflichtige Komponenten im Bereich Zivilschutz, Bundesamt für Bevölkerungsschutz, Bern, 10. Februar 2005

2.1.2 Ablauf der Dübelschockprüfung und beteiligte Stellen

Befestigungselemente, Dübel und Ankerschienen sind gemäss den Weisungen des BABS prüfpflichtige Komponenten¹. Da bei Dübeln mit einer Europäischen Technischen Zulassung (ETA) die Qualität durch Dritte überwacht wird, werden sie als nicht kritische Komponenten eingestuft (Modell 1).

Für Dübel erfolgt die Erteilung einer Zulassung gemäss Modell 1 auf Grund der bestandenen Typenprüfung. Die Zulassung wird für zehn Jahre ausgestellt. Eine Zulassungsverlängerung erfolgt jeweils für weitere zehn Jahre. Die Verlängerung erfolgt an Hand einer technischen Beurteilung. Falls eine technische Beurteilung mit den zur Verfügung stehenden technischen Unterlagen nicht möglich ist, erfolgt eine erneute Typenprüfung. Die Zulassungsnummer ("BZS D 00-000") bleibt während der Dauer der Zulassung bestehen, falls der Dübel keinen Änderungen unterzogen wurde. Wurden Änderungen am Dübel vorgenommen, wird eine neue Typenprüfung notwendig und der Dübel erhält bei bestandener Prüfung eine neue Zulassungsnummer.

Für die Vorbereitung und Auswertung von Dübelschockprüfungen zieht das Labor Spiez einen externen Experten bei. Der Experte verfügt über umfangreiche Fachkenntnisse in den Bereichen Befestigungstechnik, Baudynamik und Schutzbau-technik. Er legt das auf probabilistischen Grundsätzen basierende Prüfprogramm fest und erstellt auf Grund der statistischen Auswertung der Prüfergebnisse ein Gutachten. Der Experte wird von der Koordinationsstelle des BABS LS beauftragt. Die Dokumentenlenkung erfolgt ebenfalls durch diese Stelle.

¹ Weisungen Qualitätsmanagement für prüfpflichtige Komponenten im Bereich Zivilschutz, Bundesamt für Bevölkerungsschutz, Bern, 10. Februar 2005

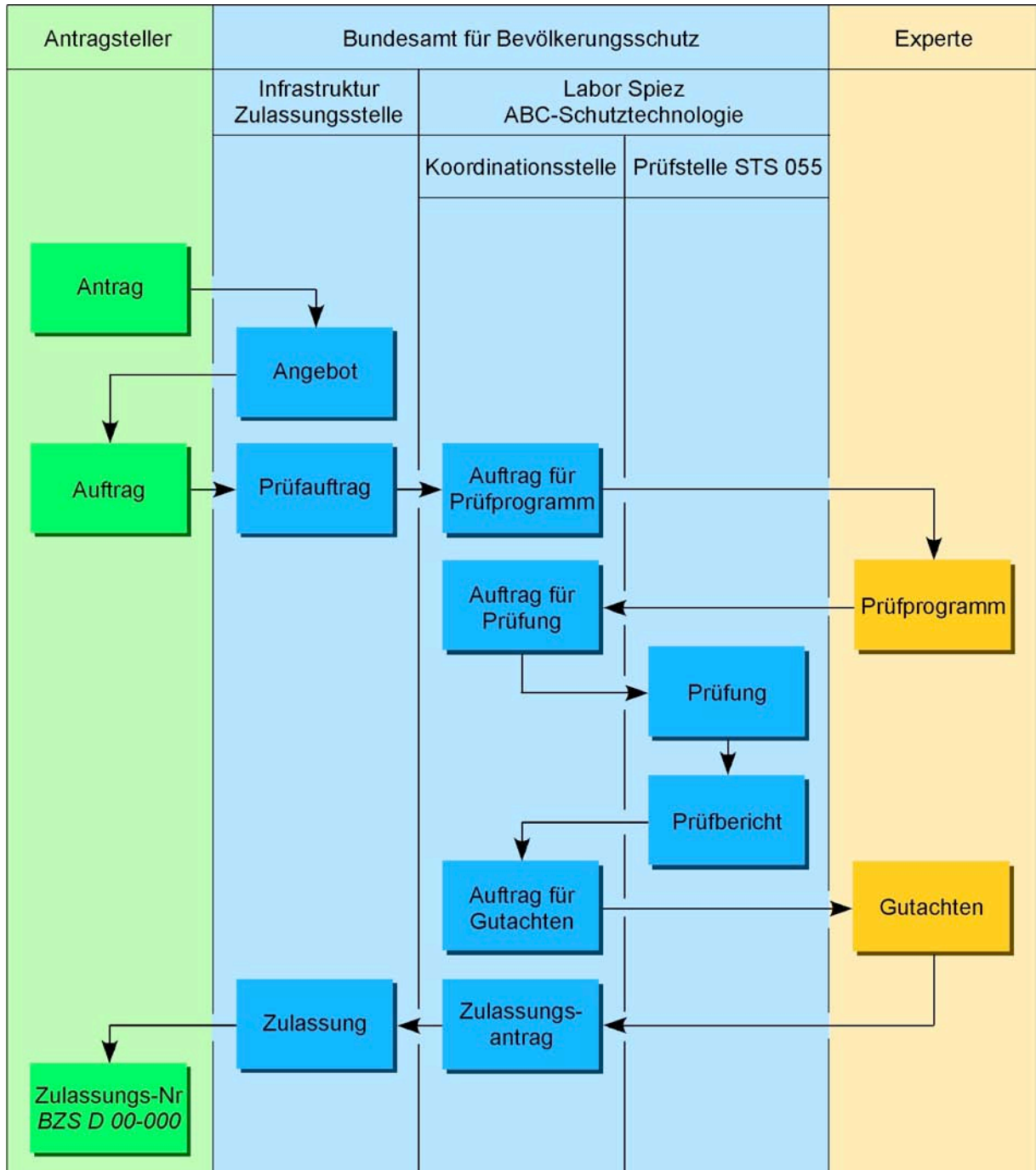


Bild 1 Ablauf der Schockprüfung von Dübelsystemen und beteiligte Stellen

2.2 Grundlagen der Schocksicherheit

2.2.1 Schockprüfung von Dübelssystemen

Für die Dübelschockprüfung im Labor Spiez wird die als Vertikalschockprüfanlage (VESPA) bezeichnete servohydraulisch gesteuerte Schockprüfmaschine verwendet. Die VESPA verfügt über einen 6,0 x 4,0 m messenden Prüftisch, auf den für die Dübelschockprüfungen ein aus Stahlträgern bestehender Prüfrahm aufgebaut wird. Die Betonprüfkörper werden mit den zu prüfenden Dübeln an diesen Rahmen befestigt. Durch die schockartige vertikale Bewegung des Prüftischs nach oben werden die Dübel mit einer von der Masse des Prüfkörpers abhängigen Trägheitskraft belastet. Schocksichere Dübel sollten in der Lage sein, diese Belastung ohne übermässig grosse Verschiebungen (Schlupf) in den gerissenen Betonuntergrund zu übertragen. Der auf Grund der Schockbelastung auftretenden Dübelschlupf wird mit einem Wegaufnehmer gemessen und für die spätere Auswertung der Prüfung aufgezeichnet.

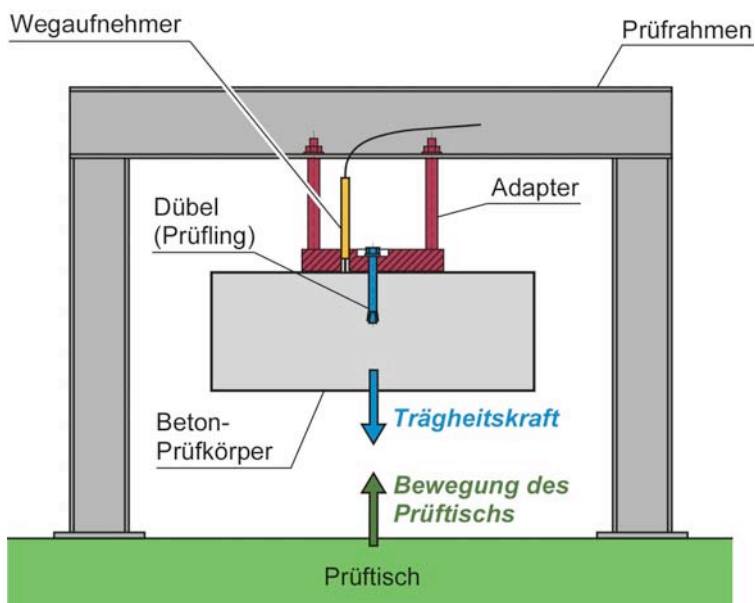


Bild 2 Schematische Darstellung der Schockprüfung von Dübelssystemen

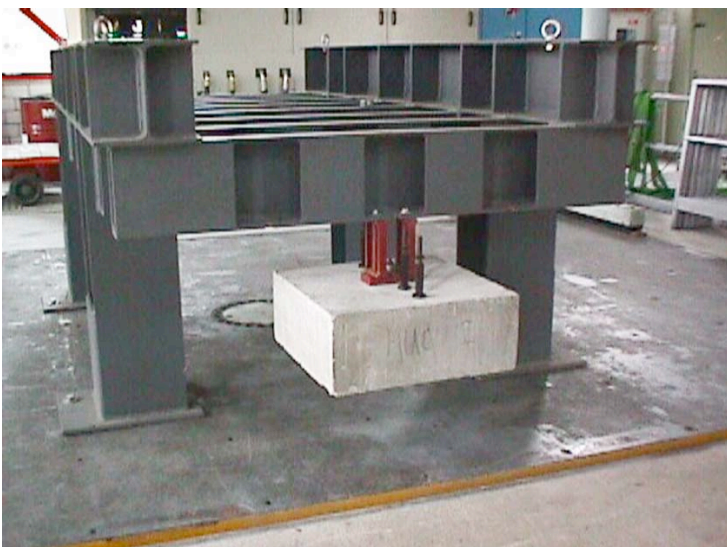


Bild 3 Prüfeinrichtung für die Schockprüfung von Dübelssystemen auf der vertikalen Schockprüfanlage (VESPA)



Bild 4 Im gerissenen Prüfkörper (Rissweite 1mm) versetzter Dübel

2.2.2 Funktion und Eignung von Dübelssystemen

Die Übertragung der an einer Dübelbefestigung angreifenden Kräfte in den Untergrund kann über Formschluss, Reibschluss, Stoffschluss oder eine Kombination dieser Mechanismen erfolgen. In Bezug auf den Tragmechanismus der Dübel-systeme hat sich gezeigt, dass sogenannte kraft- oder drehmomentkontrolliert spreizende Dübel, welche auf einem Reibschluss basieren sowie auf Formschluss basierende Hinterschnittsysteme grundsätzlich geeignet sind, die Prüfkriterien zu erfüllen. Bis heute hat auch ein Verbunddübel, welcher in gerissenem Beton in Kombination mit einer kraftkontrollierten Spreizung funktioniert, die Schockprüfkriterien erfüllt. Als nicht geeignet erwiesen haben sich wegkontrolliert spreizende Einschlagdübel.

2.2.3 Allgemeine Anforderungen an die Schocksicherheit

Für Einbauten (Apparate, Leitungen usw.), welche funktions- und überlebenswichtige Aufgaben in einem Schutzbau haben, muss die Schocksicherheit gewährleistet werden können. Im Weiteren dürfen auch weniger wichtige Komponenten nur soweit beschädigt werden, dass dadurch keine Personen oder andere funktionswichtige Einbauten gefährdet werden (passive Schocksicherheit).

2.2.4 Zulassungskriterien für schocksichere Dübelssysteme

Der Nachweis der Schocksicherheit von Dübelssystemen beinhaltet die Nachweise, dass die Dübel bei Schockbelastungen nur mit geringer Wahrscheinlichkeit ausgezogen werden und dass Schockbelastungen keine grossen Verschiebungen (Schlupf) zur Folge haben. Ausschlaggeben für die Erfüllung dieser Kriterien, ist das sogenannte Nachspreizverhalten der Dübel. Dübel-systeme mit einem günstigen Tragverhalten können in gerissenem Beton auch bei einem vollständigen Verlust der Vorspannung ohne grossen Schlupf nachspreizen und dabei ihre Tragfähigkeit erhalten.

Die Kriterien, welche für die Zulassung eines Dübel-systems erfüllt sein müssen, sind im Bericht ACLS 9710² des Labors Spiez beschrieben. Damit eine Zulassung erteilt werden kann, muss eine minimale Ausfallwahrscheinlichkeit nachgewiesen werden. Für diesen Nachweis massgebend, ist die Anzahl Dübel NF (number of failures), welche bei der Schockbelastung aus dem Bohrloch ausgezogen werden. Daraus wird für das mit $CN = 0,5$ festgelegte Vertrauensniveau (confidence niveau) die Versagenswahrscheinlichkeit PF (probability of failure) ermittelt. Sie darf nicht grösser als 5% sein ($PF \leq 0,05$). Bei $NT = 14$ Prüflingen (number of tests) darf kein Dübel ausgezogen werden ($NF_{adm} = 0$). Bei 34 Tests ($NT = 34$) beträgt die zulässige Anzahl Ausfälle $NF_{adm} = 1$.

Als weiteres Zulassungskriterium muss nachgewiesen werden, dass das Schlupfverhalten des Dübels innerhalb festgelegter Grenzen liegt. Dabei müssen die nachfolgenden Kriterien erfüllt werden. Der charakteristische 1. Schlupf (5%-Fraktilwert

² Schuler, D.: Grundlagen der Dübelschockprüfung – Tragverhalten, Prüfung und Beurteilung von dynamisch belasteten Dübel-systemen im gerissenen Beton, AC-Laboratorium Spiez, Bericht Nr. ACLS 9710, Spiez, 16. April 1997

des Schupfs beim ersten Schock) muss kleiner als 10 mm sein ($s_{1,k} < 10 \text{ mm}$) und die Standardabweichung, als Mass für die Streuung des ersten Schlupfs, muss kleiner als 4 mm sein ($\sigma_1 < 4 \text{ mm}$). Die Anforderungen an die Schlupfstabilität sind erfüllt, wenn der Schlupf bei der zweiten Schockbelastung im Mittel kleiner ist, als dies beim ersten Schock der Fall war (Schlupfmittelwertverhältnis $s_{1,m}/s_{2,m} > 1,0$).

Die auf der Beurteilung der Auszugswahrscheinlichkeit und des Schlupfverhaltens basierenden Zulassungskriterien von Dübelssystemen sind im Bild 4 dargestellt.

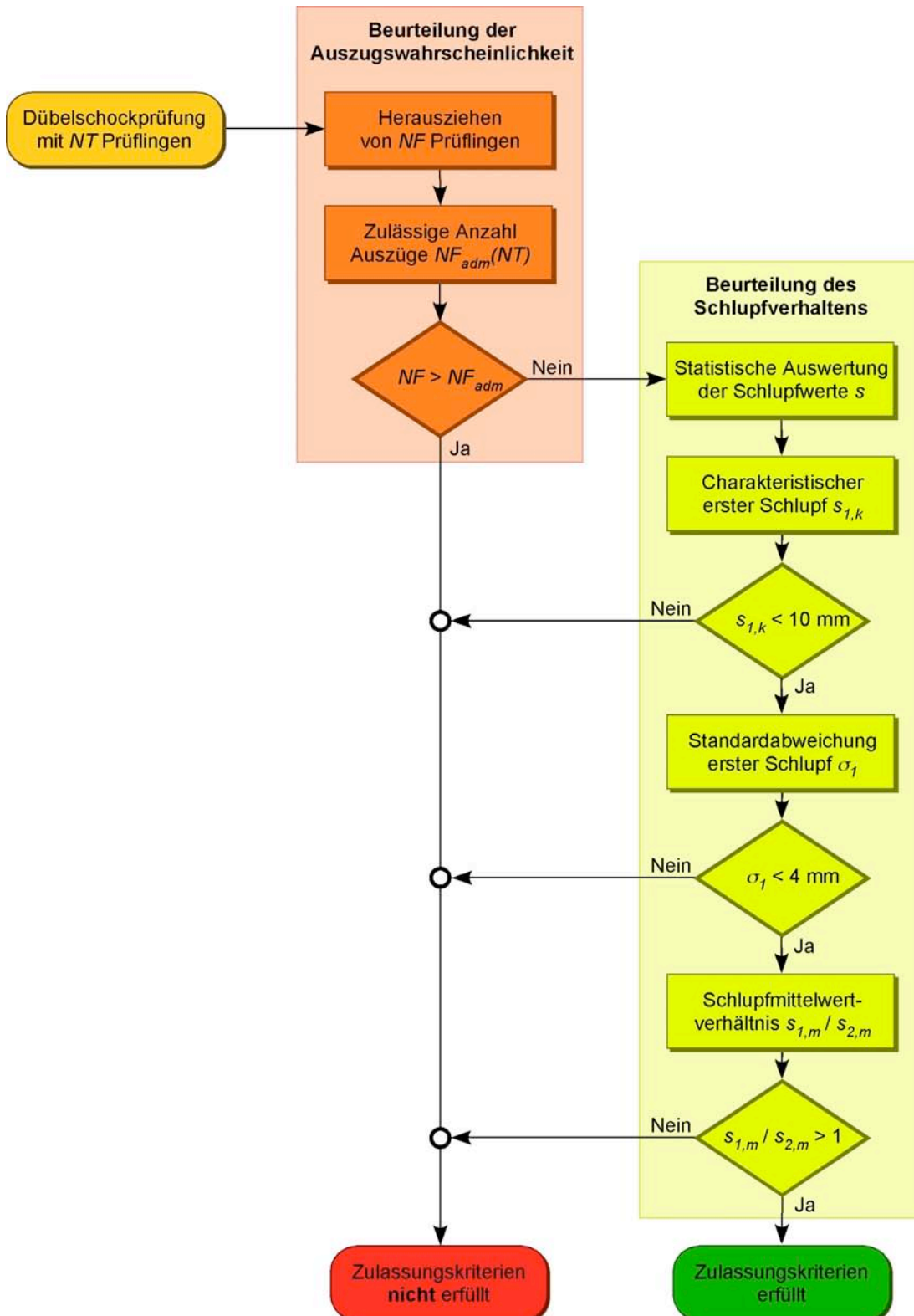


Bild 4 Kriterien für die Zulassung von schocksicheren Dübelssystemen

2.3 Dübelbemessung gemäss ETA

2.3.1 Generell

Werden Dübel für sicherheitsrelevante Befestigungen im Hoch- und Tiefbau oder in der Gebäude- und Installationstechnik eingesetzt, sind sie gemäss den Europäischen Technischen Zulassungen (ETA) zu bemessen. Für die Bemessung massgebend sind die sogenannten Bemessungswerte für die Tragfähigkeit. Diese werden aus den in der ETA angegebenen charakteristischen Tragfähigkeiten und den ebenfalls angegebenen Teilsicherheitsbeiwerten wie folgt ermittelt:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M}$$

wobei:

R_d Bemessungswert für die Tragfähigkeit

R_k Charakteristischer Wert für die Tragfähigkeit

γ_M Teilsicherheitsbeiwert für den Materialwiderstand

Für die Bemessung können verschiedene Versagensarten des Dübels massgebend sein. In jedem Fall muss die Versagensart Stahlversagen sowie das Versagen durch Betonausbruch nachgewiesen werden.

2.3.2 Stahlversagen

Der für das Stahlversagen massgebende Bemessungswert berechnet sich mit den Angaben der ETA wie folgt:

$$N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$$

wobei:

$N_{Rd,s}$ Bemessungswert für die Tragfähigkeit bei zentrischer Zugbeanspruchung für Stahlversagen

$N_{Rk,s}$ Charakteristischer Wert für die Tragfähigkeit bei zentrischer Zugbeanspruchung für Stahlversagen gemäss ETA

γ_{Ms} Teilsicherheitsbeiwert für Stahlversagen gemäss ETA

2.3.3 Betonausbruch

Der für das Versagen durch Betonausbruch massgebende Bemessungswert wird wie folgt ermittelt. Die charakteristische Tragfähigkeit kann dabei nicht direkt der ETA entnommen werden. Sie wird in Abhängigkeit der Betonfestigkeit und der Verankerungstiefe des Dübels berechnet.

$$N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$$

wobei:

$N_{Rd,c}$ Bemessungswert für die Tragfähigkeit bei zentrischer Zugbeanspruchung für Betonausbruch im gerissenen Beton

$N_{Rk,c}$ Charakteristischer Wert für die Tragfähigkeit bei zentrischer Zugbeanspruchung für Betonausbruch im gerissenen Beton gemäss untenstehender Gleichung

γ_{Mc} Teilsicherheitsbeiwert für gerissenen Beton gemäss ETA

Der charakteristische Widerstand eines Dübels im gerissenen Beton berechnet sich dabei wie folgt. Er ist von der Betonfestigkeit und der Verankerungstiefe des Dübels abhängig:

$$N_{Rk,c} = 7,2 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{eff}^{1,5}$$

wobei:

$N_{Rk,c}$ Charakteristischer Wert für die Tragfähigkeit bei zentrischer Zugbeanspruchung für Betonausbruch im gerissenen Beton

$f_{ck,cube}$ Charakteristische Würfeldruckfestigkeit des Betons

h_{eff} Effektive Verankerungstiefe des Dübels gemäss ETA

Die charakteristischen Werte der Würfeldruckfestigkeit für verschiedenen Betonsorten gemäss der Norm SN 505 262³ sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Tabelle 1 Charakteristische Würfeldruckfestigkeit für verschiedene Betonsorten gemäss SIA 262

Betonsorte	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{ck,cube}$ [N/mm ²]	15	20	25	30	37	45	50	55	60

Bei der Berechnung der Tragfähigkeit gegenüber einem Versagen durch Betonausbruch wird von Beton C25/30 ausgegangen.

³ Norm SN 505 262 (SIA 262), Betonbau, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2003

3 Prüfung, Zulassung und Nachweis von Dübeln

3.1 Schocktragfähigkeit

Die zulässige Schocktragfähigkeit $R_{adm,shock}$ einer Dübelbefestigung ist grundsätzlich vom Tragverhalten des Dübel systems bei stark gerissenen Beton und schockartiger Belastung abhängig. Wegen den in einem Schockfall vorkommenden grossen Rissweiten ($w = 1,0$ mm) ist üblicherweise die Tragfähigkeit des Systems in Bezug auf ein Versagen durch Herausziehen entscheidend.

Die Europäischen Technischen Zulassungen (ETA) enthalten keine Angaben in Bezug auf die Tragfähigkeit bei schockartiger Belastung und grosser Rissweite. Aus diesem Grund sind im Abschnitt 3.4 in Abhängigkeit vom Bohrerennendurchmesser d_o bzw. vom nominellen Dübel durchmesser d_{nom} Lastklassen mit den Schocktragfähigkeiten R_{class} festgelegt.

Üblicherweise ist die mit den Lastklassen definierte Schocktragfähigkeit R_{class} kleiner als die gemäss ETA, Abschnitt 2.3, berechnete Tragfähigkeit. Bei Dübel systemen mit einem im Vergleich zum Dübelaussendurchmesser kleinen Gewindequerschnitt oder bei einer geringen Verankerungstiefe kann jedoch für den Schockfall ein Stahlversagen bzw. ein Betonausbruch anstelle eines Versagens durch Herausziehen massgebend sein. Als zulässige Schocktragfähigkeit $R_{adm,shock}$ ist deshalb der kleinste Wert der drei Tragfähigkeiten $N_{Rd,s}$, $N_{Rd,c}$ und R_{class} festzulegen:

$$R_{adm,shock} = \min [N_{Rd,s}, N_{Rd,c}, R_{class}]$$

wobei:

$R_{adm,shock}$ Zulässige Schocktragfähigkeit

$N_{Rd,s}$ Bemessungswert für die Tragfähigkeit bei zentrischer Zugbeanspruchung für Stahlversagen gemäss ETA (Abschnitt 2.3.2)

$N_{Rd,c}$ Bemessungswert für die Tragfähigkeit bei zentrischer Zugbeanspruchung für Betonausbruch bei Beton C25/30 gemäss ETA (Abschnitt 2.3.3)

R_{class} Schocktragfähigkeit gemäss im Abschnitt 3.4 festgelegten Lastklassen

3.2 Dübelschockprüfung

3.2.1 Prüfbelastung

Die Prüfbelastungen, mit denen die Schockprüfungen von Dübel systemen durchgeführt werden, entsprechen grundsätzlich den zulässigen Schocktragfähigkeiten der Dübel systeme. Bei der Prüfbelastung handelt es sich um eine zentrisch aufgebracht Zugbelastung des Dübels:

$$N_{test,shock} = R_{adm,shock}$$

wobei:

$N_{test,shock}$ Prüfbelastung (zentrische Zugbelastung)

$R_{adm,shock}$ Zulässige Schocktragfähigkeit gemäss Abschnitt 3.1

3.2.2 Prüfeinrichtung

Bei der Dübelschockprüfung werden die zu testenden Dübel zentrisch mit einer Schockkraft $N_{test,shock}$ belastet. Diese Zugkraft entspricht der Trägheitskraft F , welche durch die Masse m des Betonprüfkörpers und die Beschleunigung a des Prüftischs hervorgerufen wird. Diese als Produkt aus Masse und Beschleunigung berechnete Trägheitskraft wird im Prüfbericht der Dübelschockprüfung angegeben.

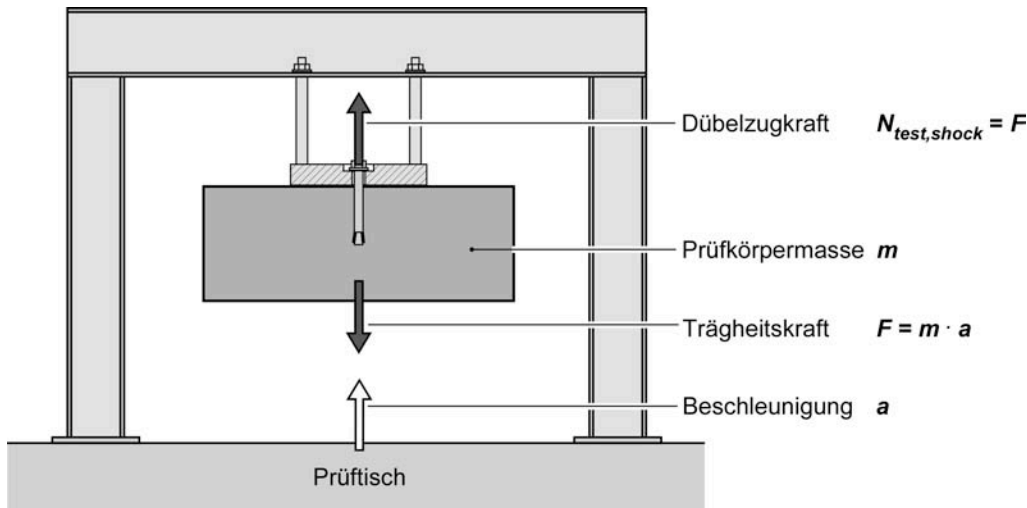


Bild 5 Durch die Massenträgheit des Prüfkörpers erzeugte Prüfbelastung $N_{test,shock}$

3.2.3 Prüfparameter

Im Rahmen der Dübelschockprüfungen werden im Normalfall die kleinsten Dübeldimensionen getestet, da der Risseinfluss bei den kleinen Abmessungen am grössten ist. Bei kraftkontrolliert spreizenden Dübeln des Bolzentyps zeigen die bisherigen Erfahrungen, dass Dübel mit einem Aussendurchmesser von $d_{nom} = 8$ mm die Schockprüfkriterien noch erfüllen können. Bedingt durch ihre Konstruktion mit einem Gewindebolzen und einer Dübelhülse weisen kraftkontrolliert spreizende Dübel des Hülsentyps sowie auch Hinterschnittdübel einen grösseren Aussendurchmesser auf. Bei diesen Dübeltypen haben die kleinsten Dimensionen, welche die Schockprüfkriterien zu erfüllen vermögen, einen Aussendurchmesser von $d_{nom} = 10$ mm.

Für die Dübelschockprüfungen werden Betonprüfkörper mit einer Masse m von 25 kg bzw. 52 kg eingesetzt. Die Planzeichnungen dieser Betonprüfkörper finden sich im Anhang. Beim Betonprüfkörper 290/290/120 ($m = 25$ kg) und der dem Basischutz entsprechenden Beschleunigung ($a = 12,5$ g) resultiert eine Schockbelastung von $N_{test,shock} = 3,1$ kN. Beim Einsatz des Betonprüfkörpers 360/360/160 ($m = 52$ kg) und einer Prüfbeschleunigung von $a = 16$ g (Schutzgrad 3 bar) resultiert eine Prüfbelastung von $N_{test,shock} = 8,1$ kN.

Für die im Normalfall massgebenden, den Lastklassen gemäss Abschnitt 3.4 entsprechenden zulässigen Schocktragfähigkeiten, sind die Schockprüfparameter in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 2 Für die kleinen Dimensionen von kraftkontrolliert spreizenden Dübeln des Bolzen- und des Hülsentyps sowie für Hinterschnitt- und für Verbunddübel festgelegte Schockprüfparameter

Bolzendübel	M8	M10	M12
Durchmesser d_o / d_{nom} [mm]	8	10	12
Prüfkörpermasse m [kg]	25	52	52
Prüfbeschleunigung a [g]	12,5	12	16
Prüfbelastung $N_{test,shock}$ [kN]	3,1	6,1	8,1
Hülsendübel		M6	M8
Durchmesser d_o / d_{nom} [mm]		10	12
Prüfkörpermasse m [kg]		25	52
Prüfbeschleunigung a [g]		12,5	16
Prüfbelastung $N_{test,shock}$ [kN]		3,1	8,1
Hinterschnittdübel		M6	M8
Durchmesser d_{nom} [mm]		10	12
Prüfkörpermasse m [kg]		25	52
Prüfbeschleunigung a [g]		12,5	16
Prüfbelastung $N_{test,shock}$ [kN]		3,1	8,1
Verbunddübel			M10
Durchmesser d_o [mm]			12
Prüfkörpermasse m [kg]			52
Prüfbeschleunigung a [g]			16
Prüfbelastung $N_{test,shock}$ [kN]			8,1

3.3 Rechnerischer Schocksicherheitsnachweis

Im Anhang A2 der Technischen Weisungen für die Schocksicherheit von Einbauteilen in Zivilschutzbauten (TW Schock 1995)⁴ sind Grundlagen sowie ein Berechnungsbeispiel eines vereinfachten rechnerischen Nachweises einer schocksicheren Befestigung angegeben. Für ein schocksicher zu befestigendes Einbauteil wird dabei die am Schwerpunkt (SP) des Einbauteils angreifende statische Ersatzlast F ermittelt. Danach werden für alle Belastungsrichtungen die an den Befestigungspunkten wirkenden Schub- (S) und Zugkräfte (Z) und die daraus resultierenden Schrägzugkräfte (K) berechnet.

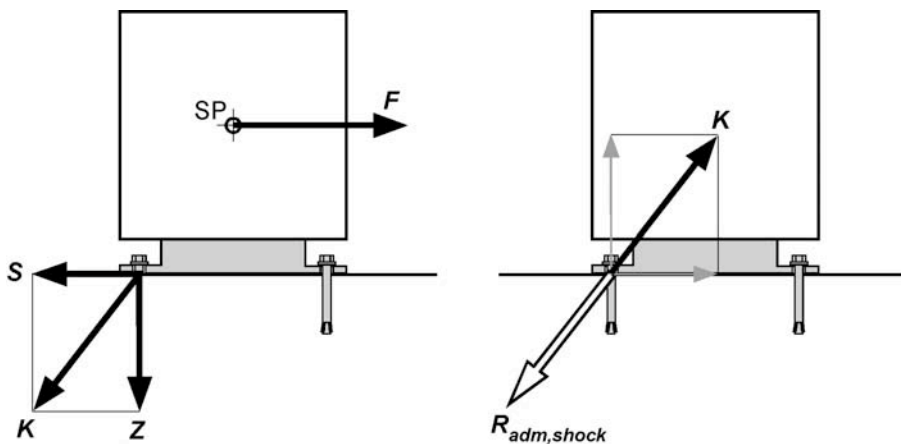


Bild 6 Vereinfachter rechnerischer Nachweis der schocksicheren Befestigung gemäss TW Schock 1995

Der rechnerische Schocksicherheitsnachweis ist erbracht, wenn die wirkende Schrägzugkraft die zulässige Schocktragfähigkeit des Dübels nicht überschreitet:

$$K \leq R_{adm,shock}$$

wobei:

K Dübel Schrägzugkraft

$R_{adm,shock}$ Zulässige Schocktragfähigkeit gemäss Abschnitt 3.1

3.4 Lastklassen

Die für kraftkontrolliert spreizende Dübel des Bolzen- und des Hülsentyps sowie für Hinterschnitt- und Verbunddübel einheitlich für alle Dübelfabrikate gleich festgelegten Lastklassen sind in den folgenden Abbildungen 7, 8, 9 und 10 dargestellt. Da Dübel des Hülsentyps und Hinterschnittdübel bedingt durch ihre Konstruktion einen grösseren Aussendurchmesser als Bolzendübel aufweisen, hat die kleinste Dimension dieser Dübeltypen eine geringe Schocktragfähigkeit als ein Bolzendübel mit dem gleichen Durchmesser.

⁴ TW Schock 1995, Technische Weisung für die Schocksicherheit von Einbauteilen in Zivilschutzbauten, Bundesamt für Zivilschutz, Bern 1995

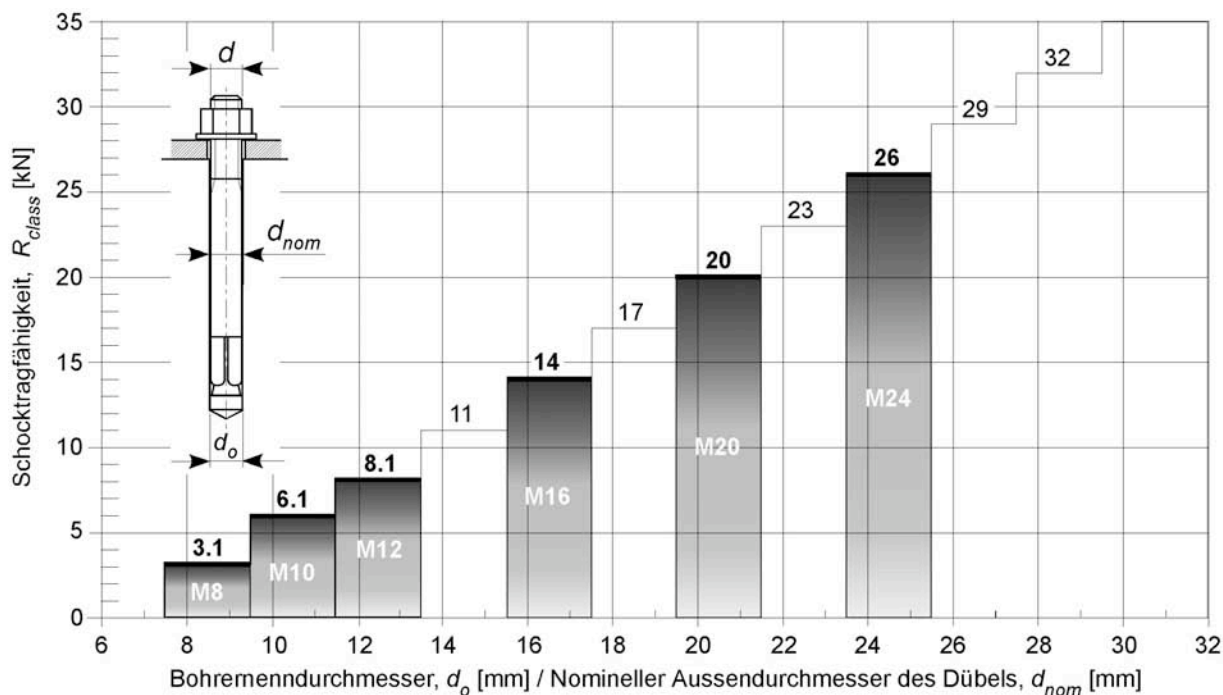


Bild 7 Für kraftkontrolliert spreizende Dübel des Bolzentyps in Abhängigkeit des Bohrenenddurchmessers bzw. des nominellen Aussendurchmessers des Dübels festgelegte Lastklassen

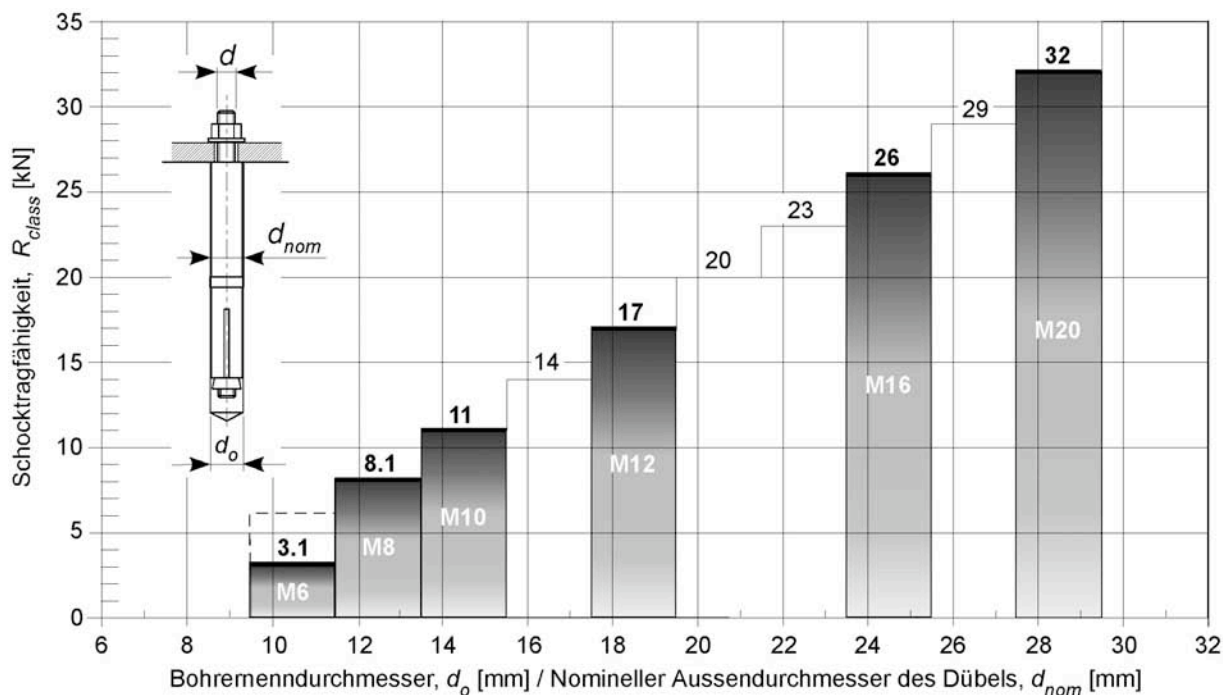


Bild 8 Für kraftkontrolliert spreizende Dübel des Hülsentyps in Abhängigkeit des Bohrenenddurchmessers bzw. des nominellen Aussendurchmessers des Dübels festgelegte Lastklassen

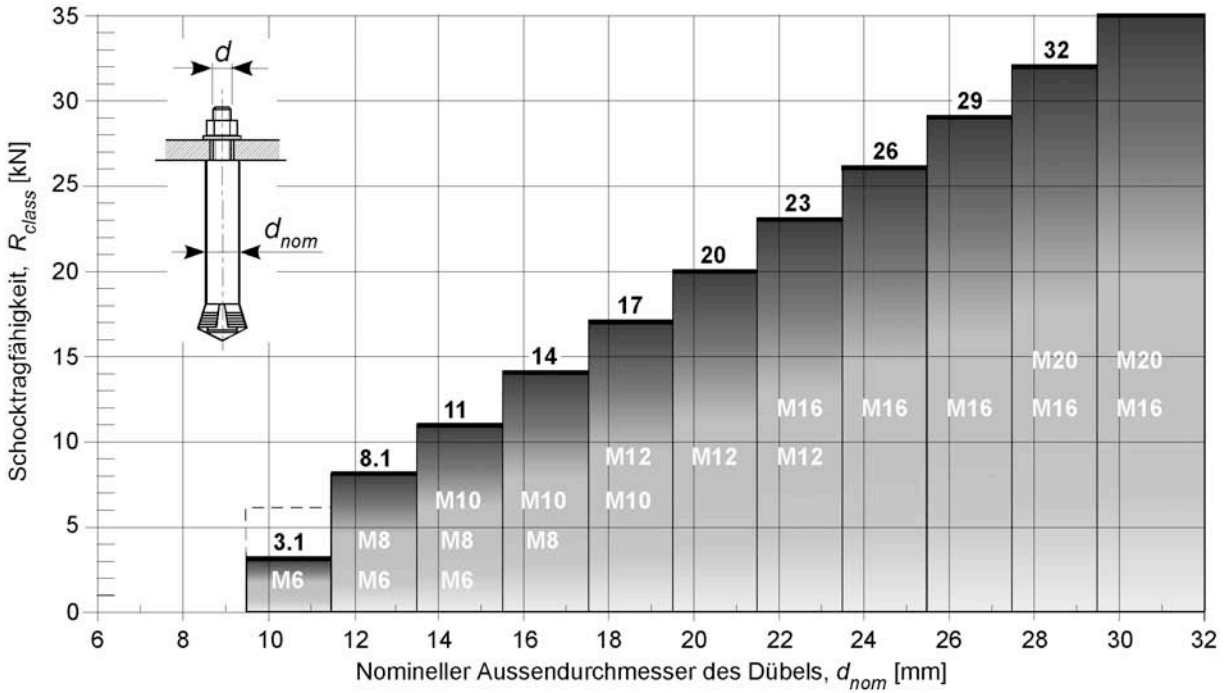


Bild 9 Für Hinterschnittdübel in Abhängigkeit des nominellen Aussendurchmessers des Dübels festgelegte Lastklassen

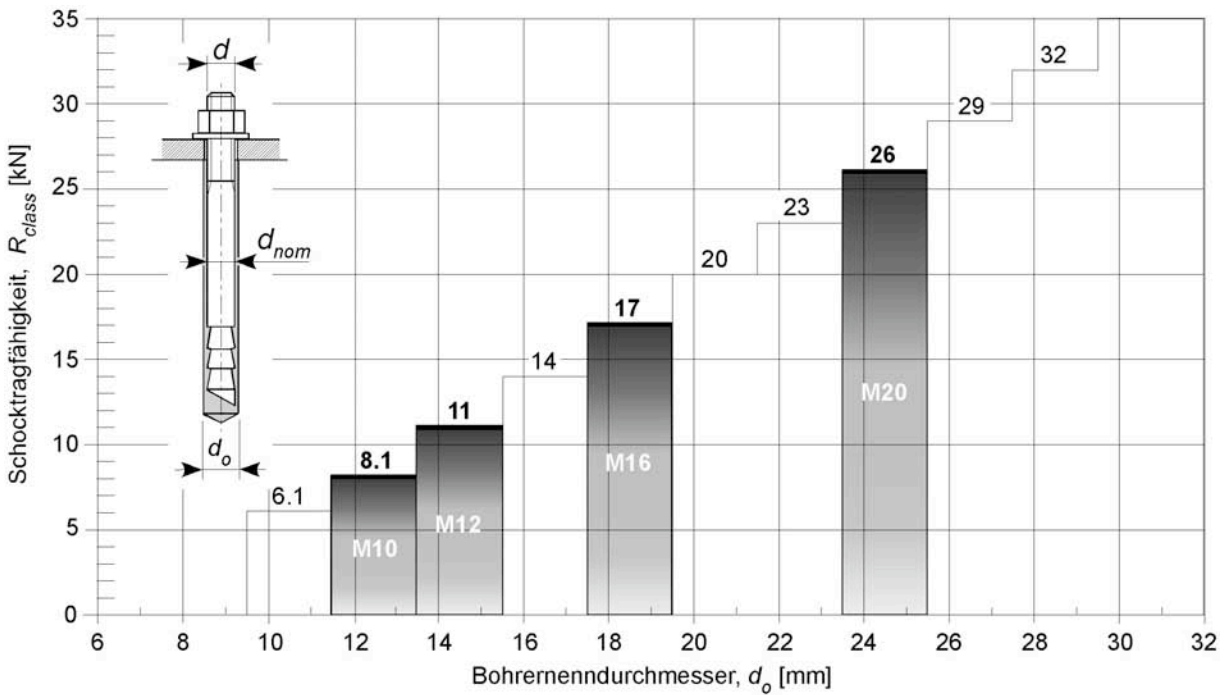
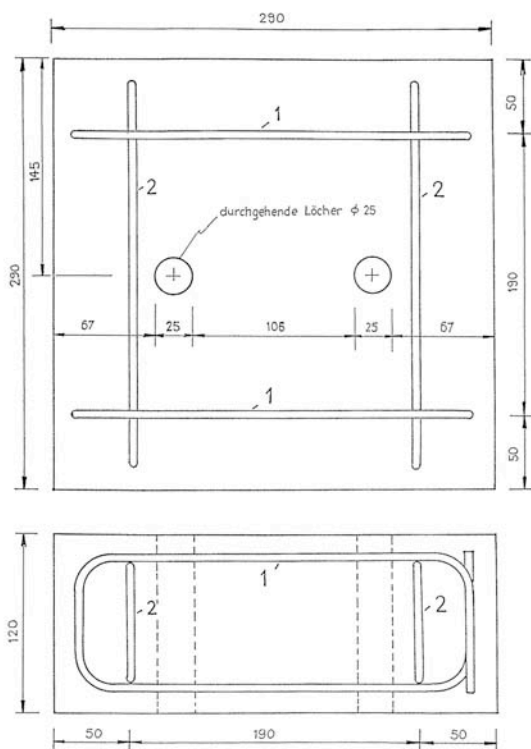
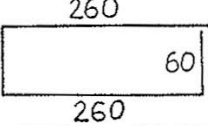
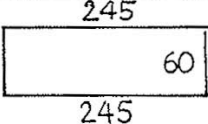


Bild 10 Für Verbunddübel in Abhängigkeit des Bohrerinnendurchmessers festgelegte Lastklassen



Beton B35/25
Stahl S 500 (III)

Eisenliste:

Pos	Stk	ϕ [mm]	l [m]	l _{tot} [m]	G [kg]	Aussenmasse [mm]	
1	2	6	0,76	1,52	0,34	90  90	total
2	2	6	0,70	1,40	0,31	75  75	0,65 kg

LABOR SPIEZ

Betonprüfkörper 290/290/120 (25 kg)
für Dübelschockprüfung

Plan Nr. 981.0077

M 1:5

06.11.1985

