

**Einfluss der Belastungsgeschwindigkeit
und des Anbauteils auf das Tragverhalten
von Kunststoffdübeln**

T 3024

T 3024

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

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

Im Originalmanuskript enthaltene Farbvorlagen, wie z.B. Farbfotos, können nur in Grautönen wiedergegeben werden. Liegen dem Fraunhofer IRB Verlag die Originalabbildungen vor, können gegen Berechnung Farbkopien angefertigt werden. Richten Sie Ihre Anfrage bitte an die untenstehende Adresse.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2003, ISBN 3-8167-6528-9

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

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

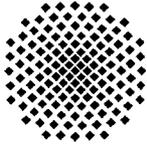
Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

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

E-Mail irb@irb.fhg.de

www.IRBbuch.de



Universität Stuttgart

Institut
für Werkstoffe im Bauwesen
Abt. Befestigungstechnik

Pfaffenwaldring 4
70550 Stuttgart

Telefon (0711) 685 3320
Telefax (0711) 685 2285

Einfluss der Belastungsgeschwindigkeit und des Anbauteils auf das Tragverhalten von Kunststoffdübeln

-Schlussbericht-

T. Pregartner, R. Eligehausen

Bericht Nr.: AF03/02-DIBt9/02
Datum des Berichts: 25.05.2003

Der Bericht umfasst 50 Seiten.

Die Vervielfältigung und Veröffentlichung des Prüfberichts in vollem als auch gekürztem Wortlaut sowie die Verwendung zur Werbung ist nur mit der schriftlichen Genehmigung des Instituts für Werkstoffe im Bauwesen und nur innerhalb eines Zeitraums von 2 Jahren nach der Ausstellung zulässig. Gerichtsstand und Erfüllungsort ist Stuttgart. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände.



akkreditiert durch
accredited by





Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung und Ziel	2
2	Versuchsprogramm	3
3	Beschreibung der untersuchten Kunststoffdübel	4
3.1	Ausbildung	4
3.2	Montage	5
4	Ankergrund	5
4.1	Beton.....	5
4.1.1	Ausbildung und Herstellung.....	5
4.1.2	Festigkeitseigenschaften des Versuchskörpers.....	7
5	Versuchsbeschreibung	8
5.1	Konditionierung der Dübel.....	8
5.2	Setzen der Dübel.....	8
5.3	Durchführung der zentrischen Zugversuche	9
6	Versuchsergebnisse	10
6.1	Dübel Typ 1 (10 mm).....	11
6.2	Dübel Typ 4 (10 mm).....	21
6.3	Dübel Typ 5 (10 mm).....	29
7	Auswertung der Ergebnisse	37
7.1	Einfluss der Belastungsgeschwindigkeit.....	37
7.2	Einfluss der Vorspannkraft	40
7.3	Einfluss des Monteurs	42
8	Vorschlag zur Prüfung von Kunststoffdübeln nach ETAG	44
9	Zusammenfassung	45
10	Englische Zusammenfassung- Summary	46
11	Verwendete Unterlagen	47
12	Formelzeichen aus der Befestigungstechnik	48



1 Aufgabenstellung und Ziel

Kunststoffdübel bestehen aus einer Dübelhülse aus Polyamid und einem Spreizelement aus Stahl. Bauaufsichtliche Zulassungen des DIBt regeln die Anwendungsbedingungen von Kunststoffdübeln für sicherheitsrelevante Befestigungen über zulässige Lasten in Beton und genormten Steinen. Die zulässigen Lasten werden hierbei aus Versuchsergebnissen abgeleitet. Einen allgemein gültigen Bemessungsansatz für Kunststoffdübel in Beton gibt es bisher nicht. Im Rahmen der EOTA wird zur Zeit eine ETAG für die Prüfung von Kunststoffdübeln erarbeitet. Bei der Ausarbeitung dieser ETAG ist es besonders wichtig, die Prüfkriterien so festzulegen, dass bei Prüfung an unterschiedlichen Instituten vergleichbare Ergebnisse erzielt werden. Vergleichsversuche zwischen dem Institut für Werkstoffe im Bauwesen (IWB), Universität Stuttgart, und dem Lehrstuhl für Kunststofftechnik (LKT), Universität Erlangen, haben gezeigt, dass die Versuchsdurchführung einen bedeutenden Einfluss auf die Herausziehlasten in Mauersteinen haben kann [Pregartner 01/1]. Es ergaben sich beim Vergleich der Vorgehensweisen bei den Versuchen zwischen beiden Prüfinstituten Unterschiede in der gewählten Belastungsgeschwindigkeit und beim Erhalten der Vorspannkraft bis zum Versuchsbeginn.

Im Rahmen eines Versuchsprogramm wurden mit unterschiedlichen bauaufsichtlich zugelassenen Kunststoffdübeln mit Nenndurchmesser 10 mm Versuche zur Bestimmung des Einflusses der Belastungsgeschwindigkeit auf die Herausziehlasten im ungerissenen Beton durchgeführt. Die Versuche wurden servo-hydraulisch mit den Geschwindigkeiten 0,1 mm/min, 1 mm/min und 10 mm/min gefahren. Die Versuche wurden mit Anbauteilen durchgeführt, die in der Regel am IWB für Ausziehversuche mit Kunststoffdübeln verwendet werden. In weiteren Versuchen wurde die Vorspannkraft zwischen Dübel und Untergrund vor dem Versuch entfernt, um die Vorgehensweise des LKT zu simulieren.

Es wurden $n=59$ Versuche mit 3 verschiedenen Dübeltypen (Durchmesser 10 mm) in ungerissenem Beton durchgeführt.

Im vorliegenden Bericht werden die Versuchsparameter sowie die Ergebnisse der am IWB unter Leitung des Berichterstatters durchgeführten Versuche beschrieben. Eine Auswertung gibt einen Überblick über die gewonnenen Ergebnisse.



2 Versuchsprogramm

Das Programm der durchgeführten Versuche in ungerissenem Beton ist in Tabelle 2.1 dargestellt. Die Serien mit der langsamen Belastungsgeschwindigkeit von 0,1 mm/min wurden aus Zeitgründen (Dauer des Versuchs bis zu 60 Minuten) nur mit 3 Versuchen je Serie durchgeführt. Bei der ersten Serie mit Dübel Typ 1 (10 mm) mit einer Belastungsgeschwindigkeit von 10 mm/min wurden die Dübel von einem anderen Monteur gesetzt. Es ergaben sich große Streuungen der Versuchsergebnisse und die Serie wurde deshalb mit einem anderen Monteur wiederholt. In den folgenden Versuchen wurde der Monteur nicht mehr gewechselt.

Die verwendeten Kunststoffdübel sind in Abschnitt 3 dieses Berichts beschrieben, die Versuchskörper in Abschnitt 4. In Abschnitt 5 sind die Versuchsbedingungen und in Abschnitt 6 die Versuchsergebnisse beschrieben. Eine Zusammenfassung der Versuchsergebnisse ist in Abschnitt 7 zu finden.

Dübel- typ	d [mm]	h _{ef} [mm]	Unter- grund	Belastungsgeschwindigkeit	n	Serien- bezeichnung
Typ 1	10	70	C20/25	0,1 mm/min	3	HM-01-I
				1 mm/min	5	HM-1-I
				10 mm/min	5	HM-10-I
					5	HM-10-I2
				1 mm/min (ohne Vorspannkraft)	5	HM-1-L
Typ 4	10	70	C20/25	0,1 mm/min	3	EM-01-I
				1 mm/min	5	EM-1-I
				10 mm/min	5	EM-10-I
				1 mm/min (ohne Vorspannkraft)	5	EM-1-L
Typ 5	10	70	C20/25	0,1 mm/min	3	FM-01-I
				1 mm/min	5	FM-1-I
				10 mm/min	5	FM-10-I
				1 mm/min (ohne Vorspannkraft)	5	FM-1-L
Summe:					59	

Tabelle 2.1: Versuchsprogramm



3 Beschreibung der untersuchten Kunststoffdübel

Die für die Versuche benötigten Dübel wurden dem IWB von den entsprechenden Dübelfirmen geliefert. Die Lieferungsdaten sind in den Ergebnistabellen in Abschnitt 6 angegeben.

3.1 Ausbildung

Die verwendeten Kunststoffdübel sind bauaufsichtlich zugelassen und als serienmäßig gelieferte Befestigungseinheit, bestehend aus einer Dübelhülse aus Polyamid PA6 (UltramidB3L[®]) und der dazugehörigen Spezialschraube, zu verwenden. Gewinde und Kerndurchmesser der Schraube sind auf die Dübelhülse abgestimmt.

Die Dübel haben eine Sollverankerungstiefe von 70 mm und einen Nenndurchmesser von 10 mm. Die Bohrlochtiefe muss mindestens 80 mm betragen.

Die zulässige Last nach den bauaufsichtlichen Zulassungen des DIBt beträgt in Beton \geq B15 $z_{ulF} = 1,6$ kN.

Der Dübel Typ 1 hat ein kombiniertes Spreizprinzip. Im unteren Teil der Dübelhülse werden 4 symmetrisch angeordnete Spreizlappen gegen die Bohrlochwand gedrückt. Im oberen Teil wird die Spreizkraft durch das Aufweiten der zylindrischen Hülse erreicht.

Die Spreizkraft des Dübels Typ 4 wird durch zwei Spreizlappen hervorgerufen, die beim Eindrehen der Schraube gegen die Bohrlochwand gedrückt werden.

Bei Dübel Typ 5 wird die Spreizkraft durch kleine Lamellen hervorgerufen, die in einer Richtung gegen die Bohrlochwand gedrückt werden.

Die verwendeten Schrauben entsprachen der Festigkeitsklasse 5.8 (galvanisch verzinkt). Die Dübeltypen 1 und 4 hatten einen Außensechskant als Schraubenantrieb. Dübel Typ 5 hatte eine Senkkopfschraube mit Torx- Antrieb.

In Tabelle 3.1 sind die wichtigsten Dübelkenngrößen zusammengefasst.

Dübel	Typ 1	Typ 4	Typ 5
Durchmesser d [mm]	10	10	10
Sollverankerungstiefe h_{ef} [mm]	70	70	70
Polyamid	PA6	PA6	PA6
Polyamidtyp	B3L ¹⁾	B3L ¹⁾	B3L ¹⁾
Zul F Beton [kN]	1,6	1,6	1,6

¹⁾: Ultramid B3L[®]; BASF

Tabelle 3.1: Dübelkenngrößen



3.2 Montage

Die Montage der untersuchten Dübel erfolgte gemäß den Vorgaben des Herstellers. Im Ankergrund wird zunächst mit einem Hartmetallbohrer ein zylindrisches Loch erstellt. Nach dem vorgeschriebenen Reinigen des Bohrlochs wird der Dübel mit dem Anbauteil eingesteckt und die Schraube mit einem Elektroschrauber zügig eingedreht bis der Schraubenkopf am Anbauteil anliegt.

4 Ankergrund

4.1 Beton

4.1.1 Ausbildung und Herstellung

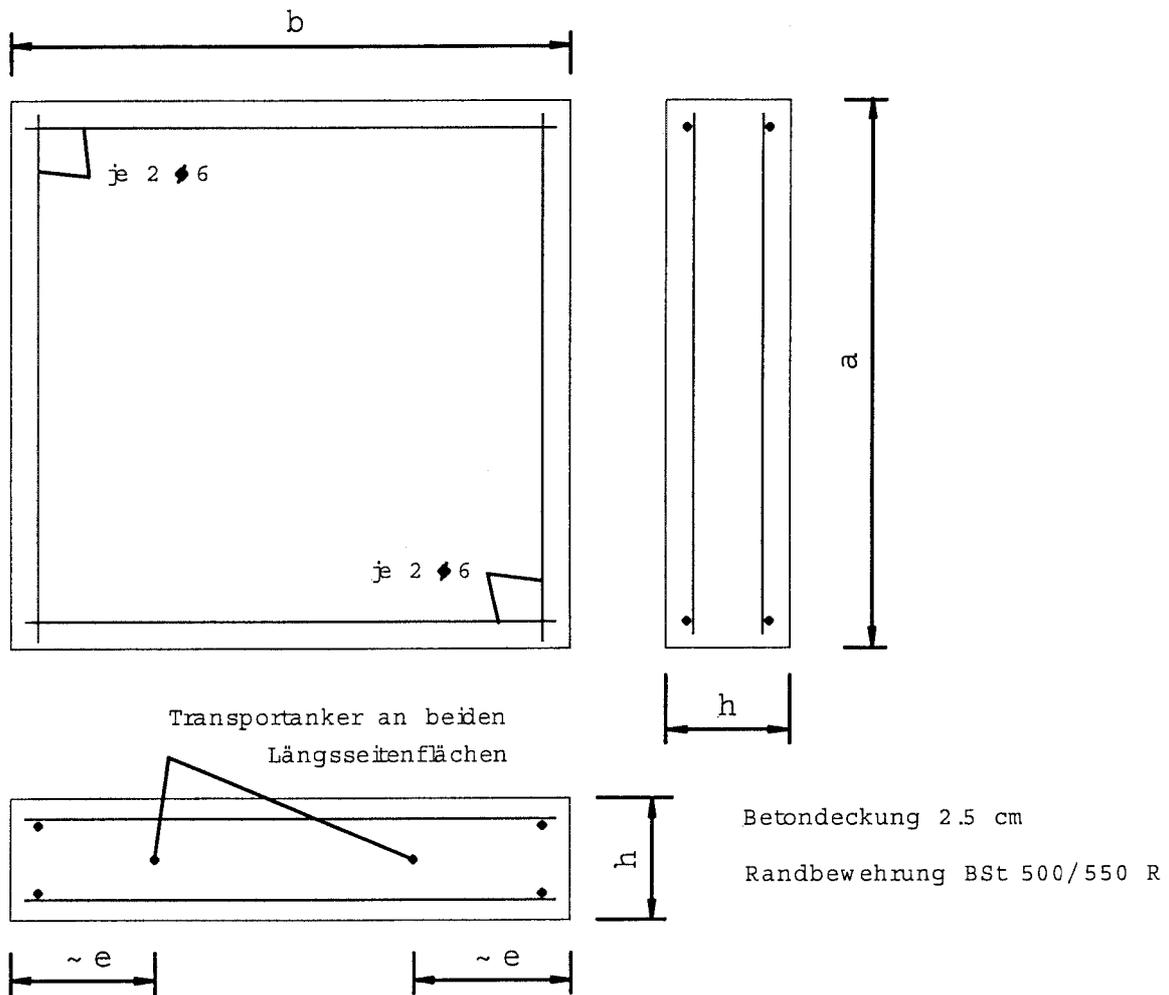
Als Versuchskörper diente eine unbewehrte Betonplatte mit Montagebewehrung (Bild 4.1), aus niederfestem Beton. Die Betonplatte wurde nach Angaben des Auftragnehmers im Betonwerk Fa. Rau, Ebhausen, hergestellt.

Der Frischbeton wurde unter Berücksichtigung der Eigenfeuchte der Zuschlagstoffe gewichtsmäßig zusammengesetzt und fachgerecht nach DIN 1045 und DIN 1048 behandelt. Er wurde in der Konsistenz KP (DIN 1045, Ausgabe 7/88) verarbeitet. Die Ausbreitmaße betragen ca. 40 cm. Die Zusammensetzung der Zuschlagstoffe wurde so gewählt, dass eine Sieblinie zwischen den Regelsieblinien A16 und B16 in der Nähe von B16 nach DIN 1045 zustande kam. Die Betonrezeptur des verwendeten Versuchskörpers ist Tabelle 4.1 zu entnehmen.

Pos./ Bezeichnung	f_c N/mm ²	Zement		Zuschlag			Wasser	
		Art -	Menge kg/m ³	0-2 mm kg/m ³	2-8 mm kg/m ³	8-16 mm kg/m ³	Menge kg/m ³	W/Z -
G09001/2 (2.8.01)	C20/25	CEM I 32,5 R	236	780	420	808	118	0,5

Tabelle 4.1: Zusammensetzung des verwendeten Betons

Die Abmessungen, die Ausbildung sowie die Lage der Bewehrung der verwendeten Betonplatte geht aus Bild 4.1 hervor. Die Fertigung der montagebewehrten Platte erfolgte liegend in einer starren Schalung aus zugeschnittenen glatten Schalungstafeln. Die Frischbetonmasse wurde in Schichten in die vorbereitete Schalform eingebracht und fachgerecht mit einem Flaschenrüttler verdichtet. Zur Überprüfung der Druckfestigkeit des Betons wurden in der gleichen Verdichtungsart Probewürfel von 20 cm Kantenlänge normgemäß mit angefertigt. Die Feuchtlagerung der Betonkörper und Betonwürfel erfolgte in einer geschlossenen Halle und begann unmittelbar nach deren Fertigung durch Überdecken mit Folie und anschließend durch Überdecken mit feuchten Tüchern und einer Kunststoffolie bis zum 7. Tag nach dem Betonieren. Die anschließende Lagerung aller Betonelemente erfolgte lufttrocken in einer geschlossenen Halle.



Pos. Nr.	a [cm]	b [cm]	h [cm]	e [cm]
G09001/2	150	150	15	30

Bild 4.1: Betonplatte für Versuche im ungerissenen Beton



4.1.2 Festigkeitseigenschaften des Versuchskörpers

Die Druckfestigkeit des verwendeten Betons zum Zeitpunkt der Versuchsdurchführung wurde an je drei Würfeln ($a = 200 \text{ mm}$) untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4.2 zusammengefasst. Die Festigkeitsuntersuchungen wurden normgerecht am IWB durchgeführt.

Betonkörper	Betonalter Betonierdatum Prüfungsdatum Versuchsdatum	Würfel $a=200 \text{ mm}$		
		Rohdichte kg/dm^3	Druckfestigkeit	
			f_c N/mm^2	$f_{c,m}$ N/mm^2
G09001/2	96 Tage	2,29	24,38	24,4
	2.08.01	2,28	23,63	
	6.11.01	2,28	25,13	
	6.11.01- 12.11.01			

Tabelle 4.2 Festigkeit des verwendeten Betons



5 Versuchsbeschreibung

5.1 Konditionierung der Dübel

Die Kunststoffdübel wurden direkt vom Hersteller bezogen. Vor Versuchsbeginn wurden die Dübelhülsen auf einen Feuchtegehalt von ca. 2,5 % konditioniert. Alle Dübelhülsen wurden vor der Konditionierung bis zur Massekonstanz bei 70°C getrocknet. Die Dübelmasse wurde dabei an je 5 Dübeln einer Liefercharge durch regelmäßiges Wiegen kontrolliert. Nach der Trocknung wurden die Dübel in einem Exsikator über einer gesättigten Kaliumjodidlösung bei 70°C gelagert (Konditionierung nach DIN ISO 1110) bis der Ausgleichsfeuchtegehalt erreicht war. Die Dübelmasse wurde dabei an je 5 Dübeln einer Liefercharge durch regelmäßiges Wiegen kontrolliert.

Die Dübelhülsen der Versuchsserien mit luftfeuchter Kunststoffhülse wurden nach der Konditionierung bis zur Prüfung im Kühlschrank in Kunststoffbeuteln gelagert und der Feuchtegehalt in regelmäßigen Abständen durch Wiegen kontrolliert. Ca. 2 h vor Versuchsbeginn wurden die Hülsen aus dem Kühlschrank entnommen und in der Versuchshalle in Kunststoffbeuteln gelagert.

5.2 Setzen der Dübel

Zur Montage der Dübel in Beton wurden zunächst Bohrlöcher mit der erforderlichen Tiefe erzeugt. Dazu wurde ein Hartmetallbohrer (\varnothing 10 mm, 4-Schneider) mit dem vorgeschriebenen mittleren Eckmaß ($d_{cut,m}$) nach [ETAG 97/A] und eine Bohrmaschine Hilti TE 24 bzw. TE 35 verwendet. Die Bohrlöcher wurden rechtwinklig zur Betonoberfläche erstellt. Die Bohrmaschine wurde dabei in einem Bohrständer geführt. Es wurde senkrecht nach unten gebohrt. Nach dem Bohren wurden die Bohrlöcher durch Aussaugen mit einem Industriestaubsauger gereinigt. Die Tiefe des Bohrloches wurde am Bohrlochrand gemessen.

Die Dübel wurden in folgenden Arbeitsschritten gesetzt:

- Reinigung des Bohrlochs durch Aussaugen
- Bestimmen der Bohrlochtiefe mit einem Tiefenmaß
- Einstecken der Dübelhülse durch das Anbauteil in das Bohrloch ggf. mit leichten Hammerschlägen; das Anbauteil aus Stahl war exakt auf die Klemmlänge des Dübels abgestimmt und im oberen Bereich an die Form der Kunststoffhülse angepasst. Der Lochdurchmesser des Anbauteils betrug $d_{nom} + 0,5$ mm.
- Eindrehen der Schraube in die Dübelhülse i.d.R. mit einem Schrauber Hilti TAD500 bei gleichzeitigem Messen des Eindrehmomentes mit einer Drehmomentmesswelle (Messbereich bis 50 Nm). Die Schraube wurde jeweils bis zum Anliegen des Schraubenkopfs auf dem Anbauteil zügig eingedreht. Die Dübel wurden alle vom gleichen Monteur mit einer etwa gleichen Eindrehcharakteristik gesetzt (Ausnahme: Serie HM-10-I).
- Bei den Versuchsserien ohne Vorspannung: Entfernen der Vorspannkraft durch vorsichtiges Herausschlagen von 2 Klötzen zwischen Anbauteil und Beton. Bei den Versuchen mit Vorspannung wurden die Klötze zwischen Anbauteil und Untergrund belassen.
- Belastung des Dübels zur Bestimmung der Herausziehlast.

5.3 Durchführung der zentrischen Zugversuche

Der Dübel wurde nach der Montage über eine Muffenverbindung an die Ausziehvorrichtung (Bild 5.1) angeschlossen. Die lichte Abstützweite betrug ca. 35 cm. Die Last und die Dübelverschiebung wurden kontinuierlich gemessen und aufgezeichnet. Die Messung der Dübelverschiebung erfolgte über zwei an der Gewindestange symmetrisch zum Dübel angebrachte Wegaufnehmer (Messbereich bis 75 mm) gegen die Betonplatte. Die Kraft wurde bei den Versuchen mit Schraubdübeln mit einer Ringkraftmessdose (GTM, Messbereich bis 50 kN) gemessen. Die Versuche wurden servo-hydraulisch mit einer Belastungsgeschwindigkeit von 0,1 mm/min, 1 mm/min bzw. 10 mm/min durchgeführt.

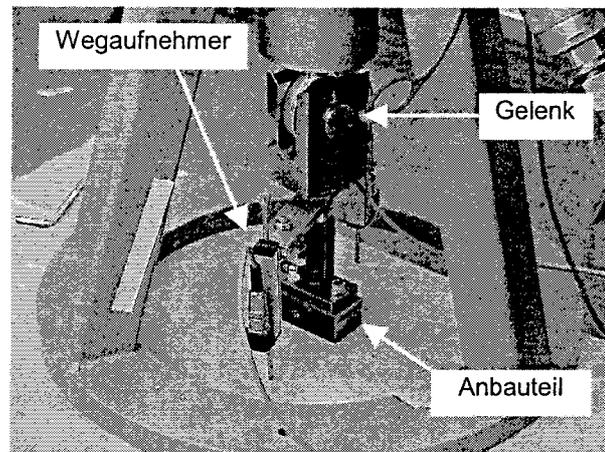
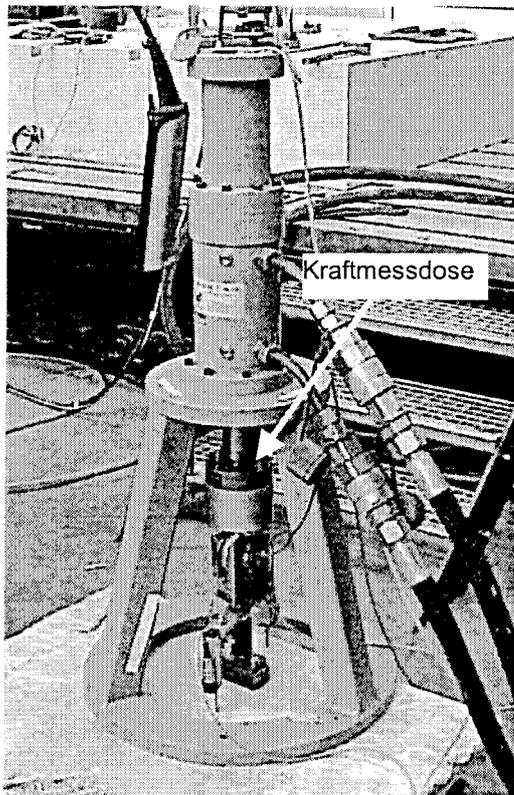


Bild 5.1 Belastungseinrichtung für servo-hydraulische zentrische Ausziehversuche (50 kN) mit weiter Abstützung in ungerissenem Beton.



6 Versuchsergebnisse

Für jeden Dübeltyp sind in diesem Abschnitt pro Serie die Montageparameter, die Versuchsbedingungen sowie die Versuchsergebnisse in einer Tabelle zusammengefasst. Weiterhin sind die gemessenen Last- Verschiebungskurven der Versuche einer Serie in einem Bild dargestellt.

Die Reihenfolge der Tabellen und Bilder ist die gleiche wie in Tabelle 2.1 (Versuchsprogramm).



6.1 Dübel Typ 1 (10 mm)

HM-0,1-I		Erstellt am: 28.06.01				
Auftrags Nr.	: G06000					
Versuchsart	: Einfluss der Belastungsgeschwindigkeit und der Vorspannung					
Dübeltyp / Datum Lieferschein	: Typ 1 (10 mm)/ 31.10.00					
Versuchsbeschreibung	: Belastungsgeschwindigkeit 0,1 mm/ min; Mit Vorspannung					
Serie	: HM-0,1-I					
Prüfer	: Dipl.-Ing. T. Pregartner					
Beton	: C20/ 25	Schrauber	: TAD 500			
Bezeichnung der Platte	: G09001-1	Bohrereckmaß d_{cut} [mm]	: 10,25			
Alter der Betonplatte [d]	: 2.08.01	Bohrmaschine	: TE 24			
Bohrlochtiefe h_1 (Soll) [mm]	: 80	Drehmomentmesswelle	: DM 013 (50Nm)			
Setztiefe h_{ef} (Soll) [mm]	: 70	Zugvorrichtung (Zylinder)	: SHz006 (50kN)			
Temperatur [°C]	: 20°C	Kraftmessdose	: KMD040 (50kN)			
Konditionierung der Hülse [%]	: 2,54%	Wegaufnehmer 1	: WA055,WAK050			
Aufzeichnungsfrequenz [Hz]	: 1	Wegaufnehmer 2	: WA056,WAK021			
		Rissaufnehmer	:			
Versuchs- Nr.		1	2	3	4	5
Druckfestigkeit $\beta_{w, 200}$	[N/mm ²]	24,4				
Versuchsdatum		8.11.01 – 9.11.01				
Bohrlochtiefe h_1	[mm]	82,5	90,1	90,2		
Bohrlochreinigung	[-]	Ausgesaugt				
Zeitpunkt Setzen	[hh:mm]	15:50	7:36	9:13		
Zeitpunkt Ziehen	[hh:mm]	15:54	7:41	9:17		
Zeitdifferenz Setzen- Ziehen	[hh:mm]	0:04	0:05	0:04		
Anzugsdrehmoment T	[Nm]	15,67	19,09	17,93		
1. Lastmaximum N_1	[kN]	9,83	11,43	9,95		
Verschiebung s_1 bei Last N_1	[mm]	0,52	0,80	0,63		
Versagenslast N_u	[kN]	10,21	12,39	10,50		
Mittelwert $N_{u, m}$	[kN]	11,03				
Variationskoeffizient	[%]	10,7				
Verschiebung s bei der Last N_u	[mm]	7,81	3,78	3,81		
Verschiebung s bei 0,5 $N_{u, m}$	[mm]	0,15	0,14	0,11		
Mittelwert s bei 0,5 $N_{u, m}$	[mm]	0,13				
Variationskoeffizient	[%]	15,8				
Versagensart		H	H	H		
Bemerkungen:						
Legende der Versagensarten: C = Betonausbruch/ Ausbruchkegel SP = Spalten des Betons S = Stahlbruch H = Versagen zw. Bohrlochwand u. Hülse B = Versagen zw. Schraube u. Hülse						

Tabelle 6.1 Ergebnisse der Versuche der Serie HM-0,1-I ($f_{c,c 200} = 24,4 \text{ N/mm}^2$); Dübel Typ 1 (10 mm); Konditionierung luftfeucht; $d_{cut} = 10,25 \text{ mm}$; Belastungsgeschwindigkeit 0,1 mm/min; Versuche mit Vorspannung

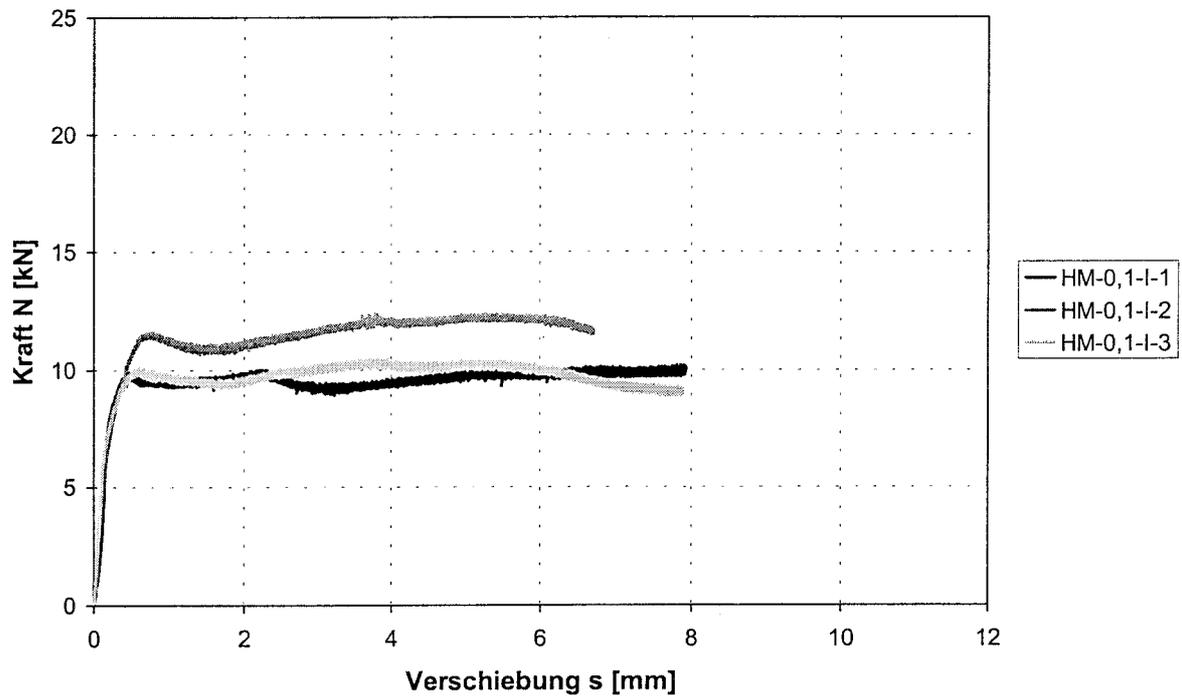


Bild 6.1 Last- Verschiebungskurve der Versuche der Serie HM-0,1-I; Dübel Typ 1 (10 mm).



HM-1-I		Erstellt am: 28.06.01				
Auftrags Nr.		: G06000				
Versuchsart		: Einfluss der Belastungsgeschwindigkeit und der Vorspannung				
Dübeltyp / Datum Lieferschein		: Typ 1 (10 mm)/ 31.10.00				
Versuchsbeschreibung		: Belastungsgeschwindigkeit 1 mm/ min; Mit Vorspannung				
Serie		: HM-1-I				
Prüfer		: Dipl.-Ing. T. Pregartner				
Beton		: C20/ 25		Schrauber		: TAD 500
Bezeichnung der Platte		: G09001-1		Bohrreackmaß d_{cut} [mm]		: 10,25
Alter der Betonplatte [d]		: 2.08.01		Bohrmaschine		: TE 35
Bohrlochtiefe h_1 (Soll) [mm]		: 80		Drehmomentmesswelle		: DM 013 (50Nm)
Setztiefe h_{ef} (Soll) [mm]		: 70		Zugvorrichtung (Zylinder)		: SHz006 (50kN)
Temperatur [°C]		: 20°C		Kraftmessdose		: KMD040 (50kN)
Konditionierung der Hülse		: 2,54%		Wegaufnehmer 1		: WA055,WAK050
Aufzeichnungsfrequenz [Hz]		: 5		Wegaufnehmer 2		: WA056,WAK021
				Rissaufnehmer		:
Versuchs- Nr.		1	2	3	4	5
Druckfestigkeit $\beta_{w, 200}$		[N/mm ²] 24,4				
Versuchsdatum		6.11.01 – 7.11.01				
Bohrlochtiefe h_1		82,9	82,4	83,1	83,2	82,9
Bohrlochreinigung		[-] Ausgesaugt				
Zeitpunkt Setzen		13:48	14:13	14:40	7:27	7:53
Zeitpunkt Ziehen		13:52	14:17	14:44	7:32	7:57
Zeitdifferenz Setzen- Ziehen		0:04	0:04	0:04	0:05	0:04
Anzugsdrehmoment T		16,18	15,67	14,52	17,91	17,10
1. Lastmaximum N_1		8,45	10,78	9,95	-	10,20
Verschiebung s_1 bei Last N_1		0,44	0,86	0,60	-	0,67
Versagenslast N_u		9,44	11,36	11,02	10,97	10,49
Mittelwert $N_{u, m}$		[kN] 10,66				
Variationskoeffizient		[%] 7,0				
Verschiebung s bei der Last N_u		4,86	4,49	5,21	0,69	5,30
Verschiebung s bei $0,5 N_{u, m}$		0,10	0,09	0,09	0,20	0,12
Mittelwert s bei $0,5 N_{u, m}$		[mm] 0,08				
Variationskoeffizient		[%] 58,5				
Versagensart		H	H	H	H	H
Bemerkungen:						
Legende der Versagensarten: C = Betonausbruch/ Ausbruchkegel SP = Spalten des Betons S = Stahlbruch H = Versagen zw. Bohrlochwand u. Hülse B = Versagen zw. Schraube u. Hülse						

Tabelle 6.2 Ergebnisse der Versuche der Serie HM-1-I ($f_{c,c 200} = 24,4 \text{ N/mm}^2$); Dübel Typ 1 (10 mm); Konditionierung luftfeucht; $d_{cut} = 10,25 \text{ mm}$; Belastungsgeschwindigkeit 1 mm/min; Versuche mit Vorspannung

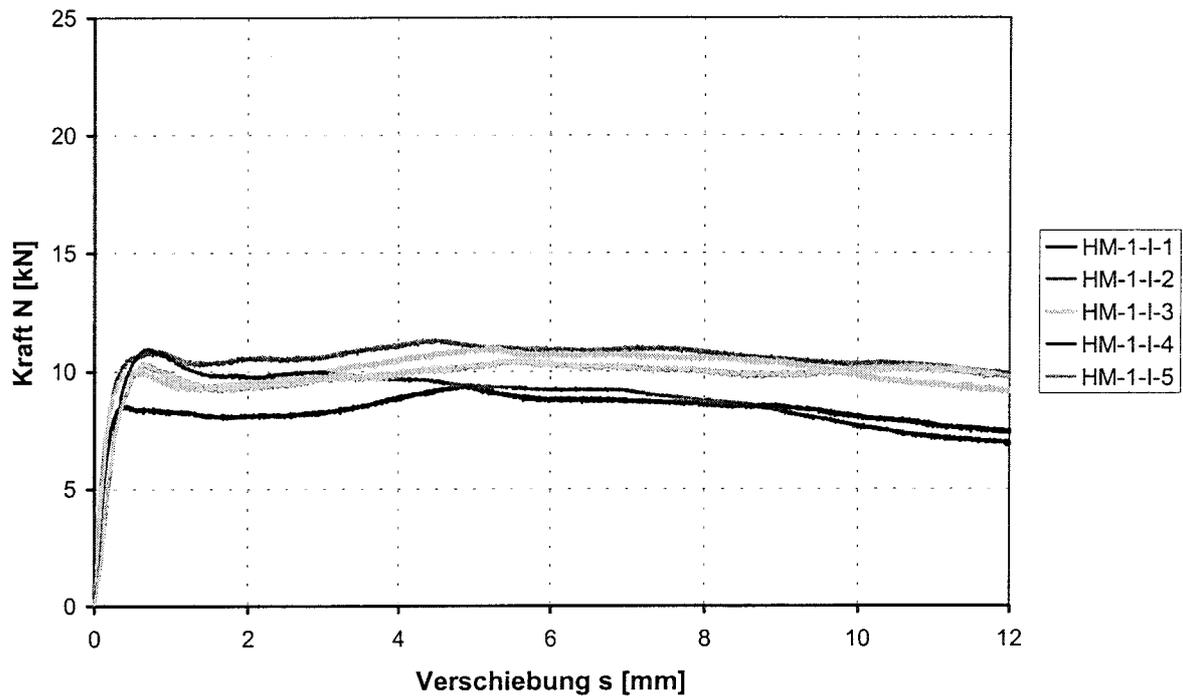


Bild 6.2 Last- Verschiebungskurve der Versuche der Serie HM-1-I; Dübel Typ 1 (10 mm).



HM-10-I		Erstellt am: 28.06.01				
Auftrags Nr.	: G06000					
Versuchsart	: Einfluss der Belastungsgeschwindigkeit und der Vorspannung					
Dübeltyp / Datum Lieferschein	: Typ 1 (10 mm)/ 31.10.00					
Versuchsbeschreibung	: Belastungsgeschwindigkeit 10 mm/ min; Mit Vorspannung; Monteur Scherf					
Serie	: HM-10-I					
Prüfer	: Dipl.-Ing. T. Pregartner					
Beton	: C20/ 25	Schrauber	: TAD 500			
Bezeichnung der Platte	: G09001-1	Bohrereckmaß d_{cut} [mm]	: 10,25			
Alter der Betonplatte [d]	: 2.08.01	Bohrmaschine	: TE 35			
Bohrlochtiefe h_1 (Soll) [mm]	: 80	Drehmomentmesswelle	: DM 013 (50Nm)			
Setztiefe h_{ef} (Soll) [mm]	: 70	Zugvorrichtung (Zylinder)	: SHz006 (50kN)			
Temperatur [°C]	: 20°C	Kraftmessdose	: KMD040 (50kN)			
Konditionierung der Hülse [%]	: 2,54%	Wegaufnehmer 1	: WA055,WAK050			
Aufzeichnungsfrequenz [Hz]	: 15	Wegaufnehmer 2	: WA056,WAK021			
		Rissaufnehmer	:			
Versuchs- Nr.		1	2	3	4	5
Druckfestigkeit $\beta_{w, 200}$	[N/mm ²]	24,4				
Versuchsdatum		6.11.01				
Bohrlochtiefe h_1	[mm]	82,9	83,0	82,0	82,0	82,9
Bohrlochreinigung	[-]	Ausgesaugt				
Zeitpunkt Setzen	[hh:mm]	8:58	9:08	9:18	9:27	9:45
Zeitpunkt Ziehen	[hh:mm]	9:03	9:12	9:22	9:31	9:49
Zeitdifferenz Setzen- Ziehen	[hh:mm]	0:05	0:04	0:04	0:04	0:04
Anzugsdrehmoment T	[Nm]	14,83	16,73	17,24	18,54	12,12
1. Lastmaximum N_1	[kN]	10,34	9,96	11,63	-	10,98
Verschiebung s_1 bei Last N_1	[mm]	0,80	0,60	0,59	-	0,87
Versagenslast N_u	[kN]	10,82	10,97	13,02	14,79	13,01
Mittelwert $N_{u, m}$	[kN]	12,52				
Variationskoeffizient	[%]	13,2				
Verschiebung s bei der Last N_u	[mm]	5,16	8,00	4,82	2,40	7,70
Verschiebung s bei 0,5 $N_{u, m}$	[mm]	0,31	0,10	0,08	0,08	0,18
Mittelwert s bei 0,5 $N_{u, m}$	[mm]	0,15				
Variationskoeffizient	[%]	65,2				
Versagensart		H	H	H	H	H
Bemerkungen:						
Legende der Versagensarten: C = Betonausbruch/ Ausbruchkegel SP = Spalten des Betons S = Stahlbruch H = Versagen zw. Bohrlochwand u. Hülse B = Versagen zw. Schraube u. Hülse						

Tabelle 6.3 Ergebnisse der Versuche der Serie HM-10-I ($f_{c,c 200} = 24,4 \text{ N/mm}^2$); Dübel Typ 1 (10 mm); Konditionierung luftfeucht; $d_{cut} = 10,25 \text{ mm}$; Belastungsgeschwindigkeit 10 mm/min; Versuche mit Vorspannung

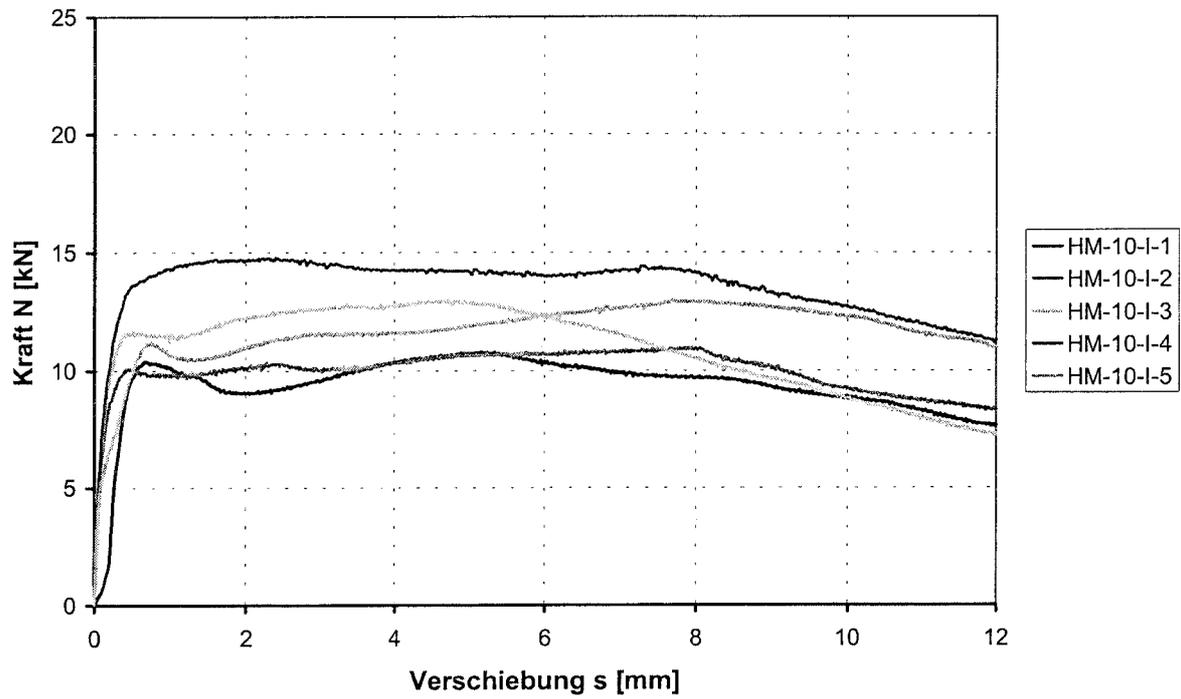


Bild 6.3 Last- Verschiebungskurve der Versuche der Serie HM-10-I; Dübel Typ 1 (10 mm).



HM-10-I2		Erstellt am: 28.06.01				
Auftrags Nr.	: G06000					
Versuchsart	: Einfluss der Belastungsgeschwindigkeit und der Vorspannung					
Dübeltyp / Datum Lieferschein	: Typ 1 (10 mm)/ 31.10.00					
Versuchsbeschreibung	: Belastungsgeschwindigkeit 10 mm/ min; Mit Vorspannung, Monteur Pregartner					
Serie	: HM-10-I2					
Prüfer	: Dipl.-Ing. T. Pregartner					
Beton	: C20/ 25	Schrauber	: TAD 500			
Bezeichnung der Platte	: G09001-1	Bohrreckmaß d_{cut} [mm]	: 10,25			
Alter der Betonplatte [d]	: 2.08.01	Bohrmaschine	: TE 25			
Bohrlochtiefe h_1 (Soll) [mm]	: 80	Drehmomentmesswelle	: DM 013 (50Nm)			
Setztiefe h_{ef} (Soll) [mm]	: 70	Zugvorrichtung (Zylinder)	: SHz006 (50kN)			
Temperatur [°C]	: 20°C	Kraftmessdose	: KMD040 (50kN)			
Konditionierung der Hülse [%]	: 2,54%	Wegaufnehmer 1	: WA055,WAK050			
Aufzeichnungsfrequenz [Hz]	: 15	Wegaufnehmer 2	: WA056,WAK021			
		Rissaufnehmer	:			
Versuchs- Nr.		1	2	3	4	5
Druckfestigkeit $\beta_{w, 200}$	[N/mm ²]	24,4				
Versuchsdatum		7.11.01				
Bohrlochtiefe h_1	[mm]	83,0	83,5	82,9	83,1	83,0
Bohrlochreinigung	[-]	Ausgesaugt				
Zeitpunkt Setzen	[hh:mm]	8:58	9:05	9:13	9:20	9:28
Zeitpunkt Ziehen	[hh:mm]	9:02	9:09	9:17	9:24	9:32
Zeitdifferenz Setzen- Ziehen	[hh:mm]	0:04	0:04	0:04	0:04	0:04
Anzugsdrehmoment T	[Nm]	19,09	15,91	16,12	16,66	16,82
1. Lastmaximum N_1	[kN]	11,94	13,33	11,60	12,00	11,35
Verschiebung s_1 bei Last N_1	[mm]	0,47	0,84	0,73	0,67	0,56
Versagenslast N_u	[kN]	15,02	13,42	13,30	14,18	13,14
Mittelwert $N_{u, m}$	[kN]	13,81				
Variationskoeffizient	[%]	5,7				
Verschiebung s bei der Last N_u	[mm]	3,81	9,74	5,12	3,60	4,63
Verschiebung s bei $0,5 N_{u, m}$	[mm]	0,12	0,21	0,16	0,23	0,15
Mittelwert s bei $0,5 N_{u, m}$	[mm]	0,17				
Variationskoeffizient	[%]	27,1				
Versagensart		H	H	H	H	H
Bemerkungen:						
Legende der Versagensarten: C = Betonausbruch/ Ausbruchkegel SP = Spalten des Betons S = Stahlbruch H = Versagen zw. Bohrlochwand u. Hülse B = Versagen zw. Schraube u. Hülse						

Tabelle 6.4 Ergebnisse der Versuche der Serie HM-10-I2 ($f_{c,c 200} = 24,4 \text{ N/mm}^2$); Dübel Typ 1 (10 mm); Konditionierung luftfeucht; $d_{cut} = 10,25 \text{ mm}$; Belastungsgeschwindigkeit 10 mm/min; Versuche mit Vorspannung

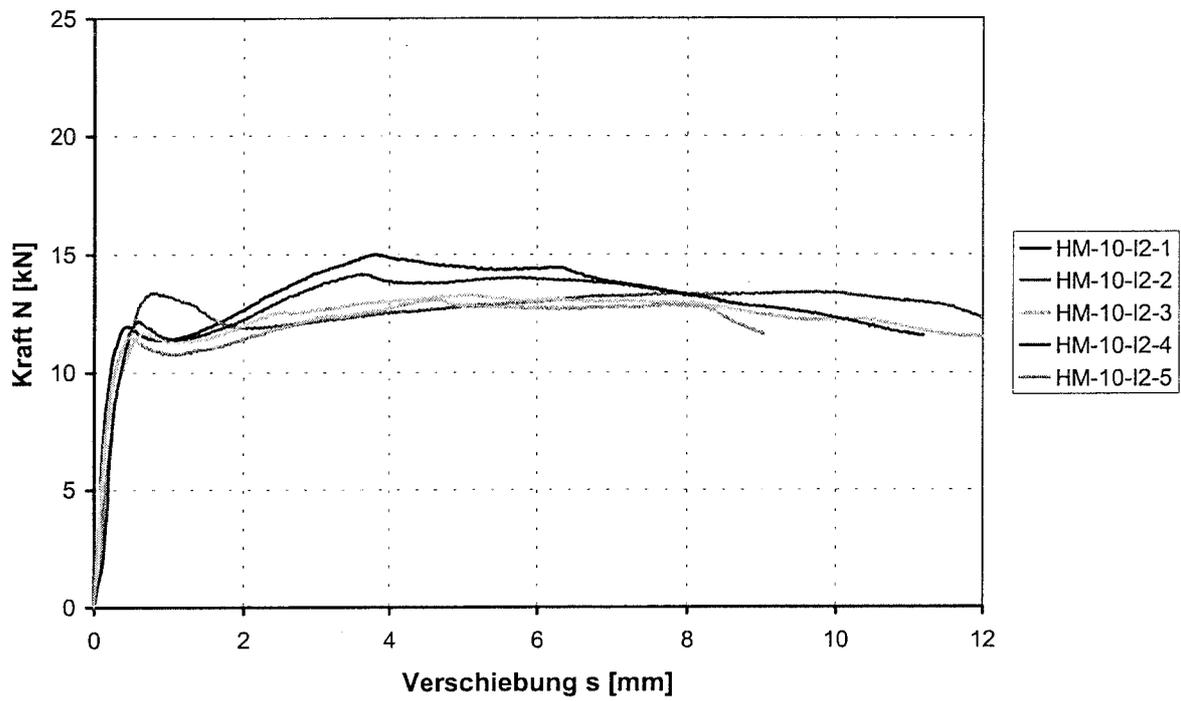


Bild 6.4 Last- Verschiebungskurve der Versuche der Serie HM-10-I2; Dübel Typ 1 (10 mm).



HM-1-L		Erstellt am: 28.06.01				
Auftrags Nr.	: G06000					
Versuchsart	: Einfluss der Belastungsgeschwindigkeit und der Vorspannung					
Dübeltyp / Datum Lieferschein	: Typ 1 (10 mm)/ 31.10.00					
Versuchsbeschreibung	: Belastungsgeschwindigkeit 1 mm/ min; Ohne Vorspannung					
Serie	: HM-1-L					
Prüfer	: Dipl.-Ing. T. Pregartner					
Beton	: C20/ 25	Schrauber	: TAD 500			
Bezeichnung der Platte	: G09001-1	Bohrereckmaß d_{cut} [mm]	: 10,25			
Alter der Betonplatte [d]	: 2.08.01	Bohrmaschine	: TE35			
Bohrlochtiefe h_f (Soll) [mm]	: 80	Drehmomentmesswelle	: DM 013 (50Nm)			
Setztiefe h_{ef} (Soll) [mm]	: 70	Zugvorrichtung (Zylinder)	: SHz006 (50kN)			
Temperatur [°C]	: 20°C	Kraftmessdose	: KMD040 (50kN)			
Konditionierung der Hülse	: 2,54%	Wegaufnehmer 1	: WA055,WAK050			
Aufzeichnungsfrequenz [Hz]	: 5	Wegaufnehmer 2	: WA056,WAK021			
		Rissaufnehmer	:			
Versuchs- Nr.		1	2	3	4	5
Druckfestigkeit $\beta_{w, 200}$	[N/mm ²]	24,4				
Versuchsdatum		7.11.01				
Bohrlochtiefe h_f	[mm]	83,0	82,5	83,8	82,8	83,0
Bohrlochreinigung	[-]	ausgesaugt				
Zeitpunkt Setzen	[hh:mm]	13:00	13:25	13:41	13:57	14:14
Zeitpunkt Ziehen	[hh:mm]	13:04	13:29	13:45	14:01	14:18
Zeitdifferenz Setzen- Ziehen	[hh:mm]	0:04	0:04	0:04	0:04	0:04
Anzugsdrehmoment T	[Nm]	16,93	13,58	14,24	16,29	15,46
1. Lastmaximum N_f	[kN]	11,08	-	10,59	12,95	10,01
Verschiebung s_f bei Last N_f	[mm]	1,03	-	1,14	1,32	1,00
Versagenslast N_u	[kN]	12,27	12,00	12,31	14,55	11,00
Mittelwert $N_{u, m}$	[kN]	12,42				
Variationskoeffizient	[%]	10,5				
Verschiebung s bei der Last N_u	[mm]	5,80	1,17	7,94	3,91	8,67
Verschiebung s bei $0,5 N_{u, m}$	[mm]	0,40	0,41	0,49	0,38	0,44
Mittelwert s bei $0,5 N_{u, m}$	[mm]	0,42				
Variationskoeffizient	[%]	10,1				
Versagensart		H	H	H	H	H
Bemerkungen:						
Legende der Versagensarten: C = Betonausbruch/ Ausbruchkegel SP = Spalten des Betons S = Stahlbruch H = Versagen zw. Bohrlochwand u. Hülse B = Versagen zw. Schraube u. Hülse						

Tabelle 6.5 Ergebnisse der Versuche der Serie HM-1-L ($f_{c,c 200} = 24,4 \text{ N/mm}^2$); Dübel Typ 1 (10 mm); Konditionierung luftfeucht; $d_{cut} = 10,25 \text{ mm}$; Belastungsgeschwindigkeit 1 mm/min; Versuche ohne Vorspannung

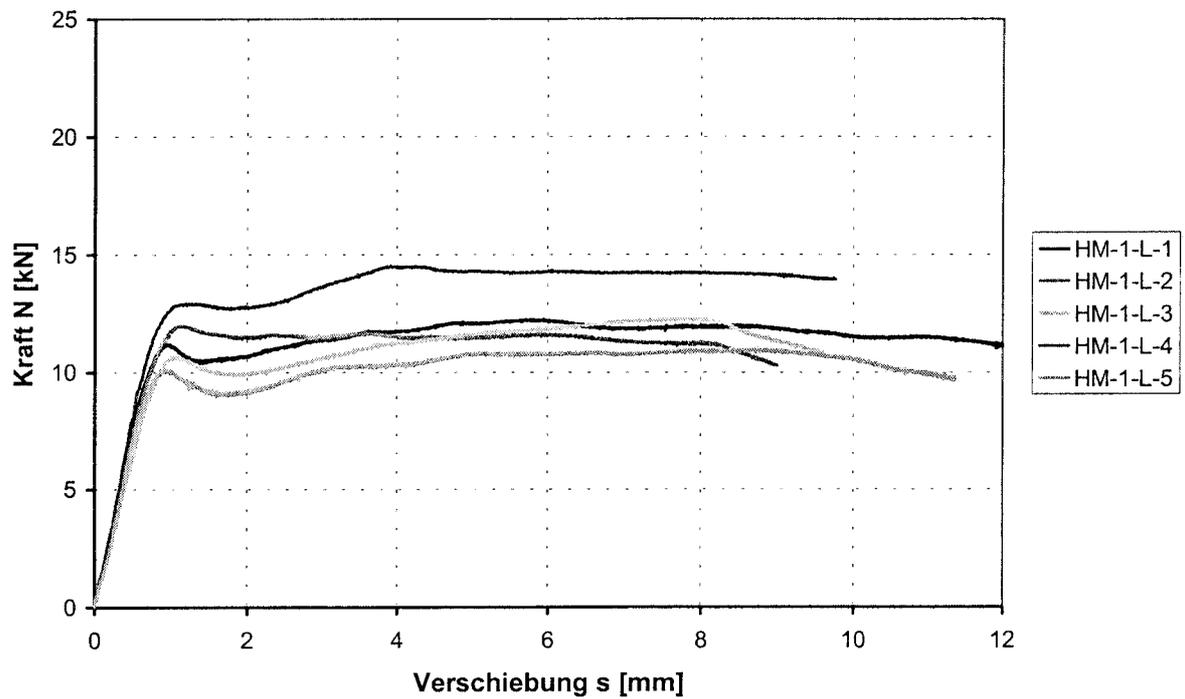


Bild 6.5 Last- Verschiebungskurve der Versuche der Serie HM-1-L; Dübel Typ 1 (10 mm).



6.2 Dübel Typ 4 (10 mm)

EM-0,1-I		Erstellt am: 28.06.01				
Auftrags Nr.	: G06000					
Versuchsart	: Einfluss der Belastungsgeschwindigkeit und der Vorspannung					
Dübeltyp / Datum Lieferschein	: Typ 4 (10 mm)/ 12.12.00					
Versuchsbeschreibung	: Belastungsgeschwindigkeit 0,1 mm/ min; Mit Vorspannung					
Serie	: EM-0,1-I					
Prüfer	: Dipl.-Ing. T. Pregartner					
Beton	: C20/ 25	Schrauber	: TAD 500			
Bezeichnung der Platte	: G09001-1	Bohrreckmaß d_{cut} [mm]	: 10,25			
Alter der Betonplatte [d]	: 2.08.01	Bohrmaschine	: TE 35			
Bohrlochtiefe h_1 (Soll) [mm]	: 80	Drehmomentmesswelle	: DM 013 (50Nm)			
Setztiefe h_{ef} (Soll) [mm]	: 70	Zugvorrichtung (Zylinder)	: SHz006 (50kN)			
Temperatur [°C]	: 20°C	Kraftmessdose	: KMD040 (50kN)			
Konditionierung der Hülse	: 2,33%	Wegaufnehmer 1	: WA055,WAK050			
Aufzeichnungsfrequenz [Hz]	: 1	Wegaufnehmer 2	: WA056,WAK021			
		Rissaufnehmer	:			
Versuchs- Nr.		1	2	3	4	5
Druckfestigkeit $\beta_{w, 200}$	[N/mm ²]	24,4				
Versuchsdatum		8.11.01				
Bohrlochtiefe h_1	[mm]	82,5	83,0	82,5		
Bohrlochreinigung	[-]	Ausgesaugt				
Zeitpunkt Setzen	[hh:mm]	11:37	12:36	13:35		
Zeitpunkt Ziehen	[hh:mm]	11:40	12:39	13:39		
Zeitdifferenz Setzen- Ziehen	[hh:mm]	0:03	0:03	0:04		
Anzugsdrehmoment T	[Nm]	16,42	15,24	13,28		
1. Lastmaximum N_1	[kN]	-	10,97	10,99		
Verschiebung s_1 bei Last N_1	[mm]	-	0,71	0,82		
Versagenslast N_u	[kN]	18,80	16,75	16,20		
Mittelwert $N_{u, m}$	[kN]	17,25				
Variationskoeffizient	[%]	8,0				
Verschiebung s bei der Last N_u	[mm]	4,62	3,99	3,77		
Verschiebung s bei $0,5 N_{u, m}$	[mm]	0,31	0,38	0,34		
Mittelwert s bei $0,5 N_{u, m}$	[mm]	0,34				
Variationskoeffizient	[%]	10,2				
Versagensart		H	H	H		
Bemerkungen:						
Legende der Versagensarten: C = Betonausbruch/ Ausbruchkegel SP = Spalten des Betons S = Stahlbruch H = Versagen zw. Bohrlochwand u. Hülse B = Versagen zw. Schraube u. Hülse						

Tabelle 6.6 Ergebnisse der Versuche der Serie EM-0,1-I ($f_{c,c 200} = 24,4 \text{ N/mm}^2$); Dübel Typ 4 (10 mm); Konditionierung luftfeucht; $d_{cut} = 10,25 \text{ mm}$; Belastungsgeschwindigkeit 0,1 mm/min; Versuche mit Vorspannung

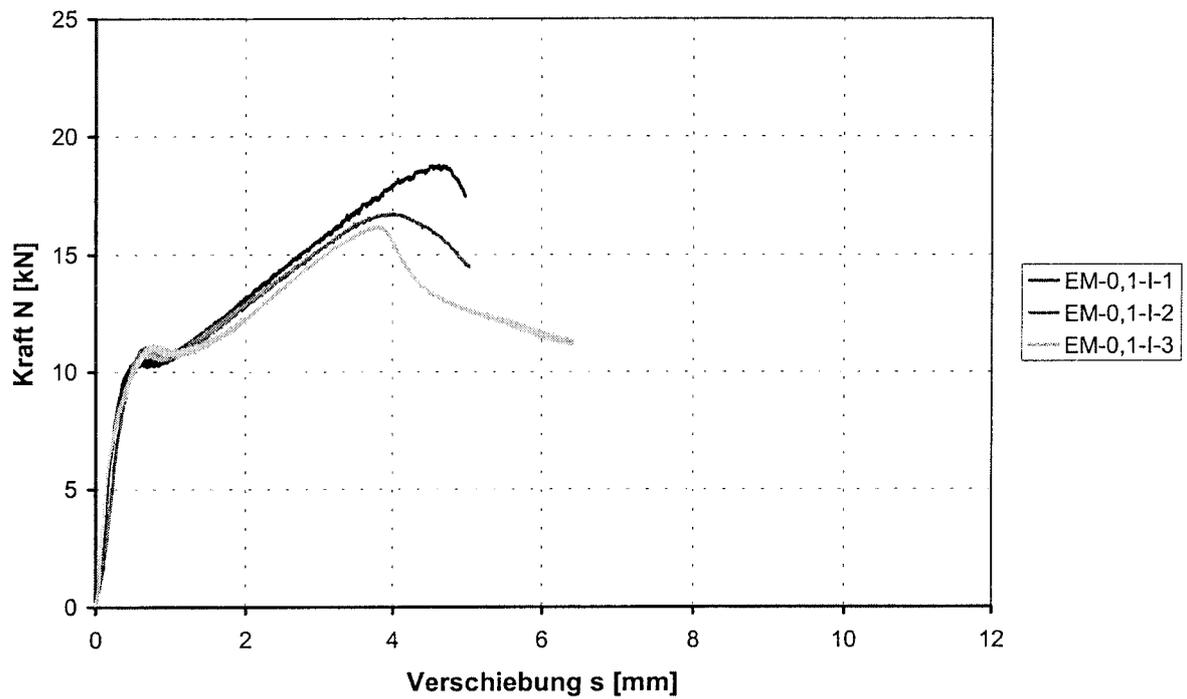


Bild 6.6 Last- Verschiebungskurve der Versuche der Serie EM-0,1-I; Dübel Typ 4 (10 mm).



EM-1-I		Erstellt am: 28.06.01				
Auftrags Nr.	: G06000					
Versuchsart	: Einfluss der Belastungsgeschwindigkeit und der Vorspannung					
Dübeltyp / Datum Lieferschein	: Typ 4 (10 mm)/ 12.12.00					
Versuchsbeschreibung	: Belastungsgeschwindigkeit 1 mm/ min; Mit Vorspannung					
Serie	: EM-1-I					
Prüfer	: Dipl.-Ing. T. Pregartner					
Beton	: C20/ 25	Schrauber	: TAD 500			
Bezeichnung der Platte	: G09001-1	Bohrreackmaß d_{cut} [mm]	: 10,25			
Alter der Betonplatte [d]	: 2.08.01	Bohrmaschine	: TE 35			
Bohrlochtiefe h_f (Soll) [mm]	: 80	Drehmomentmesswelle	: DM 013 (50Nm)			
Setztiefe h_{ef} (Soll) [mm]	: 70	Zugvorrichtung (Zylinder)	: SHz006 (50kN)			
Temperatur [°C]	: 20°C	Kraftmessdose	: KMD040 (50kN)			
Konditionierung der Hülse [%]	: 2,33%	Wegaufnehmer 1	: WA055,WAK050			
Aufzeichnungsfrequenz [Hz]	: 5	Wegaufnehmer 2	: WA056,WAK021			
		Rissaufnehmer	:			
Versuchs- Nr.		1	2	3	4	5
Druckfestigkeit $\beta_{w, 200}$	[N/mm ²]	24,4				
Versuchsdatum		6.11.01				
Bohrlochtiefe h_f	[mm]	82,6	83,0	83,5	82,8	82,1
Bohrlochreinigung	[-]	Ausgesaugt				
Zeitpunkt Setzen	[hh:mm]	11:30	11:49	12:50	13:09	13:25
Zeitpunkt Ziehen	[hh:mm]	11:34	11:53	12:54	13:13	13:29
Zeitdifferenz Setzen- Ziehen	[hh:mm]	0:04	0:04	0:04	0:04	0:04
Anzugsdrehmoment T	[Nm]	15,66	15,83	15,88	15,24	17,78
1. Lastmaximum N_f	[kN]	-	-	-	-	-
Verschiebung s_f bei Last N_f	[mm]	-	-	-	-	-
Versagenslast N_u	[kN]	18,43	19,52	18,99	17,85	18,48
Mittelwert $N_{u, m}$	[kN]	18,65				
Variationskoeffizient	[%]	3,4				
Verschiebung s bei der Last N_u	[mm]	4,42	4,71	4,60	3,81	4,13
Verschiebung s bei 0,5 $N_{u, m}$	[mm]	0,38	0,34	0,58	0,27	0,25
Mittelwert s bei 0,5 $N_{u, m}$	[mm]	0,36				
Variationskoeffizient	[%]	35,9				
Versagensart		H	H	H	H	H
Bemerkungen:						
Legende der Versagensarten: C = Betonausbruch/ Ausbruchkegel SP = Spalten des Betons S = Stahlbruch						
H = Versagen zw. Bohrlochwand u. Hülse B = Versagen zw. Schraube u. Hülse						

Tabelle 6.7 Ergebnisse der Versuche der Serie EM-1-I ($f_{c,c 200} = 24,4 \text{ N/mm}^2$); Dübel Typ 4 (10 mm); Konditionierung luftfeucht; $d_{cut} = 10,25 \text{ mm}$; Belastungsgeschwindigkeit 1 mm/min; Versuche mit Vorspannung

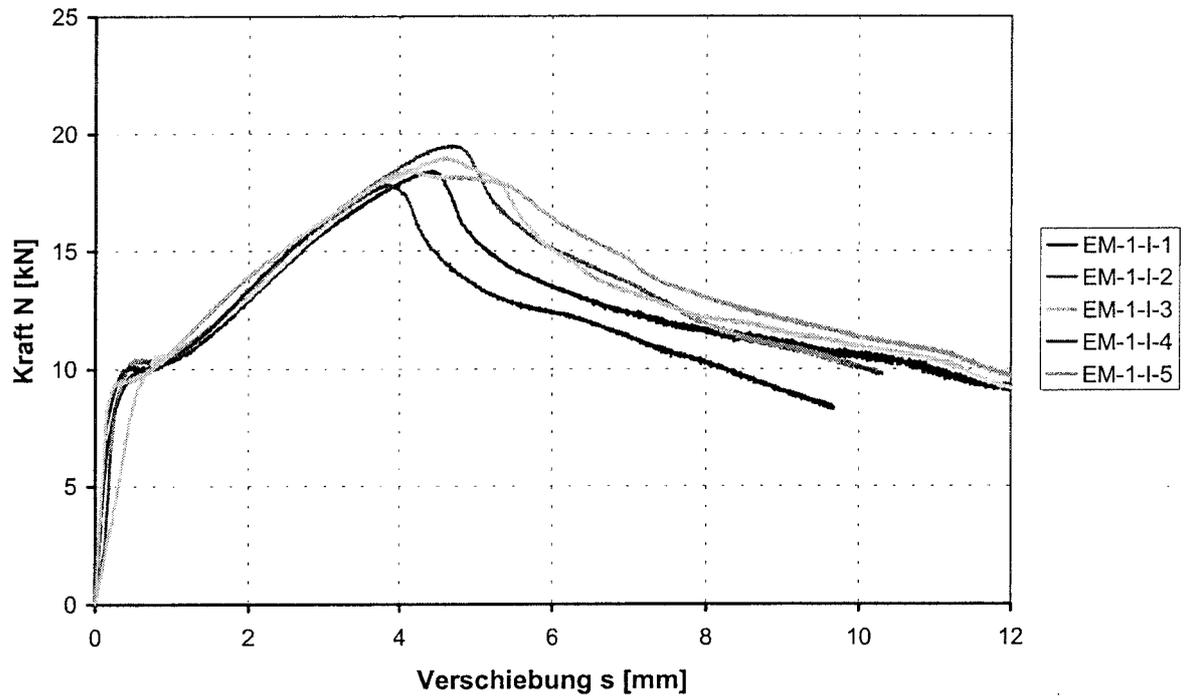


Bild 6.7 Last- Verschiebungskurve der Versuche der Serie EM-1-I; Dübel Typ 4 (10 mm).



EM-10-I		Erstellt am: 28.06.01				
Auftrags Nr.	: G06000					
Versuchsart	: Einfluss der Belastungsgeschwindigkeit und der Vorspannung					
Dübeltyp / Datum Lieferschein	: Typ 4 (10 mm)/ 12.12.00					
Versuchsbeschreibung	: Belastungsgeschwindigkeit 10 mm/ min; Mit Vorspannung					
Serie	: EM-10-I					
Prüfer	: Dipl.-Ing. T. Pregartner					
Beton	: C20/ 25	Schrauber	: TAD500			
Bezeichnung der Platte	: G09001-1	Bohrreackmaß d_{cut} [mm]	: 10,25			
Alter der Betonplatte [d]	: 2.08.01	Bohrmaschine	: TE35			
Bohrlochtiefe h_1 (Soll) [mm]	: 80	Drehmomentmesswelle	: DM 013 (50Nm)			
Setztiefe h_{ef} (Soll) [mm]	: 70	Zugvorrichtung (Zylinder)	: SHz006 (50kN)			
Temperatur [°C]	: 20°C	Kraftmessdose	: KMD040 (50kN)			
Konditionierung der Hülse	: 2,33%	Wegaufnehmer 1	: WA055,WAK050			
Aufzeichnungsfrequenz [Hz]	: 15	Wegaufnehmer 2	: WA056,WAK021			
		Rissaufnehmer	:			
Versuchs- Nr.		1	2	3	4	5
Druckfestigkeit $\beta_{w, 200}$	[N/mm ²]	24,4				
Versuchsdatum		6.11.01				
Bohrlochtiefe h_1	[mm]	83,1	82,9	82,9	82,5	81,5
Bohrlochreinigung	[-]	Ausgesaugt				
Zeitpunkt Setzen	[hh:mm]	10:33	10:42	10:49	10:58	11:23
Zeitpunkt Ziehen	[hh:mm]	10:37	10:46	10:54	11:02	11:27
Zeitdifferenz Setzen- Ziehen	[hh:mm]	0:04	0:04	0:05	0:04	0:04
Anzugsdrehmoment T	[Nm]	16,20	14,74	15,70	15,33	16,41
1. Lastmaximum N_1	[kN]	-	11,85	-	-	-
Verschiebung s_1 bei Last N_1	[mm]	-	0,66	-	-	-
Versagenslast N_u	[kN]	17,50	20,78	19,43	18,69	18,45
Mittelwert $N_{u, m}$	[kN]	18,97				
Variationskoeffizient	[%]	6,5				
Verschiebung s bei der Last N_u	[mm]	3,47	5,23	4,44	4,68	3,64
Verschiebung s bei 0,5 $N_{u, m}$	[mm]	0,19	0,21	0,26	0,40	0,36
Mittelwert s bei 0,5 $N_{u, m}$	[mm]	0,29				
Variationskoeffizient	[%]	32,5				
Versagensart		H	H	H	H	H
Bemerkungen:						
Legende der Versagensarten: C = Betonausbruch/ Ausbruchkegel SP = Spalten des Betons S = Stahlbruch H = Versagen zw. Bohrlochwand u. Hülse B = Versagen zw. Schraube u. Hülse						

Tabelle 6.8 Ergebnisse der Versuche der Serie EM-10-I ($f_{c,c 200} = 24,4 \text{ N/mm}^2$); Dübel Typ 4 (10 mm); Konditionierung luftfeucht; $d_{cut} = 10,25 \text{ mm}$; Belastungsgeschwindigkeit 10 mm/min; Versuche mit Vorspannung

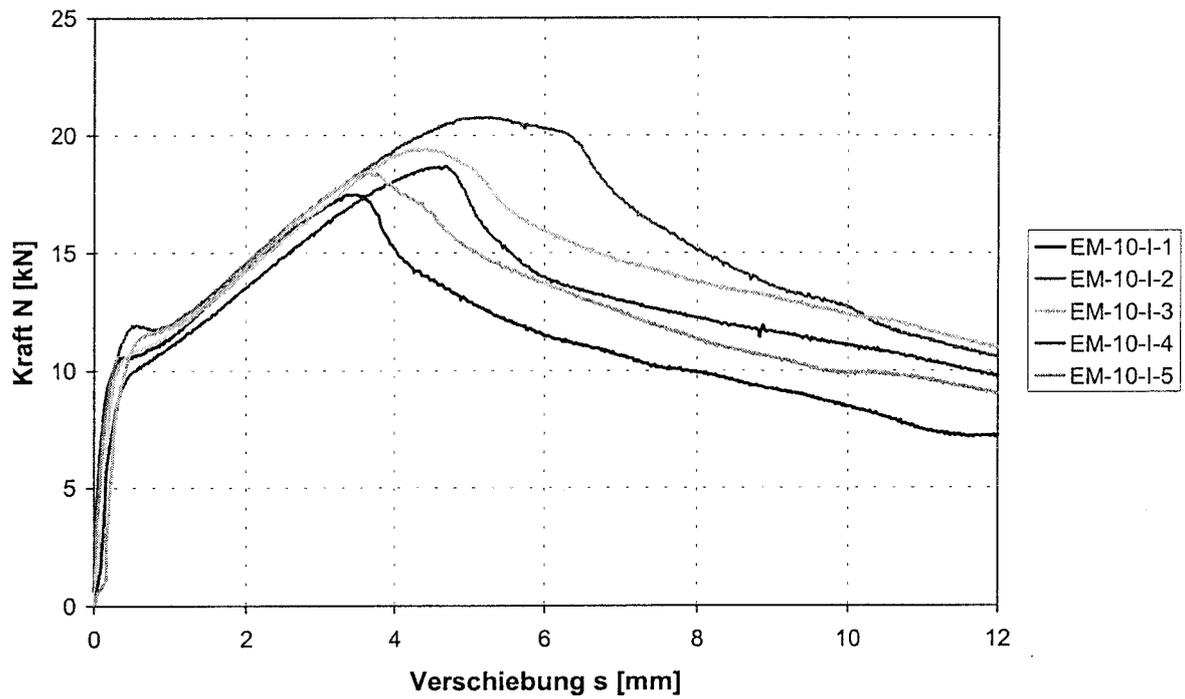


Bild 6.8 Last- Verschiebungskurve der Versuche der Serie EM-10-I; Dübel Typ 4 (10 mm).



EM-1-L		Erstellt am: 28.06.01				
Auftrags Nr.	: G06000					
Versuchsart	: Einfluss der Belastungsgeschwindigkeit und der Vorspannung					
Dübeltyp / Datum Lieferschein	: Typ 4 (10 mm)/ 12.12.00					
Versuchsbeschreibung	: Belastungsgeschwindigkeit 1 mm/ min; Ohne Vorspannung					
Serie	: EM-1-L					
Prüfer	: Dipl.-Ing. T. Pregartner					
Beton	: C20/ 25	Schrauber	: TAD500			
Bezeichnung der Platte	: G09001-1	Bohrreackmaß d_{cut} [mm]	: 10,25			
Alter der Betonplatte [d]	: 2.08.01	Bohrmaschine	: TE35			
Bohrlochtiefe h_f (Soll) [mm]	: 80	Drehmomentmesswelle	: DM 013 (50Nm)			
Setztiefe h_{ef} (Soll) [mm]	: 70	Zugvorrichtung (Zylinder)	: SHz006 (50kN)			
Temperatur [°C]	: 20°C	Kraftmessdose	: KMD040 (50kN)			
Konditionierung der Hülse	: 2,33%	Wegaufnehmer 1	: WA055,WAK050			
Aufzeichnungsfrequenz [Hz]	: 5	Wegaufnehmer 2	: WA056,WAK021			
		Rissaufnehmer	:			
Versuchs- Nr.		1	2	3	4	5
Druckfestigkeit $\beta_{w, 200}$	[N/mm ²]	24,4				
Versuchsdatum		7.11.01				
Bohrlochtiefe h_f	[mm]	83,1	82,6	82,5	82,7	83,5
Bohrlochreinigung	[-]	Ausgesaugt				
Zeitpunkt Setzen	[hh:mm]	14:33	14:49	15:02	15:20	15:35
Zeitpunkt Ziehen	[hh:mm]	14:37	14:53	15:06	15:24	15:39
Zeitdifferenz Setzen- Ziehen	[hh:mm]	0:04	0:04	0:04	0:04	0:04
Anzugsdrehmoment T	[Nm]	15,41	12,93	15,95	16,74	20,23
1. Lastmaximum N_1	[kN]	-	10,73	-	-	-
Verschiebung s_1 bei Last N_1	[mm]	-	1,12	-	-	-
Versagenslast N_u	[kN]	18,93	19,87	19,63	21,04	19,85
Mittelwert $N_{u, m}$	[kN]	19,86				
Variationskoeffizient	[%]	3,8				
Verschiebung s bei der Last N_u	[mm]	4,89	5,44	6,07	5,48	5,50
Verschiebung s bei 0,5 $N_{u, m}$	[mm]	1,05	0,86	0,84	0,76	1,27
Mittelwert s bei 0,5 $N_{u, m}$	[mm]	0,95				
Variationskoeffizient	[%]	21,4				
Versagensart		H	H+C	H+C	H	H+C
Bemerkungen:	Nr.1: Bei Montage versehentlich 0,8 kN Druck					
Legende der Versagensarten: C = Betonausbruch/ Ausbruchkegel SP = Spalten des Betons S = Stahlbruch H = Versagen zw. Bohrlochwand u. Hülse B = Versagen zw. Schraube u. Hülse						

Tabelle 6.9 Ergebnisse der Versuche der Serie EM-1-L ($f_{c,c 200} = 24,4 \text{ N/mm}^2$); Dübel Typ 4 (10 mm); Konditionierung luftfeucht; $d_{cut} = 10,25 \text{ mm}$; Belastungsgeschwindigkeit 1 mm/min; Versuche ohne Vorspannung

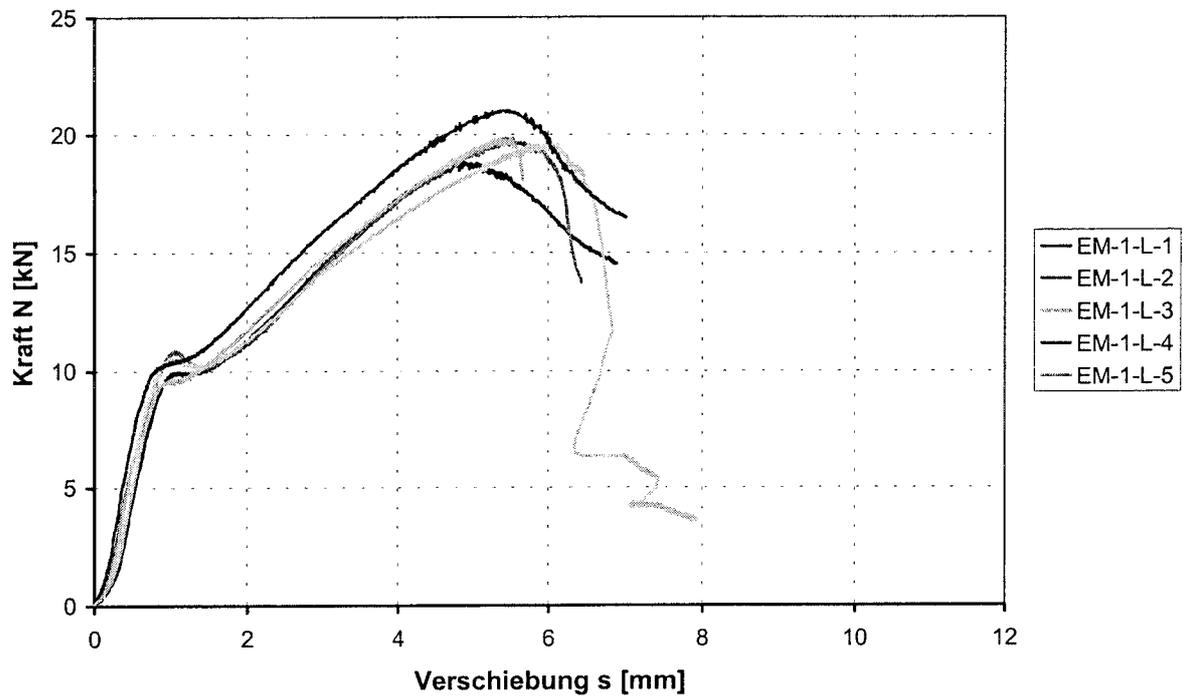


Bild 6.9 Last- Verschiebungskurve der Versuche der Serie EM-1-L; Dübel Typ 4 (10 mm).

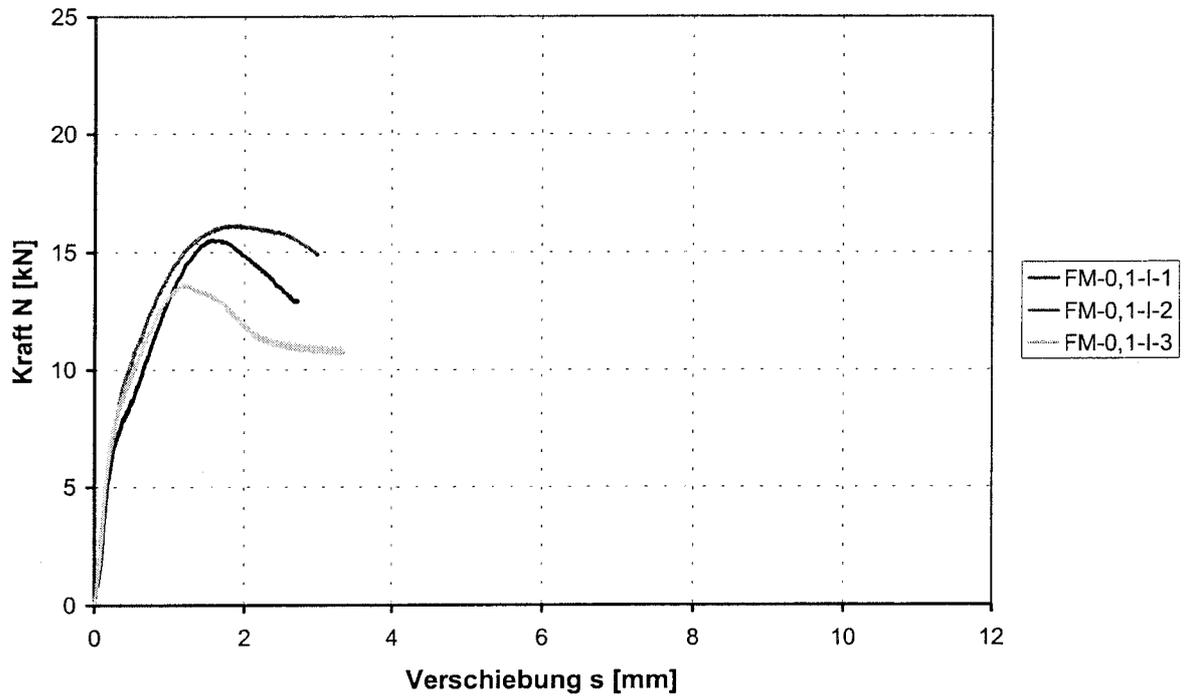


Bild 6.10 Last- Verschiebungskurve der Versuche der Serie FM-0,1-I; Dübel Typ 5 (10 mm).



FM-1-I		Erstellt am: 28.06.01				
Auftrags Nr.	: G06000					
Versuchsart	: Einfluss der Belastungsgeschwindigkeit und der Vorspannung					
Dübeltyp / Datum Lieferschein	: Typ 5 (10 mm)/ 20.10.00					
Versuchsbeschreibung	: Belastungsgeschwindigkeit 1 mm/ min; Mit Vorspannung					
Serie	: FM-1-I					
Prüfer	: Dipl.-Ing. T. Pregartner					
Beton	: C20/ 25	Schrauber	: TAD 500			
Bezeichnung der Platte	: G09001-1	Bohrereckmaß d_{cut} [mm]	: 10,25			
Alter der Betonplatte [d]	: 2.08.01	Bohrmaschine	: TE 35			
Bohrlochtiefe h_1 (Soll) [mm]	: 80	Drehmomentmesswelle	: DM 013 (50Nm)			
Setztiefe h_{ef} (Soll) [mm]	: 70	Zugvorrichtung (Zylinder)	: SHz006 (50kN)			
Temperatur [°C]	: 20°C	Kraftmessdose	: KMD040 (50kN)			
Konditionierung der Hülse [%]	: 3,08%	Wegaufnehmer 1	: WA055,WAK050			
Aufzeichnungsfrequenz [Hz]	: 5	Wegaufnehmer 2	: WA056,WAK021			
		Rissaufnehmer	:			
Versuchs- Nr.		1	2	3	4	5
Druckfestigkeit $\beta_{w, 200}$	[N/mm ²]	24,4				
Versuchsdatum		5.11.01				
Bohrlochtiefe h_1	[mm]	82,1	82,3	82,4	82,4	83,5
Bohrlochreinigung	[-]	Ausgesaugt				
Zeitpunkt Setzen	[hh:mm]	14:21	14:52	15:11	15:28	15:46
Zeitpunkt Ziehen	[hh:mm]	14:36	14:57	15:14	15:32	15:50
Zeitdifferenz Setzen- Ziehen	[hh:mm]	0:15	0:05	0:03	0:04	0:04
Anzugsdrehmoment T	[Nm]	15,53	12,63	14,92	14,50	16,88
1. Lastmaximum N_1	[kN]	-	-	-	-	-
Verschiebung s_1 bei Last N_1	[mm]	-	-	-	-	-
Versagenslast N_u	[kN]	13,80	13,20	16,10	12,27	12,39
Mittelwert $N_{u, m}$	[kN]	13,55				
Variationskoeffizient	[%]	11,5				
Verschiebung s bei der Last N_u	[mm]	1,23	1,28	1,52	1,15	1,18
Verschiebung s bei 0,5 $N_{u, m}$	[mm]	0,24	0,25	0,18	0,30	0,15
Mittelwert s bei 0,5 $N_{u, m}$	[mm]	0,22				
Variationskoeffizient	[%]	26,9				
Versagensart		H	H	H	H	H
Bemerkungen:						
Legende der Versagensarten: C = Betonausbruch/ Ausbruchkegel SP = Spalten des Betons S = Stahlbruch H = Versagen zw. Bohrlochwand u. Hülse B = Versagen zw. Schraube u. Hülse						

Tabelle 6.11 Ergebnisse der Versuche der Serie FM-1-I ($f_{c,c 200} = 24,4 \text{ N/mm}^2$); Dübel Typ 5 (10 mm); Konditionierung luftfeucht; $d_{cut} = 10,25 \text{ mm}$; Belastungsgeschwindigkeit 1 mm/min; Versuche mit Vorspannung

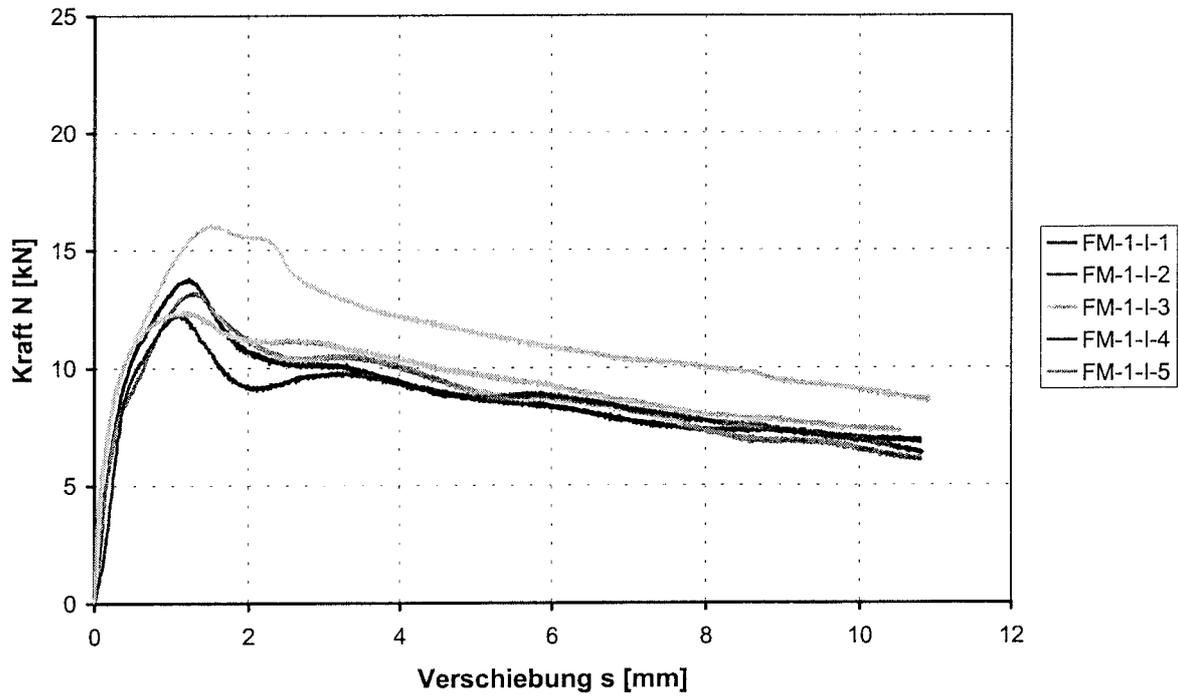


Bild 6.11 Last- Verschiebungskurve der Versuche der Serie FM-1-I; Dübel Typ 5 (10 mm).



FM-10-I		Erstellt am: 28.06.01				
Auftrags Nr.	: G06000					
Versuchsart	: Einfluss der Belastungsgeschwindigkeit und der Vorspannung					
Dübeltyp / Datum Lieferschein	: Typ 5 (10 mm)/ 20.10.00					
Versuchsbeschreibung	: Belastungsgeschwindigkeit 10 mm/ min; Mit Vorspannung					
Serie	: FM-10-I					
Prüfer	: Dipl.-Ing. T. Pregartner					
Beton	: C20/ 25	Schrauber	: TAD500			
Bezeichnung der Platte	: G09001-1	Bohrreckmaß d_{cut} [mm]	: 10,25			
Alter der Betonplatte [d]	: 2.08.01	Bohrmaschine	: TE35			
Bohrlochtiefe h_f (Soll) [mm]	: 80	Drehmomentmesswelle	: DM 013 (50Nm)			
Setztiefe h_{ef} (Soll) [mm]	: 70	Zugvorrichtung (Zylinder)	: SHz006 (50kN)			
Temperatur [°C]	: 20°C	Kraftmessdose	: KMD040 (50kN)			
Konditionierung der Hülse	: 3,08%	Wegaufnehmer 1	: WA055,WAK050			
Aufzeichnungsfrequenz [Hz]	: 15	Wegaufnehmer 2	: WA056,WAK021			
		Rissaufnehmer	:			
Versuchs- Nr.		1	2	3	4	5
Druckfestigkeit $\beta_{w, 200}$	[N/mm ²]	24,4				
Versuchsdatum		5.11.01 – 6.11.01				
Bohrlochtiefe h_f	[mm]	81,1	82,6	82,0	82,5	83,2
Bohrlochreinigung	[-]	Ausgesaugt				
Zeitpunkt Setzen	[hh:mm]	16:04	16:13	8:00	8:08	8:37
Zeitpunkt Ziehen	[hh:mm]	16:08	16:17	8:04	8:12	8:41
Zeitdifferenz Setzen- Ziehen	[hh:mm]	0:04	0:04	0:04	0:04	0:04
Anzugsdrehmoment T	[Nm]	15,88	14,08	16,63	16,58	20,90
1. Lastmaximum N_f	[kN]	-	-	-	-	-
Verschiebung s_f bei Last N_f	[mm]	-	-	-	-	-
Versagenslast N_u	[kN]	16,21	12,48	14,11	13,97	11,80
Mittelwert $N_{u, m}$	[kN]	13,72				
Variationskoeffizient	[%]	12,4				
Verschiebung s bei der Last N_u	[mm]	1,39	0,80	0,92	0,81	0,48
Verschiebung s bei $0,5 N_{u, m}$	[mm]	0,20	0,16	0,16	0,13	0,10
Mittelwert s bei $0,5 N_{u, m}$	[mm]	0,15				
Variationskoeffizient	[%]	23,0				
Versagensart		H	H	H	H	H
Bemerkungen:						
Legende der Versagensarten: C = Betonausbruch/ Ausbruchkegel SP = Spalten des Betons S = Stahlbruch H = Versagen zw. Bohrlochwand u. Hülse B = Versagen zw. Schraube u. Hülse						

Tabelle 6.12 Ergebnisse der Versuche der Serie FM-10-I ($f_{c,c 200} = 24,4 \text{ N/mm}^2$); Dübel Typ 5 (10 mm); Konditionierung luftfeucht; $d_{cut} = 10,25 \text{ mm}$; Belastungsgeschwindigkeit 10 mm/min; Versuche mit Vorspannung

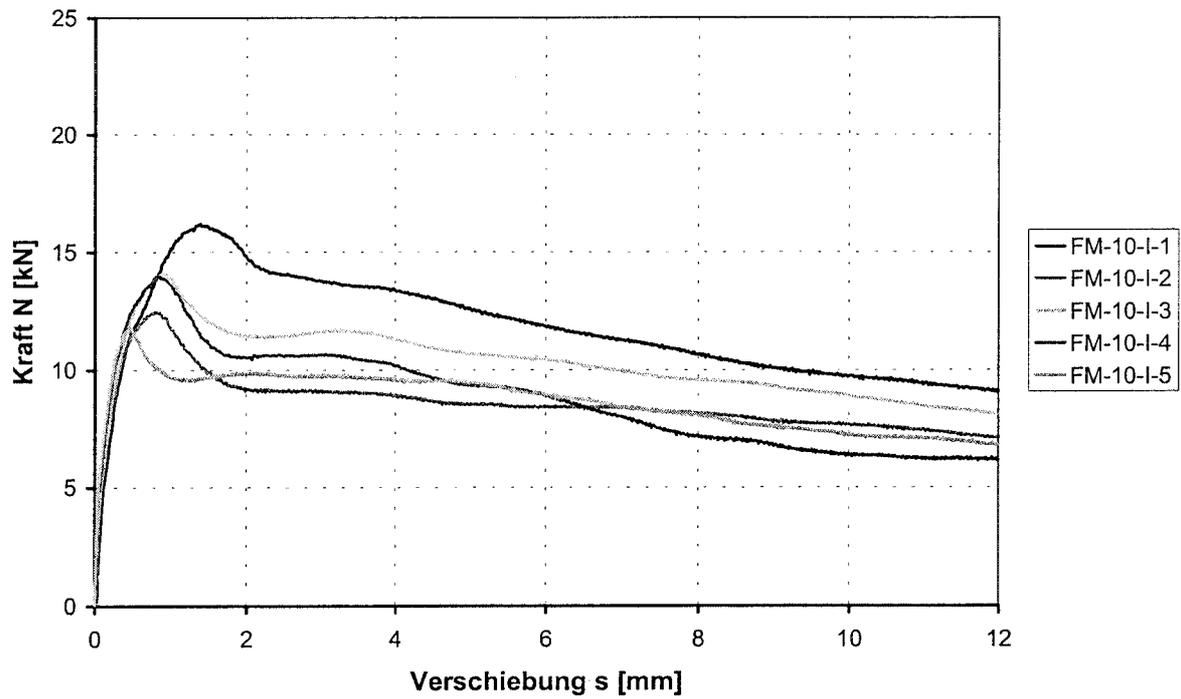


Bild 6.12 Last- Verschiebungskurve der Versuche der Serie FM-10-I; Dübel Typ 5 (10 mm).



FM-1-L		Erstellt am: 28.06.01				
Auftrags Nr.	: G06000					
Versuchsart	: Einfluss der Belastungsgeschwindigkeit und der Vorspannung					
Dübeltyp / Datum Lieferschein	: Typ 5 (10 mm)/ 20.10.00					
Versuchsbeschreibung	: Belastungsgeschwindigkeit 1 mm/ min; Ohne Vorspannung					
Serie	: FM-1-L					
Prüfer	: Dipl.-Ing. T. Pregartner					
Beton	: C20/ 25	Schrauber	: TAD500			
Bezeichnung der Platte	: G09001-1	Bohrreackmaß d_{cut} [mm]	: 10,25			
Alter der Betonplatte [d]	: 2.08.01	Bohrmaschine	: TE35			
Bohrlochtiefe h_1 (Soll) [mm]	: 80	Drehmomentmesswelle	: DM 013 (50Nm)			
Setztiefe h_{of} (Soll) [mm]	: 70	Zugvorrichtung (Zylinder)	: SHz006 (50kN)			
Temperatur [°C]	: 20°C	Kraftmessdose	: KMD040 (50kN)			
Konditionierung der Hülse	: 3,08%	Wegaufnehmer 1	: WA055,WAK050			
Aufzeichnungsfrequenz [Hz]	: 5	Wegaufnehmer 2	: WA056,WAK021			
		Rissaufnehmer	:			
Versuchs- Nr.		1	2	3	4	5
Druckfestigkeit $\beta_{w, 200}$	[N/mm ²]	24,4				
Versuchsdatum		8.11.01				
Bohrlochtiefe h_1	[mm]	82,5	83,2	83,4	83,6	83,1
Bohrlochreinigung	[-]	Ausgesaugt				
Zeitpunkt Setzen	[hh:mm]	7:37	7:52	8:04	8:16	8:28
Zeitpunkt Ziehen	[hh:mm]	7:42	7:56	8:08	8:20	8:32
Zeitdifferenz Setzen- Ziehen	[hh:mm]	0:05	0:04	0:04	0:04	0:04
Anzugsdrehmoment T	[Nm]	14,89	14,40	14,23	16,95	13,88
1. Lastmaximum N_1	[kN]	-	-	-	-	-
Verschiebung s_1 bei Last N_1	[mm]	-	-	-	-	-
Versagenslast N_u	[kN]	11,75	14,55	13,59	16,63	16,65
Mittelwert $N_{u, m}$	[kN]	14,63				
Variationskoeffizient	[%]	14,3				
Verschiebung s bei der Last N_u	[mm]	1,75	1,96	1,73	1,93	2,36
Verschiebung s bei $0,5 N_{u, m}$	[mm]	0,74	0,88	0,71	0,54	0,89
Mittelwert s bei $0,5 N_{u, m}$	[mm]	0,75				
Variationskoeffizient	[%]	19,0				
Versagensart		H	H	H	H	H
Bemerkungen:						
Legende der Versagensarten: C = Betonausbruch/ Ausbruchkegel SP = Spalten des Betons S = Stahlbruch H = Versagen zw. Bohrlochwand u. Hülse B = Versagen zw. Schraube u. Hülse						

Tabelle 6.13 Ergebnisse der Versuche der Serie FM-1-L ($f_{c,c 200} = 24,4 \text{ N/mm}^2$); Dübel Typ 5 (10 mm); Konditionierung luftfeucht; $d_{cut} = 10,25 \text{ mm}$; Belastungsgeschwindigkeit 1 mm/min; Versuche ohne Vorspannung

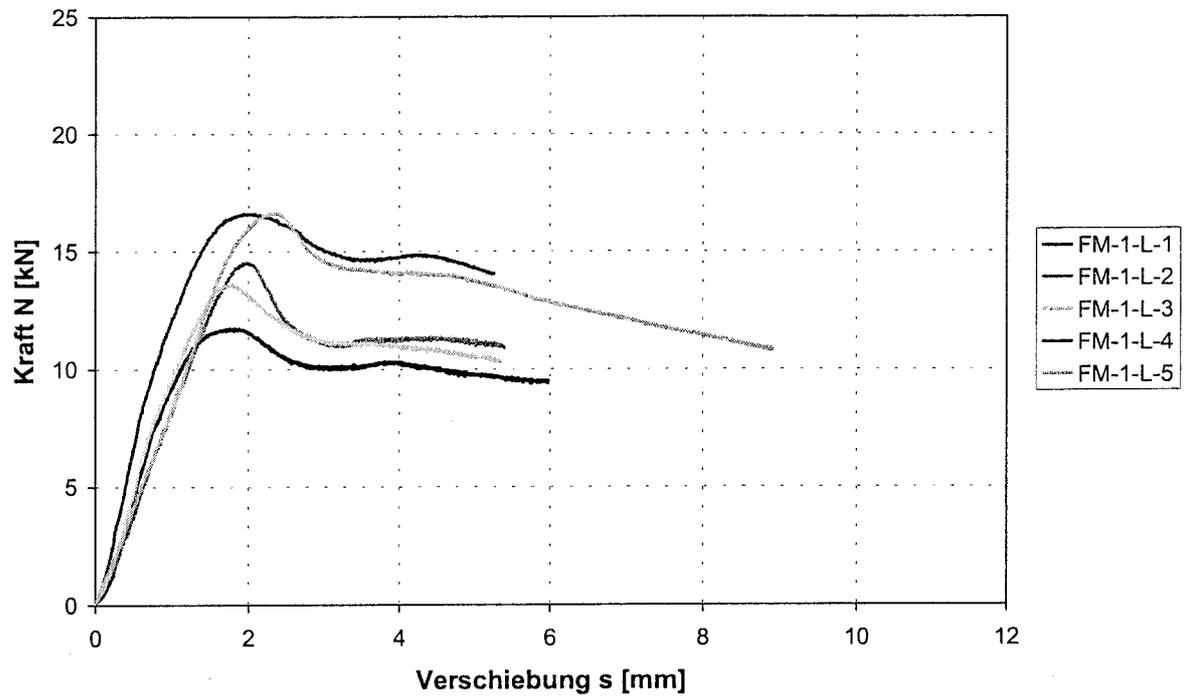


Bild 6.13 Last- Verschiebungskurve der Versuche der Serie FM-1-L; Dübel Typ 5 (10 mm).



7 Auswertung der Ergebnisse

7.1 Einfluss der Belastungsgeschwindigkeit

Bild 7.1 zeigt den Einfluss der Belastungsgeschwindigkeit auf das Spannungs-Dehnungsverhalten von trockenem Polyamid PA66. Es ist zu erkennen, dass Polyamid mit zunehmender Belastungsgeschwindigkeit spröder wird und eine höhere Festigkeit aufweist. Bei Belastungsgeschwindigkeiten zwischen 0,1 mm/min und 10 mm/min ergeben sich Unterschiede in der Zugfestigkeit des Polyamids zwischen 80 N/mm² und 90 N/mm².

In Bild 7.2 und Bild 7.3 ist der Einfluss der Belastungsgeschwindigkeit auf die Herausziehlasten der untersuchten Kunststoffdübel in Beton dargestellt. Bild 7.2 zeigt die Herausziehlasten als absolute Werte, während Bild 7.3 eine bezogene Darstellung zeigt. Bezugswert ist die mittlere Herausziehlast bei einer Belastungsgeschwindigkeit von 1 mm/min. Bei Dübel Typ 1 und Dübel Typ 4 ist ein leichter Anstieg der Herausziehlasten mit zunehmender Belastungsgeschwindigkeit erkennbar, der allerdings nur bei Dübel Typ 1 zwischen 1 mm/min und 10 mm/min statistisch signifikant ist (t-Test). Bei diesem Dübel ergibt sich ein Anstieg der Herausziehlasten infolge der größeren Belastungsgeschwindigkeit von ca. 30%. Die Herausziehlasten des Dübels Typ 5 scheinen mit zunehmender Belastungsgeschwindigkeit etwas abzufallen. Ein t-Test zeigt jedoch, dass die Ergebnisse alle zu einer Grundgesamtheit gehören und die Belastungsgeschwindigkeit bei diesem Dübel keinen Einfluss auf die Herausziehlasten hat.

Bild 7.4 zeigt den Einfluss der Belastungsgeschwindigkeit auf die Verschiebung der Dübel bei der mittleren Herausziehlast der Gesamtserie. Bei Dübel Typ 4 und Dübel Typ 5 ist im Mittel eine Abnahme der Verschiebung mit zunehmender Belastungsgeschwindigkeit erkennbar. Infolge der höheren Belastungsgeschwindigkeit wird der Kunststoff steifer und spröder, und daher die Verschiebungen im ansteigenden Ast der Last-Verschiebungskurve kleiner. Allerdings ist festzustellen, dass die Verschiebungen vor allem bei Dübel Typ 4 sehr stark streuen. Bei Dübel Typ 1 sind die Verschiebungen bei der mittleren Herausziehlast etwa konstant. Auch hier streuen die Ergebnisse vor allem bei der Ausziehgeschwindigkeit von 10 mm/min sehr stark.

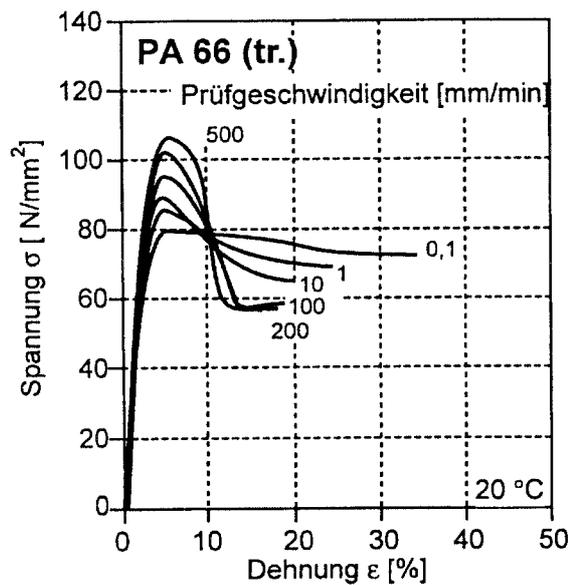


Bild 7.1 Einfluss der Belastungsgeschwindigkeit auf das Spannungs-Dehnungsverhalten von Polyamid PA66, nach [Ehrenstein 99].

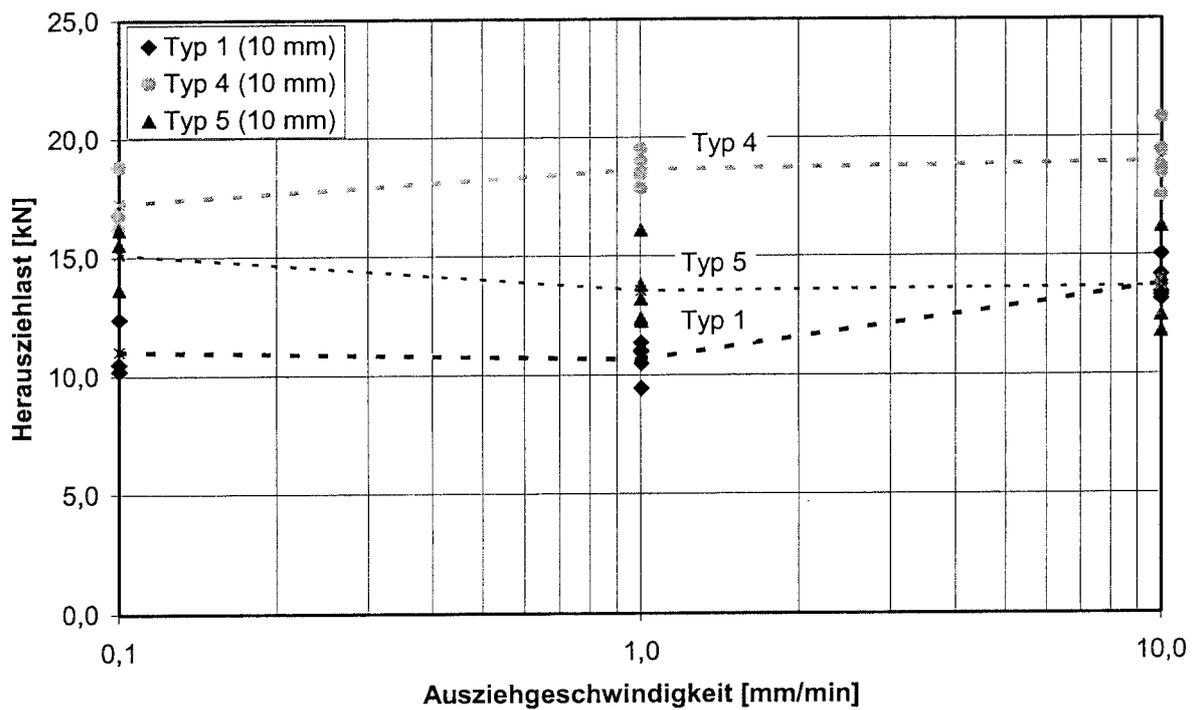


Bild 7.2 Einfluss der Belastungsgeschwindigkeit auf die Herausziehlusten der untersuchten Kunststoffdübel (Durchmesser 10 mm, Sollverankerungstiefe 70 mm)

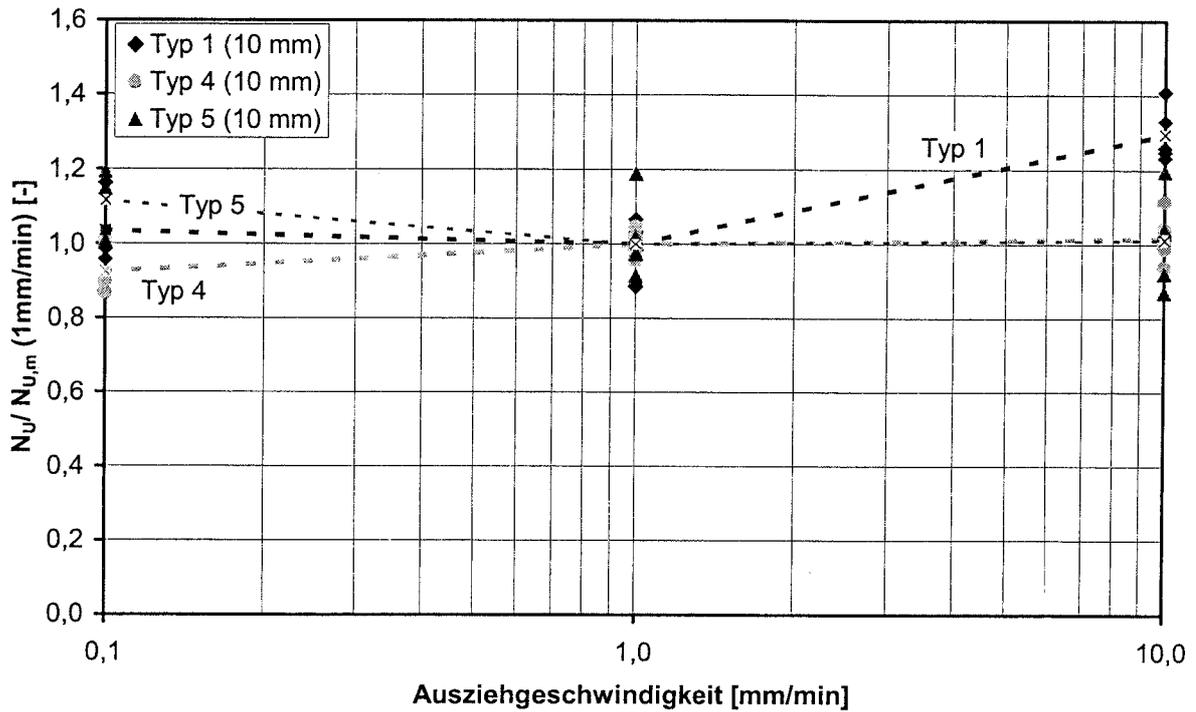


Bild 7.3 Einfluss der Belastungsgeschwindigkeit auf die bezogenen Herausziehlasten der untersuchten Kunststoffdübel (Durchmesser 10 mm, Sollverankerungstiefe 70 mm)

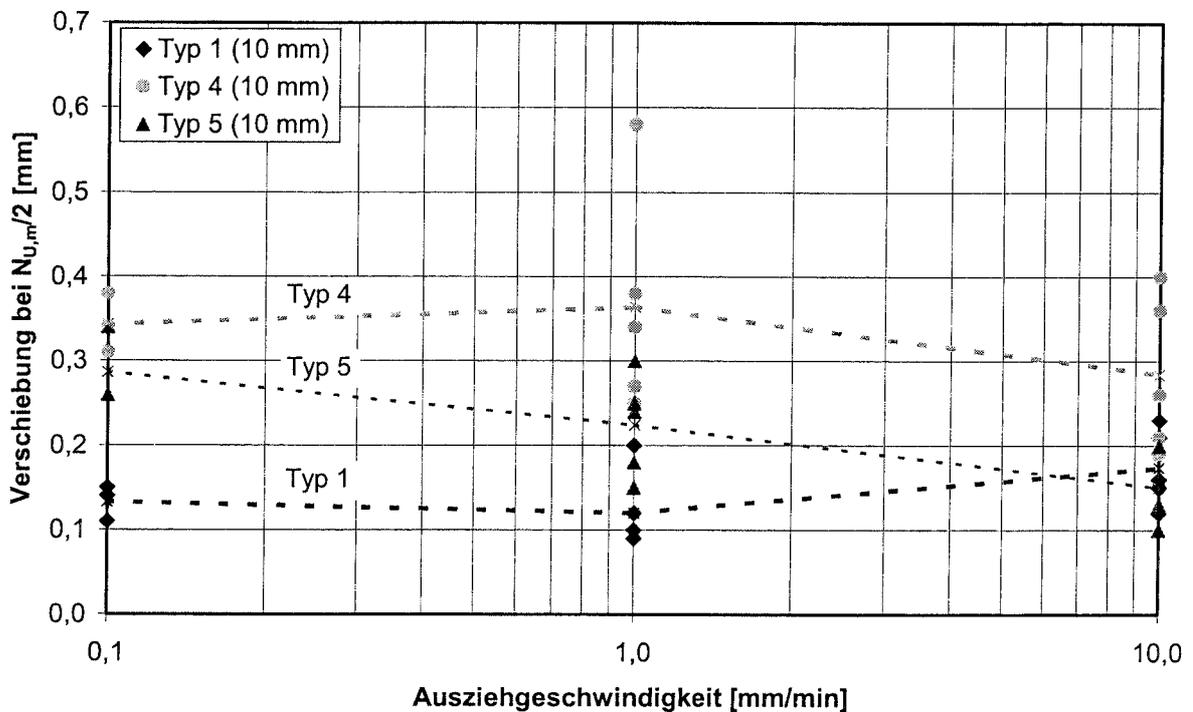


Bild 7.4 Einfluss der Belastungsgeschwindigkeit auf die Verschiebung bei $N_{u,m}/2$ der untersuchten Kunststoffdübel (Durchmesser 10 mm, Sollverankerungstiefe 70 mm)



7.2 Einfluss der Vorspannkraft

Bild 7.5 und Bild 7.6 zeigen den Einfluss der Vorspannkraft auf die Herausziehlasten der untersuchten Kunststoffdübel. In Bild 7.5 sind die Herausziehlasten als absolute Werte und in Bild 7.6 als bezogene Darstellung dargestellt. Bezugswert ist die mittlere Herausziehlast der Versuche mit Vorspannkraft. Die Dübel wurden alle in Durchsteckmontage gesetzt. Bei den Versuchen ohne Vorspannkraft wurde jedoch vor Versuchsbeginn die Vorspannkraft zwischen Anbauteil und Untergrund entfernt. In Bild 7.5 und Bild 7.6 ist zu erkennen, dass sich bei Prüfung ohne Vorspannkraft bei allen untersuchten Dübeln höhere mittlere Herausziehlasten ergeben als bei Prüfung mit Vorspannkraft. Die Laststeigerung ist bei den Dübeln Typ 1 und 4 statistisch signifikant und beträgt 17% bzw. 6%. Bei Dübel Typ 5 ist die Laststeigerung bei Prüfung ohne Vorspannkraft infolge der größeren Streuung der Versuchsergebnisse statistisch nicht signifikant. Durch die beim Verspreizen aufgebrauchte Vorspannung zwischen Untergrund und Dübel wird der Dübel dauerhaft durch eine Zugkraft beansprucht. Diese Zugkraft wirkt als Vorbelastung des Dübels und muss beim Zugversuch überwunden werden. Infolge der Vorspannkraft kommt es vermutlich zu Kriechverformungen zwischen Beton und Dübelhülse in Richtung der Betonoberfläche, die den Kunststoffdübel bereits vor dem eigentlichen Versuch schädigen. Bei Prüfung ohne Vorspannkraft kann sich der Dübel nach dem Entfernen der Vorspannkraft bis zum Zugversuch erholen und Verformungen infolge der Vorspannkraft teilweise rückbilden. Es ergeben sich daher bei Prüfung mit Vorspannkraft geringere Herausziehlasten als bei Prüfung ohne Vorspannkraft.

Bild 7.7 zeigt den Einfluss der Vorspannkraft auf die Verschiebung bei der mittleren Herausziehlast der Einzelserie. In diesem Bild ist zu erkennen, dass sich bei Prüfung ohne Vorspannkraft wesentlich größere Verschiebungen bei der mittleren Bruchlast ergeben als bei Prüfung mit Vorspannkraft. Beim Zugversuch muss bei Prüfung mit Vorspannkraft erst die Größe der Vorspannkraft überwunden werden bis es zu Verschiebungen zwischen Untergrund und Dübel kommt. Die Last-Verschiebungskurve verläuft daher wesentlich steifer als bei Prüfung ohne Vorspannkraft. Dies ist auch deutlich an der Form der Last-Verschiebungskurven im ansteigenden Ast erkennbar (vgl. z.B. Bild 6.9 mit Bild 6.7). Die Verschiebungen in den Kurzzeitzugversuchen werden in Zulassungsverfahren bei Auswertungen von Kriechversuchen als Grenzkriterium verwendet. Daher ist es wichtig, dass an unterschiedlichen Prüfinstituten neben den gleichen Herausziehlasten auch vergleichbare Dübelverschiebungen ermittelt werden.

Im Rahmen weiterer Untersuchungen wäre es von Interesse, wie groß die Vorspannkraft zwischen Kunststoffdübel und Untergrund tatsächlich sind. An den Last-Verschiebungskurven ist der Punkt, an dem die Vorspannkraft überwunden ist, teilweise erkennbar. Die Vorspannkraft könnte jedoch in FEP I Untersuchungen in Abhängigkeit des Dübeltyps und der Montageart gemessen werden. Auch Untersuchungen über den zeitlichen Verlauf der Vorspannkraft wären von Interesse.

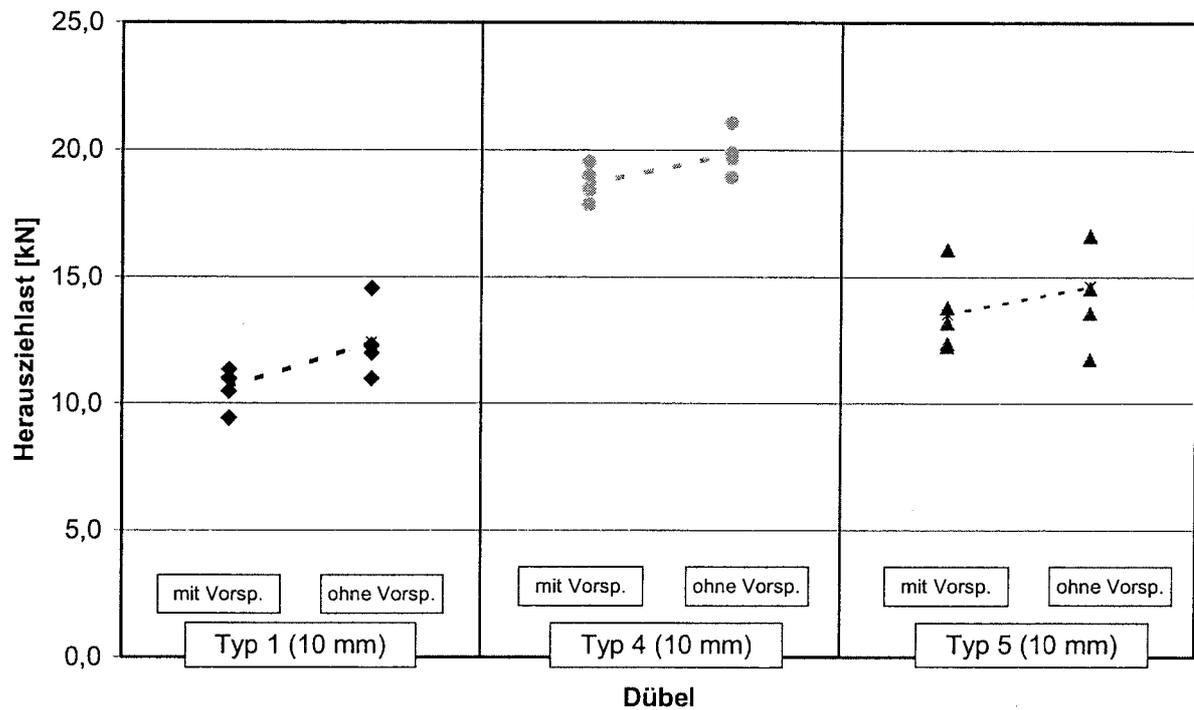


Bild 7.5 Einfluss der Vorspannkraft auf die Herausziehlaster der untersuchten Kunststoffdübel (Durchmesser 10 mm, Sollverankerungstiefe 70 mm)

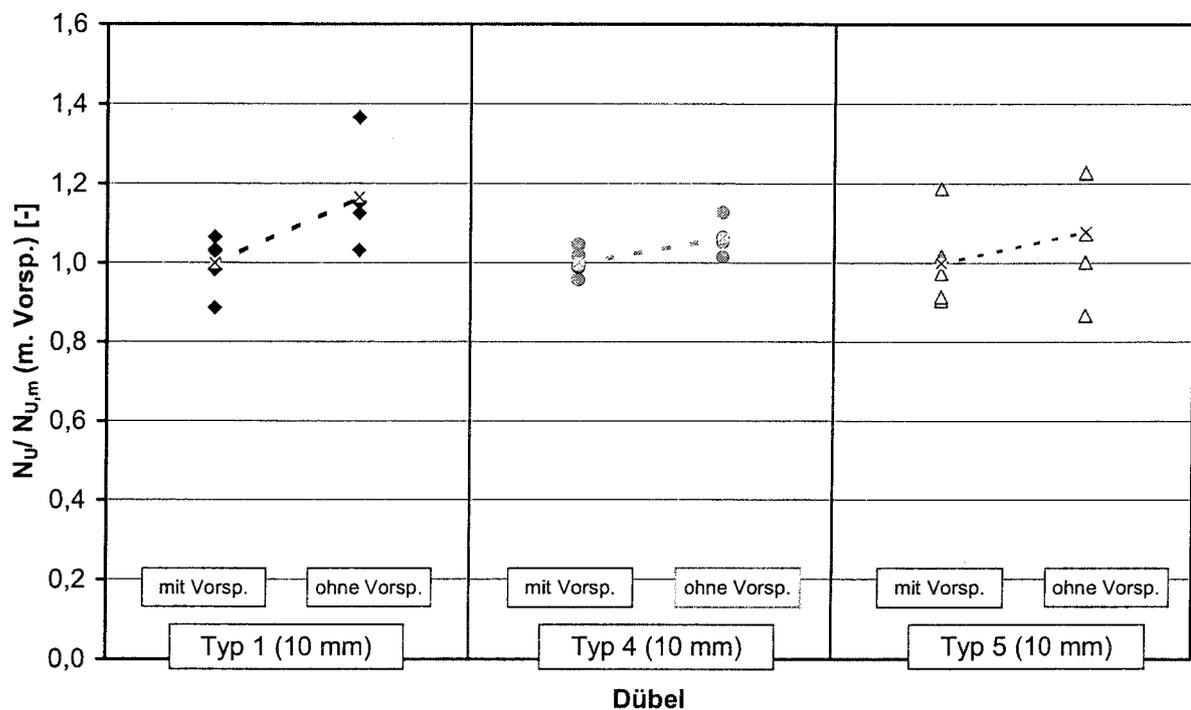


Bild 7.6 Einfluss der Vorspannkraft auf die bezogenen Herausziehlaster der untersuchten Kunststoffdübel (Durchmesser 10 mm, Sollverankerungstiefe 70 mm)

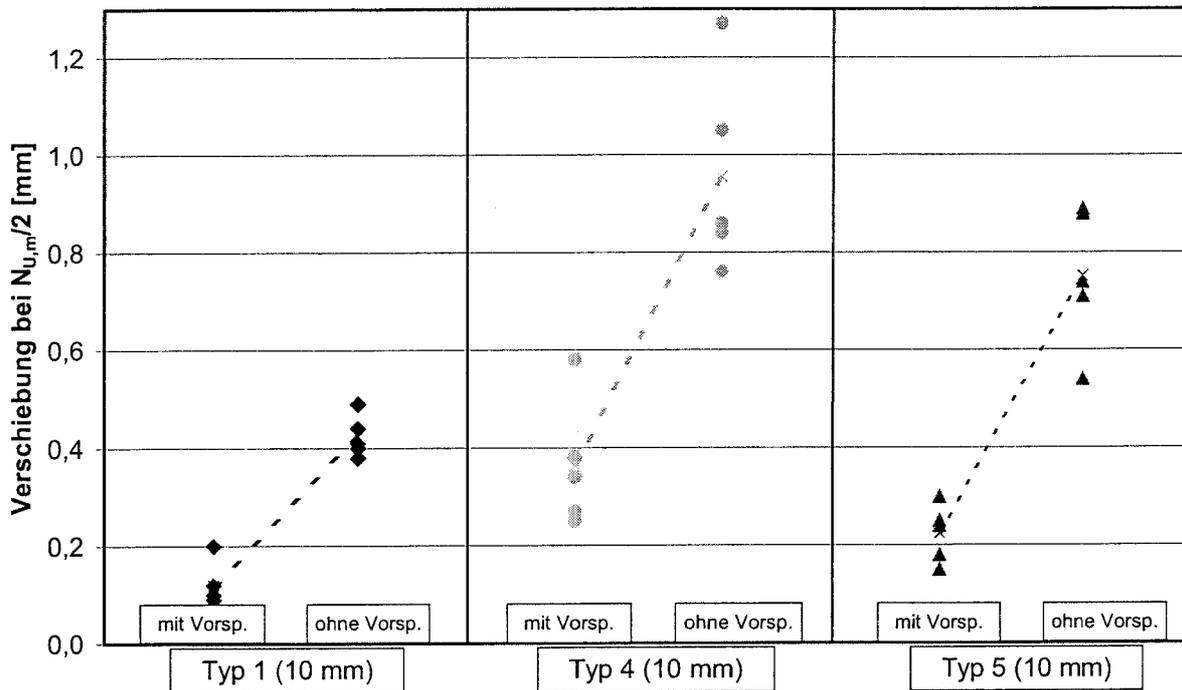


Bild 7.7 Einfluss der Vorspannkraft auf die Verschiebung bei $N_{u,m}/2$ der untersuchten Kunststoffdübel (Durchmesser 10 mm, Sollverankerungstiefe 70 mm)

7.3 Einfluss des Monteurs

Bei der Durchführung der Versuche mit Dübel Typ 1 ergab es sich zufällig, dass eine Serie der Versuche mit einem anderen Monteur durchgeführt wurde als die anderen Serien. Aufgrund der großen Streuung dieser Serie wurden die Versuche wiederholt. Bild 7.8 zeigt den Einfluss des Monteurs auf die Herausziehlasten. Es ist zu erkennen, dass sich bei Monteur B im Mittel größere Herausziehlasten bei kleinerer Streuung der Versuchsergebnisse ergeben. Dies liegt an der gleichmäßigeren und geübteren Montageart des Monteurs B. Bild 7.9 zeigt für beide Serien den Zusammenhang zwischen Herausziehlast und Festdrehmoment. Es ist zu erkennen, dass bei Monteur A die Festdrehmomente deutlich ungleichmäßiger sind und mehr streuen als bei dem geübten Monteur B. Es ergeben sich größere Streuungen der Herausziehlasten. Weiterhin ist zu vermuten, dass die Herausziehlasten mit zunehmendem Festdrehmoment zunehmen. Diese Vermutung wird durch die Versuche etwa bestätigt. Die Herausziehlasten steigen mit zunehmendem Festdrehmoment an und die maximalen Herausziehlasten werden ebenfalls in den Versuchen mit den maximalen Festdrehmomenten erreicht. Weiterhin ergibt sich bei Monteur B, der im Mittel mit höheren Festdrehmomenten montierte, eine größere mittlere Herausziehlast.

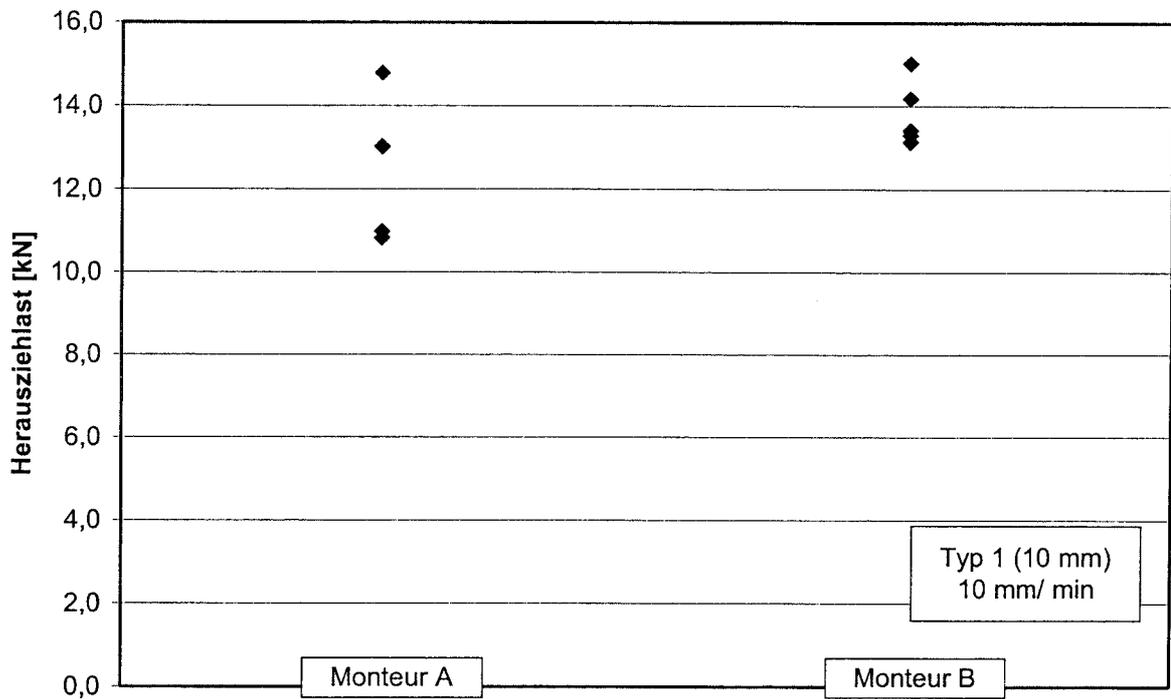


Bild 7.8 Einfluss des Monteurs auf die Herausziehlasten von Dübel Typ 1 (10 mm)

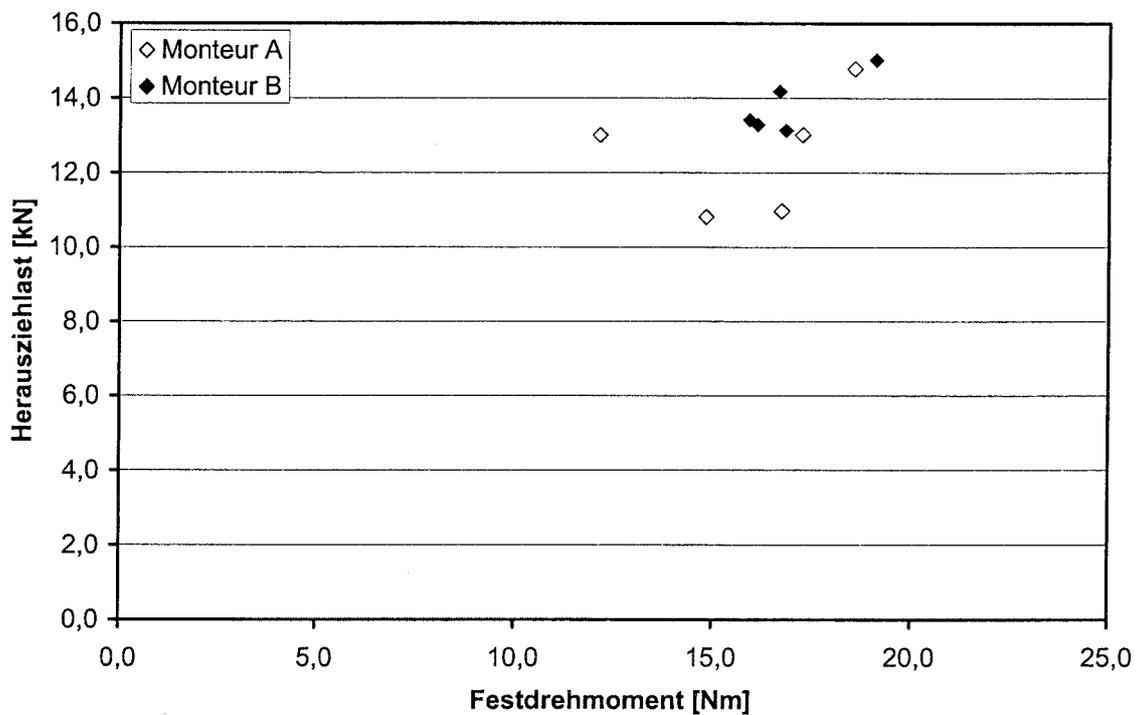


Bild 7.9 Einfluss des Monteurs auf die Herausziehlasten von Dübel Typ 1 (10 mm), Abhängigkeit zwischen Herausziehlast und Drehmoment



8 Vorschlag zur Prüfung von Kunststoffdübeln nach ETAG

Aus der Diskussion der Versuchsergebnisse in Abschnitt 7 wird deutlich, dass die Durchführung von Ausziehversuchen mit Kunststoffdübeln eindeutig beschrieben werden muss, um reproduzierbare und vergleichbare Versuchsergebnisse auch bei Prüfung in unterschiedlichen Instituten zu erhalten. Die Belastungsgeschwindigkeit hat in den variierten Grenzen zwischen 0,1 mm/min und 10 mm/min bei Dübel Typ 4 und 5 nur einen geringen Einfluss auf die Herausziehlasten, bei Dübel Typ 1 jedoch einen deutlichen. Im Rahmen der ETAG sollte die Belastungsgeschwindigkeit in Anlehnung an Annex A der Metaldübel-ETAG [ETAG 97/A] auf eine Zeitdifferenz zwischen Versuchsbeginn und Erreichen der Maximallast von 1 bis 3 Minuten festgelegt werden. Eine Variation der Ausziehgeschwindigkeit in diesem Bereich hat nach den Erkenntnissen in diesen Versuchsreihen keinen signifikanten Einfluss auf die Herausziehlasten. Eine Übertragung dieser Vorschrift auf servo-hydraulische Versuche führt bei mittleren Bruchverschiebungen von ca. 4 mm bei den Dübeln Typ 1 und Typ 4 zu Ausziehgeschwindigkeiten von 1,33 mm/min und 4 mm/min. Bei Dübel Typ 5 ergab sich eine mittlere Bruchverschiebung von ca. 1,3 mm. Man berechnet daraus mittlere Ausziehgeschwindigkeiten zwischen 0,43 mm/min und 1,3 mm/min. Je nach Steifigkeit und Bruchverschiebung des untersuchten Dübels darf die Ausziehgeschwindigkeit zwischen 0,4 mm/min und 4 mm/min betragen.

Die Untersuchungen zeigen, dass hinsichtlich des bei den Versuchen verwendeten Anbauteils eindeutige Vorschriften erforderlich sind, da die Prüfung mit oder ohne Vorspannkraft deutliche Unterschiede in den Herausziehlasten und dem Verschiebungsverhalten des Dübels hervorruft. Um die Prüfung praxistgerecht durchzuführen sollte die Vorspannkraft zwischen Kunststoffdübel und Beton vor dem Versuch nicht entfernt werden dürfen. Es ergeben sich bei dieser Prüfmethode in der Regel kleinere mittlere Herausziehlasten und ein steiferes Last-Verschiebungsverhalten. Diese Prüfmethode liegt also auf der sicheren Seite.



9 Zusammenfassung

Kunststoffdübel bestehen aus einer Dübelhülse aus Polyamid und einem Spreizelement aus Stahl. Bauaufsichtliche Zulassungen des DIBt regeln die Anwendungsbedingungen von Kunststoffdübeln für sicherheitsrelevante Befestigungen über zulässige Lasten in Beton und genormten Steinen. Die zulässigen Lasten werden hierbei aus Versuchsergebnissen abgeleitet. Einen allgemein gültigen Bemessungsansatz für Kunststoffdübel in Beton gibt es bisher nicht. Im Rahmen der EOTA wird zur Zeit eine ETAG für die Prüfung von Kunststoffdübeln erarbeitet. Bei der Ausarbeitung dieser ETAG ist es besonders wichtig die Prüfkriterien so festzulegen, dass bei Prüfung an unterschiedlichen Instituten vergleichbare Ergebnisse erzielt werden. Vergleichsversuche zwischen dem Institut für Werkstoffe im Bauwesen und dem Lehrstuhl für Kunststofftechnik, Universität Erlangen, haben gezeigt, dass die Versuchsdurchführung einen bedeutenden Einfluss auf die Herausziehlasten in Mauersteinen haben kann [Pregartner 01/1]. Es ergaben sich beim Vergleich der Versuchsdurchführung zwischen beiden Prüfinstituten Unterschiede in der gewählten Belastungsgeschwindigkeit und beim Erhalten der Vorspannkraft bis zum Versuchsbeginn.

Im Rahmen eines Versuchsprogramm wurden mit unterschiedlichen bauaufsichtlich zugelassenen Kunststoffdübeln mit Nenndurchmesser 10 mm Versuche zur Bestimmung des Einflusses der Belastungsgeschwindigkeit auf die Herausziehlasten im ungerissenen Beton durchgeführt. Die Versuche wurden servo-hydraulisch mit den Geschwindigkeiten 0,1 mm/min, 1 mm/min und 10 mm/min gefahren. Die Versuche wurden mit Anbauteilen durchgeführt, wie sie in der Regel am IWB für Ausziehversuche mit Kunststoffdübeln verwendet werden. In weiteren Versuchen wurde die Vorspannkraft zwischen Dübel und Untergrund vor dem Versuch entfernt, um die Vorgehensweise des LKT zu simulieren.

Es wurden $n=59$ Versuche mit 3 verschiedenen Dübeltypen (Durchmesser 10 mm) in ungerissenem Beton durchgeführt.

Die Versuche zeigen, dass die Ausziehgeschwindigkeit in den variierten Grenzen zwischen 0,1 mm/min und 10 mm/min bei Dübel Typ 4 und 5 keinen signifikanten Einfluss auf die Herausziehlasten hat, während bei Dübel Typ 1 ein deutlicher Einfluss vorliegt. Bei Dübel Typ 1 steigen die Herausziehlasten mit zunehmender Ausziehgeschwindigkeit an.

Die Vorspannkraft zwischen Dübel und Untergrund hat einen Einfluss auf die Herausziehlasten von Kunststoffdübeln. Es ergeben sich bei Prüfung ohne Vorspannkraft bei Dübel Typ 1 und 4 im Mittel größere Herausziehlasten als bei Prüfung ohne Vorspannkraft. Bei Dübel Typ 5 ergeben sich etwa gleich große Herausziehlasten. Die Verschiebungen bei der mittleren Herausziehlast sind bei Prüfung ohne Vorspannkraft wesentlich größer als bei Prüfung mit Vorspannkraft.

Es wird vorgeschlagen, in der ETAG für Kunststoffdübel [ETAG 00/1] Annex A festzulegen, dass die Prüfung mit einer Zeitdifferenz zwischen Versuchsbeginn und Maximallast von 1 bis 3 Minuten durchgeführt werden soll. Bei servo-hydraulischer Versuchsdurchführung ergeben sich dabei je nach Dübeltyp und Bruchverschiebung



Ausziehgeschwindigkeiten zwischen 0,4 mm/min und 4 mm/min. Bei den Ausziehversuchen sollte generell die Vorspannkraft zwischen Kunststoffdübel und Beton bis zum Beginn des Versuchs erhalten bleiben. Diese Prüfmethode ist praxisgerechter und liefert Ergebnisse, die auf der sicheren Seite liegen. Die Montage sollte immer komplett mit dem Schrauber erfolgen.

10 Englische Zusammenfassung- Summary

Plastic anchors consist of a sleeve made of polyamide and a spreading element made of steel. Qualification standards issued by the DIBt regulate the application conditions for plastic anchors for safety-relevant attachments under admissible loads in concrete and masonry in Germany. The admissible loads are derived from test results. There is currently no generally accepted design method for plastic anchors in concrete. In the context of the EOTA, an ETAG for the examination of plastic anchors is currently being compiled. In this ETAG the test criteria must be specified in such a way that when the qualification is performed by different institutes comparable results are obtained. Comparison of results from the Institute of Construction Materials (IWB), University of Stuttgart, and the Institute for Plastics Engineering (LKT), University of Erlangen, showed that the investigation procedure can have a significant influence on the pullout loads in masonry units [Pregartner 01/1]. Differences in the selected rate of load application and in the application of pretensioning force before the beginning of test between the testing institutes were observed.

In the test program with different plastic anchors with a nominal diameter of 10 mm tests were conducted to determine the influence of the rate of load application on the pullout loads in uncracked concrete. The tests were controlled servo-hydraulically with a loading rate of 0.1 mm/min, 1 mm/min and 10 mm/min. The tests were conducted with load fixtures typically used at the IWB for pullout tests with plastic anchors. In further tests the pretensioning force between the anchor and the specimens was removed prior to the test in order to simulate the procedure used at the LKT. N = 59 tests with 3 different anchor types (diameter 10 mm) were conducted in uncracked concrete. The tests show that the varying loading rate between 0,1 mm/min and 10 mm/min does not have a significant influence on the pullout loads with anchor type 4 and 5, while with anchor type 1 a clear influence is present. With anchor type 1 the pullout loads increase with increasing loading rate.

The pretensioning force between the anchor and the specimen has an influence on the pullout loads of plastic anchors. Anchor type 1 and 4 show an increase of the pullout loads when tested without pretensioning force. The displacement of the anchor is substantially larger when pretensioning is not applied.

It is recommended that in the ETAG for plastic anchors [ETAG 00/1] Annex A the time difference between the beginning of the test and the maximum load is reached from 1 to 3 minutes. When servo-hydraulic devices are used, this modification leads to loading rates between 0,4 mm/min and 4 mm/min depending upon the type of the anchor and the failure displacement. General in pullout tests the pretensioning force between the plastic anchor and the concrete should remain up to the beginning of the test. This testing method is practical and yields results, that are on the safe side. The installation should always be carried out using a screw gun.



11 Verwendete Unterlagen

[Ehrenstein 99] Ehrenstein G. W.: Polymer- Werkstoffe- Struktur, Eigenschaften, Anwendung. 2. überarbeitete Auflage, Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1999.

[ETAG 94] European Organisation for technical Approvals (EOTA): ETAG – Guideline for European Technical Approvals of Anchors (Metal Anchors) for Use in Concrete, September 94

[ETAG 97/A] European Organisation for technical Approvals (EOTA): Leitlinie für die europäische technische Zulassung für Metallechrauben zur Verankerung im Beton. Mitteilungen DIBT, 28. Jahrgang Sonderheft Nr. 16, 31. Dezember 1997, Anhang A: Einzelheiten der Versuche, Anhang B: Versuche zur Ermittlung der zulässigen Anwendungsbedingungen, detaillierte Angaben, Anhang C: Bemessungsverfahren für Verankerungen

[ETAG 00/1] European Organisation for technical Approvals (EOTA): Guideline for European Technical Approvals of Plastic Anchors for redundant Use in Concrete and Masonry for lightweight systems. DIBt April 2000, Draft ETAG, Part 1

[Pregartner 01/1] Pregartner T., Eligehausen R., Meyer A.: Ringversuche mit Kunststoffrahmendübeln in Mauersteinen aus Leichtbeton. Institut für Werkstoffe im Bauwesen, Universität Stuttgart, Bericht Nr. 01/02-11/8, 2001.



12 Formelzeichen aus der Befestigungstechnik

	Beschreibung
$A_{c,N}$	vorhandene Fläche des idealisierten Ausbruchkörpers auf der Betonoberfläche bei Zuglast
$A^{\circ}_{c,N}$	Fläche des idealisierten Ausbruchkörpers einer Einzelbefestigung mit großem Achs- und Randabstand auf der Betonoberfläche bei Zuglast
$A_{c,V}$	vorhandene Einflussfläche des idealisierten Ausbruchkörpers auf der seitlichen Betonoberfläche bei Querlast
$A^{\circ}_{c,V}$	Fläche des idealisierten Ausbruchkörpers einer Einzelbefestigung auf der seitlichen Betonoberfläche ohne Einfluss von Rändern parallel zur Lastrichtung, der Bauteildicke oder benachbarter Befestigungselemente bei Querlast
A_h	Aufstandsfläche eines Kopfbolzens
A_s	Spannungsquerschnitt
c	Randabstand
c_1	Randabstand in Richtung 1, bei Querlasten senkrecht zum Bauteilrand
c_2	Randabstand in Richtung 2, bei Querlasten Abstand zum lastparallelen Rand
c_{cr}	charakteristischer Randabstand
c_{min}	minimaler Randabstand
D	resultierende Druckkraft
d	Bolzendurchmesser eines Kopfbolzens oder Gewindedurchmesser
d_{cut}	Bohrreackmaß des verwendeten Hartmetallbohrers
d_h	Kopfdurchmesser eines Kopfbolzens
d_{nom}	Außendurchmesser des Befestigungselements
d_0	Bohrlochdurchmesser
e	Exzentrizität der äußeren Last
e_N	Exzentrizität der Resultierenden der Zugkräfte in den Befestigungselementen in Bezug auf den Schwerpunkt der zugbeanspruchten Befestigungselemente
e_V	Exzentrizität der Resultierenden der Querkkräfte in den Befestigungselementen in Bezug auf den Schwerpunkt der durch Querlasten beanspruchten Befestigungselemente
F	Kraft
$F_{S,V}$	Vorspannkraft
F_K	Klemmkraft
f_{uk}	charakteristische Zugfestigkeit des Stahls
f_{yk}	charakteristische Streckgrenze des Stahls
h	Bauteildicke
h_{ef}	Verankerungstiefe des Befestigungselements
h_{min}	Mindestbauteildicke
h_0	Bohrlochtiefe
l_f	wirksame Länge des Befestigungselements bei Querlast



M	Biegemoment
M_{Rk,s}	charakteristisches Biegemoment
M_{Sd}	Bemessungswert des einwirkenden Biegemoments
N	Zuglast
N₁	Erstes Lastmaximum/ Lastplateau bei Zuglast
N_u	Bruchlast bei Zuglast
N_{Rd}	Bemessungswert des Widerstandes unter Zuglast
N_{Rd,c}	Bemessungswert des Widerstandes unter Zuglast bei Betonausbruch
N_{Rd,p}	Bemessungswert des Widerstandes unter Zuglast bei Herausziehen
N_{Rd,s}	Bemessungswert des Widerstandes unter Zuglast bei Stahlverlagen
N_{Rd,sp}	Bemessungswert des Widerstandes unter Zuglast bei Spalten
N_{Rk,c}	charakteristischer Widerstand unter Zuglast bei Betonausbruch
N_{Rk,p}	charakteristischer Widerstand unter Zuglast bei Herausziehen
N_{Rk,s}	charakteristischer Widerstand unter Zuglast bei Stahlversagen
N_{Rk,sp}	charakteristischer Widerstand unter Zuglast bei Spalten
N_{Sd}	Bemessungswert der einwirkenden Zuglast
R_d	Bemessungswert der Tragfähigkeit
R_k	charakteristische Tragfähigkeit
S	Schnittgröße
S_d	Bemessungswert der Schnittgrößen
s	Achsabstand
s_{cr,N}	charakteristischer Achsabstand bei Zuglast
s_{min}	minimaler Achsabstand
T	Drehmoment
T_{inst}	Anzugsdrehmoment nach Herstellerangaben/ Montageanleitung
V	Querlast
V_u	Bruchlast bei Querlast
V_{Rd}	Bemessungswert des Widerstandes unter Querlast
V_{Rd,c}	Bemessungswert des Widerstandes unter Querlast bei Betonkantenbruch
V_{Rd,cl}	Bemessungswert des Widerstandes unter Querlast bei Betonversagen auf der lastabgewandten Seite
V_{Rd,s}	Bemessungswert des Widerstandes unter Querlast bei Stahlversagen
V_{Rk,c}	charakteristischer Widerstand unter Querlast bei Betonkantenbruch
V_{Rk,cl}	charakteristischer Widerstand unter Querlast bei Betonversagen auf der lastabgewandten Seite
V_{Rk,s}	charakteristischer Widerstand unter Querlast bei Stahlversagen
V_{Sd}	Bemessungswert der einwirkenden Querlast
v	Variationskoeffizient
W	Widerstandsmoment
w	Rissbreite
w_{95%}	95% - Fraktile der Rissbreiten
z	Hebelarm der inneren Kräfte



α_V	Winkel zwischen der Querlast und der Lotrechten zum Bauteilrand
$\beta_c (f_c)$	Betondruckfestigkeit, gemessen an Zylindern
$\beta_w (f_{cc})$	Betondruckfestigkeit, gemessen an Würfeln
γ_c	Teilsicherheitsbeiwert für Beton auf Druck
γ_F	Teilsicherheitsbeiwert der Last
γ_G	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Lasten
γ_Q	Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Lasten
γ_{Mc}	Teilsicherheitsbeiwert für das Material bei Betonversagen
γ_{Ms}	Teilsicherheitsbeiwert für das Material bei Stahlversagen
δ	Verschiebung
δ_N	Verschiebung unter Zuglast
δ_V	Verschiebung unter Querlast
μ	Reibbeiwert
ψ_{ec}	Einflussfaktor zur Berücksichtigung einer Exzentrizität
ψ_{ucr}	Einflussfaktor zur Berücksichtigung der Lage einer Verankerung im ungerissenen oder im gerissenen Beton
ψ_s	Einflussfaktor zur Berücksichtigung der Störung des rotationssymmetrischen Spannungszustandes im Beton durch Bauteilränder
$\psi_{re,N}$	Einflussfaktor zur Berücksichtigung einer dichten Bewehrung (Schalenabplatzen)
$\psi_{h,V}$	Einflussfaktor zur Berücksichtigung einer zur Bauteildicke nicht proportionalen Abnahme der Quertragfähigkeit
$\psi_{\alpha,V}$	Einflussfaktor zur Berücksichtigung des Winkels α den die angreifende Querlast mit der Richtung senkrecht zur freien Kante bildet

Bauforschung für die Praxis

- Brandschutzkosten im Wohnungsbau**
Karl Deters
Band 59, 2001, 245 S., Abb., Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4258-0
€ 50,- | sFr 86,-
- Gemeinschaftliches Wohnen im Alter**
R. Weeber, G. Wölflle, V. Rösner
Band 58, 2001, 175 S., Abb., Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4257-2
€ 46,- | sFr 79,-
- Entwicklung eines Bewertungssystems für ökonomisches und ökologisches Bauen und gesundes Wohnen**
C.J. Diederichs, P. Getto, S. Streck
Band 57, 2002, 230 S., mit CD-ROM, Abb., Tab., kart., ISBN 3-8167-4256-4
€ 50,- | sFr 86,-
- Vergabeverfahren und Baukosten**
Hannes Weeber, Simone Bosch
Band 56, 2001, 192 S., Abb., Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4255-6
€ 50,- | sFr 86,-
- Konzepte für die praxisorientierte Instandhaltungsplanung im Wohnungsbau**
Ralf Spilker, Rainer Oswald
Band 55, 2000, 71 S., 5 Abb., zahlr. Tab., kart., ISBN 3-8167-4254-8
€ 22,- | sFr 39,50
- Bewährung innen wärmedämmter Fachwerkbauten**
Problemstellung und daraus abgeleitete Konstruktionsempfehlungen
Reinhard Lamers, Daniel Rosenzweig, Ruth Abel
Band 54, 2000, 173 S., 123 Abb., kart.,
ISBN 3-8167-4253-X
€ 25,- | sFr 44,-
- Überprüfbarkeit und Nachbesserbarkeit von Bauteilen - untersucht am Beispiel der genutzten Flachdächer**
Rainer Oswald, Ralf Spilker, Klaus Wilmes
Band 53, 1999, 133 S., 49 Abb., 4 Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4252-1
€ 37,- | sFr 63,-
- Bauschadensfibel für den privaten Bauherrn und Hauskäufer**
Rainer Oswald, Ruth Abel, Volker Schnapauff
Band 52, 1999, 140 S., 19 Abb., 3 Tab., fester Einband, ISBN 3-8167-4251-3
€ 25,- | sFr 44,-
- Balkone, kostengünstig und funktionsgerecht**
Hannes Weeber, Margit Lindner
Band 51, 1999, 146 S., 102 Abb., 26 Tab., kart., ISBN 3-8167-4250-5
€ 38,- | sFr 65,-
- Kostenfaktor Erschließungsanlagen**
Hannes Weeber, Michael Rees
Band 50, 1999, 226 S., 107 Abb., 15 Tab., kart., ISBN 3-8167-4249-1
€ 50,- | sFr 86,-
- Eigenleistung beim Bauen**
Wie Eigentümer und Mieter sich am Bau ihrer Wohnung beteiligen können
R. Weeber, H. Weeber, S. Kleebaur, H. Gerth, W. Pohrt
Band 49, 1999, 154 S., 25 Abb., 12 Tab.,
ISBN 3-8167-4248-3
€ 22,- | sFr 39,50
- Kosteneinsparung durch Bauzeitverkürzung**
Barbara Bredenbals, Heinz Hullmann
Band 48, 1999, 174 S., 38 Abb., 36 Tab.,
ISBN 3-8167-4247-5
€ 37,- | sFr 64,-
- Das wärme- und feuchteschutztechnische Verhalten von stählernen Fassadendurchdringungen**
Lutz Franke, Gernod Deckelmann
Band 47, 1998, 74 S., 38 Abb., 13 Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4246-7
€ 15,- | sFr 26,-
- Kostengünstige bauliche Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs im Wohnungsbestand**
R. Oswald, R. Lamers, V. Schnapauff, R. Spilker, K. Wilmes
Band 46, 1998, 100 S., 57 Abb., kart.
ISBN 3-8167-4245-9
€ 17,- | sFr 30,50
- Sicherung des baulichen Holzschutzes**
Horst Schulze
Band 45, 1998, 168 S., 136 Abb., 10 Tab., kart., ISBN 3-8167-4244-0
€ 22,- | sFr 39,50
- Luftdichtigkeit von industriell errichteten Wohngebäuden in den neuen Bundesländern**
Wolfgang Richter, Dirk Reichel
Band 44, 1998, 88 S., 34 Abb., 15 Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4243-2
€ 15,- | sFr 26,-
- Leitfaden Kostendämpfung im Geschoßwohnungsbau**
Karl Deters, Joachim Arlt
Band 43, 1998, 162 S., 135 Abb., 34 Tab., kart., ISBN 3-8167-4242-4
€ 22,- | sFr 39,50
- Langzeitbewährung und Entwicklungstendenzen von Kunststoff-Bauprodukten im Wohnungsbau**
Dieter Arlt, Rainer Weltring
Band 42, 1998, 137 S., 90 Abb., 7 Graph., kart., ISBN 3-8167-4241-6
€ 20,- | sFr 35,-
- Ausschreibungshilfen für recyclinggerechte Wohnbauten**
Barbara Bredenbals, Wolfgang Willkomm
Band 41, 1998, 172 S., 28 Abb., kart.
ISBN 3-8167-4240-8
€ 22,- | sFr 39,50
- Gebrauchsanweisung für Häuser**
Volker Schnapauff, Silke Richter-Engel
Band 40, 1997, 116 S., 4 Abb., 7 Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4239-4
€ 19,- | sFr 34,-
- Ergänzender Neubau in bestehenden Wohnsiedlungen**
H. Weeber, R. Weeber, M. Lindner, u. a.
Band 39, 1997, 194 S., 230 Abb., kart.,
ISBN 3-8167-4238-6
€ 25,- | sFr 44,-
- Lüftung in industriell errichteten Wohnhäusern**
Wilfried Jank
Band 37, 1997, 66 S., 17 Abb., 12 Tab., 13 Tafeln, kart., ISBN 3-8167-4236-X
€ 15,- | sFr 26,-
- Auswirkungen der neuen Wärmeschutzverordnung auf den Schallschutz von Gebäuden**
Siegfried Koch, Werner Scholl
Band 36, 1997, 72 S., 33 Abb., 2 Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4235-1
€ 15,- | sFr 26,-
- Baukostensenkung durch gesicherte Schadensbeurteilung an haufwerksporigen Leichtbetonelementen der industriell errichteten Wohnbauten der ehemaligen DDR**
Mirko Neumann, Mathias Reuschel
Band 35, 1997, 320 S., 227 Abb., 105 Tab., kart., ISBN 3-8167-4234-3
€ 41,- | sFr 70,-
- Verhinderung von Emissionen aus Baustoffen durch Beschichtungen**
Lutz Franke, Martin Wesselmann
Band 34, 1997, 68 S., 11 Abb., 9 Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4233-5
€ 15,- | sFr 26,-
- Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) im Wohnungsbau**
Institut für Bauforschung e.V., Hannover
Band 32, 1997, 250 S., 128 Abb., 20 Tab., kart., ISBN 3-8167-4231-9
€ 30,- | sFr 51,50

BESTELLSCHEIN

■ **Titel ankreuzen und im Umschlag oder per Fax (07 11) 970 - 25 08 oder -25 07 senden an:**
 ■ **Fraunhofer IRB Verlag**
 ■ Fraunhofer-Informationszentrum
 ■ Raum und Bau IRB
 ■ Postfach 80 04 69, D-70504 Stuttgart
 ■ Telefon (07 11) 970 - 25 00
 ■ E-Mail: info@irb.fhg.de
 ■ URL: <http://www.IRBbuch.de>
 ■ Absender
 ■
 ■
 ■ Straße/PF
 ■
 ■ PLZ/Ort
 ■
 ■ Datum
 ■
 ■ Unterschrift

02/2002 [BfP-alle|Titel-Anzeige.qxd]

- Niedrigenergiehäuser unter Verwendung des Dämmstoffes Styropor**
Teil 1, Konstruktionsempfehlungen und optimierte Anschlußsituationen (Details)
W.-H. Pohl, S. Horschler, R. Pohl
Teil 2, Quantitative Darstellung der Wirkung von Wärmebrücken
Gerd Hauser, Horst Stiegel
Band 31, 1997, 294 S., 169 Abb., kart., ISBN 3-8167-4230-0
€ 14,- | sFr 25,-
- Fenster - Sanierung und Modernisierung**
Hans-Rudolf Neumann
Band 30, 1997, 134 S., 90 Abb., 11 Tab., kart., ISBN 3-8167-4229-7
€ 20,- | sFr 35,-
- Schäden an nicht industriell hergestellten Wohnbauten der neuen Bundesländer**
R. Oswald, R. Spilker, V. Schnapauff, u. a.
Band 29, 1996, 116 S., 66 Abb., 30 Tab., kart., ISBN 3-8167-4228-9
€ 17,- | sFr 30,50
- Parkierungsanlagen im verdichteten Wohnungsbau**
Hannes Weeber, Rotraut Weeber
Band 28, 1997, 156 S., 60 Abb., 28 Tab., kart., ISBN 3-8167-4227-0
€ 22,- | sFr 39,50
- Möglichkeiten der Einsparung von Wohnkosten durch Mieterbeteiligung**
M. Elff, K. Goldt, B. Harms, u. a.
Band 27, 1997, 157 S., 3 Abb., 8 Tab., kart., ISBN 3-8167-4226-2
€ 22,- | sFr 39,50
- Die Berechnung von Flachdecken über Zustands- und Einflußflächen**
Max Baerschneider
Band 26, 1996, 380 S., 196 Tab., kart., zweibändig, ISBN 3-8167-4225-4
€ 49,- | sFr 83,50
- Feuchttransportvorgänge in Stein und Mauerwerk - Messung und Berechnung**
M. Krus, H.-M. Künzel, K. Kießl
Band 25, 1996, 75 S., 31 Abb., 2 Tab., kart., ISBN 3-8167-4224-6
€ 15,- | sFr 26,-
- Wohngebäudesanierung und Privatisierung**
Hannes Weeber, Michael Rees
Band 24, 1996, 107 S., 51 Abb., 17 Tab., kart., ISBN 3-8167-4223-8
€ 20,- | sFr 35,-
- Der Feuchtehaushalt von Holz-Fachwerkwänden**
Helmut Künzel
Band 23, 1996, 85 S., 32 Abb., 10 Tab., kart., ISBN 3-8167-4222-X
€ 15,- | sFr 26,-
- Neue Konstruktionsalternativen für recyclingfähige Wohngebäude**
Barbara Bredenbals, Wolfgang Willkomm
Band 22, 1996, 110 S., 26 Abb., 3 Tab., kart., ISBN 3-8167-4221-1
€ 17,- | sFr 30,50
- Standicherheit der Wohnbauten in Fertigteilbauweise in den neuen Bundesländern**
E. Cziesielski, N. Fouad, F.-U. Vogdt
Band 21, 1996, 226 S., 71 Abb., kart., ISBN 3-8167-4220-3
€ 30,- | sFr 51,50
- Sicherheit von Glasfassaden**
X. Shen, H. Techen, J. D. Wörner
Band 20, 1996, 38 S., 26 Abb., 4 Tab., kart., ISBN 3-8167-4219-X
€ 12,- | sFr 21,50
- Kostengünstige Umnutzung aufgegebener militärischer Einrichtungen für Wohnzwecke, Wohnergängungseinrichtungen und andere Nutzungen**
B. Jacobs, J. Kirchhoff, J. Mezler
Band 19, 1996, 204 S., zahlreiche Abb., kart., ISBN 3-8167-4218-1
€ 28,- | sFr 47,50
- Holztafelbauweise im mehrgeschossigen Wohnungsbau**
Barbara Bredenbals, Heinz Hullmann
Band 18, 1996, 237 S., 116 Abb., 23 Tab., kart., ISBN 3-8167-4217-3
€ 30,- | sFr 51,50
- Gefährdungspotentiale asbesthaltiger Massenbaustoffe in den neuen Bundesländern**
Klaus Bergner, unter Mitarbeit von Franka Stodollik und Hans-Otto Eckler
Band 17, 1996, 75 S., 26 Abb., 9 Tab., kart., ISBN 3-8167-4216-5
€ 15,- | sFr 26,-
- Transparent gedämmte Altbauten**
G. H. Bondzio, K. Brandstetter, P. Sulzer, S. Al Bosta, u. a.
Band 15, 1996, 130 S., 44 Abb., 7 Tab., kart., ISBN 3-8167-4214-9
€ 22,- | sFr 39,50
- Kosten und Techniken für das "Überwintern" erhaltenswerter Bausubstanz**
Michael Rees, Hannes Weeber
Band 14, 1995, 190 S., zahlreiche Abb., kart., ISBN 3-8167-4213-0
€ 25,- | sFr 44,-
- Menschengerechte Raumklimatisierung durch Quelllüftung und Flächenkühlung**
Erhard Mayer (Hrsg.)
Band 13, 1995, 190 S., zahlreiche Abb., kart., ISBN 3-8167-4212-2
€ 25,- | sFr 44,-
- Zusätzliche Wärmedämmsysteme bei Fertigteilbauten**
Typenserie P2
P. Bauer, B. Loeser, H. Schwarzgig, T. Spengler
Band 12, 1995, 118 S., zahlreiche Abb., kart., ISBN 3-8167-4211-4
€ 20,- | sFr 35,-
- Körperschalldämmung von Sanitärräumen**
Karl Gösele, Volker Engel
Band 11, 1995, 76 S., zahlreiche Abb., kart., ISBN 3-8167-4210-6
€ 15,- | sFr 26,-
- Bauschäden an Holzbalkendecken in Feuchtraumbereichen**
Gertraud Hofmeister
Band 9, 1995, 210 S., zahlreiche Abb., kart., ISBN 3-8167-4208-4
€ 25,- | sFr 44,-
- Ökologische Auswirkungen von Hochhäusern**
Band 8, 1995, 418 S., 114 Abb., kart., ISBN 3-8167-4207-6
€ 50,- | sFr 86,-
- Wohnhochhäuser heute**
H. Weeber, R. Weeber, M. Hasenmaier, u. a.
Band 7, 1995, 165 S., zahlreiche Abb., kart., ISBN 3-8167-4206-8
€ 25,- | sFr 44,-
- Abfallvermeidung in der Bauproduktion**
Barbara Bredenbals, Wolfgang Willkomm
Band 6, 1994, 198 S., 75 Abb., 16 Tab., kart., ISBN 3-8167-4205-X
€ 25,- | sFr 44,-
- Barrierefreie Erschließungssysteme von Wohngebäuden**
R. Weeber, M. Rees, H. Weeber
Band 5, 1994, 64 S., 52 Abb., 6 Tab., kart., ISBN 3-8167-4204-1
€ 12,- | sFr 21,50
- Die Ausführung des Umkehrdaches bei erhöhten Anforderungen an den Wärmeschutz**
Lutz Franke, Gernod Deckelmann
Band 4, 1994, 80 S., zahlreiche Abb. und Tab., kart., ISBN 3-8167-4203-3
€ 20,- | sFr 35,-
- Niveaugleiche Türschwellen bei Feuchträumen und Dachterrassen**
R. Oswald, A. Klein, K. Wilmes
Band 3, 1994, 56 S., 48 Abb., kart., ISBN 3-8167-4202-5
€ 12,- | sFr 21,50
- Wohnbauten in Fertigteilbauweise in den neuen Bundesländern**
R. Oswald, V. Schnapauff, R. Lamers, u. a.
Band 2, 1995, 333 S., 515 Abb., kart., ISBN 3-8167-4201-7
€ 40,- | sFr 69,50
- Heizung und Lüftung im Niedrigenergiehaus**
Gerhard Hausladen, Peter Springl
Band 1, 1994, 214 S., 74 Abb., 17 Tab., kart., ISBN 3-8167-4200-9
€ 25,- | sFr 44,-
- Informieren Sie mich bitte laufend über neue **Fachbücher**

BESTELLSCHEIN

■ **Titel ankreuzen und im Umschlag oder per Fax (07 11) 970 - 2508 oder -2507 senden an:**

■ **Fraunhofer IRB Verlag**

■ Fraunhofer-Informationszentrum
■ Raum und Bau IRB

■ **Postfach 80 04 69, D-70504 Stuttgart**

■ **Telefon (07 11) 970 - 2500**

■ **E-Mail: info@irb.fhg.de**

■ **URL: <http://www.IRBbuch.de>**

■ Absender

■

■

■ Straße/PF

■ PLZ/Ort

■ Datum

■ Unterschrift

Schadenfreies Bauen

Herausgegeben von Professor Günter Zimmermann

- Schadenfreies Bauen**
Gesamtausgabe Bände 1 – 26
 2002, alle Bände mit festem Einband
 ISBN 3-8167-5796-0
 € 1037,- | sFr 1744,-
 Bei Abnahme der Gesamtausgabe
 sparen Sie € 115,-
- Schäden an polymeren Beschichtungen**
 Robert Engelfried
 Band 26: 2001, 146 S., 94 Abb., 14 Tab.,
 ISBN 3-8167-5795-2
 € 40,- | sFr 68,50
- Schäden an Belägen und Bekleidungen mit Keramik- und Werksteinplatten**
 Günter Zimmermann
 Band 25: 2001, 200 S., 175 Abb., 16 Tab.,
 ISBN 3-8167-5791-X
 € 48,- | sFr 82,50
- Schäden an Installationsanlagen**
 Heizungs- und Raumluftechnische Anlagen,
 Trinkwasser-, Abwasser- und Gasinstallations-
 anlagen
 Heinz Wirth, Stefan Wirth
 Band 24: 2001, 270 S., 114 Abb., 33 Tab.,
 ISBN 3-8167-5790-1
 € 57,- | sFr 96,-
- Schäden an Türen und Toren**
 Ralf Schumacher
 Band 23: 2001, 372 S., 291 Abb., 32 Tab.,
 ISBN 3-8167-4169-X
 € 71,- | sFr 118,-
- Schäden an elastischen und textilen Bodenbelägen**
 Hans-Joachim Scheewe
 Band 22: 2001, 232 S., 80 überw. farb. Abb.,
 50 Tab.,
 ISBN 3-8167-4168-1
 € 50,- | sFr 86,-
- Schäden an Glasfassaden und -dächern**
 Peter Küffner, Oliver Lummertzheim
 Band 21: 2000, 132 S., 106 z.T. farb. Abb.,
 6 Tab.,
 ISBN 3-8167-4165-7
 € 40,- | sFr 68,50
- Schäden an Wärmedämm-Verbundsystemen**
 Erich Cziesielski, Frank Ulrich Vogdt
 Band 20: 2000, 202 S., 75 Konstruktionsskiz-
 zen, 28 Tab. u. Diagramme, 98 Fotos,
 ISBN 3-8167-4164-9
 € 50,- | sFr 86,-
- Schäden an Außenwänden aus Mehrschicht-Betonplatten**
 Ralf Ruhnau, Nabil Fouad
 Band 19: 1998, 104 S., 61 Abb.; 7 Tab.,
 ISBN 3-8167-4160-6
 € 35,- | sFr 60,50
- Schäden an Deckenbekleidungen und abgehängten Decken**
 Hubert Satzger
 Band 18: 1998, 78 S., 59 Abb., 5 Tab.,
 ISBN 3-8167-4159-2
 € 23,- | sFr 40,50
- Schäden an Dränanlagen**
 Wilfried Muth
 Band 17: 1997, 114 S., 128 Abb., 10 Tab.,
 ISBN 3-8167-4154-1
 € 35,- | sFr 60,50
- Tauwasserschäden**
 Richard Jenisch
 Band 16: 2. überarb. Aufl., 2001, 129 S.,
 66 Abb., 6 Tab., ISBN 3-8167-5792-8
 € 37,- | sFr 62,50
- Schäden an Estrichen**
 Klaus G. Aurnhammer
 Band 15: 2., erg. Aufl., 1999, 216 S., 44 Abb.;
 17 Tab.,
 ISBN 3-8167-4162-2
 € 46,- | sFr 78,-
- Schäden an Tragwerken aus Stahlbeton**
 Bernhard Brand, Gerhard Glatz
 Band 14: 1996, 217 S., 129 Abb., 24 Tab.,
 ISBN 3-8167-4153-3
 € 46,- | sFr 78,-
- Schäden an Außenwänden aus Ziegel- und Kalksandstein-Verblendmauerwerk**
 Helmut Klaas, Erich Schulz
 Band 13: 1995, 224 S., 162 Abb., 13 Tab.,
 ISBN 3-8167-4152-5
 € 46,- | sFr 78,-
- Schäden an Metallfassaden und -dachdeckungen**
 Franz Lubinski, Fritz Röbber, Uwe Nagel, u. a.
 Band 12: 2. erw. Aufl., 2001, 415 S., 303
 Abb., 22 Tab.,
 ISBN 3-8167-4166-5
 € 76,- | sFr 127,-
- Schäden an Außenmauerwerk aus Naturstein**
 Martin Sauder, Renate Schloenbach
 Band 11: 1995, 274 S., 95 Abb., 31 Tab.,
 ISBN 3-8167-4150-9
 € 50,- | sFr 86,-
- Schäden an Außenwänden mit Asbestzement-, Faserzement- und Schieferplatten**
 Klaus W. Liersch
 Band 10: 1995, 146 S., 86 Abb., 20 Tab.,
 ISBN 3-8167-4149-5
 € 38,- | sFr 65,-
- Schäden an Fassadenputzen**
 Helmut Künzel
 Band 9: 2. erw. Aufl., 2000, 142 S., mit zahlr.
 Abb. und Tab.,
 ISBN 3-8167-4167-3
 € 38,- | sFr 65,-
- Schäden an Abdichtungen in Innenräumen**
 Erich Cziesielski, Michael Bonk
 Band 8: 1994, 112 S., 55 Abb., 4 Tab.,
 ISBN 3-8167-4147-9
 € 33,- | sFr 57,-
- Rissschäden an Mauerwerk**
 Ursachen erkennen - Rißschäden vermeiden.
 Werner Pfefferkorn
 Band 7: 3. überarb. Aufl., 2002, 292 S.,
 290 Abb., 18 Tab.,
 ISBN 3-8167-5793-6
 € 53,- | sFr 89,-
- Schäden an Fenstern**
 Wolfgang Klein
 Band 6: 1994, 154 S., 92 Abb., 2 Tab.,
 ISBN 3-8167-4145-2
 € 37,- | sFr 64,-
- Schäden an Wänden und Decken in Holzbauart**
 Horst Schulze
 Band 5: 1993, 158 S., 140 Abb.,
 ISBN 3-8167-4144-4
 € 37,- | sFr 64,-
- Schäden an Industrieböden**
 Erich Cziesielski, Thomas Schrepfer
 Band 4: 2., erw. Aufl., 1999, 169 S., 69 Abb.,
 33 Tab.,
 ISBN 3-8167-4163-0
 € 46,- | sFr 78,-
- Schäden an Sichtbetonflächen**
 Heinz Klopfer
 Band 3: 1993, 123 S., 77 Abb., 9 Tab.,
 ISBN 3-8167-4142-8
 € 35,- | sFr 60,50
- Schäden an Flachdächern und Wannens aus wasserundurchlässigem Beton**
 Gottfried C.O. Lohmeyer
 Band 2: 3. neu bearb. Aufl., 2001, 272 S.,
 171 Abb., 28 Tab.,
 ISBN 3-8167-5794-4
 € 50,- | sFr 86,-
- Schäden an Außenwandfugen im Beton- und Mauerwerksbau**
 Ralf Ruhnau
 Band 1: 1992, 132 S., 87 Abb.,
 ISBN 3-8167-4140-1
 € 35,- | sFr 60,50

BESTELLSCHEIN

■ Titel ankreuzen und im Umschlag oder
 ■ per Fax (07 11) 970 - 25 08 oder -25 07
 ■ senden an:

Fraunhofer IRB Verlag

■ Fraunhofer-Informationszentrum
 ■ Raum und Bau IRB

■ Postfach 80 04 69, D-70504 Stuttgart

■ Telefon (07 11) 970 - 25 00

■ E-Mail: info@irb.fhg.de

■ URL: <http://www.IRBbuch.de>

■ Absender

■

■

■

■ Straße/PF

■ PLZ/Ort

■ Datum

■ Unterschrift

Die »Bauschäden-Sammlung« in 13 Bänden

Herausgegeben von Professor Günter Zimmermann



In der Fachwelt hat diese Zusammenstellung von typischen Bauschadensfällen als wichtiger Beitrag zur Verbesserung der Bau- und Planungsleistungen großes Ansehen erlangt.

Die 13 Bände mit dem Untertitel »Sachverhalt - Ursachen - Sanierung« enthalten Schadensberichte aus allen baukonstruktiven Bereichen und sind durch Themen- und Sachregister erschlossen.

Der Nutzer kann so auf Anhieb feststellen,

- ob ein gleicher oder ähnlicher Schaden bereits dokumentiert ist,
- welche Schäden für ein bestimmtes Bauteil typisch sind,
- wie diese Schäden vermieden werden können oder welche Maßnahmen zu ihrer Behebung in Frage kommen.

Seit 3 Jahrzehnten ist die »Bauschäden-Sammlung« eine ständige Rubrik des »Deutschen Architektenblattes«.

Bauschäden-Sammlung, Band 13 Sachverhalt - Ursachen - Sanierung

2001, 184 Seiten,
zahlreiche, überwiegend farbige
Abbildungen, fester Einband,
ISBN 3-8167-4185-1
€ 27,- | sFr 44,-

Der Herausgeber

Professor Günter Zimmermann, ein bekannter Bausachverständiger mit langjähriger Erfahrung, betreut seit 3 Jahrzehnten die »Bauschäden-Sammlung« im »Deutschen Architektenblatt« und ist auch für die Herausgabe der Buchausgabe verantwortlich.

BESTELLSCHEIN

- Band 1: 168 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 2: 168 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 3: 168 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 4: 168 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 5: 168 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 6: 168 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 7: 168 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 8: 168 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 9: 184 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 10: 184 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 11: 184 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 12: 184 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 13: 184 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-

Sie sparen € 36,- bei Abnahme der

- Bände 1-13 komplett:
€ 315,- | sFr 476,-

Alle Bände im Format A 5 quer, mit zahlreichen, zum Teil farbigen Abbildungen, festem Einband und Fadenheftung

Titel ankreuzen und im Umschlag oder per Fax (07 11) 970 - 25 08 oder -25 07 senden an:

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum
Raum und Bau IRB

Postfach 80 04 69, D-70504 Stuttgart
Telefon (07 11) 9 70 - 25 00
E-Mail: info@irb.fhg.de
URL: <http://www.IRBbuch.de>

Absender

Straße/PF

PLZ/Ort

Datum

Unterschrift

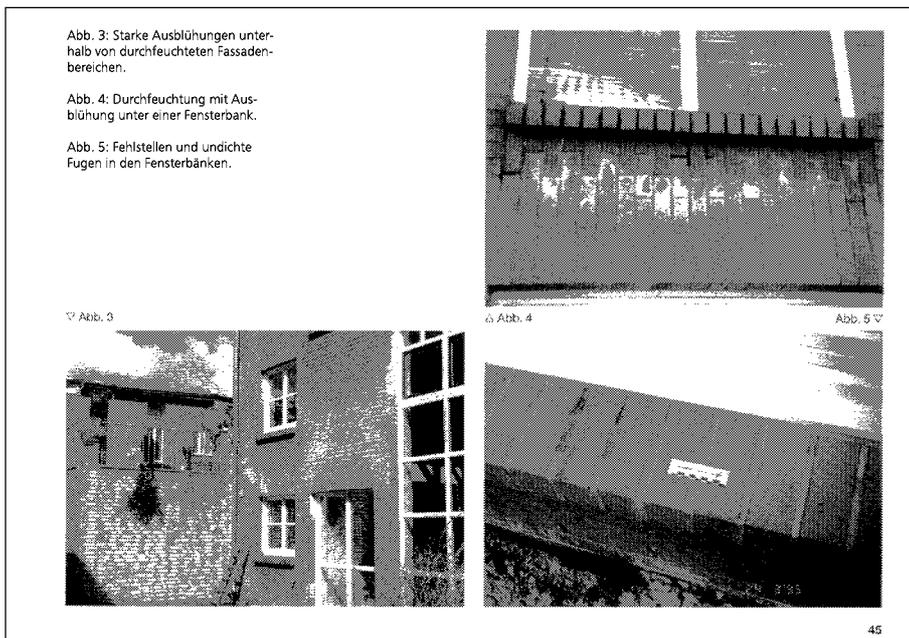


Abb. 3: Starke Ausblühungen unterhalb von durchfeuchteten Fassadenbereichen.

Abb. 4: Durchfeuchtung mit Ausblühung unter einer Fensterbank.

Abb. 5: Fehlstellen und undichte Fugen in den Fensterbänken.

Abb. 3

Abb. 4

Abb. 5