

Tragfähigkeit von Injektionsdübeln  
im Mauerwerk

**T 2809**

T 2809

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

1998, ISBN 3-8167-5495-3

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

**Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

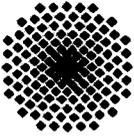
Postfach 80 04 69  
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart

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

e-mail [irb@irb.fhg.de](mailto:irb@irb.fhg.de)

URL <http://www.irb.fhg.de>



Institut für Werkstoffe im Bauwesen  
Pfaffenwaldring 4, 70550 Stuttgart

**Universität Stuttgart**  
Institut  
für Werkstoffe im Bauwesen

Pfaffenwaldring 4  
70550 Stuttgart

Telefon (0711) 685-3320  
Telefax (0711) 685-3349

# **TRAGFÄHIGKEIT VON INJEKTIONSDÜBELN IM MAUERWERK**

**Bericht AF97/5-96407/1 DIBt**

**S. Weber, R. Eligehausen**

Februar 1998

## 1. EINLEITUNG

Bei spezielle Befestigungen in Hohlmauerwerk mit geringer Steifigkeit und geringer Steinrohichte die hohe Lasten übertragen müssen, werden in der Regel mit Injektionsdübeln ausgeführt. Injektionsdübel tragen durch mechanische Verzahnung der Verankerungsmittel mit dem Injektionsmörtel und des Mörtels mit dem Mauerwerk. Werden beim Bohren keine Hohlräume angeschnitten, tragen die Dübel durch Verbund zwischen Mörtel und Bohrlochwand. Somit ist die Tragfähigkeit dieser Befestigungssysteme sowohl von der Steifigkeit als auch von der Festigkeit des erhärteten Injektionsmörtels abhängig. Eine hohe Steifigkeit führt zu einem spröden Versagen des Ankergrundes. Die hohe Festigkeit der erhärteten Zement- oder Kunstharzmörtel und die Ausbildung von ausgeprägten Ausbruchkegeln führen dazu, daß Befestigungen mit Injektionsdübel beim Versagen große Zerstörungen dieses spröden Ankergrundes bewirken.

Das Inkrafttreten der neuen Wärmeschutzverordnung bewirkte Veränderungen der Produktionspalette der verschiedenen Hersteller von Mauersteinen. Es werden hauptsächlich großformatige Hohlblöcke angeboten, mit größtmöglichem Lochanteil bei gleichbleibender oder erhöhten Steifigkeit. Für die Befestigung mit Injektionsdübel kann sich dies auf die rechnerischen zulässigen Lasten auswirken, die beim Ansatz der üblichen Sicherheitsbeiwerte niedriger sein können, als die festgelegten Werte. Die in der bauaufsichtlichen Zulassung angegebenen zulässigen Lasten wurden aus Versuchen in Hohlmauerwerk abgeleitet, welches dem heutigen Stand des Mauerwerks nicht mehr oder nur noch teilweise entspricht.

Daher wurden Vergleichsversuche mit typischen Injektionsdübeln in marktüblichen Lochsteinen mit unterschiedlichen Lochkonfigurationen durchgeführt. Ziel der Untersuchungen war die Ermittlung des Einflusses der wesentlichen Parameter auf die Tragfähigkeit von Injektionsdübel in Hohlmauerwerk, sowie des vorhandenen Sicherheitsniveaus für die zugelassenen Injektionsdübel.

## 2. EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN

### 2.1 ÜBERSICHT ÜBER DIE DURCHGEFÜHRTEN VERSUCHE

Es wurden mit drei unterschiedlichen Injektionsdübeln insgesamt 63 zentrische Ausziehversuchen durchgeführt (siehe Tabelle 1). Die Zahlen in Tabelle 1 geben die Anzahl der Versuche für die einzelnen Versuchsparameter an. Als Ankergrund dienten Hochlochziegel bzw. Hohlblöcke aus Kalksandstein und Leichtbeton.

Tabelle 1: Versuchsprogramm

Steintyp	Setz- richtung	Setz- position	Injektionsdübel TYP (Tabelle 2)		
			I	II	III
Hochlochziegel	horizontal	a	5	5	5
		b	5	5	5
Kalksand- Hohlblock	horizontal	c	5	5	8
Leichtbeton-Hohlblock	horizontal	d	5	5	5

### 2.2 BESCHREIBUNG DER UNTERSUCHTEN INJEKTIONSDÜBEL

Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die verwendeten Injektionsdübel.

Tabelle 2: Kennwerte der Injektionsdübel

Injektionsdübel	TYP I	TYP II	TYP III
Ankerhülse		M10	M10
Ankerstange	M10IG	M10	
Durchmesser Siebhülse [mm]	13	19,5	15
Bohrlochdurchmesser [mm]	22	22	16
Bohrlochtiefe [mm]	80	90	90
Verankerungstiefe [mm]	75	80	75
Zulässige Last für Steine [kN]			
Hochlochziegel HLz 20	1,4	1,4	1,4
Kalksandlochstein KSL 12	1,4	1,4	1,4
Leichtbeton-Hohlblocksteine Hbl 2	0,5*	0,5	0,5

IG=Innengewinde

\* keine bauaufsichtliche Zulassung für diese Steinart

Die untersuchten Injektionsdübel sind als serienmäßig gelieferte Befestigungseinheiten zu verwenden. Sie bestehen aus einer Siebhülse aus Stahl oder Kunststoff, der dazugehörigen Spezialschraube oder Ankerstange und einem Kunstharz- oder Zementmörtel.

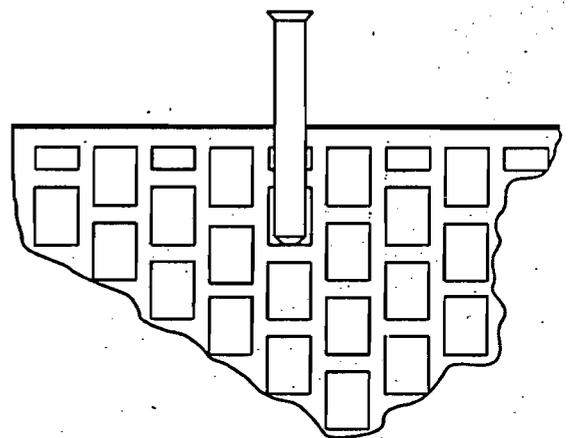
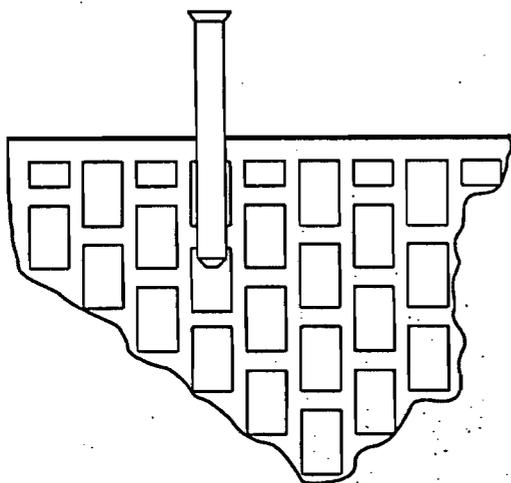
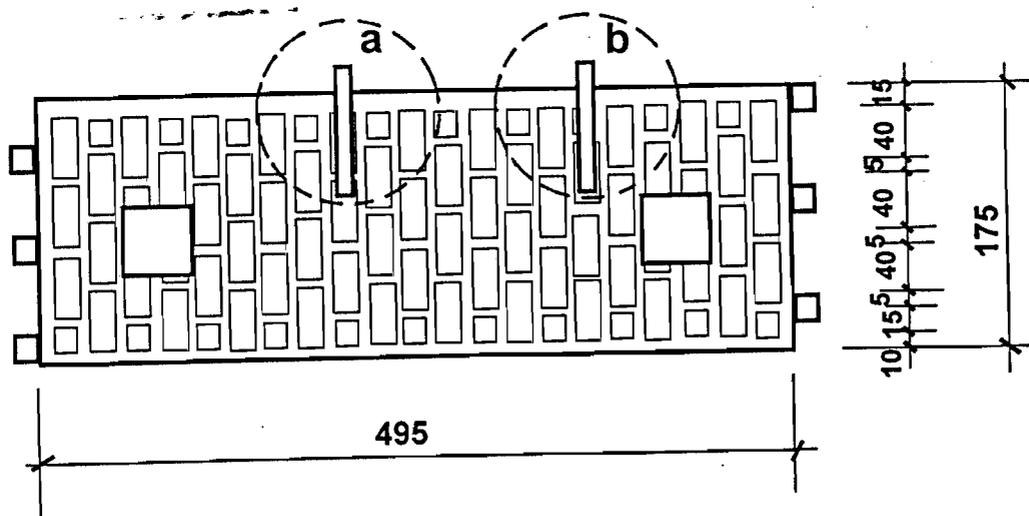
### **2.3 BESCHREIBUNG DER UNTERSUCHTEN STEINE**

Um praxisbezogene Ergebnisse zu erhalten, wurden die verwendeten Steine aus dem lokalen Baufachhandel bezogen. Bestellt wurden HLz B 12-0,9-12DF, KSL 12-1,2-10DF und 2K Hbl 2-0,8-12DF. Tabelle 3 zeigt die Formate sowie die ermittelten Werte der Rohdichten und Steinfestigkeiten der gelieferten Steine. Die Steinfestigkeiten und die Rohdichten wurden nach DIN 105, DIN 106 bzw. DIN 18151 von der Forschungs- und Materialprüfungsanstalt Baden-Württemberg ermittelt. Aus diesen Ergebnissen wurden die Steine entsprechend ihrer tatsächlichen Rohdichte und Steinfestigkeit der jeweiligen Norm zugeordnet. Die Tabelle zeigt, daß die gelieferten Hochlochziegel weder in der Festigkeitsklasse noch in der Rohdichte mit der Bestellung übereinstimmten. Demgegenüber wurden bei den Kalksandlochsteinen und Leichtbeton-Hohlblocksteinen Steine geliefert, die die Normwerte hinsichtlich Rohdichte und Festigkeit einhielten.

**Tabelle 3 :Untersuchte Steine**

Norm	Steintyp	Stein	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Steinfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]
DIN 105 Teil 1 Hochloch- ziegel	HLz B 20-1,4-12 DF	Bild 1	1,23	31,7
			1,23	31,3
			1,23	29,0
			1,23	25,7
			1,23	32,7
<b>Mittelwert</b>			<b>1,23</b>	<b>30,1</b>
DIN 106  Hohlblock- stein aus Kalksandstein	KS L 12-1,2-10DF	Bild 2	1,13	13,4
			1,14	15,9
			1,13	16,8
			1,13	16,1
			1,13	17,4
<b>Mittelwert</b>			<b>1,13</b>	<b>15,7</b>
DIN 18151  Hohlblock aus Leichtbeton	2K Hbl 2-0,8-12 DF	Bild 3	0,78	4,6
			0,79	4,0
			0,78	4,7
			0,76	3,6
			0,81	4,6
<b>Mittelwert</b>			<b>0,79</b>	<b>4,3</b>

Die Abbildungen 1 bis 3 zeigen schematisch die Lochkonfiguration der Hochlochziegel und der Hohlblöcke sowie die Setzpositionen der Injektionsdübel in den Steinen. In den „Anlagen Bilder“ zeigen die Bilder 1 bis 12 Fotoaufnahmen von den gesetzten Injektionsdübeln.



a) Setzposition a

b) Setzposition b

Abb. 1 Hochlochziegel HLz B 20-1,4-12 DF

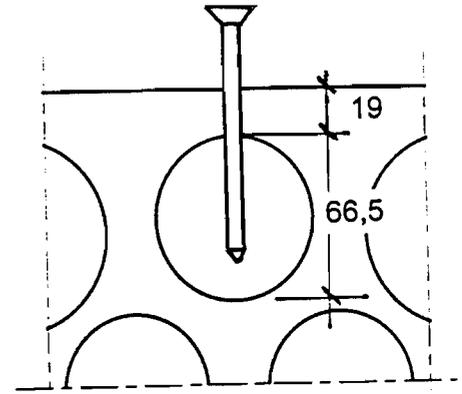
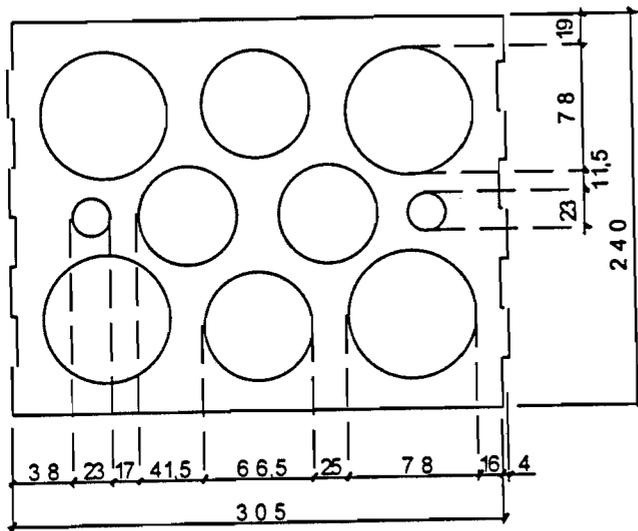


Abb.2 Hohlblockstein aus Kalksandstein KSL 12-1,2-10DF, Setzposition c

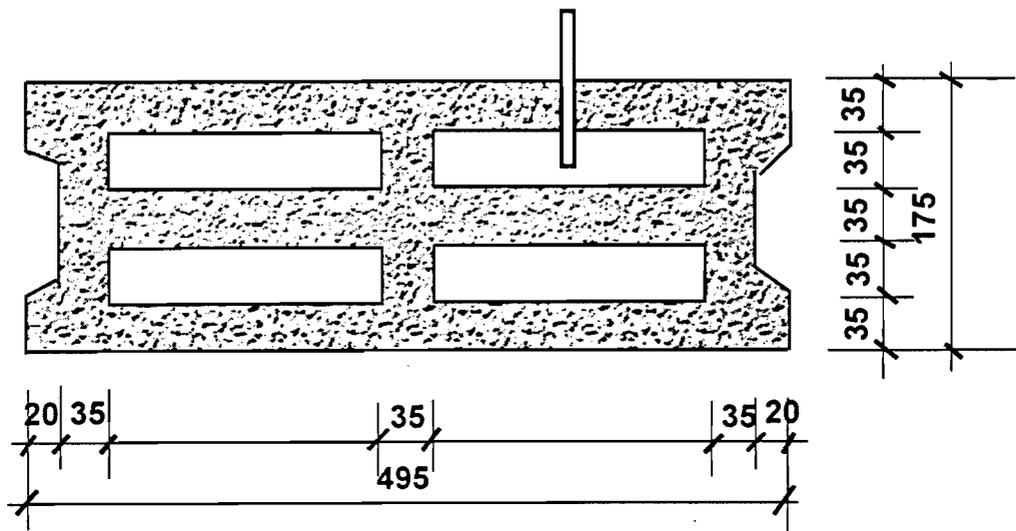


Abb. 3 Hohlblock aus Leichtbeton 2K Hbl 2- 0,8-12 DF, Setzposition d

## **2.4 VERSUCHSDURCHFÜHRUNG**

Die Bohrlöcher wurden mit einer Bohrmaschine HILTI TE 24 im Drehgang senkrecht nach unten gebohrt, wobei die Bohrmaschine von Hand geführt wurde. Die Bohrlöcher wurden nicht gereinigt.

Die Hülsen wurden bündig mit dem Verankerungsgrund gesetzt. Bei dem System I, bei dem der Injektionsmörtel als Trockenmaterial geliefert wird, wurde dieses vor Gebrauch entsprechend den Verpackungsangaben mit einem Mischquirl vermengt. Der Injektionsmörtel wurde mit einer Mörtelspritze aufgezogen und in die Hülse verpresst. Beim System II wird der Mörtel und der Härter in einem Mischrohr, das vorne auf die Kartusche geschraubt wird, gemischt. Mischen und Einpressen erfolgen in einem Arbeitsgang. Bei System III erfolgte das Mischen des Mörtels mit dem Härter innerhalb der gelieferten Kartusche durch manuelles Drehen eines Adapters, der am Kartuschenboden befestigt ist, bis sich eine gleichmäßige Verfärbung einstellt. Nach dem Mischvorgang wurde der Mörtel mit einem Kartuschenauspreßgerät in die Siebhülse eingepreßt. Die Setzpositionen wurden, wie in den Abbildungen 1 bis 3 gezeigt, gewählt. Das Einbringen der Injektionsmörtel erfolgte in horizontaler Lage.

Nach dem Aushärten wurden die Injektionsdübel mit einer servo-hydraulischen Prüfmaschine HUN (Bauart MFL, 100 kN) ausgezogen. Die Belastung erfolgte geregelt mit einer Geschwindigkeit von 0,03 mm/sec. Der Durchmesser der Abstützung betrug 150 mm. Die Ausziehungskraft wurde über eine maschineninterne Kraftmessdose und die Verschiebung der Injektionsdübel gegenüber dem Ankergrund mit zwei symmetrisch zum Dübel angebrachte Wegaufnehmer gemessen. Zur Gewährleistung einer zentrischen Lasteinleitung in den Injektionsanker war sowohl der Korb für die Prüfkörper, als auch die Lasteinleitungsvorrichtung in einer Kalotte gelenkig gelagert. In Abbildung 4 ist der Versuchsaufbau schematisch dargestellt.

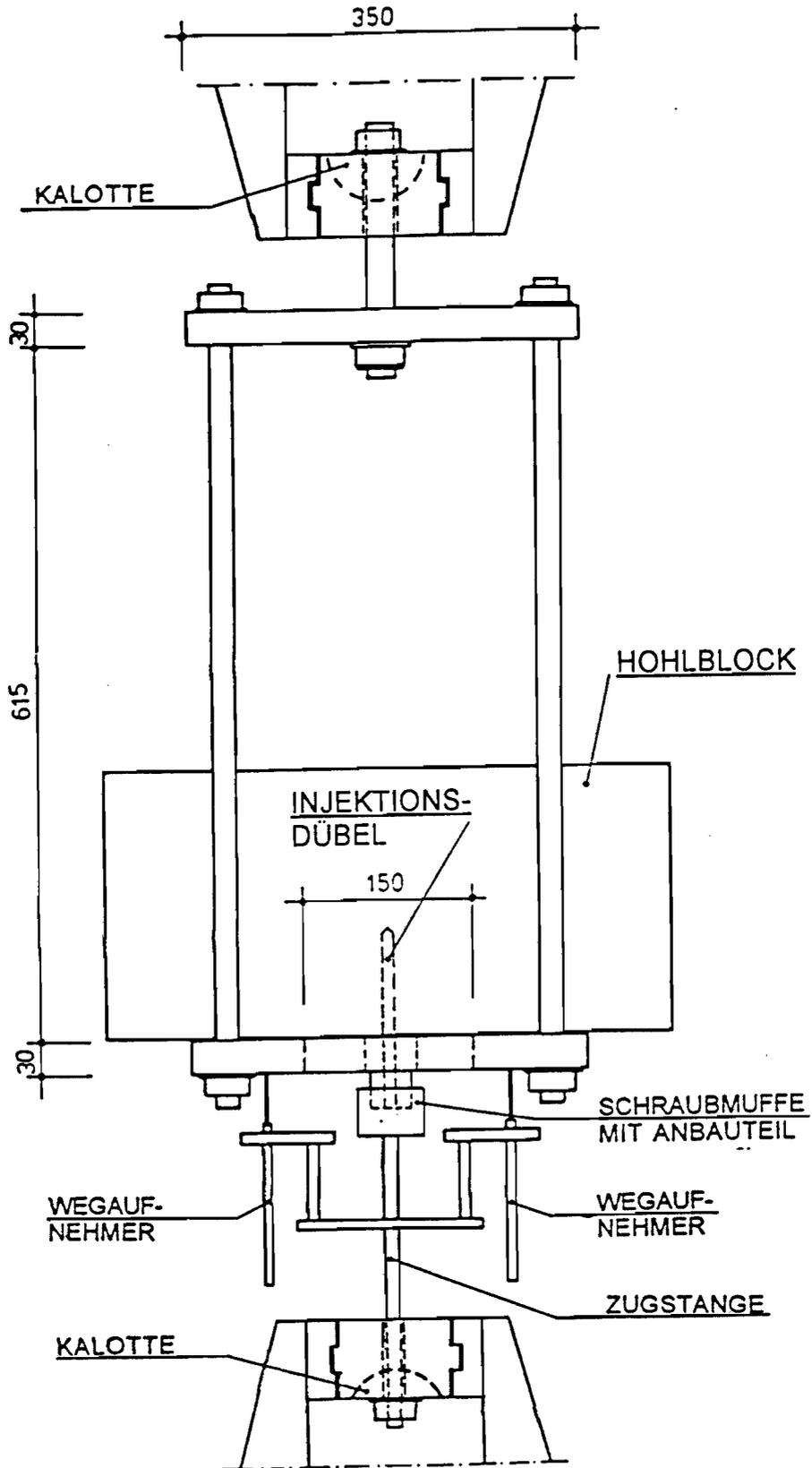


Abb. 4 : Versuchsaufbau (schematisch)

### 3. VERSUCHSERGEBNISSE

In Tabelle 4 sind die Steinart und die Festigkeit, die Setzposition, die Setzdaten sowie die wichtigsten Ergebnisse aller Versuche zusammengestellt. Die gemessenen Last-Verschiebungs-Kurven sind in den Anlagen A1 bis A12 aufgetragen. In den „Anlagen Bilder“ zeigen die Bilder 13 bis 19 Fotos der Injektionsdübel nach dem Versuch. Es werden typische Bruchbilder gezeigt.

In Tabelle 4 und den Bildern A1 bis A12 ist die effektive Stegdicke angegeben. Diese entspricht der Summe der Innen- und Außenstegdicken, die von den Dübeln erfaßt wurden.

Die Anlagen A1 bis A6 gelten für die Versuche in Hochlochziegeln. Die Last-Verschiebungs-Kurven steigen steil an bis zum Erreichen der Höchstlast. Nach Überschreiten der Höchstlast fällt die Last kontinuierlich ab. Nur bei je einem Versuch mit Dübel TYP I und II in Setzposition b nehmen die Verschiebungen bei einer relativ niedrigen Last von ca. 2 kN deutlich zu und die Höchstlast wird bei großen Verschiebungen erreicht.

Bei den Versuchen in Kalksandlochsteinen (Anlagen 7 bis 9) wurden im allgemeinen ebenfalls steil bis zur Höchstlast ansteigende Last-Verschiebungs-Kurven gemessen. Bei 3 Versuchen mit Dübel TYP II wurde ein wesentlicher Lastanstieg erst ab einer Verschiebung von ca. 3 mm gemessen und die Höchstlast wurde bei einer Verschiebung von ca. 7 bis 10 mm erreicht. Nach dem Überschreiten der Höchstlast nahm die aufnehmbare Last steil ab (sprödes Versagen).

Die gemessenen Last-Verschiebungs-Kurven bei Verankerungen in Hohlblocksteinen aus Leichtbeton sind in den Anlagen A10 bis A12 dargestellt. Bei Dübel TYP I steigen die Last-Verschiebungs-Kurven bis zur Höchstlast steil an und fallen danach kontinuierlich ab. Bei Dübel TYP II wird die Höchstlast in der Regel bei Verschiebungen zwischen ca. 2,5 mm und 5 mm erreicht und diese Last wird über einen größeren Verschiebungsbereich gehalten. Dübel TYP III verhält sich im allgemeinen wie Dübel TYP I. Nur bei einem Versuch nehmen die Verschiebungen bei einer Last

von ca. 0,5 kN deutlich zu und die Höchstlast wird bei einer Verschiebung von ca. 12 mm erreicht.

In Tabelle 4 sind die gemessenen Höchstlasten eingetragen. Diese wurden innerhalb einer Versuchsserei teilweise bei sehr unterschiedlichen Verschiebungen gemessen ( siehe Dübel TYP II, versuch in KSL und Hbl sowie Dübel TYP III in HLz und Hbl). Weiterhin weisen einige Last-Verschiebungskurven ein Plateau vor Erreichen der Höchstlast auf.

Injektionsdübel werden auch bei Befestigungsgruppen eingesetzt. Bei gruppen müssen die Einzeldübel ein ähnliches Last-Verschiebungsverhalten aufweisen, damit die Tragfähigkeit der Einzeldübel addiert werden kann.

Aus diesem Grund werden in den folgenden Auswertungen die Höchstlast bei Erreichen der ersten Lastplateaus verwendet. Diese sind ebenfalls in Tabelle 4 angegeben. Sie stimmen mit wenigen Ausnahmen mit den gemessenen Höchstlasten überein.

Bei der Darstellung der Versuchsergebnissen wird nach Dübeltyp unterschieden. In den Abbildungen 5 bis 7 sind die Einzelwerte der oben definierten „Höchstlasten“ für die untersuchten Dübelsysteme graphisch dargestellt.

Tabelle 4: Einzelergebnisse

Injektionsdübel	Aushärtungszeit	Steinsorte	Setzposition	effektive Stegdicke	Versuch Nr	Einzelwerte			
						1. Lastmaximum [kN]	Verschiebung [mm]	Höchstlast [kN]	Verschiebung [mm]
TYP I	min. 12 h	HLz B 20-1,4-16DF (siehe Abb.1) $f_{st}=30 \text{ N/mm}^2$	a (siehe Abb.1a)	20 mm	1	7,68	1,09	7,68	1,09
					2	6,53	0,73	6,53	0,73
					3	6,69	0,85	6,69	0,85
					4	7,64	1,00	7,71	1,50
					5	6,79	0,67	6,79	0,67
	min. 16h	KSL 12-1,2-10DF (siehe Abb.2) $f_{st}=16 \text{ N/mm}^2$	b (siehe Abb.1b)	20 mm	1	6,81	1,03	6,81	1,03
					2	6,84	0,62	6,84	0,62
					3	7,16	0,63	7,45	1,47
					4	1,77	0,60	2,24	3,58
					5	5,61	0,69	5,61	0,69
	min. 24 h	2K Hbl 2-0,8-12DF (siehe Abb.3) $f_{st}=4 \text{ N/mm}^2$	c (siehe Abb. 2)	19 mm	1	7,35	0,73	7,35	0,73
					2	7,48	0,61	7,48	0,61
					3	7,26	0,72	7,26	0,72
					4	6,43	0,62	6,43	0,62
					5	7,34	0,58	7,34	0,58
min. 24 h	2K Hbl 2-0,8-12DF (siehe Abb.3) $f_{st}=4 \text{ N/mm}^2$	d (siehe Abb. 3)	35 mm	1	4,06	0,67	4,06	0,67	
				2	3,29	0,74	3,29	0,74	
				3	2,91	0,73	2,91	0,73	
				4	2,49	0,50	2,49	0,50	
				5	3,09	1,01	3,09	1,01	

**Tabelle 4: Einzelergebnisse. Fortsetzung**

Injektionsdübel	Aushärtungszeit	Steinsorte	Setzposition	effektive Stegdicke	Versuch Nr	Einzelwerte			
						1.Lastmaximum [kN]	Verschiebung [mm]	Höchstlast [kN]	Verschiebung [mm]
<b>TYP II</b>	min. 12 h	<b>HLz B 20-1,4-16DF</b> (siehe Abb. 1) $f_{st}=30 \text{ N/mm}^2$	<b>a</b> (siehe Abb. 1a)	20 mm	1	5,46	0,94	5,46	0,94
					2	4,87	0,62	4,87	0,62
					3	3,73	0,73	3,73	0,73
					4	4,35	0,84	4,35	0,84
					5	5,01	1,02	5,01	1,02
	min. 16h	<b>KSL 12-1,2-10DF</b> (siehe Abb. 2) $f_{st}=16 \text{ N/mm}^2$	<b>b</b> (siehe Abb. 1b)	25 mm	1	6,70	0,81	6,70	0,81
					2	5,94	0,95	5,94	0,95
					3	4,46	0,80	5,44	2,88
					4	4,20	0,86	5,42	9,31
					5	4,76	1,06	5,33	4,02
	min. 24 h	<b>2K Hbl 2-0,8-12DF</b> (siehe Abb. 3) $f_{st}=4 \text{ N/mm}^2$	<b>c</b> (siehe Abb. 2)	19 mm	1	6,91	2,99	6,91	2,99
					2	3,24	7,23	3,24	7,23
					3	4,86	8,58	4,86	8,58
					4	5,74	9,59	5,74	9,59
					5	6,60	3,67	6,60	3,67
min. 24 h	<b>2K Hbl 2-0,8-12DF</b> (siehe Abb. 3) $f_{st}=4 \text{ N/mm}^2$	<b>d</b> (siehe Abb. 3)	45 mm	1	2,27	0,63	2,74	8,60	
				2	3,17	3,89	3,28	8,37	
				3	1,01	1,13	3,37	8,08	
				4	2,68	3,12	2,68	3,12	
				5	1,79	1,43	3,03	2,83	

Tabelle 4: Einzelergebnisse. Fortsetzung

Injektions- dübel	Aushärtungs- zeit	Steinsorte	Setz- position	effektive Stegdicke	Versuch Nr	Einzelwerte				
						1.Lastmaximum [kN]	Verschiebung [mm]	Höchstlast [kN]	Verschiebung [mm]	
<b>TYP III</b>		<b>HLZ B 20-1,4-16DF</b> (siehe Abb.1) $\beta_{st}=30 \text{ N/mm}^2$	<b>a</b> (siehe Abb.1a)	20 mm	1	2,25	0,73	2,39	12,22	
					2	3,63	8,27	4,34	9,67	
					3	5,57	1,07	5,57	1,07	
					4	6,08	1,20	6,08	1,20	
					5	5,86	1,32	5,86	1,32	
	min. 12 h			<b>b</b> (siehe Abb.1b)	20 mm	1	6,31	1,07	6,31	1,07
						2	5,40	0,80	5,68	3,14
						3	5,42	0,86	5,42	0,86
						4	5,83	0,81	5,83	0,81
						5	4,61	0,68	4,72	1,09
	min. 16 h		<b>KSL 12-1,2-10DF</b> (siehe Abb.2) $\beta_{st}=16 \text{ N/mm}^2$	<b>c</b> (siehe Abb. 2)	19 mm	1	6,83	2,51	6,83	2,51
						2	6,09	2,38	6,09	2,38
						3	5,81	2,31	5,81	2,31
						4	6,17	2,41	6,17	2,41
						5	7,61	1,32	7,61	1,32
min. 24 h		<b>2K Hbl 2-0,8-12DF</b> (siehe Abb.3) $\beta_{st}=4 \text{ N/mm}^2$	<b>d</b> (siehe Abb. 3)	35 mm	6	7,47	1,36	7,47	1,36	
					7	6,99	1,25	6,99	1,25	
					8	5,69	1,26	5,69	1,26	
					1	3,62	0,65	3,62	0,65	
					2	4,21	0,72	4,21	0,72	
3	0,43	0,23	1,91	11,87						
4	3,40	0,96	3,40	0,96						
5	2,71	1,14	2,71	1,14						

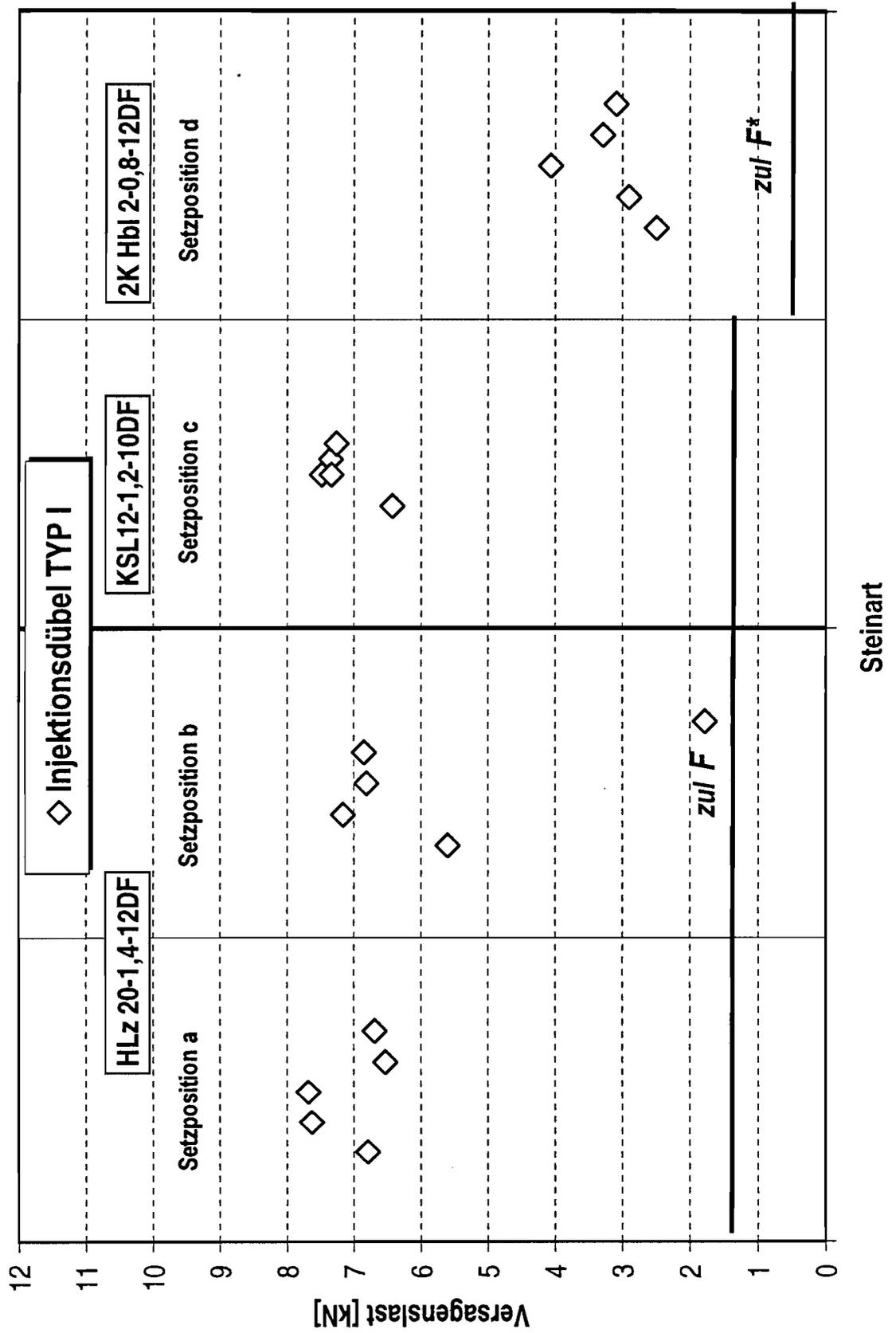


Abb. 5: Injektionsdübel TYP I. Versagenslast und zulässige Last über Steinart.  
zul F\*: Dübel für diese Steinart nicht zugelassen

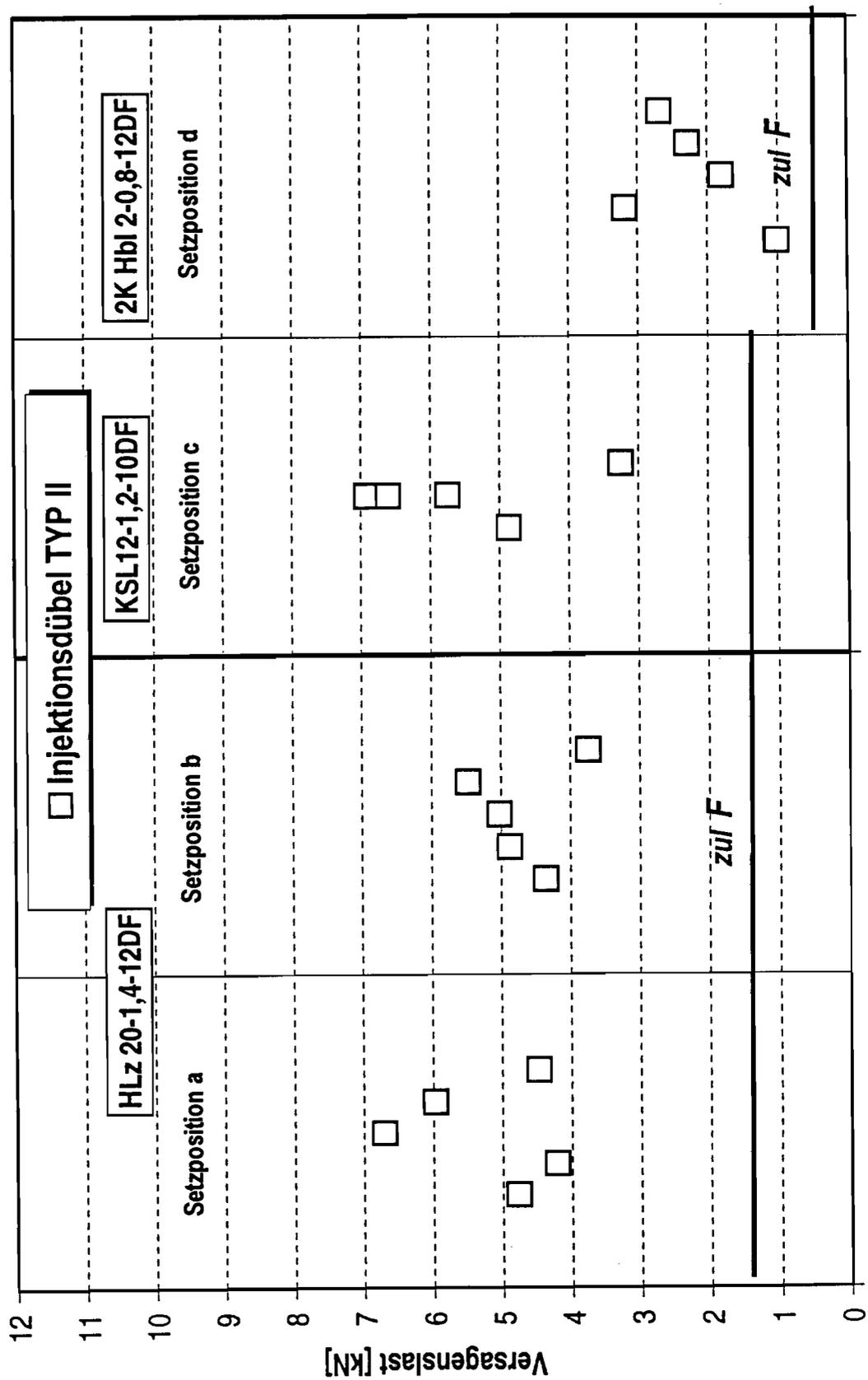


Abb. 6: Injektionsdübel TYP II. Versagenslast und zulässige Last über Steinart

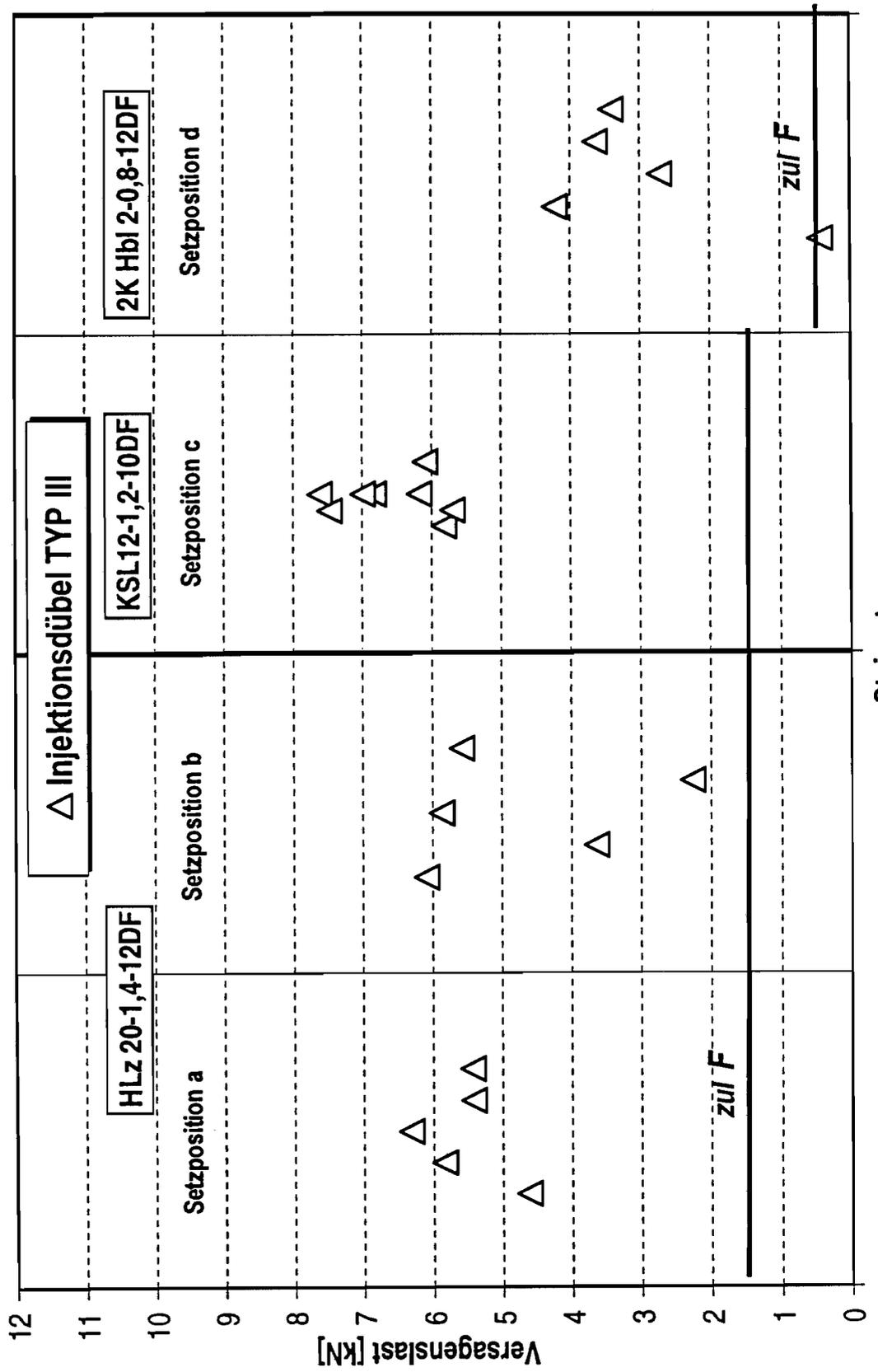


Abb. 7: Injektionsdübel TYP III. Versagenslast und zulässige Last über Steinart

#### 4. AUSWERTUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE

Aus den Abbildungen 5 bis 7 ist zu erkennen, daß die Höchstlasten relativ stark streuen. Die sich aufgrund der in den Zulassungen festgelegten zulässigen Lasten und eines vorausgesetzten Sicherheitsbeiwertes  $\gamma = 3,0$  ergebenden Höchstlasten wurden in vielen Fällen nicht erreicht. Einzelwerte der gemessenen Höchstlast liegen nur wenig über der festgelegten zulässigen Last.

##### a) Einfluß der Steinart

Aus den Abbildungen 5 bis 7 ist ersichtlich, daß die untersuchten Injektionsdübel in Leichtbeton-Hohlblocksteinen die niedrigsten mittleren Versagenslasten erreichen. Vernachlässigt man bei Dübel TYP III einen extrem niedrigen Wert, beträgt die mittlere Versagenslast ca. 2,7 kN. Bei den Dübeln TYPI und TYPII betragen die Mittelwerte ca. 3,2 kN bzw. 2,2 kN.

Die Injektionsdübel TYP I erreichen im Hochlochziegel bei Setzposition a und im Kalksandlochstein ungefähr gleich große Versagenslasten von ca. 7 kN und die Dübel TYP II von ca. 5 kN. Die mittlere Versagenslasten der Injektionsdübel TYPIII im Hochlochziegel beträgt in Setzposition a ca. 5,5 kN und im KSL ca. 6,5 kN.

##### b) Einfluß der Setzposition.

Eine Gegenüberstellung der bei Hochlochziegeln in den Setzpositionen a und b gemessenen Höchstlasten zeigt, daß die Setzposition b mit Verankerung in einem kleinen und einem großen Loch etwas niedrigere Höchstlasten ergibt. Sie sind etwa 10% bis 20% niedriger als bei Setzposition a.

##### c) Einfluß des Dübeltyps

In den Abbildungen 8 bis 10 werden die Versagenslasten der unterschiedlichen Injektionsdübel in den untersuchten Steinen dargestellt.

In Hochlochziegeln erreichen die Injektionsdübel TYP I in Setzposition a mit einer mittleren Versagenslast von ca. 7 kN die höchsten Herausziehlasten. Sie sind zwischen 20% und 30% höher als die der Dübel TYP II und TYP III. In Setzposition b

ergeben sich bei den Dübeln TYP I und III stark streuende Höchstlasten, wobei jeweils ein Wert nur wenig über der zulässigen Last liegt.

In Kalksandlochsteinen streuen die Einzelwerte der Höchstlast relativ wenig. Die Höchstlasten der Dübel TYP I und III unterscheiden sich nicht wesentlich. Sie betragen ca. 7 kN . Die mittlere Höchstlast der Dübel TYP II ist nur wenig niedriger.

In Leichtbeton-Hohlblöcken streuen die Höchstlasten der Injektionsdübel TYP I weniger als die der anderen untersuchten Dübelssysteme und erreichen die höchsten Werte. Die mittlere Höchstlast der Dübel TYP III ist zwar mit  $F_u \cong 2.7$  kN höher als von Dübel TYP II, jedoch ist die Höchstlast eines Versuches sehr niedrig.

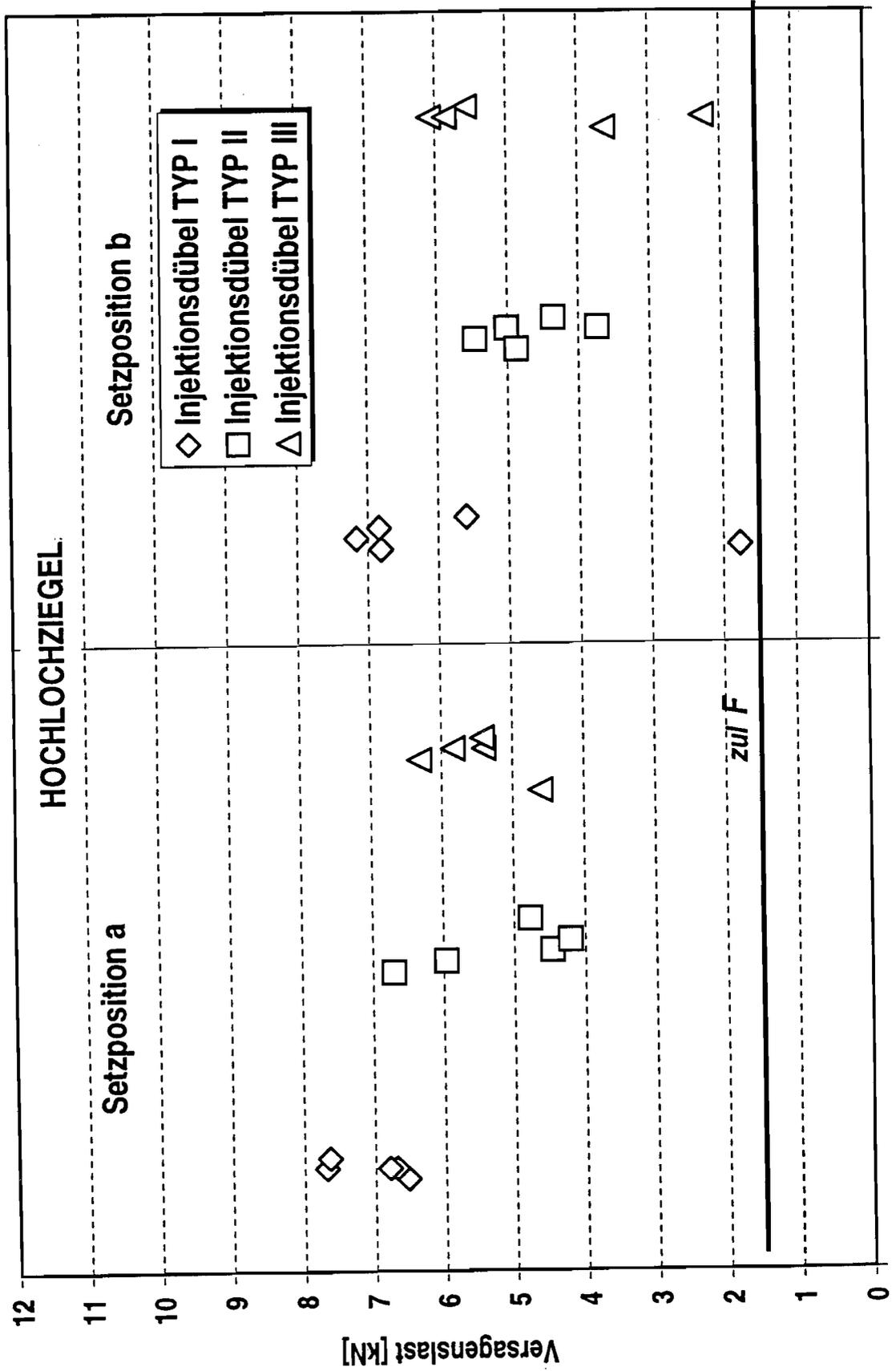


Abb.8: Injektionsdübel TYP I, TYP II und TYP III in Hochlochziegeln

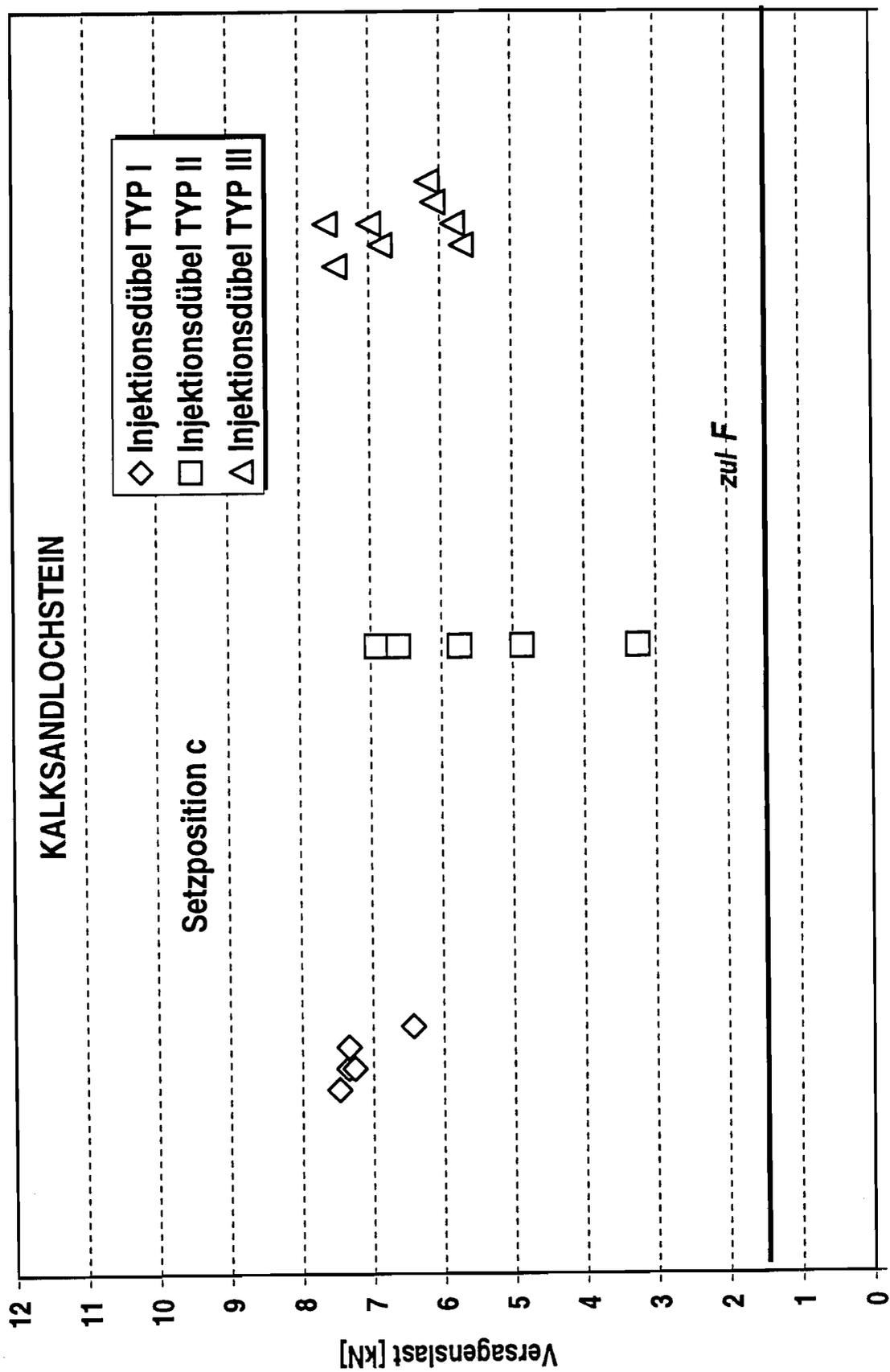


Abb.9: Injektionsdübel TYP I, TYP II und TYP III in Kalksandlochsteinen

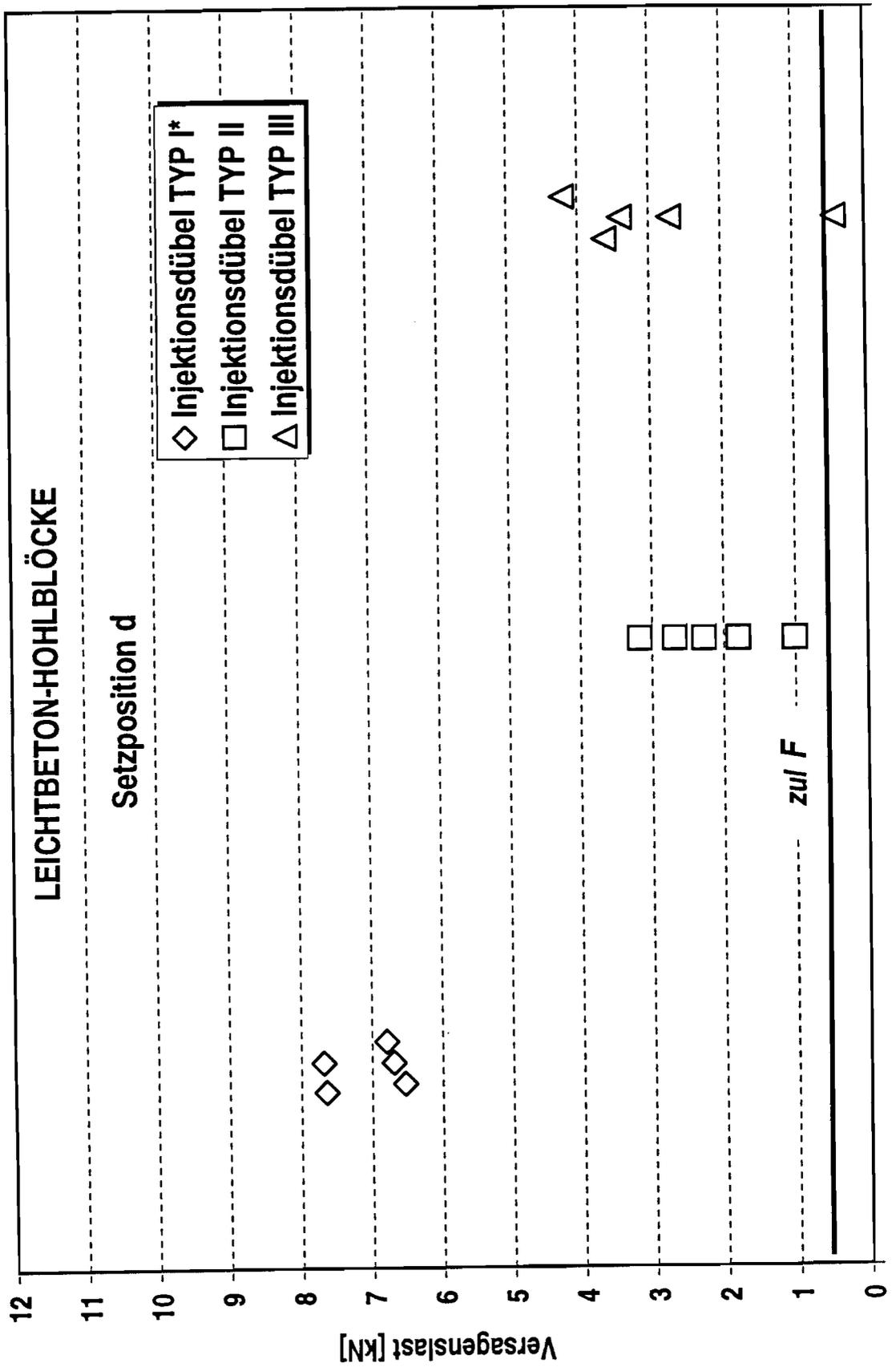


Abb.10: Injektionsdübel TYP I, TYP II und TYP III in Leichtbeton-Hohlblocksteinen

## 5. ZUSAMMENFASSUNG

Im vorliegenden Bericht werden experimentelle Untersuchungen zum Tragverhalten von Injektionsdübeln in unterschiedlichen Steinen beschrieben. Es wurden insgesamt 63 Versuche mit 3 verschiedenen Injektionsdübeln in Hochlochziegel, Kalksandlochsteinen und Leichtbeton-Hohlblocksteinen durchgeführt.

Die geprüften Dübelssysteme wiesen unterschiedlich hohe Streuungen der Last beim ersten Lastmaximum und der Höchstlast auf. Die gemessenen Höchstlasten erreichten in mehreren Versuchsreihen nicht die aufgrund der festgelegten zulässigen Lasten zu erwartenden Werte; in Einzelfällen lagen die Höchstlasten nur wenig oberhalb der zulässigen Last.

Im allgemeinen stiegen die Last-Verschiebungs-Kurven bis zum Erreichen der Höchstlast steil an. Mit wenigen Ausnahmen nahm die aufnehmbare Last nach Überschreiten der Höchstlast kontinuierlich ab. In einigen Fällen ( in HLz bei je einem Versuch mit Dübel TYP I und II in Setzposition b, in KSL bei drei Versuchen mit Dübel TYP II und in Hbl bei einem Versuch mit Dübel TYP I) nahmen die Verschiebungen bei einer relativ niedrigen Last deutlich zu und die Höchstlast wurde nach sehr großen Verschiebungen erreicht.

Das Last-Verschiebungs-Verhalten und die Höchstlast hingen unter sonst gleichen Bedingungen deutlich vom Dübeltyp ab. Die unterschiedliche Konstruktion der untersuchten Injektionsdübel beeinflusste das Tragverhalten und das Versagen.

Es war ein deutlicher Einfluß der Steinart auf die Tragfähigkeit der Injektionsdübel zu erkennen. Die niedrigsten mittleren Versagenslasten wurden in Leichtbeton-Hohlblocksteinen erreicht. Diese Steine wiesen auch die niedrigsten Steifigkeiten auf.

Bei den Hochlochziegeln war ein Einfluß der Setzposition zu bemerken. In Einzelfällen wirkte sich die Setzposition b ungünstig auf das Tragverhalten der Injektionsdübeln aus.

Die Zahl der Versuche reicht nicht aus, um allgemeingültige Schlüsse zu ziehen. Die Versuchsergebnisse zeigen jedoch, daß das bei der Festlegung der zulässigen Lasten von Injektionsdübel vorausgesetzte Sicherheitsniveau nicht immer vorhanden ist. Daher wird dringend empfohlen, das Tragverhalten von Injektionsdübeln in Hohlmauerwerk weiter zu untersuchen.

## **SUMMARY**

Three different types of chemical anchors fixed in hollow bricks made of clay, sandstone and lightweight aggregate concrete were subjected to investigations concerning their behaviour under centric loading and the load capacity if the position in the brick varies.

The characteristic load-displacement curves show a continuous increase until reaching the ultimate load. In many cases the ultimate load is reached only after inadmissible high displacements or/and is lower than the admissible load given by the Technical approval.

From the test result an influence of the type of anchors and the used bricks on the behaviour of the anchors can be seen but the however, the low number of performed tests does not permit a general estimation of the behaviour and the load capacity of this type of anchors showing only that the designed safety given by the predicted admissible load is not necessarily reached.

## **RESUME**

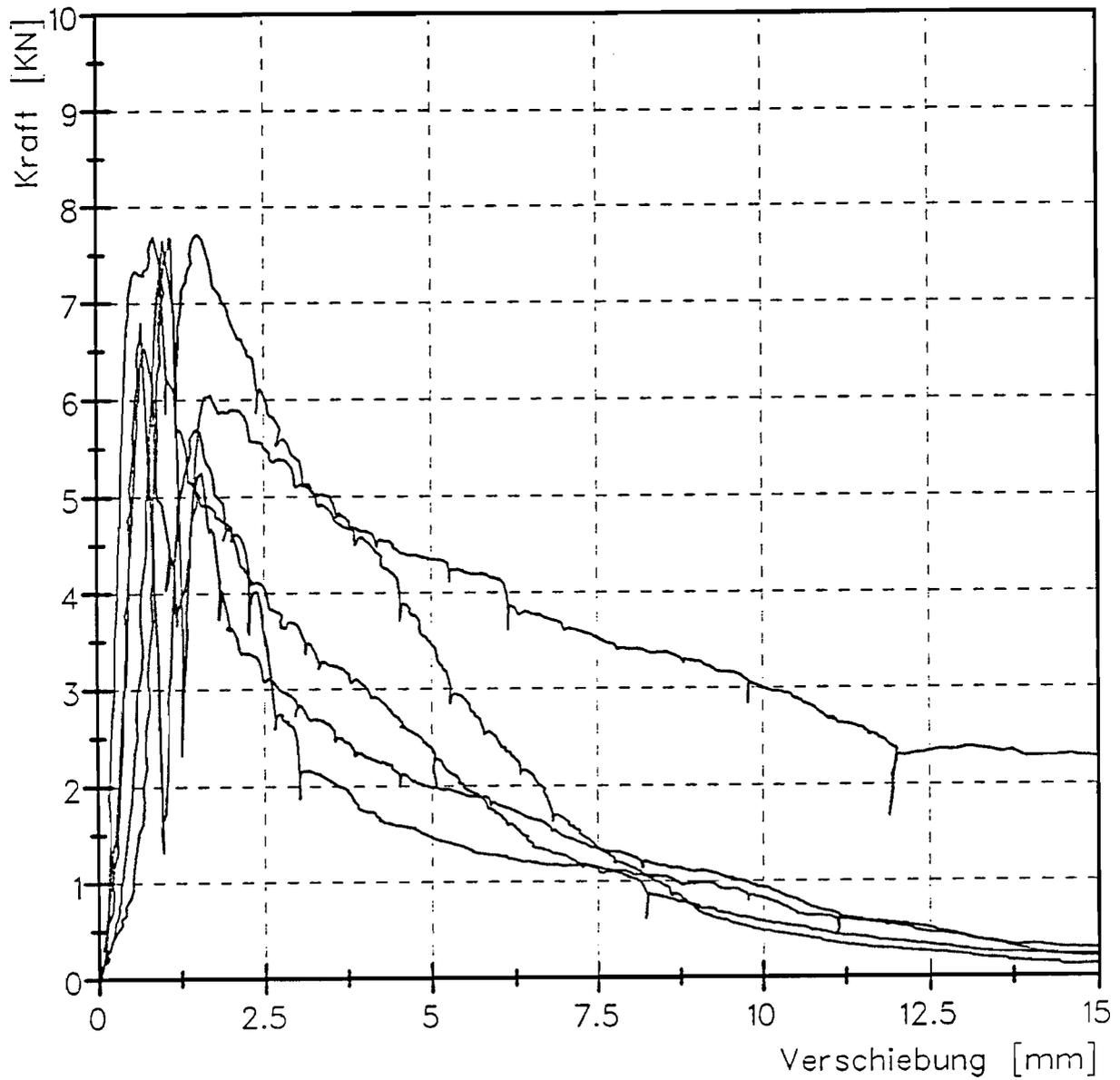
Trois types de fixations chimiques, placées en différentes positions dans des briques creuses composées soit d'argile, soit de grès, soit de béton léger, ont été soumises à des essais afin d'observer l'influence de ces facteurs - type, position et matériau - sur le comportement et la capacité de charge des fixations en présence d'une traction centrique.

La plupart des courbes déplacement/traction indiquent une augmentation continue du déplacement jusqu'à obtention de la traction maximale. Dans de nombreux cas, des déplacements trop élevés ont été observés avant obtention de la traction maximale, et/ou cette dernière s'est révélée inférieure à la traction admissible indiquée par le document d'autorisation.

Les résultats des essais permettent de conclure à l'existence d'une influence des facteurs "type de fixation" et "matériau de la brique" sur le com-

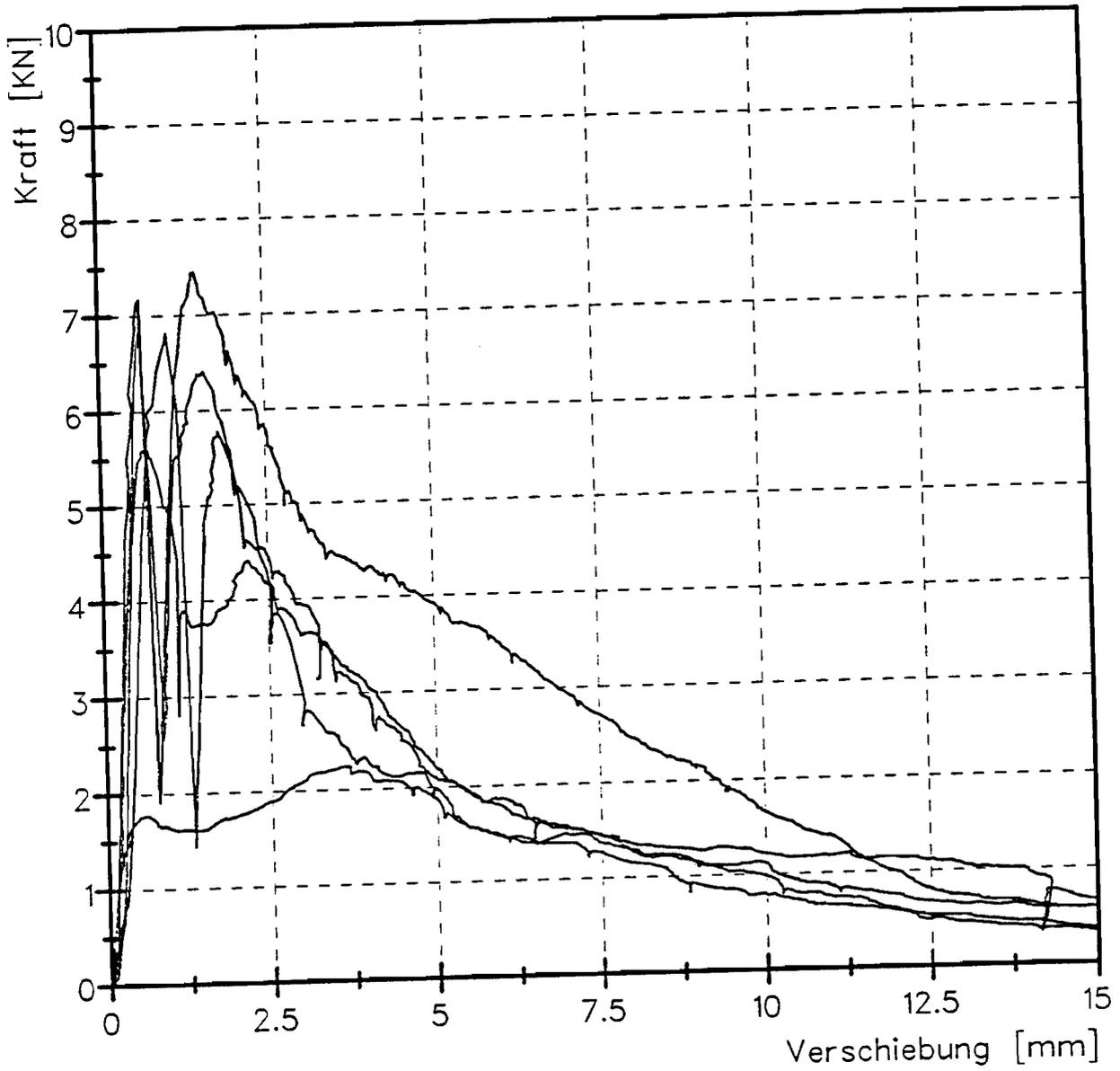
portement des fixations. Toutefois, le faible nombre de répétitions n'autorise pas une estimation générale du comportement et de la capacité de charge de ce type de fixation. On constate en revanche qu'on ne peut être sûr que le niveau de sécurité calculé à partir de la traction admissible prévue soit valable.

Anlage A 1



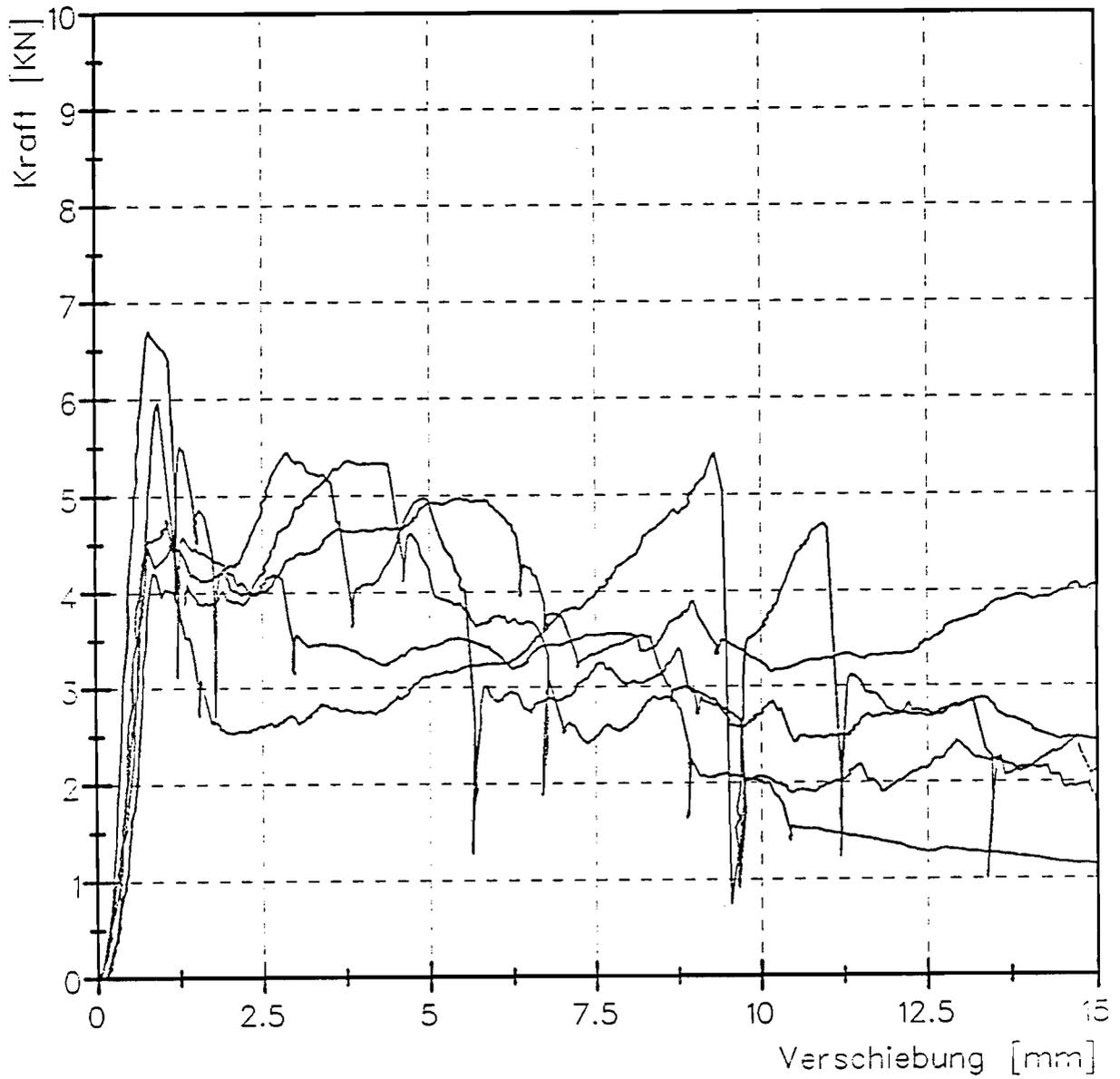
Last-Verschiebungskurven der zentrischen Zugversuche in HLz B 20-1,4-12DF, mit Injektionsdübel TYPI, Setzposition a, effektive Stegdicke 20mm

Anlage A 2



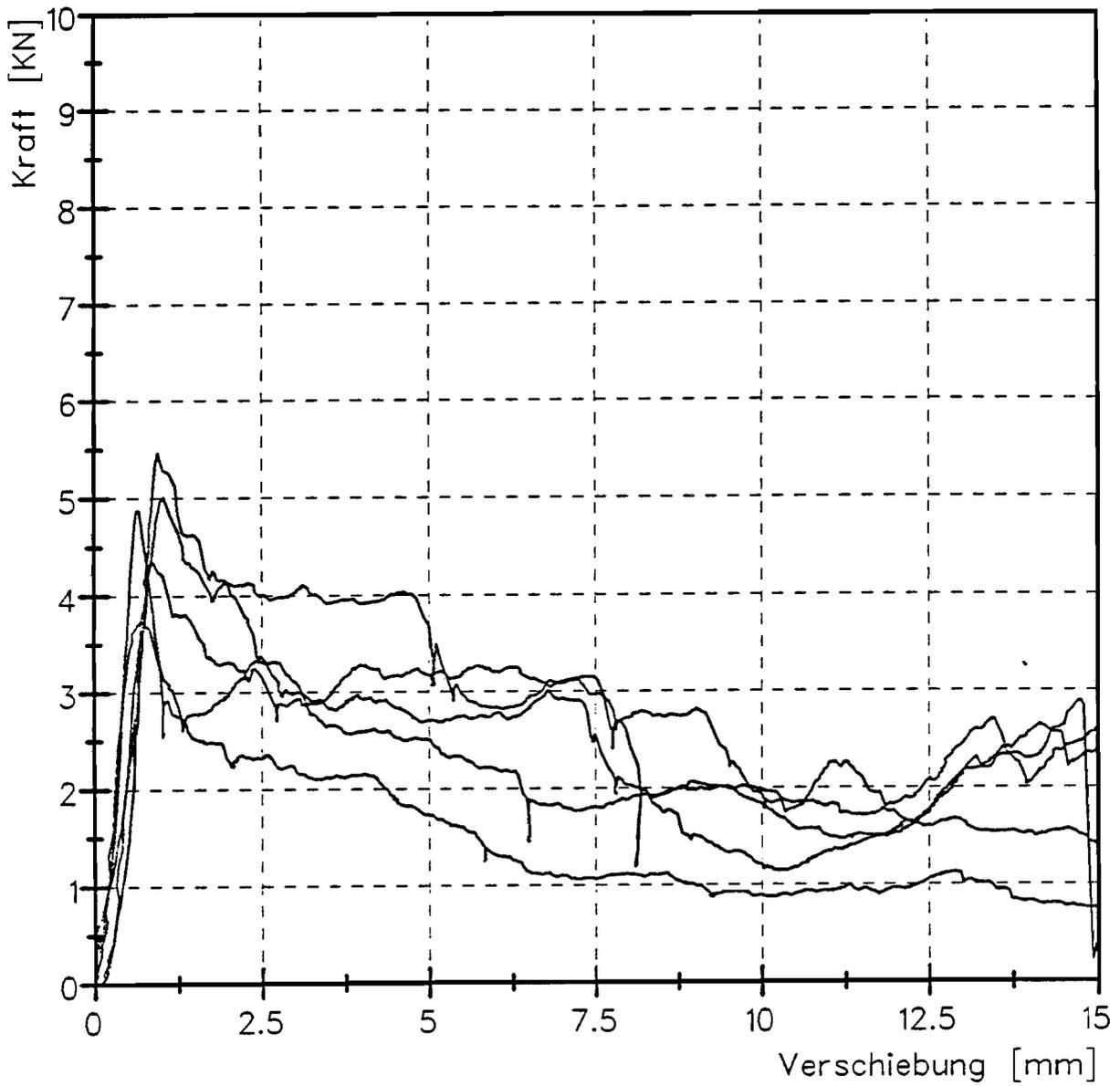
Last-Verschiebungskurven der zentrischen Zugversuche in HLz B 20-1,4-12DF, mit Injektionsdübel TYPI, Setzposition b, effektive Stegdicke 20mm

Anlage A 3



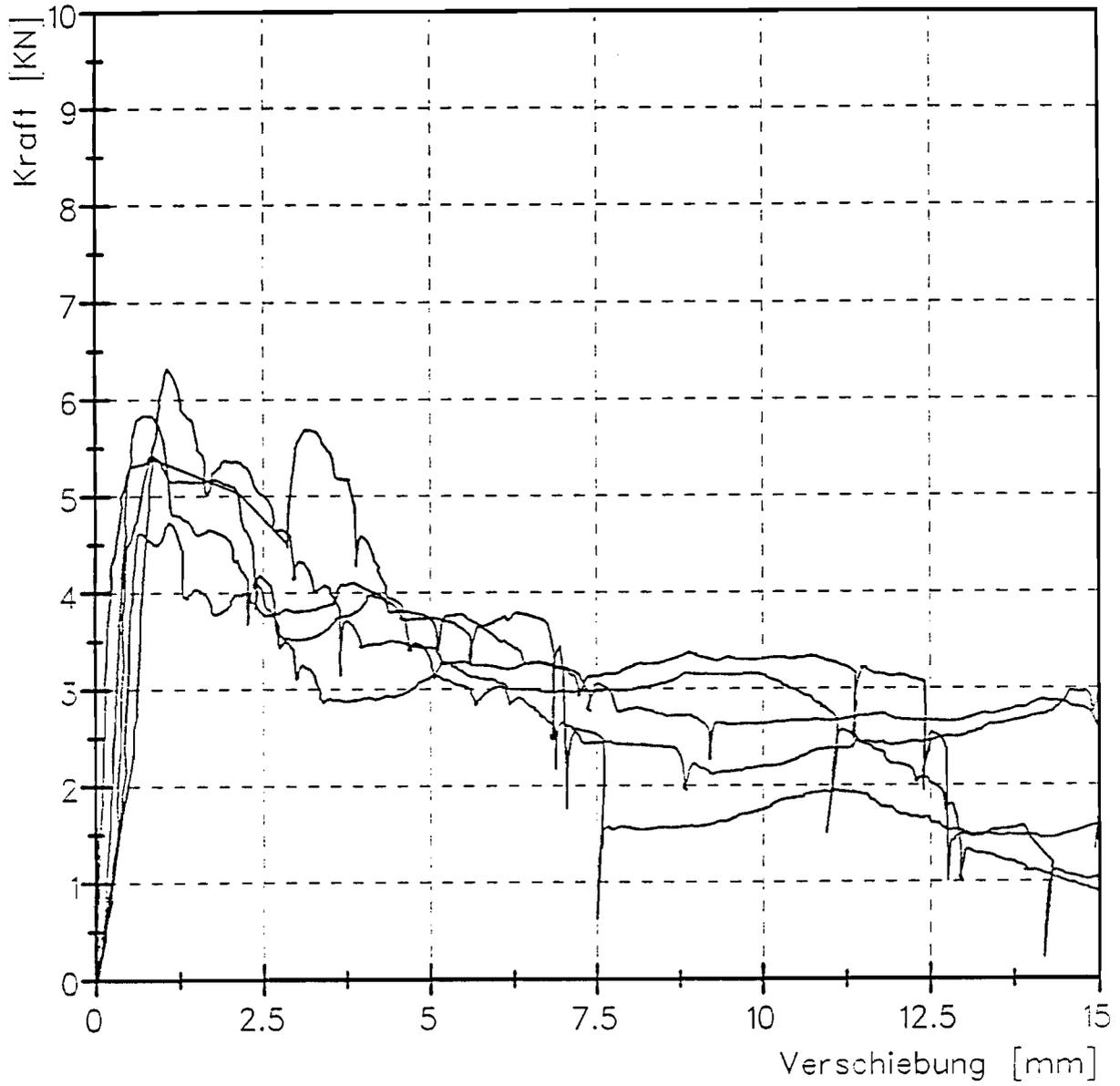
Last-Verschiebungskurven der zentrischen Zugversuche in HLz B 20-1,4-12DF, mit Injektionsdübel TYPII, Setzposition a, effektive Stegdicke 20mm

# Anlage A 4



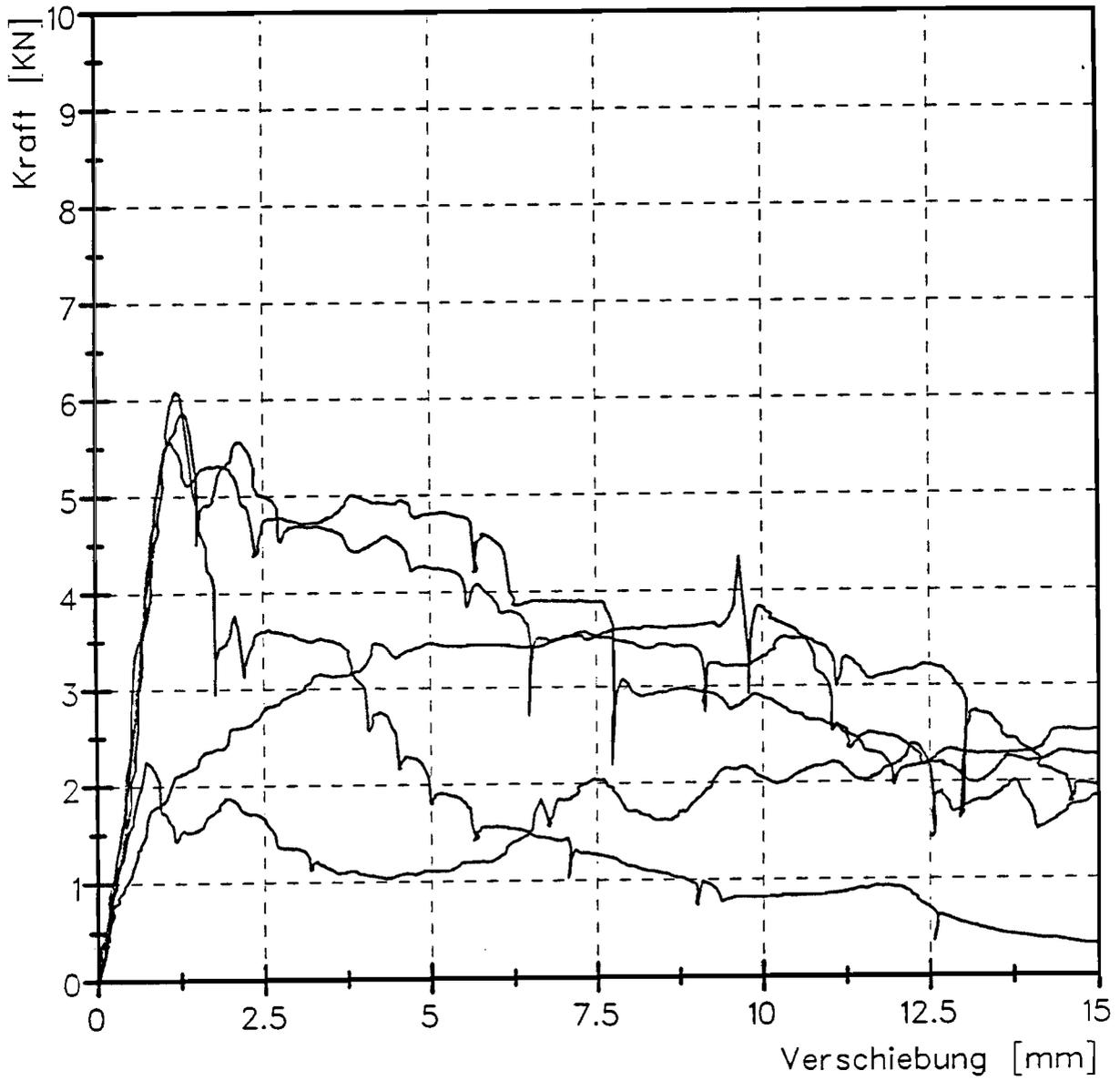
Last-Verschiebungskurven der zentrischen Zugversuche in HLz B 20-1,4-12DF, mit Injektionsdübel TYP II, Setzposition b, effektive Stegdicke 25mm

Anlage A 5



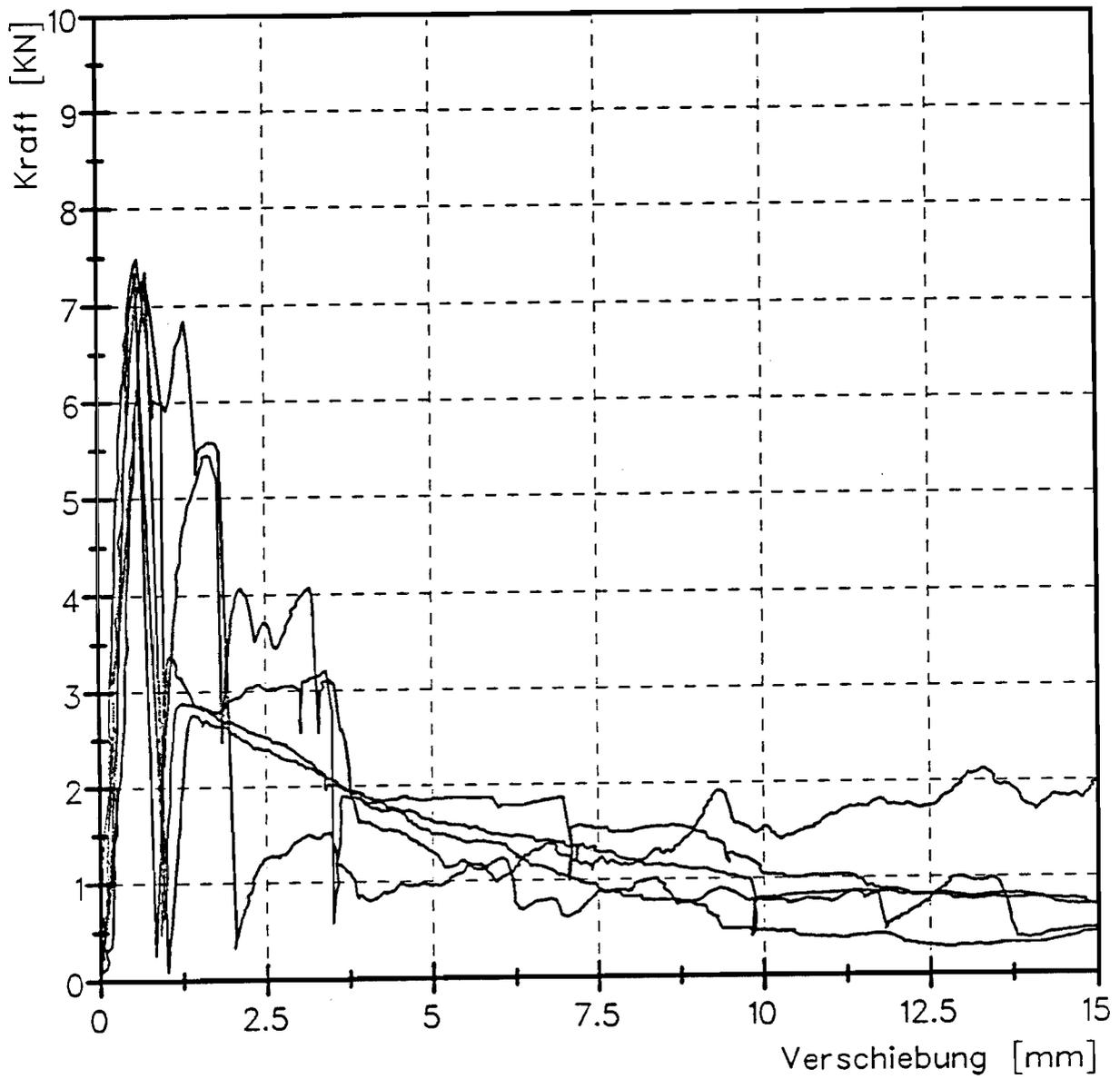
Last-Verschiebungskurven der zentrischen Zugversuche in HLz B 20-1,4-12DF, mit Injektionsdübel TYPIII, Setzposition a, effektive Stegdicke 20mm

# Anlage A 6



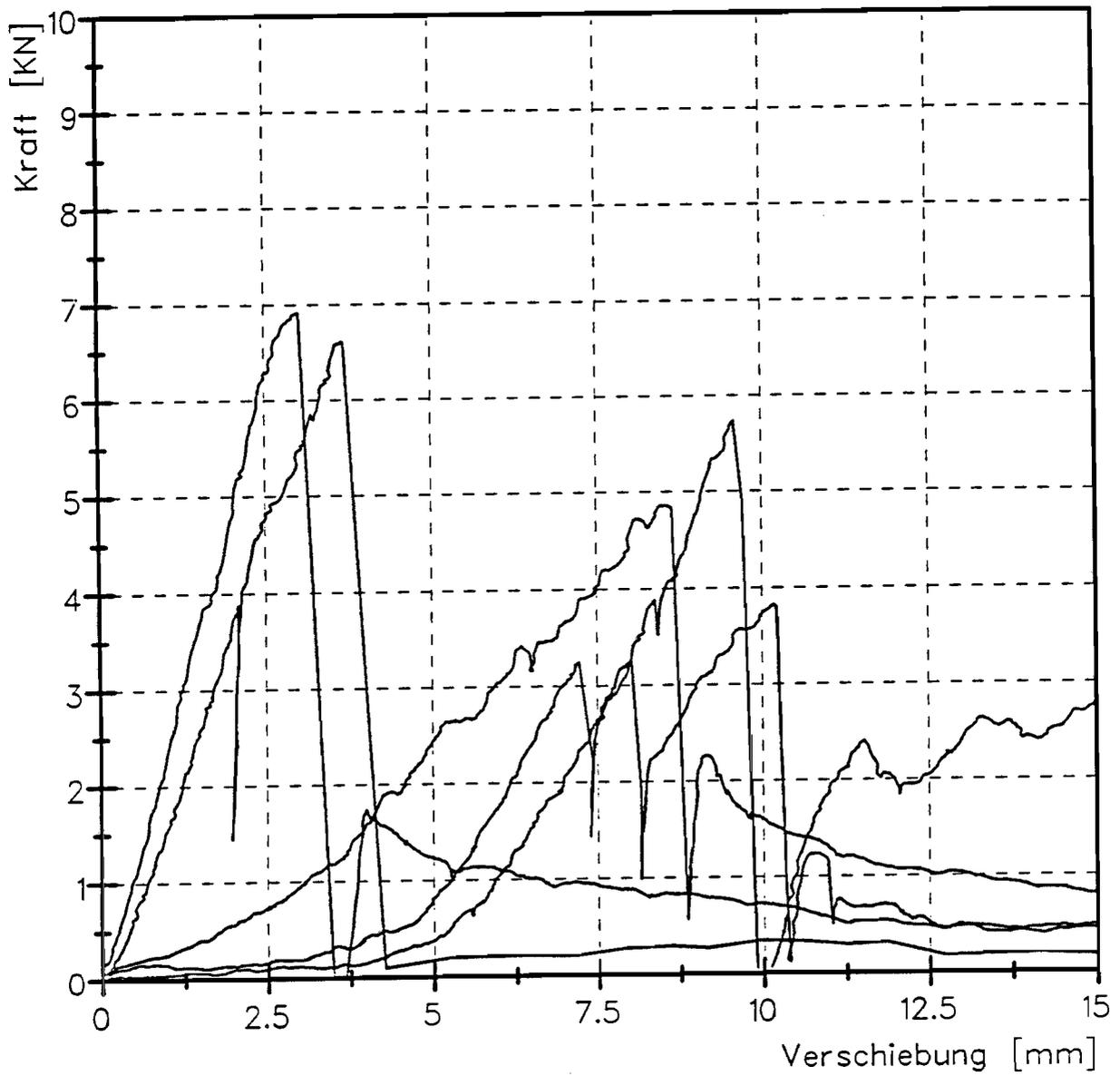
Last-Verschiebungskurven der zentrischen Zugversuche in HLz B 20-1,4-12DF, mit Injektionsdübel TYPIII, Setzposition b, effektive Stegdicke 25mm

# Anlage A 7



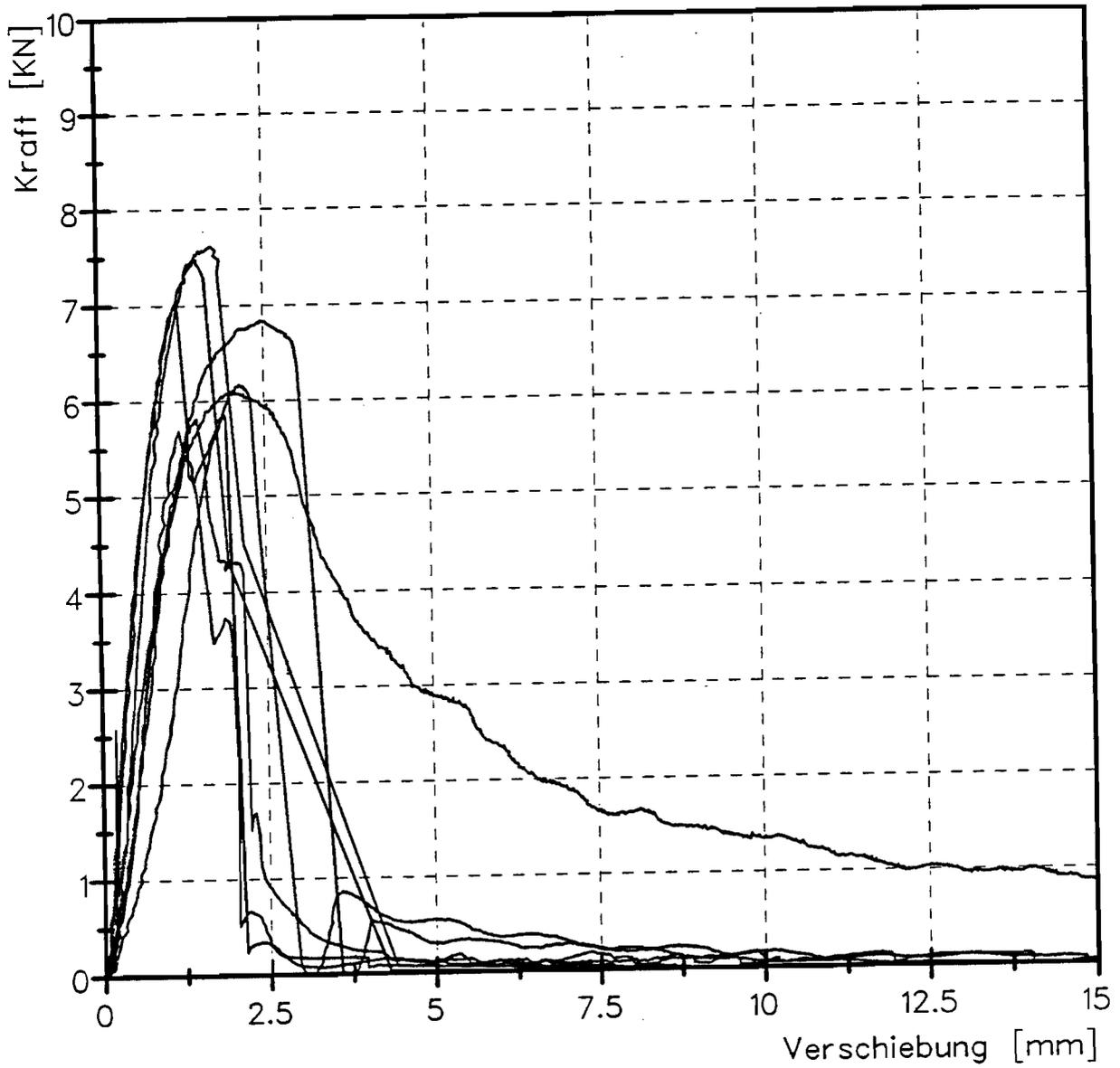
Last-Verschiebungskurven der zentrischen Zugversuche in KSL 12-1,2-10 DF, mit Injektionsdübel TYPI, Setzposition c, effektive Stegdicke 19 mm

# Anlage A 8



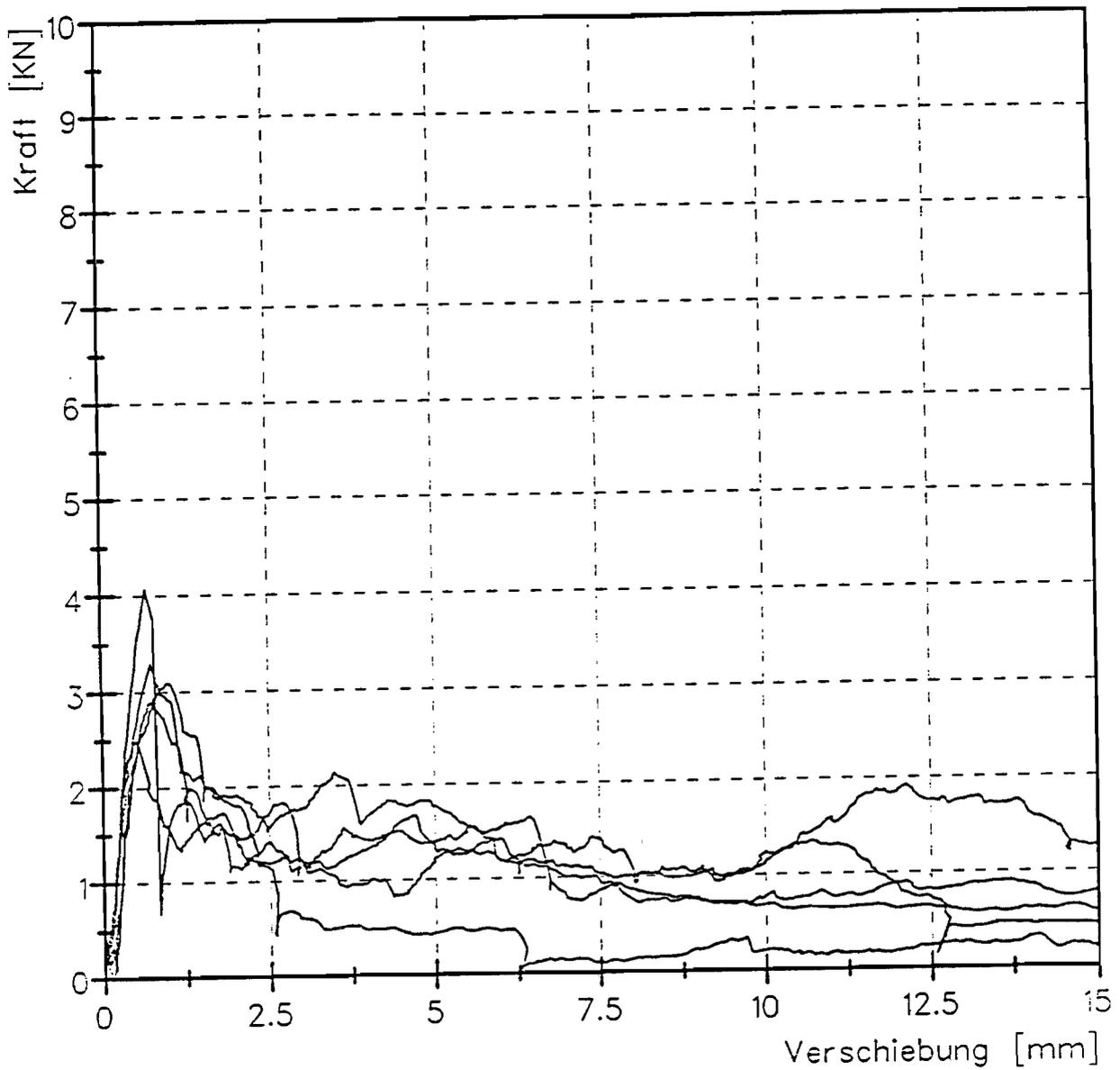
Last-Verschiebungskurven der zentrischen Zugversuche in KSL 12-1,2-10 DF, mit Injektionsdübel TYPII, Setzposition c, effektive Stegdicke 19 mm

# Anlage A 9

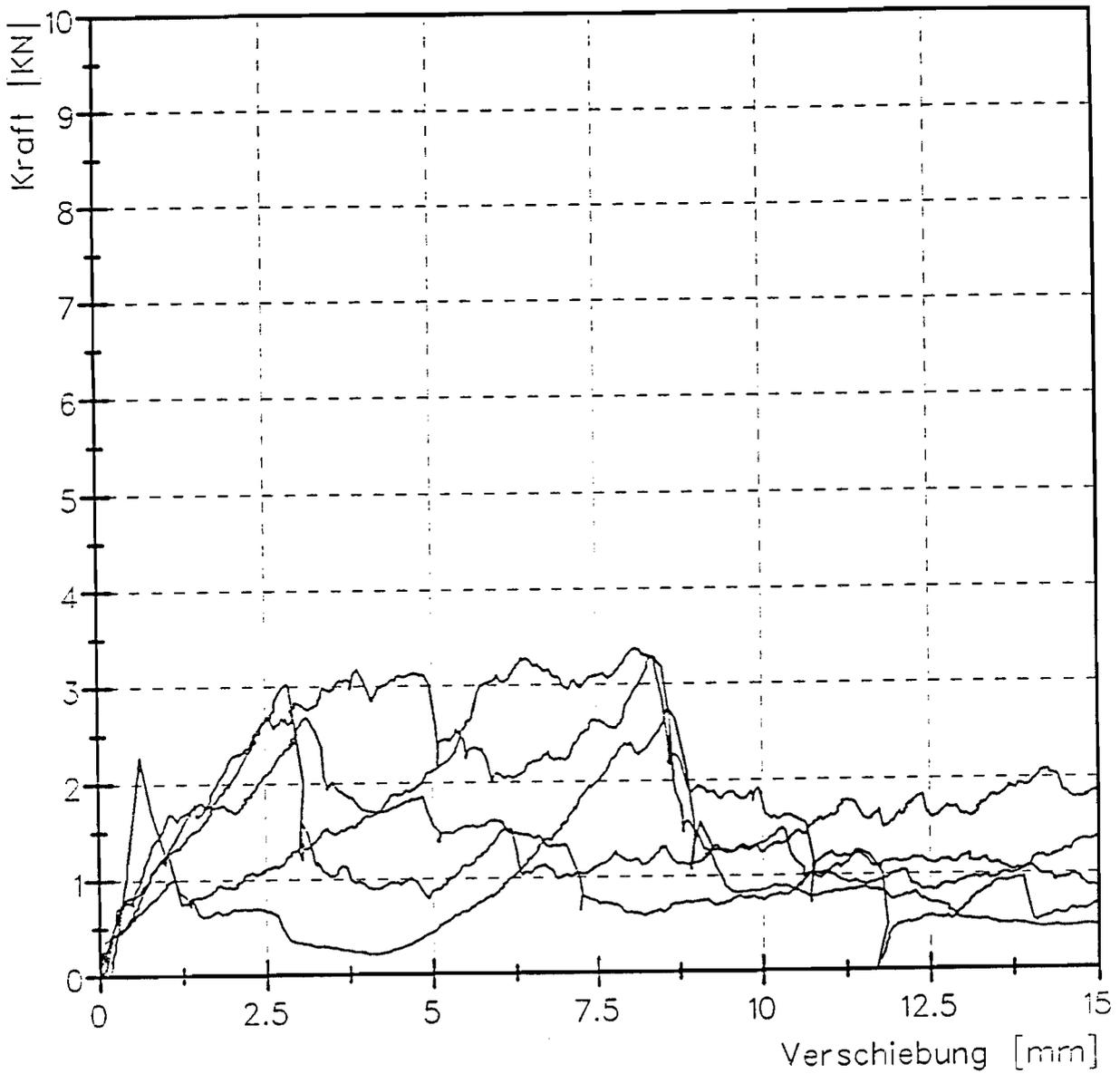


Last-Verschiebungskurven der zentrischen Zugversuche in KSL 12-1,2-10 DF, mit Injektionsdübel TYP III, Setzposition c, effektive Stegdicke 19 mm

# Anlage A 10

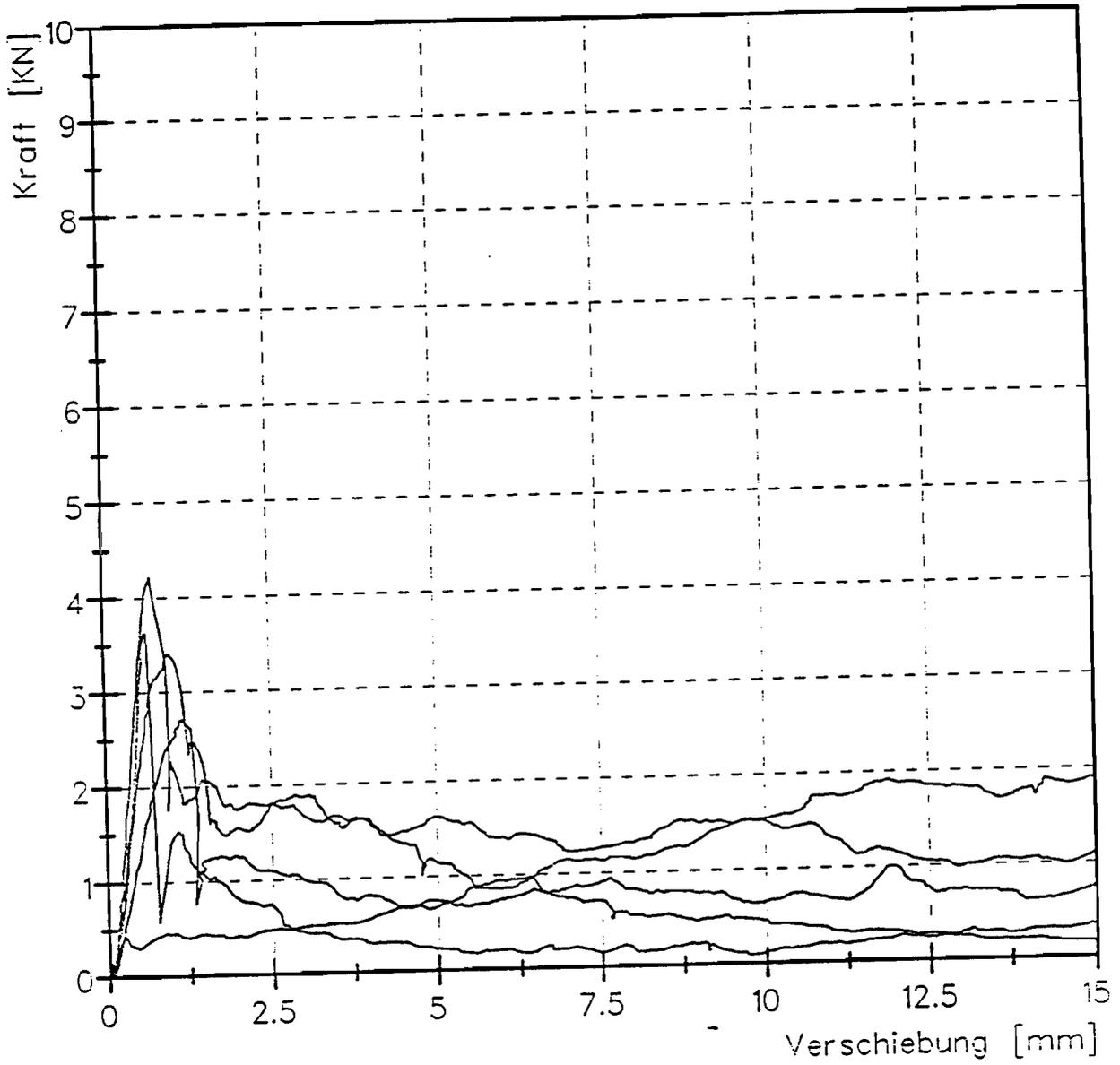


Last-Verschiebungskurven der zentrischen Zugversuche in 2K Hbl2-0,9-12DF, mit Injektionsdübel TYP I, Setzposition d, effektive Stegdicke 35mm



Last-Verschiebungskurven der zentrischen Zugversuche in 2K Hbl2-0,9-12DF, mit Injektionsdübel TYPII, Setzposition d, effektive Stegdicke 45mm

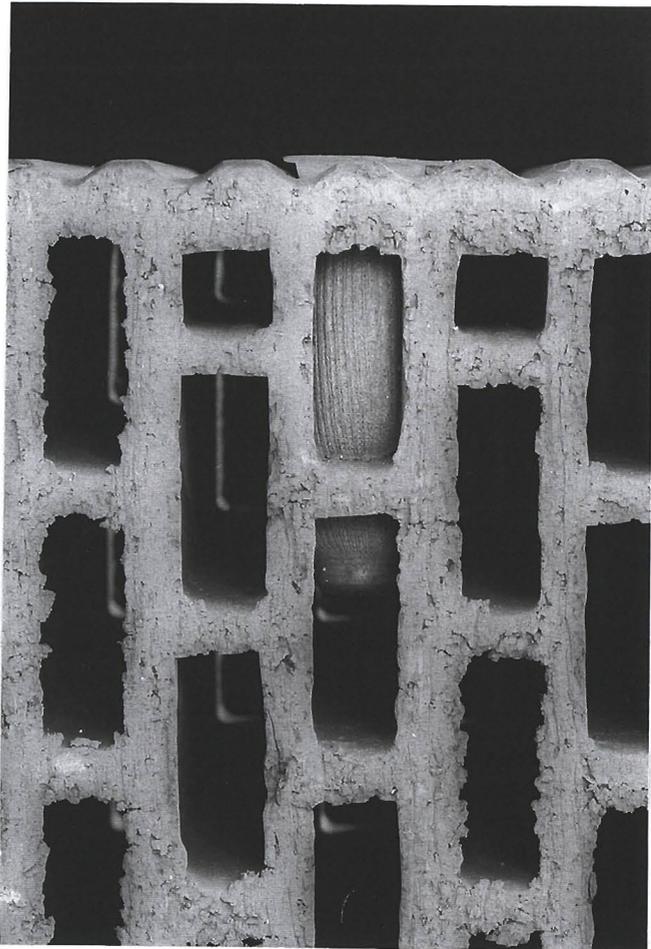
Anlage A 12



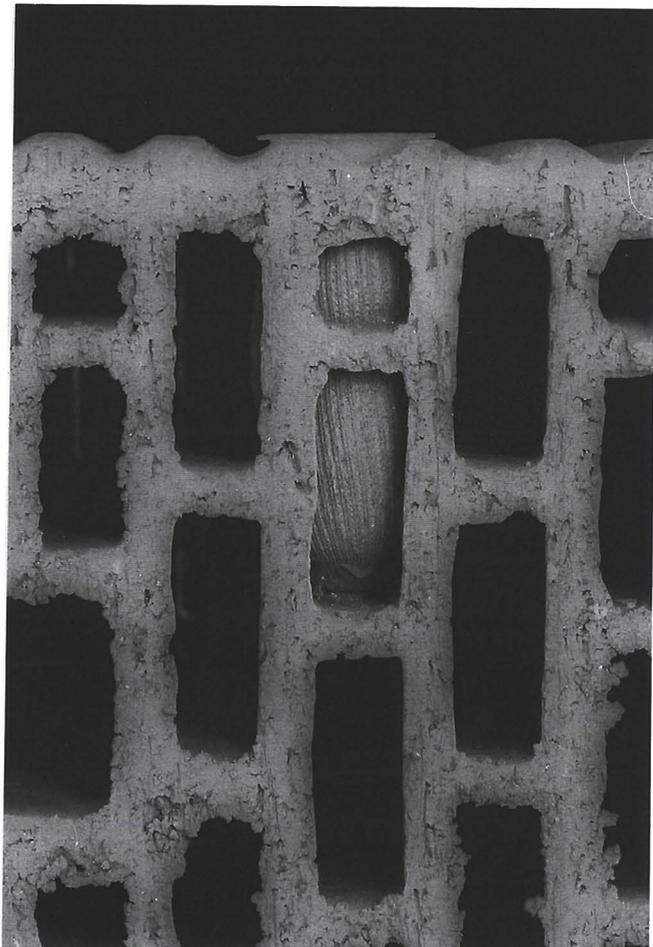
Last-Verschiebungskurven der zentrischen Zugversuche in 2K Hbl2-0,9-12DF, mit Injektionsdübel TYP III, Setzposition d, effektive Stegdicke 35mm

## Anlage Bilder

**Bild 1:** Injektionsdübel TYP I  
HLz B 20-1,4-12DF  
Setzposition a

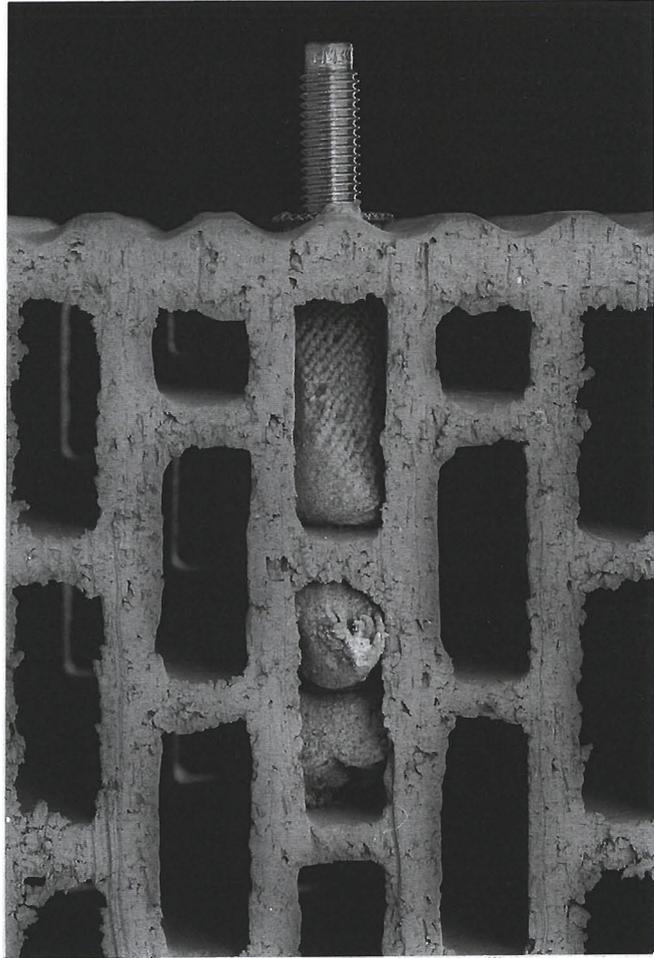


**Bild 2:** Injektionsdübel TYP I  
HLz B 20-1,4-12DF  
Setzposition b

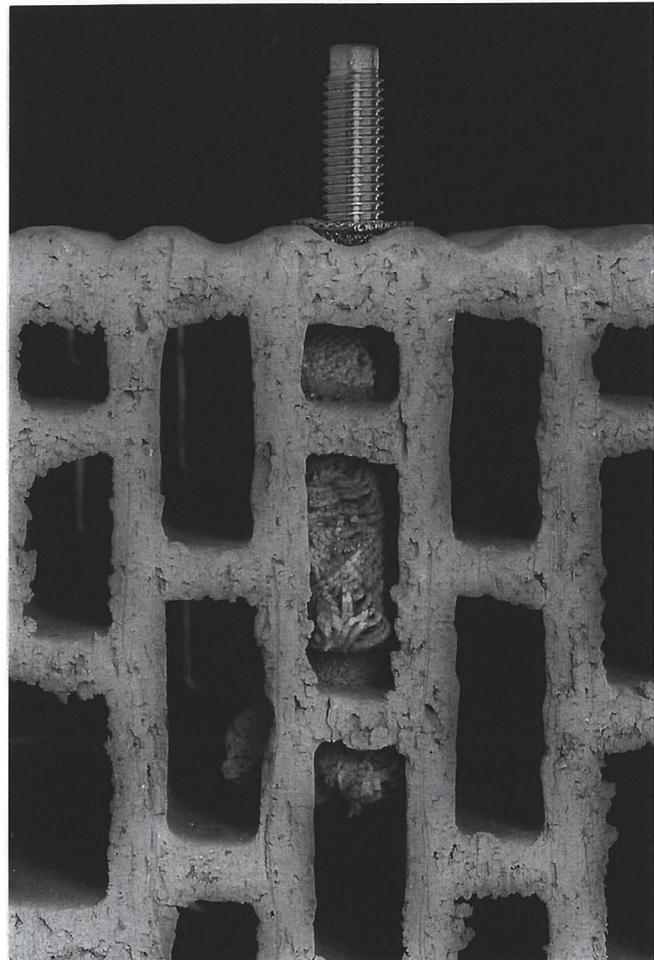


## Anlage Bilder

**Bild 3:** Injektionsdübel TYP II  
HLz B 20-1,4-12DF  
Setzposition a

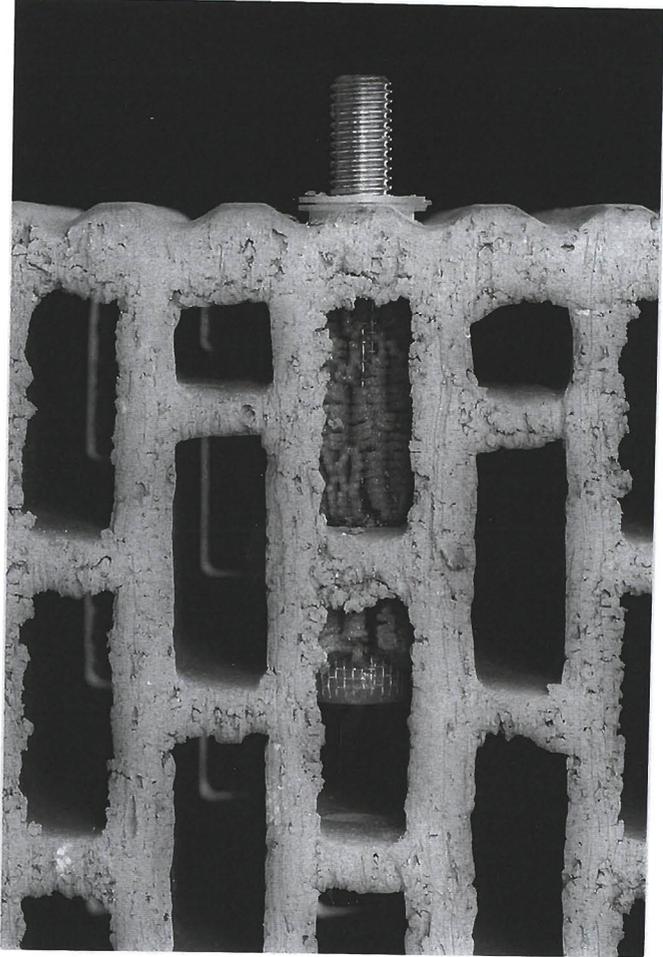


**Bild 4:** Injektionsdübel TYP II  
HLz B 20-1,4-12DF  
Setzposition b

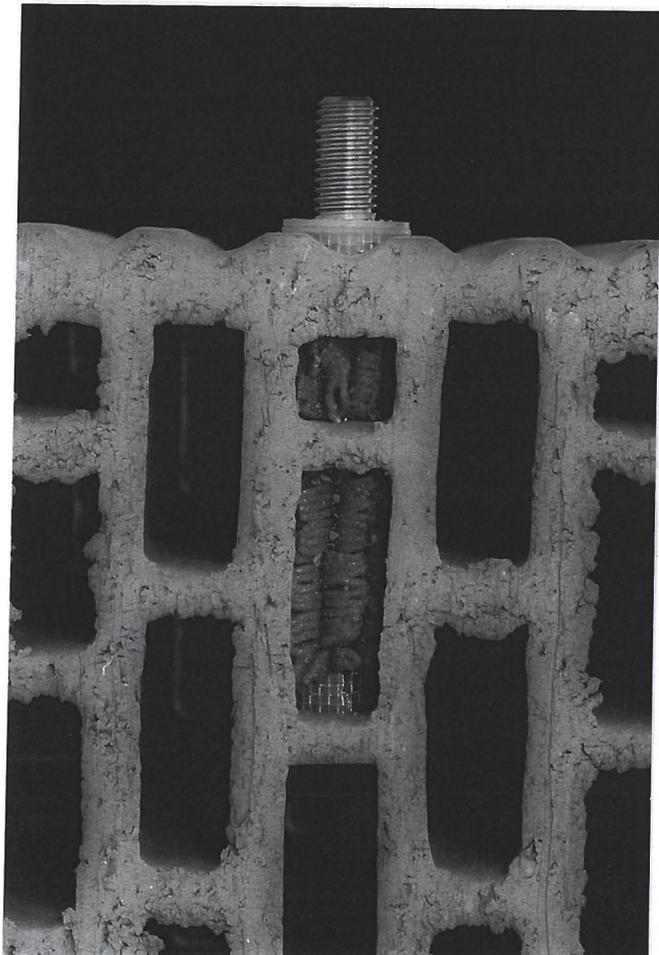


## Anlage Bilder

**Bild 5:** Injektionsdübel TYP III  
HLz B 20-1,4-12DF  
Setzposition a

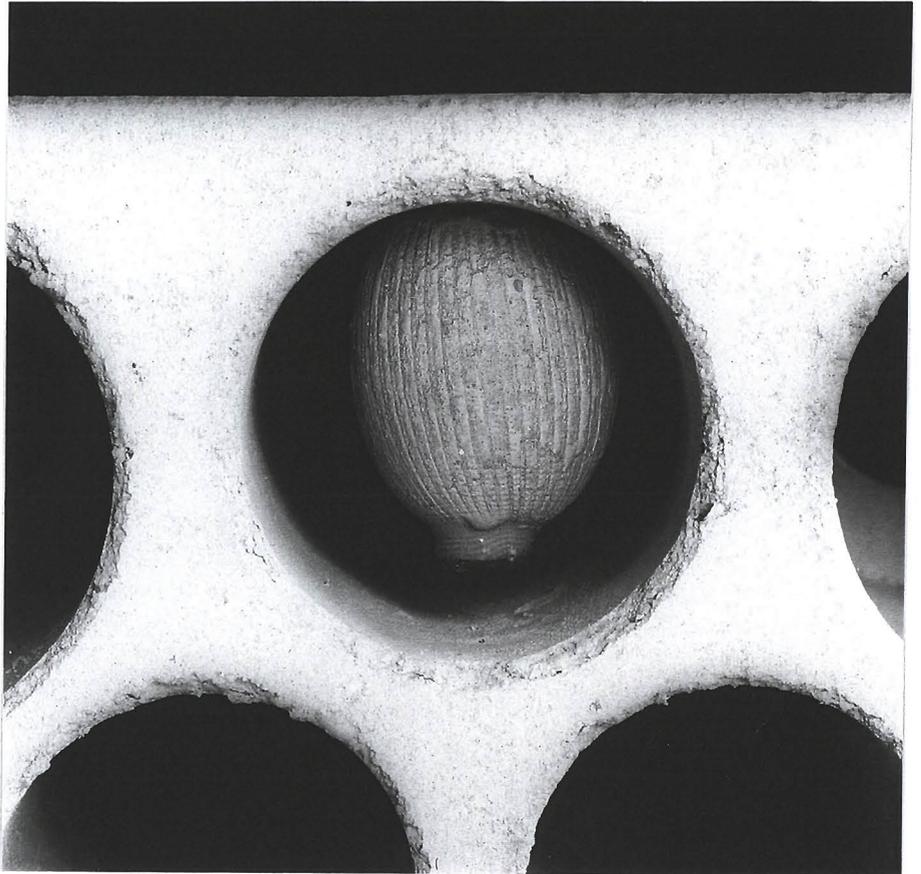


**Bild 6:** Injektionsdübel TYP III  
HLz B 20-1,4-12DF  
Setzposition b

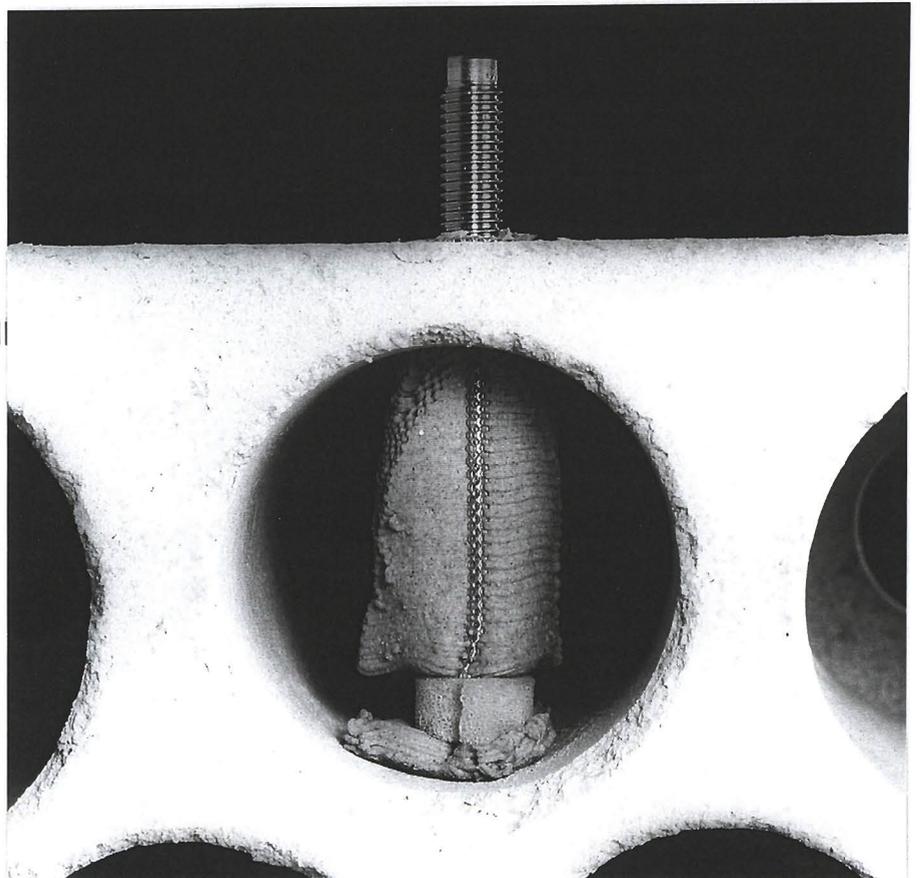


## Anlage Bilder

**Bild 7:** Injektionsdübel TYP I  
KSL 12-1,2-10DF  
Setzposition c

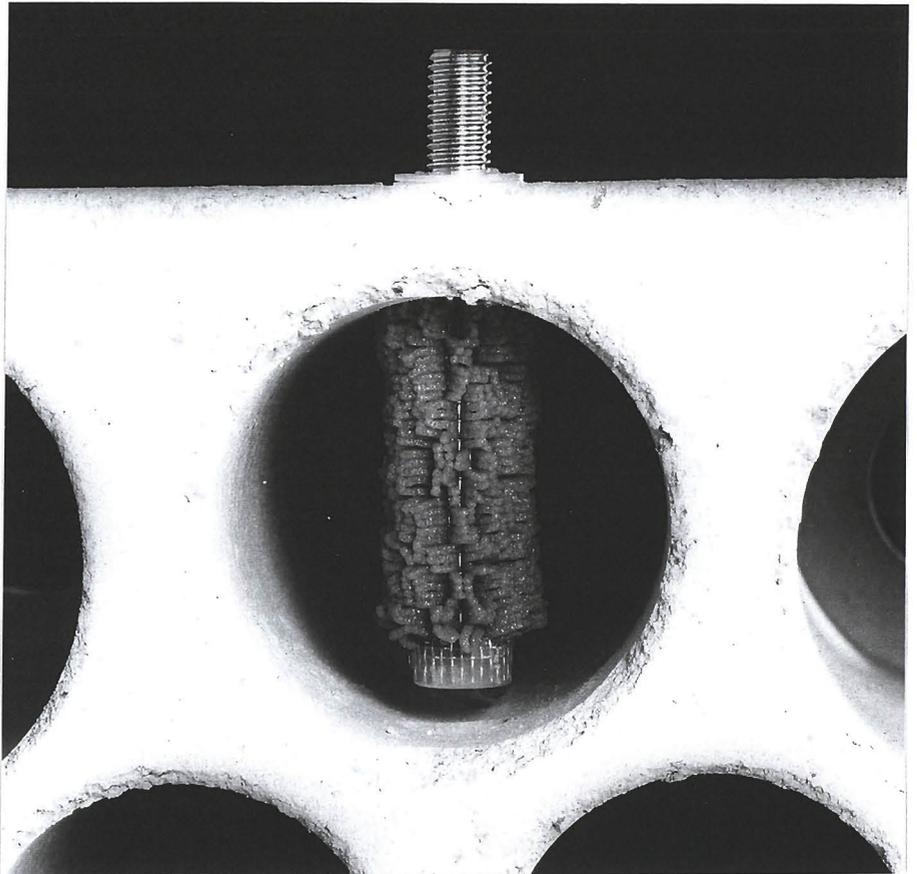


**Bild 8:** Injektionsdübel TYP II  
KSL 12-1,2-10DF  
Setzposition c

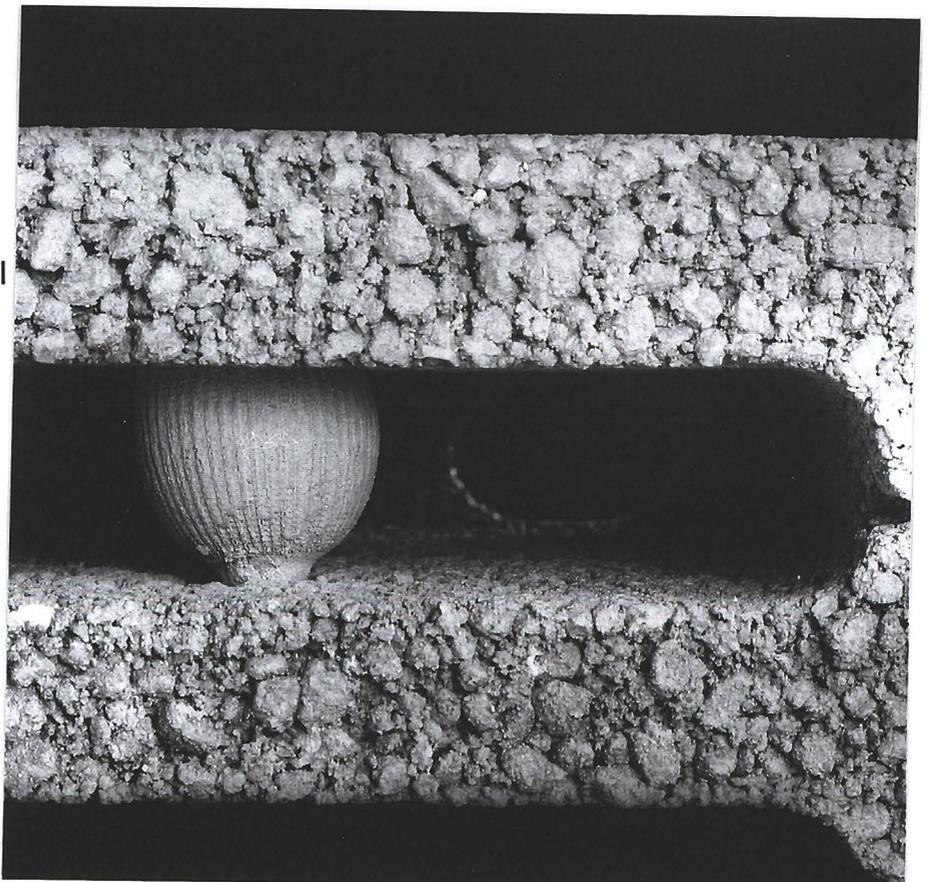


## Anlage Bilder

**Bild 9:** Injektionsdübel TYP III  
KSL 12-1,2-10DF  
Setzposition c

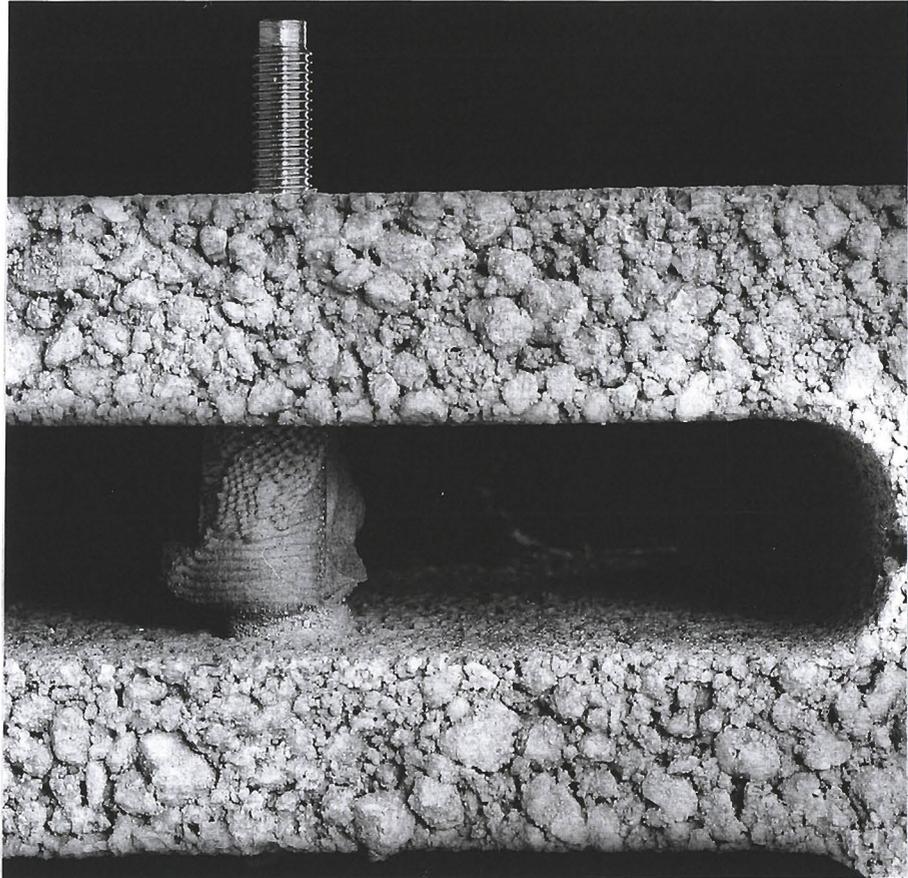


**Bild 10:** Injektionsdübel TYP I  
2K Hbl 2-0,8-12DF  
Setzposition d

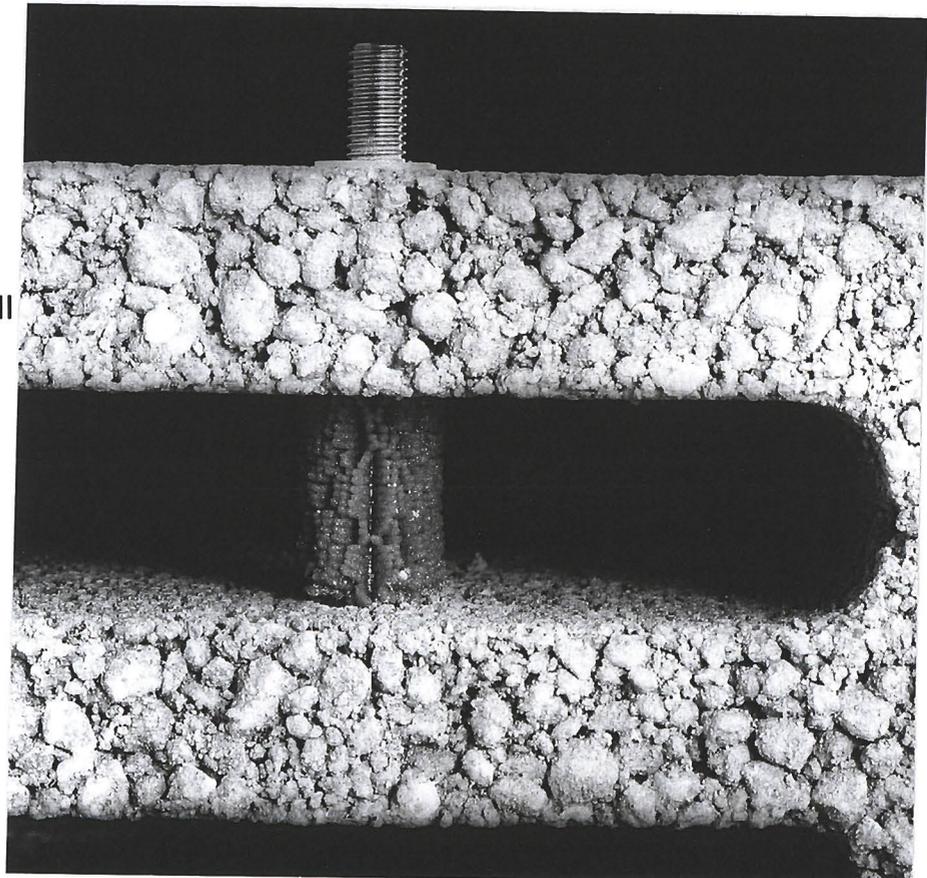


## Anlage Bilder

**Bild 11:** Injektionsdübel TYP II  
2K Hbl 2-0,8-12DF  
Setzposition d

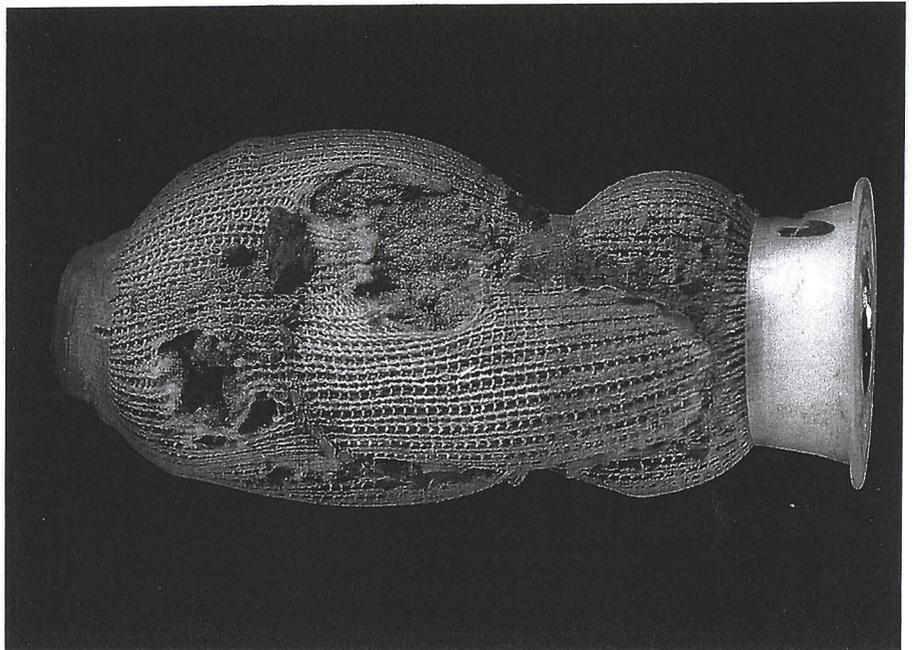


**Bild 12:** Injektionsdübel TYP II  
2K Hbl 2-0,8-12DF  
Setzposition d

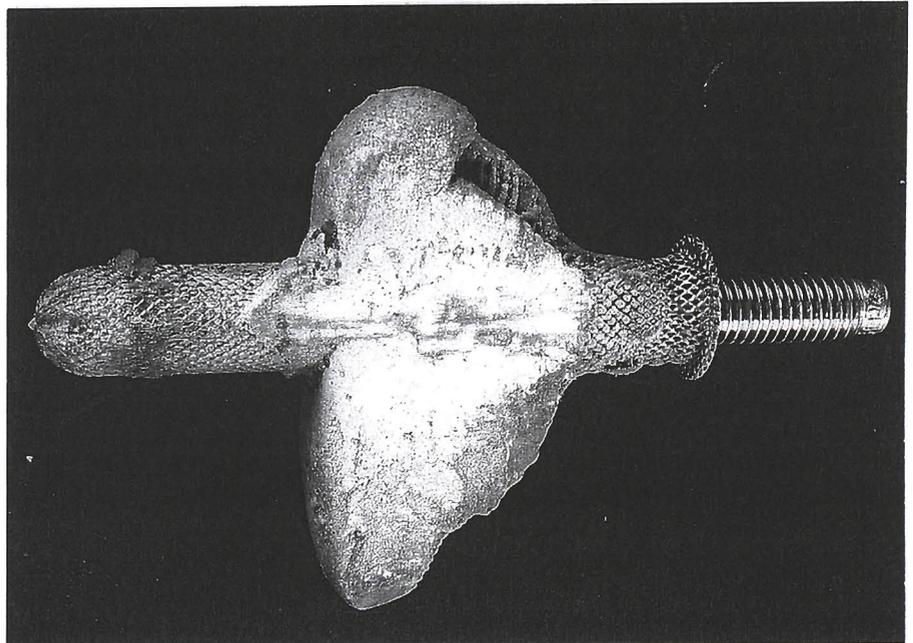


## Anlage Bilder

**Bild 13:** Bruchbild  
Injektionsdübel TYP I  
HLz B 20-1,4-12DF  
Setzposition b

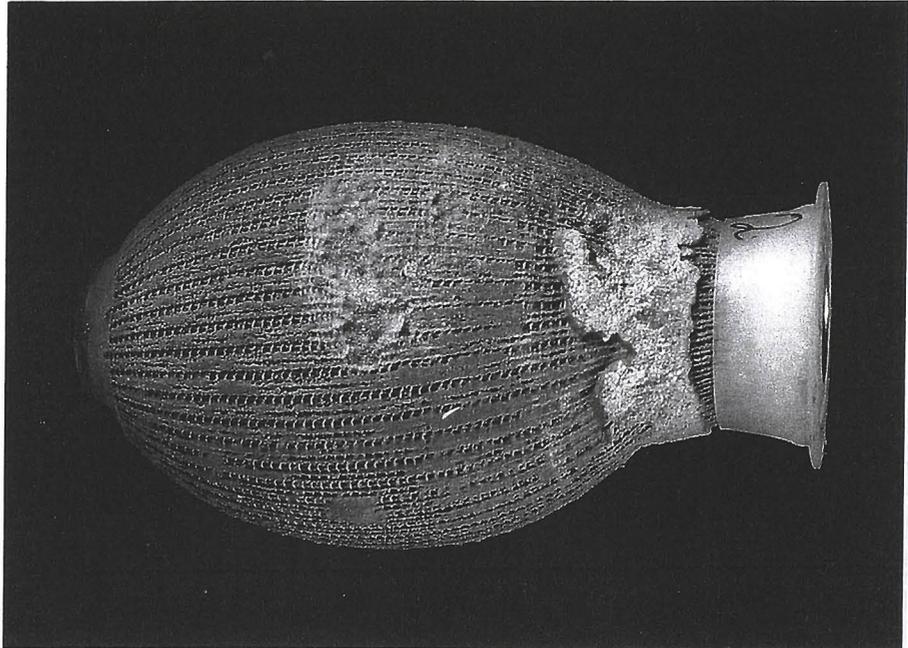


**Bild 14:** Bruchbild  
Injektionsdübel TYP II  
HLz B 20-1,4-12DF  
Setzposition a

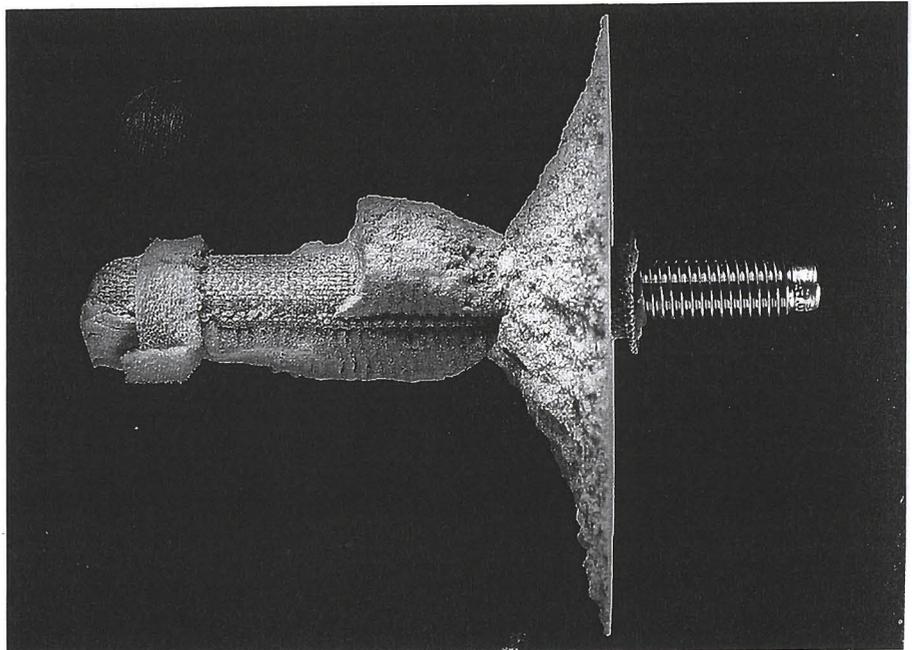


## Anlage Bilder

**Bild 15:** Bruchbild  
Injektionsdübel TYP I  
KSL 12-1,2-10DF  
Setzposition c

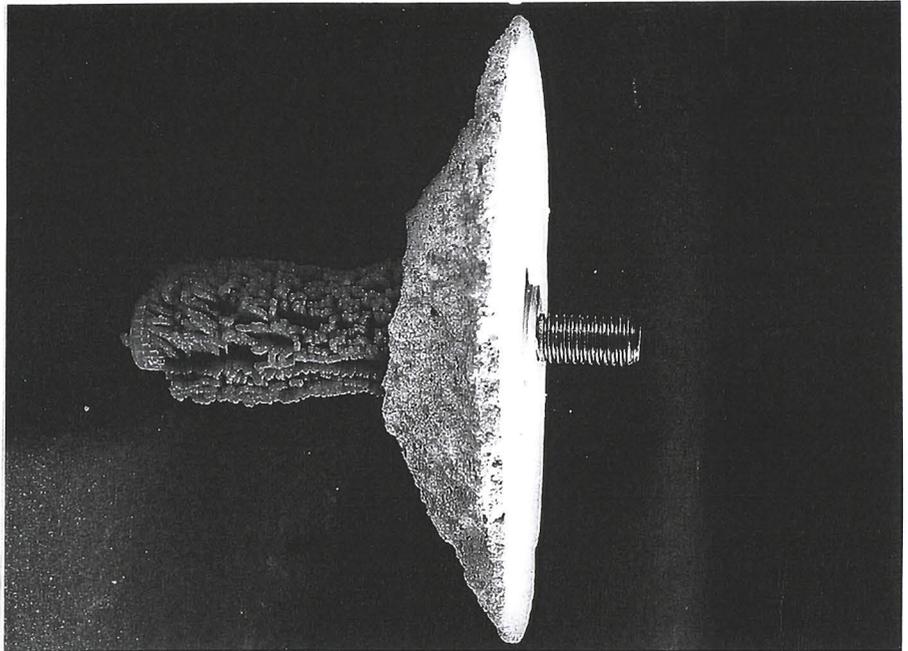


**Bild 16:** Bruchbild  
Injektionsdübel TYP II  
KSL 12-1,2-10DF  
Setzposition c

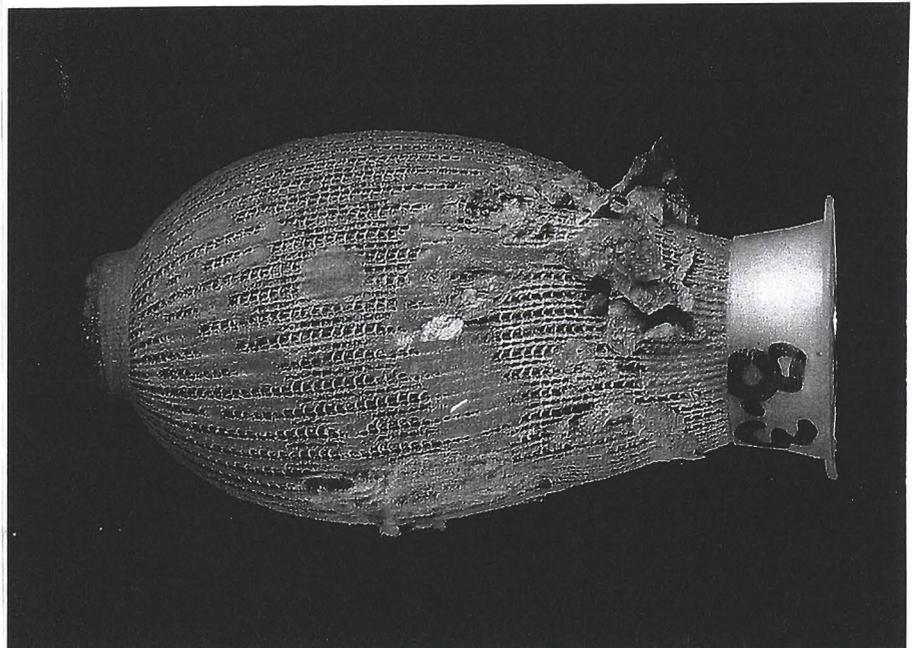


## Anlage Bilder

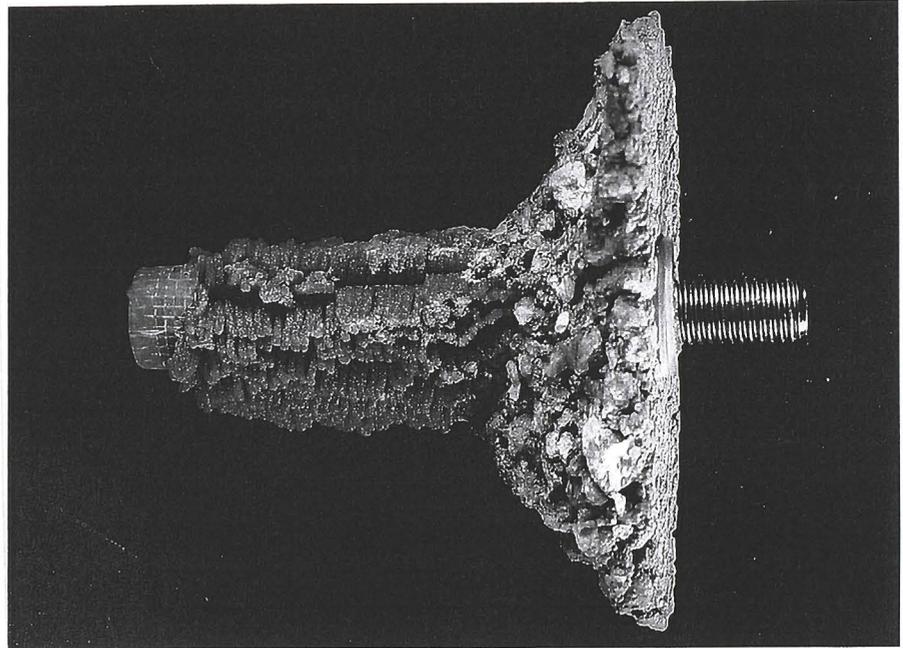
**Bild 17:** Bruchbild  
Injektionsdübel TYP III  
KSL 12-1,2-10DF  
Setzposition c



**Bild 18:** Bruchbild  
Injektionsdübel TYP I  
2K Hbl 2-0,8-12DF  
Setzposition d



## Anlage Bilder



**Bild 19:** Bruchbild  
Injektionsdübel TYP II  
2K Hbl 2-0,8-12DF  
Setzposition d