

## **IFBT GmbH**

Hans-Weigel-Str. 2 b

D - 04319 Leipzig

Telefon: +49(0)341-652278-0

Telefax: +49(0)341-652278-9

e-mail: dr.hoeher@fassade-und-befestigung.de

## **Gutachterliche Stellungnahme**

**Nr. 05-141**

**vom 08.02.2007**

**Gegenstand: Tragverhalten des Amo-Max Systems bei Querlasten mit  
Abstandsmontage in Wärmedämm-Verbundsystemen**

**Auftraggeber: Adolf Würth GmbH & Co. KG  
74650 Künzelsau**

**Ansprechpartner: IFBT GmbH - Institut für Fassaden- und Befestigungstechnik  
Dipl.-Ing. Falk Wittmann (Tel. +49(0)341-652278-3)**

**Dr. Lothar Höher  
Geschäftsführer**

**Dipl.-Ing. F. Wittmann  
Projektleiter Befestigungssysteme**

Dieser Bericht besteht aus 11 Seiten und 9 Anlagen.

Jedwede Verwendung, einschließlich der Veröffentlichung, auch auszugsweise, bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der IFBT GmbH.

## **Inhalt**

- 1 Veranlassung
- 2 Beschreibung des Systems
- 3 Versuche
- 4 Versuchsergebnisse
- 5 Beurteilung der Versuchsergebnisse
- 6 Empfehlungen
- 7 Zusammenfassung

## **Anlagen**

### **Bilder**

- |        |  |
|--------|--|
| 1C120F | Einzelbefestigung mit Amo-Max 120 mm, Dübel W-FAZ/A4 M16                   |
| 1C120V | Einzelbefestigung mit Amo-Max 120 mm, Dübel W-VIZ-A/A4 M16 mit WIT-VM100   |
| 1C200F | Einzelbefestigung mit Amo-Max 200 mm, Dübel W-FAZ/A4 M16                   |
| 1C200V | Einzelbefestigung mit Amo-Max 200 mm, Dübel W-VIZ-A/A4 M16 mit WIT-VM100   |
| 2C120F | Zweifachbefestigung mit Amo-Max 120 mm, Dübel W-FAZ/A4 M16                 |
| 2C120V | Zweifachbefestigung mit Amo-Max 120 mm, Dübel W-VIZ-A/A4 M16 mit WIT-VM100 |
| 2C200F | Zweifachbefestigung mit Amo-Max 200 mm, Dübel W-FAZ/A4 M16                 |
| 2C200V | Zweifachbefestigung mit Amo-Max 200 mm, Dübel W-VIZ-A/A4 M16 mit WIT-VM100 |

## 1. Veranlassung

Das Institut für Fassaden- und Befestigungstechnik (IFBT GmbH) wurde von der Firma Adolf Würth GmbH & Co. KG D-74650 Künzelsau mit der Durchführung von Versuchen zur Ermittlung des Last-Verformungs-Verhaltens unter Querkraftbelastung des Amo-Max-Systems beauftragt. Das Amo-Max System soll das Würth Dübelsortiment ergänzen und zur Abstandsmontage in Wärmedämm-Verbundsystemen verwendet werden. Es überbrückt den nichttragenden Dämmstoffbereich zwischen dem tragfähigen Untergrund und dem an der Wand zu befestigenden Anbauelement.

## 2. Beschreibung des Systems

Das Amo-Max-System besteht aus:

- Distanzhalter aus Aluminium (AlMgSiF 28) zur Überbrückung von Dämmstoffdicken von 60 mm bis 200 mm.,
- Distanzscheibe aus glasfaserverstärktem Kunststoff (PA6),
- Hülse aus glasfaserverstärktem Kunststoff (PA6). Zur Anpassung an verschiedene Dübelssysteme werden die Kunststoffhülsen mit unterschiedlichen Bohrungen (8,2 mm, 10,2 mm, 12,2 mm und 16,2 mm) hergestellt.

Zu untersuchen sind Distanzhalter mit Längen von 120 mm und 200 mm.

## 3. Versuche

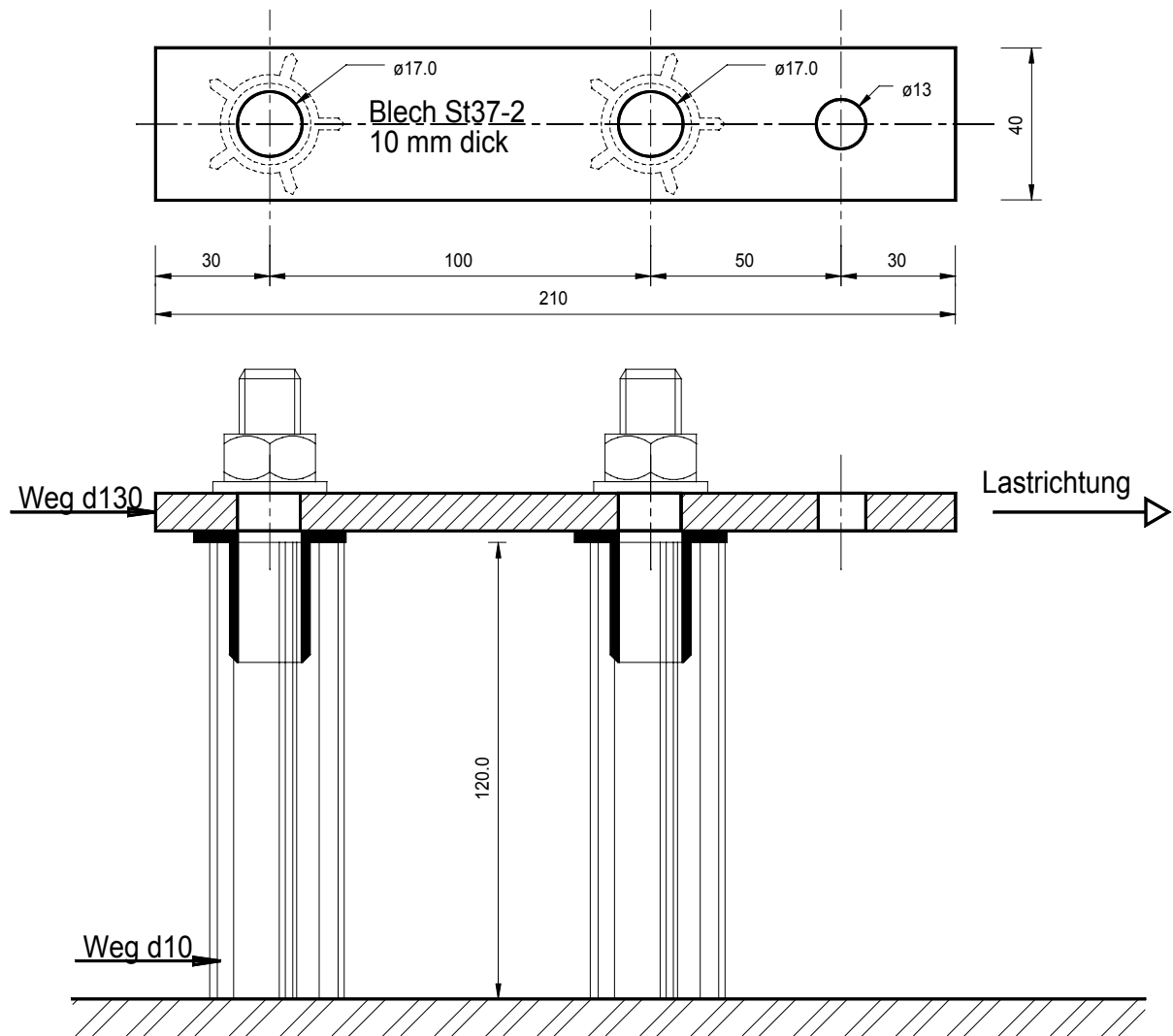
Bei den Untersuchungen zum Tragverhalten des Amo-Max Systems wurden das Dübelssystem und die Länge der Distanzhalter entsprechend der nachstehenden Tabelle variiert.

Zweck der Prüfung	Beton C20/25 vom 21.3.02		
	Amo-Max Distanzhalter	WIT-VM 100 mit W-VIZ-A/A4 M16-...	W-FAZ/A4 M16-...
Tragverhalten der Einzelverankerung	120 mm	140/290	140
	200 mm	220/370	220
Tragverhalten Ankerpaar mit Achsabstand 100 mm	120 mm	140/290	140
	200 mm	220/370	220

Als Verankerungsgrund diente die Schalungsseite einer 260 mm dicke Betonplatte mit den Abmessungen 1635x1285 mm<sup>2</sup> (Stahlschalung). Die Dübel

- WIT-VM 100 mit W-VIZ-A/A4 M16 (ETA-04/0095) und
- W-FAZ/A4 M16 (ETA-99/0011)

wurden nach Angaben des Herstellers bzw. der Zulassungen mit der Mindestverankerungstiefe gesetzt. Nach Ablauf der vorgeschriebenen Aushärtezeit wurden das Amo-Max – System installiert. Als Anbauteile dienten Bleche gemäß Fig. 01.



**Fig. 01** Versuchsaufbau für Zweifachbefestigung

Die Muttern der Dübel wurden beim

- WIT-VM 100 mit W-VIZ-A/A4 M16 mit 60 Nm und
- W-FAZ/A4 M16 mit einem Drehmoment von 110 Nm

Angezogen. Die Verformungen wurden bei allen Versuchen am Distanzhalter mit einem Abstand von 10 mm von der Betonoberfläche und am 10 mm dicken Anbauteil gemessen. Die Lasten wurden mit Hilfe von 2 Laschen und einem Bolzen  $\varnothing 12$  mm gelenkig über die Bohrung  $\varnothing 13$  mm in das Anbauteil eingeleitet.

**4. Versuchsergebnisse**

Versuchs-Nr.	1C120F.01	1C120F.02	1C120F.03	1C120F.04	1C120F.05	MW	v%	$\sigma$
$F_{max,i}^t$ (kN)	6,37	5,64	7,09	5,03	6,77	6,18	13,60%	0,84
$\delta_{i,10}$ (mm)	0,67	0,95	0,90	0,98	0,87	0,87	13,96%	0,122
$F^T(\delta_{i,10}=1mm)$ [kN]								
$\delta_{i,130}$ (mm)	10,54	10,59	10,63	10,58	10,45			
$F^T(\delta_{i,130}=1mm)$ [kN]	1,10	1,02	1,45	1,03	1,52	1,22	19,71%	0,241
$F^T(\delta_{i,130}=2mm)$ [kN]	1,60	1,67	2,22	1,48	2,40	1,87	21,78%	0,408
$F^T(\delta_{i,130}=5mm)$ [kN]	3,11	3,17	4,21	2,56	4,09	3,43	20,51%	0,703
<b>Tab. 01</b>	<b>Versuchsergebnisse Serie Amo-Max 120 mit W-FAZ/A4 M16-140 - Einzelbefestigung</b>							

Versuchs-Nr.	1C200F.01	1C200F.02	1C200F.03	1C200F.04	1C200F.05	MW	v%	$\sigma$
$F_{max,i}^t$ (kN)	2,32	2,20	2,63	1,97	1,85	2,19	14,01%	0,31
$\delta_{i,10}$ (mm)	0,34	0,38	0,52	0,70	0,63	0,52	30,39%	0,157
$F^T(\delta_{i,10}=1mm)$ [kN]								
$\delta_{i,210}$ (mm)	10,51	10,52	10,51	10,59	10,49			
$F^T(\delta_{i,210}=1mm)$ [kN]	0,51	0,51	0,49	0,45	0,42	0,48	8,22%	0,039
$F^T(\delta_{i,210}=2mm)$ [kN]	0,89	0,92	1,00	0,78	0,73	0,86	12,23%	0,106
$F^T(\delta_{i,210}=5mm)$ [kN]	1,39	1,57	1,75	1,24	1,16	1,42	16,92%	0,240
<b>Tab. 02</b>	<b>Versuchsergebnisse Serie Amo-Max 200 mit W-FAZ/A4 M16-220 - Einzelbefestigung</b>							

Versuchs-Nr.	1C120V.01	1C120V.02	1C120V.03	1C120V.04	1C120V.05	MW	v%	$\sigma$
$F_{max,i}^t$ (kN)	7,03	7,78	7,77	7,73	7,84	7,63	4,45%	0,34
$\delta_{i,10}$ (mm)	0,84	0,84	0,88	0,79	0,69	0,81	9,10%	0,074
$F^T(\delta_{i,10}=1mm)$ [kN]								
$\delta_{i,130}$ (mm)	10,42	10,54	10,49	10,38	10,36			
$F^T(\delta_{i,130}=1mm)$ [kN]	1,09	1,35	1,50	1,46	1,13	1,31	14,23%	0,186
$F^T(\delta_{i,130}=2mm)$ [kN]	1,87	2,43	2,53	2,25	1,97	2,21	12,85%	0,284
$F^T(\delta_{i,130}=5mm)$ [kN]	4,00	4,63	4,56	4,52	4,49	4,44	5,69%	0,253
<b>Tab. 03</b>	<b>Versuchsergebnisse Serie Amo-Max 120 mit W-VIZ-A/A4 M16-140/290 - Einzelbefestigung</b>							

Versuchs-Nr.	1C200V.01	1C200V.02	1C200V.03	1C200V.04	1C200V.05	MW	v%	$\sigma$
$F_{max,i}^t$ (kN)	3,24	2,63	2,65	2,70	3,12	2,87	10,05%	0,29
$\delta_{i,10}$ (mm)	0,64	0,61	0,57	0,72	0,64	0,64	8,57%	0,055
$F^T(\delta_{i,10}=1mm)$ [kN]								
$\delta_{i,210}$ (mm)	10,76	10,74	10,53	10,75	10,60			
$F^T(\delta_{i,210}=1mm)$ [kN]	0,57	0,47	0,46	0,54	0,56	0,52	9,69%	0,050
$F^T(\delta_{i,210}=2mm)$ [kN]	0,94	0,76	0,74	0,87	1,03	0,87	13,93%	0,121
$F^T(\delta_{i,210}=5mm)$ [kN]	1,79	1,44	1,44	1,58	1,98	1,64	14,42%	0,237
<b>Tab. 04</b>	<b>Versuchsergebnisse Serie Amo-Max 200 mit W-VIZ-A/A4 M16-220 - Einzelbefestigung</b>							

Versuchs-Nr.	2C120F.01	2C120F.02	2C120F.03	2C120F.04	2C120F.05	MW	v%	$\sigma$
$F_{max,i}^t$ (kN)	15,00	16,21	16,46	17,09	16,87	16,32	5,02%	0,82
$\delta_{i,10}$ (mm)	0,85	1,15	1,10	0,96	1,19	1,05	13,57%	0,142
$F^T(\delta_{i,10}=1mm)$ [kN]								
$\delta_{i,130}$ (mm)	10,22	10,42	10,48	9,44	10,48			
$F^T(\delta_{i,130}=1mm)$ [kN]	4,24	3,91	4,48	4,79	3,66	4,21	10,68%	0,450
$F^T(\delta_{i,130}=2mm)$ [kN]	6,02	6,25	6,56	7,58	5,39	6,36	12,65%	0,804
$F^T(\delta_{i,130}=5mm)$ [kN]	9,75	11,02	10,35	12,27	10,24	10,72	9,10%	0,976
<b>Tab. 05</b>	<b>Versuchsergebnisse Serie Amo-Max 120 mit W-FAZ/A4 M16-140 – Zweifachbefestigung s=100 mm</b>							

Versuchs-Nr.	2C200F.01	2C200F.02	2C200F.03	2C200F.04	2C200F.05	MW	v%	$\sigma$
$F_{max,i}^t$ (kN)	7,80	8,89	7,93	6,27	7,18	7,61	12,74%	0,97
$\delta_{i,10}$ (mm)	1,04	0,84	0,90	0,46	0,46	0,74	35,79%	0,264
$F^T(\delta_{i,10}=1mm)$ [kN]								
$\delta_{i,210}$ (mm)	10,34	10,49	10,47	10,55	10,49			
$F^T(\delta_{i,210}=1mm)$ [kN]	2,06	1,93	1,81	1,63	1,72	1,83	9,15%	0,167
$F^T(\delta_{i,210}=2mm)$ [kN]	3,25	3,29	2,79	2,39	2,78	2,90	12,88%	0,373
$F^T(\delta_{i,210}=5mm)$ [kN]	5,33	5,87	4,89	3,78	4,53	4,88	16,23%	0,792
<b>Tab. 06</b>	<b>Versuchsergebnisse Serie Amo-Max 200 mit W-FAZ/A4 M16-220 - Zweifachbefestigung s=100 mm</b>							

Versuchs-Nr.	2C120V.01	2C120V.02	2C120V.03	2C120V.04	2C120V.05	MW	v%	$\sigma$
$F_{max,i}^t$ (kN)	19,78	18,38	19,10	19,44	20,55	19,45	4,13%	0,80
$\delta_{i,10}$ (mm)	1,27	1,06	1,41	1,07	1,29	1,22	12,46%	0,152
$F^T(\delta_{i,10}=1mm)$ [kN]								
$\delta_{i,130}$ (mm)	10,33	10,50	10,51	10,43	10,51			
$F^T(\delta_{i,130}=1mm)$ [kN]	4,77	4,18	4,48	3,81	3,67	4,18	10,99%	0,459
$F^T(\delta_{i,130}=2mm)$ [kN]	7,80	6,77	7,21	6,68	6,61	7,01	7,10%	0,498
$F^T(\delta_{i,130}=5mm)$ [kN]	14,24	11,84	13,40	13,14	13,67	13,26	6,71%	0,890
<b>Tab. 07</b>	<b>Versuchsergebnisse Serie Amo-Max 120 mit W-VIZ-A/A4 M16-140/290 - Zweifachbefestigung s=100 mm</b>							

Versuchs-Nr.	2C200V.01	2C200V.02	2C200V.03	2C200V.04	2C200V.05	MW	v%	$\sigma$
$F_{max,i}^t$ (kN)	9,23	9,18	8,78	8,74	8,53	8,89	3,38%	0,30
$\delta_{i,10}$ (mm)	0,72	0,80	0,84	0,66	0,76	0,76	9,04%	0,068
$F^T(\delta_{i,10}=1mm)$ [kN]								
$\delta_{i,210}$ (mm)	11,61	10,40	10,60	10,51	10,44			
$F^T(\delta_{i,210}=1mm)$ [kN]	1,92	1,78	1,66	1,64	1,53	1,71	8,73%	0,149
$F^T(\delta_{i,210}=2mm)$ [kN]	3,16	2,95	2,78	2,75	2,68	2,86	6,71%	0,192
$F^T(\delta_{i,210}=5mm)$ [kN]	5,65	5,49	5,23	5,21	5,21	5,36	3,76%	0,201
<b>Tab. 08</b>	<b>Versuchsergebnisse Serie Amo-Max 200 mit W-VIZ-A/A4 M16-220 - Zweifachbefestigung s=100 mm</b>							

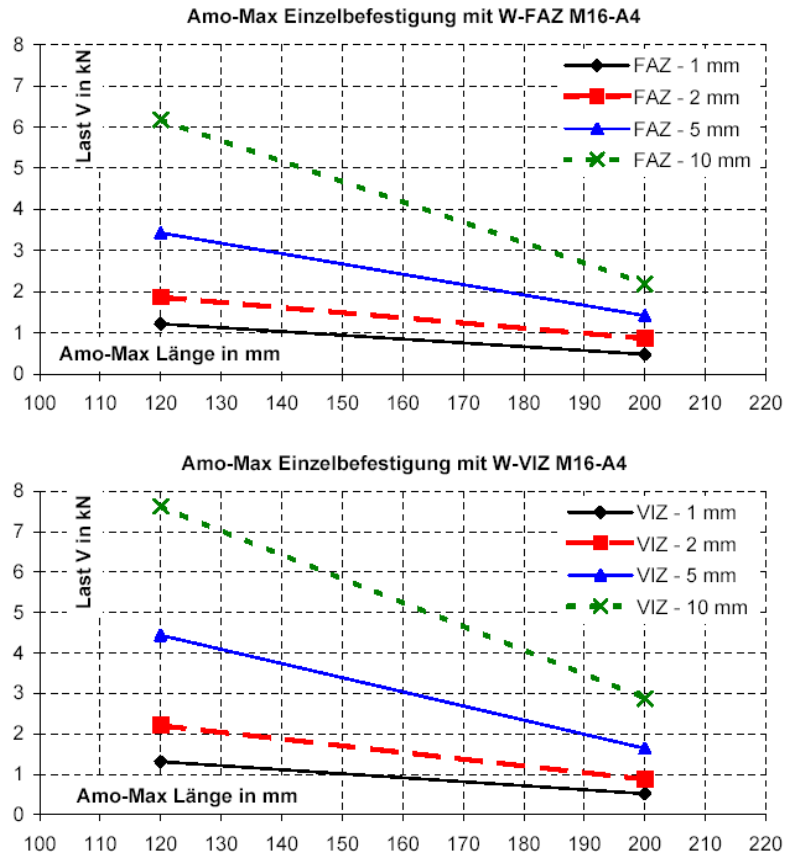


Fig. 02 Ergebnisse Einzelbefestigung

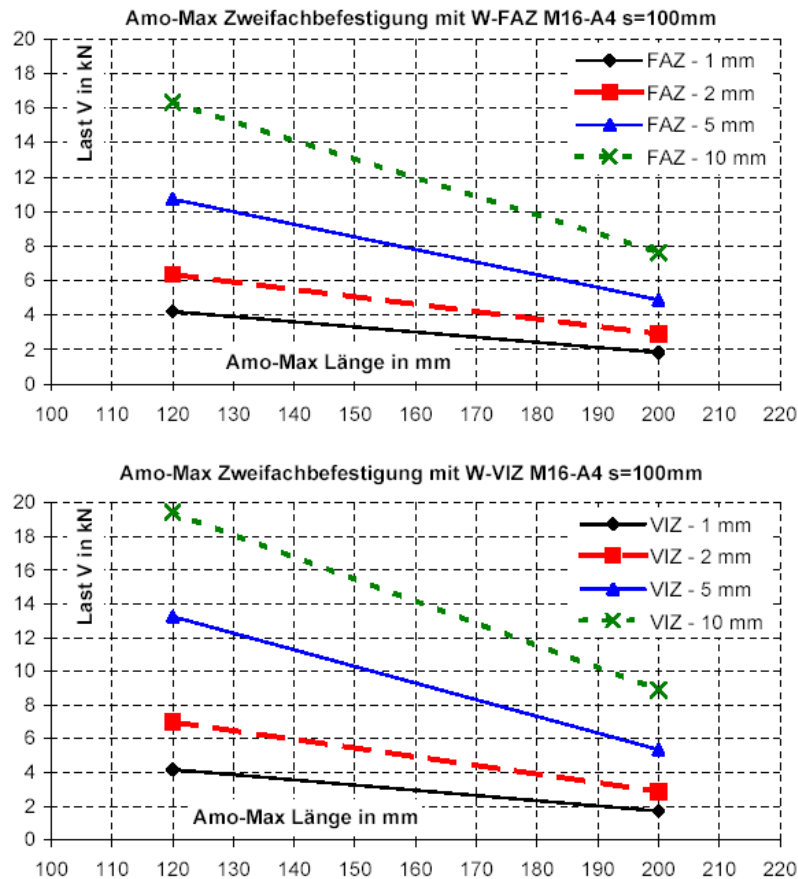


Fig. 03 Ergebnisse Zweifachbefestigung mit s=100 mm

## 5. Beurteilung der Versuchsergebnisse

Bei keinem der Versuche wurde die Bruchlast erreicht. Bei früheren Versuchen mit kleineren Dübeldurchmessern hat sich gezeigt, dass ein Bruch des Gesamtsystems erst nach sehr großen Verformungen zu erwarten ist. Die Last-Verformungskurven zeigen einen immer flacher werdenden Verlauf, bis die Biegebeanspruchung der Dübel in eine reine Zugbelastung übergeht. Alle Versuche wurden deshalb kurz nach Überschreitung einer Verschiebung von 10 mm (gemessen in Höhe des Anbauteiles) abgebrochen.

Die Einzelbefestigung wirkt analog einem teilvorgespannten Kragträger. Die Last-Verschiebungskurven zeigen je nach Länge der Distanzhalter bis zu einer Last von etwa 0,5 bis 1,2 kN einen annähernd linearen Verlauf (Bereich I). Danach bildet sich auf der lastabgewandten Seite zwischen Distanzhalter und Betonoberfläche eine sogenannte „klaffende Fuge“. Dabei verringert sich die Steifigkeit der Konstruktion, die Last-Verschiebungskurve wird flacher (Bereich II). Danach schließt sich wieder ein annähernd linearer Bereich (III) an, der durch einen deutlich flacheren Anstieg gekennzeichnet ist.

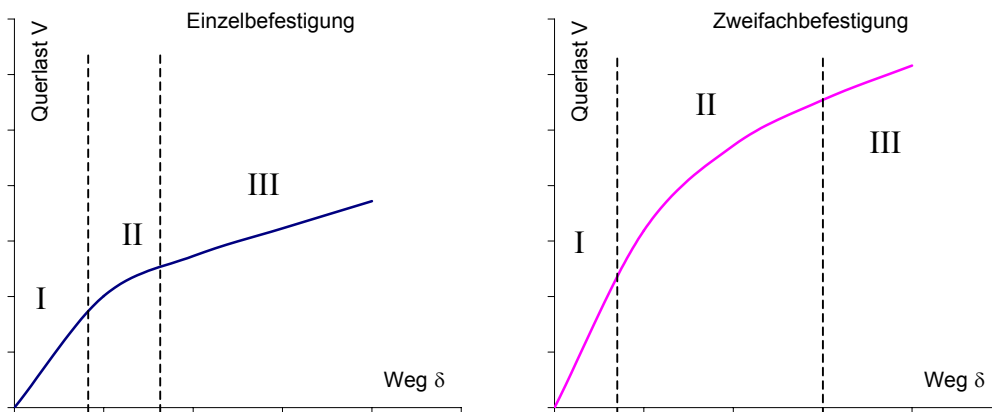


Fig. 04 Charakteristisches Tragverhalten von Einzel- und Zweifachbefestigung

Bei der Zweifachbefestigung kann von einer teilweisen Einspannung der Distanzhalter an der Betonoberfläche und am Anbauteil (Blech 40 mm breit, 10 mm dick) ausgegangen werden. Die Konstruktion ist daher wesentlich steifer und kann größere Lasten parallel zur Betonoberfläche aufnehmen. Im Allgemeinen ist der Übergangsbereich (II) deutlicher ausgeprägt.

Die Versuche haben gezeigt, dass mit beiden Dübelsystemen (W-FAZ und W-VIZ), bezogen auf die jeweiligen Verschiebungen, ähnliche Lastniveaus erreicht werden. Das Verbundankersystem W-VIZ zeigt jedoch aufgrund des praktisch nicht vorhandenen Ringspaltes zwischen Ankerstange und Bohrung deutlich geringere Streuungen der ermittelten Lasten.

## 6. Empfehlungen

Die im Folgenden empfohlenen Lasten beziehen sich ausschließlich auf Querlasten parallel zur Betonoberfläche. Belastungen aus **Momenten und Normalkräften** bedürfen einer zusätzlichen ingenieurmäßigen **Bemessung entsprechend der Zulassungen** ETA-04/0095 und ETA-99/0011. Alle Verschiebungen und die daraus abgeleiteten Lasten wurden unter kurzzeitiger Beanspruchung ermittelt. Die bei hohem Dauerlastniveau zu erwartenden Kriechverformungen wurden nicht berücksichtigt. Die Werte für Lasten und Verformungen bei Zweifachbefestigung beziehen sich ausschließlich auf den Versuchsaufbau mit dem Abstand der Befestigungspunkte in Lastrichtung von  $s=100$  mm und einem Anbauteil aus Stahl mit den statischen Mindestwerten:



Stahlblech St37				
Elastizitätsmodul:	E	[N/mm <sup>2</sup> ]	=	210000
Dicke	t	[mm]	=	10
Breite	b	[mm]	=	40
Flächenträgheitsmoment	$I_y$	[mm <sup>4</sup> ]	=	3333
Steifigkeit	$E \cdot I_y$	[kNcm <sup>2</sup> ]	=	7000

Die ermittelten Last- und Verformungswerte können auf größere Befestigungsabstände  $s$  in Lastrichtung übertragen werden, wenn die Steifigkeit  $E \cdot I_y$  proportional erhöht wird.

### Kriterium Tragfähigkeit

Aufgrund einer fehlenden charakteristischen Bruchlast bei Querlast am Anbauteil wird empfohlen, die zulässige Querbelastung parallel zur Betonoberfläche aus der mittleren Last bei der Verschiebung von  $d=10$  mm und einem Sicherheitsbeiwert von  $\gamma = 3,0$  abzuleiten. Für Längen der Distanzhalter zwischen 120 mm und 200 mm ist linear zu interpolieren. Demnach ergeben sich folgende zulässige Querlasten am Anbauteil:

### Amo-Max Einzelbefestigung

Dübelsystem	Distanzhalter [mm]	Mittl. Querlast bei 10 mm Verschiebung am Anbauteil $V_m$ [kN]	Sicherheits- beiwert $\gamma_V$ [-]	zulässige Querlast am Anbauteil $V_{T,zul}$ [kN]
W-FAZ/A4 M16-140	Amo-Max 120	6,18	3	2,1
	Amo-Max 140 <sup>1)</sup>	5,18	3	1,7
	Amo-Max 160 <sup>1)</sup>	4,19	3	1,4
	Amo-Max 180 <sup>1)</sup>	3,19	3	1,1
W-FAZ/A4 M16-220	Amo-Max 200	2,19	3	0,7
W-VIZ-A/A4 M16-140/290	Amo-Max 120	7,63	3	2,5
	Amo-Max 140 <sup>1)</sup>	6,44	3	2,1
	Amo-Max 160 <sup>1)</sup>	5,25	3	1,8
	Amo-Max 180 <sup>1)</sup>	4,06	3	1,4
W-VIZ-A/A4 M16-220	Amo-Max 200	2,87	3	1,0

<sup>1)</sup> interpolierte Werte

Tab. 09 Empfohlene Lasten nach dem Tragfähigkeitskriterium für Einzelbefestigung

### Amo-Max Zweifachbefestigung mit $s = 100$ mm

Dübelsystem	Distanzhalter [mm]	Mittl. Querlast bei 10 mm Verschiebung am Anbauteil $V_m$ [kN]	Sicherheits- beiwert $\gamma_V$ [-]	zulässige Querlast am Anbauteil $V_{T,zul}$ [kN]
W-FAZ/A4 M16-140	Amo-Max 120	16,32	3	5,4
	Amo-Max 140 <sup>1)</sup>	14,14	3	4,7
	Amo-Max 160 <sup>1)</sup>	11,97	3	4,0
	Amo-Max 180 <sup>1)</sup>	9,79	3	3,3
W-FAZ/A4 M16-220	Amo-Max 200	7,61	3	2,5
W-VIZ-A/A4 M16-140/290	Amo-Max 120	19,45	3	6,5
	Amo-Max 140 <sup>1)</sup>	16,81	3	5,6
	Amo-Max 160 <sup>1)</sup>	14,17	3	4,7
	Amo-Max 180 <sup>1)</sup>	11,53	3	3,8
W-VIZ-A/A4 M16-220	Amo-Max 200	8,89	3	3,0

<sup>1)</sup> interpolierte Werte

Tab. 10 Empfohlene Lasten nach dem Tragfähigkeitskriterium für Zweifachbefestigung

## Kriterium Gebrauchstauglichkeit

Es gibt hinsichtlich der Verformungen keine feststehenden Regeln in Normen. Abstimmungen mit den technischen Abteilungen führender WDV-Systemhersteller haben ergeben, dass Verformungen von ca. 1 mm keine Schäden verursachen, wenn die Abdichtungen der für die Amo-Max geöffneten Wärmedämm-Verbundsysteme gesondert geplant und ausgeführt werden. Aus den Versuchen ergeben sich folgende Lasten bei 1 mm Verformung:

### Amo-Max Einzelbefestigung

Dübelsystem	Distanzhalter [mm]	Mittl. Querlast bei 1 mm Verschiebung am Anbauteil $V_{\delta,zul}$ [kN]
W-FAZ/A4 M16-140	Amo-Max 120	1,2
	Amo-Max 140 <sup>1)</sup>	1,0
	Amo-Max 160 <sup>1)</sup>	0,9
	Amo-Max 180 <sup>1)</sup>	0,7
W-FAZ/A4 M16-220	Amo-Max 200	0,5
W-VIZ-A/A4 M16-140/290	Amo-Max 120	1,3
	Amo-Max 140 <sup>1)</sup>	1,1
	Amo-Max 160 <sup>1)</sup>	0,9
	Amo-Max 180 <sup>1)</sup>	0,7
W-VIZ-A/A4 M16-220	Amo-Max 200	0,5

<sup>1)</sup> interpolierte Werte

Tab. 11 Empfohlene Lasten für Einzelbefestigung

### Amo-Max Zweifachbefestigung mit $s = 100$ mm

Dübelsystem	Distanzhalter [mm]	Mittl. Querlast bei 1 mm Verschiebung am Anbauteil $V_{\delta,zul}$ [kN]
W-FAZ/A4 M16-140	Amo-Max 120	4,2
	Amo-Max 140 <sup>1)</sup>	3,6
	Amo-Max 160 <sup>1)</sup>	3,0
	Amo-Max 180 <sup>1)</sup>	2,4
W-FAZ/A4 M16-220	Amo-Max 200	1,8
W-VIZ-A/A4 M16-140/290	Amo-Max 120	4,2
	Amo-Max 140 <sup>1)</sup>	3,6
	Amo-Max 160 <sup>1)</sup>	2,9
	Amo-Max 180 <sup>1)</sup>	2,3
W-VIZ-A/A4 M16-220	Amo-Max 200	1,7

<sup>1)</sup> interpolierte Werte

Tab. 12 Empfohlene Lasten für Zweifachbefestigung Abstand  $s=100$  mm

Aus dem Vergleich der empfohlenen Lasten geht hervor, dass stets das Kriterium der Gebrauchstauglichkeit mit der begrenzten Verformung von  $s_{max} = 1$  mm maßgebend ist.

## 7. Zusammenfassung

### Amo-Max Einzelbefestigung

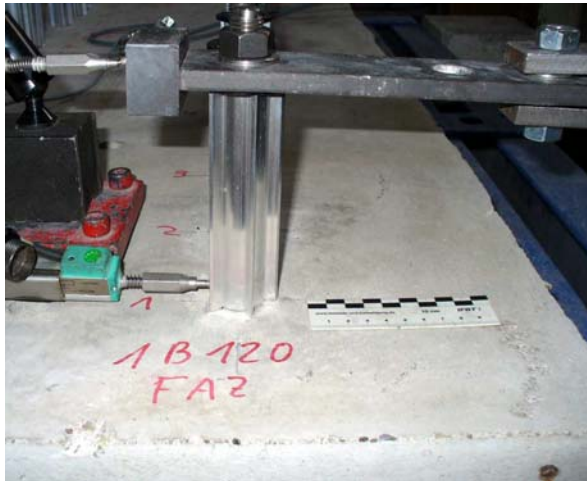
Dübelsystem	Distanzhalter  [mm]	Kriterium Tragfähigkeit (Querlast bei 10 mm Verschiebung und dreifacher Sicherheit) $V_{T,zul}$ [kN]	Kriterium Gebrauchstauglichkeit (Querlast bei 1 mm Verschiebung) $V_{\delta,zul}$ [kN]
W-FAZ/A4 M16-140	Amo-Max 120	2,1	1,2
	Amo-Max 140 <sup>1)</sup>	1,7	1,0
	Amo-Max 160 <sup>1)</sup>	1,4	0,9
	Amo-Max 180 <sup>1)</sup>	1,1	0,7
W-FAZ/A4 M16-220	Amo-Max 200	0,7	0,5
W-VIZ-A/A4 M16-140/290	Amo-Max 120	2,5	1,3
	Amo-Max 140 <sup>1)</sup>	2,1	1,1
	Amo-Max 160 <sup>1)</sup>	1,8	0,9
	Amo-Max 180 <sup>1)</sup>	1,4	0,7
W-VIZ-A/A4 M16-220	Amo-Max 200	1,0	0,5
<sup>1)</sup> interpolierte Werte			

Tab. 13 Empfohlene Lasten für Einzelbefestigung

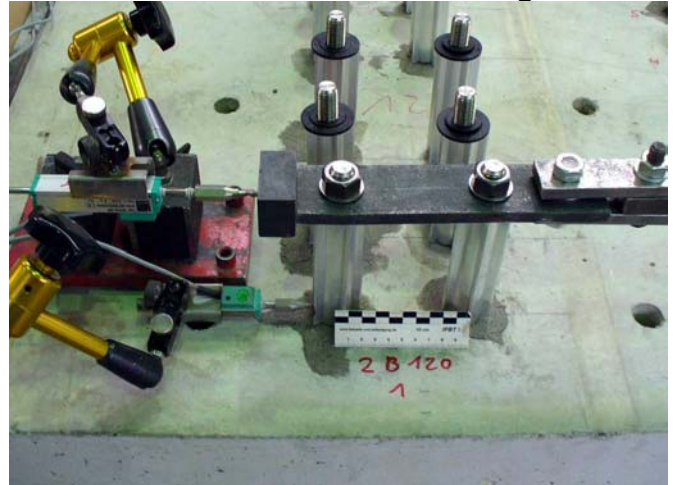
### Amo-Max Zweifachbefestigung

Dübelsystem	Distanzhalter  [mm]	Kriterium Tragfähigkeit (Querlast bei 10 mm Verschiebung und dreifacher Sicherheit) $V_{T,zul}$ [kN]	Kriterium Gebrauchstauglichkeit (Querlast bei 1 mm Verschiebung) $V_{\delta,zul}$ [kN]
W-FAZ/A4 M16-140	Amo-Max 120	5,4	4,2
	Amo-Max 140 <sup>1)</sup>	4,7	3,6
	Amo-Max 160 <sup>1)</sup>	4,0	3,0
	Amo-Max 180 <sup>1)</sup>	3,3	2,4
W-FAZ/A4 M16-220	Amo-Max 200	2,5	1,8
W-VIZ-A/A4 M16-140/290	Amo-Max 120	6,5	4,2
	Amo-Max 140 <sup>1)</sup>	5,6	3,6
	Amo-Max 160 <sup>1)</sup>	4,7	2,9
	Amo-Max 180 <sup>1)</sup>	3,8	2,3
W-VIZ-A/A4 M16-220	Amo-Max 200	3,0	1,7
<sup>1)</sup> interpolierte Werte			

Tab. 14 Empfohlene Lasten für Zweifachbefestigung



*Bild 01 Versuchsaufbau Serie 1C120F*



*Bild 02 Versuchsaufbau Serie 2C120V*

Amo-Max

- Distanzhalter
- Hülse
- Scheibe




W-FAZ/A4 M16



W-VIZ-A/A4 M16



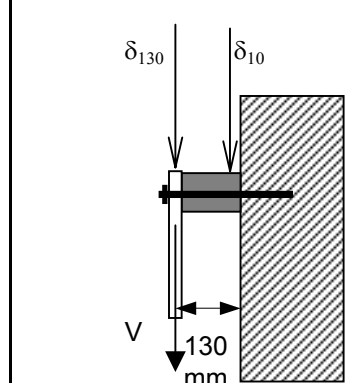
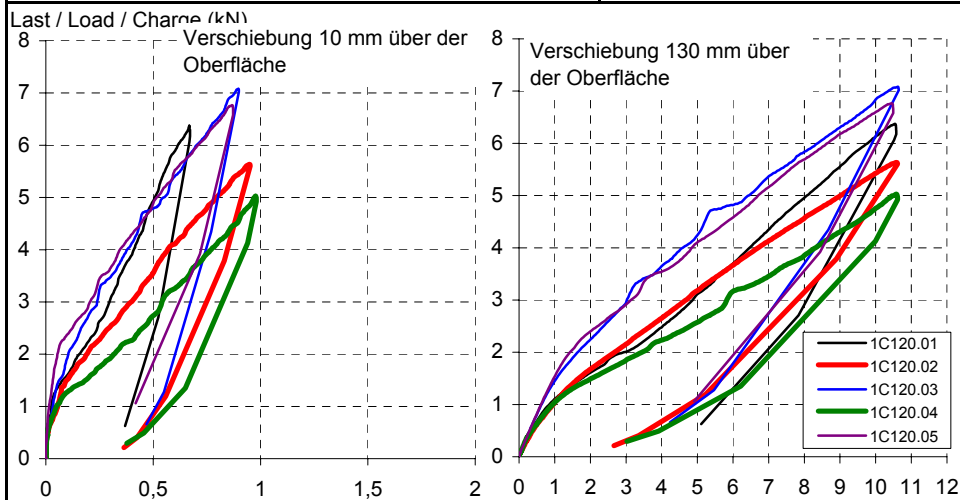
*Bild 03 Komponenten des Befestigungssystems (www.wuerth.de)*

	Institut für Fassaden- und Befestigungstechnik Hans-Weigel-Straße 2b 04319 Leipzig	Auftraggeber: Adolf Würth GmbH & Co. KG Zweck der Prüfung: Nachweis der Tragfähigkeit Versuchsart: Quertragfähigkeit Einfachbefestigung
	anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle nach Landesbauordnung - SAC21; nach Bauproduktengesetz - No. 1109	Versuchsgrundlage: Versuchsprogramm -

<b>Dübel / anchor bolt/ cheville:</b> AMO MAX-120/M16 Material Hülse /sleeve /douille: - Konditionierung /condition: standard Ankersystem /anchor system: Fixanker Spreiz-/spread/ecarter element: W-FAZ/A4 M16-140 Material: A4 - 1.4401 Festigkeit/strength $f_{yk}$ [MPa]: - Festigkeit/strength $f_{uk}$ [MPa]: - Ø $d_s$ [mm]: 16,0	<b>Prüfkörper / specimen:</b> C20/25 Festigkeit/ strength $f_{c150}$ [MPa]: 33,07 Dichte / dense $\rho$ [kg/m³]: 2308 Feuchtigkeit / moisture /humidite $\mu$ : trocken Riss /crack/ fissure $\Delta w_{crack}$ [mm]: - Bauteildicke / thickness/ h [cm]: 26 Größe /size/ dimension [cm]: 163,5x128,5 Temperatur /temperature [°C]: 16 Herstellungsdatum /date of manufacture: 21.3.02
--	--


<b>Dübel Setzen / installation of anchor</b> Ø Bohrer /drill /meche $d_{cut}$ [mm]: 18,3 Bohrvorgang H/S/D: Bohrhammer Bohrtiefe/ drill depth $h_{drill}$ [mm]: 110 Reinigung / cleaning *) : L Ankertiefe/anchor depth $h_{ef}$ [mm]: 85 Drehmoment/ torque moment $T_{inst}$ [Nm]: 110 Aushärtezeit $t_{hard}$ [h]: -	<b>Position / position</b> Randabstand $c_1$ [cm]: - edge distance $c_2$ [cm]: - Achsabstand $s_1$ [cm]: - spacing $s_2$ [cm]: - Datum /date: 10.1.07 14:40 Serie / series / série: <b>1C120F</b>
--	---

\*) L = ausblasen mit Handausbläser / blow out, B = ausbürsten / brush out



Versuchs-Nr. /test No./ n° de l'essai	Verschiebung-Displacement-Déplacement (mm)					Mittelwert /average /Moyenne	v%	$\sigma$
	1C120 F.01	1C120 F.02	1C120 F.03	1C120 F.04	1C120 F.05			
$F_{max,i}^{\dagger}$ (kN)	6,37	5,64	7,09	5,03	6,77	6,18	13,60%	0,84
$\delta_{i,10}$ (mm)	0,67	0,95	0,90	0,98	0,87	0,87	13,96%	0,122
$F^{\dagger}(\delta_{i,10}=1\text{mm})$ [kN]								
$F^{\dagger}(\delta_{i,10}=2\text{mm})$ [kN]								
$F^{\dagger}(\delta_{i,10}=5\text{mm})$ [kN]								
$\delta_{i,130}$ (mm)	10,54	10,59	10,63	10,58	10,45			
$F^{\dagger}(\delta_{i,130}=1\text{mm})$ [kN]	1,10	1,02	1,45	1,03	1,52	1,22	19,71%	0,241
$F^{\dagger}(\delta_{i,130}=2\text{mm})$ [kN]	1,60	1,67	2,22	1,48	2,40	1,87	21,78%	0,408
$F^{\dagger}(\delta_{i,130}=5\text{mm})$ [kN]	3,11	3,17	4,21	2,56	4,09	3,43	20,51%	0,703
Bruchart /rupture type/ mode de rupture	-	-	-	-	-			

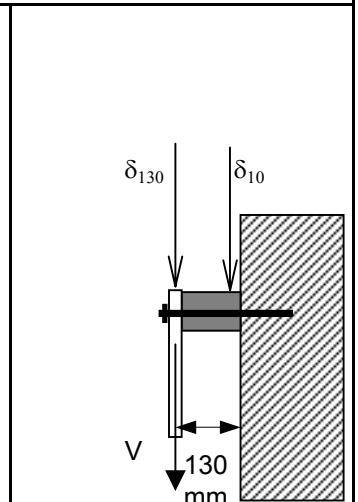
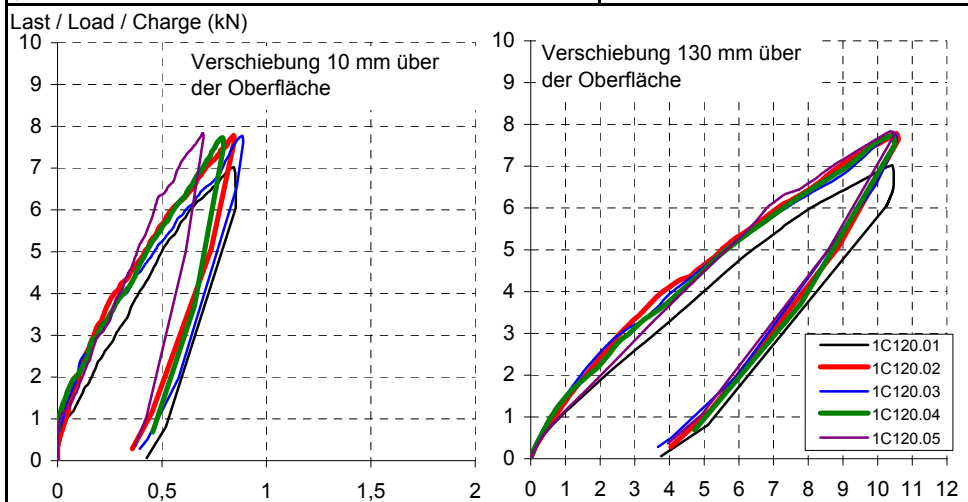
$F_{Ru,i}^{\dagger}$ Bruchlast-breaking load-Charge de ruine $F_{Ru,m}^{\dagger}$ mittlere Bruchlast - average of breaking load $F_{Rk}^{\dagger} = F_{Ru,m}^{\dagger} \cdot \sigma^* \cdot k$ ( $k_{\sigma}=3,400$ ; $k_{\sigma}=2,568$ ) charakt. Bruchlast bei Normalverteilung charact. breaking load for normal distribution $F_{Rk,log}^{\dagger}$ charakt. Bruchlast bei log. Normalverteilung charact. breaking load for logarithm. normal distribution $\delta_{i,(F_{Ru,i}^{\dagger}/2)}$ Verschiebung, die der Last von $0.5 \cdot F_{Ru,i}^{\dagger}$ entspricht test-displacement corresponding to a $0.5 \cdot F_{Ru,i}^{\dagger}$ load	Brucharten - type of rupture - mode de rupture C Betonversagen - concrete - béton C <sub>c</sub> Betonkegel - concrete cone - cone de béton C <sub>E</sub> Betonrand - concrete edge - bord de béton C <sub>Sp</sub> Spalten - split - fendre C <sub>pryout</sub> Betonausbruch lastabgewandte Seite C <sub>s</sub> Betonausbruch lastzugewandte Seite P <sub>o</sub> Auszug - pull out P <sub>T</sub> Durchzug - pull trough	S Stahlversagen - steel rupture S <sub>B</sub> Bolzen - bolt - vis S <sub>T</sub> Gewinde - screw - pas de vis S <sub>S</sub> / H Hülse - sleeve - douille T Gewindeabscheren - thread shear - tondre filet de vis T <sub>B</sub> Bolzen - bolt - vis T <sub>N</sub> Mutter - nut - écrou
---	---	---

	Institut für Fassaden- und Befestigungstechnik Hans-Weigel-Straße 2b 04319 Leipzig anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle nach Landesbauordnung - SAC21; nach Bauproduktengesetz - No. 1109	Auftraggeber: Adolf Würth GmbH & Co. KG Zweck der Prüfung: Nachweis der Tragfähigkeit Versuchsart: Quertragfähigkeit Einfachbefestigung
	Versuchsgrundlage: Versuchsprogramm -	

<b>Dübel / anchor bolt/ cheville:</b> AMO MAX-120/M16 Material Hülse /sleeve /douille: - Konditionierung /condition: standard Ankersystem /anchor system: Injektion WIT-VM100 Spreiz-/spread/ecarter element: W-VIZ-A/A4 M16-140/2 Material: A4 - 1.4401 Festigkeit/strength $f_{yk}$ [MPa]: - Festigkeit/strength $f_{uk}$ [MPa]: - Ø $d_s$ [mm]: 16,0	<b>Prüfkörper / specimen:</b> C20/25 Festigkeit/ strength $f_{c150}$ [MPa]: 33,07 Dichte / dense $\rho$ [kg/m³]: 2308 Feuchtigkeit / moisture /humidite $\mu$ : trocken Riss /crack/ fissure $\Delta w_{crack}$ [mm]: - Bauteildicke / thickness/ h [cm]: 26 Größe /size/ dimension [cm]: 163,5x128,5 Temperatur /temperature [°C]: 16 Herstellungsdatum /date of manufacture: 21.3.02
---	--


<b>Dübel Setzen / installation of anchor</b> Ø Bohrer /drill /meche $d_{cut}$ [mm]: 18,3 Bohrvorgang H/S/D: Bohrhammer Bohrtiefe/ drill depth $h_{drill}$ [mm]: 110 Reinigung / cleaning *) LLBLL Ankertiefe/anchor depth $h_{ef}$ [mm]: 85 Drehmoment/ torque moment $T_{inst}$ [Nm]: 110 Aushärtezeit $t_{hard}$ [h]: >1	<b>Position / position</b> Randabstand $c_1$ [cm]: - edge distance $c_2$ [cm]: - Achsabstand $s_1$ [cm]: - spacing $s_2$ [cm]: - Datum /date: 8.1.07 9:43 Serie / series / série: <b>1C120V</b>
---	---

\*) L = ausblasen mit Handausbläser / blow out, B = ausbürsten / brush out



Ausführung und Auswertung: Dipl.-Ing. F. Wittmann	Versuch-Nr. /test No./ n° de l'essai					Mittelwert /average /Moyenne			v%	$\sigma$
	1C120 V.01	1C120 V.02	1C120 V.03	1C120 V.04	1C120 V.05					
$F_{max,i}^T$ (kN)	7,03	7,78	7,77	7,73	7,84			7,63	4,45%	0,34
$\delta_{i,10}$ (mm)	0,84	0,84	0,88	0,79	0,69			0,81	9,10%	0,074
$F^T(\delta_{i,10}=1\text{mm})$ [kN]										
$F^T(\delta_{i,10}=2\text{mm})$ [kN]										
$F^T(\delta_{i,10}=5\text{mm})$ [kN]										
$\delta_{i,130}$ (mm)	10,42	10,54	10,49	10,38	10,36					
$F^T(\delta_{i,130}=1\text{mm})$ [kN]	1,09	1,35	1,50	1,46	1,13			1,31	14,23%	0,186
$F^T(\delta_{i,130}=2\text{mm})$ [kN]	1,87	2,43	2,53	2,25	1,97			2,21	12,85%	0,284
$F^T(\delta_{i,130}=5\text{mm})$ [kN]	4,00	4,63	4,56	4,52	4,49			4,44	5,69%	0,253
Bruchart /rupture type/ mode de rupture	-	-	-	-	-					

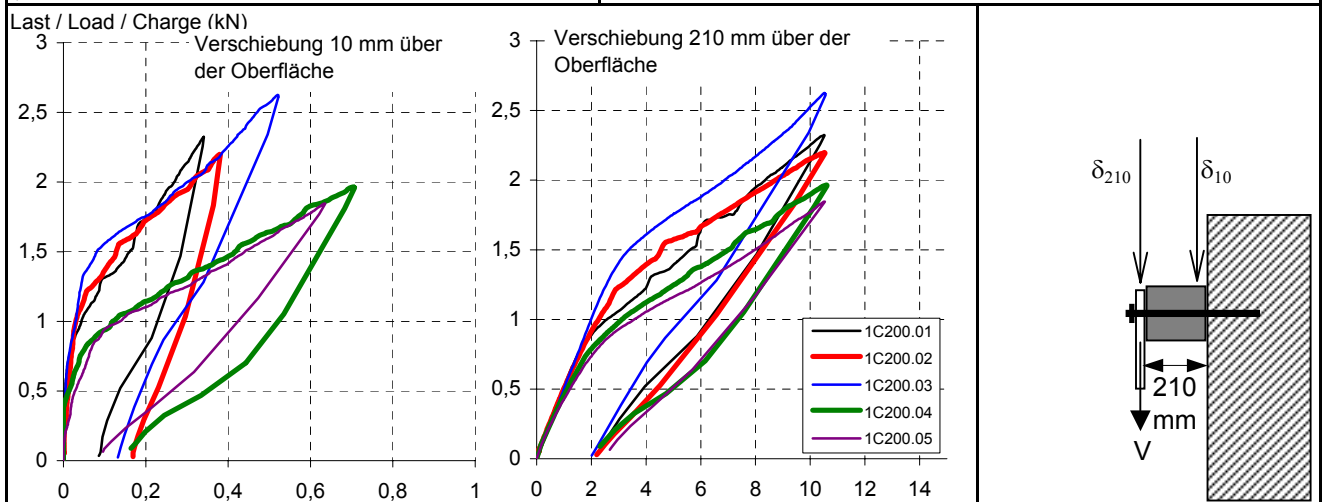
$F_{Ru,i}^T$ Bruchlast-breaking load-Charge de ruine $F_{Ru,m}^T$ mittlere Bruchlast - average of breaking load $F_{Rk}^T = F_{Ru,m}^T \cdot \sigma^* \cdot k$ ( $k_{\sigma=5}=3,400$ ; $k_{\sigma=10}=2,568$ ) charakt. Bruchlast bei Normalverteilung charact. breaking load for normal distribution $F_{Rk,log}^T$ charakt. Bruchlast bei log. Normalverteilung charact. breaking load for logarithm. normal distribution $\delta_i(F_{Ru,i}^T/2)$ Verschiebung, die der Last von $0.5 \cdot F_{Ru,i}^T$ entspricht test-displacement corresponding to a $0.5 \cdot F_{Ru,i}^T$ load	Brucharten - type of rupture - mode de rupture C Betonversagen - concrete - béton C <sub>c</sub> Betonkegel - concrete cone - cone de béton C <sub>E</sub> Betonrand - concrete edge - bord de béton C <sub>Sp</sub> Spalten - split - fendre C <sub>pyout</sub> Betonausbruch lastabgewandte Seite C <sub>s</sub> Betonausbruch lastzugewandte Seite P <sub>o</sub> Auszug - pull out P <sub>T</sub> Durchzug - pull trough	S Stahlversagen - steel rupture S <sub>B</sub> Bolzen - bolt - vis S <sub>T</sub> Gewinde - screw - pas de vis S <sub>S</sub> / H Hülse - sleeve - douille T Gewindeabscheren - thread shear - tondre filet de vis T <sub>B</sub> Bolzen - bolt - vis T <sub>N</sub> Mutter - nut - écrou
---	--	---

	Institut für Fassaden- und Befestigungstechnik Hans-Weigel-Straße 2b 04319 Leipzig anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle nach Landesbauordnung - SAC21; nach Bauproduktengesetz - No. 1109	Auftraggeber: Adolf Würth GmbH & Co. KG Zweck der Prüfung: Nachweis der Tragfähigkeit Versuchsart: Quertragfähigkeit Einzelbefestigung
	Versuchsgrundlage: Versuchsprogramm -	

<b>Dübel / anchor bolt/ cheville:</b> AMO MAX-200/M16 Material Hülse /sleeve /douille: - Konditionierung /condition: standard Ankersystem /anchor system: Fixanker Spreiz-/spread/ecarter element: W-FAZ/A4 M16-220 Material: A4 - 1.4401 Festigkeit/strength $f_{yk}$ [MPa]: - Festigkeit/strength $f_{uk}$ [MPa]: - Ø $d_s$ [mm]: 16,0	<b>Prüfkörper / specimen:</b> C20/25 Festigkeit/ strength $f_{c150}$ [MPa]: 33,07 Dichte / dense $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]: 2308 Feuchtigkeit / moisture /humidite $\mu$ : trocken Riss /crack/ fissure $\Delta w_{crack}$ [mm]: - Bauteildicke / thickness/ h [cm]: 26 Größe /size/ dimension [cm]: 163,5x128,5 Temperatur /temperature [°C]: 16 Herstellungsdatum /date of manufacture: 21.3.02
--	---


<b>Dübel Setzen / installation of anchor</b> Ø Bohrer /drill /meche $d_{cut}$ [mm]: 16,3 Bohrvorgang H/S/D: Bohrhammer Bohrtiefe/ drill depth $h_{drill}$ [mm]: 110 Reinigung / cleaning *) : L Ankertiefe/anchor depth $h_{ef}$ [mm]: 85 Drehmoment/ torque moment $T_{inst}$ [Nm]: 110 Aushärtezeit $t_{hard}$ [h]: -	<b>Position / position</b> Randabstand $c_1$ [cm]: - edge distance $c_2$ [cm]: - Achsabstand $s_1$ [cm]: - spacing $s_2$ [cm]: - Datum /date: 10.1.07 13:20 Serie / series / série: <b>1C200F</b>
--	---

\*) L = ausblasen mit Handausbläser / blow out, B = ausbürsten / brush out



Versuchs-Nr. /test No./ n° de l'essai	Verschiebung-Displacement-Déplacement (mm)					Kraftmessdose/ load cell EBM-50kN		
	1C200 F.01	1C200 F.02	1C200 F.03	1C200 F.04	1C200 F.05	Mittelwert /average /Moyenne	v%	$\sigma$
$F_{max,i}^T$ (kN)	2,32	2,20	2,63	1,97	1,85	2,19	14,01%	0,31
$\delta_{i,10}$ (mm)	0,34	0,38	0,52	0,70	0,63	0,52	30,39%	0,157
$F^T(\delta_{i,10}=1mm)$ [kN]								
$F^T(\delta_{i,10}=2mm)$ [kN]								
$F^T(\delta_{i,10}=5mm)$ [kN]								
$\delta_{i,210}$ (mm)	10,51	10,52	10,51	10,59	10,49	10,52	0,34%	0,036
$F^T(\delta_{i,210}=1mm)$ [kN]	0,51	0,51	0,49	0,45	0,42	0,48	8,22%	0,039
$F^T(\delta_{i,210}=2mm)$ [kN]	0,89	0,92	1,00	0,78	0,73	0,86	12,23%	0,106
$F^T(\delta_{i,210}=5mm)$ [kN]	1,39	1,57	1,75	1,24	1,16	1,42	16,92%	0,240
Bruchart /rupture type/ mode de rupture	-	-	-	-	-			

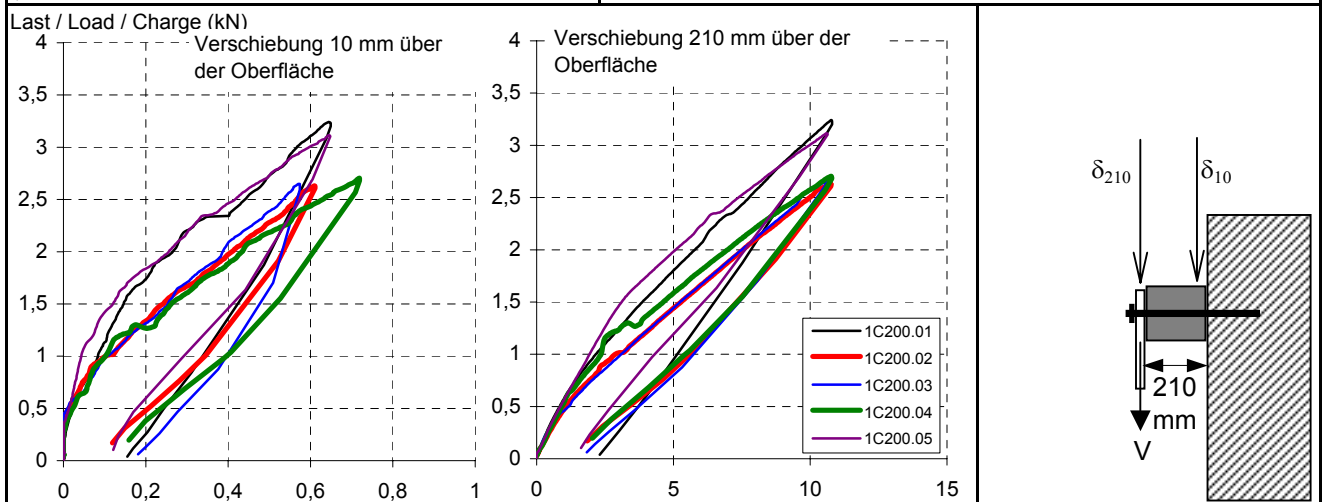
$F_{Ru,i}^T$ Bruchlast-breaking load-Charge de ruine $F_{Ru,m}^T$ mittlere Bruchlast - average of breaking load $F_{Rk}^T = F_{Ru,m}^T \cdot \sigma^*$ ( $k_{\sigma=5}=3,400$ ; $k_{\sigma=10}=2,568$ ) charakt. Bruchlast bei Normalverteilung charact. breaking load for normal distribution $F_{Rk,log}^T$ charakt. Bruchlast bei log. Normalverteilung charact. breaking load for logarithm. normal distribution $\delta_{i,(F_{Ru,i}^T/2)}$ Verschiebung, die der Last von $0.5 \cdot F_{Ru,i}^T$ entspricht test-displacement corresponding to a $0.5 \cdot F_{Ru,i}^T$ load	Brucharten - type of rupture - mode de rupture C Betonversagen - concrete - béton C <sub>c</sub> Betonkegel - concrete cone - cone de béton C <sub>E</sub> Betonrand - concrete edge - bord de béton C <sub>Sp</sub> Spalten - split - fendre C <sub>pyout</sub> Betonausbruch lastabgewandte Seite C <sub>s</sub> Betonausbruch lastzugewandte Seite P <sub>o</sub> Auszug - pull out P <sub>T</sub> Durchzug - pull trough	S Stahlversagen - steel rupture S <sub>B</sub> Bolzen - bolt - vis S <sub>T</sub> Gewinde - screw - pas de vis S <sub>S</sub> / H Hülse - sleeve - douille T Gewindeabscheren - thread shear - tondre filet de vis T <sub>B</sub> Bolzen - bolt - vis T <sub>N</sub> Mutter - nut - écrou
--	--	---

	Institut für Fassaden- und Befestigungstechnik Hans-Weigel-Straße 2b 04319 Leipzig anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle nach Landesbauordnung - SAC21; nach Bauproduktengesetz - No. 1109	Auftraggeber: Adolf Würth GmbH & Co. KG Zweck der Prüfung: Nachweis der Tragfähigkeit Versuchsart: Quertragfähigkeit Einzelbefestigung Versuchsgrundlage: Versuchsprogramm -
---	---	--

<b>Dübel / anchor bolt/ cheville:</b> AMO MAX-200/M16 Material Hülse /sleeve /douille: - Konditionierung /condition: standard Ankersystem /anchor system: Injektion WIT-VM100 Spreiz-/spread/ecarter element: W-VIZ-A/A4 M16-220/3 Material: A4 - 1.4401 Festigkeit/strength $f_{yk}$ [MPa]: - Festigkeit/strength $f_{uk}$ [MPa]: - Ø $d_s$ [mm]: 16,0	<b>Prüfkörper / specimen:</b> C20/25 Festigkeit/ strength $f_{c150}$ [MPa]: 33,07 Dichte / dense $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]: 2308 Feuchtigkeit / moisture /humidite $\mu$ : trocken Riss /crack/ fissure $\Delta w_{crack}$ [mm]: - Bauteildicke / thickness/ h [cm]: 26 Größe /size/ dimension [cm]: 163,5x128,5 Temperatur /temperature [°C]: 16 Herstellungsdatum /date of manufacture: 21.3.02
---	---

<b>Dübel Setzen / installation of anchor</b> Ø Bohrer /drill /meche $d_{cut}$ [mm]: 18,3 Bohrvorgang H/S/D: Bohrhammer Bohrtiefe/ drill depth $h_{drill}$ [mm]: 130 Reinigung / cleaning *) LLBBLL Ankertiefe/anchor depth $h_{ef}$ [mm]: 130 Drehmoment/ torque moment $T_{inst}$ [Nm]: 60 Aushärtezeit $t_{hard}$ [h]: >1	<b>Position / position</b> Randabstand $c_1$ [cm]: - edge distance $c_2$ [cm]: - Achsabstand $s_1$ [cm]: - spacing $s_2$ [cm]: - Datum /date: 8.1.07 11:31 Serie / series / série: <b>1C200V</b>
--	--


\*) L = ausblasen mit Handausbläser / blow out, B = ausbürsten / brush out



Versuchs-Nr. /test No./ n° de l'essai	Verschiebung-Displacement-Déplacement (mm)					Mittelwert /average /Moyenne	v%	$\sigma$
	1C200 V.01	1C200 V.02	1C200 V.03	1C200 V.04	1C200 V.05			
$F_{max,i}^{\dagger}$ (kN)	3,24	2,63	2,65	2,70	3,12	2,87	10,05%	0,29
$\delta_{i,10}$ (mm)	0,64	0,61	0,57	0,72	0,64	0,64	8,57%	0,055
$F^{\dagger}(\delta_{i,10}=1\text{mm})$ [kN]								
$F^{\dagger}(\delta_{i,10}=2\text{mm})$ [kN]								
$F^{\dagger}(\delta_{i,10}=5\text{mm})$ [kN]								
$\delta_{i,210}$ (mm)	10,76	10,74	10,53	10,75	10,60			
$F^{\dagger}(\delta_{i,210}=1\text{mm})$ [kN]	0,57	0,47	0,46	0,54	0,56	0,52	9,69%	0,050
$F^{\dagger}(\delta_{i,210}=2\text{mm})$ [kN]	0,94	0,76	0,74	0,87	1,03	0,87	13,93%	0,121
$F^{\dagger}(\delta_{i,210}=5\text{mm})$ [kN]	1,79	1,44	1,44	1,58	1,98	1,64	14,42%	0,237
Bruchart /rupture type/ mode de rupture	-	-	-	-	-			

$F_{Ru,i}^{\dagger}$ Bruchlast-breaking load-Charge de ruine $F_{Ru,m}^{\dagger}$ mittlere Bruchlast - average of breaking load $F_{Rk}^{\dagger} = F_{Ru,m}^{\dagger} \cdot \sigma^* \cdot k$ ( $k_{\sigma=5}=3,400$ ; $k_{\sigma=10}=2,568$ ) charakt. Bruchlast bei Normalverteilung charact. breaking load for normal distribution $F_{Rk,log}^{\dagger}$ charakt. Bruchlast bei log. Normalverteilung charact. breaking load for logarithm. normal distribution $\delta_{i,(F_{Ru,i}^{\dagger}/2)}$ Verschiebung, die der Last von $0.5 \cdot F_{Ru,i}^{\dagger}$ entspricht test-displacement corresponding to a $0.5 \cdot F_{Ru,i}^{\dagger}$ load	Brucharten - type of rupture - mode de rupture C Betonversagen - concrete - béton C <sub>c</sub> Betonkegel - concrete cone - cone de béton C <sub>E</sub> Betonrand - concrete edge - bord de béton C <sub>Sp</sub> Spalten - split - fendre C <sub>pryout</sub> Betonausbruch lastabgewandte Seite C <sub>s</sub> Betonausbruch lastzugewandte Seite P <sub>o</sub> Auszug - pull out P <sub>T</sub> Durchzug - pull trough	S Stahlversagen - steel rupture S <sub>B</sub> Bolzen - bolt - vis S <sub>T</sub> Gewinde - screw - pas de vis S <sub>S</sub> / H Hülse - sleeve - douille T Gewindeabscheren - thread shear - tondre filet de vis T <sub>B</sub> Bolzen - bolt - vis T <sub>N</sub> Mutter - nut - écrou
--	---	---

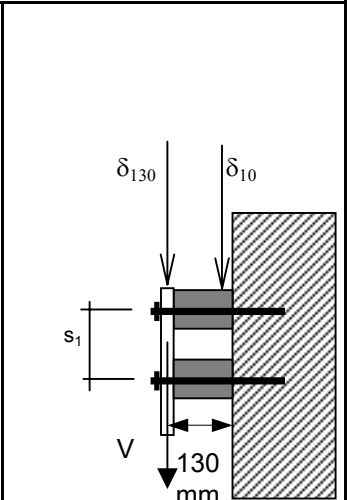
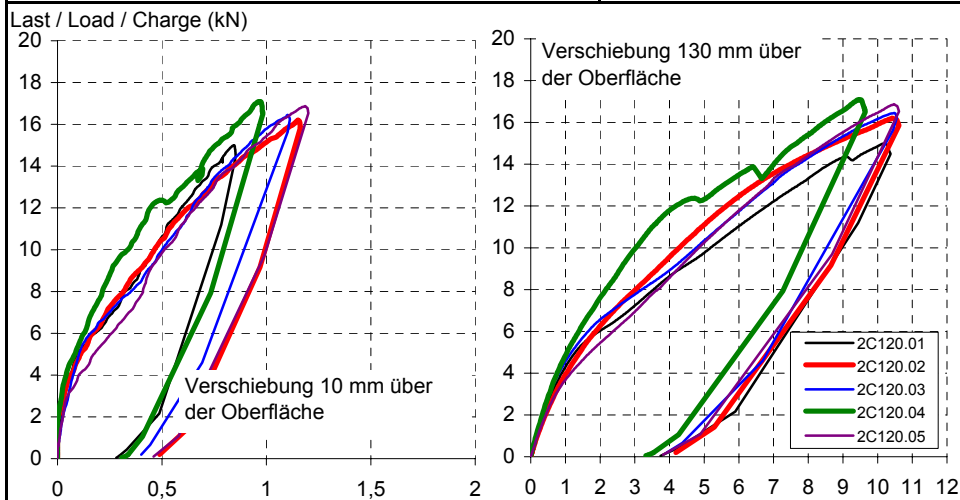


	Institut für Fassaden- und Befestigungstechnik Hans-Weigel-Straße 2b 04319 Leipzig	Auftraggeber: Adolf Würth GmbH & Co. KG Zweck der Prüfung: Nachweis der Tragfähigkeit Versuchsart: Quertragfähigkeit Zweifachbefestigung
	anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle nach Landesbauordnung - SAC21; nach Bauproduktengesetz - No. 1109	Versuchsgrundlage: Versuchsprogramm -

<b>Dübel / anchor bolt/ cheville:</b> AMO MAX-120/M16 Material Hülse /sleeve /douille: - Konditionierung /condition: standard Ankersystem /anchor system: Fixanker Spreiz-/spread/ecarter element: W-FAZ/A4 M16-140 Material: A4 - 1.4401 Festigkeit/strength $f_{yk}$ [MPa]: - Festigkeit/strength $f_{uk}$ [MPa]: - Ø $d_s$ [mm]: 16,0	<b>Prüfkörper / specimen:</b> C20/25 Festigkeit/ strength $f_{c150}$ [MPa]: 33,07 Dichte / dense $\rho$ [kg/m³]: 2308 Feuchtigkeit / moisture /humidite $\mu$ : trocken Riss /crack/ fissure $\Delta w_{crack}$ [mm]: - Bauteildicke / thickness/ h [cm]: 26 Größe /size/ dimension [cm]: 163,5x128,5 Temperatur /temperature [°C]: 16 Herstellungsdatum /date of manufacture: 21.3.02
--	--


<b>Dübel Setzen / installation of anchor</b> Ø Bohrer /drill /meche $d_{cut}$ [mm]: 18,3 Bohrvorgang H/S/D: Bohrhammer Bohrtiefe/ drill depth $h_{drill}$ [mm]: 110 Reinigung / cleaning *) : L Ankertiefe/anchor depth $h_{ef}$ [mm]: 85 Drehmoment/ torque moment $T_{inst}$ [Nm]: 110 Aushärtezeit $t_{hard}$ [h]: -	<b>Position / position</b> Randabstand $c_1$ [cm]: - edge distance $c_2$ [cm]: - Achsabstand $s_1$ [cm]: 10 spacing $s_2$ [cm]: - Datum /date: 10.1.07 14:50 Serie / series / série: <b>2C120F</b>
--	--

\*) L = ausblasen mit Handausbläser / blow out, B = ausbürsten / brush out



Versuchs-Nr. /test No./ n° de l'essai	Verschiebung-Displacement-Déplacement (mm)					Mittelwert /average /Moyenne	v%	$\sigma$
	2C120 F.01	2C120 F.02	2C120 F.03	2C120 F.04	2C120 F.05			
$F^t_{max,i}$ (kN)	15,00	16,21	16,46	17,09	16,87	16,32	5,02%	0,82
$\delta_{i,10}$ (mm)	0,85	1,15	1,10	0,96	1,19	1,05	13,57%	0,142
$F^T(\delta_{i,10}=1mm)$ [kN]		15,13	15,76		15,43			
$F^T(\delta_{i,10}=2mm)$ [kN]								
$F^T(\delta_{i,10}=5mm)$ [kN]								
$\delta_{i,130}$ (mm)	10,22	10,42	10,48	9,44	10,48			
$F^T(\delta_{i,130}=1mm)$ [kN]	4,24	3,91	4,48	4,79	3,66	4,21	10,68%	0,450
$F^T(\delta_{i,130}=2mm)$ [kN]	6,02	6,25	6,56	7,58	5,39	6,36	12,65%	0,804
$F^T(\delta_{i,130}=5mm)$ [kN]	9,75	11,02	10,35	12,27	10,24	10,72	9,10%	0,976
Bruchart /rupture type/ mode de rupture	-	-	-	-	-			

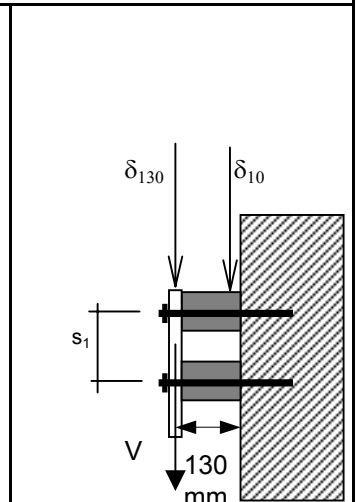
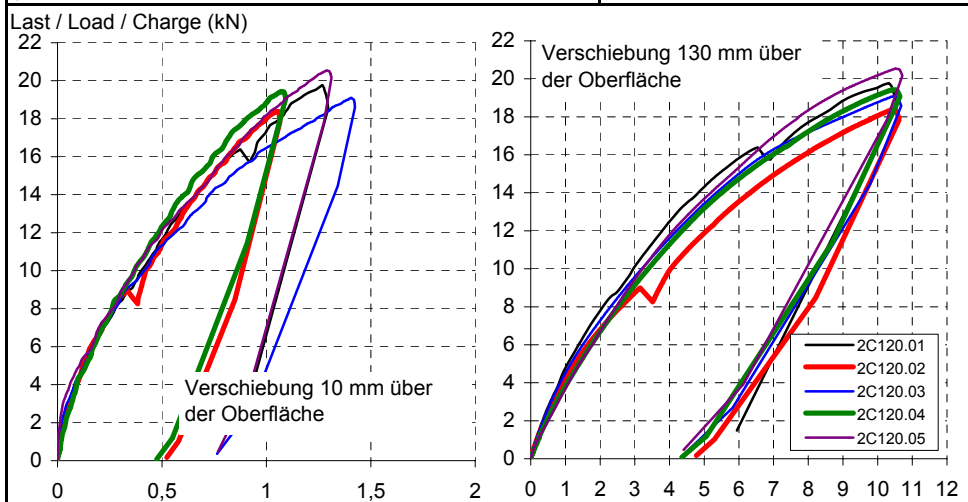
$F^t_{Ru,i}$ Bruchlast-breaking load-Charge de ruine $F^t_{Ru,m}$ mittlere Bruchlast - average of breaking load $F^t_{Rk} = F^t_{Ru,m} \cdot \sigma^* \cdot k$ ( $k_{\sigma=5} = 3,400$ ; $k_{\sigma=10} = 2,568$ ) charakt. Bruchlast bei Normalverteilung charact. breaking load for normal distribution $F^t_{Rk,log}$ charakt. Bruchlast bei log. Normalverteilung charact. breaking load for logarithm. normal distribution $\delta_{i,(F^t_{Ru,i}/2)}$ Verschiebung, die der Last von $0.5 \cdot F^t_{Ru,i}$ entspricht test-displacement corresponding to a $0.5 \cdot F^t_{Ru,i}$ load	Brucharten - type of rupture - mode de rupture C Betonversagen - concrete - béton C <sub>c</sub> Betonkegel - concrete cone - cone de béton C <sub>E</sub> Betonrand - concrete edge - bord de béton C <sub>Sp</sub> Spalten - split - fendre C <sub>pryout</sub> Betonausbruch lastabgewandte Seite C <sub>s</sub> Betonausbruch lastzugewandte Seite P <sub>o</sub> Auszug - pull out P <sub>T</sub> Durchzug - pull trough	S Stahlversagen - steel rupture S <sub>B</sub> Bolzen - bolt - vis S <sub>T</sub> Gewinde - screw - pas de vis S <sub>S</sub> / H Hülse - sleeve - douille T Gewindeabscheren - thread shear - tondre filet de vis T <sub>B</sub> Bolzen - bolt - vis T <sub>N</sub> Mutter - nut - écrou
--	---	---

	Institut für Fassaden- und Befestigungstechnik Hans-Weigel-Straße 2b 04319 Leipzig	Auftraggeber: Adolf Würth GmbH & Co. KG Zweck der Prüfung: Nachweis der Tragfähigkeit Versuchsart: Quertragfähigkeit Zweifachbefestigung
	anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle nach Landesbauordnung - SAC21; nach Bauproduktengesetz - No. 1109	Versuchsgrundlage: Versuchsprogramm -

<b>Dübel / anchor bolt/ cheville:</b> AMO MAX-120/M16 Material Hülse /sleeve /douille: - Konditionierung /condition: standard Ankersystem /anchor system: Injektion WIT-VM100 Spreiz-/spread/ecarter element: W-VIZ-A/A4 M16-140/2 Material: A4 - 1.4401 Festigkeit/strength $f_{yk}$ [MPa]: - Festigkeit/strength $f_{uk}$ [MPa]: - Ø $d_s$ [mm]: 16,0	<b>Prüfkörper / specimen:</b> C20/25 Festigkeit/ strength $f_{c150}$ [MPa]: 33,07 Dichte / dense $\rho$ [kg/m³]: 2308 Feuchtigkeit / moisture /humidite $\mu$ : trocken Riss /crack/ fissure $\Delta w_{crack}$ [mm]: - Bauteildicke / thickness/ h [cm]: 26 Größe /size/ dimension [cm]: 163,5x128,5 Temperatur /temperature [°C]: 16 Herstellungsdatum /date of manufacture: 21.3.02
---	--


<b>Dübel Setzen / installation of anchor</b> Ø Bohrer /drill /meche $d_{cut}$ [mm]: 18,3 Bohrvorgang H/S/D: Bohrhammer Bohrtiefe/ drill depth $h_{drill}$ [mm]: 130 Reinigung / cleaning *) LLBBLL Ankertiefe/anchor depth $h_{ef}$ [mm]: 130 Drehmoment/ torque moment $T_{inst}$ [Nm]: 60 Aushärtezeit $t_{hard}$ [h]: >1	<b>Position / position</b> Randabstand $c_1$ [cm]: - edge distance $c_2$ [cm]: - Achsabstand $s_1$ [cm]: 10 spacing $s_2$ [cm]: - Datum /date: 8.1.07 Serie / series / série: <b>2C120V</b>
--	---

\*) L = ausblasen mit Handausbläser / blow out, B = ausbürsten / brush out



Versuchs-Nr. /test No./ n° de l'essai	Ausführung und Auswertung: Dipl.-Ing. F. Wittmann					Verschiebung-Displacement-Déplacement (mm)					Mittelwert /average /Moyenne	v%	$\sigma$
	2C120 V.01	2C120 V.02	2C120 V.03	2C120 V.04	2C120 V.05								
$F_{max,i}^t$ (kN)	19,78	18,38	19,10	19,44	20,55						19,45	4,13%	0,80
$\delta_{i,10}$ (mm)	1,27	1,06	1,41	1,07	1,29						1,22	12,46%	0,152
$F^T(\delta_{i,10}=1\text{mm})$ [kN]		18,01		18,83	18,15								
$F^T(\delta_{i,10}=2\text{mm})$ [kN]													
$F^T(\delta_{i,10}=5\text{mm})$ [kN]													
$\delta_{i,130}$ (mm)	10,33	10,50	10,51	10,43	10,51								
$F^T(\delta_{i,130}=1\text{mm})$ [kN]	4,77	4,18	4,48	3,81	3,67						4,18	10,99%	0,459
$F^T(\delta_{i,130}=2\text{mm})$ [kN]	7,80	6,77	7,21	6,68	6,61						7,01	7,10%	0,498
$F^T(\delta_{i,130}=5\text{mm})$ [kN]	14,24	11,84	13,40	13,14	13,67						13,26	6,71%	0,890
Bruchart /rupture type/ mode de rupture	-	-	-	-	-								

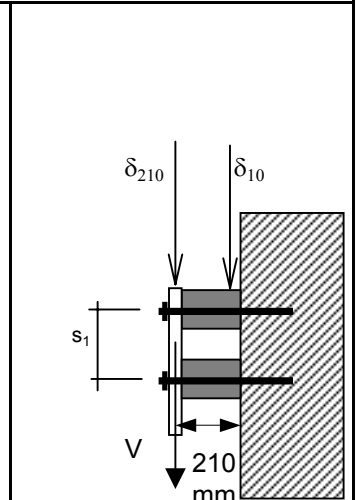
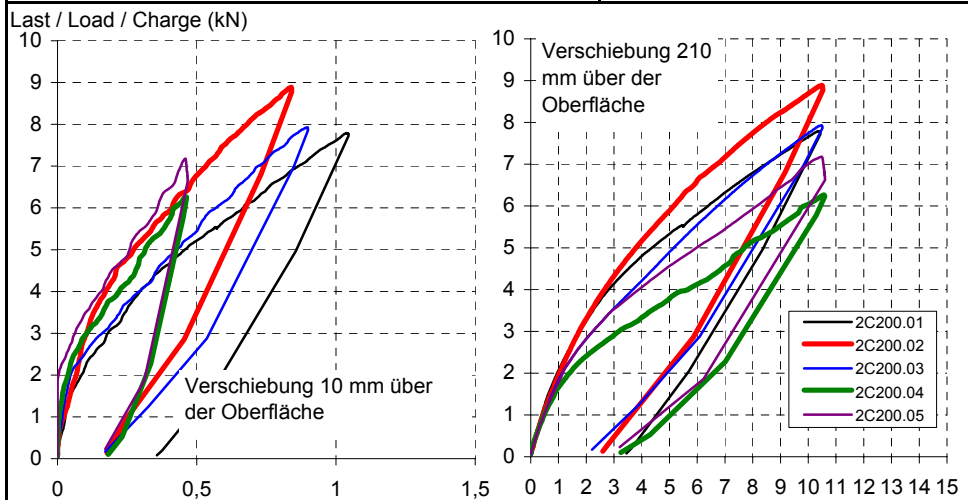
$F_{Ru,i}^t$ Bruchlast-breaking load-Charge de ruine $F_{Ru,m}^t$ mittlere Bruchlast - average of breaking load $F_{Rk}^t = F_{Ru,m}^t \cdot \sigma^* \cdot k$ ( $k_{\sigma=5}=3,400$ ; $k_{\sigma=10}=2,568$ ) charakt. Bruchlast bei Normalverteilung charact. breaking load for normal distribution $F_{Rk,log}^t$ charakt. Bruchlast bei log. Normalverteilung charact. breaking load for logarithm. normal distribution $\delta_i(F_{Ru,i}^t/2)$ Verschiebung, die der Last von $0.5 \cdot F_{Ru,i}^t$ entspricht test-displacement corresponding to a $0.5 \cdot F_{Ru,i}^t$ load	Brucharten - type of rupture - mode de rupture C Betonversagen - concrete - béton C <sub>c</sub> Betonkegel - concrete cone - cone de béton C <sub>E</sub> Betonrand - concrete edge - bord de béton C <sub>Sp</sub> Spalten - split - fendre C <sub>pyout</sub> Betonausbruch lastabgewandte Seite C <sub>s</sub> Betonausbruch lastzugewandte Seite P <sub>o</sub> Auszug - pull out P <sub>T</sub> Durchzug - pull trough	S Stahlversagen - steel rupture S <sub>B</sub> Bolzen - bolt - vis S <sub>T</sub> Gewinde - screw - pas de vis S <sub>S</sub> / H Hülse - sleeve - douille T Gewindeabscheren - thread shear - tondre filet de vis T <sub>B</sub> Bolzen - bolt - vis T <sub>N</sub> Mutter - nut - écrou
---	--	---

	Institut für Fassaden- und Befestigungstechnik Hans-Weigel-Straße 2b 04319 Leipzig anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle nach Landesbauordnung - SAC21; nach Bauproduktengesetz - No. 1109	Auftraggeber: Adolf Würth GmbH & Co. KG Zweck der Prüfung: Nachweis der Tragfähigkeit Versuchsart: AMO max Distanzhalter 200 mm, Quertragfähigkeit Zweifachbefestigung Versuchsgrundlage: Versuchsprogramm -
---	---	--

<b>Dübel / anchor bolt/ cheville:</b> AMO MAX-200/M16 Material Hülse /sleeve /douille: - Konditionierung /condition: standard Ankersystem /anchor system: Fixanker Spreiz-/spread/ecarter element: W-FAZ/A4 M16-220 Material: A4 - 1.4401 Festigkeit/strength $f_{yk}$ [MPa]: - Festigkeit/strength $f_{uk}$ [MPa]: - Ø $d_s$ [mm]: 16,0	<b>Prüfkörper / specimen:</b> C20/25 Festigkeit/ strength $f_{c150}$ [MPa]: 33,07 Dichte / dense $\rho$ [kg/m³]: 2308 Feuchtigkeit / moisture /humidite $\mu$ : trocken Riss /crack/ fissure $\Delta w_{crack}$ [mm]: - Bauteildicke / thickness/ h [cm]: 26 Größe /size/ dimension [cm]: 163,5x128,5 Temperatur /temperature [°C]: 16 Herstellungsdatum /date of manufacture: 21.3.02
--	--


<b>Dübel Setzen / installation of anchor</b> Ø Bohrer /drill /meche $d_{cut}$ [mm]: 18,3 Bohrvorgang H/S/D: Bohrhammer Bohrtiefe/ drill depth $h_{drill}$ [mm]: 110 Reinigung / cleaning *) : L Ankertiefe/anchor depth $h_{ef}$ [mm]: 85 Drehmoment/ torque moment $T_{inst}$ [Nm]: 110 Aushärtezeit $t_{hard}$ [h]: -	<b>Position / position</b> Randabstand $c_1$ [cm]: - edge distance $c_2$ [cm]: - Achsabstand $s_1$ [cm]: 10 spacing $s_2$ [cm]: - Datum /date: 10.1.07 14:00 Serie / series / série: <b>2C200F</b>
--	--

\*) L = ausblasen mit Handausbläser / blow out, B = ausbürsten / brush out



Versuchs-Nr. /test No./ n° de l'essai	Ausführung und Auswertung: Dipl.-Ing. F. Wittmann					Kraftmessdose/ load cell			Mittelwert /average /Moyenne	v%	$\sigma$
	2C200 F.01	2C200 F.02	2C200 F.03	2C200 F.04	2C200 F.05						
$F_{max,i}^{\dagger}$ (kN)	7,80	8,89	7,93	6,27	7,18				7,61	12,74%	0,97
$\delta_{i,10}$ (mm)	1,04	0,84	0,90	0,46	0,46				0,74	35,79%	0,264
$F^{\dagger}(\delta_{i,10}=1\text{mm})$ [kN]	7,59										
$F^{\dagger}(\delta_{i,10}=2\text{mm})$ [kN]											
$F^{\dagger}(\delta_{i,10}=5\text{mm})$ [kN]											
$\delta_{i,210}$ (mm)	10,34	10,49	10,47	10,55	10,49						
$F^{\dagger}(\delta_{i,210}=1\text{mm})$ [kN]	2,06	1,93	1,81	1,63	1,72				1,83	9,15%	0,167
$F^{\dagger}(\delta_{i,210}=2\text{mm})$ [kN]	3,25	3,29	2,79	2,39	2,78				2,90	12,88%	0,373
$F^{\dagger}(\delta_{i,210}=5\text{mm})$ [kN]	5,33	5,87	4,89	3,78	4,53				4,88	16,23%	0,792
Bruchart /rupture type/ mode de rupture	-	-	-	-	-						

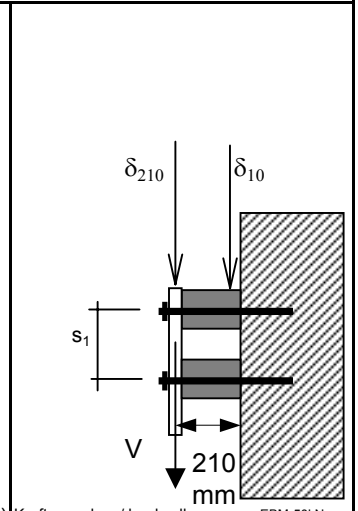
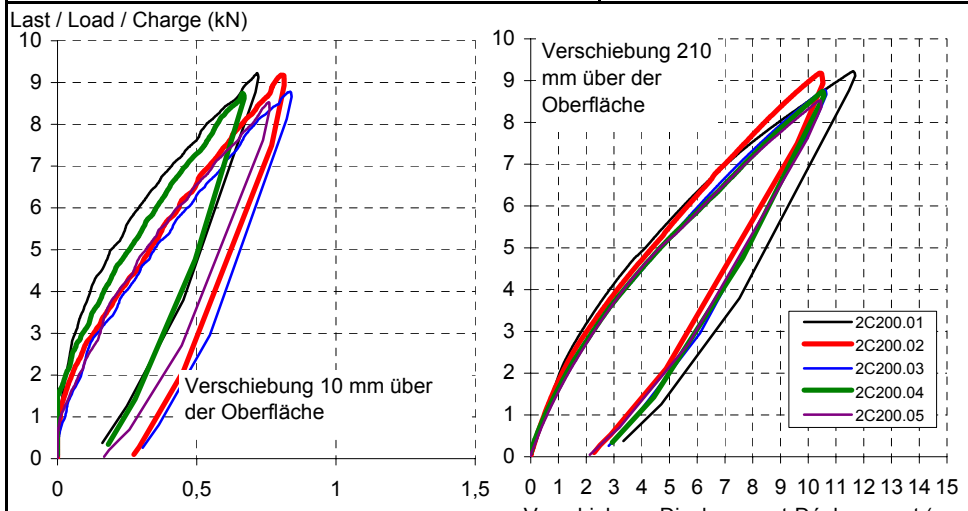
$F_{Ru,i}^{\dagger}$ Bruchlast-breaking load-Charge de ruine $F_{Ru,m}^{\dagger}$ mittlere Bruchlast - average of breaking load $F_{Rk}^{\dagger} = F_{Ru,m}^{\dagger} \cdot \sigma^* \cdot k$ ( $k_{n=5}=3,400$ ; $k_{n=10}=2,568$ ) charakt. Bruchlast bei Normalverteilung charact. breaking load for normal distribution $F_{Rk,log}^{\dagger}$ charakt. Bruchlast bei log. Normalverteilung charact. breaking load for logarithm. normal distribution $\delta_{i,(F_{Ru,i}^{\dagger}/2)}$ Verschiebung, die der Last von $0.5 \cdot F_{Ru,i}^{\dagger}$ entspricht test-displacement corresponding to a $0.5 \cdot F_{Ru,i}^{\dagger}$ load	Brucharten - type of rupture - mode de rupture C Betonversagen - concrete - béton C <sub>c</sub> Betonkegel - concrete cone - cone de béton C <sub>E</sub> Betonrand - concrete edge - bord de béton C <sub>Sp</sub> Spalten - split - fendre C <sub>pryout</sub> Betonausbruch lastabgewandte Seite C <sub>s</sub> Betonausbruch lastzugewandte Seite P <sub>o</sub> Auszug - pull out P <sub>T</sub> Durchzug - pull trough	S Stahlversagen - steel rupture S <sub>B</sub> Bolzen - bolt - vis S <sub>T</sub> Gewinde - screw - pas de vis S <sub>S</sub> / H Hülse - sleeve - douille T Gewindeabscheren - thread shear - tondre filet de vis T <sub>B</sub> Bolzen - bolt - vis T <sub>N</sub> Mutter - nut - écrou
--	---	---

	Institut für Fassaden- und Befestigungstechnik Hans-Weigel-Straße 2b 04319 Leipzig	Auftraggeber: Adolf Würth GmbH & Co. KG Zweck der Prüfung: Nachweis der Tragfähigkeit Versuchsart: AMO max Distanzhalter 200 mm, Quertragfähigkeit Zweifachbefestigung
	anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle nach Landesbauordnung - SAC21; nach Bauproduktengesetz - No. 1109	Versuchsgrundlage: Versuchsprogramm -

<b>Dübel / anchor bolt/ cheville:</b> AMO MAX-200/M16 Material Hülse /sleeve /douille: - Konditionierung /condition: standard Ankersystem /anchor system: Injektion WIT-VM100 Spreiz-/spread/ecarter element: W-VIZ-A/A4 M16-220/3 Material: A4 - 1.4401 Festigkeit/strength $f_{yk}$ [MPa]: - Festigkeit/strength $f_{uk}$ [MPa]: - Ø $d_s$ [mm]: 16,0	<b>Prüfkörper / specimen:</b> C20/25 Festigkeit/ strength $f_{c150}$ [MPa]: 33,07 Dichte / dense $\rho$ [kg/m³]: 2308 Feuchtigkeit / moisture /humidite $\mu$ : trocken Riss /crack/ fissure $\Delta w_{crack}$ [mm]: - Bauteildicke / thickness/ h [cm]: 26 Größe /size/ dimension [cm]: 163,5x128,5 Temperatur /temperature [°C]: 16 Herstellungsdatum /date of manufacture: 21.3.02
---	--

<b>Dübel Setzen / installation of anchor</b> Ø Bohrer /drill /meche $d_{cut}$ [mm]: 18,3 Bohrvorgang H/S/D: Bohrhammer Bohrtiefe/ drill depth $h_{drill}$ [mm]: 130 Reinigung / cleaning *) LLBLL Ankertiefe/anchor depth $h_{ef}$ [mm]: 130 Drehmoment/ torque moment $T_{inst}$ [Nm]: 60 Aushärtezeit $t_{hard}$ [h]: >1	<b>Position / position</b> Randabstand $c_1$ [cm]: - edge distance $c_2$ [cm]: - Achsabstand $s_1$ [cm]: 10 spacing $s_2$ [cm]: - Datum /date: 8.1.07 13:14 Serie / series / série: <b>2C200V</b>
---	---

\*) L = ausblasen mit Handausbläser / blow out, B = ausbürsten / brush out



Versuchs-Nr. /test No./ n° de l'essai	2C200 V.01	2C200 V.02	2C200 V.03	2C200 V.04	2C200 V.05	Mittelwert /average /Moyenne	v%	$\sigma$
$F^t_{max,i}$ (kN)	9,23	9,18	8,78	8,74	8,53	8,89	3,38%	0,30
$\delta_{i,10}$ (mm)	0,72	0,80	0,84	0,66	0,76	0,76	9,04%	0,068
$F^T(\delta_{i,10}=1\text{mm})$ [kN]								
$F^T(\delta_{i,10}=2\text{mm})$ [kN]								
$F^T(\delta_{i,10}=5\text{mm})$ [kN]								
$\delta_{i,210}$ (mm)	11,61	10,40	10,60	10,51	10,44			
$F^T(\delta_{i,210}=1\text{mm})$ [kN]	1,92	1,78	1,66	1,64	1,53	1,71	8,73%	0,149
$F^T(\delta_{i,210}=2\text{mm})$ [kN]	3,16	2,95	2,78	2,75	2,68	2,86	6,71%	0,192
$F^T(\delta_{i,210}=5\text{mm})$ [kN]	5,65	5,49	5,23	5,21	5,21	5,36	3,76%	0,201
Bruchart /rupture type/ mode de rupture	-	-	-	-	-			

$F^t_{Ru,i}$ Bruchlast-breaking load-Charge de ruine $F^t_{Ru,m}$ mittlere Bruchlast - average of breaking load $F^t_{Rk} = F^t_{Ru,m} \cdot \sigma^* \cdot k$ ( $k_{\sigma=5}=3,400$ ; $k_{\sigma=10}=2,568$ ) charakt. Bruchlast bei Normalverteilung charact. breaking load for normal distribution $F^t_{Rk,log}$ charakt. Bruchlast bei log. Normalverteilung charact. breaking load for logarithm. normal distribution $\delta_i(F^t_{Ru,i}/2)$ Verschiebung, die der Last von $0.5 \cdot F^t_{Ru,i}$ entspricht test-displacement corresponding to a $0.5 \cdot F^t_{Ru,i}$ load	Brucharten - type of rupture - mode de rupture C Betonversagen - concrete - béton C <sub>c</sub> Betonkegel - concrete cone - cone de béton C <sub>E</sub> Betonrand - concrete edge - bord de béton C <sub>Sp</sub> Spalten - split - fendre C <sub>pryout</sub> Betonausbruch lastabgewandte Seite C <sub>s</sub> Betonausbruch lastzugewandte Seite P <sub>o</sub> Auszug - pull out P <sub>T</sub> Durchzug - pull trough	S Stahlversagen - steel rupture S <sub>B</sub> Bolzen - bolt - vis S <sub>T</sub> Gewinde - screw - pas de vis S <sub>S</sub> / H Hülse - sleeve - douille T Gewindeabscheren - thread shear - tondre filet de vis T <sub>B</sub> Bolzen - bolt - vis T <sub>N</sub> Mutter - nut - écrou
---	---	---