

## **ANHANG**

### **Nr. 1 Naturwissenschaftlichen Untersuchungsmethoden**

1. Naturwissenschaftlichen Untersuchungsmethoden
  - 1.1. Porenraumbezogene Untersuchungen
  - 1.2. Physiko-mechanische Messungen
  - 1.3. Untersuchungen mittels subjektiver Wahrnehmungen

### **Nr. 2 Probenmaterial und Einzelergebnisse/ Anmerkungen zu den petrographischen Untersuchungen der Alabaster sowie den porenraumbezogenen Eigenschaften**

1. Probenentnahme
2. Petrographie
  - 2.1. Dünnschliffe
  - 2.2. Röntgenbeugungsdiagramm
3. Porenraumbezogene Eigenschaften
  - 3.1. Wasseraufnahme
  - 3.2. Rohdichte/ scheinbare Rohdichte

### **Nr. 3 Einzelergebnisse der ersten Probenreihe der Steinerergänzungs- Steinersatzmassen**

- 3.1. Mörtel-Vorproben

### **Nr. 4 Einzelergebnisse/ Anmerkungen zu den naturwissenschaftlichen Untersuchungen der Alabaster sowie ausgewählter Steinersatz- und Steinerergänzungsmassen**

- 4.1. Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)
- 4.2. E-Modul-Berechnung
- 4.3. Haftzugmessung
- 4.4. hygrische Dilatation
- 4.5. thermische Dehnung - Protokoll
- 4.6. Farbstabilität
- 4.7. Wasserdampfdiffusionswiderstand-Werte

## 1. Naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden

Die Probenkonditionierung sowie die Untersuchungen wurden, wenn nicht weiter genannt, im Werkstattklima bei ca. 60% relativer Luftfeuchte und ca. 24°C Werkstatttemperatur durchgeführt.

### 1.1. Porenraumbezogene Untersuchungen

#### 1.1.1. Wasseraufnahme

→ nach DIN 52 103

Die Probenkonditionierung erfolgt über 24h bei 35°C und bei 10 Tagen Werkstattklima bis zur Massekonstanz. Die Probekörper werden seitlich mit Latexmilch abgedichtet. Die Messung der Wasseraufnahme erfolgt über 12 Stunden mittels Feinwaage. Die Berechnungen wird in Excel durchgeführt.

→ Berechnung

Aus der Messung der Wasseraufnahme werden folgende Werte berechnet:

$W$  – Wasseraufnahme

$$W = m_{H_2O} - m_{tr} \quad [g]$$

$W_m$  – Wasseraufnahmegrad massebezogen

$$W_m = ( W / m_{tr} ) \cdot 100 \% \quad [\text{Massen-}\%]$$

$w$  – Wert ( Wasseraufnahmekoeffizient ):

$$w = W_{fl} / \sqrt{t} \quad [ \text{kg/m}^2 \cdot \sqrt{\text{h}} ]$$

$W_V$  – volumenbezogene Wasseraufnahmegrad:

$$W_V = ( W / (V_R \cdot \rho_w) ) \cdot 100 \% \quad [\text{Vol-}\%]$$

$P_S$  – scheinbare Porosität:

Da der volumenbezogene Wasseraufnahmegrad alle kapillar zugänglichen Poren berücksichtigt, ergibt sich:  $P_S = W_V$  [%]

Dabei gilt für alle Berechnungen:

$m_{H_2O}$  – Masse der unter Atmosphärendruck kapillar getränkten Probe [g]

$m_{tr}$  – Masse der getrockneten Probe [g]

$\rho_w$  – Dichte des Wassers

$w_t = \Delta W_{Fl} / \Delta \sqrt{h}$

- $W_{fl}$  – Wasseraufnahme flächenbezogen [m / kg],  
bzw. die pro Flächeneinheit aufgenommene Wassermenge
- $t$  – Zeit zwischen zwei Wägungen [h]



- 1.) Probekörper, seitlich mit Latexmilch abgedichtet
- 2.) Höhe des Wasserstandes an der Probe 2mm

**Abb. 1: Messung der Wasseraufnahme**

#### 1.1.2. Wasserdampfdiffusionswiderstand ( $\mu$ -Wert)

→ nach DIN 52615, wet-cup- Verfahren

Dieses erfolgt bei 23°C und 50 % relativer Luftfeuchte außerhalb des Gläschens und bei einer relativen Luftfeuchte von 95 % innerhalb des Gläschens.

Die Probekörper werden seitlich mit Paraffin luftdicht abgedichtet. Die Probenkonditionierung besteht beim Naturstein in der Trocknung bis zur Massekonstanz und bei den untersuchten Massen bis zur vollständigen Aushärtung. Die Messung des Gewichtsverlustes, bzw. die Differenz des Wassers, welches durch das Material diffundiert ist, erfolgte über eine Feinwaage.

→ Berechnung

$$\mu = \frac{K \cdot \Delta p \cdot \Delta t \cdot A}{p \cdot \Delta m \cdot s}$$

$$\mu = K * \frac{\Delta t \cdot A}{p \cdot \Delta m \cdot s}$$

Dabei gilt für alle Berechnungen:

- $\mu$  – Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl
- $K$  – Konstante für die Messung bei 23°C
- $\Delta p$  – Wasserdampfdruckdifferenzen an der Probe [Pa]
- $\Delta t$  – Zeitspanne zwischen 2 Wägungen [h]
- $A$  – Prüffläche der Probe [m<sup>2</sup>]

p –	Mittlerer Luftdruck im Klimaraum	[hPa]
$\Delta m$ –	Massedifferenz zwischen 2 Wägungen	[g]
s –	Mittlere Dicke der Probe	[m]

### 1.1.3. Hygrische Dilatation

→ nach DIN 52450

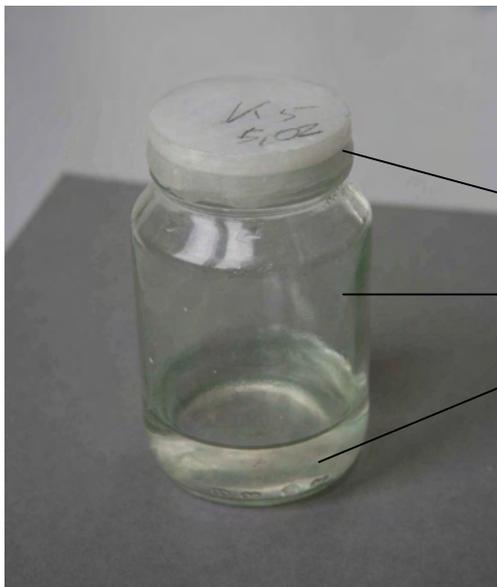
Die Messung erfolgt über 24h, nach Auffüllen des Wasserstandes bis ca. zwei mm über dem Probekörper. Die Dilatation wird vom Wegaufnehmer direkt an den Computer weitergeleitet und aufgezeichnet.

→ Berechnung

$$D = \frac{\Delta l}{l} \quad [\mu\text{m}/\text{m}]$$

Dabei gilt für alle Berechnungen:

D –	Hygrische Dehnung	[ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]
$\Delta l$ –	Längenänderung der Probe	[ $\mu\text{m}$ ]
l –	Ausgangslänge der Probe vor der Messung	[m]



- 1.) Probekörper, seitlich luftdicht verschlossen
- 2.) Diffusionsstrom
- 3.) Sorbens (Wasser)

**Abb. 2: Messung des Wasserdampfdiffusionswiderstandes**

#### 1.1.4. Thermische Dilatation<sup>1</sup>

→ *in Anlehnung an DIN 53752*

Die Probe wird um 1K/min erwärmt. Die Messung beginnt bei Raumtemperatur bis mindestens 65°C. Für die Messung der thermischen Dilatation werden die Randbedingungen, soweit möglich, an kirchliche Innenräume angepasst. Die Werte für die Temperaturschwankungen wurden einem IDK-Bericht<sup>2</sup>, entnommen, der sich mit Raumklimauntersuchungen der Liebfrauenkirche Halberstadt befasst. Dort werden Raumtemperaturen von 65°C angegeben, wobei die maximale Oberflächentemperatur für kompakte Bauteile bei ca. 60°C liegt..

Daraus resultierend werden die Messungen der thermischen Dilatation in einer Raumtemperatur in Höhe von ca. 20°C bis zu einer Temperatur von mindestens 65°C durchgeführt.

→ *Berechnung*

$$\alpha ( T ) = \frac{1}{L_0} \left( \frac{\Delta L ( T )}{\Delta T} \right)$$

Dabei gilt für alle Berechnungen:

$\alpha$  – linearer thermischer Ausdehnungskoeffizient [K<sup>-1</sup>]

$\Delta L(T)$  – Längenänderung der Probe [mm]

$\Delta T$  – Temperaturdifferenz zwischen Ausgangs- u: Endtemperatur [°C]

$L_0$  – Länge des Probekörpers bei Ausgangstemperatur vor der Messung [mm]

## 1.2. Physiko-mechanische Messungen

### 1.2.1. Biaxiale Biegezugfestigkeiten (Randbiegung) und statischer Elastizitätsmodul<sup>3</sup>

Es wird das modifizierte Verfahren zur Ermittlung der Durchbiegung bei der biaxialen Biegezugmessung angewendet. Die Messung erfolgt nicht mittig, sondern an der Ringkante des Lastringes. Die Messung wird durchgeführt an der Prüfmaschine der Firma Zwick, (Zwick/

<sup>1</sup> An der BAM gemessen; Siehe Prüfbericht Anhang 4.-5. hygri sche Dilatation

<sup>2</sup> Liebfrauenkirche Halberstadt –Raumklimauntersuchung; Bearbeiter Dipl.-Ing. U. Kalisch; Halle Saale 30.09.2005; Institut für Diagnostik und Konservierung an Denkmälern in Sachsen und Sachsen Anhalt Nr.: HAL 43/2005

<sup>3</sup> vgl. KOZUB, P.(2005), S.73f.

Roell, Z 010, Typ KAD-Z, Baujahr 2003). Die Messwerte wurden direkt an das Computerprogramm übermittelt und ausgewertet.

→ *Berechnung*

$\sigma_{BZ}$  – biaxiale Biegezugfestigkeit

$$\sigma_{BZ} = \frac{3F}{4\pi h^2} \left[ 2(1+\nu) \ln\left(\frac{a}{b}\right) + (1-\nu) \frac{a^2 - b^2}{R^2} \right]$$

E – statischer E-Modul

Die E-Modulberechnung des Computerprogramms ist nach Wittmann und Primm modifiziert.

$$E = 1,5 \frac{F}{\omega h^3} (1-\nu^2) \left[ (a^2 - b^2) \cdot \left( 1 + \frac{(1-\nu)}{2(1+\nu)} \cdot \frac{(a^2 - b^2)}{a^2} \right) + 2b^2 \cdot \ln\left(\frac{b}{a}\right) \right]$$

Die Berechnung ist weitergehend modifiziert nach P. Kozub<sup>4</sup>.

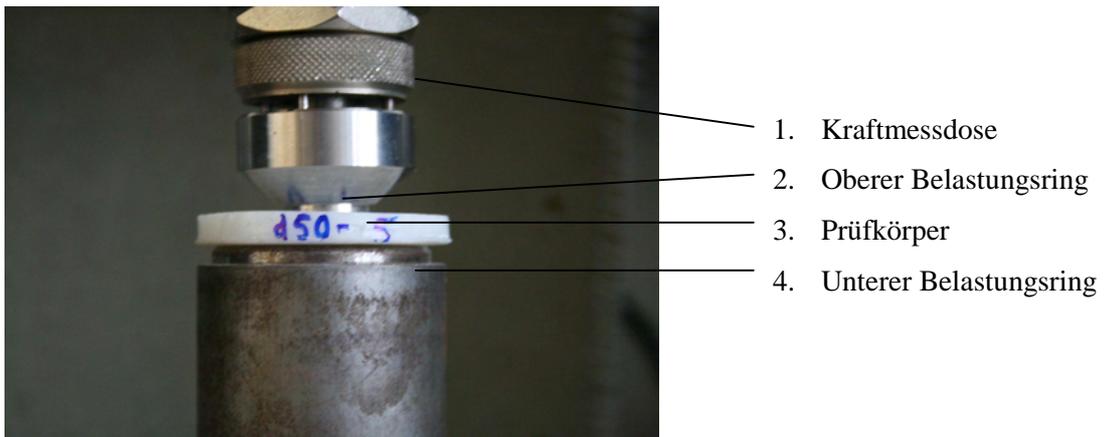
$$E = \frac{3F}{2\Pi w_{r=b} h^3} (1-\nu^2) \left[ (a^2 - b^2) \left( 1 + \frac{(1-\nu)(a^2 - b^2)}{2(1+\nu) a^2} \right) + 2b^2 \ln \frac{b}{a} \right]$$

Dabei gilt für alle Berechnungen:

F – Prüflast (maximale Biegespannung)	[N]
h – Dicke des Prüfkörpers	[mm]
$\nu$ – Querkontraktionszahl	[-]
a – Radius des untenlagernden Belastungsringes	[mm]
b – Radius des auflagernden Belastungsringes	[mm]
R – Radius des Prüfkörpers	[mm]
$\omega$ – Durchbiegung an den oberen Ring	[mm]

---

<sup>4</sup> siehe Kozub, P. (2008):



**Abb. 3: Messung der biaxialen Biegezugfestigkeit und des E-Moduls**

### 1.2.2. Zug-/ Haftzugfestigkeit

→ *Angelehnt an DIN 18555*

Die Messung wurden durchgeführt an der Prüfmaschine der Firma Zwick, (Zwick/ Roell, Z 010, Typ KAD-Z, Baujahr 2003) Die Messwerte wurden direkt an das Computerprogramm übermittelt und ausgewertet. Die Probekörper sind bei dem Naturstein ca. 4cm hoch und der Durchmesser beträgt 4,82cm. Bei den Massen sind sie als Verbundkörper (unten Naturstein oben Masse) gebildet.

→ *Berechnung*

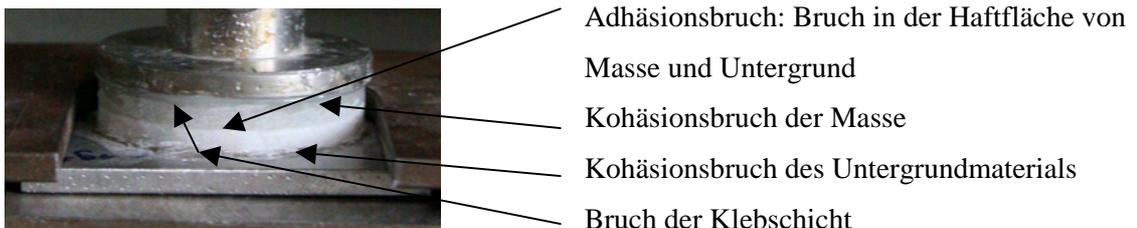
$\beta_{HZ}$  Haftzugfestigkeit

$$\beta_{HZ} = F/A$$



**Abb. 4: Messung Zugfestigkeit**

Bei den Messungen im Verbund werden vier Bruchbilder unterschieden:



**Abb. 5: Bruchbilder**

### **1.3. Untersuchungen mittels subjektiver Wahrnehmungen**

#### 1.3.1. Farbstabilität

Für die Bewertung der Farbstabilität werden Probekörper der Massen mit UVA-Licht bestrahlt.

Eingesetzt wurden :

- Klimaschrank: Klimaprüfkammer Typ 3523/16, FA. Feutron Klimasimulation GmbH  
(Temperaturdifferenz, zeitlich DIN EN 60068-3-5, bei Klimabetrieb [K] <+-0,5)
- UV Lampe Daten: UVASPOT 400 T BL F-Strahler, Filter H2 +Black Light

Die Messungen erfolgten bei 60% relativer Feuchte 24°C und 315-400 [nm] Transmission UVA (vermag Fensterglas zu durchdringen) für die Dauer von (433 h).

Ein Umschichten der Proben erfolgte nach 216,5 h. Dies war aufgrund der unterschiedlichen Entfernung der Proben zur UV-Lampe nötig, um die Proben im Nachhinein miteinander vergleichen zu können.

Vor und nach der Messung erfolgten Farbmessungen mittels Farbmessgerät. Diese Daten können in der Arbeit nicht mehr ausgewertet werden. Daher erfolgt die Auswertung per Auge. Allerdings können so, geringe Farbveränderungen oder Trübungen nicht ermittelt werden.

## **2.1. Probenentnahme**

Die Bohrkerne wurden mit einer Nassbohrmaschine Dr. Bender (BB25) mit einer Bohrkronen von 5 cm Innendurchmesser entnommen.

Die Bohrkerne wurden begradigt um eine glatte Auflagefläche zu gewährleisten. Um eine erneute Trocknungsphase einzusparen wurden, je Gestein 5 Scheiben für den Biegezug und E-Modul und 5 Scheiben für die Ermittlung der Wasserdampfdiffusion, gesägt. Die Bohrkerne wurden mit einer Diamantsäge in ca. 0,5 cm dicke Scheiben. Sie wurden mit dem jeweiligen Buchstaben und fortlaufend durchnummeriert beschriftet.

Anschließend wurden die Kerne und Scheiben ab gespült, im Klimaschrank getrocknet 48h bei 35° C und 7 Tage bei ca.24°C und ca.60% relat. Luftfeuchte bis zur Gleichgewichtsfeuchte konditioniert.

## 2.2. Petrographie

### 2.2.1. Dünnschliffe



Abb. 4: Ala\_K\_For\_002 mittig bereits umgesetzter Gips umgeben von Anhydrit

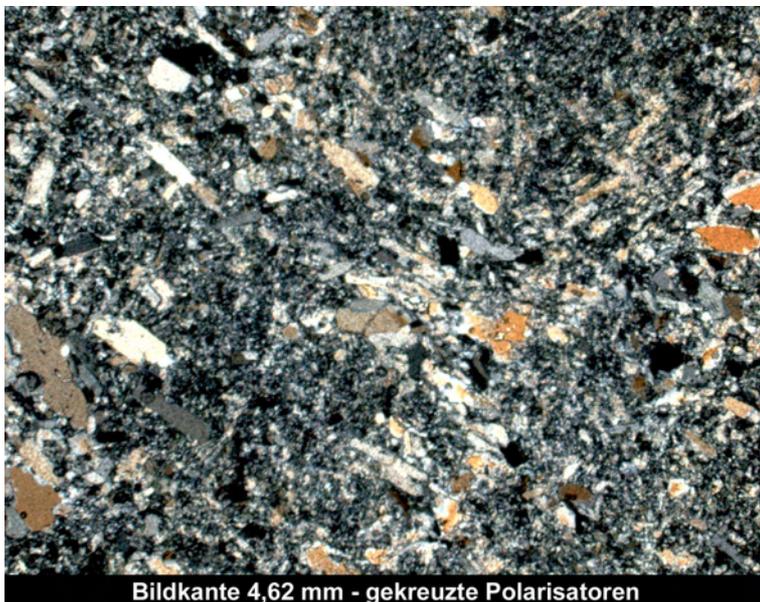


Abb. 5: Ala\_M\_Ell\_004 inhomogene Korngrößen von Gips und Anhydrit

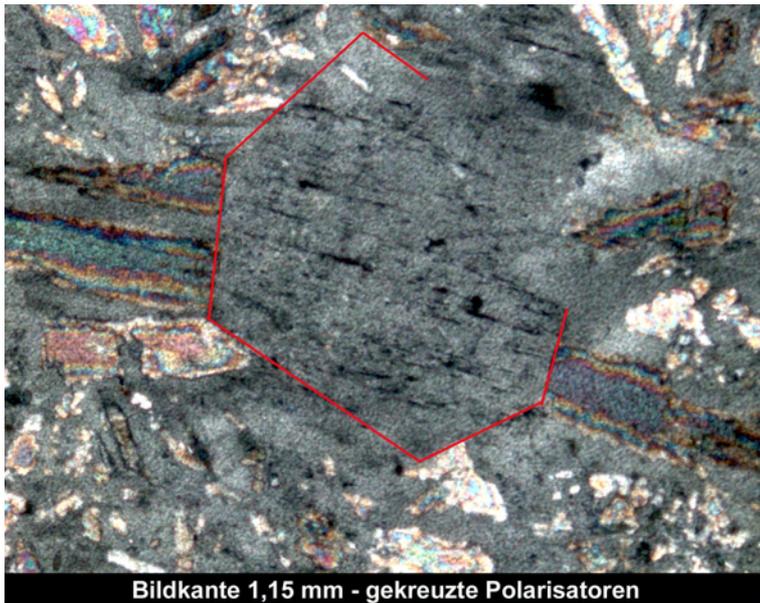


Abb. 6: Ala\_M\_Ell\_001 gr. säulige Anhydritkristalle, umgeben von feinkörnigerem Gips, ein größerer Anhydritkristall links unten



Abb. 7: Ala\_S\_Pue\_002 im rechten unterem Bereich Subkornbildung zu erkennen

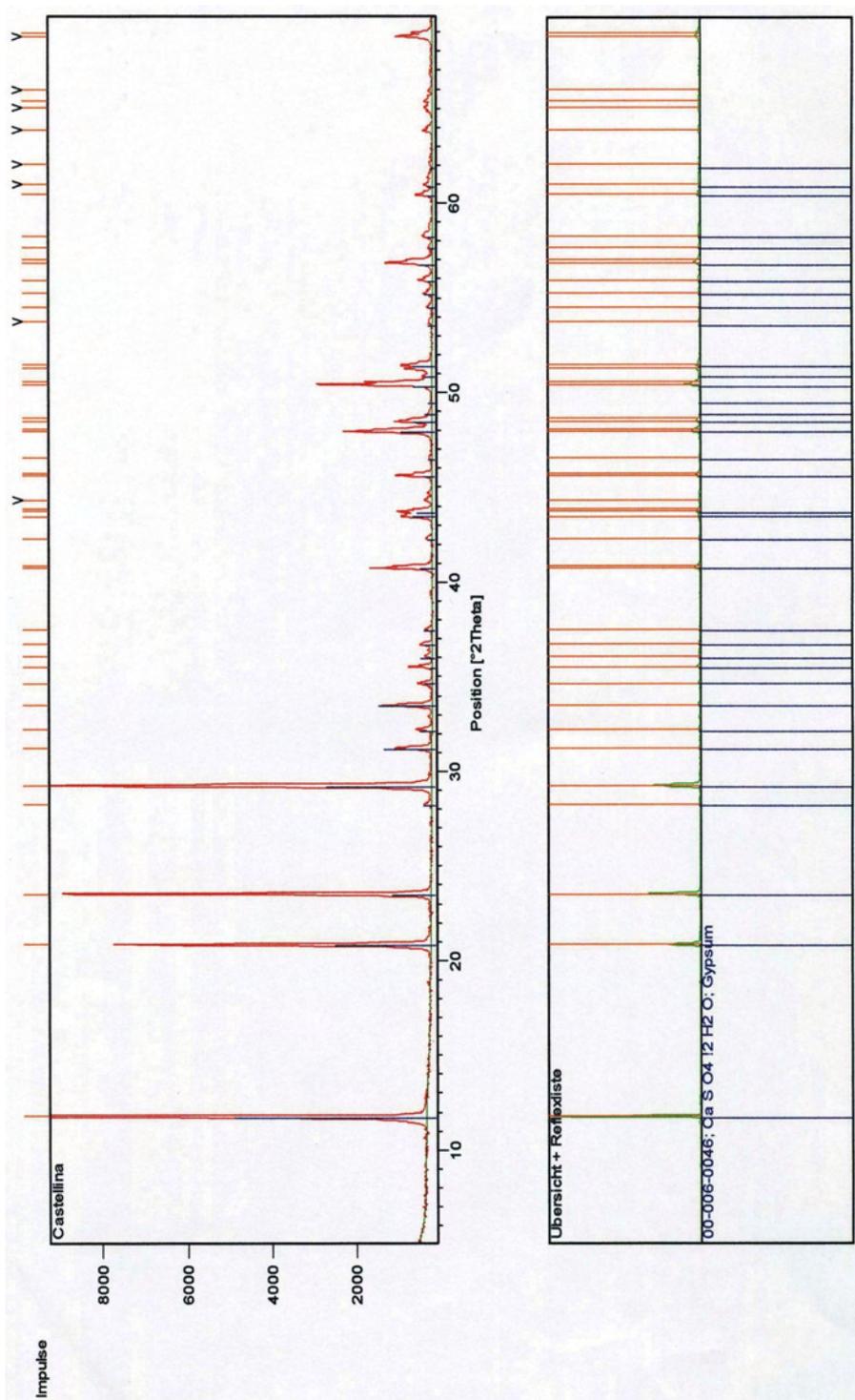
2.2.2. Röntgenbeugungsdiagramm<sup>1</sup>

Diagramm 1: Röntgenbeugungsdiagramm von Ala. K.For

<sup>1</sup> Die Untersuchungen wurden an der IDK Institut für Diagnostik und Konservierung an Denkmälern in Sachsen und Sachsen-Anhalt e.V. von Dr. Jeannine Meinhardt durchgeführt.

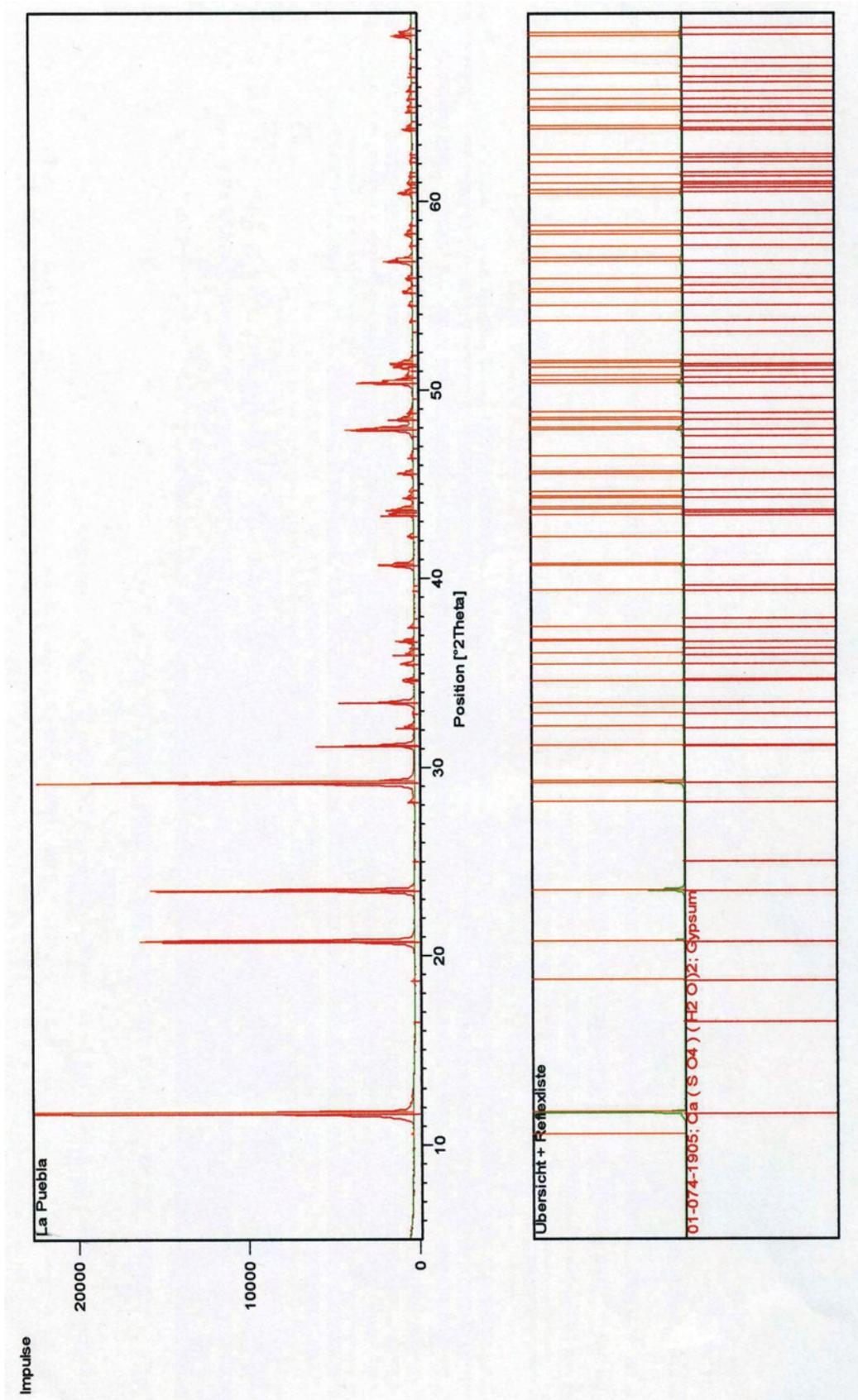


Diagramm 2: Röntgenbeugungsdiagramm von Ala.S.Pue.

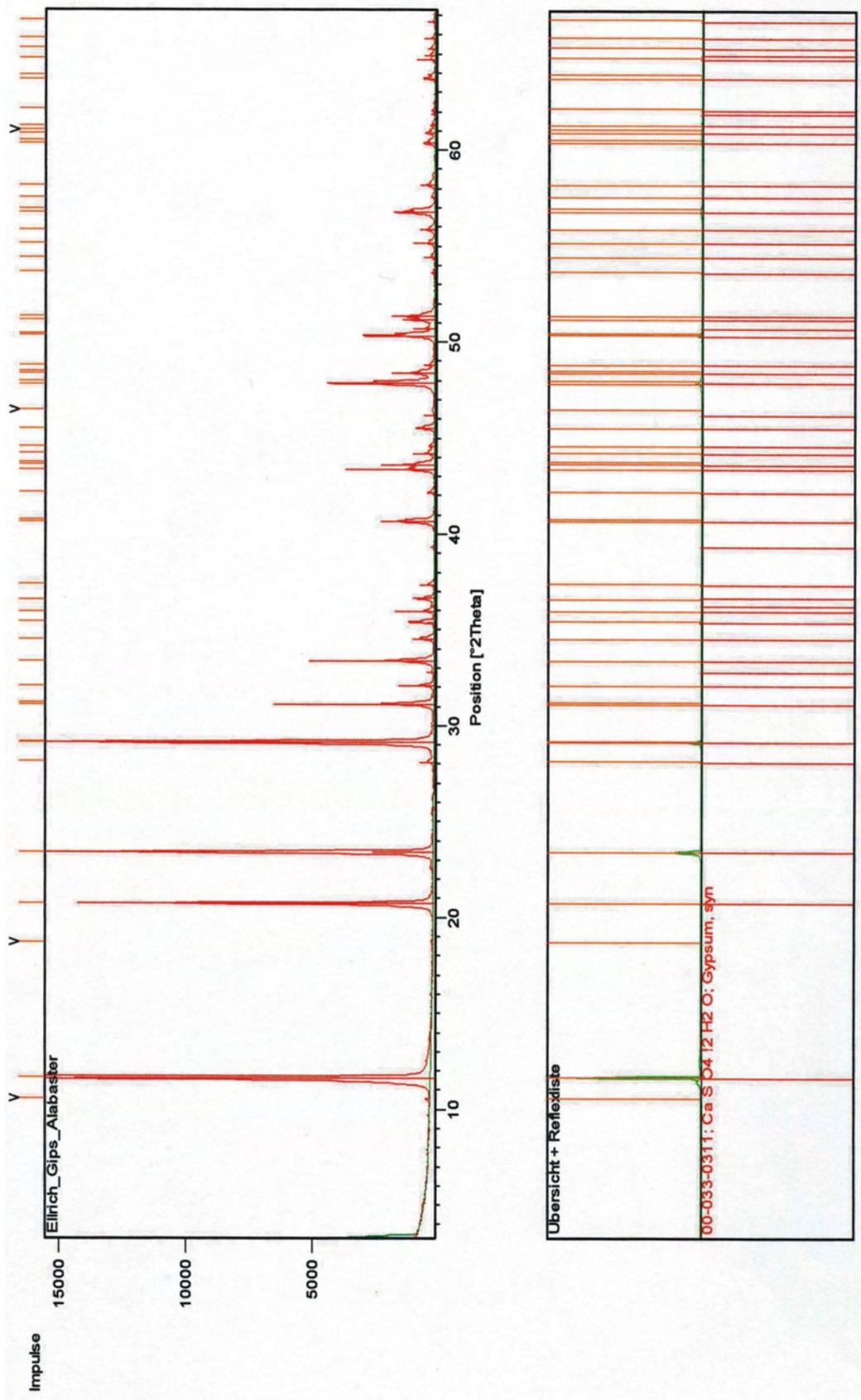


Diagramm 3: Röntgenbeugungsdiagramm von Ala.M.EI

### 2.3. Porenraumbezogene Eigenschaften

#### 2.3.1. Wasseraufnahme

Die ermittelten Wasseraufnahmewerte des untersuchten Alabasters sind sehr gering. Eine wiederholte Durchführung der Untersuchung bestätigte die geringe Wasseraufnahme und den geringen Gewichtsverlust. Aufgrund technischer Schwierigkeiten bei der Messung der geringen Wasseraufnahmen<sup>2</sup>, war die Berechnung des w-Wertes nach DIN, aus der Steigung der Wasseraufnahme im Verhältnis zur Zeit, nicht möglich. Daher werden die w-Werte als minimum und maximum Wert angegeben

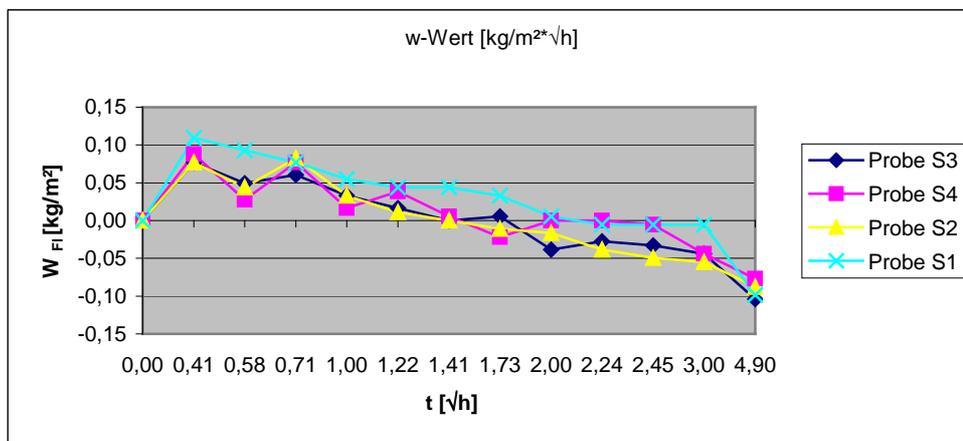


Diagramm 4: Diagramm der Wasseraufnahme des Alabaster Ala.S.Pue.

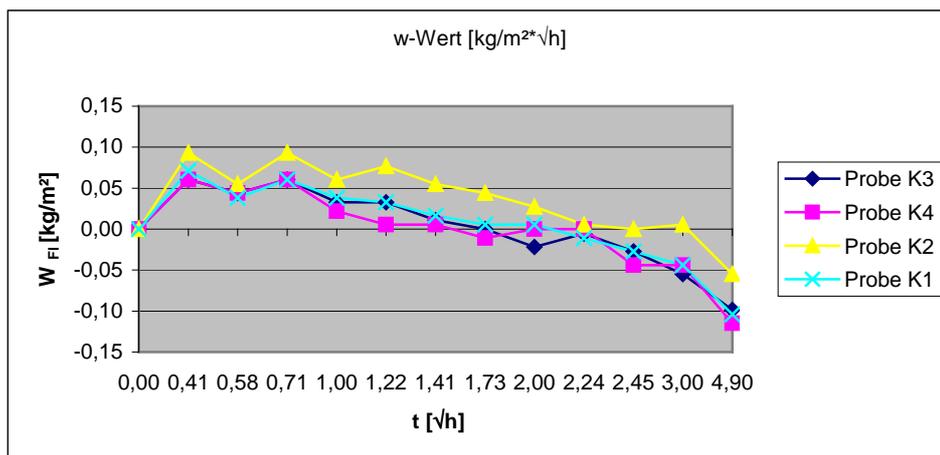


Diagramm 5: der Wasseraufnahme des Alabaster Ala.K.For.

<sup>2</sup> Die mögliche Erklärung für die gering gemessene Wasseraufnahme und die Gewichtsabnahme könnte in der Löslichkeit des Alabasters oder im schnellen Verdunsten des aufgesogenen Wassers, bedingt durch die trockene Werkstattluft, liegen.

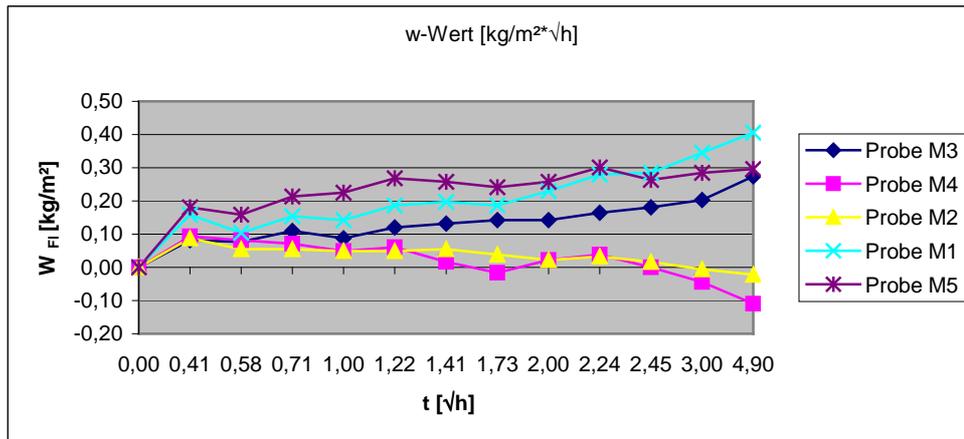


Diagramm 6: Diagramm der Wasseraufnahme des Alabaster Ala.M.EII.

Probe M1		zugenommene Masse					w-Wert
m [kg]	A [m²]	m [kg]	WFI [kg/m²]	t [min]	t [h]	Wurzel t [√h]	[kg/m²*√h <sup>0,5</sup> ]
0,17516	0,00182	0,00000	0,00	0	0	0,00	0
0,17545	0,00182	0,00029	0,16	10	0,17	0,41	0,39
0,17535	0,00182	0,00019	0,10	20	0,33	0,58	0,18
0,17544	0,00182	0,00028	0,15	30	0,50	0,71	0,22
0,17542	0,00182	0,00026	0,14	60	1,00	1,00	0,14
0,17550	0,00182	0,00034	0,19	90	1,50	1,22	0,15
0,17552	0,00182	0,00036	0,20	120	2,00	1,41	0,14
0,17550	0,00182	0,00034	0,19	180	3,00	1,73	0,11
0,17558	0,00182	0,00042	0,23	240	4,00	2,00	0,12
0,17567	0,00182	0,00022	0,28	300	5,00	2,24	0,12
0,17568	0,00182	0,00052	0,28	360	6,00	2,45	0,12
0,17579	0,00182	0,00063	0,35	540	9,00	3,00	0,12
0,17590	0,00182	0,00074	0,41	1440	24,00	4,90	0,08

Tabelle 1: w-Wert Berechnung der Probe Ala.M.EII-1

<b>Probe M2</b>		zugenommene Masse					w-Wert
m [kg]	A [m <sup>2</sup> ]	m [kg]	WFI [kg/m <sup>2</sup> ]	t [min]	t [h]	Wurzel t [ $\sqrt{h}$ ]	[kg/m <sup>2</sup> *h <sup>0,5</sup> ]
0,17353	0,00182	0,00000	0,00	0	0	0,00	0
0,17369	0,00182	0,00016	0,09	10	0,17	0,41	0,21
0,17363	0,00182	0,00010	0,05	20	0,33	0,58	0,09
0,17363	0,00182	0,00010	0,05	30	0,50	0,71	0,08
0,17362	0,00182	0,00009	0,05	60	1,00	1,00	0,05
0,17362	0,00182	0,00009	0,05	90	1,50	1,22	0,04
0,17363	0,00182	0,00010	0,05	120	2,00	1,41	0,04
0,17360	0,00182	0,00007	0,04	180	3,00	1,73	0,02
0,17357	0,00182	0,00004	0,02	240	4,00	2,00	0,01
0,17359	0,00182	0,00006	0,03	300	5,00	2,24	0,01
0,17356	0,00182	0,00003	0,02	360	6,00	2,45	0,01
0,17352	0,00182	-0,00001	-0,01	540	9,00	3,00	0,00
0,17349	0,00182	-0,00004	-0,02	1440	24,00	4,90	0,00

Tabelle 2: w-Wert Berechnung der Probe Ala.M.Ell-2

<b>Probe M3</b>		zugenommene Masse					w-Wert
m [kg]	A [m <sup>2</sup> ]	m [kg]	WFI [kg/m <sup>2</sup> ]	t [min]	t [h]	Wurzel t [ $\sqrt{h}$ ]	[kg/m <sup>2</sup> *h <sup>0,5</sup> ]
0,16817	0,00182	0,00000	0,00	0	0	0,00	0
0,16832	0,00182	0,00015	0,08	10	0,17	0,41	0,20
0,16831	0,00182	0,00014	0,08	20	0,33	0,58	0,13
0,16837	0,00182	0,00020	0,11	30	0,50	0,71	0,16
0,16833	0,00182	0,00016	0,09	60	1,00	1,00	0,09
0,16839	0,00182	0,00022	0,12	90	1,50	1,22	0,10
0,16841	0,00182	0,00024	0,13	120	2,00	1,41	0,09
0,16843	0,00182	0,00026	0,14	180	3,00	1,73	0,08
0,16843	0,00182	0,00026	0,14	240	4,00	2,00	0,07
0,16847	0,00182	0,00030	0,16	300	5,00	2,24	0,07
0,16850	0,00182	0,00033	0,18	360	6,00	2,45	0,07
0,16854	0,00182	0,00037	0,20	540	9,00	3,00	0,07
0,16867	0,00182	0,00050	0,27	1440	24,00	4,90	0,06

Tabelle 3: w-Wert Berechnung der Probe Ala.M.Ell-2

<b>Probe M4</b>		zugenommene Masse					w-Wert
m [kg]	A [m <sup>2</sup> ]	m [kg]	WFI [kg/m <sup>2</sup> ]	t [min]	t [h]	Wurzel t [ $\sqrt{h}$ ]	[kg/m <sup>2</sup> *h <sup>0,5</sup> ]
0,17405	0,00182	0,00000	0,00	0	0	0,00	0
0,17422	0,00182	0,00017	0,09	10	0,17	0,41	0,23
0,17420	0,00182	0,00015	0,08	20	0,33	0,58	0,14
0,17418	0,00182	0,00013	0,07	30	0,50	0,71	0,10
0,17414	0,00182	0,00009	0,05	60	1,00	1,00	0,05
0,17416	0,00182	0,00011	0,06	90	1,50	1,22	0,05
0,17408	0,00182	0,00003	0,02	120	2,00	1,41	0,01
0,17402	0,00182	-0,00003	-0,02	180	3,00	1,73	-0,01
0,17409	0,00182	0,00004	0,02	240	4,00	2,00	0,01
0,17412	0,00182	0,00007	0,04	300	5,00	2,24	0,02
0,17405	0,00182	0,00000	0,00	360	6,00	2,45	0,00
0,17397	0,00182	-0,00008	-0,04	540	9,00	3,00	-0,01
0,17385	0,00182	-0,00020	-0,11	1440	24,00	4,90	-0,02

Tabelle 4: w-Wert Berechnung der Probe Ala.M.Ell-4

<b>Probe M5</b>		zugenommene Masse					w-Wert
m [kg]	A [m <sup>2</sup> ]	m [kg]	WFI [kg/m <sup>2</sup> ]	t [min]	t [h]	Wurzel t [ $\sqrt{h}$ ]	[kg/m <sup>2</sup> *h <sup>0,5</sup> ]
0,16870	0,00182	0,00000	0,00	0	0	0,00	0
0,16903	0,00182	0,00033	0,18	10	0,17	0,41	0,44
0,16899	0,00182	0,00029	0,16	20	0,33	0,58	0,28
0,16909	0,00182	0,00039	0,21	30	0,50	0,71	0,30
0,16911	0,00182	0,00041	0,22	60	1,00	1,00	0,22
0,16919	0,00182	0,00049	0,27	90	1,50	1,22	0,22
0,16917	0,00182	0,00047	0,26	120	2,00	1,41	0,18
0,16914	0,00182	0,00044	0,24	180	3,00	1,73	0,14
0,16917	0,00182	0,00047	0,26	240	4,00	2,00	0,13
0,16925	0,00182	0,00055	0,30	300	5,00	2,24	0,13
0,16918	0,00182	0,00048	0,26	360	6,00	2,45	0,11
0,16922	0,00182	0,00052	0,28	540	9,00	3,00	0,09
0,16924	0,00182	0,00054	0,30	1440	24,00	4,90	0,06

Tabelle 5: w-Wert Berechnung der Probe Ala.M.Ell-5

<b>Probe K1</b>		zugenommene Masse					w-Wert
m [kg]	A [m <sup>2</sup> ]	m [kg]	WFI [kg/m <sup>2</sup> ]	t [min]	t [h]	Wurzel t [Öh]	[kg/m <sup>2</sup> *h <sup>0,5</sup> ]
0,18812	0,00182	0,00000	0,00	0	0	0,00	0
0,18825	0,00182	0,00013	0,07	10	0,17	0,41	0,17
0,18819	0,00182	0,00007	0,04	20	0,33	0,58	0,07
0,18823	0,00182	0,00011	0,06	30	0,50	0,71	0,09
0,18819	0,00182	0,00007	0,04	60	1,00	1,00	0,04
0,18818	0,00182	0,00006	0,03	90	1,50	1,22	0,03
0,18815	0,00182	0,00003	0,02	120	2,00	1,41	0,01
0,18813	0,00182	0,00001	0,01	180	3,00	1,73	0,00
0,18813	0,00182	0,00001	0,01	240	4,00	2,00	0,00
0,18810	0,00182	-0,00015	-0,01	300	5,00	2,24	0,00
0,18807	0,00182	-0,00005	-0,03	360	6,00	2,45	-0,01
0,18804	0,00182	-0,00008	-0,04	540	9,00	3,00	-0,01
0,18793	0,00182	-0,00019	-0,10	1440	24,00	4,90	-0,02

Tabelle 6: w-Wert Berechnung der Probe Ala.K.For-1

<b>Probe K2</b>		zugenommene Masse					w-Wert
m [kg]	A [m <sup>2</sup> ]	m [kg]	WFI [kg/m <sup>2</sup> ]	t [min]	t [h]	Wurzel t [Öh]	[kg/m <sup>2</sup> *h <sup>0,5</sup> ]
0,18468	0,00182	0,00000	0,00	0	0	0,00	0
0,18485	0,00182	0,00017	0,09	10	0,17	0,41	0,23
0,18478	0,00182	0,00010	0,05	20	0,33	0,58	0,09
0,18485	0,00182	0,00017	0,09	30	0,50	0,71	0,13
0,18479	0,00182	0,00011	0,06	60	1,00	1,00	0,06
0,18482	0,00182	0,00014	0,08	90	1,50	1,22	0,06
0,18478	0,00182	0,00010	0,05	120	2,00	1,41	0,04
0,18476	0,00182	0,00008	0,04	180	3,00	1,73	0,03
0,18473	0,00182	0,00005	0,03	240	4,00	2,00	0,01
0,18469	0,00182	0,00001	0,01	300	5,00	2,24	0,00
0,18468	0,00182	0,00000	0,00	360	6,00	2,45	0,00
0,18469	0,00182	0,00001	0,01	540	9,00	3,00	0,00
0,18458	0,00182	-0,00010	-0,05	1440	24,00	4,90	-0,01

Tabelle 7: w-Wert Berechnung der Probe Ala.K.For-2

<b>Probe K3</b>		zugenommene Masse					w-Wert
m [kg]	A [m <sup>2</sup> ]	m [kg]	WFI [kg/m <sup>2</sup> ]	t [min]	t [h]	Wurzel t [Öh]	[kg/m <sup>2</sup> *h <sup>0,5</sup> ]
0,20301	0,00182	0,00000	0,00	0	0	0,00	0
0,20312	0,00182	0,00011	0,06	10	0,17	0,41	0,15
0,20309	0,00182	0,00008	0,04	20	0,33	0,58	0,08
0,20312	0,00182	0,00011	0,06	30	0,50	0,71	0,09
0,20307	0,00182	0,00006	0,03	60	1,00	1,00	0,03
0,20307	0,00182	0,00006	0,03	90	1,50	1,22	0,03
0,20303	0,00182	0,00002	0,01	120	2,00	1,41	0,01
0,20301	0,00182	0,00000	0,00	180	3,00	1,73	0,00
0,20297	0,00182	-0,00004	-0,02	240	4,00	2,00	-0,01
0,20300	0,00182	-0,00001	-0,01	300	5,00	2,24	0,00
0,20296	0,00182	-0,00005	-0,03	360	6,00	2,45	-0,01
0,20291	0,00182	-0,00010	-0,05	540	9,00	3,00	-0,02
0,20283	0,00182	-0,00018	-0,10	1440	24,00	4,90	-0,02

Tabelle 8: w-Wert Berechnung der Probe Ala.K.For-3

<b>Probe K4</b>		zugenommene Masse					w-Wert
m [kg]	A [m <sup>2</sup> ]	m [kg]	WFI [kg/m <sup>2</sup> ]	t [min]	t [h]	Wurzel t [Öh]	[kg/m <sup>2</sup> *h <sup>0,5</sup> ]
0,17780	0,00182	0,00000	0,00	0	0	0,00	0
0,17791	0,00182	0,00011	0,06	10	0,17	0,41	0,15
0,17788	0,00182	0,00008	0,04	20	0,33	0,58	0,08
0,17791	0,00182	0,00011	0,06	30	0,50	0,71	0,09
0,17784	0,00182	0,00004	0,02	60	1,00	1,00	0,02
0,17781	0,00182	0,00001	0,01	90	1,50	1,22	0,00
0,17781	0,00182	0,00001	0,01	120	2,00	1,41	0,00
0,17778	0,00182	-0,00002	-0,01	180	3,00	1,73	-0,01
0,17780	0,00182	0,00000	0,00	240	4,00	2,00	0,00
0,17780	0,00182	0,00000	0,00	300	5,00	2,24	0,00
0,17772	0,00182	-0,00008	-0,04	360	6,00	2,45	-0,02
0,17772	0,00182	-0,00008	-0,04	540	9,00	3,00	-0,01
0,17759	0,00182	-0,00021	-0,12	1440	24,00	4,90	-0,02

Tabelle 9: w-Wert Berechnung der Probe Ala.K.For-4

<b>Probe S1</b>		zugenommene Masse					w-Wert
m [kg]	A [m <sup>2</sup> ]	m [kg]	WFI [kg/m <sup>2</sup> ]	t [min]	t [h]	Wurzel t [Öh] [kg/m <sup>2</sup> *h <sup>0,5</sup> ]	
0,16985	0,001824668	0,00000	0,00	0	0	0,00	0
0,17005	0,001824668	0,00020	0,11	10	0,17	0,41	0,27
0,17002	0,001824668	0,00017	0,09	20	0,33	0,58	0,16
0,16999	0,001824668	0,00014	0,08	30	0,50	0,71	0,11
0,16995	0,001824668	0,00010	0,05	60	1,00	1,00	0,05
0,16993	0,001824668	0,00008	0,04	90	1,50	1,22	0,04
0,16993	0,001824668	0,00008	0,04	120	2,00	1,41	0,03
0,16991	0,001824668	0,00006	0,03	180	3,00	1,73	0,02
0,16986	0,001824668	0,00001	0,01	240	4,00	2,00	0,00
0,16984	0,001824668	-0,00021	-0,01	300	5,00	2,24	0,00
0,16984	0,001824668	-0,00001	-0,01	360	6,00	2,45	0,00
0,16984	0,001824668	-0,00001	-0,01	540	9,00	3,00	0,00
0,16967	0,001824668	-0,00018	-0,10	1440	24,00	4,90	-0,02

Tabelle 10: w-Wert Berechnung der Probe Ala.S.Pue.-1

<b>Probe S2</b>		zugenommene Masse					w-Wert
m [kg]	A [m <sup>2</sup> ]	m [kg]	WFI [kg/m <sup>2</sup> ]	t [min]	t [h]	Wurzel t [Öh] [kg/m <sup>2</sup> *h <sup>0,5</sup> ]	
0,17682	0,001824668	0,00000	0,00	0	0	0,00	0
0,17696	0,001824668	0,00014	0,08	10	0,17	0,41	0,19
0,17690	0,001824668	0,00008	0,04	20	0,33	0,58	0,08
0,17697	0,001824668	0,00015	0,08	30	0,50	0,71	0,12
0,17688	0,001824668	0,00006	0,03	60	1,00	1,00	0,03
0,17684	0,001824668	0,00002	0,01	90	1,50	1,22	0,01
0,17682	0,001824668	0,00000	0,00	120	2,00	1,41	0,00
0,17680	0,001824668	-0,00002	-0,01	180	3,00	1,73	-0,01
0,17679	0,001824668	-0,00003	-0,02	240	4,00	2,00	-0,01
0,17675	0,001824668	-0,00007	-0,04	300	5,00	2,24	-0,02
0,17673	0,001824668	-0,00009	-0,05	360	6,00	2,45	-0,02
0,17672	0,001824668	-0,00010	-0,05	540	9,00	3,00	-0,02
0,17666	0,001824668	-0,00016	-0,09	1440	24,00	4,90	-0,02

Tabelle 11: w-Wert Berechnung der Probe Ala.S.Pue.-2

<b>Probe S3</b>		zugenommene Masse					w-Wert
m [kg]	A [m <sup>2</sup> ]	m [kg]	WFI [kg/m <sup>2</sup> ]	t [min]	t [h]	Wurzel t [Öh][kg/m <sup>2</sup> *h <sup>0,5</sup> ]	
0,17301	0,001824668	0,00000	0,00	0	0	0,00	0
0,17315	0,001824668	0,00014	0,08	10	0,17	0,41	0,19
0,17310	0,001824668	0,00009	0,05	20	0,33	0,58	0,09
0,17312	0,001824668	0,00011	0,06	30	0,50	0,71	0,09
0,17307	0,001824668	0,00006	0,03	60	1,00	1,00	0,03
0,17304	0,001824668	0,00003	0,02	90	1,50	1,22	0,01
0,17301	0,001824668	0,00000	0,00	120	2,00	1,41	0,00
0,17302	0,001824668	0,00001	0,01	180	3,00	1,73	0,00
0,17294	0,001824668	-0,00007	-0,04	240	4,00	2,00	-0,02
0,17296	0,001824668	-0,00005	-0,03	300	5,00	2,24	-0,01
0,17295	0,001824668	-0,00006	-0,03	360	6,00	2,45	-0,01
0,17293	0,001824668	-0,00008	-0,04	540	9,00	3,00	-0,01
0,17282	0,001824668	-0,00019	-0,10	1440	24,00	4,90	-0,02

Tabelle 12: w-Wert Berechnung der Probe Ala.S.Pue.-3

<b>Probe S4</b>		zugenommene Masse					w-Wert
m [kg]	A [m <sup>2</sup> ]	m [kg]	WFI [kg/m <sup>2</sup> ]	t [min]	t [h]	Wurzel t [Öh][kg/m <sup>2</sup> *h <sup>0,5</sup> ]	
0,18481	0,001824668	0,00000	0,00	0	0	0,00	0
0,18497	0,001824668	0,00016	0,09	10	0,17	0,41	0,21
0,18486	0,001824668	0,00005	0,03	20	0,33	0,58	0,05
0,18495	0,001824668	0,00014	0,08	30	0,50	0,71	0,11
0,18484	0,001824668	0,00003	0,02	60	1,00	1,00	0,02
0,18488	0,001824668	0,00007	0,04	90	1,50	1,22	0,03
0,18482	0,001824668	0,00001	0,01	120	2,00	1,41	0,00
0,18477	0,001824668	-0,00004	-0,02	180	3,00	1,73	-0,01
0,18481	0,001824668	0,00000	0,00	240	4,00	2,00	0,00
0,18481	0,001824668	0,00000	0,00	300	5,00	2,24	0,00
0,18480	0,001824668	-0,00001	-0,01	360	6,00	2,45	0,00
0,18473	0,001824668	-0,00008	-0,04	540	9,00	3,00	-0,01
0,18467	0,001824668	-0,00014	-0,08	1440	24,00	4,90	-0,02

Tabelle 13: w-Wert Berechnung der Probe Ala.S.Pue.-4

## 2.3.2. Rohdichte/ scheinbare Rohdichte

Die Rohdichte nach DIN 52102 wird aus dem Volumen des Probekörpers abzüglich aller Porenräume berechnet. Die Bestimmung aller Porenräume des bruchfrischen Alabasters war nicht möglich. Lediglich das Volumen des Probekörpers abzüglich des zugänglichen Porenraums konnten errechnet werden und damit die scheinbare bzw. zugängliche Porosität ermittelt werden.

Berechnungsgrundlage für den bruchfrischen Alabaster	Berechnungsgrundlage aus der Literatur und nach DIN 52102
Rohdichte = $m_{tr} / V$ [g/cm <sup>3</sup> ]	Rohdichte <sub>s</sub> = $m_{tr} / V_R$ [g/cm <sup>3</sup> ]
$P_s = 1 - (\rho_R / \rho_O) * 100\%$	$P_g = 1 - (\rho_R / \rho_{Os}) * 100\%$

$m_{tr}$  - Masse trocken

$V_R$  - Volumen aus hydrostatischer Waage, wasserzugänglicher Poren

$V$  - Volumen ermittelt aus Volumen des Probekörpers abzüglich aller Porenräume

$\rho_O$  - Rohdichte

$\rho_R$  - Reindichte

$\rho_{Os}$  - scheinbare Rohdichte

$P_s$  - scheinbare Porosität

$P_g$  – gesamte Porosität

Die ersten Proben sind schwarz gekennzeichnet, die darauf basierenden Proben sind blau gekennzeichnet. Die zweite Probereihe wurde größtenteils mit Marmorbruch statt mit Alabasterbruch durchgeführt.

[ ] = Volumenteile		[GV]= Gewichtsteile										
Bindemittel	Zuschlag		Verarbeitbarkeit	Trocknungsverhalten	Zustand nach dem Trocknen	Bearbeitbarkeit	Besonderheiten/ Bemerkungen	Ergebnis				
1 Syton W30 (2,5ml) 1:1,5	Alabasterbruch d= 0,00-0,063 [1,25] (2,34g) d= 0,16- 0,32 [1] (1,76g) d=0,32-0,56 [1,5] 9,59 g	d=	- + -	etwas trocken, kaum Haftung auf Null auslaufend	- +	zieht schnell an, dauert aber bis es durchgetrocknet ist	- -	trocknet ohne Rissbildung, Masse zerfällt, keine Bindung	- -	bricht auseinander, Bearbeitung nicht möglich		fällt raus
2 Syton W30 (3 ml) 1:3	Alabasterbruch d= 0,00-0,063 [3,5] (6,55g) d= 0,16-0,32 [1] (1,76g) d=0,32-0,56 [1,5] 9,59 g	d=	o +	feuchter, besser zu Verarbeiten als 1 auf Null auslaufend	- +	zieht schnell an, dauert aber bis es durchgetrocknet ist	- -	trocknet ohne Rissbildung, Masse zerfällt, keine Bindung	- -	bricht auseinander, Bearbeitung nicht möglich		fällt raus
3 Syton W30 (4ml) 1:1,75	Alabasterbruch d= 0,00-0,063 [3T] d= 0,16-0,32 [1] d=0,32-0,56 [2] Hohlgaskugeln [1]		- +	sehr weich, gut Haftend solange es feucht ist auf Null auslaufen	- +	zieht schnell an, dauert aber bis es durchgetrocknet ist	- -	trocknet ohne Rissbildung, Masse zerfällt, wenig Bindung	- -	bricht auseinander, Bearbeitung nicht möglich	zuviel Hohlgaskugeln	fällt raus
4 Primal 3ml 5:4	Alabasterbruch d=1,0- 2,0 [1,2] d= 0,5 - 1,0 [1,2]		- -	sehr grobkörnig, schlecht zu applizieren nicht auf Null auslaufend	+ +	kein Schwinden keine Rissbildung	- -	Masse sehr elastisch hoher Porenraum, viele große Poren kein Bindemittel im Porenraum, hält sehr weich gute Transluzenz	- -	schleifbar aber der offenen Porenraum setzt sich mit dem Staub zu, sehr zum Nachteil der optik Bindung zwischen den Körnern geht bröckelt etwas bei mechan. Bearbeiten	zu viel Bindemittel optisch das beste Ergebnis von allen Primal- proben	fällt raus in Anlehnung an Rezept von Dipl. Rest. Boris Froberg
5 Primal 3ml 5:6	Alabasterbruch d=0,5-1,0 [1,8] d=0,25-0,5 [1,8]		o -	etwas besser aufzutragen nicht auf Null auslaufend	+ +	kein Schwinden keine Rissbildung	- -	Masse sehr elastisch hoher Porenraum, viele große Poren kein Bindemittel im Porenraum, hält sehr weich gute Transluzenz	- -	schleifbar aber der offenen Porenraum setzt sich mit dem Staub zu sehr zum Nachteil der optik Bindung zwischen den Körnern geht bröckelt bei mechan. Bearbeiten	optisch gut, sonst schlecht (schlechter als 4) , vielleicht als Deckschicht für Guss	fällt raus in Anlehnung an Rezept von Dipl. Rest. Froberg
6 Primal 50% [6ml] steigete Sieblinie 1:6	Alabasterbruch 0,5-1 (18,77%) 0,25-0,5 (15,25%) 0,125-0,25 (12,39%) 0,063-0,125 (9,96%) 0-0,063 (43,63)		- -	zieht sehr schnell an, nach kurzer Zeit etwas krümelig lässt sich nicht gut in die Form bringen auf Null auslaufen	+ +	kein Schwinden keine Rissbildung	- -	mit Fingernagel ritzbar transluzenz wenig vorhanden aber schlechter als bei 4 und 5 Masse weniger elastisch als 5 und 4	+ o	gut schnitzbar Aufhellung durch schleifen ( Staub in den Poren, bzw. wegschleifen des aufliegenden Bindemittels)	u.U. zugabe von mehr Bindemittel	fällt raus
7 Primal 50% [7ml] Ausfallkörnung 1:10,3	Alabasterbruch 0,5-1 (29%) 0,25-0,5 (29%) 0-0,063 (42%)		+ +	gute Handhabung lässt sich gut modellieren, sehr gute Standfestigkeit auf Null auslaufend	+ +	kein Schwinden keine Rissbildung	+ o	mit Fingernagel ritzbar Masse weniger elastisch als 6 transluzenz wenig vorhanden, besser als bei 6	+ o	gut schnitzbar Aufhellung durch schleifen ( Staub in den Poren + bzw. wegschleifen des aufliegenden Bindemittels) Oberfläche nach schleifen nicht glatt	u.U. etwas zuviel Bindemittel	bleibt
8 Primal 50% [5ml] Ausfallkörnung 1:7,2	Alabasterbruch 0,5-1 (29%) 0,25-0,5 (29%) 0,125-0,25 (42%)		- -	viel beim anmischen aufeinander etwas krümelig lässt sich besser als 6 modellieren aber schlechter als 7	+ +	kein Schwinden keine Rissbildung	+ -	mit Fingernagel ritzbar Masse elastischer als 6 transluzenz vorhanden besser als bei 7	o +	schnitzbar, bröckelt aber schleifbar, aber nicht ganz glättend das Größtkorn ist als Korn zu erkennen	Elastizität entgegenwirken Applizierbarkeit verbessern	weitere Proben
9 Primal 50% [4,5ml] Ausfallkörnung 1:8	Alabasterbruch 1-2 (58%) 0,125-0,25 (42%)		+ -	gute Handhabung lässt sich schlecht abziehen durch das grobe Korn nicht auf Null auslaufend	+ +	kein Schwinden keine Rissbildung	+ -	mit Fingernagel ritzbar Masse elastischer als 6 transluzenz vorhanden besser als bei 8 einige Fehlstellen, Kornverlust des Größtkorns Größtkorn ist zu sehen	+ +	lässt sich gut schnitzen beim schleifen kein rausfallen von Körnern, gute Bindung optisch nach schleifen sehr gut	weniger Bindemittel verdünnen weniger großes Korn verwenden	bleibt

[I] = Volumenteile		[GV] = Gewichtsteile									
Bindemittel	Zuschlag	Verarbeitbarkeit	Trocknungsverhalten	Zustand nach dem Trocknen	Bearbeitbarkeit	Besonderheiten/ Bemerkungen	Ergebnis				
10 Primal 50% 1:1 H2O [5ml] Ausfallkörnung nicht dicht gepackt, Auffüllkorn 1:7,2	Alabasterbruch 0,5-1 (29%) 0,25-0,5 (29%) 0,125-0,25 (30%) Mikrohohlglaskugeln 0,05 (0,5%)	- sehr krümlig, obwohl man das Gefühl hat es ist genügend Bindemittel da o gute Handhabung - schlecht zu modellieren - nicht auf Null auslaufend	- leichtes Schwinden + keine Rissbildung	+ mit Fingernagel ritzbar -- Masse elastischer als 6 + Transluzenz vorhanden, wie 9 - einige Fehlstellen, Kornverlust des Größtkorns, krümelte etwas	o gut schnitzbar, Körnungen fallen raus - schleifbar aber Oberfläche nicht zu glätten ( Fehlstellen)	Modellierbarkeit verbessern	fällt raus				
11 Primal 50% 1:1 H2O [12ml] 1:3,33	Alabasterbruch 2-1 (40%)	-- schlecht zu mischen wie loser Sand in Wasser - nicht modellierbar - Bindemittel läuft weg - nicht auf Null auslaufend	+ keine Rissbildung - Klebung erfolgt nur bei Kornkontakt, Hohlräume frei	++ mit Fingernagel ritzbar transluzent + gr. offener Porenraum - sehr elastisch	- nicht ganz so gut schnitzbar wie die anderen - schleifbar aber nahezu unmöglich eine glatte Oberfläche zu erhalten, zu großer Porenraum		bleibt drin Rezept nach Dipl. Rest. Boris Frobberg				
12 Primal (au 1:1 H2O s 7ml 8) Ausfallkörnung 1:5,14	Marmorbruch 0,5-1 (40%) 0,25-05 (20%) 0,125-0,25 (28%) 0,125-0,06 (12%)	- sehr schaumig beim Mischen - schaumig beim Auftrag, darunter leidet die Applizierbarkeit o nach etwas wartezeit bessere Modellierung möglich - nicht auf Null auslaufend	+ keine Rissbildung - nach 36 h nicht durchgehärtet, sandend	+ mit Fingernagel ritzbar o etwas gelblicher als mit Alabasterbruch o transluzent aber nicht ganz so wie 8 - sehr elastisch - Porenraum optisch größer als bei 8	o schnitzbar, brockelt aber etwas o schleifbar, nicht zu glätten- offener Porenraum - das Größtkorn ist als Korn zu erkennen		fällt raus				
13 Primal (au 1:1 H2O s 7,5 ml 8) Ausfallkörnung 1:4,8	Marmorbruch 0,5-1 (29%) 0,25-05 (29%) 0,125-0,25 (41,5%) Arbocel (0,5%)	o keine Blasenbildung beim Mischen + Applizierbarkeit besser als 12 + gut zu modellieren + auf Null auslaufend	+ keine Rissbildung - nach 36 h nicht durchgehärtet, sandend	+ mit Fingernagel ritzbar o etwas gelblicher als mit Alabasterbruch - nicht so transluzent wie 12 - sehr elastisch + optisch weniger Porenraum als 12	+ schnitzbar, besser als 12 + schleifbar, besser zu glätten als 12 - das Größtkorn ist als Korn zu erkennen	Arbocel verbessert die Applizierbarkeit	fällt raus				
14 Primal (au 1:1 H2O s 5 ml 11 Ausfallkörnung 1:7,2	Marmorbruch 1-2 (58%) 0,125-0,25 (42%)	o keine Blasenbildung beim Mischen + gut zu Applizieren + gut zu modellieren - nicht auf Null auslaufend	+ keine Rissbildung - nach 36 h nicht durchgehärtet, sandend	+ mit Fingernagel ritzbar o etwas gelblicher als mit Alabasterbruch o Transluzenz weniger als 12, kann aber an dem grauen Größtkorn liegen - sehr elastisch + kein sichtbarer Porenraum	o schnitzbar aber teilweise Kornverlust des Größtkorns + schleifbar, gut zu glätten, kein sichtbarer Porenraum - das Größtkorn ist als Korn zu erkennen		fällt raus				
15 Primal (au 1:1 H2O s 7ml 11 Ausfallkörnung 1:5,14	Marmorbruch 0,5-1 (58%) 0,125-0,063 (42%)	- schaumig beim Einrühren, nicht so stark wie 12 +/- gut zu Applizieren; aber sehr weich + gut zu modellieren - nicht auf Null auslaufend	+ keine Rissbildung - nach 36 h nicht durchgehärtet, sandend	+ mit Fingernagel ritzbar o etwas gelblicher als mit Alabasterbruch - Transluzenz schlechter als 14 - sehr elastisch	+ schnitzbar + schleifbar, aber kleiner Porenraum zu erkennen, nicht ganz zu glätten - das Größtkorn ist als Korn zu erkennen		fällt raus				
16 Primal (au 1:1 H2O s 5ml 10 Ausfallkörnung nicht dicht gepackt, Auffüllkorn etwas Größer 1:7,2	Marmorbruch 0,5-1 (29%) 0,25-05 (29%) 0,125-0,25 (32%) 0,125-0,063 (10%)	- schaumig beim Einrühren, nicht so stark wie 15 + gut zu Applizieren + gut zu modellieren, besser als 15 - nicht auf Null auslaufend	+ keine Rissbildung - nach 36 h nicht durchgehärtet, sandend	+ mit Fingernagel ritzbar o etwas gelblicher als mit Alabasterbruch - Transluzenz etwas geringer als 15 -- sehr elastisch - Probe nicht durchgehärtet, mittig krümelig	+ schnitzbar o schleifbar, mittlerer Porenräume bleiben offen, nicht zu glätten - das Größtkorn ist als Korn zu erkennen		fällt raus				
17 Primal (au 1:1 H2O s 6,5 ml 10 Ausfallkörnung nicht dicht gepackt, Auffüllkorn etwas Größer 1:5,54	Marmorbruch 0,5-1 (29%) 0,25-05 (29%) 0,125-0,25 (42%) Arbocel (0,5%)	- nur wenig schaumig beim Mischen + gut zu Applizieren + gut zu modellieren, wie 16 + auf Null auslaufend	+ keine Rissbildung - nach 36 h nicht durchgehärtet, sandend	+ mit Fingernagel ritzbar o etwas gelblicher als mit Alabasterbruch + Transluzenz vergl. mit 15 -- sehr elastisch - Probe nicht durchgehärtet, mittig krümelig	+ schnitzbar +/- schleifbar, kleinere Porenräume bleiben offen, zu glätten - das Größtkorn ist als Korn zu erkennen besser als 16	durch Arbocel vielleicht längere Abbindezeiten -> aussen Abgebunden fest, innen kann die Feuchtigkeit nicht so gut weck	fällt raus				

[ ] = Volumenteile		[GV]= Gewichtsteile									
Bindemittel	Zuschlag	Verarbeitbarkeit	Trocknungsverhalten	Zustand nach dem Trocknen	Bearbeitbarkeit	Besonderheiten/ Bemerkungen	Ergebnis				
18	Hxtal-Nyl 1 (4,25g) 1 [GT] 1:6 [GT]	PMMA [4 GT] Paraffin [2 GT]	- fühlt sich sehr trocken an - etwas krümelig + gut Modellierbar + gut zu Applizieren	+ trocknet ohne Rissbildung + keine Schrumpfung	o fest, hart ++ transluzent o (funkelt) reflektiert punktuell	+ mit Fingernagel ritzbar + schnitzbar + schleifbar, reflektion geht verloren + polierbar	optisch sehr gut	fällt raus verändertes Rezept nach Ewa Jachnicka			
19	Hxtal-Nyl 1 [1] 1:6	PMMA [4] Paraffin [2]	- fühlt sich sehr feucht an + gut zu modellieren + gut in die Form zu Applizieren	+ relativ schnell (2h) trocken und läuft nicht aus + trocknet ohne Rissbildung - Schrumpft leicht	o fest, hart o etwas gelblicher als 18 o Oberfläche glänzt ++ transluzent	+ mit Fingernagel ritzbar + schnitzbar + polierbar		bleibt drin Rezept nach Ewa Jachnicka			
20	Araldit AY103 [1] 1:3	PMMA [2] Paraffin [1]	- sehr klebrig o Blasenbildung im Harz - sehr klebrig, schlecht zu Applizieren - läuft aus der Form	o Schrumpfung war nicht zu beobachten (Masse lief aus der Form) + trocknet ohne Rissbildung	++ transluzent o etwas gelblicher als 18 - fest, hart o Oberfläche glänzt stark	+ mit Fingernagel etwas tritzbar + schnitzbar ++ schleifbar, glanz weg und damit bessere optik	weniger Bindemittel Blasenbildung im Harz	Rezept nach P. Niemcewicz / Ksiega Pamiatkowa			
21	Araldit AY103 [1] 1:3	Hohlglaskugeln [2] Paraffin [1]	-- sehr klebrig o Blasenbildung im Harz - sehr klebrig, schlecht zu Applizieren - läuft aus der Form - nicht auf Null auslaufend	o Schrumpfung war nicht zu beobachten da die Masse aus der Form ( zu Dünn) + trocknet ohne Rissbildung	o leuchtend weiß + Oberfläche glänzt stark - Blasen in der Masse + transluzent etwas schwächer als 18	+ schnitzbar + schleifbar, danach optisch schlechtera als 20 + mit Fingernagel drückbar	weniger Bindemittel Blasenbildung im Harz weniger Hohlglaskugeln vielleicht weniger Hohlglakugeln	fällt raus zu weiß Rezept nach P.Niemcewicz			
22	Araldit AY103 [0,66] 1:3	Alabasterbruch 0,125-0,25mm [1,5] Parafin [0,5]	- nicht so klebrig wie 20,21 o Blasenbildung im Harz + gut zu Applizieren - nicht auf Null auslaufend	- Schrumpft leicht + trocknet ohne Rissbildung	o etwas gelblicher als 18 ++ transluzent, besser als 18 + Oberfläche leicht mattiert	+ mit Fingernagel etwas tritzbar + schnitzbar o schleifbar, kleiner Porenraum wird freigelegt	Blasenbildung im Harz paar Hohlglaskugeln gegen den gelbstich etwas weniger Bindemittel noch mal mit einer Zwickelkörnung	fällt raus Rezept nach P.Niemcewicz			
23	Araldit AY103 [1] 1:3	Alabasterbruch 0,125- 0,25mm [1,5] Parafin [0,5] PMMA [1VT]	+ etwas klebriger als 22 o Blasenbildung im Harz + bischen schlechter zu Applizieren als 22 - etwas schlechter zu formen + auf Null auslaufend	+ keine Schrumpfung zu sehen + trocknet ohne Rissbildung	++ transluzent besser als 22 o Oberfläche glänzt stark	- mit Fingernagel schlecht ritzbar + schnitzbar + schleifbar, glanz weg und damit bessere optik	Blasenbildung im Harz weniger Bindemittel	fällt raus			
24	Araldit AY103 [1,08] 1:3	kolloidal-Siliziumdioxid (Arbocel) [0,25] Spatelspitze Parafin [1] PMMA [2]	- sehr klebrig, schlecht zu Applizieren - läuft aus der Form + auf Null auslaufend	o Schrumpfung war nicht zu beobachten da die Masse aus der Form ( zu Dünn) + trocknet ohne Rissbildung	o glänzt stark - gelblicher als 18 und 20 ++ transluzent	- mit Fingernagel nicht ritzbar o schnitzbar, aber größerer kraftaufwand ++ schleifbar, glanz weg und damit bessere optik	weniger Bindemittel Blasenbildung im Harz	fällt raus Rezept von Alina Tomaszewska- Szeczyk			
25	Araldit AY103 5:4 na [0,69] ch 1:4 22	Alabaster d=0,9-0,56 [2] d=0,56-0,32 [2] Marmorbruch 0,125-0,25mm [1,5] kolloidal-Siliziumdioxid (Arbocel) [0,75] Parafin [0,5]	- wie nasser Sand o Blasenbildung im Harz + Handhabung besser als bei gleicher Mischung in Primal - nicht auf Null auslaufend	+ keine Schrumpfung zu sehen + trocknet ohne Rissbildung	o Oberfläche glänzt teilweise - großer Porenraum ++ transluzent, besser als 18 - unebene Oberfläche wegen Korngröße	+ mit Fingernagel ritzbar - schlecht schnitzbar - schlecht schleifbar, aufgrund der unebenen Oberfläche	Blasenbildung im Harz weitere Probe mit kleinerem Zwickelkorn	fällt raus			
26	Araldit AY103 na [0,69] ch 1:4 22	Marmorbruch 0,125-0,25mm [1,5] 0,036-0mm [0,75] Parafin [0,5]	- viel zu feucht + trotz Feuchtigkeit gut zu Applizieren + auf Null auslaufend - nicht modellierb. Zu geringe Stadfestigk.	o Schrumpfung kann nicht beurteilt werden + trocknet ohne Rissbildung	o gelblich + transparent, wie 27 - Oberfläche glänzt zu stark	- nicht so gut schnitzbar - mit Fingernagel nicht ritzbar	zu viel Bindemittel	bleibt drin			
27	Araldit AY103 na [0,69] ch 1:4 22	Marmorbruch 0,125-0,25mm [1,5] kolloidal-Siliziumdioxid (Arbocel) [0,75] Parafin [0,5]	o nicht zu feucht	o Schrumpfung kann nicht beurteilt werden + trocknet ohne Rissbildung	o weißlich ++ transparent, wie 26 o Oberfläche glänzt zu stark	- schlecht zu schnitzen + gut zu schleifen, glatte Oberfläche - mit Fingernagel nicht ritzbar	kolloidal-Siliziumdioxid (Arbocel) macht die Masse weicher könnte etwas weniger Bindemittel	fällt raus interessant bei weiferen Massen			
28	Araldit AY103 na [0,75] ch 1:4 23	Marmorbruch 0,125-0,25mm [1,5] Parafin [0,5] PMMA [1]	o nicht zu feucht + gut zu Applizieren besser als 26 + auf Null auslaufend	o Schrumpfung kann nicht beurteilt werden + trocknet ohne Rissbildung	o gelblich + weniger transparent als 29	- nicht so gut schnitzbar - mit Fingernagel nicht ritzbar	gelblicher Stich nicht abhängig von PMMA, da 23 nicht gelblich aber sonst gleiches Rezept	fällt raus			
29	Araldit AY103 na [0,75] ch 1:4 7 Pri ma l	Marmorbruch 0,5-1 (29%) [0,9] 0,25-0,5 (29%) [0,9] Ausfallkörnung 0-0,063 (42%) [1,2]	- zu feucht aber besser als 26 + gut zu Applizieren besser als 26, schlechter als 27 + auf Null auslaufend	o Schrumpfung kann nicht beurteilt werden + trocknet ohne Rissbildung	o bräunlich + nicht so transparent wie 26 o Oberfläche glänzt zu stark	- nicht so gut schnitzbar + gut zu schleifen, glatte Oberfläche - mit Fingernagel nicht ritzbar	zu viel Bindemittel	fällt raus, da 30 besser			

[1] = Volumenteile		[GV]= Gewichtsteile									
Bindemittel	Zuschlag	Verarbeitbarkeit	Trocknungsverhalten	Zustand nach dem Trocknen	Bearbeitbarkeit	Besonderheiten/ Bemerkungen	Ergebnis				
30 Araldit AY103	Alabasterbruch	- etwas trocken	o Schrumpfung kann nicht beurteilt werden	o gelblich	+	gut schnitzbar					
na 1:4	0,5-1 (29%) [5,4]	6,40872g	- nicht ganz so gut zu modellieren	++ transparenter als 29	+	gut zu schleifen, glatte Oberfläche					
ch Ausfallkörnung	0,25-0,5 (29%) [5,4]	5,84496g	+	o trocknet ohne Rissbildung	-	mit Fingernagel nicht ritzbar					
29, na ch 7	0,125-0,063 (42%) [7,2]	8,46936g	o lässt sich trotzdem in die Form bringen								
31 Araldit AY103											
na [1]	Masse mit Kalloplast R	o etwas gelblicher als 20									
ch 1:3	PMMA [2] 13,1g	sonst gleiche Eigenschaften									
c 20	Paraffin [1] 6,55g										
40 Paraloid B 72	Alabasterbruch										
[5] 19g	0,125-0,063 [2,5]										
	Dibutylphthalat (Weichmacher)										
	Zusätze von Paraffinmehl (1%)										
41 Paraloid B 72	Alabasterbruch	- starkes erhitzen um die schmelze zu erreichen	- erkaltet schnell, dann hart	++ transluzent		beim anmischen lange mischen nach Zugabe vom Zuschlag					
[5] 19g	0,125-0,063 [1- Aerosil]			+/- etwas gelblich, aber nicht so satrke Transluzenz	-	mit Fingernagel nicht ritzbar					
	Aerosil R 202 [1/2-1/4vom Alabaster]	- muss geübt werden, klebt stark am Untergrund									
	Dibutylphthalat [8Gew%]	- schlechter aufzubringen, zäher -> mehr Weichmacher?									
		- bei 170°C zu anzurühren vorher zu fest um den Füllstoff einzubringen									
44 Paraloid	Marmorbruch										
15g [5]	0,125-0,063 [3/4 von 1]										
	Cabosil [1/4 von 1]	- schlecht in die Form zu Appl.									
	Dibutylphthalat	- zum gießen nicht flüssig genug und wird zu schnell zäh									
		- Form verbiegt sich									
45 Paraloid	Marmorbruch	+ gut zu gießen		- sehr gelblich							
15g [5]	0,125-0,063 [ 1]			+ transparent							
	Dibutylphthalat ( 16%)										
46 Paraloid	Marmorbruch	- zu zäh, nicht gießfähig									
15g [5]	0,125-0,063 [3/4 von 1]										
	Aerosil (1/4)										
	Dibutylphthalat ( 12%)										
47 Paraloid	Alabasterbruch	+ gut anzumischen		+ keinSchwinden	+/-	Verarbeitung mit Heißspachtel nach erkalten möglich	erst Paraloid mit Weichmacher, erhitzen dann erst langsam	Rezept nach E.			
15g [5]	0,125-0,063 [3/4 von 1]	+ auf warmer Platte gut zu Applizieren.	erkaltet etwas langsamer als die vorherigen Proben	+ keine Rissbildung	-	schnitzbar	Zugabe der anderen Bestandteile: funktioniert gut	Grabarczyk			
	Caboseal (TS-720) (1/4)	- etwas klebrig am Metallspatel		- sehr zäh und elastisch	-	schlecht schleifbar, verklebt sofort das schleifpapier					
	Dibutylphthalat 8% des Gewichtes von Paraloid										
48 Paraloid	Alabasterbruch	- etwas schwieriger den Zuschlag unter zumischen									
[1]	kleiner 0,16mm	- nicht mehr als 15g Alabasterbruch in die Masse einzubringen									
	Paraffinmehl1,5g	+ ist weicher als 47, nicht so zäh und klebrig									
	Dibutylphthalat – im Verhältnis zum Bindemittel 0,3g	- dadurch besser zu Applizieren									
		- etwas verdampft beim Einrühren des Zuschlages									
49 Paraloid	Alabasterbruch										
[1]	kleiner 0,16 mm [2,5]	- nicht alles an Zuschlag (7,53 g) kann untergemischt werden									
	5 % Dibutylphthalat – im Verhältnis zum 5 % Zinkoxid im Verhältnis zum Zuschlag	- Masse in Hand knetbar und nur noch per Hand mischbar/ einkneten des Zuschlages möglich									
		- Masse gesättigt wie zu trockener zu mehlig Brotteig, Masse verbindet sich nicht mehr die Schichten liegen übereinander									
50 Paraloid	Dibutylphthalat 8% des Gewichtes von Paraloid Zinkweiß 0,09	+ Mischen mit Pigment leicht	braucht etwas länger zum Erkalten	+ keinSchwinden	-	schnitzbar					
[5]		+ weiche Masse gut zu Applizieren		+ keine Rissbildung	-	schlecht schleifbar, verklebt sofort das schleifpapier					
				- sehr zäh und elastisch							

### 3.1.2. Mörtel-Vorproben

Die Masse 9 ist ein Konsens zwischen den Massen 7 und 11 und zeigt optisch ein unbefriedigendes, fleckiges Ergebnis.



Abb. 1. : Foto der Masse 9 (Primal): zeigt das Gefüge jeweils im Vergleich zu den drei bruchfrischen Alabastersorten (li.o.: Ala.S.Pue, re.o.:Ala.M.Ell., li.u.: Ergänzungsmasse, re.u.: Ala.K.For.)

## Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)

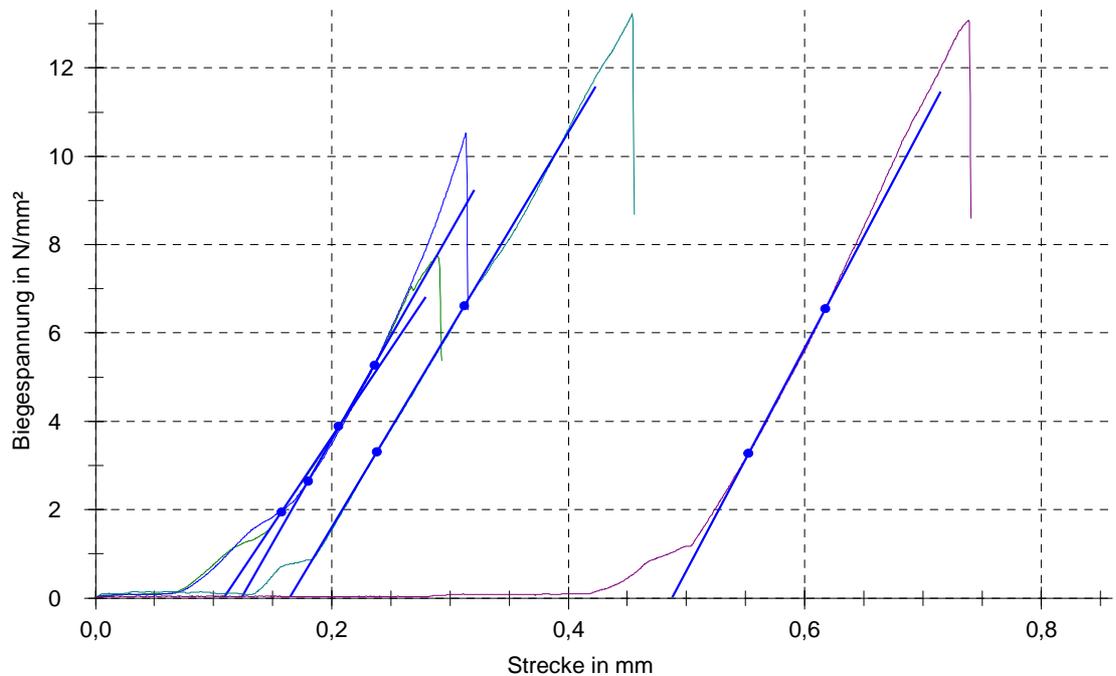
### Parametertabelle:

Überschrift	: Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)		
Prüfer	: Silvia Gering		
Prüfnorm	: EN 52300-5		
Material	: italienischer- Alabaster		
Art und Bezeichnung	: K5;K9;K11;K13;K14		
Belastungseinrichtung	: gegen Lager		
Lastringradius r1	: 3 mm	Poisson-Zahl $\mu$	: 0,25
Stützringradius r2	: 9 mm		

### Ergebnisse:

Nr	r3 Mm	h mm	F <sub>max</sub> N	L <sub>Fmax</sub> mm	t <sub>Fmax</sub> s	$\sigma_{bB}$ N/mm <sup>2</sup>	E kN/mm <sup>2</sup>
‡K5	24,1	5,50	141,05	0,28	33,60	3,16	0,79
K9	24,1	4,20	354,75	0,29	18,50	13,63	2,43
K11	24,1	4,70	481,91	0,31	19,94	14,79	2,04
K13	24,1	5,00	604,94	0,45	28,36	16,40	1,62
K14	24,1	5,20	598,15	0,74	45,42	15,00	1,62

### Seriengrafik:



**Statistik:**

---

Serie	r3	h	F <sub>max</sub>	L <sub>Fmax</sub>	t <sub>Fmax</sub>	σ <sub>bB</sub>	E
n = 4	mm	mm	N	mm	s	N/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>
x	24,1	4,78	509,94	0,45	28,06	14,95	1,92
s	0,0	0,43	117,86	0,21	12,37	1,14	0,39
v	0,12	9,11	23,11	46,01	44,08	7,59	20,18

## Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)

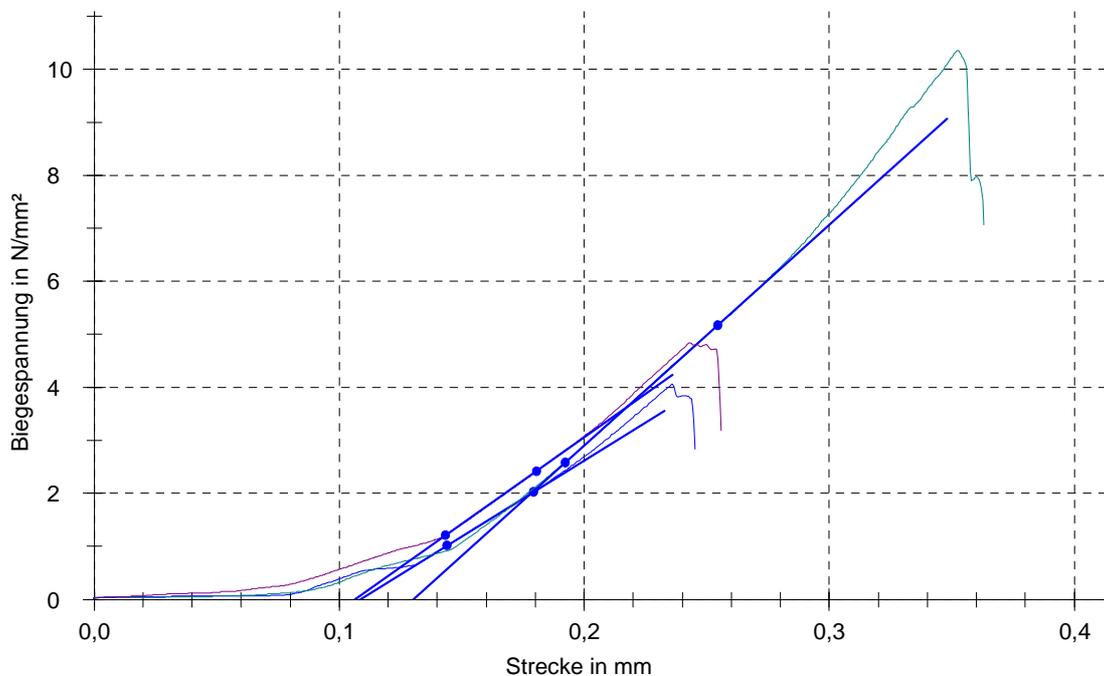
### Parametertabelle:

Überschrift	: Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)		
Prüfer	: Silvia Gering		
Material	: deutscher Alabaster		
Art und Bezeichnung	: M6;M7;M8;M9;M13		
Lastringradius r1	: 3 mm	Poisson-Zahl $\mu$	: 0,25
Stützringradius r2	: 9 mm		

### Ergebnisse:

Nr	r3 mm	h mm	F <sub>max</sub> N	L <sub>Fmax</sub> mm	t <sub>Fmax</sub> s	$\sigma_{bB}$ N/mm <sup>2</sup>	E kN/mm <sup>2</sup>
†1	24,1	6,00	80,40	0,81	8,90	1,51	0,40
†2	24,3	5,50	16,62	0,71	43,94	0,37	0,12
3	24,1	4,40	221,39	0,24	15,28	7,75	1,81
4	24,1	6,75	564,08	0,35	22,28	8,39	0,73
5	24,3	4,75	263,51	0,24	15,72	7,91	1,64

### Seriengrafik:



**Statistik:**

---

Serie	r3	h	F <sub>max</sub>	L <sub>Fmax</sub>	t <sub>Fmax</sub>	σ <sub>bB</sub>	E
n = 3	mm	mm	N	mm	s	N/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>
X	24,2	5,30	349,66	0,28	17,76	8,02	1,39
S	0,1	1,27	186,88	0,07	3,92	0,33	0,58
v	0,36	23,92	53,45	23,60	22,08	4,15	41,85

## Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)

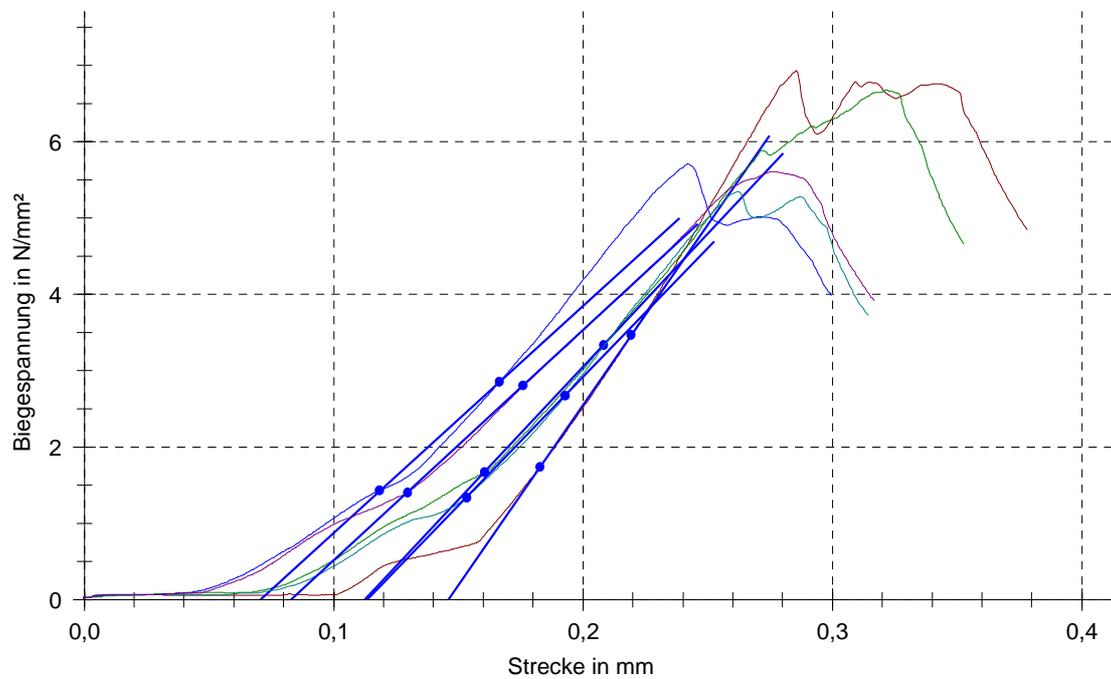
### Parametertabelle:

Überschrift	: Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)		
Prüfer	: Silvia Gering		
Material	: spanischer- Alabaster		
Art und Bezeichnung	: S6;S7;S9;S10;S14		
Lastringradius r1	: 3 mm	Poisson-Zahl $\mu$	: 0,25
Stützringradius r2	: 9 mm		

### Ergebnisse:

Nr	r3 mm	h mm	F <sub>max</sub> N	L <sub>Fmax</sub> mm	t <sub>Fmax</sub> s	$\sigma_{bB}$ N/mm <sup>2</sup>	E kN/mm <sup>2</sup>
S6	24,1	6,10	390,07	0,29	18,26	7,11	1,15
S7	24,1	5,35	375,56	0,32	20,50	8,89	1,27
S9	24,1	5,15	321,13	0,24	15,66	8,21	1,21
S10	24,1	5,05	300,86	0,26	16,92	8,00	1,45
S14	24,1	5,00	315,65	0,28	17,76	8,56	1,34

### Seriengrafik:



## Statistik:

Serie	r3	h	F <sub>max</sub>	L <sub>Fmax</sub>	t <sub>Fmax</sub>	σ <sub>bB</sub>	E
n = 5	mm	mm	N	mm	s	N/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>
x	24,1	5,33	340,65	0,28	17,82	8,15	1,28
s	0,0	0,45	39,53	0,03	1,79	0,68	0,12
v	0,09	8,46	11,60	10,72	10,06	8,32	9,14

## Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)

### Parametertabelle:

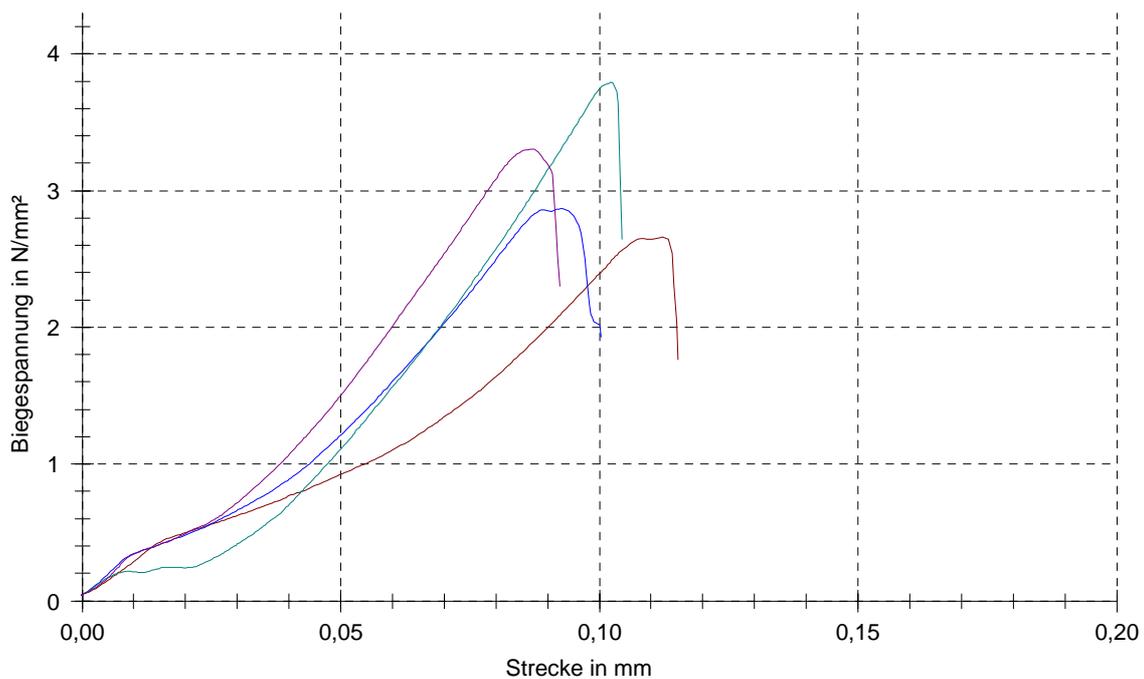
Überschrift : Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)  
 Prüfer : Silvia Gering  
 Material : Gips marblecement  
 Art und Bezeichnung : Ergänzungsmasse a  
 Belastungsgeschwindigkeit : 1 mm/min  
 Lastringradius r1 : 6,66 mm  
 Stützringradius r2 : 20 mm

Poisson-Zahl  $\mu$  : 0,25

### Ergebnisse:

Nr	r3 mm	h mm	F <sub>max</sub> N	L <sub>Fmax</sub> mm	t <sub>Fmax</sub> s	$\sigma_{bB}$ N/mm <sup>2</sup>	E kN/mm <sup>2</sup>
1	25,00	5,00	97,51	0,11	7,88	2,96	2,61
2	25,00	5,00	171,63	0,08	5,76	5,20	9,19
3	25,00	5,00	105,17	0,09	6,74	3,19	4,42
4	25,00	5,00	139,12	0,10	7,30	4,22	6,48
5	25,00	5,00	121,13	0,09	6,40	3,67	6,01

### Seriengrafik:



## Statistik:

Serie	r3	h	F <sub>max</sub>	L <sub>Fmax</sub>	t <sub>Fmax</sub>	σ <sub>bB</sub>	E
n = 4	mm	mm	N	mm	s	N/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>
x	25,00	5,00	115,73	0,10	7,08	3,51	4,88
s	0,00	0,00	18,44	0,01	0,65	0,56	1,75
v	0,00	0,00	15,93	11,38	9,18	15,93	35,87

## Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)

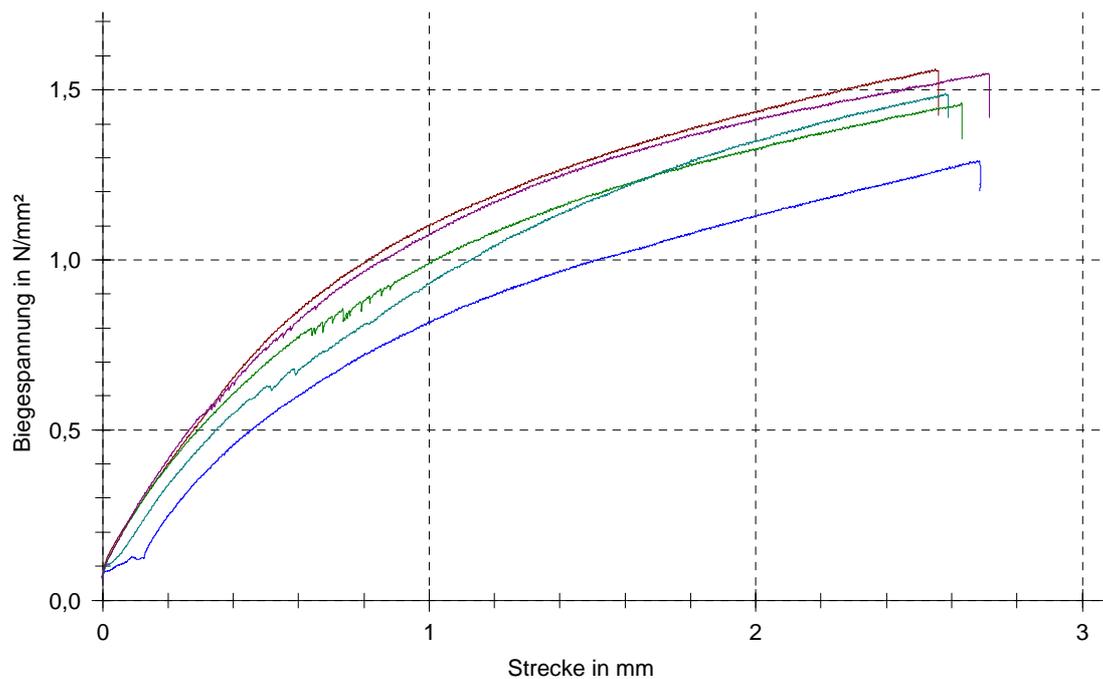
### Parametertabelle:

Überschrift	: Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)
Prüfer	: Silvia Gering
Prüfnorm	: EN 52300-5
Material	: Primal SF016 + Alabasterbruch
Art und Bezeichnung	: Ergänzungsmasse b7
Belastungsgeschwindigkeit	: 1 mm/min
Lastringradius r1	: 6,66 mm
Stützringradius r2	: 20 mm
Poisson-Zahl $\mu$	: 0,25

### Ergebnisse:

Nr	R3 mm	H mm	F <sub>max</sub> N	L <sub>Fmax</sub> mm	t <sub>Fmax</sub> s	$\sigma_{bB}$ N/mm <sup>2</sup>	E kN/mm <sup>2</sup>
1	25,00	5,00	57,22	2,55	154,18	1,74	0,17
2	25,00	5,00	53,58	2,63	158,92	1,63	0,14
3	25,00	5,00	47,38	2,69	162,30	1,44	0,11
4	25,00	5,00	54,62	2,58	155,90	1,66	0,11
5	25,00	5,00	56,76	2,70	162,88	1,72	0,15

### Seriengrafik:



## Statistik:

Serie	r3	H	F <sub>max</sub>	L <sub>Fmax</sub>	t <sub>Fmax</sub>	σ <sub>bB</sub>	E
n = 5	mm	mm	N	mm	s	N/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>
x	25,00	5,00	53,91	2,63	158,84	1,63	0,14
s	0,00	0,00	3,95	0,06	3,83	0,12	0,03
v	0,00	0,00	7,32	2,43	2,41	7,32	18,91

## Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)

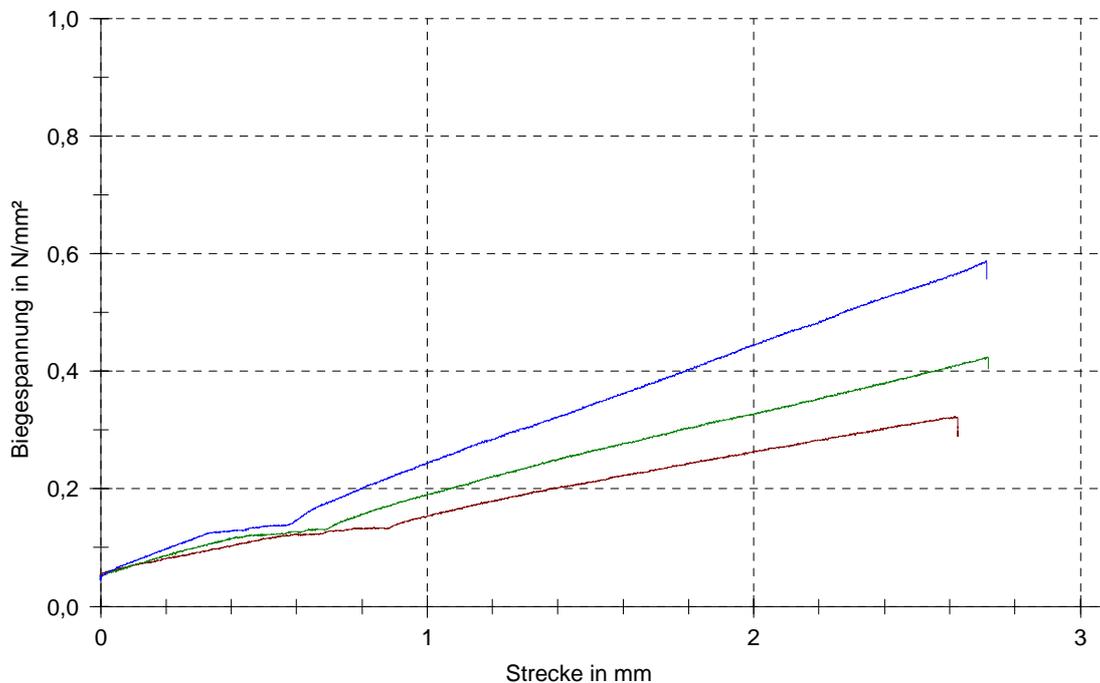
### Parametertabelle:

Überschrift	: Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)
Prüfer	: Silvia Gering
Prüfnorm	: EN 52300-5
Material	: Primal SF016 + Alabasterbruch
Art und Bezeichnung	: Ergänzungsmasse b11
Belastungsgeschwindigkeit	: 1 mm/min
Lastringradius r1	: 6,66 mm
Stützringradius r2	: 20 mm
Poisson-Zahl $\mu$	: 0,25

### Ergebnisse:

Nr	r3 mm	h mm	F <sub>max</sub> N	L <sub>Fmax</sub> mm	t <sub>Fmax</sub> s	$\sigma_{bB}$ N/mm <sup>2</sup>	E kN/mm <sup>2</sup>
6	25,00	6,00	17,01	2,62	158,04	0,36	0,01
7	25,00	6,70	22,37	2,71	163,98	0,38	0,01
8	25,00	6,80	30,99	2,71	163,84	0,51	0,02

### Seriengrafik:



### Statistik:

Serie	r3	h	F <sub>max</sub>	L <sub>Fmax</sub>	t <sub>Fmax</sub>	$\sigma_{bB}$	E
-------	----	---	------------------	-------------------	-------------------	---------------	---

n = 3	mm	mm	N	mm	s	N/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>
x	25,00	6,50	23,46	2,68	161,95	0,41	0,01
s	0,00	0,44	7,05	0,06	3,39	0,08	0,00
v	0,00	6,71	30,06	2,10	2,09	19,63	32,31

## Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)

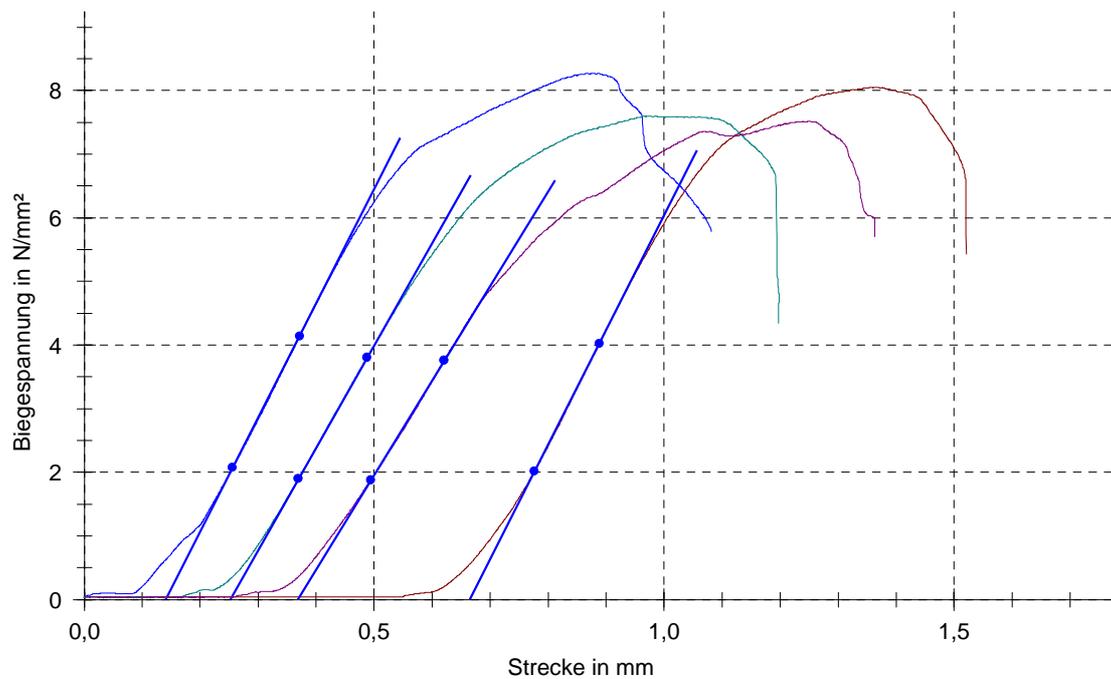
### Parametertabelle:

Überschrift	: Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)		
Prüfer	: Silvia Gering		
Prüfnorm	: EN 52300-5		
Material	: Araldit AY103/HY956 +PMMA+ Parafin		
Art und Bezeichnung	: Ergänzungsmasse c 19		
Lastringradius r1	: 3 mm	Poisson-Zahl $\mu$	: 0,25
Stützringradius r2	: 9 mm		

### Ergebnisse:

Nr	r3 mm	H mm	F <sub>max</sub> N	L <sub>Fmax</sub> mm	t <sub>Fmax</sub> s	$\sigma_{bB}$ N/mm <sup>2</sup>	E kN/mm <sup>2</sup>
1	25,0	5,10	317,00	1,37	83,06	8,24	0,53
2	25,0	4,90	249,13	1,36	82,72	7,02	0,47
3	25,0	5,00	325,50	0,88	53,70	8,81	0,56
4	25,0	5,00	299,15	0,97	59,62	8,09	0,50
5	25,0	5,00	295,89	1,25	76,10	8,00	0,46

### Seriengrafik:



## Statistik:

Serie	r3	h	F <sub>max</sub>	L <sub>Fmax</sub>	t <sub>Fmax</sub>	σ <sub>bB</sub>	E
n = 4	mm	mm	N	mm	s	N/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>
x	25,0	5,03	309,39	1,12	68,12	8,29	0,51
s	0,0	0,05	14,20	0,23	13,75	0,36	0,04
v	0,00	1,00	4,59	20,52	20,18	4,34	7,92

## Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)

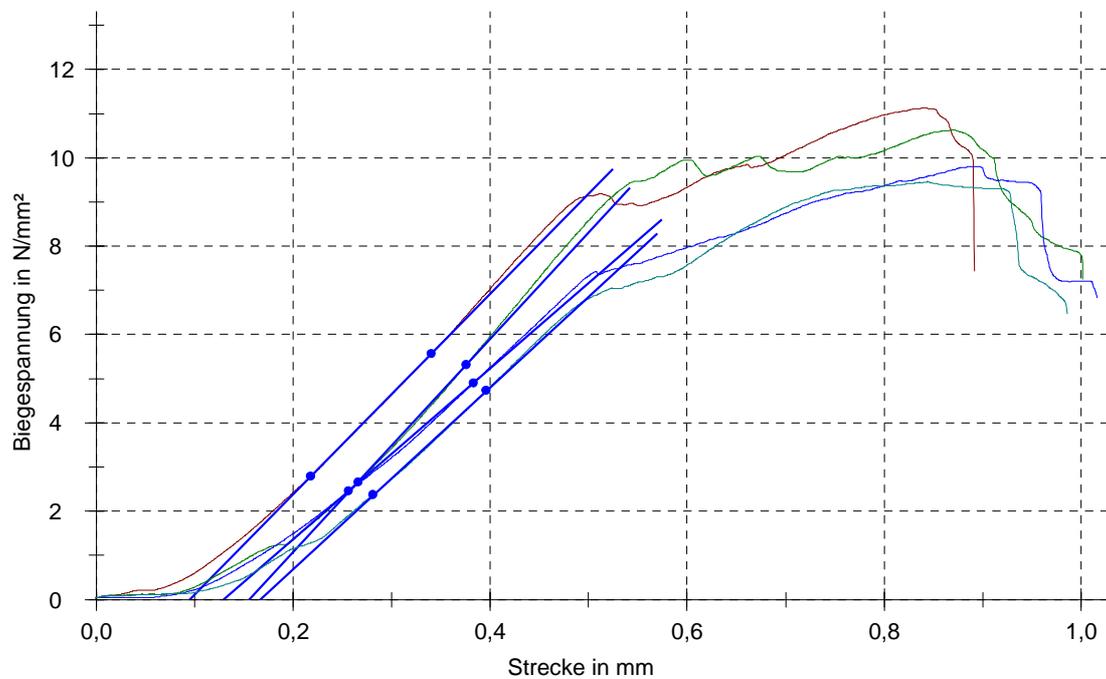
### Parametertabelle:

Überschrift	: Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)		
Prüfer	: Silvia Gering		
Prüfnorm	: EN 52300-5		
Material	: Hxtal-NYL-1 + PMMA + Parafin		
Art und Bezeichnung	: Ergänzungsmasse c 19*		
Lastringradius r1	: 3 mm	Poisson-Zahl $\mu$	: 0,25
Stützringradius r2	: 9 mm		

### Ergebnisse:

Nr	r3 mm	h mm	F <sub>max</sub> N	L <sub>Fmax</sub> mm	t <sub>Fmax</sub> s	$\sigma_{bB}$ N/mm <sup>2</sup>	E kN/mm <sup>2</sup>
1	25,0	5,10	379,97	0,84	51,52	9,88	0,58
2	25,0	5,20	362,81	0,87	53,32	9,07	0,58
3	25,0	5,15	334,61	0,89	54,40	8,53	0,48
4	25,0	4,90	322,89	0,84	51,82	9,10	0,59
†5	25,0	4,75	238,48	1,26	76,66	7,15	0,46

### Seriengrafik:



## Statistik:

Serie	r3	h	F <sub>max</sub>	L <sub>Fmax</sub>	t <sub>Fmax</sub>	σ <sub>bB</sub>	E
n = 4	mm	mm	N	mm	s	N/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>
x	25,0	5,09	350,07	0,86	52,77	9,15	0,56
s	0,0	0,13	26,04	0,02	1,34	0,55	0,05
v	0,00	2,58	7,44	2,61	2,55	6,06	9,48

## Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)

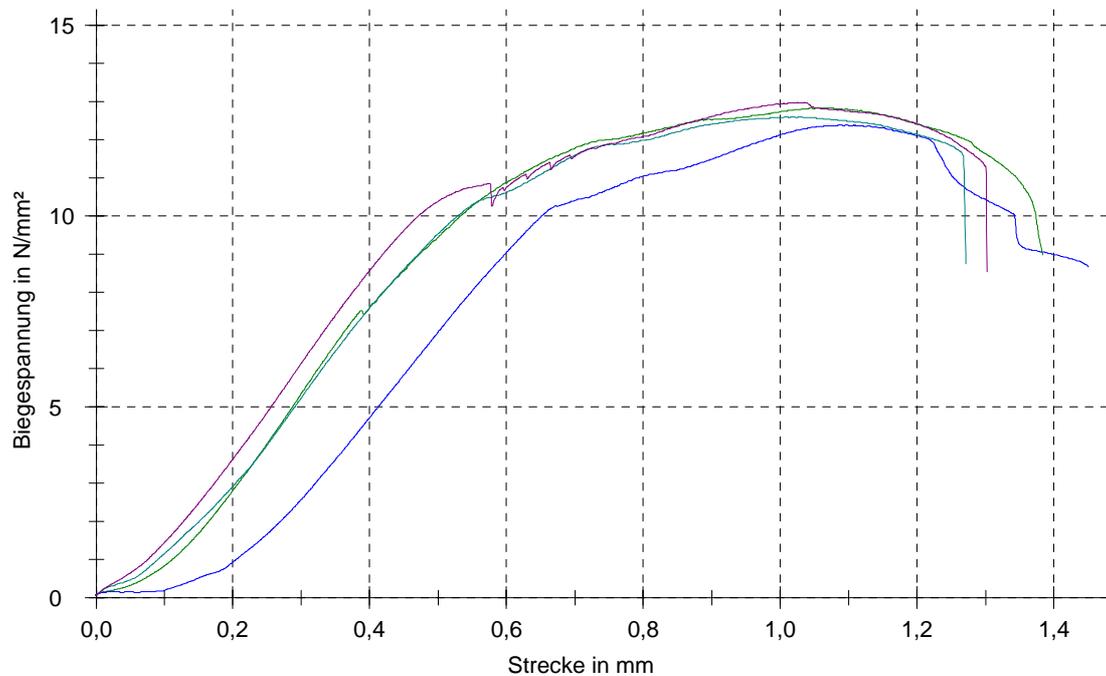
### Parametertabelle:

Überschrift	: Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)
Prüfer	: Silvia Gering
Prüfnorm	: EN 52300-5
Material	: Araldit AY103/HY956 + PMMA + Parafin
Art und Bezeichnung	: Ergänzungsmasse c 20
Lastringradius r1	: 6,66 mm
Stützringradius r2	: 20 mm
Poisson-Zahl $\mu$	: 0,25

### Ergebnisse:

Nr	r3 mm	h mm	F <sub>max</sub> N	L <sub>Fmax</sub> mm	t <sub>Fmax</sub> s	$\sigma_{bB}$ N/mm <sup>2</sup>	E kN/mm <sup>2</sup>
†1	25,00	5,00	421,89	0,97	59,08	12,79	3,27
2	25,00	5,00	470,27	1,06	64,46	14,26	3,70
3	25,00	5,00	453,81	1,10	66,98	13,76	3,16
4	25,00	5,00	461,63	1,01	61,72	14,00	3,42
5	25,00	5,00	475,43	1,04	63,26	14,42	3,57

### Seriengrafik:



## Statistik:

Serie	r3	h	F <sub>max</sub>	L <sub>Fmax</sub>	t <sub>Fmax</sub>	σ <sub>bB</sub>	E
n = 4	mm	mm	N	mm	s	N/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>
x	25,00	5,00	465,28	1,05	64,10	14,11	3,46
s	0,00	0,00	9,53	0,04	2,22	0,29	0,23
v	0,00	0,00	2,05	3,52	3,47	2,05	6,72

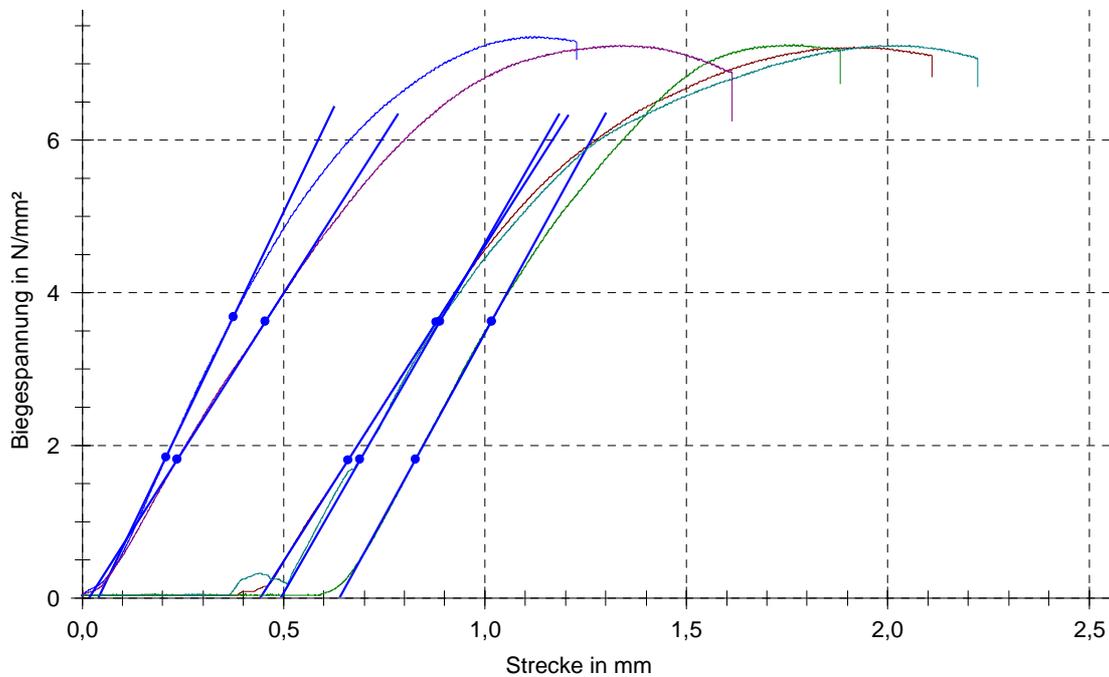
**Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)****Parametertabelle:**

Überschrift	: Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)		
Prüfer	: Silvia Gering		
Prüfnorm	: EN 52300-5		
Material	: Araldit AY103/HY956 + Alabasterbruch + Parafin		
Art und Bezeichnung	: Ergänzungsmasse c 26		
Lastringradius r1	: 3 mm	Poisson-Zahl $\mu$	: 0,25
Stützringradius r2	: 9 mm		

**Ergebnisse:**

Nr	r3 mm	h mm	F <sub>max</sub> N	L <sub>Fmax</sub> mm	t <sub>Fmax</sub> s	σ <sub>bB</sub> N/mm <sup>2</sup>	E kN/mm <sup>2</sup>
1	25,0	5,15	289,51	1,92	116,22	7,38	0,24
2	25,0	5,25	290,84	1,77	107,16	7,14	0,26
3	25,0	5,20	295,06	1,12	68,52	7,38	0,31
4	25,0	5,10	290,52	1,98	119,94	7,55	0,27
5	25,0	5,20	290,58	1,35	81,86	7,27	0,23

**Seriengrafik:**



**Statistik:**

Serie	r3 mm	h mm	F <sub>max</sub> N	L <sub>Fmax</sub> mm	t <sub>Fmax</sub> s	σ <sub>bB</sub> N/mm <sup>2</sup>	E kN/mm <sup>2</sup>
n = 5	mm	mm	N	mm	s	N/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>
x	25,0	5,18	291,30	1,63	98,74	7,34	0,26
s	0,0	0,06	2,16	0,37	22,49	0,15	0,03
v	0,00	1,10	0,74	23,05	22,78	2,11	11,63

## Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)

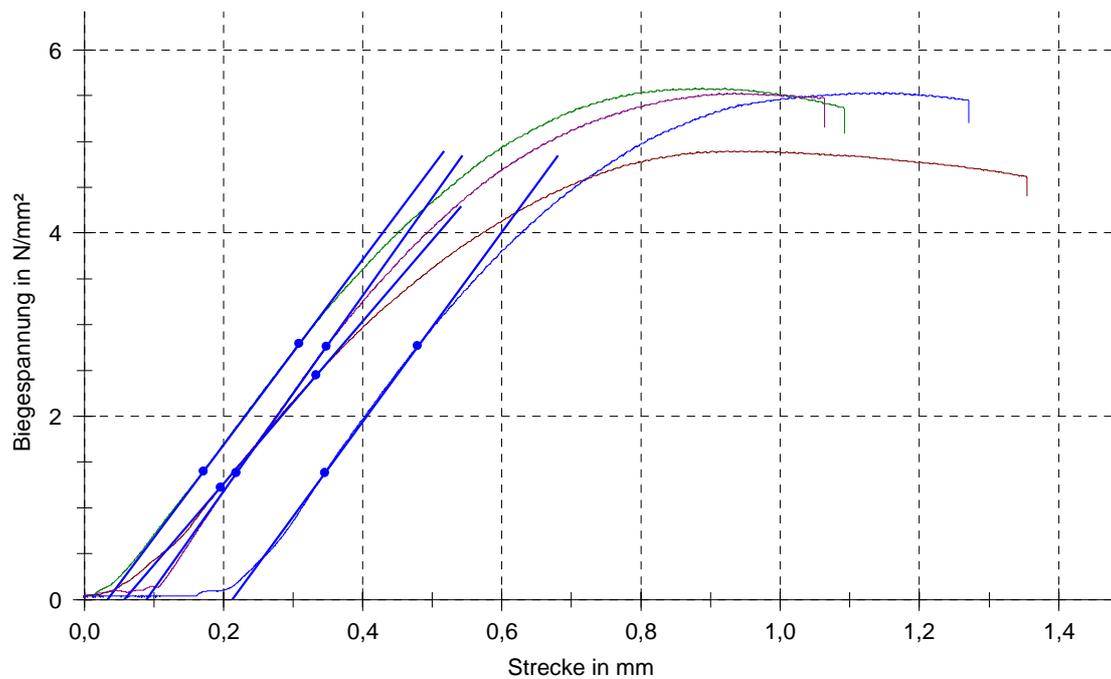
### Parametertabelle:

Überschrift	: Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)		
Prüfer	: Silvia Gering		
Prüfnorm	: EN 52300-5		
Material	: Araldit AY103/HY956 + Alabasterbruch		
Art und Bezeichnung	: Ergänzungsmasse c 30		
Lastringradius r1	: 3 mm	Poisson-Zahl $\mu$	: 0,25
Stützringradius r2	: 9 mm		

### Ergebnisse:

Nr	r3 mm	h mm	F <sub>max</sub> N	L <sub>Fmax</sub> mm	t <sub>Fmax</sub> s	$\sigma_{bB}$ N/mm <sup>2</sup>	E kN/mm <sup>2</sup>
1	25,0	5,20	208,04	0,93	57,22	5,20	0,26
2	25,0	5,30	237,19	0,92	56,32	5,71	0,28
3	24,5	5,30	235,08	1,15	70,26	5,67	0,29
4	25,0	5,30	269,19	1,69	102,32	6,48	0,25
5	25,0	5,30	234,96	0,93	57,18	5,66	0,30

### Seriengrafik:



## Statistik:

Serie	r3	h	F <sub>max</sub>	L <sub>Fmax</sub>	t <sub>Fmax</sub>	σ <sub>bB</sub>	E
n = 4	mm	mm	N	mm	s	N/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>
x	24,9	5,28	228,82	0,99	60,24	5,56	0,29
s	0,3	0,05	13,89	0,11	6,69	0,24	0,02
v	1,01	0,95	6,07	11,32	11,10	4,29	5,38

## Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)

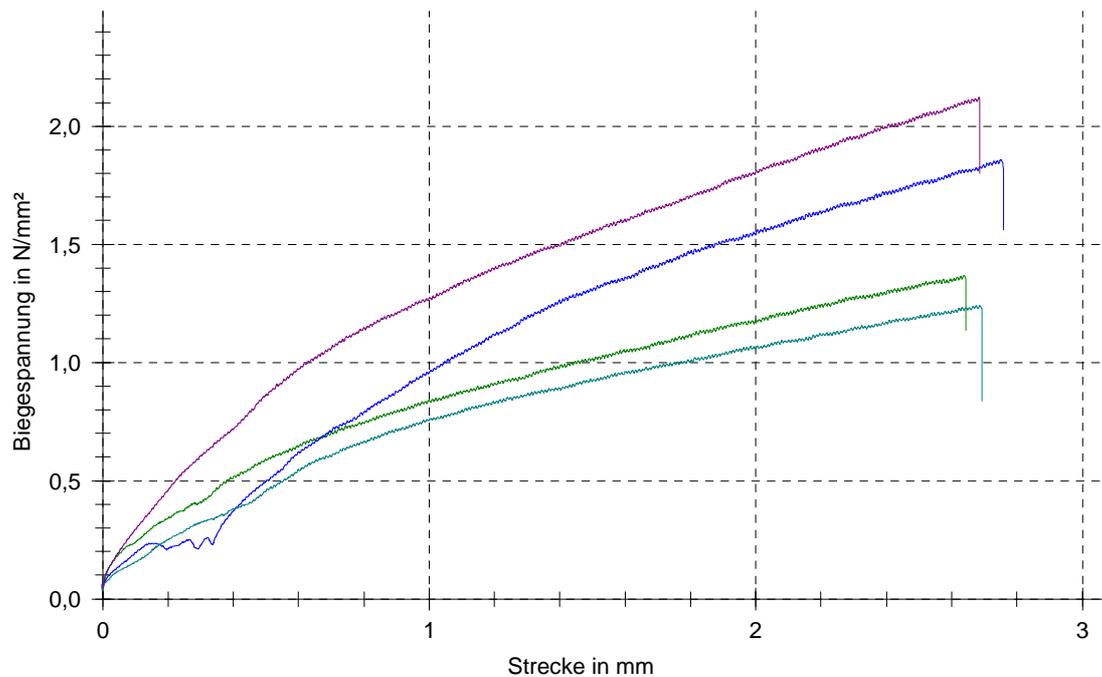
### Parametertabelle:

Überschrift	: Biaxiale Biegezugfestigkeit und stat. E-Modul (Randbiegung)		
Prüfer	: Silvia Gering		
Prüfnorm	: EN 52300-5		
Material	: Paraloid B72 + Zinkoxid		
Art und Bezeichnung	: Ergänzungsmasse d50		
Belastungsgeschwindigkeit	: 1 mm/min		
Lastringradius r1	: 6,66 mm	Poisson-Zahl $\mu$	: 0,25
Stützringradius r2	: 20 mm		

### Ergebnisse:

Nr	r3 mm	h mm	F <sub>max</sub> N	L <sub>Fmax</sub> mm	t <sub>Fmax</sub> s	$\sigma_{bB}$ N/mm <sup>2</sup>	E kN/mm <sup>2</sup>
⊕1	25,00	5,30	19,70	2,59	156,32	0,53	0,02
2	25,00	6,10	56,42	2,64	159,48	1,15	0,06
3	25,00	5,70	76,66	2,75	166,08	1,79	0,10
4	25,00	5,90	51,09	2,67	161,64	1,11	0,07
5	25,00	5,50	87,44	2,68	162,12	2,19	0,14

### Seriengrafik:



## Statistik:

Serie	r3	h	F <sub>max</sub>	L <sub>Fmax</sub>	t <sub>Fmax</sub>	σ <sub>bB</sub>	E
n = 4	mm	mm	N	mm	s	N/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>
x	25,00	5,80	67,90	2,69	162,33	1,56	0,09
s	0,00	0,26	17,06	0,05	2,75	0,52	0,03
v	0,00	4,45	25,12	1,72	1,69	33,49	37,06

## 4.2. E-Modul

Die Tabelle zeigt die E-Module nach Wittmann und Primm im Vergleich zu der E-Modulberechnung nach KOZUB (2008). In der Diplomarbeit wurden die E-Module nach Kozub (2008) verwendet.

	nach Wittmann und PRIMM		nach KOZUB (2008) S.3	
S	1,15	1,45	0,37	0,46
M	0,73	1,81	0,23	0,58
K	1,62	2,43	0,52	0,77
a	2,61	6,48	0,83	2,06
b7	0,11	0,17	0,04	0,05
b11	0,01	0,02	0,00	0,01
c19	0,46	0,56	0,15	0,18
c19*	0,48	0,59	0,15	0,19
c20	3,16	3,7	1,01	1,18
c26	0,23	0,31	0,07	0,10
c30	0,26	0,3	0,08	0,10
d50	0,06	0,14	0,02	0,04

**Tabelle 1: E-Modulberechnung nach Wittmann und Primm sowie nach Kozub**

## Haftzugmessung

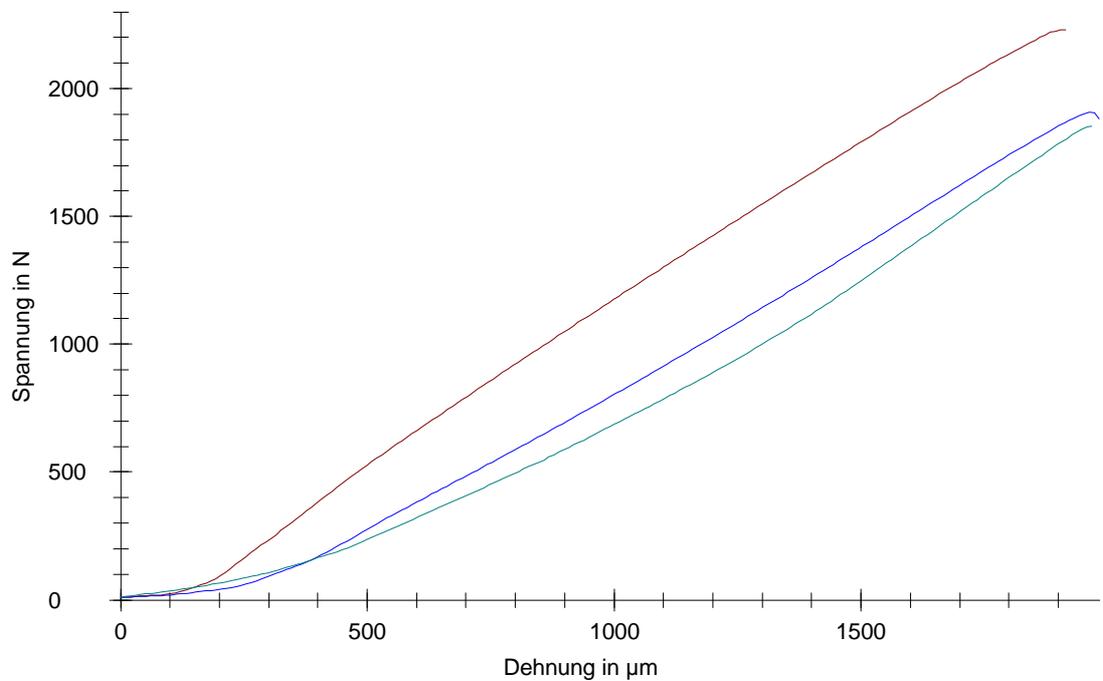
### Parameter:

Projekt : Diplom. Alabasterergänzungsmassen  
 Prüfnorm :  
 Prüfer : Gering  
 Material : Alabaster M- Klebung Araldit Rapid  
 Wegaufnehmer :  
 Kraftaufnehmer :  
 Probenhalter :  
 Vorkraft : 10 N  
 Vorkraft-Geschwindigkeit : 10 mm/min  
 Prüfgeschwindigkeit : 1 mm/min

### Ergebnisse:

Nr	Durchmesser d0 mm	L0 mm	Fmax N	$\beta_{\text{Bruch}}$ N/mm <sup>2</sup>
M5	48,2	171,96	2229,79	1,22
♣M4	48,2	172,21	1657,42	0,91
M1	48,2	173,38	1907,61	1,03
M4	48,2	171,74	1852,49	1,02

### Seriengrafik:



**Statistik:**

Serie	Durchmesser d0	L0	Fmax	$\beta_{\text{Bruch}}$
n = 3	mm	mm	N	N/mm <sup>2</sup>
x	48,2	172,36	1996,63	1,09
s	0,000	0,89	203,79	0,12
v	0,00	0,52	10,21	10,56

## Haftzugmessung

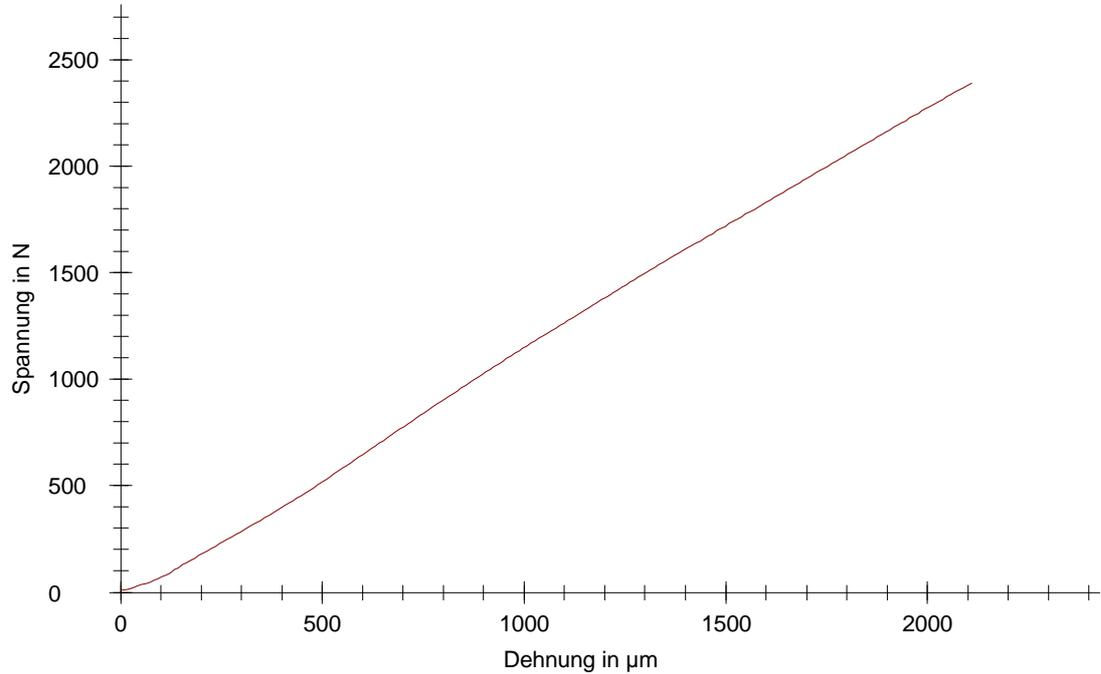
### Parameter:

Projekt : Diplom. Alabasterergänzungsmassen  
 Prüfnorm :  
 Prüfer : Gering  
 Material : Alabaster M- Klebung Araldit Rapid  
 Wegaufnehmer :  
 Kraftaufnehmer :  
 Probenhalter :  
 Vorkraft : 10 N  
 Vorkraft-Geschwindigkeit : 10 mm/min  
 Prüfgeschwindigkeit : 1 mm/min

### Ergebnisse:

Nr	Durchmesser d0 mm	L0 mm	Fmax N	$\beta_{\text{Bruch}}$ N/mm <sup>2</sup>
M3	48,2	171,37	2390,40	1,31

### Seriengrafik:



### Statistik:

Serie	Durchmesser d0	L0	Fmax	$\beta_{\text{Bruch}}$
-------	----------------	----	------	------------------------

---

n = 1	mm	mm	N	N/mm <sup>2</sup>
x	48,2	171,37	2390,40	1,31
s	-	-	-	-
v	-	-	-	-

## Haftzugmessung

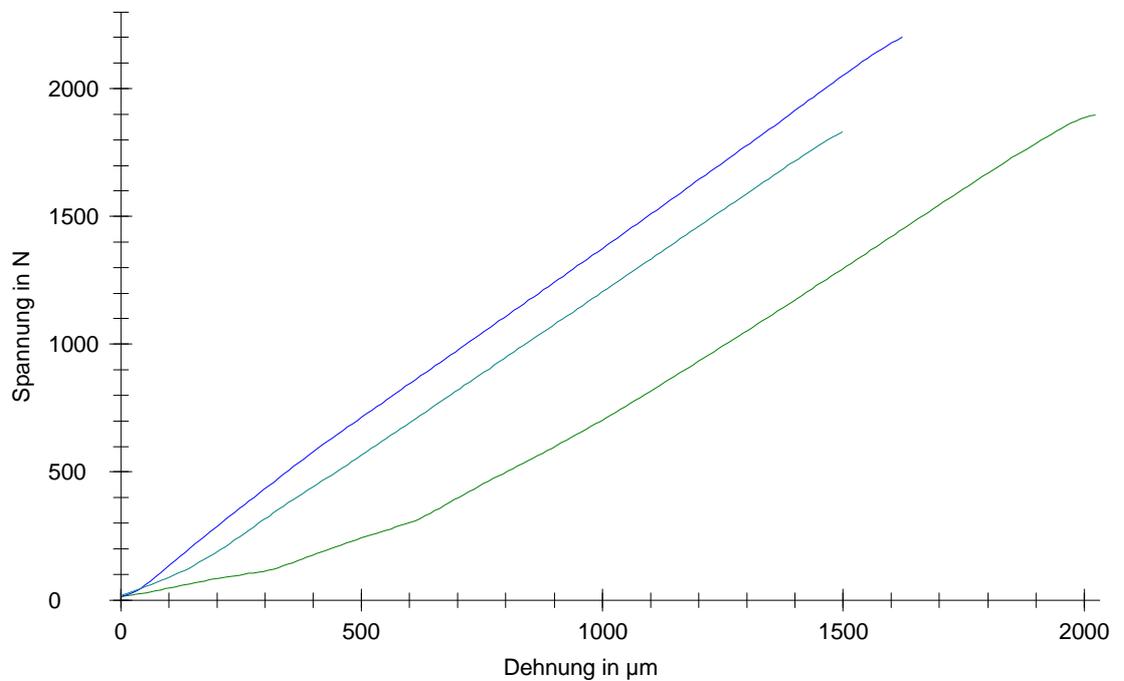
### Parameter:

Projekt : Diplom. Alabasterergänzungsmassen  
 Prüfnorm :  
 Prüfer : Gering  
 Material : Alabaster S- Klebung Araldit Rapid  
 Wegaufnehmer :  
 Kraftaufnehmer :  
 Probenhalter :  
 Vorkraft : 10 N  
 Vorkraft-Geschwindigkeit : 10 mm/min  
 Prüfgeschwindigkeit : 1 mm/min

### Ergebnisse:

Nr	Durchmesser d0 mm	L0 mm	Fmax N	$\beta_{\text{Bruch}}$ N/mm <sup>2</sup>
†1	48,2	172,38	1452,91	0,79
2	48,2	172,01	1896,53	1,04
3	48,2	174,41	2200,03	1,21
4	48,2	168,14	1829,58	1,00

### Seriengrafik:



**Statistik:**

---

Serie	Durchmesser d0	L0	Fmax	$\beta_{\text{Bruch}}$
n = 3	mm	mm	N	N/mm <sup>2</sup>
x	48,2	171,52	1975,38	1,08
s	0,000	3,16	197,41	0,11
v	0,00	1,84	9,99	9,99

## Haftzugmessung

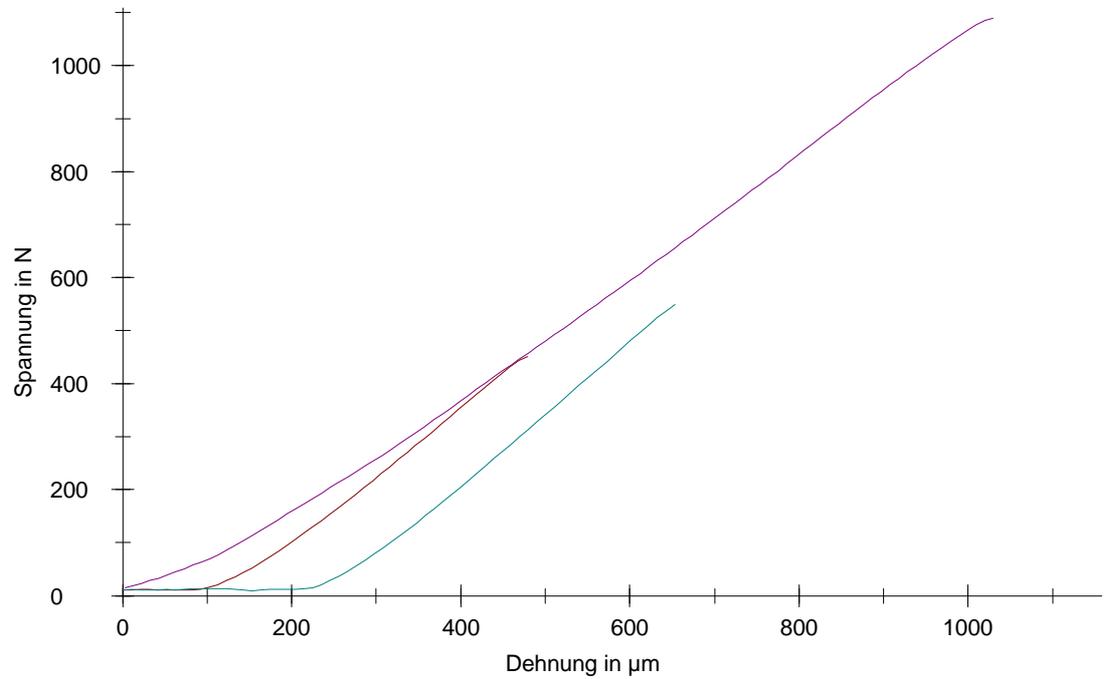
### Parameter:

Projekt : Diplom. Alabasterergänzungsmassen  
Charge :  
Prüfnorm :  
Prüfer : Gering  
Kunde :  
Material : Alabaster K  
Wegaufnehmer :  
Kraftaufnehmer :  
Probenhalter :  
Vorkraft : 10 N  
Vorkraft-Geschwindigkeit : 10 mm/min  
Prüfgeschwindigkeit : 1 mm/min

### Ergebnisse:

Nr	Durchmesser d0 mm	L0 mm	Fmax N	$\beta_{\text{Bruch}}$ N/mm <sup>2</sup>
1	48,2	171,13	451,26	0,25
‡3	48,2	170,71	24,93	0,01
‡5	48,2	168,60	713,64	0,39
6	48,2	170,57	548,73	0,30
8	48,2	168,96	1088,67	0,60

### Seriengrafik:

**Statistik:**

Serie	Durchmesser d0	L0	Fmax	$\beta_{\text{Bruch}}$
n = 3	mm	mm	N	N/mm <sup>2</sup>
x	48,2	170,22	696,22	0,38
s	0,000	1,13	343,35	0,19
v	0,00	0,66	49,32	49,32

## Haftzugmessung

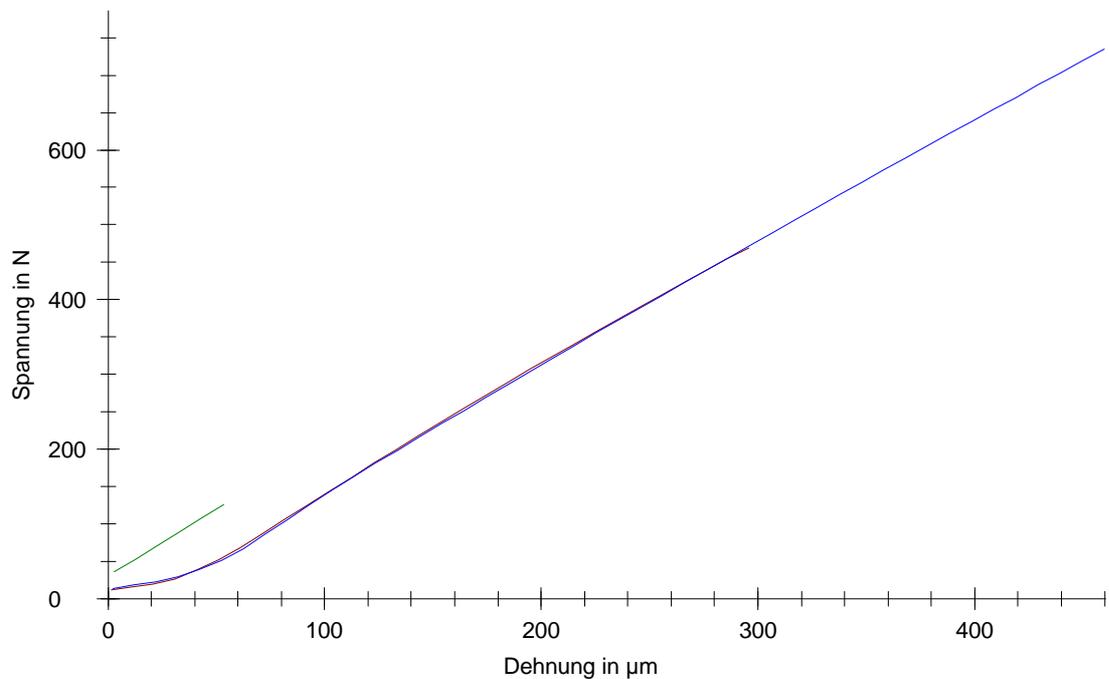
### Parameter:

Projekt : Diplom. Alabasterergänzungsmassen  
Prüfnorm :  
Prüfer : Gering  
Material : a- marblecement, Klebung-Polyesterharz  
Wegaufnehmer :  
Kraftaufnehmer :  
Probenhalter :  
Vorkraft : 10 N  
Vorkraft-Geschwindigkeit : 10 mm/min  
Prüfgeschwindigkeit : 1 mm/min

### Ergebnisse:

Nr	Durchmesser d0 mm	L0 mm	Fmax N	$\beta_{\text{Bruch}}$ N/mm <sup>2</sup>
1	48,2	146,19	469,38	0,26
2	48,2	146,41	125,01	0,07
3	48,2	147,77	734,67	0,40

### Seriengrafik:



**Statistik:**

---

Serie	Durchmesser d0	L0	Fmax	$\beta_{\text{Bruch}}$
n = 3	mm	mm	N	N/mm <sup>2</sup>
x	48,2	146,79	443,02	0,24
s	0,000	0,86	305,68	0,17
v	0,00	0,59	69,00	69,00

---

## Haftzugmessung

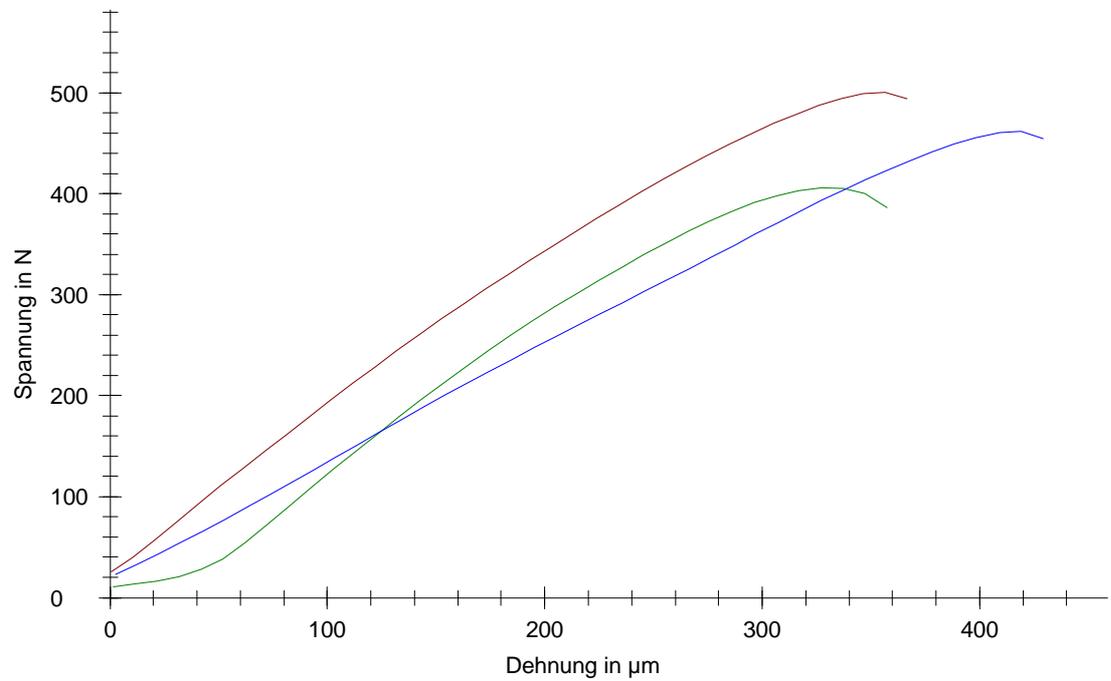
### Parameter:

Projekt : Diplom. Alabasterergänzungsmassen  
Prüfnorm :  
Prüfer : Gering  
Material : b7- Primal, Alabaster-M, Klebung-Araldit  
Rapid  
Wegaufnehmer :  
Kraftaufnehmer :  
Probenhalter :  
Vorkraft : 10 N  
Vorkraft-Geschwindigkeit : 10 mm/min  
Prüfgeschwindigkeit : 1 mm/min

### Ergebnisse:

Nr	Durchmesser d0 mm	L0 mm	Fmax N	$\beta_{\text{Bruch}}$ N/mm <sup>2</sup>
1	48,2	142,85	500,49	0,27
2	48,2	143,52	406,00	0,21
3	48,2	142,83	462,02	0,25

### Seriengrafik:



### Statistik:

Serie	Durchmesser d0	L0	Fmax	$\beta_{\text{Bruch}}$
n = 3	mm	mm	N	N/mm <sup>2</sup>
x	48,2	143,07	456,17	0,24
s	0,000	0,39	47,52	0,03
v	0,00	0,27	10,42	12,26

## Haftzugmessung

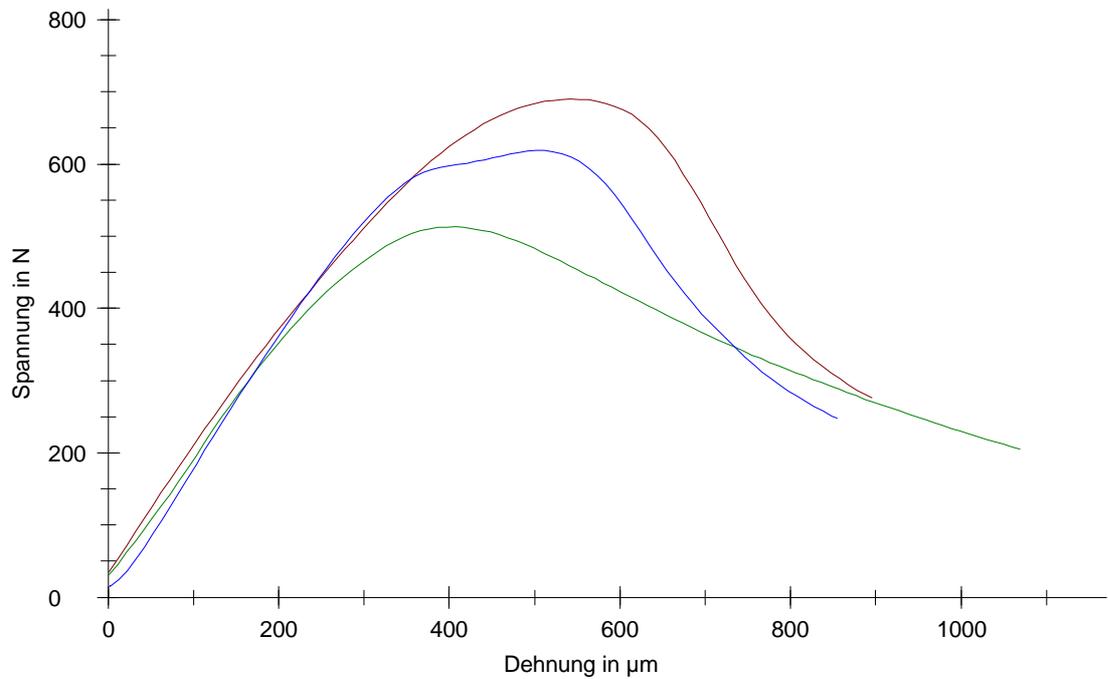
### Parameter:

Projekt : Diplom. Alabasterergänzungsmassen  
Prüfnorm :  
Prüfer : Gering  
Material : b11- Primal, Alabaster-M, Klebung-  
Araldit Rapid  
Wegaufnehmer :  
Kraftaufnehmer :  
Probenhalter :  
Vorkraft : 10 N  
Vorkraft-Geschwindigkeit : 10 mm/min  
Prüfgeschwindigkeit : 1 mm/min

### Ergebnisse:

Nr	Durchmesser d0 mm	L0 mm	Fmax N	$\beta_{\text{Bruch}}$ N/mm <sup>2</sup>
1	48,2	139,65	689,59	0,15
2	48,2	140,97	512,68	0,11
3	48,2	142,13	618,47	0,14

### Seriengrafik:



**Statistik:**

---

Serie	Durchmesser d0	L0	Fmax	$\beta_{\text{Bruch}}$
n = 3	mm	mm	N	N/mm <sup>2</sup>
x	48,2	140,92	606,91	0,13
s	0,000	1,24	89,02	0,02
v	0,00	0,88	14,67	14,70

## Haftzugmessung

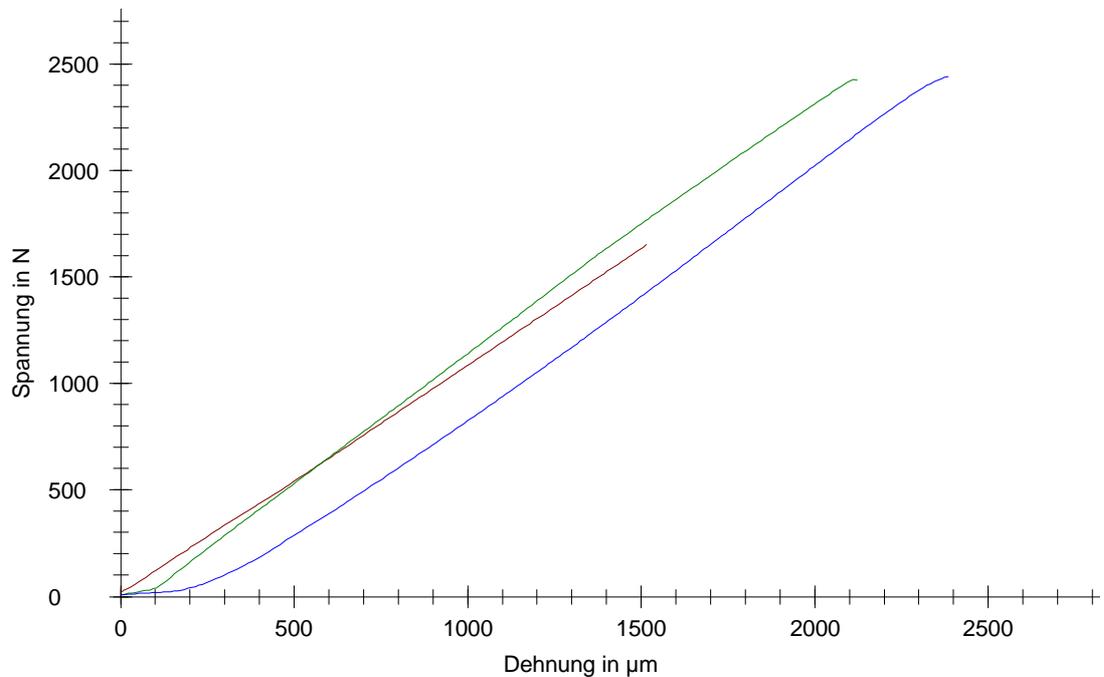
### Parameter:

Projekt : Diplom. Alabasterergänzungsmassen  
 Prüfnorm :  
 Prüfer : Gering  
 Material : c19\*- AralditAY103/HY956-Alabaster M,  
 Klebung-Araldit AY103/HY956  
 Wegaufnehmer :  
 Kraftaufnehmer :  
 Probenhalter :  
 Vorkraft : 10 N  
 Vorkraft-Geschwindigkeit : 10 mm/min  
 Prüfgeschwindigkeit : 1 mm/min

### Ergebnisse:

Nr	Durchmesser d0 mm	L0 mm	Fmax N	$\beta_{\text{Bruch}}$ N/mm <sup>2</sup>
1	48,2	141,68	1651,31	0,90
2	48,2	140,73	2429,27	1,33
3	48,2	142,52	2443,11	1,34

### Seriengrafik:



**Statistik:**

---

Serie	Durchmesser d0	L0	Fmax	$\beta_{\text{Bruch}}$
n = 3	mm	mm	N	N/mm <sup>2</sup>
x	48,2	141,64	2174,57	1,19
s	0,000	0,89	453,20	0,25
v	0,00	0,63	20,84	20,79

## Haftzugmessung

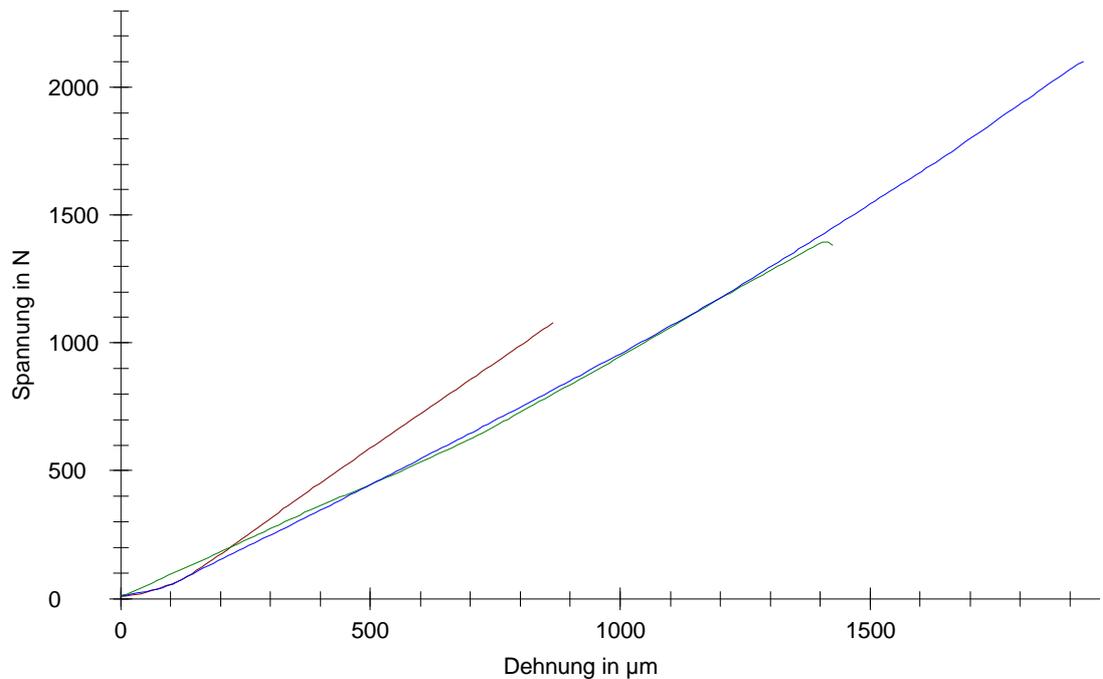
### Parameter:

Projekt : Diplom. Alabasterergänzungsmassen  
 Prüfnorm :  
 Prüfer : Gering  
 Material : c19- AralditAY103/HY956-Alabaster M,  
 Klebung-Araldit AY103/HY956  
 Wegaufnehmer :  
 Kraftaufnehmer :  
 Probenhalter :  
 Vorkraft : 10 N  
 Vorkraft-Geschwindigkeit : 10 mm/min  
 Prüfgeschwindigkeit : 1 mm/min

### Ergebnisse:

Nr	Durchmesser d0 mm	L0 mm	Fmax N	$\beta_{\text{Bruch}}$ N/mm <sup>2</sup>
1	48,2	143,25	1078,23	0,59
2	48,2	142,21	1393,23	0,76
3	48,2	141,78	2100,20	1,15

### Seriengrafik:



**Statistik:**

---

Serie	Durchmesser d0	L0	Fmax	$\beta_{\text{Bruch}}$
n = 3	mm	mm	N	N/mm <sup>2</sup>
x	48,2	142,41	1523,89	0,83
s	0,000	0,76	523,36	0,29
v	0,00	0,53	34,34	34,49

## Haftzugmessung

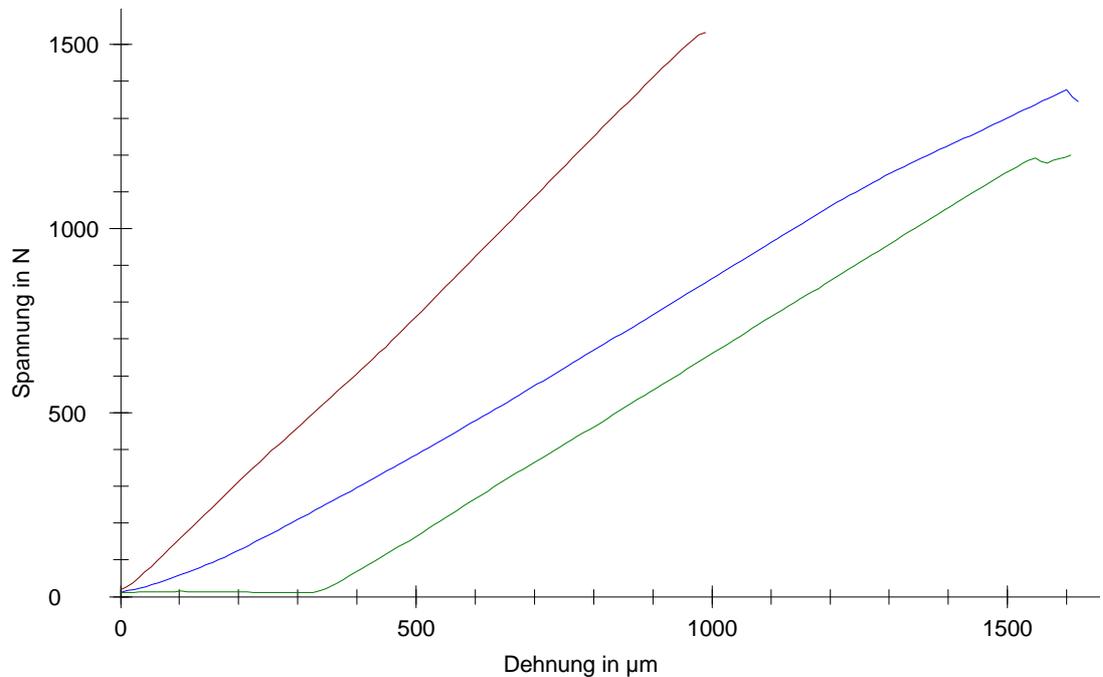
### Parameter:

Projekt : Diplom. Alabasterergänzungsmassen  
 Prüfnorm :  
 Prüfer : Gering  
 Material : C20- AralditAY103/HY956-Alabaster M,  
 Klebung-Araldit AY103/HY956  
 Wegaufnehmer :  
 Kraftaufnehmer :  
 Probenhalter :  
 Vorkraft : 10 N  
 Vorkraft-Geschwindigkeit : 10 mm/min  
 Prüfgeschwindigkeit : 1 mm/min

### Ergebnisse:

Nr	Durchmesser d0 mm	L0 mm	Fmax N	$\beta_{\text{Bruch}}$ N/mm <sup>2</sup>
1	48,2	140,96	1532,29	0,84
2	48,2	140,45	1199,36	0,66
3	48,2	140,40	1377,31	0,74

### Seriengrafik:



**Statistik:**

---

Serie	Durchmesser d0	L0	Fmax	$\beta_{\text{Bruch}}$
n = 3	mm	mm	N	N/mm <sup>2</sup>
x	48,2	140,60	1369,65	0,74
s	0,000	0,31	166,59	0,09
v	0,00	0,22	12,16	12,28

## Haftzugmessung

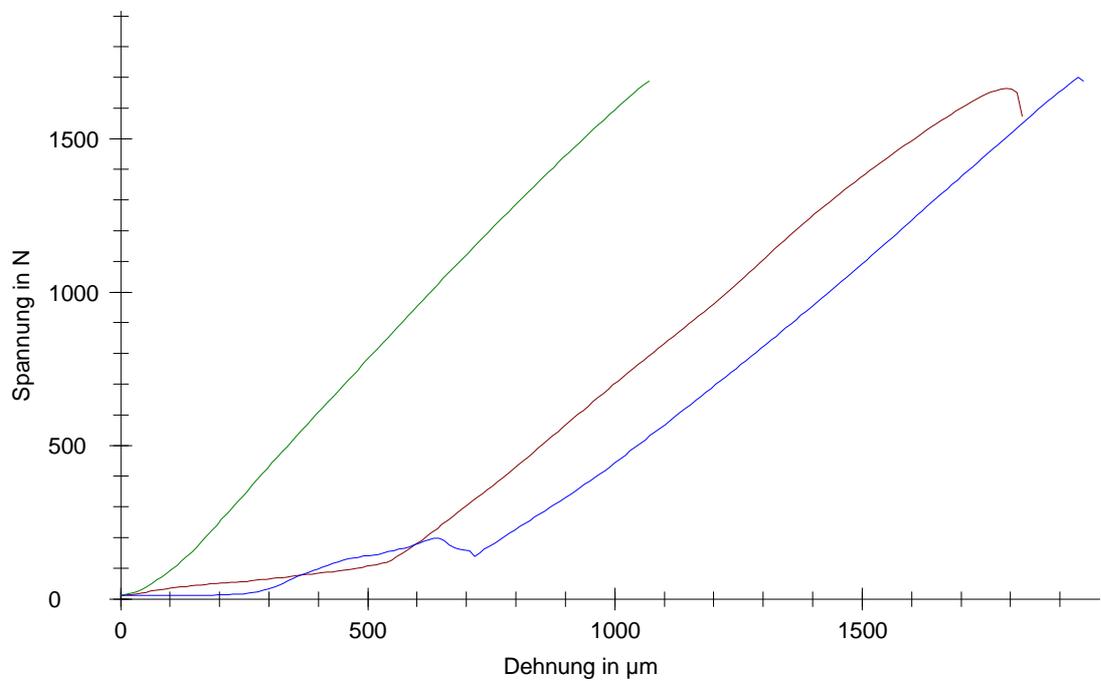
### Parameter:

Projekt : Diplom. Alabasterergänzungsmassen  
 Prüfnorm :  
 Prüfer : Gering  
 Material : C26- AralditAY103/HY956-Alabaster M,  
 Klebung-Araldit AY103/HY956  
 Wegaufnehmer :  
 Kraftaufnehmer :  
 Probenhalter :  
 Vorkraft : 10 N  
 Vorkraft-Geschwindigkeit : 10 mm/min  
 Prüfgeschwindigkeit : 1 mm/min

### Ergebnisse:

Nr	Durchmesser d0 mm	L0 mm	Fmax N	$\beta_{\text{Bruch}}$ N/mm <sup>2</sup>
1	48,2	140,73	1664,66	0,86
2	48,2	140,32	1687,39	0,92
3	48,2	139,67	1699,68	0,93

### Seriengrafik:



**Statistik:**

---

Serie	Durchmesser d0	L0	Fmax	$\beta_{\text{Bruch}}$
n = 3	mm	mm	N	N/mm <sup>2</sup>
x	48,2	140,24	1683,91	0,90
s	0,000	0,54	17,77	0,04
v	0,00	0,38	1,06	3,96

## Haftzugmessung

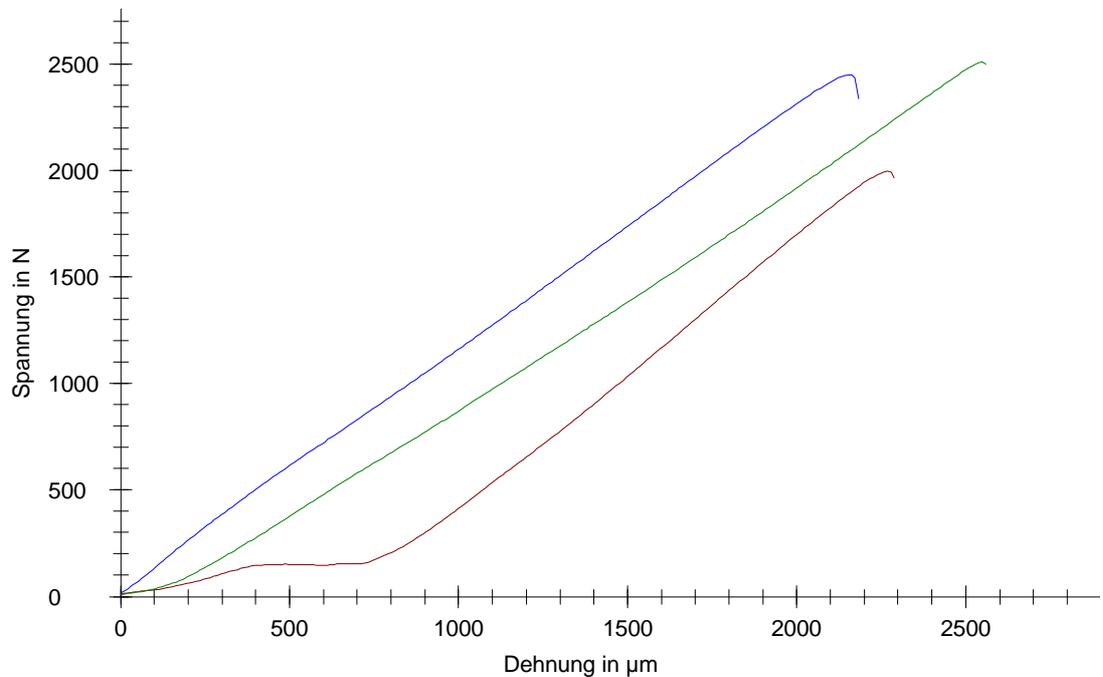
### Parameter:

Projekt : Diplom. Alabasterergänzungsmassen  
 Prüfnorm :  
 Prüfer : Gering  
 Material : C26\*- AralditAY103/HY956-Alabaster S,  
 Klebung-Araldit AY103/HY956  
 Wegaufnehmer :  
 Kraftaufnehmer :  
 Probenhalter :  
 Vorkraft : 10 N  
 Vorkraft-Geschwindigkeit : 10 mm/min  
 Prüfgeschwindigkeit : 1 mm/min

### Ergebnisse:

Nr	Durchmesser d0 mm	L0 mm	Fmax N	$\beta_{\text{Bruch}}$ N/mm <sup>2</sup>
1	48,2	141,02	1997,28	1,08
2	48,2	141,80	2509,56	1,37
3	48,2	143,64	2449,32	1,28

### Seriengrafik:



**Statistik:**

Serie	Durchmesser d0	L0	Fmax	$\beta_{\text{Bruch}}$
n = 3	mm	mm	N	N/mm <sup>2</sup>
x	48,2	142,16	2318,72	1,24
s	0,000	1,35	280,00	0,15
v	0,00	0,95	12,08	12,06

## Haftzugmessung

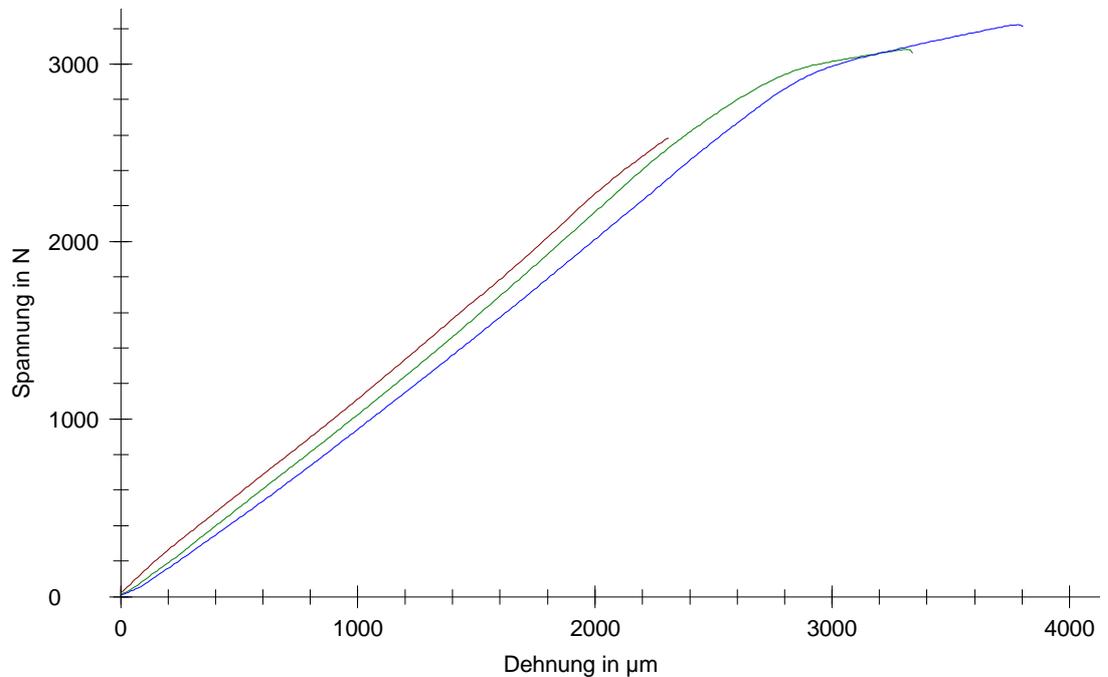
### Parameter:

Projekt : Diplom. Alabasterergänzungsmassen  
Prüfnorm :  
Prüfer : Gering  
Material : C30- AralditAY103/HY956-Alabaster S,  
Klebung- AralditAY103/HY956  
Wegaufnehmer :  
Kraftaufnehmer :  
Probenhalter :  
Vorkraft : 10 N  
Vorkraft-Geschwindigkeit : 10 mm/min  
Prüfgeschwindigkeit : 1 mm/min

### Ergebnisse:

Nr	Durchmesser d0 mm	L0 mm	Fmax N	$\beta_{\text{Bruch}}$ N/mm <sup>2</sup>
1	48,2	145,16	2580,71	1,41
2	48,2	144,33	3083,79	1,68
3	48,2	144,88	3222,20	1,76

### Seriengrafik:



**Statistik:**

---

Serie	Durchmesser d0	L0	Fmax	$\beta_{\text{Bruch}}$
n = 3	mm	mm	N	N/mm <sup>2</sup>
x	48,2	144,79	2962,23	1,62
s	0,000	0,42	337,58	0,18
v	0,00	0,29	11,40	11,15

## Haftzugmessung

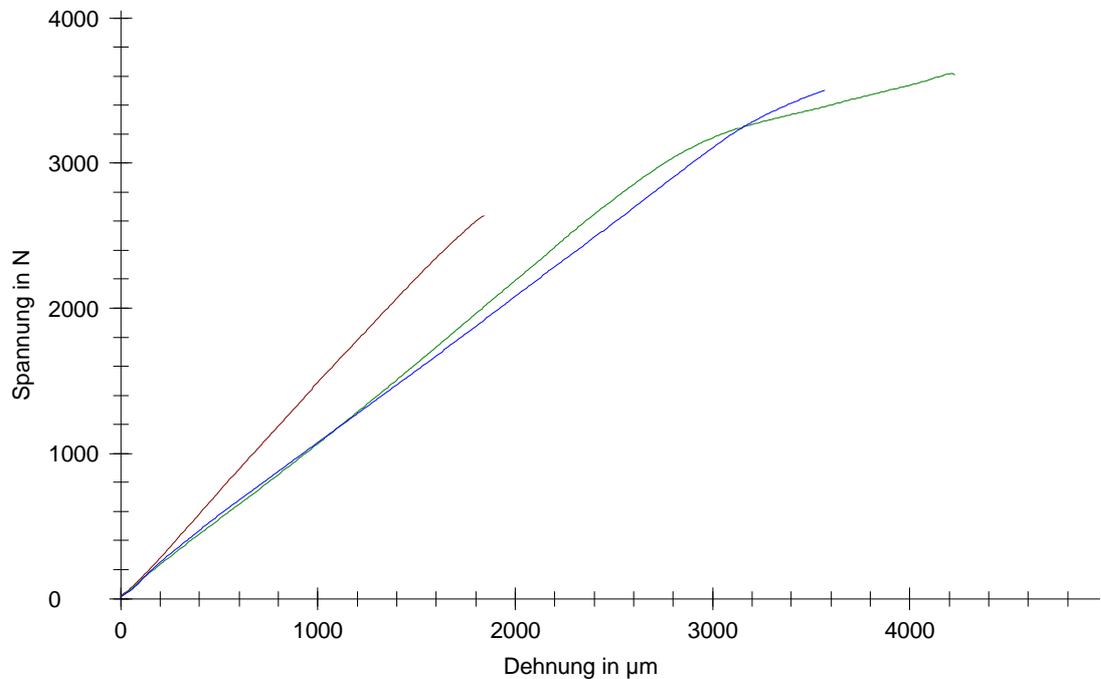
### Parameter:

Projekt : Diplom. Alabasterergänzungsmassen  
 Prüfnorm :  
 Prüfer : Gering  
 Material : d47- Paraloid B72-AlabasterM, Klebung-  
 Araldit AY103/HY956  
 Wegaufnehmer :  
 Kraftaufnehmer :  
 Probenhalter :  
 Vorkraft : 10 N  
 Vorkraft-Geschwindigkeit : 10 mm/min  
 Prüfgeschwindigkeit : 1 mm/min

### Ergebnisse:

Nr	Durchmesser d0 mm	L0 mm	Fmax N	$\beta_{\text{Bruch}}$ N/mm <sup>2</sup>
1	48,2	140,09	2635,61	1,44
2	48,2	140,15	3618,91	1,98
3	48,2	141,64	3501,52	1,92

### Seriengrafik:



**Statistik:**

---

Serie	Durchmesser d0	L0	Fmax	$\beta_{\text{Bruch}}$
n = 3	mm	mm	N	N/mm <sup>2</sup>
x	48,2	140,63	3252,01	1,78
s	0,000	0,88	537,04	0,29
v	0,00	0,63	16,51	16,43

## Haftzugmessung

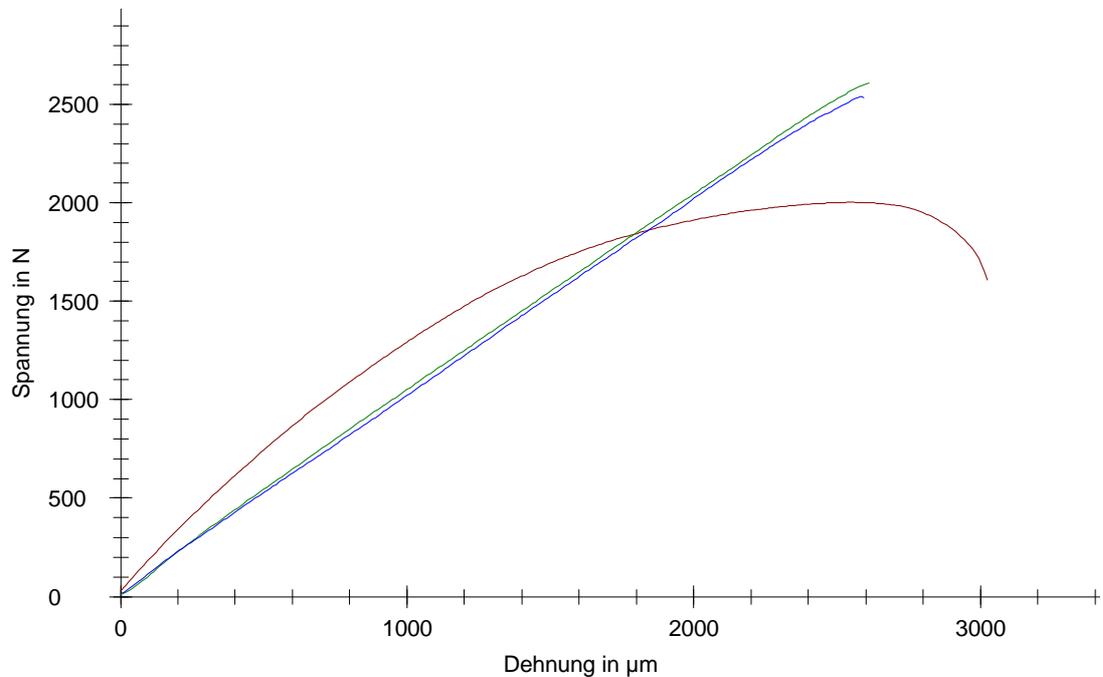
### Parameter:

Projekt : Diplom. Alabasterergänzungsmassen  
 Prüfnorm :  
 Prüfer : Gering  
 Material : d50- Paraloid B72-AlabasterM, Klebung-  
 Araldit AY103/HY956  
 Wegaufnehmer :  
 Kraftaufnehmer :  
 Probenhalter :  
 Vorkraft : 10 N  
 Vorkraft-Geschwindigkeit : 10 mm/min  
 Prüfgeschwindigkeit : 1 mm/min

### Ergebnisse:

Nr	Durchmesser d0 mm	L0 mm	Fmax N	$\beta_{\text{Bruch}}$ N/mm <sup>2</sup>
1	48,2	143,64	2002,72	0,88
2	48,2	142,57	2607,98	1,43
3	48,2	140,09	2539,71	1,39

### Seriengrafik:



**Statistik:**

Serie	Durchmesser d0	L0	Fmax	$\beta_{\text{Bruch}}$
n = 3	mm	mm	N	N/mm <sup>2</sup>
x	48,2	142,10	2383,47	1,23
s	0,000	1,82	331,50	0,30
v	0,00	1,28	13,91	24,68

#### 4.4. hygische Dilatation

##### 4.4.1. Alabaster

Die meist hohen Schwankungen, die in der Tränkungsphase vorkommen, sind in der Werkstatt der FH Potsdam mehrfach beobachtet worden und bekannt und werden nicht weiter Berücksichtigt. Ab dem Ende der Tränkungsphase, welches mit einer roten Linie markiert ist, wurden die Proben für 24h allseitig in Wasser gelagert.

Probennummer	Schichtung	l[m]	$\Delta l$ [mm]	D [mm/m]	MW
Ala.S.Pue.					
S1	ohne	0,14	-0,0231	-0,165	
S2	erkennbare Schichtung	0,09	0,0009	0,010	
S3		0,12	0,0056	0,048	
S4		0,91	-0,0110	-0,012	<b>0,01533</b>
Ala.M.Ell	ohne				
M1	erkennbare Schichtung	0,09	-0,0020	-0,023	
M2		0,09	-0,0058	-0,066	
M3		0,08	-0,0100	-0,119	
M4		0,08	-0,0063	-0,075	
M5		0,05	-0,0061	-0,127	<b>-0,082</b>
Ala.K.For.					
K1	Messung erfolgte senkrecht zur Schichtung	0,08	-0,0115	-0,151	
K2		0,08	-0,0110	-0,142	
K3		0,07	-0,0180	-0,275	
K4		0,06	-0,0095	-0,168	<b>-0,15366</b>

**Tabelle 1: hygische Dilatation der Probekörper**

Die Messung von M1, M3 und K3 können in den folgenden Diagrammen, wegen Datenverlust der Messaufzeichnung, nicht angezeigt werden. Die endgültige Längenänderung wurde vor Datenverlust per Hand notiert.

hygische Dilatation Ala.S.Pue.

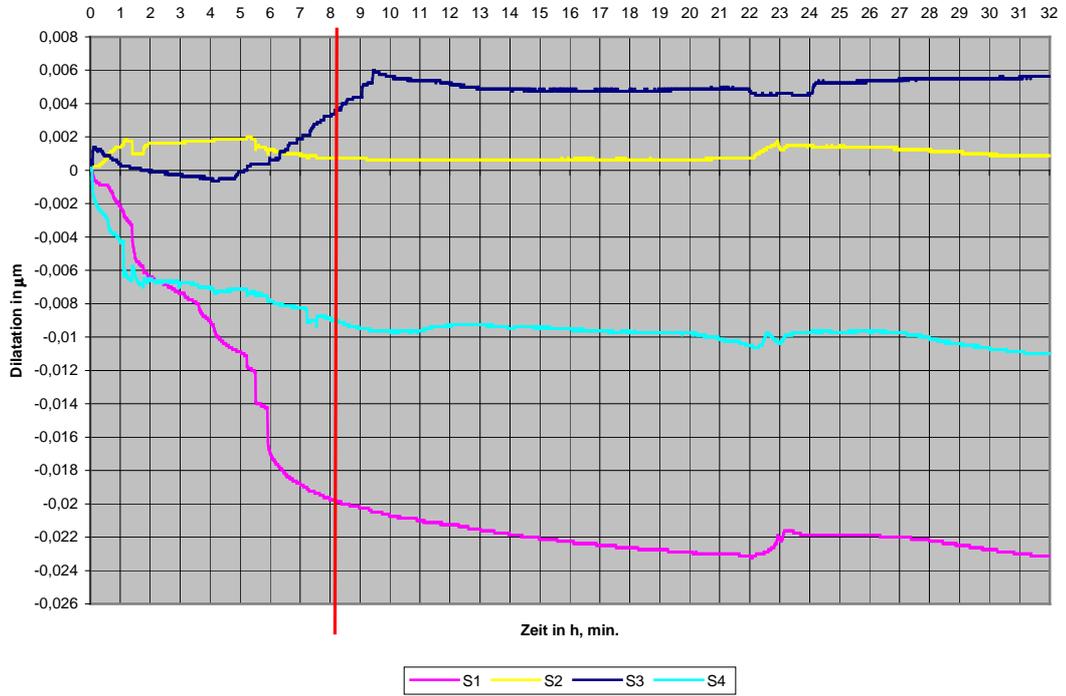


Diagramm 1: hygische Dilatation Ala.S.Pue.

hygische Dilatation Ala.M.EII.

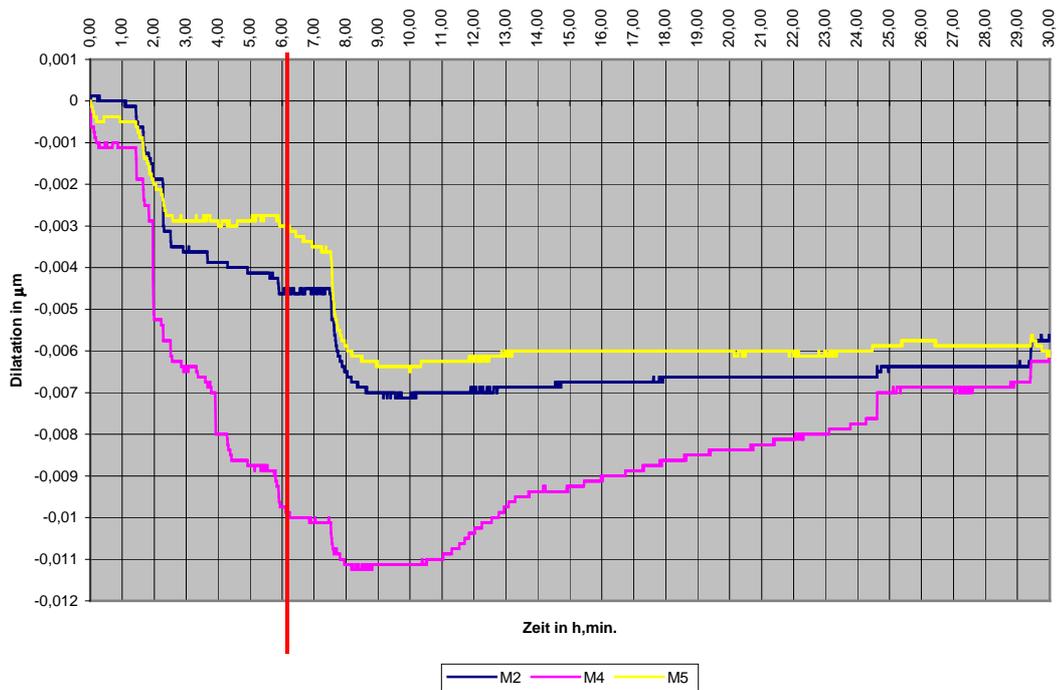
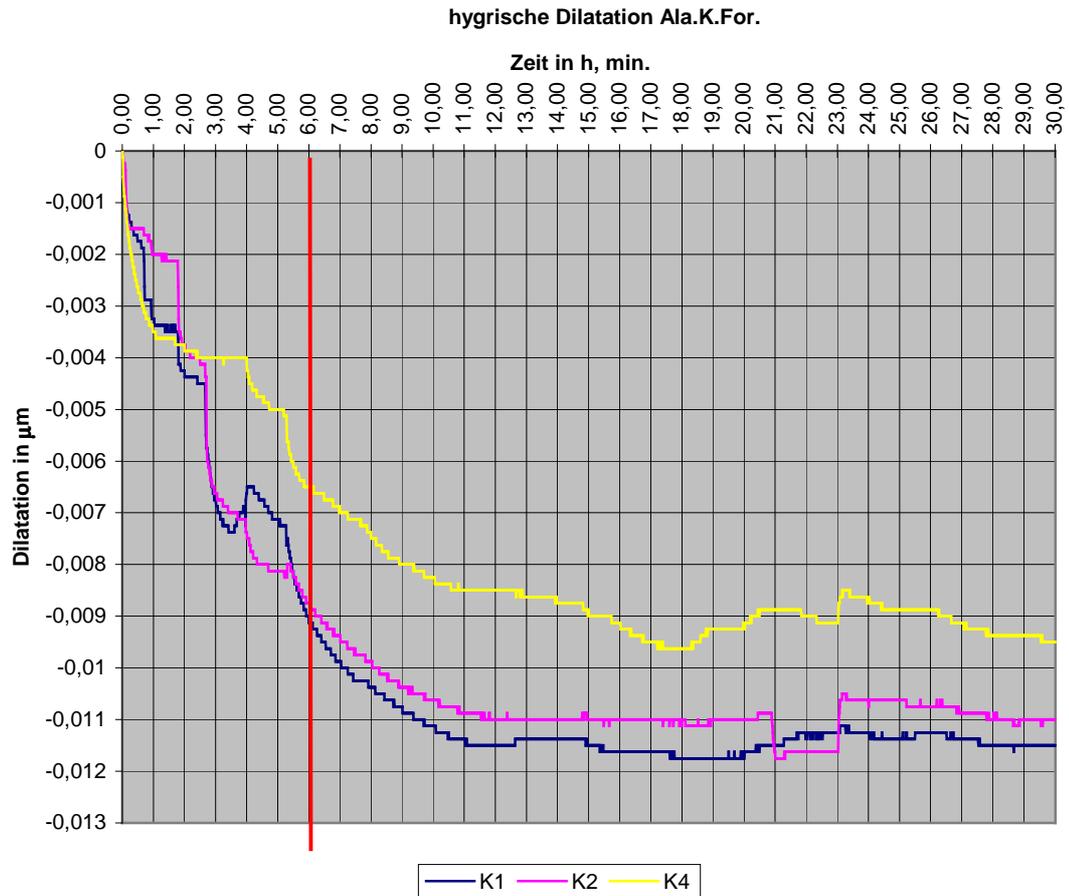


Diagramm 2: hygische Dilatation Ala.M.EII.



**Diagramm 3: hygische Dilatation Ala.K.For.**

#### 4.4.2. Ergänzungsmassen

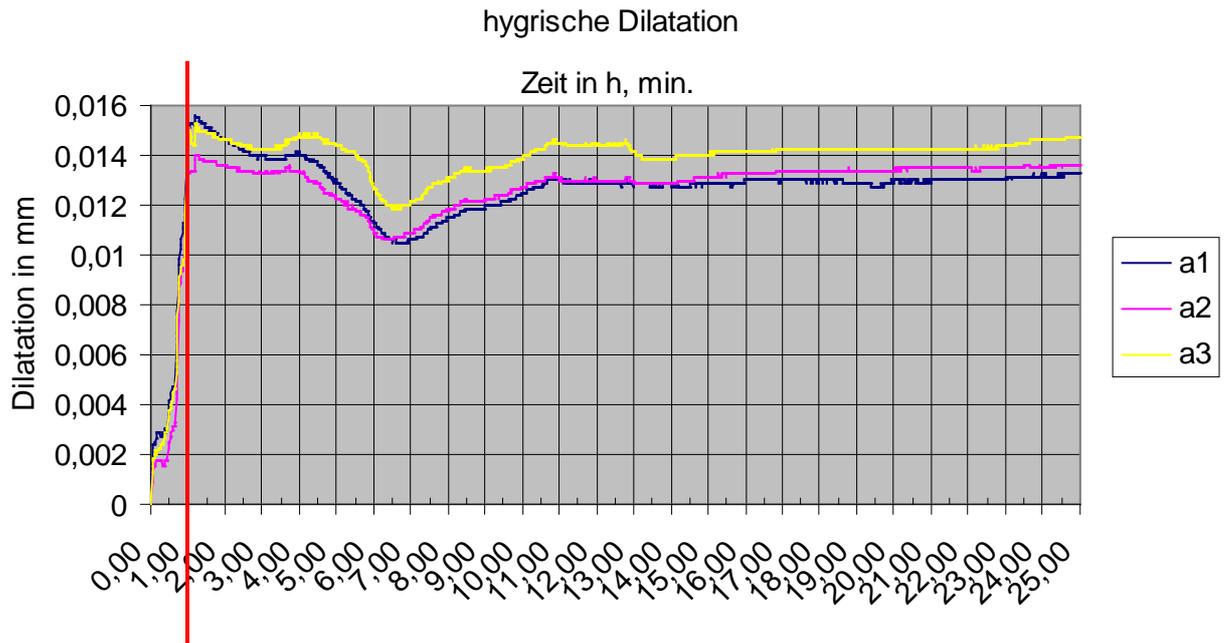
Probenbez.	Anmerkungen	l[m]	$\Delta l$ [mm]	D [mm/m]	MW
a -1		10,05	0,013	0,001	
a -2		10,06	0,014	0,001	
a -3		10,04	0,015	0,001	0,001
b7-1	abgebrochen	9,62	von Messspitze (Anpressdruck) eingedrückt, zwei Probekörper verbogen sich bereits nach 1h in Wasserlagerung		
b7-2		9,55			
b7-3		9,60			
c19*-1		9,44	0,017	0,002	
c19*-2		9,63	0,012	0,001	
c19*-3		9,57	0,007	0,001	0,001
c19-1		9,54	0,000	0,000	

c19-2		9,60	0,004	0,000	0,000
c19-3	Messfehler	9,61	-0,023	-0,002	
c20-1		9,29	0,007	0,001	
c20-2		9,32	0,000	0,000	
c20-3		9,40	0,001	0,000	0,000
c26-1		9,50	-0,005	-0,001	
c26-2		9,27	0,000	0,000	
c26-3		9,41	-0,019	-0,002	-0,001
c30-1		9,60	-0,010	-0,001	
c30-2		9,52	-0,006	-0,001	
c30-3		9,42	-0,004	0,000	-0,001
d50-1	abgebrochen	9,33			
d50-2		9,33			
d50-3		9,33			-

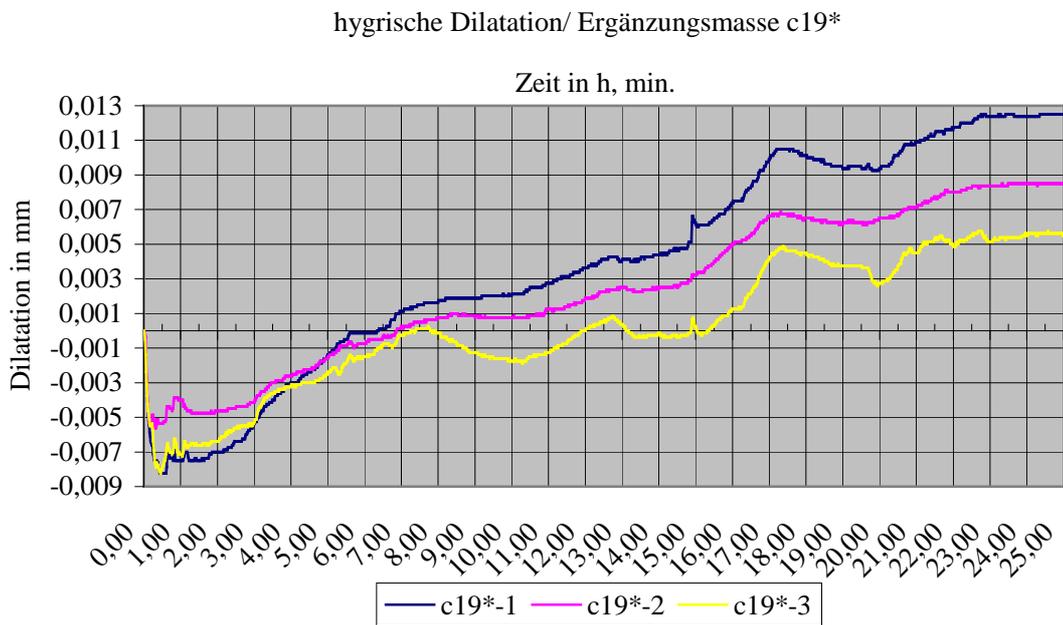
**Tabelle 2: Messergebnisse der Dilatation - Proben der Ergänzungsmassen**



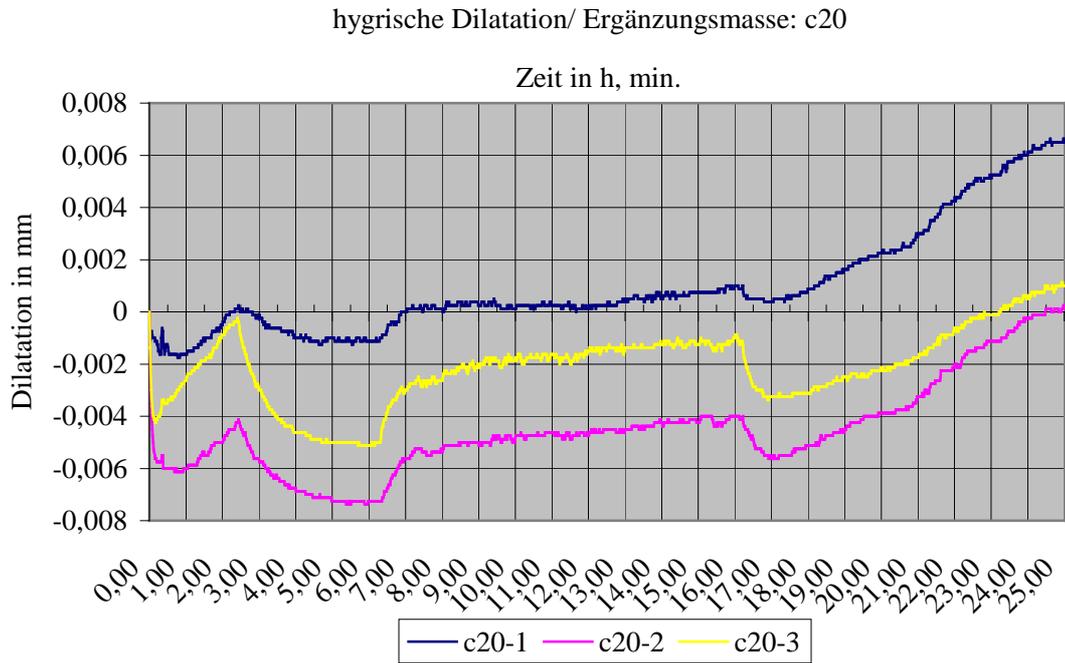
**Abb. 1: Verbiegung des Probekörpers der Masse b7 nach 1h in Wasserlagerung**



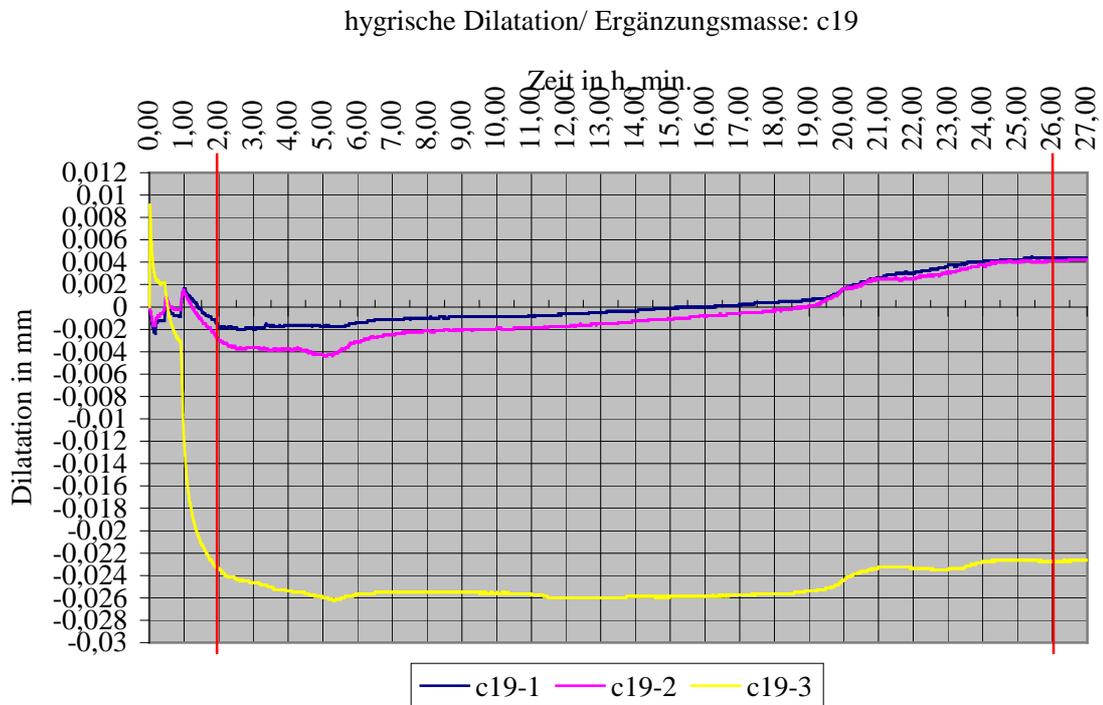
**Diagramm 4: hygische Dilatation**



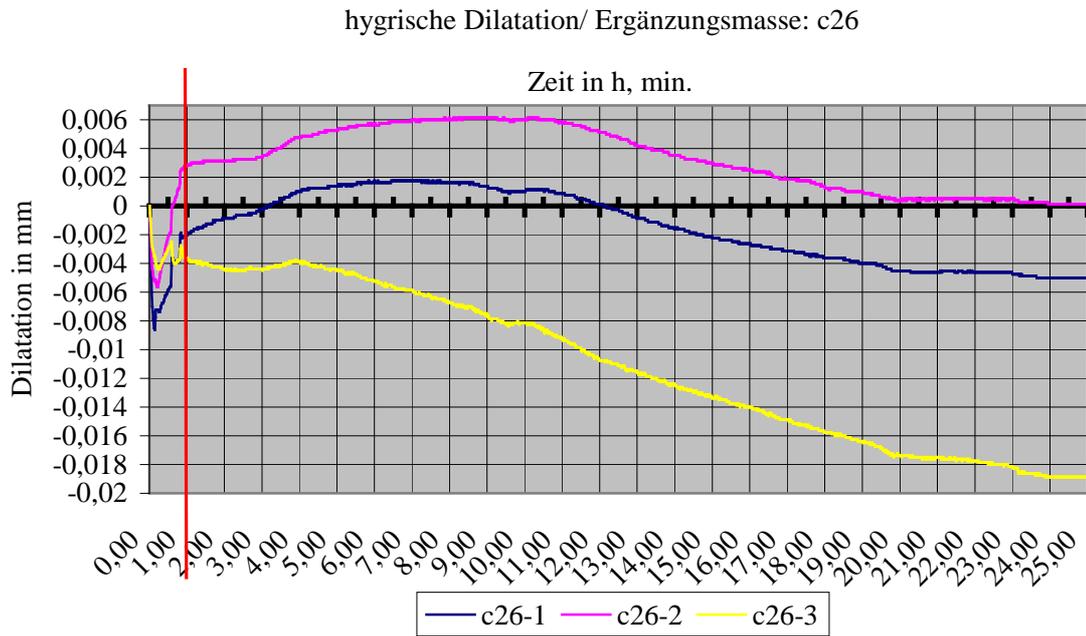
**Diagramm 5: hygische Dilatation Ergänzungsmasse c19\***



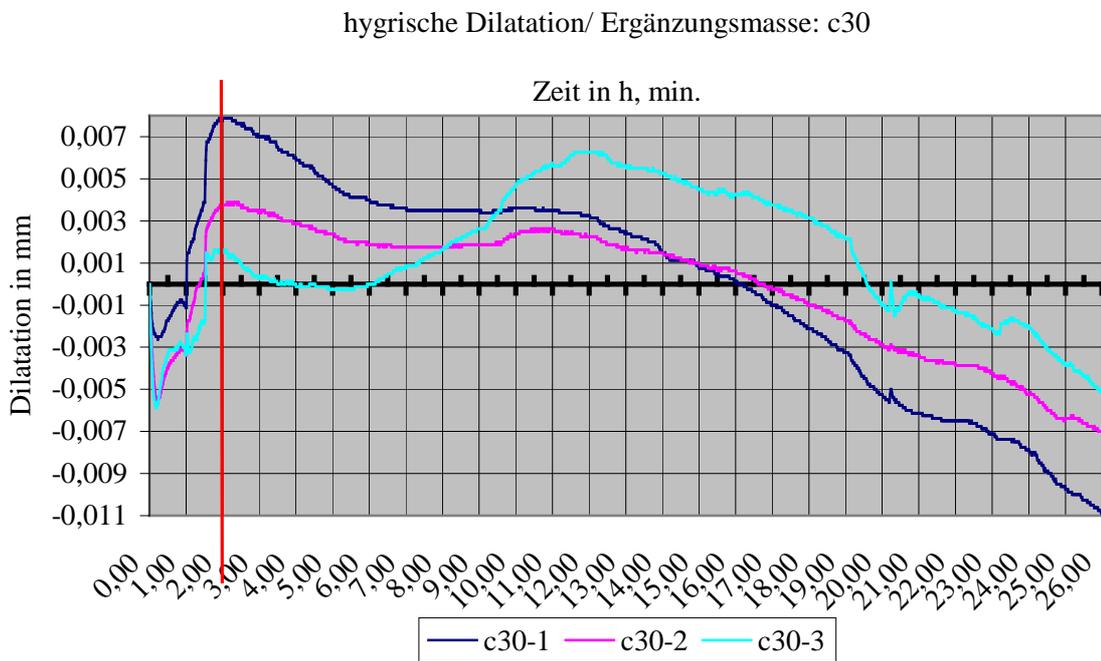
**Diagramm 6: hygri sche Dilatation Erganzungsmasse c20**



**Diagramm 7: hygri sche Dilatation Erganzungsmasse c19**



**Diagramm 8: hygri sche Dilatation Erganzungsmasse c26**



**Diagramm 9: hygri sche Dilatation Erganzungsmasse c30**

## Probenbezeichnungen / Dateinamen

Probenbezeichnung	Dateiname Dil N (30cN)	Dateiname Vertdil (3cN)
Probe W	D523	
Probe 5	D524	
Probe d50	D525	T816
Probe d47	D526	T815
Probe b7	D527	

### Prüfungsdurchführung

Zur Bestimmung des thermischen Längenausdehnungskoeffizienten diente ein elektronisches Schubstangen-Dilatometer (Abb.1). Die Kalibrierung erfolgte für diese Messaufgabe mit Hilfe einer Standardprobe aus Kieselglas.

Die Proben wurden unter Normalatmosphäre mit einer Heizrate von 1 K/min von Raumtemperatur auf ca 70°aufgeheizt. Ein Taststempel mit einer Druckfläche von ca. 28 cm<sup>2</sup> belastet die Probe mit einer Kraft von ca. 30 cN.

Während der gesamten Messung wird die Längenänderung der Probe  $dL = L_o - L(T)$  als Funktion der Temperatur  $T$  erfasst. Als Messergebnis wird die relative Längenänderung  $dL/L_o$  ausgegeben, wobei  $L_o$  die Anfangslänge der Probe bei Raumtemperatur ist.

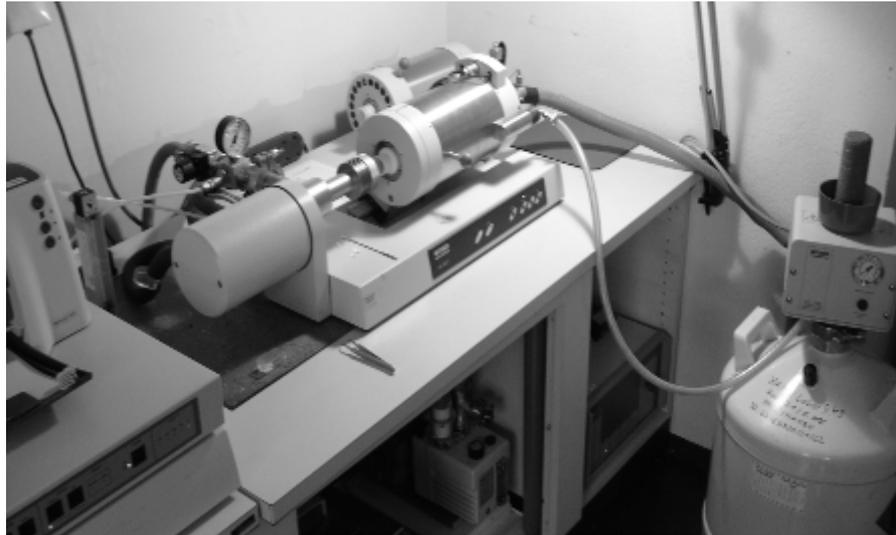
Diese Daten dienen der Berechnung des mittleren (technischen) Ausdehnungskoeffizienten AK für einen ausgewählten Temperaturbereich  $T_1$  bis  $T_2$  nach **Glg.(1)**.

$$AK(T_1, T_2) = \frac{1}{L_o} \left( \frac{L(T_2) - L(T_1)}{T_2 - T_1} \right) \quad \text{(Glg.1)}$$

Der physikalische Ausdehnungskoeffizient nach **Glg.(2)** entspricht der Steigung der relativen Längenänderungskurve  $dL/L_o$  bei der jeweiligen Temperatur.

$$\alpha(T) = \frac{1}{L_o} \left( \frac{dL(T)}{dT} \right) \quad \text{(Glg.2)}$$

Die relative Längenänderungen  $dL/L_o$  aller Messungen werden in den Grafiken Abbildungen als durchgehende Linie und der physikalische Ausdehnungskoeffizient  $\alpha(T)$  als gestrichelte Linie dargestellt.



**Abbildung 1:** *Verwendetes Präzisionsdilatometer*

**Wichtige Anmerkung:**

Bei den Messungen der Proben d50 und d47 wurde ein Vertikal-lastdefiniertes Dilatometer verwendet, welches eine reduzierte Anpresskraft von ca 3cN aufweist, da die Proben bereits unter Raumtemperatur zur Verformung neigen, wenn der Fühlstempel des Dilatometers die Probe belastet.

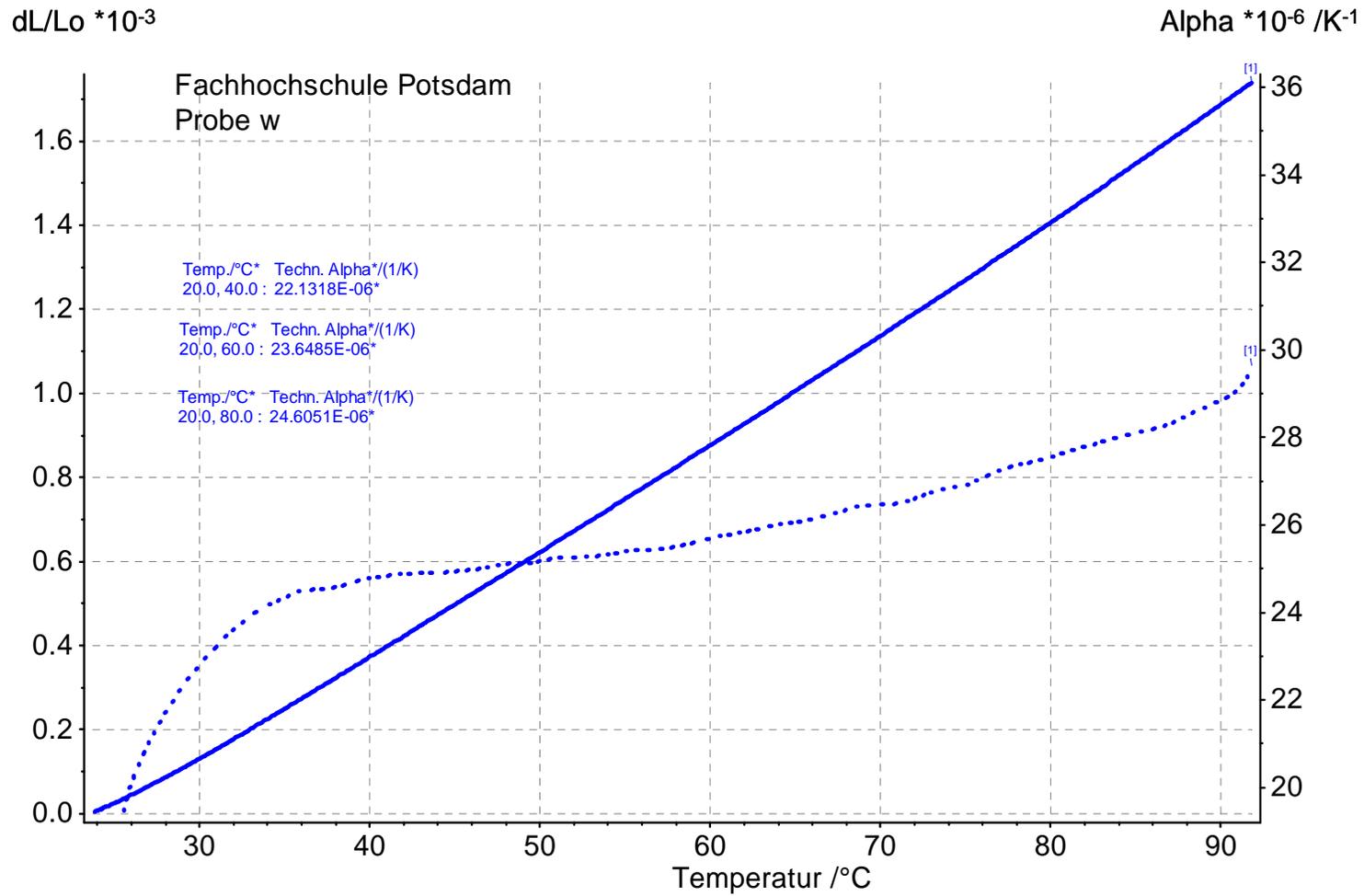
Die Bestimmung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten erfolgt nach BAM Standardarbeitsabweisung QMH - V.43 - PV11 und QMH-V.43-PM07 in Anlehnung an folgende Normen:

DIN 51045 Bestimmung der Längenänderung fester Körper unter Wärmeeinwirkung,  
DIN ISO 7991 Glas, Bestimmung des mittleren thermischen Längenausdehnungskoeffizienten,  
DIN 51909 Prüfung von Kohlenstoffmaterialien, Bestimmung des mittleren therm. Längenausdehnungskoeffizienten,  
DIN 53752 Prüfung von Kunststoffen; Bestimmung des thermischen Längenausdehnungskoeffizienten,  
DIN EN-821-1 Hochleistungskeramik-Monolithische Keramik-Thermophysikalische Eigenschaften , Teil 1: Bestimmung der thermischen Längenänderung,  
ASTM E 228-85 Standard Test Method for Linear Thermal Expansion of Solid Materials with a Vitreous Silica Dilatometer

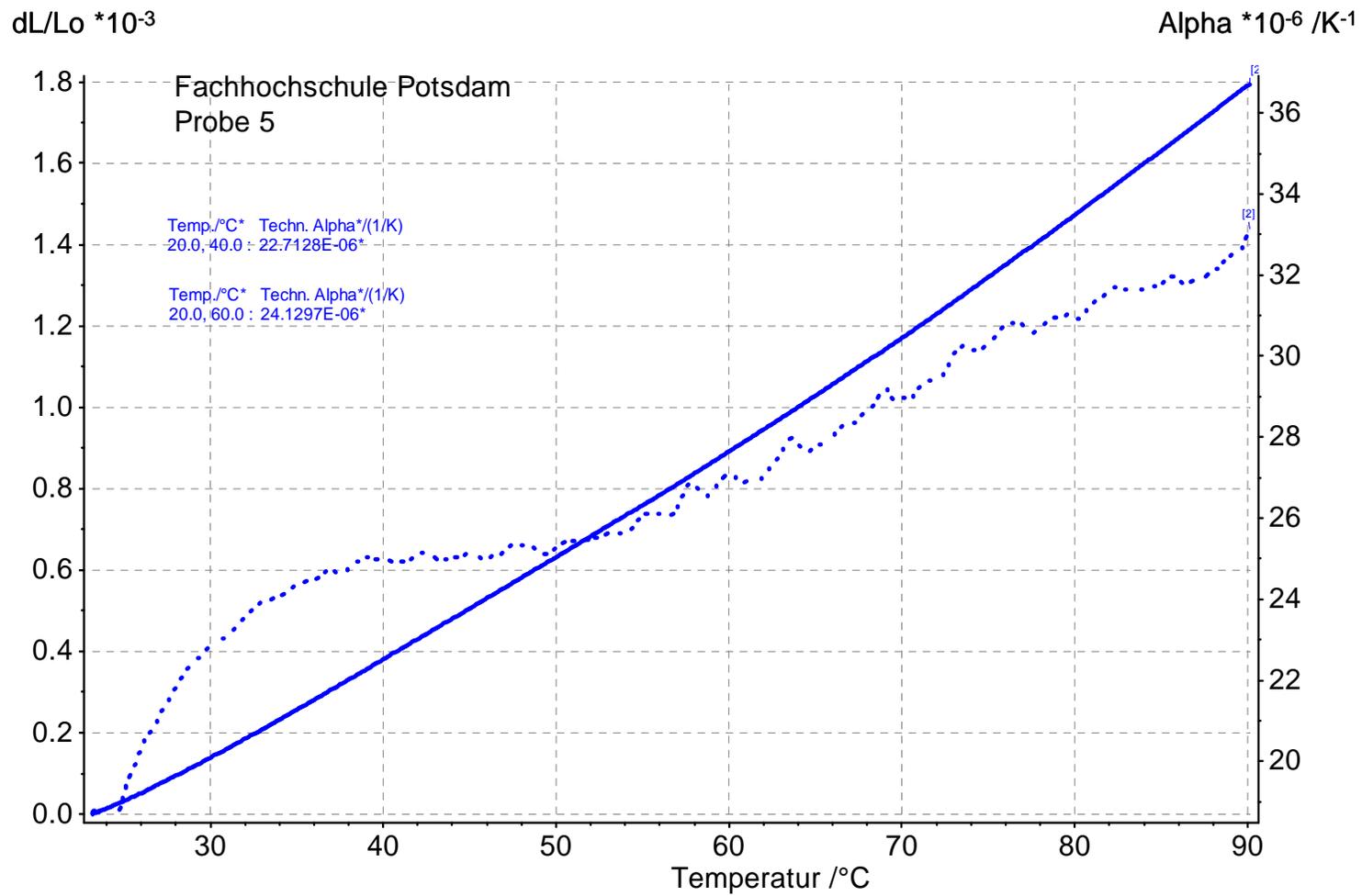
Für Messungen von Dimensionsänderungen an Feststoffen, Schmelzen, Pulvern und Pasten bei programmierter Temperaturänderung und bei vernachlässigbarer Probenbelastung werden bei der BAM kommerzielle Präzisions-Dilatometer verwendet, die den einschlägigen Geräte- und Anwendungs-Normen für Dilatometrie entsprechen<sup>/1</sup>. Diese werden im Sinne des ISO/BIPM-Leitfadens (Guide to the Uncertainty in Measurement), der im Qualitätsmanagementsystem der BAM eine wesentliche Grundlage darstellt, verwendet.

Die Kalibrierung und Fehlerabschätzung erfolgten nach BAM StAA QMH-V.43-PM07 unter Verwendung einer Platinnormalprobe. Die Standardabweichung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten beträgt bei diesem Messverfahren bei 10 Prüfungen typischerweise  $0,05 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , der Größtfehler wird mit  $\pm 0,25 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  angegeben.

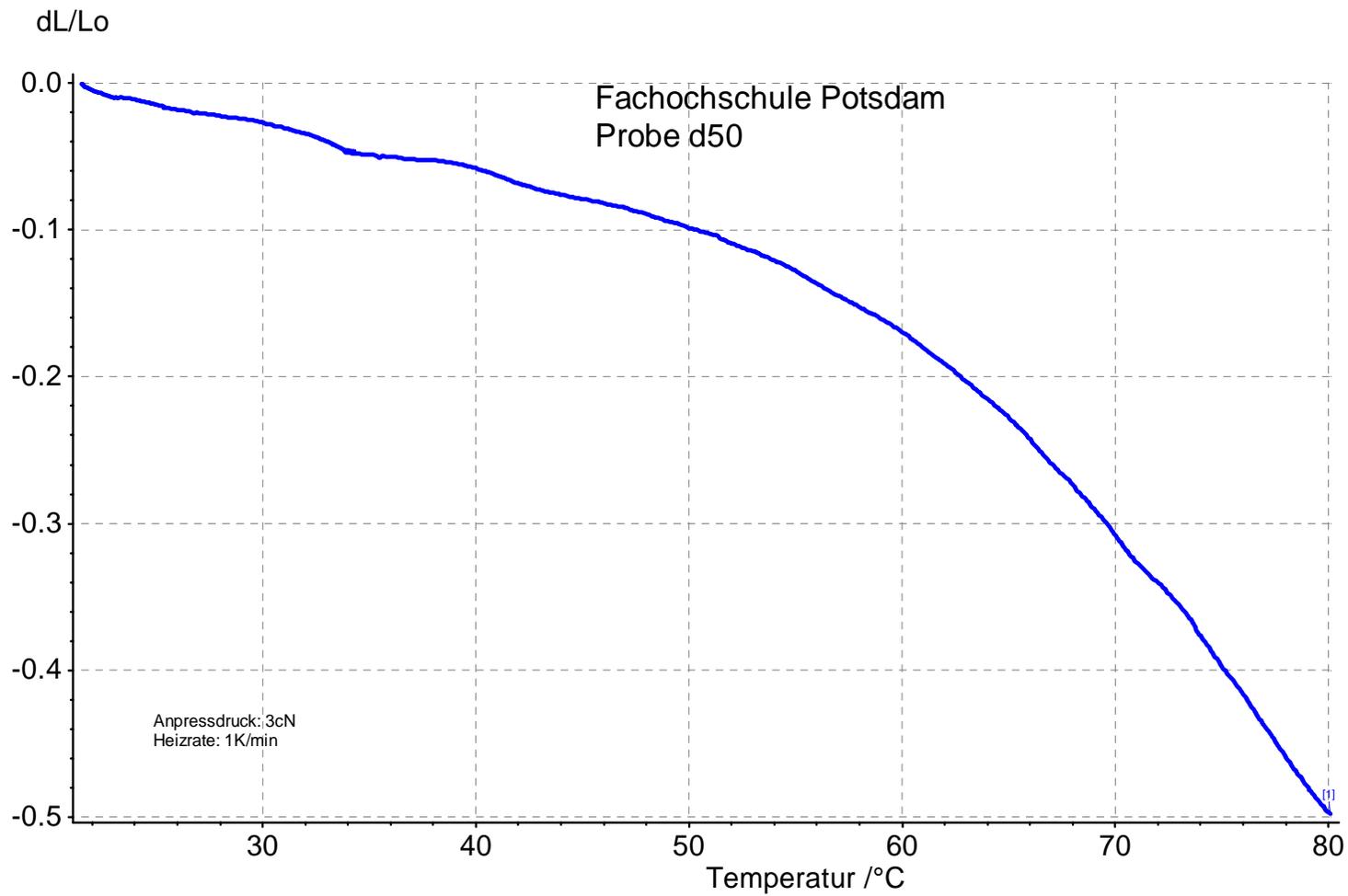
<sup>/1</sup> <http://www.netzsch-thermal-analysis.com/de/produkte/dilatometer/>



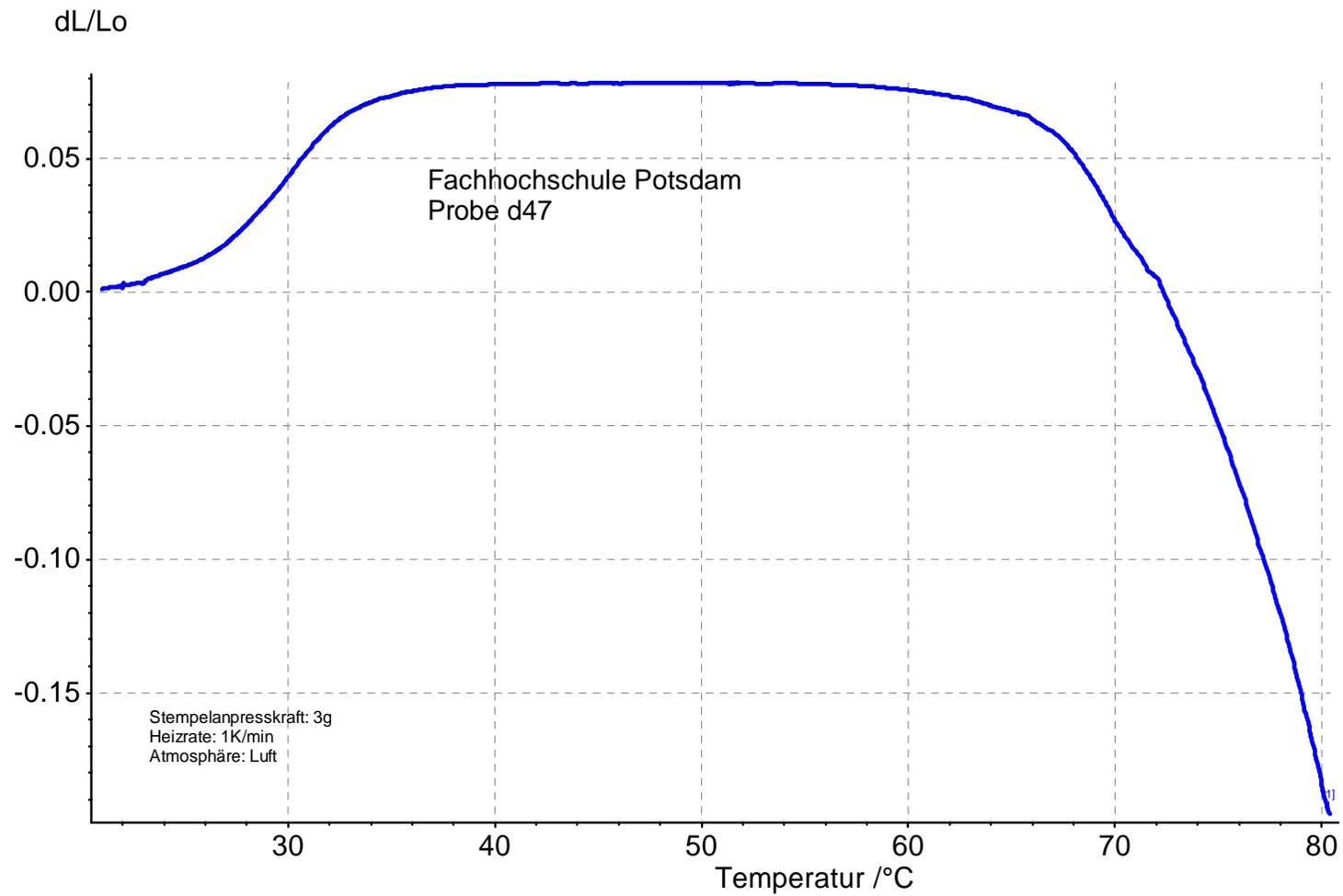
**Abbildung 2** Grafische Darstellung der Längenänderung der Probe 1 als Funktion der Temperatur T.  
gestrichelte Linie: Darstellung des physikalischen Ausdehnungskoeffizienten



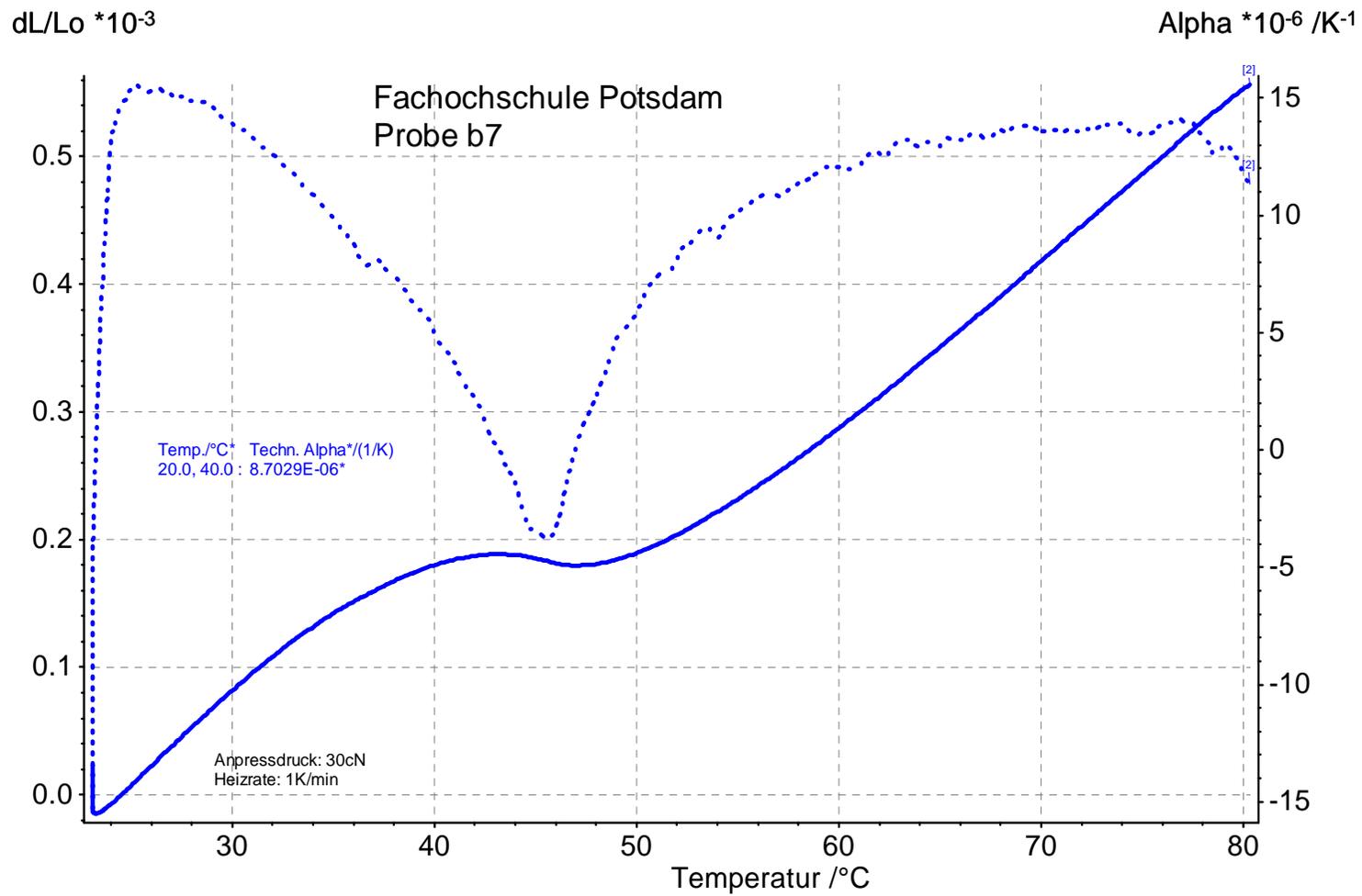
**Abbildung 3** Grafische Darstellung der Längenänderung der Probe 5 als Funktion der Temperatur  $T$ .  
gestrichelte Linie: Darstellung des physikalischen Ausdehnungskoeffizienten



**Abbildung 4** Grafische Darstellung der Längenänderung der **Probe d50** als Funktion der Zeit /Temperatur.  
blau: Schwindung unter dem Einfluss der Last des Fühlstempels (3cN)



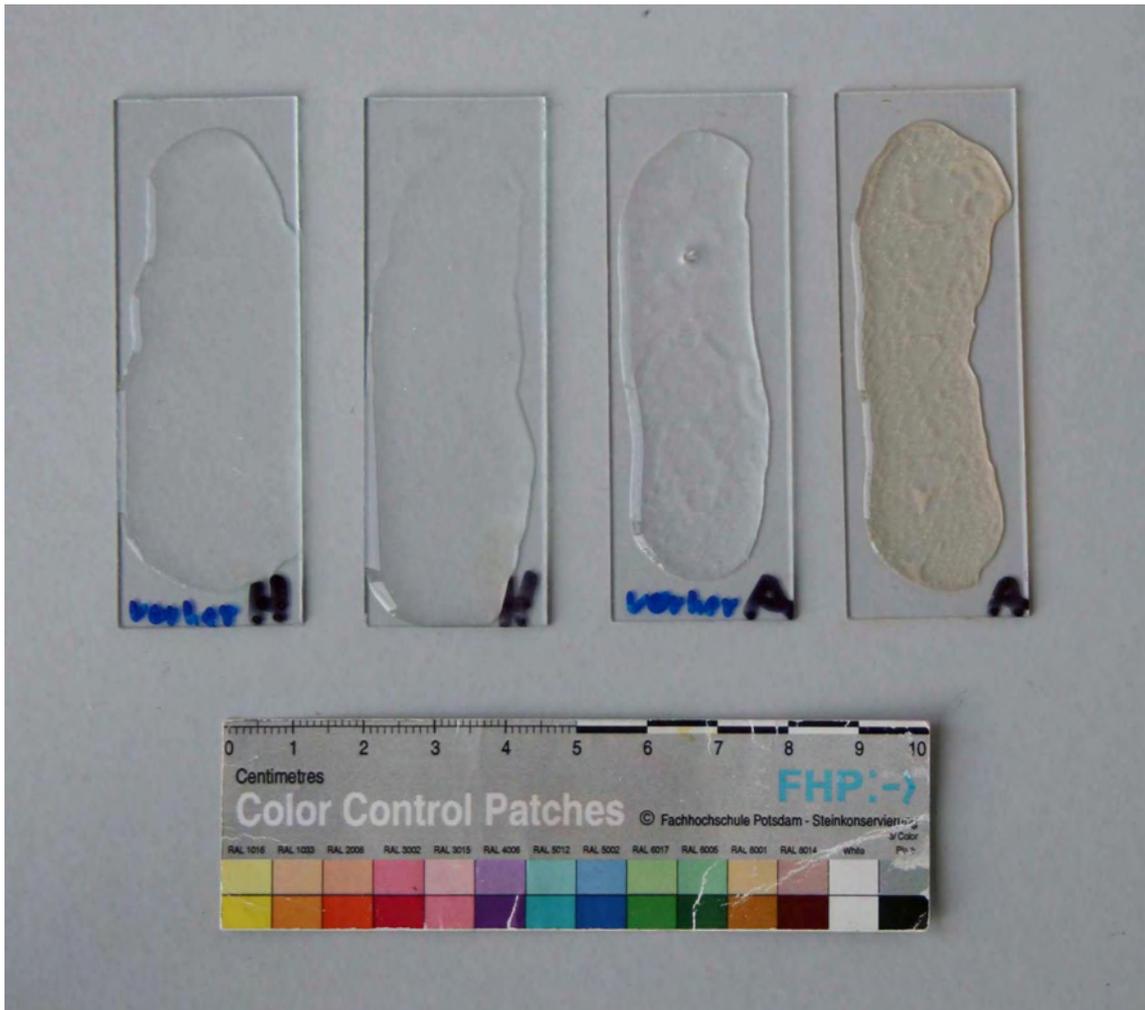
**Abbildung 5** Grafische Darstellung der Längenänderung der **Probe d47** als Funktion der Zeit /Temperatur.  
blau: Schwindung unter dem Einfluss der Last des Fühlstempels (3cN)



**Abbildung 6** Grafische Darstellung der Längenänderung der Probe 5 als Funktion der Temperatur  $T$ .  
gestrichelte Linie: Darstellung des physikalischen Ausdehnungskoeffizienten

#### 4.6. Farbstabilität

Um auszuschließen, dass ein mögliches Vergilben der Harzmassen an den Zuschlägen liegt, wurden zudem reine Harzaufstriche mit UV – Licht bestrahlt. Dabei konnte festgestellt werden, dass das Hxtal NYL-1 nicht vergilbte, das Araldit AJ103 HY956 vergilbtet.



**Abb.: 1 Vergleich der Harzaufstriche; von links nach rechts: Hxtal NYL-1 vor der Bestrahlung, nach der Bestrahlung; Araldit vor der Bestrahlung, nach der Bestrahlung**

## Wasserdampfdiffusionswiderstand

Teilweise kann der geringe Masseverlust nicht gemessen werden. Ein Duffusionsstrom gegen Null ist aber nicht möglich daher wird ein scheinbarer masseverlust von 0,0001g angenommen.

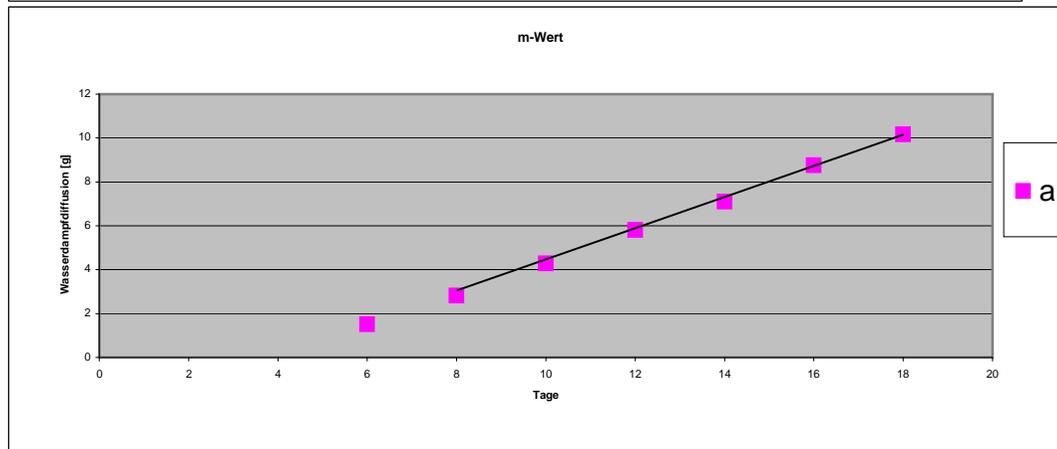
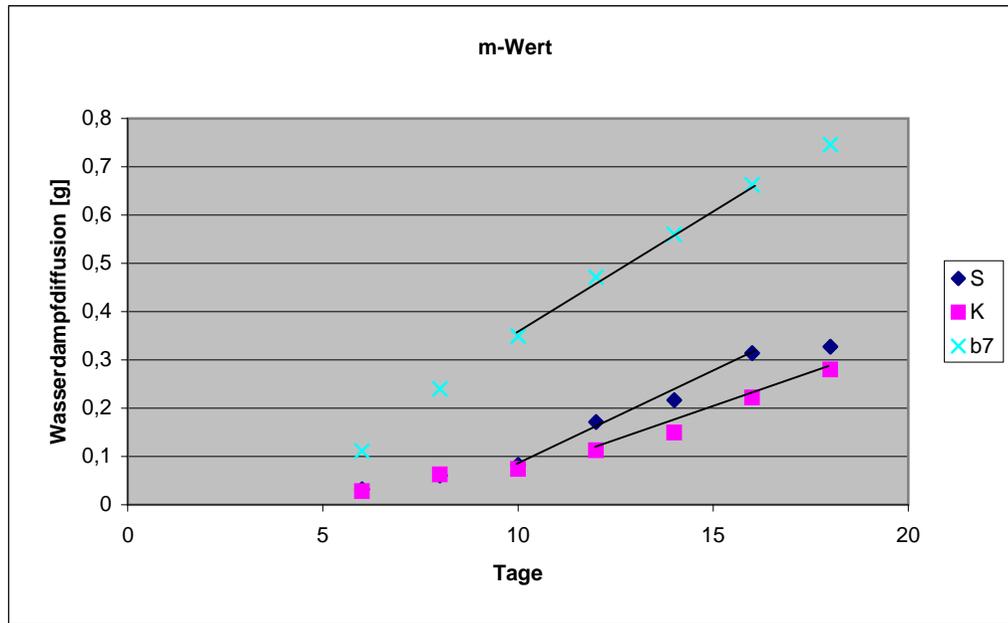
Zudem zeigen einige Massen keine lineare Wasserdampfdiffusion, dies ist aber zur Berechnung des Wasserdampfdiffusionswiderstandes nötig. Daher wird ein Mittelwerte aus mehreren Messwerten, die im Diagramm mit einer Linie verbunden sind, berechnet.

## gemessene Wasserabnahme in g

Probe	Datum											
	18.1	20.01	22.1	24.1	26.1	28.1	30.1	1.2	8.2	9.2	10.2	40220,00
M 1	184,259	184,1	184	183,98	183,951	184	183,92					
M 2	183,699	183,7	183,6	183,56	183,445	183	183,37					
M 3	171,753	171,7	171,7	171,65	171,638	172	171,61					
M 4	162,745	162,7	162,6	162,56	162,535	163	162,51					
M 5	188,532	188,5	188,4	188,35	188,281	188	188,22					
S 1	172,638	172,6	172,6	172,61	172,582	173	172,49	172,48				
S 2	180,18	180,2	180,1	180,13	179,999	180	179,92	179,91				
S 3	174,291	174,3	174,2	174,24	174,145	174	173,83	173,78				
S 4	181,591	181,5	181,5	181,47	181,42	181	181,39	181,37				
S 5	175,623	175,6	175,5	175,47	175,319	175	175,12	175,08				
K 1	181,864	181,8	181,8	181,78	181,759	182	181,61	181,56				
K 2	181,519	181,5	181,5	181,43	181,355	181	181,23	181,13				
K 3	187,172	187,1	187,1	187,11	187,077	187	186,98	186,92				
K 4	188,706	188,7	188,6	188,63	188,591	189	188,49	188,45				
K 5	172,528	172,5	172,5	172,47	172,443	172	172,38	172,32				
a- 1	177,005	175,6	174,31	172,897	171,387	170	168,441	167,03				

Anhang 4-7 - Wasserdampfdiffusionswiderstand

a- 2	163,891	162,4	161,01	159,437	157,849	157	154,907	153,52				
a- 3	163,354	161,8	160,49	159,066	157,578	156	154,61	153,22				
b7-1	172,677	172,6	172,42	172,314	172,209	172	172,041	171,96				
b7- 2	172,126	172	171,89	171,781	171,644	172	171,447	171,36				
b7- 3	177,871	177,8	177,64	177,531	177,408	177	177,198	177,11				
b11-1								179,61	175,8	175,271	174,16	173,51
b11-2								171,17	167	166,524	165,59	164,90
b11-3								180,43	177	176,482	175,75	175,12
c19-1	166,459	166,5	166,46	166,456	166,456	166	166,466					
c19-2	177,606	177,6	177,6	177,602	177,599	178	177,602					
c19-3	168,959	169	168,96	168,953	168,951	169	168,953					
c19*-1	157,12	157,1	157,12	157,119	157,116	157	157,125					
c19*- 2	155,556	155,5	155,54	155,545	155,539	156	155,545					
c19*- 3	168,058	168	168,05	168,052	168,049	168	168,06					
c 20- 1	162,936	162,9	162,93	162,925	162,923	163	162,94					
c20- 2	162,092	162,1	162,08	162,079	162,07	162	162,088					
c20- 3	178,538	178,5	178,53	178,534	178,527	179	178,549					
c26- 1	171,66	171,7	171,65	171,648	171,641	172	171,655					
c26- 2	168,756	168,8	168,74	168,742	168,735	169	168,746					
c26- 3	168,845	168,8	168,84	168,836	168,83	169	168,846					
c30- 1	167,508	167,5	167,49	167,481	167,469	167	167,461					
c30-2	175,881	175,9	175,86	175,846	175,836	176	175,83					
c30- 3	178,6984	178,7	178,68	178,651	178,638	179	178,632					
d50- 1	165,798	165,8	165,8	165,795	165,787	166	165,792					
d50-2	173,639	173,6	173,63	173,631	173,62	174	173,625					
d50-3	185,566	185,6	185,56	185,559	185,55	186	185,555					



Variablen					Probekörper			Messwerte		Einzelmessungen			Mittelwerte		Mittelwerte
Pr.-Nr.	rF1 [%]	rF2 [%]	T [°C]	p [hPa]	r [m]	s [mm]	A [m <sup>2</sup> ]	Dm [g]	Dt [h]	d [kg/m h Pa]	WDD [g/m <sup>2</sup> d]	μ [-]	d [g/m h Pa]	WDD [g/m <sup>2</sup> d]	μ [-]
M 1	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,022725	5,02	0,0016	0,018	48,00	0,0000007	5,55	7,64	<b>0,0000007</b>	<b>6,16</b>	<b>7,20</b>
M 2	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,022725	4,97	0,0016	0,021	48,00	0,0000007	6,47	6,61			
M 3	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,022725	5,00	0,0016	0,015	48,00	0,0000007	4,62	<b>9,19</b>			
M 4	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,022725	5,00	0,0016	0,018	48,00	0,0000007	5,55	7,66			
M 5	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,022725	5,01	0,0016	0,028	48,00	0,0000007	8,63	<b>4,92</b>			
S 1	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,022725	4,99	0,0016	0,030	48,00	0,0000007	9,25	4,61	<b>0,0000007</b>	<b>19,54</b>	<b>3,01</b>
S 2	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,022725	5,00	0,0016	0,056	48,00	0,0000007	17,26	2,46			
S 3	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,022725	5,00	0,0016	0,105	48,00	0,0000007	32,44	<b>1,31</b>			
S 4	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,022725	5,00	0,0016	0,026	48,00	0,0000007	8,01	<b>5,30</b>			
S 5	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,022725	5,00	0,0016	0,100	48,00	0,0000007	30,74	1,38			
K 1	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,022725	5,00	0,0016	0,056	48,00	0,0000007	17,18	2,47	<b>0,0000007</b>	<b>15,89</b>	<b>2,82</b>
K 2	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,022725	5,00	0,0016	0,074	48,00	0,0000007	22,81	<b>1,86</b>			
K 3	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,022725	4,99	0,0016	0,047	48,00	0,0000007	14,56	2,92			
K 4	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,022725	5,00	0,0016	0,043	48,00	0,0000007	13,41	3,17			
K 5	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,022725	5,02	0,0016	0,037	48,00	0,0000007	11,48	<b>3,69</b>			
a- 1	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	4,7	0,00169	1,458	48,00	0,0000007	431,94	0,10	<b>0,0000007</b>	435,63	0,1069
a- 2	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	4,5	0,00169	1,498	48,00	0,0000007	443,97	0,11			
a- 3	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	4,5	0,00169	1,454	48,00	0,0000007	430,99	0,11			
b7-1	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	4,80	0,00169	0,096	48,00	0,0000007	28,30	1,56	<b>0,0000007</b>	31,313	1,3849
b7- 2	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	5,00	0,00169	0,111	48,00	0,0000007	33,04	1,29			
b7- 3	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	5,00	0,00169	0,110	48,00	0,0000007	32,60	1,30			
b11-1	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	5,80	0,00169	0,768	24,00	0,0000007	455,17	0,08	<b>0,0000000</b>	413,35	0,0922
b11-2	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	5,25	0,00169	0,714	24,00	0,0000007	422,97	0,10			
b11-3	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	5,85	0,00169	0,611	24,00	0,0000007	361,92	0,10			
c19-1	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	5,00	0,00169	0,003	48,00	0,0000007	0,89	47,81	<b>0,0000007</b>	0,405	541,83
c19-2	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	5,00	0,00169	0,000	48,00	0,0000007	0,03	1434,27			

Anhang 4-7 - Wasserdampfdiffusionswiderstand

c19-3	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	5,00	0,00169	0,001	48,00	0,0000007	0,30	143,43			
c19*-1	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	5,00	0,00169	0,001	48,00	0,0000007	0,30	143,43	} 0,3951	119,5	
c19*- 2	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	5,00	0,0017	0,002	48,00	0,0000007	0,59	71,71			<b>0,0000007</b>
c19*- 3	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	5,00	0,0017	0,001	48,00	0,0000007	0,30	143,43			
c 20- 1	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	5,00	0,0017	0,002	48,00	0,0000007	0,59	71,71	} 0,3951	119,5	
c20- 2	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	5,00	0,0017	0,001	48,00	0,0000007	0,30	143,43			<b>0,0000007</b>
c20- 3	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	5,00	0,0017	0,001	48,00	0,0000007	0,30	143,43			
c26- 1	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	5,00	0,0017	0,003	48,00	0,0000007	0,89	47,81	} 1,0866	47,81	
c26- 2	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	5,00	0,0017	0,006	48,00	0,0000007	1,78	23,90			<b>0,0000007</b>
c26- 3	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	5,00	0,0017	0,002	48,00	0,0000007	0,59	71,71			
c30- 1	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	5,00	0,0017	0,008	48,00	0,0000007	2,37	17,93	} 2,3707	19,88	
c30-2	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	5,00	0,0017	0,005	48,00	0,0000007	1,48	28,69			<b>0,0000007</b>
c30- 3	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	5,00	0,0017	0,011	48,00	0,0000007	3,26	13,04			
d50- 1	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	6,80	0,0017	0,001	48,00	0,0000007	0,30	105,46	} 0,2074	444,1	
d50-2	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	6,50	0,0017	0,000	48,00	0,0000007	0,03	1103,28			<b>0,0000007</b>
d50-3	95,00	50,00	23,00	1016,00	0,023175	5,80	0,0017	0,001	48,00	0,0000007	0,30	123,64			