

# Polymer Institut

Forschungsinstitut für polymere Baustoffe  
Dr. R. Stenner GmbH

Quellenstraße 3    65439 Flörsheim-Wicker    Telefon 0 6145 - 5 97 10    Telefax 0 6145 - 5 97 19

Durch die DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren. DAP-P-01.004-00-94-01



Anerkannte P-Ü-Z-Stelle für Bauprodukte gemäß Hessischer Bauordnung § 28.1

## Prüfbericht

### P 2334

Prüfungsauftrag:

**Ergänzungsprüfung an dem mineralischen  
Betonersatz**

**M3 PAGEL-KONSTRUKTIONSMÖRTEL**

für die Beanspruchbarkeitsklasse M 3

der „Richtlinie für Schutz und Instandsetzung  
von Betonbauteilen des Deutschen Ausschuss für  
Stahlbeton“ (Ausgabe Oktober 2001)

Auftraggeber:

**PAGEL  
Spezial-Beton GmbH & Co KG  
Wolfsbankring 9  
45355 Essen**

Bearbeiter:

**J. Magner  
Dipl.-Ing. M. Feller**

Datum des Prüfberichtes:

**18.11.2002**

Dieser Prüfbericht umfasst:

**12 Seiten, einschließlich Anhang  
1 Anlage**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände.  
Die auszugsweise Veröffentlichung des Prüfberichtes und Hinweise auf Prüfungen zu Werbezwecken bedarf in jedem Einzelfalle  
unserer schriftlichen Einwilligung

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>VORGANG .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>PROBENEINGANG .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>PROBEKÖRPERHERSTELLUNG .....</b>	<b>4</b>
<b>3.1</b>	<b>Herstellung der Mischungen.....</b>	<b>4</b>
<b>3.2</b>	<b>Statischer Elastizitätsmodul .....</b>	<b>5</b>
<b>3.3</b>	<b>Verbundverhalten zum Bewehrungsstahl .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>PRÜFUNGEN .....</b>	<b>6</b>
<b>4.1</b>	<b>Kriechen .....</b>	<b>6</b>
<b>4.2</b>	<b>Statischer Elastizitätsmodul .....</b>	<b>6</b>
<b>4.3</b>	<b>Verbundverhalten zum Bewehrungsstahl .....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>9</b>
	<b>ANHANG 1 .....</b>	<b>10</b>

## 1 VORGANG

Das Polymer Institut wurde von der Firma PAGEL Spezial-Beton GmbH & Co. KG, Essen, beauftragt, an dem Betonersatz

### M3 PAGEL-KONSTRUKTIONSMÖRTEL

Ergänzungsprüfungen gemäß der Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Ausgabe 10/2001)“ des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton

#### Beanspruchbarkeitsklasse M 3

in Verbindung mit dem Stoff **MS02 PAGEL-KORROSIONSSCHUTZ + HAFTBRÜCKE** durchzuführen.

Für beide Stoffe liegen bereits Verwendbarkeitsnachweise (Grundprüfung) nach TL BE-PCC, Ausgabe 1998, der ZTV-SIB 90 - durchgeführt durch die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin (BAM) - für den Anwendungsfall PCC II (M 2 / PCC II Mörtel nach o. a. Richtlinie) vor:

für	aus Grundprüfungsbericht
MS02 PAGEL-KORROSIONSSCHUTZ + HAFTBRÜCKE	VII.1/25202/1 vom 11.09.1998
M3 PAGEL-KONSTRUKTIONSMÖRTEL	VII.1/25203/2 vom 30.11.1998

Die o. a. Stoffe unterliegen gemäß Fremdüberwachungsvertrag 06/00 vom 13.01.2000 der Güteüberwachung durch das Polymer Institut.

#### Umfang der Ergänzungsprüfung

Folgende Prüfungen sind gemäß Tabelle 4.3 der o. a. Richtlinie Teil 2 zusätzlich zu den Prüfungen nach Tabelle 3 der TL BE-PCC erforderlich:

- Kriechen
- Statischer Elastizitätsmodell
- Verbundverhalten zum Bewehrungsstahl

Im Anhang 1 sind die Ergebnisse der Grundprüfung nach TL BE-PCC und dieser Ergänzungsprüfung der o. a. Richtlinie gegenübergestellt.

## 2 PROBENEINGANG

Am 22.10.1999 wurde das Probenmaterial bei der Fremdüberwachung durch einen Mitarbeiter des Polymer Institutes im Werk I (Dorsten) entnommen.

Tabelle 1: Probeneingang

Pos.	Produkt	Charge	Gebindeart	Menge
1	MS02 PAGEL-KORROSIONSSCHUTZ + HAFTBRÜCKE	25934	Papiersack	1 x 25 kg
2	M3 PAGEL-KONSTRUKTIONSMÖRTEL	1011410 9 CH009	Papiersack	12 x 25 kg

Die Identität der eingereichten Stoffe mit den Stoffen der Grundprüfung wurde erbracht.

## 3 PROBEKÖRPERHERSTELLUNG

Die Herstellung der Probekörper wurde im Normalklima DIN 50 014 -23/50 - 2 durchgeführt.

### 3.1 Herstellung der Mischungen

Von dem Stoff **MS02 PAGEL-KORROSIONSSCHUTZ + HAFTBRÜCKE** wurde je Mischung 1,0 kg mit einem Labormischer nach DIN EN 196-1, Typ Toni Technik, angemischt. Der Stoff **M3 PAGEL-KONSTRUKTIONSMÖRTEL** wurde mit einem Zwangsmischer, Typ Beba B6, gebindeweise angemischt.

Tabelle 3: Mischungsverhältnisse

Stoff	Pulver : Wasser
MS02 PAGEL	
KORROSIONSSCHUTZ	1 : 0,16
+ HAFTBRÜCKE	1 : 0,18
M3 PAGEL-KONSTRUKTIONSMÖRTEL	1 : 0,12

Zur Herstellung der Frischmörtel wurden  $\frac{3}{4}$  der Wassermenge vorgelegt, danach die homogenisierte Pulverkomponente bei laufendem Mischer zugegeben und 3 Minuten bei langsamer Rührgeschwindigkeit (Stufe I) gemischt. Nach Zugabe der Restwassermenge wurde weitere 2 Minuten gemischt. Anschließend wurden die Stoffe direkt verarbeitet.

### 3.2 Statischer Elastizitätsmodul

Von dem Stoff **M3 PAGEL-KONSTRUKTIONSMÖRTEL** wurden 3 Zylinder mit einem Durchmesser  $\varnothing = 50$  mm und einer Höhe  $h = 150$  mm hergestellt. Die Probekörper lagerten bis zur Prüfung im Alter von 28 Tagen im Normalklima DIN 50 014 - 23/50 - 2.

### 3.3 Verbundverhalten zum Bewehrungsstahl

Für die Prüfung des „Verbundverhalten zum Bewehrungsstahl“ wurden Betonstabstähle BSt 500 S-16 gemäß DIN 488-1 verwendet. Jeweils 3 Stabstähle mit einer Länge von 560 mm wurden in Würfeln mit einer Kantenlänge von 160 mm einbetoniert. Für die Prüfung wurden folgende Probekörper hergestellt:

- a: unbeschichteter Stabstahl in einem Beton C 20/25 (Referenzprobekörper)
- b: unbeschichteter Stabstahl in **M3 PAGEL-KONSTRUKTIONSMÖRTEL**
- c: mit **MS02 PAGEL-KORROSIONSSCHUTZ + HAFTBRÜCKE** beschichteter Stabstahl in **M3 PAGEL-KONSTRUKTIONSMÖRTEL**

Der Korrosionsschutzstoff **MS02 PAGEL-KORROSIONSSCHUTZ + HAFTBRÜCKE** wurde in zwei Schichten im Abstand von mindestens 4 Stunden appliziert. Nach 7 Tagen Lagerung im Normalklima wurden die beschichteten Stabstähle einbetoniert.

Die Auftragsmengen sind der Tabelle 4 zu entnehmen.

Tabelle 4: Auftragsmengen

Grundkörper		Auftragsmenge in [g]			
Typ	Nr.	1. Schicht	MW	2. Schicht	MW
Betonstabstahl $\varnothing 16$ mm	1	9,3	9,6	15,7	16,5
	2	9,5		17,3	
	3	10,1		16,6	

Nach dem Einbetonieren wurden die Probekörper im systemgebundenen Mörtel (b und c) 1 d feucht und anschließend bis zur Prüfung im Normalklima DIN 50 014 -23/50 - 2 gelagert.

Die Referenzprobekörper a) wurden 7 d feucht und anschließend bei Raumtemperatur gelagert.

Für den Referenzbeton wurde eine mittlere Druckfestigkeit von 37,2 N/mm<sup>2</sup> bestimmt.

#### 4 PRÜFUNGEN

Das Prüfprogramm wurde nach Prüfverfahren und -häufigkeit gemäß den Angaben der o. a. Richtlinie Teil 2 ausgeführt. Eine Zusammenstellung wird in der Tabelle 5 gegeben.

Tabelle 5: *Prüfungen an Verbundkörpern*

Nr.	Prüfung	nach RiLi-SIB Teil 4 Abschnitt Nr.
4.1	Kriechen	2.5.7
4.2	Statischer Elastizitätsmodul	2.5.11
4.3	Verbundverhalten zum Bewehrungsstahl	2.7.12

##### 4.1 Kriechen

Der Nachweis des Kriechverhaltens von **M3 PAGEL-KONSTRUKTIONSMÖRTEL** erfolgte gemäß Abschnitt 2.5.7 der o. a. Richtlinie, Teil 4 durch das Institut für Massivbau und Baustofftechnologie - Amtliche Materialprüfanstalt - der Universität Karlsruhe. Der Prüfungsbericht Nr. 012708 0596 vom 23.07.2002 ist der Anlage 1 zu entnehmen.

##### 4.2 Statischer Elastizitätsmodul

Der statische Elastizitätsmodul wurde nach DIN 1048-5 an 3 Zylindern ermittelt. Hierzu wurden die Probekörper zentrisch stehend in eine Prüfmaschine 600 kN der Firma Schenck eingebaut und bis zur unteren Prüfspannung  $\sigma_u \approx 0,5 \text{ N/mm}^2$  langsam belastet. Danach wurde bis zur oberen Prüfspannung  $\sigma_o \approx 16,7 \text{ N/mm}^2$  belastet. Dieser Zyklus wurde dreimal durchgeführt. Aus dem Wertepaar der Prüfspannungen  $\sigma_o - \sigma_u$  und den zugehörigen Stauchungen  $\varepsilon_o - \varepsilon_u$  des dritten Belastungszyklus wurde der Elastizitätsmodul berechnet.

Die Stauchungen wurden mit 2 Wegaufnehmern der Firma Hottinger, Typ DD 1, mit einer Auflösung von  $1 \mu\text{m}$  über eine Meßstrecke von 100 mm gemessen.

Tabelle 6: Ergebnisse der Bestimmung des statischen Elastizitätsmoduls

Stoff	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Elastizitäts-Modul * [N/mm <sup>2</sup> ]
M3 PAGEL-KONSTRUKTIONSMÖRTEL	2,15	26000
	2,15	25700
	2,14	25800
<b>Mittelwert</b>	<b>2,15</b>	<b>26000</b>

\* Die Angabe der Einzelwerte erfolgt auf 100 N/mm<sup>2</sup>, die des Mittelwertes auf 500 N/mm<sup>2</sup> gerundet.

### 4.3 Verbundverhalten zum Bewehrungsstahl

Die Prüfung wurde entsprechend Abschnitt 2.7.12 der Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Ausgabe 10/2001) Teil 4: „Prüfverfahren“ in Anlehnung an RILEM/CEB/FIP Recommendation RC6-1978 „Bond test reinforcing steel - 2. Pull out test“ durchgeführt.

An jeweils 3 Probekörper der Serien a, b, und c (siehe Abschnitt 3.3) wurden im Alter von 28 Tagen Pull-Out-Tests durchgeführt. Die Last wurde mit einer konstanten Belastungsgeschwindigkeit von 128 N/s solange gesteigert, bis die zwischen Beton und Bewehrungsstahl gemessene Verschiebung von 0,1 mm erreichte wurde. Anschließend wurde die Prüfeinrichtung entlastet und die Probekörper visuell begutachtet.

Die Ergebnisse der Versuche sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Tabelle 7: Verbundverhalten zum Bewehrungsstahl

Ergebnis	Prüfserie								
	a			b			c		
Probekörper	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Höchstlast in [kN]	20,7	22,4	22,0	21,2	31,1	24,6	48,0	47,6	49,2
Verbundspannung $\tau$ [kp/cm <sup>2</sup> ]	0,539			0,640			1,195		
Bezugsverbundspannung $\tau$ [kp/cm <sup>2</sup> ]	0,669			-			-		
80 % Bezugsverbundspannung $\tau$ [kp/cm <sup>2</sup> ]	0,535			-			-		

Aus den Versuchsergebnissen der Prüfserie a) wurde die Bezugsverbundspannung des Referenzbetons (Prüfserie a)

$$\tau(\beta_{ws,soll}) = \tau(\beta_{ws,ist}) \frac{\beta_{ws,soll}}{\beta_{ws,ist}}$$

mit

$\tau(\beta_{ws,ist})$	Verbundspannung
$b_{ws,soll}$	mittlere Druckfestigkeit des Referenzbetons
$b_{ws,ist}$	Seriendruckfestigkeit C20/25

zu  $\tau(\beta_{ws,soll}) = 0,669$  [kp/cm<sup>2</sup>] berechnet. Die Prüfung gilt als bestanden, wenn die in den Prüfserien b) und c) ermittelte Verbundspannung jeweils mindestens 80 % der Bezugsverbundspannung aus Prüfserie a) beträgt. Die Tabelle 7 zeigt für den Vergleich der jeweiligen Prüfserie, dass die mittlere Verbundspannung aller Proben aus dem Stoff **M3 PAGEL-KONSTRUKTIONSMÖRTEL** die Anforderung ( $\tau(\beta_{ws,ist}) > 80 \% \tau(\beta_{ws,soll})$ ) erfüllen.

## 5 ZUSAMMENFASSUNG

Das Polymer Institut führte im Auftrag der Firma PAGEL Spezial-Beton GmbH & Co KG, Essen, Ergänzungsprüfungen an dem nach TL BE-PCC grundgeprüften Betoner-satz

### M3 PAGEL-KONSTRUKTIONSMÖRTEL

gemäß der Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Ausgabe 10/2001)“ des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton

#### Beanspruchbarkeitsklasse M 3

in Verbindung mit dem Stoff **MS02 PAGEL-KORROSIONSSCHUTZ + HAFT-BRÜCKE** durch.

Im Anhang 1 sind die Ergebnisse der Grundprüfung und dieser Ergänzungsprüfung zusammengestellt.

Anlage 1 enthält den Prüfungsbericht Nr. 012708 0596 vom 23.07.2002 des Institutes für Massivbau und Baustofftechnologie - Amtliche Materialprüfanstalt - der Universi-tät Karlsruhe.

Flörsheim-Wicker, 18.11.2002

Der Institutsleiter

i.A.

  
J. Magner



Der Sachbearbeiter

  
Dipl.-Ing. M. Feller

**ANHANG 1**

**Zusammenstellung der Prüfergebnisse**  
**M3 PAGEL-KONSTRUKTIONSMÖRTEL**

VERZEICHNIS DER VERWENDETEN ABKÜRZUNGEN:

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
EW	Einzelwert
kEW	kleinster Einzelwert
MW	Mittelwert
s	Standardabweichung
[M.-%]	Masseprozent
$\beta_{BZ}$	Biegezugfestigkeit
$\beta_D$	Druckfestigkeit

Abschnitt in RiLi-SIB, Teil 4	Prüfgröße	Ergebnisse der Grundprüfung	
<b>Prüfungen an den Ausgangsstoffen</b>			
2.2.2	Kornzusammensetzung [M.-%]		
	Siebe: 0,063	32,3	
	0,125	34,2	
	0,25	39,9	
	0,50	51,6	
	1,0	75,7	
	2,0	98,1	
	4,0	100	
<b>Prüfungen am Frischmörtel</b>			
2.4.2	Konsistenz [cm]	13,3	
	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	2,167	
	Luftgehalt [%]	5,4	
2.4.3	Konsistenzänderung [cm]		
	bei 5 °C	18,5	
	0-Wert bei 23 °C	13,6 <sup>1)</sup>	
	bei 30 °C	12,2	
<b>Prüfungen am Festmörtel</b>			
2.5.3	Festigkeit nach Lag. A, [N/mm <sup>2</sup> ]	Biegezug-/Druckfestigkeit	
	2 d	5,3	26,3
	7 d	7,1	39,3
	28 d	9,1	53,0
	90 d	8,8	67,0
2.5.4	Festigkeit nach Lag. B, [N/mm <sup>2</sup> ]	Biegezug-/Druckfestigkeit	
	1 d	4,0	16,6
	2 d	5,6	27,8
	7 d	8,3	40,3
	28 d	11,1	45,8
	90 d	10,3	47,8
2.5.5	Quellen 28 d [‰]	0,12	
2.5.6	Schwinden 28 d [‰]	0,81	
2.5.7	Kriechen [‰]	Prüfungsbericht Nr. 012708 0596 vom 23.07.2002	
2.5.8	Gehalt an Halogenen [M.- %]	0,021	
2.5.9	Korrosionsfördernde Stoffe [µA/cm <sup>2</sup> ]	Keine Korrosion, nach 1 h: 0,4 nach 24 h: < 0,1	

<sup>1)</sup> Keine Hinweise auf nicht baustellengerechte Verarbeitbarkeit

Abschnitt in RiLi-SIB, Teil 4		Prüfgröße	Ergebnisse der Grundprüfung
<b>Prüfungen am Festmörtel</b>			
2.5.10		Trockenrohddichte [kg/dm <sup>3</sup> ] horizontal vertikal über Kopf	2,019 2,018 2,046
2.5.11		Statischer Elastizitätsmodul [kN/mm <sup>2</sup> ]	26,0
2.5.12		Dynamischer Elastizitätsmodul [kN/mm <sup>2</sup> ]	29,5
2.5.13		Karbonatisierungstiefe [mm]	4,5 / 6,8
2.5.14		Beständigkeit in Calciumhydroxid- lösung [N/mm <sup>2</sup> ]  nach 56 d  nach 90 d	Biegezug -/ Druckfestigkeit  $\beta_{BZ}$ : 9,8 $\beta_D$ : 62,6 $\beta_{BZ}$ : 7,3/7,3 (70/70 %) $\beta_D$ : 69,5/71,2
2.5.15		Kapillare Wasseraufnahme	0,14
<b>Prüfungen an Verbundkörpern</b>			
2.7.3	Haftzug- festigkeit nach	Lagerung A, 90 d	Risse $\leq$ 0,10 mm MW 2,9 kEw: 2,4
2.7.4		Lagerung B, 7 d	Risse $\leq$ 0,10 mm MW 2,8 kEw: 2,6
2.7.6		Frost-Tausalz-Beanspruchung	Risse $\leq$ 0,10 mm MW 2,3 kEw: 1,5
2.7.7		Temperaturwechsel- beanspruchung	Risse $\leq$ 0,10 mm MW 2,5 kEw: 2,3
2.7.8		Schwingbeanspruchung	Risse $\leq$ 0,10 mm MW 2,5 kEw: 2,1
2.7.9		Behindertes Schwinden	6 Risse, Rissbreite $\leq$ 0,05 mm keine Ablösungen von der Unterlage
2.7.11		Verhalten bei bewehrten Verbund- körpern	keine Korrosion der Bewehr- ung, guter Haftverbund, keine Abwitterung, Rissbreite $\leq$ 0,10 mm

***ANLAGE 1***  
**zum**  
**Prüfbericht P 2334**

# Prüfungsbericht

Auftraggeber: Polymer Institut  
Dr. R. Stenner GmbH  
Quellenstraße 3  
  
65439 Flörsheim

Betreff: Ergänzungsprüfung für einen M3-Mörtel nach RiLi-SIB  
Nachweis des Kriechverhaltens

Bericht Nr.:	02 27 08 0901	Datum:	12.11.2002
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. G. Böcker	Textseiten:	4
Durchwahl:	608-2266	Beilagen:	1 bis 3

ausgeliefert: 2fach: Polymer Institut Dr. R. Stenner GmbH, 65439 Flörsheim  
1fach: Institut für Massivbau und Baustofftechnologie

Postanschrift: Institut für Massivbau und Baustofftechnologie · Universität Karlsruhe Fernsprecher: (0721) 608-2277 (Massivbau)  
Postfach · 76128 Karlsruhe (0721) 608-3890 (Baustofftechnologie)

Lieferanschrift: Gotthard-Franz-Straße 2 · 76131 Karlsruhe

Telefax: (0721) 608-8400  
Telefax: (0721) 608-7796 (Sachbearbeiter)

## 1 Allgemeines

Mit Schreiben vom 23.02.2001, Az.: /fe beauftragte das Polymer Institut Dr. R. Stenner GmbH, Quellenstraße 3 in 65439 Flörsheim das Institut für Massivbau und Baustofftechnologie - Amtliche Materialprüfungsanstalt - der Universität Karlsruhe (TH) mit der Durchführung der Ergänzungsprüfung - Nachweis des Kriechverhaltens - für einen M3-Mörtel nach der DAfStb-Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen", Ausgabe Oktober 2001.

Gleichzeitig mit der Beauftragung wurde dem Institut eine Probe des zu prüfenden Mörtels übergeben. Es handelte sich um den PCC-Mörtel "M3 PAGEL KONSTRUKTIONSMÖRTEL" der Firma Pagel Spezial-Beton GmbH und Co. KG, Wolfsbankring 9 in 45355 Essen. Nach Angabe des Auftraggebers wurde die Charge der laufenden Fremdüberwachung entnommen.

## 2 Durchgeführte Untersuchungen

### 2.1 Frischmörtelprüfung

Entsprechend den Angaben des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses Nr. P-BAM VII.1/25203/6 der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung vom 20.03.2000 für das PCC-Betonersatzsystem "M3 PAGEL KONSTRUKTIONSMÖRTEL" wurden die Frischmörtelprüfungen mit einem Mischungsverhältnis von Werk trockenmörtel : Wasser von 25 : 3 durchgeführt.

Es ergaben sich dabei folgende Kennwerte:

- Konsistenz  $a_{15,t=0}$  : 168 mm  
 $a_{15,t=30}$  : 136 mm
- Frischmörtelrohddichte : 2,203 kg/dm<sup>3</sup>
- Luftgehalt des Frischmörtels : 5,8 Vol.-%

Nach der Frischmörtelprüfung wurden mit dem angemischtem PCC-Mörtel die für die weiteren Prüfungen erforderlichen Probekörper hergestellt.

### 2.2 Probekörperherstellung

Entsprechend Teil 4 der DAfStb-Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen", Ausgabe Oktober 2001, Abschnitt 2.5.7 wurden zur Bestimmung des Kriechverhaltens 6 Mörtelzylinder mit den Abmessungen  $h = 150$  mm und  $\varnothing = 50$  mm hergestellt und bis zum Beginn der Prüfungen im Alter von 28 Tagen entsprechend den Vorgaben der Richtlinie versiegelt und bei  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  gelagert. An je 3 Mörtelzylinder wurde die Kurzzeitfestigkeit in Anlehnung an DIN 1048-5 bestimmt. Mit den restlichen Mörtelproben wurden die Druckkriechversuche vorgenommen. Die Prüfungen wurden im Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik durchgeführt, da die institutseigenen Prüfstände durch Langzeitversuche für Forschungsvorhaben belegt waren.

### 2.3 Ermittlung der Kurzzeitdruckfestigkeit

Die Bestimmung der Kurzzeitdruckfestigkeit erfolgte im einaxialen Druckversuch entsprechend den Vorgaben der DIN 1048-5, Abschnitt 7.2.

Nachfolgend sind die ermittelten Kurzzeitdruckfestigkeiten tabellarisch zusammengestellt.

**Tabelle 2:** Ergebnisse der Prüfungen

Proben Nr.	Abmessungen [mm]		Druckfläche [mm <sup>2</sup> · 10 <sup>3</sup> ]	Druckfestigkeit	
	Höhe	Ø		[kN]	[N/mm <sup>2</sup> ]
2	150,4	50,7	2,019	99,85	49,46
4	149,8	50,3	1,987	87,40	43,98
6	148,1	50,8	2,027	98,38	48,54
im Mittel					47,33

Damit ergibt sich entsprechend den Vorgaben der Richtlinie eine aufzubringende Kriechspannung von

$$\sigma_{kr} = \frac{1}{3} \cdot 47,33 = 15,78 \text{ N/mm}^2$$

#### 2.4 Druckkriechversuche

Zur Durchführung der Druckkriechversuche wurden Kriechstände des Instituts für Bodenmechanik und Felsmechanik der Universität Karlsruhe (TH) verwendet, die eine momentenfreie Belastung der Probekörper sicherstellten. Die versiegelten Probekörper wurden während der gesamten Versuchsdauer einer Prüftemperatur von  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  ausgesetzt.

In den Zusammenstellungen der Anlagen 1 bis 3 sind die während der Versuchszeit von 217 Tagen gemessenen Längsdehnungen der Proben angegeben sowie die gemittelten Kriech- und Kriechratenkurven grafisch dargestellt.

#### 2.5 Abschätzung des Endkriechmaßes $\varepsilon_\infty$ und der Endkriechzahl $\varphi_\infty$

Entsprechend den Vorgaben der Richtlinie Teil 4, Abschnitt 2.5.7, Absätze 4 und 5 wurde aus den Kriechdehnungen nach Ross: Concrete creep data, The Structural Engineer, Vol 15 (1937), No. 8 das Endkriechmaß auf der Basis eines Zeitraums von 132 Tagen berechnet. Die Auswertung der Meßwerte mit Hilfe der aus dem Reziprokwert der Steigung der durch lineare Regression bestimmten Ausgleichsgeraden ergab für die drei geprüften Probekörper folgende Endkriechmaße.

**Tabelle 3:** Endkriechmaße und Endkriechzahlen

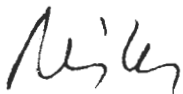
Proben Nr.	Endkriechmaß $\varepsilon_\infty$	Endkriechzahl $\varphi_\infty$
1	0,00948	1,053
3	0,00249	2,139
5	0,00660	1,201
im Mittel	0,00619	1,465

Die aus  $\varphi_\infty = \varepsilon_\infty / \varepsilon_{el}$  berechneten Endkriechzahlen mit den nach Erreichen der Kriechlast ermittelten elastischen Verformungen sind ebenfalls aus Tabelle 3 ersichtlich.

### 3 Zusammenfassung

Ergänzungsprüfungen nach den Richtlinien des DAfStb für "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen", Ausgabe Oktober 2001 für die Verwendung des "M3 PAGEL KONSTRUKTIONSMÖRTEL" als M3-Mörtel ergaben beim Nachweis des Kriechverhaltens ein mittleres Endkriechmaß von  $\varepsilon_{\infty} = 0,00619$  und eine gemittelte Endkriechzahl von  $\varphi_{\infty} = 1,465$  bei einer elastischen Verformung unmittelbar nach Erreichen der Kriechlast von  $\varepsilon_{el} = 0,00496$  (im Mittel).


Der Institutsleiter



Univ.-Prof. Dr.-Ing. H. S. Müller



Der Sachbearbeiter



Dipl.-Ing. G. Böcker

# Einaxialer Kriechversuch

File-Nummer der Probe:

Kriechversuchsstand Nr.: S13

Bezeichnung der Probe:	Nr. 1 M 3 PAGEL-Konstruktionsmörtel
Proben-Länge $L_0$ [mm]:	148,10
Proben-Durchmesser $D_0$ [mm]:	50,60
Proben-Querschnitt $A_0$ [mm <sup>2</sup> ]:	2010,9

Bearbeiter: R. Tremmel M. Schmidt

Bemerkung:  
Kriech1

Sekanten-Endpunkte aus der Kalibriertabelle:			
20 kN	Axialkraft entspricht	20,7 bar	Zylinderdruck
40 kN	Axialkraft entspricht	40,0 bar	Zylinderdruck

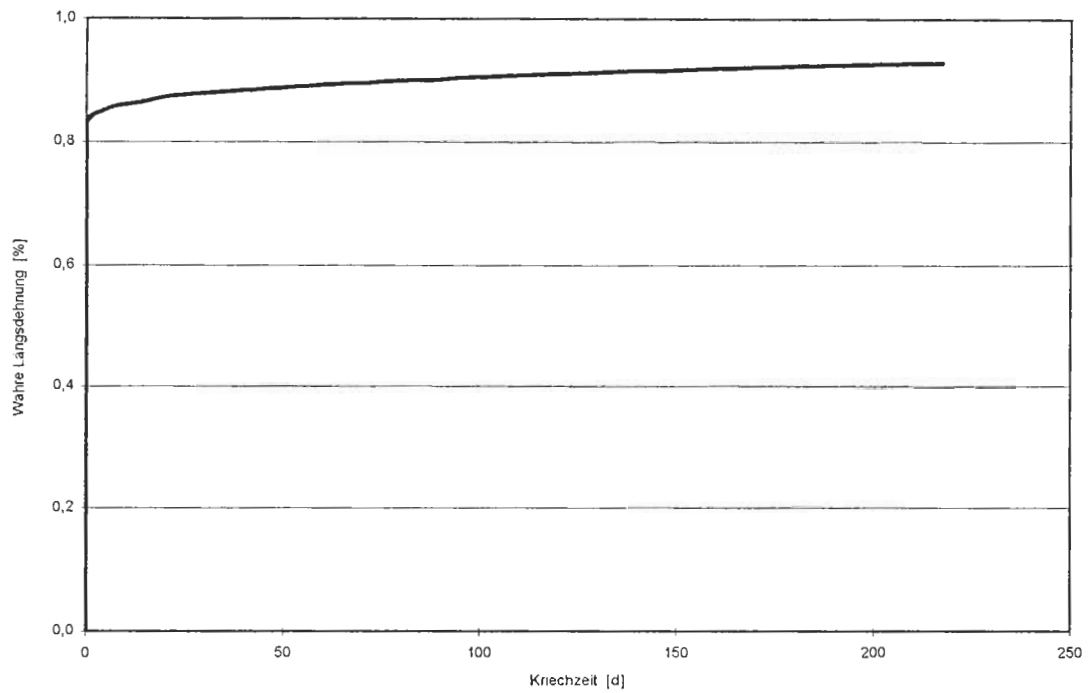
Stützstellen Kriechratenberechnung: 2

Messung Nummer	Zeitpunkt der Messung [TT.MM.JJJJ hh:mm]	Wegmessuhr links $S_1$ [mm]	Wegmessuhr rechts $S_2$ [mm]	Zylinderdruck $P_z$ [bar]	Raum-Temperatur $T$ [°C]	Relative Luftfeuchte $\varphi$ [%]	Kriechzeit $t$ [d]	Mittl. Längen-änderung $\Delta l$ [mm]	Techn. Längs-dehnung $\epsilon_{lt}$ [cm/m]	Wahre Längs-dehnung $\epsilon_{lw}$ [cm/m]	Kriechrate $\Delta \epsilon_{lw} / \Delta t$ [1/d]	Axialkraft $F$ [kN]	Axial-Spannung $\sigma_a$ [Mpa]
001	22.10.2001 08:45	0,509	0,847	0,0	20	52	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	#NV	0,00	0,00
002	22.10.2001 09:00	1,933	1,850	31,4	20	52	0,0104	1,2135	0,8194	0,8228	7,90E-01	31,09	15,33
003	22.10.2001 09:15	1,939	1,855	31,4	20	52	0,0208	1,2190	0,8231	0,8265	3,59E-03	31,09	15,33
004	22.10.2001 10:15	1,940	1,862	31,4	20	52	0,0625	1,2230	0,8258	0,8292	6,54E-04	31,09	15,33
005	22.10.2001 12:15	1,947	1,868	31,4	20	52	0,1458	1,2295	0,8302	0,8336	5,31E-04	31,09	15,33
006	23.10.2001 18:12	1,957	1,884	31,4	20	54	1,3937	1,2425	0,8390	0,8425	7,09E-05	31,09	15,33
007	26.10.2001 08:30	1,965	1,896	31,4	20	54	3,9896	1,2525	0,8457	0,8493	2,62E-05	31,09	15,33
008	29.10.2001 18:28	1,976	1,910	31,4	20	56	7,4049	1,2650	0,8542	0,8578	2,49E-05	31,09	15,33
009	05.11.2001 13:38	1,985	1,921	31,4	20	52	14,2035	1,2750	0,8609	0,8646	1,00E-05	31,09	15,33
010	12.11.2001 11:49	1,997	1,937	31,4	20	44	21,1278	1,2890	0,8704	0,8742	1,38E-05	31,09	15,33
011	19.11.2001 17:53	2,002	1,944	31,4	20	46	28,3606	1,2950	0,8744	0,8783	5,64E-06	31,09	15,32
012	26.11.2001 17:35	2,005	1,949	31,4	20	48	35,3681	1,2990	0,8771	0,8810	3,90E-06	31,09	15,32
013	03.12.2001 21:18	2,010	1,954	31,4	20	50	42,5229	1,3040	0,8805	0,8844	4,76E-06	31,09	15,32
014	10.12.2001 11:42	2,014	1,960	31,4	20	42	49,1229	1,3090	0,8839	0,8878	5,16E-06	31,09	15,32
015	17.12.2001 15:02	2,017	1,964	31,4	20	40	56,2618	1,3125	0,8862	0,8902	3,34E-06	31,09	15,32
016	24.12.2001 14:56	2,020	1,970	31,4	20	36	63,2576	1,3170	0,8893	0,8932	4,38E-06	31,09	15,32

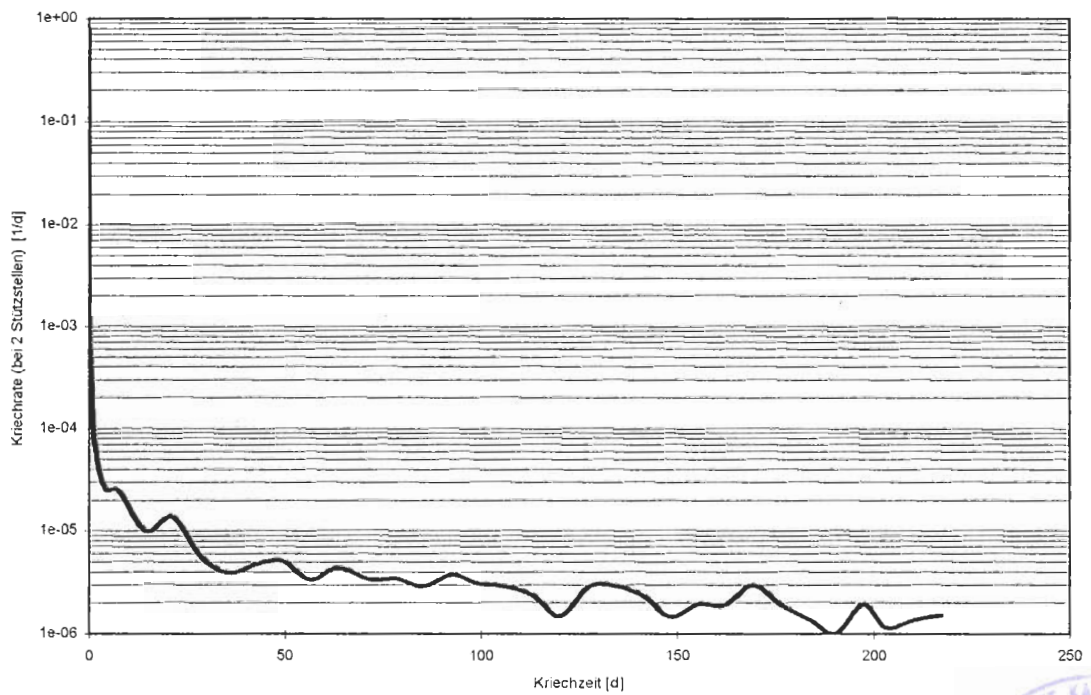




**KRIECKKURVE**  
Probe: Nr. 1 M 3 PAGEL-Konstruktionsmörtel



**KRIECHRATENKURVE**  
Probe: Nr. 1 M 3 PAGEL-Konstruktionsmörtel



# Einaxialer Kriechversuch

File-Nummer der Probe:

Kriechversuchsstand Nr.: S14

Bezeichnung der Probe:		Nr. 3 M 3 PÄGEL-Konstruktionsmörtel	
Proben-Länge $L_0$ [mm]:	149,40		
Proben-Durchmesser $D_0$ [mm]:	50,50		
Proben-Querschnitt $A_0$ [mm <sup>2</sup> ]:	2003,0		

Bearbeiter: R. Tremmel M. Schmidt

Bemerkung:  
Kriecht

Stützstellen Kriechratenberechnung: 2

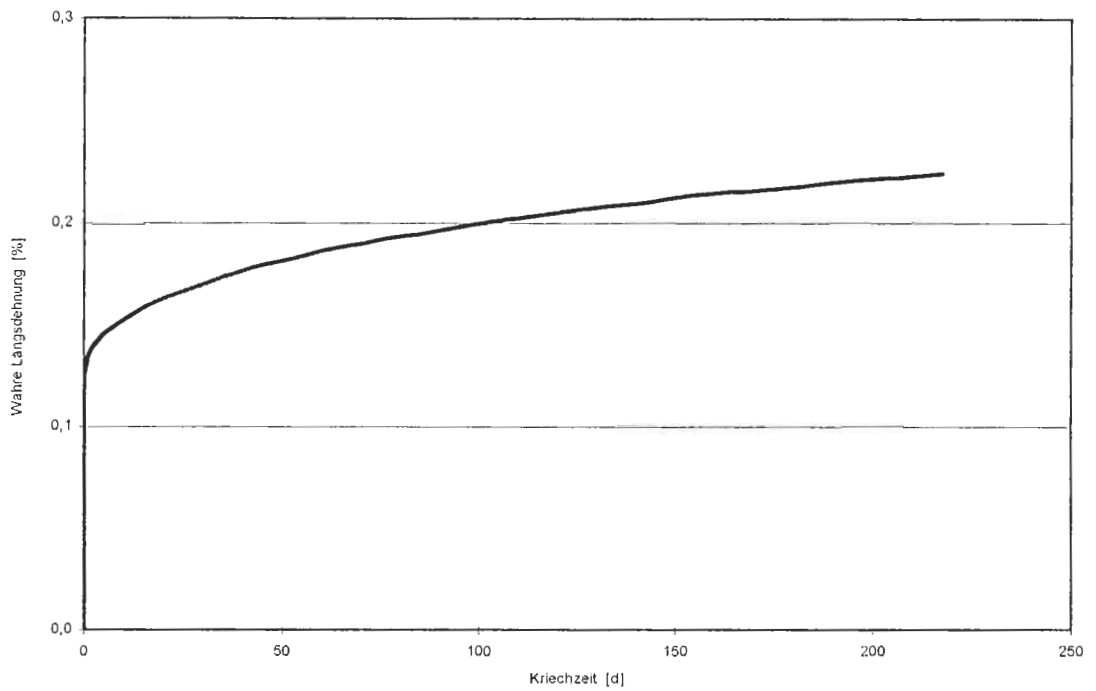
Sekanten-Endpunkte aus der Kalibrierstabelle:			
20 kN	Axialkraft entspricht	20,9 bar	Zylinderdruck
40 kN	Axialkraft entspricht	40,0 bar	Zylinderdruck

Messung Nummer	Zeitpunkt der Messung [TT.MM.JJJJ hh:mm]	Wegmessuhr		Zylinderdruck $P_z$ [bar]	Raum-Temperatur $T$ [°C]	Relative Luftfeuchte $\phi$ [%]	Kriechzeit $t$ [d]	Mittl. Längenänderung $\Delta l$ [mm]	Techn. Längsdehnung $\epsilon_{lt}$ [cm/cm]	Wahre Längsdehnung $\epsilon_{lw}$ [cm/cm]	Kriechrate $\Delta \epsilon_{lw} / \Delta t$ [1/d]	Axialkraft $F$ [kN]	Axial-Spannung $\sigma_a$ [Mpa]
		links $S_1$ [mm]	rechts $S_2$ [mm]										
001	22.10.2001 09:00	0,484	0,348	0,0	20	52	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	#NV	0,00	0,00
002	22.10.2001 09:15	0,646	0,533	31,4	20	52	0,0104	0,1735	0,1161	0,1162	1,12E-01	30,99	15,46
003	22.10.2001 09:30	0,652	0,538	31,4	20	52	0,0208	0,1790	0,1198	0,1199	3,54E-03	30,99	15,46
004	22.10.2001 10:30	0,658	0,542	31,4	20	52	0,0625	0,1840	0,1232	0,1232	8,04E-04	30,99	15,46
005	22.10.2001 12:30	0,661	0,549	31,4	20	52	0,1458	0,1890	0,1265	0,1266	4,02E-04	30,99	15,45
006	23.10.2001 18:13	0,676	0,562	31,4	20	54	1,3840	0,2030	0,1359	0,1360	7,58E-05	30,99	15,45
007	26.10.2001 08:30	0,688	0,572	31,4	20	54	3,9792	0,2140	0,1432	0,1433	2,84E-05	30,99	15,45
008	29.10.2001 18:30	0,696	0,581	31,4	20	56	7,3958	0,2225	0,1489	0,1490	1,67E-05	30,99	15,45
009	05.11.2001 13:40	0,710	0,593	31,4	20	52	14,1944	0,2355	0,1576	0,1578	1,28E-05	30,99	15,45
010	12.11.2001 11:50	0,720	0,602	31,4	20	44	21,1181	0,2450	0,1640	0,1641	9,20E-06	30,99	15,45
011	19.11.2001 17:54	0,729	0,608	31,4	20	46	28,3708	0,2525	0,1690	0,1692	6,93E-06	30,99	15,45
012	26.11.2001 17:36	0,736	0,615	31,4	20	48	35,3583	0,2595	0,1737	0,1738	6,72E-06	30,99	15,45
013	03.12.2001 21:19	0,743	0,621	31,4	20	50	42,5132	0,2660	0,1780	0,1782	6,09E-06	30,99	15,45
014	10.12.2001 11:43	0,747	0,626	31,4	20	42	49,1132	0,2705	0,1811	0,1812	4,57E-06	30,99	15,45
015	17.12.2001 15:03	0,753	0,630	31,4	20	40	56,2521	0,2755	0,1844	0,1846	4,70E-06	30,99	15,45
016	24.12.2001 14:57	0,758	0,635	31,4	20	36	63,2479	0,2805	0,1878	0,1879	4,79E-06	30,99	15,45

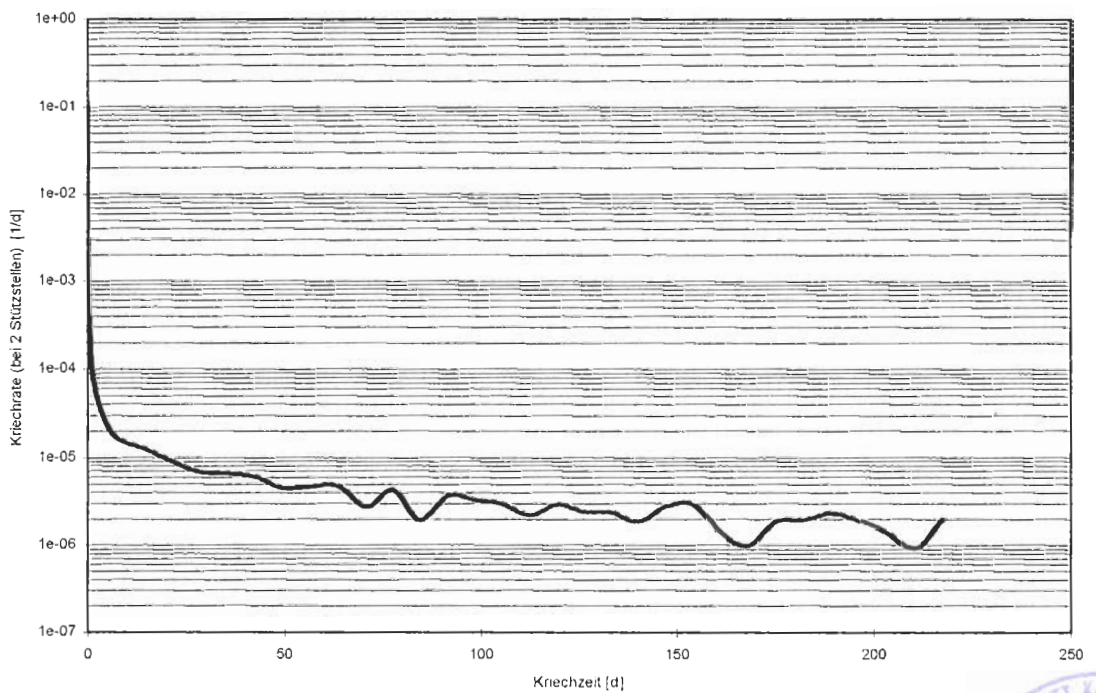




**KRIECKKURVE**  
Probe: Nr. 3 M 3 PAGEL-Konstruktionsmörtel



**KRIECHRATENKURVE**  
Probe: Nr. 3 M 3 PAGEL-Konstruktionsmörtel



# Einaxialer Kriechversuch

File-Nummer der Probe:

Kriechversuchsstand Nr.: S15

Bezeichnung der Probe: Nr. 5 M 3 PAGEL-Konstruktionsmörtel

Proben-Länge $L_0$ [mm]:	149,40
Proben-Durchmesser $D_0$ [mm]:	50,80
Proben-Querschnitt $A_0$ [mm <sup>2</sup> ]:	2026,8

Bearbeiter: R. Tremmel M. Schmidt

Bemerkung:  
Kriech1

Sekanten-Endpunkte aus der Kalibrierstabelle:

20 kN	Axialkraft entspricht	21,0 bar	Zylinderdruck
40 kN	Axialkraft entspricht	40,1 bar	Zylinderdruck

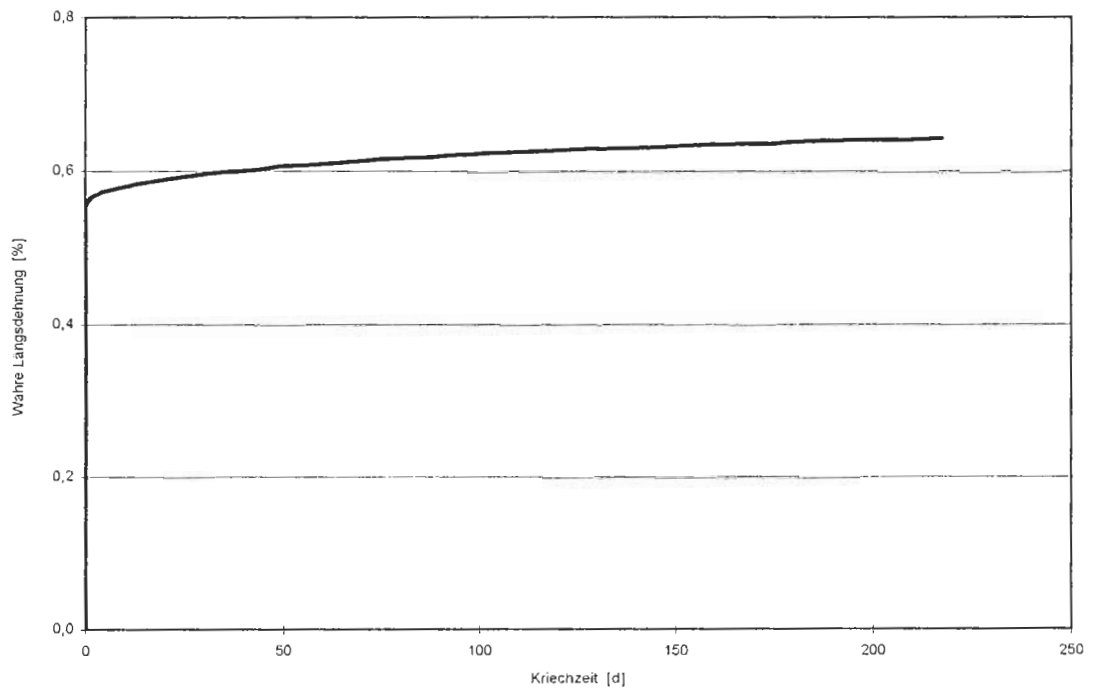
Stützstellen Kriechratenberechnung: 2

Messung Nummer	Zeitpunkt der Messung [TT.MM.JJJJ hh:mm]	Wegmessuhr		Zylinderdruck $P_z$ [bar]	Raum-Temperatur $T$ [°C]	Relative Luftfeuchte $\phi$ [%]	Kriechzeit $t$ [d]	Mittl. Längen-änderung $\Delta l$ [mm]	Techn. Längs-dehnung $\epsilon_{lt}$ [cm/m]	Wahre Längs-dehnung $\epsilon_{lw}$ [cm/m]	Kriechrate $\Delta \epsilon_{lw} / \Delta t$ [1/d]	Axialkraft $F$ [kN]	Axial-Spannung $\sigma_a$ [Mpa]
		links $S_1$ [mm]	rechts $S_2$ [mm]										
001	22.10.2001 09:15	0,001	0,469	0,0	20	52	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	#NV	0,00	0,00
002	22.10.2001 09:30	0,870	1,237	31,4	20	52	0,0104	0,8185	0,5479	0,5494	5,27E-01	30,89	15,16
003	22.10.2001 09:45	0,878	1,242	31,4	20	52	0,0208	0,8250	0,5522	0,5537	4,20E-03	30,89	15,16
004	22.10.2001 10:45	0,880	1,246	31,4	20	52	0,0625	0,8280	0,5542	0,5558	4,85E-04	30,89	15,16
005	22.10.2001 12:45	0,881	1,249	31,4	20	52	0,1458	0,8300	0,5556	0,5571	1,62E-04	30,89	15,16
006	23.10.2001 18:13	0,893	1,262	31,4	20	54	1,3736	0,8425	0,5639	0,5655	6,85E-05	30,89	15,15
007	26.10.2001 08:30	0,903	1,271	31,4	20	54	3,9888	0,8520	0,5703	0,5719	2,46E-05	30,89	15,15
008	29.10.2001 18:29	0,910	1,280	31,4	20	56	7,3847	0,8600	0,5756	0,5773	1,58E-05	30,89	15,15
009	05.11.2001 13:39	0,922	1,290	31,4	20	52	14,1833	0,8710	0,5830	0,5847	1,09E-05	30,89	15,15
010	12.11.2001 11:50	0,929	1,299	31,4	20	44	21,1076	0,8790	0,5884	0,5901	7,78E-06	30,89	15,15
011	19.11.2001 17:54	0,937	1,306	31,4	20	46	28,3604	0,8865	0,5934	0,5951	6,96E-06	30,89	15,15
012	26.11.2001 17:36	0,943	1,312	31,4	20	48	35,3479	0,8925	0,5974	0,5992	5,78E-06	30,89	15,15
013	03.12.2001 21:18	0,947	1,317	31,4	20	50	42,5021	0,8970	0,6004	0,6022	4,24E-06	30,89	15,15
014	10.12.2001 11:42	0,953	1,324	31,4	20	42	49,1021	0,9035	0,6048	0,6066	6,63E-06	30,89	15,15
015	17.12.2001 15:02	0,956	1,327	31,4	20	40	56,2410	0,9065	0,6068	0,6086	2,83E-06	30,89	15,15
016	24.12.2001 14:58	0,960	1,331	31,4	20	36	63,2382	0,9105	0,6094	0,6113	3,85E-06	30,89	15,15





KRIECKKURVE  
Probe: Nr. 5 M 3 PAGEL-Konstruktionsmörtel



KRIECHRATENKURVE  
Probe: Nr. 5 M 3 PAGEL-Konstruktionsmörtel

