

Prüfbericht

Dokumentnummer: (1410/6955) – Alb vom 14.11.2006

Auftraggeber: Rost Systembaustoffe
Elsen 16
D 58849 Herscheid

Auftrag vom: 20.07.2005

Auftragszeichen: Rost

Auftragseingang: 26.07.2005

Inhalt des Auftrags: Eignungsprüfung von Pflasterfugenmörtel

Prüfungsgrundlage: DIN EN 1015; DIN 1048-5 , DBV Merkblatt Vergussmörtel
DIN EN 12390-8 Rilem Recommendation CDF-Test,
DIN 52450

Probeneingang: Juli 2005 und August 2006

Probennahme: Durch den Auftraggeber

Probenkennzeichnung: siehe Text

Prüftermin: Juli 2005 - September 2006

Dieser Prüfbericht umfasst 8 Seiten inkl. Deckblatt und 8 Anlagen.



Dieser Prüfbericht darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Kürzungen bedürfen der schriftlichen Genehmigung der MPA Braunschweig. Dokumente ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit. Das Deckblatt und die Unterschriftenseite dieses Dokuments sind mit dem Stempel der MPA Braunschweig versehen. Das Probenmaterial ist verbraucht.

1 Vorgang

Die Firma Rost-Systembaustoffe, 58846 Herscheid, beauftragte die Materialprüfanstalt für das Bauwesen (MPA) Braunschweig am 20.07.2005 mit der Untersuchung von Materialeigenschaften des Pflasterfugenmörtels PFM 25/1. Das Produkt wird nach Herstellerangaben unter Verwendung eines Portlandzementes CEM I 42,5 R nach DIN EN 196/197, bauaufsichtlich zugelassener Zusatzmittel und Zusatzstoffe sowie Naturzuschlag nach DIN EN 12620 als Pflasterfugenmörtel hergestellt.

2 Untersuchungsprogramm

Nach Abstimmung zwischen dem Auftraggeber und der MPA Braunschweig sollten folgende Eigenschaften geprüft werden:

Tabelle 1: Zusammenstellung der Prüfungen

Eigenschaft	Prüfvorschrift
Frischmörteleigenschaften	DIN EN 1015
Biegezug- und Druckfestigkeit im Alter von 1, 3, 7, und 28 Tagen Zusätzlich wurden Prismen mit unterschiedlichen Herstellungs- und Lagerungsbedingungen geprüft	DIN EN 1015
Wasserundurchlässigkeit	DIN EN 12390-8
Frost- und Tausalzbeständigkeit	RILEM-Empfehlung CDF, veröffentlicht in „Materials and Structures (1996) Vol 29 (193), pp 523-528“
E-Modul statisch	DIN 1048-5
E-Modul dynamisch	Heft 422 DAfStb
Quellen und Schwinden	DIN 52450
Haftzugfestigkeit an Beton	DIN EN 1015

3 Untersuchungsergebnisse

3.1 Frischmörtel

Zur Durchführung der vorstehenden Untersuchungen wurde der Pflasterfugenmörtel PFM 25/1 im Labor der MPA Braunschweig mit einer Wasserzugabe von 14% nach Herstellerangaben hergestellt. Die Mischzeit betrug zunächst 3 Minuten, gemischt wurde mit einem Doppelwendel-Mischer. Da der Mörtel nach drei Minuten noch deutlich entlüftet wurde der Mischvorgang um 2 Minuten verlängert. Erst dann ließ das Entlüften nach. Unmittelbar nach dem Mischvorgang wurden die Frischmörteluntersuchungen durchgeführt und die Probekörper hergestellt.

Es wurden folgende Frischmörteleigenschaften ermittelt:

Ausbreitmaß (Hägermantisch):	> 30 cm (ohne Schlagen)
Konsistenz Fließrinne:	48 cm
Frischmörtelrohddichte	2,21 kg/dm ³
T _{Luft} :	20°C
T _{Mörtel} :	20°C
Luftporengehalt	0,95 %

3.2 Druck- und Biegezugfestigkeit

Die Druckfestigkeit und Biegezugfestigkeit wurden im Alter von 1, 3, 7, und 28 Tagen bestimmt. Die Proben wurden bis zum 7. Tag im Feuchtkasten bei 20°C/95% r. F. danach bei 20°C/ 65% r. F. im Klimaraum gelagert. Die Einzelergebnisse sind auf Anlage 1 wiedergegeben. Die nachstehende Tabelle enthält die Mittelwerte der Druck- und Biegezugfestigkeiten:

Tabelle 2: Ergebnisse der Biegezug- und Druckfestigkeitsprüfungen

Prüfalter [Min./h/Tage]	Rohddichte [kg/dm ³]	Biegezugfestigkeit [N/mm ²]	Druckfestigkeit [N/mm ²]
1	2,16	2,8	10,9
3	2,17	5,1	33,4
7	2,18	6,4	42,6
28	2,14	6,8	52,8

Um den Einfluss von Mischdauer und Lagerungsarten auf die Festigkeiten des Mörtels zu untersuchen wurden drei Serien Prismen aus einer Mörtelcharge hergestellt. Diese wurde bei einer Wassergabe von 13,5 % folgendermaßen gemischt und gelagert:

Tabelle 3: Lagerungsarten und Mischdauer der Versuche

	Probe Nr.	Mischdauer [Min]	Schalung mit Glasplatte [20°C/65% r. F.]	Feuchtkasten [20°C/95% r. F.]	Klimaraum ausgeschalt [20°C/65%r.F.]
Lagerungsdauer [Tage]	1.1-1.3	3	3	4	21
	2.1-2.3	5	3	4	21
	3.1-3.3	5	3	25	---

Tabelle 4: Ergebnisse der Biegezug- und Druckfestigkeitsprüfungen nach unterschiedlicher Misch- bzw. Lagerungsart im Alter von 28 Tagen

Prüfalter	Probe Nr.	Rohdichte	Biegezugfestigkeit	Druckfestigkeit
[Tage]		[kg/dm ³]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
28	1.1-1.3	2,15	7,1	61,6
28	2.1-2.3	2,16	6,9	64,5
28	3.1-3.3	2,20	8,5	65,7

Um Aufschluss über die Druckfestigkeiten des Mörtels zu erhalten, die unter Baustellenbedingungen erreicht werden können, wurden Prismen aus Mörtel hergestellt und geprüft, der auf einer Baustelle aus Siloware bei einer Wasserzugabe von 14,2 % mit einer Silo-Mischpumpe gemischt wurde. Die nachstehende Tabelle enthält die Mittelwerte der Druck- und Biegezugfestigkeiten

Tabelle 5: Ergebnisse der Biegezug- und Druckfestigkeitsprüfungen aus Baustellenprüfungen

Prüfalter	Rohdichte	Biegezugfestigkeit	Druckfestigkeit
[Tage]	[kg/dm ³]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
7	2,15	5,8	30,2
28	2,10	5,0	47,2

3.3 Frost- u. Tausalzbeständigkeit

Die Proben (Quader mit ca. 150 x 140 x 720 mm³) wurden nach DIN EN 12390 gelagert (7 Tage Wasserlagerung, danach bis zum 28. Tag im Klima 20°C / 65% rel. F.). Die Probekörper wurden in Würfelformen mit Teflonauskleidung hergestellt. Die Seitenflächen der Probekörper wurden mittels Aluminiumfolie mit Butylklebung abgedichtet. Die Probekörper hatten folgende Abmessungen:

Tabelle 6: Abmessungen und Rohdichten der Proben

Nr.	Breite [cm]	Länge [cm]	Höhe [cm]	Rohdichte [kg/dm ³]
1	14,84	13,68	7,24	2,24
2	14,42	13,62	7,23	2,27
3	14,55	13,68	7,20	2,23
4	14,42	13,62	7,24	2,23
5	14,84	13,74	7,26	2,24

Die Prüfung erfolgte nach der RILEM-Empfehlung CDF, veröffentlicht in „Materials and Structures (1996) Vol 29 (193), pp 523-528“. Mit der Frost- Tausalz widerstandsprüfung (CDF-Verfahren, Kap.

Saugen) wurde im Mörtelalter von 28 Tagen begonnen. Vor Beginn der Frost-Tau-Wechsel sowie jeweils im Abstand von 3 bis 4 Tagen wurden die Abwitterung und die Feuchteaufnahme ermittelt. Als Prüfflüssigkeit wurde 3%-Salzlösung, hergestellt aus demineralisiertem Wasser, verwendet. Die Prüfung endete nach 28 Frost-Tau-Wechseln.

Zusammengefasst ergaben sich nach dem kapillaren Saugen sowie nach 28 Frost-Tau-Wechseln nachstehende Ergebnisse für die Abwitterung und die Feuchteaufnahme des untersuchten Pflasterfugenmörtels:

Tabelle 7: Ergebnisse der CDF-Prüfung

Probe Nr.	Herstelltag Würfel	Feuchteaufnahme ¹⁾		Masseverlust (Abwitterung) ¹⁾
		kg/m ²	M.-%	g/m ²
1	10.07.2006	1,14	0,68	592
2		0,87	0,52	693
3		0,84	0,51	697
4		0,87	0,51	725
5		0,84	0,50	826
im Mittel		0,91	0,54	707

¹⁾ nach 28 Frost-Tau-Wechseln

An den geprüften Flächen zeigten sich keine Risse und keine erkennbaren Abwitterungen an einzelnen Zuschlagkörnern. Die Abwitterungsraten ergaben sich aus abgelöstem Feinmörtel.

Die Ergebnisse sind in Anlage 4 grafisch dargestellt. Anlage 5 zeigt Bilder der Probekörper vor und nach der Prüfung.

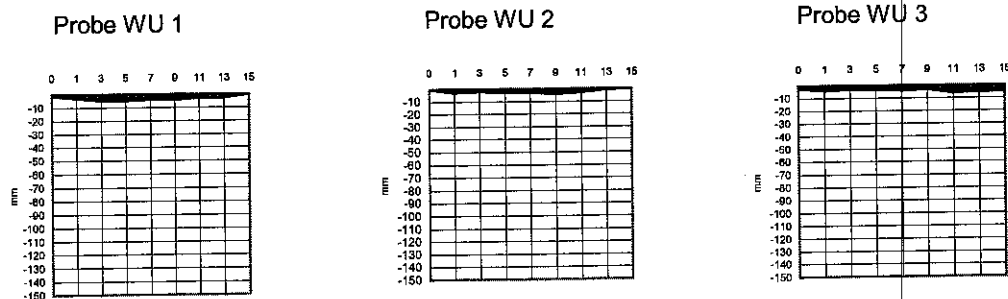
3.4 Wasserundurchlässigkeit

Es wurden Proben mit den Abmessungen 150 x 150 x 120 mm³ hergestellt und bis zur Prüfung im Wasser gelagert. Im Alter von 28 Tagen wurde die Wassereindringtiefe nach DIN EN 12390-8, Abschnitt 5.2 ermittelt. Es ergaben sich nachstehende Ergebnisse.

Tabelle 8: Ergebnisse der Prüfungen auf Wasserundurchlässigkeit

Kennzeichnung	Prüfbeginn [Datum]	Alter [d]	Messpunkte W_e in mm								$W_{e \max.}^*$ [mm]	
			0	1	3	5	7	9	11	13		15
WU 1	08.08.06	29	1	3	5	5	4	4	3	3	0	5
WU 2			0	3	2	3	3	4	3	1	0	4
WU 3			2	4	3	3	4	3	6	5	5	6
Mittelwert												5

Anmerkung: Die Prüfflächen waren nicht aufgeraut.



Die Wassereindringtiefe wurde an den frischen Spaltflächen der Proben festgestellt.

3.5 E-Modul statisch

Zur Bestimmung des statischen E-Moduls wurde die Probe zunächst planparallel geschliffen und mit einem Verformungsaufnehmer (TONI Technik Bauform 0721 mit 2 DMS Gebern von HBM Typ DD1) zur Messung der Längsverformung, Messstrecke 100 mm versehen und anschließend geprüft. Die Mitte der Messstrecken lag in halber Höhe der Probekörper.

Die Ermittlung des statischen E-Moduls erfolgte nach DIN 1048 Teil 5, Ausgabe 06/91. Demnach ist der Druck-Elastizitätsmodul der Verhältniswert aus der Druckspannungsdifferenz ($\sigma_o - \sigma_u$) und der Differenz der zugehörigen Stauchungswerte ($\varepsilon_o - \varepsilon_u$) bei der 3. Belastung. Es wurde ein Wert von 31,4 KN/mm² für den stat. E-Modul ermittelt. Die Einzelergebnisse der Messungen enthalten die Anlagen 6 bis 7.

3.6 E-Modul dynamisch

Der zylindrische Probekörper mit einem Durchmesser von etwa 8 cm wurde an seinen Stirnflächen planparallel auf eine Höhe von ca. 15,7 cm geschnitten. Anschließend wurde der dynamische E-Modul mit einem Prüfgerät Panametrics Epoch III bei einer Prüfkopffrequenz von 100 kHz ermittelt. Bei dem Durchschallungsverfahren werden die beiden Prüfköpfe an zwei einander gegenüberliegenden ebenen Flächen des Prüfkörpers angekoppelt, als Ankopplungsmedium dient Vaseline. Bei bekannter Probenlänge wird als primäre Messgröße die Geschwindigkeit des Schallimpulses im Probekörper bestimmt. Der dynamische E-Modul ergibt sich aus der gemessenen Schallgeschwin-

digkeit, der bestimmten Dichte des Probekörpers sowie der Querdehnzahl des geprüften Materials gemäß folgender Beziehung (siehe Heft 422 DAfStb; 3.5.2.4)

$$E_{\text{dyn}} = f * \rho * c^2 \quad \text{mit} \quad f = (1+\mu)*(1-2\mu) / (1-\mu)$$

ρ = Dichte des Probekörpers c = Schallgeschwindigkeit μ = Querdehnzahl

Es wurde ein Wert von 36,5 KN/mm² für den dyn. E-Modul ermittelt.

3.7 Schwinden

Aus dem Frischmörtel wurden drei Prismen 40 x 40 x 160 mm hergestellt und abgedeckt. An diesen Prismen wurde das Quellen/Schwinden des Festbetons im Alter von 1, 3, 7, 14, 21, 28 und 86 Tagen gemäß DIN 52450 bei Lagerung im Klima 20°C und 65% rel. Luftfeuchtigkeit ermittelt. Es ergab sich ein Schwindmaß von 0,800 mm/m nach 86 Tagen.

3.8 Haftzugfestigkeit an Beton

Zum Nachweis Haftverbundes des Pflasterfugenmörtels mit Beton wurde der Pflasterfugenmörtel PFM 25/1 auf eine gestrahlte Betonplatte gemäß DIN 1015-12 betoniert. Im Alter von 28 Tagen wurden in den Pflasterfugenmörtel Ringnuten gebohrt. Die Tiefe der Bohrung betrug jeweils rd. 0,5 – 1,0 cm mehr als die Dicke der Mörtelschicht. Nach dem Bohren der Ringnuten wurde jeweils ein Stahlstempel $\varnothing = 50$ mm auf die gereinigte und getrocknete Oberfläche aufgeklebt und die Haftzugfestigkeit mit einem Haftzugprüfgerät bestimmt. Die Prüfergebnisse sind nachstehend angegeben:

Tabelle9: Ergebnisse der Haftzugfestigkeitsprüfungen

Probe Nr.	Bruchart	Abreißkraft	Oberflächenzugfestigkeit
-	-	KN	N/mm ²
1	B	5,50	2,80
2	A	6,81	3,47
3	K	4,63	2,36
4	B	6,15	3,13
5	K	3,95	2,01
Mittelwert			2,75

A = Kohäsionsbruch im Mörtel

B = Kohäsionsbruch im Beton

K = Bruch in der Berührungsfläche Mörtel und Untergrund

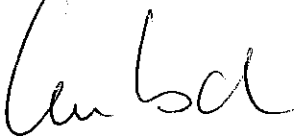
4 Zusammenfassung

Im Juli 2005 erteilte die Firma Rost-Systembaustoffe, 58846 Herscheid, den Auftrag, Materialuntersuchungen an dem Pflasterfugenmörtel PFM 25/1 durchzuführen. In diesem Prüfbericht werden die Ergebnisse der Versuche mit dem Pflasterfugenmörtel mitgeteilt. Es wurden folgende Eigenschaften geprüft:

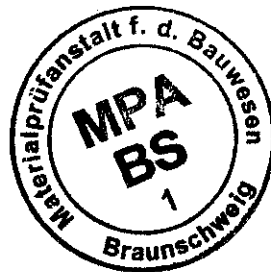
- Frischmörtelkonsistenz und -rohdichte
- Druck- und Biegezugfestigkeit im Alter von 1, 3, 7 und 28 d,
- Frost- Tausalzbeständigkeit (CDF-Test)
- Wasserundurchlässigkeit,
- Stat. und dyn. E-Modul
- Schwinden
- Haftzugfestigkeit an Beton

Braunschweig, den 14.11.2006

Der Prüfstellenleiter



Dr.-Ing. A.-W. Gutsch



Der Sachbearbeiter

i. A.



Dipl.-Ing. Alberts

Auftraggeber: **Rost Systembaustoffe**
Postfach 91
58846 Herscheid

Sachbearbeiter: **Dipl.-Ing. Alberts**
Auftrag vom: **10.07.2006**
Versuchsmaterial: **PFM M25/1 Prismen**
Eingang: **10.07.2006**

Lagerung: **20°C / 90% r.F. (Feuchtekasten) - 7 Tage, Klimaraum 20°C / 65%r.F. - 21 Tage**

Bearbeitungs-Nummer:		1410/6955
Prüfung	Datum	Prüfer
Rohdichte	su.	M.Weber
Biegezugfestigkeit	su.	M.Weber
Abmessungen	su.	M.Weber
Druckfestigkeit	su.	M.Weber

Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit nach DIN EN 1015 am Prisma 40 x 40 x 160 mm													
Probe Nr.:	Probenbezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am	Alter (Tage)	Länge (mm)	Breite (mm)	Höhe (mm)	Masse luftr. (g)	Rohd. luftr. (kg/dm ³)	Bruchlast (N)	β_{Bz} (N/mm ²)	Bruchlast (kN)	β_D (N/mm ²)
1	PFM 1d	10.07.2006	11.07.2006	1	160,1	40,2	40,1	557,4	2,160	1164	2,7	17,2	10,8
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	17,4	10,9
2	PFM 1d	10.07.2006	11.07.2006	1	160,2	40,3	40,1	559,1	2,160	1275	3,0	17,5	10,9
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	17,7	11,1
Mittelwert :									2,160		2,8		10,9

Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit nach DIN EN 1015 am Prisma 40 x 40 x 160 mm													
Probe Nr.:	Probenbezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am	Alter (Tage)	Länge (mm)	Breite (mm)	Höhe (mm)	Masse luftr. (g)	Rohd. luftr. (kg/dm ³)	Bruchlast (N)	β_{Bz} (N/mm ²)	Bruchlast (kN)	β_D (N/mm ²)
1	PFM 3d	10.07.2006	13.07.2006	3	160,2	39,8	40,0	553,6	2,171	2100	4,9	52,8	33,2
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	56,5	35,5
2	PFM 3d	10.07.2006	13.07.2006	3	160,2	39,6	40,0	550,0	2,167	2240	5,3	51,6	32,6
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	51,1	32,3
Mittelwert :									2,169		5,1		33,4

Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit nach DIN EN 1015 am Prisma 40 x 40 x 160 mm													
Probe Nr.:	Probenbezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am	Alter (Tage)	Länge (mm)	Breite (mm)	Höhe (mm)	Masse luftr. (g)	Rohd. luftr. (kg/dm ³)	Bruchlast (N)	β_{Bz} (N/mm ²)	Bruchlast (kN)	β_D (N/mm ²)
1	PFM 7d	10.07.2006	17.07.2006	7	160,3	40,0	40,1	560,8	2,181	2760	6,4	72,1	45,1
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	71,1	44,4
2	PFM 7d	10.07.2006	17.07.2006	7	160,0	39,8	39,8	552,3	2,179	2660	6,3	64,7	40,7
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	63,9	40,1
Mittelwert :									2,180		6,4		42,6

Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit nach DIN EN 1015 am Prisma 40 x 40 x 160 mm													
Probe Nr.:	Probenbezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am	Alter (Tage)	Länge (mm)	Breite (mm)	Höhe (mm)	Masse luftr. (g)	Rohd. luftr. (kg/dm ³)	Bruchlast (N)	β_{Bz} (N/mm ²)	Bruchlast (kN)	β_D (N/mm ²)
1	PFM 28 d	10.07.2006	07.08.2006	28	159,9	40,3	40,0	551,8	2,141	2980	6,9	89,3	55,8
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	84,7	52,9
2	PFM 28 d	10.07.2006	07.08.2006	28	159,8	40,2	40,0	549,9	2,140	2820	6,6	80,0	50,0
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	83,7	52,3
Mittelwert :									2,140		6,8		52,8

Auftraggeber: **Rost Systembaustoffe**
Postfach 91
58846 Herscheid

Sachbearbeiter: **Dipl.-Ing. Alberts**
Auftrag vom: **07.04.2006**
Versuchsmaterial: **Mörtel Prismen**
Eingang: **07.04.2006**

Lagerung: [Prismen 1.1 - 1.3 = 20°C/65%] [Prismen 2.1 - 2.3 = 20°C/65%] [Prismen 3.1 - 3.3 = Feuchtekasten]

Bearbeitungs-Nummer:		1410/6955
Prüfung	Datum	Prüfer
Rohdichte	05.05.06	M.Weber / T.Pasch
Biegezugfestigkeit	05.05.06	M.Weber / T.Pasch
Abmessungen	05.05.06	M.Weber / T.Pasch
Druckfestigkeit	05.05.06	M.Weber / T.Pasch

Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit nach DIN EN 1015 am Prisma 40 x 40 x 160 mm													
Probe Nr.:	Probenbezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am	Alter (Tage)	Länge (mm)	Breite (mm)	Höhe (mm)	Masse luftr. (g)	Rohd. luftr. (kg/dm ³)	Bruchlast (N)	β_{Bz} (N/mm ²)	Bruchlast (kN)	β_D (N/mm ²)
1	1.1	07.04.2006	05.05.2006	28	159,9	39,4	40,0	539,9	2,142	2980	7,1	95,9	60,8
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	97,5	61,8
2	1.2	07.04.2006	05.05.2006	28	159,8	39,4	40,0	539,4	2,142	2980	7,1	96,6	61,3
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	99,6	63,2
3	1.3	07.04.2006	05.05.2006	28	159,9	39,3	39,9	540,5	2,156	2960	7,1	100,1	63,7
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	92,5	58,8
Mittelwert :										2,147	7,1	61,6	

Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit nach DIN EN 1015 am Prisma 40 x 40 x 160 mm													
Probe Nr.:	Probenbezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am	Alter (Tage)	Länge (mm)	Breite (mm)	Höhe (mm)	Masse luftr. (g)	Rohd. luftr. (kg/dm ³)	Bruchlast (N)	β_{Bz} (N/mm ²)	Bruchlast (kN)	β_D (N/mm ²)
1	2.1	07.04.2006	05.05.2006	28	159,9	39,8	39,8	548,9	2,167	2940	7,0	101,7	63,9
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	104,4	65,6
2	2.2	07.04.2006	05.05.2006	28	160,4	39,8	39,9	548,4	2,153	2840	6,7	101,2	63,6
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	104,3	65,5
3	2.3	07.04.2006	05.05.2006	28	160,2	39,8	39,8	551,0	2,171	2920	6,9	104,0	65,3
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	100,8	63,3
Mittelwert :										2,164	6,9	64,5	

Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit nach DIN EN 1015 am Prisma 40 x 40 x 160 mm													
Probe Nr.:	Probenbezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am	Alter (Tage)	Länge (mm)	Breite (mm)	Höhe (mm)	Masse luftr. (g)	Rohd. luftr. (kg/dm ³)	Bruchlast (N)	β_{Bz} (N/mm ²)	Bruchlast (kN)	β_D (N/mm ²)
1	3.1	07.04.2006	05.05.2006	28	160,2	39,5	39,9	558,3	2,211	3760	9,0	102,4	64,8
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	107,9	68,3
2	3.2	07.04.2006	05.05.2006	28	160,1	39,8	40,1	558,2	2,185	3420	8,0	100,1	62,9
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	105,9	66,5
3	3.3	07.04.2006	05.05.2006	28	160,1	39,6	39,9	557,5	2,204	3520	8,4	102,4	64,6
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	105,9	66,9
Mittelwert :										2,200	8,5	65,7	

Auftraggeber: **Rost Systembaustoffe**
Postfach 91
58846 Herscheid

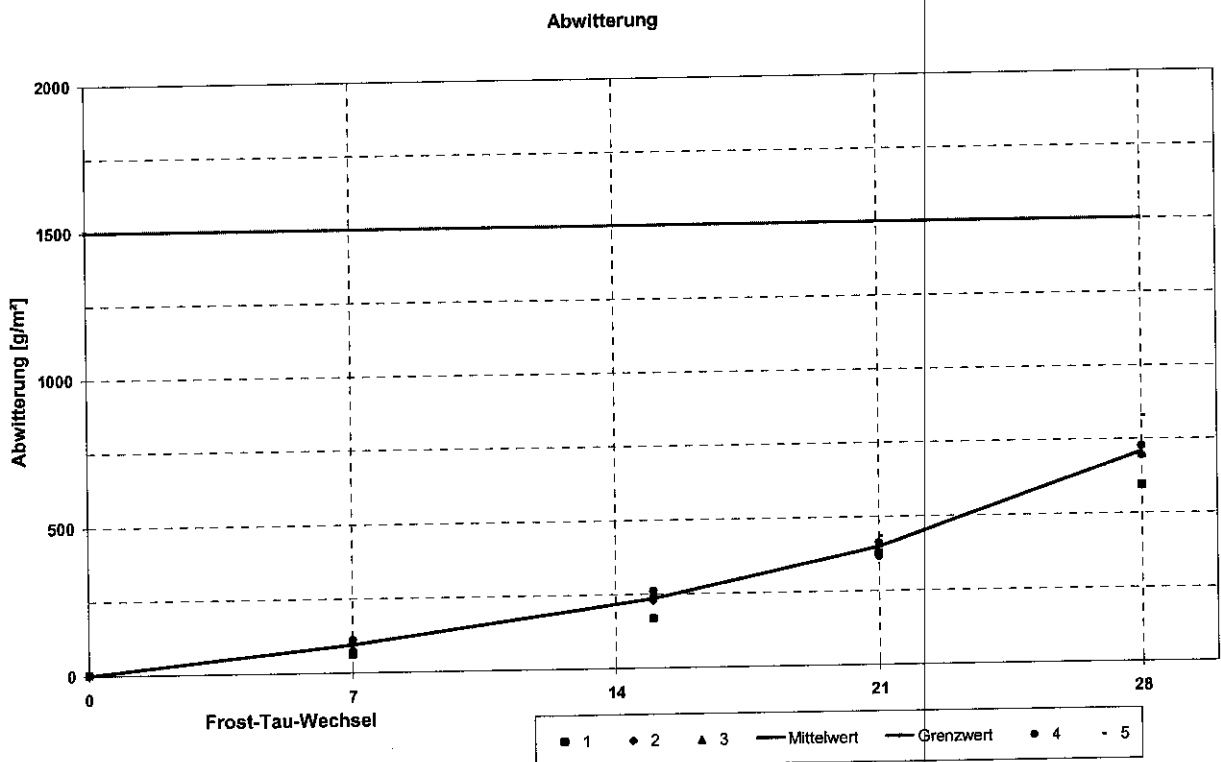
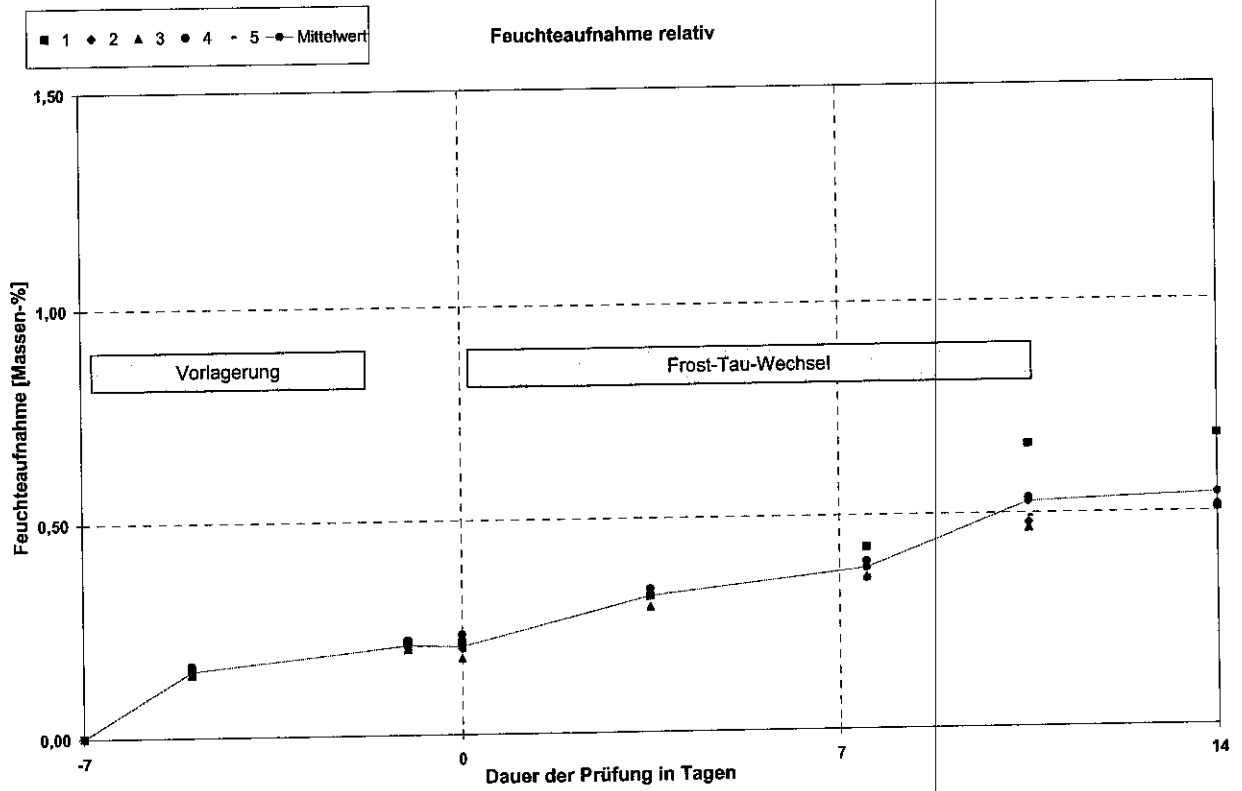
Sachbearbeiter: **Dipl.-Ing. Alberts**
Auftrag vom: **10.07.2006**
Versuchsmaterial: **PFM M25/1 Prismen**
Eingang: **10.07.2006**
Lagerung: **20°C / 90% r.F. (Feuchtekasten)**

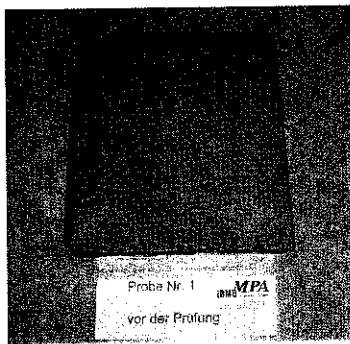
Bearbeitungs-Nummer:		1410/6955
Prüfung	Datum	Prüfer
Rohdichte	su.	M.Weber
Biegezugfestigkeit	su.	M.Weber
Abmessungen	su.	M.Weber
Druckfestigkeit	su.	M.Weber

Material direkt von der Baustelle. -zugesägte Prismen

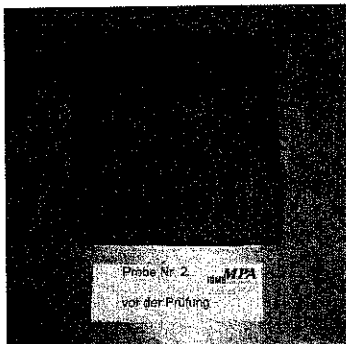
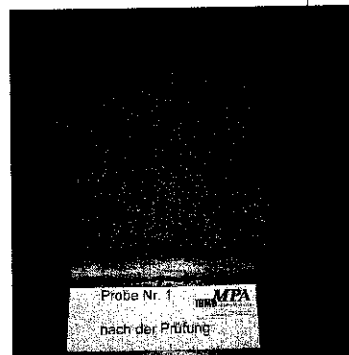
Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit nach DIN EN 1015 am Prisma 40 x 40 x 160 mm													
Probe Nr.:	Probenbezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am	Alter (Tage)	Länge (mm)	Breite (mm)	Höhe (mm)	Masse lufttr. (g)	Rohd. lufttr. (kg/dm ³)	Bruchlast (N)	β_{Bz} (N/mm ²)	Bruchlast (kN)	β_D (N/mm ²)
1	PFM Bst.7d	10.07.2006	17.07.2006	7	160,5	41,3	40,4	576,0	2,151	2540	5,7	46,5	29,1
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	56,3	35,2
2	PFM Bst.7d	10.07.2006	17.07.2006	7	161,9	40,9	41,3	585,1	2,139	2740	5,9	49,2	30,7
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	41,6	26,0
Mittelwert :									2,145		5,8		30,2

Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit nach DIN EN 1015-11 am Prisma 40 x 40 x 160 mm													
Probe Nr.:	Probenbezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am	Alter (Tage)	Länge (mm)	Breite (mm)	Höhe (mm)	Masse lufttr. (g)	Rohd. lufttr. (kg/dm ³)	Bruchlast (N)	β_{Bz} (N/mm ²)	Bruchlast (kN)	β_D (N/mm ²)
1	PFM Bst.28 d	10.07.2006	07.08.2006	28	158,9	41,1	40,2	551,3	2,100	2180	4,9	78,3	48,9
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	81,6	51,0
2	PFM Bst.28 d	10.07.2006	07.08.2006	28	160,3	40,6	40,5	554,5	2,104	2230	5,0	73,5	46,0
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	68,6	42,9
Mittelwert :									2,102		5,0		47,2

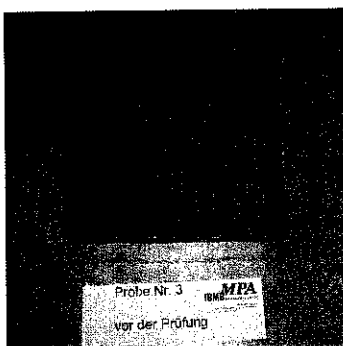
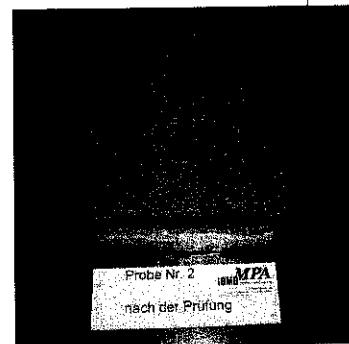




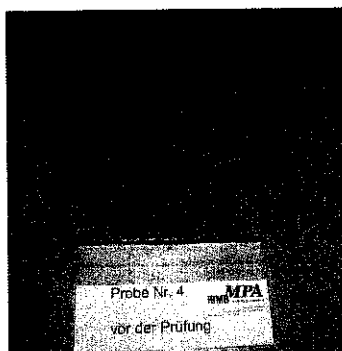
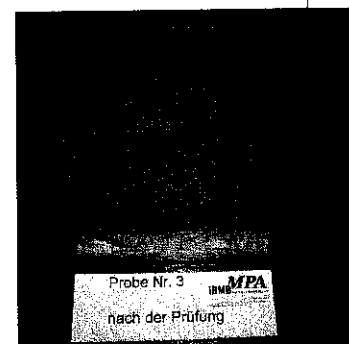
Probe 1



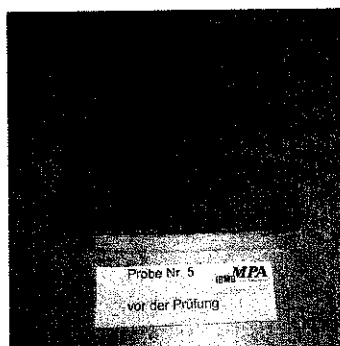
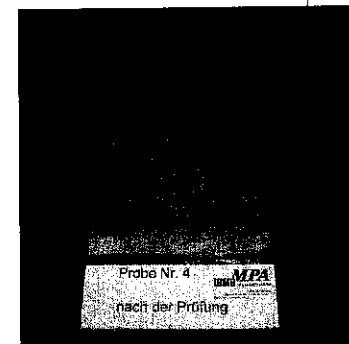
Probe 2



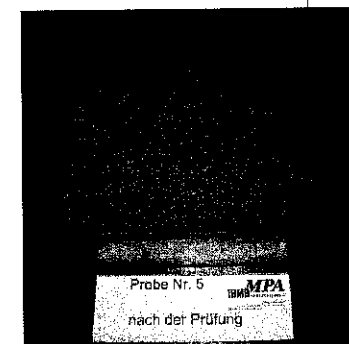
Probe 3



Probe 4



Probe 5



Proben 1 bis 5, jeweils vor und nach der Frost-Tau-Prüfung.

Bearbeitungs-Nummer : 1410/6955
Auftraggeber : Herr Alberts
Baustelle bzw. Versuch: Pflastermörtel
Herstellungstag : 10.08.2005
Prüftag : 07.09.2005
Prüfalter : 28 Tage

Prüfnorm : 1048 T5
Prüfer : Weber
Prüfmaschine : Toni 600 kN
Verformungsaufnehmer : DD1 (Hottinger)
Meßlänge (Stauchung) : 80 mm
Belastungsgeschwindigkeit: 0,5 N/mm²/s

Abmessungen, Masse und Rohdichte der Proben :

Nr	Probenbez.	Ø mm	h mm	m kg	ρ kg/m ³
1	Probe Nr. 1, 28d - PFM 25/1	80,3	157,5	1,829	2293

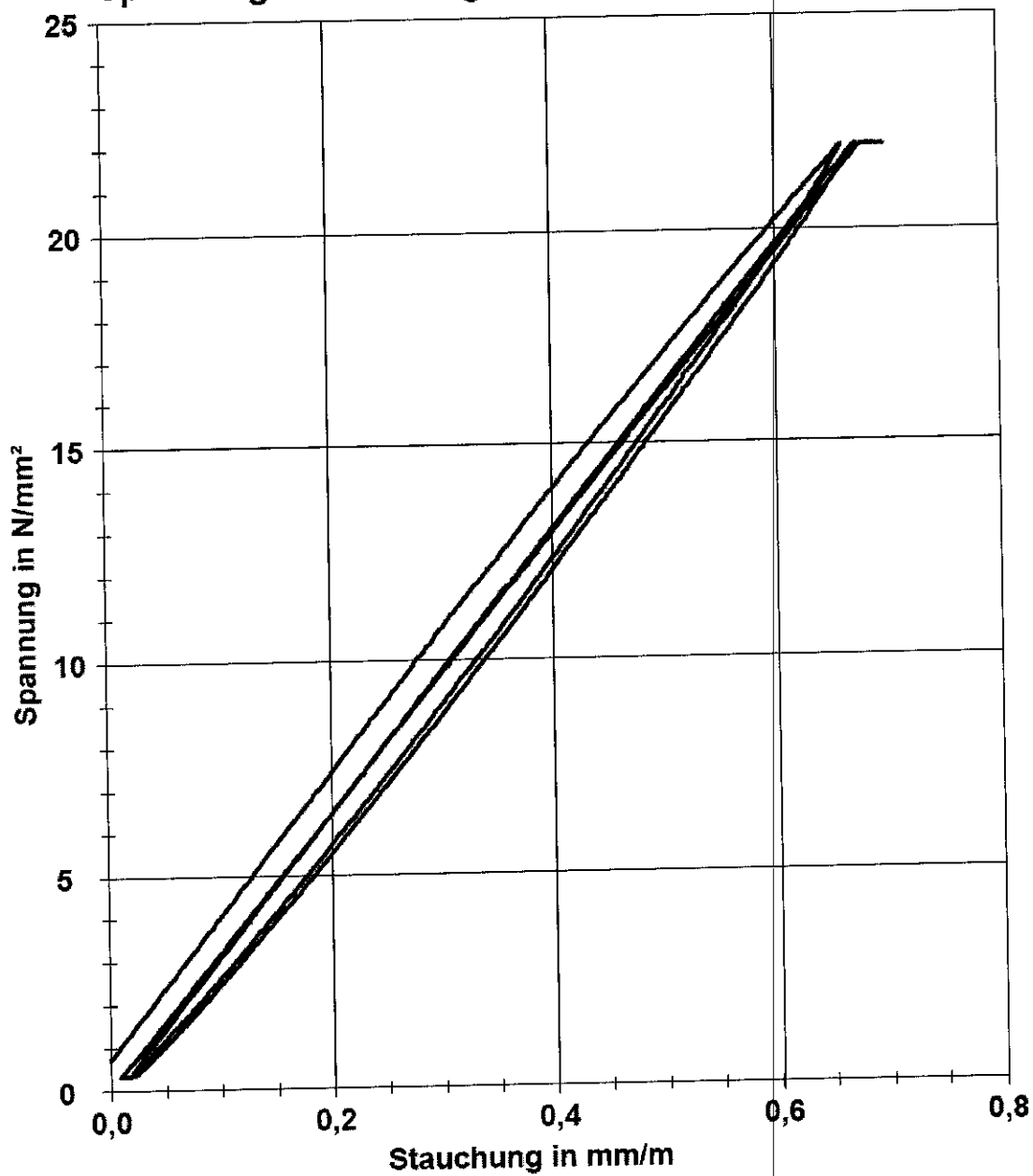
Ergebnisse des statischen E-Moduls :

Legende	Nr	σ _u N/mm ²	σ _o N/mm ²	ε _u mm/m	ε _o mm/m	E _{b statisch} kN/mm ²	F _{max} kN	σ _{max} N/mm ²
	1	0,32	21,96	0,009	0,698	31,4	326,4	64,44

Bezeichnungen:

Ø	Probendurchmesser	ε _u	Stauchung unten
hk	Bauteilhöhe	ε _o	Stauchung oben
m	Probenmasse	E _{b statisch}	E-Modul
ρ	Rohdichte	F _b	Bruchkraft
σ _u	Prüfspannung E-Modul (unten)	σ _{max}	Festigkeit
σ _o	Prüfspannung E-Modul (oben)		

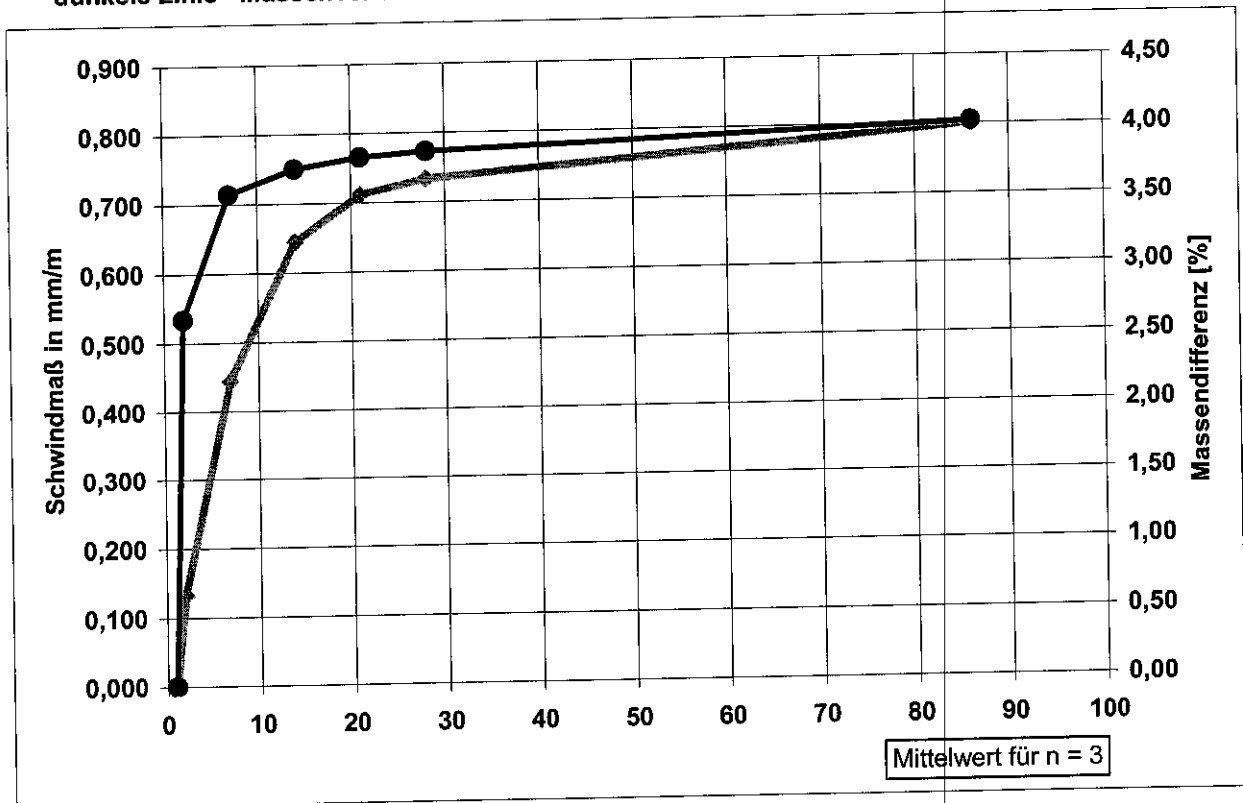
Spannungs-Stauchungs-Diagramm E-Modulermittlung



Auftraggeber	Rost-Systembau
Bearbeitungsnummer:	1410/6955
Versuchsmaterial:	Pflastermörtel PFM 25/1
Referenz:	--
Überwachung:	--
Herstellung:	10.7.06
Lagerung:	20°C / 60% r.Ltff.
Sachbearbeiter:	Dipl.-Ing. Alberts
Prüfer:	Weber

Prüfalter Tage	mittlere Masseab.-bzw. zunahme %	Schwindmaß (Lo = 150 mm)			
		Probe 1	Probe 2	Probe 3	Mittelwert
		mm/m			
1	0	0	0	0	0
2	2,67	0,133	0,133	0,133	0,133
7	3,57	0,399	0,467	0,467	0,444
14	3,75	0,599	0,667	0,667	0,644
21	3,83	0,666	0,733	0,733	0,711
28	3,86	0,732	0,733	0,733	0,733
86	4,02	0,799	0,800	0,800	0,800

dunkle Linie= Massenverlust / helle Linie= Schwindmessung



Untersuchungsbericht

Dokumentennummer: (1537/312/08) – Alb vom 23.07.2008

Auftraggeber: Rost Systembaustoffe
Postfach 91
D 58846 Herscheid

Auftrag vom: 16.04.2008

Auftragszeichen: Rost

Auftragseingang: 16.04.2008

Inhalt des Auftrags: Eignungsprüfung von Pflasterfugenmörtel auf
Druckfestigkeit, Biegezugfestigkeit und
Frost- und Tausalzbeständigkeit!

Prüfungsgrundlage: DIN EN 1015; DIN EN 12390-9 u. Rilem Recommendation
CDF-Test

Probeneingang: 16.04.2008

Probennahme: Durch den Auftraggeber

Probenkennzeichnung: siehe Text

Untersuchungszeitraum: Mai – Juni 2008

Dieser Untersuchungsbericht umfasst 5 Seiten inkl. Deckblatt und 6 Anlagen.



Dieser Untersuchungsbericht darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Kürzungen bedürfen der schriftlichen Genehmigung der MPA Braunschweig. Dokumente ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit. Das Deckblatt und die Unterschriftenseite dieses Dokuments sind mit dem Stempel der MPA Braunschweig versehen. Das Probenmaterial ist verbraucht. Die Akkreditierungen gelten für die in den aktuellen Urkunden aufgeführten Prüfverfahren. Die Liste der akkreditierten Bereiche ist auf Anforderung erhältlich.

1 Vorgang

Die Firma Rost-Systembaustoffe, 58846 Herscheid, beauftragte die Materialprüfanstalt für das Bauwesen (MPA) Braunschweig am 16.04.2008 mit der Untersuchung von Materialeigenschaften des Pflasterfugenmörtels PFM 25/1. Das Produkt wird nach Herstellerangaben unter Verwendung eines Portlandzementes CEM I 42,5 R nach DIN EN 196/197, bauaufsichtlich zugelassener Zusatzmittel und Zusatzstoffe sowie Naturzuschlag nach DIN EN 12620 als Pflasterfugenmörtel hergestellt.

2 Untersuchungsprogramm

Nach Abstimmung zwischen dem Auftraggeber und der MPA Braunschweig sollten folgende Eigenschaften geprüft werden:

Tabelle 1: Zusammenstellung der Prüfungen

Eigenschaft	Prüfvorschrift
Frishmörteleigenschaften	DIN EN 1015
Biegezug- und Druckfestigkeit im Alter von 1, 3, 7, und 28 Tagen	DIN EN 1015
Frost- und Tausalzbeständigkeit	DIN EN 12390-9 und RILEM-Empfehlung CDF, veröffentlicht in „Materials and Structures (1996) Vol 29 (193), pp 523-528“

3 Untersuchungsergebnisse

3.1 Frishmörtel

Zur Durchführung der vorstehenden Untersuchungen wurde der Pflasterfugenmörtel PFM 25/1 im Labor der MPA Braunschweig mit einer Wasserzugabe von 13,5 % nach Herstellerangaben hergestellt. Die Mischzeit betrug 6 Minuten, gemischt wurde mit einem Doppelwendel-Mischer. Unmittelbar nach dem Mischvorgang wurden die Frishmörteluntersuchungen durchgeführt und die Probekörper hergestellt.

Es wurden folgende Frishmörteleigenschaften ermittelt:

Ausbreitmaß (Hägermantisch):	13,5 cm
Frishmörtelrohddichte	2,18 kg/dm ³
T _{Luft} :	16°C
T _{Mörtel} :	18°C
Luftporengehalt	7,0 %

3.2 Druck- und Biegezugfestigkeit

Die Druckfestigkeit und Biegezugfestigkeit wurden im Alter von 1, 3, 7, und 28 Tagen bestimmt. Die Proben wurden bis zum 7. Tag im Feuchtkasten bei 20°C/95% r. F. danach bei 20°C/ 65% r. F. im Klimaraum gelagert. Die Einzelergebnisse sind auf den Anlagen 1 bis 4 wiedergegeben. Die nachstehende Tabelle enthält die Mittelwerte der Druck- und Biegezugfestigkeiten:

Tabelle 2: Ergebnisse der Biegezug- und Druckfestigkeitsprüfungen

Prüfalter	Rohdichte	Biegezugfestigkeit	Druckfestigkeit
[Min./h/Tage]	[kg/dm ³]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
1	2,15	1,0	32,6
3	2,13	3,8	42,9
7	2,15	6,2	50,6
28	2,10	7,7	55,8

3.3 Frost- u. Tausalzbeständigkeit

Die Proben (Quader mit ca. 150 x 140 x 720 mm³) wurden nach DIN EN 12390 gelagert (7 Tage Wasserlagerung, danach bis zum 28. Tag im Klima 20°C / 65% rel. F.). Die Probekörper wurden in Würfelformen mit Teflonauskleidung hergestellt. Geprüft wurden zwei Serien zu jeweils drei Probekörpern einmal mit und ohne den Einsatz von Oberflächenverzögerer RS plus. Bei der Serie mit Oberflächenverzögerer RS plus wurde die Oberfläche ca. 8 Stunden nach der Herstellung mit Wasser abgewaschen und abgebürstet. Die Seitenflächen der Probekörper wurden mittels Aluminiumfolie mit Butylklebung abgedichtet. Die Probekörper hatten folgende Abmessungen:

Tabelle 3: Abmessungen und Rohdichten der Proben

Nr.	Breite [cm]	Länge [cm]	Höhe [cm]	Rohdichte [kg/dm ³]
1	15,02	14,98	10,18	2,14
2	14,99	14,93	10,08	2,14
3	14,96	14,95	9,95	2,15
4*)	14,99	14,99	10,16	2,15
5*)	14,97	14,97	10,15	2,14
6*)	15,04	15,03	10,04	2,14

*) mit Oberflächenverzögerer RS plus (OVZ)

Die Prüfung erfolgte nach der DIN EN 12390-9 und der RILEM-Empfehlung CDF, veröffentlicht in

„Materials and Structures (1996) Vol 29 (193), pp 523-528“. Mit der Frost- Tausalz widerstandsprüfung (CDF-Verfahren, kap. Saugen) wurde im Mörtelalter von 28 Tagen begonnen. Vor Beginn der Frost-Tau-Wechsel sowie jeweils etwa im Abstand von 3 bis 4 Tagen wurden die Abwitterung und die Feuchteaufnahme ermittelt. Als Prüfflüssigkeit wurde 3%-Salzlösung, hergestellt aus demineralisiertem Wasser, verwendet. Die Prüfung endete nach 28 Frost-Tau-Wechseln.

Zusammengefasst ergaben sich nach dem kapillaren Saugen sowie nach 28 Frost-Tau-Wechseln nachstehende Ergebnisse für die Abwitterung und die Feuchteaufnahme des untersuchten Pflasterfugenmörtels:

Tabelle 4: Ergebnisse der CDF-Prüfung

Probe Nr.	Herstelltag Würfel	Feuchteaufnahme ¹⁾		Masseverlust (Abwitterung) ¹⁾
		kg/m ²	M.-%	g/m ²
ohne Oberflächenverzögerer				
1	16.04.2008	0,85	0,38	279,6
2		1,06	0,48	304,3
3		1,12	0,51	321,9
im Mittel		1,01	0,46	301,9
mit Oberflächenverzögerer				
4	16.04.2008	1,21	0,54	158,9
5		1,27	0,57	204,8
6		1,40	0,64	167,2
im Mittel		1,29	0,64	177,0

¹⁾ nach 28 Frost-Tau-Wechseln

An den geprüften Flächen zeigten sich keine Risse und keine erkennbaren Abwitterungen an einzelnen Zuschlagkörnern. Die Abwitterungsraten ergaben sich aus abgelöstem Feinmörtel.

Die Ergebnisse sind auf den Anlagen 5 und 6 grafisch dargestellt.

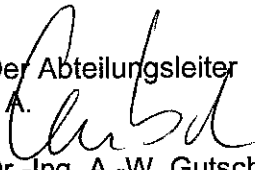
4 Zusammenfassung

Im April 2008 erteilte die Firma Rost-Systembaustoffe, 58846 Herscheid, den Auftrag, Materialuntersuchungen an dem Pflasterfugenmörtel PFM 25/1 durchzuführen. In diesem Prüfbericht werden die Ergebnisse der Versuche mit dem Pflasterfugenmörtel mitgeteilt.


Es wurden folgende Eigenschaften geprüft:

- Frischmörtelkonsistenz und -rohichte
- Druck- und Biegezugfestigkeit im Alter von 1, 3, 7 und 28 d,
- Frost- Tausalzbeständigkeit (CDF-Test) mit und ohne Oberflächenverzögerer RS plus

Braunschweig, den 23.07.2008

Der Abteilungsleiter
i. A.

Dr.-Ing. A.-W. Gutsch



Der Sachbearbeiter
i. A.

Dipl.-Ing. Alberts

Auftraggeber: Rost Systembaustoffe
Postfach 91
58846 Herscheid

Sachbearbeiter: Dipl.-Ing. Alberts
Auftrag vom: 10.03.2008

Versuchsmaterial: Pflasterfugenmörtel
Eingang: 16.04.2008

Bezeichnung: s.u.

Bearbeitungs-Nummer:		1537/312/08
Prüfung	Datum	Prüfer
Rohdichte	17.04.08	M.Weber
Biegezugfestigkeit	17.04.08	M.Weber
Abmessungen	17.04.08	M.Weber
Druckfestigkeit	17.04.08	M.Weber

Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit nach DIN EN 1015-11 am Prisma 40 x 40 x 160 mm

Probe Nr.:	Probenbezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am	Alter (Tage)	Länge (mm)	Breite (mm)	Höhe (mm)	Masse lufttr. (g)	Rohd. lufttr. (kg/dm ³)	Bruchlast (N)	β_{Bz} (N/mm ²)	Bruchlast (kN)	β_D (N/mm ²)
1	I - 1d	16.04.2008	17.04.2008	1	160,3	40,6	40,6	564,8	2,138	440	1,0	51,59	32,2
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	52,18	32,6
2	II - 1d	16.04.2008	17.04.2008	1	160,2	40,6	40,7	569,7	2,152	460	1,0	53,52	33,5
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	52,12	32,6
3	III - 1d	16.04.2008	17.04.2008	1	160,5	40,4	40,6	569,2	2,162	400	0,9	52,35	32,7
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	51,21	32,0
Mittelwert :									2,151		1,0		32,6

Auftraggeber: **Rost Systembaustoffe**
Postfach 91
58846 Herscheid

Sachbearbeiter: **Dipl.-Ing. Alberts**
 Auftrag vom: **10.03.2008**
 Versuchsmaterial: **Pflasterfugenmörtel**
 Eingang: **16.04.2008**

Bezeichnung: **S.U.**

Bearbeitungs-Nummer:		1537/312/08
Prüfung	Datum	Prüfer
Rohdichte	19.04.08	M.Weber
Biegezugfestigkeit	19.04.08	M.Weber
Abmessungen	19.04.08	M.Weber
Druckfestigkeit	19.04.08	M.Weber

Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit nach DIN EN 1015-11 am Prisma 40 x 40 x 160 mm

Probe Nr.:	Probenbezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am	Alter (Tage)	Länge (mm)	Breite (mm)	Höhe (mm)	Masse lufttr. (g)	Rohd. lufttr. (kg/dm ³)	Bruchlast (N)	β_{Bz} (N/mm ²)	Bruchlast (kN)	β_D (N/mm ²)
1	I - 3d	16.04.2008	19.04.2008	3	160,7	40,5	40,2	554,8	2,121	1580	3,8	70,51	44,1
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	66,92	41,8
2	II - 3d	16.04.2008	19.04.2008	3	160,9	39,5	39,9	545,1	2,150	1680	4,0	68,30	43,2
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	65,38	41,4
3	III - 3d	16.04.2008	19.04.2008	3	160,8	40,8	40,0	553,9	2,111	1660	3,8	68,64	42,9
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	70,13	43,8
Mittelwert :									2,127		3,8		42,9

Auftraggeber: Rost Systembaustoffe
Postfach 91
58846 Herscheid

Sachbearbeiter: Dipl.-Ing. Alberts
Auftrag vom: 10.03.2008
Versuchsmaterial: Pflasterfugenmörtel
Eingang: 16.04.2008
Bezeichnung: s.u.

Bearbeitungs-Nummer:		1537/312/08
Prüfung	Datum	Prüfer
Rohdichte	23.04.08	M.Weber
Biegezugfestigkeit	23.04.08	M.Weber
Abmessungen	23.04.08	M.Weber
Druckfestigkeit	23.04.08	M.Weber

Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit nach DIN EN 1015-11 am Prisma 40 x 40 x 160 mm

Probe Nr.:	Probenbezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am	Alter (Tage)	Länge (mm)	Breite (mm)	Höhe (mm)	Masse lufttr. (g)	Rohd. lufttr. (kg/dm ³)	Bruchlast (N)	β_z (N/mm ²)	Bruchlast (kN)	β_D (N/mm ²)
1	I - 7d	16.04.2008	23.04.2008	7	157,2	40,3	40,0	542,6	2,141	2940	6,8	81,59	51,0
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	81,94	51,2
2	II - 7d	16.04.2008	23.04.2008	7	157,2	39,8	40,1	539,4	2,150	2320	5,4	84,87	53,3
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	83,46	52,4
3	III - 7d	16.04.2008	23.04.2008	7	156,7	39,7	40,0	536,6	2,156	2740	6,5	74,55	46,9
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	77,34	48,7
Mittelwert :									2,149		6,2		50,6

Auftraggeber: **Rost Systembaustoffe**
Postfach 91
58846 Herscheid

Sachbearbeiter: **Dipl.-Ing. Alberts**
Auftrag vom: **10.03.2008**

Versuchsmaterial: **Pflasterfugenmörtel**
Eingang: **16.04.2008**

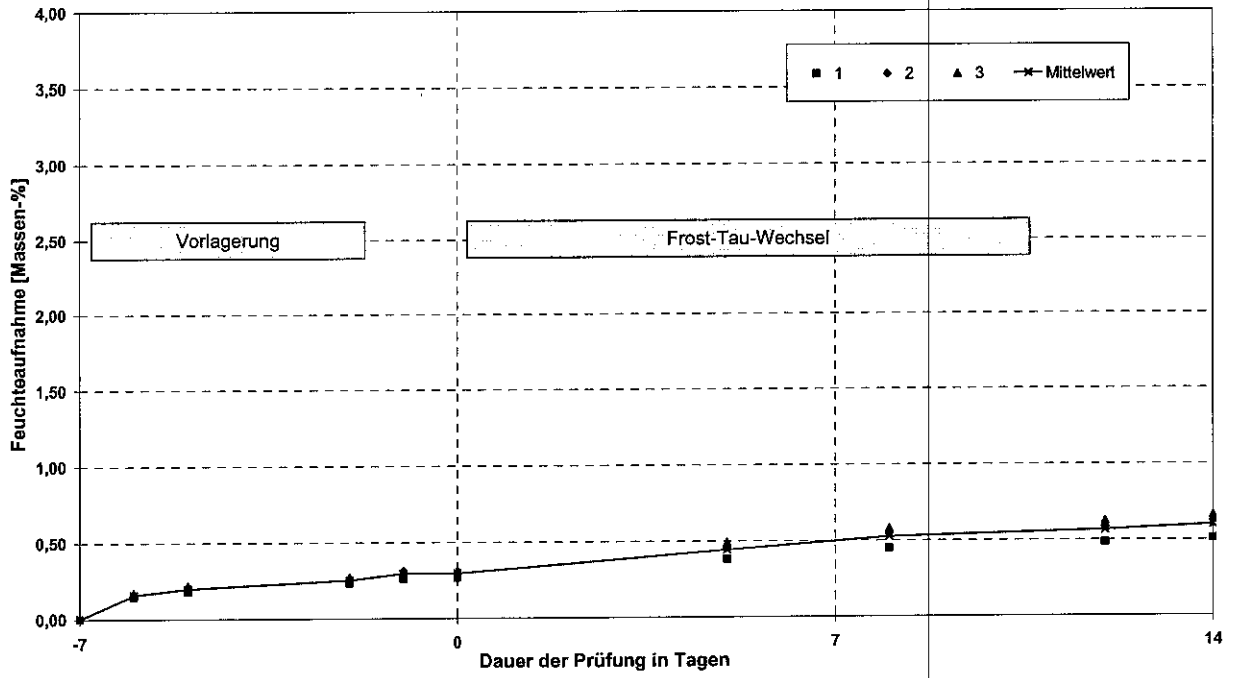
Bezeichnung: **S.U.**

Bearbeitungs-Nummer:		1537/312/08
Prüfung	Datum	Prüfer
Rohdichte	14.05.08	J. Prause
Biegezugfestigkeit	14.05.08	J. Prause
Abmessungen	14.05.08	J. Prause
Druckfestigkeit	14.05.08	J. Prause

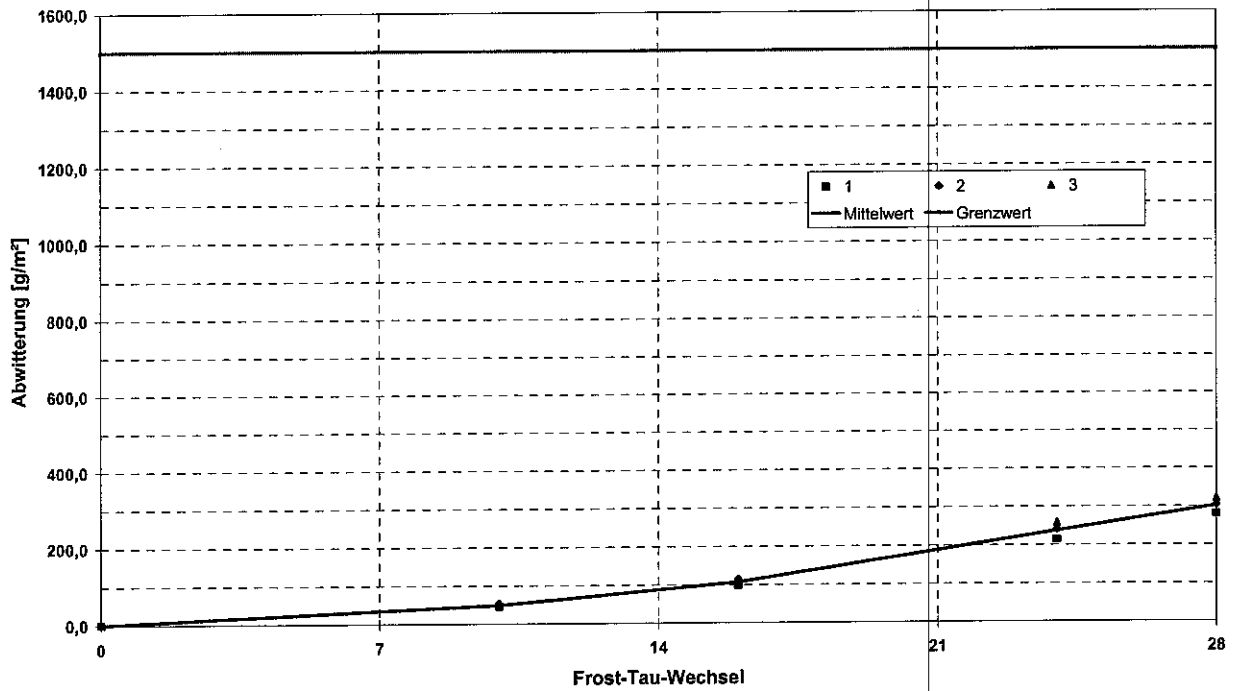
Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit nach DIN EN 1015-11 am Prisma 40 x 40 x 160 mm

Probe Nr.:	Probenbezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am	Alter (Tage)	Länge (mm)	Breite (mm)	Höhe (mm)	Masse lufttr. (g)	Rohd. lufttr. (kg/dm ³)	Bruchlast (N)	β_{Bz} (N/mm ²)	Bruchlast (kN)	β_D (N/mm ²)
1	I - 28d	16.04.2008	14.05.2008	28	159,8	41,2	39,9	553,3	2,106	3280	7,5	87,97	55,0
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	89,40	55,9
2	II - 28d	16.04.2008	14.05.2008	28	159,9	41,0	40,0	550,8	2,100	3570	8,2	89,43	55,9
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	87,07	54,4
3	III - 28d	16.04.2008	14.05.2008	28	159,8	41,4	39,8	552,9	2,100	3220	7,4	91,05	56,9
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	90,70	56,7
Mittelwert :									2,102		7,7		55,8

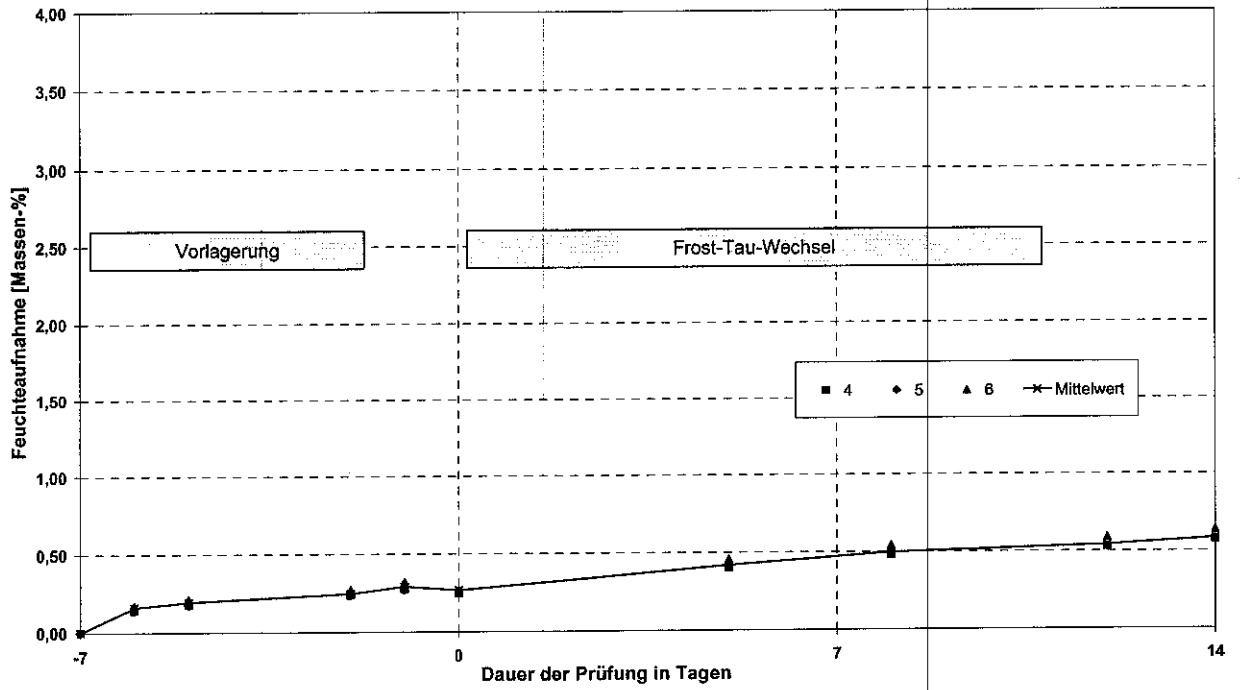
Feuchteaufnahme relativ ohne OVZ



Abwitterung ohne OVZ



Feuchteaufnahme relativ mit OVZ



Abwitterung mit OVZ

