

## **15. Kolloquium und Workshop**

**Rheologische Messungen an mineralischen Baustoffen**

**8. und 9.03.2006**

**FH Regensburg  
Fachbereich Bauingenieurwesen  
Prof. Dr. Wolfgang Kusterle**

**Einflussfaktoren  
für das Absetzen von Füllstoffen  
in Polymethylmethacrylatlösungen**

**Von  
Dr. Klaus Hock  
S u. K Hock GmbH**

## Definition wikipedia

Polymerbetone enthalten im Gegensatz zum normalen Beton ein Polymer (Kunststoff), z. B. Kunstharz, als Bindemittel, das die Gesteinskörnung (Zuschlag) zusammenhält. Zement wird im Polymerbeton, wenn überhaupt, nur als Füllstoff, also als Erweiterung der Gesteinskörnung in den Feinstkornbereich hinein eingesetzt und übernimmt keine Bindewirkung. Polymerbetone werden hauptsächlich in der Sanierung bestehender Bauteile benutzt. Durch die geringen Topfzeiten (Erhärtungszeiten) der Polymere von unter einem Tag können bei Straßen und Brücken lange Sperrzeiten vermieden werden.

Als **Bindemittel** werden in der Regel polymerisierbare Polymere, wie Epoxidharze, Polyesterharze und Polymethylmethacrylate eingesetzt.



Als Füllstoffe verwendet man heute angefangen beim klassischen Quarzsand in Körnungen von mehreren mm bis hin zu Mehlen alles was man unter dem Begriff mineralisch zusammenfassen kann, aber auch synthetische Produkte wie Glaskugeln, Blähton oder Aluminiumhydroxid.

=

Mischungen von mörtelartiger bis  
estrichartiger Konsistenz, welche  
dann in Formen gefüllt werden  
und dann in einer exothermen  
Reaktion sich verfestigen.

Anwendungen von Polymerbeton reichen heute von technischen Produkten wie Isolatoren für Hochspannungleitungen, Maschinensockel, fugenlose Fussböden bis in den dekorativen Nutzbereich , wie Küchenspülen oder Arbeitsflächen

Im weiteren werden nun Systeme aus Polymethylmethacralat und Quarzsanden, die zu dekorativen Zwecken mit einer Farbbeschichtung versehen sind, betrachtet.

Das Bindemittel, monomeres Methylmethacrylat, wird durch Auflösen von polymerem Methylmethacrylat modifiziert, mit der Zielsetzung, den Reaktionsschrumpf zu reduzieren und die Viskosität des Bindemittels zu erhöhen. Auf diese Weise soll der Absetzung der Füllstoffe entgegengewirkt werden.

Eingesetzt werden Polymere unterschiedlichen Molekulargewichtes in Konzentrationen, die von 2 % bis 30 % reichen können.

Quarzsande unterschiedlicher Körnung werden verwendet, wobei das dekorative Element im Vordergrund steht. Zusätze wie Quarzmehle oder Pigmente verändern die Siebkurve im Feinbereich und führen zu unterschiedlichsten Mischungen.

Absetzung und Entmischungen während der Formgebung oder der Verfestigung (Polymerisation) führen zu Spannungen und zu Verzügen der Formteile und Platten, so dass Sie für die Anwendung nicht verwendet werden können.

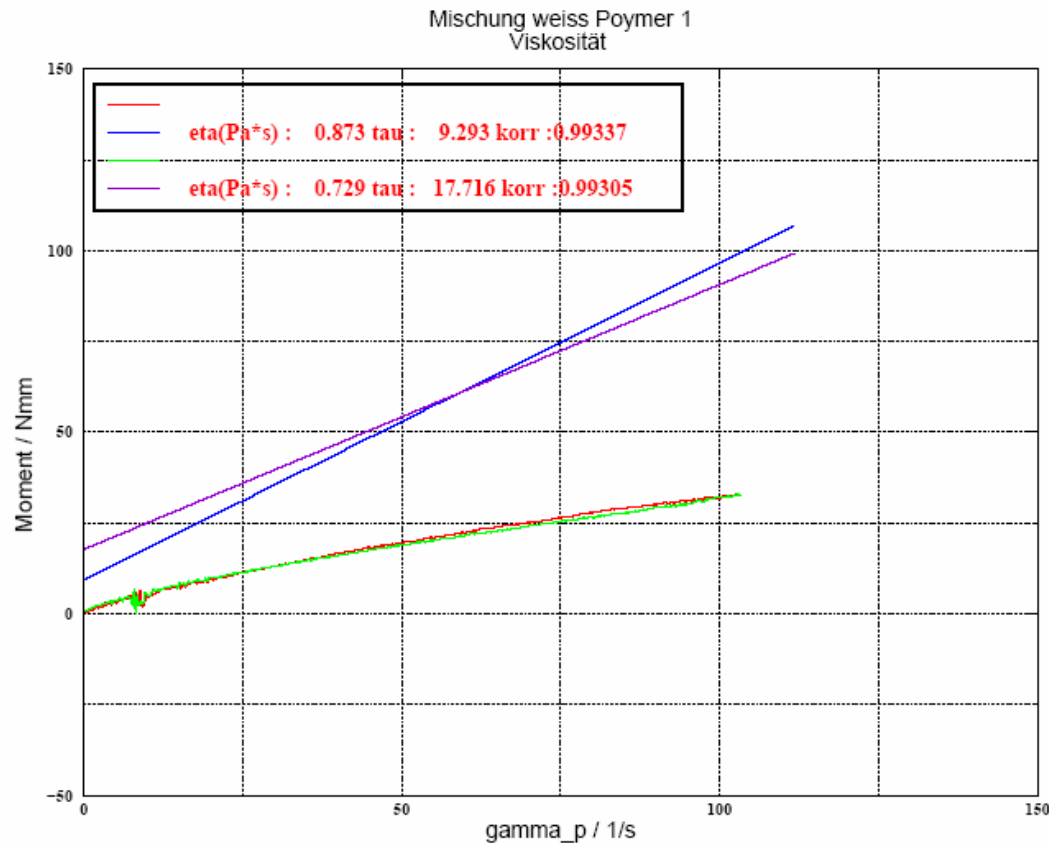


Aus diesem Grund ist es wünschenswert,  
Informationen über die Viskosität und das  
Absetzverhalten zu bekommen.

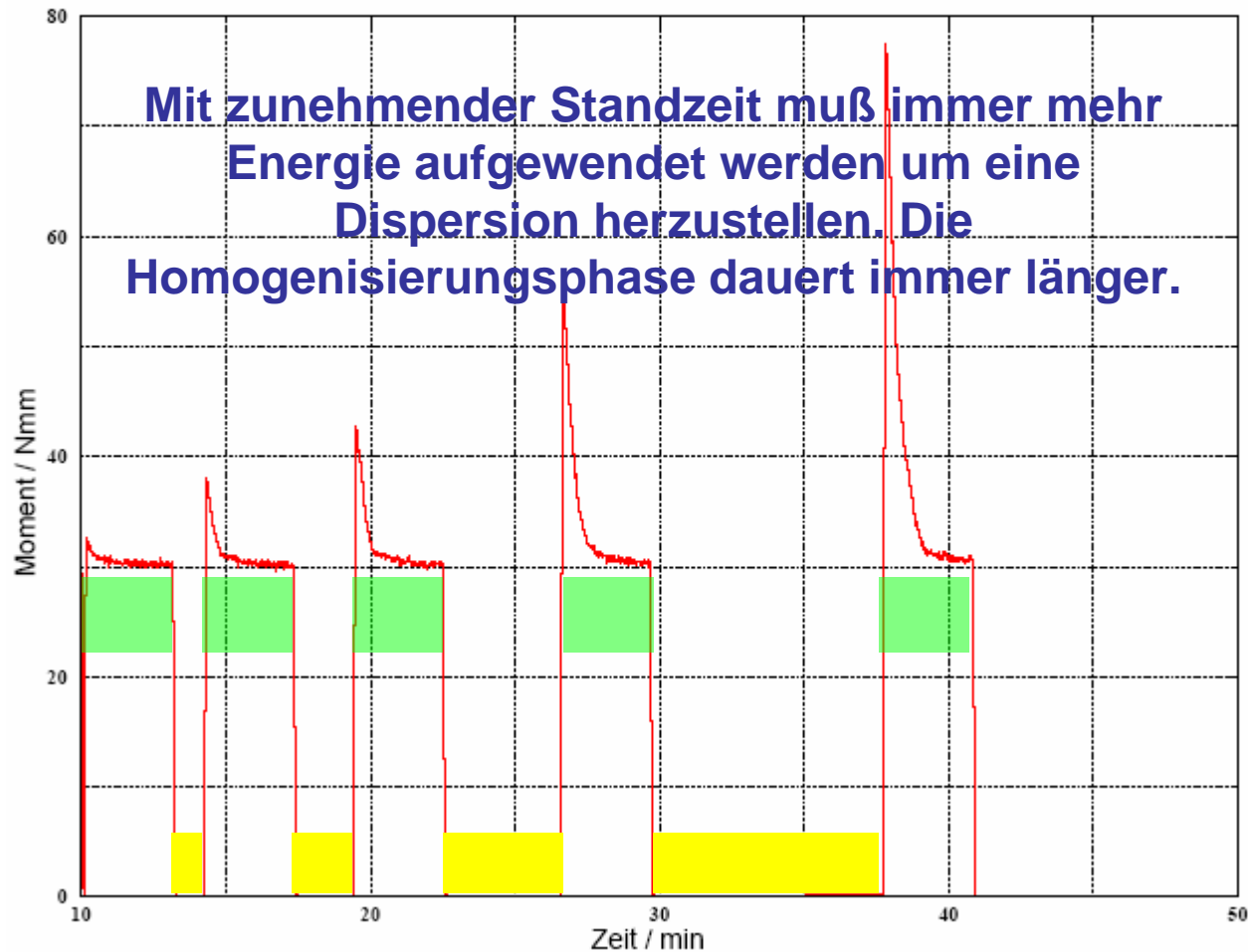
Die üblicherweise im Bereich von polymeren Lösungen  
eingesetzten Messmethoden versagen, da es schon während  
der Messung zu einer signifikanten Absetzung kommt und  
deshalb ein Wert für die Viskosität, auch wenn er nur relativ  
ist, kaum bestimmt werden kann.

Durch den Viskomat von Schleibinger ist es nun möglich  
reproduzierbare, vergleichbare Messungen durchzuführen.

Das Drehmoment der Dispersion wird, während sich die Drehgeschwindigkeit des Rührers, hier des Messtopfes, erhöht, bestimmt. Die Ableitung der so erhaltenen Kurve ergibt dann die Viskosität, der Achsenabschnitt die Fließgrenze.



Gute Dispergierbarkeit  
Absetzung mit zunehmender Standzeit

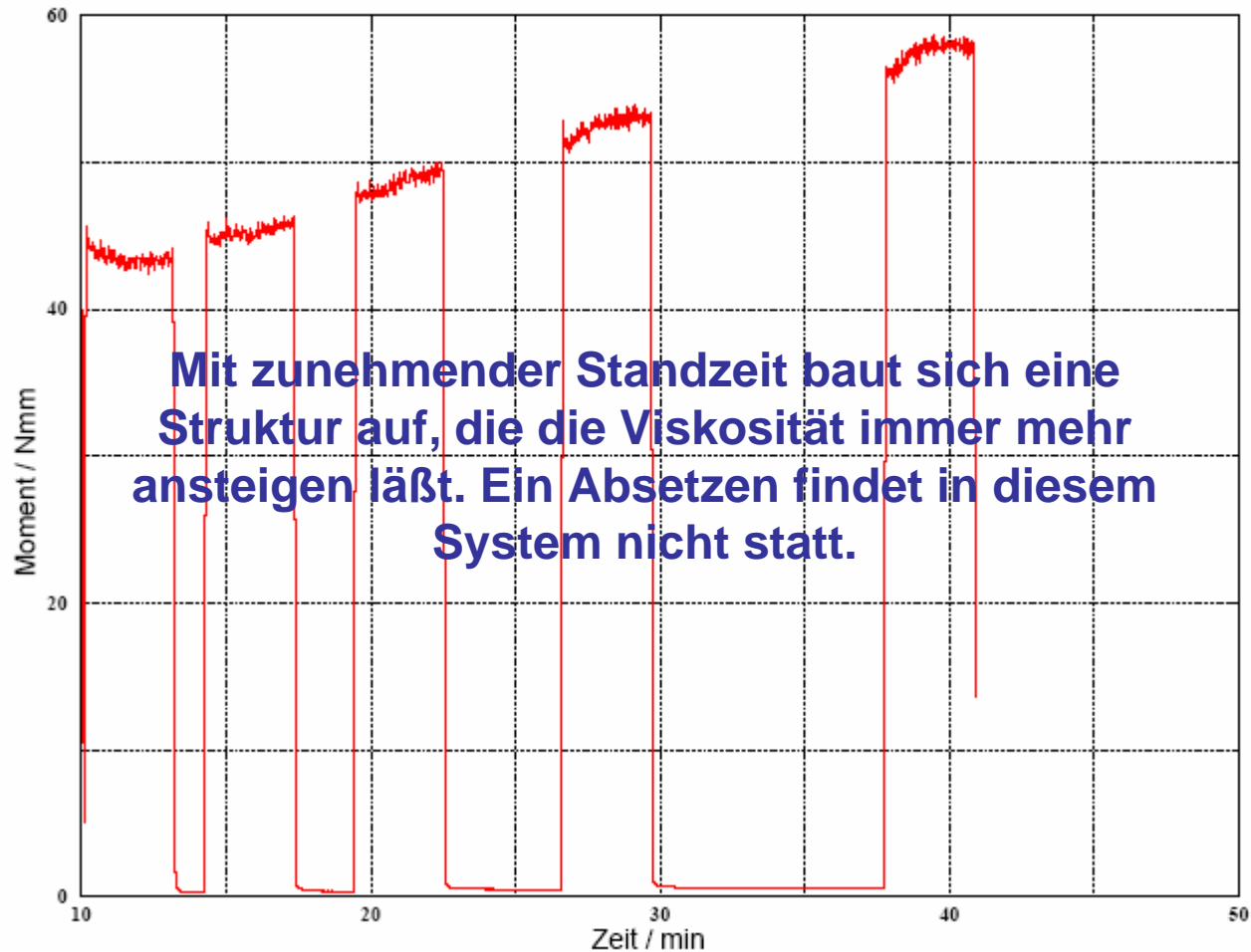


Redispergieren bei konstanter Geschwindigkeit

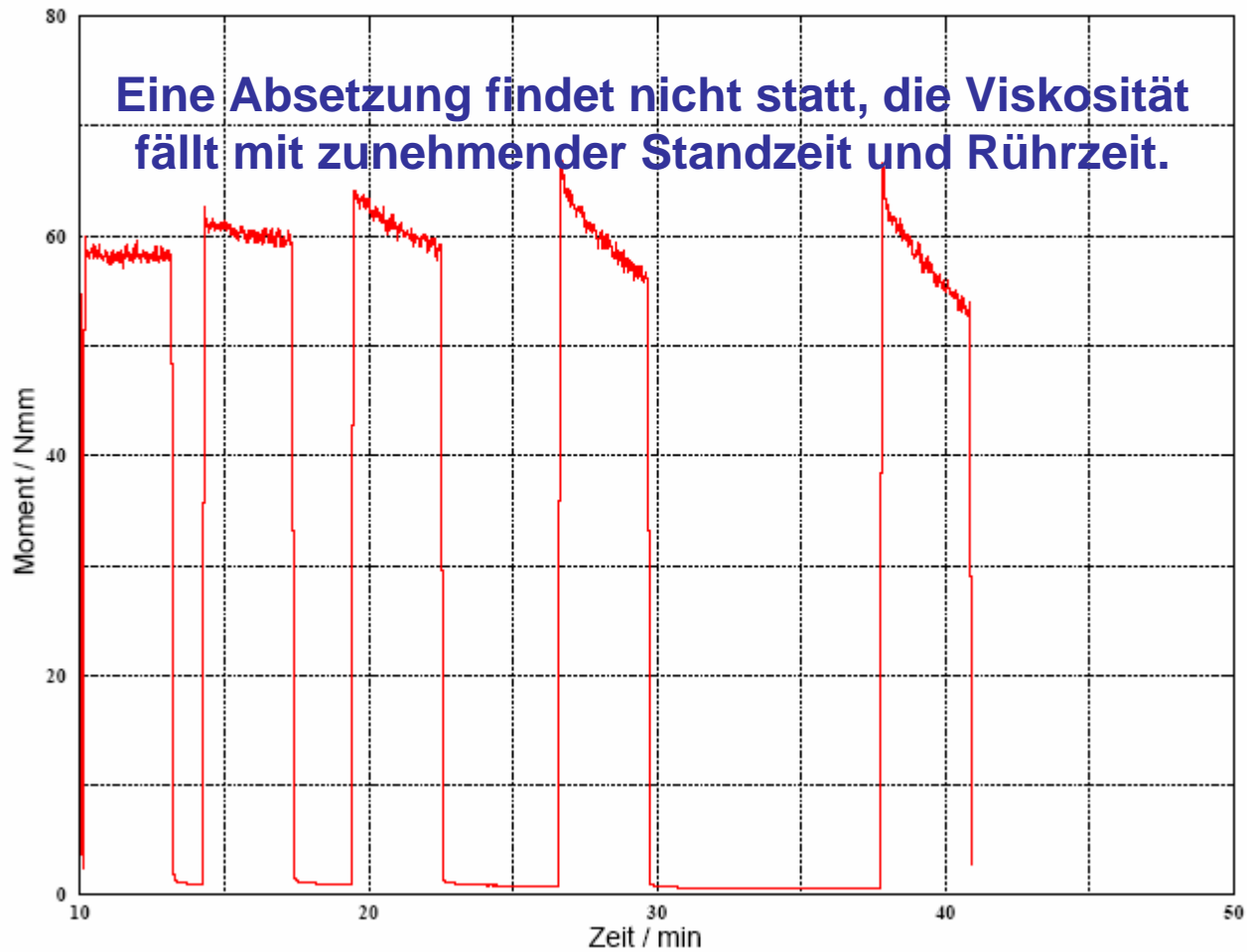


Pause

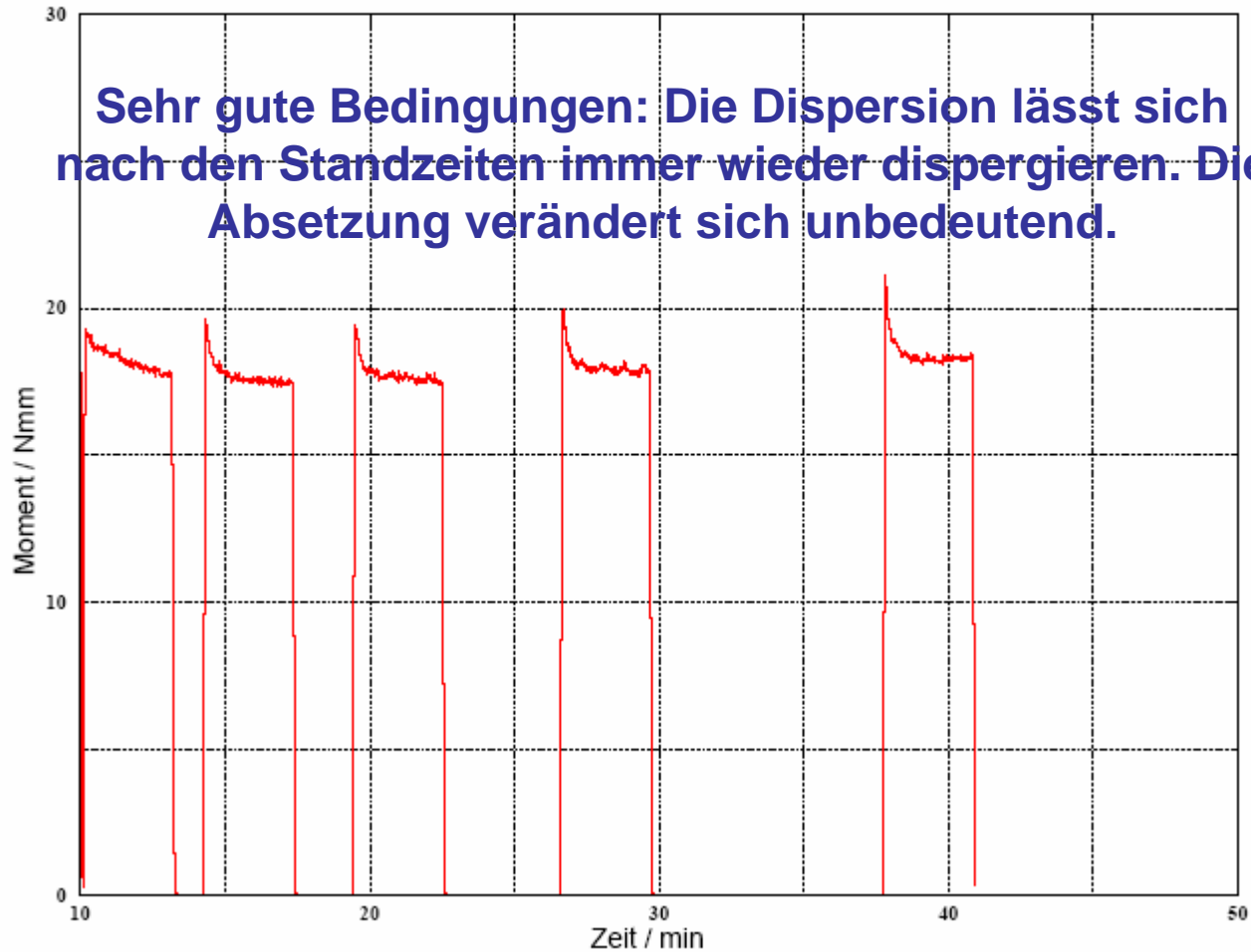
Schlechte Dispergierbarkeit  
Keine Absetzung, zunehmende Viskosität



Schlechte Dispergierbarkeit  
Keine Absetzung, abnehmende Viskosität



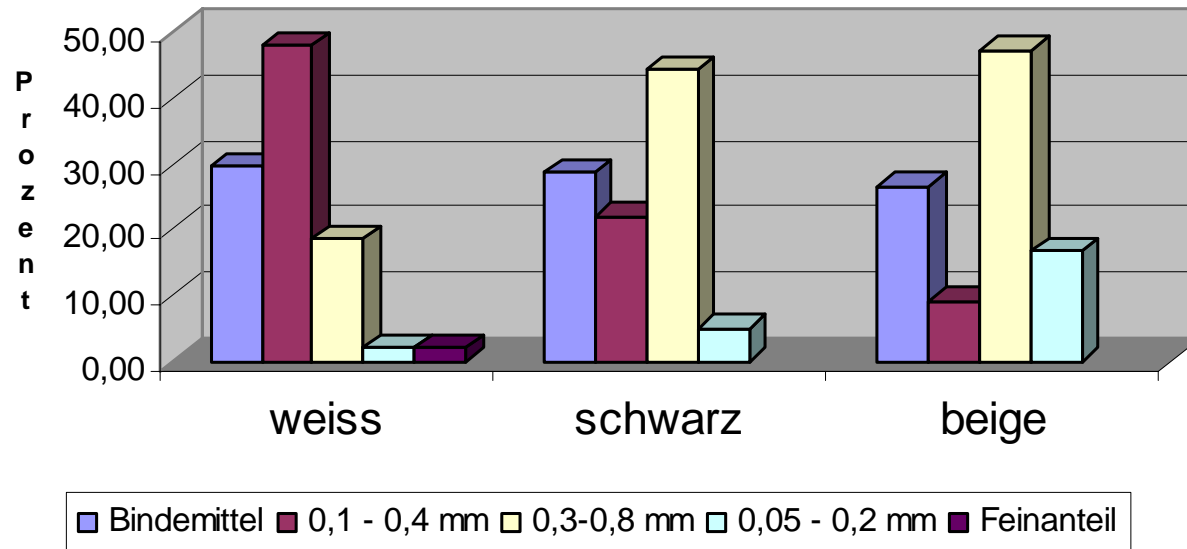
Gute Dispergierbarkeit  
minimale gleichbleibende Absetzung



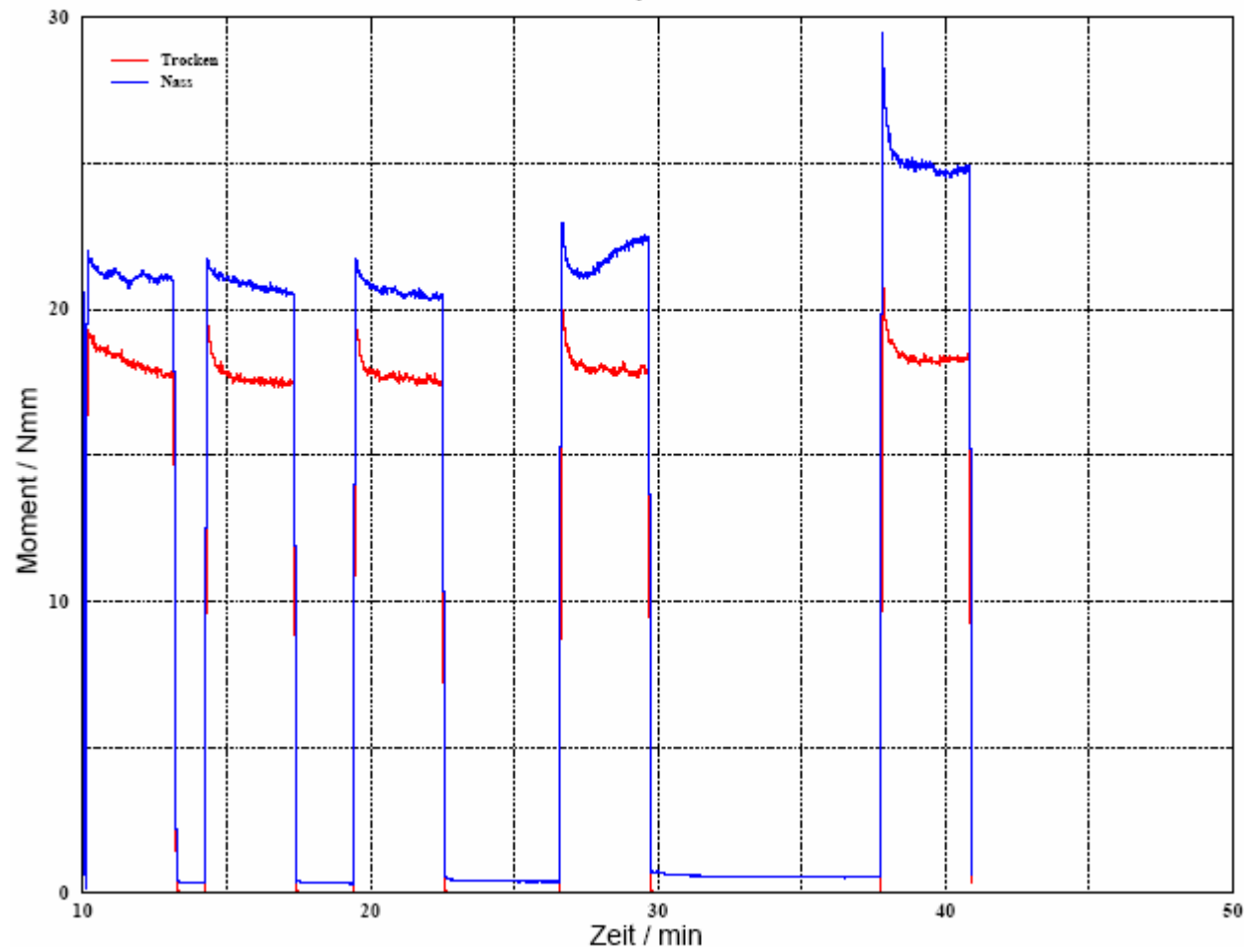
**Versuch 1:** Eine Mischung bestehend aus einer Polymerlösung 1 (niedermolekulares PMMA) einem Gemisch von Füllstoffen, und einem Trennmittel S.

Die eine Füllstoffmischung wird vor dem Herstellen der Dispersion 48 Stunden im Umlufttrockenschrank bei 120°C getrocknet und im Exikator abgekühlt. Eine andere Füllstoffmischung gleicher Zusammensetzung wird in der gleichen Zeit in einer Atmosphäre hoher Luftfeuchtigkeit aufbewahrt. Mit beiden Füllstoffmischungen wurden Dispersionen hergestellt und die Absetzung bestimmt.

## Füllstoffanteile

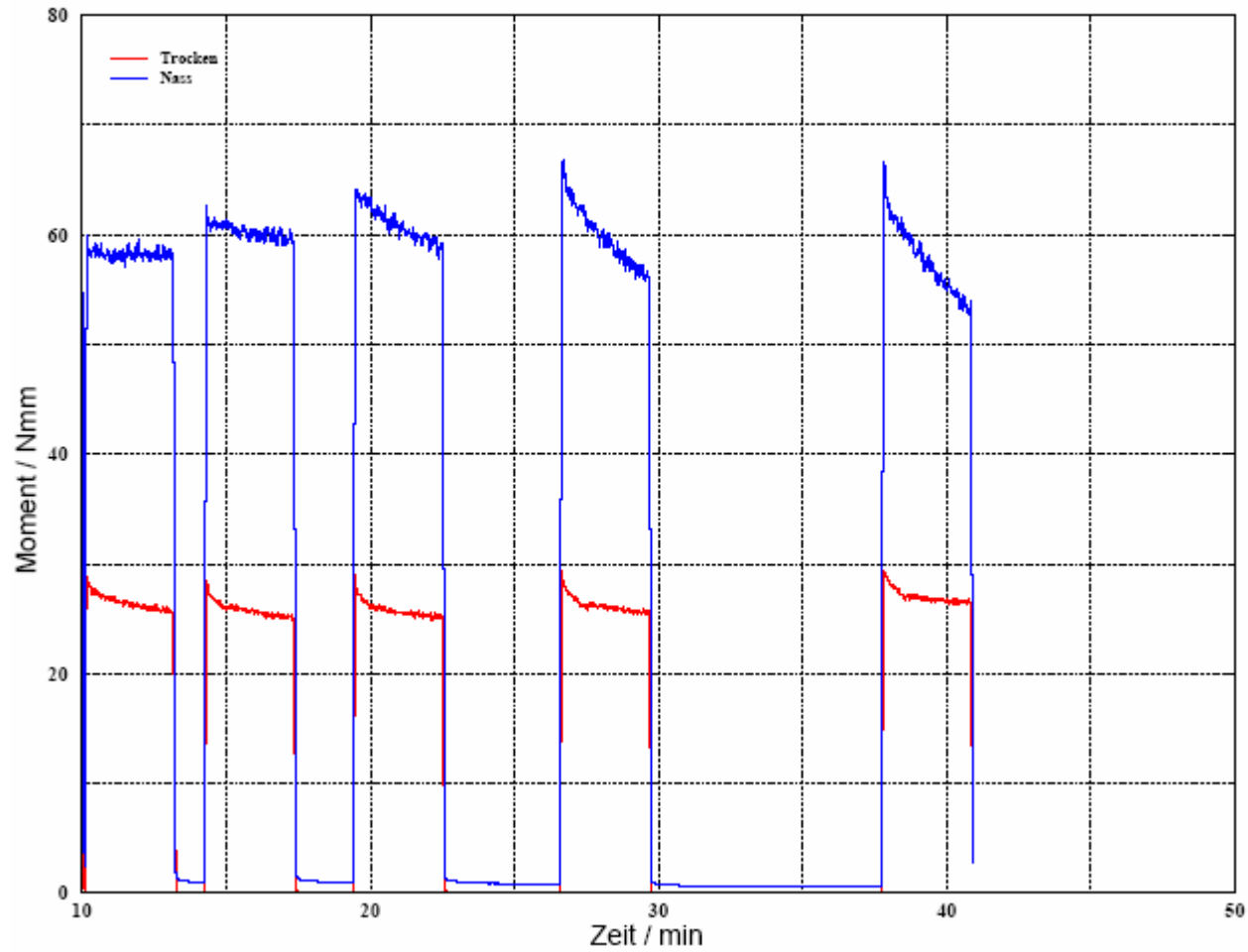


Unterschied Trocken und Nass  
Polymer 1

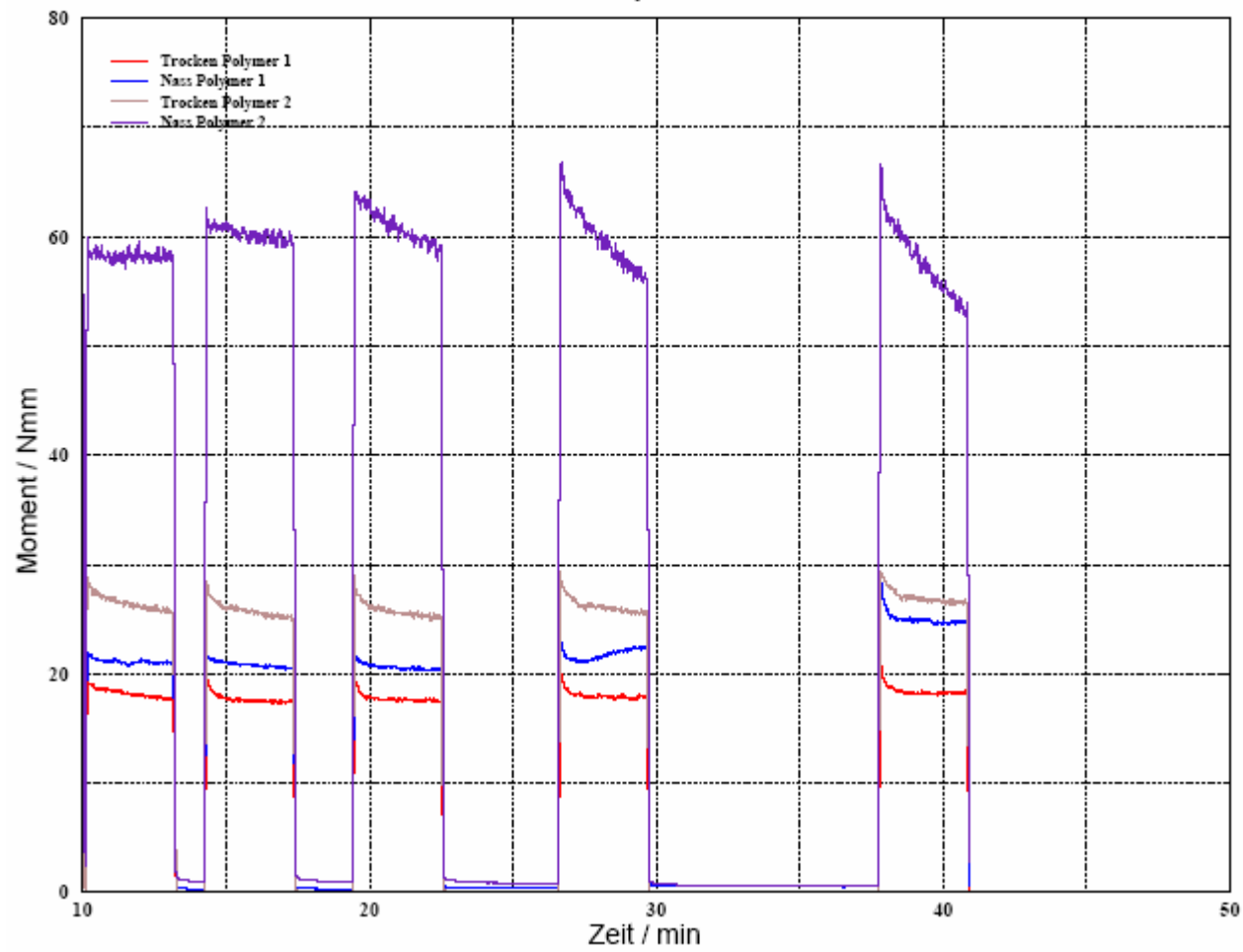


**Versuch 2:** Eine Mischung bestehend aus einer Polymerlösung 2 (hochmolekulares PMMA) einem Gemisch von Füllstoffen, und einem Trennmittel S.

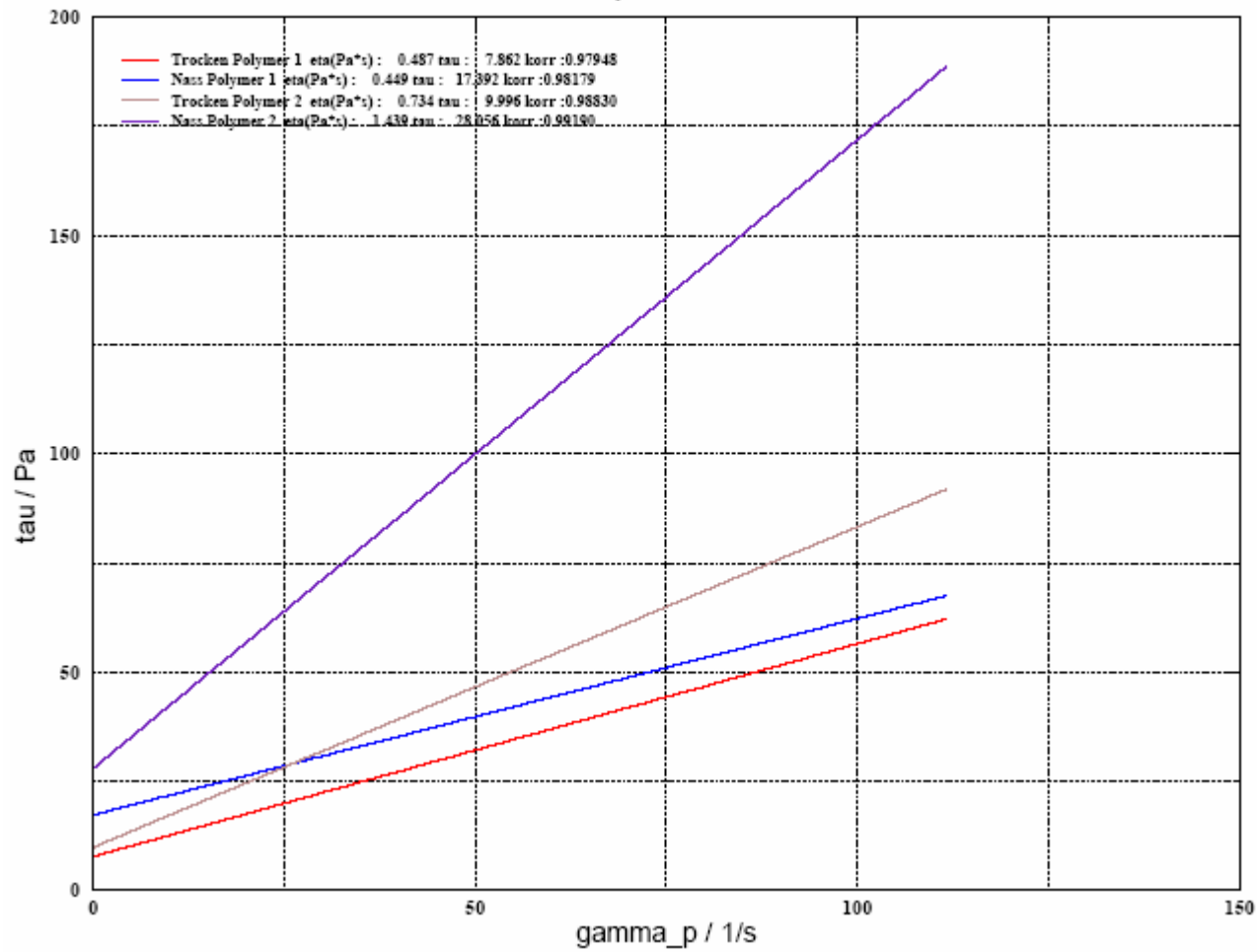
Die eine Füllstoffmischung wird vor dem Herstellen der Dispersion 48 Stunden im Umlufttrockenschrank bei 120°C getrocknet und im Exikator abgekühlt. Eine andere Füllstoffmischung gleicher Zusammensetzung wird in der gleichen Zeit in einer Atmosphäre hoher Luftfeuchtigkeit aufbewahrt. Mit beiden Füllstoffmischungen wurden Dispersionen hergestellt und die Absetzung bestimmt.

Unterschied Trocken und Nass  
Polymer 2

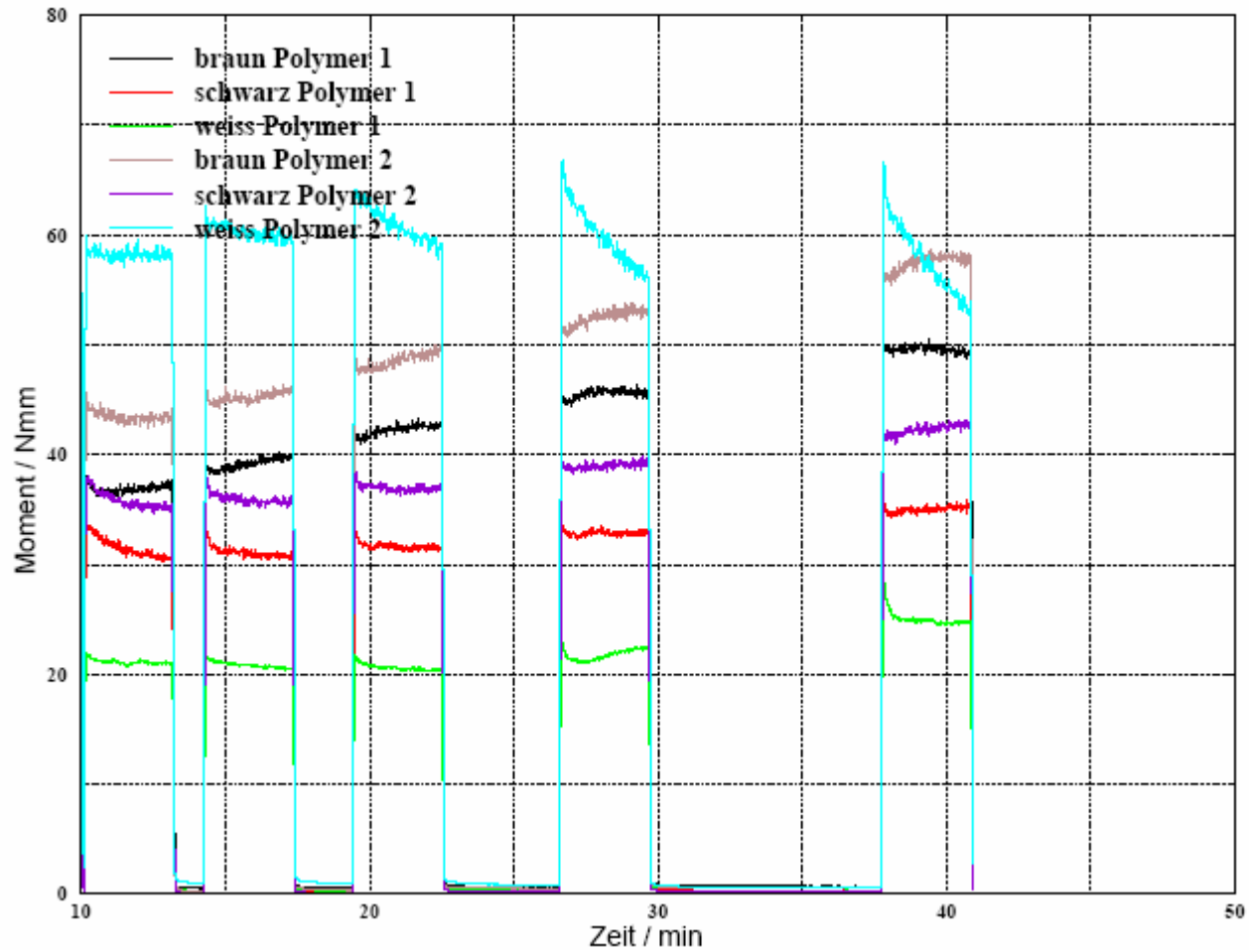
Unterschied Trocken und Nass  
Polymer 2



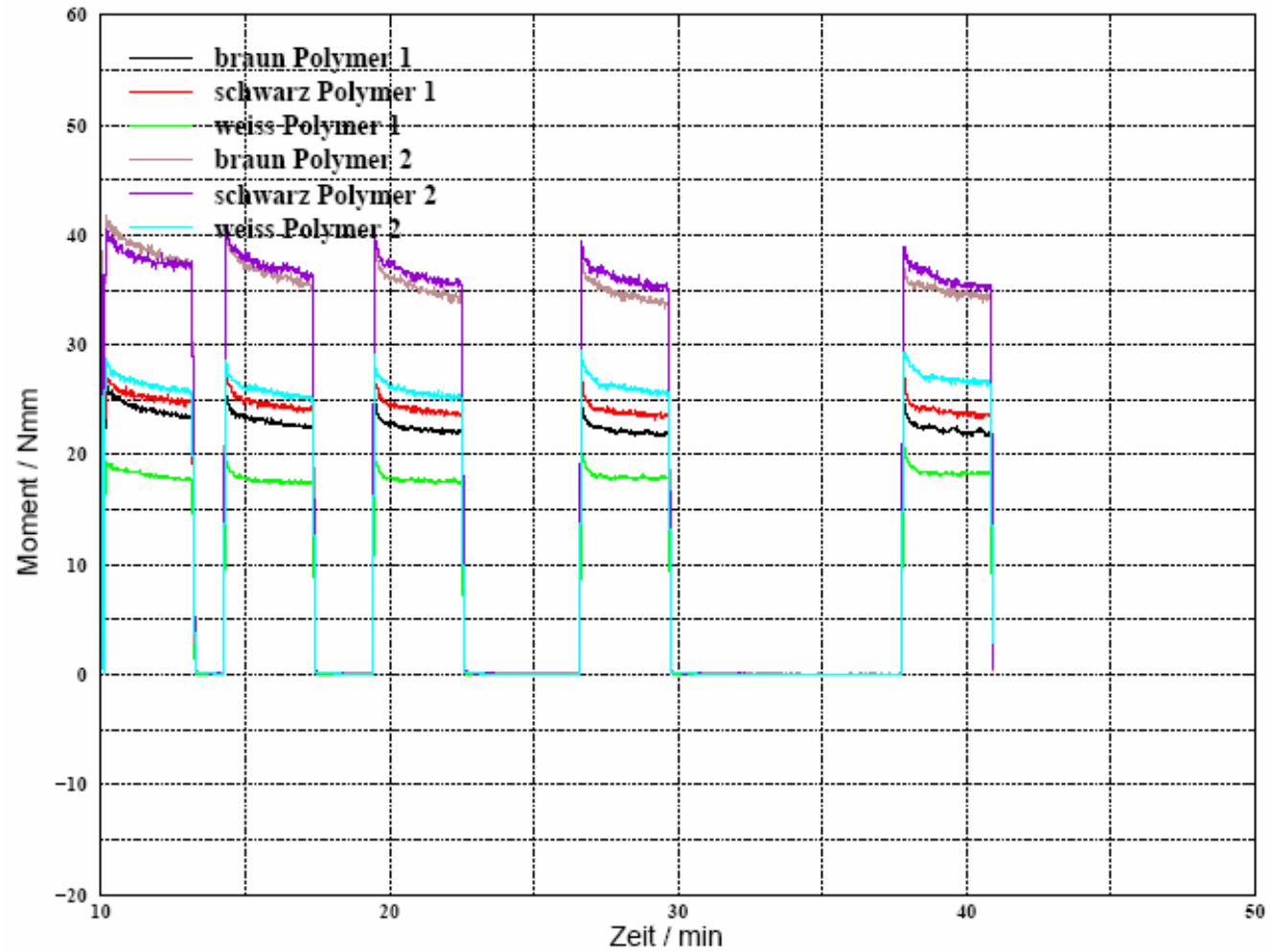
Unterschied Trocken und Nass  
Polymer 1 u 2



Absetzung Nass  
verschiedene Korngrößen



Absetzung Trocken  
verschiedene Korngrößen



	Sirup	Status	Trennmittel	Viskosität	Korr	1 min	2 min	3 min	4 min	
	braun	1	n	s	889	20,559	0,00	0,00	0,00	0,00
	braun	2	n	s	1132	19,605	0,00	0,00	0,00	0,00
	Schwarz	2	n	s	340	5,902	14,00	10,00	8,00	0,00
	Schwarz	1	n	s	200	7,12	25,00	17,50	7,50	10,00
	braun	2	t	s	727	31,003	30,00	30,00	24,00	20,00
	Schwarz	2	t	s	295	5,923	28,00	28,00	26,00	24,00
	weiss	2	n	s	1439	28,056	0,00	12,50	25,00	31,25
	weiss	1	t	s	444	9,866	33,33	30,00	33,33	46,67
	weiss	2	t	s	734	9,996	33,33	40,00	50,00	46,67
	braun	1	t	s	477	18,456	46,67	40,33	36,67	50,00
	Schwarz	1	t	s	231	5,231	63,33	43,33	56,67	50,00
	weiss	1	n	s	449	17,392	23,33	23,33	33,33	33,33

1 = Polymer 1

n = nass

s = Stearinsäure

2 = Polymer 2

t = trocken

Korr. = Achsenabschnitt

1 min, 2 min, 3min, 4 min = 1 min, 2 min, 3 min, 4 min Absetzzeit

	Sirup	Status	Trennmittel	Viskosität	Korr	1 min	2 min	3 min	4 min
Schwarz	1	n	s	200	7,12	25,00	17,50	7,50	10,00
Schwarz	1	t	s	231	5,231	63,33	43,33	56,67	50,00
Schwarz	2	t	s	295	5,923	28,00	28,00	26,00	24,00
Schwarz	2	n	s	340	5,902	14,00	10,00	8,00	0,00
weiss	1	t	s	444	9,866	33,33	30,00	33,33	46,67
weiss	1	n	s	449	17,392	23,33	23,33	33,33	83,33
braun	1	t	s	477	18,456	46,67	403,33	36,67	50,00
braun	2	t	s	727	31,003	30,00	30,00	24,00	20,00
weiss	2	t	s	734	9,996 ?	33,33	40,00	50,00	46,67
braun	1	n	s	889	20,559	0,00	0,00	0,00	0,00
braun	2	n	s	1132	19,605	0,00	0,00	0,00	0,00
weiss	2	n	s	1439	28,056	0,00	12,50	25,00	31,25

1 = Polymer 1

n = nass

s = Stearinsäure

2 = Polymer 2

t = trocken

Korr. = Achsenabschnitt

1 min, 2 min, 3min, 4 min = 1 min, 2 min, 3 min, 4 min Absetzzeit

	Sirup	Status	Trennmittel	Viskosität	Korr	1 min	2 min	3 min	4 min
Schwarz	1	n	s	200	7,12	25,00	17,50	7,50	10,00
Schwarz	1	t	s	231	5,231	63,33	43,33	56,67	50,00
weiss	1	t	s	444	9,866	33,33	30,00	33,33	46,67
weiss	1	n	s	449	17,392	23,33	23,33	33,33	83,33
braun	1	t	s	477	19,456	46,67	403,33	36,67	50,00
braun	1	n	s	889	20,559	0,00	0,00	0,00	0,00
Schwarz	2	t	s	295	5,923	28,00	28,00	26,00	24,00
Schwarz	2	n	s	340	5,902	14,00	10,00	8,00	0,00
braun	2	t	s	727	31,003	30,00	30,00	24,00	20,00
weiss	2	t	s	734	9,996	33,33	40,00	50,00	46,67
braun	2	n	s	1132	19,605	0,00	0,00	0,00	0,00
weiss	2	n	s	1439	28,056	0,00	12,50	25,00	31,25

1 = Polymer 1

n = nass

s = Stearinsäure

2 = Polymer 2

t = trocken

Korr. = Achsenabschnitt

1 min, 2 min, 3min, 4 min = 1 min, 2 min, 3 min, 4 min Absetzzeit

## Zusammenfassung:

1. Die vorgestellten Messmethoden eignen sich zum Untersuchen von Fließverhalten und Absetzverhalten von Polymerbeton.
2. Messung der Viskosität von Polymerbetondispersionen führt nicht zwingend zu Aussagen über Verarbeitbarkeit und Absetzverhalten
3. In dem untersuchten System stellt man fest, dass der größte Einflußfaktor die Feuchtigkeit ist
4. Ein trockenes Material ist Voraussetzung für eine stabile Verarbeitung

5. Das hier verwendete niedermolekulare PMMA ist weniger anfällig gegenüber anderen Einflußfaktoren, wie Feuchtigkeit und Füllstoffverteilung.
6. Die Wahl des Kornspektrums, der Verteilung der Füllstofffraktion trägt massgeblich zur Absetzung bei.