

HANSA-BAU-LABOR Dr.-Ing. Herr
Institut für Bau- und Umweltprüfungen GmbH
Billstraße 214, 20539 Hamburg

111 84 N /

Name der Forschungsstelle

AiF-Vorhaben-Nr. / GAG

01.10.1997 bis 30.09.1998

Bewilligungszeitraum

Schlußbericht für den Zeitraum: 01.10.1997 bis 30.09.1998

Forschungsthema:

Einfluß von Rückgewinnung, Herstellung und Lagerung von Asphalten auf die
Eigenschaften von Polymerbitumen

Hamburg, 29.09.1998

Ort, Datum



Unterschrift der/des Projektleiter(s)

Kurzfassung

Einfluß von Rückgewinnung, Herstellung und Lagerung von Asphalten auf die Eigenschaften von Polymerbitumen

Als maßgebende Parameter für die Qualität von verwendeten Polymerbitumen in Asphalten werden in Kontrollprüfungen und Eigenüberwachungen, die Bestimmung von Erweichungspunkt Ring und Kugel nach DIN 52 011 und der elastischen Rückstellung nach TL PmB angesehen. Der zunehmende Einsatz von Polymerbitumen in der Bundesrepublik Deutschland und der Anstieg der Anzahl der verschiedenen Polymerbitumen und deren Anbieter macht es erforderlich, den Einfluß systematisch zu untersuchen, den die gängigen Lösemittel, die bei Extraktion im Rahmen von Kontrollprüfungen und Eigenüberwachungen verwendet werden, auf die Eigenschaften der Polymerbitumen bei der Rückgewinnung ausüben. Außerdem verändert der Herstellungsprozeß und die Lagerung von Asphalten die Eigenschaften von Polymerbitumen durch thermische Belastungen, ausgedrückt durch Veränderungen von Erweichungspunkt Ring und Kugel und der elastischen Rückstellung.

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß es Interaktionen zwischen Lösemitteln und Polymerbitumen gibt. Gleichfalls wurde gezeigt, daß nicht generell ein Lösemittel Einfluß auf die Eigenschaften von allen untersuchten Polymerbitumen hat. Der Einfluß von Lösemitteln auf den Erweichungspunkt Ring und Kugel stellte sich bei den Untersuchungen als relativ gering, mit Werten von 0 bis max. 2,5 °C Veränderung, heraus. Bei der elastischen Rückstellung wurde hingegen bei einem von fünf untersuchten Polymerbitumen ein deutlicher Einfluß von Lösemitteln ermittelt, bis zu Abnahmen von über 30 %. Der Einfluß der Herstellungstemperaturen und der Lagerung von Asphalten auf die Bindemittleigenschaften wurde bei den Untersuchungen belegt.

Die durchgeführten Untersuchungen führten zu einem neuen Verfahrensweg, mit dem es möglich ist, den Einfluß von weiteren Lösemitteln und den thermischen Einfluß auf PmB bzw. von weiteren in den Markt kommenden PmB zu bestimmen und bestätigen auch in diesem Punkt, daß die Zielsetzung des Vorhabens erreicht wurde.

Die durchgeführten Untersuchungen wurden über das Bundesministerium für Wirtschaft durch die AiF unter der Nr. 111 84 N gefördert.

Inhaltsverzeichnis

- 1 Einleitung
- 2 Wissenschaftliche Problemstellung
- 3 Forschungsziel und Lösungsweg
 - 3.1 Versuchsprogramm
 - 3.1.1 Beschaffung der Materialien
 - 3.1.2 Eignungsprüfungen SMA 0/11 und ABi 0/16
 - 3.1.3 Bindemittelkenndaten
 - 3.1.4 Belastung der Bindemittel durch Lösemittel
 - 3.1.5 Thermische Belastung der Bindemittel
 - 3.1.6 Zeitliche und thermische Beanspruchung der Bindemittel im Modelltopf
- 4 Untersuchungsergebnisse
 - 4.1 Ergebnisse der Eignungsprüfungen
 - 4.2 Bindemittelkenndaten
 - 4.3 Belastung der Bindemittel durch Lösemittel
 - 4.4 Thermische Belastung der Bindemittel
- 5 Vorschlag eines Verfahrensweges zur Bewertung Lösemittel/Alterungseinfluß
- 6 Zusammenfassung
- 7 Bibliographische Daten

Anlagen:

- 1 Darstellung Verfahrensweg zur Bewertung der Lösemittel/Alterungseinfluß
- 2 Eignungsprüfungen SMA 0/11 S und ABi 0/16
- 3 Kraftduktilitätsverläufe

1 Einleitung

Seit über 15 Jahren werden in der Bundesrepublik Deutschland gebrauchsfertige lagerstabile Polymerbitumen hergestellt und bei der Asphaltproduktion verarbeitet.

Die Bewertung der eingesetzten Polymerbitumen erfolgt in der Regel über die Bestimmung der elastischen Rückstellung am rückgewonnenen Polymerbitumen. Untersuchungen über Einflüsse wie z.B. der bei der Extraktion eingesetzten Lösemittel auf die Eigenschaften der Polymerbitumen liegen nicht vor.

Zur auch wirtschaftlichen Bewertung der Polymerbitumen im Rahmen von Kontrollprüfungen und Eigenüberwachungen wurde dieses Untersuchungsvorhaben beantragt, befürwortet und mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft durch die AiF unter der Nummer 111 84 N gefördert.

2 Wissenschaftliche Problemstellung

Als maßgebende Parameter für die Qualität von verwendeten Polymerbitumen in Asphalten werden in Kontrollprüfungen und Eigenüberwachungen die Bestimmung des Erweichungspunktes Ring und Kugel nach DIN 52 011 und der elastischen Rückstellung nach TL PmB angesehen. Es gibt Anzeichen, daß bestimmte Lösemittel zu einer Veränderung gewisser rheologischer Eigenschaften führen. Der zunehmende Einsatz von Polymerbitumen in der Bunderepublik Deutschland und der Anstieg der Anzahl der verschiedenen Polymerbitumen und deren Anbieter macht es erforderlich, den Einfluß systematisch zu untersuchen, den die gängigen Lösemittel, die bei Extraktion im Rahmen von Kontrollprüfungen und Eigenüberwachungen verwendet werden, auf die Eigenschaften von Polymerbitumen bei der Rückgewinnung ausüben. Außerdem verändert der Herstellungsprozeß und die Lagerung von Asphalten die Eigenschaften von Bindemitteln durch thermische Belastungen. Diese Veränderungen werden durch einen Anstieg des Erweichungspunktes Ring und Kugel und einer Abnahme der elastischen Rückstellung ausgedrückt.

Voruntersuchungen im Hansa-Bau-Labor haben gezeigt, daß es tatsächlich einen Einfluß von Lösemitteln auf die rheologischen Eigenschaften von Polymerbitumen geben kann. Hierbei wurde festgestellt, daß nicht generell ein Lösemittel Einfluß auf die Eigenschaften von allen Polymerbitumen (verschiedene Hersteller und Herstellungsverfahren) ausübt. Dieser Einfluß bezieht sich dem bisherigen Anschein nach jeweils auf ein Lösemittel in Interaktion zu einem polymermodifiziertem Bindemittel. Systematische Forschungen sind bisher auf diese Thematik nicht näher eingegangen.

3 Forschungsziel und Lösungsweg

Systematische Laboruntersuchungen sollen diese Interaktionen bestimmen und ein Verfahrenskatalog mit einer Plus-Minus-Liste (Liste der Empfindlichkeiten /Unempfindlichkeiten) aufgestellt werden, aus der abgelesen werden kann, ob und welche Lösemittel Auswirkungen auf die Bindemittleigenschaften haben.

Der thermische Einfluß des Herstellungsprozesses und der Lagerung sollen ermittelt werden, um die thermische Stabilität der jeweiligen PmB einstufen zu können. Zusätzlich wird dabei ein Verfahrensweg erarbeitet, der es zukünftig ermöglicht den Einfluß von weiteren Lösemitteln und den thermischen Einfluß auf PmB bzw. die Empfindlichkeiten von weiteren in den Markt kommenden PmB zu bestimmen.

Der Untersuchungsumfang umfaßt Laborverfahren, in denen zuerst gezielt die Bindemittel durch Lösemittel belastet werden und im weiteren Verlauf dann thermisch belastet und die Auswirkung der thermischen Belastung untersucht wird.

3.1 Versuchsprogramm

Das Versuchsprogramm gliedert sich in sechs Abschnitte:

3.1.1 Beschaffung der Materialien

Zur Durchführung des Versuchsprogramms wurden für die zu untersuchenden Asphalte als Referenzmaterial ein lokaler handelsüblicher Diabas aus dem Harz vom Steinbruch Huneberg und als Gesteinsmehl Kalksteinmehl der Firma Hehlen-Füller ausgewählt und in ausreichender Menge beschafft. Damit wurden Einflüsse des Minerals weitgehend minimiert und für zukünftige Untersuchungen eine Vergleichsgrundlage geschaffen. Späteren Untersuchungen mit lokalen anderen handelsüblichen Mineralstoffen dient sie als Grundlage.

Für die Laboruntersuchungen mit Asphalten wurden als Deckschichtmaterial ein Splittmastixasphalt 0/11 und ein Asphaltbinder 0/16 in Anlehnung an Rezepturen einer Hamburger Asphaltmischanlage ausgewählt.

Die Bindemittelproben wurden aus den TKW bei der Anlieferung an die Asphaltmischanlagen entnommen.

Die polymermodifizierten Bindemittel setzen sich zusammen aus Bindemitteln, die der TL PmB entsprechen. Es wurden als Vertreter der Bindemittel der TL PmB zwei Caribite (45 und 65), ein Nypol, ein Olexobit und ein Styrelf ausgewählt. Es handelt sich dabei um PmB mit jeweils unterschiedlichen Polymeren, die entweder chemisch vernetzt sind oder deren Lagerstabilität auf physikalischem Weg erzielt wird. Diese PmB sind zur Zeit marktbedeutend. PmB 65 wird für Splittmastixasphalt als Bindemittel eingesetzt und für den Asphaltbinder PmB 45. Diese Bindemittel entsprechen marktüblichen Ausführungen.

Insgesamt wurden fünf PmB an Asphaltmischanlagen entnommen. In den folgenden Untersuchungsergebnissen werden die entnommenen Proben anonym dargestellt als Proben der Hersteller eins bis vier. Den betreffenden Herstellern wurden jeweils eine rund 600 Gramm Teilprobe übersandt mit der Bitte um Untersuchung und Mitteilung, ob es sich um das angegebene Produkt des betreffenden Herstellers handelte. Drei von vier Hersteller beantworteten die Frage innerhalb von zwei bis vier Wochen positiv. Der vierte Hersteller gab auch nach erneutem Nachfragen keine Angaben ab. Nach Aussage der Asphaltmischanlage und den vorgelegten Lieferpapieren handelt es sich um ein PmB 65 A. Zur Absicherung der Kenndaten wurde eine Probe von diesem Produkt einer anderen Mineralölgesellschaft übergeben, um über die Bestimmung der Erweichungspunktes Ring und Kugel und der Nadelpenetration die ermittelten Daten abzusichern.

3.1.2 Eignungsprüfungen SMA 0/11 und ABi 0/16

Gemäß dem Merkblatt für Eignungsprüfungen wurden angelehnt an bewährte Eignungsprüfungszeugnisse Hamburger Asphaltmischwerke die Eignungsprüfungen mit den vorgenannten Mineralstoffen und einem PmB 65 A bzw. PmB 45 A des Herstellers I erstellt.

3.1.3 Bindemittelkenndaten

Nach Beschaffung der Bindemittelproben in ausreichender Menge wurden die Proben schonend im Labor erwärmt und in 1 kg-Gebinde aufgeteilt, um die Bindemittel thermisch im Labor im weiteren Untersuchungsprogramm so weitgehend wie möglich zu schonen. So wurden für die weiteren Untersuchungen jeweils ein 1 kg-Gebinde nur einmal aufgewärmt und anschließend zur Sicherheit entsorgt.

Als Bindemittelkenndaten wurden der Erweichungspunkt Ring und Kugel, die Nadelpenetration, die Duktilität und die elastische Rückstellung nach DIN bzw. TL PmB bestimmt.

3.1.4 Belastung der Bindemittel durch Lösemittel

Die Polymerbitumen wurden im Rückfluß vermengt im Verhältnis von Bindemittel zu Lösemittel 1:2, mit den unterschiedlichen Lösemitteln im 1000 ml Rundkolben über eine Stunde Zeitraum (entspricht der normgerechten Belastung bei Extraktionsvorgängen) gekocht. Die Lösemittel wurden anschließend abdestilliert und die rheologischen Eigenschaften der Bindemittel erneut festgestellt. Drei verschiedene Lösemittel wurden eingesetzt. Es handelt sich hierbei um Toluol (Lösemittel für Schiedsuntersuchungen), Trichlorethylen (das z.Z. übliche Lösemittel für Kontrollprüfungen und Eigenüberwachungen) und Methylenchlorid. Methylenchlorid wird in der europäischen Normung vorgeschlagen.

Kurzbeschreibung des Verfahrens:

In einem sauberen leer gewogenen 1000 ml Rundkolben werden 200 g des zu untersuchenden Bindemittels eingefüllt. Der Kolben wird nach Erkalten des Bindemittels mit 400 g Lösemittel aufgefüllt und anschließend wird das Gemisch im Rückfluß eine Stunde lang gekocht. Nach der Belastung wird das Lösemittel abdestilliert und das Bindemittel auf rheologische Kenndaten untersucht.

Bei der Versuchsdurchführung und der anschließenden Beurteilung der Ergebnisse sind keine Hinweise auf eine Verfälschung der Ergebnisse durch Lösemittelrückstände festgestellt worden. Zur Sicherheit wurden stichprobenartig „Beisteinproben“ an den rückgewonnenen Bindemitteln durchgeführt.

3.1.5 Thermische Belastung der Bindemittel

Die ausgewählten Asphalte, Splittmastixasphalt 0/11 S mit 6,8 M.-% PmB 65 A und Asphaltbinder 0/16 mit 4,2 M.-% PmB 45 A wurden gezielt bei Temperaturen von 190 °C und 250 °C im Labor hergestellt, eine thermische Schädigung der Bindemittel wurde bewußt in Kauf genommen. Als Mischzeit wurden bei Asphaltmengen von 3 kg maximal drei Minuten angesetzt. Die Mineralstoffe wurden nach präparativer Zusammensetzung des Mineralstoffgemischs im Trockenschrank auf die gewählte Mischtemperatur erwärmt. Die Bindemittel wurden auf eine Temperatur von 170 °C vor dem Mischen des Asphaltes schonend erwärmt.

Die Beanspruchung der Bindemittel sollte so überwiegend über die erwärmten Mineralstoffe stattfinden. Nach thermischer Beanspruchung wurden die Asphalte in abgedeckten Behältern auf Raumtemperatur abgekühlt. Anschließend wurden die Bindemittel mit dem Lösemittel extrahiert und rückgewonnen, das den stärksten Einfluß auf die Bindemittleigenschaften bei den Versuchen mit Lösemittelbelastung aufwies.

3.1.6 Zeitliche und thermische Beanspruchung der Bindemittel im Modelltopf

Gemäß den bekannten Vorgaben des Modelltopfs wurden jeweils 3000 g Modellasphalt bei 140 °C und 160 °C 1 h mit Luft durchströmt und beansprucht. Folgende Änderungen wurden bei der Durchführung der Versuche vorgenommen. Der verwendete Modelltopf wird thermalölbeheizt, um eine präzisere Regulierbarkeit zu erhalten. Die durchströmende Luft wird vor Durchströmen des Asphalts in einer Ringleitung durch das Thermalölbad geführt, um die Luft zu erwärmen und ein Abkühlen des Modellasphaltes so gering wie möglich zu halten. Die Bindemittelmenge wurde von 1,5 M.-% auf 1,0 M.-% verringert, damit wurden die Bindemittelfilmdicken verringert. Bei 1,5 M.-% wurde ablaufendes Bindemittel in den Vorversuchen festgestellt, bei 1,0 M.-% konnte dieses nicht mehr beobachtet werden.

Kurzbeschreibung des Verfahrens

Es werden 1485 g gewaschener Edelsplitt 11/16 mm 90 min. bei 145 °C im Trockenschrank erwärmt. Dann werden 15 g (1,0 M.-%) des zu prüfenden Bindemittels kalt zugegeben. Der Edelsplitt wird auf einer Heizplatte unter ständigem Rühren mittels eines Spachtels vollständig innerhalb von drei Minuten mit Bitumen umhüllt.

Die Heizvorrichtung muß dabei so eingestellt werden, daß die Probe während des Mischens auf ca. 145 °C temperiert bleibt. Von der so hergestellten Probe werden zwei Chargen (3000 g Mischgut) in das Modelltopfgestell gegeben.

Anschließend wird das Gestell mit der Probe in den vortemperierten Modelltopf eine Stunde bei einer Temperatur von 140 °C bzw. 160 °C im Probenkern und einer Durchlüftung von 30 Litern Luft pro Stunde gelagert (der Druck beträgt dabei 1 bar). Aus der Probe ist nach der Beanspruchung sofort das Bindemittel durch Extraktion und Destillation zurückzugewinnen und die Kenndaten zu ermitteln.

4 Untersuchungsergebnisse

4.1 Ergebnisse der Eignungsprüfungen

Die folgende Tabelle 1 enthält die Zusammensetzung für Mineralstoffgemische für SMA 0/11 S und ABi 0/16. Die kompletten Ergebnisse sind in Anlage 1 enthalten.

Tabelle 1: Zusammensetzung der Mineralstoffgemische

Bezeichnung	SMA 0/11 S	ABi 0/16
	M.-%	M.-%
Diabasedelsplitt 11/16	-	35,0
Diabasedelsplitt 8/11	54,0	15,0
Diabasedelsplitt 5/8	14,0	11,0
Diabasedelsplitt 2/5	10,0	10,0
Diabasedelbrechsand 0/2	13,0	25,0
Kalksteinmehl 0/0,09	8,7	4,0
Cellulosefaser 0/0,009	0,3	-
Mineralmasse	100,0	100,0

In Tabelle 2 sind einige der Eigenschaften der Mischgüter SMA 0/11 S und Abi 0/16 aufgeführt.

Tabelle 2: Mischguteigenschaften

Bezeichnung	SMA 0/11 S	ABi 0/16	Einheit
Bindemittelsorte	PmB 65 A	PmB 45 A	-
Bindemittelgehalt	6,8	4,2	M.-%
Hohlraumgehalt	3,4	5,2	V.-%
Bindemittelvolumen	16,2	10,4	V.-%
Ausfüllungsgrad	82,7	66,7	V.-%

4.2 Bindemittelkenndaten

Tabelle 3 zeigt die rheologischen Kenndaten der nicht beanspruchten Polymerbitumen als Mittelwert von zwei Untersuchungen.

Tabelle 3: Rheologische Kenndaten der Bindemittel vor Belastung

Bezeichnung	PmB 45 A	PmB 45 A	PmB 45 A	PmB 65 A	PmB 65 A
Hersteller	I	II	III	I	IV
Erweichungspunkt Ring und Kugel [°C]	58,5	62,5	55,0	51,5	57,0
Nadelpenetration bei 25 °C [1/10 mm]	31	43	60	63	43
Duktilität bei 25 °C [mm]	> 100	> 100	> 100	n.b.	> 100
Duktilität bei 13 °C [mm]	n.b.	n.b.	n.b.	> 100	45
elastische Rückstellung bei 25 °C [%]	61	72,5	75	77	72,5
Kraftduktilität [N]	4,20 (25 °C)	2,55 (25 °C)	1,14 (25 °C)	15,50 (13 °C)	36,76 (13 °C)

n.b. = nicht bekannt

Bei den ermitteltem Werten ist festzuhalten, daß bei der Probe Polymerbitumen PmB 65 A von Hersteller IV der Erweichungspunkt Ring und Kugel, die Nadelpenetration und die Duktilität nicht den Anforderungen der TL PmB entsprechen.

Die ermittelten Werte von der Probe wurden in einem externen Mineralöllabor mit einem Erweichungspunkt Ring und Kugel von 56,5 °C und einer Nadelpenetration von 46 1/10mm bestätigt.

4.3 Belastung der Bindemittel durch Lösemittel

In zwei unabhängigen Durchläufen wurden die Kenndaten der Bindemittel nach der Beanspruchung mit Trichlorethylen, Dichlormethan und Toluol ermittelt und den Kenndaten des Ausgangsbindemittels gegenübergestellt. In der nachfolgenden Tabelle 4 sind die Veränderungen der Kennwerte nach Beanspruchung der beiden Durchgänge dargestellt.

Tabelle 4: Bindemittelkenndaten nach Lösemittelbeanspruchung

Bindemittel	Beanspruchung mit	Veränderung der Kennwerte				
		EP RuK [°C]	Nadelpenetration [1/10 mm]	Duktilität [cm]	elastische Rückstellung [%]	Kraftduktilität [N]
PmB 45 A Hersteller I	Trichlorethylen	- 0,5/+ 2,5	+ 3/- 1	0/0	+ 6/+ 3	-1,08/-0,92
	Dichlormethan	0,0/+ 0,5	+ 1/- 1	0/0	+ 5,5/+ 2	+0,76/+0,65
	Toluol	+ 1,0/+ 0,5	+ 3/+ 5	0/0	- 0,5/- 8	-0,63/-0,70
PmB 45 A Hersteller II	Trichlorethylen	+ 0,5/- 1,5	+ 2/+ 5	0/0	+ 1/+ 3	-0,08/-0,56
	Dichlormethan	+ 0,5/- 2,5	0/+ 1,0	0/0	+ 5/+ 3	+0,89/+0,79
	Toluol	0,0/- 1,5	0/+ 4	0/0	+ 3/+ 2	-0,12/-0,42
PmB 45 A Hersteller III	Trichlorethylen	- 0,5/- 1,5	+ 4/+ 5	0/0	- 1,5/- 3	-0,44/-0,51
	Dichlormethan	0,0/0,0	- 1/0	0/0	- 4,5/- 5	+0,15/+0,26
	Toluol	- 2,0/- 2,0	+ 5/+ 5	0/0	- 4/- 4	+0,04/-0,21
PmB 65 A Hersteller I	Trichlorethylen	- 1,0/- 1,0	- 2/+ 3	- 6/- 3	- 31/- 33	+8,05/+6,25
	Dichlormethan	- 0,5/0,0	0/- 2	0/0	- 29,5/- 34	+6,98/+6,45
	Toluol	- 0,5/- 1,0	- 4/+ 1	- 3/- 2	+ 4,5/+ 2	+8,62/+1,30
PmB 65 A Hersteller IV	Trichlorethylen	- 1/+ 0,5	0/+ 1	- 3/- 1	- 1,5/- 3	-21,37/+1,30
	Dichlormethan	- 0,5/+ 0,5	0/- 2	- 5/- 2	- 0,5/- 1	+9,54/+7,63
	Toluol	- 0,5/+ 0,5	+ 3/+ 3	+ 5/+ 6	+ 0,5/- 1	-4,5/-7,62

* Der ermittelte Wert wich erheblich ab und wird als Ausreißer betrachtet.

Tabelle 5: Bindemittelkenndaten nach Lösemittelinfluß, Mittelwerte von zwei Durchläufen

Bindemittel	Beanspruchung mit	Veränderung der Kennwerte				
		EP RuK [°C]	Nadel- penetration [1/10 mm]	Duktilität [cm]	elastische Rückstellung [%]	Kraft- Duktilität [N]
PmB 45 A Hersteller I	Trichlorethylen	+ 1,0	+ 1	0	+ 4,5	- 1,00
	Dichlormethan	+ 0,25	± 0	0	+ 3,8	+ 0,705
	Toluol	+ 0,75	+ 4	0	- 4,25	- 0,665
PmB 45 A Hersteller II	Trichlorethylen	- 0,5	+ 3,5	0	+ 2	- 0,32
	Dichlormethan	- 1,0	+ 5	0	+ 4	+ 0,84
	Toluol	- 0,75	+ 2	0	+ 2,5	- 0,27
PmB 45 A Hersteller III	Trichlorethylen	- 1,0	+ 4,5	0	- 2,25	- 0,475
	Dichlormethan	± 0	- 0,5	0	- 4,75	+ 0,205
	Toluol	- 2,0	+ 5	0	- 4	- 0,085
PmB 65 A Hersteller I	Trichlorethylen	- 1,0	+ 0,5	- 4,5	- 32	+ 7,15
	Dichlormethan	- 0,25	- 1	0	- 31,25	+ 6,715
	Toluol	- 0,75	- 1,5	- 2,5	+ 3,25	+ 4,96
PmB 65 A Hersteller IV	Trichlorethylen	- 0,25	+ 0,5	- 2	- 2,25	+ 1,30*
	Dichlormethan	± 0	- 1	- 3,5	- 0,75	+ 8,585
	Toluol	± 0	+ 3	+ 5,5	- 0,25	- 6,06

* ohne Ausreißer

Die Ergebnisse zeigen, daß das Bindemittel PmB 65 A vom Hersteller I durch zwei Lösemittel nachteilig verändert werden kann. Die elastische Rückstellung nimmt zwischen 29,5 bis 34 % von im Mittel 77 % bis auf 44 % ab.

Da für diese Art der Versuche fraglich ist, ob nach DIN 52 000 ff gerundet werden kann, wurden die mathematischen Mittelwerte angegeben.

4.4 Thermische Belastung der Bindemittel

Nach thermischer Beanspruchung wurde mit den drei eingesetzten Lösemitteln ein Vorversuch an einem Asphaltbinder 0/16 durchgeführt. Der Asphaltbinder 0/16 wurde gewählt, um die höhere Sensibilität eines dünneren Bindemittelfilms auszunutzen. Da das Bindemittel PmB 65 A des Herstellers I auf die Lösemittel Trichlorethylen und Dichlormethan mit einer Verringerung der elastischen Eigenschaften reagiert hat, wurde das Bindemittel PmB 45 A des gleichen Herstellers für die Vorversuche gewählt, um eine eventuell vorhandene Sensibilität des Modifizierungssystems oder des Bindemittels ansprechen zu können.

Die folgende Tabelle 6 enthält die Kenndaten der Vorversuche.

Tabelle 6: Vorversuche mit Asphaltbinder 0/16 bei 190 °C und PmB 45 A des Herstellers I

Bezeichnung	Erweichungspunkt Ring und Kugel [°C]	Nadelpenetration bei 25 °C [1/10 mm]	Duktilität bei 25 °C [cm]	elastische Rückstellung bei 25 °C [%]
Original PmB 45 A	58,5	31	> 100	61
Trichlorethylen	63,5	25	61	63
Dichlormethan	66,5	23	51	68
Toluol	62,5	24	61	67

Bei den Vorversuchen konnte kein deutlicher Unterschied bei den Ergebnissen nach thermischer Belastung und Bindemittelrückgewinnung durch die Lösemittel festgestellt werden. Da in der Bundesrepublik Deutschland überwiegend Trichlorethylen als Lösemittel eingesetzt wird und bei den Vorversuchen bei dem mit Trichlorethylen extrahierten Bindemittel die geringste elastische Rückstellung nach Rückgewinnung festgestellt wurde, wurde in den folgenden Untersuchungen Trichlorethylen als Lösemittel eingesetzt.

Tabelle 7: Rheologische Kenndaten nach thermischer Beanspruchung von SMA 0/11 und ABi 0/16

Bezeichnung	Asphalt	Temperatur	EP RuK [°C]	Nadel- penetration [1/10mm]	Duktilität [cm]	elastische Rückstellung* [%]
PmB 45 A	ABi 0/16	190 °C	66,0	26	61/25 °C	72,0
Hersteller I			64,0	29	76/25 °C	71,5
Mittelwert			65,0	28	68,5/25 °C	71,75
PmB 45 A	ABi 0/16	250 °C	100,0	9	5/25 °C	50,0
Hersteller I			85,5	11	5/25 °C	55,0
Mittelwert			93,0	10	5/25 °C	52,5**
PmB 45 A	ABi 0/16	190 °C	67,5	32	31/25 °C	71,5
Hersteller II			66,5	30	22/25 °C	65,0
Mittelwert			67,0	31	27/25 °C	68,25
PmB 45 A	ABi 0/16	250 °C	83,5	16	6/25 °C	56,0
Hersteller II			84,0	15	5/25 °C	40,0
Mittelwert			84,0	16	5/25 °C	48,0**
PmB 45 A	ABi 0/16	190 °C	65,0	35	59/25 °C	81,0
Hersteller III			64,0	35	61/25 °C	76,0
Mittelwert			64,5	35	60/25 °C	77,5
PmB 45 A	ABi 0/16	250 °C	83,5	13	6/25 °C	52,0
Hersteller III			98,5	9	5/25 °C	62,0
Mittelwert			91,0	11	5/25 °C	57,0**
PmB 65 A	SMA 0/11 S	190 °C	55,0	45	65/13 °C	58,5
Hersteller I			54,5	45	71/13 °C	66,0
Mittelwert			55,0	45	68/13 °C	62,25
PmB 65 A	SMA 0/11 S	250 °C	58,0	42	44/13 °C	69,0
Hersteller I			58,5	42	35/13 °C	65,0
Mittelwert			58,0	42	39,5/13 °C	67,0
PmB 65 A	SMA 0/11 S	190 °C	65,0	29	5/13 °C	70,0
Hersteller IV			64,0	28	56/25 °C	70,0
Mittelwert			64,5	29	5/13 °C	70,0
PmB 65 A	SMA 0/11 S	250 °C	76,0	17	4/13 °C	50,0
Hersteller IV			69,0	30	1/13 °C	31,5
Mittelwert			72,5	23	2,5/13 °C	40,75

* Die elastische Rückstellung wurde bei 25 °C ermittelt.

** Bei Nichtausziehbarkeit auf 20 cm Fadenlänge wurde die elastische Rückstellung auf die Bruchlänge bezogen.

Tabelle 8: Veränderung der Kenndaten nach thermischer Beanspruchung im Vergleich zu den Ausgangsbindemitteln

Bezeichnung	Asphalt	Temperatur	Δ EP RuK [°C]	Δ Nadel-penetration [1/10mm]	Δ Duktilität [cm]	Δ elastische Rückstellung [%]
PmB 45 A	ABI	190 °C	+ 6,5	- 3	- 31,5	+ 10,25
Hersteller I	0/16	250 °C	+ 24,5	- 21	- 95	- 8,5
PmB 45 A	ABI	190 °C	+ 4,5	- 12	- 73	- 4,5
Hersteller II	0/16	250 °C	+ 21,5	- 27	- 95	- 24,5
PmB 45 A	ABI	190 °C	+ 9,5	- 25	- 40	+ 2,5
Hersteller III	0/16	250 °C	+ 36,0	- 49	- 95	- 18
PmB 65 A	SMA	190 °C	+ 3,5	- 18	- 32	- 14,5
Hersteller I	0/11 S	250 °C	+ 6,5	- 21	- 50	- 10
PmB 65 A	SMA	190 °C	+ 7,5	- 14	- 40	- 2,5
Hersteller IV	0/11 S	250 °C	+ 15,5	- 20	- 43	- 32,5

4.5 Zeitliche und thermische Beanspruchung der Bindemittel im Modelltopf

Über die Beanspruchung im Modelltopf sollte die Empfindlichkeit der Bindemittel gegenüber Luftsauerstoff bei höheren Lagertemperaturen ermittelt werden.

Die Bestimmung der elastischen Rückstellung war nicht möglich, da bei der Rückgewinnung das Bindemittel in zu großen Mengen im Kolben verblieb. Um diese Menge aus dem Kolben in Formen zur Herstellung von Probekörpern gießen zu können, mußten sie stark erhitzt werden. Die Auswertung der Versuche mit elastischer Rückstellung ergab dann Streuungen, die auf die notwendige hohe thermische Belastung zurückgeführt werden konnte und nicht auf die Modelltopfversuche bezogen werden können. Auf eine Fortführung der Bestimmung der elastischen Rückstellung wurde somit zwangsläufig verzichtet.

In der folgenden Tabelle 9 sind die Veränderungen der Erweichungspunkte Ring und Kugel dargestellt, nach 1 h Lagerzeit im Modelltopf bei 140 °C bzw. 160 °C Lagertemperatur, Mittelwerte von zwei Einzelversuchen.

Tabelle 9: Veränderung des Erweichungspunktes Ring und Kugel nach Beanspruchung im Modelltopf

Bezeichnung	Anstieg EP RuK in °C nach Modelltopfbeanspruchung Einzelversuche		Anstieg EP RuK in °C nach Modelltopfbeanspruchung Mittelwerte	
	bei 140 °C	bei 160 °C	bei 140 °C	bei 160 °C
PmB 45 A Hersteller I	+ 7,0/+ 4,5	+17,0/+ 18,5	+ 6,0	+ 18,0
PmB 45 A Hersteller II	+ 5,5/+ 6,5	+ 19,5/+ 20,5	+ 6,0	+ 20,0
PmB 45 A Hersteller III	+ 3,5/+ 6,0	+ 13,5/+ 16,0	+ 5,0	+ 15,0
PmB 65 A Hersteller I	+ 21,5/+ 20,5	+ 14,0/+ 14,5/ + 13,0*	+ 21,0	+ 14,0
PmB 65 A Hersteller IV	+ 7,5/+ 7,5	+ 20,5/+ 20,0	+ 7,5	+ 20,0

* Zur Absicherung der Ergebnisse wurde der Versuch dreifach belegt.

4.6 Auswertung der Ergebnisse

Die Bindemittelkenndaten der untersuchten fünf Polymerbitumen werden in der Regel kaum durch eine 1 h-Belastung mit Lösemittel beeinflusst. Lediglich das Bindemittel PmB 65 A von Hersteller I wird durch die Lösemittel Trichlorethylen und Dichlormethan nachteilig verändert. Eine Untersuchung der abdestillierten Lösemittel auf Polymeranteile ergab keine feststellbaren Polymere. Eine mögliche Erklärung für die Verringerung der elastischen Eigenschaften könnte eine Veränderung der vorhandenen Polymermatrix durch die Lösemittel sein. Es ist daher nicht auszuschließen, daß bei längerer Einwirkungszeit, z.B. im Rahmen von Kontrollprüfungen, die elastischen Eigenschaften des Bindemittels PmB 65 A Hersteller I durch das eingesetzte Lösemittel Trichlorethylen (bzw. durch Dichlormethan) verändert werden und zu einer wirtschaftlich nicht korrekten Bewertung führen kann.

Interessanterweise ergaben die Messungen der Kraftduktilität bei allen Polymerbitumen nach Belastung mit Dichlormethan eine Erhöhung der gemessenen Werte. Die beiden PmB 65 A wiesen darüber hinaus auch Erhöhungen der Werte bei Belastung mit Trichlorethylen auf. Das Produkt PmB 65 A Hersteller I hatte auch bei der Belastung mit Toluol eine Erhöhung der Kraftduktilität. Es ist jedoch dabei zu beachten, daß hier nur ein wertbares Ergebnis vorliegt und die Aussage daher nur eine Tendenz zeigen kann.

Bei der thermischen Beanspruchung bei 190 °C und 250 °C wurde festgestellt, daß die fünf Polymerbitumen unterschiedlich reagieren. Bei allen ist festzuhalten, daß die höhere Belastungstemperatur zu einer verstärkten Veränderung der Bindemittel-eigenschaften führte.

Die ermittelten Erweichungspunkte Ring und Kugel zeigen, daß geringste Unterschiede bei der Herstellung der Laborasphalte bei 250 °C wie Schwankungen in der Mischzeit von einigen Sekunden bei den Asphaltbindern mit den relativ dünnen Bindemittel-filmdicken zu großen Streuungen der Meßergebnisse führte. Bei den Splittmastix-asphalten konnten die Vorteile eines dickeren Bindemittelfilms bei den thermischen Belastungen bei 250 °C belegt werden.

Die Streuungen bei den ermittelten Werten bei Nadelpenetration, Duktilität und elastische Rückstellung, insbesondere bei der Belastungstemperatur von 250 °C, waren geringer als bei den Erweichungspunkten. Bei der Bestimmung der elastischen Rückstellung konnte zum Teil der Faden nicht mehr auf 20 cm ausgezogen werden. Bei diesen Fällen wurde die tatsächliche Bruchlänge zugrundegelegt. Es ist dabei aber zu beachten, daß Unterschiede in der Rückstellung von 0,5 cm zu erheblichen Schwankungen des Gesamtwertes in % führen kann. Bis auf einen Fall wurde der Wert von 40 % elastische Rückstellung nicht unterschritten. 40 % wird z.B. von der Freien und Hansestadt Hamburg als Grenzwert in Kontrollprüfungen eingesetzt.

Die folgende Tabelle 10 zeigt die Streuungen des Erweichungspunktes Ring und Kugel nach thermischer Belastung der Asphaltbinder bei 250 °C.

Tabelle 10: Streuungen Erweichungspunkt Ring und Kugel

Bezeichnung	Mittelwert [%]	min [°C]	max [°C]
PmB 45 A Hersteller I	93,0	85,5	100,0
PmB 45 A Hersteller II	84,0	83,5	84,0
PmB 45 A Hersteller III	91,0	83,5	98,5

Die Minimalwerte liegen auf einem gleich hohen Niveau. Ob über die Maximalwerte auf eine höhere thermische Empfindlichkeit der zwei Polymerbitumen von den Herstellern I und II geschlossen werden kann, ist auf der Grundlage der wenigen vorliegenden Werte nicht möglich.

Die Veränderungen der Kenndaten bieten vorerst nur Anhaltswerte, da die Polymerbitumen unterschiedliche Ausgangswerte aufwiesen.

Bei den Modelltopfversuchen deuten sich Unterschiede in der Empfindlichkeit der Bindemittel gegenüber oxidativer Alterung in dünner Schicht an. Ebenfalls gibt es augenscheinlich auch Differenzen bei der oxidativen Alterung infolge Temperaturzunahme.

Bei 140 °C ist das Bindemittel PmB 65 A von Hersteller I empfindlicher gegenüber oxidativer Beanspruchung. Auffällig ist bei diesem Bindemittel, daß bei der erhöhten Belastungstemperatur von 160 °C der Anstieg des Erweichungspunktes Ring und Kugel niedriger ist als bei der Belastungstemperatur von 140 °C. Da die Bindemittel zur Herstellung kalt (eingefrorene Probe) durch Herausschlagen aus der Dose entnommen wurden, konnte aus einer Dose die notwendige Menge 60 g für einen Versuch bei 140 °C und 160 °C entnommen werden. Dieses bedeutet, daß sich die Ergebnisse bei diesem PmB nicht auf Anhieb erklären lassen. Zur Absicherung wurde ein dritter Versuch bei 160 °C gefahren. Das Ergebnisse des dritten Versuchs bestätigt die beiden vorangegangenen.

Die vier anderen Bindemittel liegen bei der Prüftemperatur auf einem annähernd gleich hohen Niveau. Das Bindemittel PmB 45 A von Hersteller III scheint am unempfindlichsten gegenüber oxidativer Beanspruchung zu sein.

Für eine weitergehende Interpretation wurden mikroskopische Aufnahmen von Proben der Versuche bei 140 °C und 160 °C gemacht. Die folgenden Bilder 1 bis 3 sind mit einer 100fachen Vergrößerung erstellt worden.

Bild 1:
100fache Vergrößerung von
PmB 65 A Hersteller I nach
Modelltopfbelastung bei 140 °C.
Gleichmäßige Polymerverteilung.

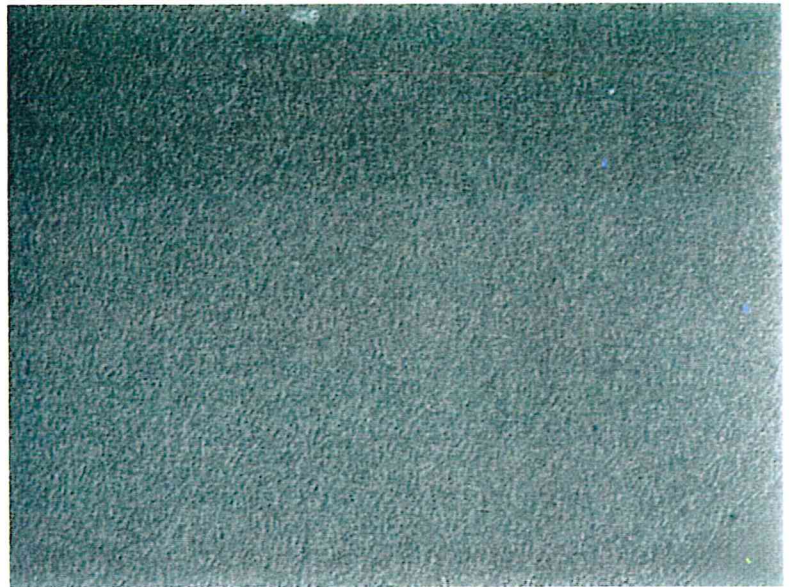


Bild 2:
100fache Vergrößerung von
PmB 65 A Hersteller I nach
Modelltopfbelastung bei 160 °C.
Kaum noch Polymerverteilung
erkennbar.

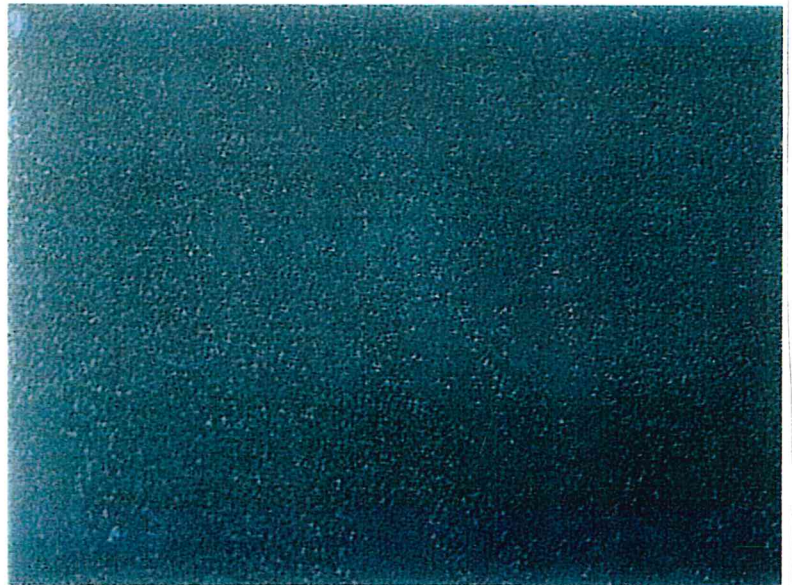
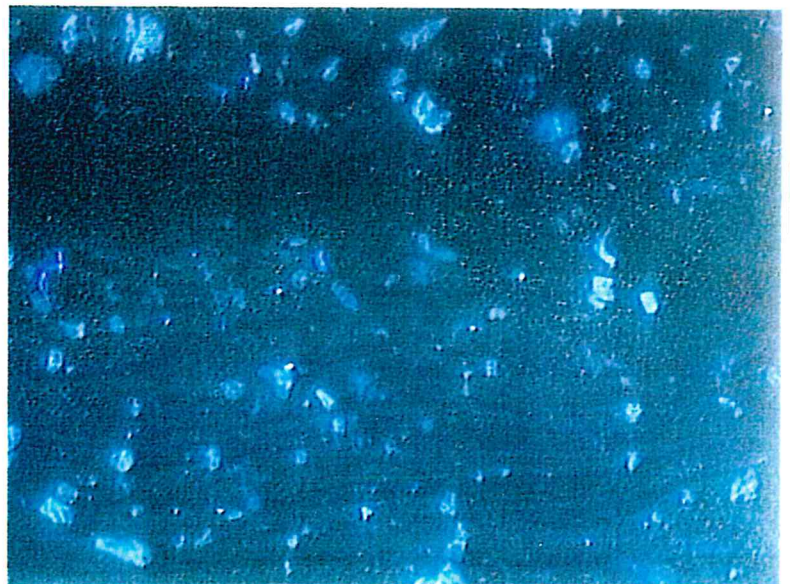


Bild 3:
100fache Vergrößerung von
PmB 65 A Hersteller I nach
Modelltopfbelastung bei 160 °C.
Weitere Stelle der Probe aus
Bild 2, erkennbar sind Polymer-
agglomerationen.



Die Bild 1 bis 3 zeigen die mutmaßliche Ursache für den geringen Erweichungspunktanstieg bei 160 °C Modelltopfbelastung. Die Polymermatrix ist verändert worden. Von einer feinen, gleichmäßigen Verteilung fand eine Wandlung zu einem ganz geringen Anteil an fein verteilter Polymeren und vielen groben Agglomerationen statt. Eine grobe Verteilung von Polymeren wirkt eher wie ein nicht versteifender Füllstoff, sie hat einen geringen Erweichungspunktanstieg und niedrigere elastische Eigenschaften zur Folge. Im Rahmen dieser Arbeit konnte nicht geklärt werden, ob die Störung der vorhandenen Polymermatrix eine Folge der Modelltopfversuche bei 160 °C, der Lösemittelbelastung mit Trichlorethylen oder eine Kombination beider Einflüsse war.

5 Vorschlag eines Verfahrensweges zur Bewertung Lösemittel/Alterungseinfluß

Aus den Ergebnissen der Untersuchungen wurde folgender Vorschlag eines Verfahrenswegs entwickelt. In Anlage 1 ist das Verfahren als Flußdiagramm dargestellt.

Beschreibung des Verfahrenswegs:

- 1 Ermittlung der Bindemittelgrundkenndaten, bestehend aus Bestimmung der Erweichungspunktes Ring und Kugel, Nadelpenetration, Duktilität und elastische Rückstellung
- 2 Belastung des Bindemittels mit den vorgesehenen Lösemitteln über Kochen im Rückfluß über eine Stunde, Verhältnis von Lösemittel zur Bindemittel 2:1
- 3 Bindemittelrückgewinnung gemäß DIN und erneute Bestimmung der Kenndaten wie in Schritt 1
- 3a Vergleich der Kenndaten aus Schritt 3 mit den Grundkenndaten aus Schritt 1
- 3b Feststellung, ob die Abweichungen groß oder gering sind und Eintragen in Schritt 10
- 4 Thermische Beanspruchung bei 190 °C. Je nach zu untersuchendem Bindemittel Wahl des Laborasphaltes, Asphaltbinder 0/16 oder Splittmastixasphalt 0/11 S
- 5 Rückgewinnung des Bindemittels mit dem Lösemittel mit stärkstem Einfluß aus Schritt 2 und 3 und erneute Bestimmung der Kenndaten wie in Schritt 1.
- 5a Vergleich der Kenndaten aus Schritt 5 mit den Grundkenndaten aus Schritt 1
- 5b Feststellung, ob die Abweichungen groß oder gering sind und Eintragen in Schritt 10

- 6 Belastung des Bindemittels im Modelltopf bei 140 °C und 160 °C mit Modellasphalt 11/16 und 1,0 M.-% Bindemittel (Kaltzugabe) über eine Stunde
- 7 Rückgewinnung des Bindemittels mit dem Lösemittel mit stärkstem Einfluß aus Schritt 2 und 3 und erneute Bestimmung der Kenndaten wie in Schritt 1.
 - 7a Vergleich der Kenndaten aus Schritt 7.
 - 7b Feststellung, ob die Abweichungen groß oder gering sind und Eintragen in Schritt 10
- 8 Vergleich der ermittelten Erweichungspunkte nach Belastung bei 140 °C und 160 °C miteinander. Falls unerklärliche Differenzen vorliegen, Wiederholung von 6 und 7 mit einem anderen Lösemittel zur Absicherung als Schritt 9
- 9 Gegebenenfalls Wiederholung der Schritte 6 und 7 mit anderen Lösemitteln
 - 9a Vergleich der Kenndaten aus Schritt 9 mit den Grundkenndaten aus Schritt 1
 - 9b Feststellung, ob die Abweichungen groß oder gering sind und Eintragen in Schritt 10
- 10 Abfragen der Einstufung und
- 11 Einstufung des Bindemittels als empfindlich oder unempfindlich

6 Zusammenfassung

Bei den durchgeführten Versuchen konnte festgestellt werden, ob nach Art und Herkunft verschiedene Polymerbitumen unterschiedlich auf Lösemittel und/oder thermische oder oxidative Beanspruchung reagieren. Dabei wurde ermittelt, daß bei den Versuchen ein Bindemittel PmB 65 A Hersteller I sehr empfindlich reagiert und ein Abbau der elastischen Eigenschaften auch auf die Verwendung des Lösemittels Trichlorethylen zurückgeführt werden kann. Das PmB 45 A Hersteller I reagiert auch empfindlich, aber augenscheinlich nicht derart drastisch wie die niedrig viskose Komponente. Mit dem vorgeschlagenen Verfahrensweg ist es möglich, die Reaktion von Bindemitteln auf die vorgenannten Beanspruchungen zu testen und zu bewerten. Dabei ist zu bemerken, daß es sinnvoll erscheint, das Verfahren zur Belastung im Modelltopf so weit zu modifizieren, daß eine ausreichende Bindemittelmenge zur Bestimmung der elastischen Rückstellung ohne übermäßige thermische Belastung zurückgewonnen werden kann. Zur Schaffung eines Bewertungshintergrundes ist es notwendig, eine statistisch ausreichend hohe Anzahl von weiteren Versuchen im Vergleich zu Normenbitumen durchzuführen.

Nach Abschluß der Forschungsarbeiten bleiben besonders zwei Fragen ungeklärt.

1. Wie ist der Anstieg der Kraftduktilität nach Belastung von Lösemitteln (Dichlormethan) zu erklären?
2. Warum ist der Anstieg des Erweichungspunktes Ring und Kugel beim PmB 65 A von Hersteller I nach der oxidativen Belastung bei 160 °C geringer als bei 140 °C?

Zur Frage 2 ist durch mikroskopische Aufnahme eine mögliche Erklärung gefunden worden. Es besteht jedoch ein weiterer Forschungsbedarf auf diesem Gebiet, um gesicherte Erkenntnisse zu erhalten.

Der Anstieg der Kraftduktilität durch Lösemittelbelastung ist im Gegensatz dazu noch völlig ungeklärt. Die gestiegene Kraftduktilität kann nicht mit einer Verhärtung der Bindemittel erklärt werden, da die ermittelten geringen Anstiege der Erweichungspunkte Ring und Kugel nach Lösemittelbelastung dieser Annahme widersprechen. Die Frage ist, ob auch hier mikroskopische Untersuchungen näheren Aufschluß geben.

Ausführliche mikroskopische Untersuchungen der thermisch, oxidativ und mit Lösemitteln belasteten Bindemittel gehen über den Rahmen dieses Forschungsauftrages hinaus.

7 Bibliographische Daten

7.1 Mitgliedsvereinigung

Deutsches Asphaltinstitut e.V.
Schieffelingsweg 6, 53 123 Bonn

7.2 Forschungsstelle

Hansa-Bau-Labor Dr.-Ing. Herr
Institut für Bau- und Umweltprüfungen GmbH
Billstraße 214, 20539 Hamburg

7.2.1 Leiter der Forschungsstelle

Dr.-Ing. Burghard Herr

7.2.2 Projektleiter

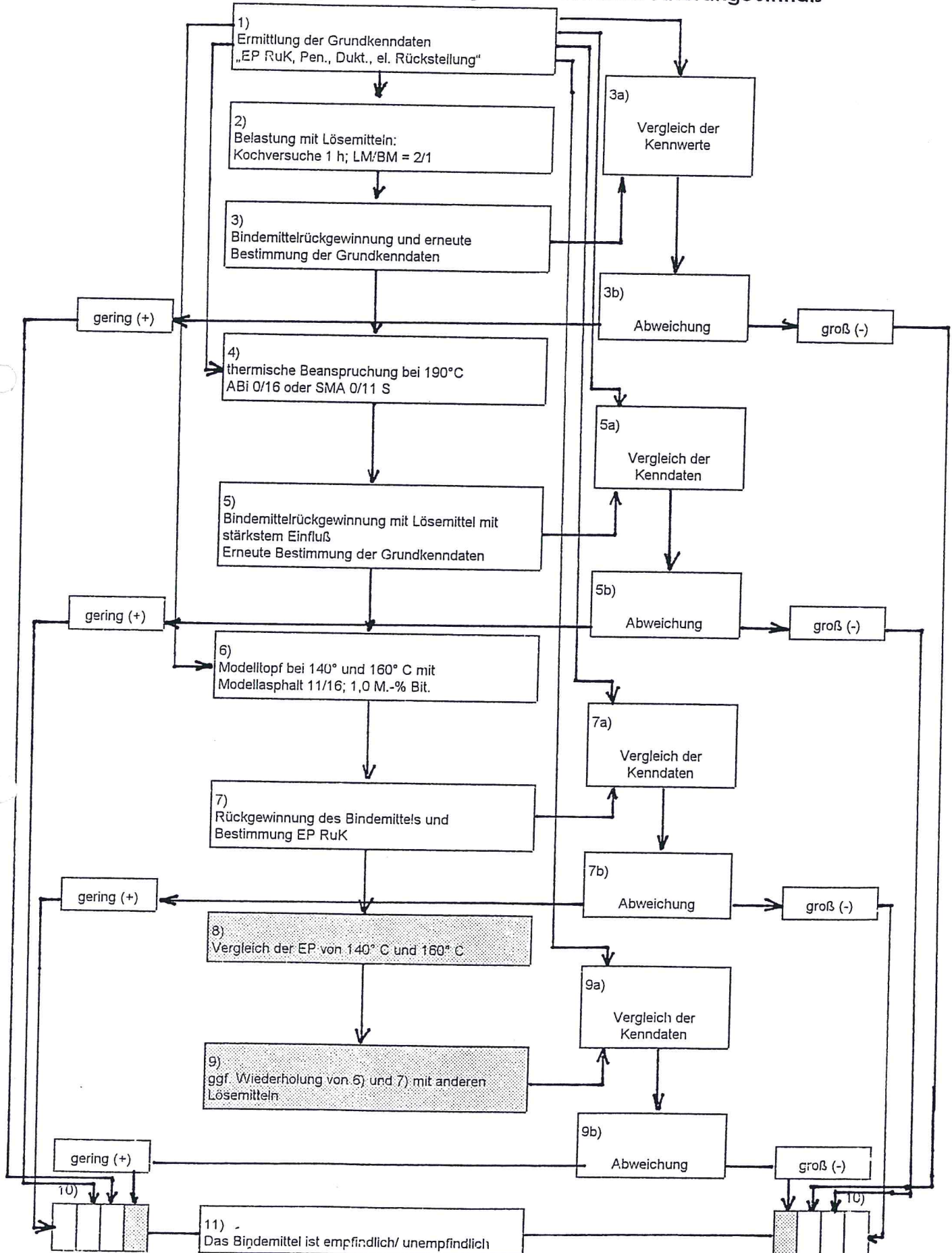
Dr.-Ing. Burghard Herr

7.3 Geplante Veröffentlichung

7.3.1 Vortrag beim dav-Seminar in Willingen

7.3.2 Veröffentlichung in der Fachzeitschrift „asphalt“

Verfahrensweg zur Bewertung des Lösemittel/ Alterungseinfluß



Hansa-Bau-Labor Dr.-Ing. Herr
 Institut für Bau- und Umweltprüfungen GmbH

Hansa-Bau-Labor Dr.-Ing. Herr GmbH · Billstraße 214 · 20539 Hamburg

Deutsches Asphaltinstitut e.V.
 Schieffelingsweg 6
 53123 Bonn

Billstraße 214 · 20539 Hamburg
 Telefon (040) 78 09 33 0
 Telefax (040) 78 09 33 11

Fachinstitut für Baustoffe
 im Straßen-, Wasser-, Hoch- und Ingenieurbau
 Gutachten, Beratung, Entwicklung

Anerkannt nach RAPStra für Eignungsprüfungen
 Fremdüberwachungsprüfungen,
 Kontrollprüfungen und Schiedsuntersuchungen

Betontechnik, Betonprüfstelle E+W nach DIN 1045

Geschäftsführer: Dr.-Ing. Burghard Herr
 Amtsgericht Hamburg, HR B Nr. 12419

Mitglied im **bup** Bundesverband unabhängiger
 Institute für bautechnische Prüfungen e. V.

Eignungsprüfung Nr. 0162/98 **vom** 04.02.1998

Auftraggeber : Deutsches Asphaltinstitut e.V.
 : Schieffelingsweg 6, 53123 Bonn

Baumaßnahme : AIF Forschungsauftrag
 :

Mischanlage : XY-Mischwerke

Art des Mischgutes : Splittmastixasphalt 0/11 S.
 : mit PmB 65

1. Grundlagen : ZTV Asphalt-StB 94
 :

1.1 Besondere Anforderungen :
 :
 :

1.2 Art und Herkunft der Mineralstoffe

Nr.	Bezeichnung der Mineralstoffe	Mat.-Nr.	Lieferwerk
1	Diabasedelsplitt 8/11	0219/98-1	Huneberg
2	Diabasedelsplitt 5/8	0220/98-1	Huneberg
3	Diabasedelsplitt 2/5	0221/98-1	Huneberg
4	Diabadelbrechsand 0/2	0222/98-1	Huneberg
5	Kalksteinmehl 0/0,09	0223/98-1	Hehlen
6	Arboce1	0224/98-1	Rettenmeyer
7			
8			
9			

1.3 Kornzusammensetzung der Mineralstoffe in Gew.-%

Kornklasse mm	Mineralstoffe in Gew.-%								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
≥ 31,5									
22,4 - 31,5									
16,0 - 22,4									
11,2 - 16,0	9.8								
8,0 - 11,2	75.8	9.7							
5,0 - 8,0	14.4	83.0	5.9						
2,0 - 5,0		7.3	84.2	3.5					
0,71 - 2,0			9.9	40.9					
0,25 - 0,71				27.7	0.2				
0,09 - 0,25				12.6	3.6				
0 - 0,09				15.3	96.2	100.0			
Summe	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0			

2. Ergebnisse der Eignungsprüfung Nr. 0162/98 Seite 2

2.1 Zusammensetzung des Mineralstoffgemisches

Nr.	Gew.-%	Bezeichnung der Mineralstoffe
1	54.0	Diabasedelsplitt 8/11
2	14.0	Diabasedelsplitt 5/8
3	10.0	Diabasedelsplitt 2/5
4	13.0	Diabadelbrechsand 0/2
5	8.7	Kalksteinmehl 0/0,09
6	0.3	Arboce1
7		
8		
9		
	100	Mineralmasse

Brechsand-Natursand-Verhältnis : 100 : 0

2.2 Kornverteilung des Mineralstoffgemisches

Kornklasse	Anteile Gew.-%	Gew.-%	Grenzwerte
≥ 31,5			Splitt (Kies)
22,4 - 31,5			
16,0 - 22,4			
11,2 - 16,0	5.3	100.0	
8,0 - 11,2	42.3	94.7	≤ 10.0
5,0 - 8,0	20.0	52.4	≥ 25.0
2,0 - 5,0	9.9	32.4	50.0 - 70.0
0,71 - 2,0	6.3	22.5	70.0 - 80.0
0,25 - 0,71	3.6	16.2	Sand
0,09 - 0,25	1.9	12.6	
0 - 0,09	10.7	10.7	Füller 10.7
			8.0 - 13.0

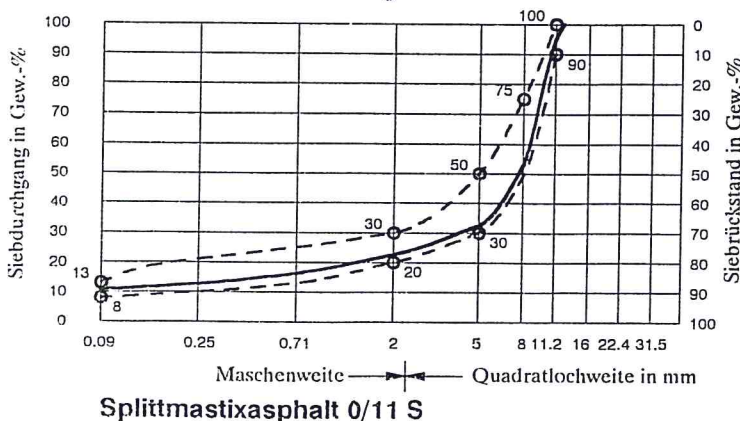
2.3 Eigenschaften des Mischgutes

		Mischungs-Nr. 1	2	3	
Bindemittelsorte		PmB 65	PmB 65	PmB 65	
Bindemittelgehalt	Gew.-%				
Art/Menge der Zugabe	Gew.-%				
Gesamtbindemittelgehalt	Gew.-%	6.5	6.8	7.1	6.5 - 7.5
Bindemittelgehalt	Vol.-%	15.4	16.2	16.9	
Erweichungspunkt Ring und Kugel (Bindemittel)	°C	52.0	52.0	52.0	
Erweichungspunkt Ring und Kugel (Zugabe)	°C				
Resultierender Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C				
Rohdichte (Mineralstoffmischung)	g/cm ³	2.891	2.891	2.891	
Rohdichte (Asphaltemischung)	g/cm ³	2.595	2.583	2.571	
Raumdichte	g/cm ³	2.489	2.496	2.501	
Hohlraumgehalt (berechnet)	Vol.-%	4.1	3.4	2.6	2.0 - 4.0
Hohlraumgehalt (Mineral)	Vol.-%	19.5	19.6	19.5	
Ausfüllungsgrad	%	79.0	82.7	86.7	
Stabilität nach Marshall	kN	8.4	7.6	7.0	
Fließwert nach Marshall	mm	3.4	3.8	4.1	
Verdichtungstemperatur	°C	140.0	140.0	140.0	
Vorgeschlagene Mischung			xxxxxx		

2.4 Kurzbeurteilung : Die zur Mischgutherstellung gemäß dieser Rezeptur verwendeten Mineralstoffe entsprechen den Richtlinien für die Güteüberwachung von Mineralstoffen im Straßenbau (RG-Min 93).

Die Mischungen 2+3 entsprechen der ZTV Asphalt - StB 94. Zur Ausführung wird die Mischung Nr. 2 mit einem Bindemittelgehalt von 6.8 Gew.% vorgeschlagen.

3. Grafische Darstellung des Sieblinienvverlaufs

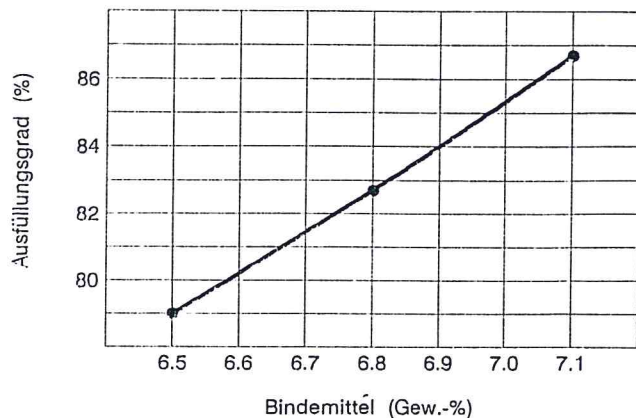
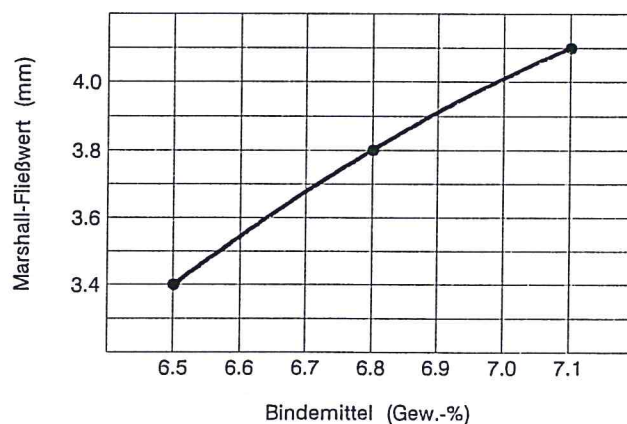
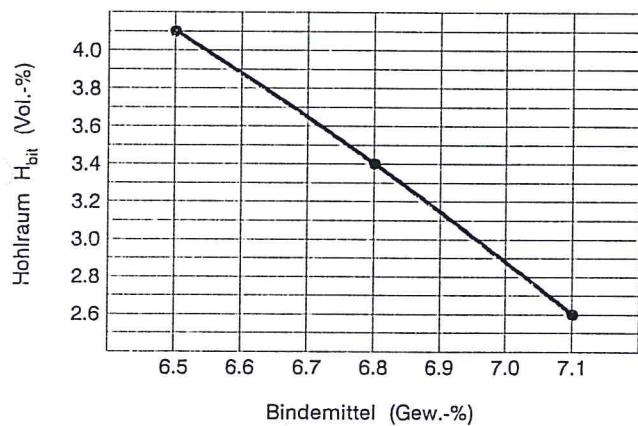
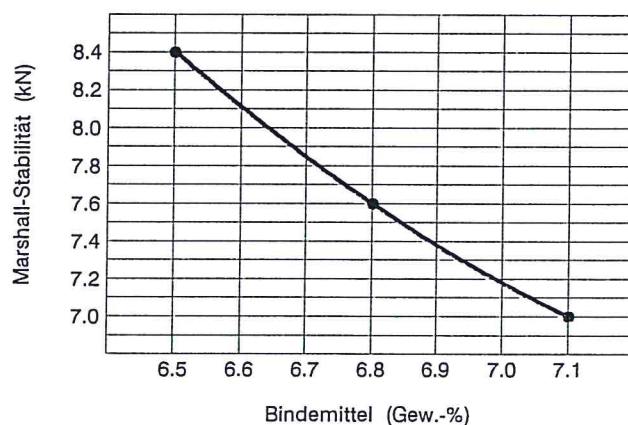
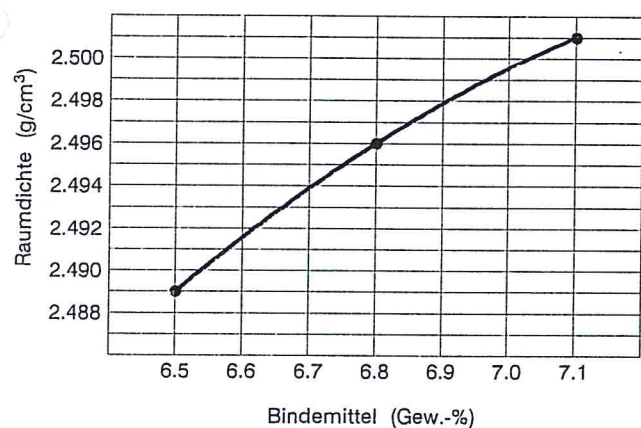
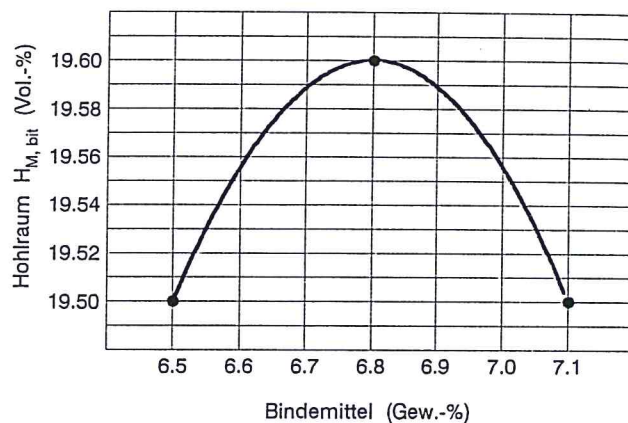
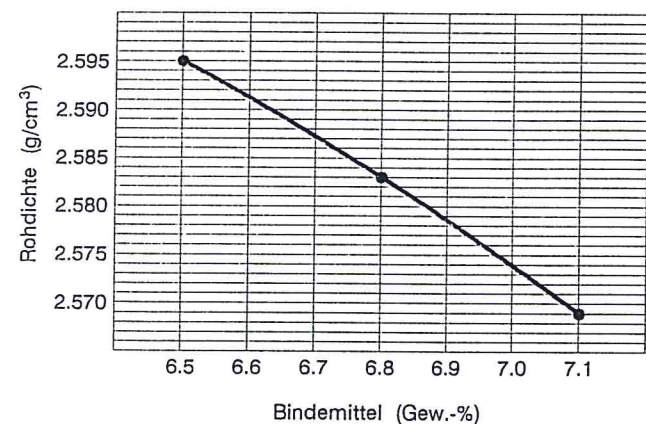


04.02.1998

Dr.-Ing. B. Herr

3. Ergebnisse der Eignungsprüfung Nr. 0162/98 Seite 3

3.1 Grafische Darstellung der Eigenschaften des Mischgutes



04.02.1998

Dr.-Ing. B. Herr

Hansa-Bau-Labor Dr.-Ing. Herr
Institut für Bau- und Umweltprüfungen GmbH

Hansa-Bau-Labor Dr.-Ing. Herr GmbH · Billstraße 214 · 20539 Hamburg

Deutsches Asphaltinstitut e.V.
 Schieffelingsweg 6
 53123 Bonn

Billstraße 214 · 20539 Hamburg
 Telefon (040) 78 09 33 0
 Telefax (040) 78 09 33 11

Fachinstitut für Baustoffe
 im Straßen-, Wasser-, Hoch- und Ingenieurbau
 Gutachten, Beratung, Entwicklung

Anerkannt nach RAPStra für Eignungsprüfungen
 Fremdüberwachungsprüfungen,
 Kontrollprüfungen und Schiedsuntersuchungen

Betontechnik, Betonprüfstelle E+W nach DIN 1045

Geschäftsführer: Dr.-Ing. Burghard Herr
 Amtsgericht Hamburg, HR B Nr. 12419

Mitglied im **bup** Bundesverband unabhängiger
 Institute für bautechnische Prüfungen e. V.

Eignungsprüfung Nr. 0163/98 **vom** 04.02.1998

Auftraggeber : Deutsches Asphaltinstitut e.V.
 : Schieffelingsweg 6, 53123 Bonn

Baumaßnahme : AIF Forschungsauftrag
 :

Mischanlage : XY-Mischwerke

Art des Mischgutes : Asphaltbinder 0/16
 : mit PmB 45

1. Grundlagen : ZTV Asphalt-StB 94
 :

1.1 Besondere Anforderungen : hochstandfest
 :
 :

1.2 Art und Herkunft der Mineralstoffe

Nr.	Bezeichnung der Mineralstoffe	Mat.-Nr.	Lieferwerk
1	Diabasedelsplitt 11/16	0218/98-1	Huneberg
2	Diabasedelsplitt 8/11	0219/98-1	Huneberg
3	Diabasedelsplitt 5/8	0220/98-1	Huneberg
4	Diabasedelsplitt 2/5	0221/98-1	Huneberg
5	Diabasedelbrechsand 0/2	0222/98-1	Huneberg
6	Kalksteinmehl 0/0,09	0223/98-1	Hehlen
7			
8			
9			

1.3 Kornzusammensetzung der Mineralstoffe in Gew.-%

Kornklasse mm	Mineralstoffe in Gew.-%								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
≥ 31,5									
22,4 - 31,5									
16,0 - 22,4	2.7								
11,2 - 16,0	88.9	9.8							
8,0 - 11,2	8.4	75.8	9.7						
5,0 - 8,0		14.4	83.0	5.9					
2,0 - 5,0			7.3	84.2	3.5				
0,71 - 2,0				9.9	40.9				
0,25 - 0,71					27.7	0.2			
0,09 - 0,25					12.6	3.6			
0 - 0,09					15.3	96.2			
Summe	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0			

2. Ergebnisse der Eignungsprüfung Nr. 0163/98 Seite 2**2.1 Zusammensetzung des Mineralstoffgemisches**

Nr.	Gew.-%	Bezeichnung der Mineralstoffe
1	35.0	Diabasedelsplitt 11/16
2	15.0	Diabasedelsplitt 8/11
3	11.0	Diabasedelsplitt 5/8
4	10.0	Diabasedelsplitt 2/5
5	25.0	Diabasedelbrechsand 0/2
6	4.0	Kalksteinmehl 0/0,09
7		
8		
9		
	100	Mineralmasse

Brechsand-Natursand-Verhältnis : 100 : 0

2.2 Kornverteilung des Mineralstoffgemisches

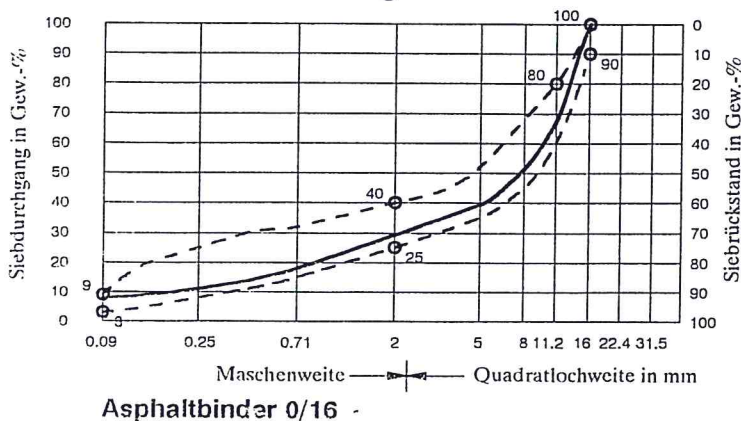
Kornklasse	Anteile Gew.-%	Gew.-%	Grenzwerte
$\geq 31,5$			Splitt (Kies)
22,4 - 31,5			
16,0 - 22,4	0.9	100.0	
11,2 - 16,0	32.6	99.1	
8,0 - 11,2	15.4	66.5	
5,0 - 8,0	11.9	51.1	60.0 - 75.0
2,0 - 5,0	10.1	39.2	
0,71 - 2,0	11.2	29.1	
0,25 - 0,71	6.9	17.9	Sand
0,09 - 0,25	3.3	11.0	
0 - 0,09	7.7	7.7	Füller 7.7

2.3 Eigenschaften des Mischgutes**Mischungs-Nr. 1 2 3**

Bindemittelsorte		PmB 45	PmB 45	PmB 45	
Bindemittelgehalt	Gew.-%				
Art/Menge der Zugabe	Gew.-%				
Gesamtbindemittelgehalt	Gew.-%	3.9	4.2	4.5	4.0 - 6.0
Bindemittelgehalt	Vol.-%	9.6	10.4	11.2	
Erweichungspunkt Ring und Kugel (Bindemittel)	°C	58.0	58.0	58.0	
Erweichungspunkt Ring und Kugel (Zugabe)	°C				
Resultierender Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C				
Rohdichte (Mineralstoffmischung)	g/cm ³	2.896	2.896	2.896	
Rohdichte (Asphaltemischung)	g/cm ³	2.705	2.691	2.678	
Raumdichte	g/cm ³	2.543	2.552	2.557	
Hohlraumgehalt (berechnet)	Vol.-%	6.1	5.2	4.6	3.0 - 7.0
Hohlraumgehalt (Mineral)	Vol.-%	15.7	15.6	15.8	
Ausfüllungsgrad	%	61.1	66.7	70.9	
Stabilität nach Marshall	kN	12.0	11.8	11.4	
Fließwert nach Marshall	mm	3.0	3.2	3.5	
Verdichtungstemperatur	°C	150.0	150.0	150.0	
Vorgeschlagene Mischung			xxxxxx		

2.4 Kurzbeurteilung : Die zur Mischgutherstellung gemäß dieser Rezeptur verwendeten Mineralstoffe entsprechen den Richtlinien für die Güteüberwachung von Mineralstoffen im Straßenbau (RG-Min 93).

Die Mischungen 2+3 entsprechen der ZTV Asphalt - StB 94. Zur Ausführung wird die Mischung Nr. 2 mit einem Bindemittelgehalt von 4.2 Gew.% vorgeschlagen.

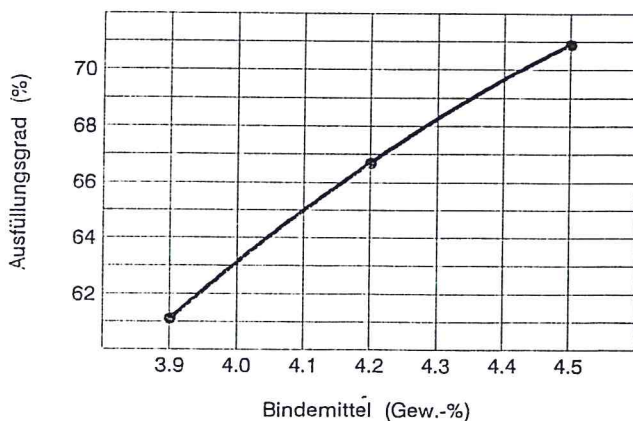
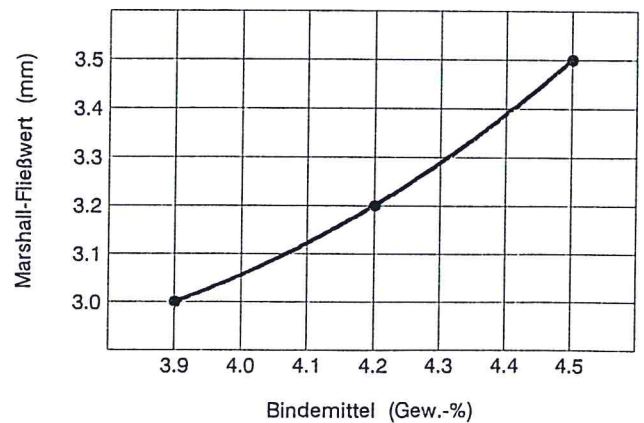
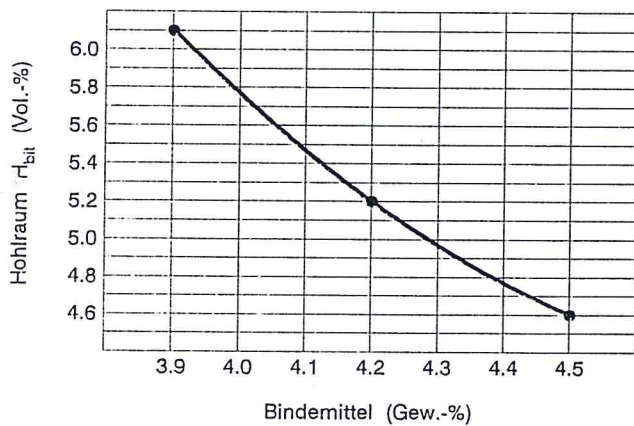
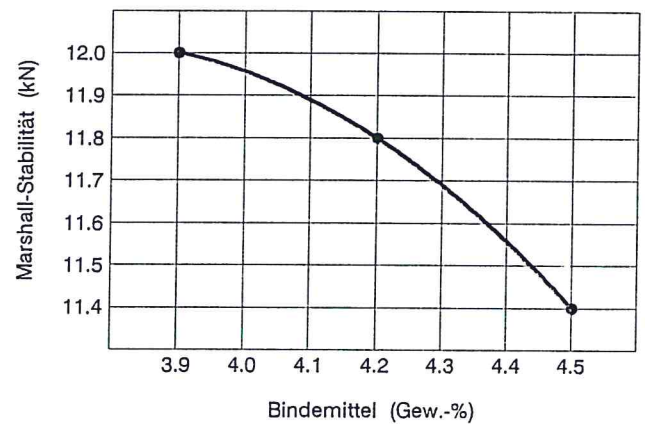
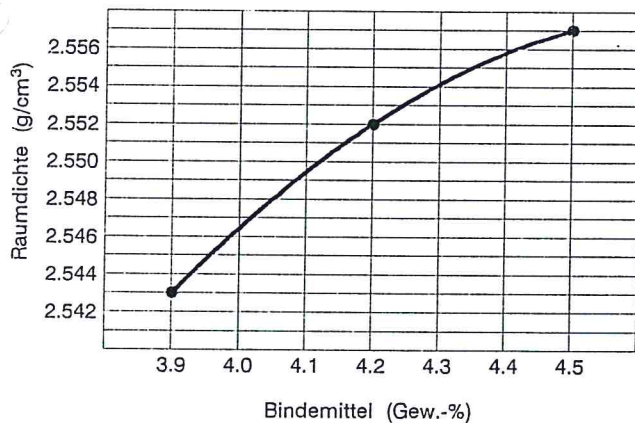
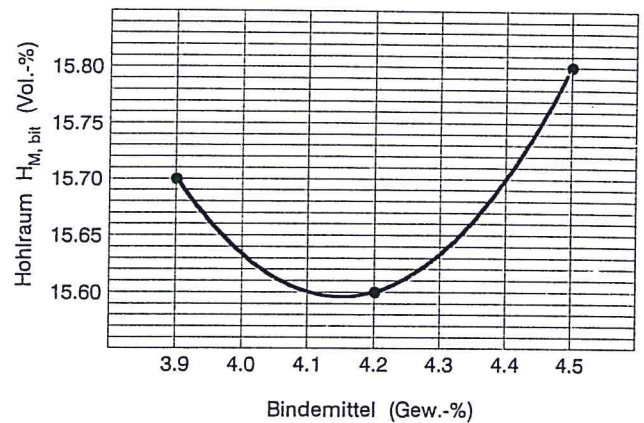
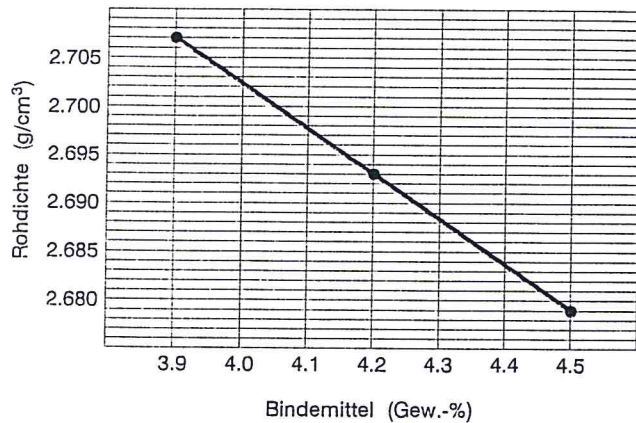
3. Grafische Darstellung des Sieblinienverlaufs

04.02.1998

Dr.-Ing. B. Herr

3. Ergebnisse der Eignungsprüfung Nr. 0163/98 Seite 3

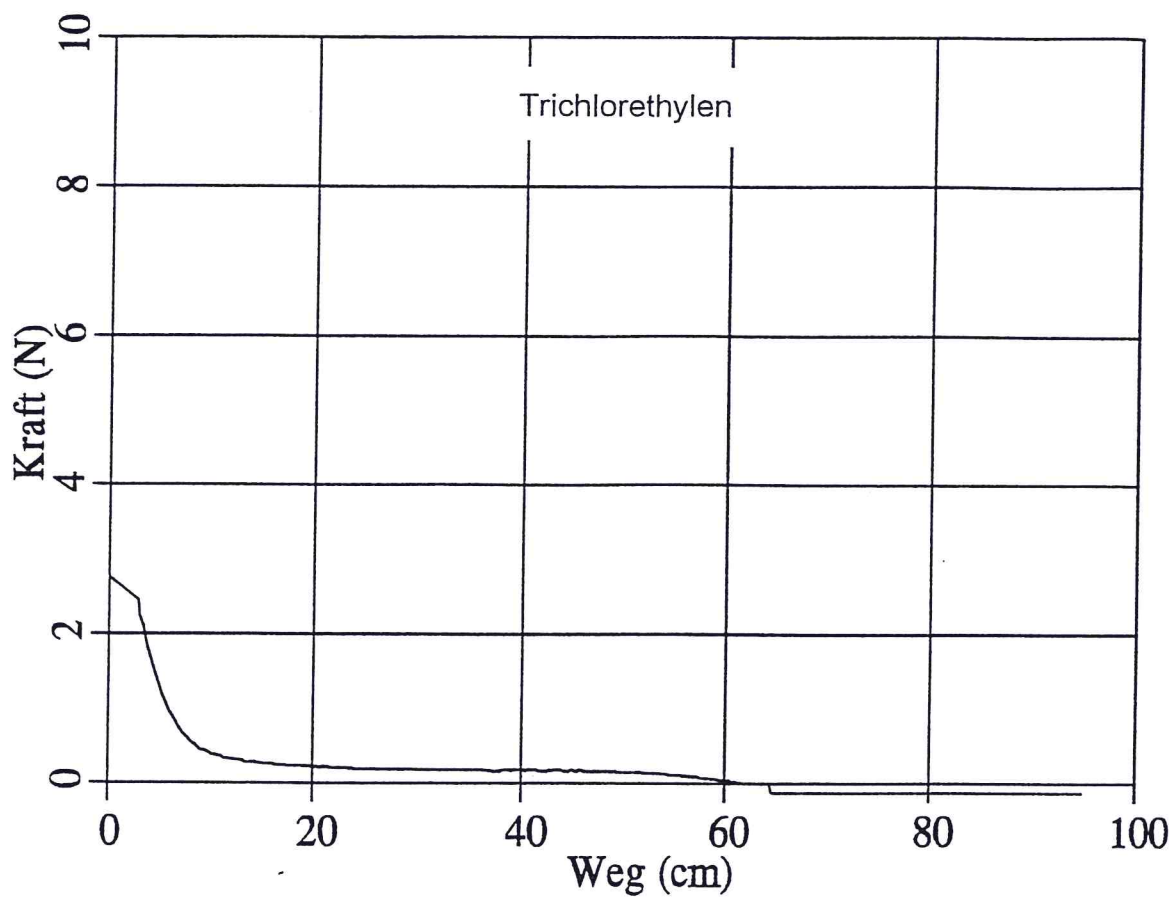
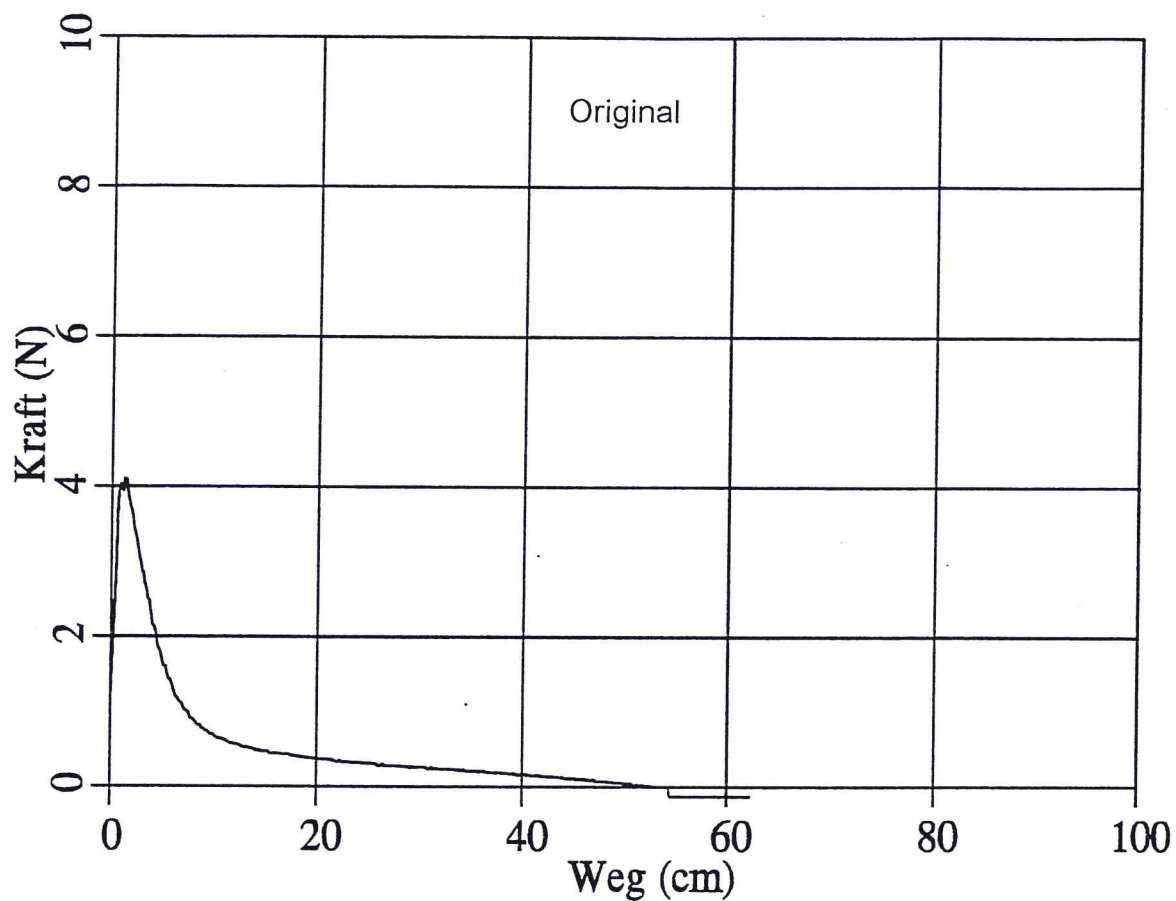
3.1 Grafische Darstellung der Eigenschaften des Mischgutes



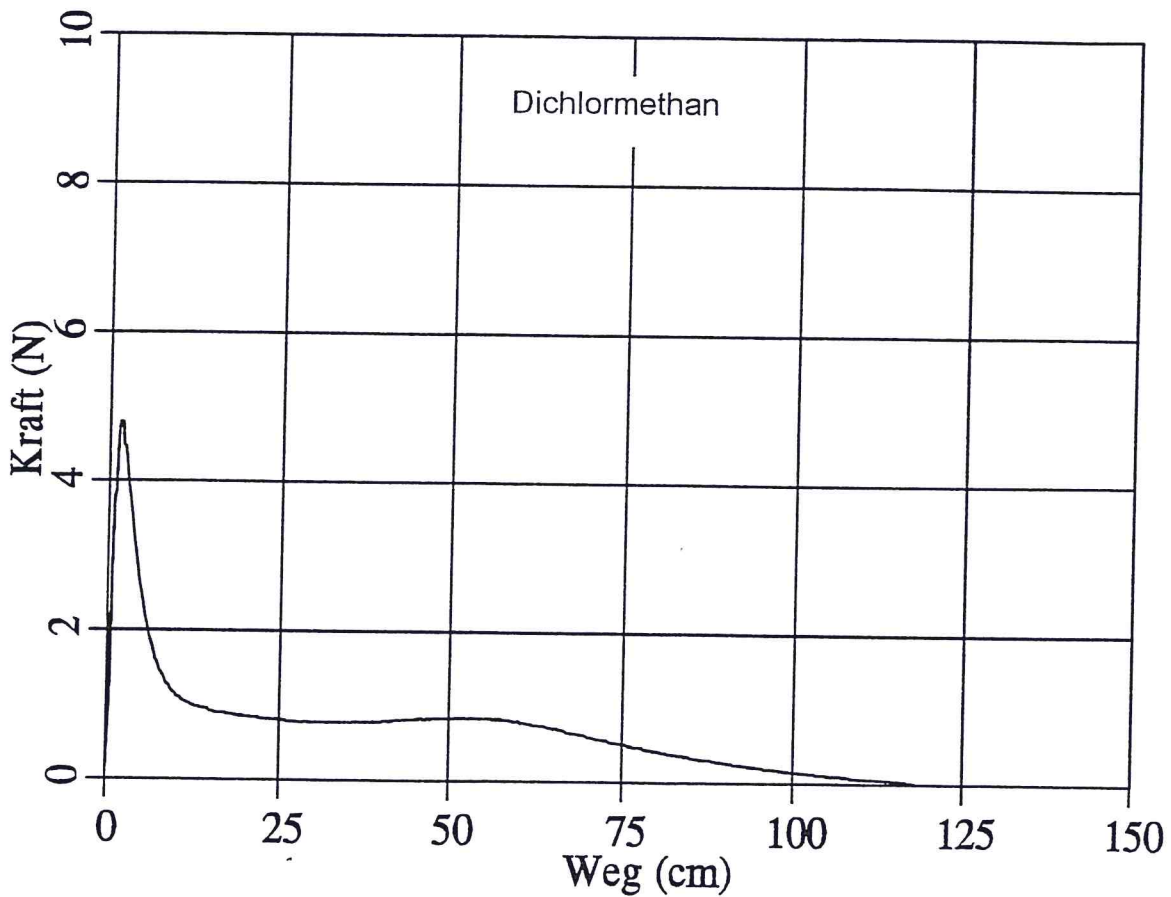
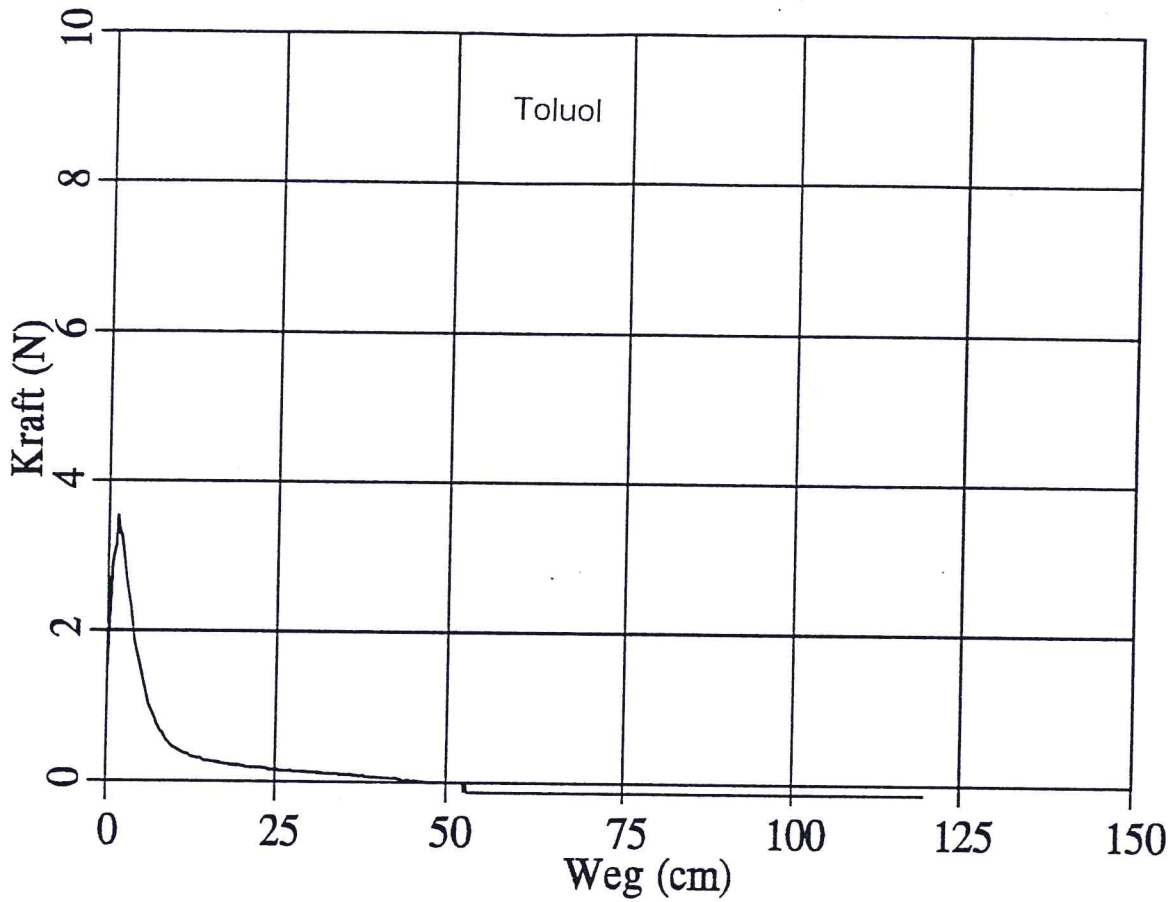
04.02.1998

Dr.-Ing. B. Herr

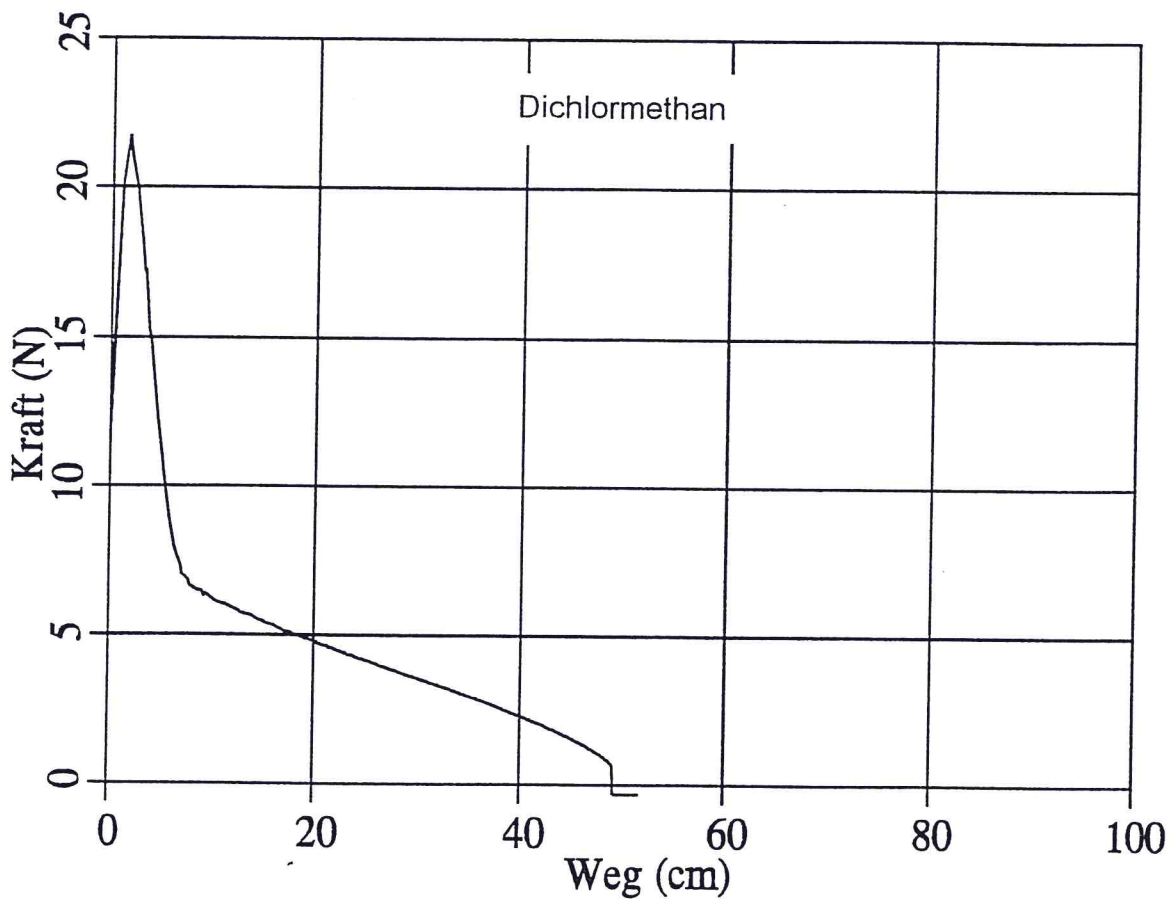
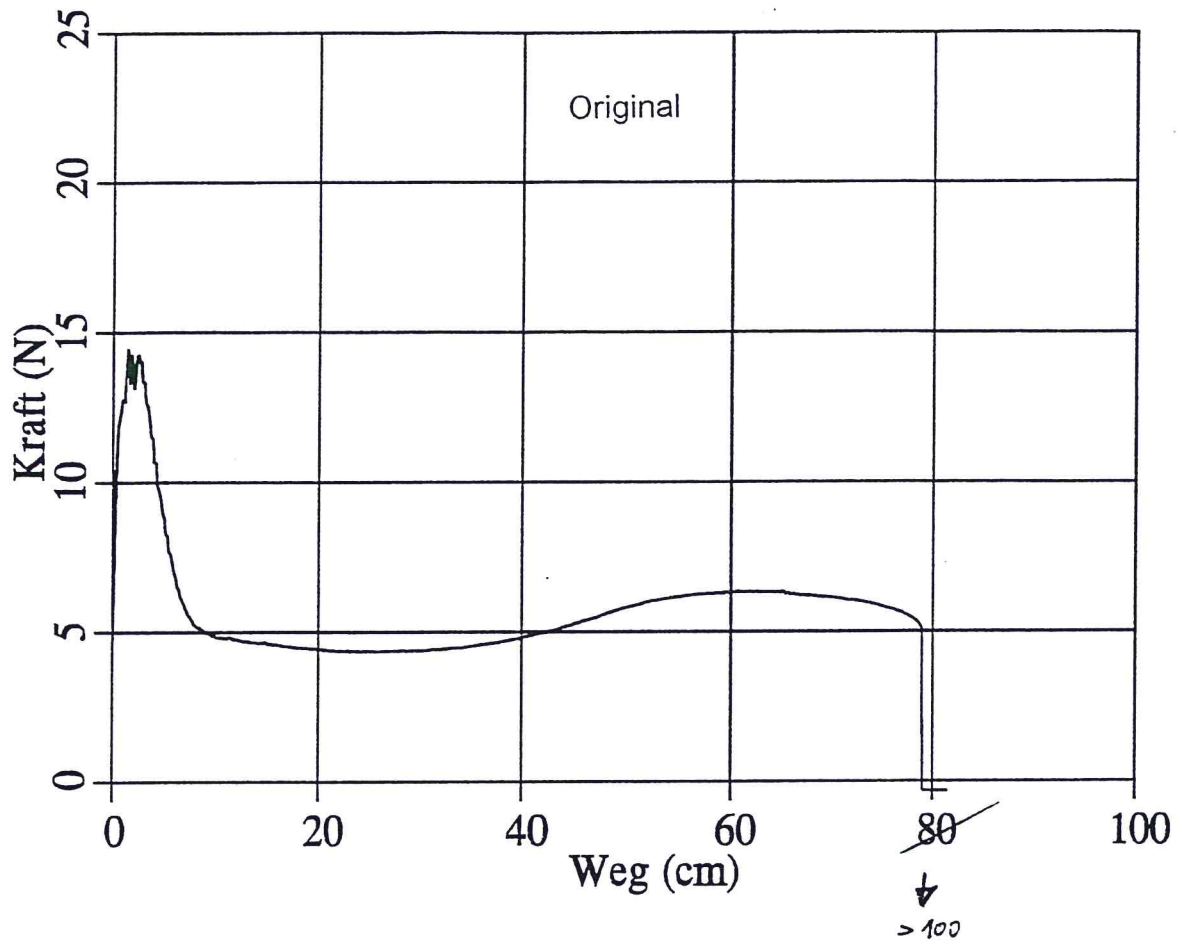
Kraftduktilitätsverlauf



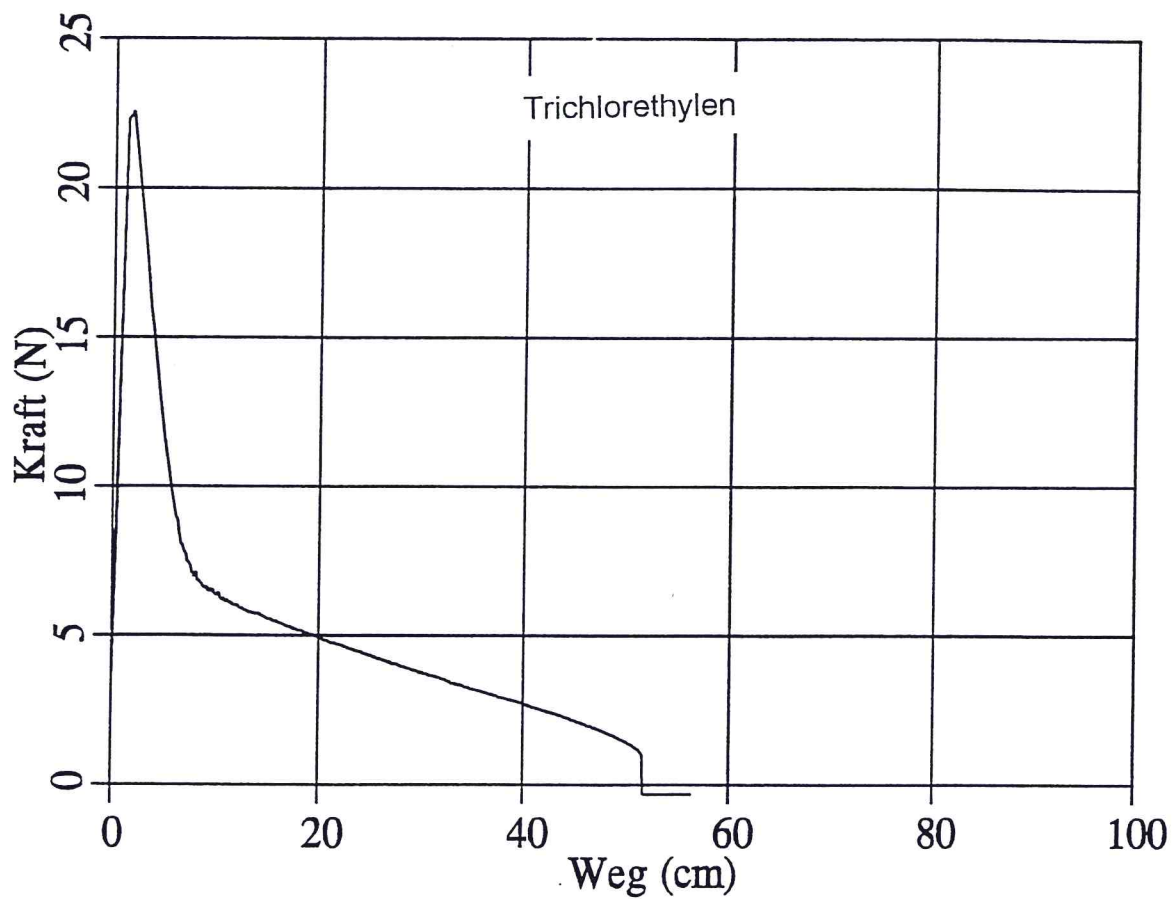
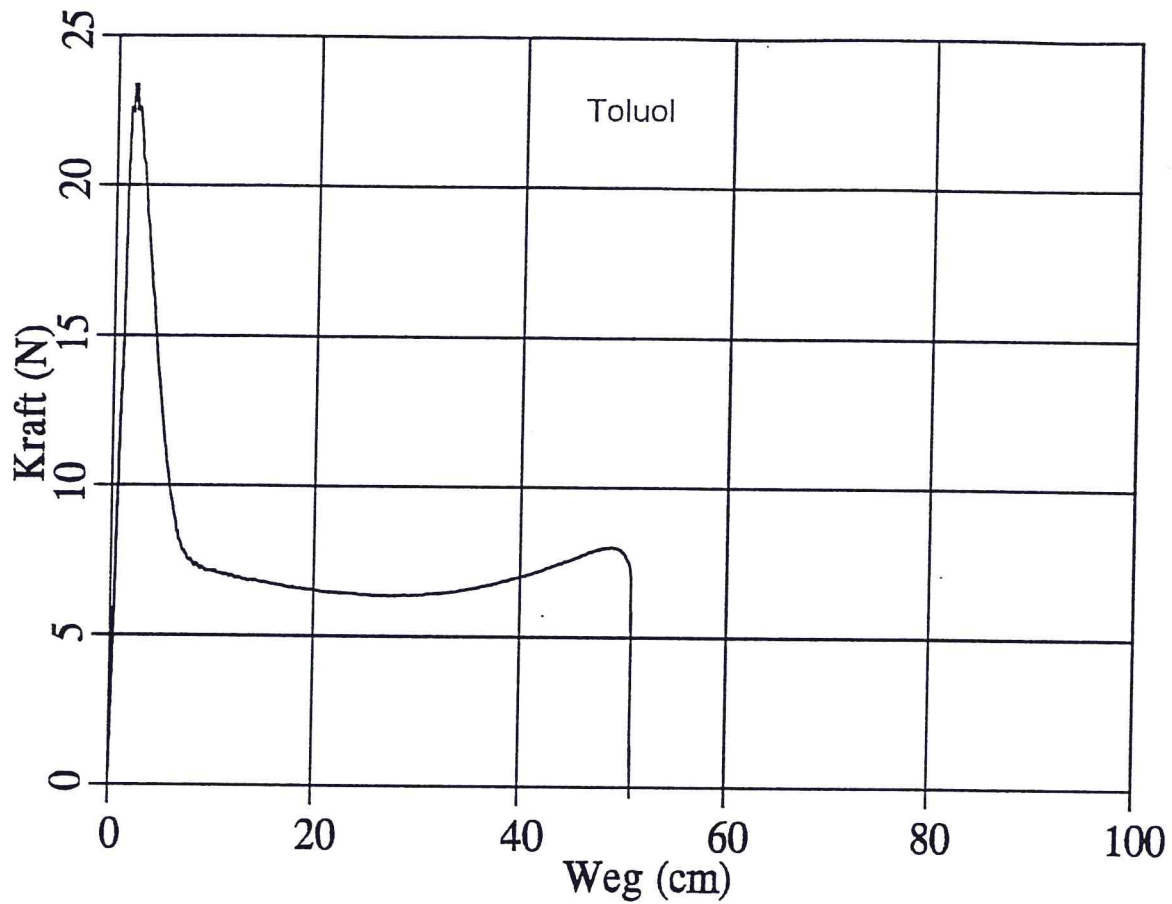
Kraftduktilitätsverlauf



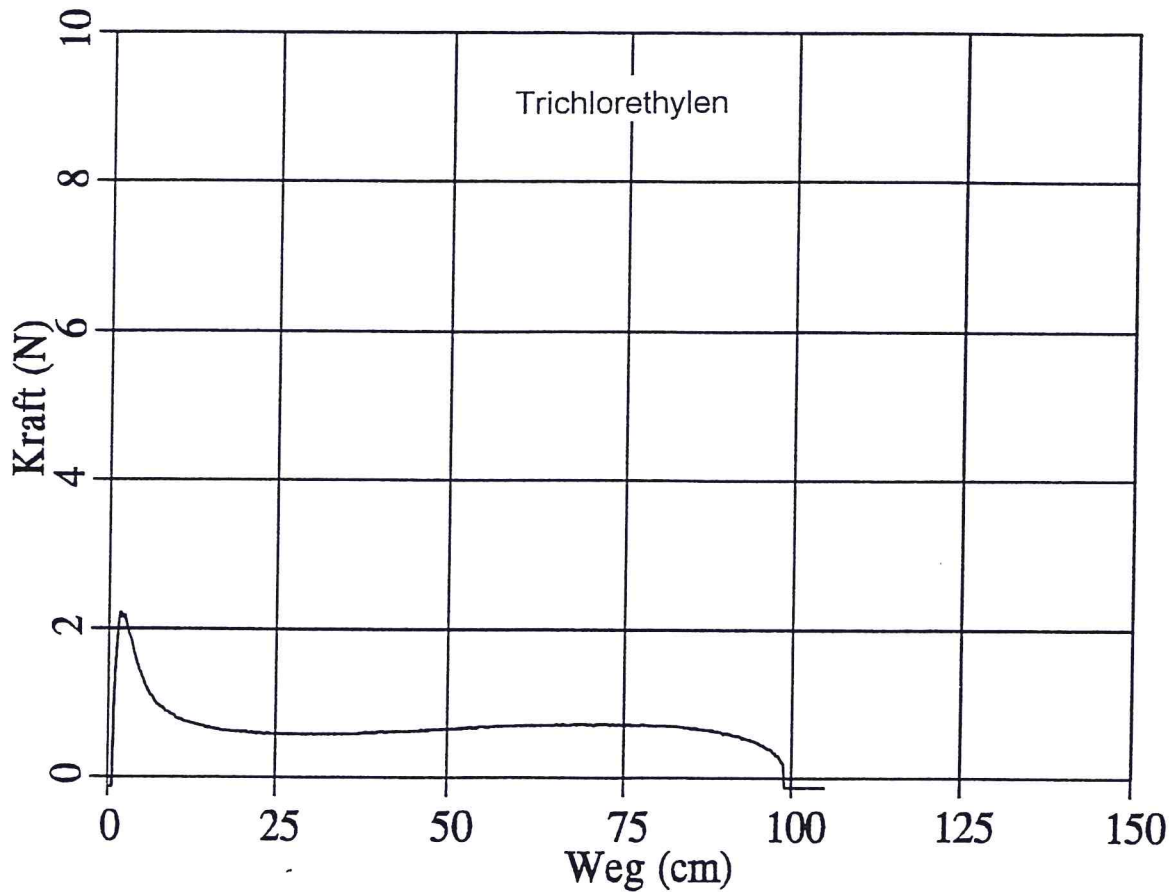
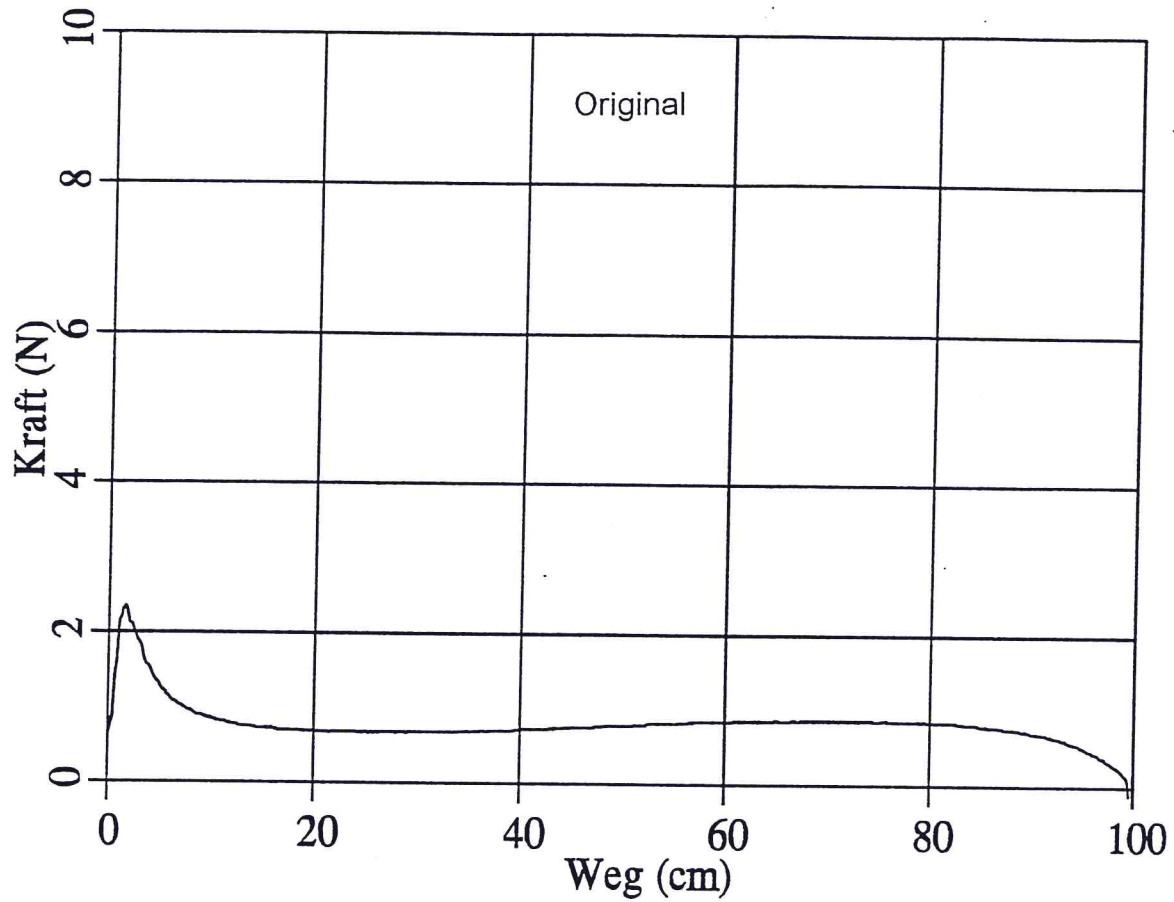
Kraftduktilitätsverlauf



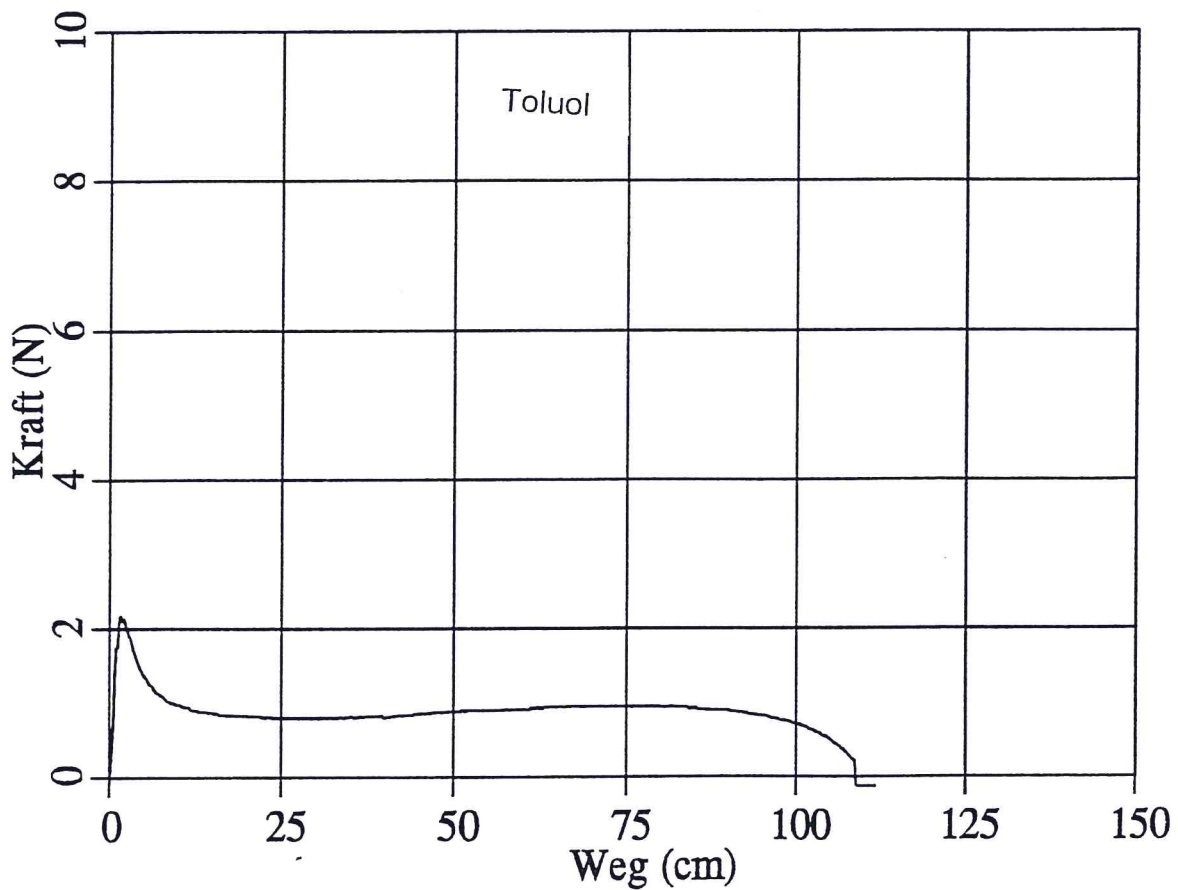
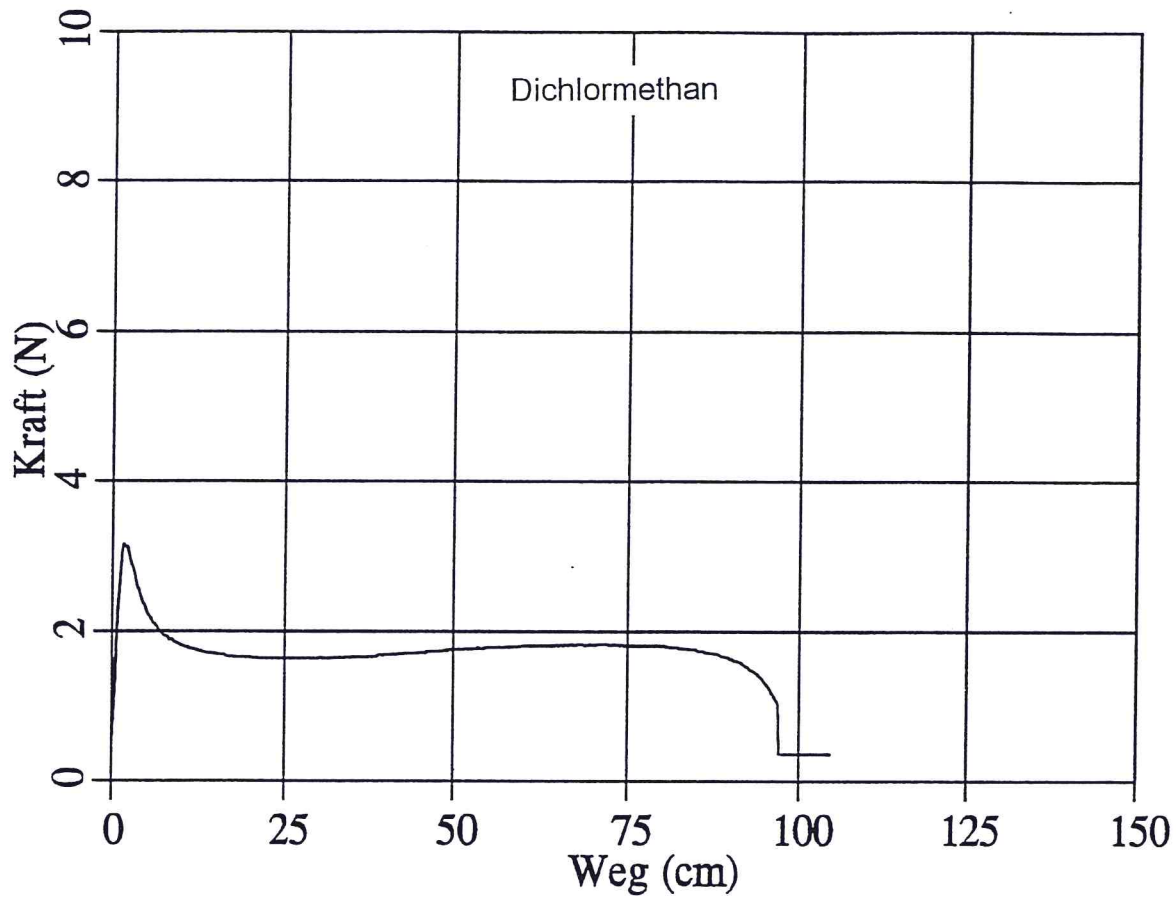
Kraftduktilitätsverlauf



Kraftduktilitätsverlauf

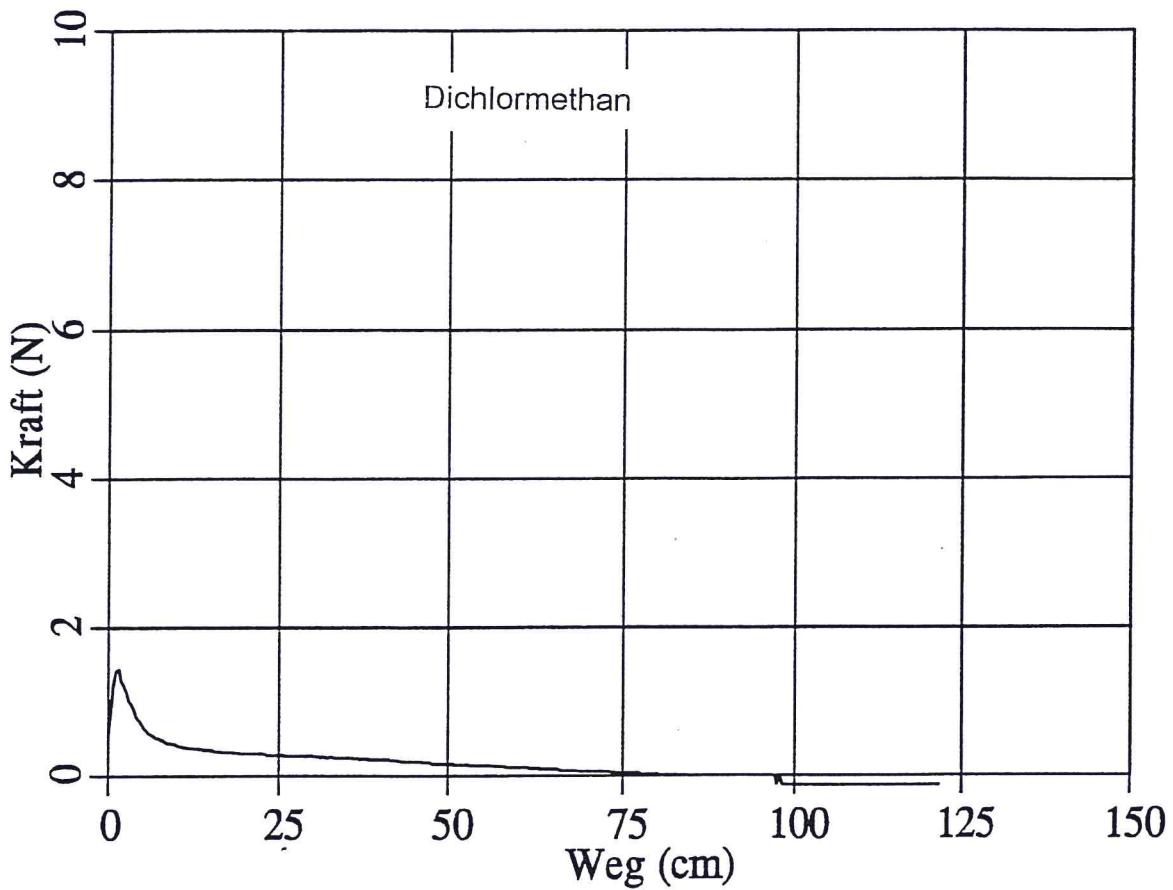
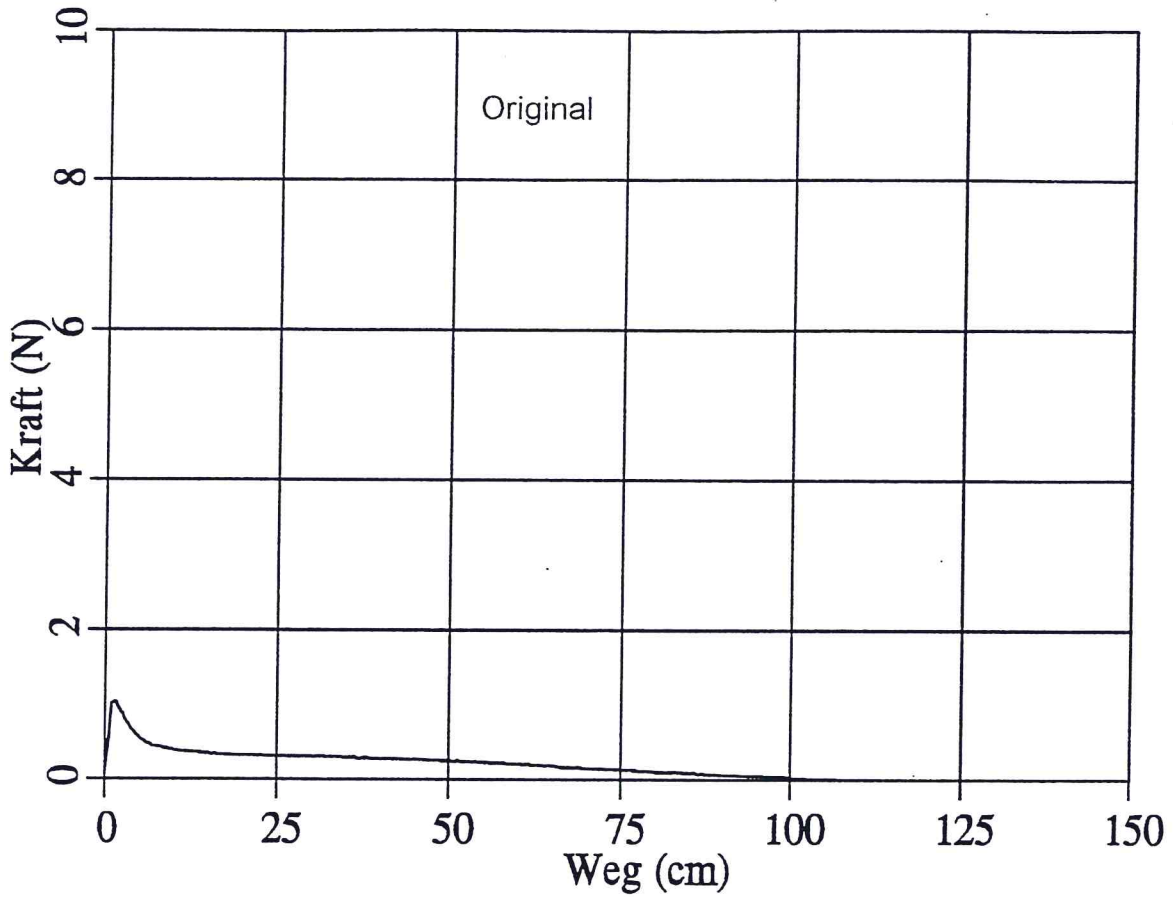


Kraftduktilitätsverlauf

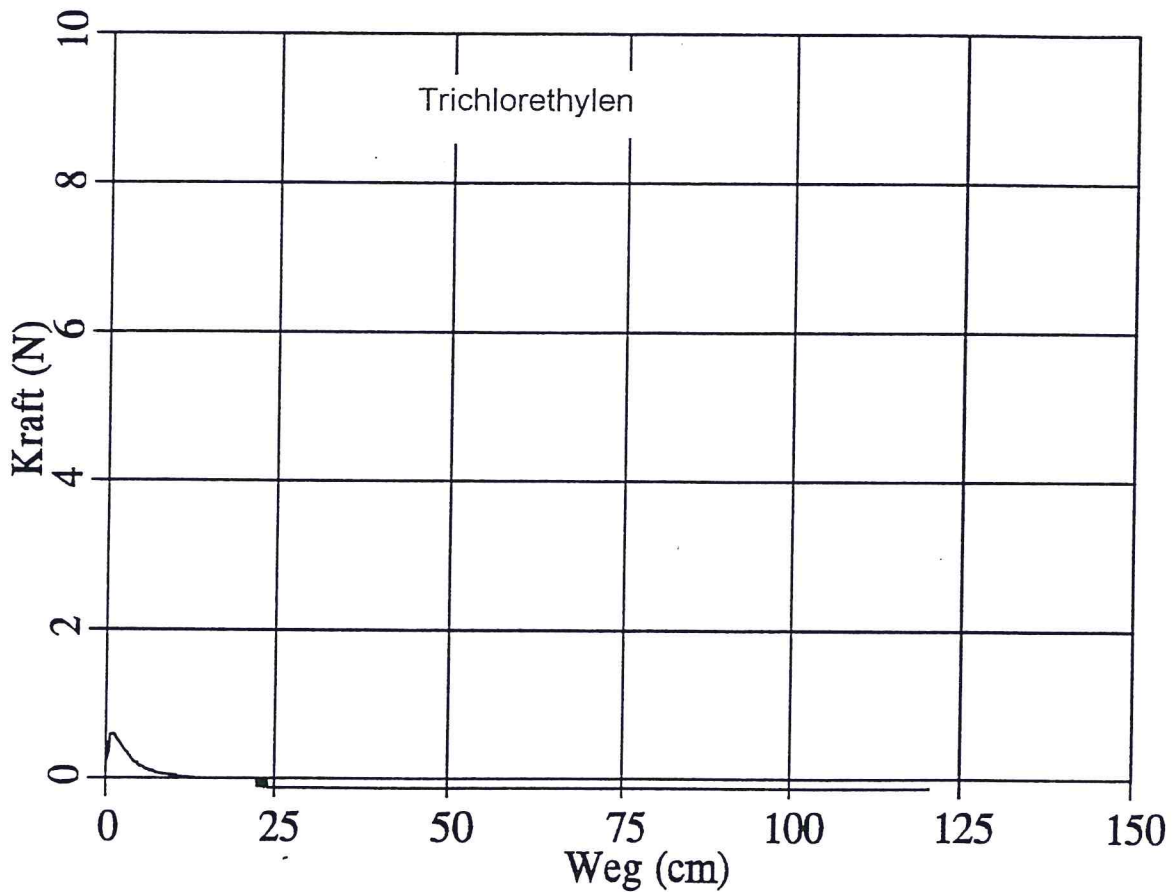
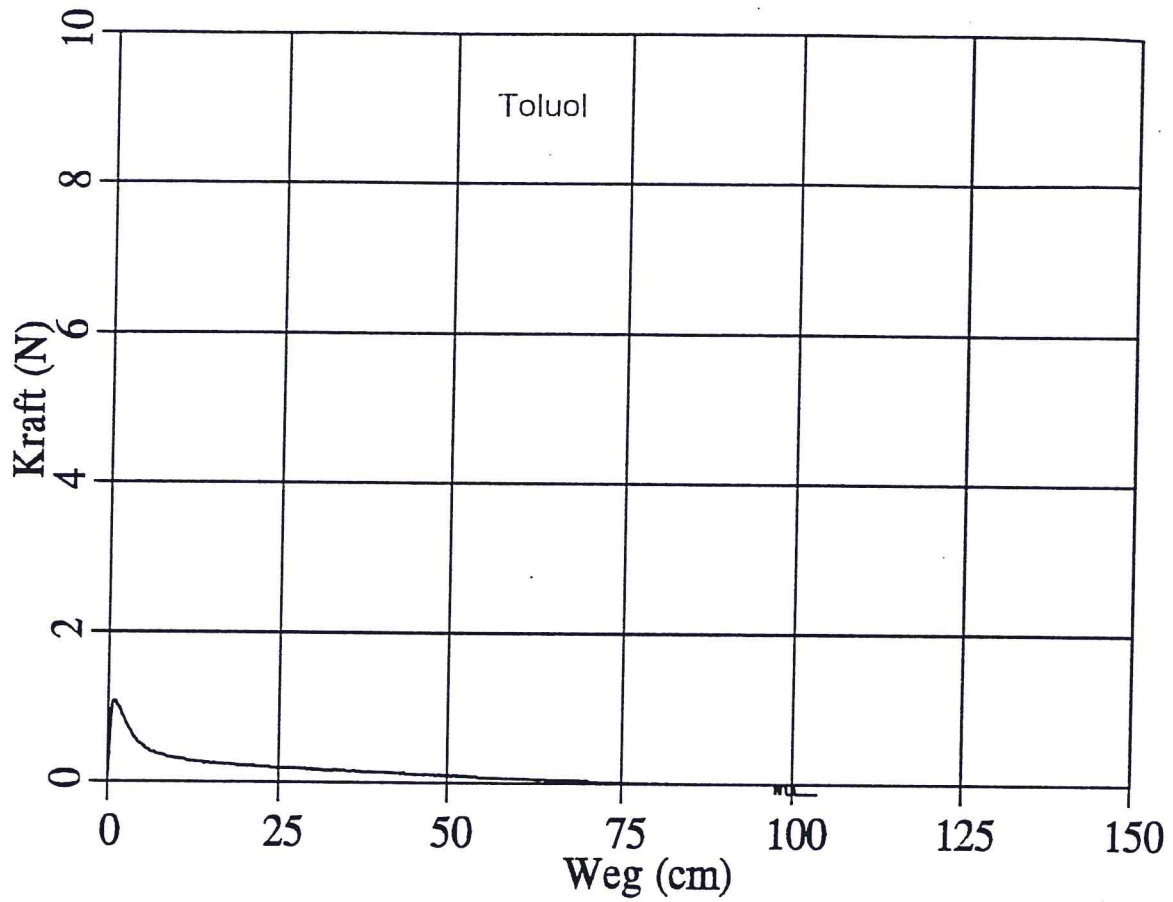


HANSA-BAU-LABOR Dr.-Ing. Herr
Institut für Bau- und Umweltprüfungen GmbH

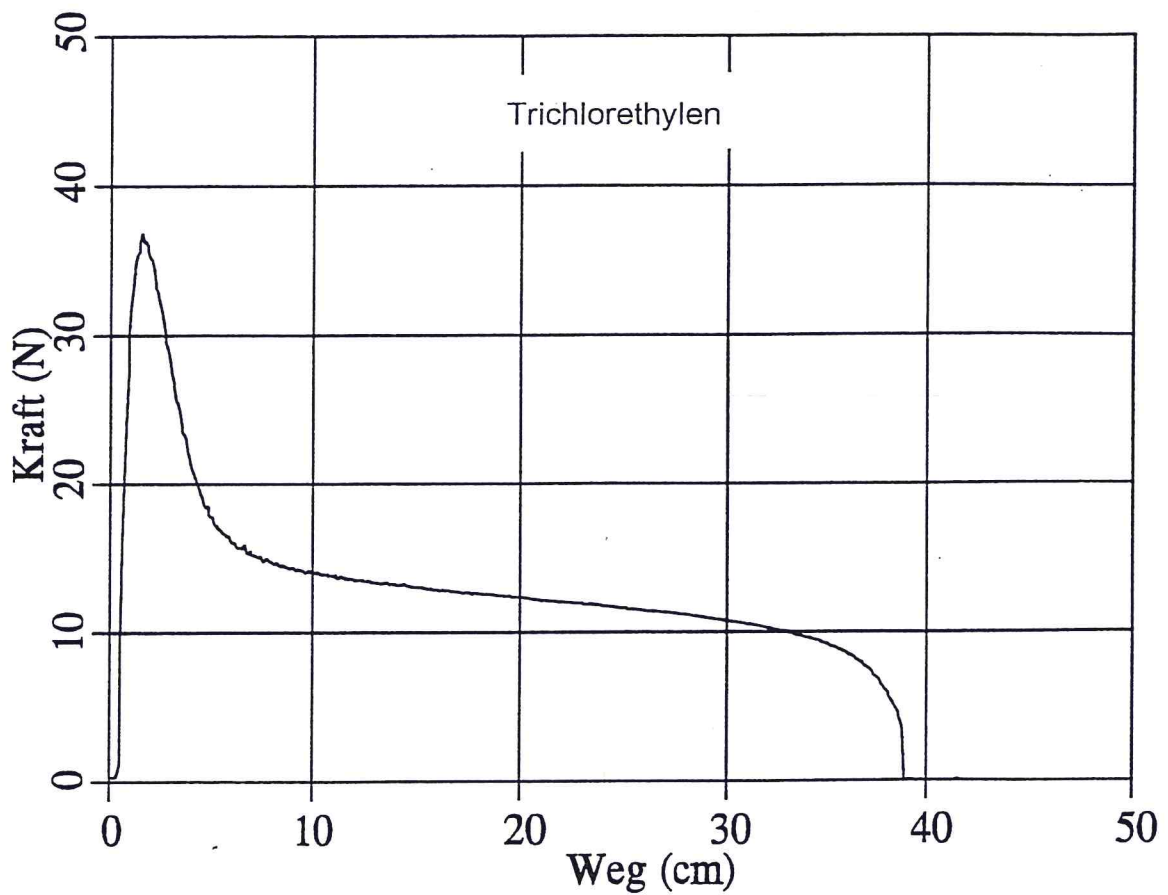
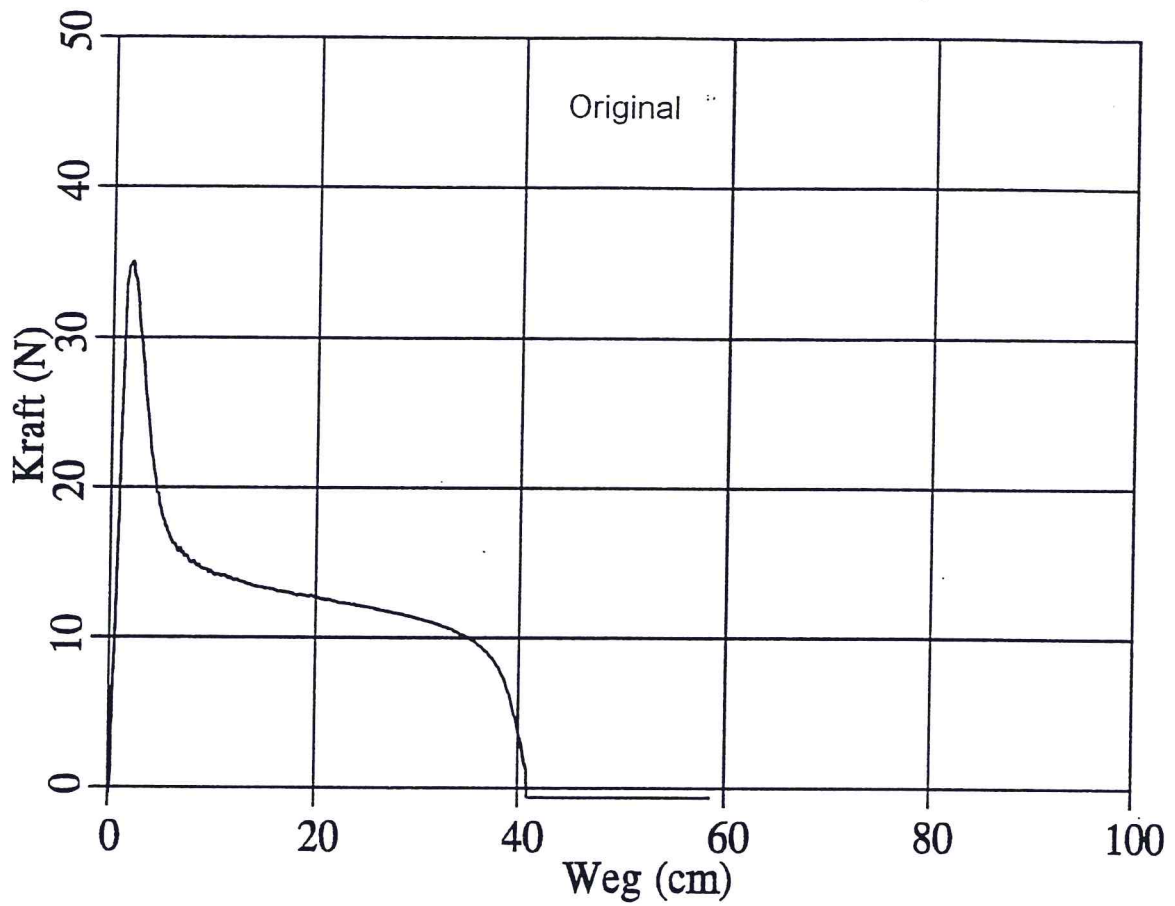
Kraftduktilitätsverlauf



Kraftduktilitätsverlauf



Kraftduktilitätsverlauf



Kraftduktilitätsverlauf

