

**Fachveröffentlichung der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

bast

Nachuntersuchungen an ausgesuchten Streckenabschnitten zur Beurteilung des Langzeitverhaltens von TA-Asphalten

BAB A 8 , Erprobungsstrecke

RUTESHEIM

Kurzfassung

Die BAST Bundesanstalt für Straßenwesen hat eine „Erfahrungssammlung über die Verwendung von Fertigprodukten und Zusätzen zur Temperaturabsenkung von Asphalt, August 2006“ herausgegeben, in der die Vorgehensweise für die Aufnahme anderer Produkte, die dort noch nicht behandelt worden sind, festgelegt ist. Nach diesen Vorgaben ist die BAB A 8, Erprobungsstrecke „Rutesheim“ bei Stuttgart nachuntersucht worden, bei der das viskositätsabsenkende Bindemittel OLEXOBIT NV 45 in der Asphaltbinder- und Deckschicht verwendet worden. Der Einbau der Asphaltsschichten erfolgte bei einer Mischgutanlieferungstemperatur von 145 °C. Die Erprobungsstrecke ist der Bauklasse SV zuzuordnen und liegt seit 2000 unter Verkehr. Vor Ort und an Bohrkernproben aus der Deckschicht sind Untersuchungen zum Gebrauchsverhalten zur Beurteilung des Langzeitverhaltens (Widerstand gegen Verformungen, Nachverdichtung, Hohlraumgehalt, Bindemittleigenschaften und -alterung, Verhalten bei tiefen Temperaturen, Haftung) durchgeführt worden.

Mit dem Produkt Olexobit NV 45 wurden positive Erfahrungen gesammelt. Es ist im Vergleich zu dem in der Referenzstrecke verwendeten Bindemittel PmB 45 A gleichwertig bzw. überlegen.

1 Veranlassung und Ziel der Untersuchungen

In Ergänzung zu dem Forschungsvorhaben FE 07/203/2002/CBR „Absenkung der Produktions- und Verarbeitungstemperatur von Asphalt durch Zugabe von Bitumenverflüssigern“ beauftragte die BP Deutschland das asphalt-labor Arno J. Hinrichsen GmbH & Co KG mit der Nachuntersuchung der BAB A8 , Erprobungsstrecke „ Rutesheim“ bei Stuttgart, bei der das viskositätsabsenkende Bindemittel OLEXOBIT NV 45 sowohl in der Asphaltbinder – als auch Deckschicht verwendet wurde, das auch bei der Untersuchungsstrecken BAB A7 verwendet worden ist [1]. Als Referenzbindemittel wurde ein Olexobit 45 eingesetzt, das einem PmB 45 A zuzurechnen ist. Die 8 cm dicke Binderschicht besteht aus einem ABI 0/16S und die 4,5 cm dicke Deckschicht aus einem Splittmastixasphalt SMA 0/11S.

Durch die Nachuntersuchung der 6 Jahre unter Verkehr liegenden Strecke sollte festgestellt werden, ob das eingesetzte Produkt zur möglichen Absenkung der Produktions – und Verarbeitungstemperatur im Langzeitverhalten Nachteile gegenüber den üblicherweise eingesetzten Polymermodifizierten Bitumen PmB 45 A erwarten lassen. Die Untersuchungen erfolgten entsprechend den Vorgaben der „ Erfahrungssammlung über die Verwendung von Fertigprodukten und Zusätzen zur Temperaturabsenkung von Asphalt, August 2006“ [10].

Neben umfangreichen Bindemitteluntersuchungen wurden Asphaltprüfungen (Spaltzugversuche an Bohrkernen Ø 100mm zur Ansprache des Haftverhaltens und Abkühlversuche zur Ansprache des Verhaltens bei tiefen Temperaturen) durchgeführt.

In der Tabelle 1 sind die Kenndaten der Untersuchungsstrecke zusammen gefasst.

Nr.	Baumaßnahme	Nutzungsdauer (Baujahr) [Jahre]	Bau- Klasse	Produkt	Referenz- bindemittel
1	BAB A 8 Rutesheim	6 (2000)	SV B= 87,3 Mio*	Olexobit NV 45	Olexobit 45

* 87,3 Mio äquivalente 10-t- Achsen in 30 Jahren

Tab 1: Untersucher Streckenabschnitt und verwendetes viskositätsabsenkendes Produkte

Über die Untersuchungsstrecke ist von Feil , Nolle und Reiter berichtet worden [9] . Danach wurden die Asphalte wurden bei 150 °C gemischt, mit 145 °C angeliefert und mit 135 °C hinter der Festigerbohle verdichtet. Die Maßnahme wurde intensiv eigenüberwacht und von dem IFM Institut für Materialprüfung Dr. Schellenberg , Rottweil, im Rahmen der Fremdüberwachung begleitet. Es wurden zur Abnahme keine Beanstandungen festgestellt.

2 Untersuchungsprogramm

Folgendes Untersuchungsprogramm wurde von der ad-hoc Gruppe „Temperaturabsenkung“ der Arbeitsgruppe Asphaltstraßen der FGSV unter Leitung von Frau Dr.-Ing. Sörensen, Arbeitsgemeinschaft der Bitumenindustrie, ARBIT, festgelegt:

- visuelle Zustandserfassung
- Querprofilmessungen
- Entnahme von Bohrkernen Ø 300, 150 und 100 mm
- Mischgutzusammensetzung
- Bindemittleigenschaften: Erweichungspunkt RuK, Penetration, Brechpunkt nach Fraass, komplexer Schubmodul, Kraftduktilität
- Haftverhalten (Spaltzugversuch bei + 5 °C vor und nach Wasserlagerung, 40 °C, 96h)
- Abkühlversuch nach Arand an Probekörpern aus Bohrkernen Ø 300 mm

Für die Mischgutuntersuchungen und die Bestimmung der Bindemittleigenschaften wurden Bohrkern Ø 150 mm verwendet, die zwischen den weitestgehend unbelasteten Rollspuren entnommen wurden, um einen Vergleich mit den Ausgangswerten bei Erstellung der Untersuchungsstrecken zu ermöglichen.

Um eine etwaige Nachverdichtung in den Rollspuren zu erfassen, wurden zusätzlich auch Bohrkern Ø 150mm in der rechten Rollspur entnommen.

Die Bohrkern Ø 100 mm für die Spaltzugfestigkeitsprüfungen wurden ebenfalls zwischen den Rollspuren entnommen.

Die Bohrkern Ø 300 mm für den Abkühlversuch stammen aus der rechten Rollspur, um etwaige Ermüdungserscheinungen zu erfassen.

In Anlage 1 ist das Schema der Bohrkernentnahme enthalten.

3 Visuelle Zustandserfassung

Die Bewertung der visuellen Zustandserfassung erfolgte nach den Kriterien Risse (55 %), Spurrinnentiefe (20 %), Flickstellen (10 %), Rauigkeit (5 %), Kornausbrüche (5 %) und Mörtelverlust (5 %). Die in Klammern genannten Werte geben an, mit welcher Gewichtung die Kriterien in die Gesamtnote eingehen. Bei starker Rissbildung und einer Spurrinnentiefe > 15 mm ergibt sich unabhängig von den anderen Kriterien eine Bewertung von 5. In der Anlage 2 sind die Ergebnisse im Einzelnen aufgeführt.

Den oben genannten Merkmalen wurden Noten von 1 (sehr gut) bis 5 (mangelhaft) gegeben. Die Gesamtnote ist in der Tabelle 2 wiedergegeben. Der Erprobungsabschnitt und die zugehörige Referenzstrecke sind in einem sehr guten bis guten Zustand, wobei sich der Erprobungsabschnitte geringfügig günstiger als die Referenzabschnitte verhält.

Strecke	Gesamtnote und verwendete Bindemittel		
	Erprobungsabschnitt	Referenzabschnitt	Bemerkungen
Rutesheim	Olexobit NV 45	PmB 45	
	1,05	1,25	Keine Mängel

Tab. 2: Visuelle Zustandserfassung mit Angabe der Gesamtnote

Im Vergleich zu den Untersuchungsstrecken, die der o.g. Erfahrungssammlung zugrunde liegen, ist die Erprobungsstrecke „Rutesheim“ unter Berücksichtigung der extrem hohen Verkehrsbelastung am besten zu bewerten.

4 Querprofilmessungen

Bedingt durch das starke Verkehrsaufkommen am Entnahmetag konnten das Querprofil mittels Profilograph nicht aufgenommen werden. Die Spurrinntiefen wurden daher mittels 2 m Latte aufgenommen und in der Tabelle 3 zusammengestellt.

Untersuchungsabschnitt	Spurrinntiefe [mm]	
	Erprobungsabschnitt	Referenzabschnitt
Rutesheim	2 - 4 mm	2 – 3 mm

Tab. 3: Spurrinntiefen in mm

5 Entnahme von Bohrkernen

Die Entnahme der Bohrkern für die labortechnischen Untersuchungen erfolgte einheitlich nach dem Bohrplan entsprechend Anlage 1 am 29.9.2006 (Versuchsabschnitt) und 19.10.2006 (Referenzabschnitt). Für die Abkühlversuche und für die Ermittlung des Verdichtungsgrades wurden die Bohrkern aus der rechten Rollspur entnommen, um den Einfluss der Verkehrsbelastung (Ermüdung und Nachverdichtung) zu erfassen. Alle anderen Bohrkern wurden zwischen den Rollspuren entnommen, um eine möglichst unverfälschte Anbindung an den Ursprungszustand zu erhalten.

6 Bindemittelkenngrößen und asphaltechnologische Kenngrößen

Bei dem Olexobit NV 45 handelt es sich um ein polymermodifiziertes Bitumen PmB 45 , welches mit einem Wachs additiviert worden ist.

6.1 Bindemittelkenngrößen

An den extrahierten Bindemitteln sind umfangreiche Bindemitteluntersuchungen durchgeführt worden, deren Ergebnisse in der Tabelle 4 zusammengefasst sind.

Bindemittelleigenschaft	Einheit	Erprobungsabschnitt				Referenzabschnitt			
BAB A 8 Rutersheim : SMA 0/11S , Abi 0/16S									
Bindemittelart		Olexobit NV 45				PmB 45 A			
		SMA 0/11S		Abi 0/16 S		SMA 0/11S		Abi 0/16 S	
		2000	2006	2000	2006	2000*	2006	2000*	2006
Nadelpenetration	1/10 mm	35	35	31	27	39	21	39	17
Erweichungspunkt RuK	°C	71,7	69,5	76,0	73,7	62	67,3	62	70,3
Elastische Rückstellung	%	64	67	63	52	70,5	67	70,5	69
Komplexer Schubmodul G* und Phasenwinkel δ bei 60 °C	Pa °	-	19227 64,3	-	28822 63,4	-	39837 66,8	-	54380 64,7
Brechpunkt nach Fraass	°C	-	-10	-	-9	-12	-10	-12	-8
Max. Duktilitätskraft bei	N	-	7,8	-	14,6	-	15,98	-	22,56

*^{20 °C}typische Mittelwerte aus Fremdüberwachung an extrahiertem Bindemittel

Tab. 4: Bindemittelkenndaten am extrahierten Bindemittel

Die hohen Erweichungspunkte RuK von über 70 °C der mit Wachsen additivierten Bindemittel sind keinesfalls ein Hinweis darauf, dass das Verhalten bei tiefen Temperaturen negativ ist und eine besondere Rissgefährdung vorliegt. Diese Beobachtung bestätigten bisherige Erfahrungen mit derartigen Bindemitteln [1], nach

denen das Verhalten bei tiefen Temperaturen dominant durch das verwendete Grundbitumen bestimmt wird. Dies wird durch den Brechpunkt nach Fraas bestätigt. Die Abnahme des Erweichungspunktes R&K bei dem Olexobit NV 45 während der Nutzungsdauer um ca. 2 °C liegt im Rahmen der Vergleichbarkeit der Prüfergebnisse. Das Bindemittel ist während der 6 jährigen Nutzung praktisch nicht gealtert, was die Penetrationswerte bestätigen.

Die Veränderung des Erweichungspunktes RuK bei dem PmB 45 A (Referenzabschnitt) zeigt eine übliche Alterung an. Das Alterungsverhalten des additivierten Bindemittel ist somit günstiger als bei dem Referenzbindemittel. Dies wurde bereits bei den o.g. anderen Untersuchungsstrecken festgestellt. Die erhöhte Zunahme des Erweichungspunktes R&K bei Asphaltbinder während der Nutzungsdauer ist erwartungsgemäß auf den erhöhten Hohlraumgehalt in dieser Schicht und der damit verbundenen erhöhten oxidativen Alterung zurück zu führen.

In Bild 1 sind die Kraftduktilitätskurven bei 25 °C dargestellt. Die Kraftduktilitätsprüfung erfolgte in Anlehnung an die TL PmB 2001 mit zerlegbaren Formen nach DIN 52 013 (Form mit Einschnürung). Die polymermodifizierten Bindemittel sind auch nach Alterung eindeutig durch ihren charakteristischen Verlauf der Kraft-Verformungskurve zu identifizieren. Das erste Kraftmaximum wird durch das Grundbitumen bestimmt, während der weitere Verlauf der Kraft-Verformungskurve von einem etwaigen räumlichen Netzwerk aus Polymerketten bestimmt wird, welches bei weiterer Dehnung Kräfte aufnimmt und zu einem zweiten Anstieg der Kraft-Verformungskurve führen kann.

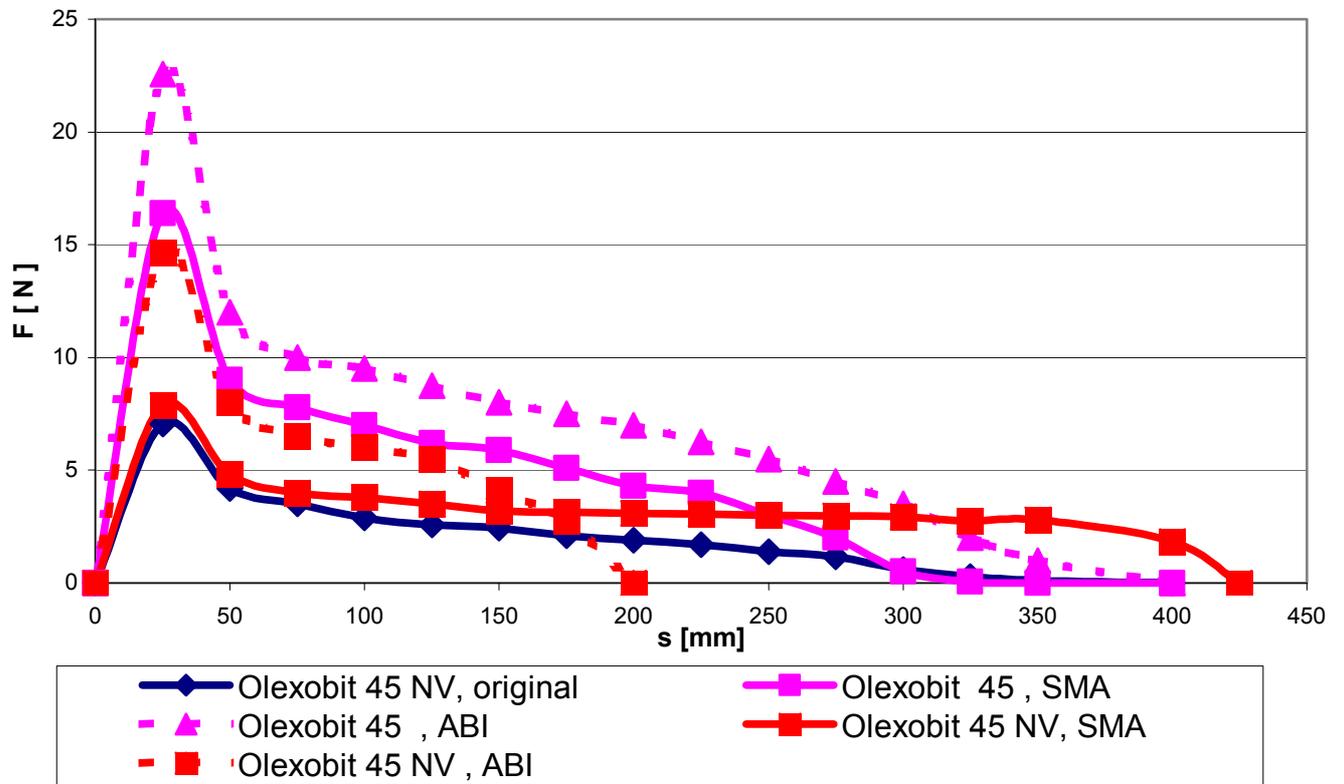


Bild 1: Kraftduktilität bei 25 °C

Aus den Kraftduktilitätskurven am extrahierten Bindmittel kann abgelesen werden, dass das Olexobit NV 45 sowohl der Deck – als auch der Binderschicht ein ausgeprägt elastifiziertes Verhalten aufweist. Das Originalbindemittel stammt nicht aus dem Jahr 2000 sondern aus der laufenden Produktion 2006 und ist insofern nur bedingt vergleichbar.

In Bild 2 ist der komplexe Schubmodul G^* am rückgewonnenen Bindemittel dargestellt.

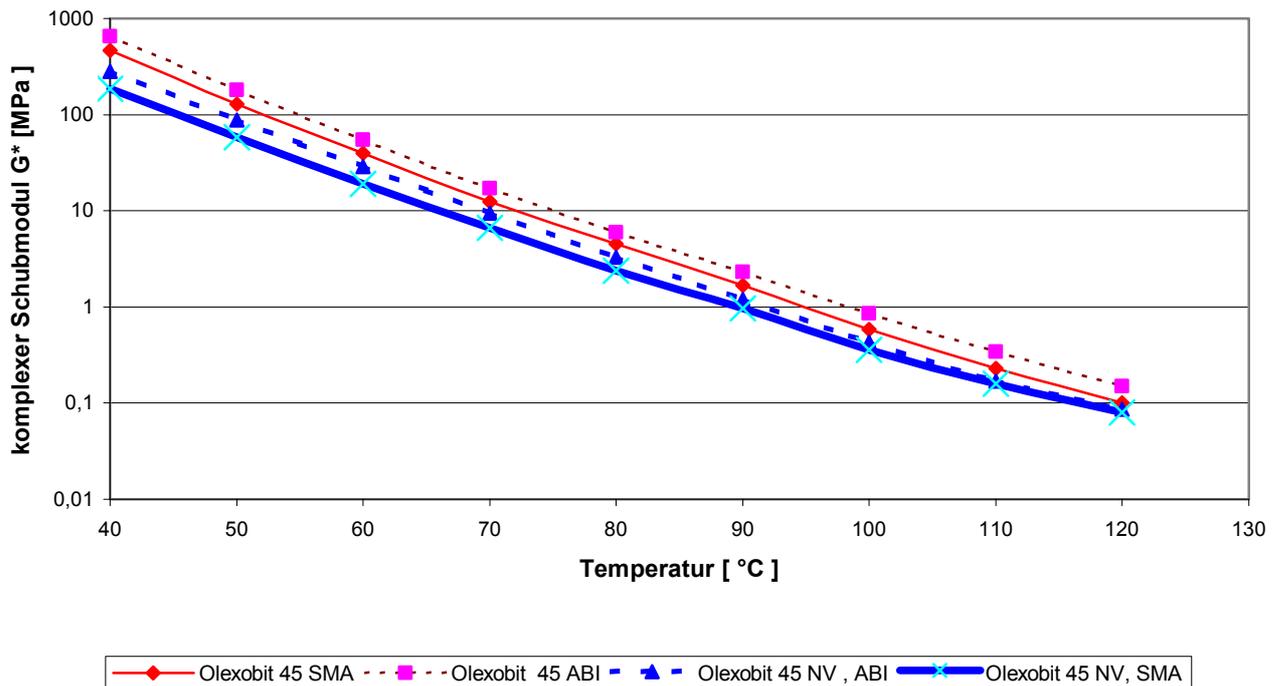


Bild 2: Komplexer Schubmodul G^* in Abhängigkeit von der Temperatur

Die Ermittlung des Komplexen Schubmoduls G^* bei verschiedenen Temperaturen gibt indirekte Auskunft über die Viskosität des Bindemittels. Die mit Wachsen additvierten Bindemittel sollten in dem Temperaturbereich, in dem das Wachs auskristallisiert (ca. 80 °C bis 90 °C), eine Steigungsänderung in dem Kurvenverlauf G^* / Temperatur aufweisen, die jedoch hier nicht deutlich ausgeprägt ist.

6.2 Asphalttechnologische Kenngrößen

In der Anlage 3 sind die wichtigsten asphalttechnologischen Prüfergebnisse zusammengestellt, die beim Neubau und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ermittelt worden sind. Dabei ist zu beachten, dass es nicht möglich war, bei der Nachuntersuchung an den gleichen Stellen Bohrkern zu entnehmen, an denen ursprünglich die Kontrollprüfungen durchgeführt worden sind, da deren Stationierung in der Regel nicht bekannt waren. Gleichwohl können die tendenziellen Veränderungen durch Verkehrsbeanspruchung und Liegezeit beurteilt werden.

In der Tabelle 5 sind die Kenngrößen Spurrinnentiefe in situ und Erweichungspunkt RuK zusammengestellt, die eine Aussage über die Wärmestandfestigkeit und die Bindemittelalterung machen.

Hinsichtlich der Spurrinnenbildung sind die Strecken mit additivierten Bindemittel 50/70 und PmB 45 A gleichwertig. Hinsichtlich der Alterung der Bindemittel, ausgedrückt durch den Anstieg des Erweichungspunktes RuK, ist ein signifikanter Unterschied zwischen den Erprobungsabschnitten und den Referenzabschnitten zu beobachten. Tendenziell ist das additivierte Bindemittel langsamer zu altern. Diese bestätigt Erkenntnisse aus dem Forschungsvorhaben FE 07/203/2002/CBR (BAB A7 und B 106) [2], in dem bei einer Alterung im Labor (Rotierender Kolben und PAV-Alterung) ebenfalls festgestellt werden konnte, dass die additivierten Bindemittel eine geringfügig langsamere oxidative Alterung erfahren als ein Referenzbindemittel PmB 45 A.

Strecke	Spurrinnentiefe [mm]	Erweichungspunkt RuK [°C]		
		Bei Einbau	Nach Liegezeit	Veränderung nach Liegezeit
A 8 Rutesheim : SMA 0/11S Olexobit 45NV / Olexobit 45A			6*	
Erprobungsabschnitt	2-4	71,0	68,5	-2,5
Referenzabschnitt	2-3	-	72	-

* 6 Jahre Nutzungsdauer

Tab. 4: Spurrinnentiefe und Erweichungspunkt RuK bei Einbau und nach 6 Jahren Liegezeit

Von dem Referenzabschnitt liegen keine Kontrollprüfungsergebnisse vor. Der um 2,5 °C niedrigere Erweichungspunkt R&K des Erprobungsabschnittes liegt in der Vergleichbarkeit der Prüfergebnisse.

In der Tabelle 6 ist die Nachverdichtung der Deckschicht in der rechten Rollspur dargestellt, ausgedrückt durch die Veränderung des Hohlraumgehaltes während der Nutzungsdauer.

Es kann davon ausgegangen werden, dass der Dichtezustand zwischen den Rollspuren noch weitestgehend dem ursprünglichen Dichtezustand bei Herstellung der Deckschicht entspricht.

	Hohlraumgehalt [Vol.-%]	
	Versuchsabschnitt	Referenzabschnitt
Neben der Rollspur	1,5	2,6
In der Rollspur	1,7	2,9
Differenz	+ 0,2	+ 0,3

Tab. 6: Hohlraumgehalt Deckschicht SMA 0/11S neben und in der rechten Rollspur

Die Unterschiede in den Hohlraumgehalten sind nicht signifikant. In beiden Abschnitten hat praktisch keine Nachverdichtung infolge Verkehr stattgefunden.

7 Untersuchungen an Asphaltprobekörpern

Neben der Ermittlung der Mischgutzusammensetzung, dem Verdichtungszustand und der Wärmestandfestigkeit wurde an den Asphalten das Verhalten gegenüber Wassereinwirkung (Haftung) und bei tiefen Temperaturen untersucht.

7.1 Haftverhalten SMA 0/11S

Für viskositätsabsenkende Bindemittel werden überwiegend Wachse / Paraffine eingesetzt, die das Haftverhalten ungünstig beeinflussen könnten. Da das Haftverhalten für die Dauerhaftigkeit von Asphaltschichten von sehr großer Bedeutung ist, ist zur Beurteilung des Langzeitverhaltens zu überprüfen, ob sich die Additive nachteilig auf das Haftverhalten ausgewirkt haben. Um die Haftung zwischen Bindemittel und Mineralstoffen zu untersuchen, wurden Spaltzugversuche bei +5 °C vor und nach Wasserlagerung (96 Stunden bei 40 °C) an Bohrkernen Ø 100 mm durchgeführt. Die Bohrkern wurden zwischen den Rollspuren entnommen, um den durch Verkehr am geringsten beanspruchten Bereich zu erfassen. Es wurden jeweils 4 bzw. 5 Probekörper vor und nach Wasserlagerung geprüft. In der Tabelle 7 sind die Ergebnisse der Spaltzugprüfung enthalten.

	Spaltzug - festigkeit + 5 °C	Spaltzugfestig- keitsveränderung nach Wasserlagerung	Hohlraumgeh. Hbit
	[N/mm ²]	[%]	[Vol.-%]
Rutesheim SMA 0/11S			
Olexobit NV 45	3,33	-6,6	2,5
Olexobit NV 45 n. WL.	3,11		
Olexobit 45 A	3,37	-5,3	1,9
Olexobit 45 A n. WL	3,19		

Tab. 7: Prüfergebnisse der Spaltzugprüfung bei +5 °C vor und nach Wasserlagerung bei 40 °C über 96 h

Die Ergebnisse der Spaltzugprüfung vor und nach Wasserlagerung zeigen, dass zwischen den beiden Bindemitteln kein Unterschied besteht. Der Abfall der Spaltzugfestigkeit ist als gering zu bezeichnen. Die Additivierung des Olexobit 45 mit einem Wachs führt nicht zu einer geringeren Haftung des Bindemittels am Gestein.

7.2 Abkühlversuche

Zur Beurteilung des Verhaltens bei tiefen Temperaturen wurden Abkühlversuche gemäß „Technische Prüfvorschrift – Verhalten bei tiefen Temperaturen“ an Probekörpern 40 x 40 x 100 mm aus der Deckschicht durchgeführt, die aus Bohrkernen D= 300 mm aus den unbelasteten Bereichen zwischen den Rollspuren stammen. In der Tabelle 8 sind die Ergebnisse der Abkühlversuche dargestellt.

	Bruchtemperatur [°C]	Bruchspannung [N/mm²]
Versuchsabschnitt		
2000	-26,8	4,12
2006	-21,8	3,38
Referenzabschnitt		
2000	-	-
2006	-21,3	3,84

Tab. 8 : Bruchtemperatur und Bruchspannung

Durch die Alterung des Bindemittels hat sich das Verhalten bei tiefen Temperaturen erwartungsgemäß verschlechtert, es ist jedoch kein Unterschied zwischen dem Versuchsabschnitt und dem Referenzabschnitt zu erkennen. Nach 6 Jahren Nutzungsdauer ist die Kälteflexibilität noch als ausreichend einzustufen.

7.3 Wärmestandfestigkeit

Die Wärmestandfestigkeit wurde mit dem Spurbildungsversuch nach „TP A-StB, Stahlrad, Wasserbad bei 50 °C Prüftemperatur, Lamellenverdichter) geprüft. In der Tabelle 9 sind die Ergebnisse zusammengestellt.

		Spurtiefe, 50 °C, Stahlrad, Wasserbad [mm]	
		SMA 0/11S	Abi 0/16S
Versuchsabschnitt			
	2000	2,6*	2,1*
	2006	4,5**	3,4**
Referenzabschnitt			
	2000	-	-
	2006	3,8**	3,6**

* Spurtiefe an Bohrkernen

Tab. 9: Spurtiefen an Probepplatten und Bohrkernen bei 50 °C, Stahlrad, Wasserbad

Erfahrungsgemäß ist die Spurtiefe an Bohrkernen infolge der unterschiedliche Verdichtung in situ gegenüber der Laborverdichtung größer. Insofern sind die Spurtiefen aus 2000 mit den aus 2006 nicht direkt zu vergleichen. Beide Asphalt-schichten sind jedoch dann als ausreichend wärmestandfest einzustufen, wenn die Spurtiefe am Bohrkern < 4,5 mm beträgt, was hier der Fall ist.

8 Bindemittelkenndaten am Originalbindemittel

An einer von der BP zur Verfügung gestellten Bindemittelprobe Olexobit NV 45 wurden die Bindemittelkenndaten , die in [10] genannt werden, überprüft.

In der Tabelle 10 sind die Ergebnisse mit den in [10] vorgeschlagenen Anforderungen an viskositätsabgesenkte polymermodifizierte Bitumen verglichen.

Bis auf ganz wenige, für das Langzeitverhalten unbedeutende Kenngrößen werden alle Anforderungen an viskositätsabsenkende PmB 45 erfüllt.

Nr.	Eigenschaft	Dimension	Sorte		VA- PmB 25	Prüfung nach
			VA-PmB 45	IST- Wert		
1	Nadelpenetration (100g,5 s, 5°C)	[0,1 mm]	20 – 60	42	10 – 40	DIN EN 1426
2	Erweichungspunkt Ring & Kugel	[°C]	≥ 70	72,2	≥ 80	DIN EN 1427
3	Brechpunkt nach Fraass	[°C]	≤ -10	- 13	≤ -10	DIN EN 12593
4	Elastische Rückstellung bei 25°C Ziehlänge mindestens	[%] [cm]	≥ 50 20	62 37	≥ 50 10	DIN V 52021-1
5	Stabilität gegen Entmischung nach Heißlagerung, Differenz der Erweichungspunkte R&K, höchstens	[°C]	2	2,4	2	DIN EN 1427 Anhang A
6	Änderung des Erweichungspunktes R&K unter Einfluss von Wärme und Luft, Anstieg höchstens Abnahme höchstens	[°C]	5 5	5,0	5 5	DIN EN12607-3 DIN EN 1427
7	Änderung der Nadelpenetration unter Einfluss von Wärme und Luft, verbleibend mindestens Zunahme höchstens	[%]	60 10	69	60 10	DIN EN 12607-3 DIN EN 1426
8	Elastische Rückstellung bei 25 °C nach Beanspruchung durch Wärme und Luft Ziehlänge mindestens	[%] [cm]	≥50 20	50	≥50 10	DIN EN 12607-3 DIN V 52021-1
9	Verhalten bei tiefen Temperaturen Steifigkeit bei 10°C, höchstens Wert	[MPa] [-]	300 ≥0,3	190 0,317	300 ≥0,3	AASHTO TP 1
10	Formänderungsarbeit bei 25 °C mindestens	[Joule]	≥1	0,81	≥1	DIN 52013 und Anhang B
11	Komplexer Schubmodul G*	[Pa]	1.500 4.600 15.000 52.000 190.000	1.210 3.310 10.700 29.900 129.680	3.200 8.400 24.000 70.000 220.000	AASHTO TP5 Und TL PmB Anhang C
12	Phasenwinkel δ	[°]	≤ 75	71,1 67,1 64,5 63,8 62,0	≤ 70	

Nr.	Eigenschaft	Dimension	Sorte		VA- PmB 25	Prüfung nach
			VA-PmB 45	IST-Wert		
13	Viskosität *	[m Pa s]				Verfahrensanweisung Anlage 4
	160 °C		300	420	300	
	150 °C		600	620	1.000	
	140 °C		990	970	1.600	
	130 °C		1.650	1.600	3.000	
	120 °C		3.050	2.800	5.500	
	110 °C		6.800	5.300	11.500	
	100 °C		17.700	14.200	32.000	

Tabelle 10: Viskosität des Originalbindemittel Olexobit NV 45

9 Zusammenfassung und Empfehlungen

An der Untersuchungsstrecke BAB A8 bei Rutesheim mit einer Nutzungsdauer von 6 Jahre und einer extrem hohen Verkehrsbelastung von bisher ca. 16,4 Mio. äquivalenten 10 – t – Achsen wurden labortechnische Nachuntersuchungen durchgeführt mit dem Ziel, das Langzeitverhalten der Asphaltdeck – und Binderschichten zu beurteilen, die mit dem viskositätsabsenkenden Bindemittel Olexobit NV 45 hergestellt worden sind. Im direkten Vergleich zu den Deck – und Binderschichten mit dem polymermodifizierten Bitumen Olexobit 45 kann folgende Beurteilung gegeben werden:

Um die Herstellungstemperatur von Asphalten herabzusetzen oder die Verdichtbarkeit von Walzasphalten zu verbessern, ist die Verwendung des Olexobit NV 45 zur Viskositätsabsenkung der Bindemittel aus derzeitiger Sicht uneingeschränkt möglich. Bei einer Mischguttemperatur von 145 °C bei Anlieferung konnte eine ausreichende Verdichtung und Ebenflächigkeit erzielt werden.

Folgende Bewertung kann vorgenommen werden:

Kriterium	Im Vergleich zu den Deckschichten mit Normbitumen oder PmB verhalten sich die Erprobungsabschnitte:
Spurrinnenbildung	gleich ,auf sehr niedrigem Niveau
Nachverdichtung in Rollspur	gleich, auf niedrigem Niveau
Wärmestandfestigkeit	gleich, auf sehr hohem Niveau
Rissbildung	gleich, keine Rissbildung

Verhalten bei tiefen Temperaturen	gleich
Alterung des Bindemittels	günstiger
Haftung	gleich oder günstiger
Qualitativer und quantitativer Nachweis mittels DSC Differential Scanning Calorimetry	Am frischen und extrahierten Bindemittel sehr gut möglich*

* Erfahrungswert

Tabelle 5: Qualitative Beurteilung von Asphalten mit viskositätsabsenkenden Zusätzen im Vergleich zu nicht Asphalten mit Normenbitumen oder PmB

Es wird empfohlen, Olexobit NV 45 in die Liste des o.g. Erfahrungsberichtes der BAST über Bindemittel, mit den positive Erfahrungen gesammelt wurden, aufzunehmen.

asphaltlabor
Arno J.Hinrichsen GmbH & CoKG

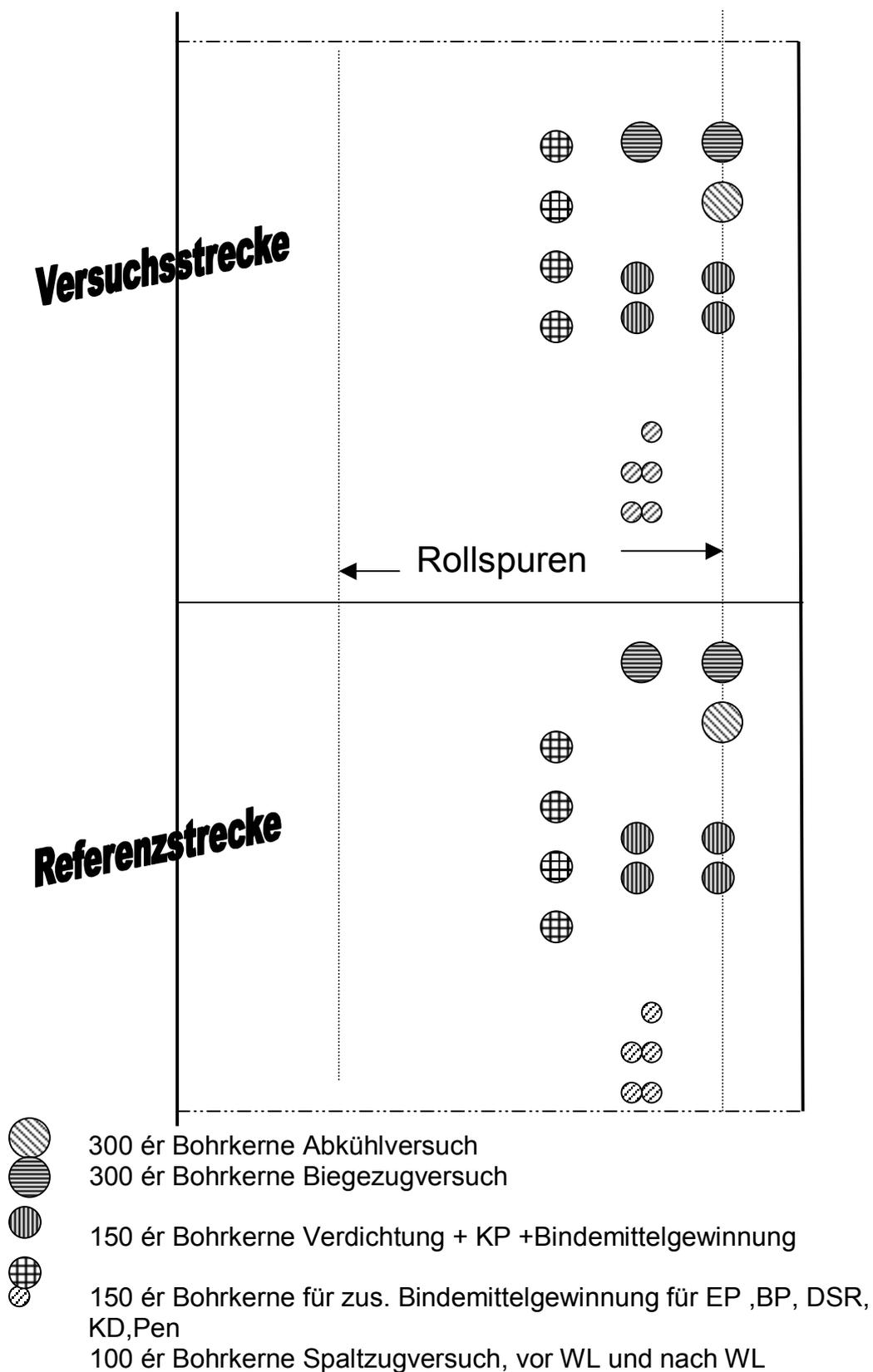
Prof. Dr. Ing Damm

Literatur

- [1] Damm, Abraham, Butz, Hildebrandt, Riebesehl: Asphaltverflüssiger als „intelligente“ Füller für den Heißeinbau - ein neues Kapitel in der Asphaltbauweise, Teil 1 und 2, Bitumen 1/2002 und 2/2002
- [2] Forschungsbericht FE 07.203/2002/CRB „Absenkung der Produktions- und Verarbeitungstemperatur von Asphalt durch Zugabe von Bitumenverflüssiger“, Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), z.Z. noch unveröffentlicht
- [3] Arand, Verhalten von Asphalt bei tiefen Temperaturen, Die Asphaltstrasse 3, 1983
- [4] Eulitz, Kälteverhalten von Asphalt, Schriftenreihen des Institutes für Straßenwesen TU Braunschweig, Heft 7, 1987
- [5] Rubach, Einfluss der Zusammensetzung von Asphaltbetonen auf deren Ermüdungsbeständigkeit unter Berücksichtigung kryogener Zugspannungen, Schriftenreihen des Institutes für Straßenwesen TU Braunschweig, Heft 14, 1996
- [6] Edwards, Influence of Waxes on Bitumen and Asphalt Concrete Mixture Performance, Doctoral Thesis in Highway Engineering, KTH Architecture and the Built Environment, Stockholm, 2005
- [7] Schulze, Der Baustoff Beton, Band 1, VEB Verlag für Bauwesen, Berlin, 1984
- [8] Lehrstuhl für Baustoffkunde und Werkstoffkunde, TUM Technische Universität München, Chemische Analytik Teil IV, Vertieferausbildung Baustoffingenieurwesen, 2006
- [9] Feil, Nolle, Reiter: Temperaturabsenkung bei Asphaltdeckschichten – Erprobungsstrecke „Rutesheim 2000“ auf der BAB A 8, Straßen+Autobahn 5/2004
- [10] BASt „Erfahrungssammlung über die Verwendung von Fertigprodukten und Zusätzen zur Temperaturabsenkung von Asphalt, August 2006“

Anlage 1

Bohrplan



Anlage 2

Visuelle Zustandserfassung

1 BAB A8, Rutesheim					
	Gewichtungs- Faktor	Versuchsstrecke		Referenzabschnitt	
Risse	0,55	1	0,55	1	0,55
Spurrinne	0,20	1	0,2	1	0,2
Flickstellen	0,10	1	0,1	1	0,1
Rauhigkeit	0,05	1	0,05	1	0,05
Kornausbrüche	0,05	1	0,05	3	0,15
Mörtelverlust	0,05	2	0,1	4	0,2
Gesamt	1,00		1,05		1,25

Bewertung

Note 1= sehr gut/ keine

Note 2= gut/ gering/ keine

Note 3= mittelmäßig/ gering

Note 4= schlecht / ausgeprägt

Note 5 = sehr schlecht / sehr ausgeprägt

Spurrinne

[mm]

≤ 5

5 bis 7

7 bis 10

10 bis 15

> 15

Anlage 3

Eigenschaften am Bohrkern / Mischgut
Deckschicht und Binderschicht

	Schicht	Art der Probe	Datum	< 0,09	0,09 - 2,0	> 2,0	B-Geh.	EP R&K	Elast.Rückst.	H _{bit} im Belag	VD
Rutesheim				M.-%	M.-%	M.-%	M.- %	°C	%	Vol.-%	%
Olexobit NV 45 Olexobit 45											
Versuchsstrecke	SMA 0/11S	M	2000	11,6	14,2	74,2	6,5	71,0	64	4,1	98,5
		BK	29.09.2006	11,6	15,0	73,4	6,4	68,5	67	1,5	101
Veränderung				0	+ 0,8	- 0,8	0,1	- 2,5	+ 3	-2,6	+ 2,5
Referenzstrecke		BK	2000	-	-	-	-	-	-	-	-
		BK	19.10.2006	10,6	25,7	63,7	6,7	72	67	2,7	100,9
Versuchsstrecke	ABI 0/16S	M	2000	7,2	24,2	68,6	4,5	73,5	63	7,9	98,0
		BK	29.09.2006	7,8	20,6	71,6	4,4	73,7	52	5,5	98,8
Veränderung				+ 0,6	- 3,6	+ 3,0	0,1	+0,2	-11	-2,4	+0,8
Referenzstrecke		BK	2000	-	-	-	-	-	-	-	-
		BK	19.10.2006	6,8	27,9	65,3	4,9	67,2	65	7,7	98,0

Anlage 4

Verfahrensanleitung zur Bestimmung der dynamischen Viskosität von Bitumen und modifizierten Bitumen mittels DSR - Platte-Kegel-Viskosimeterverfahren -¹⁾

1. Anwendungsbereich

Diese Arbeitsanweisung legt ein Verfahren zur Bestimmung der dynamischen Viskosität eines Bitumenhaltigen Bindemittels mit einem Platte-Kegel-Viskosimeter über einen Temperaturbereich fest.

2. Normative Verweisungen

EN 58 Probenahme bituminöser Bindemittel
 EN 12594 Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Vorbereitung von Untersuchungsproben.
 EN 12597 Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Terminologie
 EN 20023 Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Anforderungen an PmBs
 TL-PmB: Technische Lieferbedingungen für gebrauchsfertige PmB

3. Prinzip

Die Bindemittelprobe wird auf die untere Platte eines dynamischen Scher - Rheometers (DSR) angeordnet und auf die Prüftemperatur gebracht. Die obere kegelförmige Platte des Rheometers wird auf die Bindemittelprobe gedrückt. Durch eine vorgegebene Schubspannung wird eine Schubbeanspruchung auf die Probe ausgeübt. Gemessen wird die resultierende Drehzahl, aus der die Schergeschwindigkeit errechnet wird. Aus der Schergeschwindigkeit wird die dynamische Viskosität berechnet zu:

$$\text{Dynamische Viskosität } \eta = \frac{\text{Schubspannung}}{\text{Schergeschwindigkeit}}$$

[Pa.s]

Einheit:

Alte Einheit: 1 [Poise] = 100 [Zentipoise] = 100 [mPa.s]

Die Gleichung oben gilt für idealviskose Substanzen und somit auch für Bitumen und modifizierten Bitumen bei hohen Temperaturen.

4. Prüfeinrichtungen

Platte-Kegel-Viskosimeter mit folgenden Eigenschaften:

- Schubspannung: 0,03 bis 3000 Pa ;

¹⁾ Bei etwaigen Rückfragen : asphalt labor Arno J.Hinrichesen GmbH & CoKG, 04554-99200, mail@asphalt-labor.de

- Viskositätsbereich: 10^{-1} Pa.s bis 10^{+6} Pa.s;
- Temperaturbereich: 80 °C bis 200 °C;
- Die Probentemperatur muss auf $\pm 0,1$ °C konstant gehalten werden;
- ein Platte-Kegel-System mit einer geeigneten Kegelgröße :
z.B. Durchmesser 40mm , Kegelwinkel 4° ²⁾
- Software zur Berechnung der Schergeschwindigkeit

5. Probenahme

Die Probe ist nach EN 58 zu entnehmen und nach DIN EN 12594 vorzubereiten. Im Falle von viskositätsabsenkenden Bindemitteln ist die zu untersuchende Probe, unabhängig von dem Erweichungswert des zu prüfenden Bindemittels, bei einer Temperatur von mindesten 180 °C vorzubereiten.

6. Durchführung

Die Messung wird mit einem geeigneten Dynamischen-Scher-Rheometers durchgeführt, das mit einem automatisierten Spalteinstellungs- und Regelungssystem ausgestattet ist. Das Drehmoment und damit die Schubspannung wird vorgegeben, die resultierende Drehzahl und damit die Schergeschwindigkeit gemessen. Das Kegel-Platte Messsystem besteht aus einem sich drehenden oberen Kegel mit abgeflachter Kegelspitze und einer feststehenden unteren Platte. Die Probe wird kraftschlüssig dazwischen eingebracht.

Vor jeder Messung ist ein automatischer Nullabgleich bei der gewählten Prüftemperatur durchzuführen. Dabei wird der obere Stempel auf einen Spaltabstand von Null heruntergefahren. Diese Stellung wird vom Gerät als Nullstellung registriert. Zur Minimierung des Einflusses der Längenausdehnung des Messkegels bei der Viskositätsprüfung über einen großen Temperaturbereich wird der Nullabgleich bei einer Temperatur durchgeführt, die in der Mitte des Temperaturmessbereiches liegt.

Bei Messungen der Viskosität bei einer vorgegebenen Temperatur ist die Bindemittelprobe auf die untere Platte aufzubringen und der Kegel herunter zufahren. Die zwischen Kegel und Platte eingespannte Probe ist auf die Prüftemperatur zu bringen. Die entsprechende Schubspannung ist vorzugeben. Vor dem Starten der Messung ist sicher zu stellen, dass die Probe die Messtemperatur erreicht hat. Erfahrungsgemäß beträgt die Temperierungszeit 15 Minuten. Die Angaben des Geräteherstellers sind zu beachten.

ANMERKUNG: Bei der Viskositätsmessung von viskositätsabsenkenden Bindemitteln ist die Probe zunächst auf Raumtemperatur abzukühlen, um ein vollständiges Auskristallisieren der viskositätsabsenkenden Zusätze zu gewährleisten. Danach ist die gewählte Prüftemperatur „von unten nach oben“ anzusteuern.

7. Angabe des Prüfergebnisses

²⁾ Geeignet ist z.B. ein ein Rheometer von Bohlin mit Kegel-Platte-System CP 4/40

Der Viskositätswert ist als dynamische Viskosität in mPa.s und als nächstliegende ganze Zahl anzugeben.

8. Präzision des Verfahrens

Die Wiederholbarkeit r und die Vergleichbarkeit R sind z.Z. noch nicht bekannt.

9. Prüfbericht

Der Prüfbericht muss mindestens folgende Informationen enthalten:

- a) Angaben über das verwendete Prüfgerät
- b) Typ und vollständige Kennzeichnung der untersuchten Probe;
- c) Hinweis auf diese Verfahrensanweisung
- d) Etwaige Abweichungen von dieser Verfahrensanweisung
- e) Prüfergebnis
- f) Prüfdatum