

Anerkannt nach RAB-StB für: (0) Baustoffeingangsprüfung, (1) Eignungsprüfungen,
 (2) Fremdüberwachungsprüfungen, (3) Kontrollprüfungen
 (4) Schiedsuntersuchungen

	A	B	C	D	G	H	I
	Böden- und Bodenver- besserungen	Bitumen u. bitumen- haltige Bindemittel	Fugen- füllstoffe	Gesteins- körnungen	Asphalt	Hydr. geb. Gemische einachs. Bodenver- festigung (ZTV E-98)	Gemische für Schichten ohne Bindemittel
0				D0			
1	A1				G1	H1	I1
2		B2			G2		I2
3	A3	B3	C3 ^a	D3	G3	H3	I3
4	A4	B4	C4 ^a	D4	G4	H4	I4

^a für heißverarbeitete Fugenmassen

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

Bauaufsichtlich anerkannt gemäß Landesbauordnung Mecklenburg-Vorpommern als Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle (PÜZ) für den gesamten Bereich

EU-notifizierte Überwachungs- und Zertifizierungsstelle nach dem Bauproduktengesetz

Anerkannte Betriebsprüfstelle

Gutachten Nr. 09/2008

Auftraggeber: Shell Deutschland Oil GmbH
 OECB/26 - Anwendungstechnik Bitumen
 Suhrenkamp 71-77
 22284 Hamburg

Objekt: B 202 Ortsdurchfahrt Hohn: Shell Mexphalte 45 S

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

Das Gutachten umfasst 15 Seiten und 5 Anlagen (Seitenzahl insgesamt: 22).
 Roggentin, den 13.03.2008

Das Gutachten darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugsweise Vervielfältigung und Wiedergabe bedarf unserer Genehmigung.

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 Erprobungsstrecke „Ortdurchfahrt Hohn“ in Schleswig Holstein nachuntersucht worden, bei der das viskositätsabsenkende Bindemittel Shell Mexphalte 45 S der Shell Deutschland Oil GmbH in der Asphaltdeckschicht aus Asphaltbeton verwendet worden ist.

Diese Untersuchungsstrecke wurde speziell in Vorbereitung der Untersuchungsstrecke BAB A 7 „Absenkung der Produktions- und Verarbeitungstemperatur von Asphalt durch Zugabe von Bitumenverflüssigern“ angelegt, um vorab zu erproben, ob Walzasphalte für Deckschichten zielsicher mit abgesenkten Einbautemperaturen vertragsgerecht hergestellt werden können. Als „Nullvariante“ wurde ein Asphaltbeton 0/11 mit dem Bindemittel Sasobit SmB 35 eingebaut, mit dem bereits gute Erfahrungen zur Temperaturabsenkung vorlagen und welches auch 2004 auf der oben genannten Untersuchungsstrecke BAB A7 zum Einsatz gekommen ist.

Der Einbau der Asphaltdeckschichten erfolgte für beide Abschnitte bei einer Mischgutanlieferungstemperatur von 145 °C. Die Erprobungsstrecke ist der Bauklasse III zuzuordnen und liegt seit Juli 2003 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 Mexphalte 45 S wurden positive Erfahrungen gesammelt. Es ist im Vergleich zu dem in der Referenzstrecke verwendeten viskositätsabsenkenden Bindemitteln SmB 35 mindestens gleichwertig, wenn nicht sogar überlegen.

1 Veranlassung und Ziel der Untersuchungen

In Ergänzung zu dem Forschungsvorhaben FE 07/203/2002/CBR „Absenkung der Produktions- und Verarbeitungstemperatur von Asphalten durch Zugabe von Bitumenverflüssigern“ beauftragte die Shell Deutschland Oil GmbH uns mit der Nachuntersuchung der Ortsdurchfahrt Hohn in Schleswig-Holstein, bei der das viskositätsabsenkende Bindemittel Mexphalte 45 S in der Asphaltdeckschicht verwendet wurde. Als Referenzbindemittel wurde ebenfalls ein viskositätsabsenkendes SmB 35 eingesetzt. Letzteres wurde 2004 auch bei der Untersuchungsstrecken BAB A7 verwendet [1].

Bei der Ortsdurchfahrt Hohn handelt es sich um eine Deckenerneuerung, d.h. die vorhandene Deckschicht wurde abgefräst und durch eine neue 4,5 cm dicke Deckschicht aus Asphaltbeton 0/11 ersetzt. Der Untersuchungsabschnitt mit Mexphalte 45 S liegt auf der RiFa Erfte, der Referenzabschnitt auf der RiFa Rendsburg. Es kann von einer vergleichbaren Verkehrsbelastung ausgegangen werden.

Durch die Nachuntersuchung der 4,5 Jahre unter Verkehr liegenden Strecke sollte festgestellt werden, ob das eingesetzte Produkt zur möglichen Absenkung der Produktions- und Verarbeitungstemperatur im Langzeitverhalten Nachteile erwarten lässt. 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 (u.a. 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	OD Hohn	(Juli 2003) 4,5	III	Mexphalte 45 S	SmB 35

Tab 1: Untersuchter Streckenabschnitt und verwendete viskositätsabsenkende Produkte

Die Deckschichten wurden bei 145 °C gemischt, mit 140°C - 145 °C angeliefert. Die Temperaturmessungen während des Einbaues und die Kontrollprüfungen wurden vom asphalt labor Arno J.Hinrichsen GmbH & Co.KG durchgeführt. Bei der Abnahme wurden keine Mängel 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 TP “Verhalten von Asphalt bei tiefen Temperaturen, 1994“ 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. Die Bohrkern wurden an den gleichen Stellen entnommen, an denen 2003 die Kontrollprüfungen durchgeführt wurden: km 10,5 RiFa Erfte bzw. 10,467 RiFa Rendsburg.

3 Visuelle Zustandserfassung

Die OD Hohn ist in beiden Richtungsfahrbahnen durch streckenweise starke Längsrissbildung neben den Rollspuren, aber auch im Bereich der Mittelnaht, gekennzeichnet. Außerdem sind bereichsweise Querrisse als Reflektionsrisse zu beobachten. Die Rissbildung ist aber auch außerhalb der Ortschaft, d.h. außerhalb der Erprobungsabschnitte, zu beobachten. Die Rissbildung ist durch eine Kamerafahrt am 14.11.2007 in beiden RiFa dokumentiert.

Hohn liegt am Rande eines ausgedehnten Moorgebietes mit sehr ungünstigen Untergrundverhältnissen. Um die Ursache der örtlichen Rissbildung zu ermitteln, wurden am 20.12.2007 Falling Weight - Deflektometer (FWD) Messungen durchgeführt. In der Anlage sind die Ergebnisse dokumentiert. Aus der Kamerafahrt und den FWD -Messungen wird eindeutig erkennbar, dass die Rissbildung in den Bereichen besonders stark ist, in denen die Tragfähigkeit des Untergrundes ungenügend ist.

Entnommene Bohrkerne im Rissbereich belegen, dass die Risse durchgehend sind; dies bedeutet, dass die beobachtete Rissbildung nicht ursächlich in der Beschaffenheit der Deckschicht liegt.

Außerdem wurde an wenigen Bohrkernen fehlender Schichtenverbund zwischen der Binder – und Tragschicht festgestellt.

Die mittlere Dicke des Asphaltoberbaues beträgt an der Entnahmestelle km 10,5 (RiFa Erfte: Mexphalte 45 S) 22,2 cm und an der Entnahmestelle km 10,467 (RiFa Rendsburg: SmB 35) 20,3 cm. Die ungebundene Tragschicht besteht aus einer Schottertragschicht. Der Aufbau ist an sich für eine Bauklasse III ausreichend dimensioniert. Offensichtlich ist jedoch die Tragfähigkeit der ungebundenen Schichten nicht ausreichend.

Die Rissbildung ist nicht auf die Eigenschaften der neuen Deckschicht zurückzuführen und darf zunächst bei der weiteren Bewertung nicht mit berücksichtigt werden.

Die Bewertung der visuellen Zustandserfassung erfolgt nach den Kriterien Risse (55 %), Spurrinntiefe (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 Spurrinntiefe > 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 ist aufgrund der allgemeinen Rissbildung einem befriedigenden und der zugehörige Referenzabschnitt in einem schlechten Zustand. Aufgrund der ungenügenden Tragfähigkeit des Untergrundes über weite Bereiche der Ortsdurchfahrt hätte eigentlich eine Grunderneuerung vorgenommen werden müssen anstelle der einfachen Deckschichterneuerung.

Strecke	Gesamtnote und verwendete Bindemittel		
	Referenzabschnitt	Erprobungsabschnitt	Bemerkungen
OD Hohn	SmB 35	Mexphalte 45 S	Rissbildung wegen ungenügender Tragfähigkeit des Untergrundes
	(5,0) ¹⁾	2,2 ¹⁾	

¹⁾ wegen Rissbildung, die eindeutig auf mangelnde Tragfähigkeit des Untergrundes zurückzuführen ist

Tab. 2: Visuelle Zustandserfassung mit Angabe der Gesamtnote

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
OD Hohn	0-1 mm	0-1 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 20.1.2008. Die Entnahmestellen liegen unmittelbar neben den Entnahmestelle aus dem Jahr 2003. 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 asphalttechnologische Kenngrößen

Bei Shell Mexphalte 45 S handelt es sich um ein Straßenbaubitumen, 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	
OD Hohn : AB 0/11					
Bindemittelart		Mexphalte 45 S		SmB 35	
		2003 ¹⁾	2008	2003 ¹⁾	2008
Nadelpenetration	dmm	-	23	-	24
Erweichungspunkt RuK	°C	64,3	67,1	76,5	77,6
DSR bei 60 °C					
Komplexer Schubmodul G*	Pa	-		-	
Phasenwinkel δ	°	-		-	
Brechpunkt nach Fraass	°C	-	- 6	-	- 8
Kraftduktilität bei 20 °C					
Maximalkraft	N	-	24,9	-	32,7

¹⁾ Mittelwert aus zwei Einzeluntersuchungen

Tab. 4: Bindemittelkenndaten am extrahierten Bindemittel

Die hohen Erweichungspunkte RuK der mit Wachsen additvierten Bindemittel sind kein Hinweis darauf, dass das Verhalten bei tiefen Temperaturen ungünstig 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 im vorliegenden Fall durch den Brechpunkt nach Fraass bestätigt.

Die geringe Zunahme des Erweichungspunktes R&K bei dem Mexphalte 45S von 1,1 °C und beim SmB 35 von 1,1 °C entspricht der üblichen Alterung eines Straßenbaubitumens während einer Nutzungsdauer von 4,5 Jahren, wenn der Hohlraumgehalt in der Schicht sehr niedrig ist (siehe Tabelle 5).

Die Veränderung (geringfügige Abnahme) des Erweichungspunktes RuK bei dem SmB 35 (Referenzabschnitt) liegt im Bereich der Vergleichbarkeit des Prüfverfahrens.

In Bild 1 ist zusätzlich der komplexe Schubmodul G^* und der Phasenwinkel δ in Abhängigkeit von der Temperatur dargestellt.

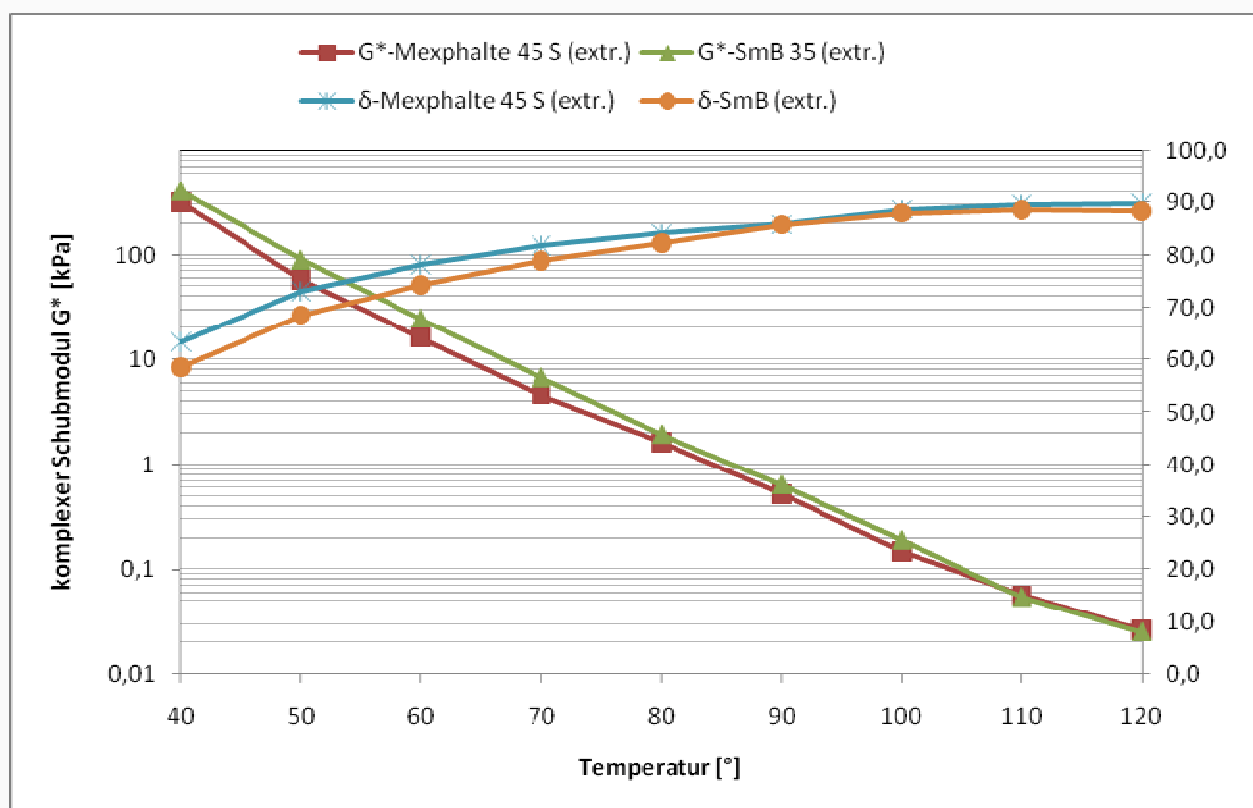


Bild 1: Komplexer Schubmodul G^* und Phasenwinkel am extrahierten Bindemittel in Abhängigkeit von der Temperatur

Beide Bindemittel unterscheiden sich nur sehr gering voneinander. Es ist deutlich der Knick der G^* -Kurven bei ca. 80 °C zu erkennen: bei dieser Temperatur kristallisieren ein Großteil der Wachsmoleküle aus und führen zu einer Versteifung des Bindemittels.

In Bild 2 sind die Kraftduktilitätskurven bei 20 °C dargestellt. Die Kraftduktilitätsprüfung erfolgte in Anlehnung an die TL PmB 2001 mit zerlegbaren Formen nach DIN 52 013 (Form mit Einschnürung). Der Verlauf der Kraft-Verformungskurve ist für nicht polymermodifizierte Bindemittel charakteristisch: nach einer relativ kleinen Verformung erreicht die aufnehmbare Kraft ein Maximum, um dann steil abzufallen.

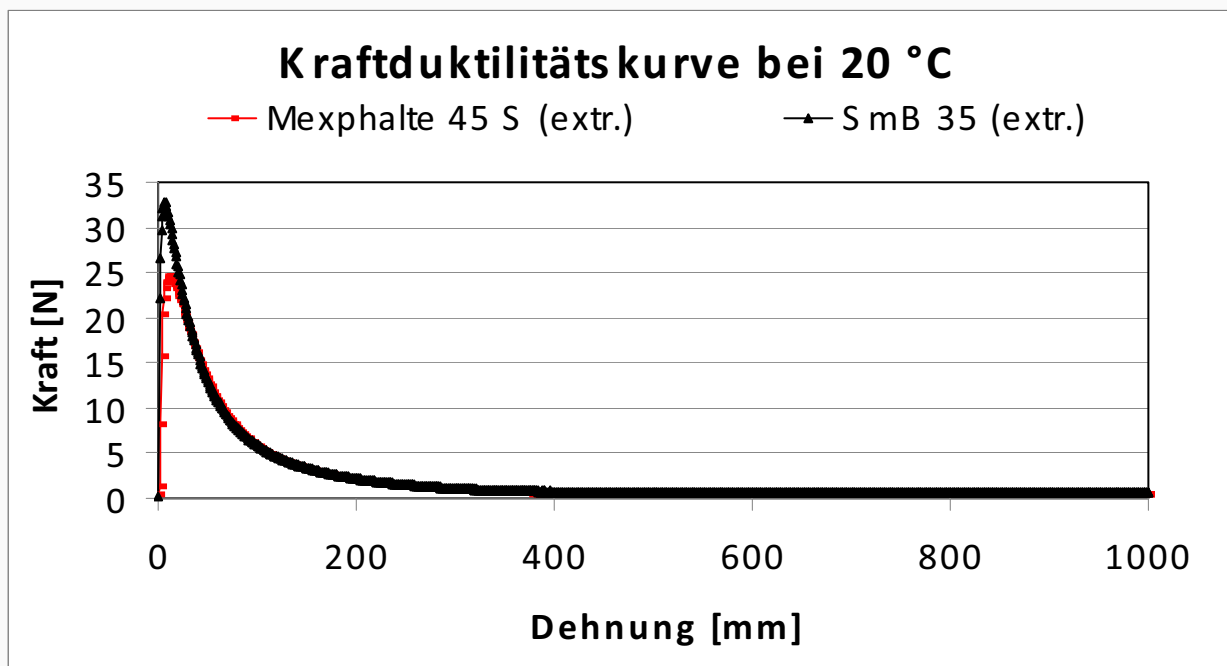


Bild 2: Kraftduktilität bei 20 C

Asphalttechnologische Kenngrößen

In der Tabelle 5 sind die wichtigsten asphalttechnologischen Prüfergebnisse zusammengestellt, die beim Neubau und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ermittelt worden sind.

OD Hohn	Art der Probe	Datum	< 0,09	0,09 - 2,0	> 2,0	B-Gehalt	EP R&K	Hbit zwischen Rollspur	Hbit in Rollspur	VD zwischen Rollspur ²⁾
			M.-%	M.-%	M.-%					
Versuchsstrecke	M/BK ¹⁾	26.7.2003	9,5	33,9	56,7	6,0	64,3	2,4	-	99,7
	BK	12.1.2008	9,4	34,6	56,0	6,0	67,1	2,2	1,7	100,0
Veränderung			-0,1	+0,7	-0,7	0	+2,8	-0,2	-	+0,3
Referenzstrecke	M/BK ¹⁾	26.7.2003	8,4	31,0	60,6	5,8	76,5	3,1	-	97,8
	BK	12.1.2008	9,6	31,8	58,6	5,9	77,6	1,9	1,8	99,8
Veränderung			+1,2	+0,8	-2,0	+0,1	+1,1	-1,2	-	+2,0

¹⁾ Mittelwert aus zwei Einzeluntersuchungen ²⁾ Bezugsraumdicke an MPK aus Mischgut Bohrkern

Tab. 5: Asphalttechnologische Kenngrößen vor und nach 4,5 Jahren Nutzungsdauer

Die Unterschiede in der Mischgutzusammensetzung liegen innerhalb der Prüftoleranzen des Prüfverfahrens.

Beide Abschnitte wurden sehr gut verdichtet und weisen einen Hohlraumgehalt von rund 2 Vol.-% auf. Dies hat wesentlich zu der bereits oben erwähnten geringen Alterung des Bindemittels beigetragen.

Die Unterschiede der Hohlraumgehalte zwischen und in den Rollspuren sind so gering, dass daraus keine signifikanten Rückschlüsse gezogen werden können. In beiden Abschnitten hat praktisch keine Nachverdichtung infolge Verkehr stattgefunden.

7 Untersuchungen an Asphaltprobekörpern

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

7.1 Haftverhalten Asphaltbeton 0/11

Für viskositätsabsenkende Bindemittel werden überwiegend Wachse / Paraffine eingesetzt, die das Haftverhalten ungünstig beeinflussen könnten. Da das Haftverhalten für die Dauerhaftigkeit von Asphaltsschichten 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 3 Probekörper vor und nach Wasserlagerung geprüft. In der Tabelle 6 sind die Ergebnisse der Spaltzugprüfung enthalten.

	Spaltzugfestigkeit + 5 °C	Spaltzugfestig- keitsveränderung nach Wasserlagerung	Hohlraumgehalt Hbit
	[N/mm ²]	[%]	[Vol.-%]
Mexphalte 45 S	3,17	+0,95	1,9
Mexphalte 45 S n. WL.	3,20		
SmB 35	3,54	+0,28	2,0
SmB 35 n. WL	3,53		

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

Durch die Wasserlagerung findet praktisch kein Festigkeitsabfall infolge mangelnder Haftung statt, was durch den geringen Hohlraumgehalt begünstigt wird.

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/mm ²]
Versuchsabschnitt		
2003	-	-
2008	-20,5	3,220
Referenzabschnitt		
2003	-	-
2008	-21,7	3,536

Tab. 8 : Bruchtemperatur und Bruchspannung

Nach 4,5 Jahren Nutzungsdauer wiesen beide Asphalte eine erfahrungsgemäß ausreichende Kälteflexibilität für die Frosteinwirkungszonen I und II nach RSTO 01 auf, so dass die Gefahr thermisch induzierter Risse nicht zu befürchten ist.

8 Bindemittelkenndaten am Originalbindemittel

An einer von der Shell Deutschland Oil GmbH zur Verfügung gestellten frischen Bindemittelprobe Mexphalte 45S wurden die Bindemittelkenndaten, die in [10] genannt werden, überprüft.

In der Tabelle 9 sind die Ergebnisse mit den in [10] vorgeschlagenen Anforderungen an viskositätsabgesenkte Straßenbaubitumen verglichen.

Alle Anforderungen der TL-VAN [10] wurden ausnahmslos erfüllt.

Es wird besonders auf den Verlauf der dynamischen Viskosität hingewiesen: oberhalb ca. 125 °C ist die Viskosität deutlich niedriger.

Lfd. Nr.	Eigenschaft	Dimension	Sorte		Ist-Werte		Prüfung nach
			VA -30/45		Mexphalt 45 S		
1	Nadelpenetration (100g,5 s,25°C)	[0,1 mm]	30 - 45		36		DIN EN 1426
2	Erweichungspunkt Ring & Kugel	[°C]	≥80		82,0		DIN EN 1427
3	Brechpunkt nach Fraass	[°C]	≤ - 6		-6		DIN EN 12593
4	Duktilität, 25 °C	[cm]	≥ 20		64		DIN 52013
5	Stabilität gegen Entmischung nach Heißlagerung, Differenz der Erweichungspunkte R&K, höchstens	[°C]	2		0,5		DIN EN 1427 Anhang A
6	Änderung des Erweichungspunktes R&K unter Einfluss von Wärme und Luft, Anstieg höchstens Abnahme höchstens	[°C]	5 5		4,0		DIN EN12607-3 DIN EN 1427
7	Änderung der Nadelpenetration unter Einfluss von Wärme und Luft, verbleibend mindestens	[%]	60		62		DIN EN 12607-3 DIN EN 1426
8	Verhalten bei tiefen Temperaturen Biegebalkenrheometer Steifigkeit bei - 16 °C , höchstens m-Wert	[Mpa] [-]	300 ≥0,3		180 0,305		AASHTO TP 1
9	Formänderungsarbeit bei 25 °C mindestens	[Joule]	≥0,4		0,4		DIN 52013 und Anhang B
10	Verformungsverhalten Dynamisches Scherrheometer DSR mindestens 80°C 70°C 60°C 50°C 40°C	[Pa / °]	G* 1250 3650 12000 40300 150000	δ ≤75	G* 1800 4750 14300 48900 220000	δ 73,1	AASHTO TP 5 und Anhang C
11	Dynamische Viskosität höchstens 150°C 140°C 130°C 120°C 110°C 100°C	[mPas]	300 500 800 1500 2700 6800 -		190 289 625 1996 4583 13004	-	gemäß anliegender Verfahrens-anweisung zur Bestimmung der dynamischen Viskosität von Bitumen

Tabelle 10: Viskosität am Originalbindemittel Mexphalte 45S

9 Zusammenfassung und Empfehlungen

An der Untersuchungsstrecke Ortsdurchfahrt Hohn in Schleswig Holstein mit einer Nutzungsdauer von 4,5 Jahre und einer Verkehrsbelastung nach Bauklasse III wurden labortechnische Nachuntersuchungen durchgeführt mit dem Ziel, das Langzeitverhalten der Asphaltdeckschicht aus Asphaltbeton 0/11 zu beurteilen, die mit dem viskositätsabsenkenden Bindemittel Mexphalte 45 S hergestellt worden ist. Im direkten Vergleich zu der Deckschicht mit dem viskositätsabsenkenden Bindemittel SmB 35 kann folgende Beurteilung gegeben werden:

Um die Herstellungstemperatur von Asphalten herabzusetzen oder die Verdichtbarkeit von Walzasphalten zu verbessern, ist die Verwendung des Mexphalte 45 S zur Viskositätsabsenkung aus derzeitiger Sicht uneingeschränkt möglich. Bei einer Mischguttemperatur von 145 °C bei Anlieferung konnte eine sehr gute 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
Thermisch induzierte Rissbildung	gleich, keine Rissbildung
Verhalten bei tiefen Temperaturen	gleich
Alterung des Bindemittels	günstiger
Haftung	gleich oder günstiger
Qualitativer und quantitativer Nachweis mittels DSC Differential Scannig Calorimetry	Am frischen und extrahierten Bindemittel sehr gut möglich

Tabelle 11: Qualitative Beurteilung von Asphalten mit viskositätsabsenkenden Zusätzen im Vergleich zu nicht Asphalten mit Normenbitumen oder PmB

Es wird empfohlen, Mexphalte 45 S in die Liste des o.g. Erfahrungsberichtes der BAST über Bindemittel, mit denen positive Erfahrungen bei Temperaturabgesenkten gesammelt wurden, aufzunehmen.

HEIDEN LABOR
für Baustoff- und Umweltprüfung GmbH

Dipl.-Ing. Johannsen
Prüfstellenleiter

Dipl.-Ing. Ammadi
Sachbearbeiter

Verfasser: Prof. Dr. Damm
Ingenieurberatung
Talweg 10

21244 Buchholz

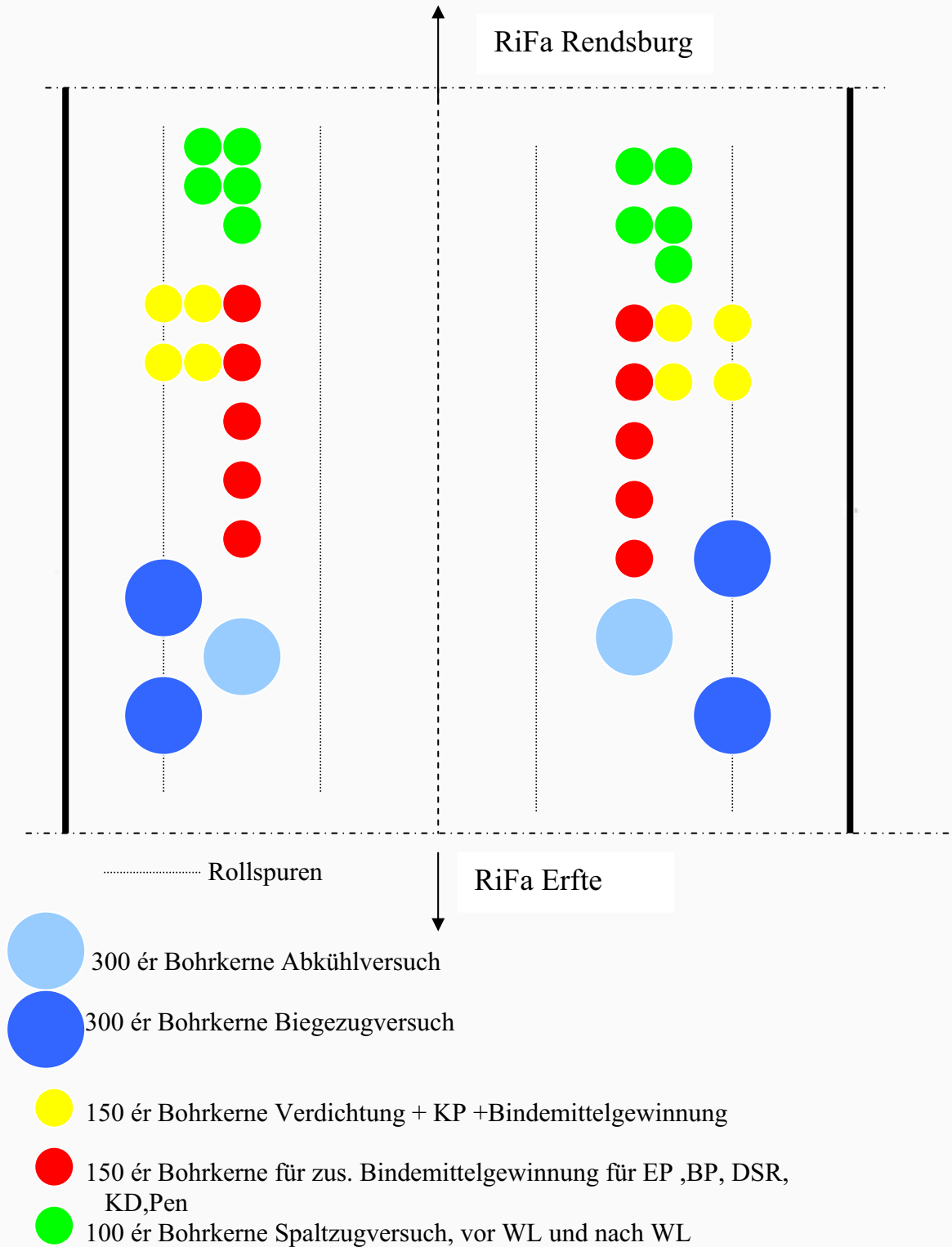
Literatur

- [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“

Bohrplan

RiFa Rendsburg : SmB 35 , Km 10,467

RiFa Erfte: Mexphalte 45 S, km 10,500



Visuelle Zustandserfassung

	OD Hohn				
	Gewichtungs- Faktor	Referenzstrecke		Versuchsstrecke	
Risse	0,55	(5) ¹⁾	(5,0)	3	(1,65) ¹⁾
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	1	0,05
Mörtelverlust	0,05	1	0,05	1	0,05
Gesamt	1,00		(5,0)		2,1

¹⁾ Risse sind nicht durch das Bindemittel bedingt sondern durch die schlechte Tragfähigkeit des Untergrundes, bei dem Untersuchungsprofil des Versuchsabschnitts sind keine Risse.

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

**Eigenschaften am Bohrkern / Mischgut
 Deckschicht und Binderschicht**

OD Hohn	Art der Probe	Datum	< 0,09	0,09 - 2,0	> 2,0	B-Geh.	EP R&K	H _{bit} zwischen Rollspur	H _{bit} in Rollspur	VD zwischen Rollspur ²⁾
			M.-%	M.-%	M.-%					
Mexphalt 45 S										
Versuchsstrecke	M/BK ¹⁾	26.7.2003	9,5	33,9	56,7	6,0	64,3	2,4	-	99,7
	BK	12.1.2008	9,4	34,6	56,0	6,0	66,6	2,2	1,7	100,0
Veränderung			-0,1	+0,7	-0,7	0	+2,3	-0,2	-	+0,3
Referenzstrecke	M/BK ¹⁾	26.7.2003	8,4	31,0	60,6	5,8	76,5	3,1	-	97,8
	BK	12.1.2008	9,6	31,8	58,6	5,9	77,6	1,9	1,8	99,8
Veränderung			+1,2	+0,8	-2,0	+0,1	+1,1	-1,2	-	+2,0

¹⁾ Mittelwert aus 2 Einzeluntersuchungen ²⁾ Bezugsraumdicke an MPK aus Mischgut Bohrkern

Verfahrensanweisung 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:

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

Einheit: [Pa.s]

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.

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

4. Prüfeinrichtungen

Platte-Kegel-Viskosimeter mit folgenden Eigenschaften:

- Schubspannung: 0,03 bis 3000 Pa ;
- Viskositätsbereich: 10^{-1} Pa.s bis 10^{+6} Pa.s;
- Temperaturbereich: 80 °C bis 200 °C;
- Die Proben temperatur 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-Rheometer 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.

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

7. Angabe des Prüfergebnisses

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

8. Präzision des Verfahrens

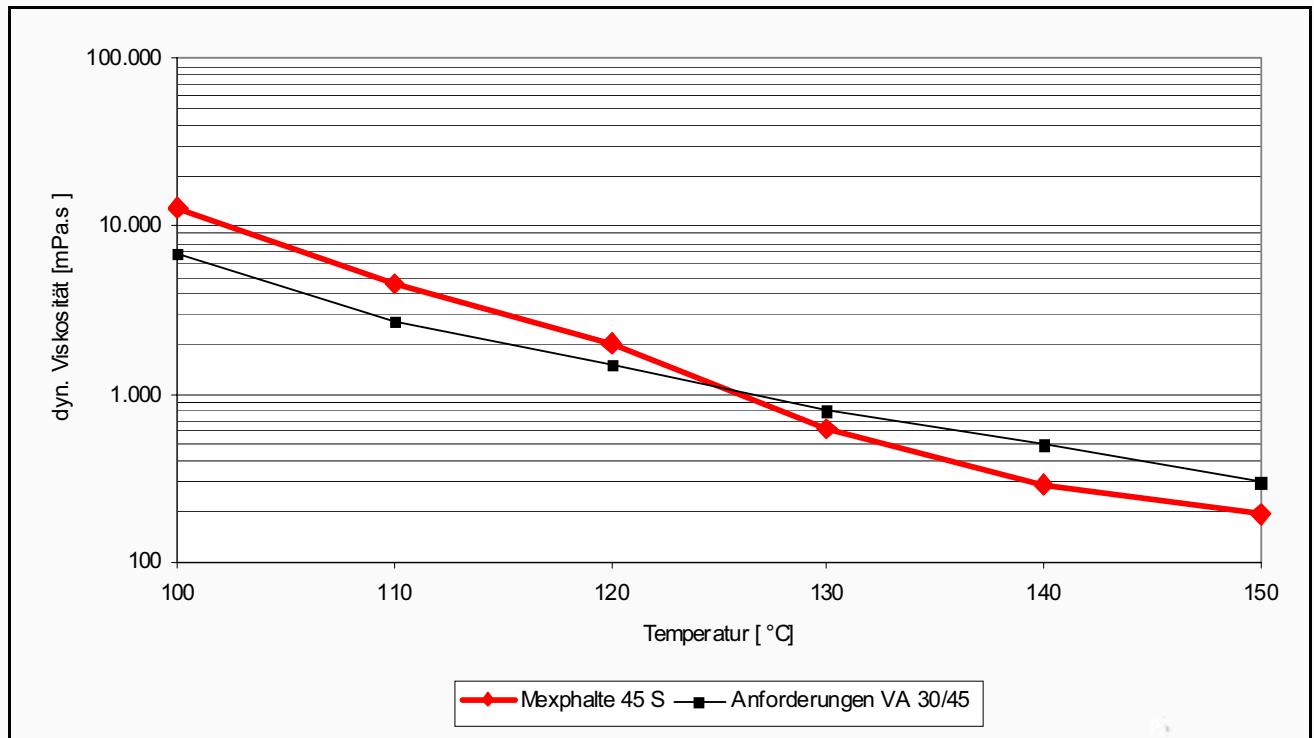
Die Wiederholbarkeit r und die Vergleichbarkeit R sind z.Z. noch nicht bekannt.

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

Dynamische Viskosität in Abhängigkeit der Temperatur



Bericht: B202, OD Hohn
Kamerafahrt vom 15.11.07
FWD-Messung vom 20.12.07

Objekt: B202, Versuchsstrecke Hohn

Auftragssache: Bestimmung der strukturellen Eigenschaften durch Messungen
 mit dem Falling-Weight-Deflectometer (FWD),
 Zustandsaufnahme per Kamerafahrt

Der Bericht umfasst 6 Seiten und 2 Anlagen.
Roggentin, den 14.01.2008

Der Bericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Auszugsweise Vervielfältigung und Wiedergabe bedarf unserer Genehmigung.

Inhaltsverzeichnis

1. Vorgang
2. Übergebene Unterlagen
3. Visuelle Zustandserfassung
4. Kamerafahrt
 - 4.1 Allgemeines
 - 4.2 Auswertung der Kamerafahrt
5. FWD-Messungen
 - 5.1 Allgemeines
 - 5.2 Allgemeine Verfahrensbeschreibung
 - 5.3 Messzeitpunkt
 - 5.4 Messlinien
6. Auswertung
 - 6.1 Kamerafahrt
 - 6.2 FWD-Messung
7. Zusammenfassung

Anlagen

Anlage 1: Film auf Datenträger

Anlage 2: Darstellung der Deflektionsbänder

Anlage 2: Deflektionsprofile der Messlinien

1. Vorgang

Wir wurden beauftragt den strukturellen Zustand auf der Versuchsstrecke der B202 in Hohn durch Tragfähigkeitsmessungen mit dem Falling-Weight-Deflectometer (FWD) festzustellen. Dazu wurden am 20.12.07 Messungen in 2 Messlinien durchgeführt. Es ist zu prüfen, ob die aufgetretenen Rissstrukturen auf Tragfähigkeitsmängel zurückzuführen sind.

2. Übergebene Unterlagen

Vom Auftraggeber wurden folgende Unterlagen übergeben:

- Übersicht der zu prüfenden FWD-Messstrecken

3. Visuelle Zustandserfassung

Eine detaillierte visuelle Zustandserfassung wurde am 14.11.07 mittels einer Kamerafahrt durchgeführt.

4. Kamerafahrt

4.1 Allgemeines

Die Kamerafahrt wurde mittels zweier Videokameras ausgeführt. Die hochauflösende Kamera 1 erfasst die direkte Oberfläche der Fahrbahn. Die Einbindung der zweiten Kamera ermöglicht die Ansicht der gesamten Fahrbahn.

Die Aufzeichnung der Aufnahmen wird mittels des Tachowellensignals des Fahrzeugs vorgenommen. Die Bildaufzeichnung ist somit wegabhängig, wodurch eine sehr genaue Stationierung gegeben ist.

4.2 Auswertung der Kamerafahrt

Die Auswertung erfolgt anschließend mit einer speziellen Software, die eine präzise Erfassung von stationsabhängigen Merkmalen, wie z.B. Risse, Schlaglöcher, Fehlstellen, Flickstellen und sonstigen Schäden ermöglicht. Zusätzlich wird die Ausprägung der Merkmale aufgezeichnet.

Bei der visuellen Zustandserfassung der B202 wurden überwiegend Längsrisse und Querrisse festgestellt. Die Videoaufnahmen der Kamerabefahrung befinden sich in Anlage 1. Die grafische Darstellung der einzelnen Schadensmerkmale erfolgte im Anschluss der Videoauswertung in einem Streckenband, siehe Anlage 2.

5. FWD-Messungen

5.1 Allgemeines

Zur Beurteilung der Tragfähigkeit wurden auf beiden Richtungsfahrbahnen Tragfähigkeitsmessungen mit dem Falling-Weight-Deflectometer (FWD) durchgeführt.

5.2 Allgemeine Verfahrensbeschreibung

Das Fallgewichtsgesetz erzeugt durch eine Fallmasse einen halbsinusförmigen Belastungsimpuls von ca. 25 Millisekunden Dauer, der über eine Lastplatte (Durchmesser 300 mm) auf die Straßenoberfläche aufgebracht wird. Die Größe des Belastungsimpulses ist durch die Fallmasse und -höhe bestimmt und kann je nach Zweck der Untersuchung auf 7 bis 120 kN eingestellt werden. Auf der Untersuchungsstrecke wurde mit einer Belastung von ca. 50 kN gemessen. Bei 50 kN kann die Einwirkung auf die Unterlage in etwa mit einer mit ca. 50-80 km/h rollenden Schwerverkehrsraddlast gleichgesetzt werden.

Durch die Belastung unterliegt die Befestigung einer elastischen Verformung (Deflektion). Diese kurzzeitige vertikale Bewegung, welche die gesamten elastischen Eigenschaften der Straßenkonstruktion widerspiegelt, wird durch eine Reihe von Messwertaufnehmern (Geophonen), die in unterschiedlichen Abständen vom Lastzentrum auf der Straßenoberfläche aufliegen, erfasst. In diesem Fall wurden die Geophone wie folgt positioniert: Lastmitte, 20, 30, 45, 60, 90 und 150 cm. Die Größe des Lastimpulses wird über eine Druckmessdose unmittelbar an der Lastplatte erfasst. Die Messdatenaufnahme erfolgt über einen

Systemprozessor, der die Daten zur weiteren Bearbeitung und Speicherung an einen PC weiterleitet.

5.3 Messzeitpunkt

Die Messungen wurden bei einer Oberflächentemperatur von 3°C durchgeführt. Das Wetter war bewölkt.

5.4 Messlinien

Die FWD-Messungen fanden auf beiden Richtungsfahrbahnen (Rifa Rendsburg, Rifa Erfte) in der jeweils rechten Rollspur statt. Der Messpunktabstand betrug auf beiden Fahrbahnen 100m.

	Strecke	Station (km)
Messlinie 1:	B202, Rifa Rendsburg	11+100 bis 9+200
Messlinie 2:	B202, Rifa Erfte	9+200 bis 11+200

Tabelle 1: Messlinien, B202, Hohn

6. Auswertung

6.1 Kamerafahrt

Bei der Auswertung der visuellen Zustandserfassung zeigten sich auf beiden Richtungsfahrbahnen der B202 überwiegend Längsrisse und Querrisse. Die grafische Darstellung der einzelnen Schadensmerkmale erfolgte im Anschluss der Videoauswertung in einem Streckenband, siehe Anlage 2.

Bei der Betrachtung der Streckenbänder mit den Längs- und Querrissen wird deutlich, dass sich die Rissanhäufungen auf beiden Richtungsfahrbahnen sehr ungleich darstellen.

6.2 FWD-Messung

Für die Auswertung der FWD-Messung wurden zunächst alle gemessenen Deflektionen auf eine Einheitslast von 50 kN umgerechnet und grafisch dargestellt, siehe Anlage 3.

Zusätzlich wurde bei der Auswertung der FWD-Ergebnisse der Untergrundindikator UI nach JENDIA berechnet. Der Indikator ist eine Kennzahl zur Bewertung der Tragfähigkeit des Untergrundes, der sich aus der Differenz der Deflektionen der beiden äußeren Geophone ergibt. Die Abstände der beiden Geophone betragen zur Lastmitte 90 cm und 150 cm.

Um eine Bewertung des visuellen Zustandsbildes mit den Tragfähigkeitsmessungen (FWD) zu ermöglichen, wurden für jede Richtungsfahrbahn die Schadensmerkmale (Längsrisse, Querrisse) und die Deflektionsergebnisse bzw. die Untergrundindikatoren in Streckenbändern gegenübergestellt, siehe Anlage 2.

7. Zusammenfassung

Der Vergleich der Streckenbänder (Anlage 2)

- Längsrisse
- Querrisse
- Deflektionen
- Untergrundindikatoren

zeigt eine deutliche Korrelation der visuellen Zustandsaufnahme mit der Tragfähigkeitsmessung.

Es wird deutlich, dass in den schadhafte Bereichen mit Längs- und Querrissen die größten Deflektionen gemessen wurden. Ein vergleichbares Ergebnis konnte bei der Berechnung der Untergrundindikatoren ermittelt werden.

Die Ursache der Rissbildung ist daher augenscheinlich in beiden Richtungsfahrbahnen auf eine gestörte Tragfähigkeit in der Gesamtbefestigung zurückzuführen.

HEIDEN LABOR

für Baustoff- und Umweltprüfung GmbH

Dipl.-Ing. Stephan Korn
Sachbearbeiter

Dipl.-Ing. Knut Johannsen
Prüfstellenleiter

Bericht, B202, Hohn, FWD-Messung
Anlagen

Bericht, B202, Hohn

Anlage 1

Videofilm auf Datenträger

**Bericht, B202, Hohn, FWD-Messung
Anlagen**

Bericht, B202, Hohn

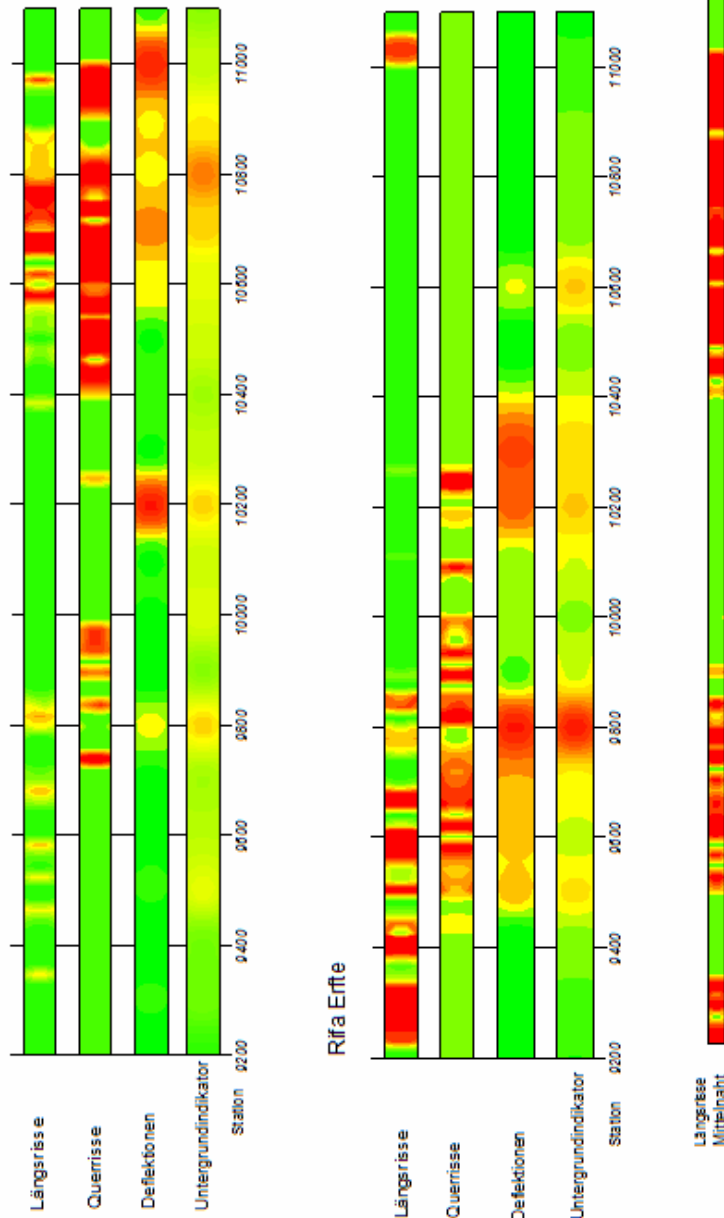
Anlage 2

Darstellung der Deflektionsbänder

Anlage 2

Darstellung der Streckenbänder, B202, Hohn

Rifa Rendsburg



Längsrisse Querrisse Deflektionen UI (Untergrundindikator)

Längsrisse (Längs)	Querrisse (Quers)	Deflektionen	UI (Untergrundindikator)
keine	keine	sehr gering	sehr gering
gering	gering	gering	gering
mittel	mittel	mittel	mittel
hoch	hoch	hoch	hoch



**Bericht, B202, Hohn, FWD-Messung
Anlagen**

Bericht, B202, Hohn

Anlage 3

Deflektionsprofile der Messlinien

B202, Richtung Erfte
Einsenkung bei einer Belastung von 50kN

