

## Auswertung von Bautechnischen Begleituntersuchungen bei Herstellung und Einbau von Asphaltbefestigungen für schwerste Beanspruchungen sowie Vergleich der Ergebnisse mit den zugehörigen Ergebnissen der aktuellen ZEB

FA 7.202

Forschungsstelle: Schäfer Consult, Brake

Bearbeiter: Schäfer, V. / Pätzold, H.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn

Abschluss: April 2004

### 1. Aufgabenstellung

Die BAB A 2 ist nicht nur eine wichtige innerdeutsche Verbindungsautobahn sondern ein Teil der kürzesten Verbindung zwischen West- und Osteuropa. Für das Jahr 2010 wird ein Anstieg der Verkehrsmengen auf 90 000 bis 110 000 Fahrzeuge pro Tag mit einem Schwerverkehrsanteil von 30 % prognostiziert. Auf niedersächsischem Gebiet wurde der 85 km lange Abschnitt zwischen dem Autobahnkreuz Hannover-Ost und der Landesgrenze zu Sachsen-Anhalt zwischen 1995 und Ende 1999 von 4 auf 6 Fahrstreifen ausgebaut.

Auf Grund der zeitlich zügigen Abwicklung der Baumaßnahmen steht eine sehr große Anzahl von vergleichbaren Untersuchungsergebnissen sowohl bei der auftraggebenden niedersächsischen Straßenbauverwaltung als auch bei den ausführenden Firmen zu einer gezielten Auswertung zur Verfügung.

Es bot sich somit die einmalige Gelegenheit, den bautechnischen Ausgangszustand einer Asphaltbefestigung auf einer Länge von 85 Kilometern umfassend zu dokumentieren, zu bewerten und als Grundlage für die Langzeitbeobachtung eines größeren zusammenhängenden Autobahnabschnittes mit schwersten Beanspruchungen zu nutzen.

Die Asphaltbefestigung ist damals schon überwiegend nach dem derzeit aktuellen Stand der Bautechnik im Asphaltstraßenbau ausgeführt worden:

In der 22 cm dicken Asphalttragschicht CS 0/32 wurden bis zu 40 M.-% Asphaltgranulat zugegeben. Der 8 cm dicke Asphaltbinder 0/22 S wurde wegen der besonderen Beanspruchungen sehr verformungs- und alterungsbeständig zusammengesetzt. Dafür wurde in Niedersachsen erstmalig der Spurbildungsversuch als Instrument zur Prognose der Verformungsbeständigkeit der Mischgutzusammensetzung systematisch eingesetzt. Als Bindemittel wurden polymermodifiziertes Bitumen PmB 45 und als stabilisierende Zusätze Faserstoffe verwendet. Ausbauasphalt wurde nicht zugegeben. Der Splittmastixasphalt 0/11 S wurde ebenfalls nach den derzeit vorliegenden aktuellen Erkenntnissen zusammengesetzt und in einer Dicke von 4 cm eingebaut. Als Bindemittel kam zunächst Straßenbaubitumen B 65 zum Einsatz, das seit dem Sommer 1997 durch polymermodifiziertes Bitumen PmB 45 A ersetzt wurde. Ferner wurde auf rund 60 Prozent der Fläche im Vorgriff auf die Überarbeitung des Merkblattes für offenporige Asphaltdeckschichten erstmalig eine wesentlich verbesserte offenporige Asphaltdeckschicht der Körnung bis 8 mm mit einem Hohlraumgehalt von mindestens 22 Vol.-% im eingebauten Zustand eingesetzt. Dies geschah unter ausschließlicher Verwendung von Edelsplitten mit besonderen Anforderungen und polymermodifizierten Bindemitteln, für die es seinerzeit keine Anforderungen in den TL PmB gab.

### 2. Untersuchungsmethodik

Alle auszuwertenden Daten lagen in digitaler Form, aber in unterschiedlichen Strukturen und Formaten, vor.

Auf der Grundlage der Datenbankstruktur der niedersächsischen Straßenbauverwaltung wurde die Struktur der Haupttabelle für die späteren Auswertungen gebildet. Alle vorhandenen Ergebnisse von Eigenüberwachungsprüfungen (incl. Asphaltgranulat), Kontrollprüfungen und Daten aus der Zustandserfassung der Bundesautobahnen wurden in die Haupttabelle transferiert. Filter- und Sortieralgorithmen erzeugen Untermengen, für die einschlägige statistische Kennwerte berechnet wurden. Parallel dazu wurden Diagramme für asphalttechnologisch interessante Parameter ausgegeben. Die Datenauswertung erfolgte anwenderfreundlich mit dem Programm ASPRO.

Eine Zusammenfassung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse über die Zusammensetzung der Asphalttragschichten, der Asphaltbinderschicht sowie der Deckschichten aus Splittmastixasphalt und offenporigem Asphalt wurde für alle Baulose vorgenommen; beim offenporigen Asphalt wurden auch Variationen in der Zusammensetzung berücksichtigt.

Danach wurde ein Vergleich der Produktionsgenauigkeiten verschiedener Asphaltwerke mit unterschiedlichen Arten der Mischgutherstellung (Chargenmischanlagen/Durchlaufmischanlagen) durchgeführt. Ferner wurde die Veränderung der Eigenschaften der verwendeten Bindemittel in Abhängigkeit von Mischgutart und -sorte zwischen der Anlieferung im Mischwerk und in der fertigen Schicht untersucht.

Anschließend wurden die Einflussgrößen auf die Grundeigenschaften der fertigen Schicht dargestellt. Soweit vorhanden, wurden auch die Temperaturen während der Asphaltherstellung sowie die Erfahrungen des Einbaues ausgewertet.

Abschließend erfolgten eine Zuordnung und Vergleich der Ergebnisse mit den Daten zur Griffigkeit und Ebenheit in Querrichtung aus der aktuellen ZEB mit den verschiedenen Bereichen.

Eine Darstellung der Einflussgrößen auf die Entwicklung des Gebrauchsverhaltens der fertigen Schicht ist zurzeit noch nicht möglich, da zu wenige Daten aus der Zustandserfassung vorliegen.

Nach dem besonders heißen Sommer 2003 wäre eine zusätzliche Messung der Zustandsdaten zur Griffigkeit und Ebenheit in Querrichtung sicher sehr hilfreich.

Künftig sollen mithilfe des hierfür eigens entwickelten Programms ASPRO die Ergebnisse von bautechnischen Begleituntersuchungen bei Herstellung und Einbau von Asphaltbefestigungen durch die Verknüpfung mit den zugehörigen Ergebnissen der ZEB wesentlich besser und leichter ausgewertet werden können. Auf dieser Grundlage können dann noch genauere Aussagen über das zu erwartende bautechnische Verhalten innerhalb der geplanten Nutzungsdauer einer Asphaltbefestigung gemacht werden.

### 3. Ergebnisse

Durch einen Vergleich der Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle mit den Kontrollprüfungsergebnissen an repräsentativ ausgewählten Beispielen wurde herausgearbeitet, dass durch eine genaue Kontrolle der Ausgangsstoffe und der Mischgutherstellung die Qualität des fertigen Produktes Asphalt entscheidend beeinflusst werden kann und welche Folgerungen sich daraus für die Fortschreibung des Technischen Regelwerkes ergeben.

Der Vergleich mit aktuellen Zustandswerten, insbesondere der Griffigkeit und Ebenheit in Querrichtung, lässt ferner erste Aussagen über die Bewährung der jeweiligen Asphaltkonzepte zu. Bezüglich der Griffigkeitsentwicklung von unterschiedlichen Splitten bei unterschiedlicher Nutzungsdauer lässt sich schon jetzt erkennen, dass neben der Gesteinart im Allgemeinen beim Splittmastixasphalt zusätzlich die Bindemittelart Einfluss auf die Griffigkeitsentwicklung hat.

Nach dem heißen Sommer 2003 deutet sich visuell schon an, dass sich die Abschnitte mit einer offenporigen Asphaltdeckschicht oder einer Asphaltdeckschicht aus Splittmastixasphalt mit PmB 45 A als Bindemittel auf einem Asphaltbinder 0/22 S mit PmB 45 A und 0,2 M.-% Faserstoffen als besonders verformungsbeständig erwiesen haben.

Grundlage für die Bauverträge war für die in den Jahren 1995 bis 1999 auf der BAB A 2 ausgeführten Asphaltdeckschichten die Ausgabe 1994 der ZTV Asphalt-StB.

Die Zusammensetzung der Asphaltsschichten wurde in dieser Zeit in erster Linie im Hinblick auf eine wesentlich verbesserte Verformungsbeständigkeit optimiert. Die Griffigkeit oder Anforderungen an diese standen zu diesem Zeitpunkt noch nicht so sehr im Mittelpunkt des Interesses.

Daher sind die Ergebnisse der Griffigkeitsmessungen auf der BAB A 2 ein gutes Abbild des damaligen status quo auf Grundlage der bundesweit auf Bundesfernstraßen routinemäßig durchgeführten Zustandserfassung und Bewertung (ZEB). Zur Auswertung stehen nur die Ergebnisse aus der ZEB 2001 zur Verfügung. Das Alter der gemessenen Asphaltdeckschichten liegt zwischen zwei und sechs Jahren.

Bei der Griffigkeit pSCRIM 80 km/h beträgt der Zielwert 0,46. Der Warnwert liegt bei 0,39 und der Schwellenwert für den Eingreifbereich bei 0,32.

In Tabelle 1 ist die mittlere Griffigkeit der einzelnen Asphaltdeckschichtarten nach der ZEB 2001 getrennt nach Baulosen und Richtungsfahrbahnen dargestellt. Die Bewertung der Ergebnisse erfolgt nach den Grenzwerten, die für die Zustandserfassung gültig sind und sind wieder in den entsprechenden Farben grün (Zielwert im Bereich unterhalb des Abnahmewertes gemäß ZTV Asphalt-StB 01 bis zum Warnwert), gelb (Warnwert), rot (Eingreifbereich) sowie weiß (Werte oberhalb des Abnahmewertes gemäß ZTV Asphalt-StB 01) erkennbar. Die Farbe weiß wurde somit als zusätzliches Unterscheidungsmerkmal für eine sehr gute Griffigkeit gewählt.]

Beim Splittmastixasphalt liegen von 22 Abschnitten 7 im weißen, 6 im grünen, 5 im gelben und 4 im roten Bereich. Bei den Abschnitten im roten Bereich wurde noch B 65 als Bindemittel verwendet.

Bei der offenporigen Asphaltdeckschicht liegen von 28 Abschnitten 22 im weißen, 4 im grünen, 1 im gelben und 1 im roten Bereich. Die Ursache für die geringe Griffigkeit auf dem OPA konnte noch nicht geklärt werden. Insgesamt zeigt sich aber auf den Abschnitten mit den offenporigen Asphaltdeckschichten eine wesentlich höhere Griffigkeit ab.

Tab. 1: Mittlere Griffigkeit [SCRIM 80 km/h] der einzelnen Asphaltdeckschichtarten nach der ZEB 2001 getrennt nach Baulosen und Richtungsfahrbahnen

Bau- los-Nr.	Richtungs- fahrbahn H oder B <sup>1)</sup>	Gestein	Griffigkeit	Gestein	Griffigkeit
		SMA	SMA	OPA	OPA
1.1	H	Diabas <sup>2)</sup>	0,293	–	–
1.1	B	Diabas <sup>2)</sup>	0,284	–	–
1.2	H	–	–	Diab./Grw.	0,456
1.2	B	–	–	Diab./Grw.	0,493
1.3	H	Gabbro <sup>2)</sup>	0,354	Gabbro	0,445
1.3	B	Gabbro <sup>2)</sup>	0,313	Gabbro	0,469
1.4	H	Gabbro	0,474	Gabbro	0,513
1.4	B	Gabbro	0,413	Gabbro	0,470
1.4 a	H	–	–	Gabbro	0,502
1.4 a	B	–	–	Gabbro	0,493
2.1 a	B	Gabbro	k.A.	Gabbro	k.A.
2.2	H	Gabbro	0,386	Gabbro	0,495
2.2	B	Gabbro	0,394	Gabbro	0,502
3.1	H	Diabas <sup>2)</sup>	0,350	–	–
3.1	B	Diabas <sup>2)</sup>	0,323	–	–
3.2	H	Gabbro <sup>2)</sup>	0,384	Gabbro	0,459
3.2	B	Gabbro <sup>2)</sup>	0,304	Gabbro	0,307
4.3	H	–	–	Gabbro	0,519
4.3	B	–	–	Gabbro	0,490
5	H	Gabbro <sup>2)</sup>	0,496	Gabbro	0,423
5	B	Gabbro <sup>2)</sup>	0,512	Rhyolith	0,388
6.1	H	Gabbro <sup>2)</sup>	0,399	Gabbro	0,486
6.1	B	Gabbro <sup>2)</sup>	0,407	Rhyolith	0,515
6.2 N	H	–	–	Augitporphyr	0,550
6.2 S	B	–	–	Diab./Grw.	0,480
6.3 N	H	Gabbro <sup>2)</sup>	0,415	Gabbro	0,571
6.3 S	B	Gabbro <sup>2)</sup>	0,409	Gabbro	0,494
7.1 N	H	Gabbro	0,488	Gabbro	0,513
7.1 S	B	Diab./Grw.	0,492	Diab./Grw.	0,497
7.2 N	H	–	–	Gabbro	0,504
7.2 S	B	–	–	Gabbro	0,512
7.3	H	Augitporphyr	0,465	Augitporphyr	0,546
7.3	B	Augitporphyr	0,507	Augitporphyr	0,512
<b>Gesamtmittel</b>			<b>0,403</b>		<b>0,486</b>

<sup>1)</sup> H = Hannover, B = Berlin

<sup>2)</sup> mit Straßenbaubitumen B 65 als Bindemittel

In Tabelle 2 ist die mittlere Querebenheit der einzelnen Asphaltdeckschichtarten nach der ZEB 2001 getrennt nach Baulosen und Richtungsfahrbahnen dargestellt. Die Bewertung der Ergebnisse erfolgt nach den Grenzwerten, die für die Zustandserfassung gültig sind und sind wieder in den entsprechenden Farben grün (Zielwert im Bereich unterhalb des Abnahmewertes gemäß ZTV Asphalt-StB bis zum Warnwert), gelb (Warnwert), rot (Eingreifbereich) sowie weiß (Werte oberhalb des Abnahmewertes) dargestellt. Die Farbe weiß wurde somit als zusätzliches Unterscheidungsmerkmal für eine sehr gute Querebenheit gewählt.

Tab. 2: Mittlere Querebenheit [mm] der einzelnen Asphaltdeckschichtarten nach der ZEB 2001 getrennt nach Baulosen und Richtungsfahrbahnen

Bau- los-Nr.	Richtungs- fahrbahn H oder B <sup>1)</sup>	Gestein	Griffigkeit	Gestein	Griffigkeit
		SMA	SMA	OPA	OPA
1.1	H	Diabas <sup>2)</sup>	3,409	–	–
1.1	B	Diabas <sup>2)</sup>	2,804	–	–
1.2	H	–	–	Diab./Grw.	3,279
1.2	B	–	–	Diab./Grw.	3,913
1.3	H	Gabbro <sup>2)</sup>	5,882	Gabbro	4,550
1.3	B	Gabbro <sup>2)</sup>	3,020	Gabbro	6,811
1.4	H	Gabbro	3,826	Gabbro	3,020
1.4	B	Gabbro	2,924	Gabbro	2,580

Bau- los-Nr.	Richtungs- fahrbahn H oder B <sup>1)</sup>	Gestein		Griffigkeit	
		SMA	SMA	OPA	OPA
1.4 a	H	–	–	Gabbro	2,531
1.4 a	B	–	–	Gabbro	2,679
2.1 a	B	Gabbro	k.A.	Gabbro	k.A.
2.2	H	Gabbro	6,590	Gabbro	4,195
2.2	B	Gabbro	2,705	Gabbro	3,186
3.1	H	Diabas <sup>2)</sup>	4,637	–	–
3.1	B	Diabas <sup>2)</sup>	6,088	–	–
3.2	H	Gabbro <sup>2)</sup>	3,462	Gabbro	5,236
3.2	B	Gabbro <sup>2)</sup>	5,406	Gabbro	5,283
4.3	H	–	–	Gabbro	4,238
4.3	B	–	–	Gabbro	3,799
5	H	Gabbro <sup>2)</sup>	3,064	Gabbro	4,854
5	B	Gabbro <sup>2)</sup>	2,342	Rhyolith	2,817
6.1	H	Gabbro <sup>2)</sup>	3,211	Gabbro	3,557
6.1	B	Gabbro <sup>2)</sup>	3,653	Rhyolith	3,264
6.2 N	H	–	–	Augitporphyr	2,200
6.2 S	B	–	–	Diab./Grw.	2,593
6.3 N	H	Gabbro <sup>2)</sup>	3,200	Gabbro	3,342
6.3 S	B	Gabbro <sup>2)</sup>	3,946	Gabbro	2,267
7.1 N	H	Gabbro	3,271	Gabbro	3,945
7.1 S	B	Diab./Grw.	2,676	Diab./Grw.	3,022
7.2 N	H	–	–	Gabbro	3,639
7.2 S	B	–	–	Gabbro	3,029
7.3	H	Augitpor- phyr	6,429	Augitpor- phyr	5,562
7.3	B	Augitporphyr	4,686	Augitporphyr	4,119
<b>Gesamtmittel</b>			<b>4,192</b>		<b>3,697</b>

<sup>1)</sup> H = Hannover, B = Berlin    <sup>2)</sup> mit Straßenbaubitumen B 65 als Bindemittel

Bei der Querebenheit beträgt der Zielwert in der Regel 4 mm mit der Ausnahme von 3 mm bei der offenporigen Asphaltdeckschicht. Der Warnwert liegt bei 10 mm und der Schwellenwert bei 20 mm.

Beim Splittmastixasphalt liegen von 22 Abschnitten 14 im weißen, 8 im grünen, 0 im gelben und 0 im roten Bereich.

Bei der offenporigen Asphaltdeckschicht liegen von 28 Abschnitten 7 im weißen, 21 im grünen, 0 im gelben und 0 im roten Bereich. Die Ursache für den größeren Anteil grüner Abschnitte liegt in der höheren Anforderung an die Ebenheit für die offenporige Asphaltdeckschicht und nicht etwa in einer vermeintlich schlechteren Querebenheit. Denn es liegen die Abschnitte mit einer offenporigen Asphaltdeckschicht mit einer mittleren Querebenheit von 3,697 um 0,495 mm ebener als die

Abschnitte mit einer Asphaltdeckschicht aus Splittmastixasphalt mit 4,192 mm.

## 4. Folgerungen für die Praxis

Die Ergebnisse haben gezeigt, dass Verbesserungen der Gebrauchseigenschaften durch eine konsequente Bindemittelbemessung nach volumetrischen Gesichtspunkten erzielt und die Einflüsse aus unterschiedlichen Gesteinsrohndichten neutralisiert werden können. Daher sollten für die Zusammensetzung von Walzasphalten künftig stets auch Anforderungen an das Mindestbindemittelvolumen formuliert werden.

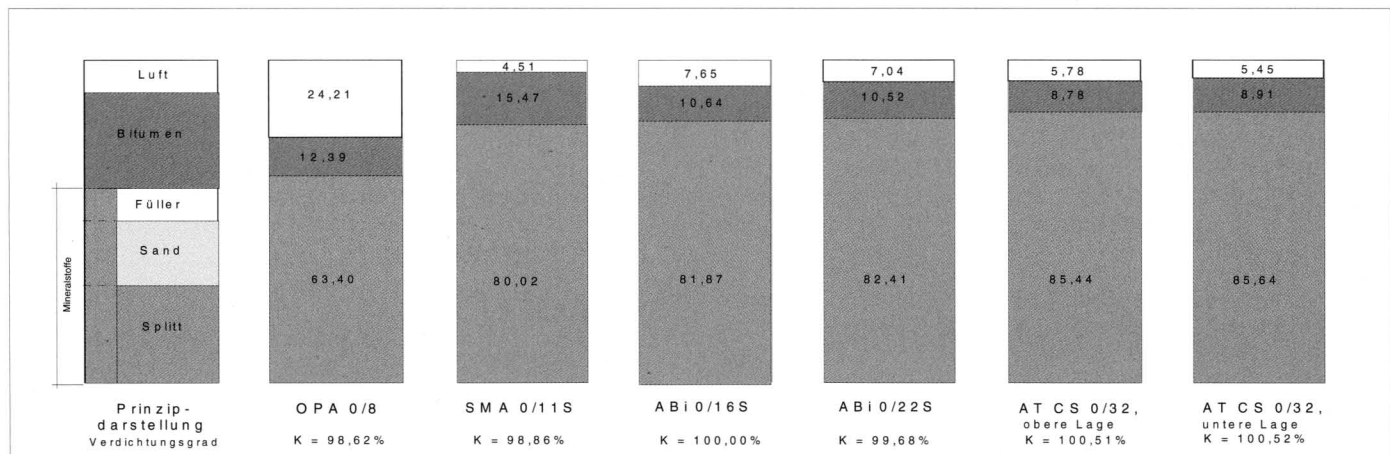
Darüber hinaus sind auch bei dichten Asphaltdeckschichten ab der Bauklasse III mit besonderen Beanspruchungen immer ausreichend hoch viskose Bindemittel wie z. B. PmB 45 A zu verwenden, weil sich nur so eine ausreichende Verformungsbeständigkeit bei gleichzeitig guter Griffigkeit im Zusammenhang mit der Verwendung von ausreichend griffigen Gesteinen sicherstellen lassen kann. Weiterhin hat sich auf der BAB A 2 beim Asphaltbinder zur Sicherstellung dicker Bindemittelfilme bei gleichzeitiger hoher Verformungsbeständigkeit das Bindemittel PmB 45 A unter Verwendung von mindestens 0,2 M.-% Faserstoffen bewährt.

Bei den Asphaltbindern 0/22 S und 0/16 S sollte zur besseren Entmischungssicherheit künftig der Anteil der größten Korngruppe auf 30 M.-% beschränkt werden. Beim Splittmastixasphalt (SMA) 0/11 S und 0/8 S sollte, damit es weniger Probleme mit dem Hohlraumgehalt in der fertigen Schicht gibt, der Gesamtsplittgehalt auf 70–75 M.-% abgesenkt werden. Ferner sollte beim SMA 0/11 S der größten Korngruppe auf 35–40 M.-% und beim SMA 0/8 S auf 45–50 M.-% beschränkt werden. Zusätzlich sollte das polymermodifizierte Bitumen PmB 45 A als Standardbindemittel eingeführt werden.

Bei den offenporigen Asphaltdeckschichten sollten gegenüber den dichten Asphaltdeckschichten die Toleranzen für den Füllergehalt, den Sandgehalt und den Splittgehalt erheblich eingeschränkt werden, um anforderungsgerechte Zusammensetzungen erzielen zu können und das höher polymermodifizierte Bitumen PmB 40/100–65 H als Standardbindemittel eingeführt werden.

Für größere Baulose ab einer Einbaufläche von über 12 000 m<sup>2</sup> ist künftig eine Anforderung an den mittleren Verdichtungsgrad zu stellen, die für alle Schichten jeweils mindestens 98,5 % betragen sollte.

Diese Ergebnisse sollten bei der Fortschreibung des Technischen Regelwerkes berücksichtigt werden.



**Bild 1: Volumenverhältnisse im Asphalt der BAB A 2 in den fertigen Schichten**