

Zweischichtiger offenporiger Asphalt in Kompaktbauweise

Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen

Straßenbau Heft S 49

The logo consists of the word "bast" in a bold, lowercase, green sans-serif font. The letters are slightly rounded and have a white outline, giving it a three-dimensional appearance. The logo is positioned in the bottom right corner of the page.

Zweischichtiger offenporiger Asphalt in Kompaktbauweise

von

Oliver Ripke

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Straßenbau Heft S 49

bast

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

A - Allgemeines
B - Brücken- und Ingenieurbau
F - Fahrzeugtechnik
M- Mensch und Sicherheit
S - Straßenbau
V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Referat Öffentlichkeitsarbeit.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt beim Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bgm.-Smidt-Str. 74-76, D-27568 Bremerhaven, Telefon (04 71) 9 45 44 - 0, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in Kurzform im Informationsdienst **BAST-Info** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos abgegeben; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Referat Öffentlichkeitsarbeit.

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt 04 352 des Arbeitsprogrammes der Bundesanstalt für Straßenwesen:
Zweischichtiger offener Asphalt in Kompaktbauweise

Herausgeber

Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon: (0 22 04) 43 - 0
Telefax: (0 22 04) 43 - 674

Redaktion

Referat Öffentlichkeitsarbeit

Druck und Verlag

Wirtschaftsverlag NW
Verlag für neue Wissenschaft GmbH
Postfach 10 11 10, D-27511 Bremerhaven
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0
Telefax: (04 71) 9 45 44 77
Email: vertrieb@nw-verlag.de
Internet: www.nw-verlag.de

ISSN 0943-9323
ISBN 978-3-86509-626-5

Bergisch Gladbach, Februar 2007

Kurzfassung – Abstract

Zweischichtiger offenporiger Asphalt in Kompaktbauweise

Im Zuge der Grunderneuerung der BAB A 30 zwischen km 67 und km 104 wurde im Bereich Osnabrück eine zweischichtige offenporige Deckschicht eingesetzt. Dabei kamen in zwei Bauabschnitten unterschiedliche Einbaukonzepte zum Einsatz. Ein Bauabschnitt wurde in Kompaktbauweise „Heiß in Heiß“ unter Verwendung eines Modulfertigers eingebaut, der zweite in herkömmlicher Bauweise „Heiß in Kalt“.

Die Konzeption des Mischguts war identisch. Verwendet wurde offenporiges Mischgut 0/8 in der oberen Schicht und 0/16 in der unteren. Die Festlegung der Schichtdicken erfolgte durch das Einbaugewicht, so dass im Abschnitt im Kompakteinbau Dicken von 2,5 cm oben und 5,5 cm unten resultierten. Der herkömmliche Abschnitt war durch reduzierte Einbaugewichte mit insgesamt 7,5 cm etwas dünner. Als Bindemittel wurde ein höher polymermodifiziertes PmB 40/100-65H eingesetzt. Der Mineralstoff der im offenporigen Mischgut generell dominierenden größten Kornklasse war Quarzporphyr. Die Ergebnisse der Mischgutuntersuchungen zeigten in beiden Abschnitten geringe Abweichungen von den Vorgaben.

Kritischer Punkt sind die volumetrischen Verhältnisse dieser Bauweise. Die Bestimmung sowohl der Bezugsraumdicke am Marshall-Probekörper des Mischgut OPA 0/16, wie auch der Raumdicke an den Bohrkernscheiben beider verwendeter Mischgutsorten ist als problematisch anzusehen. Dies führt zu ungewohnten Werten für Verdichtungsgrad und Hohlraumgehalt, die eine Bewertung erschweren. Das Verdichtungskonzept des Kompakteinbaus führte zu insgesamt guten Ergebnissen, die hohen Verdichtungsgrade der unteren Schicht traten auch bei anderen Baumaßnahmen auf und sind, aus den o. g. Gründen, für diese Bauweise symptomatisch. Beim konventionellen Einbau ist das Verdichtungs-niveau, vor allem der oberen Schicht, unzureichend. Dies ist auch auf die hier sehr inhomogene Oberfläche mit größeren Vertiefungen zurückzuführen. Diese haben bei den durch die geringe Einbaudicke sehr dünnen Bohrkernscheiben großen Einfluss auf die Raumdicke und somit auf den Verdichtungsgrad. Die Auswirkungen

auf die Dauerhaftigkeit hinsichtlich Kornausbruch müssen beobachtet werden.

Für zukünftige Baumaßnahmen sollte die Raumdickebestimmung der Probekörper überdacht werden, um bauvertragliche Probleme im Vorfeld zu vermeiden. Denkbar ist eine Umhüllung der Körper, um eine Tauchwägung zu ermöglichen. Die entsprechende europäische Norm schreibt allerdings Ausmessen vor.

Die beiden Abschnitte wurden 2004 bzw. 2005 eingebaut und die Langzeitbeobachtung wird zeigen, ob sich die erhoffte Verbesserung der Nutzungsdauer durch ein verzögertes Verschmutzungsverhalten der zweischichtigen Bauweise einstellen wird und ob Unterschiede in den beiden Bauweisen auftreten. Zum jetzigen Zeitpunkt sind Vorteile für den maschinentechnisch aufwändigen Kompakteinbau zu sehen. Zu bedenken ist hierbei, dass sich diese Aussage auf den Vergleich jeweils einer einzelnen Baumaßnahme stützt. Zur abschließenden Beurteilung müssen auch andere Erfahrungen einfließen.

Double layered open-pored asphalt in a compact construction method

In the course of the renewal of the BAB A 30, a double layered open-pored upper layer was inserted between km 67 and km 104 in the vicinity of Osnabrueck. Different installation designs were used in two construction segments. One construction segment was installed in a compact method of construction known as "hot in hot" using a module finisher, the second in the usual method of construction "hot in cold."

The mixture composition was identical. An open-pored mixture 0/8 was used in the upper layer and 0/16 in the lower layer. The determination of the layer thickness took place through the installation weight resulting in a thickness of 2.5 cm at the top and 5.5 cm at the bottom in the compactly installed segment. The segment installed in the usual way was somewhat thinner due to reduced installation weights of a total of 7.5 cm. PmB 40/100-65H was used as a binder in a version that was more highly polymer modified. The mineral substance in the roughest grain class generally dominating the open-pored mixture was quartz porphyr. The results

of the investigation of the mixture showed slight deviations from the information provided in both segments.

A critical point are the volumetric conditions of this method of construction. Determining both the referential spatial density on the Marshall specimen of the mixture OPA 0/16 as well as the spatial density on the drilling core disks of both mixture types used in considered problematic. This leads to unusual values for the degree of compacting and hollow space content, which make an evaluation more difficult. The compacting concept of the compact installation led to good results on the whole, the high degrees of compacting in the lower layer also occurred in the case of other construction measures are symptomatic for this method of construction for the above mentioned reasons. In the case of conventional installation, the compacting level, particularly in the case of the upper layer, is insufficient. This is also due to the great lack of homogeneity of the surface with large hollow spaces. These have a large influence on the spatial density due to the low installation thickness of very thin drilling core disks and thus on the degree of compacting. The effects on the durability as far as grain fracture is concerned have to be observed.

The determination of spatial density of the specimens for future construction measures has to be thought over to avoid problems with construction contracts in the run up phase. Covering the body to enable a dipping and weighing is feasible. The corresponding European standard, however, prescribes measuring it out.

Both segments were installed in 2004 or 2005 and long term observation will show whether the expected improvements in duration of use through delayed contamination behaviour of the double layered method of construction will occur and whether there will be differences in the two construction methods. At present advantages can be observed for compact installation which is mechanically more laborious. What has to be considered here is that this statement depends on the comparison of one individual construction method with another. Other experiences must be included for a final assessment to be made.

Inhalt

Vorbemerkung	7
1 Einführung	7
2 Entwicklung der Bauweise	7
2.1 Kompaktasphalt für dichte Deckschichten	7
2.2 Kompaktasphalt für offenporige Deckschichten	8
2.3 Erste Erfahrungen mit zweischichtig offenporigen Deckschichten in Kompaktbauweise in den Niederlanden	9
3 Erprobungsstrecke BAB A 30, Bauabschnitt im Kompaktein- bau	10
3.1 Lage der Strecke	10
3.2 Konzeption	10
3.2.1 Aufbau	10
3.2.2 Offenporiges Mischgut	11
3.3 Einbau	11
3.4 Asphalttechnologische Kennwerte	13
3.5 Griffigkeit	17
3.6 Lärmemission	17
4 Erprobungsstrecke BAB A 30; Bauabschnitt im konventionellen Einbau	17
4.1 Konzeption	17
4.2 Einbau	18
4.3 Asphalttechnologische Kennwerte	18
4.4 Lärmemission	21
5 Vergleich der Bauabschnitte	21
6 Zusammenfassung und Ausblick	22
7 Literatur	23

Vorbemerkung

Der Titel dieses Berichts lautet: Zweischichtiger offenporiger Asphalt in Kompaktbauweise. Oftmals wird auch der Begriff zweilagig verwendet, u. a. in der diesem Bericht zugrunde liegenden Projektanmeldung. Die bautechnisch richtige Bezeichnung für diese Deckschichten ist jedoch zweischichtiger offenporiger Asphalt, da mit Lage in der Straßenbautechnik „der in einem Arbeitsgang aus Boden, Baustoffen oder Baustoffgemisch gleicher Zusammensetzung hergestellte Teil einer Schicht“ [1] bezeichnet wird. Dies ist hier nicht der Fall, sondern die verwendeten Mischgutsorten unterscheiden sich im Größtkorn. Aus diesem Grunde wurde der Titel gegenüber der Projektanmeldung geändert.

1 Einführung

Die systematische Erprobung offenporiger Asphaltdeckschichten auf Außerortsstraßen begann in der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 1986. Die Erfahrungen mit diesen ersten insgesamt 13 Erprobungsstrecken zeigten, dass für die gewünschte hohe lärmindernde Wirkung Hohlraumgehalte von mindestens 22 Vol.-% in der fertigen Schicht anzustreben sind. Diese Anforderung konnte im Zuge der Weiterentwicklung erreicht werden, während die Verschmutzungsanfälligkeit dieser Deckschichtart mit der damit verbundenen Abnahme der lärmindernden Wirkung über die Liegedauer nach wie vor problematisch ist.

Mit Hilfe einer zweischichtigen Ausführung soll versucht werden, diese Problematik einzugrenzen. Der dünneren, oben angeordneten feineren Schicht wird dabei die Funktion eines Filters zugeordnet, die anfallenden Schmutz in sich bindet und einen guten Selbstreinigungseffekt gewährleistet. Die unten angeordnete, gröbere Schicht soll eine gute Drainage des eindringenden Wassers gewährleisten. Insgesamt soll die Drainagewirkung einer Deckschicht mit relativ großem Korn mit den günstigen Lärmeigenschaften einer feineren Mischung kombiniert werden. Hinzu kommt die Sicherstellung einer wirkungsvollen Absorption durch die insgesamt größere Dicke der offenporigen Deckschicht.

Weitergehende Überlegungen führten dazu, den zweischichtigen offenporigen Asphalt in Anlehnung an den Bau kompakter Asphaltbefestigungen in einem Arbeitsgang herzustellen. Der Vorteil eines Kompakteinbaus wird in einer möglichen Verbesse-

rung der Hohlraumstruktur und einer besseren Verzahnung an der Schichtgrenze vermutet, da die Zwischenverdichtung entfällt und die Wärmekapazität der unteren Deckschichtlage genutzt wird.

Bei der Grunderneuerung der BAB A 30 gelangte diese Bauweise im Bauabschnitt zwischen dem Autobahnkreuz Osnabrück Süd und der Anschlussstelle Osnabrück-Hellern im August 2004 zur Ausführung. Im Rahmen dieses Projekts wird dieser Bauabschnitt in Kompaktbauweise ausführlich behandelt. Etwa ein Jahr später wurde der unmittelbar daran anschließende Abschnitt in herkömmlicher, aber ebenfalls zweischichtiger Ausführung realisiert, sodass hier auch ein überwiegend bautechnischer Vergleich der beiden Bauweisen im Neuzustand vorgenommen werden kann.

2 Entwicklung der Bauweise

2.1 Kompaktasphalt für dichte Deckschichten

Die Einbautechnologie zur Herstellung kompakter Asphaltbefestigungen wurde für den Einsatz bei dichten Deckschichten, etwa aus Splittmastixasphalt, entwickelt. Auslöser für die Entwicklung war die Überlegung, Asphaltstraßen für höchste Belastungen möglichst spurrinnenresistent zu gestalten und dies durch eine Reduzierung der Deckschichtdicke und Vergrößerung der Binderschichtdicke zu erreichen. Beim herkömmlichen Einbau von dünnen Schichten treten oftmals Verdichtungsprobleme durch die schnelle Auskühlung auf. Durch den kombinierten Einbau von Deck- und Binderschicht kann diesem Problem durch die große Wärmekapazität dieses dicken Asphaltpakets entgegengewirkt werden und es wird eine gute Verdichtung und Verzahnung der Schichten erreicht.

Bei der Methodik wird zwischen dem Einbau „Heiß auf Warm“ und „Heiß auf Heiß“ unterschieden. Bei der ersten Variante wird die Deckschicht mit einem separaten Arbeitsgang auf die mindestens 80 °C „warme“, verdichtete Binderschicht aufgebracht. Bei der zweiten Variante werden beide Schichten unmittelbar aufeinanderfolgend durch hintereinander fahrende Fertiger, oder einem Spezialfertiger, aufgebracht und gemeinsam verdichtet.

Erste Strecken kamen 1995 zur Ausführung. Der Beginn der Anwendung auf Bundesautobahnen war im Jahre 1997 [2]. In diesem Zeitraum fallen erste

Überlegungen, den Einbau „Heiß auf Heiß“ nur mit einem Gerät durchzuführen, um z. B. Verdrückungen durch den in der heißen Binderschicht fahrenden Deckschichtfertiger zu vermeiden. Die Entwicklung führte zum Kompaktmodulfertiger, der in der Lage ist, Deck- und Bindermischgut in getrennten Kübeln aufzunehmen und mit Hilfe von zwei Bohlen einzubauen. Die Technik für die Deckschicht, also die Einbaubohle und Mischgutversorgung, ist auf einen herkömmlichen Fertiger aufgesattelt und kann zum einschichtigen Einbau entfernt werden.

Die Erfahrungen aus den ersten Erprobungsstrecken wurden im zuständigen Gremium der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen zusammengetragen und im „Merkblatt für den Bau kompakter Asphaltbefestigungen (M KA)“ [3] im Jahre 2001 veröffentlicht.

2.2 Kompaktasphalt für offenporige Deckschichten

Ausgangspunkt für diese Bauweise war die Erprobung zweischichtiger offenporiger Deckschichten ab 1990 in den Niederlanden, Italien und ab 1998 in Deutschland [4].

Zur Erlangung eines Größtmaßes an zugänglichen Poren werden in offenporigen Asphaltdeckschichten mittlere Kornfraktionen reduziert oder völlig weggelassen. Die damit verbundene Vergrößerung der Rautiefe der Oberfläche lässt Reifenschwingungen ansteigen, die durch die Verwendung möglichst kleiner Größtkorndurchmesser wieder abgemindert werden können. Hierbei entsteht jedoch der kontraproduktive Effekt größerer Verschmutzungsanfälligkeit und geringer Dränagewirkung durch kleinere zugängliche Poren.

Zweck der zweischichtigen Ausführung ist es, die Dränagewirkung einer Deckschicht mit relativ großem Korn mit den günstigen Lärmeigenschaften einer feineren Mischung zu verbinden. Der dünneren, oben angeordneten feineren Schicht wird die Funktion eines Filters zugeordnet, die anfallenden Schmutz in sich bindet oder erst gar nicht eindringen lässt. Die unten angeordnete dickere Schicht mit größerem Größtkorn soll eine gute Dränage des eindringenden Wassers gewährleisten. Der aus diesen Überlegungen resultierende Aufbau besteht meist aus einer 4,5 cm dicken unteren offenporigen Schicht mit einem Größtkorn von 16 mm und einer 2,5 cm dicken oberen Schicht mit einem bei offenporigen Deckschichten üblichen Größtkorn, wie etwa 8 mm.

Diese Konzeption wurde 1998 auf einer Erprobungsstrecke auf der A 3 bei Siegburg ausgeführt. Der Einbau der relativ kurzen Strecke fand mit nur einem Straßenfertiger statt. Nach Einbau der unteren Lage, anschließender Verdichtung mit Walzen und einer Wartezeit, setzte dieser zurück und baute die obere Lage ein. Unbewusst aus Gründen des Bauablaufs kam es hier zu einem ersten Einbau von offenporigen Deckschichten „Heiß auf Warm“ nach den Definitionen des später erschienenen M KA. Die dort beschriebene Variante „Heiß auf Heiß“ mit Spezialfertiger (Kompaktasphalt) bietet sich natürlich auch für zweischichtige offenporige Deckschichten an.

Grundsätzlich wurden hier folgende Vorteile vermutet:

- Nutzung der Wärmekapazität des dickeren Asphaltpakets zur Verdichtung. Offenporiges

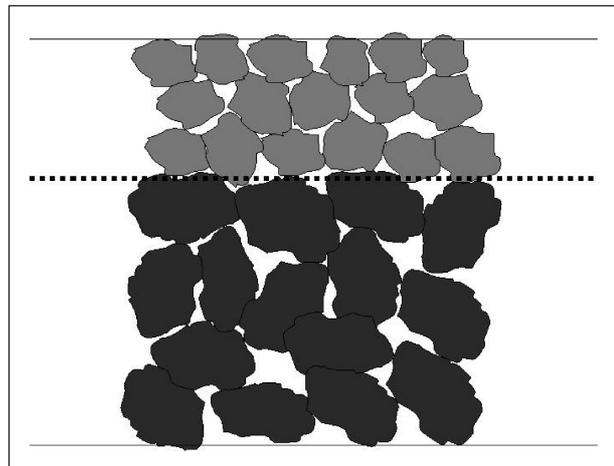


Bild 1: Zweischichtige offenporige Deckschicht in konventioneller Ausführung

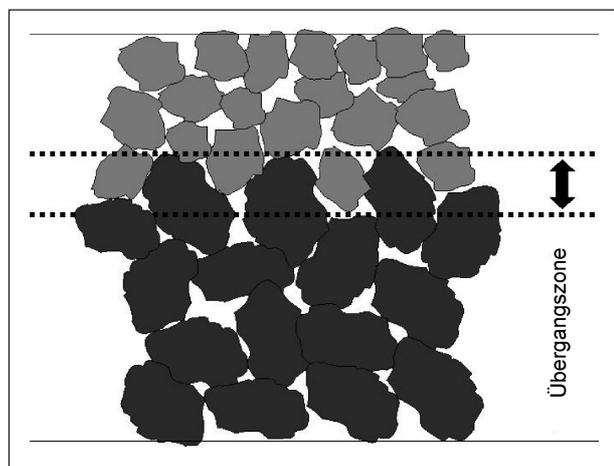


Bild 2: Zweischichtige offenporige Deckschicht als Kompaktasphalt

Mischgut kühlt schnell aus, sodass hier ein größeres Zeitfenster von Vorteil ist. Erschwerend kommt die hohe Viskosität der verwendeten hochpolymermodifizierten Bindemittel hinzu.

- Gute Verzahnung der beiden Schichten.
- Beim konventionellen Einbau erzeugt die Verdichtung der unteren offenporigen Schicht eine relativ ebene Fläche, da die Körner der Gesteine durch die Walzübergänge gerichtet werden (s. Bild 1, gepunktete Linie). Anschließend wird die obere Schicht aufgebracht und es kann vermutet werden, dass die deutlich feineren Körner in die Hohlräume eindringen und diese verschließen, also eine Störstelle erzeugt wird, welche die Zugänglichkeit erschwert.

Beim Kompakteinbau hingegen ist die Schichtentrennung nicht präzise definiert, sondern es entwickelt sich eine Übergangszone bzw. Vermengungszone der beiden Mischgutsorten (s. Bild 2), die zwar im Hohlraumgehalt herabgesetzt ist, jedoch vermutlich keine Störstelle im oben geschilderten Sinne darstellt.

2.3 Erste Erfahrungen mit zweischichtig offenporigen Deckschichten in Kompaktbauweise in den Niederlanden

Nach Entwicklung des Spezialfertigers Ende der 1990er Jahre, kam es ab dem Jahre 2000 zu ersten Einsätzen dieser Baumaschine zum Bau von zweischichtigen offenporigen Deckschichten in den Niederlanden. Vier Strecken wurden ausgeführt (A 15 Rotterdam-Europoort, A 27 Hilversum; N 9 Alkmar, A 50 Veghel) [2]. Der Einbau auf zwei Strecken wurde von der BAST beobachtet:

A 15 Rotterdam-Europoort

Allgemeine Daten:

Ort	Rotterdam-Europoort (Rozenburg)
Datum	18.10.2000
Witterung	Regen, Decktemperatur ~ 11 °C
Länge	300 m, Neubau (Einbaubreite ~ 7,5 m)
Größtkorn Mischgut obere Schicht	6 mm
Dicke obere Schicht	2 cm
Größtkorn Mischgut untere Schicht	16 mm
Dicke untere Schicht	5 cm
Einbautemperaturen	Ca. 155 °C
Bindemittel	PmB (Firmenrezeptur)
Baufirma	KWS/Kirchner (Fertiger mit Personal)

Bei der Einbaubeobachtung fiel der späte, mit nur einer, relativ leichten 3-Rad-Walze ausgeführte Walzeneinsatz auf. Walzübergänge fanden bei Oberflächentemperaturen von unter 80 °C statt, wobei das Mischgut immer noch einen verdichtungswilligen Eindruck machte. Es kann vermutet werden, dass ein viskositätsverändertes Bindemittel zum Einsatz kam.

A 50 bei Veghel

Es handelte sich um einen Autobahnneubau zwischen Eindhoven und Oss, die einen sehr aufwändigen Oberbau aufweist. Auf eine Asphalttragschicht wurde eine durchlaufend bewehrte Betondecke in 26 cm Dicke aufgebracht (s. Bild 3), die wiederum Grundlage für die zweischichtige offenporige Deckschicht in Kompaktbauweise war.

Der Einbau konnte am 22.07.2003 beobachtet werden. Der Einbau erfolgte erneut mit dem Modulfertiger der Fa. Kirchner, der den 1. und 2. Fahrstreifen



Bild 3: A 50 Veghel/NL, Betonoberbau als Grundlage für OPA



Bild 4: A 50 Veghel/NL, Einbau OPA mit Kompaktfertiger (im Bild rechts)

fen einbaute. Die obere Schicht des Standstreifens wurde mit einem nachfolgenden kleinen Deckenfertiger heiß an heiß eingebaut (s. Bild 4). Die untere Schicht im Standstreifen war vorgelegt. Die Verdichtung erfolgte wiederum sehr spät.

3 Erprobungsstrecke BAB A 30, Bauabschnitt im Kompakteinbau

3.1 Lage der Strecke

Die Strecke befindet sich unmittelbar südlich der Stadt Osnabrück auf der Bundesautobahn A 30 in Fahrtrichtung West (Rheine), zwischen dem AK Osnabrück Süd und der AS Osnabrück-Hellern.

In offenporiger Bauweise wurde der Abschnitt zwischen km 76,2 und km 72,1 ausgeführt. Unmittelbar westlich des Autobahnkreuzes wurde eine Deckschicht aus Splittmastixasphalt eingebaut.

3.2 Konzeption

3.2.1 Aufbau

Bei der Baumaßnahme handelt es sich um einen Teil der Grunderneuerung der 4-streifigen BAB A 30 zwischen der Anschlussstelle Gaste und der Anschlussstelle Bruchmühlen (km 67,1 bis km 103,9).

Der Fahrbahnaufbau wurde in Anlehnung an die RStO 01 nach Zeile 2.2 bzw. 2.3 für Bauklasse SV gewählt. Durch die große Dicke der zweischichtigen offenporigen Deckschicht von etwa 8 cm (Einbau nach Einbaugewicht 60 bzw. 100 kg/m²), wurden die Dicken der Asphaltbinder und Asphalttragschicht um jeweils 2 cm vermindert. Als Verfestigung kam eine Asphaltfundationsschicht im Kalteinbau (Zentralmischverfahren) zur Anwendung. Dadurch konnte neben der Tragschicht auch hier Asphaltgranulat (75 M.-%) und Betonaufbruch (10 M.-%) wiederverwendet werden. Es ergibt sich folgender Aufbau:

- ca. 8 cm offenporiger Asphalt (OPA) zweischichtig, Bindemittel (polymermodifiziert) PmB 40/100-65H. (Erläuterung: Die hier verwendete Gesteinskörnung Quarzporphyr führt, bei einer Ausschreibung nach Einbaugewicht, durch seine geringe Rohdichte von etwa 2,65 kg/m³ zu relativ dicken Schichten.)
- Abdichtung aus 2,5 kg/m² PmB 40/100-65H, abgestreut mit 5-10 kg/m² vorbituminierter grober Gesteinskörnung 8/11 mm
- 6 cm Asphaltbinder ABi 0/16 S, Bindemittel PmB 45A
- 16 cm Asphalttragschicht CS 0/22, Bindemittel 50/70
- 25 cm Asphaltfundationsschicht

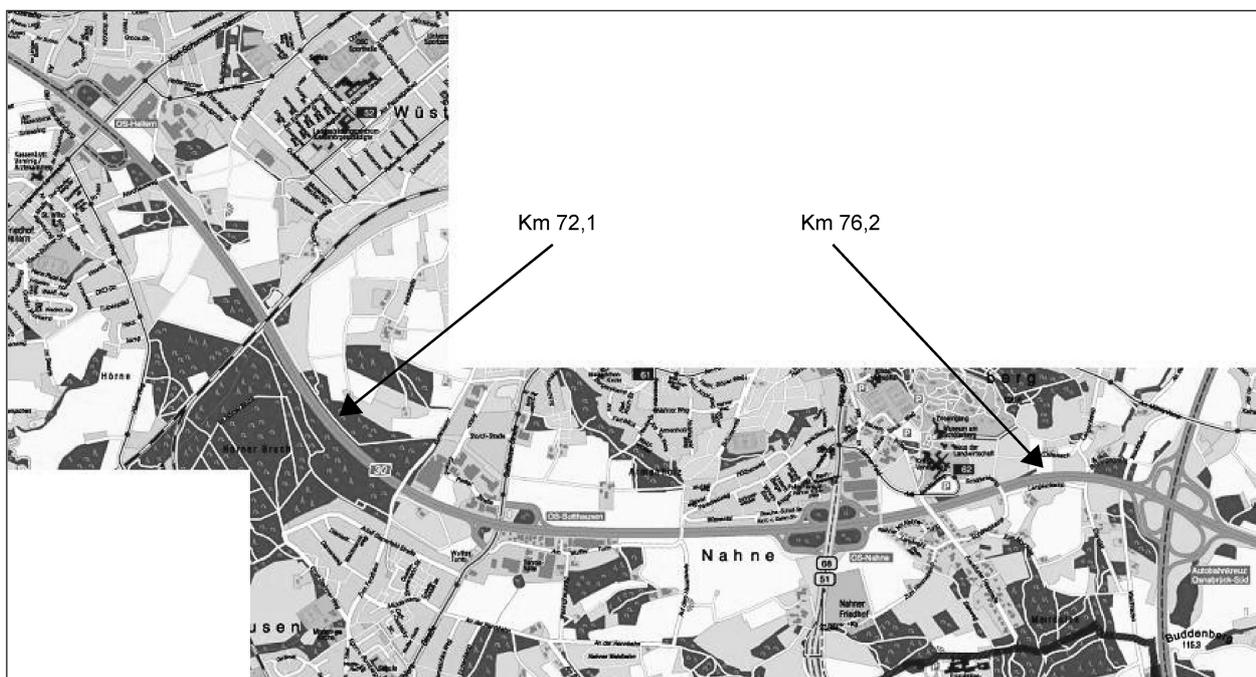


Bild 5: Lage der Strecke (Quelle: <http://www.osnabrueck.de/php/stadtplan>)

3.2.2 Offenporiges Mischgut

Die Konzeption von offenporigem Asphaltmischgut stellt hohe Anforderungen an die Ausführenden und zielt auf das Erreichen eines großen Hohlraumgehaltes von 24 Vol.-% am Marshall-Probekörper und von 22 Vol.-% in der fertigen Schicht. Bild 6 zeigt eine prinzipielle, gegenüber dem Merkblattes für den Bau offenporiger Asphaltdeckschichten (Ausgabe 1998) [3] optimierte Korngrößenverteilung eines Mischguts OPA 0/8. Es ist ersichtlich, dass die Zusammensetzung nur aus einer im Über- und Unterkorn minimierten Lieferkörnung 5/8 und Fremdfüller besteht. Andere Lieferkörnungen zwi-

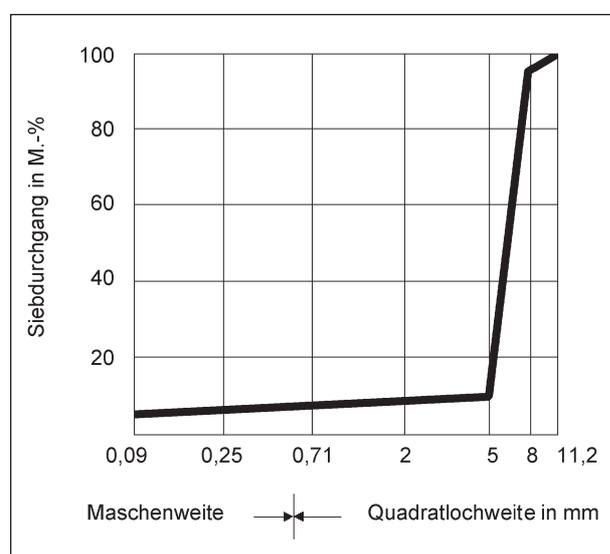


Bild 6: Prinzipielle Korngrößenverteilung OPA 0/8

		OPA 0/8	OPA 0/16
16 - 22	[M.-%]	---	8,3
11 - 16	[M.-%]	---	78,8
8 - 11	[M.-%]	8,1	6,3
5 - 8	[M.-%]	79,6	0,0
2 - 5	[M.-%]	5,6	0,0
0,71 - 2	[M.-%]	0,1	0,0
0,25 - 0,71	[M.-%]	0,1	0,0
0,09 - 0,25	[M.-%]	0,7	0,7
< 0,09	[M.-%]	5,8	5,9
Bindemittelgehalt	[M.-%]	6,5	5,8
Bindemittel		PmB 40/100-65H	PmB 40/100-65H
Erweichungspunkt RuK	[°C]	68,5	68,5
Stabilisierende Zusätze	[M.-%]	0,5	0,5
Hohlraumgehalt MPK	[Vol.-%]	25,8	26,1
Bindemittelvolumen	[Vol.-%]	11,5	10,3

Tab. 1: Mischgutzusammensetzung aus den Eignungsprüfungen

schen 0,09 und 5 mm werden i. d. R. nicht zudosiert. Diese extreme Ausfallkörnung führt zu hohen Belastungen der Gesteinskörnungen, wie auch der Bindemittel.

Die Gesteine müssen durch hohe Punktlasten (fehlendes Stützkorn) einen hohen Widerstand gegenüber Zertrümmerung aufweisen und zur Sicherstellung des Hohlraumgehalts eine gute Kornform. Der Verzicht auf feine Gesteinskörnungen führt dazu, dass die Oberflächen der groben Körnungen den alleinigen Kontakt zwischen Reifen und Fahrbahn übernehmen müssen und eine polierresistente Mikrotextrur (PSV-Wert ≥ 55) der Gesteine zwingende Voraussetzung ist. Die Bindemittel sind durch den ungehinderten Luftzutritt hohen oxidativen Beanspruchungen ausgesetzt und müssen durch hohe Klebkraft die Verbindung der einzelnen Körner sicherstellen.

Auf der A 30 wurden unter Beachtung dieser Voraussetzungen ein höher polymermodifiziertes Bitumen PmB 40/100-65 H aus Tabelle 4 der Technischen Lieferbedingungen für gebrauchsfertige polymermodifizierte Bitumen (TL PmB) eingesetzt. Bei den Gesteinskörnungen kam ein polierresistenter Quarzporphyr aus dem Werk Flechtingen zum Einsatz, mit einem reduzierten Unterkornanteil von unter 10 M.-% und einem Anteil schlecht geformter Körner von ca. 5 M.-%. Die Eignungsprüfungen ergaben die in Tabelle 1 aufgeführten Mischgutzusammensetzungen.

3.3 Einbau

Der Einbau erfolgte vom 20. bis 22. August 2004 mit zwei gestaffelt fahrenden Kompaktdeckenfertigern neuester Bauart mit Übergabefertigern unter Beobachtung der BAST (Bild 7).

Die Einbautemperaturen wurden an den drei Einbautagen durch insgesamt mehr als 600 Messungen dokumentiert. Tabelle 2 gibt eine Übersicht der mittleren Temperaturen. Gemessen wurde dabei an folgende Stellen:

- Schnecke der 1. Bohle: In diesem Falle die Bohle zum Einbau der unteren, dickeren und grobkörnigen offenporigen Schicht 0/16.
- Schnecke der 2. Bohle: Einbau der oberen, dünnen und feinkörnigen offenporigen Schicht 0/8.

Einbautag	Temperatur 1. Fertigerbahn [°C]			Temperatur 2. Fertigerbahn [°C]		
	Schnecke 1. Bohle OPA 0/16	Schnecke 2. Bohle OPA 0/8	5 m hinter Bohle	Schnecke 1. Bohle OPA 0/16	Schnecke 2. Bohle OPA 0/8	5 m hinter Bohle
20.08.2004	150	145	131	150	147	129
21.08.2004	157	151	131	164	152	132
22.08.2004	158	157	138	(171)	(158)	(137)
Gesamt	154	150	132	159	150	131
Anzahl Messwerte	125	124	118	80	77	80
Werte in Klammern: Nur wenige Messungen						

Tab. 2: Mittlere Einbautemperaturen Kompakteinbau



Bild 7: Kompakteinbau mit zwei Fertigern

- Hinter der 2. Bohle in einem Abstand von etwa 5 m, was die Temperatur zu Beginn der Verdichtung durch die Walzen darstellt.

Die Analyse zeigt, dass das Mischgut 0/16 mit einer höheren Temperatur angeliefert wurde. Vor allem der 22.08.04 in der 2. Fertigerbahn ist hier auffällig. An diesem Einbautag pausierte dieser Fertiger längere Zeit, da in seiner Bahn das verbleibende Probefeld lag. Das nach Widerbeginn am Nachmittag angelieferte Mischgut lag offensichtlich im oberen Temperaturbereich. Grundsätzlich ist die Einhaltung der Temperaturen bei der Herstellung von offenporigen Mischgut ein kritischer Punkt, da die groben Gesteinskörnungen durch die extreme Ausfallkörnung (fehlender Sand) in der Trockentrommel stark erhitzt werden. Die deutlich kleinere Oberfläche des Mischguts 0/16 macht sich einer langsameren Abkühlung bemerkbar. Zusätzliche Unterschiede zeigen sich beim Vergleich der beiden Fertigerbahnen. Durch die größere Dicke der unteren Schicht wurde hier etwa doppelt so viel Mischgut benötigt, sodass die beiden Fertiger aus zwei

Mischwerken mit identischer Rezeptur beliefert wurden. Unterschiede in den Mischtemperaturen, oder auch die differierenden Transportzeiten bilden sich in den gemessenen Temperaturen ab. Das Mischgut für die obere Schicht, von dem deutlich weniger benötigt wurde, kam aus einem Werk, was in den fast identischen Temperaturen der beiden Einbaubahnen ersichtlich ist.

Insgesamt lagen die Temperaturen für das Mischgut 0/8 in einem günstigen Bereich und überschritten die Empfehlungen des Merkblattes [3] von 160 °C nicht. Das Mischgut 0/16 in der zweiten Fertigerbahn überschreitet diesen Wert am zweiten und dritten Einbautag. Generell lagen an diesen Tagen die Temperaturen für dieses Mischgut höher.

Grundsätzlich ist Kompakteinbau, zumal mit zwei Fertigern, nur in Regionen möglich, wo im näheren Umfeld ausreichend Mischanlagen zur Verfügung stehen. Neben den liefernden Werken sollte immer eine Anlage in Reserve stehen. Die Steuerung der Versorgung der Fertiger mit Mischgut erfolgt über ein Ampelsystem des Beschickers. Je nach benötigtem Mischgut schaltet er eine Signalanlage auf rot oder grün. Die Farben sind der oberen oder unteren Schicht zugeordnet und der passende Lkw übergibt sein Mischgut dem Beschicker, der wiederum den zugeordneten Mischgütkebel des Fertigers füllt.

Bei der Beobachtung des Einbaus fielen einige Punkte auf, die auf die neue Maschinenteknik, oder die Besonderheiten des offenporigen Mischguts zurückzuführen sind:

- Das sehr klebrige Mischgut macht in regelmäßigen Abständen die Reinigung des Förderbandes, bzw. Austausch der Unterspannbahn nötig. Stillstände von ca. 20 min waren die Folge. Das neuere der beiden Geräte verhielt sich hier besser.



Bild 8: Kompaktmodulfertiger und Beschicker

- Durch die wechselweise Beschickung der Mischgütkübel müssen die Puffer ausgenützt werden, um die Transport-Lkw zu entleeren. Bild 8 zeigt einen sehr vollen Kübel für die obere Schicht. Dies kann dazu führen, dass Mischgut über die Begrenzungen der Kübel rutscht und auf die Straße fällt. Wird das Material nicht entfernt, erzeugt das abgekühlte Mischgut Unebenheiten in der fertigen Schicht.
- Der sehr große Kübel für die untere Schicht entleerte sich nicht gleichmäßig, sondern von der vorderen Kante rutschte das Mischgut langsamer in den Trichter, als von den Seiten, die zudem im oberen Bereich hydraulisch nach innen bewegt werden können. Eine ungleichmäßige Auskühlung des Mischguts ist die Folge.

Für die Verdichtung wurde eine Kombination aus einer leichten Tandemwalze (Gewicht 4 t) an den Fertigern und schwereren Walzen (Gewicht 7 t) im größeren Abstand gewählt. Dieser Walzeneinsatz stellte sich bei einer Optimierung im Vorfeld bei einem Probeeinbau als zweckmäßig heraus. Auf diesem Probefeld wurde die Verdichtungstemperatur, die Walzübergänge und die Kombination unterschiedlich schwerer Walzen (4 t, 7 t, 10 t) variiert. Anschließend wurden in großem Umfang Bohrkern entnommen und die Verdichtungsgrade bestimmt.

3.4 Asphalttechnologischer Kennwerte

Bei der Einbaubeobachtung wurden an vier Stellen (Profil P1 bis P4) Mischgutproben genommen und im Labor der BAST untersucht. Ergänzung fand die Untersuchung durch Ausbaustücke (Bohrkerne) der

fertigen Schicht, die nach Einbau an diesen Stellen gezogen wurden. Die Tabellen 3 und 4 zeigen die Zusammenstellung der Untersuchung.

Ein Vergleich der Werte zeigt, dass die mit der Raumdichte in Verbindung stehenden Kenngrößen Verdichtungsgrad und Hohlraumgehalt näher zu betrachten sind.

Grundsätzlich besteht bei offenporigen Asphalten die Notwendigkeit, die Raumdichte durch Ausmessen der Marshall-Probekörper (MPK) und Bohrkernscheiben zu bestimmen. Das Tauchwägewerfahren ist durch die großen Hohlraumgehalte nicht möglich.

Neben einer generell höheren Messunsicherheit des Ausmessverfahrens (Präzision nach DIN 1996 Teil 7 nicht bekannt) ergeben sich bei zweischichtigen offenporigen Asphaltdeckschichten weitere Probleme:

- Zur Bestimmung der Raumdichten der fertigen Schichten, müssen die Bohrkern geschnitten werden. Die Vermischungzone von Mischgut 0/8 mit 0/16 muss entfernt werden, sodass nur sehr dünne Bohrkernscheiben 0/8 resultieren, die der Messpräzision nicht förderlich sind.
- Die Abdichtungsschicht muss entfernt werden, so dass auch die Bohrkernscheiben 0/16 in ihrer Dicke deutlich reduziert werden.
- Zwischen den Bohrkernscheiben 0/8 und 0/16 findet beim Ausmessen eine Ungleichbehandlung statt. Die Scheiben 0/16 haben nur geschnittene Flächen (oben, Unten, Mantel), während die der oberen Schicht eine nicht geschnittene Fläche (Oberfläche des Bohrkerns) haben und so die Umhüllende prinzipiell jeweils andere Volumina bestimmt. Bei den geschnittenen Flächen ein zu kleines.
- Das sehr grobkörnige Mischguts 0/16 erzeugt einen MPK mit einer sehr offenen Oberfläche mit großen Vertiefungen. Das Ausmessverfahren bestimmt das Volumen über die Umhüllende des Körpers und bezieht in diesem Falle alle Hohlräume der Oberfläche mit ein, was beim Tauchwägewerfahren nicht der Fall ist. Das Volumen wird somit als sehr groß bestimmt, die Raumdichte über den Zusammenhang Masse/Volumen als klein. Hinzu kommt, dass sich das grobe Einkornmisch in der Marshall-Verdichtungsform mit 101 mm Durchmesser möglicherweise verkeilt und keine praxisgerechte Verdich-

Streckenbezeichnung	BAB A 30 Osnabrück, FR Rheine							
Bauabschnitt	KR Osnabrück/Süd bis AS Hellern							
Mischgutart	2-lagiger Offenporiger Asphalt in Kompaktbauweise							
Mischgutsorte	OPA 0/16 1. Lage							
Feldabschnitte	Soll	EP	P1 Schild AS OS-Nahne 75 + 600	P2 Schild AS OS- Sutthausen 74 + 050	P3 Schild Entfernung Amsterdam 72 + 550	P4 kurz vor Ende Einbau	Mittelwert P1 - P4	
Datum Probenahme Mischgut			20.08.2004	21.08.2004	22.08.2004	-*)		
Datum Probenahme Bohrkern			26.08.2004	26.08.2004	26.08.2004	26.08.2004		
Mineralstoffe								
Kornanteil 16-22 mm	M.-%		8,3	4,58	5,93	4,67		
Kornanteil 11-16 mm	M.-%		78,8	73,72	80,16	79,83		
Kornanteil 8-11 mm	M.-%		6,3	9,33	6,46	8,00		7,93
Kornanteil 5-8 mm	M.-%		0,0	5,03	1,37	0,82		2,41
Kornanteil 2-5 mm	M.-%		0,0	1,12	0,41	0,53		0,69
Kornanteil 0,71-2 mm	M.-%			0,24	0,21	0,23		0,23
Kornanteil 0,25-0,71 mm	M.-%		0,7	0,21	0,18	0,16		0,18
Kornanteil 0,09-0,25 mm	M.-%			0,44	0,33	0,39		0,39
Kornanteil < 0,09 mm	M.-%		5,9	5,36	4,98	5,39		5,24
Kornanteil > 16 mm		≤ 10	8,3	4,6	5,9	4,7		5,1
Kornanteil > 11 mm			87,1	78,3	86,1	84,5		83,0
Kornanteil > 8 mm			93,4	87,6	92,6	92,5		90,9
Kornanteil > 5 mm			93,4	92,7	93,9	93,3		93,3
Kornanteil > 2 mm		≥ 90	93,4	93,8	94,3	93,9		94,0
Kornanteil < 0,09 mm		≤ 6	5,9	5,4	5,0	5,4		5,2
Faserstoffe	M.-%	≥ 0,5	0,5					
Bindemittel								
Bitumensorte	PmB 40/100-65 H							
lösl. Bindemittelgehalt	M.-%			5,27	4,78	5,10		5,05
Zuschlag für Unlösliches	M.-%			0,17	0,16	0,17		0,17
Bindemittelgehalt	M.-%		5,8	5,4	4,9	5,3		5,2
EP RuK	°C	≥ 65,0	68,5	59,6	59,7	59,1		59,4
Probekörper (MPK)								
Rohdichte	g/cm ³		2,413	2,487	2,495	2,484	2,489	2,489
Raumdichte (Ausmessen)	g/cm ³		1,783	1,795	1,761	1,795	1,784	1,784
Hohlraumgehalt	Vol.-%	≥ 24	26,1	27,84	29,41	27,73	28,327	28,33
Ausbaustück (BK)								
Bezeichnung BK	-			11 + 12 + 13	21 + 22 + 23	31 + 32 + 33	41 + 42 + 43	
Schichtdicke	cm							
Raumdichte (Ausmessen)	g/cm ³			1,962	1,932	1,965	1,894	1,938
Hohlraumgehalt	Vol.-%	≥ 22		21,11	22,57	20,89	23,89	22,12
Verdichtungsgrad	%	≥ 97		109,32	109,71	109,47	106,19	108,67
*) Keine Mischgutentnahme, für die Ergebnisse der MPK wurde der Mittelwert aus P1 und P3								

Tab. 3: Laborergebnisse Kompakteinbau OPA 0/16

Streckenbezeichnung		BAB A 30 Osnabrück, FR Rheine						
Bauabschnitt		KR Osnabrück/Süd bis AS Hellern						
Mischgutart		2-lagiger Offenporiger Asphalt in Kompaktbauweise						
Mischgutsorte		OPA 0/8 2. Lage						
Feldabschnitte		Soll	EP	P1	P2	P3	P4	Mittelwert P1 - P4
				Schild AS OS-Nahne	Schild AS OS- Sutthausen	Schild Entfernung Amsterdam	kurz vor Ende Einbau	
Datum Probenahme Mischgut				20.08.2004	21.08.2004	22.08.2004	-*)	
Datum Probenahme Bohrkerne		26.08.2004	26.08.2004	26.08.2004	26.08.2004			
Mineralstoffe								
Kornanteil 16-22 mm	M.-%							
Kornanteil 11-16 mm	M.-%							
Kornanteil 8-11 mm	M.-%		8,1	6,24	7,47	7,14		6,95
Kornanteil 5-8 mm	M.-%		79,6	80,03	78,68	76,85		78,52
Kornanteil 2-5 mm	M.-%		5,6	5,83	6,46	7,77		6,69
Kornanteil 0,71-2 mm	M.-%			0,56	0,58	0,82		0,65
Kornanteil 0,25-0,71 mm	M.-%		0,9	0,60	0,33	0,42		0,45
Kornanteil 0,09-0,25 mm	M.-%			0,47	0,49	0,57		0,51
Kornanteil < 0,09 mm	M.-%		5,8	6,28	6,01	6,45		6,25
Kornanteil > 16 mm			0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
Kornanteil > 11 mm			0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
Kornanteil > 8 mm		≤ 10	8,1	6,2	7,5	7,1		7,0
Kornanteil > 5 mm			87,7	86,3	86,2	84,0		85,5
Kornanteil > 2 mm		≥ 90	93,3	92,1	92,6	91,8		92,2
Kornanteil < 0,09 mm		≥ 6	5,8	6,3	6,0	6,5		6,2
Faserstoffe	M.-%	≥ 0,5	0,5					
Bindemittel								
Bitumensorte		PmB 40/100-65 H						
lösl. Bindemittelgehalt	M.-%			6,40	6,59	6,33		6,44
Zuschlag für Unlösliches	M.-%			0,18	0,18	0,18		0,18
Bindemittelgehalt	M.-%	≥ 6,5	6,5	6,6	6,8	6,5		6,6
EP RuK	°C	≥ 65,0	68,5	63,3	58,7	60,1		60,7
Probekörper (MPK)								
Rohdichte	g/cm ³		2,387	2,390	2,398	2,402	2,397	2,397
Raumdichte (Ausmessen)	g/cm ³		1,771	1,825	1,829	1,852	1,835	1,835
Hohlraumgehalt	Vol.-%	≥ 24	25,8	23,66	23,73	22,9	23,43	23,43
Ausbaustück (BK)								
Bezeichnung BK	-			11 + 12 + 13	21 + 22 + 23	31 + 32 + 33	41 + 42 + 43	
Schichtdicke	cm							
Raumdichte (Ausmessen)	g/cm ³			1,776	1,805	1,780	1,756	1,779
Hohlraumgehalt	Vol.-%	≥ 22		25,69	24,73	25,90	26,73	25,76
Verdichtungsgrad	%	≥ 97		97,32	98,69	96,11	95,68	96,95
*) Keine Mischgutentnahme, für die Ergebnisse der MPK wurde der Mittelwert aus P1 und P3								

Tab. 4: Laborergebnisse Kompakteinbau OPA 0/8

tung erzielt wird. Das Volumen wird also auch hier als zu groß angenommen.

Diese ungünstigen Faktoren treffen bei der Bestimmung des Verdichtungsgrades der Schicht 0/16 auf der A 30 zusammen. Die tendenziell zu große Raumdichte der Bohrkernscheibe wird mit der tendenziell zu kleinen Bezugsraum-dichte des MPK verglichen, sodass Verdichtungsgrade von deutlich über 100 % die Folge waren (109 Vol.-% im Mittel). Der Hohlraumgehalt lag jedoch immer noch über 22 Vol.-%, sodass diese Werte zumindest vertraglich keine Probleme bereiten.

Im BAST-Projekt 98350 [4] wurde auf der Erprobungsstrecke A 3 eine ähnliche Problematik festgestellt. Die untere Schicht erreichte beim hier durchgeführten konventionellen Einbau auch den sehr hohen Verdichtungsgrad von im Mittel 106 %. Bei einer modifizierten Bestimmung der Bezugsraum-dichte des MPK durch Tauchwägung eines umhüllten Probekörpers wurden 101 % gefunden, sodass hier möglicherweise ein Alternativverfahren zur Verfü-gung steht.

Bei der oberen Schicht 0/8 sind die Einflüsse des o. g. Problemkreises nicht so stark ausgeprägt, so-dass hier gewohntere Werte festzustellen sind. Die Anforderungen an den Hohlraumgehalt am MPK von 24 Vol.-% wurden knapp unterschritten, der Verdichtungsgrad von 97 % aber knapp erreicht. Beim Vergleich mit der Kontrollprüfung des Straßenbauamtes, die deutlich mehr Proben unter-suchte, relativiert sich das Bild etwas. Hier wurden beide Werte gut eingehalten.

An einem Bohrkern des jeweiligen Profils wurde versucht, die Hohlraumverhältnisse der etwa 1 cm dicken Vermischungszone von OPA 0/8 und 0/16 zu ermitteln. Die Raumdichtebestimmung dieser extrem dünnen Bohrkernscheiben ist zweifelhaft, da sich die o. g. Problematik der geschnittenen Flächen verstärkt bemerkbar macht. Es wurden immer noch etwa 16 Vol.-% errechnet.

Beim Vergleich der Kennwerte des Bindemittels fällt der deutlich geringere Erweichungspunkt Ring und Kugel von ca. 60 °C auf. In der Eignungsprüfung wurden 68,5 °C festgestellt und nach den Technischen Lieferbedingungen müssen 65 °C erreicht werden. Die Kontrollprüfung stellte ähnliches fest. Die dort ermittelten Werte für die elastische Rück-stellung, als Indiz für die Modifizierung, lagen je-doch auf hohem Niveau.

Die Zusammensetzung der Mineralstoffe folgte sehr präzise den Vorgaben der Eignungsprüfung.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass trotz der Unsicherheiten bei der Raumdichtebestimmung und den Schwierigkeiten im Vorfeld mit dem pas-senden Verdichtungskonzept, die Vorgaben er-reicht wurden.

3.5 Griffigkeit

Die Griffigkeit der Strecke wurde mit dem dynami-schen Messverfahren nach den technische Prüfvor-schriften für Griffigkeitsmessungen im Straßenbau (TP Griff-StB) bei 80 km/h erfasst.

Bild 9 zeigt die grafische Darstellung der Messung. Der Mittelwert über die Strecke ergibt ein m von 0,65 und liegt damit auf hohem Niveau. Zum Ver-gleich, der Grenzwert bei Ablauf der Verjährungs-frist für Mängelansprüche beträgt $m = 0,43$ bei 80 km/h.

Generell muss erwähnt werden, dass bei allen me-chanisierten Messmethoden, bei denen die Fahr-bahn angefasst wird, offenporige Deckschichten relativ gut abschneiden, da der Wasserfilm zum Teil abgeführt wird und die Griffigkeit nach Entfernen des Bindemittelfilms fast ausschließlich durch das Verhalten der größten Körnung (fehlende Sand-fraktion) bestimmt wird.

3.6 Lärmemission

Neben der sich unmittelbar nach Einbau anschlie-ßenden Laboranalyse wurde noch im Herbst 2004 die akustische Untersuchung auf der Erprobungs-strecke von der BAST und der beauftragten Firma RWTÜV durchgeführt. Es wurden an drei Quer-schnitten in einem Abstand von ca. 1,5 km die Pegel der statistischen Vorbeifahrt nach GEstRO-92 aufgezeichnet (Tabelle 5).

Es zeigte sich, dass die offenporige Deckschicht mit einem statistischen Vorbeifahrtpegel von etwa 77 dB(A) für Pkw bei 120 km/h die lärmtechnischen Erwartungen erfüllt. Dies bedeutet eine Reduzie-rung von ca. 8 dB(A) gegenüber der Referenzdeck-schicht „nicht geriffelter“ Gussasphalt. Die Homo-genität der Strecke ist in dem betrachteten Ab-schnitt mit einer Schwankungsbreite der Pegel von nur 0,5 dB(A) als gelungen zu bewerten.

Zweischichtige offenporige Deckschichten haben gegenüber einschichtigen im wichtigen Frequenz-bereich von 100 bis 2000 Hz zwei lokale Absorp-tionsmaxima mit dem größeren bei etwa 500 Hz.

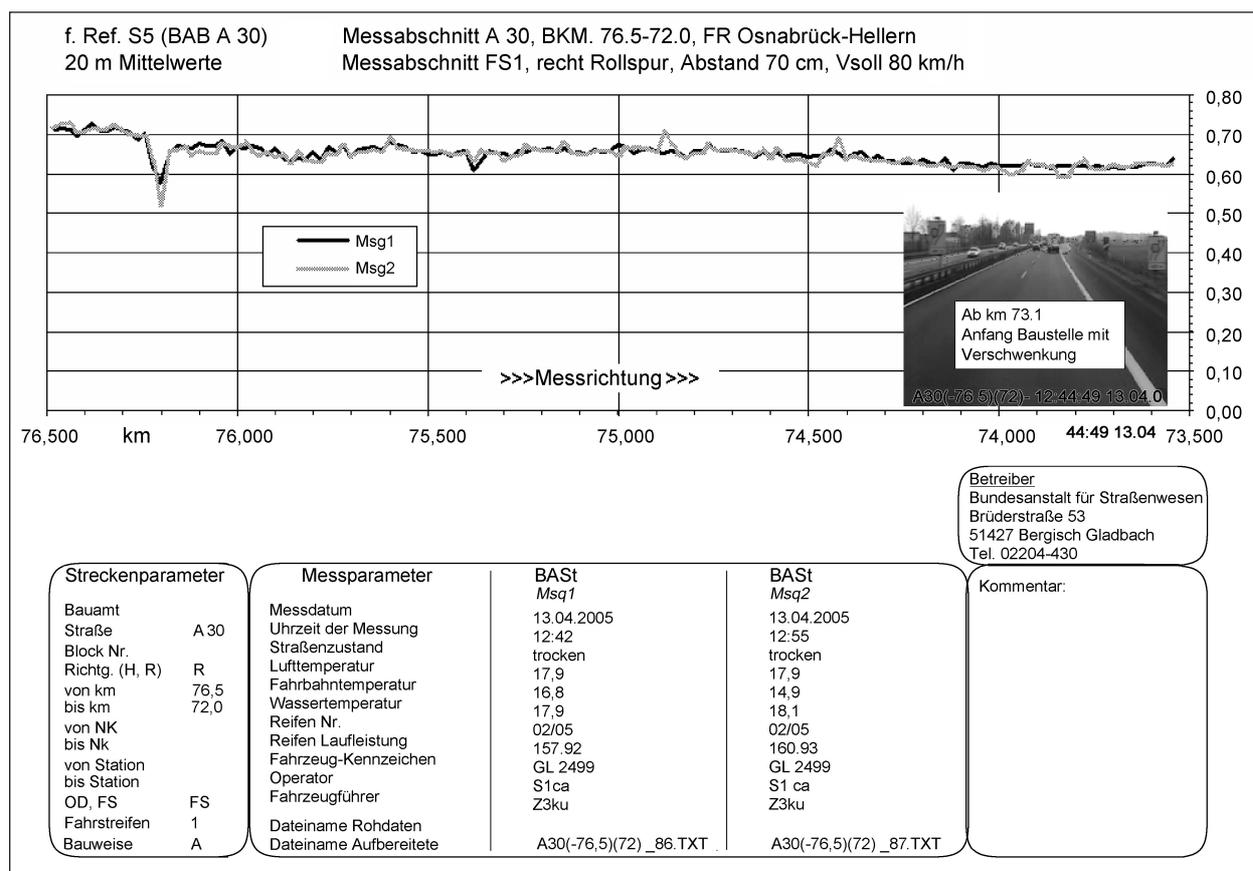


Bild 9: Ergebnis Griffigkeitsmessung (dynamisches Messverfahren)

Kilometrierung [km]	Pegel Statistische Vorbeifahrt Pkw 120 km/h [dB(A)]
73,990	77,0
73,100*	77,0
72,450	77,5

* Messung Fa. RWTÜV im Auftrag der BAST

Tab. 5: Vorbeifahrtgeräusch Kompaktbau

Die Absorption wird dadurch breitbandiger und ist sowohl für die relativ hochfrequenten Pkw- und die niederfrequenten Lkw-Pegel wirksam. Dies erklärt, warum bei zweischichtigen OPA gegenüber einschichtigen OPA keine zwangsläufige Erhöhung der Wirksamkeit bei Pkw eintritt.

Im Zuge der Vorbereitung der großen Baumaßnahme 8-streifiger Ausbau der BAB A 9 zwischen dem AK München-Nord und AK Neufahrn wurden durch ein Beratergremium die vorliegenden Erfahrungen zum Thema zweischichtiger offenporiger Asphalt zusammengetragen. Zur Klärung einiger Detailfragen wurde durch die Autobahndirektion Südbayern eine akustische Nahfeldmessung der BAB A 30, d. h. mit dem Messanhänger, veranlasst. Diese Methode erlaubt eine gute Einschätzung der akus-

tischen Homogenität der Strecke. Im vorliegenden Falle waren die Standardabweichungen der ausgewerteten Pegel 0,5 dB(A) oder kleiner und lassen auf eine gute Homogenität schließen [5], was die Ergebnisse der statistischen Vorbeifahrt bestätigt.

4 Erprobungsstrecke BAB A 30; Bauabschnitt im konventionellen Einbau

4.1 Konzeption

An den im Jahre 2004 ausgeführten Bauabschnitt im Kompaktbauweise schließt sich ein weiterer Abschnitt mit einer zweischichtigen offenporigen Deckschicht an. Zur Erfahrungssammlung und durch die günstige Vergleichsmöglichkeit im Zuge einer Strecke wurde die Entscheidung getroffen, diesen Abschnitt mit einem konventionellen Einbau „Heiß in Kalt“, d. h. mit nacheinander gefertigten Schichten, herzustellen.

Die Mischgutkonzeption folgt dem Abschnitt aus Kompaktasphalt. Wiederum wurde das relativ leicht-

te Gestein Quarzporphyr verwendet und somit die Schichtdicken durch abgesenkte Einbaugewichte (50 kg/m² OPA 0/8; 90 kg/m² OPA 0/16) auf insgesamt ca. 7,5 cm (2,5 cm oben + 5 cm unten) etwas reduziert.

4.2 Einbau

Der Einbau wurde im Oktober 2005 durchgeführt. Nach warmen Tagen zu Beginn, ging die Tageshöchsttemperatur auf herbstliche Werte zurück (Tabelle 6). Für den Einbau kamen je Deckschicht jeweils zwei gestaffelt fahrende Fertiger zum Einsatz. Von der unteren Schicht 0/16 wurden etwa 1.000 m gefertigt, bevor es am nächsten Tag zum Einbau der oberen Schicht kam. Durch diese Konzept wurde eine Verschmutzung der unteren Schicht

Einbautag Mischgut Tageshöchst- temperatur	Temperatur 1. Fertigerbahn [°C]		Temperatur 2. Fertigerbahn [°C]
	Schnecke	5 m hinter Bohle	Schnecke
12.10.2005 OPA 0/16 21 °C	161	145	165
13.10.2005 OPA 0/8 19 °C	160	142	164
14.10.2005 OPA 0/16 20 °C	164	142	160
17.10.2005 OPA 0/16 14 °C	171	154	168
18.10.2005 OPA 0/8 13 °C	171	143	163

Tab. 6: Temperaturen konventioneller Einbau

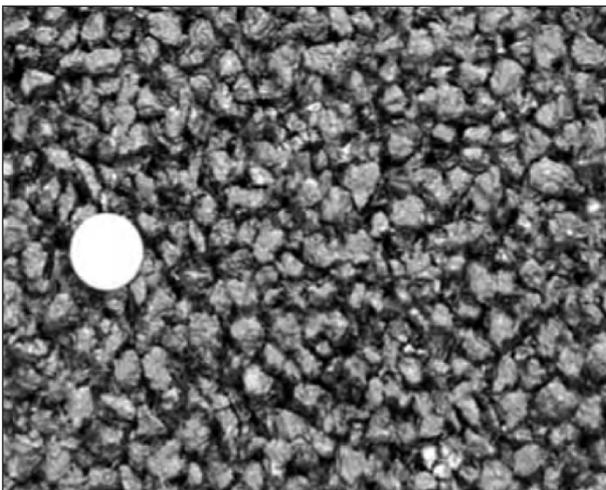


Bild 10: Fertige Oberfläche OPA 0/8 konventioneller Einbau (Video-Snapshot)

ausgeschlossen und der Schichtenverbund gewährleistet.

Der Einbau wurde mit Ausnahme des 15. und 16.10.05 von der BAST beobachtet und durch fast 700 Temperaturmessungen dokumentiert. Die Übersicht der Einbautemperaturen (Tabelle 6) zeigen für die wärmeren Tage noch vertretbare Mischguttemperaturen von ca. 160 °C. An den kälteren Tagen lagen sie jedoch mit bis zu im Mittel 171 °C zu hoch. Das Merkblatt [4] empfiehlt max. 160 °C beim Verlassen des Mixers. Zu berücksichtigen ist natürlich die geringe Dicke der oberen Schicht von etwa 2 cm und das offeneporige Mischgut, Faktoren, die zum schnellen Auskühlen beitragen und somit einen größeren Temperaturpuffer rechtfertigen.

Zur Verdichtung kamen je Einbaubahn 2 Tandemwalzen der 8 t-Klasse zum Einsatz.

Während des Einbaus fiel die sehr offene, inhomogene Struktur der fertiggestellten Deckschicht auf. Bild 10 zeigt einen Snapshot einer Videoaufzeichnung und lässt die unregelmäßig angeordneten Körner und Vertiefungen des OPA 0/8 erkennen. In Kapitel 4.3 und 5 wird darauf noch einmal eingegangen.

4.3 Asphalttechnologische Kennwerte

Wie bei dem Abschnitt aus Kompaktasphalt wurden beim konventionellen Einbau die asphalttechnologischen Kenngrößen bestimmt. Die Tabellen 7 und 8 zeigen ein Übersicht der Werte.

Beim Vergleich fällt der extrem niedrige Verdichtungsgrad der oberen Schicht 0/8 von im Mittel 91 Vol.-% auf. Neben einer möglicherweise tatsächlich mangelhaften Verdichtung spielt auch hier das Ausmessverfahren eine problematische Rolle, die diesen Effekt verstärkt. Bei der visuellen Betrachtung der Bohrkernscheiben fällt eine selbst für offeneporige Deckschichten ungewöhnlich inhomogene Oberfläche auf, in der größere Vertiefungen zu erkennen sind. Ein Umstand, der auch schon bei der Einbaubeobachtung auffiel. Bei der Volumenbestimmung werden diese Vertiefungen mitgerechnet und haben bei der geringen Dicke der Bohrkernscheibe von etwa 2 cm einen nicht unerheblichen Anteil. Die Raumdichte ist somit extrem klein und führt beim Vergleich mit der plausiblen Raumdichte der MPK zu den sehr geringen Verdichtungsgraden. Ob sich diese Inhomogenitäten in der Ober-

Streckenbezeichnung		BAB A 30 Osnabrück, FR Rheine					
Bauabschnitt		KR AS Hellern bis AS Hasbergen-Gaste					
Mischgutart		2-lagiger Offenporiger Asphalt "Heiss auf Kalt"					
Mischgutsorte		OPA 0/16 1. Lage					
Feldabschnitte		Soll	EP	P1 km 71 + 582	P2 km 70 + 218 (Mischgut) km 69 + 818 (BK)	P3 km 68 + 168	Mittelwert P1 - P3
Datum Probenahme Mischgut				12.10.2005	14.10.2005	17.10.2005	
Datum Probenahme Bohrerne				21.11.2005	21.11.2005	21.11.2005	
Mineralstoffe							
Kornanteil 16-22 mm	M.-%		8,3	6,08	7,33	2,79	5,40
Kornanteil 11-16 mm	M.-%		78,8	74,75	76,85	78,25	76,62
Kornanteil 8-11 mm	M.-%		6,3	11,47	8,30	10,16	9,98
Kornanteil 5-8 mm	M.-%		0,0	1,44	1,00	1,30	1,25
Kornanteil 2-5 mm	M.-%		0,0	0,68	0,54	1,03	0,75
Kornanteil 0,71-2 mm	M.-%			0,36	0,36	0,64	0,45
Kornanteil 0,25-0,71 mm	M.-%		0,7	0,23	0,28	0,46	0,32
Kornanteil 0,09-0,25 mm	M.-%			0,39	0,50	0,62	0,50
Kornanteil < 0,09 mm	M.-%		5,9	4,62	4,86	4,79	4,76
Kornanteil > 16 mm		≤ 10	8,3	6,1	7,3	2,8	5,4
Kornanteil > 11 mm			87,1	80,8	84,2	81,0	82,0
Kornanteil > 8 mm			93,4	92,3	92,5	91,2	92,0
Kornanteil > 5 mm			93,4	93,7	93,5	92,5	93,2
Kornanteil > 2 mm		≥ 90	93,4	94,4	94,0	93,5	94,0
Kornanteil < 0,09 mm		≤ 6	5,9	4,6	4,9	4,8	4,8
Faserstoffe	M.-%	≥ 0,5					
Bindemittel							
Bitumensorte		PmB 40/100-65 H					
lösl. Bindemittelgehalt	M.-%			5,30	5,79	5,84	5,64
Zuschlag für Unlösliches	M.-%			0,16	0,16	0,16	0,16
Bindemittelgehalt	M.-%		5,8	5,5	6	6	5,8
EP RuK	°C	≥ 65,0	68,5	60,7	62,2	63,1	62,0
Probekörper (MPK)							
Rohdichte (Mischgut)	g/cm ³		2,413	2,448	2,413	2,421	2,427
Raumdichte (Ausmessen)	g/cm ³		1,783	1,796	1,828	1,816	1,813
Hohlraumgehalt	Vol.-%	≥ 24	26,1	26,64	24,22	24,97	25,28
Ausbaustück (BK)							
Bezeichnung BK	-			7 + 8	3 + 4	1 + 2	
Schichtdicke	cm			5,3	4,6	5,1	5,0
Raumdichte (Ausmessen)	g/cm ³			1,822	1,845	1,827	1,831
Hohlraumgehalt	Vol.-%	≥ 22		25,57	23,54	24,54	24,55
Verdichtungsgrad	%	≥ 97		101,46	100,91	100,61	100,99

Tab. 7: Laborergebnisse konventioneller Einbau OPA 0/16

Streckenbezeichnung		BAB A 30 Osnabrück, FR Rheine					
Bauabschnitt		KR AS Hellern bis AS Hasbergen-Gaste					
Mischgutart		2-lagiger Offenporiger Asphalt "Heiss auf Kalt"					
Mischgutsorte		OPA 0/08 2. Lage					
Feldabschnitte		Soll	EP	P1	P2	P3	Mittelwert P1 - P3
Datum Probenahme Mischgut				km 71 + 582	km 69 + 818	km 68 + 168	
Datum Probenahme Bohrkern				13.10.2005	15.10.2005	18.10.2005	
				21.11.2005	21.11.2005	21.11.2005	
Mineralstoffe							
Kornanteil 16-22 mm	M.-%						
Kornanteil 11-16 mm	M.-%						
Kornanteil 8-11 mm	M.-%		8,1	8,93	8,68	8,88	8,83
Kornanteil 5-8 mm	M.-%		79,6	76,72	74,91	79,68	77,10
Kornanteil 2-5 mm	M.-%		5,6	6,43	8,43	3,86	6,24
Kornanteil 0,71-2 mm	M.-%			0,83	0,94	0,6	0,79
Kornanteil 0,25-0,71 mm	M.-%		0,9	0,37	0,47	0,34	0,39
Kornanteil 0,09-0,25 mm	M.-%			0,57	0,57	0,51	0,55
Kornanteil < 0,09 mm	M.-%		5,8	6,17	6,02	6,15	6,11
Kornanteil > 16 mm			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kornanteil > 11 mm			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kornanteil > 8 mm		≤ 10	8,1	8,9	8,7	8,9	8,8
Kornanteil > 5 mm			87,7	85,7	83,6	88,6	85,9
Kornanteil > 2 mm		≥ 90	93,3	92,1	92,0	92,4	92,2
Kornanteil < 0,09 mm		≥ 6	5,8	6,2	6,0	6,2	6,1
Faserstoffe	M.-%	≥ 0,5	0,5				
Bindemittel							
Bitumensorte		PmB 40/100-65 H					
lösl. Bindemittelgehalt	M.-%			6,59	6,49	6,28	6,45
Zuschlag für Unlösliches	M.-%			0,18	0,18	0,18	0,18
Bindemittelgehalt	M.-%	≥ 6,5	6,5	6,8	6,7	6,5	6,7
EP RuK	°C	≥ 65,0	68,5	62,6	61,6	61,7	62,0
Probekörper (MPK)							
Rohdichte (Mischgut)	g/cm ³		2,387	2,389	2,390	2,407	2,395
Raumdichte (Ausmessen)	g/cm ³		1,771	1,820	1,855	1,845	1,840
Hohlraumgehalt	Vol.-%	≥ 24	25,8	23,83	22,39	23,35	23,19
Ausbaustück (BK)							
Bezeichnung BK	-			7 + 8	3 + 4	1 + 2	
Schichtdicke	cm			2,3	2,2	2,3	2,3
Raumdichte (Ausmessen)	g/cm ³			1,74	1,661	1,645	1,682
Hohlraumgehalt	Vol.-%	≥ 22		27,17	30,50	31,66	29,78
Verdichtungsgrad	%	≥ 97		95,63	89,54	89,16	91,44

Tab. 8: Laborergebnisse konventioneller Einbau OPA 0/8

fläche auf das bautechnische Nutzungsdauer auswirken, muss die Langzeitbeobachtung zeigen. Es kann vermutet werden, dass diese Stellen als Auslöser für Kornausbruch dienen.

Die untere Schicht 0/16 zeigt bei einer isolierten Betrachtung eine sehr gute Übereinstimmung mit den Vorgaben und hält alle Anforderungen ein. Die in Kapitel 3.4 geschilderten Probleme mit der Raumdichtebestimmung sind jedoch auch hier vorhanden und lassen den Schluss zu, dass auch hier ein geringeres Verdichtungs-niveau gegenüber dem Kompakteinbau vorliegt. Vergleichsstrecken auf der BAB A 3 und A 9 erreichten Werte von etwa 105 %.

Die Vorgaben an die Sieblinie und den Bindemittelgehalt wurden in beiden Schichten gut eingehalten, der Erweichungspunkt RuK hingegen ist auch hier zu gering.

4.4 Lärmemission

Im Abschnitt mit dem konventionellen Einbau erfolgte bei km 70,260 die Messung des Schallpegels bei statistischer Vorbeifahrt im Mai 2006.

Durch den hohen Lkw-Anteil auf dieser Strecke gestaltet sich die Messung freifahrender Pkw schwierig, sodass nur 74 Fahrzeuge aufgezeichnet werden konnten. Durch Geschwindigkeitsbeschränkungen konnte der Pegel nur bei 100 km/h anstelle der sonst üblichen 120 km/h ermittelt werden. Es stellt sich ein Wert von 75,2 dB(A) ein.

Berechnet man den Pegel des Kompakteinbaus mit Hilfe der Anpassungsfunktion $L = A + B \cdot \log(v)$ bei 100 km/h, so zeigt sich die beiden Abschnitte lärmtechnisch praktisch nicht unterscheiden.

5 Vergleich der Bauabschnitte

Wichtig beim Vergleich der beiden Bauabschnitte scheinen die deutlich unterschiedlichen Hohlraumverhältnisse der beiden Bauabschnitte zu sein (Tabelle 9). Die Mischgutzusammensetzung war weitgehend identisch.

Auffälligster Wert ist der Verdichtungsgrad von 91 % des OPA 0/8 beim konventionellen Einbau. Wie in Kapitel 4.3 erwähnt, trägt, neben einer problematischen Verdichtung der dünnen, auskühlungsempfindlichen Schicht aus einem Einkorngemisch, die inhomogene Oberfläche zu den ungüns-

	Kompakt		Konventionell	
	OPA 0/8	OPA 0/16	OPA 0/8	OPA 0/16
Hohlraumgehalt [Vol.-%]	26	22	30	25
Verdichtungsgrad [%]	97	109	91	101
Schallpegel Pkw 100 km/h [dB(A)]	75,4	75,2		

Tab. 9: Vergleich der Bauabschnitte in wichtigen Kenngrößen



Bild 11: Oberfläche Bohrkern Kompakteinbau Profil 1



Bild 12: Oberfläche Bohrkern konventioneller Einbau Profil 2

tigen Raumdichteverhältnissen bei. Die Bilder 11 und 12 zeigen im Vergleich die Oberflächen des Kompakt- bzw. konventionellen Einbaus.

Der Grund für die homogenere Oberfläche des Kompakteinbaus mag in der etwas größeren Dicke des OPA 0/8 liegen, der in eine nachgiebige, nur vorverdichtete untere Schicht eingebettet wird und so eine gute Verteilung ermöglicht. Beim konventionellen Einbau hingegen wird das offenporige Mischgut, das kein Stützkorn und Mörtel besitzt, in etwa doppeltem Größtkorndurchmesser auf einer

verdichteten Unterlage möglicherweise inhomogen verteilt, was durch die nachfolgende Verdichtung nicht mehr ausgeglichen werden kann. Diese Oberfläche hat offensichtlich keinen Einfluss auf die Geräuschemission. Die Schallpegel sind nahezu identisch.

In der unteren Schicht sind die Verhältnisse anders gelagert. Der Kompakteinbau erreicht hier den sehr hohen Verdichtungsgrad von 109 %, während der konventionelle Einbau 101 % erzielt. Die geschilderte Problematik der Raumdichtbestimmung des Mischguts 0/16 und die Erfahrung aus Vergleichsstrecken lassen die 101 % als eher untere Grenze erscheinen, die 109 % des Kompakteinbaus als zu hoch.

Insgesamt zeigt sich, dass der Abschnitt im Kompakteinbau im Zustand nach dem Einbau insgesamt besser gelungen erscheint. Eine abschließende Bewertung der unterschiedlichen Konzepte kann erst die Langzeitbeobachtung ergeben.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Offenporige Asphaltdeckschichten werden in der Bundesrepublik Deutschland seit 1986 systematisch erprobt. Die Erfahrungen mit diesen ersten Strecken zeigten, dass für die gewünschte hohe lärmindernde Wirkung Hohlraumgehalte von mindestens 22 Vol.-% in der fertigen Schicht anzustreben sind. Diese Anforderung konnte im Zuge der Weiterentwicklung erreicht werden, während die Verschmutzungsanfälligkeit dieser Deckschichtart mit der damit verbundenen Abnahme der lärmindernden Wirkung über die Liegedauer nach wie vor problematisch ist. Eine Verlängerung der Nutzungsdauer erhofft man sich durch eine zweischichtige Ausführung. Der dünneren, oben angeordneten feineren Schicht wird dabei die Funktion eines Filters zugedacht, die anfallenden Schmutz in sich bindet und einen guten Selbstreinigungseffekt gewährleistet. Die unten angeordnete, gröbere Schicht soll eine gute Drainage des eindringenden Wassers gewährleisten.

Die Erprobung dieser Bauweise begann Mitte der 1990er Jahre im europäischen Ausland (Niederlande, Italien) und ab 1998 in Deutschland. In etwa zeitgleich verlief die Entwicklung des so genannten Kompaktasphalts, bei dem zwei Asphaltsschichten in einem Arbeitsgang, oder knapp aufeinanderfol-

gend eingebaut werden. Die Nutzung dieser Bautechnik für zweischichtige offenporige Asphaltdeckschichten war eine logische Konsequenz und wurde in einem Bauabschnitt bei der Grunderneuerung der BAB A 30 im Bereich Osnabrück realisiert. Neben diesem Bauabschnitt in Kompaktbauweise „Heiß auf Heiß“ unter Verwendung eines Modulfertigers, kam ein zweiter in herkömmlicher Bauweise „Heiß auf Kalt“ zur Ausführung und stand für Vergleichsuntersuchungen zur Verfügung.

Die Konzeption des Mischguts für wirksame offenporige Deckschichten ist generell eine anspruchsvolle Aufgabe. Verwendet wurde auf der A 30 offenes Mischgut 0/8 in der oberen Schicht und 0/16 in der unteren. Die Rezeptur war für beide Bauabschnitte identisch. Die Festlegung der Schichtdicken erfolgte durch das Einbaugewicht, sodass im Abschnitt im Kompakteinbau Dicken von 2,5 cm oben und 5,5 cm unten resultierten. Der herkömmliche Abschnitt war durch reduzierte Einbaugewichte mit insgesamt 7,5 cm etwas dünner. Als Bindemittel wurde ein höher polymermodifiziertes PmB 40/100-65H eingesetzt. Der Mineralstoff der im offeneren Mischgut dominierenden größten Kornklasse war Quarzporphyr. Die Ergebnisse der Mischgutuntersuchungen zeigten in beiden Abschnitten geringe Abweichungen von den Vorgaben.

Kritischer Punkt sind die volumetrischen Verhältnisse dieser Bauweise. Die Bestimmung sowohl der Bezugsraumdicke am Marshall-Probekörper des Mischguts OPA 0/16, wie auch der Raumdichte an den Bohrkernscheiben beider verwendeter Mischgutsorten ist als problematisch anzusehen. Dies führt zu ungewohnten Werten für Verdichtungsgrad und Hohlraumgehalt, die eine Bewertung erschweren. Das Verdichtungskonzept des Kompakteinbaus führte zu insgesamt guten Ergebnissen, die hohen Verdichtungsgrade der unteren Schicht traten auch bei anderen Baumaßnahmen auf und sind, aus den o. g. Gründen, für diese Bauweise symptomatisch. Beim konventionellen Einbau ist das Verdichtungs-niveau, vor allem der oberen Schicht, unzureichend. Dies ist auch auf die hier sehr inhomogene Oberfläche mit größeren Vertiefungen zurückzuführen. Diese haben bei den durch die geringe Einbaudicke sehr dünnen Bohrkernscheiben großen Einfluss auf die Raumdichte und somit auf den Verdichtungsgrad. Die Auswirkungen auf die Dauerhaftigkeit hinsichtlich Kornausbruch müssen beobachtet werden.

Lärmtechnisch erfüllten die Abschnitte die Erwartungen. Die Pegelminderung beträgt für Pkw etwa 8 dB(A) gegenüber der Referenzbauweise „nicht geriffelter“ Gussasphalt.

Für zukünftige Baumaßnahmen sollte die Raumdichtebestimmung der Probekörper überdacht werden, um unberechtigte bauvertragliche Probleme schon im Vorfeld zu vermeiden. Denkbar ist ein Umhüllung der Körper mit Folie, um eine Tauchwägung zu ermöglichen. Die entsprechende europäische Norm schreibt allerdings Ausmessen vor.

Die beiden Abschnitte wurden 2004 bzw. 2005 eingebaut und die Langzeitbeobachtung wird zeigen, ob sich die erhoffte Verbesserung der Nutzungsdauer durch ein verzögertes Verschmutzungsverhalten der zweischichtigen Bauweise einstellen wird, und ob hier Unterschiede in den beiden Bauweisen auftreten. Zum jetzigen Zeitpunkt sind Vorteile für den maschinentechnisch aufwändigen Kompakteinbau zu sehen. Zu bedenken ist hierbei, dass sich diese Aussage auf den Vergleich jeweils einer einzelnen Baumaßnahme stützt. Zur abschließenden Beurteilung müssen auch andere Erfahrungen einfließen.

7 Literatur

- [1] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V.: Begriffsbestimmungen. Teil: Straßenbautechnik. Ausgabe 2003. Köln 2003
- [2] BÖHM, S., PEHLKE, A., ROOT, V., ROSAUER, V.: Kompaktasphalt. Untersuchung des Langzeitverhaltens anhand ausgewählter Bundesautobahn-Abschnitte. Bericht der Technischen Universität Darmstadt, Fachgebiet Straßenwesen, Darmstadt, Januar 2006 (unveröffentlicht)
- [3] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V.: Merkblatt für den Bau offenerporiger Asphaltdeckschichten. Ausgabe 1998. Köln 1998
- [4] RIPKE, O.: Zweischichtige Offenerporige Asphaltdeckschichten. Schlussbericht zum AP-Nr. 98350. Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, Februar 2004 (unveröffentlicht)
- [5] BECKENBAUER, T., GRÜNER, R., MÜLLER, D.: BAB A 30 bei Osnabrück, Abschnitt AS 19 Osnabrück Süd bis AS 16 Hellern, Zweischichtiger offenerporiger Asphalt (2OPA). Messbericht der Fa. Müller-BBM im Auftrag der Autobahndirektion Südbayern. Planegg, Juni 2005 (unveröffentlicht)

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt
für Straßenwesen

Unterreihe „Straßenbau“

1993

- S 1: Verwitterungsbeständigkeit von Recycling-Baustoffen
Guth kostenlos
- S 2: Eignung von Grubenbergen als Baustoff für Tragschichten
ohne Bindemittel
Guth kostenlos
- S 3: Altlastenerfassung durch geophysikalische Methoden
Faust kostenlos
- S 4: EPS-Hartschaum als Baustoff für Straßen
Bull-Wasser kostenlos
- S 5: Baubegleitende Messungen B 73n
Heinisch, Blume kostenlos
- S 6: Eignung überdeckter Fugen mit Querkraftübertragung
Fleisch, Bartz kostenlos

1994

- S 7: 33. Erfahrungsaustausch über Erdarbeiten im Straßenbau
€ 14,00

1995

- S 8: Anleitung Qualitätsmanagementplan Asphalttragschichten
Freund, Stöckner € 12,50
- S 9: Meßwert- und rechnergestütztes Management der Stra-
ßenenerhaltung – Niederschrift und Referate des Erfahrungsaustau-
ches am 16. und 17. Mai 1995 in Berlin € 13,00
- S 10: 34. Erfahrungsaustausch über Erdarbeiten im Straßenbau
€ 14,00

1996

- S 11: Der Einfluß der Textur auf Reifen/Fahrbahngeräusch und
Rollwiderstand
Ullrich, Glaeser, Sander € 15,00
- S 12: Offenporige Asphaltdeckschichten auf Außerortsstraßen –
Projektgruppe „Lärmindernde Straßendecken“ € 10,00
- S 13: Qualität von mineralischen Straßenbaustoffen
Tabbert € 16,50

1997

- S 14: 35. Erfahrungsaustausch über Erdarbeiten im Straßenbau
€ 16,50
- S 15: Anforderungen an Fugenfüllsysteme aus Temperaturdeh-
nungen
Eisenmann, Lechner € 12,50
- S 16: Sicherheitswirksamkeit ausgewählter Straßenbaumaßnah-
men im Lande Brandenburg
Schnüll, Handke, Seitz € 22,00

1998

- S 17: Restnutzungsdauer von Asphalttschichten
Wolf € 13,00

- S 18: 2. Erfahrungsaustausch über rechnergestütztes Stra-
ßen-
erhaltungsmanagement € 14,50

- S 19: Einfluß der Bruchflächigkeit von Edelsplitten auf die Stand-
festigkeit von Asphalten
Teil 1: Literaturlauswertung
Beckedahl, Nösler, Straube
Teil 2: Einfluß des Rundkornanteils auf die Scherfestigkeit von
Gesteinskörnungen
H.G. Diel € 16,50

1999

- S 20: 36. Erfahrungsaustausch über Erdarbeiten im Straßenbau
€ 14,00
- S 21: Walzbeton: Ergebnisse aus neuester Forschung und lang-
jähriger Praxis – Kompendium
Birmann, Burger, Weingart, Westermann
Teil 1: Einfluß der Zusammensetzung und der Verdichtung von
Walzbeton auf die Gebrauchseigenschaften (1)
Schmidt, Bohlmann, Vogel, Westermann
Teil 2: Einfluß der Zusammensetzung und der Verdichtung von
Walzbeton auf die Gebrauchseigenschaften (2)
Weingart, Dreßler
Teil 3: Messungen an einer Versuchsstrecke mit Walzbeton-Trag-
schicht an der B54 bei Stein-Neukirch
Eisenmann, Birmann
Teil 4: Temperaturdehnung, Schichtenverbund, vertikaler Dichte-
verlauf und Ebenheit von Walzbeton
Burger € 17,00

2000

- S 22: 3. Bund-Länder-Erfahrungsaustausch zur systematischen
Straßenenerhaltung – Nutzen der systematischen Straßenenerhaltung
€ 19,50
- S 23: Prüfen von Gesteinskörnungen für das Bauwesen
Ballmann, Collins, Delalande, Mishellany,
v. d. Elshout, Sym € 10,50

2001

- S 24: Bauverfahren beim Straßenbau auf wenig tragfähigem Unter-
grund - Konsolidationsverfahren -
Teil 1: Vergleichende Betrachtung von Konsolidationsverfahren beim
Straßenbau auf wenig tragfähigem Untergrund
Teil 2: Erfahrungsberichte über ausgeführte Straßenbauprojekte auf
wenig tragfähigem Untergrund unter Verwendung von Konsolida-
tionsverfahren
Koch € 17,50
- S 25: 37. Erfahrungsaustausch über Erdarbeiten im Straßenbau
€ 16,50

2002

- S 26: Bauverfahren beim Straßenbau auf wenig tragfähigem Unter-
grund - Aufgeständerte Gründungspolster
Rogner, Stelter € 14,00
- S 27: Neue Methoden für die Mustergleichheitsprüfung von
Markierungsstoffen – Neuentwicklung im Rahmen der Einführung
der ZTV-M 02
Killing, Hirsch, Boubaker, Krotmann € 11,50
- S 28: Rechtsfragen der Bundesauftragsverwaltung bei Bundes-
fernstraßen – Referate eines Forschungsseminars der Universität
des Saarlandes und des Arbeitsausschusses „Straßenrecht“ am
25./26. September 2000 in Saarbrücken € 13,00
- S 29: Nichtverkehrliche Straßennutzung – Referate eines For-
schungsseminars der Universität des Saarlandes und des Arbeits-
ausschusses „Straßenrecht“ am 24./25. September 2001 in Saar-
brücken € 13,50

2003

- S 30: 4. Bund-Länder-Erfahrungsaustausch zur systematischen Straßenerhaltung – Workshop Straßenerhaltung mit System –
€ 19,50
- S 31: Arbeitsanleitung für den Einsatz des Georadars zur Gewinnung von Bestandsdaten des Fahrbahnaufbaues „Straßenrecht“ am 23./24. September 2002 in Saarbrücken
Golkowski € 13,50
- S 32: Straßenbaufinanzierung und -verwaltung in neuen Formen – Referate eines Forschungsvorhabens der Universität des Saarlandes und des Arbeitsausschusses „Straßenrecht“ am 23. und 24. September 2003 in Saarbrücken € 13,50
- S 33: 38. Erfahrungsaustausch über Erdarbeiten im Straßenbau
€ 17,50
- S 34: Untersuchungen zum Einsatz von EPS-Hartschaumstoffen beim Bau von Straßendämmen
Hillmann, Koch, Wolf € 14,00

2004

- S 35: Bauverfahren beim Straßenbau auf wenig tragfähigem Untergrund – Bodenersatzverfahren
Grundhoff, Kahl € 17,50
- S 36: Umsetzung und Vollzug von EG-Richtlinien im Straßenrecht – Referate eines Forschungsseminars der Universität des Saarlandes und des Arbeitsausschusses „Straßenrecht“ am 22. und 23. September 2003 in Saarbrücken € 13,50
- S 37: Verbundprojekt „Leiser Straßenverkehr – Reduzierte Reifen-Fahrbahn-Geräusche“
Projektgruppe „Leiser Straßenverkehr“ € 16,50

2005

- S 38: Beschleunigung und Verzögerung im Straßenbau – Referate eines Forschungsseminars der Universität des Saarlandes und des Arbeitsausschusses „Straßenrecht“ der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen am 27./28. September 2004 in Saarbrücken € 16,50
- S 39: Optimierung des Triaxialversuchs zur Bewertung des Verformungswiderstandes von Asphalt
Renken, Büchler € 16,00
- S 40: 39. Erfahrungsaustausch über Erdarbeiten im Straßenbau
€ 17,50
- S 41: Chemische Veränderungen von Geotextilien unter Bodenkontakt – Untersuchungen von ausgegrabenen Proben
Schröder € 13,50
- S 42: Veränderung von PmB nach Alterung mit dem RTFOT- und RFT-Verfahren – Veränderungen der Eigenschaften von polymer-modifizierten Bitumen nach Alterung mit dem RTFOT- und RFT-Verfahren und nach Rückgewinnung aus Asphalt
Wörner, Metz € 17,50
- S 43: Eignung frostempfindlicher Böden für die Behandlung mit Kalk
Krajewski, Kuhl € 14,00
- S 44: 30 Jahre Erfahrungen mit Straßen auf wenig tragfähigem Untergrund
Bürger, Blossfeld, Blume, Hillmann € 21,50

2006

- S 45: Stoffmodelle zur Voraussage des Verformungswiderstandes und Ermüdungsverhaltens von Asphaltbefestigungen
Leutner, Lorenzl, Schmoeckel € 21,00
- S 46: Analyse vorliegender messtechnischer Zustandsdaten und Erweiterung der Bewertungsparameter für Innerortsstraßen
Steinauer, Ueckermann, Maerschalk € 21,00

S 47: Rahmenbedingungen für DSR-Messungen an Bitumen
Dieser Bericht liegt **nur** in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
Hase, Oelkers € 24,50

S 48: Verdichtbarkeit von Asphaltmischgut unter Einsatz des Walzsektor-Verdichtungsgerätes
Dieser Bericht liegt **nur** in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
Wörner, Bönisch, Schmalz, Bösel € 15,50

2007

S 49: Zweischichtiger offenporiger Asphalt in Kompaktbauweise
Ripke € 12,50

Alle Berichte sind zu beziehen beim:

Wirtschaftsverlag NW
Verlag für neue Wissenschaft GmbH
Postfach 10 11 10
D-27511 Bremerhaven
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0
Telefax: (04 71) 9 45 44 77
Email: vertrieb@nw-verlag.de
Internet: www.nw-verlag.de

Dort ist auch ein Kompletverzeichnis erhältlich.