



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la
communication DETEC
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle
comunicazioni DATEC

Bundesamt für Strassen

Office fédéral des routes

D-A-CH – Forschungsprojekt Nutzungszeiten offenporiger Asphaltdeckschichten

D-A-CH – Projet de recherche
Durabilité des revêtements en enrobé drainant

D-A-CH – Research project
Long-time performance of porous asphalt surface courses

Technische Universität Wien
Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung
Dipl.-Ing. Jürgen Haberl
Prof. Dr. Johann Litzka

Technische Universität Braunschweig
Institut für Straßenwesen, Abteilung Straßenbautechnik
Prof. Dr. Peter Renken
Dipl.-Ing. Thomas Lobach

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
Laboratoire des Voies de Circulation
Prof. André-Gilles Dumont
Dipl.-Ing. Margarita Rodriguez

Forschungsauftrag VSS 2007/501 auf Antrag des Schweizerischen
Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Oktober 2007

KURZFASSUNG

Der Einsatz von Offener Asphaltdeckschichten ist neben der entwässernden Wirkung vor allem durch den großen Beitrag dieser Asphaltdeckschichtart zur Verringerung des Straßenverkehrslärmes motiviert. Erfahrungen in den Ländern Österreich, Deutschland und der Schweiz brachten aber nicht nur positive, sondern auch negative Effekte dieser Asphaltbauweise zu Tage, die unter anderem in Problemen beim Winterdienst (modifizierter Winterdienst, erhöhter Salzverbrauch, Zueisung, usw.) und in einem schlechteren Langzeitverhalten im Vergleich zu konventionellen Asphaltdeckschichten liegen.

Im Rahmen des gegenständlichen D-A-CH- Projektes (Kooperation Deutschland – Österreich – Schweiz) wurden Offener Asphaltdeckschichten sowohl in Hinblick auf deren strukturelle als auch auf deren funktionelle Lebensdauer, d.h. die Nachhaltigkeit der lärmindernden Wirkung und der Entwässerungswirkung, untersucht. Dabei wurden die unterschiedlichen gemachten Erfahrungen mit Offener Asphaltdeckschichten in den drei Ländern Österreich, Deutschland und Schweiz mit Hilfe eines Fragebogens gesammelt, aktualisiert und analysiert.

Generell zeigen die Beantwortungen des Fragebogens in den drei Ländern durchwegs ähnliche Erfahrungen mit diesem Deckschichttyp. Positiv wurde vor allem das Lärminderungspotenzial sowie eine durch die erhöhte Drainagefähigkeit ermöglichte verbesserte Verkehrssicherheit im Vergleich zu dichten Asphaltdeckschichtarten genannt. Als negative Aspekte dieser Bauweise wurde auf Probleme im Winterdienst, auf eine mögliche Verschmutzung der Poren und die damit einhergehende Reduzierung des Drainage- und Lärmierungsvermögens sowie auf eine kürzere strukturelle Lebensdauer im Vergleich zu dichten Deckschichttypen hingewiesen.

Aufgrund der oftmals negativen Erfahrungen mit Offener Asphaltdeckschichten rät das Konsortium als Folge der Analyse der Fragebogenrückläufe, die Hauptprobleme beim Einsatz Offener Asphaltdeckschichten

- Verkehrssicherheit,
- strukturelle Lebensdauer und
- akustische Lebensdauer

intensiv zu erforschen. Vor allem wäre es notwendig und sinnvoll, mehr laufende und begleitende Beobachtungen und Messungen, sowohl der Oberflächenbeschaffenheit, als auch der Lärmmissionen, durchzuführen, um die bisherigen Erkenntnisse über das Langzeitverhalten von Offener Asphaltdeckschichten zu intensivieren und zu verbessern.

Als Projektpartner arbeiteten das Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung der Technischen Universität Wien, Österreich (Projektleitung), das Institut für Straßenwesen, Abteilung Straßenbautechnik, der Technische Universität Braunschweig, Deutschland und das Laboratoire des Voies de Circulation der Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Schweiz, zusammen.

Long-time performance of porous asphalt surface courses

ABSTRACT

The use of porous asphalt surface courses is particularly motivated because of the great noise reduction potential of this kind of surface layer apart from the drainage effect. But experiences in Austria, Germany and Switzerland also showed the negative effects of using porous asphalt surface courses, as for instance problems in winter maintenance procedures (modified winter maintenance, increased salt consumption, de-icing, etc.) or the inferior long-term behaviour compared with conventional asphalt pavements.

In the context of this research project (D-A-CH, cooperative project Germany – Austria – Switzerland) porous asphalt surfaces have been examined regarding to their structural and functional durability, i.e. the lastingness of the noise-reducing effect and the drainage effect. With the help of a questionnaire experiences gained in Austria, Germany and Switzerland have been collected, updated and analyzed.

In general, the answers of the questionnaire show similar experiences with this type of surface layer throughout the three countries. As positive effects the noise reduction potential and possible advancements in traffic safety because of the increased drainage ability were mentioned by the respondents. The most negative effects have been declared because of modified winter maintenance techniques, possible clogging of the pores, and, as a result of this, a reduced noise reduction behaviour and shorter structural lifetime compared to dense asphalt surface layers.

As consequence of the analysis of the questionnaire the project consortium advises to do more research solving the main problems regarding porous asphalt surfaces:

- road safety,
- structural lifetime and
- acoustical lifetime.

Particularly it would be necessary and useful to accomplish more measurements and accompanying observations regarding the surface condition as well as the noise emissions within a certain time span to enhance our knowledge about the long-time performance of porous asphalt surface courses.

Within the project consortium, the Institute of Road Construction and Road Maintenance of the Technical University of Vienna (Austria, project leader), the Institute for Highway Engineering at the Technical University of Braunschweig (Germany) and the Traffic Facilities Laboratory of the Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (Switzerland), worked together.

Durabilité des revêtements en enrobé drainant

RESUME

La réalisation de couches de surface en enrobé drainant est particulièrement motivée par le fort potentiel de réduction du bruit de ce type de surface en plus de sa capacité drainante. Des expériences en Autriche, en Allemagne et en Suisse ont aussi montré les effets négatifs de l'utilisation des couches de surface en enrobé drainant, comme par exemple des problèmes dans les procédures de maintenance hivernale (maintenance hivernale modifiée, consommation accrue de sel, déverglaçage, etc.) ou le comportement à long terme moins bon que celui d'un revêtement en enrobé conventionnel.

Dans le contexte de ce travail de recherche (D-A-CH, projet en commun de l'Allemagne, l'Autriche et la Suisse) les couches de surface en enrobé drainant ont été examinées par rapport à leur durabilité structurelle et fonctionnelle, c'est-à-dire la durabilité de l'effet de réduction du bruit et de la capacité drainante. Avec l'aide d'un questionnaire, les expériences vécues en Autriche, en Allemagne et en Suisse ont été collectées, mises à jour et analysées.

En général, les réponses au questionnaire montrent des expériences similaires avec ce type de couche de surface dans les trois pays. Les effets positifs qui ont été mentionnés par les personnes ayant répondu au questionnaire sont le potentiel de réduction du bruit et les progrès possibles dans la sécurité du trafic grâce à la capacité drainante accrue. Les effets les plus négatifs ont été mentionnés concernant les techniques modifiées de maintenance hivernale, le possible colmatage des vides et, en conséquence, un effet de réduction du bruit minimisé et une plus courte durée de vie structurelle par rapport aux couches de surface en enrobé dense.

En guise de résultat de l'analyse du questionnaire, le consortium de projet conseille d'approfondir les recherches en résolvant les problèmes principaux concernant les surfaces en enrobé drainant:

- sécurité routière,
- durée de vie structurelle et
- durée de vie acoustique.

En particulier, il serait nécessaire et utile de faire davantage de mesures et d'observations concernant les conditions de surface et les émissions de bruit pendant un certain laps de temps pour améliorer nos connaissances sur les performances à long terme des couches de surface en enrobé drainant.

Dans le consortium de projet, l'Institut de la Construction et de la Maintenance Routière de l'Université Technique de Vienne, (Autriche, leader du projet), l'Institut pour l'Ingénierie Autoroutière de l'Université Technique de Brunswick (Allemagne) et le Laboratoire des Voies de Circulation de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (Suisse) ont collaboré ensemble.

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	1
2	Projektumfang.....	3
3	Projektpartner	4
4	Beschreibung der offenerporigen Asphaltdeckschichtbauweise.....	5
4.1	Vor- bzw. Nachteile Offenerporiger Asphaltdeckschichten	5
4.2	Einflussfaktoren auf die Lebensdauer Offenerporiger Asphaltdeckschichten	8
4.3	Deckschichtstatistik der Projektpartnerländer.....	10
4.4	Nationale Regelwerke für Offenerporige Asphaltdeckschichten	16
5	Analyse aktueller Forschungsprojekte	34
6	Erfahrungen mit Offenerporigen Asphaltdeckschichten.....	39
6.1	Erstellung eines Fragebogens	39
6.2	Nationale Auswertung der Fragebögen	40
6.3	Vergleichende Beurteilung der Erfahrungen mit Offenerporigen Asphaltdeckschichten in Österreich, Deutschland und der Schweiz	77
6.4	Zusammenfassung der Erfahrungen mit Offenerporigen Asphaltdeckschichten	80
7	Zukünftige Forschungsnotwendigkeiten.....	82
8	Zusammenfassung und Ausblick.....	84
9	Executive summary	87
10	Résumé général et perspectives	90
	Literaturverzeichnis	93

Anhang A – Aktuelle Forschungsprojekte betreffend Offenerporige Asphaltdeckschichten

Anhang B – Aktuelle Veröffentlichungen betreffend Offenerporige Asphaltdeckschichten

Anhang C – Fragebogen "Anwendungen und Erfahrungen mit Offenerporigen
Asphaltdeckschichten"

1 EINLEITUNG

Der Straßenverkehrslärm entwickelt sich heutzutage immer mehr zu einem dominierenden Umweltproblem. Bisherige Lärmschutzmaßnahmen im hochrangigen Straßennetz umfassten größtenteils den Bau von Lärmschutzwänden bzw. -dämmen. Durch das ständig steigende Verkehrsaufkommen empfiehlt es sich aber, bei der Reduzierung des Straßenverkehrslärms direkt an der Quelle des Lärms anzusetzen. Ein großer Beitrag dazu wurde durch die Entwicklung von so genannten lärmindernden Fahrbahndeckschichten, wie zum Beispiel Offenporige Asphaltdeckschichten, Waschbetondecken, lärmindernde Dünnschichtdecken oder lärmindernde Splittmastixasphalte, erreicht.

Der Einsatz von Offenporigen Asphaltdeckschichten ist neben der entwässernden Wirkung vor allem durch den großen Beitrag dieser Asphaltdeckschichtart zur Verringerung des Straßenverkehrslärmes motiviert. Erfahrungen in den Ländern Österreich, Deutschland und der Schweiz brachten aber nicht nur positive, sondern auch negative Effekte dieser Asphaltbauweise zu Tage, die unter anderem in Problemen beim Winterdienst (modifizierter Winterdienst, erhöhter Salzverbrauch, Zueisung, usw.) und in einem schlechteren Langzeitverhalten im Vergleich zu konventionellen Asphaltdeckschichten liegen.

Versuchsweise werden in vielen europäischen Ländern, unter anderem in den Niederlanden, in Dänemark, in der Schweiz und in Deutschland innovative lärmindernde Deckschichttypen, wie zum Beispiel Zweischichtige Offenporige Asphalte, im hochrangigen Straßennetz eingesetzt. Dabei konnte eine Lärmpegelreduktion in der Größenordnung von 5 – 8 dB(A) im Vergleich zu konventionellen Asphaltbetonen erreicht werden. Ebenso verspricht man sich eine Reduktion der Probleme im Betrieb sowie eine längere Haltbarkeit im Vergleich zu den einschichtigen Offenporigen Asphalten. In Österreich ist eine Teststrecke mit Offenporigen Asphaltdeckschichten, sowohl ein- als auch zweischichtig, mit einem anhängenden Versuchsprogramm über 5 Jahre im November 2005 fertig gestellt worden.

In den letzten Jahren haben immer wieder Veranstaltungen mit dem Ziel stattgefunden, Erfahrungen mit Offenporigen Asphaltdeckschichten auszutauschen und die Einsatzmöglichkeiten dieses Fahrbahndeckschichttyps zu diskutieren. Als Beispiele seien hier genannt:

- Workshop "Erfahrungen mit Drainasphalt" in Zusammenarbeit der Österreichischen Forschungsgesellschaft Straße und Verkehr, der ASFINAG und des Bundesministeriums für wirtschaftliche Angelegenheiten, Wien, Österreich, November 1999
- "Drainasphalt" im Rahmen des Straßenbautages Olten, IMP Bautest AG, Olten, Schweiz, März 2006
- Workshop "OPA" in Zusammenarbeit mit niederländischen Kollegen, FGSV, Köln, Deutschland, Juli 2006

Im Rahmen des DACH- Projektes "Nutzungszeiten Offenporiger Asphaltdeckschichten" werden die Erfahrungen mit Offenporigen Asphaltdeckschichten sowohl in Hinblick auf deren strukturelle als auch auf deren funktionelle Lebensdauer, d.h. die Nachhaltigkeit der lärmindernden Wirkung und der Entwässerungswirkung, in den drei Ländern Österreich, Deutschland und Schweiz zusammengestellt und analysiert.

Die Festlegung der Begrifflichkeiten erfolgt in den landesspezifischen Textabschnitten entsprechend der Terminologie des jeweiligen Landes. Somit wird unter anderem das so genannte "scharfe S" in der

Schweiz nicht geschrieben, der Begriff "Straß(ss)e" wird dadurch in den österreichischen und deutschen Teilabschnitten als "Straße" und in den schweizer Teilabschnitten als "Strasse" bezeichnet.

Für den allgemeinen Teil werden die Festlegungen aus Deutschland verwendet. Hier gilt Offenporiger Asphalt als Eigenbegriff und wird groß geschrieben, ebenso wie der Zweilagige Offenporige Asphalt.

Der Begriff der Erhaltung gliedert sich in die betriebliche Erhaltung und die bauliche Erhaltung. In der baulichen Erhaltung sind die Instandhaltung (Substanzerhaltung bei kleineren Schäden), Instandsetzung (Oberflächenbehandlung, Erneuerung einer Asphaltdeckschicht i.d.R. bis 4 cm Dicke) und die Erneuerung (wenn mehr als nur die Asphaltdeckschicht betroffen ist) enthalten.

2 PROJEKTUMFANG

Die unterschiedlichen Erfahrungen mit Offenporigen Asphaltdeckschichten in den drei Ländern Österreich, Deutschland und Schweiz werden im Rahmen dieses Forschungsvorhabens gesammelt, aktualisiert und analysiert. Durch dieses länderübergreifende Forschungsvorhaben soll der bereits bestehende Gedankenaustausch weiter intensiviert werden und schließlich die Grundlage für eine engere Zusammenarbeit bei der Entwicklung und Ausführung von verbesserten Offenporigen Asphaltdeckschichten bilden. Das Forschungsprojekt beschäftigt sich vor allem mit der Beantwortung folgender Fragen:

- Welche Offenporigen Asphaltdeckschichtsorten wurden bis heute in den drei Ländern Österreich, Deutschland und Schweiz eingebaut?
- Wie lange sind diese bereits im Einsatz?
- Welche Erfahrungen bezüglich Dauerhaftigkeit, Verschmutzung, Reinigung, Griffigkeit und Lärminderung liegen vor?
- Welche Offenporigen Asphaltdeckschichtsorten haben sich nicht bewährt und warum?
- Wo liegen bei dieser Asphaltdeckschichtart die Wissenslücken und wie lassen sich diese füllen?

Um diesen Zielen gerecht zu werden, ist folgende Vorgangsweise vom Konsortium bestimmt worden:

- Erarbeitung eines umfangreichen Fragebogens zum Thema "Anwendung und Erfahrungen mit Offenporigen Asphaltdeckschichten", sowohl im hochrangigen Straßennetz (Autobahnen und Schnellstraßen) als auch auf anderen Hauptverkehrsstraßen und auf Straßen im städtischen Bereich.
- Durchführung der Umfrage in Österreich, Deutschland und der Schweiz durch die einzelnen Projektpartner.
- Anlegen einer Datenbank zur einheitlichen Speicherung der aus der Umfrage gewonnenen Daten.
- Analyse der gespeicherten Daten in Hinblick auf eine vergleichende Beurteilung der Erfahrungen mit Offenporigen Asphaltdeckschichten in Österreich, Deutschland und der Schweiz.
- Aufzeigung der möglichen Probleme beim Einsatz Offenporiger Asphaltdeckschichten.
- Betrachtung des Langzeitverhaltens der untersuchten Offenporigen Asphaltdeckschichten, sowohl in Hinblick auf die Dauerhaftigkeit und die Verschmutzungsanfälligkeit, als auch auf die zeitliche Entwicklung der Griffigkeit und des Lärminderungspotenziales.
- Beschreibung der aktuellen Forschungsaktivitäten betreffend Offenporige Asphaltdeckschichten.
- Aufzeigen der weiteren Forschungsnotwendigkeiten betreffend Offenporige Asphaltdeckschichten (Erstellung eines Forschungsplanes).

3 PROJEKTPARTNER

Im Vorfeld wurden die Straßenforschungsgesellschaften in Österreich, Deutschland und der Schweiz mit dem Ansuchen kontaktiert, für dieses Forschungsprojekt speziell qualifizierte Projektpartner auszusuchen und festzulegen. Schließlich sind folgende Forschungseinrichtungen auf nationaler Ebene mit der Durchführung des Projektes beauftragt worden:

Projektleitung: Österreich

Technische Universität Wien, Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung
Prof. Dr. Johann Litzka
Dipl.-Ing. Jürgen Haberl
Gußhausstraße 28/E233
A – 1040 Wien
email: JLitzka@istu.tuwien.ac.at
JHaberl@istu.tuwien.ac.at
tel.: 0043/58801 – 23301 (Prof. Litzka)
0043/58801 – 23312 (J. Haberl)

Projektpartner: Deutschland

Technische Universität Braunschweig, Institut für Straßenwesen
Abteilung Straßenbautechnik
Prof. Dr. Peter Renken
Dipl.-Ing. Thomas Lobach
Pockelsstraße 3
D - 38106 Braunschweig
email: p.renken@tu-bs.de
t.lobach@tu-bs.de
tel.: 0049/531 391 – 2443 (Prof. Renken)
0049/531 391 – 2446 (T. Lobach)

Projektpartner: Schweiz

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Laboratoire des Voies de Circulation
Prof. André-Gilles Dumont
Dipl.-Ing. Margarita Rodriguez
GC C1 397 (Bâtiment GC)
Station 18
CH - 1015 Lausanne
email: andre-gilles.dumont@epfl.ch
margarita.rodriguez@epfl.ch
tel.: 0041/21 693 – 2345 (- 2389) (Prof. Dumont)
0041/21 693 – 2348 (M. Rodriguez)

4 BESCHREIBUNG DER OFFENPORIGEN ASPHALTDECKSCHICHTBAUWEISE

4.1 Vor- bzw. Nachteile Offenerporiger Asphaltdeckschichten

4.1.1 Allgemeines

Durch die spezielle Struktur von Offenerporigen Asphaltdeckschichten ergeben sich sowohl positive als auch negative Aspekte dieser Bauweise. Positiv sind vor allem das Lärminderungspotenzial sowie eine durch die erhöhte Drainagefähigkeit ermöglichte verbesserte Verkehrssicherheit im Vergleich zu dichten Asphaltdeckschichtarten. Als negative Aspekte sind größtenteils modifizierte Anforderungen an den Winterdienst, eine mögliche Verschmutzung der Poren sowie eine kürzere strukturelle Lebensdauer im Vergleich zu dichten Asphaltdeckschichtarten zu nennen [1].

4.1.2 Vorteile Offenerporiger Asphaltdeckschichten

4.1.2.1 Lärminderung

Die lärmindernde Wirkung von Offenerporigen Asphaltdeckschichten ist unbestritten und durch viele Messergebnisse belegt. Aus dem hohen Hohlraumgehalt der Offenerporigen Asphaltdeckschichten resultieren einerseits die guten Schallabsorptionseigenschaften dieser Asphaltdeckschichtart und damit andererseits eine Reduktion der Reifen- Rollgeräusche sowie der Vorbeifahrtgeräusche.

4.1.2.2 Verkehrssicherheit

Neben der lärmindernden Wirkung ergeben sich bei Offenerporigen Asphaltdeckschichten weitere positive Effekte, die bei dichten Asphaltdeckschichten nicht bzw. nicht im selben Ausmaß erreicht werden. Der große Hohlraumgehalt der offenerporigen Systeme ermöglicht es, die Wassermenge eines durchschnittlichen Niederschlagsereignisses problemlos aufzunehmen und innerhalb der Asphaltdeckschicht zum Straßenrand hin zu entwässern. Dadurch ergeben sich folgende positive Effekte:

- Reduktion der Aquaplaninggefahr,
- Reduktion der Sprühhakenbildung und
- Reduktion unerwünschter Lichtreflexionen.

In Abbildung 1 sind die Sichtverhältnisse auf Offenerporigem Asphalt bei einem Regenereignis im Vergleich zu einem dichten Asphalt gezeigt.



Abbildung 1: Reduktion der Sprühhahnenbildung bei der offenporigen im Vergleich zur dichten Asphaltdeckschichtbauweise (Quelle: Deutscher Asphaltverband e.V.)

4.1.3 Nachteile Offenporiger Asphaltdeckschichten

Die hohlraumreiche Struktur und die damit größere spezifische Oberfläche von Offenporigen Asphaltdeckschichten bewirkt, dass diese etwas kälter als dichte Asphaltdeckschichten sind. Der vorhandene Temperaturunterschied wird nach [2] mit 1 bis 2°C angegeben (siehe Abbildung 2). Die Ursache für dieses unterschiedliche thermische Verhalten liegt in einer geringeren Wärmespeicherkapazität und einer geringeren thermischen Leitfähigkeit der Luft im Vergleich zu dichten Stoffen.

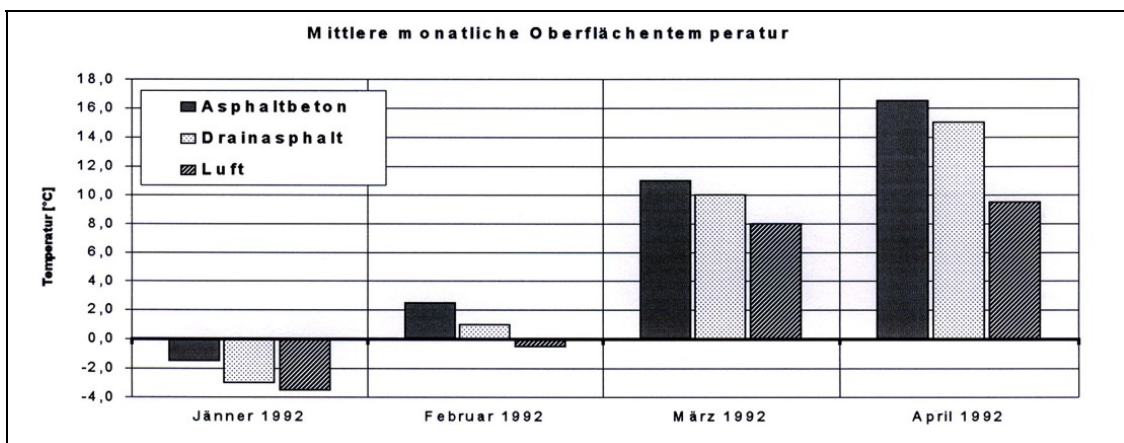


Abbildung 2: Mittlere monatliche Oberflächentemperatur offenporiger und dichter Asphaltdeckensysteme im Vergleich mit der Lufttemperatur [2]

Diese physikalischen Vorgänge haben die Wirkung, dass bei einer Temperaturabnahme Offenporige Asphaltdeckschichten zirka eine halbe Stunde früher den Gefrierpunkt erreichen als eine dichte Asphaltdeckschicht. Im umgekehrten Fall, also beim Temperaturanstieg, überschreitet die Temperatur der Offenporigen Asphaltdeckschicht sogar erst eine Stunde später als die der dichten Asphaltdeckschicht den 0°C- Punkt [2]. Dies führt dazu, dass die Temperatur der Offenporigen Asphaltdeckschichten insgesamt rund 5% länger unter dem Gefrierpunkt liegt als die von dichten Asphalten.

4.1.3.1 Modifizierte Anforderungen an den Winterdienst

Durch die einerseits niedrigeren Temperaturen von Offenporigen Asphaltdeckschichten und andererseits durch die offenporige Struktur und die damit verbundenen Konsequenzen, wie raschere Eisbildung und früheres Ansetzen von Schnee, ergeben sich für die zuständigen Straßenmeistereien zusätzliche Anforderungen an den Winterdienst im Vergleich zu dichten Asphaltarten, wie zum Beispiel einen früher notwendigen Winterdiensteinsatz oder eine erhöhte Fahrtenanzahl der Streudienste. Daraus resultiert ein Mehrverbrauch an Auftaumittel in einer Größenordnung von bis zu 50% [3].

Besonders kritische Situationen ergeben sich bei Regenereignissen auf einer unterkühlten Asphaltdeckschicht oder bei Eisregen, da eine einmal durchgefrorene Offenporige Asphaltdeckschicht nur sehr schwer von Eis befreit werden kann, was unweigerlich zu Straßensperrungen führt. Die Frage der Präventivstreuung ist dabei etwas umstritten, da das vorbeugend aufgebrauchte Salz mit den ersten Niederschlägen rasch in die Poren verfrachtet wird und daher für die oberflächige Auftauwirkung nicht mehr zur Verfügung stehen kann. Eine Präventivstreuung erscheint daher nur bei speziellen Wettersituationen, wie zum Beispiel bei Schneefall nach einer Trockenperiode, sinnvoll.

Um diesen modifizierten Anforderungen an den Winterdienst gerecht zu werden, erscheint es sinnvoll, das zuständige Räumungsteam einer speziellen Schulung zu unterziehen. Ein exaktes Wetterprognosesystem sowie eine elektronische Fahrbahnzustandsüberwachung ist ebenso ein wertvolles Hilfsmittel zur Bewältigung der Wintermonate. Die modifizierten Anforderungen an den Winterdienst können ein Hindernis für den Einsatz von Offenporigen Asphaltdeckschichten auf jeweils sehr kurzen Teilabschnitten darstellen.

4.1.3.2 Strukturelle Lebensdauer

Aufgrund des Einkorngerüstes von Offenporigen Asphaltdeckschichten ergeben sich geringere Korn-zu-Korn- Kontaktflächen und damit eine erhöhte Belastung des Korngerüstes. Einer hohen Widerstandsfähigkeit gegenüber vertikalen Belastungen steht ein geringerer Widerstand gegen auftretende Schubkräfte, wie zum Beispiel im Bereich von engen Kurven oder Brems- und Beschleunigungsstrecken, gegenüber. Das resultiert in einer erhöhten Anzahl von Kornausbrüchen, die vor allem auch nach den Wintermonaten zu bemerken sind. Beispiele für Kornausbrüche an Offenporigen Asphaltdeckschichten sind in Abbildung 3 dargestellt.



Abbildung 3: Beispiele für Kornausbrüche an Offenporigen Asphaltdeckschichten

Offenporige Asphaltdeckschichten weisen in der Regel eine verringerte strukturelle Lebensdauer im Vergleich zu konventionellen Asphaltdeckschichten auf. Besonders ist aber darauf hinzuweisen, dass das Ende der Nutzungsdauer eines Offenporigen Asphaltes in der Regel schlagartig erreicht wird.

Dadurch ergibt sich für den Straßenerhalter eine besondere Schwierigkeit einer vorausschauenden Planung für etwaige durchzuführende bauliche Maßnahmen an der Asphaltdeckschicht.

4.1.4 Einsatzgrenzen Offenporiger Asphaltdeckschichten

Aus den bereits genannten Nachteilen der offenporigen Asphaltbauweise ergeben sich einige Einsatzgrenzen dieser Asphaltdeckschichtart. Diese können sich in technischer, betrieblicher und wirtschaftlicher Hinsicht ergeben. Bei Betrachtung der zuvor beschriebenen negativen Aspekte lassen sie sich wie folgt auflisten:

- Einsatz vorwiegend im hochrangigen Straßennetz (im Winterdienst nur Salzstreuung, kein Streusplitt)
- zusammenhängende Offenporige Asphaltstrecken sinnvoll (Winterdienst)
- Einsatz im innerstädtischen Bereich problematisch (hohe Fahrgeschwindigkeiten zur Selbstreinigung notwendig, Einbau,)
- Einsatz an Steigungsstrecken problematisch (mechanischer Abrieb durch Brems- und Beschleunigungsvorgänge, Verwendung von Schneeketten,)
- Einsatz in engen Kurven problematisch
- Schwierigkeit einer vorausschauenden Planung bei der baulichen Erhaltung (plötzliches strukturelles Versagen,)

4.2 Einflussfaktoren auf die Lebensdauer Offenporiger Asphaltdeckschichten

4.2.1 Allgemeines

Mit einer durchschnittlichen strukturellen Lebensdauer von ca. 10 Jahren (siehe [4]) erfordern Offenporige Asphaltdeckschichten eine wesentlich höhere Frequenz an Erneuerungsarbeiten als dichte Asphaltdeckschichten. Zur Analyse des Langzeitverhaltens ist aber nicht nur die strukturelle, sondern auch die akustische Lebensdauer beim Einsatz von lärmindernden Offenporigen Asphaltdeckschichten von großer Wichtigkeit.

4.2.2 Akustische Lebensdauer

Die lärmindernde Wirkung von Offenporigen Asphaltdeckschichten beruht sowohl auf deren Oberflächentextur als auch auf den schallabsorbierenden Eigenschaften, die durch den hohen Hohlraumgehalt dieser Asphaltdeckschichtart entstehen. Das Grundprinzip zur Erhaltung einer signifikanten Lärminderung im Vergleich zu dichten Deckschichtarten ist somit, diese schallabsorbierenden Eigenschaften durch eine Verhinderung der Verstopfung der Poren möglichst aufrecht zu erhalten. Dies geschieht bei hohen Fahrgeschwindigkeiten durch einen so genannten Selbstreinigungsprozess, der durch die Sogwirkung eines vorbeifahrenden Fahrzeuges entsteht. Eine gewisse Frequenz an Fahrzeugen ist somit notwendig, um diesen Prozess aufrecht zu erhalten. Durch so genannte Durchflussmessungen, bei denen die Durchflusszeit einer gewissen Wassermenge durch die Offenporige Asphaltdeckschicht gemessen wird, lässt sich die Drainagefähigkeit der Asphaltdeckschicht bestimmen. Durch Langzeituntersuchungen kann dann auf Veränderungen im

Hohlraumgehalt geschlossen werden. Eine Möglichkeit, eine bereits "verstopfte" Offenerporige Asphaltdeckschicht wieder akustisch wirksam zu machen, wäre eine Reinigung der Asphaltdeckschicht mittels eines Hochdruckverfahrens. Dabei wird zuerst der in den Poren sitzende Schmutz durch einen Wasserstrahl gelöst, um anschließend abgesaugt zu werden. Allerdings ist der erzielte Effekt dieser Reinigungsgeräte etwas umstritten (siehe [5] oder [6]).

4.2.3 Strukturelle Lebensdauer

Die strukturelle Lebensdauer von Offenerporigen Asphaltdeckschichten ist grundsätzlich von den verwendeten Materialien zur Asphaltdeckschichtherstellung, vom ordnungsgemäßen Einbau und von äußeren Belastungen während der Liegedauer abhängig. Ziel zur Erhaltung einer möglichst langen Liegedauer ist es, Kornausbrüche und sonstige Oberflächenschäden zu verhindern. Das beginnt schon bei der Wahl der Ausgangsmaterialien, das Gesteinsmaterial muss eine gute Kornform, eine hohe Frostbeständigkeit und eine hohe Festigkeit aufweisen. Da die Kontaktflächen der Körner zueinander bei Offenerporigem Asphalt geringer als bei dichten Asphaltdeckschichten sind, werden an das zu verwendende Bitumen ebenfalls hohe Anforderungen gestellt. All diese Anforderungen werden im Abschnitt 4.4 dieses Berichtes für die drei Projektpartnerländer Österreich, Deutschland und Schweiz erläutert. Da Offenerporige Asphaltdeckschichten zu einer besonders sensiblen Bauweise zählen, ist beim Einbau auf ein für diese Bauweise geschultes Personal zu achten. Um das Korngefüge nicht zu zerstören, dürfen bei der Verdichtung nur statische Walzen verwendet werden.

Besonderen Einfluss auf die strukturelle Lebensdauer von Offenerporigen Asphaltdeckschichten hat die Verkehrsbelastung, und hier vor allem der Schwerverkehr. Besonders kritische Situationen ergeben sich an Steigungs- und Gefällestrecken, bei Brems- und Beschleunigungsvorgängen und durch die Verwendung von Spikesreifen oder Schneeketten. Durch den großen Hohlraumgehalt ist dieser Asphaltdeckschichttyp auch besonders anfällig für starke Temperaturschwankungen und so genannte Frost-Tau- Wechsel. Mechanische Schäden, zum Beispiel durch Unfälle oder durch Radfelgen (siehe Abbildung 4), stellen bei Offenerporigen Asphaltdeckschichten ein besonderes Problem dar, da kleinflächige Reparaturmaßnahmen zu einer Störung der Drainagefähigkeit führen können sowie die lärmindernde Wirkung verringern. Eine Sanierung solcher Schäden kann prinzipiell nur durch eine großflächige Erneuerung über die gesamte Fahrbahnbreite erfolgen [7]. Die Folge daraus sind höhere Erhaltungskosten im Vergleich zu dichten Asphaltdeckschichtarten.



Abbildung 4: Beispiel für mechanische Schäden an Offenerporigen Asphaltdeckschichten durch Radfelgen

4.3 Deckschichtstatistik der Projektpartnerländer

4.3.1 Allgemeines

Die Bauweise der Offenerporigen Asphaltdeckschichten wurde und wird in Europa in unterschiedlicher Intensität und mit unterschiedlicher Zufriedenheit angewandt. Das ist unter anderem auf die verschiedenen klimatischen Bedingungen zurückzuführen. Die Deckschichtstatistiken für Österreich, Deutschland und der Schweiz sind in Abschnitt 4.3.2 bis Abschnitt 4.3.4 angeführt.

4.3.2 Deckschichtstatistik Österreich

In Österreich wurde die erste Offenerporige Asphaltdeckschicht (damals Drainasphalt genannt), und somit auch die erste lärmindernde Fahrbahndeckschicht, im Jahr 1984 auf der A12 Inntal Autobahn verlegt. In den darauf folgenden Jahren kam es zu einem regelrechten Boom der offenerporigen Asphaltbauweise im hochrangigen Straßennetz (siehe Abbildung 5). Große Abschnitte der österreichischen Transitautobahnen (A12 Inntal Autobahn, A13 Brenner Autobahn, A9 Pyhrnautobahn und A10 Tauern Autobahn) wurden fast vollständig mit Drainasphalt ausgelegt. Bis 1992 wurden auf Österreichs Autobahnen und Schnellstraßen rund 7,5 Millionen m² Drainasphalt eingebaut, das waren damals ca. 18% des gesamten hochrangigen Straßennetzes. Die vorherrschende Bauweise war dabei der DA 11 (Größtkorn 11 mm).

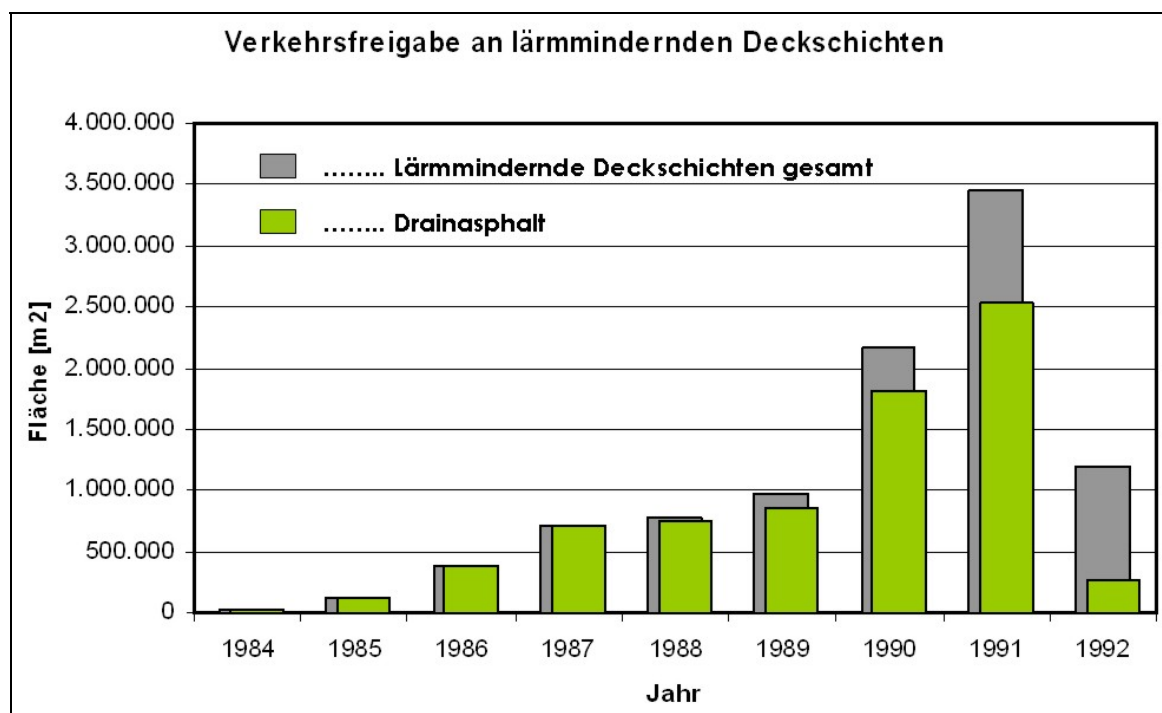


Abbildung 5: Entwicklung der Verkehrsfreigaben von lärmindernden Straßendecken bzw. Drainasphaltdeckschichten am österreichischen hochrangigen Straßennetz bis zum Jahr 1992 (nach [4])

In den folgenden Jahren kam es zu einem starken Rückgang der offenerporigen Asphaltbauweisen, der Anteil des Drainasphaltes am gesamten hochrangigen Straßennetz schrumpfte auf ca. 8,4% (Stand 2004, siehe [8]) und schließlich auf 4,7% im Jahr 2006. Dieser Rückgang lässt sich vor allem auf Vorbehalte der Straßenerhalter wegen modifizierter Anforderungen an den Winterdienst sowie auch auf die Möglichkeit von plötzlich auftretenden Versagenserscheinungen mit starken Kornverlusten

zurückführen. Abbildung 6 zeigt Daten, die aus einer jährlich von der ASFINAG (siehe [9]) durchgeführten Aktualisierung der Oberbaudaten stammen.

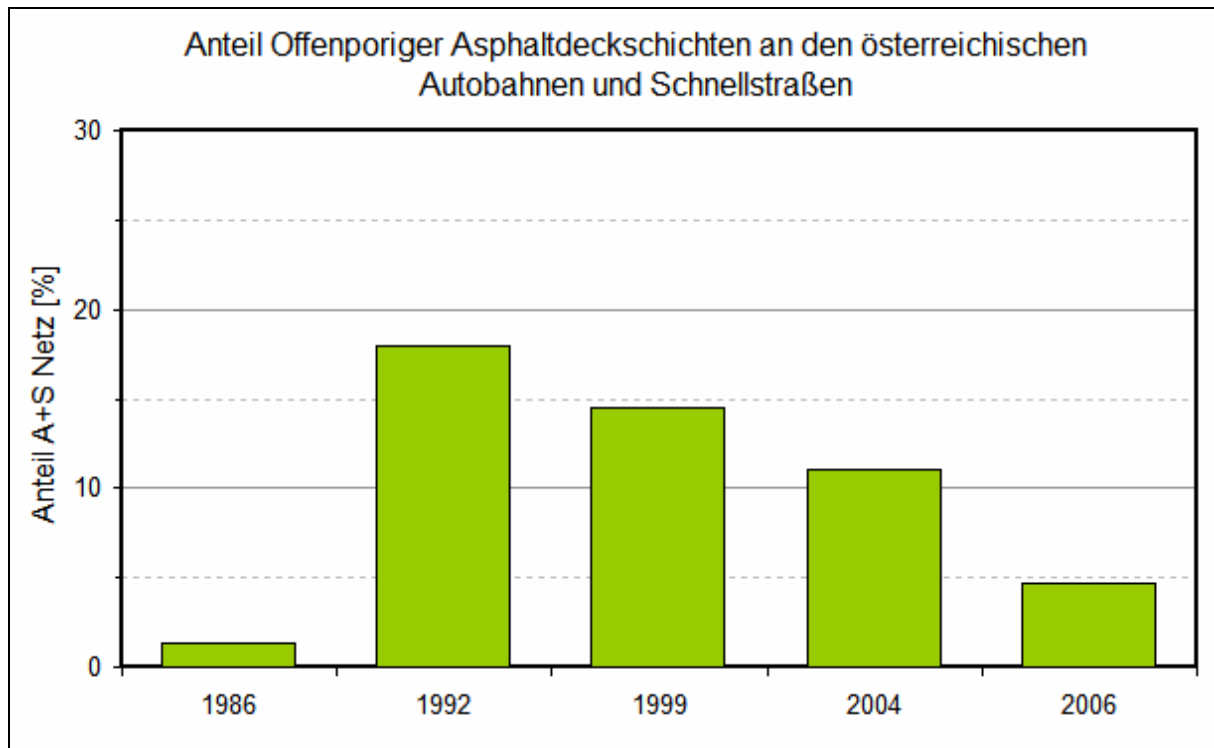


Abbildung 6: Anteil der Offenporigen Asphaltdeckschichten am österreichischen hochrangigen Straßennetz

4.3.3 Deckschichtstatistik Deutschland

Eine umfassende Statistik über Strecken, die mit Offenporigen Asphaltdeckschichten gebaut wurden, liegt für Deutschland nicht vor. Auf Grund des föderalistischen Systems liegt die Verantwortlichkeit für den Bau und die Erhaltung, auch von höherrangigen Straßen, wie Bundesautobahnen und Bundesstraßen, bei den Bundesländern.

Eine qualifizierte Statistik über die jährlich hergestellten Tonnagen von Offenporigem Asphalt kann ebenfalls nicht angegeben werden, da lediglich Statistiken über die Gesamtliefermengen von Asphalten vorliegen. Eine Trennung in unterschiedliche Asphaltarten / -sorten ist anhand der Daten nicht möglich.

Das längste Teilstück, das mit der offenporigen Asphaltbauweise in Deutschland hergestellt wurde, liegt derzeit in Niedersachsen. Auf der BAB A2 wurden etwa 180 km Richtungsfahrbahnen aus Offenporigem Asphalt hergestellt, das entspricht etwa 6,5% des niedersächsischen Autobahnnetzes (1392 km bzw. 2784 km Richtungsfahrbahnen, Stand 2005 [10]). In Bayern sind etwa 120 km Richtungsfahrbahnen mit Offenporigem Asphalt hergestellt worden [11]. Eine Übersicht über die offenporigen Streckenabschnitte in Bayern zeigt Abbildung 7. In den übrigen Bundesländern sind lediglich kurze Teilschnitte – insbesondere aus punktuellen Lärmschutzgründen – mit Offenporigem Asphalt hergestellt worden.

Insgesamt sind derzeit in Deutschland etwa 400 km Richtungsfahrbahnen mit Offenporigen Asphaltdeckschichten unter Verkehr. Bezogen auf ein Gesamtstreckennetz von etwa 12.200 km (Stand 2005 [10]), entsprechend 24.400 km Richtungsfahrbahnen, sind damit etwa 1,6% der bundesdeutschen Autobahnen mit der offenporigen Asphaltbauweise derzeit in Betrieb. Etwa 30% der bundesdeutschen Autobahnen sind in Betonbauweise, etwa 30% mit Gussasphaltdeckschichten und etwa 30% mit Walzasphaltdeckschichten ausgeführt. Wird der Anteil der offenporigen Streckenabschnitte allein auf

die Asphaltbauweise bezogen, sind etwa 2,7% Richtungsfahrbahnen in der offenporigen Asphaltbauweise ausgeführt. Etwa 5,5% der auf deutschen Autobahnen eingesetzten Walzasphalthe sind Offenporige Asphalthe.

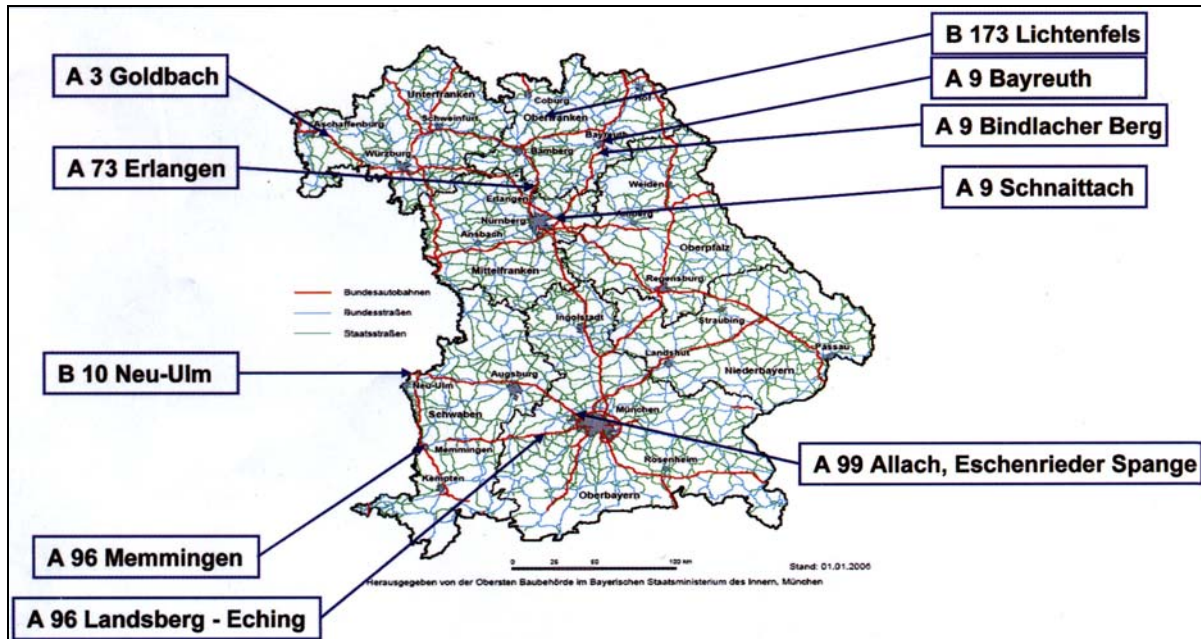


Abbildung 7: Strecken mit Offenporigen Asphaltdeckschichten in Bayern [11]

4.3.4 Deckschichtstatistik Schweiz

Mehrere Studien haben erlaubt, die Entwicklung von Offenporigen Asphaltdeckschichten in der Schweiz zu verfolgen. Das Land ist wegen seiner geographischen Lage und seiner demographischen Verteilung prädestiniert für den Einbau von Offenporigen Asphaltdeckschichten. Es gibt eine hohe Konzentration von Strassen mit dichtem Verkehr in Gebieten, in denen auch die Bevölkerungsdichte hoch ist. Hingegen wird wegen der klimatischen Bedingungen im Winter von einem Einbau in Höhen über 700 – 800 m.ü.M. abgeraten. Das Abwägen dieser Vor- und Nachteile zwingt die Entscheidungsträger zu einer gewissen Vorsicht, was den Einsatz dieser Technologie und deren Entwicklung stark bremsen kann.

Abbildung 8 zeigt die Strecken mit Offenporigen Asphaltdeckschichten in der Schweiz. Man stellt fest, dass von den 26 Kantonen 9 Offenporige Asphaltdeckschichten auf ihren Autobahnen einsetzen. Der Kanton Waadt (VD), im Südwesten des Landes gelegen, hat mit dem langjährigen Einsatz dieser Technologie eine Pionierrolle gespielt. Heute sind auf ungefähr 1/3 seines Autobahnnetzes Offenporige Asphaltdeckschichten eingebaut, auch auf mehreren Brücken.

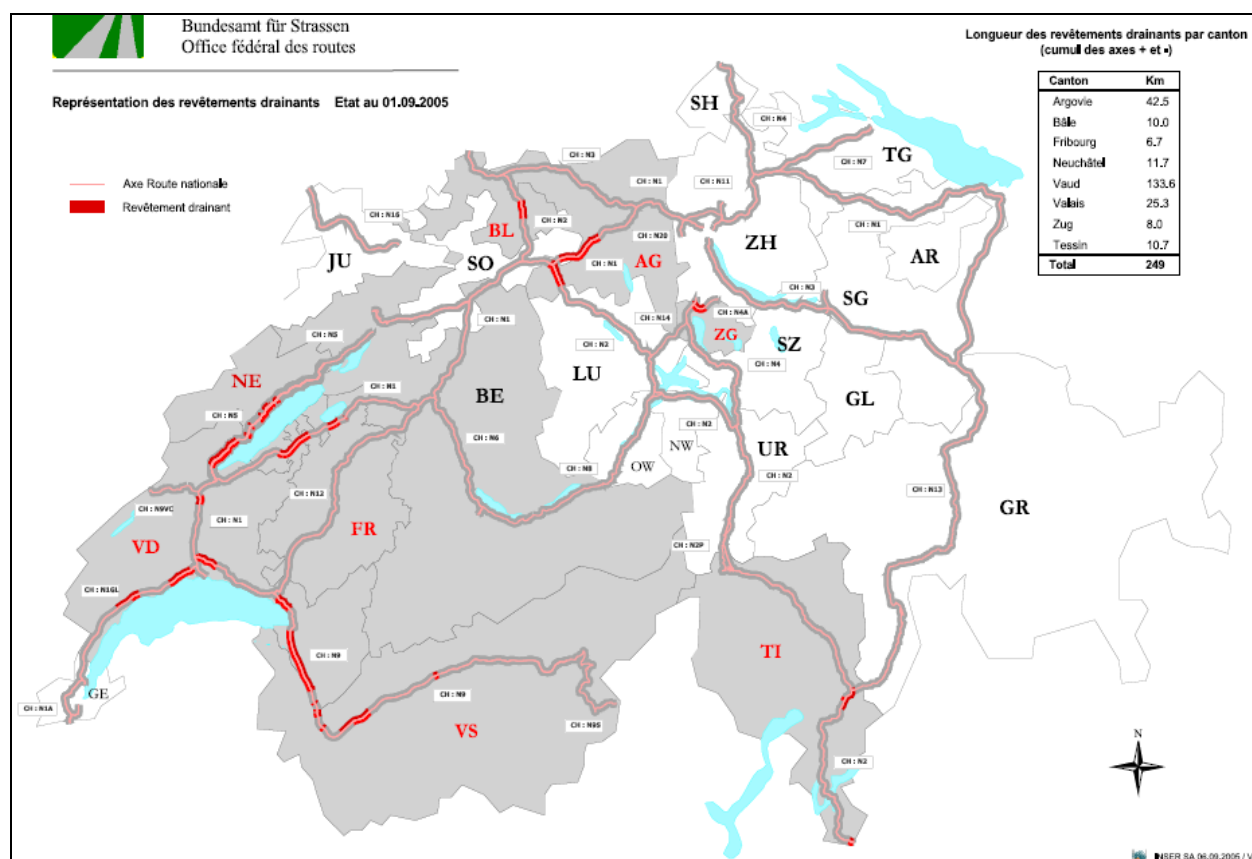


Abbildung 8: Strecken mit Offenerporigen Asphaltdeckschichten in der Schweiz

Der erste Einbau wurde im Jahr 1979 realisiert. Abbildung 9 zeigt die Anzahl von Abschnitten mit Offenerporigen Asphaltdeckschichten zwischen 1979 und 2007 [12]. Sie weist einen Ausschlag nach oben in den Jahren 1985 und 1986, wie auch in den Jahren 1993 und 1998 auf.

Im Rahmen eines Forschungsprojekts LAVOC/EPFL und EMPA ist ein neues Inventar ebenfalls realisiert worden. Abbildung 10 zeigt die jährlich eingebauten Flächen der realisierten Abschnitte. Vor allem für die Jahre 1985 und 1986 gibt es nur eine bedingte Übereinstimmung zwischen der Anzahl der Abschnitte und der eingebauten Fläche, aus dem Grund, weil die eingebauten Abschnitte sehr kurz waren. Die starke Zunahme in den Jahren 1993, 1994, 1997 und 1998 (Abbildung 10) kann mit grossen Baustellen des Kantons Waadt erklärt werden, in denen Oberflächen grossen Ausmasses für Autobahnen mit einer Verkehrslast von über 50'000 Fz/Tag verbaut wurden.

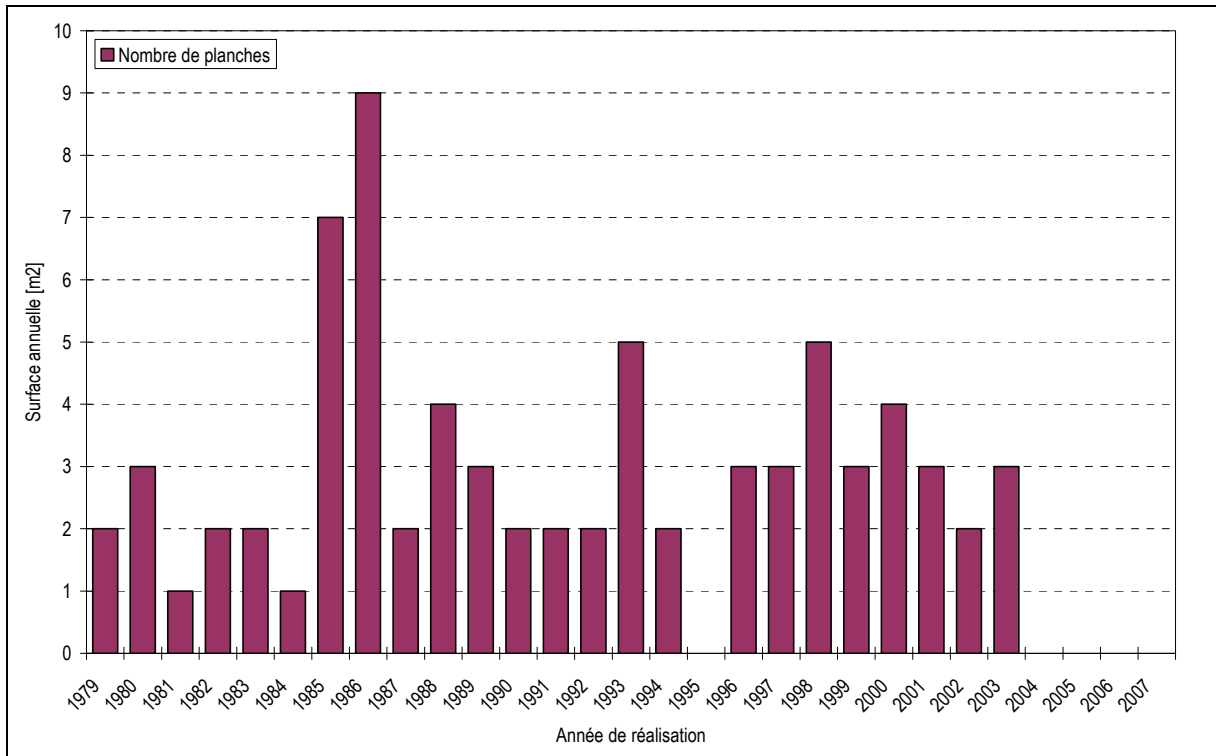


Abbildung 9: Anzahl der Abschnitte und deren Einbaujahr [12]

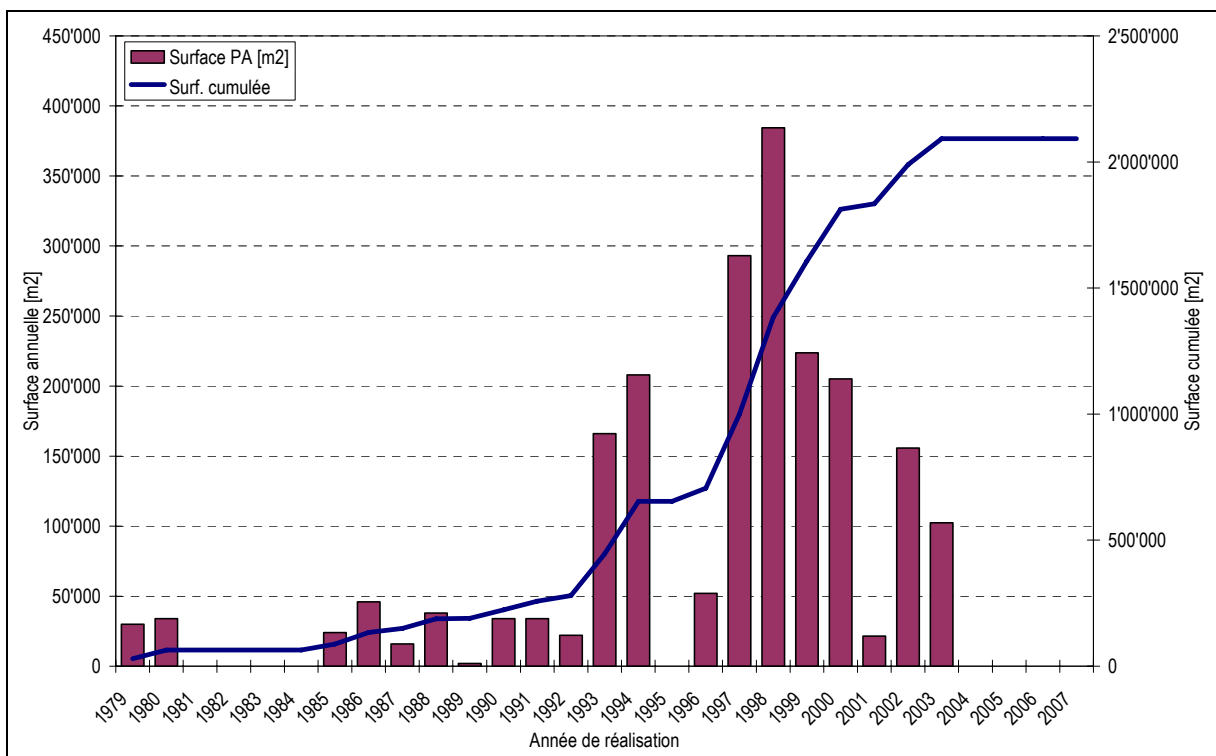


Abbildung 10: Jährlich eingebaute Flächen und kumulierte Fläche [12]

Die Dicke der in der Schweiz eingebauten Offenerporigen Asphaltdeckschichten ist relativ konstant mit durchschnittlich 4 cm und variiert zwischen 2,5 und 5 cm. Tatsächlich wurden in den 80er-Jahren

Versuche mit dem Einbau dünner Deckschichten von 2,5 cm angestellt, aber die Tendenz geht heute eindeutig zu Schichtdicken von 4 cm, für die das Preis-Leistungsverhältnis als optimal gilt.

Die maximale Korngröße des Mischguts beträgt entweder 11 mm oder 8 mm. Abbildung 11 zeigt die Entwicklung des Hohlraumgehalts in den 80er und 90er Jahren. Man stellt fest, dass der Mittelwert stets gestiegen ist und in den 80er Jahren rund 15%, in den 90er Jahren 20% betrug. Die Erhöhung des Hohlraumgehalts wurde mit einer kontinuierlichen Veränderung der Korngrößenverteilung erreicht.

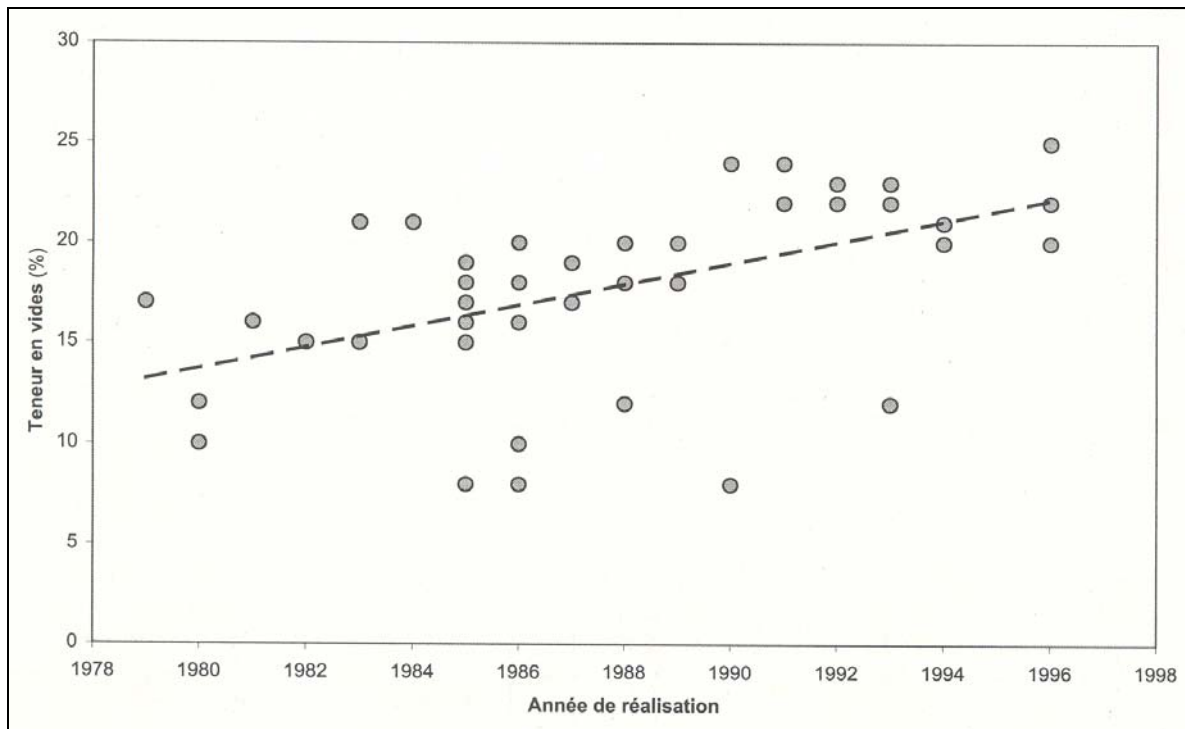


Abbildung 11: Entwicklung des Hohlraumgehalts [12]

4.3.5 Zusammenfassung

Die vorliegenden Deckschichtstatistiken zeigen, dass die offenporige Asphaltbauweise durchaus Verwendung in den drei Projektpartnerländern findet. Sind in Österreich 4,7% des ASFINAG-Straßennetzes mit Offenporigen Asphaltdeckschichten ausgestattet, so sind es in Deutschland 1,6% der bundesdeutschen Autobahnen und in der Schweiz ca. 13% der Nationalstraßen.

Allerdings ist auch eine rückläufige Tendenz in der Statistik der letzten Jahre zu erkennen.

Anzumerken ist auch, dass Offenporige Asphaltdeckschichten oftmals nicht konsequent, sondern nur über jeweils kurze Teilbereiche, eingesetzt werden. Dadurch können sich zusätzliche Probleme bei der Erhaltung und im Winterdienst ergeben.

4.4 Nationale Regelwerke für Offenporige Asphaltdeckschichten

4.4.1 Allgemeines

Offenporige Asphaltdeckschichten werden in den drei Projektpartnerländern jeweils durch unterschiedliche Anforderungen sowohl an die verwendeten Materialien - Gestein, Bitumen, eventuell Zuschlagstoffe – als auch an das Asphaltmischgut und an die fertige Schicht geregelt. In einem Vergleich der Regelwerke aus Österreich, Deutschland und der Schweiz soll herausgefunden werden, ob Offenporige Asphaltdeckschichten aus den drei Ländern einander entsprechen und somit auch direkt miteinander verglichen werden können.

4.4.2 Nationale Regelwerke in Österreich

In Österreich zählen Offenporige Asphaltdeckschichten seit 1990 zu einer Regelbauweise, die technischen Vertragsbedingungen für den so genannten Drainasphalt wurden in den Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen (RVS) in der RVS 8.26.28 [13] geregelt. Neben den Anforderungen an die verwendeten Materialien wurden durch diese Richtlinie die Herstellung, der Einbau und die durchzuführenden Prüfungen festgelegt. Bei der ersten Abänderung im Jahr 1992 wurde das Größtkorn 11 mm als einzige Bauweise festgelegt.

Im November 2001 wurden in den Regelwerken alle in Österreich verwendeten Regelasphaltbauweisen zusammengefasst, die Anforderungen an das Asphaltmischgut wurden ab diesem Zeitpunkt in der RVS 8S.01.41 [14] und die Anforderungen an Asphalttschichten in der RVS 8S.04.11 [15] geregelt.

Mit Dezember 2006 wurden die österreichischen Richtlinien durch die Herausgabe der österreichischen Normen ÖNORM B 3580 bis ÖNORM B 3586 den europäischen Normen der Serie ÖNORM EN 13108ff angepasst. Grundsätzlich beschreiben diese Normen nur die (empirischen) Anforderungen an die Mischgutzusammensetzungen in Hinblick auf die gewählte bzw. zulässige Gesteinskombination sowie das Bindemittel [16]. Ebenso wurden mit dieser Umstellung auch die Begriffsbestimmungen der Mischgutsorten geändert, Drainasphalt wird nunmehr mit PA (Porous Asphalt, Offenporiger Asphalt) bezeichnet (siehe [17]). Weiters wurden die maßgeblichen österreichischen Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen an diese Umstellung angepasst. Die Mischgutanforderungen für Offenporige Asphaltdeckschichten (Eignungsprüfung) sind somit in der ÖNORM B 3586 [18], die Anforderungen an das Asphaltmischgut bei der Abnahmeprüfung in der RVS 08.97.05 [19] und die Anforderungen an Asphalttschichten in der RVS 08.16.01 [20] geregelt.

Gemäß ÖNORM B 3586 [18] wird bei der offenporigen Asphaltbauweise zwischen den drei Mischgutklassen P1, P2 und P3 mit einem Größtkorn von jeweils 8 mm, 11 mm und 16 mm unterschieden, wobei die Klasse P3 nur für die Verwendung im Sportstättenbau vorgesehen ist und somit in den weiteren Ausführungen nicht mehr angeführt wird. Die Grenzsieblinien der offenporigen Deckschichttypen sind in Tabelle 1 dargestellt. Beispielhaft sind in Abbildung 12 und in Abbildung 13 die Grenzsieblinien für den PA 11 bzw. PA 8 für die beiden Mischgutklassen P1 (in blau) und P2 (in rot) gezeigt. P1 ist der jeweils etwas dichtere (hohlraumärmere) Typ für größere strukturelle Beanspruchungen (z. Bsp.: Steigungsstrecken, höhere klimatische Beanspruchungen, ...).

Tabelle 1: Sieblinien für die Mischgutklassen P1 und P2 gem. ÖNORM B 3586 [18]

Siebgröße	PA 8		PA 11		PA 16	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2
mm	Siebdurchgang Masseanteil in %		Siebdurchgang Masseanteil in %		Siebdurchgang Masseanteil in %	
22,4	–	–	–	–	100	100
16	–	–	100	100	90 bis 100	90 bis 100
11,2	100	100	90 bis 100	90 bis 100	20 bis 35	20 bis 35
8	90 bis 100	90 bis 100	20 bis 35	20 bis 35	–	–
5,6	–	–	–	–	–	–
4	20 bis 35	15 bis 25	–	–	–	–
2	10 bis 17	8 bis 15	10 bis 17	8 bis 15	10 bis 17	8 bis 15
0,5	6 bis 12	5 bis 12	6 bis 12	5 bis 12	6 bis 12	5 bis 12
0,063	2,0 bis 5,0	2,0 bis 5,0	2,0 bis 5,0	2,0 bis 5,0	2,0 bis 5,0	2,0 bis 5,0

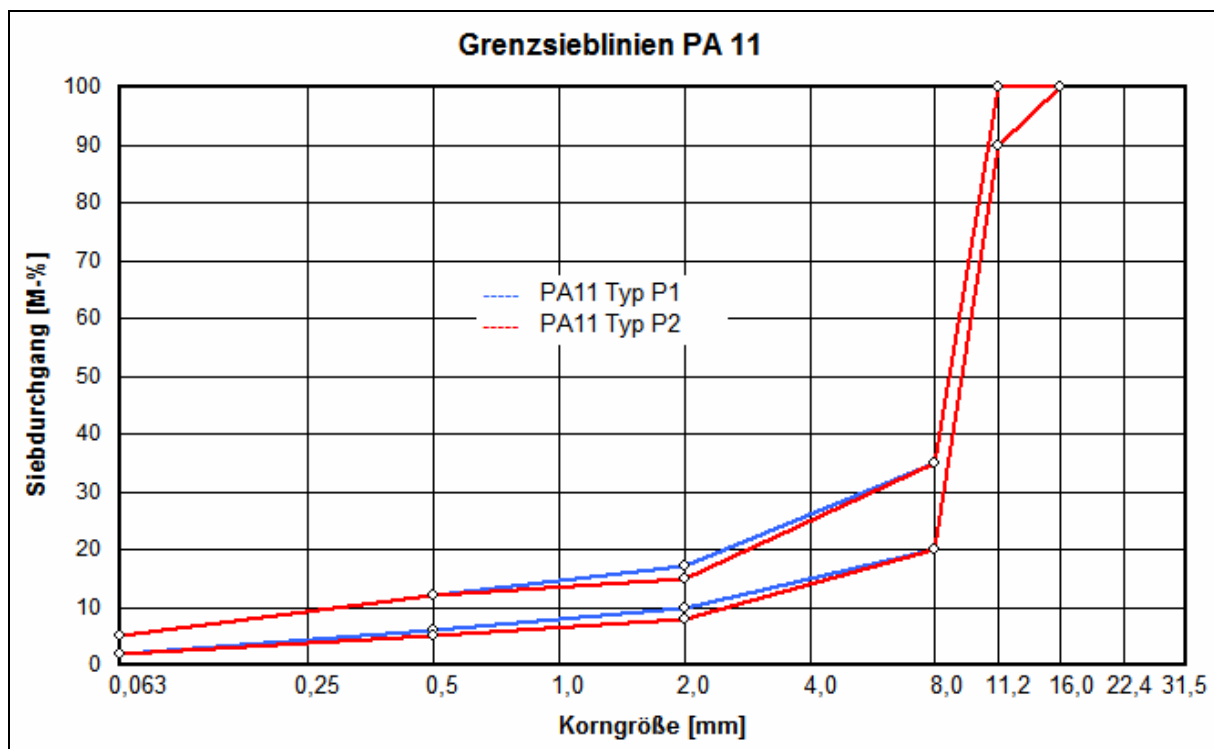


Abbildung 12: Grenzsieblinien für den PA 11 (gemäß ÖNORM B 3586 [18])

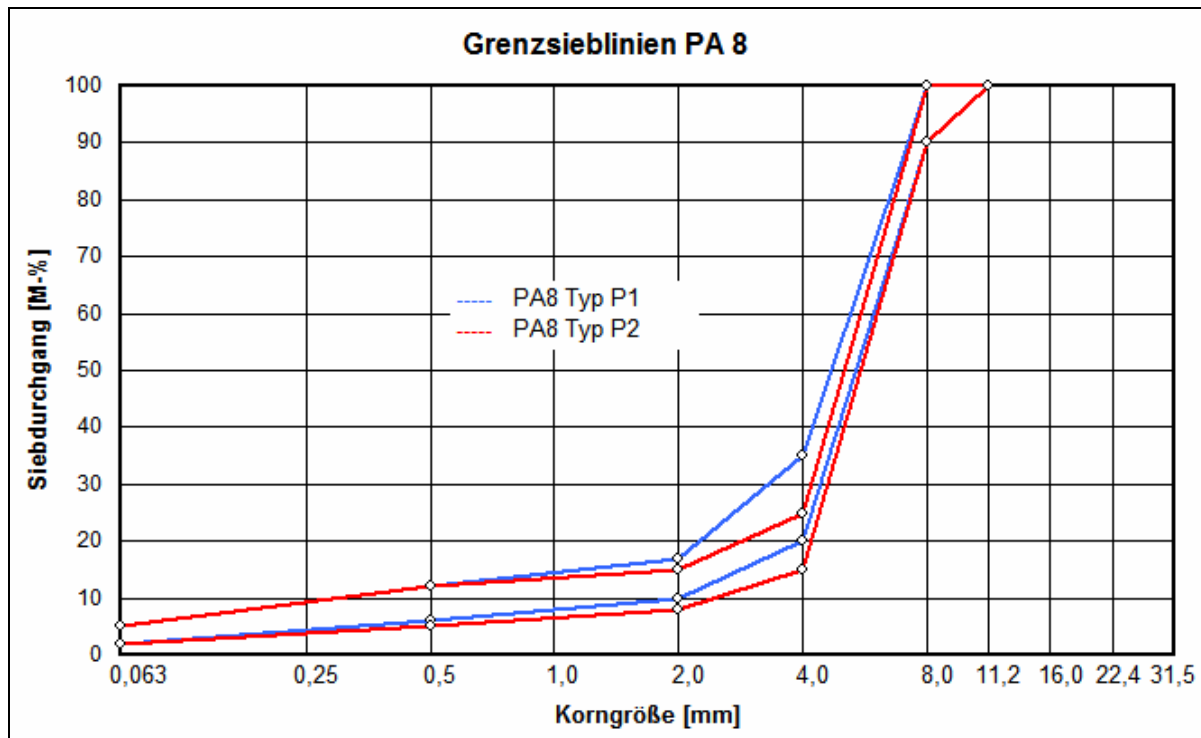


Abbildung 13: Grenzsieblinien für den PA 8 (gemäß ÖNORM B 3586 [18])

Die Anforderungen an den Hohlraum- und den Bindemittelgehalt bei der Eignungsprüfung sind in Tabelle 2 gezeigt. Die Prüfung erfolgt dabei am Marshall-Prüfkörper.

Tabelle 2: Anforderungen an den Hohlraum- bzw. Bindemittelgehalt gem. ÖNORM B 3586 [18]

Eigenschaft	PA 8		PA 11		PA 16	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Hohlraumgehalt min. [V-%]	16	22	16	22	16	22
Hohlraumgehalt max. [V-%]	26	30	26	30	26	30
Bindemittelgehalt min. [M-%]	5,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0

Als Bindemittel sind nur modifizierte Bitumen gem. ÖNORM B 3613 [21] zulässig. Die Gesteinskörnungen müssen der Norm ÖNORM B 3130 [22] entsprechen. Für die geforderte Gesteinsklasse G1 ist somit für den Widerstand gegen Zertrümmerung ein LA- Wert gem. ÖNORM EN 1097-2 [23] von maximal 20 und für den Widerstand gegen Polieren ein PSV- Wert gem. ÖNORM EN 1097-8 [24] von minimal 50 gefordert. Die Anforderungen an die Gesteinskörnungen sind in Tabelle 3 gezeigt.

Tabelle 3: Anforderungen an die Gesteinskörnungen für PA (G1) gem. ÖNORM B 3586 [18]

Eigenschaft	Prüfnorm	Anforderung
Korngruppen/Lieferkörnungen	ÖNORM EN 933-1 [25]	0/1, 0/2, 2/4, 2/5, 4/8, 8/11, 11/16, 16/22
Korngrößenverteilung	ÖNORM EN 933-1 [25]	G _{TC} 20
Gehalt an Feinteilen	ÖNORM EN 933-1 [25]	grob: f ₁ fein: f ₁₆
Kornform von groben Gesteinskörnungen	ÖNORM EN 933-4 [26]	SI ₁₅
Anteil gebrochener Körner	ÖNORM EN 933-5 [27]	C _{100/0}
Kantigkeit von feinen Gesteinskörnungen	ÖNORM EN 933-6 [28]	E _{CS} 35
Widerstand gegen Zertrümmerung	ÖNORM EN 1097-2 [23]	LA ₂₀
Widerstand gegen Polieren	ÖNORM EN 1097-8 [24]	PSV ₅₀
Widerstand gegen Frost-Tau-Wechsel	ÖNORM EN 1367-1 [29]	F ₁
Affinität von groben Gesteinskörnungen	ÖNORM EN 12697-11 [30]	Bedeckung mind. 85%
Sonnenbrand von Basalt	ÖNORM EN 1367-3 [31]	SB _{LA}
Raubbeständigkeit von Stahlwerkschlacke	ÖNORM EN 1744-1 [32]	V _{3,5}

Die Anforderungen an das Asphaltmischgut bei der Abnahmeprüfung sind in der RVS 08.97.05 [19] geregelt und in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Anforderungen an die Abnahmeprüfung gem. RVS 08.97.05 [19]

Material / Eigenschaft	Mischgutsorte gemäß ÖNORM B 3586		
	PA 8 P1 PA 8 P2 PA 8 P3	PA 11 P1 PA 11 P2 PA 11 P3	PA 16 P1 PA 16 P2 PA 16 P3
Gesteinsmaterial, Bindemittel, Zusatzstoffe			
Gesteinsmaterial	Anforderungen s. Anhang B, Tabelle 2		
Bindemittel	Modifiziertes Bindemittel der Sorten PmB 10/40-60, PmB 25/55-65, PmB 25/55-55, PmB 45/80-65, PmB 45/80-50 Kontrolle der angelieferten Sorte über Lieferscheine		
Zusatzstoffe	gemäß Punkt 5.3 anzugeben		
Kennwerte am Mischgut			
Bindemittelgehalt [M-%]	Bandbreite CE ± 0,1 ¹⁾		
Korngrößenverteilung [-]	Bandbreite CE ²⁾		
Rohdichte [kg/m ³]	anzugeben		
Kennwerte am Marshallprüfkörper (MPK)			
Verdichtungstemperatur MPK [°C] / Schläge	160 ± 5 / 2 x 50		
Raumdicke MPK [kg/m ³]	anzugeben		
Hohlraumgehalt MPK [V-%]	Bandbreite CE +1,0; mindestens jedoch V _{min} ³⁾		
Modifizierter Kantabrischer Test [M-%]	P1: ≤ 30, P2: ≤ 40		
Maximaler Kornverlust [M-%]	P1: PL ₃₀ , P2: PL ₄₀ , P3: PL _{NR}		

¹⁾ Zulässige Bandbreite CE: 0,4 %

²⁾ Zulässige Bandbreite CE an der Sieblinie [M-%]

Anteil ≤ 0,063 mm	3,0
Durchgang bei 2 mm	7,0
Durchgang vor nominellem Größtkorn	10,0

³⁾ ÖNORM B 3586 Tabellen 9 und 10: Mindesthohlraumgehalt für P1 = 16 V-%, P2 = 22 V-% und P3 = 14 V-%

In Tabelle 5 sind die Sollwerte für die Anforderungen an die Asphalttschicht und die Anforderungen an die Oberflächeneigenschaften nach der Fertigstellung gem. RVS 08.16.01 [20] angegeben. Weiters sind in dieser RVS auch Grenzwerte aufgelistet, bis zu denen ein Qualitätsabzug zu berücksichtigen ist und bei denen im Extremfall keine Übernahme stattfinden darf.

Tabelle 5: Anforderungen an Offenerporige Asphaltdeckschichten (aus [20])

Eigenschaft	Prüfnorm	Anforderung
Mindestschichtdicke [cm]	RVS 11.03.22 [33] ÖNORM EN 12697-36 [34]	≥ SD ¹⁾ – 15%
Hohlraumgehalt [V-%]	ÖNORM EN 12697-8 [35]	EP ²⁾ : ≤ V _{max} + 3,0
Verdichtungsgrad [%]	ÖNORM EN 12697-8 [35]	≥ 96
Ebenheit [mm/4m]	RVS 11.06.62 [36]	≤ 4
Oberflächentextur, Rauhtiefe [mm]	ÖNORM EN 13036-1 [37]	≥ 0,4
Drainverhalten, Ausflusszeit [sec]	RVS 11.06.61 [38]	≤ 25
Rollgeräuschpegel LMA [dB]	RVS 11.06.64 [39]	≤ 100 bei 100 km/h
Griffigkeit, Reibungsbeiwert μ	RVS 11.06.65 [40] (bei 60 km/h)	≥ 0,59 – 0,03 Toleranz

¹⁾ Sollstärke gem. Ausschreibung

²⁾ Erstprüfung

In der RVS 08.16.01 [19] sind ebenfalls Grundlagen zum Mischguteinbau angegeben. Demnach ist das Mischgut grundsätzlich maschinell einzubauen. Für die Herstellung der Asphaltdeckschicht muss die Unterlage ausreichend standfest, tragfähig, profilgerecht und eben sein und darf keine klaffenden Risse und Fugen aufweisen. Der Einbau von Tragschicht- Mischgut auf stark nasser oder gefrorener Unterlage ist unzulässig. Der Einbau von Deckschicht- Mischgut hat bei Oberflächentemperaturen von mind. 10°C zu erfolgen.

Vor dem Einbau einer Offenerporigen Asphaltdeckschicht ist eine Zwischenschicht (z.Bsp.: SAMI) als Abdichtung der Unterlage aufzubringen. Die Schicht ist aus dem gleichen Bindemittel, welches im PA verwendet wird, hergestellt. Je nach Beschaffenheit des Untergrundes beträgt die mittels Rampenspritzgerät aufzuspritzende Bindemittelmenge ca. 2 -3 kg/m².

4.4.3 Nationale Regelwerke in Deutschland

In Deutschland wird der Offenerporige Asphalt seit 1991 im Merkblatt für den Bau Offenerporiger Asphaltdeckschichten [41] geregelt, wobei "Offenerporiger Asphalt" in Deutschland als Eigenname gilt und immer groß geschrieben wird. Die vor 1991 verwendeten Offenerporigen Asphalte der 1. Generation wurden noch Drainasphalte genannt. In der ersten Ausgabe des Merkblattes (1991) werden die Offenerporigen Asphalte der 2. Generation beschrieben, die im Rahmen der Forschungsarbeit "Optimierung und Qualitätssicherung Offenerporiger Asphalt-deckschichten" [42] weiterentwickelt und optimiert worden sind. Seit 1998 gilt die überarbeitete Fassung des Merkblattes OPA [41] (Offenerporige Asphalte der 3. Generation). Im Zuge der europäischen Harmonisierung wird 2008 mit der Veröffentlichung der überarbeiteten bzw. neu geschaffenen Regelwerke ZTV Asphalt-StB 07 [43], TL Asphalt-StB 07 [44] sowie TP Asphalt-StB 07 [45] die offenerporige Asphaltbauweise (einschichtig) in den Stand einer Regelbauweise erhoben. Für den Offenerporigen Asphalt (PA) sowie für alle anderen Asphaltarten wird die Erstellung der Erstprüfung in den TL Asphalt-StB, die Ausführung, Prüfung sowie Abnahme der Schicht in den ZTV Asphalt-StB sowie alle einzusetzenden Prüfverfahren für das Asphaltmischgut in den TP Asphalt-StB beschrieben. Die Prüfung der einzusetzenden Gesteine sind in den TL Gestein-StB 04 [46], der einzusetzenden Bitumen in den TL Bitumen-StB [47] geregelt.

Für die zweischichtige offenerporige Asphaltbauweise wird erstmalig ein Merkblatt erstellt.

Derzeit gültiges Regelwerk (bis 2008 gültig)

Das Merkblatt OPA [41] gibt Hinweise für den Einsatz von Offenporigen Asphalten im bundesdeutschen Fernstraßenbau hinsichtlich der Zusammensetzung und Herstellung von Offenporigem Asphaltmischgut sowie zum Bau der Offenporigen Asphaltdeckschicht. Hinweise auf Anwendungskriterien, zur Erhaltung und zum Betrieb sowie zur Wirksamkeit des Drainagevermögens oder der Lärminderung sind in diesem Merkblatt nicht beschrieben.

Die derzeit gültigen Anforderungen hinsichtlich der Asphaltmischgutzusammensetzung für die Eignungsprüfung sowie die Anforderungen an die eingebaute Schicht sind in Tabelle 6 zusammengestellt. Hinsichtlich der Bindemittelart / -sorte wurde in letzter Zeit für die Herstellung von Offenporigem Asphalt überwiegend hochpolymermodifiziertes Straßenbaubindemittel eingesetzt (ähnlich bzw. identisch mit PmB 40/100-65 H). Als Verdichtungstemperatur für die Herstellung von Marshall- Probekörpern wurde auch bei diesem Bindemittel eine Temperatur von 135°C verwendet.

Tabelle 6: Zusammensetzung und Anforderungen an Offenporige Asphaltdeckschichten [41]

Offenporige Asphaltdeckschichten		0/11	0/8
1. Mineralstoffe		Edelsplitt, (Edelbrechsand) ¹⁾ , Gesteinsmehl	
Körnung		0/11	0/8
Kornanteile < 0,09 mm	Gew.-%	4 bis 6	4 bis 6
Kornanteile > 2 mm	Gew.-%	85 bis 90	85 bis 90
Kornanteile > 5 mm	Gew.-%	80 bis 90	75 bis 85
Kornanteile > 8 mm	Gew.-%	75 bis 85	≤ 10
Kornanteile > 11 mm	Gew.-%	≤ 10	–
2. Bindemittel			
Bindemittelsorte		PmB 45 ²⁾	PmB 45 ²⁾
		PmB 65 ²⁾	PmB 65 ²⁾
Bindemittelgehalt im Mischgut	Gew.-%	5,3 bis 6,5	5,5 bis 6,8
3. Bindemittelträger			
Gehalt im Mischgut	Gew.-%	≥ 0,5	
4. Mischgut			
Marshall-Probekörper:			
Verdichtungstemperatur	°C	135 ± 5	
Hohlraumgehalt ³⁾	Vol.-%	22,0 bis 28,0	
5. Schicht			
Einbaudicke einschließlich Abdichtung	cm	5,0	4,0
Einbaudicke, wenn keine Abdichtung vorgesehen ist	cm	4,0	3,0
Verdichtungsgrad ³⁾	%	≥ 97	
Hohlraumgehalt ³⁾	Vol.-%	≥ 22,0	

¹⁾ Edelbrechsand setzt sich in der Regel aus Über- oder Unterkorn zusammen.
²⁾ Gemäß TL PmB Teil 1, Tabelle A. Andere gebrauchsfertige Bindemittelsysteme können bei Bewehrung verwendet werden.
³⁾ Ermittelt nach DIN 1996-7, Abschnitt 6.

In der Abbildung 14 und der Abbildung 15 sind die Anforderungen an die Zusammensetzung des Gesteinskörnungsgemisches von OPA 0/8 und OPA 0/11 zusammengestellt.

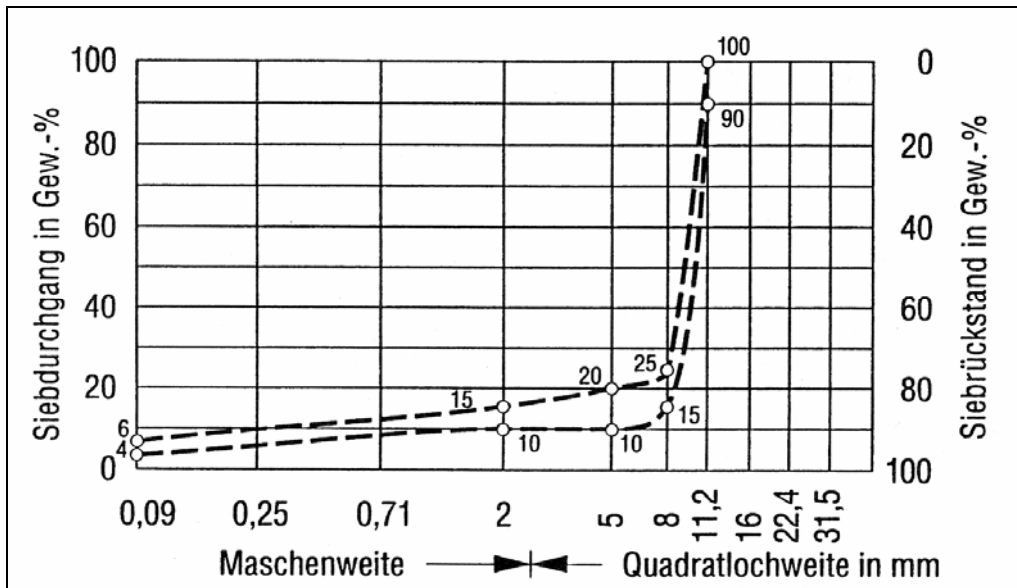


Abbildung 14: Offenporiger Asphalt 0/11 [41]

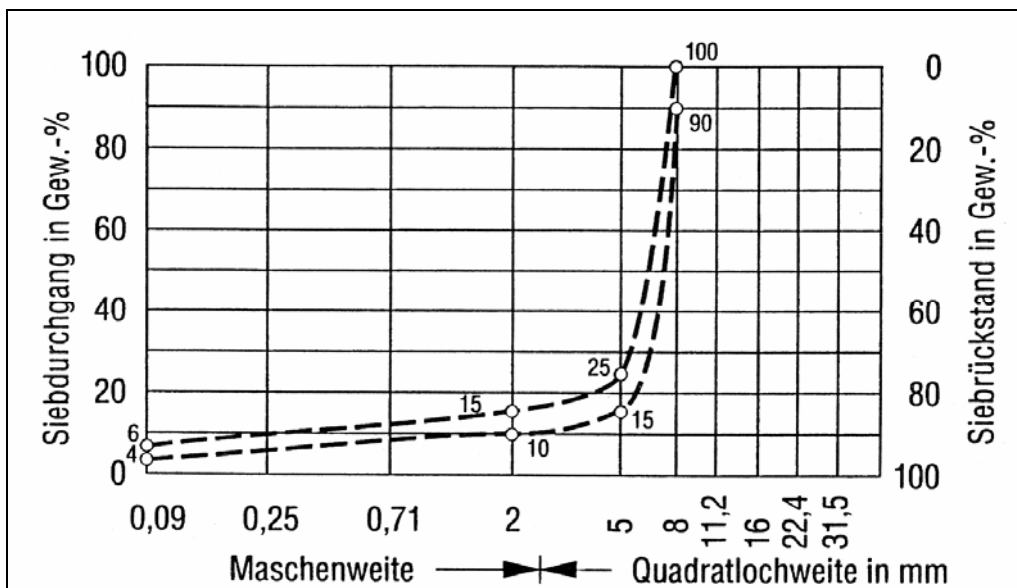


Abbildung 15: Offenporiger Asphalt 0/8 [41]

Zusätzlich werden für die eingesetzten Gesteine neben den Anforderungen gemäß der TL Gestein-StB 04 [46] folgende Anforderungen festgelegt:

- ausschließlich Edelsplitle, vollständig gebrochen
- Schlagzertrümmerungswert $SZ_{8/12} \leq 18$ (Kategorie SZ_{18})
- Polierresistenz $PSV \geq 55$ (Kategorie PSV_{55})
- Kornformkennzahl $\leq 10 \%$
- der Einsatz von Asphaltgranulaten ist unzulässig

Im Rahmen der Kontrollprüfungen wird das Asphaltmischgut nach der Herstellung hinsichtlich der Zusammensetzung überprüft. Zusätzlich werden die Oberflächeneigenschaften der fertigen Schicht überprüft. Die gültigen Toleranzen beziehen sich auf die Kennwerte der Eignungsprüfung, die Anforderungen an die fertige Schicht sind im Merkblatt OPA [41] geregelt. In Tabelle 7 sind diese Anforderungen zusammengestellt.

Tabelle 7: Zulässige Toleranzen und Anforderungen an die Schicht [41], [48]

Toleranzen bezogen auf die Eignungsprüfung			
Merkmal	Dim.	Toleranz vom Sollwert	Regelwerk
Häufigkeit	-	je angefangene 3000 m ² eine Asphaltmischgutprobe	Merkblatt OPA
Bindemittelgehalt	[M.-%]	± 0,5 M.-%	ZTV Asphalt-StB
Erweichungspunkt Ring und Kugel des extrahierten Bindemittels	[°C]	≤ 8°C über der oberen Grenze der Sortenspanne	ZTV Asphalt-StB
Splittanteil (> 2,0 mm)	[M.-%]	± 8,0 M.-%	ZTV Asphalt-StB
Sandanteil (0,09 – 2,0 mm)	[M.-%]	± 8,0 M.-%	ZTV Asphalt-StB
Fülleranteil (< 0,09 mm)	[M.-%]	± 3,0 M.-%	ZTV Asphalt-StB
Hohlraumgehalt am Marshall-Probekörper (durch Ausmessen)	[Vol.-%]	± 3,0 Vol.-%	Merkblatt OPA
Anforderungen an die fertige Offenerporige Asphaltdeckschicht			
Merkmal	Anforderung		Regelwerk
Schichtdicke	5 cm ¹⁾ / 4 cm ²⁾ (OPA 0/11) 4 cm ¹⁾ / 3 cm ²⁾ (OPA 0/8)		Merkblatt OPA
Ebenheit	Unterlage: 6 mm / 4 m Deckschicht: 3 mm / 4 m		Merkblatt OPA
Verdichtungsgrad	≥ 97,0%		Merkblatt OPA
Hohlraumgehalt	≥ 22,0 Vol.-%		Merkblatt OPA

¹⁾ einschließlich Dichtungsschicht

²⁾ ohne Dichtungsschicht

Für die Asphaltmischgutherstellung sowie die Bauausführung gibt das Merkblatt OPA ebenfalls Hinweise. Das Asphaltmischgut sollte z.B. beim Verlassen des Mixers eine Temperatur von 140 bis 160°C aufweisen, um schädliche Veränderungen des Bindemittels zu vermeiden. Die Nachmischzeit nach Zugabe aller Komponenten muss mindestens 10 Sekunden, die gesamte Mischzeit mindestens 50 Sekunden betragen. Aus dem Grund der geringeren Mischtemperatur darf der Transport nur mit abgedeckten Fahrzeugen erfolgen, die Transportzeit sollte 45 Minuten nicht überschreiten. Als maximale Zeitspanne zwischen Herstellung und Einbau werden 60 Minuten angegeben. Für die Verdichtung der Offenerporigen Asphaltdeckschicht sind mittelschwere, statische Glattmantelwalzen einzusetzen.

Offenerporige Asphaltdeckschichten dürfen bei Lufttemperaturen unter +10°C, bei Regen und bei starkem Wind nicht eingebaut werden. Für die Abdichtung der Unterlage wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

Unterlage aus dichter Asphaltdeckschicht:

- lösemittelhaltige Bitumenemulsion (Haftkleber): 0,15 bis 0,25 kg/m² oder
- unstabile kationische Bitumenemulsion: 0,2 bis 0,4 kg/m²

Unterlage aus Asphaltbinderschicht oder Tragschicht (auch für Betonunterlage):

- Aufbringen einer Dichtungsschicht aus:
 - polymermodifizierter Bitumenemulsion: 1,5 bis 2,2 kg/m² oder

- polymermodifiziertes Straßenbaubitumen: 1,0 bis 1,6 kg/m² oder
- andere geeignete Spezialbitumen: 2,0 bis 3,0 kg/m²
- Abstreuen mit rohem oder leicht vorumhülltem Edelsplitt
 - Edelsplitt 5/8: 5 bis 8 kg/m² oder
 - Edelsplitt 8/11: 7 bis 10 kg/m²

Zukünftig geltendes Regelwerk (ab 2008)

Im Zuge der Harmonisierung der Europäischen Asphaltnorm werden zukünftig neue Regelwerke gelten, die derzeit in Bearbeitung sind und kurz vor dem Abschluss stehen (ZTV Asphalt-StB 07 [43], TL Asphalt-StB 07 [44] sowie TP Asphalt-StB 07 [45]). Diese neuen Regelwerke setzen die Normenpakete EN 12697 und EN 13108 auf die deutschen Erfordernisse um.

Die nachfolgend beschriebenen Regelungen geben den aktuellen Bearbeitungsstand vom 01.02.2007 der drei Regelwerke wieder.

In der Tabelle 13 sind die Anforderungen an die Gesteinskörnungen zusammengestellt, die für den Einsatz in Offenporigen Asphaltdeckschichten gelten.

Tabelle 8: Anforderungen an die Gesteinskörnungen [44]

TL Gestein-StB 04 Abschnitt Nr.	Eigenschaft	Anforderung gemäß TL Asphalt-StB 07
2.2.2	Korngruppen / Lieferkörnungen	G _{F85} (Zeile 2) G _{C90/10} (Zeile 3) G _{C90/15} (Zeilen 4 bis 7)
	Toleranz für KGV	G _{TcNR}
2.2.3	Gehalt an Feinanteilen	für 0/2: f ₁₆ für 2/5 bis 8/11: f ₂ für 11/16: f ₁
2.2.5	Kornform von groben Gesteinskörnungen	SI ₁₅ (FI ₁₅)
2.2.6	Anteil gebrochener Kornoberflächen	C _{100/0}
2.2.7	Fließkoeffizient der Korngruppe 0/2	E _{Cs35}
2.2.9	Widerstand gegen Zertrümmerung	SZ ₁₈ (LA ₂₀)
2.2.10	Widerstand gegen Polieren	PSV _{angegeben} (54)
2.2.14.1	Wasseraufnahme	W _{cm0,5}
2.2.14.2	Widerstand gegen Frost	F ₁
2.2.14.3	Widerstand gegen Frost-Tausalz-Beanspr.	Absplitterung ≤ 8 M.-%
2.2.17	"Sonnenbrand" von Basalt	SB _{BZ} (SB _{LA})
2.2.18	Organische Verunreinigungen	m _{LPC0,10}

Die Tabelle 9 fasst die Anforderungen an Offenporige Asphaltdeckschichten zusammen, die im Rahmen der Erstprüfung zu erfüllen sind.

Tabelle 9: Anforderungen an die Zusammensetzung von Offenporigen Asphalten (ab 2008) [44]

Bezeichnung	Kategorie	Einheit	PA 16*)	PA 11	PA 8
Baustoffe					
Gesteinskörnungen (Lieferkörnung)					
Anteil gebrochener Kornoberflächen	C		$C_{100/0}$	$C_{100/0}$	$C_{100/0}$
Widerstand gegen Zertrümmerung	SZ/LA		SZ_{18}/LA_{20}	SZ_{18}/LA_{20}	SZ_{18}/LA_{20}
Widerstand gegen Polieren	PSV		PSV_{NR}	$PSV_{\text{angegeben}} (54)$	$PSV_{\text{angegeben}} (54)$
Bindemittel, Art und Sorte			PmB 40/100-65 H	PmB 40/100-65 H	PmB 40/100-65 H
Zusammensetzung Asphaltmischgut					
Gesteinskörnungsgemisch					
Siebdurchgang bei					
	22 mm	M.-%	100		
	16 mm	M.-%	90 bis 100	100	
	11 mm	M.-%	5 bis 15	90 bis 100	100
	8 mm	M.-%		5 bis 15	90 bis 100
	5 mm	M.-%			5 bis 15
	2 mm	M.-%	5 bis 10	5 bis 10	5 bis 10
	0,063 mm	M.-%	3 bis 5	3 bis 5	3 bis 5
Mindest-Bindemittelgehalt	B_{\min}		$B_{\min 5,5}$	$B_{\min 6,0}$	$B_{\min 6,5}$
Bindemittelträger		M.-%	$\geq 0, 3$	$\geq 0, 4$	$\geq ,50$
Asphaltmischgut					
minimaler Hohlraumgehalt MPK	V_{\min}		$V_{\min 24}$	$V_{\min 24}$	$V_{\min 24}$
maximaler Hohlraumgehalt MPK	V_{\max}		$V_{\max 28}$	$V_{\max 28}$	$V_{\max 28}$

Erläuterungen: *) Anwendung nur als untere Schicht einer Zweischichtigen Offenporigen Asphaltdeckschicht

Asphaltgranulate dürfen bei Offenporigen Asphaltdeckschichten nicht verwendet werden.

Offenporige Asphaltdeckschichten sind auf einer abgedichteten Unterlage einzubauen. Die Herstellung der Abdichtung erfolgt in Abhängigkeit von der Beschaffenheit der Unterlage mit 2,0 bis 3,0 kg/m² polymermodifiziertem Bitumen 40/100-65 H (ab 2008 gilt die Bezeichnung 40/100-65 A) sowie 5 bis 10 kg/m² vorbituminiertem Splitt 8/11 der Kategorie SZ18. Bei starkem Wind, Regen sowie bei Temperaturen unter +10°C und Temperaturen der Unterlage unter +5°C dürfen Offenporige Asphaltdeckschichten nicht eingebaut werden.

Die in Tabelle 10 zusammengestellten zulässigen Toleranzen beinhalten sowohl die Streuungen bei der Probeentnahme und die Vertrauensbereiche der Prüfverfahren, sowie arbeitsbedingte Abweichungen.

Tabelle 10: Toleranzen (bei einem Prüfergebnis pro Merkmal) [43]

Prüfmerkmal	Toleranz (bezogen auf den Eignungsnachweis)
Erweichungspunkt des extrahierten Bindemittels (PmB 40/100-65 H)	± 8°C
Bindemittelgehalt	± 0,5 M.-%
Fülleranteil (< 0,063 mm)	± 2,0 M.-%
Feine Gesteinskörnungen (0,063 – 2,0 mm)	± 2,5 M.-%
Grobe Gesteinskörnungen (> 2,0 mm)	± 6,0 M.-%
Grobkornanteil	± 6,0 M.-%
Hohlraumgehalt am Marshall-Probekörper	± 3,0 Vol.-%

Die Anforderungen an die eingebaute Schicht sind Tabelle 11 zusammengefasst.

Tabelle 11: Anforderungen an Asphaltdeckschichten aus Offenporigem Asphalt [43]

Schichteigenschaften		PA 11	PA 8
Einbaudicke <i>einschl.</i> <i>Abdichtung</i>	cm	5,0 bis 6,0	4,0 bis 5,0
Verdichtungsgrad	%	≥ 97,0	≥ 97,0
Hohlraumgehalt	Vol.-%	22,0 bis 28,0	22,0 bis 28,0
Unebenheit	mm / 4 m	≤ 3 ¹⁾	
Griffigkeit (μ _{SKM}) bei der Abnahme (4-8 Wochen nach Freigabe)		bei 80 km/h: 0,46 bei 60 km/h: 0,51 bei 40 km/h: 0,56	
Griffigkeit (μ _{SKM}) nach Ablauf der Gewährleistungsfrist		bei 80 km/h: 0,40 bei 60 km/h: 0,45 bei 40 km/h: 0,49	

kursiv Gedrucktes sind Richtlinien, kein Vertragsbestandteil

¹⁾ Unebenheit der Unterlage maximal 6 mm / 4 m

4.4.4 Nationale Regelwerke in der Schweiz

Verantwortlich für die Erarbeitung der Normen zur Gestaltung der Strassenverkehrsinfrastruktur ist der Schweizerische Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS). Die erste Norm über Offenporigen Asphalt wurde im Jahre 1990 veröffentlicht (SN 640 433 [49]) und blieb bis 1996 in Kraft. Es folgten ihr die Norm SN 640 433a [50] von 1996 bis 2001, sowie die Norm SN 640 433b [51] von 2001 bis 2005. Seit dem 1. Januar 2005 gilt der europäische Normentwurf EN 13108 - 7 [52] zusammen mit dem nationalen Vorwort SN 640 431 - 7NA [52] als offizielle Norm für Offenporigen Asphalt.

Die aktuelle Norm ist anzuwenden auf Offenporigen Asphalt für Deckschichten, Binderschichten und Sickerschichten von Strassen, aber auch für Flugplätze und andere Verkehrsflächen. Sie gibt eine Reihe von Empfehlungen über die Wahl der einzelnen Inhaltsstoffe (Granulat, Bindemittel, Zusätze,...) und zeigt generelle und empirische Anforderungen an Offenporigen Asphalt. Es werden drei Kategorien der Anwendung unterschieden, je nachdem, ob der Offenporige Asphalt als Deck-, Binder-, oder Sickerschicht eingesetzt wird (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12: Sollwertbereiche der Schichtdicken in Abhängigkeit der Mischgutsorten

Mischgutsorten mit Bezeichnungen und Sollwertbereiche der Schichtdicken Offenporiger Asphalte [mm]							
Gültige Norm von 2005 bis heute		Gültige Norm von 2001 bis 2005		Gültige Norm von 1996 bis 2001		Gültige Norm von 1990 bis 1996	
prEN 13108-7 SN 640 431-7NA		SN 640 433b		SN 640 433a		SN 640 433	
Deckschicht							
PA 8	25...35	DRA 6*	20...30	-	-	-	-
PA 11	35...50	DRA 11	30...50	DRA 11	30...50	DRA 11	30...40
-	-	-	-	DRA 16	40...60	DRA 16	40...55
Binderschicht							
PA B 16	40...80	DRAT 16	40...80	-	-	-	-
PA B 22	60...150	DRAT 22	60...150	-	-	-	-
-	-	DRAT 32	80...200	-	-	-	-
Sickerschicht							
PA S 16	40...80	DRAS 16	40...80	-	-	-	-
PA S 22	60...150	DRAS 22	60...150	-	-	-	-
PA S 32	80...200	DRAS 32	80...200	-	-	-	-

* für Sportplätze

Für Deckschichten werden zwei Mischgutsorten vorgeschlagen: PA 8 und PA 11, deren maximale Korngrösse 8 mm bzw. 11 mm beträgt und deren Schichtdicke zwischen 25 – 35 mm und 35 – 50 mm variieren soll. Für die Binderschichten werden ebenfalls zwei Mischgutsorten vorgeschlagen, PA B 16 und PA B 22, mit den maximalen Korngrössen 16 mm und 22 mm, sowie einer Schichtdicke von 40 – 80 mm bzw. 60 – 150 mm. Drei Mischgutsorten werden für Sickerschichten vorgegeben: PA S 16, PA S 22 und PA S 32, mit maximalen Korngrössen von 16 mm, 22 mm oder 32 mm und einer Schichtdicke, die zwischen 40 und 80 mm, 60 und 150 mm bzw. 80 und 200 mm variiert.

Tabelle 12 zeigt auch die Entwicklung der Eigenschaften von Offenporigem Asphalt seit der Einführung der ersten Norm. Man stellt fest, dass bis 2001 Offenporiger Asphalt ausschliesslich für Deckschichten vorgesehen war, mit maximalen Korngrössen von 11 mm und 16 mm, sowie einem anderen Wert für die maximale Dicke. Seit 2001 sind auch Mischguttypen für Binder- und Sickerschichten definiert, wobei die Sollwertbereiche der Schichtdicken in den letzten zwei Normen kaum Änderungen erfahren haben.

In der aktuellen Norm ist die Wahl des Bindemittels abhängig von der Kategorie des Offenporigen Asphalts (Deck-, Binder-, oder Sickerschicht; siehe Tabelle 13). Für Deck- und Binderschichten wird präzisiert, dass Polymerbitumen oder andere Spezialbitumen verwendet werden sollen. Bei Sickerschichten und anderen nicht vom Verkehr belasteten Flächen können hingegen herkömmliche Bitumen verwendet werden. Die Anforderungen an die Bindemittel werden, bis zur Einführung der EN 14023 [53], in den europäischen Normen EN 12591:1999 [54] und der SN 670 210 [55] definiert. Es ist ebenfalls erlaubt, gewisse Zusätze zu verwenden (Polymere, organische Fasern, Kautschukpulver,...), solange sie mit dem entsprechenden Mischgut kompatibel sind.

Tabelle 13 zeigt zudem die Entwicklung der Empfehlungen bezüglich der Bindemittel in den früheren Normen. Man stellt fest, dass zwischen 1990 und 2001 einzig Polymerbitumen für Deckschichten erlaubt waren. Nach 2001 wurden dann herkömmliche Bitumen für Offenporigen Asphalt als Sickerschicht und bei Anwendung auf Sportplätzen erlaubt.

Tabelle 13: Empfehlungen für die Wahl der Bindemittel abhängig von der Mischgutsorte [52]

Mischgutsorten mit Bezeichnungen und Bindemittelsorten							
Gültige Norm seit 2005		Gültige Norm von 2001 bis 2005		Gültige Norm von 1996 bis 2001		Gültige Norm von 1990 bis 1996	
prEN 13108-7 SN 640 431-7NA		SN 640 433b		SN 640 433a		SN 640 433	
Deckschicht							
PA 8	PmB 50/70-65E* PmB 70/100-60E*	DRA 6	Normal Bitumen	-	-	-	-
PA 11	PmB 30/50-65E** Spezialbitumen**	DRA 11	PmB	DRA 11	PmB Bit. mit polymer Zusätzen	DRA 11	PmB Bit. mit Zusätzen
-	-	-	-	DRA 16		DRA 16	
Binderschicht							
PA B 16	PmB 50/70-65E* PmB 70/100-60E*	DRAT 16	PmB	-	-	-	-
PA B 22	PmB 30/50-65E** Spezialbitumen**	DRAT 22		-	-	-	-
-	-	DRAT 32		-	-	-	-
Sickerschicht							
PA S 16	70/100*	DRAS 16	Normal Bitumen	-	-	-	-
PA S 22	50/70**	DRAS 22		-	-	-	-
PA S 32	PmB 50/70-65E** PmB 70/100-60E** Spezialbitumen**	DRAS 32		-	-	-	-

* Sorten, die in der Regel zu verwenden sind

** Sorten, die je nach Beanspruchung durch Verkehr und Klima zu verwenden sind

Gemäss der europäischen Norm EN 13043:2002 [56] und dem nationalen Anhang SN 670 103 - NA [57] basieren Offenporige Asphalte auf Korngrössenverteilungen von 0/4, 4/8, 8/11, 11/16, 16/22 und 22/32. Die Verteilung 0/4 kann durch die Verteilungen 0/2 und 2/4 ersetzt werden und die Verwendung von Recycling-Bitumen ist verboten, falls nicht anders zwischen Bauherr und Unternehmer vereinbart. In Tabelle 14 ist die jeweilige Korn-grössenverteilung der einzelnen Mischgutsorten aufgeführt.

Tabelle 14: Sollwertbereiche der Korngrössenverteilung [52]

Analysensieb [mm]	Sollwertbereiche der Korngrössenverteilungen						
	Siebdurchgang [Masse %]						
	Deckschichten		Binderschichten		Sickerschichten		
	PA 8	PA 11	PA B 16	PA B 22	PA S 16	PA S 22	PA S 32
45							100
31.5				100		100	90...100
22.4			100	90...100	100	90...100	
16		100	90...100		90...100		
11.2	100	90...100		15...35		15...65*	15...60*
8	90...100	20...40	15...35		15...60*		
5.6							
4	15...35						
2	10...17	8...15	7...14	6...13	7...20	6...20	5...20
0.5	4...10	4...10	4...10	4...10	4...10	4...10	4...10
0.063	3...5	3...5	3...5	3...5	3...5	3...5	3...5

* Für Sickerschichten: nationale Abweichung von der europäischen Norm

Tabelle 15 zeigt die Korngrößenverteilungen der Schweizer Norm SN 640 433b [51], Tabelle 16 diejenigen der SN 640 433a [50] und Tabelle 17 diejenigen der SN 640 433 [49].

Tabelle 15: Sollwertbereiche der Korngrößenverteilung [51]

Sollwertbereiche der Korngrößenverteilungen					
Analysensieb [mm]	Siebdurchgang [Masse %]				
	Deckschichten		Tragschichten		
	DRA 6	DRA 11	DRAT 16 DRAS 16	DRAT 22 DRAS 22	DRAT 32 DRAS 32
45					
31.5				100	
22.4			100	90...100	100
16		100	90...100		90...100
11.2	100	90...100		15...35	
5.6					
2.8	10...17	8...15	7...14	6...13	7...20
0.5	4...10	4...10	4...10	4...10	4...10
0.09	3...5	3...5	3...5	3...5	3...5

Tabelle 16: Sollwertbereiche der Korngrößenverteilung [50]

Sollwertbereiche der Korngrößenverteilungen		
Analysensieb [mm]	Siebdurchgang [Masse %]	
	Mischgutsorten	
	DRA 11	DRA 16
22.4		100
16	100	90...100
11.2	90...100	20...50
5.6	15...40	10...25
2.8	8...20	7...17
0.5	4...10	4...10
0.09	3...5	3...5

Tabelle 17: Sollwertbereiche der Korngrößenverteilung [49]

Sollwertbereiche der Korngrößenverteilungen		
Analysensieb [mm]	Siebdurchgang [Masse %]	
	Mischgutsorten	
	DRA 11	DRA 16
22.4		100
16	100	90...100
11.2	90...100	25...80
8	50...100	-
5.6	20...60	12...35
2.8	10...25	8...20
0.5	4...10	5...10
0.09	3...5	3...5

Die Norm gibt Mindestwerte für den Bindemittelanteil der Mischgutsorten vor (siehe Tabelle 18). Die Werte basieren auf einer durchschnittlichen Masse des Gesteins von 2,65 mg/m³. Für Gestein mit anderen Massenwerten ist ein Korrekturfaktor vorgesehen.

In Tabelle 18 sind auch die Anforderungen an den Bindemittelanteil für Offenporigen Asphalt der früheren Normen aufgeführt. Dabei ist ersichtlich, dass die unteren Grenzwerte für Deckschichten seit

der ersten Norm stets gesunken sind. Was die Binder- und Sickerschichten betrifft, so sind die Grenzwerte etwa gleich geblieben.

Tabelle 18: Anforderungen an den Bindemittelanteil für die Sollzusammensetzung

Anforderungen an die Bindemittelgehalte [Masse-%] für die Sollzusammensetzung							
Gültige Norm seit 2005	Norm von 2001 bis 2005			Norm von 1996 bis 2001		Norm von 1990 bis 1996	
prEN 13108-7 SN 640 431-7NA	SN 640 433b			SN 640 433a		SN 640 433	
Deckschicht							
PA 8	≥ 5	DRA 6	5...6-	-	-	-	-
PA 11	≥ 4	DRA 11	4,5...5,5	DRA 11	4,5...5,5	DRA 11	5...7,5
-	-	-	-	DRA 16	4...5	DRA 16	4,5...7
Binderschicht							
PA B 16	≥ 4	DRAT 16	(3,5) 4...5				
PA B 22	≥ 3,5	DRAT 22	(3) 3,5...4,5				
-	-	DRAT 32	(2,5) 3...4				
Sickerschicht							
PA S 16	≥ 3,5	DRAS 16	(3,5) 4...5				
PA S 22	≥ 3	DRAS 22	(3) 3,5...4,5				
PA S 32	≥ 3	DRAS 32	(2,5) 3...4				

Die Sickerseigenschaften des Mischguts werden entweder anhand des Hohlraumgehalts, oder anhand der vertikalen oder horizontalen Durchlässigkeit bestimmt. Der Hohlraumgehalt wird mit Hilfe von Marshall-Prüfkörpern ermittelt (hergestellt gemäss prEN 12697-30 [58] mit 2x50 Schlägen), wie in der Norm EN 12697-8:2003 [59] beschrieben. Diese Werte werden in Tabelle 19 gezeigt. Man stellt fest, dass die Hohlraumgehalte für Binder- und Sickerschichten kaum verändert wurden. Für Deckschichten dagegen wurden die Werte seit der ersten Norm im Jahre 1990 stark erhöht.

Tabelle 19: Anforderungen an die Hohlraumgehalte der Marshall-Prüfkörper

Anforderungen an die Hohlraumgehalte der Marshall-Prüfkörper [Volumen-%]							
Gültige Norm seit 2005	Norm von 2001 bis 2005			Norm von 1996 bis 2001		Norm von 1990 bis 1996	
prEN 13108-7 SN 640 431-7NA	SN 640 433b			SN 640 433a		SN 640 433	
Deckschicht							
PA 8	≥ 20	DRA 6	≥ 22	-	-	-	-
PA 11	≥ 22	DRA 11	≥ 22	DRA 11	≥ 22	DRA 11	≥ 16
-	-	-	-	DRA 16	≥ 22	DRA 16	≥ 16
Binderschicht							
PA B 16	≥ 22	DRAT 16	≥ 22				
PA B 22	≥ 22	DRAT 22	≥ 22				
-	-	DRAT 32	≥ 22				
Sickerschicht							
PA S 16	≥ 18	DRAS 16	≥ 17				
PA S 22	≥ 18	DRAS 22	≥ 17				
PA S 32	≥ 18	DRAS 32	≥ 17				

4.4.5 Zusammenfassung

Unter Offenporigem Asphalt werden in den drei Projektpartnerländern Österreich, Deutschland und Schweiz gemäß den derzeit gültigen Regelwerken sehr ähnliche Bauweisen verstanden, die sich

allerdings in einigen zum Teil gravierenden Punkten voneinander unterscheiden (trotz EN- Normung). Diese Übereinstimmungen bzw. Unterschiede sollen in diesem Abschnitt des Berichtes analysiert werden.

In Österreich gelten Offenerporige Asphaltdeckschichten bereits seit 1990 zu einer Regelbauweise (RVS), in Deutschland sind sie seit 1991 im Merkblatt für den Bau Offenerporiger Asphaltdeckschichten als Sonderweise definiert und in der Schweiz seit 1990 in einer Norm der VSS definiert. Im Zuge der Harmonisierung der europäischen Asphaltnormung sind in Österreich mit Dezember 2006 die damals gültigen Normen und Richtlinien an die europäische Normung angepasst worden. In Deutschland geschieht dieser Prozess mit Anfang 2008. Ab diesem Zeitpunkt gilt der Offenerporige Asphalt in Deutschland schließlich auch als Regelbauweise. In der Schweiz gelten die Grenzwerte aus dem europäischen Normentwurf seit dem 1. Januar 2005 zusammen mit einem erstellten nationalen Vorwort als offizielle Norm für Offenerporigen Asphalt. In der österreichischen Normung werden 2 Mischguttypen Offenerporiger Asphaltdeckschichten (jeweils mit dem Größtkorn 8, 11 und 16 mm) beschrieben. Der Typ P1 stellt dabei eine etwas "dichtere" Asphaltart einer Offenerporigen Asphaltdeckschicht dar, deshalb wird für die folgenden Vergleiche der Offenerporigen Asphaltdeckschichten in Österreich, Deutschland und der Schweiz für Österreich der Typ P2 herangezogen. Weiters werden nur die Asphaltdeckschichtsorten PA 8 und PA 11 miteinander verglichen, da PA 16 nur als untere Schicht einer Zweischichtigen Offenerporigen Asphaltdeckschicht Anwendung findet.

Grundlage für den Vergleich der offenerporigen Asphaltbauweisen in Österreich, Deutschland und der Schweiz sind die derzeit (Oktober 2007) gültigen Normen und Richtlinien

- ÖNORM B 3586 (2006) für Österreich,
- Merkblatt für den Bau Offenerporiger Asphaltdeckschichten (1998) für Deutschland und
- SN 640 431-7NA (bzw. prEN 13108-7) für die Schweiz.

Tabelle 20 zeigt den zahlenmäßigen Vergleich der Grenzsieblinien für Offenerporigen Asphalt in Österreich, Deutschland und Schweiz.

Tabelle 20: Vergleich der Grenzsieblinien in Österreich, Deutschland und Schweiz

Siebdurchgang bei	Dim.	Österreich		Deutschland		Schweiz	
		PA 8(P2)	PA 11(P2)	OPA 8	OPA 11	PA 8	PA 11
16 mm	M-%		100		100		100
11 mm/11,2 mm	M-%	100	90-100	100	90-100	100	90-100
8 mm	M-%	90-100	20-35	90-100	15-25	90-100	20-40
5,6 mm	M-%			15-25	10-20		
4 mm	M-%	15-25				15-35	
2 mm	M-%	8-15	8-15	10-15	10-15	10-17	8-15
0,5 mm	M-%	5-12	5-12			4-10	4-10
0,063 mm	M-%	2-5	2-5	4-6	4-6	3-5	3-5

In Abbildung 16 werden die Anforderungen an die Grenzsieblinien in Österreich, Deutschland und der Schweiz für die Offenerporigen Asphaltdeckschichtsorten mit einem Größtkorn von 11 mm, in Abbildung 17 mit einem Größtkorn von 8 mm miteinander verglichen.

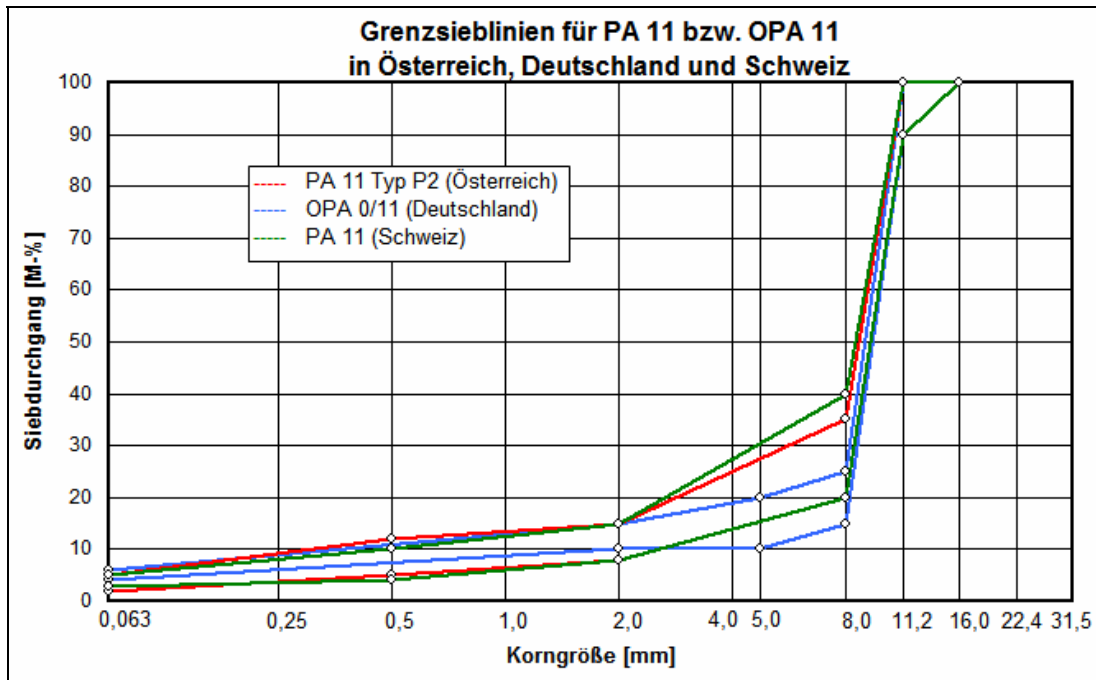


Abbildung 16: Vergleich der Grenzsieblinien für PA 11 bzw. OPA 11 in Österreich, Deutschland und Schweiz

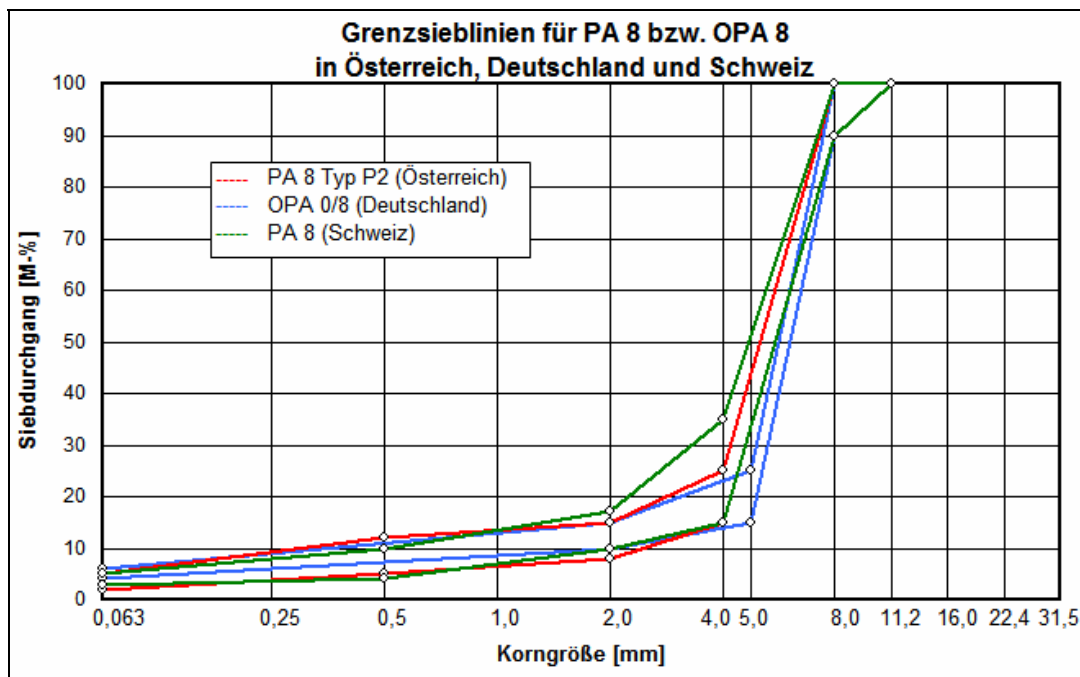


Abbildung 17: Vergleich der Grenzsieblinien für PA 8 bzw. OPA 8 in Österreich, Deutschland und Schweiz

Bei der Betrachtung der Grenzsieblinien aus Österreich, Deutschland und der Schweiz fällt die etwas offenerporigere Bauweise gemäß den in Deutschland gültigen Normen auf. Allerdings sind die Unterschiede, sowohl bei einem Größtkorn von 11 mm als auch bei einem Größtkorn von 8 mm, relativ gering.

Der Vergleich der Anforderungen an Offenporige Asphaltdeckschichten in Österreich, Deutschland und der Schweiz ist in Tabelle 21 aufgelistet. Dabei fallen einige große Unterschiede in den drei Ländern auf. Ist in allen drei Projektpartnerländern der Einsatz von modifizierten Bindemitteln vorgeschrieben, so

unterscheiden sich die Anforderungen an den Bindemittel- und Hohlraumgehalt der Offenporigen Asphaltdeckschichten in Österreich, Deutschland und der Schweiz doch um einiges voneinander.

Nach Tabelle 21 ist der geforderte Bindemittelgehalt beim PA 8 bei der Erstprüfung in der Schweiz mit $\geq 5,0$ M-% angeben. In Deutschland hingegen sind 5,5 – 6,8 M-% gefordert, in Österreich ist der Minimalwert des Bindemittelgehaltes ebenso mit 5,0 M-% angegeben.

Auch der geforderte Mindesthohlraumgehalt des PA 8 ist in der Schweiz mit 20 V-% viel niedriger als in Österreich (22 V-%) und Deutschland (22 V-%).

Bei den Toleranzen bezogen auf die Eignungs- bzw. Erstprüfung fällt zusätzlich auf, dass diese beim Hohlraumgehalt in Deutschland ungefähr doppelt so groß sind wie in Österreich.

Tabelle 21: Vergleich der Anforderungen an Offenporige Asphaltdeckschichten in Österreich, Deutschland und Schweiz

Eigenschaft	Dim.	Österreich		Deutschland		Schweiz	
		PA 8(P2)	PA 11(P2)	OPA 8	OPA 11	PA 8	PA 11
Anforderungen an Offenporige Asphaltdeckschichten bei der Eignungs- bzw. Erstprüfung							
Bindemittelgehalt im Mischgut	M-%	$\geq 5,0$	$\geq 5,0$	5,5 – 6,8	5,3 – 6,5	$\geq 5,0$	$\geq 4,0$
Hohlraumgehalt	V-%	22 – 30	22 – 30	22 - 28	22 - 28	$\geq 20,0$	$\geq 22,0$
Toleranzen bezogen auf die Eignungs- bzw. Erstprüfung							
Bindemittelgehalt	M-%	$\pm 0,5^1$	$\pm 0,5^1$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	/	/
Hohlraumgehalt (am Marshallkörper)	V-%	$\pm 1,4^{1)2)}$	$\pm 1,4^{1)2)}$	$\pm 3,0$	$\pm 3,0$	/	/
Anforderungen an die fertige Offenporige Asphaltdeckschicht							
Schichtdicke	cm	3,0 - 4,0	4,0 – 5,0	3,0 ³⁾	4,0 ³⁾	2,5 – 3,5	3,5 - 5,0
Hohlraumgehalt	V-%	$\geq EP^4) - 3,0$		$\geq 22,0$		21 – 27	
Verdichtungsgrad	%	$\geq 96,0$		$\geq 97,0$		$\geq 97,0$	
Ebenheit	mm/4m	$\leq 4,0$		$\leq 3,0$		$\leq 4,0$	
Oberflächentextur Rauhtiefe	mm	$\geq 0,4$		/		/	
Drainverhalten Ausflusszeit	sec	$\leq 25,0$		/		≥ 15 l/min	
Rollgeräuschpegel	dB	LMA ≤ 100 bei 100 km/h		/		/	
Griffigkeit Reibungsbeiwert μ		$\geq 0,59 - 0,03^5)$ bei 60 km/h		$\geq 0,51^6)$ bei 60 km/h		$\geq 0,32$ bei 80 km/h	

1) bezogen auf die CE- Zertifizierung

2) mindestens jedoch V_{min}

3) ohne Dichtungsschicht

4) Wert bei der Eignungs- bzw. Erstprüfung

5) Messung mit dem System RoadSTAR

6) bei der Abnahme (4 – 8 Wochen nach Freigabe)

5 ANALYSE AKTUELLER FORSCHUNGSPROJEKTE

5.1.1 Allgemeines

Offenporige Asphaltdeckschichten werden in den Projektpartnerländern, wie aus den Deckschichtstatistiken ersichtlich, schon seit einiger Zeit angewandt. Allerdings treten bei dieser Bauweise immer wieder Problemfelder auf, die detaillierter Untersuchungen bedürfen. Das zeigt sich auch in den vielen Forschungsprojekten, die sich einerseits mit der lärmindernden Wirkung sowohl nach Verkehrsfreigabe als auch bis zum Ende der Lebensdauer von Offenporigen Asphaltdeckschichten und andererseits mit der Konzeption und Verbesserung der Bauweise beschäftigen. Eine Liste der aktuellen Forschungsprojekte in Österreich, Deutschland und der Schweiz soll einen Überblick über die Aktivitäten der letzten Jahre auf diesem Forschungsgebiet geben. Dabei werden auch Teststrecken mit Offenporigen Asphaltdeckschichten, die unter realem Verkehr stehen, mitberücksichtigt. Eine Kurzbeschreibung der angeführten Forschungsprojekte ist in Anhang A diesem Bericht beigefügt.

5.1.2 Durchgeführte Forschungsprojekte in Österreich

In Österreich wurde in den letzten 10 - 15 Jahren eine Vielzahl an Forschungsprojekten bearbeitet, die sich mit dem Thema "lärmindernde Deckschichttypen" beschäftigten. Dabei wurden vor allem verschiedene Deckschichtsysteme, sowohl in Beton- als auch in Asphaltbauweise, in Hinblick auf deren Lärminderungspotenzial miteinander verglichen. Ein integratives Projekt stellt das Schirmprojekt "Lärmarme Straße" dar, das mit dem Bau einer Teststrecke verschiedener Deckschichttypen begann. In einer Zusammenarbeit der drei Branchen Straße, Reifen und Fahrzeugtechnik wurde unter anderem an der Entwicklung eines lärmindernden Lkw's sowie an verschiedenen Reifen- und Deckschichttypen gearbeitet. In weiterer Folge wurde bei vielen Forschungsprojekten die große lärmindernde Wirkung der Offenporigen Asphaltdeckschichten erkannt und auch bestätigt. Durch den Rückgang der Offenporigen Asphaltdeckschichten am österreichischen hochrangigen Straßennetz in den 90er Jahren wurde auch der Bedarf an diesbezüglicher Forschung geringer. In den letzten Jahren wird aber der Ruf nach "funktionierenden" Offenporigen Asphaltdeckschichten aufgrund des unlegbar großen Lärminderungspotenziales immer lauter. Der Bau einer Versuchstrecke Offenporiger Asphaltdeckschichten (sowohl ein- als auch zweischichtig) auf einer Autobahn in Tirol folgt diesem Trend.

In der folgenden Liste sind die relevanten aktuellen österreichischen Forschungsprojekte betreffend Offenporige Asphaltdeckschichten angeführt:

- Österreichische Erfahrungen mit lärmindernden Straßendecken, TU Wien, 1992-1993.
- Schirmprojekt Lärmarme Straße (Versuchsstrecke Kottlingbrunn), TU Wien, 1993-1997.
- Beurteilung der Drainasphaltreinigung aus ökologischer und ökonomischer Sicht, TU Wien, 1993-1995 (Folgeuntersuchungen bis 1998).
- Lärmemission von Straßendecken, TU Wien, 1994-1996.
- Gebrauchsverhaltensorientierte Bitumenprüfung, TU Wien, 1997-1998.

- Christian Doppler Laboratorium für Gebrauchsverhaltensorientierte Optimierung flexibler Straßenbefestigungen, TU Wien, 2002-2009.
- Reale Lärm-Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs und Reduktionsszenarien durch Gesamtsystemoptimierung, TU Wien, 2003-2004.
- Lärminderungspotenziale für Straßen- und Schienenverkehr, TAS Schreiner, 2003-2004.
- Rollgeräuschmessung – Optimierung von Verfahren und Grenzwerten, arsenal research, 2003-2005.
- Bewertung der Nahfeld- Geräuschemission österreichischer Fahrbahndeckschichten, TU Wien, 2004-2005.
- Lästigkeitsindex für Verkehrslärm, TU Graz, 2004-2006.
- Das Kraffahrgeräusch unter realen Fahrbahnoberflächenbedingungen, psia Consult, 2005-2006.
- Versuchsstrecke lärmindernde Straßendecken A12, TU Wien, 2005-2011.
- Ermittlung von Geräuschemissionsfaktoren für unterschiedliche Fahrbahndeckschichten, psia Consult, 2006-2007.

5.1.3 Durchgeführte Forschungsprojekte in Deutschland

In Deutschland wurden seit 1996 mehrere Forschungsprojekte abgeschlossen, die sich auf zwei Schwerpunktthemen von Offenporigen Asphaltdeckschichten konzentrieren. Der erste Schwerpunkt beinhaltet die Optimierung der Zusammensetzung, den Bau sowie Langzeituntersuchungen an Offenporigen Asphaltdeckschichten mit unterschiedlichen Baustoffen. Der zweite Schwerpunkt setzt sich mit dem Lärminderungspotential, Schallmessverfahren sowie der Wirtschaftlichkeit der offenporigen Bauweise auf Grund der Lärmreduzierung auseinander.

In Zuge der Deutschen Einheit wurden die wichtigsten Ost-West Verbindungen ausgebaut, erweitert oder saniert. Seit Mitte der 90er Jahre wurde aus diesem Grund auch die BAB A2 6-streifig ausgebaut und in den Bereichen Helmstedt bis Hannover sowie in Teilbereichen westlich von Hannover mit einer Offenporigen Asphaltdeckschicht versehen. Baubegleitend zum Abschnitt Helmstedt-Peine wurde dazu ein Forschungsprojekt an der TU Braunschweig durchgeführt, bei dem 14 Offenporige Asphaltvarianten (Kombination unterschiedlicher Ge-steins- und Bindemittelprodukte) mittels erweiterten Kontrollprüfungen unter anderem hinsichtlich Haftverhalten, Bindemittelablauf, Feinkornnachbildung, Verdichtungs- und Verformungsverhalten untersucht wurden. Das derzeit gültige Merkblatt für den Bau Offenporiger Asphaltdeckschichten [41] basiert in Teilen auf den Erkenntnissen dieser Forschungsarbeit.

Teile dieser Streckenabschnitte, ergänzt durch Abschnitte der BAB A2 westlich von Hannover sowie einen Abschnitt der BAB A39 wurden im Rahmen eines zweiten Teils der Forschungsarbeit nach längerer Nutzungsdauer (4 bis 7 Jahre) auf Veränderungen der mechanischen und physikalischen Eigenschaften der Schicht sowie des Bindemittels untersucht.

In einem Forschungsprojekt der BAST wurde der Neubau einer Zweischichtigen Offenporigen Asphaltdeckschicht begleitet. Hier wurden die Bauverfahren Heiß-auf-Heiß mittels Kompaktmodulfertiger sowie die konventionelle Bauweise Heiß-auf-Kalt untersucht. Dabei wurden vor

allein die Einbauverfahren mittels der festgestellten Dichtezustände in den beiden Offenerporigen Asphaltdeckschichten untersucht.

Die zur Beurteilung der Lärminderung durchgeführten Forschungsprojekte unterscheiden sich zum einen in der Beurteilung und Messung von Reifen-Fahrbahn-Geräuschen allgemein an unterschiedlichen Fahrbahntexturen, zum anderen an Messungen an Offenerporigen Asphaltdeckschichten direkt.

In den Projekten zur Bewertung der Reifen-Fahrbahn-Geräusche ist der Offenerporige Asphalt lediglich als eine Deckschichtvariante in die Untersuchungen mit aufgenommen worden, wird demnach nicht speziell hinsichtlich Lärminderung optimiert. Um für die Optimierung der lärmtechnischen Wirkung ein zuverlässiges Messinstrumentarium zur Verfügung zu stellen, wurde an der TU Dresden in Verbindung mit der Gesellschaft für Akustikforschung, Dresden, eine Forschungsarbeit 2006 abgeschlossen, die aus mehreren Verfahren zwei indirekte Verfahren extrahiert hat. Mit diesen Messverfahren lassen sich nach Angabe der Autoren die Hauptmechanismen der Schallreduzierung "Air-pumping" und Schallabsorption messen.

Im Rahmen eines derzeit durchgeführten Verbund-Forschungsprojektes "Leiser Straßenverkehr" wird in einem Teilprojekt die offenerporige Asphaltbauweise hinsichtlich höherer Verschmutzungsresistenz und damit längerer Lärminderung optimiert. Dazu wird sowohl die Art der Verschmutzung in der Offenerporigen Asphaltdeckschicht analysiert und darauf speziell abgestimmte Reinigungsmittel / -systeme entwickelt. Zusätzlich wird untersucht, ob bereits im Vorfeld durch mögliche schmutzabweisende Beschichtungen der Hohlraumwände innerhalb der Schicht oder Baustoffoptimierungen durch den Einsatz von Nanotechnologie Verschmutzungen der Offenerporigen Asphaltdeckschicht vermieden oder reduziert werden können.

Die Kurzfassungen der relevanten Forschungsprojekte in der nachfolgenden Liste sind im Anhang A zusammengestellt:

- Offenerporige Asphaltdeckschichten auf Außerortsstraßen, BAST Heft S12, 1996
- Optimierung und Qualitätssicherung Offenerporiger Asphaltdeckschichten, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 765, 1999
- Einfluss der Fahrbahntextur auf das Reifen-Fahrbahn-Geräusch, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 847, 2002
- Ökonomische Bewertung der lärmindernden Wirkung Offenerporiger Asphaltdeckschichten, DAV e.V., 2003
- Verbundprojekt "Leiser Straßenverkehr" – Verbundprojekt 1: Reduzierte Reifen-Fahrbahn-Geräusche, BAST Heft S37, 2005
- Charakterisierung der akustischen Eigenschaften offenerporiger Straßenbeläge, BAST Heft V133, 2006
- Optimierung und Qualitätssicherung Offenerporiger Asphaltdeckschichten – Teil II, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 951, 2007
- Zweischichtiger Offenerporiger Asphalt in Kompaktbauweise, BAST, Heft S49, 2007
- Verbundprojekt "Leiser Straßenverkehr" – Verbundprojekt 2: Lärmarme Reifen und Fahrbahndecken, derzeit in Bearbeitung (Koordination: BAST)

5.1.4 Durchgeführte Forschungsprojekte in der Schweiz

In der Schweiz wurden die ersten Forschungsarbeiten über Offenerporige Asphaltdeckschichten Anfang der 80er Jahre durchgeführt, nachdem bereits ein paar kurze Autobahnabschnitte 1979 mit dieser Technologie gebaut worden waren. Zu dieser Zeit bestimmte man einige generelle Eigenschaften vor allem beim Einbau dieser Spezialbeläge, um so die ersten Regeln für deren Anwendung aufzustellen. Aufgrund der Ergebnisse dieser Forschungsarbeiten wurde die erste nationale Norm erarbeitet, deren Inhalt sich auf mehrere Grossversuche in situ stützte. Diese wurden auf verschiedenen Abschnitten durchgeführt, sowohl auf Autobahnen, Hauptstrassen, wie auch auf Innerortsstrassen. Neben diesen Abschnitten unter reellem Verkehr dienten einige Testabschnitte ausschliesslich der Auswertung des Verhaltens von Offenerporigen Asphaltdeckschichten. Zudem wurden neu gebaute Abschnitte mit einer Offenerporigen Asphaltdeckschicht ausgestattet, um sie mit bestehenden Abschnitten vergleichen zu können, bei denen der Belag bei einer Erneuerung eingebaut wurde.

Die erste Testserie konzentrierte sich auf das Studium mehrerer Kriterien, wie z.B. des Haftvermögens zwischen Reifen und Deckschicht, der Entwässerung und der akustischen Eigenschaften. Verschiedene Forschungsarbeiten beschäftigten sich mit den Auswirkungen der winterlichen Klimabedingungen auf Offenerporige Asphaltdeckschichten. Allerdings ergaben diese keine abschliessenden Ergebnisse, da keine geeigneten Messgeräte zur Verfügung standen.

In den nachfolgenden Jahren konzentrierte sich die Forschung auf die Festlegung der Prüfverfahren für die Messung von Eigenschaften wie der Entwässerung oder das mechanische Verhalten von Offenerporigen Asphaltdeckschichten. Gleichzeitig wurden die Versuche in situ beibehalten, in denen hauptsächlich die akustischen Eigenschaften analysiert und beschrieben wurden. Die ersten Ergebnisse haben die wichtige Rolle gezeigt, die diese Asphaltdeckschichten bei der Lärmverminderung des Strassenverkehrs spielen können. Verschiedene Beobachtungen haben viel zum Verständnis des Zusammenspiels verschiedener Faktoren, wie der Strassenoberflächentemperatur, dem Wetter, dem Alter der Deckschicht, etc. beigetragen. Es wurde festgestellt, dass die akustischen Eigenschaften von diesen äusseren Faktoren, die selber unter sich stark interagieren, abhängig sind.

Mit dem Fortschreiten der Versuche in situ und im Prüflabor widmeten sich die Forschungsarbeiten nun der Verbesserung der Eignungsprüfung der Zusammensetzung der verschiedenen benutzten Offenerporigen Asphaltdeckschichten. Speziell in diesen Jahren wurde viel Grundlagenforschung hinsichtlich der Verwendung von Polymerbitumen oder Kautschukbitumen als Bindemittel betrieben.

Zurzeit laufen verschiedene nationale Studien, wovon eine die mechanischen Eigenschaften der Offenerporigen Asphaltdeckschichten untersucht. Das Ziel dieser Studie, die gemeinsam vom LAVOC (Laboratoire des Voies de Circulation) und der EPMA (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt) durchgeführt wird, ist die Reduktion der Schwächen dieses Baustoffs, indem präzise Empfehlungen bezüglich der mechanischen Eigenschaften von Offenerporigen Asphaltdeckschichten gegeben, sowie die Normierung der mechanischen Prüfverfahren festgelegt werden. Eine andere Studie des ASTRA (Bundesamt für Strassen) widmet sich dem Einbau von dünnenschichtigen Offenerporigen Asphaltdeckschichten im Innerortsbereich, um die Lärmbelastung durch den Strassenverkehr zu vermindern.

In der Schweiz spielen zwei Kantone eine führende Rolle im Bereich der Offenerporigen Asphaltdeckschichten. Es sind dies die Kantone Zürich, der ein Pionier in Versuchen in situ ist, sowie Waadt, der mit ca. 1/3 den grössten Anteil an Offenerporigen Asphaltdeckschichten besitzt.

Der Kanton Zürich war einer der ersten, der Offenerporige Asphaltdeckschichten eingebaut hat, um verschiedene Charakteristiken dieses Baustoffs zu testen, wie z.B. die akustischen Eigenschaften, die Haltbarkeit, sowie den Unterhalt. Seit Beginn der 80er Jahre haben verschiedene Forschungsarbeiten die spezifischen Eigenschaften dieser Deckschichten untersucht, dies auch im Hinblick auf das Langzeitverhalten.

Der Kanton Waadt hat seinerseits mehrere Forschungsprojekte in weniger bekannten Bereichen vorangetrieben, wie dem Verhalten von Offenerporigen Asphaltdeckschichten, bei denen Bindemittel mit Kautschukpulver verwendet wurden. Auch wurden Sprühtests durchgeführt, um die Entwässerung bestimmen zu können, oder auch Tests zur Analyse des Verhaltens von offenerporigen Deckschichten unter winterlichen Bedingungen, etc. Der Kanton Waadt hat auch beim Einbau von Drainasphalt auf Brücken eine Pionierrolle gespielt.

Die folgende Liste zeigt die wichtigsten Forschungsarbeiten im Bereich der Offenerporigen Asphaltdeckschichten in der Schweiz:

- Drainasphalt – Beobachtung des Verhaltens von hohlraumreichen Verschleiss-schichten unter Verkehr, ASTRA, 1991
- Messungsmethoden der Durchlässigkeit von Drainasphalt, ASTRA, 1995
- Lärmverhalten verschiedener Belagsoberflächen, ASTRA, 2000
- Lärmarme Strassenbeläge innerorts und ausserorts, ASTRA, 2001
- Lärmarme Strassenbeläge innerorts, ASTRA, 2004
- Mise au point et application d'une formule d'enrobé DRA 11 au liant bitume-caoutchuc, EPFL, 2005
- Erfahrungen mit Drainasphaltbelägen im Kanton Waadt, VSS, 2005
- Ecoulement des eaux de surface dans l'enrobé drainant sur le pont de l'Arnon – Auto-route A5, EPFL, 2006
- Mechanische Eigenschaften von Offenerporigem Asphalt, Empfehlungen für Normierung, EMPA, 2007

5.1.5 Zusammenfassung

Die große Anzahl der beschriebenen Forschungsprojekte betreffend die Entwicklung und den Einsatz von Offenerporigen Asphaltdeckschichten unterstreicht die Wichtigkeit dieser Deckschichtart. Lärmmessungen beweisen in eindeutiger Art und Weise das enorme Lärminderungspotenzial, labortechnische Untersuchungen beweisen die Einsetzbarkeit von Offenerporigen Asphaltdeckschichten. All diese Forschungsprojekte stellen aber schließlich nur den Beginn der Untersuchung einer Asphaltart dar, die zwar durch oftmalige Anwendung bereits ihre Praxistauglichkeit bewiesen hat, durch den speziellen Aufbau aber noch viele ungelöste Fragen aufwirft. Aus diesem Grund wurden im Rahmen des gegenständlichen Forschungsprojektes durch den Fragebogen auch Wissenslücken bei den zuständigen Behörden und Verwaltungen erfragt. Diese Problemfelder sind in Kapitel 7 (zukünftige Forschungsnotwendigkeiten) aufgelistet.

6 ERFAHRUNGEN MIT OFFENPORIGEN ASPHALTDECKSCHICHTEN

6.1 Erstellung eines Fragebogens

Um den Erfahrungsschatz in den drei Projektpartnerländern Österreich, Deutschland und Schweiz in einer einheitlichen Art und Weise sammeln und schließlich analysieren zu können, wurde im Rahmen dieses Forschungsprojektes ein Fragebogen mit dem Titel "Anwendungen und Erfahrungen mit Offenporigen Asphaltdeckschichten" entwickelt. Der Fragebogen wurde schließlich an die zuständigen Behörden und Verwaltungen in den drei Ländern ausgeschickt und von dort beantwortet. Er gliedert sich prinzipiell in zwei unterschiedliche Teile:

- Teil A - Allgemeine Erfahrungen: hier beziehen sich die gestellten Fragen auf die allgemein gemachten Erfahrungen mit Offenporigen Asphaltdeckschichten.
- Teil B - Spezieller Teil: hier beziehen sich die gestellten Fragen auf eine konkrete Strecke.

Die Fragen waren gemäß einer Skala durch Ankreuzen der Felder 1 bis 6 immer als Vergleich der offenporigen Asphaltbauweise mit dichten Asphaltdeckschichtarten zu beantworten, wobei

- 1 viel besser als bei dichten Deckschichten
- 2 besser als bei dichten Deckschichten
- 3 gleich wie bei dichten Deckschichten
- 4 schlechter als bei dichten Deckschichten
- 5 viel schlechter als bei dichten Deckschichten
- 6 keine Angabe

bedeutet. Der Fragebogen ist im Anhang B dem Bericht beigelegt.

Prinzipiell sollten mithilfe des Fragebogens folgende Erfahrungen gesammelt und folgende Fragestellungen beantwortet werden:

- betriebliche Erfahrungen (Winterdienst, Verhalten auf Brücken,)
- Erfahrungen im Winterdienst (mögliche Probleme, modifizierter Winterdienst, erhöhter Salzverbrauch, Zueisung,)
- Erfahrungen bzgl. Verkehrssicherheit (Regen, Winter,)
- Erfahrungen mit der baulichen Erhaltung (großflächig bzw. kleinflächig)
- Erfahrung mit Zweischichtigem Offenporigen Asphalt
- Erfahrungen bzgl. Bautechnik und Materialprüfung (unterschiedliche Größtkorndurchmesser, Alterung des Bindemittels, Prognoseverfahren,)
- Erfahrungen bzgl. Lebensdauer
- Gibt es Wissenslücken beim Einsatz von Offenporigen Asphaltdeckschichten?

- Überwiegen Vor- oder Nachteile beim Einsatz Offenporiger Asphaltdeckschichten?
- Langzeiterfahrungen mit Offenporiger Asphaltdeckschichten (lärmmindernde Wirkung, Griffigkeit, strukturelle Haltbarkeit, Drainagewirkung, Verstopfung der Porenräume,)
- Erfahrungen bzgl. struktureller Haltbarkeit (bautechnischer Zustand, Kornausbrüche,)

Die Analyse der Beantwortungen erfolgt einerseits in einer nationalen und andererseits in einer länderübergreifenden Auswertung. Weiters sollen die möglichen unterschiedlichen Tendenzen und Erfahrungen aus den drei Projektpartnerländern miteinander verglichen werden.

6.2 Nationale Auswertung der Fragebögen

6.2.1 Allgemeines

Die detaillierte nationale Auswertung der Fragebögen erfolgt nach den folgenden Schwerpunkten:

- betriebliche Erfahrungen
- Erfahrungen bzgl. Verkehrssicherheit
- Erfahrungen bei Instandhaltungs- bzw. Instandsetzungsarbeiten
- Erfahrungen mit Zweischichtigem Offenporigen Asphalt
- Erfahrungen bzgl. Bautechnik und Materialprüfung
- Erfahrungen bzgl. Lebensdauer
- sonstige Fragen
- Erfahrungen bzgl. Langzeitverhalten – Lärmminderung
- Erfahrungen bzgl. Langzeitverhalten – Griffigkeit
- Erfahrungen bzgl. struktureller Haltbarkeit
- Alterung des Bindemittels
- Drainagewirkung

Die für die Auswertung der Fragebögen erstellten Abbildungen zeigen die angegebenen Benotungen durch die Befragten als rote Balkengrafik für Deutschland und Österreich bzw. als farbige Punkte für die Schweiz. Die Note 6 wurde von den zuständigen Behörden und Verwaltungen (Ö, CH) bzw. den Straßenbauämtern (D) nur vergeben, wenn keinerlei Erfahrungen vorliegen, in den Abbildungen fehlen in diesem Fall die Balken. Der jeweils grau dargestellte, breitere Balken zeigt den Mittelwert aller für die jeweilige Fragestellung abgegebenen Benotungen (berücksichtigt wurden dafür die Benotungen zwischen 1 und 5).

6.2.2 Fragebogenauswertung Österreich

In Österreich wurden im Dezember 2006 insgesamt 18 Fragebögen ausgesandt, wobei 12 Fragebögen dem ISTU (Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung) beantwortet retourniert wurden (davon 5 Leermeldungen aufgrund nicht vorhandener Erfahrungen mit Offenporigen Asphaltdeckschichten). Allerdings zeigt sich bei diesen Beantwortungen eindeutig die Tendenz, dass bestehende Streckenabschnitte mit Offenporigem Asphalt mehr und mehr durch andere Deckschichttypen, zum Beispiel durch Splittmastixasphalte, ersetzt werden (siehe auch Deckschichtstatistik Österreich in Abschnitt 4.3.2). In diesem Fall wurden zwar über allgemeine Erfahrungen mit Offenporigen Asphaltdeckschichten (Teil A des Fragebogens) berichtet, allerdings ohne Bezug auf einen konkreten Streckenabschnitt (Teil B des Fragebogens).

6.2.2.1 Auswertung Teil A

Mit Hilfe von Teil A des Fragebogens sollten die allgemeinen Erfahrungen mit Offenporigen Asphaltdeckschichten in Österreich festgestellt werden. Die Beantwortungen erfolgten dabei immer im direkten Vergleich zu den standardmäßig angewandten dichten Deckschichttypen Asphaltbeton (AC) oder Splittmastixasphalt (SMA).

Betriebliche Erfahrungen

Bei der Frage nach den betrieblichen Erfahrungen mit Offenporigen Asphaltdeckschichten wurde zuerst nach den allgemeinen betrieblichen Erfahrungen mit diesem Deckschichttyp gefragt, um schließlich auf Erfahrungen im Winterdienst (Winterdienst allgemein, Präventivstreuung, Schneefall und Zueisung) und auf Brücken näher einzugehen. Eine Zusammenstellung der Antworten zu den betrieblichen Erfahrungen mit Offenporigen Asphaltdeckschichten in Österreich sind in Abbildung 18 dargestellt.

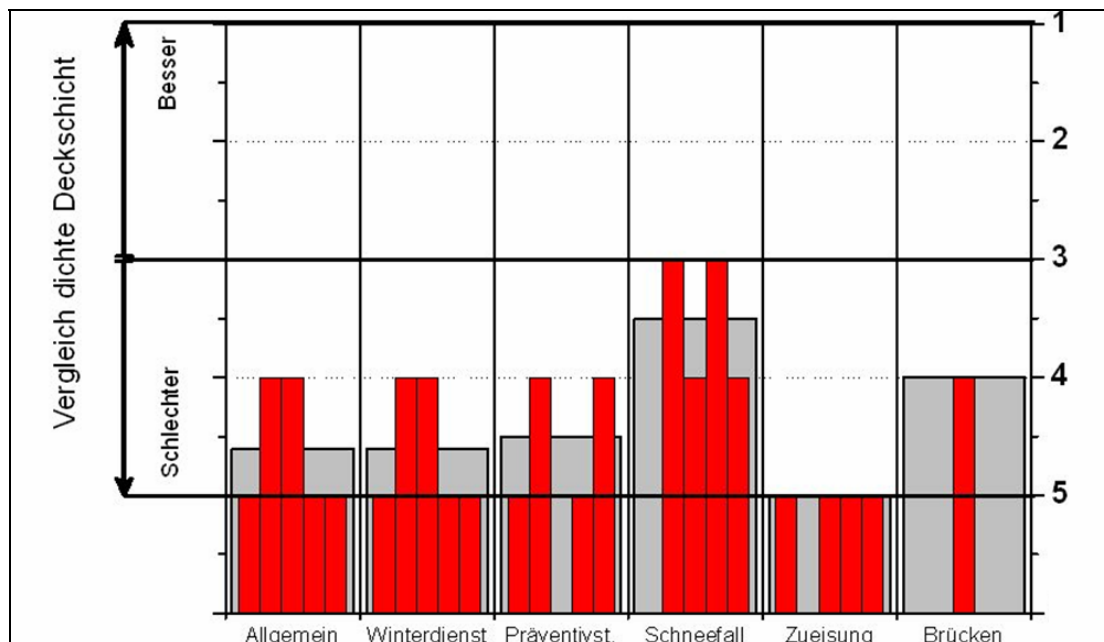


Abbildung 18: Betriebliche Erfahrungen mit Offenporigen Asphaltdeckschichten in Österreich

Bei der Betrachtung der Abbildung 18 ist eine eindeutige Tendenz der Antworten zu negativen betrieblichen Erfahrungen erkennbar. Auch die geringen Schwankungsbreiten in den Beantwortungen (zwischen (4) – schlechter als dichte Deckschichten – und (5) – viel schlechter als dichte Deckschichten) unterstreichen diesen Trend. Lediglich die Frage nach den Erfahrungen bei Schneefall

fällt etwas besser aus, Zitat "bei Schneefall (geschlossene Schnee-decke) sind alle Deckschichten gleich". Allerdings ist natürlich klar, dass auf Offenporigen Asphaltdeckschichten der Schnee in der Regel früher als auf dichten Deckschichttypen haften bleibt. Das führt wiederum zu einem früher notwendigen Winterdiensteinsatz und zu einem höheren Salzverbrauch. Dieser wird im Vergleich zu dichten Deckschichten als ungefähr doppelt so hoch angegeben. Die Offenporigen Asphaltdeckschichten sind daher in Österreich durch die präventive Pflege und den hohen Salzverbrauch nicht sehr beliebt. "Wenn OPA's, so sind sie, wenn möglich, in größeren Abschnitten durchgehend auszuführen," lautet der Kommentar eines Beantworters. Außerdem weisen zugeeiste Offenporige Asphaltdeckschichten durch "das unterschiedliche Verhalten von Spur und Nebenflächen einen negativen Einfluss auf die Verkehrssicherheit auf."

Zur Frage der Präventivstreuung wurde vor allem auf das perfekte Funktionieren und das exakte Timing (Beginnzeit des Streuvorganges) hingewiesen. Denn, "ist die Vereisung einmal eingetreten, dann ist es sehr schwierig, diese wieder wegzubringen."

Erfahrungen mit Offenporigem Asphalt auf Brücken liegen gemäß den Umfrageergebnissen nur wenige vor (nur eine Beantwortung).

Erfahrungen bzgl. Verkehrssicherheit

Die Frage nach den Erfahrungen bzgl. Verkehrssicherheit soll klären, ob sich durch den Einsatz von Offenporigen Asphaltdeckschichten positive oder negative Effekte auf die Sicherheit der vorbeifahrenden Fahrzeuge ergeben, sowohl allgemein als auch für die beiden speziellen Fälle Regen- und Wintersituation. Die Ergebnisse der diesbezüglichen Befragung sind in Abbildung 19 dargestellt.

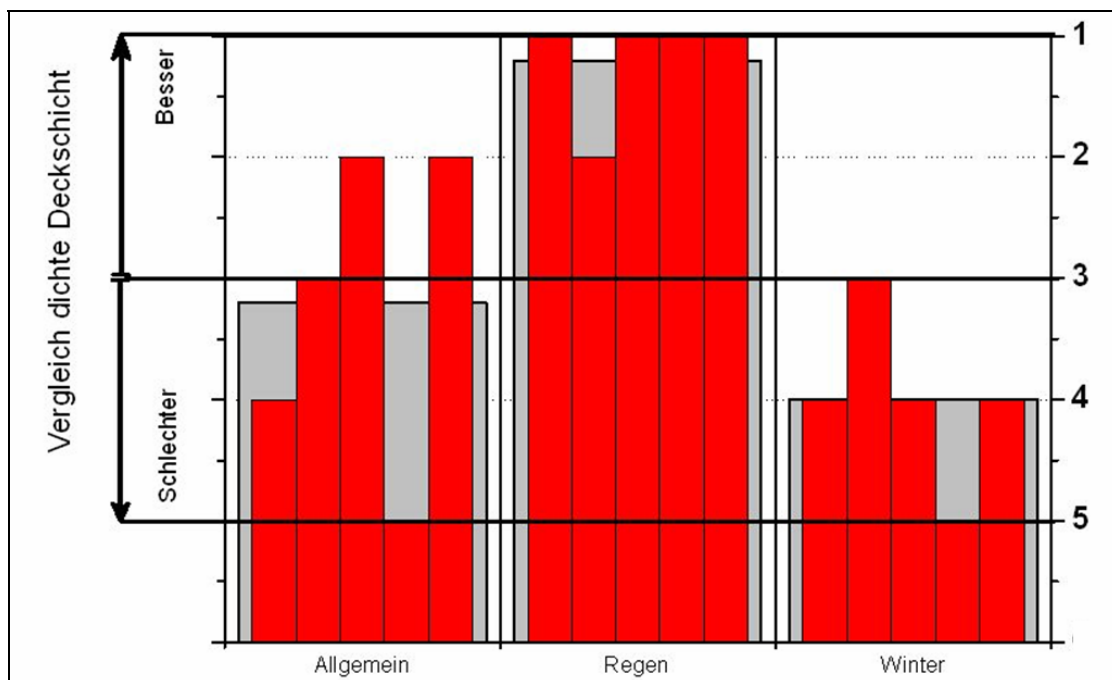


Abbildung 19: Erfahrungen mit Offenporigen Asphaltdeckschichten bzgl. Verkehrssicherheit in Österreich

Die Analyse der Antworten zeigt, dass in Bezug auf die Verkehrssicherheit kaum Unterschiede zwischen der offenporigen und der dichten Asphaltbauweise festgestellt wurden. Zeigen die Offenporigen Asphaltdeckschichten bei Regen einen eindeutig positiven Effekt, hervorgerufen durch kein oder nur geringes Auftreten von Sprühhahnen und durch das verringerte Aquaplaningrisiko, so ist ihr Verhalten im Winter eindeutig negativ beurteilt worden. "Im Winter kann es passieren, dass

komplette Autobahnabschnitte durch Sperren wegen Glatteisgefahr nicht verfügbar sind," so der Kommentar eines Beantworters.

Erfahrungen mit der baulichen Erhaltung

Durch die unterschiedliche Struktur der Offenporigen Asphaltdeckschichten ergeben sich etwas andere Handlungsweisen bzgl. Instandhaltungs- und Instandsetzungsarbeiten als bei dichten Deckschichttypen. Bei der Frage nach den in Österreich gemachten Erfahrungen bei diesen Maßnahmen soll herausgefunden werden, ob sich bei Offenporigen Asphaltdeckschichten entweder zusätzliche oder vielleicht auch geringere Probleme bei der Instandhaltung bzw. Instandsetzung ergeben. Die Fragestellung gliedert sich dabei in großflächige Maßnahmen, Arbeiten nach Treibstoffaustritt, aber auch kleinflächige Maßnahmen, wie zum Beispiel nach Schäden durch Radfelgen oder Schäden auf einem einzelnen Fahrstreifen. Die Umfrageergebnisse sind in Abbildung 20 dargestellt.

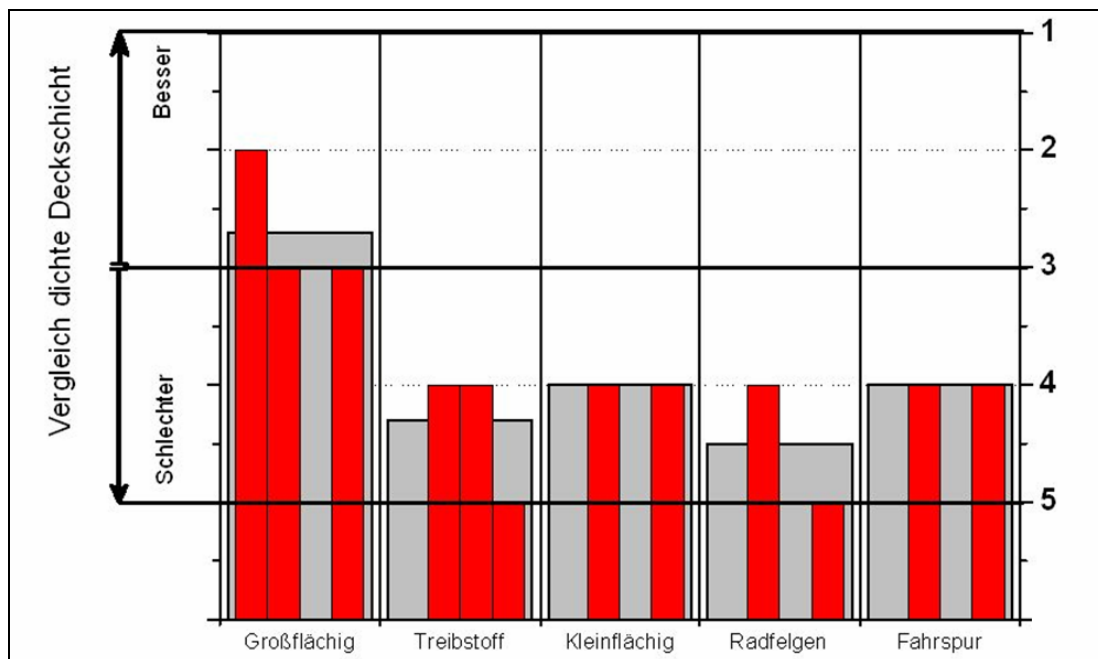


Abbildung 20: Erfahrungen mit Offenporigen Asphaltdeckschichten bei Instandhaltung- und Instandsetzungsarbeiten in Österreich

Bei der Analyse der Antworten zeigen sich eindeutig die negativen Erfahrungen bei der Instandhaltung, vor allem bei kleinflächigen Schäden, Schäden nach Treibstoffaustritt, Schäden durch Radfelgen und Schäden in einer Fahrspur. Interessant ist die neutrale Beantwortung bei großflächigen Schäden. Obwohl Kommentare wie "plötzliches Versagen" und "Maßnahmen schlecht vorhersehbar" eindeutig negativ zu beurteilen sind, wurde der Vergleich mit dichten Deckschichten doch neutral beantwortet ("3" - gleich wie bei dichten Deckschichten).

Der Erfahrungsschatz in Österreich wird durch einen Beantworter auf den Punkt gebracht: "Die Lebensdauer der Offenporigen Asphaltdeckschichten ist im Vergleich zu dichten Deckschichten wesentlich geringer, Sanierungen von Teilflächen oder von Einzelfahrstreifen lösen meistens recht kurzfristig Folgeschäden aus, da die Durchlässigkeit beim Stoß von alt auf neu zum größten Teil durch die Tatsache, dass der alte Drainasphalt dicht geworden (nicht mehr spülbar) ist oder die Verbindung alt auf neu nur teilweise durchlässig ist, nicht gewährleistet werden kann. Weiters ist die Zustandskurve (äußerst flach) so ausgeprägt, dass das Versagen des Drainasphaltes zeitlich nicht erkennbar ist. Damit

kann man eigentlich nur auf die Erfahrungen mit der Lebensdauer der Versagensabschnitte zurückgreifen und die weisen zusätzlich eine hohe Streuung des Alters auf."

Erfahrungen mit Zweischichtigen Offenerporigen Asphaltdeckschichten

Erfahrungen mit Zweischichtigem Offenerporigem Asphalt liegen in Österreich nur sehr bedingt vor. Insgesamt existieren zurzeit 2 verschiedene Versuchsstrecken, an denen Zweischichtige Offenerporige Asphaltdeckschichten liegen, allerdings erst mit einer Liegedauer von ca. 2 Jahren. An den Versuchsstrecken werden jeweils unterschiedliche Deckschichttypen hinsichtlich ihres Lärminderungspotenziales, aber auch hinsichtlich mechanischer Schäden und Haltbarkeit untersucht. Die Strecken befinden sich auf folgenden Straßenabschnitten

- A 12 Inntal Autobahn (km 5,80 – km 10,40), 8 verschiedene Deckschichttypen, darunter 2 Zweischichtige Offenerporige Asphaltdeckschichten und ein einschichtiger Offenerporiger Asphalt (siehe [60])
- B 1 Wiener Straße (km 265,350 – km 268,062), 8 verschiedene Deckschichttypen, darunter 1 Zweischichtige Offenerporige Asphaltdeckschicht (siehe [61])

Durch die geringe Liegedauer der Deckschichten ist es aber noch nicht möglich, konkrete Aussagen über Langzeiterfahrungen mit dieser Bauweise zu machen.

Erfahrungen bzgl. Bautechnik und Materialprüfung

Bezüglich Bautechnik und Materialprüfung wurden folgende Fragestellungen analysiert:

- Erfahrungen mit unterschiedlichen Größtkorndurchmessern
- Erfahrungen mit Bindemittelalterung
- Erfahrungen mit Prognoseverfahren für Alterungsmechanismen und Kornausbrüche
- Gebrauchsorientierte Messergebnisse nach langjähriger Nutzungsdauer

Erfahrungen mit unterschiedlichen Größtkorndurchmessern liegen in Österreich kaum vor, da bislang Offenerporige Asphaltdeckschichten meistens mit Größtkorn 11 mm eingebaut wurden. Allerdings konnte festgestellt werden, dass Offenerporige Asphaltdeckschichten mit Größtkorn 8 mm etwas geringere Vorbeifahrtpegel aufweisen, bei Größtkorn 16 mm liegt hingegen eine geringere Lärminderung vor.

Erfahrungen mit der Alterung des Bindemittels liegen ebenfalls kaum vor. Prognoseverfahren für Kornausbrüche sind in Österreich bislang nicht verfügbar.

Allerdings werden im ASFINAG- Netz (Autobahnen und Schnellstraßen) 5-jährige Messkampagnen sowohl messtechnisch als auch visuell zur Zustandserfassung der Deckschichten durchgeführt. Seit 3 Jahren werden zusätzlich verpflichtend Griffigkeitsmessungen bei der Abnahme der Deckschichten und am Ende der Gewährleistungsfrist gefordert. "Bis auf die Versuchsstrecke für lärmindernde Deckschichten auf der A 12 befinden sich jedoch keine Offenerporigen Asphaltdeckschichten darunter, da seit dem Jahr 2000 (massivste Schäden an den Offenerporigen Asphaltdeckschichten) die Offenerporigen Asphaltdeckschichten rückgebaut wurden."

Gebrauchsorientierte Messergebnisse nach langjähriger Nutzungsdauer wurden im Rahmen einiger Forschungsprojekte durchgeführt. Bei einer an der TU Wien durchgeführten Analyse verschiedener Deckschichttypen am österreichischen Autobahn- und Schnellstraßennetz wurden dabei folgende Schlussfolgerungen gezogen [62]:

- Im Neuzustand zeigt sich eindeutig der lärmtechnische Vorteil der speziell lärmindernd optimierten Fahrbahndeckschichten, wie zum Beispiel LDDH 8 (Lärmindernde Dünnschichtdecke) und LSMA 8 (Lärmindernder Splittmastixasphalt), die im Vergleich mit deren konventionellen Ausführungen um bis zu 3 dB(A) niedrigere Rollgeräuschemissionen aufweisen. Die Ergebnisse an den untersuchten Offenerporigen Asphaltdeckschichten (DA 11) liegen um weitere 2 dB(A) niedriger und somit um etwa 5 dB(A) unter einem konventionellen Asphaltbeton (AC 11).
- Bei der Untersuchung des Langzeitverhaltens der untersuchten Fahrbahndeckschichten weisen die untersuchten Offenerporigen Asphaltdeckschichten (DA 11) bereits nach einer Liegedauer von 5 Jahren ein ähnliches Niveau der Rollgeräusche auf wie die anderen untersuchten Fahrbahndeckschichten. Die beiden so genannten lärmmin-dernden Fahrbahndeckschichten LSMA 8 (Lärmindernder Splittmastixasphalt) und LDDH 8 (Lärmindernde Dünnschichtdecke) sind hingegen in allen Altersstufen zu den leisesten zu zählen.

Offenerporige Asphaltdeckschichten zeigen also bezüglich Lärminderung ein exzellentes Anfangsverhalten, das aber ohne entsprechende Behandlung (Reinigung) im Laufe der Jahre eine abnehmende Tendenz zeigt.

Erfahrungen bzgl. Lebensdauer

Die allgemeinen Erfahrungen bzgl. der strukturellen Lebensdauer von Offenerporigen Asphaltdeckschichten im Vergleich zu dichten Deckschichten werden mit Benotungen zwischen 3 (gleich wie bei dichten Deckschichten) und 4 (schlechter als bei dichten Deckschichten) beantwortet.

Die Abschätzungen der Lebensdauer Offenerporiger Asphaltdeckschichten in Österreich erfolgten im Vergleich mit einer Asphaltbetondecke bzw. mit einem Splittmastixasphalt und sind in Abbildung 21 angeführt.

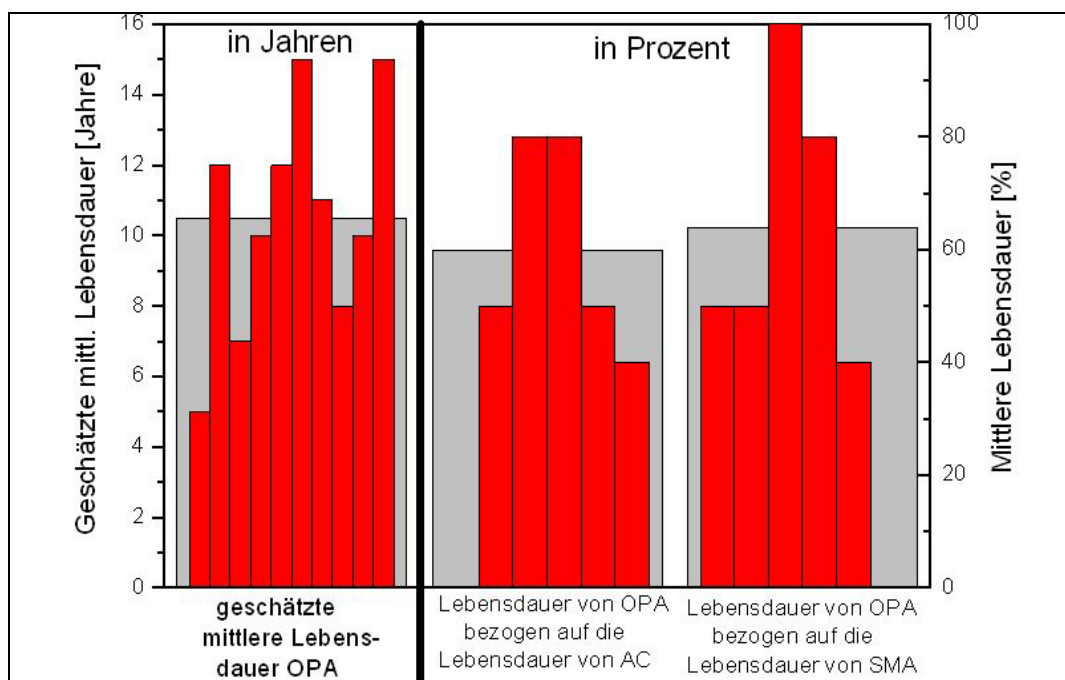


Abbildung 21: Abschätzung der Lebensdauer Offenerporiger Asphaltdeckschichten in Österreich

Die durchschnittliche Lebensdauer von Offenporigen Asphaltdeckschichten wird dabei mit 10,6 Jahren angegeben, wobei zwei der Befragten die Lebensdauer mit 15 Jahren abschätzten. Im Vergleich zu dichten Deckschichten wird die mittlere Lebensdauer auf ca. 60% im Vergleich zu Asphaltbeton (AC) und ca. 64% im Vergleich zu Splittmastixasphalt (SMA) geschätzt.

Ein Beantworter schätzt die mittlere Lebensdauer von Offenporigen Asphaltdeckschichten im Vergleich zum Splittmastixasphalt mit 50% ab, verweist aber auf die Besonderheiten der offenporigen Bauweise: "Durch den heiklen Einbau insbesondere bei der SAMI- Schicht kann die Lebensdauer auch um einiges geringer sein, dies insbesondere in höheren Lagen mit hohen Niederschlagserscheinungen."

Die Frage *"Würden Sie eine strukturell befriedigende OPA- Strecke erneuern, weil Sie bzgl. Lärminderung und/oder Entwässerung den Anforderungen nicht mehr entspricht?"* wurde bei allen retournierten Fragebögen aus Österreich einheitlich mit NEIN beantwortet.

Hierzu einige Kommentare:

- Die OPA- Strecken nach Reduktion der Lärminderung zu erneuern, wäre abgesehen von den Mehrkosten durch die kurze Lebensdauer dem Autofahrer (Netz in Dauerbaustellenzustand) nicht zumutbar.
- In Zeiten angespannter Budgetdotierung ist dies kaum vorstellbar.
- Das ist wirtschaftlich nicht mehr zu vertreten.

Sonstige Fragen

In diesem Bereich des Fragebogens wurde nach Wissenslücken bei der Anwendung von Offenporigen Asphaltdeckschichten gefragt. Dabei wurde vor allem das Thema der Reinigung, aber auch die Problematik der Entwässerung auf Brückenbauwerken angesprochen. Eine Anregung eines Beantworters lautet folgendermaßen: "Der Hohlraumgehalt müsste dorthin optimiert werden, dass das Spülen durchgeführt werden kann und die Tragfähigkeit gewährleistet bleibt." Eine Zusammenstellung der angeführten Wissenslücken inklusive der daraus abgeleiteten Forschungsnotwendigkeiten erfolgt in Kapitel 7.

Weiters wurde eine Bewertung der Vor- oder Nachteile beim Einsatz von Offenporigen Asphaltdeckschichten im Vergleich zu dichten Deckschichten in Österreich durchgeführt. Die Beantwortungen der Frage *"Überwiegen Ihrer Meinung nach die Vor- oder die Nachteile beim Einsatz Offenporiger Asphaltdeckschichten?"* sind in Abbildung 22 dargestellt.

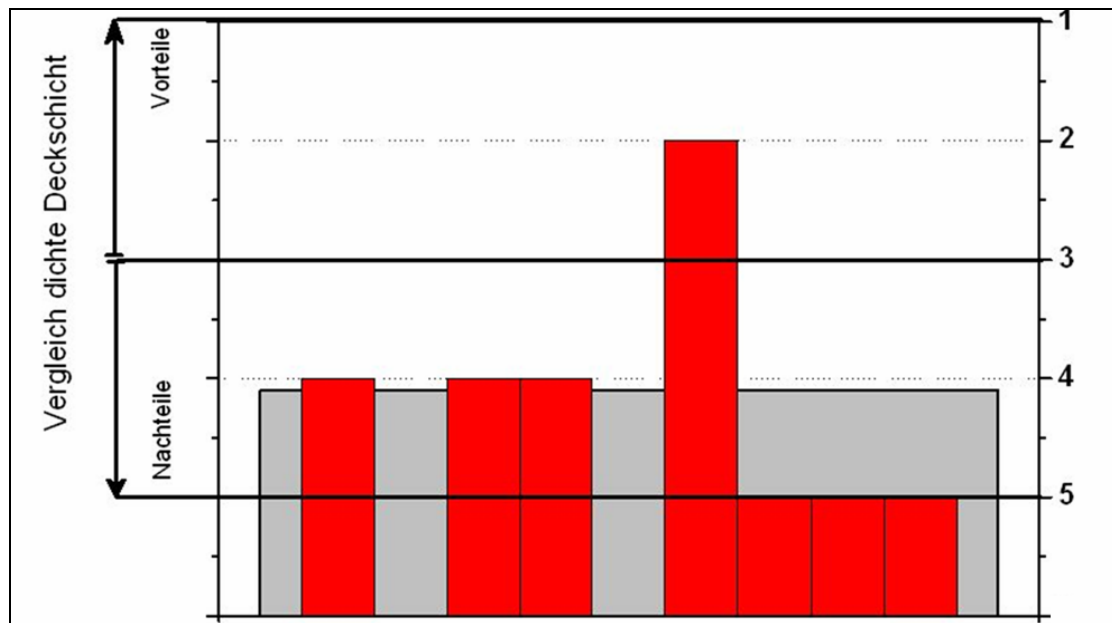


Abbildung 22: Bewertung der Vor- oder Nachteile beim Einsatz von Offenporigen Asphaltdeckschichten im Vergleich zu dichten Deckschichten in Österreich

Das Resultat zeigt eine klare Tendenz: "Derzeit überwiegen eindeutig die Nachteile!".

6.2.2.2 Auswertung Teil B

Der Teil B des Fragebogens erfolgte für die beiden bereits genannten Versuchsstrecken für Offenporige Asphaltdeckschichten (Streckenabschnitte an der A 12 und B 1, siehe Tabelle 22 und Tabelle 23, Werte gem. Eignungsprüfung). Allerdings konnte hier aufgrund der geringen Liegedauer von 2 Jahren nur die Anfangssituation (nach der Deckschichtherstellung) beurteilt werden, eine Analyse des Langzeitverhaltens ist hier nicht möglich.

Die weiteren eingelangten Beantwortungen zu den Themenbereichen

- Langzeitverhalten – Lärminderung,
- Langzeitverhalten – Griffigkeit und
- strukturelle Haltbarkeit

erfolgten aufgrund allgemeiner Erfahrungen mit Offenporigen Asphaltdeckschichten ohne Bezug auf einen konkreten Streckenabschnitt. Deshalb wurden diese Daten auch gesondert (mit einem anderen Layout) ausgewertet.

Tabelle 22: Zusammenstellung und wichtigste Kennwerte der angegebenen Strecken mit Offenporigem Asphalt in Österreich (1)

Deckschichttyp	PA zweischichtig 0/16 + 0/8		PA zweischichtig 0/16 + 0/8	
	Straßenbezeichnung	A12	A12	A12
zul. Höchstgeschw. [km/h]	130	130	130	130
Richtungsfahrbahn	Innsbruck	Innsbruck	Innsbruck	Innsbruck
Stationierung [km]	8,30 – 8,80	8,30 – 8,80	8,80 – 9,20	8,80 – 9,20
Verkehrbelastung DTV	25.000	25.000	25.000	25.000
DTLV (DTV _{sv})	5.200	5.200	5.200	5.200
Baujahr	2005	2005	2005	2005
Bitumensorte	PmB 50-90S Starfalt OMV	PmB 50-90S Starfalt OMV	CTS Spezial-bitumen	CTS Spezial-bitumen
Bitumengehalt [M.-%]	4,9	6,0	4,5	6,5
Gesteinsart (PSV)	Diabas (58)	Diabas (58)	Diabas (58)	Diabas (58)
Größtkorn	16	8	16	8
Fülleranteil [M.-%]	4,6	4,5	3,9	4,0
Sandanteil [M.-%]	9,1	10,3	0,2	0,2
Splittanteil > 2 mm [M.-%]	86,3	85,2	95,9	95,8

Tabelle 23: Zusammenstellung und wichtigste Kennwerte der angegebenen Strecken mit Offenporigem Asphalt in Österreich (2)

Deckschichttyp	PA 8	PA zweischichtig 0/16 + 0/8	
		Straßenbezeichnung	A12
zul. Höchstgeschw. [km/h]	130	100	100
Richtungsfahrbahn	Innsbruck	-	-
Stationierung [km]	9,2 -9,8	266,32 – 266,625	266,32 – 266,625
Verkehrbelastung DTV	25.000	8000	8000
DTLV (DTV _{sv})	5.200	1500	1500
Baujahr	2005	2005	2005
Bitumensorte	CTS Spezial-bitumen	PmB 50-90S	PmB 50-90S
Bitumengehalt [M.-%]	6,5	5,0	5,4
Gesteinsart (PSV)	Diabas, HWK Kitzbühel (58)	Kiessplitt	LD- Schlacke (50)
Größtkorn	8	16	8
Fülleranteil [M.-%]	4,0	6	6
Sandanteil [M.-%]	0,2	10	10
Splittanteil > 2 mm [M.-%]	95,8	90	90

Langzeitverhalten – Lärminderung

Abbildung 23 zeigt die eingegangenen Abschätzungen der lärmindernden Wirkung von Offenporigen Asphaltdeckschichten im Vergleich zu dichten Deckschichttypen. Dabei zeigt sich eine einheitliche Meinung der Befragten. Kurz nach Herstellung der Deckschicht wurden die Offenporigen Asphaltdeckschichten mit "viel besser" (Note 1) beurteilt, aber auch nach einer längeren Liegedauer (eine Deckschicht mit einer Liegedauer von 19 Jahren wurde mitbeurteilt) wurde das Lärminderungspotenzial noch mit "besser" (Note 2) als bei dichten Deckschichten angegeben.

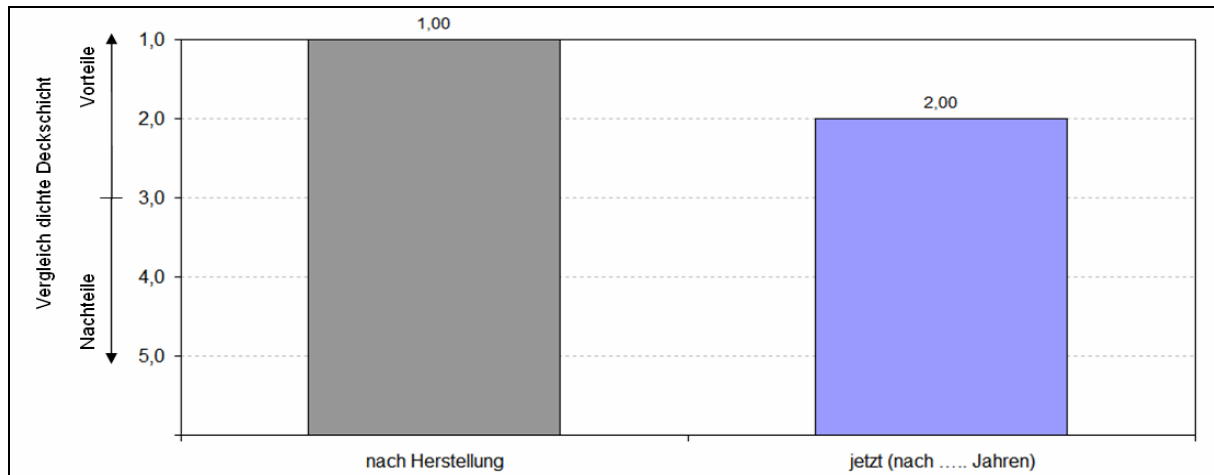


Abbildung 23: Langzeitverhalten der Lärminderung Offenporiger Asphaltdeckschichten in Österreich

Langzeitverhalten – Griffigkeit

Die Angaben zur Griffigkeit fielen nicht ganz so eindeutig aus, weisen aber auch dieselbe Tendenz auf. Bei neuen Deckschichten wurde ein Durchschnittswert von 1,75, bei älteren Deckschichten einer von 2,25 vergeben. Die Griffigkeit scheint sich also mit der Zeit etwas zu verschlechtern, allerdings wird sie immer noch besser als bei dichten Deckschichttypen bewertet. In Abbildung 24 sind sowohl die Durchschnittswerte in Balkenform angegeben, als auch die Spanne der eingelangten Antworten.

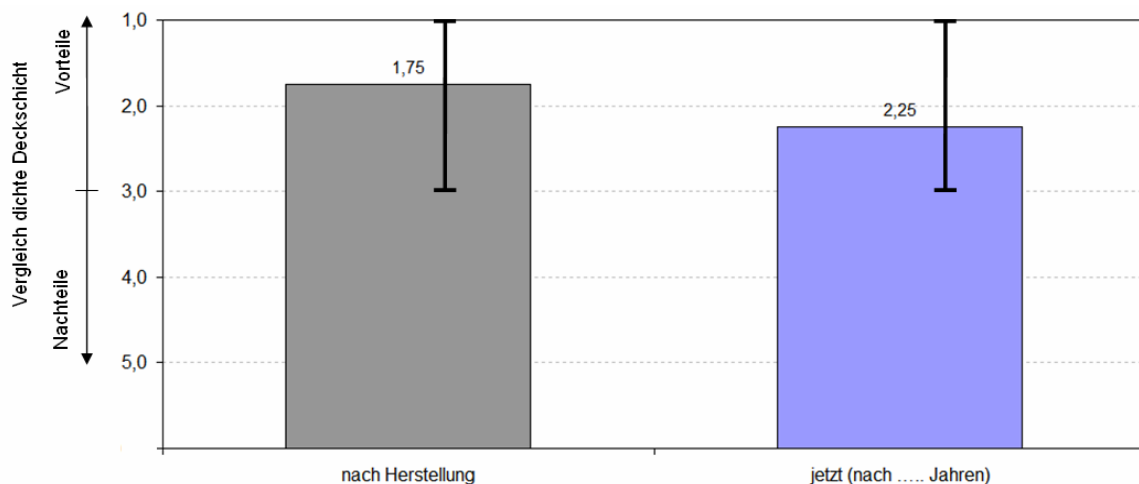


Abbildung 24: Langzeitverhalten der Griffigkeit Offenporiger Asphaltdeckschichten in Österreich

strukturelle Haltbarkeit

Die Erfahrungen in Österreich bzgl. der strukturellen Haltbarkeit von Offenporigen Asphaltdeckschichten im Vergleich zu dichten Deckschichttypen sind in Abbildung 25 dargestellt.

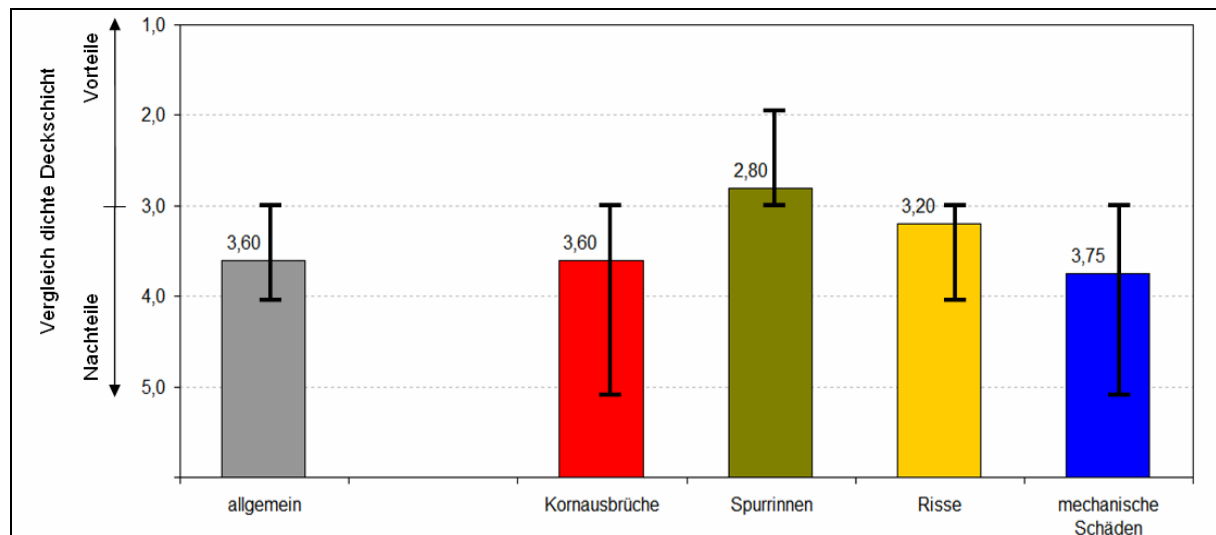


Abbildung 25: Strukturelle Haltbarkeit Offenerporiger Asphaltdeckschichten in Österreich

Die allgemeine Einschätzung der strukturellen Haltbarkeit von Offenerporigen Asphaltdeckschichten fiel relativ neutral im Vergleich zu dichten Deckschichttypen aus, mit einer geringen Tendenz zu einem schlechteren Verhalten (Mittelwert 3,60). Das Auftreten von Spurrinnen wurde als leicht besser als bei dichten Deckschichten beurteilt. Kornausbrüche, mechanische Schäden und Risse wurden hingegen etwas kritischer beurteilt. Außerdem geht die Schwankungsbreite der Antworten bei der Beurteilung von Kornausbrüchen und mechanischen Schäden weit auseinander (zwischen (3) – gleich wie bei dichten Deckschichten, und (5) – viel schlechter als bei dichten Deckschichten). Vor allem auf das Auftreten von Kornausbrüchen wurde mehrere Male hingewiesen, und hier speziell auf das Problem der plötzlich auftretenden Kornausbrüche, die eine vorausschauende Planung größtenteils unmöglich machen.

Drainagewirkung

Eine Verstopfung der Porenräume wurde nahezu bei allen untersuchten Strecken festgestellt. Diese Verstopfungen traten bereits nach einer Liegedauer von zwei Jahren auf, vor allem am Abstellstreifen, da dort im Prinzip keine Selbstreinigungswirkung durch vorbeifahrende Fahrzeuge auftritt. Ebenso wurden teilweise Reinigungen der Offenerporigen Asphaltdeckschichten durchgeführt, allerdings konnten dabei nur geringe positive Effekte erzielt werden.

6.2.3 Fragebogenauswertung Deutschland

In Deutschland wurden die Fragebögen Ende 2006 an die Straßenbauverwaltungen der Bundesländer verschickt, in deren Verantwortungsbereich Offenerporige Asphaltdeckschichten vorhanden sind.

Insgesamt wurden bis Mai 2007 von den Straßenbauverwaltungen aus 9 Bundesländern die ausgefüllten Fragebögen zurückgesandt:

- Innenministerium Baden-Württemberg, Abteilung 6 – Straßenwesen
- Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, Sachgebiet IID9
- Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg, FB Straßen- und Ingenieurbau
- Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr
- Ministerium für Bauen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen

- Landesbetrieb Mobilität Rheinland-Pfalz
- Landesbetrieb für Straßenbau, Saarland
- Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit, Abteilung Verkehr
- Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein

Von einigen Straßenbauverwaltungen wurden mehrere Fragebögen von unterschiedlichen Autobahnämtern / -meistereien verschickt, da hier mehrere verschiedene Streckenabschnitte in der offenporigen Asphaltbauweise vorliegen. Damit stehen für die Auswertung insgesamt

- 16 Fragebögen für den Teil A
- 30 Fragebögen für den Teil B

zur Verfügung.

6.2.3.1 Auswertung Teil A

Der Fragebogen Teil A behandelt die allgemeinen Erfahrungen mit Offenporigen Asphaltdeckschichten. Diese sollten im direkten Vergleich zu üblicherweise verbauten, dichten Deckschichten wie z.B. Asphaltbeton (AC) oder Splittmastixasphalten (SMA) bewertet werden.

Betriebliche Erfahrung

Die betriebliche Erfahrung beinhaltet sowohl die allgemeinen Erfahrungen mit der Offenporigen Asphaltdeckschicht, als auch speziell Erfahrungen mit dem Winterdienst oder auf Brückenbauwerken. Die betrieblichen Erfahrungen sind in Abbildung 26 zusammengestellt.

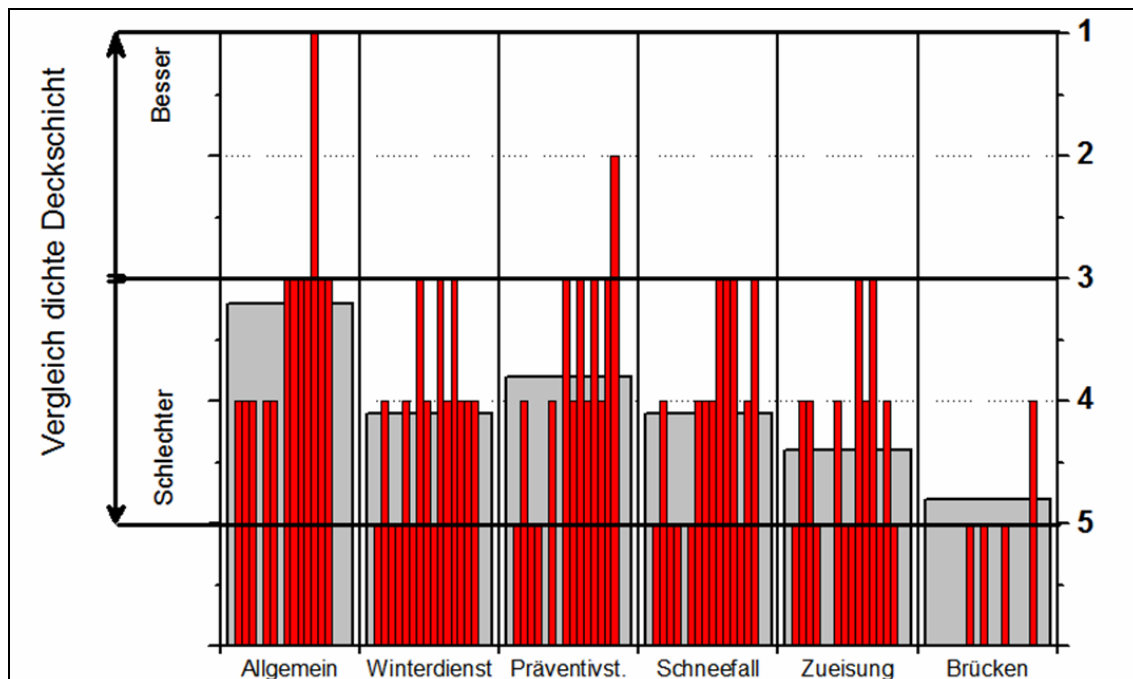


Abbildung 26: Betriebliche Erfahrungen mit Offenporigen Asphaltdeckschichten in Deutschland

Auffällig ist insgesamt die Schwankungsbreite der überstellten Angaben, so schwanken die allgemeinen Erfahrungen zum Beispiel zwischen der Angabe "viel besser als dichte Deckschichten" (1) und

"schlechter als dichte Deckschichten" (4). Insgesamt haben aber die Ämter sowohl mit OPA als auch mit dichten Asphaltdeckschichten vergleichbar umfangreiche Erfahrungen mit dem Betrieb gesammelt.

Die Erfahrungen im Bereich des Winterdienstes speziell liegen im Bereich schlechter als die dichten Asphaltdeckschichten, sowohl in den Bereichen Allgemeine Erfahrungen im Winterdienst, also auch speziell für die Präventivstreuung, das Verhalten bei Schneefall und das Verhalten bei Vereisungsgefahr / gefrierendem Regen. Als "viel schlechter" im Vergleich zu dichten Asphaltdeckschichten ist das Verhalten auf Brückenbauwerken eingestuft worden. Hier liegen allerdings bei lediglich vier Betrieben Erfahrungen vor.

Als Anmerkungen wird von nahezu allen Dienststellen ein höherer Salzverbrauch genannt. Dieser schwankt aber zwischen 30% Mehrverbrauch bis zur Angabe: "3-fache Salzmenge". Aus diesem Grund erhöhen sich auch die Umlaufzeiten der Streufahrzeuge. Es muss häufiger und zur Prävention auch früher gestreut werden. Darüber hinaus wurden ein langsames Tauen und ein schnelleres Überfrieren einiger Strecken beobachtet. Auf Grund von Erfahrungen mit festen Streustoffen (NaCl), Mischungen aus festem und flüssigem Streustoff sowie reinem Flüssigstoff (z.B. Magnesiumchloridsole) wird von einer Dienststelle der Einsatz von reinem Flüssigstoff favorisiert. Hiermit wurden nach eigenen Angaben längere Verweilzeiten und damit eine längere Wirksamkeit erzielt.

Erfahrungen bezüglich der Verkehrssicherheit

Die Erfahrungen bezüglich der Verkehrssicherheit beinhalten sowohl die allgemeinen Erfahrungen, als auch Extremsituationen bei Regen und im Winter. Die Ergebnisse der Befragung sind in der Abbildung 27 zusammengestellt.

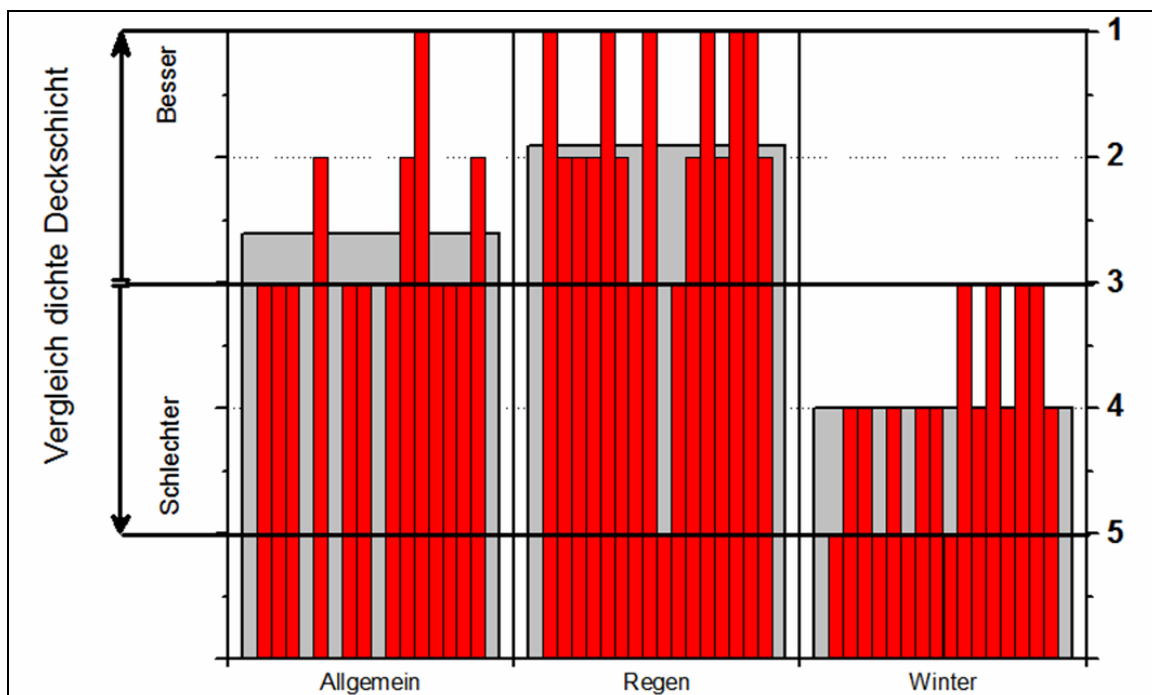


Abbildung 27: Erfahrungen mit Offenerporigen Asphaltdeckschichten bzgl. Verkehrssicherheit in Deutschland

Die allgemeinen Erfahrungen bezüglich der Verkehrssicherheit werden von allen Dienststellen als mindestens identisch im Vergleich zu den dichten Asphaltdeckschichten bewertet. Zum Teil werden Offenerporige Asphaltdeckschichten auch besser bewertet. Insbesondere bei Regen wird die Verkehrssicherheit deutlich als besser bewertet, was auf ausbleibende Sprühhahnenbildung und geringerer Aquaplaninggefahr zurückgeführt wird. Lediglich eine Dienststelle hat erheblich schlechtere

Erfahrungen bei Offenerporigen Asphaltdeckschichten bei Regen, die mit der Bauweise der Entwässerungseinrichtungen begründet wird.

Die Verkehrssicherheit im Winter wird von einigen Dienststellen mit gleichwertig beurteilt, größtenteils sind hier aber schlechtere bis viel schlechtere Erfahrungen gesammelt worden.

Erfahrungen mit der baulichen Erhaltung

Die Instandhaltungs- bzw. Instandsetzungsarbeiten gliedern sich in großflächige Erneuerung, Instandhaltung bei Belastungen durch Treibstoffe, sowie bei kleinflächigen Instandhaltungsarbeiten nach Unfällen oder Schäden durch LKW-Felgen. Die Umfrageergebnisse sind in der Abbildung 28 zusammengefasst.

Insgesamt zeigt sich, dass die Erfahrungen bei Instandhaltungs- bzw. Instandsetzungsarbeiten von Offenerporigen Asphaltdeckschichten schlechter beurteilt werden, als bei dichten Asphaltdeckschichten. Lediglich wenige Verantwortliche bewerten die Erfahrungen als vergleichbar oder besser.

Bei großflächigen Instandsetzungsarbeiten wurden Probleme bei Anschlüssen und Nähten festgestellt, der Austausch einzelner Fahrstreifen ist nicht möglich. Insbesondere wird der Treibstoffaustritt als sehr problematisch bezeichnet. Nicht nur dass auch die Dichtungsschicht unterhalb der offenerporigen Schicht angegriffen wird, die gesamte Schicht zeigt Auflösungserscheinungen, so dass hier vollständig saniert werden muss.

Kleinflächige Schäden werden derzeit in Deutschland mit Gussasphalten oder Asphaltbeton saniert. Diese Verfahrensweise zerstört jedoch den Drainageeffekt und im Bereich der Anschlussnähte verbleiben Schwachstellen. Oberflächige Schäden durch Radfelgen werden derzeit wegen des Fehlens einer geeigneten Verfahrensweise nicht saniert.

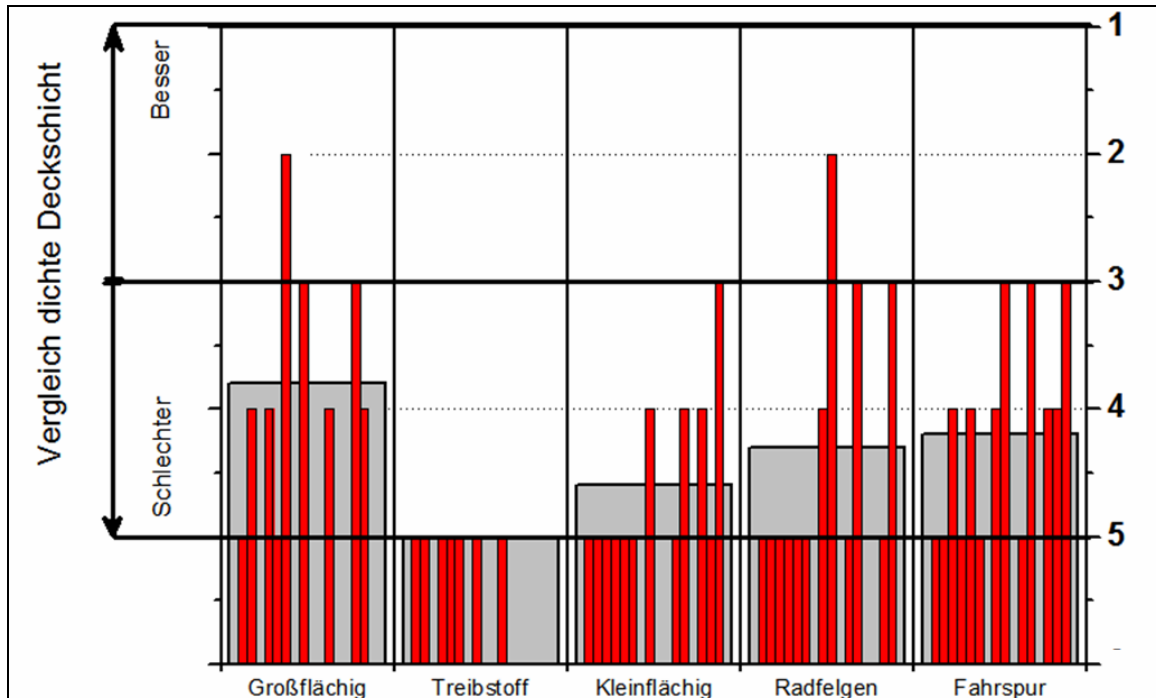


Abbildung 28: Erfahrungen mit Offenerporigen Asphaltdeckschichten bei Instandhaltungs- bzw. Instandsetzungsarbeiten in Deutschland

Erfahrungen mit Zweischichtigen Offenporigen Asphaltdeckschichten

Erfahrungen mit der zweischichtigen offenporigen Asphaltbauweise liegen derzeit nur in Bayern (Verfahren Heiß-auf-Kalt mit 2 Geräten) und in Niedersachsen vor (Heiß-auf-Heiß mit Kompaktfertiger und Heiß-auf-Kalt mit 2 Geräten).

Erfahrungen bzgl. Bautechnik und Materialprüfung

Erfahrungen mit unterschiedlichen Größtkorndurchmessern haben 5 von 16 Verantwortliche. Dabei schwanken die Angaben von der Aussage, dass bislang keine signifikanten Unterschiede erkennbar sind, bis hin zur Feststellung, dass OPA mit einem 8 mm Größtkorn bessere Lärminderungseigenschaften besitzt und OPA mit 11 mm Größtkorn resistenter gegen mechanische Beschädigungen ist.

Erfahrungen mit der Alterung des Bindemittels wurde von zwei Verantwortlichen gemeldet, dabei wurde z.B. eine geringere Alterungsneigung beim PmB H beobachtet.

Als Prognose für Kornausbrüche wurden in einem Bundesland die Affinität mittels Spaltzugversuchen sowie das Splitthaltevermögen gemäß DIN EN 12697-17 "Kornverlust von Probekörpern aus Offenporigem Asphalt" durchgeführt. Weitere Erfahrungen liegen nicht vor.

Gebrauchsorientierte Messungen nach langjähriger Gebrauchsdauer wurden von fünf Verantwortlichen durchgeführt. Diese reichen von punktuellen Bestimmungen des Hohlraum-gehaltes und des Erweichungspunktes Ring und Kugel, zum Teil Schall- und Griffigkeitsmessungen bis zu einer vollständigen ZEB.

Erfahrungen bzgl. Lebensdauer

Die allgemeinen Erfahrungen zur strukturellen Lebensdauer werden mit den Benotungen 2 bis 5 angegeben. Im Mittel wird ein Wert von 3,9 erreicht, so dass die strukturelle Lebensdauer einer Offenporigen Asphaltdeckschicht im Vergleich zu einer dichten Asphaltdeckschicht als schlechter bewertet werden muss.

Die Abschätzungen der Lebensdauer von Offenporigen Asphaltdeckschichten sind in Abbildung 29 zusammengestellt.

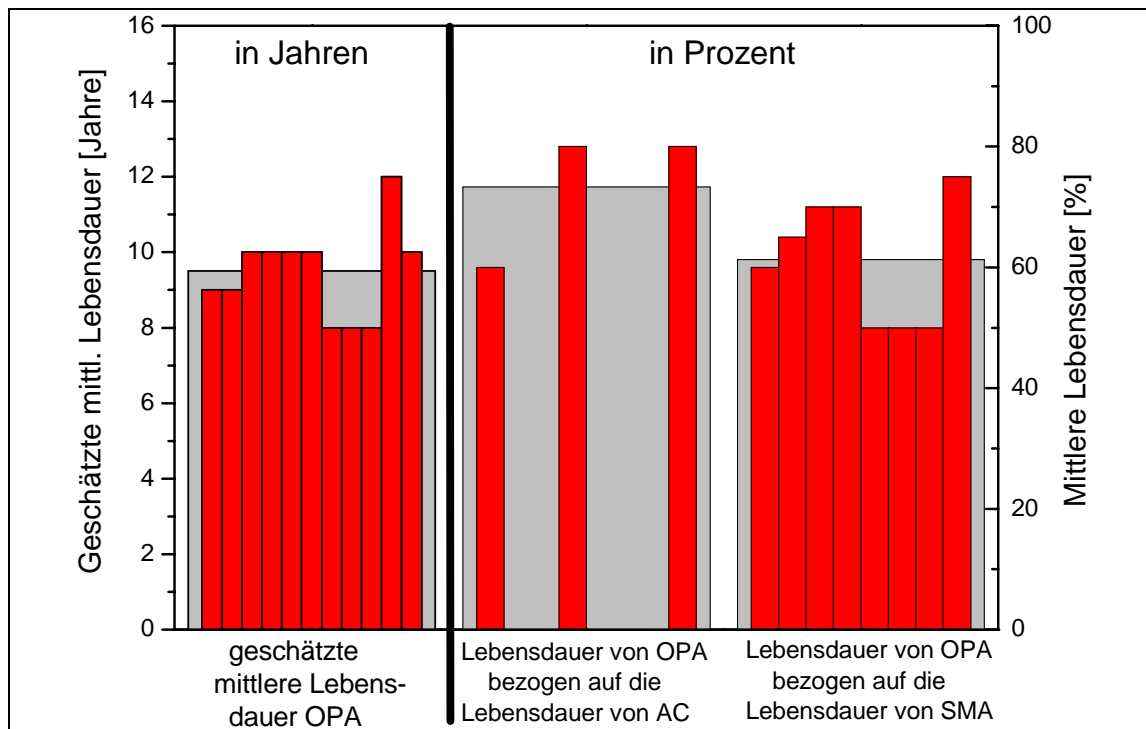


Abbildung 29: Abschätzung der Lebensdauer Offenporiger Asphaltdeckschichten in Deutschland

Die Lebensdauer einer Offenporigen Asphaltdeckschicht wird mit durchschnittlich 9,5 Jahren abgeschätzt, wobei Angaben zwischen 8 und 12 Jahren gemacht werden. Im Vergleich zu dichten Asphaltdeckschichten wird die mittlere Lebensdauer auf ca. 73% im Vergleich zu Asphaltbeton (AC) und ca. 61% im Vergleich zu Splittmastixasphalt (SMA) geschätzt.

Auf die Frage, ob die Offenporige Asphaltdeckschicht wegen mangelhafter Entwässerung und/oder Lärminderung erneuert werden würde, wurde häufig auf die Auflagen aus der Planfeststellung verwiesen. Da diese zu erfüllen sind, ist OPA aus lärmschutztechnischen Gründen zu erneuern. Andernfalls bleibt diese Fragestellung mit 6 Ja-Stimmen, 4 Nein-Stimmen und 6 mal keiner Angabe relativ offen.

Sonstige Fragen

Unter dem Begriff der sonstigen Fragen wurde eine Möglichkeit gegeben, Wissenslücken bei der offenporigen Asphaltbauweise aufzuzeigen, die dringend beantwortet werden sollten. Die Zusammenstellung der Wissenslücken und daraus die Ableitung des vordringlichen Forschungsbedarfes erfolgt in Kapitel 7.

Insgesamt überwiegen aus Sicht der Verantwortlichen die Nachteile der offenporigen Asphaltbauweise (vgl. Abbildung 31)

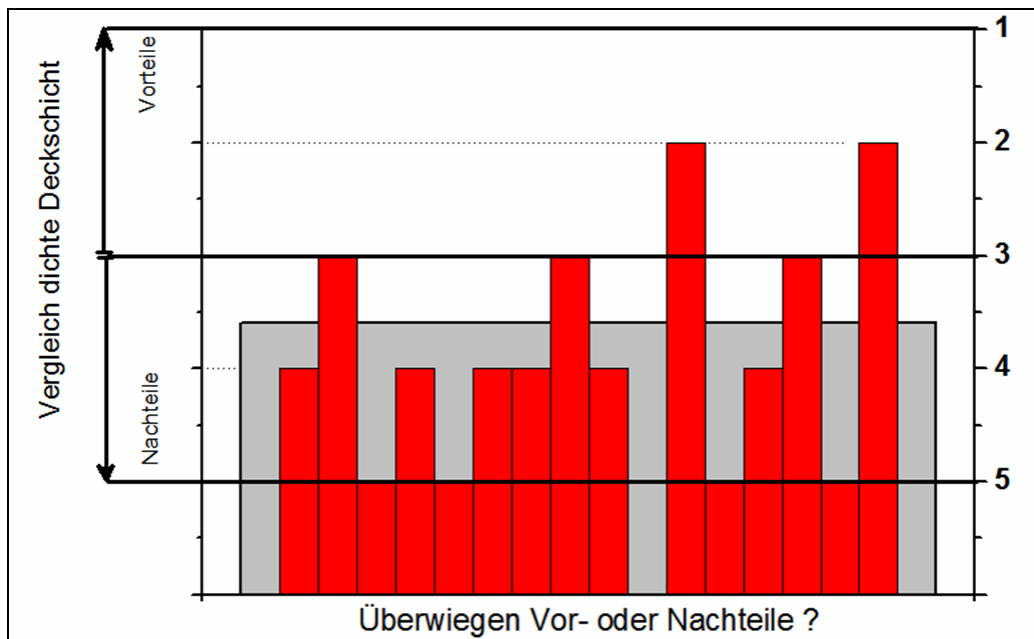


Abbildung 30: Bewertung der Vor- oder Nachteile von OPA im Vergleich zur dichten Asphaltdeckschicht in Deutschland

6.2.3.2 Auswertung Teil B

Für die Übersicht der in der Auswertung des Fragebogen Teil B berücksichtigten Streckenabschnitte sind alle Abschnitte am Ende des Kapitels 6.2.3.2 in den Tabellen Tabelle 24 bis Tabelle 28 genannt. Zusätzlich sind in diesen Tabellen die Verkehrsbelastungszahlen und die Zusammensetzungen der Asphalte wiedergegeben. Dabei sind die Werte der Eignungsprüfungen oder die Werte der Kontrollprüfungen angegeben, entsprechend den Angaben der ausfüllenden Dienststelle.

Lärmindernde Wirkung

Die lärmindernde Wirkung nach der Herstellung der Offenporigen Asphaltdeckschicht wird in 10 von 13 Fällen als "viel besser" als bei dichten Asphaltdeckschichten (Note 1) bewertet. In 3 Fällen wird die Lärminderung nur mit der Note 2 – also als "besser" im Vergleich zu dichten Asphaltdeckschichten – beurteilt.

Zum derzeitigen Zeitpunkt – also nach Nutzungsdauern von 2 bis 13 Jahren – werden die Streckenabschnitte in 2 Fällen als "gleich gut", in 9 Fällen als "besser" und in 3 Fällen als "viel besser" im Vergleich zu dichten Asphaltdeckschichten beurteilt, eine schlechtere Beurteilung wird nicht abgegeben. Dabei fällt auf, dass die als "gleich gut" bewerteten Streckenabschnitte 6 bis 9 Jahre alt sind, die mit "besser" beurteilten 2 bis 12 Jahre und die mit "viel besser" bewerteten Abschnitte zwischen 2 und 13 Jahre alt sind. Eine Abhängigkeit von dem Alter der Strecke ist damit nicht zu erkennen.

Diese Aussagen stützen sich größtenteils auf subjektive Eindrücke. Schallmessungen wurden nur von einem Bundesland auf mehreren Streckenabschnitten durchgeführt. Hier wurde nach 2-jähriger Nutzungsdauer auf zwei Streckenabschnitten ein Rückgang der lärmindernden Wirkung von 1,6 dB(A) bzw. 2,2 dB(A) festgestellt (Vorbeifahrt mit 80 km/h).

Im Rahmen von Schallmessungen der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) wurde die BAB A2 schalltechnisch vermessen.

Griffigkeit

Angaben zur Griffigkeit wurden von wenigen Dienststellen mitgeteilt, einige Strecken wurden mittels SKM und / oder mittels SRT- Prüfungen untersucht. Die Ergebnisse der SKM- Prüfungen sind in der Abbildung 31 zusammengestellt, wobei die Angaben von unterschiedlichen Strecken entstammten, eine Griffigkeitsentwicklung nach längerer Nutzungsdauer aus der Abbildung demnach nicht abgeleitet werden kann.

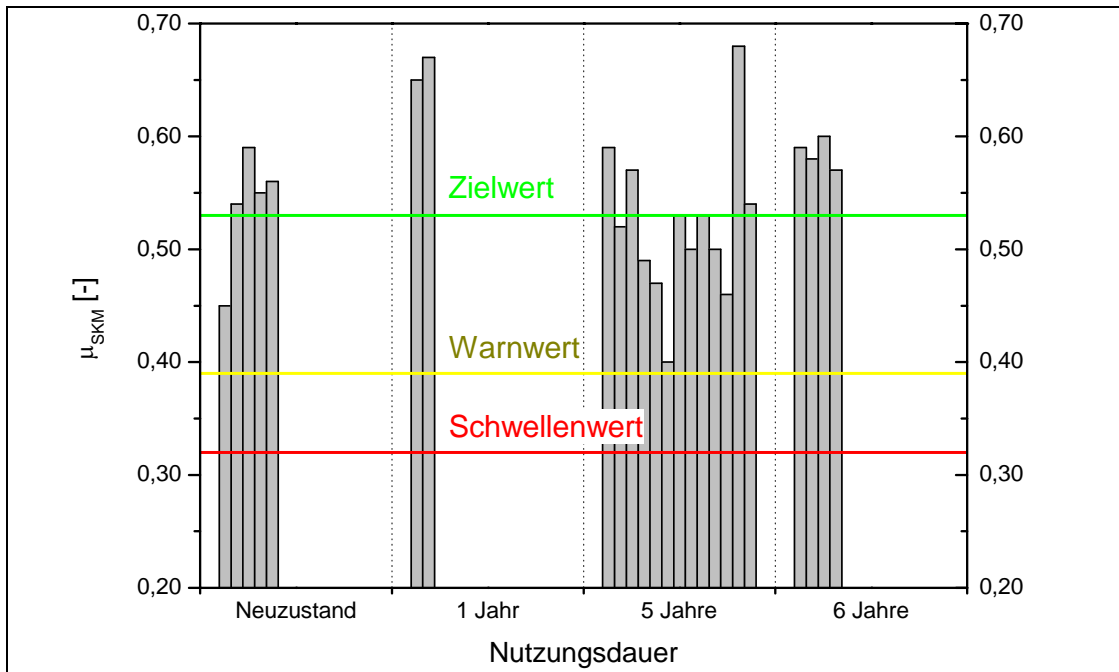


Abbildung 31: Angaben zur Griffigkeit Offenporiger Asphaltdeckschichten - μ_{SKM} - in Deutschland

Zum Teil wurden Messwerte nicht mitgeteilt, sondern lediglich der Hinweis gegeben, dass einige Strecken derzeit hinsichtlich der Griffigkeit zwischen dem Warnwert und dem Schwellenwert liegen. Lediglich zwei von 19 Strecken werden hinsichtlich der Griffigkeit als "schlechter" oder "viel schlechter" als dichte Asphaltdeckschichten beurteilt. Auffällig ist in diesem Zusammenhang, dass diese beiden Strecken bereits im Neuzustand nach Abnahme eine derart ungünstige Bewertung haben, die dann auf Einbaumängel / Materialmängel o.ä. zurückgeführt werden muss. Alle anderen bewerteten Strecken sind mit "gleich" (5 von 19), "besser" (8 von 19) oder "viel besser" (4 von 19) beurteilt worden.

Auf Grund des Bindemittelfilms an der Oberfläche der Offenporigen Asphaltdeckschicht und der fehlenden Abstreuerung wurde zur Verkehrsfreigabe bis zum Erreichen der Anfangsgriffigkeit ca. 6 bis 8 Wochen nach dem Neubau die zulässige Geschwindigkeit begrenzt.

Strukturelle Haltbarkeit

Erste mechanische Schäden sind zum Teil bereits nach 3 Jahren Nutzungsdauer aufgetreten, die ersten Kornausbrüche wurden abhängig von der Strecke zwischen 0,5 Jahren nach Fertigstellung der Schicht bis ab 7 Jahren Nutzungsdauer beobachtet. Die Kornausbrüche treten speziell vermehrt an den Rändern von Bereichen auf, die bereits mechanisch beschädigt sind, sowie im Bereich der Arbeitsnähte und Übergangsbereiche zwischen dem Offenporigen Asphalt und dem Gussasphalt auf Bauwerken. Auch nach dem Winterdienst treten verstärkt Kornausbrüche auf, vermutlich auf Grund des Einsatzes von Schneepflügen.

Für die Auswertung der strukturellen Haltbarkeit werden auf Grund der Vielzahl der bewerteten Streckenabschnitte die Abschnitte in Nutzungsdauern eingeteilt. In die Stufe I werden alle Streckenabschnitte eingeteilt, die eine Nutzungsdauer von bis zu 5 Jahren ausweisen, also nicht vor 2002 gebaut worden sind. Die Stufe II beinhaltet alle Streckenabschnitte, die mindestens 5 Jahre genutzt werden und die die theoretische maximale Nutzungsdauer bis zu 10 Jahren noch nicht überschritten haben. Die Stufe III fasst alle Streckenabschnitte zusammen, die die theoretische Nutzungsdauer von 10 Jahren überschritten haben, also vor 1997 gebaut worden sind.

Mit dieser Einteilung ist es möglich, die Entwicklung von Nachteilen Offenerporiger Asphaltdeckschichten abhängig von der Nutzungsdauer zu erkennen.

Stufe I: Nach bis zu 5 Jahren Nutzungsdauer

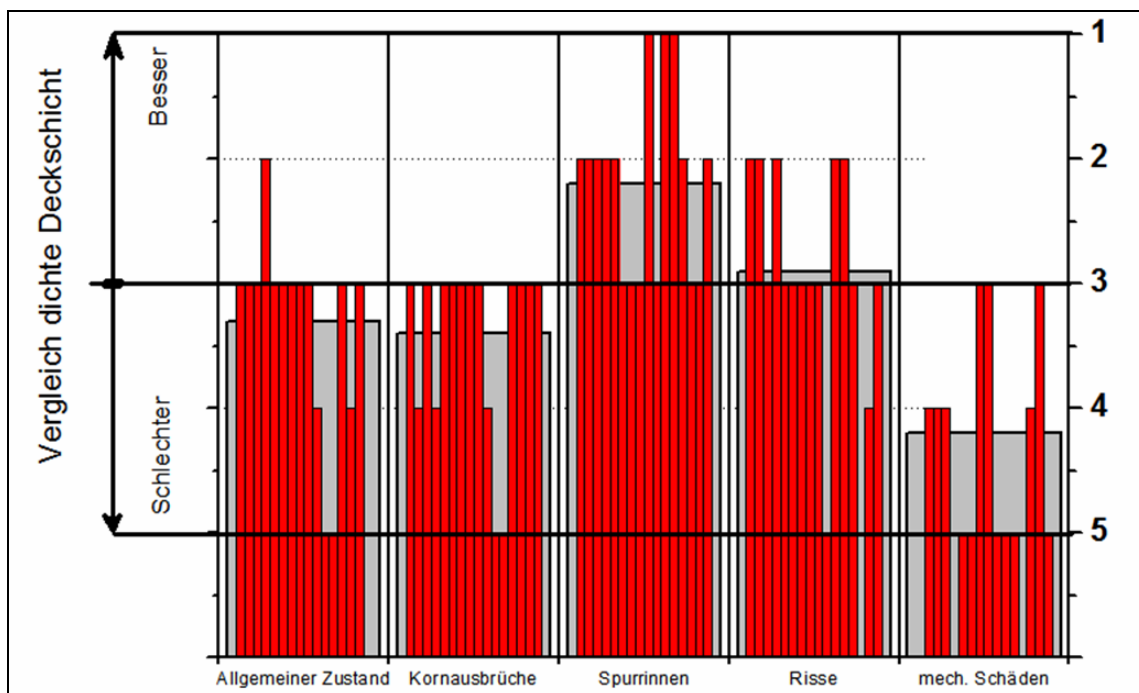


Abbildung 32: Strukturelle Haltbarkeit Offenerporiger Asphaltdeckschichten (nach bis zu 5 Jahren Nutzungsdauer) in Deutschland

Im Neuzustand sowie im Bereich der Nutzungsdauer von maximal 5 Jahren wird die strukturelle Haltbarkeit hinsichtlich des Allgemeinzustandes der Offenerporigen Asphaltdeckschicht sowie der oberflächigen Kornausbrüche im Mittel als etwas schlechter im Vergleich zur dichten Asphaltdeckschicht beurteilt. Einzelne Angaben bewerten bereits in diesem Nutzungszeitraum die Offenerporige Asphaltdeckschicht mit "viel schlechter" (Streckenalter: 3 bis 5 Jahre). Die Spurrinnenbildung wird durchgehend mit mindestens gleichwertig, häufig auch mit "besser" oder "viel besser" als bei dichten Asphaltdeckschichten beurteilt. Für die Risschäden sind sowohl Angaben mit "viel schlechter", als auch mit "besser" gemacht worden, im Mittel wird diese Schadenshäufigkeit aber mit "gleich" bewertet.

Stufe III: Länger als 10 Jahre Nutzungsdauer

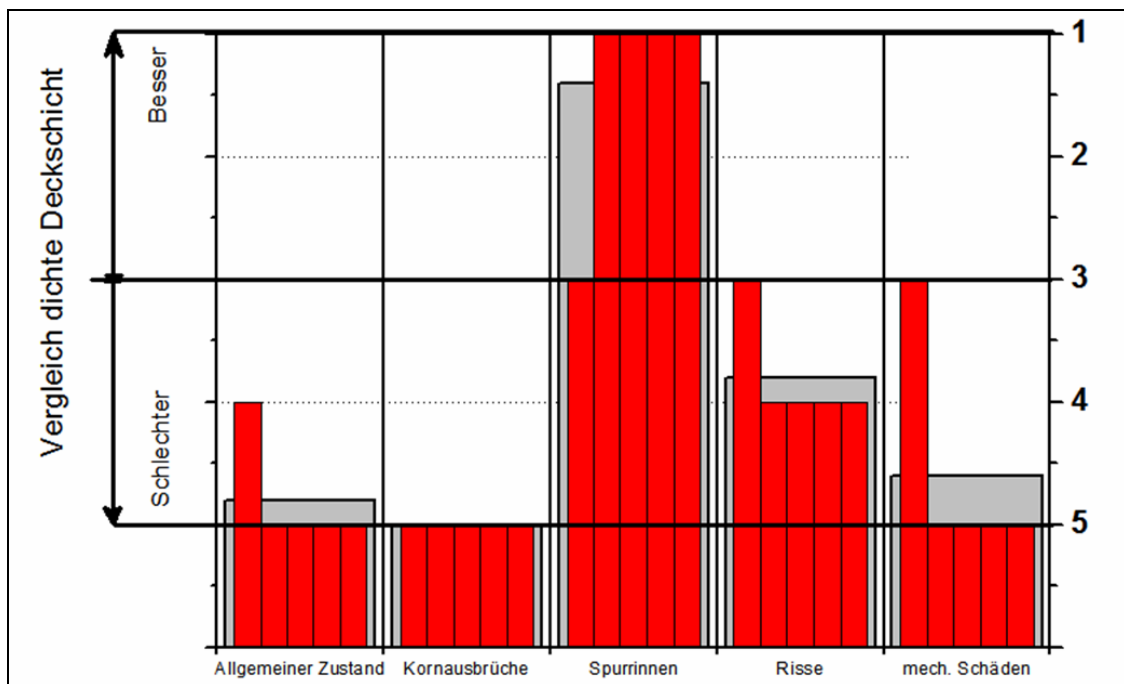


Abbildung 34: Strukturelle Haltbarkeit Offenporiger Asphaltdeckschichten ab 10 Jahren Nutzungsdauer in Deutschland

Die Bewertung der Streckenabschnitte nach einer Nutzungsdauer ab 10 Jahren, also bereits nach dem Ende der theoretischen Lebensdauer der Asphaltbefestigung zeigt mit einer Ausnahme deutlich schlechtere Bewertungen im Vergleich zu einer dichten Asphaltdeckschicht. Sowohl der allgemeine Zustand, als auch die Kornausbrüche und die mechanischen Schäden werden als "viel schlechter" beurteilt. Die Risschäden wurden im Nutzungszeitraum bis 10 Jahren noch als "gleich", bzw. "besser" beurteilt, ab 10 Jahre Nutzungsdauer treten offenbar auch Risse im Offenporigen Asphalt verstärkt auf, so dass die Bewertung deutlich auf "schlechter" im Vergleich zu dichten Asphaltdeckschichten abfällt. Lediglich im Bereich der Spurrinnenbildung zeigt sich der Offenporige Asphalt noch als "besser".

Alterung des Bindemittels

Zur Einschätzung des Alterungsverhaltens des Bindemittels in der Offenporigen Asphaltdeckschicht wurden nur wenige Angaben gemacht. Über einen Beobachtungszeitraum von bis zu 9 Jahren Nutzungsdauer wurden Anstiege des Erweichungspunktes Ring und Kugel des Bindemittels zwischen 2 und 3,6 K pro Jahr festgestellt.

Drainagewirkung

Bei einem Drittel der Streckenabschnitte unter 4 Jahren Nutzungsdauer wurde bereits eine Verstopfung der Porenräume festgestellt. Bei den älteren Streckenabschnitten ab 4 Jahren wurde eine Verstopfung bei praktisch allen Abschnitten (eine Ausnahme) festgestellt. Zum Teil beschränken sich diese Angaben allerdings auf den Bereich der Standspur. Eine vollflächige Verstopfung der Porenräume war bei den Strecken ausdrücklich angegeben, die eine vergleichsweise geringe Verkehrsbelastung besitzen.

Die Entwässerungslängsrinnen sind zum Teil ebenfalls erheblich verstopft und werden in diesen Fällen entsprechend regelmäßig gereinigt. Reinigungen der Offenporigen Asphaltdeckschicht wurden nur im Bereich von drei Strecken durchgeführt, zum Teil regelmäßig, zum Teil nur probeweise in den ersten Jahren der Nutzungsdauer. Als Beispiel wurde angegeben, dass nach etwa 2 Jahren Nutzungsdauer

mittels Kehrfahrzeug mit Hochdruckheckabsaugung aus der Standspur etwa 800 kg Feststoff pro 10.000 m² angefallen sind.

Zusammenstellung der Strecken mit OPA (Rücklauf Fragebögen)

In den Tabellen Tabelle 24 bis Tabelle 28 sind die einzelnen Angaben über die Strecken mit Offenporigem Asphalt zusammengestellt, die für die Auswertung der Fragebögen zur Verfügung standen. Sind Zellen ohne Eintrag, so waren diese Angaben in den Fragebögen ebenfalls offen.

Ein direkter Vergleich aller angegebenen Daten ist jedoch nur begrenzt möglich, da sich die Angaben – insbesondere die Angaben bezüglich der Asphaltzusammensetzung – zum Teil auf die Kennwerte der Eignungsprüfung, zum Teil auf die Kennwerte der Kontrollprüfung beziehen.

Tabelle 24: Zusammenstellung und wichtigste Kennwerte der Strecken mit Offenporigem Asphalt in Deutschland (1)

Merkmal	7.4	7.5	7.6	6.2	7.3	10.4	6.1	9
Bezeichnung	BAB A1	BAB A1	BAB A1	BAB A2	BAB A3	BAB A4	BAB A7	BAB A8
zul. Höchstgeschw. km/h	-	-	-	-	120	-	-	-
Richtungsfahrbahn	Köln Bremen	Köln	Bremen	Berlin Dortmund	Köln Oberhausen	Dresden Eisenach	Hannover Kassel	Neunkirch. Saarlouis
Stationierung km	67,450- 71,570	64,370- 67,450	64,370- 67,450	LG NRW LG SA	69,5-70,5	71,4-74,8	268,782- 276,160	24,974- 26,159
Verkehrsbelastung DTV	88.500	88.500	88.500	100.000	85.000	67.300	70.900	29.000
	DTV _{sv}	13.200	13.200	30.000	13.100	10.100	12.200	3.500
Baujahr	11/2001	2003/04	2004	1994-2007	2001	2005	2003-2005	1995/96
Bitumensorte	Nypol 50/100	Nypol 50/100	CTS	PmB H PmB 45	Nypol 50/100		Olexobit SMA	CTS
Bitumengehalt M.-%	6,7	6,7	6,3	> 6,5	6,8		6,5	6,3
Gesteinsart (PSV)	Diabas (58)	Diabas (58)	Diabas (58)	Grauwacke Gabbro	Andesit		Gabbro (56)	Porphyrit (> 53)
Größtkorn	8	8	8	8 und 11,2	8	8	8	11,2
Fülleranteil M.-%	4,3	4,3	4,6		4,2			4,3
Sandanteil M.-%	4,5	4,0	4,9		4,8			7,6
Splittanteil > 2 mm M.-%	91,2	91,7	89,5	ca. 90	91,0			88,1

Tabelle 25: Zusammenstellung und wichtigste Kennwerte der Strecken mit Offenporigem Asphalt in Deutschland (2)

Merkmal	1.1	2.1	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	
Bezeichnung	BAB A8	BAB A9	BAB A9	BAB A9	BAB A9	BAB A9	BAB A9	BAB A9	
zul. Höchstgeschw. km/h	-	120	SBF	SBF	SBF	SBF	-	- / 120	
Richtungsfahrbahn	AD Leonberg	Berlin Nürnberg	Bayreuth	Bayreuth	Bayreuth	Bayreuth	Nürnberg	Nürnberg	
Stationierung km	214,280- 214,328	299,600- 303,000	360,300- 360,735	360,735- 361,360	361,360- 362,440	362,440- 371,859	360,020- 362,500	362,500- 365,150	
Verkehrsbelastung DTV			75.300	75.300	75.300	75.300	59.900	75.300	
			DTV _{sv}	11.700	11.700	11.700	11.700	9.900	11.700
Baujahr	1998/99	1998	1995	1995	1995	1995	2005	2005	
Bitumensorte	CTS	CTS	CTS	PmB 65	CTS	PmB 65	PmB 40/100-65H	CTS	
Bitumengehalt M.-%	6,3	6,1	5,2 – 5,6	5,2 – 5,7	5,2 – 5,6	5,2 – 5,7	5,5 – 6,2	5,6 – 6,4	
Gesteinsart (PSV)	Moräne (53)	Diabas (≥ 55)	Diabas	Diabas	Diabas	Diabas	Diabas (≥ 55)	Diabas (≥ 55)	
Größtkorn	11,2	8	8	8	8	8	8	8	
Fülleranteil M.-%	4,0	4,9	4,4 – 5,1	4,2 – 5,0	4,4 – 5,1	4,2 – 5,0	3,5 – 4,5	2,2 – 5,1	
Sandanteil M.-%	11,0	6,0	5,9 – 7,1	8,7 – 10,6	5,9 – 7,1	8,7 – 10,6	0,7 – 2,8	0,3 – 1,3	
Splittanteil > 2 mm M.-%	85,0	89,1	87,9 – 89,6	85,1 – 86,9	87,9 – 89,6	85,1 – 86,9	92,9 – 95,7	94,4 – 96,9	

Tabelle 26: Zusammenstellung und wichtigste Kennwerte der Strecken mit Offenporigem Asphalt in Deutschland (3)

Merkmal	2.9	10.1	10.2	10.3	12.1	12.2	12.3	6.3
Bezeichnung	BAB A9	BAB A17	BAB A17	BAB A17	BAB A20	BAB A20	BAB A20	BAB A30
zul. Höchstgeschw. km/h	120	130	80	130	80	80	80	100
Richtungsfahrbahn	Nürnberg	Dresden Prag	Dresden Prag	Hof Chemnitz	Rostock	Rostock	Lübeck	Rheine Osnabrück
Stationierung km	365,150– 371,859	2,000– 2,470	8,790– 9,070	35,750– 36,250	8,836– 9,322	9,443– 9,920	8,838–9,322 9,443–9,920	76,900– 72,100
Verkehrsbelastung DTV	75.300	43.600	43.600	39.000	26.700	26.700	26.700	79.000
DTV _{SV}	11.700	4.800	4.800	5.800	700	700	700	11.000
Baujahr	2006	2001	2004	2005	2001	2001	2001	2004
Bitumensorte	PmB 40/100-65H	Cariphalte OPA	CTS	CTS	CTS	PmB H (Styrelf)	PmB H (Styrelf)	PmB 40/100-65H
Bitumengehalt M.-%	5,7 – 6,5	6,5	6,5	6,3	6,6	6,5	6,5	5,8 (unten) 6,5 (oben)
Gesteinsart (PSV)	Amphibolith (≥ 55)	Grauwacke (56)	Grauwacke (56)	Diabas (58)	Gabbro Granodiorit Quarzit (> 55)	Gabbro Granodiorit Quarzit (> 55)	Gabbro Granodiorit Quarzit (> 55)	Quarzporph. (60)
Größtkorn	8	8	8	8	8	8	8	16 (unten) 8 (oben)
Fülleranteil M.-%	4,1 – 5,4	4,9	5,5	4,7	3,9	4,7	4,7	5,9 (unten) 5,8 (oben)
Sandanteil M.-%	0,4 – 1,3	0,8	0,6	3,4	1,4	1,2	1,2	0,7 (unten) 0,9 (oben)
Splittanteil > 2 mm M.-%	94,2 – 95,5	94,3	93,9	91,9	94,7	94,1	94,1	93,4 (unten) 93,3 (oben)

Tabelle 27: Zusammenstellung und wichtigste Kennwerte der Strecken mit Offenporigem Asphalt in Deutschland (4)

Merkmal	7.1	7.2.1	7.2.2	10.3	10.5	2.2
Bezeichnung	BAB A40	BAB A57	BAB A57	BAB A72	BAB 72	BAB A73
zul. Höchstgeschw. km/h	80 – 100	-	-	130	130	80
Richtungsfahrbahn	Venlo Dortmund	Venlo	Köln	Chemnitz Hof	Chemnitz Hof	Bamberg
Stationierung km	58,8 – 56,0 60,5 – 62,0	97,0 – 98,4	97,0 – 98,4	35,750 – 36,250	102,01 – 105,01	31,900 – 35,270
Verkehrsbelastung DTV	85.000	66.500	66.500	39.000	51.700	70.000
DTV _{SV}	7.000	7.600	7.600	5.800	6.200	6.000
Baujahr	2002 / 2004	2004	2005	2005	2006	2005
Bitumensorte	Nypol 50/100	Nypol 50/100	Nypol 50/100	CTS		CTS
Bitumengehalt M.-%	6,4 – 6,6	6,6	6,6	6,3		5,6 – 6,3
Gesteinsart (PSV)	Diabas (58)	Diabas	Grauwacke (59)	Diabas (58)		Diabas (≥ 55)
Größtkorn	8	8	8	8	8	11
Fülleranteil M.-%	4,3 – 4,4	5,2	5,2	4,7		3,0 – 4,5
Sandanteil M.-%	4,5 – 4,6	5,0	5,0	3,4		0,6 – 2,4
Splittanteil > 2 mm M.-%	91,1	89,8	89,8	91,9		93,2 – 96,4

Tabelle 28: Zusammenstellung und wichtigste Kennwerte der Strecken mit Offenporigem Asphalt in Deutschland (5)

Merkmal		3	8	1.2	1.3
Bezeichnung		B5	B260	B297	B313
zul. Höchstgeschw.	km/h	100	70	100	50
Richtungsfahrbahn					
Stationierung	km	0,000-0,775 1,500-1,804	4,140-4,488 Nk 5611114 Nk 5612064	Nk 7322008 Nk 7322010	OD Nürtingen Nk 7321019 Nk 7321023
Verkehrsbelastung	DTV	20.900	8.400		
	DTV _{sv}	1.800	400		
Baujahr		2003	2003	1998/99	1998
Bitumensorte		Cariphalte OPA	CTS	CTS	CTS
Bitumengehalt	M.-%	6,0	6,0	6,3	6,5
Gesteinsart (PSV)		Grauwacke (57)	Diabas Kalkstein (50 – 55)	Moräne (53)	Moräne (53)
Größtkorn		8	11	11	8
Fülleranteil	M.-%	3,0	4,1 – 7,0	4,0	3,4
Sandanteil	M.-%	10,0	4,2 – 7,6	11,0	5,0
Splittanteil > 2 mm	M.-%	87,0	85,4 – 91,6	85,0	91,6

6.2.4 Fragebogenauswertung Schweiz

Die Fragebögen wurden Anfang des Jahres 2007 an die 26 Kantone der Schweiz geschickt. Die Mehrheit der Fragebögen wurden retourniert (siehe Tabelle 29), aber von sieben Kantonen liegen keine Antworten vor. Einer davon hat sich explizit geweigert, den Fragebogen auszufüllen (!).

Der Blick auf Tabelle 29 zeigt, dass sieben Kantone Offenporige Asphaltdeckschichten auf ihrem Strassennetz eingebaut haben. Der Kanton Luzern ist ein spezieller Fall, da der erste Belag im Jahr 2006 eingebaut wurde und daher die erworbenen Erfahrungen noch relativ gering sind.

Tabelle 29: Zusammenfassung der Beantwortung des Fragebogens

Kanton	Erfahrungen mit PA	Antwortdatum
TG	Nein	01.06.07
JU	Nein	03.05.07
VD	Ja	05.12.06
NE	keine Antwort	-
GR	Nein	28.02.07
AI	Nein	05.03.07
BE	Nein	28.02.07
ZG	Antwort verweigert	29.05.07
VS	Ja	29.03.07
SZ	Nein	11.05.07
GL	keine Antwort	-
NW	Nein	07.07.07
GE	Ja	02.05.07
BL	keine Antwort	-
SG	keine Antwort	-
AR	Nein	01.03.07
SH	Nein	28.02.07
FR	Ja	14.06.07
TI	Ja	30.05.07
BS	Nein	06.03.07
ZH	keine Antwort	-
UR	keine Antwort	-
LU	Ja (seit 2006)	27.03.07
AG	Ja	30.03.07
OW	Nein	25.05.07
SO	Nein	07.03.07

6.2.4.1 Auswertung Teil A

Teil A des Fragebogens behandelt die allgemeinen Erfahrungen, welche die einzelnen Strassenbehörden der Schweiz gesammelt haben. Es geht darum, einen Überblick über den globalen Wissensstand im Bereich der Offenporigen Asphaltdeckschichten zu geben, im Vergleich zu demjenigen über traditionelle Beläge wie Asphaltbeton (AC) oder Splittmastixasphalt (SMA).

Betriebliche Erfahrungen

Die Erfahrungen bezüglich der betrieblichen Eigenschaften von Offenerporigen Asphaltdeckschichten beinhalten einerseits die allgemeinen Erfahrungen und andererseits spezifische Erfahrungen mit diesen Deckschichten, wie z.B. der Winterdienst und die Anwendung von Offenerporigen Asphaltdeckschichten auf Brücken.

Abbildung 35 gibt einen Überblick über die erhaltenen Antworten.

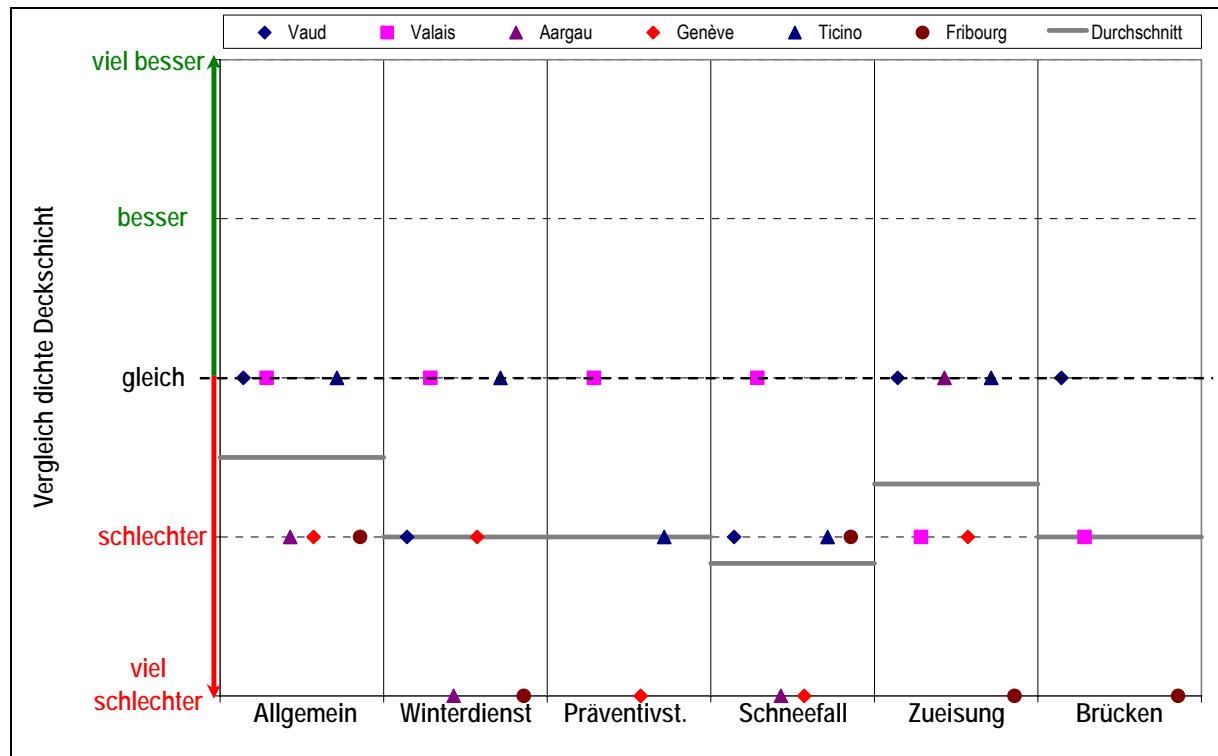


Abbildung 35: Betriebliche Erfahrungen mit Offenerporigen Asphaltdeckschichten in der Schweiz

Die Antworten finden sich zwischen den Werten 3 (gleich wie bei dichten Deckschichten) und 5 (viel schlechter als bei dichten Deckschichten) für die betrieblichen Erfahrungen. Die allgemeinen Erfahrungen mit Offenerporigen Asphaltdeckschichten sind für etwa die Hälfte der Behörden negativ, für die andere Hälfte gibt es kaum Unterschiede zu dichten Belägen.

Was den Winterdienst betrifft, so sind die Antworten pessimistischer. Aber auch hier gibt es grössere Unterschiede zwischen den befragten Kantonen. Die abgegebenen Kommentare sprechen hauptsächlich den höheren Verbrauch an Taumittel an (ohne diesen jedoch genau zu beziffern), das zudem früher und häufiger gestreut werden muss, sowie den intensiveren Einsatz des Personals und der Winterdienstgeräte (bis zu 3-mal grösserer Arbeitsaufwand). Einer der Kantone schlägt den Einbau von Offenerporigen Asphaltdeckschichten auf kompletten Strassenabschnitten vor, die den Salz- und Schneeräumungsrouten entsprechen.

Ein anderer Punkt, der häufig erwähnt wird, ist das schnellere ‚Festkleben‘ von frischem Schnee auf der Fahrbahn, was aber auch positive Aspekte haben kann (die Autofahrer drosseln früher ihre Geschwindigkeit).

Für zwei Kantone stellt der Winterdienst kein spezielles Problem dar, was umso interessanter ist, als dass sich einer davon im alpinen Gebiet der Schweiz befindet.

Auf Brücken sind Offenerporige Asphaltdeckschichten selten anzutreffen und ihr Verhalten hängt stark von der Situation der Brücke ab. Man muss ein besonderes Augenmerk auf Brücken richten, die über Wasserläufe oder sehr feuchte Gebiete führen. Keine Probleme gibt es bei Brücken über andere Verkehrswege wie Eisenbahnen, Strassen, etc. Der Kanton Waadt, Pionier in der Schweiz bei Drainasphalt auf Brücken, erwähnt, dass keine nennenswerten Unterschiede zu Strecken auf festem Boden festzustellen sind.

Erfahrungen bzgl. Verkehrssicherheit

Die Erfahrungen bezüglich Verkehrssicherheit betreffen einerseits allgemeine Beobachtungen und andererseits Beobachtungen bei speziellen Bedingungen (Regen und Winter). In Abbildung 36 werden die Antworten zu den drei Fragestellungen zusammengefasst.

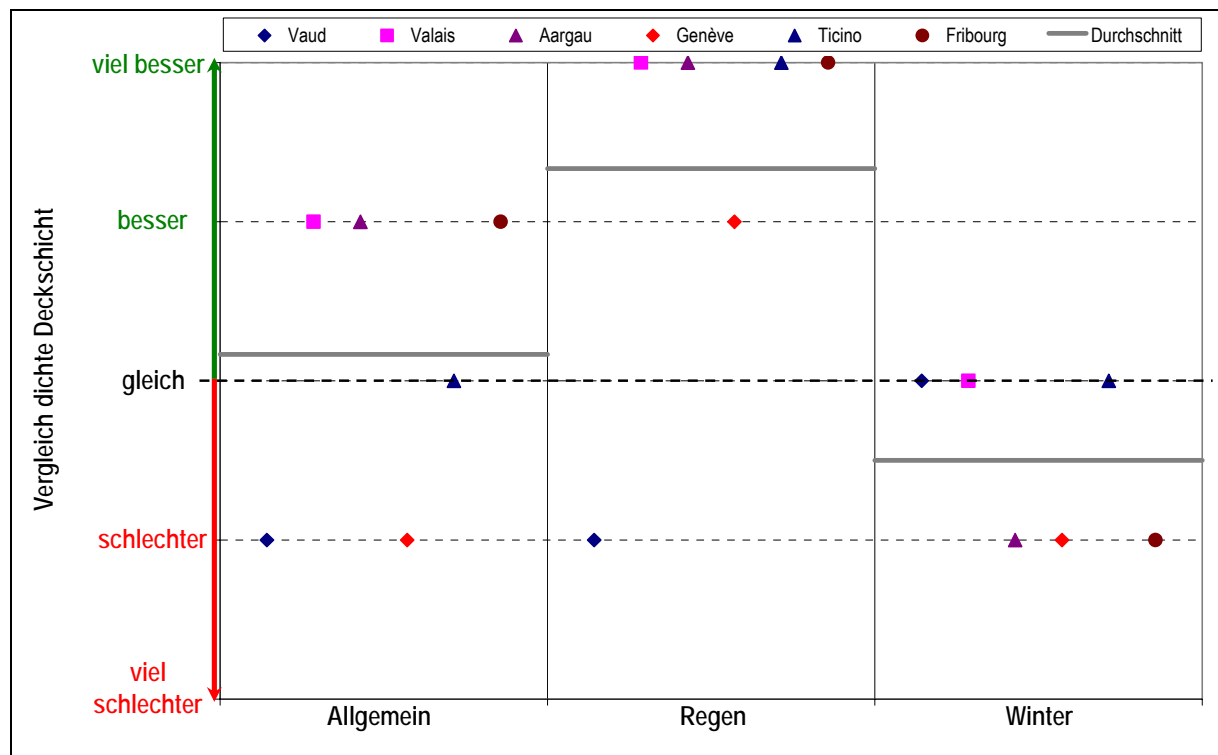


Abbildung 36: Erfahrungen mit Offenerporigen Asphaltdeckschichten bzgl. Verkehrssicherheit in der Schweiz

Allgemein kann gesagt werden, dass die Verkehrssicherheit auf Strassen mit Offenerporigen Asphaltdeckschichten derjenigen auf dichten Belägen entspricht. Allerdings muss gesagt werden, dass die Verkehrssicherheit von den klimatischen Bedingungen abhängig ist. Bei Regen werden häufig die Vorteile der Offenerporigen Asphaltdeckschichten genannt (kein Aquaplaning, keine Sprühfahnen) und dass damit Aquaplaning-Unfallschwerpunkte effizient und nachhaltig eliminiert werden konnten.

Ein Kanton hält es für notwendig, ein Forschungsprojekt über Bremswege bei Regen zu starten. Tatsächlich seien die Bremswege gemäss dieser Behörde auf Offenerporigen Asphaltdeckschichten länger als auf kompakten und die Griffigkeitsmessung (mit Wassersprühen und blockierten Rädern) nicht repräsentativ.

Im Winter sind die Auswirkungen von Offenerporigen Asphaltdeckschichten eher negativ, auch wenn einige Kantone gute Erfahrungen mit diesen Deckschichten bei schneebedeckter Fahrbahn gemacht haben (Verbesserung der Unfallstatistik auf bei schneebedeckter Fahrbahn), da die Autofahrer ein vorsichtigeres Verhalten an den Tag legen.

Erfahrungen mit der baulichen Erhaltung

Bei nicht geplanten Unterhaltsarbeiten (Instandsetzungsarbeiten) unterscheidet man zwischen grossflächigen Arbeiten, die z.B. bei stark beschädigtem Belag oder nach dem Auslaufen von Treibstoff notwendig werden können und kleinflächigen Arbeiten, die unter anderem nach Unfällen oder bei Schäden an der Oberfläche (durch Schneeketten, Felgen, etc.) anfallen. Eine Übersicht der Antworten ist in Abbildung 37 dargestellt.

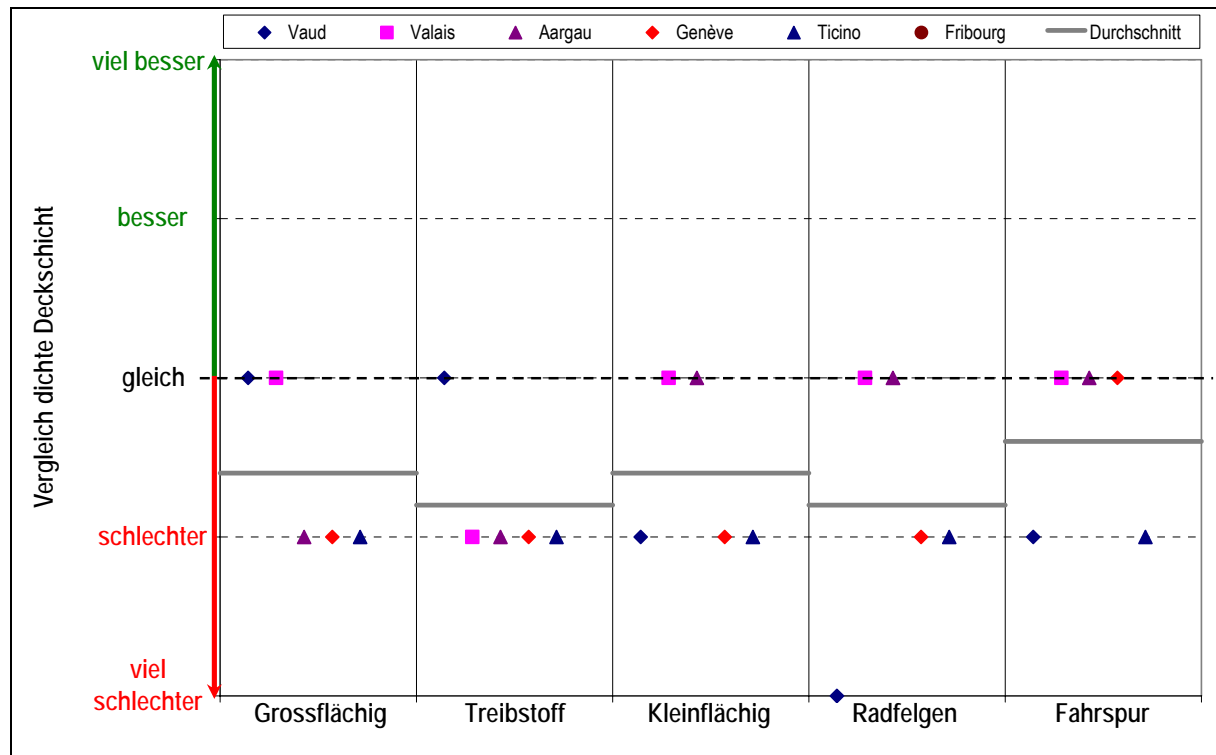


Abbildung 37: Erfahrungen mit Offenerporigen Asphaltdeckschichten bei Instandhaltungs- bzw. Instandsetzungsarbeiten in der Schweiz

Im Durchschnitt finden sich die zusammengetragenen Noten zwischen 3 (gleich wie bei dichten Deckschichten) und 4 (schlechter als bei dichten Deckschichten). Es gibt kaum Unterschiede zwischen grossflächigen und kleinflächigen Arbeiten.

Was das Auslaufen von Treibstoff betrifft, so zeigt sich, dass die Offenerporigen Asphaltdeckschichten anfälliger sind. Der Treibstoff greift nicht nur das Bindemittel an, sondern auch die SAMI-Schicht und sogar einen Teil der Binder- und der Tragschicht, die in gewissen Fällen ausgetauscht werden muss. Eine weitere Schwierigkeit besteht in der Wiedergewinnung des Treibstoffs. Tatsächlich ist die Wiedergewinnung von Flüssigkeiten schwieriger, da es unmöglich ist, den Treibstoff auf kleiner Fläche einzugrenzen. Die Treibstoffsperrern mit absorbierenden Stoffen müssen in grösserer Distanz platziert werden als bei dichten Deckschichten.

Kleinflächige Arbeiten sind problematisch und können für Offenerporige Asphaltdeckschichten bei Furchen und Kornausbrüchen (Unfälle, platte Reifen, Schneeketten, verlorene Ladung) häufiger notwendig werden. Kritisch ist dabei die Fuge zwischen der bestehenden Offenerporigen Asphaltdeckschicht und der neuen. Häufig ist man für einem effizienten Anschluss bei der Instandsetzung von Offenerporigen Asphaltdeckschichten gezwungen, grössere Flächen neu einzubauen. Daher greifen einige Strassenbehörden auf dichte Deckschichten zurück, um bloss punktuelle Schäden zu reparieren. Manchmal ist man bei Schäden auf einer Fahrbahn gezwungen, auch bei der

angrenzenden Fahrbahn den Belag zu erneuern, um kein Hindernis für die seitliche Entwässerung der Strasse zu schaffen.

Erfahrungen mit Zweischichtigen Offenporigen Asphaltdeckschichten

Zweischichtige Offenporige Asphaltdeckschichten werden in der Schweiz kaum verwendet. Ein einziger Kanton konnte bisher Erfahrungen mit dem Einbau auf einem Autobahnabschnitt sammeln und die Eigenschaften dieser Deckschicht beobachten. Hier eine Kurzbeschreibung dieses Versuchs und dessen Schlussfolgerungen:

- Versuch mit 8, 11 und 22 mm, mit den neuen europäischen Normen
- Empfehlung: PA 8. Weniger Kornausbruch, besser gegen Lärm als PA 11

Auf diesem Gebiet wäre mehr Forschungstätigkeit notwendig, um eine breitere Anwendung von Zweischichtigen Offenporigen Asphaltdeckschichten zu erreichen.

Erfahrungen bzgl. Bautechnik und Materialprüfung

Verschiedene Forschungsarbeiten haben zu einer gewissen Erfahrung im Bereich der Bautechnik und der Prüfverfahren geführt. Diese Prüfverfahren wurden in mehreren Kantonen angewendet. Was Studien über Korngrößen betrifft, hat ein einziger Kanton positiv geantwortet. Die Forschung wurde für maximale Korngrößen von 11 und 8 mm durchgeführt. Was die Akustik betrifft, so scheint letztere besser zu sein.

Das Verhalten und die Alterung des Bitumens wurden von den Schweizer Strassenbehörden am häufigsten untersucht. Hier die Ergebnisse von zwei Versuchen:

- Benutztes Bindemittel: Polymermodifizierte Bitumen Styrelf 13/80. Anfängliche Eindringfähigkeit des Bindemittels: 74 1/10.
 - Nach Einbau P = 55 1/10
 - Nach 7 Jahren P = 20 1/10
- Polymerbitumen mit Plastomerzusätzen altern schnell
- Bitumen mit Elastomerzusätzen weisen manchmal eine schlechte Lagerbeständigkeit auf und altern ebenfalls schnell
- Das beste Verhalten wurde mit SBS Polymermodifizierten Bindemitteln erreicht

Die Behörden, die den Fragebogen ausgefüllt haben, haben keine Prognosen über Kornverluste angestellt.

Zwei Kantone besitzen Erfahrungen über Langzeitverhalten. Diese beinhalten Eigenschaften wie Entwässerung, Griffigkeit, Ebenheit, etc.

Erfahrungen bzgl. Lebensdauer

Für diesen Teil des Fragebogens mussten die Strassenbehörden einerseits die Lebensdauer von Offenporigen Asphaltdeckschichten einschätzen und diese andererseits mit derjenigen von dichten Deckschichten vergleichen. Die Definition der Lebensdauer kann von einem Kanton zum anderen variieren. Abbildung 38, Abbildung 39 und Abbildung 40 fassen die erhaltenen Antworten zusammen.

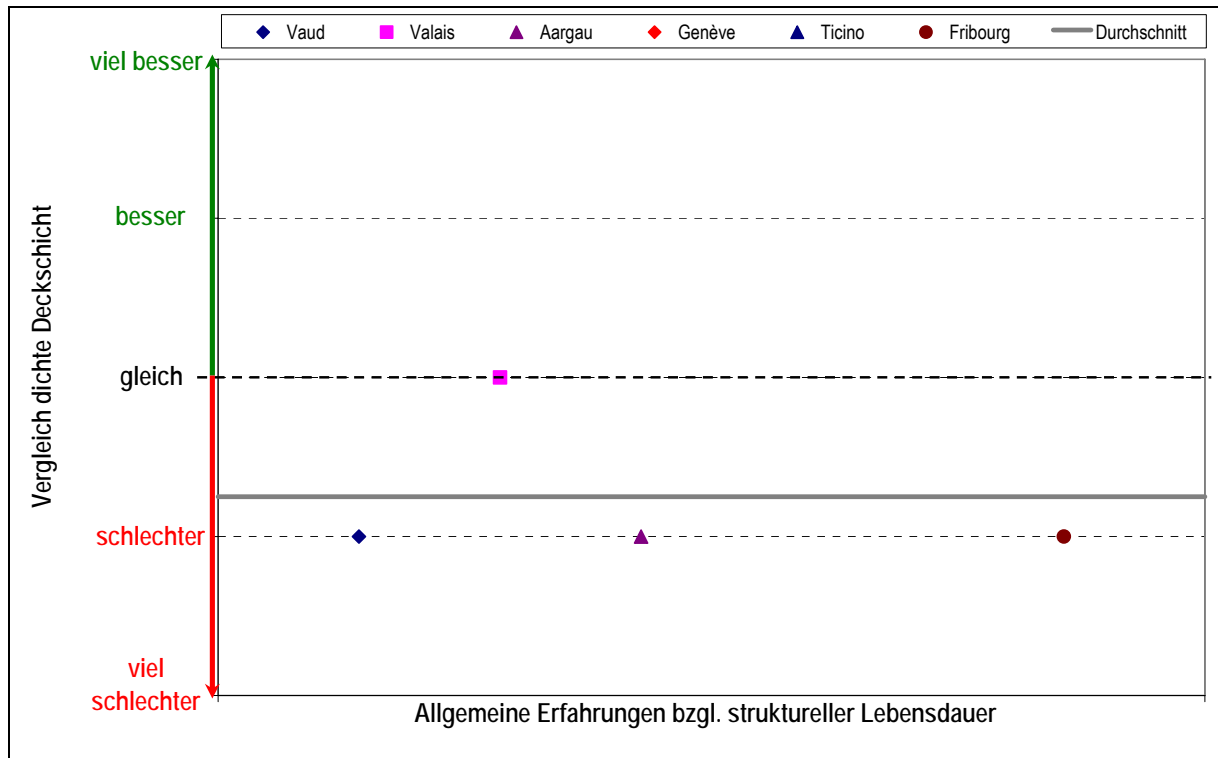


Abbildung 38: Allgemeine Erfahrungen bzgl. Struktureller Lebensdauer von OPA in der Schweiz

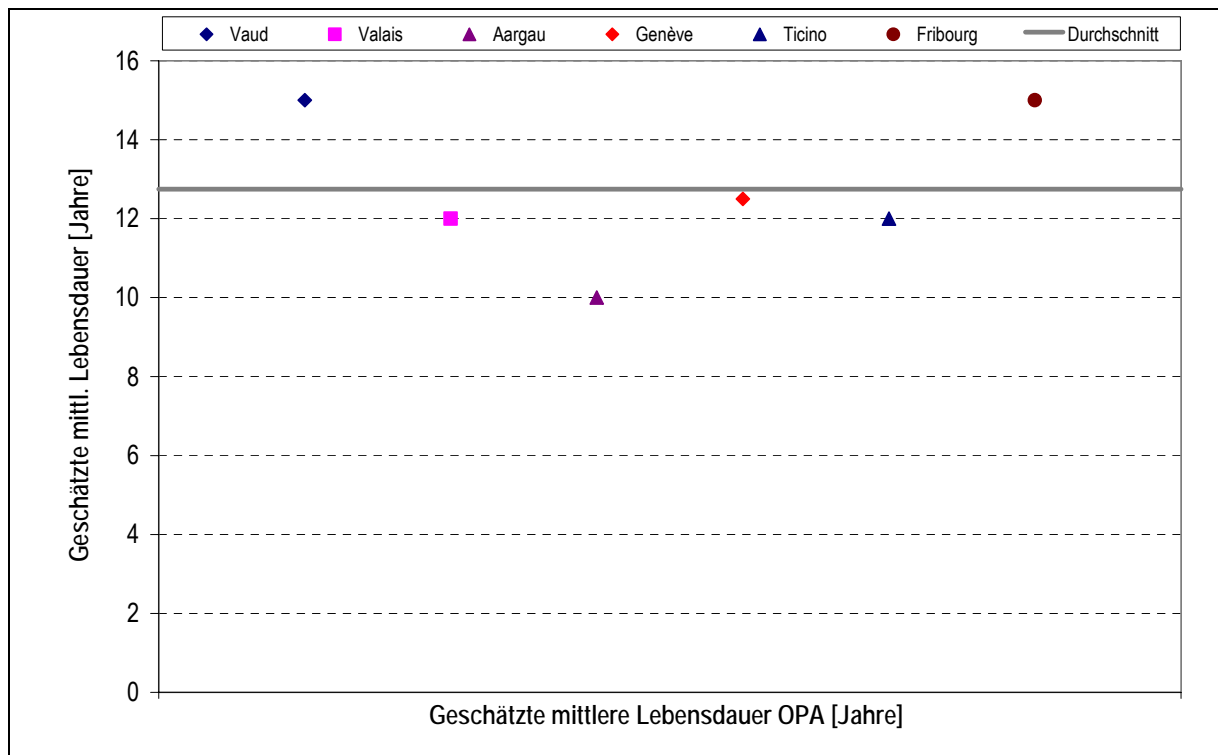


Abbildung 39: Geschätzte mittlere Lebensdauer von OPA in der Schweiz [Jahre]

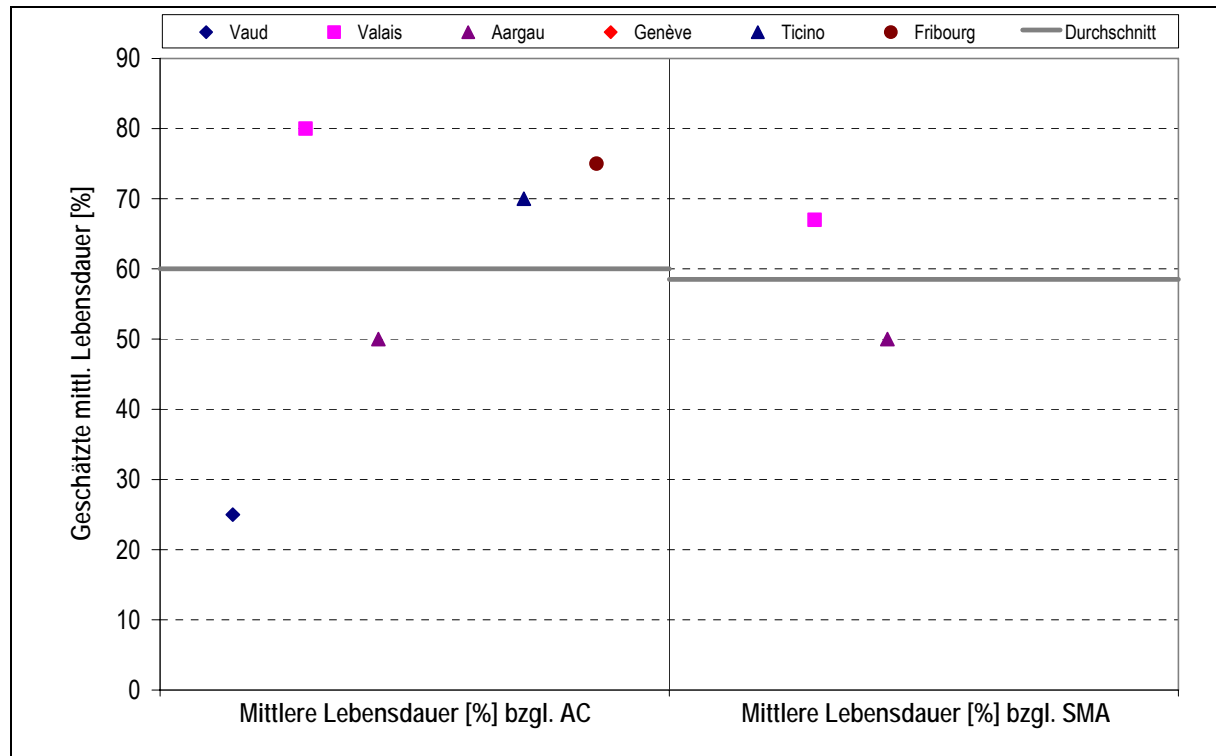


Abbildung 40: Geschätzte mittlere Lebensdauer von OPA verglichen mit dichten Deckschichten in der Schweiz [%]

Die durchschnittliche Lebensdauer wird mit 10 bis 15 Jahren angegeben, mit einem Mittelwert von 12,8 Jahren. Verglichen mit dichten Deckschichten wird die Lebensdauer folgendermassen eingeschätzt: 60% gegenüber einem AC, sowie 58,5% gegenüber einem SMA. Für den ersten Vergleich sind die Werte breit gestreut und betragen zwischen 25 und 80%, für den zweiten hatten lediglich zwei Kantone geantwortet.

Zwei wichtige Punkte wurden bei der Frage "Würden Sie einen Abschnitt mit Drainasphalt in strukturell befriedigendem Zustand erneuern, weil er die Anforderungen an Lärminderung und/oder Entwässerung nicht mehr erfüllt?" genannt:

- Erstens: schieben Behörden, die nicht gezwungen sind, Erneuerungsarbeiten durchzuführen, diese aus wirtschaftlichen Gründen so weit als möglich vor sich her und führen sie alle 15 Jahre aus.
- Zweitens sind einige Behörden gezwungen, Erneuerungsarbeiten durchzuführen, sobald die Anforderungen an Lärminderung und/oder Entwässerung nicht mehr erfüllt werden. Tatsächlich ist eine Erneuerung auch vor dem Ende der strukturellen Lebensdauer angezeigt, falls die Entwässerung ausschlaggebend ist für die Verkehrssicherheit des Abschnitts, oder falls die Lärminderung Teil eines Vertragswerkes ist und gewisse gesetzliche Werte eingehalten werden müssen. Ein weiterer Kanton merkt an, dass sobald eine Deckschicht eines Abschnitts nicht mehr offenporig ist, die Lärmschutzwände erhöht werden müssen.

Diese Frage wurde in sechs Fragebogen beantwortet, darunter waren zwei "Ja", ein "Nein", sowie drei Enthaltungen zu verzeichnen.

Sonstige Fragen

Die zusätzlichen Fragen erlauben in einem ersten Schritt, die Behörden im Detail zu befragen, ob ihrer Ansicht nach Mängel in der Anwendung von Offenporigen Asphaltdeckschichten bestehen, die möglichst rasch behoben werden sollten. Die Antworten auf diese Frage werden für alle drei Länder im Kapitel 7 vorgestellt.

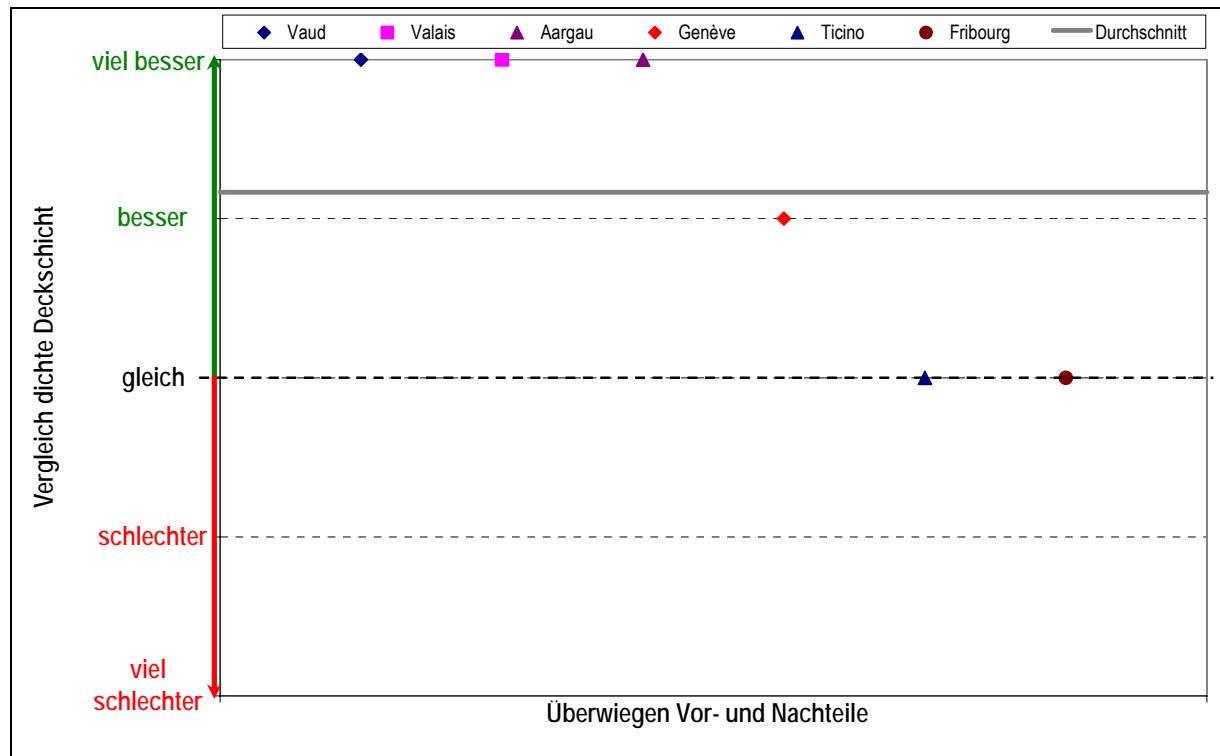


Abbildung 41: Bewertung der Vor- oder Nachteile beim Einsatz von Offenporigen Asphaltdeckschichten im Vergleich zu dichten Deckschichten in der Schweiz

Abbildung 41 zeigt klar, dass die Vorteile von Offenporigen Asphaltdeckschichten aus der Sicht der Schweizer Strassenbehörden überwiegen, vor allem bei Hochleistungsstrassen und auf einer Höhe von unter 700 m.ü.M. Ein Kanton fasst die Einschätzung folgendermassen zusammen: "Ca. 350 Tage im Jahr vorteilhaft und 15 Tage nachteilig".

6.2.4.2 Auswertung Teil B

Teil B des Fragebogens interessierte sich im Detail für die einzelnen mit Offenporigen Asphaltdeckschichten gebauten Strassenabschnitte. Zuerst wird eine Beschreibung dieser Abschnitte geliefert, anschliessend werden die detaillierten Informationen zu den Erfahrungen der verschiedenen Behörden in der Praxis zusammengefasst. In der folgenden Tabelle sind die von vier Schweizer Behörden gelieferten Detailinformationen bezüglich der verschiedenen Strassenabschnitte in ihrem Zuständigkeitsbereich zusammengefasst.

Tabelle 30: Zusammenstellung und wichtigste Kennwerte der angegebenen Strecken mit Offenporigem Asphalt in der Schweiz (1)

Deckschichttyp	DA/OPA/PA einschichtig			DA/OPA/PA einschichtig
Straßenbezeichnung	N1 (AG)			N1 (GE)
zul. Höchstgeschw. [km/h]	120			100
Richtungsfahrbahn	Safenwil - Suhr/Gränichen			Lausanne - Frankreich
Stationierung [km]	62,300 - 69,369	69,369 – 74,099	74,099 – 76,170	2,500 – 5,500 ohne Tunnel (1,45 km)
Verkehrsbelastung DTV	65.000			50.000
DTLV (DTV _{sv})	9.750			-
Baujahr	1998/1999			2004
Deckschichtdicke [mm]	40			40
Bitumensorte	PmBE	CTS1	B55/70 mit NAF	PmB
Bitumengehalt [M.-%]	5.5% PmBE 70/100, Hohlraum 18-20 Masse-%			4.5
Gesteinsart (PSV ; LA)	-			-
Größtkorn	11			16
Fülleranteil [M.-%]	0.09 mm: 6.6%, 1.0 mm: 11.8 %, 2.8 mm: 16%, 5.6 mm: 27.3%, 11.2 mm: 98.1%, 16.0 mm: 100%			0.8
Sandanteil [M.-%]				-
Splittanteil > 2 mm [M.-%]				87.5

Tabelle 31: Zusammenstellung und wichtigste Kennwerte der angegebenen Strecken mit Offenporigem Asphalt in der Schweiz (2)

Deckschichttyp	DA/OPA/PA einschichtig	DA/OPA/PA einschichtig
Straßenbezeichnung	A2 (TI)	A9 (VS)
zul. Höchstgeschw. [km/h]	120	120
Richtungsfahrbahn	Circonvallazione di Bellinzona	Lausanne - Brig
Stationierung [km]	49,000 – 55,000	69,600 – 70,300
Verkehrsbelastung DTV	42.000	32.000
DTLV (DTV _{sv})	5.040	1.600
Baujahr	1999	1991
Deckschichtdicke [mm]	40	40
Bitumensorte	Styrelf 13/80 mit Arbocel	Colflex S
Bitumengehalt [M.-%]	5.5	4.8
Gesteinsart (PSV ; LA)	Gasperini Attinghausen UR (56 ; 15)	93.5% roches cristallines quartzofeldspathiques et 6.5% calcaires (56 ; 3/6: 17 & 6/11: 14)
Größtkorn	11	11
Fülleranteil [M.-%]	8	0.09 mm: 5%, 2.8 mm: 16%, 5.6 mm: 25%, 8.0 mm: 60%, 11.0 mm: 99%
Sandanteil [M.-%]	-	
Splittanteil > 2 mm [M.-%]	-	

Lärmindernde Wirkung

Die lärmindernde Wirkung ist gleich nach der Herstellung und dem Einbau von Offenporigen Asphaltdeckschichten optimal. Sämtliche Kantone geben die Note 1 (viel besser als bei dichten Deckschichten), ausser einem, der die Note 2 (besser als bei dichten Deckschichten) gibt (siehe Abbildung 42).

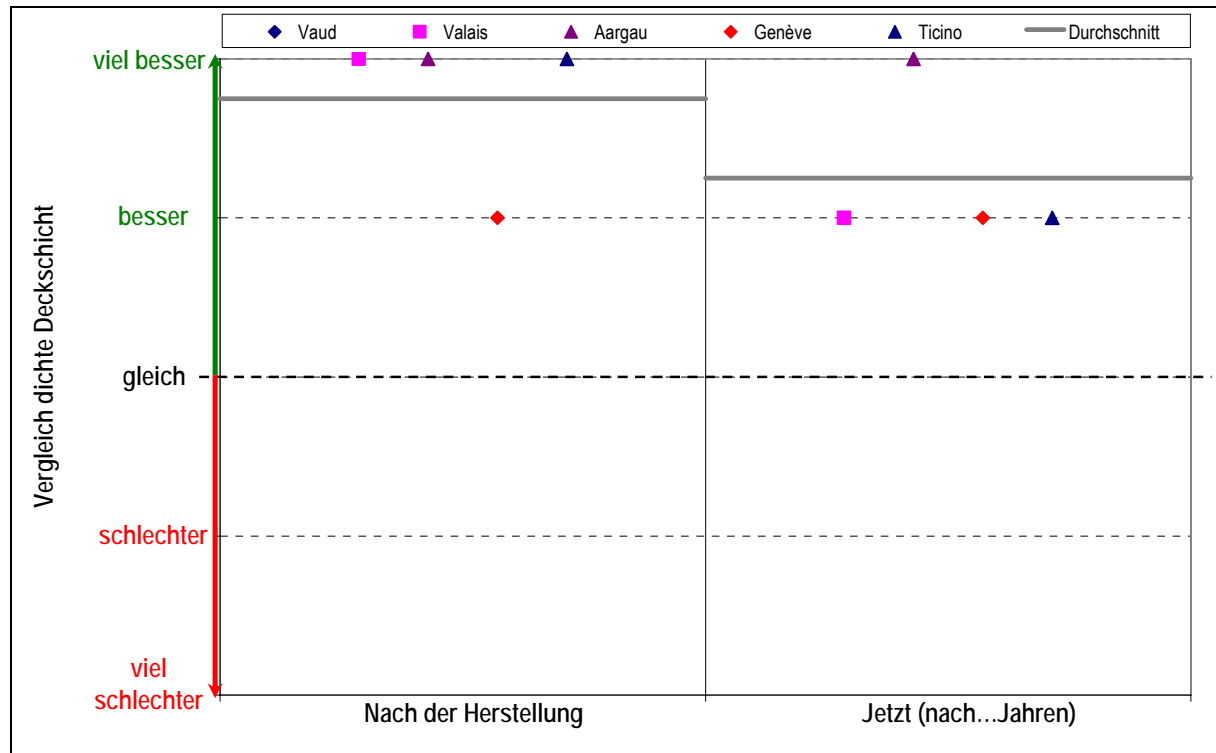


Abbildung 42: Langzeitverhalten der Lärminderung Offenporiger Asphaltdeckschichten in der Schweiz

Die lärmindernde Wirkung der Offenporigen Asphaltdeckschicht wird zum Zeitpunkt des Ausfüllens des Fragebogens von drei Kantonen immer noch als ‚besser als bei dichten Deckschichten‘ eingestuft. Ein Kanton findet die Wirkung gar immer noch als ‚viel besser als bei dichten Deckschichten‘, dies nach 7 Jahren Betrieb. Die Betriebsdauer variiert zwischen 5 und 16 Jahren und dieser Kanton führt regelmässig in Zusammenarbeit mit der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETHZ) Lärmmessungen durch.

Griffigkeit

Griffigkeitsmessungen auf Offenporigen Asphaltdeckschichten sind selten. Ein Kanton führt allerdings regelmässig und systematisch Griffigkeitsmessungen mit zwei verschiedenen Geräten (Skiddometer, SCRIM) durch. Die Kantone haben folgendermassen geantwortet:

- Nach dem Einbau Note 1 (viel besser als bei dichten Deckschichten)
- Nach 16 Betriebsjahren Note 3 (gleich wie bei dichten Deckschichten)

Bei den einzelnen Antworten kommen verschiedene Ansichten zum Vorschein (siehe Abbildung 43). Tatsächlich geben zwei Kantone, die beide Abschnitte mit 7-jährigen Offenporigen Asphaltdeckschichten haben, verschiedene Noten. Der eine stuft die Griffigkeit der porösen Asphaltdeckschicht durchwegs besser ein (Note 2) als diejenige einer dichten Deckschicht, während der andere Kanton die Griffigkeit nach Einbau gar schlechter einstuft (Note 4) und der Offenporigen

Asphaltdeckschicht erst nach 7 Jahren Betriebsdauer eine gleiche Griffigkeit (Note 3) attestiert. Letztere Antworten stehen im Widerspruch zu denjenigen des Kantons, der regelmässig die Griffigkeit misst.

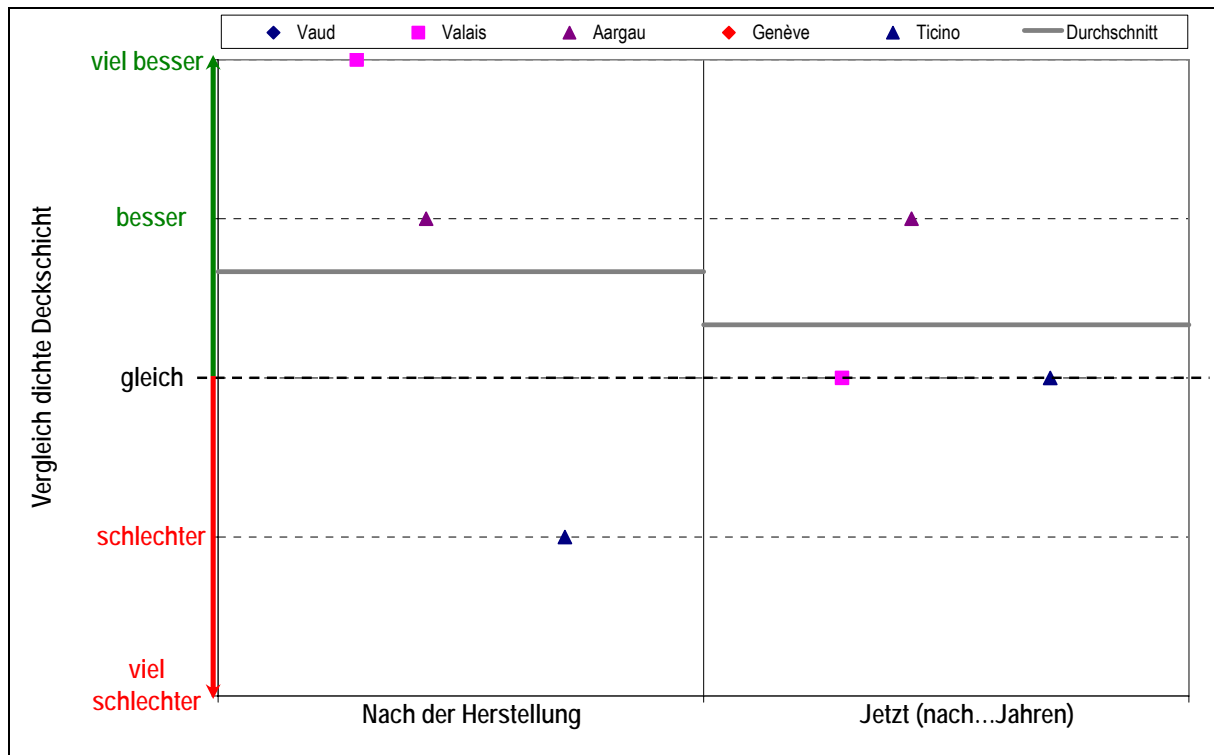


Abbildung 43: Langzeitverhalten der Griffigkeit Offenerporiger Asphaltdeckschichten in der Schweiz

Von einem Kanton fehlen die Noten, da er keine Griffigkeitsmessungen durchführt. Der andere, der keine Noten gab, meldet eine leichte Erhöhung der Anzahl Unfälle, was auf eine verminderte Griffigkeit zurückzuführen sein könnte (gemäss den vorhandenen Oberflächenbedingungen (trocken, nass, überschwemmt, usw.)).

strukturelle Haltbarkeit

Die Fragen zur strukturellen Haltbarkeit interessieren sich in erster Linie für die seit dem Einbau gesammelten Erfahrungen mit Offenerporigen Asphaltdeckschichten. So basieren die Ergebnisse auf verschiedenen Betriebsdauern von 5 bis 16 Jahren. Für diesen Teil des Fragebogens hat ein weiterer Kanton geantwortet und somit kann auf die Erfahrung von 5 Behörden verwiesen werden. Abbildung 44 fasst die Antworten zusammen.

Offenporige Asphaltdeckschichten werden im Allgemeinen als gleich beurteilt wie dichte Deckschichten. So geben drei Kantone die Note 3 (gleich wie bei dichten Deckschichten) und einer die Note 4 (schlechter als bei dichten Deckschichten).

Kornausbrüche können lediglich auf Strecken festgestellt werden, auf denen Schneeketten erlaubt sind, oder aber die eine längere Betriebsdauer aufweisen. Der Kanton Wallis, der das Verhalten Offenerporiger Asphaltdeckschichten auf seinem Autobahnnetz seit 16 Jahren genau verfolgt, stellt folgendes fest:

- Kornausbrüche treten lediglich in den Fahrrielen auf der Normalspur auf
 - Weder die Überholspur noch der Pannestreifen sind betroffen
 - Sie sind erst in den letzten zwei Jahren aufgetreten

Bezüglich Spurrinnen und Rissen im Belag sind Offene Asphaltdeckschichten im Vergleich zu dichten Deckschichten im Vorteil. Die Noten finden sich zwischen 3 (gleich wie bei dichten Deckschichten) und 1 (viel besser als bei dichten Deckschichten). Vor allem wegen geringer Bildung von Spurrinnen sind Offene Asphaltdeckschichten beliebt.

Die Behörden sind andererseits viel pessimistischer was das Verhalten der Offenen Asphaltdeckschichten nach Unfällen betrifft. Die Eigenschaften eines Drainasphalts können nach einem solchen Zwischenfall stark beschädigt sein und teure Erneuerungsarbeiten nach sich ziehen.

Eine der Behörden fasst die Erfahrungen mit Offenen Asphaltdeckschichten in einem Satz zusammen: "Strukturelle Schäden wurden keine festgestellt, aber ein allgemein schlechtes Verhalten nach Unfällen".

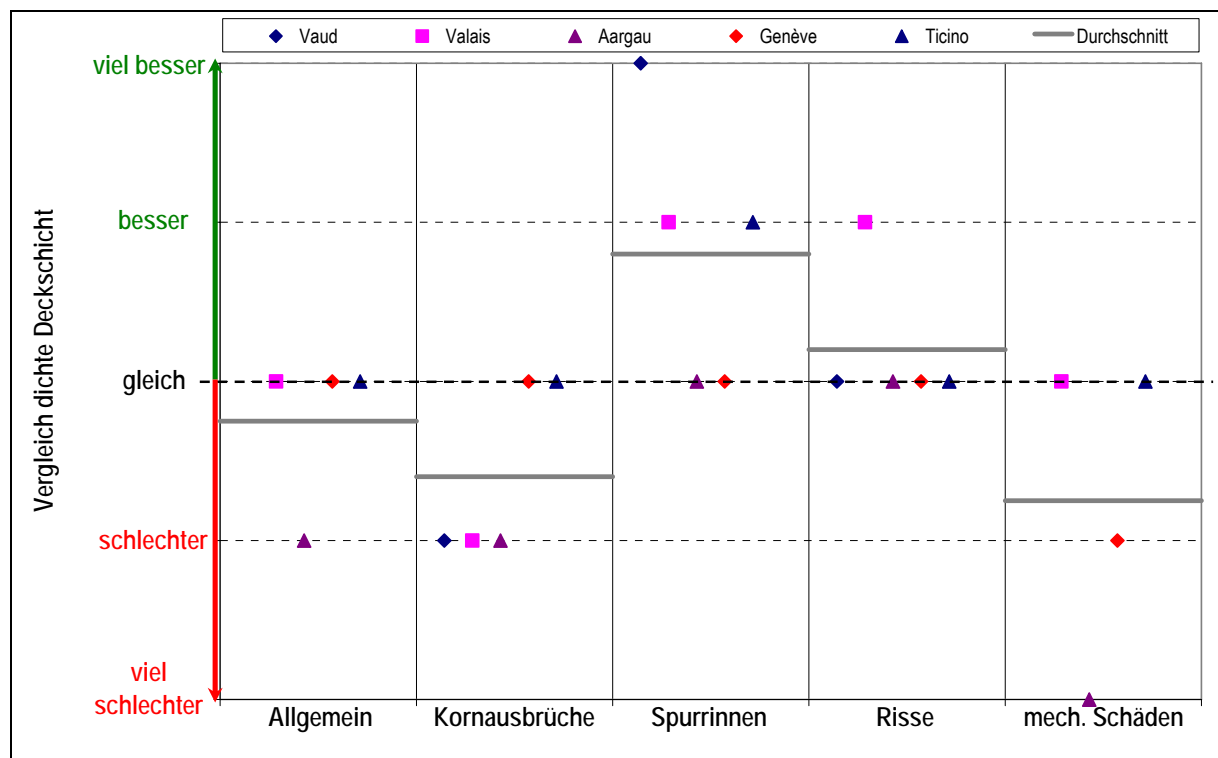


Abbildung 44: Strukturelle Haltbarkeit Offener Asphaltdeckschichten in der Schweiz

Alterung des Bindemittels

Im Normalfall konnte keine Alterung des Bindemittels festgestellt werden. Nach einem Unfall hingegen kann das Bindemittel Probleme bereiten, vor allem im Fall des Auslaufens von Treibstoff, der nicht nur das Bindemittel, sondern auch die SAMI und gar einen Teil der Binder- und der Tragschicht angreift.

Drainagewirkung

Die Verstopfung der Hohlräume kann auf allen Abschnitten festgestellt werden, allerdings gibt es Unterschiede zwischen den Fahrspuren. Die Normalspur ist von diesem Problem weniger betroffen, da sie häufiger von vorbeifahrenden Fahrzeugen ‚gereinigt‘ wird. Die Pannestreifen befinden sich hingegen schneller in einem problematischen Zustand. Diese nicht gleichmässige Verstopfung führt zu

Problemen bei der Entwässerung durch den Belag und kann gar dazu führen, dass das Wasser auf der Oberfläche abfließt.

Die Reinigung von Offenen Asphaltdeckschichten ist noch eher selten. Ein Kanton wäscht einmal im Jahr die Pannenstreifen mit Hilfe eines Hochdruck-Sprühfahrzeugs aus. Der Kanton Wallis hat Messungen nach 10-jähriger Betriebsdauer durchgeführt, während derer keine Reinigungen vorgenommen worden waren. Die dabei erzielten Ergebnisse (gemäss Methode Yverdon) sind folgende:

- Durchlässigkeit des Normalstreifens Süd: gut (> 15 l/min)
- Durchlässigkeit des Normalstreifens Nord: reduziert (zwischen 8 und 15 l/min)
- Durchlässigkeit des Pannenstreifens Süd: reduziert (zwischen 8 und 15 l/min)
- Durchlässigkeit des Pannenstreifens Nord: gering (< 8 l/min)

Die hohe Anfälligkeit für Verstopfung der Hohlräume der Pannenstreifen wird mit diesen Messungen klar unterstrichen.

6.3 Vergleichende Beurteilung der Erfahrungen mit Offenerporigen Asphaltdeckschichten in Österreich, Deutschland und der Schweiz

Bei der vergleichenden Beurteilung der Erfahrungen mit Offenerporigen Asphaltdeckschichten werden schließlich die Analysen der Mittelwerte der jeweils eingelangten Beantwortungen aus Österreich, Deutschland und der Schweiz einander gegenübergestellt. Dabei zeigt sich größtenteils eine recht gute Übereinstimmung der in den drei Projektpartnerländern gemachten Erfahrungen mit dieser Asphaltdeckschichtart. Allerdings scheint der Einsatz Offenerporiger Asphaltdeckschichten in der Schweiz mehr Beliebtheit zu erlangen als in Deutschland und Österreich (siehe Abbildung 49). Es muss aber erwähnt werden, dass die Antworten oft auf subjektiv gemachten Erfahrungen der Beantworter mit Offenerporigen Asphaltdeckschichten beruhen. Ist einmal eine negative Erfahrung gemacht worden, so ist diese auch durch viele positive Erfahrungen oft nicht wieder wettzumachen. Eine rein objektive Beurteilung der offenerporigen Asphaltbauweise erscheint somit sehr schwierig.

Betriebliche Erfahrungen

Der Vergleich der Erfahrungen im Betrieb von Offenerporigen Asphaltdeckschichten in Österreich, Deutschland und Schweiz ist in Abbildung 45 dargestellt.

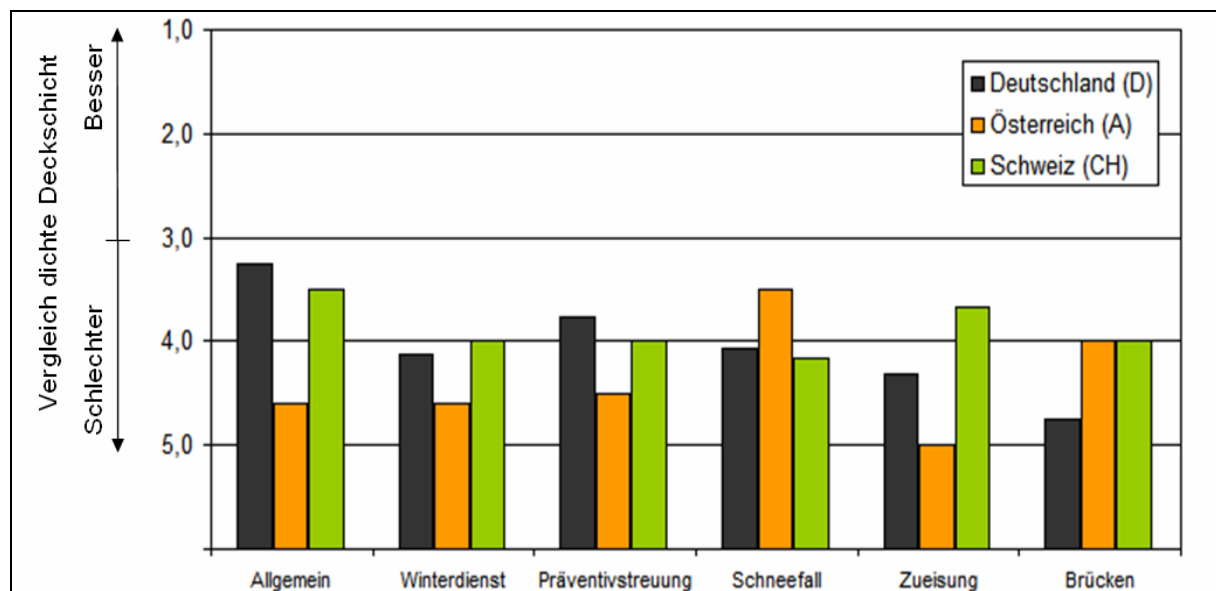


Abbildung 45: Vergleich der betrieblichen Erfahrungen in Österreich, Deutschland und Schweiz

Tendenziell kamen bezüglich der betrieblichen Erfahrungen aus Österreich durchwegs die negativsten Beantwortungen. Die Einschätzungen aus Deutschland und der Schweiz sind hingegen etwas besser und einander sehr ähnlich.

Bei der Betrachtung der allgemein gemachten betrieblichen Erfahrungen mit Offenerporigen Asphaltdeckschichten weisen die Beantwortungen aus Deutschland mit einem Mittelwert von 3,50 nur geringfügig schlechtere Erfahrungen als mit dichten Asphaltdeckschichten auf. Das ist dahingehend interessant, da die offenerporige Bauweise in Deutschland noch nicht zu einer Regelbauweise zählt (siehe Kapitel 4.4.3).

Die negativen Erfahrungen in Österreich können sicherlich auf die durch die klimatischen Gegebenheiten bedingten schlechteren äußeren Bedingungen zurückzuführen sein. Allerdings stellt

sich dann die Frage, warum die Beantwortungen aus der Schweiz viel positiver als diejenigen aus Österreich ausgefallen sind.

Erfahrungen bzgl. Verkehrssicherheit

Bei den Erfahrungen bzgl. Verkehrssicherheit herrscht größtenteils Konsens in den Beantwortungen (siehe Abbildung 46).

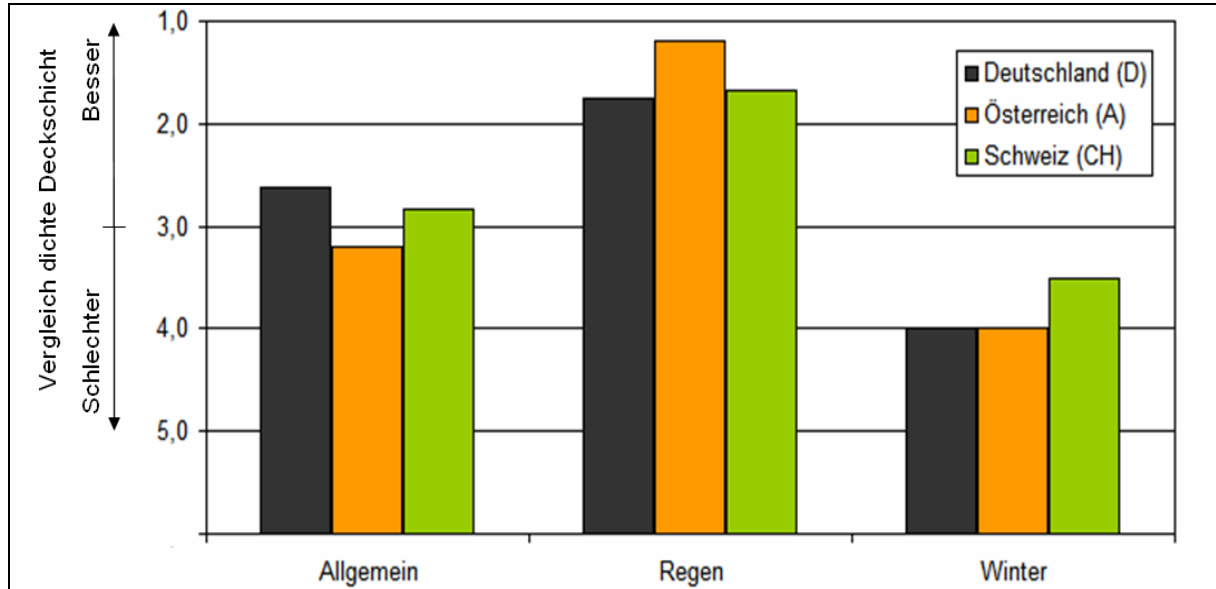


Abbildung 46: Vergleich der Erfahrungen bzgl. Verkehrssicherheit in Österreich, Deutschland und Schweiz

Erfahrungen mit der baulichen Erhaltung

Bei Instandhaltungs- bzw. Instandsetzungsarbeiten sind in allen drei Projektpartnerländern grundsätzlich schlechtere Erfahrungen bei offenerporigen Asphaltdeckschichten als bei dichten Asphaltdeckschichten gemacht worden, wobei die Beantwortungen aus der Schweiz im Regelfall besser als diejenigen aus Deutschland und Österreich ausfallen (siehe Abbildung 47).

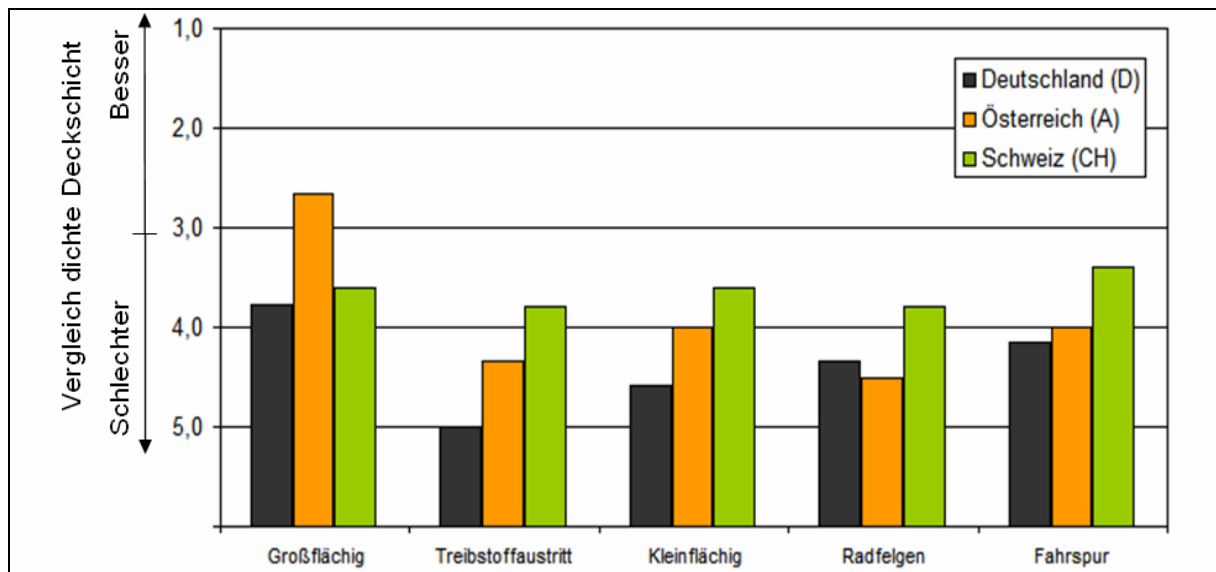


Abbildung 47: Vergleich der Erfahrungen bzgl. Instandhaltungs- bzw. Instandsetzungsarbeiten in Österreich, Deutschland und Schweiz

Erfahrungen bzgl. Lebensdauer

Die geschätzte mittlere Lebensdauer von Offenporigen Asphaltdeckschichten wird in Deutschland mit 9,5 Jahren, in Österreich mit 10,6 Jahren und in der Schweiz mit 12,3 Jahren angegeben (siehe Abbildung 48). Die Lebensdauer von Offenporigen Asphaltdeckschichten wird also in der Schweiz eindeutig am höchsten beurteilt.

Allerdings muss bei der Analyse der Lebensdauer von Offenporigen Asphaltdeckschichten berücksichtigt werden, dass die gegebenen Antworten nur grobe Abschätzungen darstellen können. Die Angabe der Schwankungsbreiten der Abschätzungen in Abbildung 48 bestätigt diese Aussage eindrucksvoll. So variieren zum Beispiel die aus Österreich gekommenen Antworten zwischen 5 und 15 Jahren. Eine starke subjektive Beeinflussung der Antworten ist dadurch eindeutig gegeben. Auch die Angaben aus Deutschland (zwischen 8 und 12 Jahren) und die Angaben aus der Schweiz (zwischen 10 und 15 Jahren) zeigen deutliche Schwankungen auf. Allerdings ist hier erkennbar, dass Offenporige Asphaltdeckschichten in der Schweiz deutlich positiver eingeschätzt werden als in Österreich und Deutschland.

Die durchschnittliche Lebensdauer im Vergleich zu dichten Asphaltdeckschichtarten wird hingegen einheitlich mit ca. 60% beurteilt, wobei auch hier große Schwankungsbreiten in den Beantwortungen auftreten (Antworten von 40% - 100%).

Diese Aussage ist offensichtlich ebenfalls zu relativieren. Daraus würde sich nämlich eine durchschnittliche Lebensdauer dichter Asphaltdeckschichten von ca. 16 Jahren ergeben, was deutlich höher ist, als allgemein angesetzt wird.

Die graphische Darstellung der Ergebnisse der Abschätzung der Lebensdauer von Offenporigen Asphaltdeckschichten ist in Abbildung 48 gezeigt.

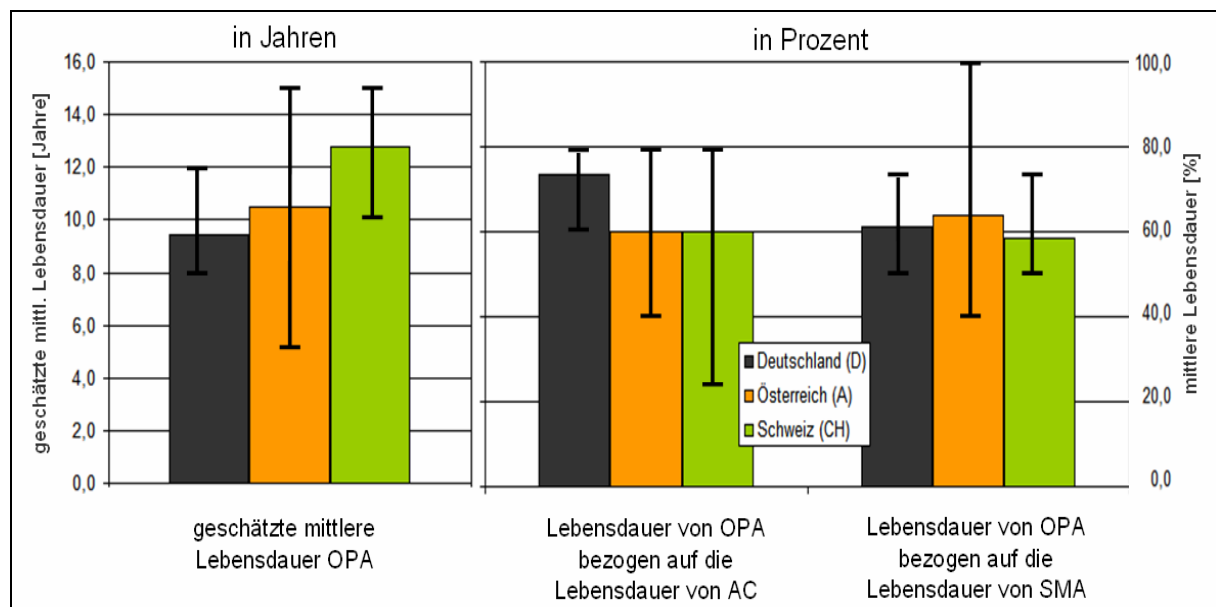


Abbildung 48: Grobe Abschätzung bzgl. Lebensdauer in Österreich, Deutschland und Schweiz (Darstellung der Mittelwerte sowie der Spannweite aller Antworten)

Bewertung der Vor- oder Nachteile beim Einsatz Offenporiger Asphaltdeckschichten

Die größten Unterschiede der eingelangten Beantwortungen ergeben sich bei der Bewertung der Vor- oder Nachteile beim Einsatz Offenporiger Asphaltdeckschichten bei der Fragestellung:

"Überwiegen Ihrer Meinung nach die Vor- oder die Nachteile beim Einsatz Offenporiger Asphaltdeckschichten?".

In Abbildung 49 ist auch hier die größtenteils negative Einstellung zu Offenporigen Asphaltdeckschichten in den Ländern Österreich und Deutschland bei den Antworten eindeutig zu erkennen.

In der Schweiz zeigt der Trend genau in die entgegengesetzte Richtung. Beispielhaft hier die Antwort eines Befragten auf die Frage, wie oft im Jahr die Vor- bzw. die Nachteile überwiegen: "ca. 350 Tage im Jahr vorteilhaft und 15 Tage nachteilig."

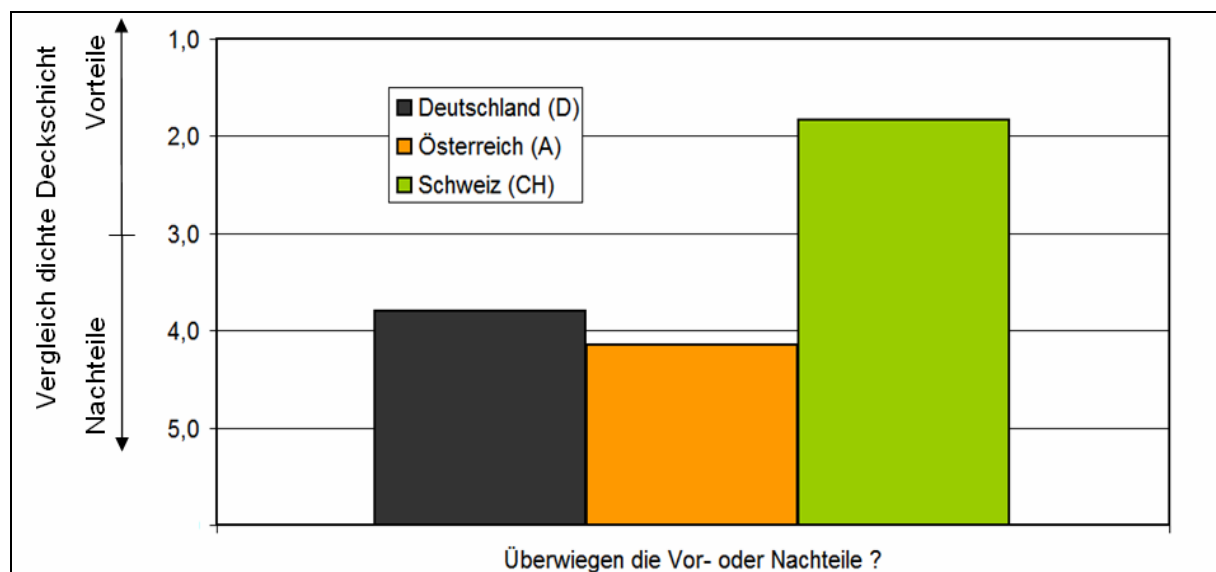


Abbildung 49: Bewertung der Vor- oder Nachteile beim Einsatz Offenporiger Asphaltdeckschichten

In der Schweiz ist somit die Bauweise der Offenporigen Asphaltdeckschichten bereits sehr positiv aufgenommen worden. Interessant ist diese Analyse besonders deshalb, da die auftretenden Probleme bei Offenporigen Asphaltdeckschichten, wie zum Beispiel Winterdienst oder die bauliche Erhaltung in allen drei Projektpartnerländern nahezu gleichwertig beurteilt wurden. In der Schweiz werden diese nachteiligen Eigenschaften anscheinend durch die hohe Lärminderung und das positive Verhalten bzgl. Verkehrssicherheit mehr als wettgemacht.

6.4 Zusammenfassung der Erfahrungen mit Offenporigen Asphaltdeckschichten

Anhand der Auswertung der Fragebögenrückläufe ist bei der Bewertung der Vor- und Nachteile von Offenporigen Asphaltdeckschichten zwischen den Winterperioden und der übrigen Jahreszeit zu unterscheiden. Nahezu einheitlich ist die Ansicht, dass Offenporige Asphalte besondere Vorteile bei Regen besitzen, es bilden sich keine Sprühfahnen und das Aquaplaningrisiko ist deutlich geringer.

Während der Winterperioden treten größere Schwierigkeiten auf als bei dichten Asphaltdeckschichten, da derzeit die Temperatur der Offenporigen Asphaltdeckschicht nicht genau eingeschätzt werden kann und damit die Bestimmung des Zeitpunktes für die Präventivstreuung nicht leicht zu eruieren ist.

Insgesamt wird daher früher als bei dichten Asphaltdeckschichten Taumittel gestreut. Auf Grund der offenen Struktur des Asphaltes muss nicht nur häufiger gestreut werden, sondern auch der notwendige Salzverbrauch ist erhöht. Darüber hinaus muss berücksichtigt werden, dass sich durch den erhöhten Salzverbrauch die Umlaufzeiten der Streufahrzeuge auf Grund der häufigeren Wiederauffüllung erhöhen.

Zum Teil herrscht die Ansicht, dass die höhere Verkehrssicherheit bei Regen durch die reduzierte Sprühhahnenbildung sowie das verminderte Aquaplaningrisiko durch die geringere Verkehrssicherheit bei erhöhter Glättebildung in Frostperioden "erkauff" wird und damit insgesamt die Verkehrssicherheit nicht verbessert wird. In diesem Zusammenhang muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass die Anzahl der Tage der Frostperiode (Nachteile), die Anzahl der Tage bei Regen (Vorteile) sowie die Anzahl der Tage an denen die Lärminderung wirksam ist (Vorteile) für eine objektive Bewertung der Vor- und Nachteile berücksichtigt werden sollte. Oftmals werden bei der Beurteilung der offenporigen Bauweise nur die Nachteile berücksichtigt und auf die Vorteile wenig Rücksicht genommen.

Die Erhöhung der Verkehrssicherheit bei Offenporigen Asphaltdeckschichten hängt im Regenfall stark vom Fahrverhalten der Verkehrsteilnehmer ab. Durch die verringerte Sprühhahnenbildung und Aquaplaningefahr durch das sofortige Eindringen des Regenwassers in die Asphaltdeckschicht erscheint die Fahrbahnoberfläche "sicherer". Das kann zu einer Steigerung der Fahrgeschwindigkeit führen. Der Sicherheitsgewinn wird dann durch das nicht angepasste Verhalten der Verkehrsteilnehmer wieder kompensiert.

Als besonders problematisch hat sich die Reparatur von kleinflächigen Schäden gezeigt. Derzeit wird häufig mit Gussasphalt oder Asphaltbeton saniert, da OPA- Mischgut nur ab größeren Mengen erhältlich ist und per Hand nicht eingebaut werden kann. Dieses Verfahren ist jedoch vor dem Hintergrund der Drainageeigenschaften kontraproduktiv. Auch die Rissanierung ist problematisch, da diese dem Gesamtsystem schadet und den Wasserabfluss in der Schicht beeinflusst.

Als weitere Schwachstelle haben sich Fugen und Anschlüsse herausgestellt, insbesondere Fugen an Reparaturstellen, die Ausgangspunkte für weitere Schäden sind. Die Bauweise ohne Fugen bei Fahrbahnübergängen oder zu Bauwerken hat sich allerdings ebenfalls als ungeeignet herausgestellt, hier sind Querrisse aufgetreten.

Insbesondere bei Unfällen mit Treibstoffaustritt wird Offenporiger Asphalt nachhaltig geschädigt, auch weil sich der Treibstoff sehr schnell in der Schicht verteilt. Zum Teil sind bereits beim Absaugen Kornausbrüche festgestellt worden, zum Teil hat sich die Struktur der gesamten Schicht einschließlich der Abdichtungsschicht aufgelöst. In diesem Zusammenhang hat sich Biodiesel offenbar als aggressiver erwiesen.

Die Lärminderungseigenschaften werden durchwegs als positiv bewertet, allerdings reduziert sich die Lärminderungswirkung im Laufe der Gebrauchsdauer zum Teil sehr schnell. In diesem Zusammenhang wurde Offenporiger Asphalt mit 8 mm Größtkorn eine bessere Lärminderungswirkung zugeschrieben als OPA mit 11 mm Größtkorn.

Auf Grund der besseren akustischen Eigenschaften in Verbindung mit den Forderungen der Planfeststellung favorisieren die meisten Dienststellen in Deutschland den erneuten Einsatz von Offenporigen Asphaltdeckschichten wenn die Lebensdauer der alten OPA- Schicht überschritten ist und die entsprechende Lärminderung nicht mehr gegeben ist.

In Österreich ist die Situation anders, hier ist es derzeit unvorstellbar, eine Offenporige Asphaltdeckschicht rein aus lärmtechnischen Gründen (Verstopfungserscheinungen) zu erneuern.

7 ZUKÜNFTIGE FORSCHUNGSNOTWENDIGKEITEN

Im Rahmen des Fragebogens wurde ebenfalls nach bestehenden Wissenslücken gefragt. In Tabelle 32 sind einerseits die dabei genannten "kritischen Punkte" bei der Anwendung von Offenerporigen Asphaltdeckschichten aufgezählt und andererseits werden mögliche Forschungsaktivitäten vorgeschlagen, die zur Lösung dieser "Problemfelder" beitragen können.

Tabelle 32: Forschungsbedarf betreffend Offenerporige Asphaltdeckschichten

Forschungsbedarf	mögliche Forschungsaktivitäten
Verkehrssicherheit	<ul style="list-style-type: none"> - Winterbedingungen - Untersuchung der Sprühhahnenbildung - Untersuchung Fahrverhalten Verkehrsteilnehmer
Winterdienst	<ul style="list-style-type: none"> - Temperaturverhalten in der OPA- Schicht (für Präventivstreuung) - Alternative Streustoffe
strukturelle Lebensdauer	<ul style="list-style-type: none"> - Oberflächenuntersuchungen - Materialprüfung - Betriebliche und bauliche Erhaltung (Instandhaltungs- bzw. Instandsetzungsarbeiten) - Einbautechnik
Materialprüfung	<ul style="list-style-type: none"> - Möglichkeiten / optimierte Zusammensetzungen zur Erhöhung der Lebensdauer - Auswahlkriterium für die Festlegung der Gesteinsart zur Verbesserung der Affinität - Auswahlkriterium des PmB H – Produktes, da diese je nach Hersteller erheblich unterschiedlich sein können. - Entwicklung eines OPA- Reparaturmischguts (drainagefähig, handeinbaubar, ...) - Anforderung an die Kornform
Instandhaltungsarbeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Sanierung von kleinen Schadstellen - Sanierung von Unfallschäden - Sanierung von Rissen ohne die Drainagefähigkeit zu verändern
Betriebliche und bauliche Erhaltung	<ul style="list-style-type: none"> - Erstellung von Regelwerken, die Hinweise auf die betriebliche und bauliche Erhaltung von Offenerporigen Asphaltdeckschichten enthalten
Einbautechnik	<ul style="list-style-type: none"> - Verdichtungsoptimierung - Optimale Fugengestaltung bei Anschlüssen (Fahrbahnübergängen)
akustische Lebensdauer	<ul style="list-style-type: none"> - Untersuchung verschiedener Mischgutzusammensetzungen - Beurteilungskriterium, wann die Verschmutzung der Hohlräume die Drainagefähigkeit und Lärminderung nachhaltig verschlechtert (optimaler Reinigungszeitpunkt) - Reinigungsverfahren - schalltechnische Bemessung bereits im Rahmen der Eignungsprüfung / Erstprüfung - Abnahmeverfahren für die geforderte Schallminderung der eingebauten Schicht - Verfahren zur Bestimmung des aktuellen Lärminderungspegels
Langzeituntersuchungen	<ul style="list-style-type: none"> - Datensammlung - Lärm, Drainverhalten, Griffigkeit, ...
Messtechnik	<ul style="list-style-type: none"> - einheitliche Messmethoden (CPX Reifensatz, Absorptionsmessung,...) - Griffigkeitsmessungen (SKM, SRM) fraglich, da die erforderliche Wasserfilmdicke nicht / nur eingeschränkt eingestellt werden kann

Die Hauptprobleme beim Einsatz Offenerporiger Asphaltdeckschichten liegen vor allem in den Schwerpunkten:

- Verkehrssicherheit,
- strukturelle Lebensdauer und
- akustische Lebensdauer.

Soll die offenporige Asphaltbauweise in naher Zukunft vermehrt Einsatz finden, so gilt es, den aufgezählten Forschungsbedarf genauer zu betrachten und Lösungsmöglichkeiten zu finden. Vor allem eine erweiterte Erst- und Abnahmeprüfung würde dazu führen, dass auftretende Schäden entweder durch schlechte Mischgutzusammensetzungen oder durch einen mangelhaften Einbau der Asphaltdeckschicht vermieden werden könnten.

8 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Im Rahmen des gegenständlichen DACH- Projektes "Nutzungszeiten Offenporiger Asphaltdeckschichten" wurden Offenporige Asphaltdeckschichten sowohl in Hinblick auf deren strukturelle als auch auf deren funktionelle Lebensdauer, d.h. die Nachhaltigkeit der lärm-mindernden Wirkung und der Entwässerungswirkung, untersucht. Dabei wurden die unterschiedlichen gemachten Erfahrungen mit Offenporigen Asphaltdeckschichten in den drei Ländern Österreich, Deutschland und Schweiz mit Hilfe eines Fragebogens gesammelt, aktualisiert und analysiert. Der Fragebogen gliedert sich prinzipiell in zwei unterschiedliche Teile:

- Teil A - Allgemeine Erfahrungen: hier beziehen sich die gestellten Fragen auf die allgemein gemachten Erfahrungen mit Offenporigen Asphaltdeckschichten.
- Teil B - Spezieller Teil: hier beziehen sich die gestellten Fragen auf eine konkrete Strecke.

Mithilfe des Fragebogens wurden schließlich folgende Erfahrungen gesammelt und folgende Fragestellungen beantwortet:

- betriebliche Erfahrungen (Winterdienst, Verhalten auf Brücken,)
- Erfahrungen im Winterdienst (mögliche Probleme, modifizierter Winterdienst, erhöhter Salzverbrauch, Zueisung,)
- Erfahrungen bzgl. Verkehrssicherheit (Regen, Winter,)
- Erfahrungen mit der baulichen Erhaltung (großflächig bzw. kleinflächig)
- Erfahrung mit Zweischichtigem Offenporigen Asphalt
- Erfahrungen bzgl. Bautechnik und Materialprüfung (unterschiedliche Größtkorndurchmesser, Alterung des Bindemittels, Prognoseverfahren,)
- Erfahrungen bzgl. Lebensdauer
- Wissenslücken beim Einsatz von Offenporigen Asphaltdeckschichten
- Überwiegen Vor- oder Nachteile beim Einsatz Offenporiger Asphaltdeckschichten?
- Langzeiterfahrungen mit Offenporiger Asphaltdeckschichten (lärm-mindernde Wirkung, Griffigkeit, strukturelle Haltbarkeit, Drainagewirkung, Verstopfung der Porenräume,)
- Erfahrungen bzgl. struktureller Haltbarkeit (bautechnischer Zustand, Kornausbrüche,)

Durch die spezielle Struktur von Offenporigen Asphaltdeckschichten ergeben sich sowohl positive als auch negative Aspekte dieser Bauweise. Positiv sind vor allem das Lärm-minderungspotenzial sowie eine durch die erhöhte Drainagefähigkeit ermöglichte verbesserte Verkehrssicherheit im Vergleich zu dichten Asphaltdeckschichtarten zu erwähnen. Als negative Aspekte sind größtenteils modifizierte Anforderungen an den Winterdienst, eine mögliche Verschmutzung der Poren und die damit einhergehende Reduzierung des Drainage- und Lärm-minderungsvermögens sowie eine kürzere strukturelle Lebensdauer im Vergleich zu dichten Deckschichttypen zu nennen.

Die Analyse der Beantwortungen des Fragebogens zum Einsatz von Offenporigen Asphaltdeckschichten in den Ländern Österreich, Deutschland und Schweiz lassen sich wie folgt zusammenfassen.

Tendenziell kamen bezüglich der betrieblichen Erfahrungen aus Österreich durchwegs die negativsten Beantwortungen (schlechtere bis viel schlechtere Erfahrungen als bei dichten Deckschichten). Die Einschätzungen aus Deutschland und der Schweiz sind hingegen sehr ähnlich und auch etwas positiver. Für diese Einschätzungen sind vor allem schlechte Erfahrungen im Winterdienst (Zueisung, Schneefall) und das Problem der Präventivstreuung verantwortlich.

Bei der Betrachtung der allgemein gemachten betrieblichen Erfahrungen mit Offenporigen Asphaltdeckschichten weisen die Beantwortungen aus Deutschland mit einem Mittelwert von 3,50 nur geringfügig schlechtere Erfahrungen als mit dichten Asphaltdeckschichten auf. Das ist dahingehend interessant, da die offenporige Bauweise in Deutschland noch nicht zu einer Regelbauweise zählt.

Bei den Erfahrungen bzgl. Verkehrssicherheit herrscht größtenteils Konsens in den Beantwortungen der drei Projektpartnerländer. Diese werden auch durchwegs positiv beurteilt, vor allem bei Regen sind eindeutig die positiven Eigenschaften (keine Aquaplaning- und Sprühfahnenbildung) zu nennen. Allerdings herrscht auch zum Teil die Ansicht, dass die höhere Verkehrssicherheit bei Regen durch die reduzierte Sprühfahnenbildung sowie dem verminderten Aquaplaningrisiko durch die geringere Verkehrssicherheit bei erhöhter Glättebildung in Frostperioden "erkauff" wird und damit insgesamt die Verkehrssicherheit nicht verbessert wird.

Bei Instandhaltungs- bzw. Instandsetzungsarbeiten sind in allen drei Projektpartnerländern grundsätzlich schlechtere Erfahrungen bei Offenporigen Asphaltdeckschichten als bei dichten Asphaltdeckschichten gemacht worden, wobei die Beantwortungen aus der Schweiz im Regelfall besser als diejenigen aus Deutschland ausfallen, gefolgt von den angegebenen Antworten aus Österreich. Als besonders problematisch hat sich die Reparatur von kleinflächigen Schäden gezeigt. Auch die Rissanierung ist problematisch, da diese dem Gesamtsystem schadet und den Wasserabfluss in der Schicht beeinflusst. Insbesondere bei Unfällen mit Treibstoffaustritt werden Offenporige Asphaltdeckschichten nachhaltig geschädigt, der Treibstoff verteilt sich sehr schnell in der Schicht, bereits beim Absaugen wurden oftmals Kornausbrüche festgestellt.

Erfahrungen mit Zweischichtigen Offenporigen Asphaltdeckschichten sind in Österreich nur sehr beschränkt vorhanden. Insgesamt existieren zurzeit 2 verschiedene Versuchsstrecken, an denen Zweischichtige Offenporige Asphaltdeckschichten liegen, allerdings erst mit einer Liegedauer von ca. 2 Jahren, somit erscheint eine Analyse des Langzeitverhaltens nicht seriös. Auch in Deutschland sind noch wenige Erfahrungen mit dieser Bauweise vorhanden (Strecken in Bayern und Niedersachsen). Dasselbe gilt auch für die Schweiz, wo in einem Kanton die zweischichtige offenporige Bauweise ausprobiert wurde. Es erscheint somit bei dieser Bauweise noch einiger Forschungs- und Erprobungsbedarf auf.

Die gemachten Erfahrungen bzgl. Bautechnik und Materialprüfung werden in den drei Projektpartnerländern ähnlich angegeben. Prinzipiell wurde festgestellt, dass ein PA 8 bessere Lärminderungseigenschaften aufweist als ein PA 11, allerdings ist dieser wiederum resistenter gegen mechanische Beschädigungen.

Die Befragung nach der strukturellen Lebensdauer von Offenporigen Asphaltdeckschichten ergab folgende Tendenzen. Die geschätzte mittlere Lebensdauer von Offenporigen Asphaltdeckschichten wird in Deutschland mit 9,5 Jahren, in Österreich mit 10,6 Jahren und in der Schweiz mit 12,3 Jahren angegeben. Die Lebensdauer von Offenporigen Asphaltdeckschichten wird also in der Schweiz

eindeutig am höchsten beurteilt. Die durchschnittliche Lebensdauer im Vergleich zu dichten Asphaltdeckschichtarten wird einheitlich mit ca. 60% beurteilt.

Die größten Unterschiede der eingelangten Beantwortungen ergeben sich bei der Bewertung der Vor- oder Nachteile beim Einsatz Offenporiger Asphaltdeckschichten bei der Fragestellung: "*Überwiegen Ihrer Meinung nach die Vor- oder die Nachteile beim Einsatz Offenporiger Asphaltdeckschichten?*". Dabei zeigte sich eindeutig die größtenteils negative Einstellung zu Offenporigen Asphaltdeckschichten in den Ländern Österreich und Deutschland. In der Schweiz hingegen geht der Trend genau in die entgegengesetzte Richtung.

Bei der Analyse des akustischen Langzeitverhaltens von Offenporigen Asphaltdeckschichten zeigt sich eine einheitliche Meinung aller Befragten. Kurz nach Herstellung der Asphaltdeckschicht wurden die Offenporigen Asphaltdeckschichten mit "viel besser" als dichte Asphaltdeckschichten beurteilt, aber auch nach einer längeren Liegedauer wurde das Lärminderungspotenzial noch mit "besser" als bei dichten Asphaltdeckschichten angegeben.

Die Frage nach der strukturellen Haltbarkeit von Offenporigen Asphaltdeckschichten ergab folgende Ergebnisse. Erste mechanische Schäden treten zum Teil bereits nach 3 Jahren Nutzungsdauer auf, die ersten Kornausbrüche wurde abhängig von den Streckenabschnitten zwischen 0,5 Jahren nach Fertigstellung der Schicht bis ab 7 Jahren Nutzungsdauer beobachtet. Die Kornausbrüche treten speziell vermehrt an den Rändern von Bereichen auf, die bereits mechanisch beschädigt sind, sowie im Bereich der Arbeitsnähte und Übergangsbereiche zwischen dem Offenporigen Asphalt und dem Gussasphalt auf Bauwerken. Auch nach dem Winterdienst treten verstärkt Kornausbrüche auf, vermutlich auf Grund des Einsatzes von Schneepflügen.

Als besonders kritisch wird einheitlich das plötzliche Auftreten des mechanischen Versagens kurz vor Ende der Nutzungsdauer angesehen.

Eine Beschreibung der aktuellen Forschungsprojekte in Österreich, Deutschland und der Schweiz betreffend Offenporige Asphaltdeckschichten runden den Forschungsbericht ab und geben einen Überblick über die Aktivitäten der letzten Jahre auf diesem Forschungsgebiet. Ebenso ist eine umfangreiche Literaturliste betreffend Offenporige Asphaltdeckschichten dem Bericht beigefügt.

Prinzipiell ist festzustellen, dass noch einiger Forschungsbedarf betreffend die Entwicklung und den Einsatz von Offenporigen Asphaltdeckschichten herrscht. Erst nach Klärung der Hauptprobleme Winterdienst, strukturelle und lärmtechnische Haltbarkeit werden Offenporige Asphaltdeckschichten eine Chance auf einen großflächigen Einsatz im europäischen Straßennetz haben.

Ebenso werden die Notwendigkeit einer effektiven Lärminderung und der politische Wille, diese Lärminderung durch Maßnahmen an der Fahrbahndeckschicht zu erreichen, eine entscheidende Rolle zu einer möglichen weiteren Anwendung dieser Bauweise spielen.

9 EXECUTIVE SUMMARY

Under the subject DACH project "long-time performance of porous asphalt surface courses ", porous asphalt surface courses were studied with regard to both their structural and their functional lifetime, i.e. the sustainability of their noise-reducing and drainage effects. The diverse experiences gained with porous asphalt surface courses in the three countries of Austria, Germany and Switzerland were gathered by means of a questionnaire, updated, and analysed. The questionnaire comprised two different parts:

- Part A – General experiences: here the questions are posed related to general experiences gained with porous asphalt surface courses.
- Part B – Special part: here the questions are posed related to a specific road section.

By means of the questionnaire, the following experiences were finally gathered and the following questions answered:

- Operational experiences (winter maintenance, performance on bridges, ...)
- Experiences with winter maintenance (potential problems, modified winter maintenance, increased consumption of salt, ice formation, ...)
- Experiences with regard to traffic safety (rainfall, wintertimes, ...)
- Experiences with structural maintenance (large and small areas)
- Experiences with twin-layer porous asphalt
- Experiences with regard to construction technology and materials testing (different maximum grain sizes, binder aging, forecasting procedures, ...)
- Experiences with regard to the long-time performance
- Knowledge gaps regarding the use of porous asphalt surface courses
- Do the advantages or the disadvantages of porous asphalt surface courses predominate?
- Long-term experiences with porous asphalt surface courses (noise-reducing effect, skid resistance, structural durability, drainage effect, clogging of pore voids, ...)
- Experiences with regard to structural durability (structural performance, ravelling, ...)

The special structure of porous asphalt surface courses produces both positive and negative effects. Advantages include primarily noise reduction and, as a result of more effective drainage, more traffic safety compared with dense types of asphalt pavements. Negative aspects are mostly modified winter maintenance requirements, possible clogging of pores leading to a reduction of drainage performance and noise reduction as well as a shorter structural lifetime than dense types of surface courses.

The responses to the questionnaire on the use of porous asphalt surface courses in the countries of Austria, Germany and Switzerland have been analysed and can be summarised as follows:

Regarding operational experiences, the most negative responses generally came from Austria (poorer to much poorer performance than dense pavements). The ratings from Germany and Switzerland, on the other hand, were largely similar and slightly more positive. These assessments are attributable pri-

marily to poor experiences with winter maintenance (ice formation, snowfall) and the problem of preventive salting.

An analysis of general operational experiences with porous asphalt surface courses shows that the ratings from Germany, at a mean value of 3,50, were only slightly worse than those for dense asphalt surface courses. This is interesting as in Germany porous pavement surfaces are not yet a standard pavement feature.

With regard to experiences regarding traffic safety there was far-reaching consensus in the responses from the three project partner countries. This aspect is generally rated positively. Particularly in rainy conditions the positive properties (no aquaplaning and surface splash and spray) were mentioned. However, some also believe that higher traffic safety in wet conditions owing to reduced splash and spray and an attenuation of the risk of aquaplaning comes "at the expense" of less traffic safety due to more ice formation in frosty periods and, therefore, traffic safety is not improved overall.

With regard to maintenance and repair work, all three project partner countries report generally poorer experience with porous asphalt surface courses than with dense asphalt pavements. Ratings from Switzerland were generally better than those from Germany, followed by the scores awarded by Austria. Repair of damage affecting small surface areas has proved especially problematic. The renovation of cracks is likewise a problem, as this type of distress affects the entire system and impacts on the water flow in the pavement. Especially in accidents involving fuel spills, porous asphalt surface courses sustain lasting damage as the fuel quickly infiltrates the layer. Frequently, ravelling is detected already when spilt liquid is being sucked off.

In Austria, only limited experience is available with twin-layer porous asphalt surface courses. Overall, two test sections exist at the moment that feature twin-layer porous asphalt pavements, which have been in place for only about two years, however. Therefore an analysis of long-term performance does not appear meaningful for the time being. Germany likewise has little experience with this type of pavement (some road sections in Bavaria and Lower Saxony). The same is true for Switzerland, where a twin-layer porous pavement has been tested in one canton. With this type of construction, there is thus apparently still need for further research and testing.

With regard to experiences regarding construction technology and materials testing, the situation was similar in the three project partner countries. It was generally found that PA 8 has better noise-reducing properties than PA 11, which, however, is more resistant to mechanical damage.

The answers to questions relating to the structural lifetime of porous asphalt surface courses indicated the following tendencies: The estimated mean structural lifetime of porous asphalt surface courses is 9,5 years in Germany, 10,6 in Austria and 12,3 in Switzerland. Thus, the useful life of porous asphalt surface courses is clearly rated the longest in Switzerland. Its average structural lifetime compared with dense asphalt surface courses is uniformly estimated at about 60%.

The biggest differences in the responses received were found in the rating of the advantages or disadvantages of the use of porous asphalt surface courses. The question read: "*What is greater, in your opinion, when using porous asphalt surface courses: the advantages or the disadvantages?*" Here the mostly negative attitude towards porous asphalt surface courses in the countries of Austria and Germany was reflected quite clearly. In Switzerland, however, the trend was entirely in the opposite direction.

An analysis of the acoustical long-term performance of porous asphalt surface courses shows a general consensus among all those surveyed. Shortly after the placement of the asphalt surface course, the porous asphalt surface courses were rated as "much better" than dense asphalt surface courses. After

the pavement had been in place for some time, its noise-reducing potential was still rated as "better" than that of dense asphalt surface courses.

The question relating to the structural durability of porous asphalt surface courses yielded the following results: initial mechanical damage occurred in some instances after just three years of use. The onset of ravelling was observed between 0,5 years after completion of the course and 7 years of use, depending on the road sections assessed. Ravelling occurs increasingly along the edges of areas that previously sustained mechanical damage, and along construction joints and transitions from porous asphalt to gussasphalt (mastic asphalt) on structures. Ravelling also occurs more frequently after winter maintenance, possibly due to the action of snowploughs. There was consensus that the sudden onset of mechanical failure shortly before the end of a pavement's structural lifetime was especially critical.

A description of current research projects in Austria, Germany and Switzerland on porous asphalt surface courses rounds off the research report and provides an insight into activities pursued in this area of research in recent years. An extensive bibliography on porous asphalt surface courses is also attached to this report.

As a general observation it is stated that there is still some need for further research regarding the development and use of porous asphalt surface courses. It is only after the main problems such as winter maintenance, structural durability and the sustainability of noise-reducing performance have been solved that porous asphalt surface courses will become eligible for large-scale use in the European road network.

The need for effective noise attenuation and the political will to achieve such noise reduction by taking action with regard to road surfaces will likewise play a major role in potential further applications of this type of pavement construction.

10 RESUME GENERAL ET PERSPECTIVES

Sous l'appellation D-A-CH – Projet de recherche "Durabilité des revêtements en enrobé drainant" les couches de surface en enrobé drainant ont été étudiées en considérant leur durée de vie structurelle et fonctionnelle, c'est-à-dire la durabilité de leur propriété de réduction du bruit et de drainage. Les diverses expériences avec les couches de surface en enrobé drainant faites en Autriche, en Allemagne et en Suisse ont été rassemblées au moyen d'un questionnaire, mises à jour et analysées. Le questionnaire était composé de deux parties distinctes:

- Partie A – Expériences générales: questions posées concernant les expériences générales acquises avec les couches de surface poreuses.
- Partie B – Partie spécifique: questions posées concernant une section de route spécifique.

A l'aide du questionnaire, les expériences ont été récoltées et des réponses aux questions suivantes ont été apportées:

- Expériences opérationnelles (maintenance hivernale, performance sur les ponts,...)
- Expériences de maintenance hivernale (problèmes potentiels, maintenance hivernale modifiée, consommation plus élevée en sel, formation de verglas,...)
- Expériences concernant la sécurité du trafic (précipitations, périodes hivernales,...)
- Expériences de maintenance structurelle (à grande et petite échelle)
- Expériences avec les enrobés poreux bicouches
- Expériences concernant les techniques de construction et les essais sur les matériaux (tailles maximales de granulats différentes, vieillissement du liant, procédures prévisionnelles,...)
- Expériences concernant les performances à long terme
- Manque de connaissances sur l'utilisation des couches de surface poreuses
- Prédominance des avantages ou des inconvénients des couches de surface poreuses
- Expériences à long terme (effet de réduction du bruit, adhérence, durabilité structurelle, effet de drainage, obstruction des vides,...)
- Expériences sur la durabilité structurelle (performance structurelle, désenrobage,...)

La structure spéciale des couches de surface poreuses peut avoir des effets positifs et négatifs. Parmi les avantages, on peut citer la réduction du bruit et, comme conséquence d'un drainage plus effectif, une plus grande sécurité du trafic en comparaison avec des revêtements de type dense. Les inconvénients apparaissent surtout en période hivernale ou lorsque les vides sont obstrués, ce qui mène à une réduction des caractéristiques drainantes, à une diminution de la réduction du bruit et à une durée de vie structurelle plus courte que les revêtements de type dense.

Les réponses aux questionnaires ont été analysées et peuvent être résumées comme suit:

Concernant les expériences opérationnelles, les réponses les plus négatives sont généralement venues d'Autriche (performances bien plus faibles que les enrobés denses). D'autre part, les estimations d'Allemagne et de Suisse ont été en grande partie similaires et légèrement plus positives. Ces

évaluations sont premièrement attribuables à de faibles expériences en maintenance hivernale (formation de verglas, chutes de neige) et au problème de salage préventif. Une analyse des expériences opérationnelles générales montre que les estimations de l'Allemagne, avec une valeur moyenne de 3,50, ont été légèrement moins bonnes que celles d'un enrobé dense. Le résultat est intéressant car les enrobés poreux ne sont pas encore normalisés en Allemagne.

Concernant les expériences sur la sécurité du trafic, il y a eu un grand consensus dans les réponses des trois pays partenaires. Cet aspect est généralement évalué positivement, notamment dans les conditions de pluie (pas d'aquaplaning ni de projections d'eau). Cependant, certains pensent que la sécurité plus élevée du trafic sur une surface humide se fait aux dépens d'une sécurité réduite durant les périodes hivernales, ce qui globalement n'améliore pas la sécurité.

En ce qui concerne la maintenance et les travaux de réparation, les trois partenaires du projet montrent généralement moins d'expériences avec les couches de surface poreuses qu'avec les revêtements denses. Les évaluations de Suisse ont généralement été meilleures que celles d'Allemagne, elles-mêmes meilleures que celles de l'Autriche. Les réparations des dommages affectant une petite surface se sont avérées être spécialement problématiques. La réparation des fissures est aussi un problème, car ce type de dommage affecte toute la structure et a une grande incidence sur le flux d'eau dans la chaussée. Lors d'accidents impliquant des fuites de carburant, les couches de surface poreuses subissent des dommages durables car le carburant s'infiltrerait rapidement dans la couche de chaussée, entraînant souvent un désenrobage immédiat.

L'Autriche possède une expérience limitée avec les couches de surface en enrobé poreux bicouche. Deux sections-test existent depuis deux ans et une analyse à long terme n'est pas possible pour le moment. Il y a quelques expériences de ce type en Allemagne (Bavière et Basse Saxe) et un canton en Suisse a testé l'enrobé poreux bicouche, d'où la nécessité d'approfondir les connaissances dans ce domaine.

Les expériences concernant la technique de construction et les essais sur matériaux montrent une situation similaire dans les trois pays partenaires. Généralement, le PA8 possède de meilleures propriétés de réduction du bruit que le PA11 qui est plus résistant aux dommages mécaniques.

Les réponses aux questions concernant la durée de vie structurelle des couches de surface en enrobé poreux indiquent les tendances suivantes: la durée de vie structurelle moyenne estimée des surfaces poreuses est de 9,5 ans en Allemagne, 10,6 ans en Autriche et 12,3 ans en Suisse. Sa durée de vie structurelle comparée avec les couches de surface denses est uniformément estimée à environ 60%.

Les différences les plus importantes dans les réponses reçues ont été celles des avantages et des inconvénients de l'utilisation des couches de surface poreuses. La question étant: *"Selon vous, les avantages ou les inconvénients sont-ils les plus importants?"* Il en est ressorti une attitude plutôt négative en Autriche et en Allemagne. La Suisse a montré une tendance plutôt positive.

Une analyse des performances acoustiques à long terme montre un consensus général. Immédiatement après la mise en place de la couche poreuse, celle-ci a une meilleure évaluation qu'une couche dense. Après un certain temps, son potentiel de réduction du bruit était encore évalué comme étant "meilleur" que celui des couches en enrobé dense.

A la question concernant la durabilité structurelle, il a été répondu que le dommage mécanique initial se produit dans certains cas après trois ans de service. Le début du désenrobage a été observé après une période de mise en service de 0,5 à 7 ans, ceci dépendant du type de route. Le désenrobage apparaît de plus en plus dans les zones soumises préalablement à des dommages mécaniques, comme aux abords des joints et dans les zones de transition où l'on passe d'une surface poreuse à une surface

dense. Le désenrobage apparaît également fréquemment après la maintenance hivernale, probablement dû à l'action des lames de déneigement. Les trois partenaires admettent de manière consensuelle que le début soudain d'un dommage mécanique peu avant la fin de la durée de vie structurelle est spécialement critique.

Une description des projets de recherche actuels en Autriche, en Allemagne et en Suisse sur les couches de surface poreuses parachève le présent rapport de recherche et fournit une vision des activités exercées dans ce domaine durant ces dernières années. Une bibliographie étendue figure également dans ce rapport.

En guise d'observation générale, on constate qu'il reste un certain besoin de mener davantage de recherches concernant le développement et l'utilisation des couches de surface poreuses. Les problèmes principaux étant l'entretien hivernal, la durabilité structurelle et la durabilité des performances de réduction de bruit, c'est après avoir résolu ces problématiques que les couches de surface poreuses pourront être utilisées à large échelle dans le réseau routier européen.

Le besoin d'une atténuation efficace du bruit et la volonté politique de réaliser une telle réduction de bruit en agissant sur les couches de surface joueront un rôle important dans les applications potentielles futures de ce type de revêtement.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Litzka, J. und Haberl, J.: „Drainbeläge auf Autobahnen – Erfahrungen in Österreich,“ Straßenbau-Tag Olten: Drainasphalt, Olten, Schweiz, März 2006.
- [2] Livet, J.: „Le comportement hivernal spécifique des enrobés drainants,“ IX. PIARC Straßenwinterdienstkongress, Seefeld, 1994.
- [3] Pracherstorfer, W. und Litzka, J.: „Österreichische Erfahrungen mit lärmindernden Strassendecken,“ Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Schriftenreihe Straßenforschung, Heft 427, Wien 1994.
- [4] Litzka, J.: „Austrian experiences with porous asphalt,“ European conference on porous asphalt, pp. 988-1005, Madrid, 1997.
- [5] Litzka, J.; Pracherstorfer, W. und Vycudil, A.: „Beurteilung der Drainasphaltreinigung aus ökologischer und ökonomischer Sicht,“ Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Schriftenreihe Straßenforschung, Heft 489, Wien 1999.
- [6] Roos, R. und Holldorb, Ch.: „Erhaltung der Funktionen Lärminderung und Entwässerung offenerporiger Asphaltdecken,“ Schlussbericht Forschungsauftrag FE 03.237 R90L des Bundesministeriums für Verkehr, Darmstadt, April 1997.
- [7] Litzka, J. und Pracherstorfer, W.: „Lärmemission von Straßendecken,“ Bundesministerium für öffentliche Wirtschaft und Verkehr, Juni 1996 (unveröffentlicht).
- [8] Haberl, J. und Litzka, J.: „Drainbeläge in Österreich – Ein Neubeginn nach schlechten Erfahrungen,“ 3. Informationstage Geräuschmindernde Fahrbahnbeläge in der Praxis – Stand der Technik, Ingolstadt, April 2006.
- [9] <http://www.asfinag.at/>
- [10] „Der Elsner – Handbuch für Straßen- und Verkehrswesen; Planung, Bau, Erhaltung, Verkehr, Betrieb“, Otto Elsner Verlag, Dieburg, Ausgabe 2007.
- [11] Gerhard, H.: „Lärminderung im Straßenbau, Erfahrungen aus Bayern“, asphalt Heft 3/2007, S. 18-22.
- [12] Dumont, A.-G.: „Expérience suisse sur les enrobés drainants,“ Association mondiale de la route (AIPCR), 1997.
- [13] RVS 8.26.28:1990: „Deckenarbeiten - Bituminöse Decken - Lärmindernde Drainaspalte,“ Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau, Österreichische Forschungsgesellschaft für das Verkehrs- und Straßenwesen im ÖIAV, Wien, 1990.
- [14] RVS 8S.01.41:2001: „Technische Vertragsbedingungen Baustoffe – Asphalt – Anforderungen an Asphaltmischgut,“ Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau, Österreichische Forschungsgesellschaft für das Verkehrs- und Straßenwesen, Wien, November 2001.

- [15] RVS 8S.04.11:2001: „Technische Vertragsbedingungen Oberbau – Asphalt – Anforderungen an Asphalttschichten,“ Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau, Österreichische Forschungsgesellschaft für das Verkehrs- und Straßenwesen, Wien, November 2001.
- [16] Kostjak, M.: „Die Auswirkungen der europäischen Normung für Asphalt auf die RVS,“ Mitteilungen der Österreichischen Forschungsgesellschaft Straße – Schiene - Verkehr, Wien, September 2006.
- [17] RVS 01.02.12:2007: „Begriffsbestimmungen – Technische Begriffsbestimmungen – Asphalttechnik,“ Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene - Verkehr, Wien, Jänner 2007.
- [18] ÖNORM B 3586: „Asphaltnischgut – Mischgutanforderungen Offenporiger Asphalt, Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-7,“ Österreichisches Normungsinstitut, Wien, Dezember 2006.
- [19] RVS 08.97.05:2007: „Technische Vertragsbedingungen - Baustoffe – Anforderungen an Asphaltnischgut,“ Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene - Verkehr, Wien, Jänner 2007.
- [20] RVS 08.16.01:2007: „Technische Vertragsbedingungen – Bituminöse Trag- und Deckschichten – Anforderungen an Asphalttschichten,“ Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene - Verkehr, Wien, Jänner 2007.
- [21] ÖNORM B 3613: „Polymermodifizierte Bitumen für den Straßenbau - Anforderungen, Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 14023,“ Österreichisches Normungsinstitut, Wien, Jänner 2007.
- [22] ÖMORM B 3130: „Gesteinskörnungen für Asphalt und Oberflächenbehandlungen ,für Straßen, Flugplätze und andere Verkehrsflächen - Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13043,“ Österreichisches Normungsinstitut, Wien, Oktober 2006.
- [23] ÖNORM EN 1097-2: „Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen, Teil 2: Verfahren zur Bestimmung des Widerstandes gegen Zertrümmerung,“ Österreichisches Normungsinstitut, Wien, August 1998.
- [24] ÖNORM EN 1097-8: „Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen, Teil 8: Bestimmung des Polierwertes,“ Österreichisches Normungsinstitut, Wien, Mai 2000.
- [25] ÖNORM EN 933-1: „Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen, Teil 1 : Bestimmung der Korngrößenverteilung – Siebverfahren,“ Österreichisches Normungsinstitut, Wien, Juli 2006.
- [26] ÖNORM EN 933-4: „Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen, Teil 4: Bestimmung der Kornform – Kornformkennzahl,“ Österreichisches Normungsinstitut, Wien, April 2000.
- [27] ÖNORM EN 933-5: „Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen, Teil 5: Bestimmung des Anteils an gebrochenen Körnern in groben Gesteinskörnungen,“ Österreichisches Normungsinstitut, Wien, April 2005.

- [28] ÖNORM EN 933-6: „Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen, Teil 6: Fließkoeffizienten von Gesteinskörnungen,“ Österreichisches Normungsinstitut, Wien, Oktober 2004.
- [29] ÖNORM EN 1367-1: „Prüfverfahren für thermische Eigenschaften und Verwitterungsbeständigkeit von Gesteinskörnungen, Teil 1: Bestimmung des Widerstandes gegen Frost-Tau-Wechsel,“ Österreichisches Normungsinstitut, Wien, Mai 2000.
- [30] ÖNORM EN 12697-11: „Asphalt - Prüfverfahren für Heißasphalt, Teil 11: Bestimmung der Affinität von Gesteinskörnungen und Bitumen,“ Österreichisches Normungsinstitut, Wien, November 2006.
- [31] ÖNORM EN 1367-3: „Prüfverfahren für thermische Eigenschaften und Verwitterungsbeständigkeit von Gesteinskörnungen, Teil 3: Kochversuch für Sonnenbrand-Basalt und Zerfall von Stahlwerksschlacken,“ Österreichisches Normungsinstitut, Wien, Mai 2000.
- [32] ÖNORM EN 1744-1: „Prüfverfahren für chemische Eigenschaften von Gesteinskörnungen, Teil 1: Chemische Analyse,“ Österreichisches Normungsinstitut, Wien, Juli 1998.
- [33] RVS 11.03.22:2004: „Baudurchführung Grundlagen – Prüfverfahren – Abnahmeprüfung von Asphaltstrassen,“ Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene - Verkehr, Wien, Juli 2004.
- [34] ÖNORM EN 12697-36: „Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt, Teil 36: Bestimmung der Dicke von Fahrbahnbefestigungen aus Asphalt,“ Österreichisches Normungsinstitut, Wien, Juli 2003.
- [35] ÖNORM EN 12697-8: „Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt, Teil 8: Bestimmung von volumetrischen Charakteristiken von Asphalt-Probekörpern,“ Österreichisches Normungsinstitut, Wien, Juni 2003.
- [36] RVS 11.06.62:1995: „Baudurchführung Grundlagen – Prüfverfahren – Feldprüfungen,“ Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene - Verkehr, Wien, November 1995.
- [37] ÖNORM EN 13036-1: „Oberflächeneigenschaften von Straßen und Flugplätzen Prüfverfahren, Teil 1: Messung der Makrotexturtiefe der Fahrbahnoberfläche mit Hilfe eines volumetrischen Verfahrens,“ Österreichisches Normungsinstitut, Wien, August 2001.
- [38] RVS 11.06.61:1995: „Prüfverfahren – Feldprüfungen – Drainverhalten mit dem Ausflussmessgerät,“ Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene - Verkehr, Wien, November 1995.
- [39] RVS 11.06.64:1997: „Prüfverfahren – Feldprüfungen - Rollgeräuschmessung,“ Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene - Verkehr, Wien, April 1997.
- [40] RVS 11.06.65:2004: „Prüfverfahren – Feldprüfungen – Griffigkeitsmessungen mit dem Stuttgarter Reibungsmesser (System RoadSTAR),“ Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene - Verkehr, Wien, November 2004.

- [41] FGSV: Merkblatt für den Bau Offenporiger Asphaltdeckschichten, Ausgabe 1998 der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln, 1998.
- [42] Renken, P.: „Optimierung und Qualitätssicherung Offenporiger Asphaltdeckschichten,“ Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik Nr. 765, Bonn 1999.
- [43] FGSV: „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Asphalt,“ ZTV Asphalt-StB 07, Ausgabe 2007 (Entwurfsversion 01.02.2007).
- [44] FGSV: „Technische Lieferbedingungen für Asphalt für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen,“ TL Asphalt-StB 07, Ausgabe 2007 (Entwurfsversion 01.02.2007).
- [45] FGSV: „Technische Prüfvorschriften für Asphalt, Teile 0 bis 42,“ TPA xx, Ausgabe 2007, (Entwurfsversionen).
- [46] FGSV: „Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau,“ TL Gestein-StB 04, Ausgabe 2004.
- [47] FGSV: „Technische Lieferbedingungen für Straßenbaubitumen und gebrauchsfertige polymermodifizierte Bitumen,“ TL Bitumen-StB 2007, Ausgabe 2007.
- [48] FGSV: „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Asphalt,“ ZTV Asphalt-StB 01, Ausgabe 2001.
- [49] SN 640 433: „Konzeption, Anforderungen, Ausführung von Drainasphaltschichten,“ Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS), 1990.
- [50] SN 640 433a: „Drainasphalt-Deckschichten: Konzeption, Anforderungen, Ausführung,“ Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS), 1996.
- [51] SN 640 433b: „Drainasphaltschichten - Konzeption, Anforderungen, Ausführung,“ Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS), 2001.
- [52] SN 640 431-7NA (prEN 13108-7): „Asphalt – Offenporiger Asphalt, Mischgutanforderungen (Mélanges bitumineux – Asphalte poreux, Spécifications des matériaux),“ Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS), 2001.
- [53] EN 14023: „Bitumen and bituminous binders. Framework specification for polymer modified bitumens,“ Technischen Komitee CEN/TC 336 „Bitumenhaltige Bindemittel“, Europäisches Komitee für Normung (CEN), Brüssel, 2005.
- [54] EN 12591:1999: „Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Anforderungen an Straßenbaubitumen,“ Europäisches Komitee für Normung (CEN), Brüssel, 1999.
- [55] SN 670 210: „Polymermodifizierte Bitumen für Beläge (PmB) und Oberflächenbehandlungen (PmOB),“ Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS), 2001.
- [56] EN 13043:2002 AC:2004: „Gesteinskörnungen für Asphalte und Oberflächenbehandlungen für Strassen, Flugplätze und andere Verkehrsflächen,“ Europäisches Komitee für Normung (CEN), Brüssel, 2002.

- [57] SN 670 103 – NA: „Gesteinskörnungen für Asphalte und Oberflächenbehandlungen für Strassen, Flugplätze und andere Verkehrsflächen, inkl. Nationaler Anhang SN 670103b-NA Gesteinskörnungen für Asphalte und Oberflächenbehandlungen für Strassen, Flugplätze und andere Verkehrsflächen – Anforderungen,“ Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS), 2006.
- [58] prEN 12697-30: „Asphalt - Prüfverfahren für Heißasphalt - Teil 30: Probenvorbereitung, Marshall-Verdichtungsgerät,“ Europäisches Komitee für Normung (CEN), Brüssel, 2000.
- [59] EN 12697-8:2003 (SN 670 408): „Asphalt - Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 8: Bestimmung von volumetrischen Charakteristiken von Asphalt-Probekörpern,“ Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS), 2005.
- [60] Haberl, J. und Litzka, J.: „Versuchsstrecke lärmindernde Straßendecken A12,“ Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), Straßenforschung, Schlussbericht Projekt Nr. 3.316, Wien, 2007 (unveröffentlicht).
- [61] Kalivoda, M.; Jaksch, M.; Riederer, P. und Strohmayer, G.: „Studie über das Kraftfahrgeräusch unter realen Fahrbahnoberflächenbedingungen,“ Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Schlussbericht Projekt Nr. 809.438, Wien, April 2006.
- [62] Haberl, J. und Litzka, J.: „Bewertung der Nahfeld- Geräuschemission österreichischer Fahrbahndeckschichten,“ Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Straßenforschung Heft 554, Wien, 2005.

1 DURCHGEFÜHRTE FORSCHUNGSPROJEKTE IN ÖSTERREICH

1.1 Österreichische Erfahrungen mit lärmindernden Straßendecken

Projektpartner: TU Wien - Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung

Projektdauer: 1992-1993

veröffentlicht in: Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Schriftenreihe Straßenforschung, Heft 427, Wien 1994.

Kurzbeschreibung:

Das Projekt stellt eine Zusammenfassung des Standes des technischen Wissens und der Erfahrungen mit lärmindernden Straßendecken in Österreich dar. Nach einer allgemeinen Darstellung der akustischen Grundlagen und der daraus abzuleitenden Anforderungen an die Oberfläche lärmindernder Deckschichten werden die vier in Österreich in dieser Hinsicht bisher eingesetzten Deckentypen (Oberflächenbehandlung auf Beton, Waschbetondecken, lärmindernde Dünnschichtdecken und Drainasphalte) beschrieben. Beim Drainasphalt werden die spezifischen Vorteile, aber auch die gegebenen Einsatzgrenzen aufgezeigt.

Ein sehr umfangreicher Statistikeil gibt einen ausführlichen Überblick über die im österreichischen Straßennetz bisher verlegten lärmindernden Deckschichten. Etwa 70% davon sind Drainasphaltdecken.

Einen Hauptteil des Projektes stellen die im Zuge einer Umfrage und nachfolgender detaillierter Interviews erfassten österreichischen Erfahrungen mit lärmindernden Deckschichten sowohl hinsichtlich der Lärmemissionen als auch hinsichtlich der Straßenerhaltung (betriebliche und bauliche Erhaltung) dar. Ebenso werden Aspekte der Verkehrssicherheit angesprochen. Die zusammengefassten österreichischen Erfahrungen werden durch eine Literaturlauswertung und Berichte ausländischer Experten ergänzt.

1.2 Schirmprojekt Lärmarme Straße (Versuchsstrecke Kottingbrunn)

Projektpartner:

- TU Wien – Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Kraftfahrzeugbau
- Semperit Reifen AG
- TU Wien - Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung
- Ilbau GesmbH
- TPA – Technische Prüfanstalt
- Forschungsinstitut der Vereinigung der österreichischen Zementindustrie
- Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal
- AVL-List GesmbH
- Steyr-Nutzfahrzeuge AG

Projektdauer: 1993-1997

veröffentlicht in: Bundesministerium für öffentliche Wirtschaft und Verkehr, Abschlussbericht, Wien, 1997 (unveröffentlicht).

Kurzbeschreibung:

Das österreichische Forschungsvorhaben „Lärmarme Straße“ ist ein Projektschirm des Bundesministerium für öffentliche Wirtschaft und Verkehr und des ITF/ERP für die drei Forschungsgruppen Reifen, Fahrbahn und Fahrzeug. Ziel des Forschungsvorhabens war es zu beweisen, dass der bereits vielfach geforderte extrem leise „70 dB(A)“ – Pkw in Kombination mit einem geeigneten Straßenbelag möglich ist und dass auch extrem leise Lkw darstellbar sind.

Die im Rahmen der dreijährigen gemeinsamen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten erzielten Ergebnisse zeigen, dass bei Umsetzung der erarbeiteten Maßnahmen eine Halbierung der Lärmbelastung durch den Straßenverkehr möglich ist.

Erreichte Forschungs- und Entwicklungsziele des Projektes:

- Errichtung einer Forschungsstrecke mit 6 verschiedenen Deckschichttypen (Dünnschichtdecke, Splittmastixasphalt, Drainasphalt, ISO- Belag, Waschbeton und EP- GRIP) am Testgelände Kottingbrunn
- Lärmarmer Lkw2000 als Prototyp entwickelt und erprobt
- Lärmarmer Pkw2000 als Prototyp entwickelt und erprobt
- Lärmarme Pkw- und Lkw- Reifen, die sowohl im Stadtverkehr als auch Überland deutlich leiser sind, entwickelt
- In ihren Eigenschaften optimierte lärmarme Straßendecken dargestellt
- Neue Simulations-, Mess- und Analysemethoden entwickelt

Sämtliche Ergebnisse des Projektes sind durch etwa 20.000 systematische Messungen abgesichert und dokumentiert.

1.3 Beurteilung der Drainasphaltpflege aus ökologischer und ökonomischer Sicht

Projektpartner: TU Wien - Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung

Projektdauer: 1993-1995 (Folgeuntersuchungen bis 1998)

veröffentlicht in: Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Schriftenreihe Straßenforschung, Heft 489, Wien 1999.

Kurzbeschreibung:

Der Drainasphalt bietet im Neubauzustand durch seinen hohlraumreichen Aufbau eine Reihe von Vorteilen, wie zum Beispiel Lärminderung sowie Reduzierung der Sprühhahnenbildung und des Aquaplaningrisikos. Die Erhaltung dieser positiven Eigenschaften ist eng damit verbunden, dass die Hohlräume von Verschmutzungen freigehalten werden. Um diesen Verunreinigungen möglichst

wirkungsvoll begegnen zu können, sind passive Vermeidungsmaßnahmen stets mit einer aktiven Pflege zu kombinieren. Das vorliegende Projekt stellt den Versuch dar, die ökologischen und ökonomischen Aspekte der Drainasphaltpflege zu ermitteln. Dazu wurde auf der A9 Phyrnautobahn im Bereich Kalwang eine Teststrecke eingerichtet, deren vier Sektionen mit unterschiedlicher Intensität gereinigt wurden. Zur Feststellung der Wirkungsweise sowie der umweltrelevanten Auswirkungen des Reinigungsverfahrens wurde in der Zeit von 1993 bis 1995 eine Reihe von Versuchen (u.a. Rollgeräusch-, Absorptionsgrad- und Ausflussmessungen sowie chemische Analysen) durchgeführt. Die Auswertungen der Ergebnisse dieser Untersuchungen ergaben keinen Zusammenhang mit der Reinigung. Der Grund dafür liegt allerdings nicht in der fehlenden Wirksamkeit des Verfahrens, sondern daran, dass es im Bereich der Teststrecke – wider allen Erwartungen – im Zeitraum von zwei Jahren zu keiner nennenswerten Verschmutzung gekommen ist.

Um dennoch eine realistische Beurteilung zu ermöglichen, wurden die Untersuchungen ab dem Frühjahr 1996 in ihrem Umfang auf ein „Beobachtungsniveau“ reduziert und unter dem Titel „Folgeuntersuchung“ bis 1998 fortgesetzt. Nach Vorliegen und Auswertung der Messergebnisse der Folgeuntersuchungen musste festgestellt werden, dass in Bezug auf Ausflusszeit, Rollgeräusch und Absorptionsgrad kein Einfluss der Reinigung erkennbar ist. Es ist mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass der geringe Schmutzanfall durch die Selbstreinigung sowie durch die anfallenden Niederschlagswasser aus den Hohlräumen entfernt wurde.

1.4 Lärmemission von Straßendecken, TU Wien, 1994-1996.

Projektpartner: TU Wien - Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung

Projektdauer: 1994-1996

veröffentlicht in: Bundesministerium für öffentliche Wirtschaft und Verkehr, Forschungsprojekt 197.035/5-1/81-1994, Wien, Juni 1996 (unveröffentlicht).

Kurzbeschreibung:

Das ständig steigende Verkehrsaufkommen und die zwangsläufig damit verbundenen Emissionen stehen im Mittelpunkt der umweltpolitischen Überlegungen der heutigen Zeit. Durch die Einführung immer niedrigerer Grenzwerte versucht man dieses Problem von seiten des Gesetzgebers in den Griff zu bekommen. Neben den Abgasen, deren Reduktion durch die Entwicklung von schadstoffarmen Motoren erreicht werden soll, ist es vor allem der Verkehrslärm, der zu einer Belastung der Umwelt und des Menschen führt. Während die Lösung des Problems der gasförmigen Emissionen zum größten Teil eine Aufgabe der Autoindustrie ist, ergibt sich beim Lärm die Situation, dass aufgrund der komplexen Wirkungsweise der drei Hauptkomponenten Fahrzeug, Reifen und Fahrbahn Reduktionen nur durch die Zusammenarbeit aller Beteiligten erreicht werden können. Seitens des Straßenbaus kann durch den Einsatz von lärmindernden Straßendecken hierzu ein wesentlicher Beitrag geleistet werden. Bei diesen Bausystemen unterscheidet man nun zwei grundsätzliche Typen. Einerseits Deckschichten, welche die Entstehung der Reifen/Fahrbahngeräusche beeinflussen und andererseits solche, die zusätzlich noch eine Reduktion des Schalls durch Absorption ermöglichen. Die Wirkungsweise beider Grundsysteme wird in diesem Projekt genau erläutert. Anschließend erfolgt die Darstellung der bisherigen Erfahrungen bei der Umsetzung dieser theoretischen Überlegungen in die Baupraxis. Auf Basis der bereits vorhandenen Erfahrungen und den theoretischen Überlegungen werden schließlich konkrete Vorschläge zur Modifizierung von lärmindernden Decken nach dem neuesten Stand der Technik unter Berücksichtigung der baulichen und betrieblichen Anforderungen gemacht. Außerdem wird ein Konzept zur Anlage von zweckmäßigen Teststrecken ausgearbeitet und die im Rahmen eines

1:1- Versuchs notwendigen Prüfmethode n angeführt. Grundlagen zur Erstellung eines Lärmkatasters schließen dieses Forschungsprojekt ab.

1.5 Gebrauchsverhaltensorientierte Bitumenprüfung

Projektpartner: TU Wien - Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung

Projektdauer: 1997-1998

veröffentlicht in: Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Schriftenreihe Straßenforschung, Heft 479, Wien 1999.

Kurzbeschreibung:

Im Zuge des amerikanischen Straßenforschungsprogrammes SHRP wurden u.a. neue Methoden zur gebrauchsvorhaltensorientierten Bitumenprüfung entwickelt. Ziel der gegenständlichen Arbeit ist die Erprobung dieser neuen Prüfmethode n und der Vergleich mit den in Österreich üblichen konventionellen Verfahren. Dazu wurden 18 verschiedene im Straßenbau zum Einsatz kommende Bitumenproben, mit denen in Österreich entsprechende Praxiserfahrungen vorliegen, sowohl in konventioneller Weise (Penetration, Erweichungspunkt mit Ring und Kugel, Brechpunkt nach Fraaß, Duktilität bzw. elastische Rückformung, Viskosität) als auch nach der SHRP-Methodik untersucht und die Ergebnisse miteinander verglichen. Zusätzlich kam auch die Strukturgruppenanalyse (latroscan-Methode) zum Einsatz. Dabei wurden die Prüfungen jeweils in allen drei von SHRP vorgesehenen Alterungsstufen durchgeführt. Die SHRP-Prüfungen wurden darüber hinaus in wesentlich größerem Umfang vorgenommen, als in den Prüfvorschriften vorgesehen, um den Einfluss der Prüfparameter abschätzen zu können. Nach einer eingehenden Beschreibung der angewandten Prüfmethode n und -geräte folgt die Ergebnisdarstellung und -beurteilung. Abschließend wird der Versuch gemacht, Zusammenhänge zwischen konventionellen und den nach SHRP ermittelten Kennwerten abzuleiten. Grundsätzlich ergibt sich eine gute Übereinstimmung zwischen der Bindemittelbeurteilung nach SHRP und den vorhandenen Erfahrungen mit den untersuchten Bindemitteln. Die abgeleiteten Zusammenhänge zwischen Brechpunkt nach Fraaß und Low Performance Grade bzw. Erweichungspunkt mit Ring und Kugel und High Performance Grade wären durch weitere Untersuchungen zu verifizieren. Ähnliches gilt für die von SHRP festgelegten Beziehungen zur Ableitung der erforderlichen Performance Grades von der Lufttemperatur und die Berücksichtigung der Verkehrsbelastung.

1.6 Christian Doppler Laboratorium für gebrauchsvorhaltensorientierte Optimierung flexibler Straßenbefestigungen

Projektpartner:

- TU Wien - Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung (Prof. R. Blab)
- TU Wien - Institut für Mechanik der Werkstoffe und Strukturen (Prof. J. Eberhardsteiner)
- OMV Aktiengesellschaft
- Allgemeine Baugesellschaft - A. Porr AG
- Teerag-Asdag AG
- Alpine Mayreder BauGmbH

- Swietelsky Baugesellschaft m.b.H.
- Nievelt Labor Ges.m.b.H.

Projektdauer: 2002-2009

veröffentlicht in: <http://www.istu.tuwien.ac.at>.

Kurzbeschreibung:

Moderne Straßenkonstruktionen sind hochbeanspruchte Ingenieurbauwerke, die aus einem differenziert abgestuften System verschiedener Schichten bestehen. 90% des hochrangigen österreichischen Straßennetzes sind Asphaltkonstruktionen, so genannte flexible Straßenbefestigungen.

Das Christian Doppler Labor beschäftigt sich mit der verbesserten Prüfung der komplexen Eigenschaften von technischen Asphalten und der numerischen Modellierung von Straßenbefestigungen unter den gegebenen mechanischen (verkehrslastbedingten) und thermischen (klimatischen) Beanspruchungen. Dadurch sollen die Grundlagen für den optimierten Aufbau von hochbelasteten Straßenkonstruktionen und innovative Entwicklungen im Verkehrswegebau geschaffen werden.

Folgende Forschungsschwerpunkte werden dabei behandelt:

- Entwicklung von gebrauchsvorhaltensorientierten Prüfmethothen für Asphalte für hochbelastete Straßenbefestigungen
- Gebrauchsvorhaltensorientiertes Mix Design im Rahmen einer erweiterten Eignungsprüfung
- Verbesserte Methoden zur Dimensionierung und zur Schadensprognose für flexible Fahrbahnaufbauten
- Gebrauchsvorhaltensorientierte Prüfung von Bitumen

1.7 Reale Lärm-Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs und Reduktionsszenarien durch Gesamtsystemoptimierung

Projektpartner:

- TU Wien – Institut für Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Kraftfahrzeugbau
- TU Wien – Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung
- psia Consult Umweltforschung und Engineering GmbH

Projektdauer: 2003-2004

veröffentlicht in: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), FFF- Projekt Nr. 806215, Wien, 2004.

Kurzbeschreibung:

Im Rahmen des Forschungsprojekts geht ein Konsortium, bestehend aus Forschern der TU Wien und psia-Consult Umweltforschung und Engineering GmbH der Straßenverkehrslärmemission auf den Grund und liefert Basisdaten zu ihrer Reduktion. Zu diesem Zweck wurde ein Berechnungsmodell entwickelt, das die realen Bedingungen vor Ort berücksichtigt und damit eine konsistente Beurteilung der Ist- Situation und zuverlässigere Lärmprognosen erlaubt. Aufgrund der Einflüsse von

Verkehrszusammensetzung, der zulässigen Höchstgeschwindigkeit und der Längsneigung auf die Schallemissionsbelastungen des Menschen aus dem Straßenverkehr wurden für das Modell typische Verkehrssituationen definiert. Dabei handelt es sich um die Straßentypen Städtische Hauptverkehrsstraße, Städtische Straße in einer Wohngegend, Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Autobahn in der Ebene und in alpinem Gelände.

Es gibt zwar eine Vielzahl von Messergebnissen in ganz Österreich, die jedoch schwer systematisch vergleichbar sind. Insbesondere die Position der Mikrophone bei den akustischen Aufnahmen, die angewandte Meßmethode, die Zeitauflösung und etwaige Informationen über die genaue Verkehrszusammensetzung weichen oft von einander ab. In diesem Projekt wurden systematische Messungen nach der EU-weit genormten statistischen Vorbeifahrtmethode durchgeführt, wodurch reale Emissionsfaktoren des heutigen Straßenverkehrs gewonnen werden konnten. Eine Erkenntnis der Analysen war, dass die zeitliche Veränderung über eine Dekade der realen Lärmemissionen und der Emissionen bei der Zertifizierung von Kraftfahrzeugen sehr deutlich voneinander abweichen. Die reale Geräuschemission eines vorbeifahrenden Fahrzeuges dürfte also deutlich stärker vom Reifen-Fahrbahngeräusch dominiert sein, als die Zertifizierungsmessungen am ISO-Messplatz angeben. Darüber hinaus weisen bauliche Gegebenheiten, wie Straßeneinbauten und Querfugen, einen enorm hohen Einfluss auf das tatsächliche Geräuschniveau auf.

1.8 Lärminderungspotenziale für Straßen- und Schienenverkehr

Projektpartner:

- TAS Schreiner GmbH
- psia Consult Umweltforschung und Engineering GmbH
- IBV, Ingenieurbüro für Verkehrswesen

Projektdauer: 2003-2004

veröffentlicht in: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), Endbericht des Projektes 04-0056T, Linz, 2004.

Kurzbeschreibung:

Im Rahmen dieser Studie wurde ein Aktionsprogramm betreffend Lärminderungspotenziale für den Straßen- und Schienenverkehr erarbeitet. Schwerpunktartig sind dabei technische und organisatorische Maßnahmen an der Quelle aufgezeigt worden. Durch die Betrachtung von verkehrspolitischen und verkehrsplanerischen Maßnahmen im Bereich des Straßenverkehrs sowie bekannten, alternativen bzw. innovativen Lösungsansätzen zur Höhenreduktion herkömmlicher Lärmschutzwände wird das Thema abgerundet.

Grundsätzlich wird in diesem Projekt die Auffassung vertreten, dass die Lärminderung an der Quelle die wohl effizienteste Lärmschutzmaßnahme darstellt, wodurch möglicherweise auch umfangreiche bauliche Maßnahmen entfallen bzw. entsprechend reduziert werden können.

Aufgrund der Entwicklung der Grenzwerte im Straßenverkehr gemäß EU- Richtlinien wurden in den letzten 25 bis 30 Jahren die Fahrgeräusche (Antriebsgeräusche) sowohl beim Pkw als auch beim Lkw erheblich (in der Größenordnung von rd. 10 dB) abgesenkt. Dadurch wird heutzutage die Schallemission des Straßenverkehrs auch bereits bei niedrigen Geschwindigkeiten nahezu alleinig durch das Reifen/Fahrbahngeräusch bestimmt. Diesen Angaben zu Folge ist erkennbar, dass eine weitere Lärminderung an der Quelle vordringlich in den Komponenten Reifen und Fahrbahn zu

suchen sind. Ungeachtet dessen ist natürlich auch bei den Antriebsgeräuschen weiterhin ein Potenzial der Lärminderung gegeben, welches allerdings auf Basis des derzeitigen Geräuschniveaus bei alleiniger Minderung dieser Quellenart einen kaum spürbaren Erfolg (im Bereich < 1 dB) mit sich bringen würde.

In weiterer Folge werden Vorschläge zu einer möglichen Lärmpegelreduktion, sowohl beim Reifen, als auch an der Fahrbahn und im Antrieb aufgelistet.

1.9 Rollgeräuschmessung – Optimierung von Verfahren und Grenzwerten

Projektpartner: arsenal research

Projektdauer: 2003-2005

veröffentlicht in: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), Schriftenreihe Straßenforschung, Heft 550, Wien, 2005.

Kurzbeschreibung:

Rollgeräusche sind im mittleren bis hohen Geschwindigkeitsbereich (ab 30 – 50 km/h) für den größten Anteil des von Straßenfahrzeugen emittierten Lärms verantwortlich. Da diese Geräusche durch das Zusammenwirken von Reifen und Fahrbahn entstehen, ist die Messung der typischen Lärmemissionen von Fahrbahndeckschichten wesentlich zur Ermittlung lärmarter Deckschichttypen. Im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojektes wurden mit drei verschiedenen Messmethoden die Rollgeräuschemissionen auf insgesamt 11 Messstrecken mit verschiedenen Fahrbahnoberflächen im österreichischen hochrangigen Straßennetz untersucht. Das Verfahren nach RVS 11.066.64 (früher RVS 11.066 IV) ist ein Nahfeld-Messverfahren, das die Geräuschemission eines Messreifens, der in einem schalldichten Messanhänger auf der Fahrbahn abrollt, mit darin angebrachten Mikrofonen misst. Dieses Verfahren wird in Österreich vor allem zur Abnahmeprüfung von Waschbetonoberflächen angewandt, welche eine der wenigen Deckschichttypen ist, für die derzeit Schallemissionsgrenzwerte existieren. Das ebenfalls eingesetzte Anhängerverfahren nach ISO/CD 11819-2 (CPX-Verfahren) wird international häufig verwendet und unterscheidet sich vor allem durch den Einsatz mehrerer profilierter Messreifen, von denen einer auch den Einfluss von LKW-Reifen nachbilden soll. Das Verfahren nach ISO 11819-1 (SPB-Verfahren, Vorbeifahrtsmessung) hingegen, das etwa in Deutschland zur akustischen Klassifizierung von Fahrbahnoberflächen verwendet wird, basiert auf einer Messung von insgesamt 180 Fahrzeugen (PKW und LKW) durch ein Mikrofon am Straßenrand. Die Messergebnisse zeigten, dass auch innerhalb von Deckschichttypenklassen durchaus erhebliche Unterschiede in der Geräuschemission auftreten können. Die Messmethoden, die auf einer Nahfeldmessung im Anhänger basieren (CPX und RVS), zeigten relativ gute Übereinstimmungen. Es konnte auch bestätigt werden, dass der Reifen D im CPX-Verfahren einen Zusammenhang mit Vorbeifahrtsmessungen an leichten LKW zeigt. Die Unterschiede zwischen der Verwendung von 2 und 4 Reifen im CPX-Verfahren waren klein. Zwischen Anhänger- und Vorbeifahrtsmessungen wurde nur eine eher geringe Korrelation festgestellt.

1.10 Bewertung der Nahfeld- Geräuschemission österreichischer Fahrbahndeckschichten

Projektpartner:

- TU Wien - Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung
- arsenal research

Projektdauer: 2004-2005

veröffentlicht in: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), Schriftenreihe Straßenforschung, Heft 554, Wien, 2005.

Kurzbeschreibung:

Im Rahmen des von der Straßenforschung des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) geförderten Forschungsvorhabens wurden verschiedene österreichische Fahrbahndeckschichten bezüglich ihres Reifenrollgeräusches untersucht und analysiert. In Anlehnung an das Messprogramm des europäischen Forschungsprojektes SILVIA (Sustainable Road Surfaces for Traffic Noise Control), bei dem die Technische Universität Wien durch das Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung sowie das Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Kraftfahrzeugbau vertreten ist, wurden im gegenständlichen Forschungsprojekt umfangreiche Rollgeräuschemessungen auf ausgewählten Strecken des österreichischen hochrangigen Straßennetzes durchgeführt und ausgewertet.

Die Untersuchung des Lärminderungspotenzials der verschiedenen Fahrbahndeckschichten erfolgte nach einer Regressionsanalyse, bei der die gemessenen Rollgeräusche in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit analysiert werden. Um dabei den Einfluss des Deckschichtalters auf die Ergebnisse der Analyse herauszufiltern, wurden nur Deckschichttypen gleichen Alters (neu bis max. 2 Jahre) miteinander verglichen. Dabei zeigt sich eindeutig der lärmtechnische Vorteil der speziell lärmindernd optimierten Fahrbahndeckschichten LDDH 8 (Lärmmindernde Dünnschichtdecke) und LSMA 8 (Lärmmindernder Splittmastixasphalt), die im Vergleich mit deren konventionellen Ausführungen um bis zu 3 dB(A) niedrigere Rollgeräuschemissionen aufweisen. Die Ergebnisse an den untersuchten Drainasphalt- Fahrbahndeckschichten (DA 11) liegen um weitere 2 dB(A) niedriger und somit um etwa 5 dB(A) unter der Referenzdeckschicht AB 11.

Bei der Untersuchung des Langzeitverhaltens der untersuchten Fahrbahndeckschichten zeigt sich zwar auch der große Vorteil des Drainasphaltes (DA 11) in den ersten Liegejahren, allerdings weist der unbehandelte (nicht gereinigte) Drainasphalt bereits nach einer Liegedauer von 5 Jahren ein ähnliches Niveau der Rollgeräusche auf wie die anderen untersuchten Fahrbahndeckschichten. Die beiden so genannten lärmindernden Fahrbahndeckschichten LSMA 8 (Lärmmindernder Splittmastixasphalt) und LDDH 8 (Lärmmindernde Dünnschichtdecke) sind hingegen in allen Altersstufen zu den leisesten zu zählen.

1.11 Lästigkeitsindex für Verkehrslärm

Projektpartner:

- TU Graz - Institut für Straßen- und Verkehrswesen
- TU Graz - Institut für Elektronische Musik und Akustik
- Medizinische Uni Graz - Institut für Hygiene

Projektdauer: 2004-2006

veröffentlicht in: <http://www.isv.tugraz.at/>.

Kurzbeschreibung:

Derzeit wird entsprechend den aktuellen Normen und Rechenvorschriften der Einfluss des Lärms durch den A- bewerteten energieäquivalenten Dauerschallpegel beschrieben. Dieses Maß berücksichtigt die subjektive Wahrnehmung und Bewertung von Schallereignissen durch die Betroffenen zu wenig. Im Rahmen des Projektes „Lästigkeitsindex für Straßenverkehrslärm“ soll ein Instrument geschaffen werden, das die subjektive Störwirkung des Lärms auf den Menschen repräsentativer beschreibt. Mittels unterschiedlicher stereofoner Aufnahmetechniken soll eine Datenbank für verschiedene Fahrzeuggeräusche in unterschiedlichen Kategorien (Fahrzeugtyp, Geschwindigkeit, Fahrbahnbelag, Verkehrsaufkommen, usw.) unter Berücksichtigung der meteorologischen Einflüsse erstellt werden. Die Einzelgeräusche und Geräuschensembles werden dann mit Hilfe einer Audio-Bearbeitungssoftware aufbereitet, und mittels digitaler Signalverarbeitungsmodellierung verschiedene Lärmsituationen aufgrund von Abstands- und Abschirmungseffekten (Pegel, Filterung, räumliche Aufweitung, Doppler-Effekt) erzeugt. Mit dem Geräuschensemble werden an einer repräsentativen Anzahl an Probanden aus allen Alters- und Bevölkerungsschichten Hörversuche durchgeführt bei denen eine Bewertung der „Lästigkeit“ verschiedener Geräuschsituationen durch die Testpersonen erfolgt. Dabei werden bei einem Teil der Personen repräsentative physiologische Parameter (kontinuierlicher Blutdruck, Fingerpuls, usw.) erfasst. Durch die vergleichende Beurteilung von Geräuschsituationen im Paarvergleich werden aus der Vielzahl der psychoakustischen Parameter jene analysiert, die für die Störwirkung auf den Betroffenen relevant sind (z.B. Lautheit, Schärfe, Tonhaltigkeit, Rauigkeit, Schwankungsstärke und Impulshaftigkeit). Jene psychoakustischen Parameter mit dem größten Einfluss auf die Störwirkung werden zu einem Lästigkeitsindex für den Straßenverkehrslärm kombiniert.

Die Ergebnisse der Studie sollen dazu führen, dass nicht nur der A- bewertete Lärmpegel des Verkehrslärms reduziert wird, sondern durch die Veränderung der Geräuschcharakteristik die Störwirkung für die Betroffenen durch den Straßenverkehrslärm verringert wird. Dadurch wird in Zukunft ein wirtschaftlicher Mitteleinsatz durch die Optimierung der Lärmschutzmaßnahmen und eine Reduktion der Kosten möglich sein.

1.12 Das Kraftfahrgeräusch unter realen Fahrbahnoberflächen-bedingungen

Projektpartner:

- psia Consult Umweltforschung und Engineering GmbH
- TAS SV GesmbH
- OÖ Boden- und Baustoffprüfstelle GmbH

Projektdauer: 2005-2006

veröffentlicht in: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), Schlussbericht Projekt Nr. 809.438, Wien, 2006.

Kurzbeschreibung:

Das technische Ziel dieser Studie ist es, für die Immissionsberechnung und -prognose des Straßenverkehrsgeräusches, aktuelle, dem Stand der Technik und den europäischen gesetzlichen Rahmenbedingungen entsprechende (Geräuschemissions-) Daten zu liefern. Damit wird es in Zukunft möglich sein, sowohl die Anforderungen eines harmonisierten europäischen Immissionsprognosemodells (z.Bsp.: HARMONOISE) im Rahmen der Europäischen Lärmpolitik zu erfüllen als auch für die Planung von Lärmschutzmaßnahmen an Straßen aktuelle Daten zur Verfügung zu haben, welche die Realität besser abbilden als die heutigen Werte. Unter dem Aspekt einer effektiven Lärmbekämpfung erfolgt der Untersuchungsschwerpunkt dieser Forschungsstudie dahingehend, dass die Potentiale einer Verkehrslärmreduktion nach dem heutigen Wissensstand primär in der Verbesserung der Komponenten Reifen/Fahrbahnoberfläche von Nutzen sein können.

Auf einer vom Amt der OÖ. Landesregierung eingerichteten Versuchsstrecke mit typischen österreichischen Fahrbahndecken, aber auch Fahrbahndecken auf dem letzten Stand der Technologie (zweischichtiger offenerporiger Asphalt), welche derzeit noch keiner Regelbauweise entsprechen, werden sowohl Vorbeifahrtsgeräusch-, Rollgeräusch- und Absorptionsmessungen durchgeführt. Damit werden die möglichen Lärminderungspotenziale von straßenbautechnisch geeigneten Fahrbahnbelägen im direkten Vergleich zueinander aufgezeigt. Zusätzlich zu den Messungen an der Versuchsstrecke werden Vorbeifahrtmessungen an bestehenden Autobahnbelägen unter realen Bedingungen durchgeführt. Hierfür wird das statistische Vorbeifahrtverfahren gem. ISO 11819-1 angewandt, um die Verkehrsgeräusche auf unterschiedlichen Straßenoberflächen bei verschiedenen Verkehrszusammensetzungen miteinander vergleichen und bewerten zu können.

1.13 Versuchsstrecke lärmindernde Straßendecken A12

Projektpartner:

- TU Wien - Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung
- IFS Ziviltechniker Ges.m.b.H.

Projektdauer: 2005-2011

veröffentlicht in: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), Zwischenbericht Projekt Nr. BMVIT-333.316/0004-II/ST-ALG/2005, Wien, 2007 (unveröffentlicht).

Kurzbeschreibung:

Im Rahmen des gegenständlichen Forschungsprojektes wurde an der A12 Inntal Autobahn eine Teststrecke „lärmindernde Straßendecken“ errichtet. An dieser Teststrecke werden erstmals in Österreich unterschiedliche innovative Deckschichttypen unter gleichen äußeren Bedingungen sowohl in Bezug auf deren lärmtechnischen Eigenschaften als auch auf deren Haltbarkeit und auf die Verkehrssicherheit im Vergleich zu konventionellen Deckschichttypen untersucht. Bei den Deckschichten handelt es sich um 3 unterschiedliche lärmindernde Splittmastixasphalte, einen einlagigen Drainasphalt, 2 verschiedene zweilagige Drainasphalte und 2 Referenzdeckschichten (SMA 11 und pmAB 11). Die Ergebnisse der ersten Lärmesserie zeigen eindeutig den

lärmtechnischen Vorteil der drei offenporigen Deckschichttypen (ZDA PmB, ZDA gummimodifiziert und DA 8 gummimodifiziert) sowohl bei der Betrachtung des Gesamtverkehrs als auch bei der Betrachtung der einzelnen Fahrzeugkategorien. Ebenso zeigt sich beim SPB- Index eine Pegeldifferenz von ca. 2 – 3 dB(A) beim Vergleich der zweischichtigen mit der einschichtigen offenporigen Bauweise. Die untersuchten lärmindernden Splittmastixasphalte weisen um 2 – 4 dB(A) höhere Vorbeifahrtpegel auf als die offenporigen Deckschichttypen. Allerdings sind sie, im Vergleich zu den beiden Referenzdeckschichttypen SMA 11 und pmAB 11, um 3 dB(A) leiser als diese. Auffallend ist auch, dass beide Referenzdeckschichttypen ungefähr auf demselben Lärmniveau liegen.

1.14 Ermittlung von Geräuschemissionsfaktoren für unterschiedliche Fahrbahndeckschichten

Projektpartner:

- psia Consult Umweltforschung und Engineering GmbH
- TAS SV GmbH
- TU Wien - Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung

Projektdauer: 2006-2007

veröffentlicht in: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) und ASFINAG, Schlussbericht Projekt Nr. DN 2006-235-014 (unveröffentlicht), Wien, 2007.

Kurzbeschreibung:

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, ergänzende Vorbeifahrtpegelmessungen durchzuführen (ergänzend zum Projekt „Das Kraftfahrgeräusch unter realen Fahrbahnoberflächenbedingungen“), um mit den vorhandenen Daten und Ergänzungen ein geschlossenes, nachvollziehbares Bild der Geräuschemission aktueller Fahrbahnbeläge zu schaffen. Diese Daten sollen im Anschluss in die RVS 04.02.11 (Lärmausbreitungsberechnung) einfließen und als neue und aktuelle Emissionsfaktoren für die Berechnungen der zukünftigen Umweltlärmkarten herangezogen werden.

Hauptaspekt der Untersuchung ist die Ermittlung einer verlässlichen Geschwindigkeitsabhängigkeit des Vorbeifahrtpegels. Dafür sind neben den statistischen Vorbeifahrtpegelmessungen (SPB- Messungen) einerseits kontrollierte Vorbeifahrtpegelmessungen (CPB- Messungen) erforderlich. Zusätzlich werden neue Geräuschemissionswerte für offenporige Asphaltdeckschichten auf der Basis aktueller Messergebnisse an neuen Teststrecken eingearbeitet. Zur Überprüfung der Immissionsberechnungen nach RVS 04.02.11 auf Grundlage der durch die oben angeführten SPB- und CPB- Messungen neu gewonnenen Emissionsdaten werden Immissionsmessungen nach ÖNORM S 5004 in verschiedenen Entfernungen von den jeweiligen Fahrbahnen durchgeführt. Damit sollen die neu gewonnenen Ergebnisse ausreichend abgesichert werden. Durch die SPB- und CPB- Messungen werden Emissionsdaten von unterschiedlichen Fahrbahndecken samt dem auf ihnen abrollenden Fahrzeugkollektiv ermittelt.

Die Ergebnisse dieser Messkampagnen für den Deckschichttyp Waschbeton werden zurzeit durch weitere Messungen ergänzt um repräsentative Emissionswerte zu bekommen.

2 DURCHGEFÜHRTE FORSCHUNGSPROJEKTE IN DEUTSCHLAND

2.1 Offenporige Asphaltdeckschichten auf Außerortsstraßen

Projektpartner: Projektgruppe „Lärmindernde Straßendecken“ der BAST

Projektdauer: k.A.

veröffentlicht in: Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Straßenbau, Heft S 12, 1996

Kurzbeschreibung:

Die im Bericht dargelegten Ergebnisse aus den Jahren 1986 bis 1993 sind vor dem Hintergrund und den Randbedingungen der Untersuchungen auf den Offenporigen Asphaltdeckschichten auf Außerortsstraßen zu sehen. Weiterentwicklungen in der Straßenbautechnik, Änderungen an den Kraftfahrzeugen und Änderungen des Verhaltens der Verkehrsteilnehmer erfordern, die Versuchsergebnisse zu überdenken; dies gilt insbesondere, weil die Offenporigen Asphaltdeckschichten, die den Untersuchungen zugrunde lagen, Ende der 80er Jahre entsprechend dem damaligen Stand der Technik konzipiert und gebaut wurden.

Der Ergebnisbericht beruht auf Untersuchungen mit den damals geltenden Randbedingungen des Verkehrs, der Verkehrsmischung und den hierbei verursachten Lärmemissionen. Diese Bedingungen gelten heute nicht mehr in demselben Umfang. So lassen die aus Lärmmessungen sich ergebenden Pegelanstiege auf Deckschichten mit langjährig bewährten Bauweisen vermuten, dass die Geräuschemissionen der Pkw angestiegen sind. Die Frage, in welchem Umfang der Pegelanstieg auf Eigenschaftsveränderungen der Deckschichten zurückzuführen ist bzw. durch den Anstieg der Pkw-Geräuschemissionen verursacht wird, lässt sich zur Zeit nicht genau beantworten.

Die Untersuchungen haben nicht die erwarteten Ergebnisse hinsichtlich der Lärmwirksamkeit und der bautechnischen Nutzungsdauer hervorgebracht. Aus den Untersuchungen wurden jedoch Erkenntnisse zur Auswahl der Baustoffe, zur Zusammensetzung der Baustoffgemische (Kornform, Bindemittelqualität, Hohlraumgehalt) und zur Herstellung der Deckschichten im Hinblick auf Verbesserungen der bautechnischen Nutzungsdauer und dauerhaften Lärmwirksamkeit gewonnen. Beim Bau Offenporiger Asphaltdeckschichten werden die gewonnenen Erkenntnisse bereits umgesetzt. Zur gezielten Weiterentwicklung der lärmindernden Wirksamkeit von Deckschichten sind ergänzende Untersuchungen zur Abschätzung und Trennung der Lärmerzeugungsmechanismen erforderlich.

2.2 Optimierung und Qualitätssicherung Offenporiger Asphaltdeckschichten

Projektpartner: TU Braunschweig, Institut für Straßenwesen

Projektdauer: 1996-1998

veröffentlicht in: Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW), Heft 765, Bonn 1999

Kurzbeschreibung:

Im Zuge des Ausbaus der Bundesautobahn BAB A 2 wurden zwischen Peine und Helmstedt mehrere Baulose in Offenporiger Asphaltdeckschichtbauweise mit Mischgut aus Durchlaufmischanlagen und

einer Chargenmischanlage hergestellt. Zur Qualitätssicherung wurden aus einer Reihe von Baulosen mit vierzehn Offenporigen Deckschichtvarianten Asphaltmischgutproben entnommen und erweiterten Kontrollprüfungen unterworfen. Gegenstand der erweiterten Kontrollprüfungen waren Untersuchungen zur Produktionsgenauigkeit der Mischanlagen, zur Präzision des Verfahrens zur Bestimmung der Raumdichte, zum Haftverhalten des Asphalts, zu den Bindemittel-Ablaufeigenschaften, zum Verdichtungsverhalten, zur Spurrinnenbildung und zur Feinkornnachbildung. Darüber hinaus wurden gezielte Verdichtungsversuche im Felde durchgeführt und in einem labortechnischen Teil durch systematische Variation der Mischgutzusammensetzung die Einflüsse des Bindemittelgehaltes, der Bindemittelsorte und der Mineralstoffart auf asphalttechnologische Eigenschaften überprüft.

Aus den Untersuchungsergebnissen kann unter anderem abgeleitet werden, dass die Herstellung von Offenporigem Asphaltdeckschichtmischgut gleichermaßen in Chargen- und Durchlaufmischanlagen erfolgen kann und die Produktionsgenauigkeit auf einem hohen Niveau angesiedelt ist. Hohe Bindemittelgehalte begünstigen bei Abnahme des erzielbaren Hohlraumgehaltes das Haftverhalten. Das Haftverhalten wird auch durch die Art des Bindemittels und die Art der Mineralstoffe beeinflusst. Ein Abfließen des Bindemittels wird trotz der relativ hohen Bindemittelgehalte nicht festgestellt. Zur Realisierung großer Hohlraumgehalte muss die Korngrößenverteilung optimiert werden und der Erfolg der Optimierung über die Beurteilung des Zusammenhanges zwischen Verdichtungsgrad und Hohlraumgehalt überprüft werden. Da der erzielbare Verdichtungsgrad die Spurrinnenbildung und insbesondere das Splitthaltevermögen beeinflussen kann, sind möglichst hohe Verdichtungsgrade anzustreben. Bei der Verdichtung des Offenporigen Asphaltdeckschichtmischguts im Laboratorium und in geringem Maße auch im Felde ist mit Feinkornnachbildung zu rechnen, so dass hohe Anforderungen an die Festigkeit des Gesteins zu stellen sind. Das sogenannte Ausmessverfahren reagiert auf Fehlbestimmungen innerhalb eines Millimeters der Probekörperdicke und des Probekörperdurchmessers; dennoch führen die Messungen unter Wiederholbedingungen zu Ergebnissen vergleichbarer Präzision. Die Ergebnisse der Untersuchungen wurden vollständig dokumentiert und dienen als Grundlage für die Beobachtung asphalttechnologischer Merkmale der Offenporigen Asphaltdeckschichten während der Liegedauer unter Verkehr und für die durchzuführenden lärmtechnischen Untersuchungen.

2.3 Einfluss der Fahrbahntextur auf das Reifen-Fahrbahn-Geräusch

Projektpartner:

- Müller BBM GmbH, Schalltechnisches Beratungsbüro
- M + P Raadgevende ingenieurs b.v., Niederlande
- TU Berlin, Institut für Straßen- und Schienenverkehr, Fachgebiet Straßenbau
- Infratech b.v., Niederlande

Projektdauer: k.A.

veröffentlicht in: Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW), Heft 847, 2002

Kurzbeschreibung:

Auf einem Versuchsgelände wurden 42 Testfelder hergestellt. Anhand systematischer Variationen der Oberflächentexturen und zusätzlicher Eigenschaften wie der Schallabsorption sollten die Kenntnisse über den Einfluss der Straßenoberfläche auf das Reifen-Fahrbahn-Geräusch vertieft werden. Die Oberflächeneigenschaften wurden anhand von Rauheitsprofilen, Stempelabdrücken und

Schallabsorptionsgradmessungen erfasst. Die akustischen Untersuchungen umfassten Messungen der Vorbeirollgeräusche von 16 Pkw- und vier Lkw-Reifensätzen bei verschiedenen Geschwindigkeiten sowie Nahfeldmessungen.

Den Ergebnissen der Untersuchungen nach findet – entgegen früheren Erkenntnissen - oberhalb von ca. 1200 Hz kein Übergang, sondern eine Überlagerung des Einflusses mechanischer Schallanregung und aerodynamischer Effekte wie air pumping statt. Unterhalb 1200 Hz haben Mega- und Makrotextur der Fahrbahnoberfläche maßgeblichen Einfluss auf die mechanische Schwingungsanregung. Über 1200 Hz ist nach wie vor mechanische Anregung wirksam, jedoch ohne den Einfluss von Makro- und Megatextur. Dies hängt vermutlich mit Reibungsvorgängen im Reifen-Fahrbahn-Kontakt zusammen.

Die optimale Maximalkorngröße geräuschmindernder Fahrbahntexturen liegt für Pkw-Reifen bei 3 mm, für Lkw-Reifen dagegen bei 5 mm. Die Form der Mineralstoffe (rund oder scharfkantig) hat keinen Einfluss auf die Rollgeräusche. Ausgeprägte Rillen in der Fahrbahnoberfläche verbessern die akustischen Eigenschaften nicht. Zur Erzielung optimal geräuschmindernder Texturen von dichten Straßenbelägen genügt eine Nuttschichtdicke von weniger als 1 mm. Die Gestalt der Oberfläche bestimmt die optimalen Texturwellenlängen.

Ein erstes Rechenmodell für die quantitative Vorhersage von Vorbeirollgeräuschen anhand von Texturparametern der Fahrbahnoberfläche zeigt, dass die Vorbeirollgeräusche nicht direkt mit Texturkenngrößen, sondern erst über die Berechnung der Texturabhängigen Kontaktkraftverteilung in der Reifenaufstandsfläche erklärt werden können.

2.4 Ökonomische Bewertung der lärmindernden Wirkung Offenerporiger Asphaltdeckschichten

Projektpartner: Durth Roos Consulting GmbH / Deutscher Asphaltverband e.V.

Projektdauer: k.A. (Abschluss: 2003)

veröffentlicht in: Veröffentlichungen des Deutschen Asphaltverbandes e.V., www.asphalt.de

Kurzbeschreibung:

Auf Basis von Langzeituntersuchungen kann bei OPA der II. Generation von einer lärmindernden Wirkung von mindestens 4 bis 6 Jahren ausgegangen werden. Seit 1998 wird OPA der III. Generation eingebaut, der eine über diesen Zeitraum hinausgehende akustische Wirksamkeit behalten soll. Als Alternative zu anderen lärmindernden Maßnahmen (z.B. Lärmschutzwände und -wälle) kann diese OPA- Bauweise zur Anwendung kommen, allerdings ist die akustische Wirksamkeit nach 4 bis 6 Jahren zu überprüfen. Im Rahmen einer ökonomischen Bewertung wurden die zusätzlichen Kosten für lärmindernde Beläge den Einsparungen gegenübergestellt, die durch den Verzicht von Lärmschutzbauwerken generiert werden. Zur Berechnung wurden zwei Belagsvarianten (ohne Korrekturwert und mit $D_{Str0} = -2,0 \text{ dB(A)}$) mit dem Offenerporigem Asphaltbelag verglichen. Die durchgeführten Wirtschaftlichkeitsanalysen zeigen, dass OPA als aktive Lärmschutzmaßnahme eine wirtschaftliche Alternative bzw. Ergänzung zu Lärmschutzbauwerken sein kann, auch wenn eine nur 6-jährige Nutzungsdauer berücksichtigt wird. Die Offenerporige Bauweise kann immer dann sinnvoll sein, wenn für Lärmschutzbauwerke kein Platz vorhanden ist oder diese nicht zweckmäßig sind (z.B. Dammlage). Kostenvorteile sind immer dann zu verzeichnen, wenn eine beidseitige Bebauung vorhanden ist, für die Lärmschutzbauwerke notwendig sind. Bei ausreichendem Platzangebot ist bei einseitiger Bebauung die Anordnung eines Erdwalls bis zu einer Höhe von 10 m wirtschaftlicher. Als

weitere Entscheidungskriterien für den Einsatz der Offenenporigen Asphaltbauweise, die sich nicht monetär bewerten lassen, zählen die Verkehrsbehinderungen durch zusätzliche Instandsetzungsmaßnahmen, Steigerung des Fahrkomforts durch reduzierte Sprühhäufigkeit, der Sicherheitsgewinn durch die verringerte Aquaplaning-Gefahr sowie die optische Trennwirkung von Lärmschutzbauwerken. Insgesamt haben die Wirtschaftlichkeitsberechnungen nachgewiesen, dass OPA durchaus eine wirtschaftliche Alternative zum aktiven Lärmschutz sein kann, auch vor dem Hintergrund einer geringeren lärmtechnischen Nutzungsdauer. Pauschale Aussagen inwieweit OPA langfristig zur Kostensenkung beitragen kann, sind auf Grund der vielfältigen Rahmenbedingungen jedoch nicht möglich. Hierfür könnten projektspezifisch anhand eines vorgestellten Berechnungsmodells Wirtschaftlichkeitsberechnungen durchgeführt werden, die auch die Grunderwerbskosten sowie die vorhandene Topografie und die Bebauung berücksichtigen.

2.5 Verbundprojekt „Leiser Straßenverkehr“ – Verbundprojekt 1: Reduzierte Reifen-Fahrbahn-Geräusche

Projektpartner:

- Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach
- Celanese Emulsions GmbH, Frankfurt
- Continental AG, Hannover
- Eurovia Services GmbH, Bottrop
- Federal Mogul - Sollinger Hütte GmbH, Uslar
- Forschungsinstitut der Zementindustrie, Düsseldorf
- Gebrüder von der Wettern GmbH, Köln
- Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton e. V., Köln
- Heidelberger Zement AG, Blaubeuren
- Müller BBM, Planegg
- STRABAG AG, Köln
- Technische Universität Hamburg-Harburg
- TPA Bau- und Umwelttechnik GmbH, Köln
- Universität Hannover, Institut für Baumechanik und Numerische Mechanik
- Volkswagen AG, Wolfsburg
- Wirtgen GmbH, Windhagen

Projektdauer: 2001-2003

veröffentlicht in: Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Straßenbau, Heft S 37, 2005

Kurzbeschreibung:

Unter der Schirmherrschaft des Bundesministeriums für Bildung und Forschung mit Unterstützung des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen wurde der Forschungsverbund "Leiser Verkehr" ins Leben gerufen. Darin bildet das Forschungsprogramm "Leiser Straßenverkehr" einen herausragenden Bereich. Um Lärminderungspotentiale konsequent auszuschöpfen und damit den Bau von lokal begrenzten, kostspieligen Infrastruktureinrichtungen (wie z.B. Schallschutzwänden) zu vermeiden, müssen Maßnahmen an der Quelle – in der Kontaktfläche Reifen/Fahrbahn – ansetzen,

wobei das Gesamtsystem Reifen, Fahrzeug, Fahrbahn zu optimieren ist. 15 Partner aus Reifen-, Fahrzeug- und Straßenbauindustrie sowie der Forschung waren unter Leitung der Bundesanstalt für Straßenwesen von Mitte 2001 bis Ende 2003 an dem Projekt "Leiser Straßenverkehr" beteiligt.

Ausgehend von Untersuchungen auf fünf verschiedenen Fahrbahnoberflächen an 40 Reifensätzen, die sich durch Profil, Gummimischung und Unterbau unterschieden, zeigte einer der Reifen mit selbsttragender Seitenwand auf allen Belägen die größten Geräuschkinderungen. Der Schalldruckpegel bei 80 km/h reduzierte sich um 1,3 dB(A) auf Splittmastixasphalt und um 1,7 dB(A) auf Betondecke mit Jutetuchlängsstrich gegenüber einem handelsüblichen Reifen.

An der Komponente Fahrzeug erfolgten Modifikationen am PKW- Radhaus, die das Gesamtpotential ausloteten. Die Geräuschreduzierung bei 80 km/h durch die Auskleidung mit schallabsorbierendem Schaumstoff sowie die zusätzliche Abdeckung der hinteren Radausschnitte und vorderen Radscheiben im Vergleich zum Serienradhaus betrug 0,5 dB(A) bis 2 dB(A) in Abhängigkeit des Belages.

Die optimierten Fahrbahnoberflächen zeigten im Vergleich zur Referenzoberfläche "nicht geriffelter Gussasphalt" z. T. deutliche Geräuschkinderungen. Der Schalldruckpegel von LKW bei 80 km/h reduzierte sich auf einem verbesserten Offenerporigen Asphalt, gemessen auf der Bundesautobahn A1, um rd. 4 dB(A). Auf der Bundesstraße B56 wiesen Fahrbahnoberflächen aus Offenerporigem Beton, Waschbeton und lärmreduziertem Gussasphalt bei 100 km/h einen bis zu 6 dB(A) geringeren PKW-Vorbeifahrtpegel auf.

Die Gesamtbewertung aller optimierten Komponenten des Systems Reifen-Fahrzeug-Fahrbahn erfolgte in Form eines Experimentes auf der B56. Als Referenz fungierte ein mit handelsüblichen Reifen und Serienradhaus ausgestattetes Fahrzeug auf einer Fahrbahnoberfläche aus Splittmastixasphalt bzw. Betondecke mit Jutetuchlängsstrich. Die Schallmessungen bei 80 km/h erzielten einen um 3 dB(A) verminderten Vorbeifahrtpegel auf einer Oberfläche aus lärmgemindertem Gussasphalt sowie einen um 7 dB(A) reduzierten Pegel auf einer Fahrbahn aus Offenerporigem Beton.

Die Weiterentwicklung von Fahrbahnübergängen an Brücken zielte auf die Annäherung der Schallemissionen bei der Reifenüberrollung an die der angrenzenden Fahrbahnoberfläche ab. Es wurden vier Varianten untersucht. Die Übergänge mit aufgeschraubten, wellenförmigen Blechen brachten eine Lärminderung bis zu 3 dB(A) gegenüber einem repräsentativen regelgeprüften Fahrbahnübergang in Lamellenbauweise. Der neu entwickelte Lamellenübergang mit fugenfüllendem Elastomerprofil zeigte bei den Messungen noch nicht die erwartete Lärminderungswirkung.

Über diese Forschungsaktivitäten hinaus wurden in situ Messsysteme für zwei akustische Eigenschaften entwickelt, deren Erfassung bisher nur im Labor möglich war. Diese Parameter dienen u. a. der Erweiterung eines statistischen Modells ("SPERoN") zur Analyse des akustischen Verhaltens von dichten und offenerporigen Fahrbahnoberflächen. Ein physikalisches Finite-Elemente-Modell zur Simulation von Reifen-Fahrbahn-Geräuschen befindet sich derzeit in der Entwicklung.

2.6 Charakterisierung der akustischen Eigenschaften Offenporiger Straßenbeläge

Projektpartner: Gesellschaft für Akustikforschung Dresden mbH, TU Dresden, Lehrstuhl Straßenbau

Projektdauer: k.A.

veröffentlicht in: Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Band V 133, Bonn 2006

Kurzbeschreibung:

Zielstellung der hier vorliegenden Arbeit war die Entwicklung eines Verfahrens zur Charakterisierung der akustischen Eigenschaften Offenporiger Straßenbeläge in situ. Das Verfahren sollte auf indirektem Wege quantitative Aussagen über den zu erwartenden Fahrzeuggeräuschpegel L_{veh} nach der Methode der „Statistischen Vorbeifahrt“ (DIN EN ISO 11819-1) liefern, sich unproblematisch durchführen lassen und tolerant gegenüber Störeinflüssen aus der Umgebung sein.

Innerhalb der Untersuchungen wurden daher in situ Messverfahren verwendet und gegebenenfalls weiterentwickelt, bei denen davon auszugehen ist, dass sie Aussagen zum Einfluss der beiden Hauptmechanismen der lärmindernden Wirkung Offenporiger Asphalte, nämlich der Reduzierung des „Airpumping- Effekts“ und der Schallabsorption im Nah- und Fernfeld von Reigen, erlauben. Als Verfahren kamen dabei zur Anwendung:

- Messung der Wasserdurchlässigkeit
- Messung und Schätzung des Strömungswiderstandes
- Messung des Schallabsorptionsgrades nach DIN ISO 13472, Teil 1
- Schallausbreitungsmessungen

Diese Messverfahren sind an sieben Orten auf Bundesautobahnen eingesetzt worden. Die Ergebnisse der Messungen wurden anschließend mit nahezu zeitgleich bestimmten Fahrzeuggeräuschpegeln korreliert. Auf die Korrelation der Ergebnisse der Messungen des Schätzverfahrens zur Bestimmung des Strömungswiderstandes wurde dabei jedoch verzichtet, da es sich während der Untersuchungen herausstellte, dass dieses Verfahren eine nur unzureichende Genauigkeit aufweist.

Als wesentliches Ergebnis der Untersuchungen zur Korrelation kann festgehalten werden, dass zur indirekten Bestimmung der lärmindernden Wirkung von Offenporigen Asphalten zwei Verfahren, die Messung des effektiven spezifischen Strömungswiderstandes R_S und die Bestimmung des Schallabsorptionsgrades a , gleichberechtigt Anwendung finden müssen. Der effektive spezifische Strömungswiderstand R_S soll dabei in der Rollspur des ersten Fahrstreifens gemessen werden. Die Bestimmung des Schallabsorptionsgrades a ist dagegen in der Mitte des ersten Fahrstreifens durchzuführen.

2.7 Optimierung und Qualitätssicherung Offenerporiger Asphaltdeckschichten – Teil II

Projektpartner: TU Braunschweig, Institut für Straßenwesen

Projektdauer: 2003-2005

veröffentlicht in: Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW), Heft 951, Bonn 2007

Kurzbeschreibung:

Im Rahmen des Ausbaus der BAB A 2 wurden auf niedersächsischem Gebiet circa 90 km Autobahn (180 Kilometer Richtungsfahrbahn) in Offenerporiger Asphaltdeckschichtbauweise ausgeführt. Der Asphalt für alle Baulose wurde nach sehr engen Vorgaben rezeptiert, hergestellt und eingebaut. Nach einer Liegedauer von bis zu sechs Jahren wurden zwölf der Bauabschnitte ausgewählt und Untersuchungen zu den Änderungen der mechanischen/ physikalischen Eigenschaften der OPA-Deckschichten in diesen Baulosen durchgeführt. Die zur Überprüfung vorgesehenen Baulose wurden unter dem Aspekt ausgewählt, dass die meisten eingesetzten Baustoffkomponenten und deren Kombinationen berücksichtigt wurden. Untersucht wurden die Wasserdurchlässigkeit mit dem Ausflussmessgerät und die Änderung der Bindemittelleigenschaften des in dem Asphalt enthaltenen Bindemittels nach unterschiedlichen Bearbeitungsstufen. Prüfgröße waren die konventionellen Bindemittelkenndaten sowie die Kenndaten der KD- Analytik und der DSR- Analytik. Des Weiteren wurden die Veränderung der Korngrößenverteilung und des Verdichtungsgrades sowie des Hohlraumgehaltes aufgrund von Einbau und Verdichtung herausgearbeitet. Als Kenngröße zur Beurteilung des Splittablöseverhaltens wurden der Cantabro- Test und einaxiale Zugversuche sowie Abkühlversuche durchgeführt. Zusammenfassend hat sich herausgestellt, dass alle OPA-Deckschichtvarianten gealtert sind und zur Kornzertrümmerung neigen. Der Grad der Alterung und der Kornzertrümmerung ist offensichtlich sehr stark von den Herstellungs- und Einbaubedingungen abhängig. Die Offenerporigen Asphaltdeckschichten sind mechanisch durch äußere Einwirkung teilweise verletzt. Die überprüften OPA- Deckschichten liegen in den meisten Fällen in gutem Gebrauchszustand. Da mit wenigen Ausnahmen noch kein Ende der Nutzungsdauer erkennbar ist, lassen sich die festgestellten Untersuchungsergebnisse nicht mit Schadensereignissen korrelieren. Es wird empfohlen, ausgewählte Abschnitte bis zum Ende der Nutzungsdauer weiter zu beobachten.

2.8 Zweischichtiger Offenerporiger Asphalt in Kompaktbauweise

Projektpartner: Bundesanstalt für Straßenwesen

Projektdauer: k.A.

veröffentlicht in: Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Straßenbau, Band S 49, Bonn 2007

Kurzbeschreibung:

Im Zuge der Grunderneuerung der BAB A30 zwischen km 67 und km 104 wurde im Bereich Osnabrück eine zweischichtige Offenerporige 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 oben genannten 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 beziehungsweise 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.

2.9 Verbundprojekt „Leiser Straßenverkehr“ – Verbundprojekt 2: Lärmarme Reifen und Fahrbahndecken

Projektpartner:

- Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach (Koordination)
- Continental AG, Hannover
- Maurer Söhne GmbH & Co. KG, München
- Müller BBM GmbH, Planegg bei München
- RW Sollinger Hütte GmbH, Uslar
- Bundesanstalt für Materialforschung, Berlin
- Institut für Pigmente und Lacke e.V., Stuttgart
- Technische Universität Hamburg-Harburg, Institut für Modellierung und Berechnung
- Technische Universität München, Fachgebiet Hydromechanik

- Universität Hannover, Institut für Baumechanik und Numerische Mechanik,
- Universität Stuttgart, Institut für Straßen- und Verkehrswesen, Lehrstuhl für Straßenplanung und Straßenbau

Projektdauer: Das Projekt ist derzeit in Bearbeitung.

Weitere Informationen unter www.fv-leiserverkehr.de

Kurzbeschreibung:

Das Verbundvorhaben „Leiser Straßenverkehr 2“ besteht aus den Teilverbänden

- Leise Reifen: Grundlagenuntersuchungen und Optimierung von LKW-Reifen hinsichtlich der Geräuschemission auf Fahrbahnen des Fernverkehrs. Simulationstool für die Reifenoptimierung – Validierung, Erweiterung und experimentelle Untersuchungen
- Leise Straße: Integrale Verbesserung Offenporiger Asphalte, Akustische Optimierung von Lamellen-Fahrbahnübergängen
- Erfolgskontrolle: Erprobung, Bewertung

Im Rahmen des I. Teilverbundes „Leise Reifen“ sind zwei Teilprojekte geplant:

- Das erste Teilprojekt befasst sich mit der Geräuschemission von Lkw-Reifen auf Fahrbahnen des Fernverkehrs.
- Im Rahmen des zweiten Teilprojektes soll das im Vorgängerverbundvorhaben entwickelte FE-Simulationstool für die Reifenoptimierung serientauglicher Pkw-Reifen weiter entwickelt werden.

Der II. Teilverbund „Leise Straßen“ besteht ebenfalls aus zwei Teilprojekten:

- Im Teilprojekt Integrale Verbesserung Offenporiger Asphalte soll ein verschmutzresistenter Offenporiger Asphalt entwickelt werden. Der gegenwärtig leiseste Straßenbelag, der Offenporige Asphalt, kann auch künftig aufgrund signifikant höher Bau- und Unterhaltungskosten nicht flächendeckend eingebaut werden. Hinzu kommt, dass seine akustische Wirksamkeit derzeit nur für sechs Jahre sichergestellt ist. Aus diesen Gründen wird der Offenporige Asphalt - einlagig oder zweilagig - noch einige Jahre vorwiegend an Brennpunkten mit hohem Straßenverkehrslärm eingesetzt. Dies könnte sich jedoch rasch ändern, wenn es gelänge, neue wirksame Konzepte für eine Erhöhung der anfänglichen Lärminderung und deren längerfristige Erhaltung zu entwickeln. Die exzellente Lärminderung Offenporiger Beläge wird bestimmt von der Planebenheit der Oberfläche, die zur Vermeidung mechanischer Anregung beiträgt, und der Hohlraumstruktur, die für die Reduzierung des aerodynamischen Schallanteils sorgt und zusätzlich die Geräusche absorbieren kann. Der Nachteil der offenen Hohlraumstrukturen liegt darin, dass sie für Regen, Reifen- und Fahrbahnabrieb und weitere Verschmutzungen zugänglich sind und somit zum Teil auch als Depot dienen. Im Laufe der Nutzungsdauer werden dadurch die Hohlräume geschlossen und die anfangs sehr leise Decksicht verliert zum Teil ihre lärmindernde Eigenschaft. Viele Versuche, derartige Deckschichten mechanisch zu reinigen, haben bisher keine zufrieden stellenden Ergebnisse erbracht. Aus diesem Grund soll in einem Arbeitspaket ein interdisziplinärer Forschungsansatz verfolgt werden. Zunächst soll der eingebrachte Schmutz auf chemische Bestandteile, sowie der eigentliche Verschmutzungsvorgang näher untersucht werden. Daraus sollen die Rezepturen für Reinigungsmittel und dazugehörige Reinigungsmethode entwickelt werden. Gleichzeitig wird daran gearbeitet, die Hohlraumwände mit einer Schmutz abweisenden Schicht zu versehen.

Dieser innovative Forschungsansatz sieht auch die nanotechnologische Verbesserung von Polymeren für Offene Deckschichten vor.

- Das zweite Teilprojekt befasst sich mit der akustischen Optimierung von Lamellen-Fahrbahnübergängen an langen Brücken.

Der III. Teilverbund „Erfolgskontrolle“ beinhaltet die Erprobung von leisen Fahrbahndecken und Fahrbahnübergängen sowie die Bewertung aller im Projekt „Leiser Straßenverkehr 2“ erarbeiteten Ergebnisse im Hinblick auf die akustischen und sicherheitsrelevanten Eigenschaften.

3 DURCHGEFÜHRTE FORSCHUNGSPROJEKTE IN DER SCHWEIZ

Die nachfolgenden Kurzbeschreibungen betreffen einige der aktuellsten und relevantesten Forschungsprojekte in der Schweiz, wobei es sich sowohl um abgeschlossene als auch laufende Projekte handelt.

3.1 Méthodes de mesure de la drainabilité des enrobés drainants, 1995

Projektpartner:

- ETH Lausanne
- Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

veröffentlicht in: Forschungsberichte des Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation.

Kurzbeschreibung:

Anhand dieses Forschungsprojektes über die Durchlässigkeit von Drainasphalt wurden verschiedene Messmethoden untersucht und verglichen, um Empfehlungen für das nationale Normenwerk zu erarbeiten.

Die erste Etappe des Projektes galt der Erstellung einer Inventarliste aller in der Schweiz und in der Europäischen Union benutzten Durchlässigkeitsmesser und dem Vergleich der Messresultate, um ein paar Instrumente auszuwählen. Diese wurden ihrerseits in situ auf fünf Prüfstrecken getestet. Die zweite Phase bestand darin, die Hohlräume der Teststrecken zu bestimmen und deren Zusammenhänge aufzuzeichnen. Während der dritten Etappe wurden Übereinstimmungen zwischen den Messmethoden und den verschiedenen an den Drain-asphaltprobekörpern untersuchten Hohlraumtypen untersucht.

Die Resultate zeigen eine gute Korrelation zwischen den Abflussmessungen und den kommunizierenden Hohlräumen. Jedoch ist die Korrelation zwischen den letzteren und den Hohlräumen unzufrieden. Dies zeigt, dass es angebracht ist, sich in allfälligen Studien über die Zusammensetzung eines Drainasphaltes auf die kommunizierenden Hohlräume zu beziehen. Der untere Grenzwert der kommunizierenden Hohlräume sollte bei 18% liegen, derjenige der gesamten Hohlräume bei 21%. Die Resultate haben ebenfalls praktische Details über die Messinstrumente hervorgebracht.

3.2 Lärmverhalten verschiedener Belagsoberflächen, 2000

Projektpartner:

- ETH Zürich
- Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

veröffentlicht in: Forschungsberichte des Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation

Kurzbeschreibung:

Das Forschungsprojekt „Lärmverhalten verschiedener Belagsoberflächen“ hatte die Untersuchung verschiedener Asphaltsschichten bezüglich akustischer Merkmale zum Ziel. Es wurden Drainasphalte sowie traditionelle Deckschichten getestet.

Die Lärmmessungen fanden in situ auf ausgewählten Teststrecken statt. Die Untersuchungen galten der Beeinflussung des Lärmverhaltens von Belagsoberflächen durch Belagseigenschaften (Maximalkorngrösse, Korngrössenverteilung, Dichte, Textur, etc.). Ebenso wurde die zeitliche Entwicklung des Lärmverhaltens analysiert. Des Weiteren wurde die Abhängigkeit der Rollgeräuschemission von anderen Einflussgrössen untersucht (Belagtemperatur, Fahrgeschwindigkeit, etc.)

Das Forschungsprojekt zeigte, dass offenporige Beläge durch ihr Absorptionsvermögen das Rollgeräusch vermindern. Die zeitliche Entwicklung ist hingegen sehr von der Belagsoberfläche abhängig. Diese sollte regelmässig gesäubert werden, um eine Verstopfung der Poren zu vermeiden. Den grössten Einfluss auf die Rollgeräuschemission hat die Belagtemperatur, wobei der Temperaturkoeffizient für Drainasphalte höher liegt als bei traditionellen Asphaltsschichten.

3.3 Lärmarme Strassenbeläge innerorts, 2004

Projektpartner:

- Bundesamt für Strassen (ASTRA)
- Bundesamt für Umwelt (BAFU)

veröffentlicht in: Forschungsberichte des Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation

Kurzbeschreibung:

Das Forschungsprojekt „Lärmarme Strassenbeläge innerorts“ untersuchte die Möglichkeit, neue Strassenbeläge zu entwickeln, welche eine lärmindernde Struktur besitzen und zugleich eine gute Dauerhaftigkeit vorweisen. Als Zielsetzung galt es, Empfehlungen für das nationale Normenwerk zu definieren.

Das Projekt beschränkte sich nicht auf offenporige Asphaltsschichten, sondern untersuchte ebenfalls andere Deckschichten, wie zum Beispiel traditionelle Strassenbitumen mit Gummi Granulaten. Zehn verschiedene Asphaltsschichten wurden an unterschiedlichen Orten der Schweiz eingebaut, wo sie dem täglichen Verkehr ausgesetzt waren. Dazu wurden Daten von neun anderen Strassenabschnitten, welche als lärmarm galten, der Analyse beigefügt. Die gesammelten Daten teilten sich in zwei Gruppen auf: akustische Daten und technische Daten. Die interessantesten Resultate präsentieren sich folgendermassen:

- Die Anforderungen für den Einbau von lärmarmen Asphaltsschichten sind sehr hoch. Insbesondere ist es wichtig, auf die Qualität der Baustoffe zu achten.
- Die grössten Senkungen des Geräuschpegels sind, mit bis zu 7 dBA unterhalb des Bezugswertes (akustisch neutrale Asphaltdecken), mit den zweischichtigen Drainasphalten erreicht worden.
- Verglichen mit klassischen Asphaltdecken, und unter normalen Marktbedingungen, liegen die zusätzlichen Kosten, die durch die lärmarmen Asphaltsschichten verursacht werden, im

Durchschnitt bei 15 – 20%. Verglichen mit den sehr aufwendigen Lärmschutzmassnahmen, und für eine vergleichbare Reduzierung des Lärmpegels, bleiben die lärmarmen Asphaltdeckschichten vorteilhaft.

3.4 Mise au point et application d'une formule d'enrobé DRA 11 au liant bitume-caoutchouc, 2005

Projektpartner:

- ETH Lausanne
- Service des routes du Canton de Vaud (SR-VD)

veröffentlicht in: Rapport du Département des infrastructures, Kanton Waadt

Kurzbeschreibung:

Die ETHL wurde im Jahre 2004 beauftragt, einen neuen offenerporigen Drainasphalt zu entwickeln, dessen Bindemittel aus einer Mischung von Bitumen und Kautschuk besteht. Die auserwählte Formulierung wurde auf einem 300 Meter langen Teststück des Autobahnnetzes eingebaut und untersucht.

Das optimierte Bindemittel hat die Besonderheit, dass es aus einem dreidimensionalen Verbindungsnetz geformt ist, das elastomere Eigenschaften besitzt. Dies führt dazu, dass bei hohen Temperaturen eine grössere Viskosität und bei niedrigen Temperaturen eine sehr gute Flexibilität besteht. Seine Formulierung beruhte auf einer Optimierung bekannter offenerporiger Asphaltdeckschichten, welche seit längerer Zeit im Kanton Waadt getestet wurden. Anschliessend wurden diverse Prüfungen im Labor unternommen, bevor die endgültige Asphaltdecke auf der Autobahn A5 zwischen Yverdon-les-Bains und Neuchâtel aufgetragen und getestet wurde.

Das optimierte Bindemittel hat folgende Merkmale: Füller- und Sandarm, reich an Bindemittel, konforme geometrische und kommunizierende Hohlräume, gute Resistenz gegen Wasserempfindlichkeit, gutes Verhalten gegenüber Materialverlust. Die diversen Merkmale weisen eindeutig darauf hin, dass solche Asphaltdeckschichten sehr vorteilhaft sein können gegenüber traditionellen Asphaltdecken.

3.5 Ecoulement des eaux de surface dans l'enrobé drainant sur le pont de l'Arnon – Autoroute A5, 2006

Projektpartner:

- ETH Lausanne
- Service des routes du Canton de Vaud (SR-VD)

veröffentlicht in: Rapport du Département des infrastructures, Kanton Waadt

Kurzbeschreibung:

Die ETHL hat mit Hilfe des Kantons Waadt die Durchlässigkeit der Oberfläche einer offenerporigen Asphaltdeckschicht, welche sich auf der Autobahn A5 zwischen Yverdon-les-Bains und Neuchâtel befindet, untersucht. Das Teilstück, wo die Experimente durchgeführt wurden, befindet sich auf einer neu gebauten Brücke, die noch nicht dem Verkehr ausgesetzt war.

Die Zielsetzung des Forschungsprojektes galt der Prüfung von qualitativen Aspekten des Wasserflusses in der Drainasphalt- Masse, der Prüfung der Wasserdurchlässigkeit und dem allgemeinen Verhalten bei Wasseraufkommen. Dazu wurden Spezialfälle, wie zum Beispiel das Verhalten des Wasserflusses bei Fugen, untersucht. Alle Experimente wurden in situ durchgeführt.

Folgende Schlussfolgerungen konnten gezogen werden:

- Die transversale Wasserdurchlässigkeit des Drainasphaltes ist nicht einheitlich.
- Die longitudinale Wasserdurchlässigkeit ist abhängig von der Verdichtungsmethode und – ausführung. Bei grossen Wassermengen tritt das Wasser teilweise wieder an die Oberfläche und bildet gleichmässige Bänder, welche unter Wasser stehen.
- Die absoluten Werte der Wasserdurchlässigkeit sind sehr zufriedenstellend.
- Die Sättigung der Oberfläche verschwindet kurze Zeit nach dem Ende der Bewässerung.
- Der schnelle Rückgang des Durchflusses entspricht mehr einem Durchfluss in einer zweidimensionalen porösen Umgebung, als einem klassischen Versiegen einer Quelle.
- Die Fugen bewirken kein Übertreten der Wassermengen an die Oberfläche.

3.6 Applicabilité de l'enrobé drainant sur les ouvrages d'art du réseau des routes nationales, 2007 (noch nicht veröffentlicht)

Projektpartner:

- ETH Lausanne
- Bundesamt für Strassen (ASTRA)

veröffentlicht in: noch nicht veröffentlicht

Kurzbeschreibung:

In diesem vom Bundesamt für Strassen geförderten Forschungsprojekt geht es um die Anwendung von offenerporigen Asphalttschichten auf Brücken des schweizerischen Strassen-netzes. Diesbezüglich wird vor allem das Winterverhalten und das Risiko von Aquaplaning solcher Schichten untersucht. Als Zielsetzung gilt es, Einsatzbereiche offenerporiger Asphalttschichten auf Kunstbauten zu definieren, und gleichzeitig die Ausführungstaktiken des Winterdienstes zu optimieren.

Das Forschungsprojekt wurde in vier Abschnitte aufgeteilt.

- Abschnitt 1: Analyse der existierenden Strassenabschnitte, welche mit offenerporigen Asphalttschichten bedeckt sind, wobei vorwiegend Kunstbauten untersucht wurden.
- Abschnitt 2: Einrichtung eines Testabschnittes auf der Autobahn A5 zwischen Neuchâtel und Yverdon-les-Bains mit einem DA 11 (einschichtig), und Montage einer relevanten Installation für Messungen von klimatischen Faktoren (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Frost, etc.). Die Messungen finden an verschiedenen Orten statt – auf und neben der Brücke – und dies jeweils an der Oberfläche, im Asphalt (verschiedene Tiefen), im Fundament, etc.
- Abschnitt 3: Sammlung der Daten während des Winters 2005/2006 und 2006/2007 und Thermographie-Messungen der Oberfläche während vereinzelter Perioden mit sehr ungünstigen Wetterverhältnissen.

- Abschnitt 4: Simulation des Winterverhaltens offenerporiger Asphaltdeckschichten anhand einer spezifischen Software, welche sich auf die Messungen stützt, und vertiefte Analyse der Daten für die Definition der Zielsetzungen.

Die Schlussresultate dieses Forschungsprojektes stehen noch aus, jedoch kann schon jetzt ein höheres Aufkommen sogenannter Alarmsituation, welche für dieses Projekt definiert wurden, auf der Brücke bekundet werden.

3.7 Mechanical Properties of Porous Asphalt – Recommendations for Standardization, 2007 (noch nicht veröffentlicht)

Projektpartner:

- EMPA
- ETH Lausanne
- Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

veröffentlicht in: noch nicht veröffentlicht

Kurzbeschreibung:

In der Schweiz werden laufend europäische Normen ins nationale Normenwerk integriert. Die Zielsetzung dieses Forschungsprojektes ist es, Empfehlungen für die nationalen Anhänge dieser Normen zu definieren.

Die schweizer Normen über offenerporige Asphaltdeckschichten stellen zurzeit sehr wenige Anforderungen, was die mechanischen Eigenschaften betrifft. Deshalb werden in diesem Forschungsprojekt mechanische Prüfungen im Hinblick auf ihre Aussagefähigkeiten verglichen, um die bekannten Nachteile offenerporiger Asphaltdeckschichten zu reduzieren, allerdings ohne ihre Vorteile zu mindern.

Zu Beginn des Projektes wurden mechanische Prüfungen von offenerporigen Asphaltdeckschichten untersucht und ausgewählt. Parallel dazu wurde eine Umfrage zur Erfahrung mit offenerporigem Asphalt in der Schweiz durchgeführt, um die zu untersuchenden Beläge auszuwählen. Zudem wurde eine Reihe von Prüfungen in situ und im Labor durchgeführt, um ein numerisches Modell zu entwickeln, welches das Gebrauchsverhalten offenerporiger Asphaltdeckschichten vorhersagt. Aufgrund der Ergebnisse wurden zwei Mischungen optimiert und Vorschläge zur Normierung mechanischer Prüfungen gemacht.

Die Empfehlungen für die Normierung betreffen verschiedene Bereiche: Alterungsprozess, Verdichtung, Hohlraumcharakterisierung, Wasserdurchlässigkeit, Kornverlust, Zugfestigkeit, Wasserempfindlichkeit, Steifigkeit und Unterhalt. Um eine gute Gebrauchstauglichkeit zu erreichen, ist die Wahl von qualitativ hochwertigen Bindemitteln, geeigneten Mineralstoffen und Zusätzen, welche der Situation des Verkehrs und der Strasse entsprechen, erforderlich. Entscheidend sind die Kohäsion des Belages und die Adhäsion der sich an der Oberfläche antreffenden Mineralkörner. Die Forschung zeigte ebenfalls, dass polymermodifizierte Bindemittel entscheidend zur Gebrauchstauglichkeit beitragen können.

Weitere Ergebnisse dieser Forschungsarbeit stehen noch aus.

1 THEMENBEZOGENE VERÖFFENTLICHUNGEN DER PROJEKTPARTNERLÄNDER

1.1 Literaturliste Österreich

Jahr	Autoren	Titel	veröffentlicht bei
1994	Pracherstorfer, W. Litzka, J.	Österreichische Erfahrungen mit lärmindernden Strassendecken	Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Schriftenreihe Straßenforschung, Heft 427, Wien, Österreich
1995	Pracherstorfer, W.	Lärmindernde Straßendecken	Dissertation an der BOKU Wien, Wien, Österreich
1995	Litzka, J.	Low-noise road surfaces for the new test tracks	ÖVK Tagung "Low Noise Road", Österreichischer Verein für Kraftfahrzeugtechnik, Wien, Österreich
1996	Litzka, J. Pracherstorfer, W.	Lärmemission von Straßendecken	Bundesministerium für öffentliche Wirtschaft und Verkehr, Wien, Österreich (unveröffentlicht)
1997	Litzka, J.	Austrian experiences with porous asphalt	European conference on porous asphalt, pp. 988-1005, Madrid, Spanien
1998	Schwarz, R.	Systematische Erfassung der Einflüsse von Fahrbahn-, Reifen- und Fahrzeugparametern auf das Außen- und Innengeräusch von Pkw	Dissertation am Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Kraftfahrzeugbau der TU Wien, Wien, Österreich
1999	Litzka, J. Pracherstorfer, W. Vycudil, A.	Beurteilung der Drainasphaltreinigung aus ökologischer und ökonomischer Sicht	Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Schriftenreihe Straßenforschung, Heft 489, Wien, Österreich
2002	Litzka, J.	Austrian experiences with winter maintenance on porous asphalt	9 th International Conference on Asphalt Pavements, Danish Road Directorate and ISAP, Copenhagen, Denmark
2003	Pucher, E. Girard, J. Litzka, J. Haberl, J.	Integration of Low-Noise Road Surfaces with Other Abatement Measures	First Congress of Alps Adria Acoustics Association, Slovenian Acoustical Society, Portoroz, Slovenia
2004	Haberl, J. Pucher, E. Litzka, J. Kalivoda, M.	Reale Lärm-Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs und Reduktionsszenarien durch Gesamtsystemoptimierung	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Schlussbericht FFF- Projekt Nr. 806215, Wien, Österreich
2004	Pucher, E. Litzka, J. Haberl, J. Girard, J.	Einfluss von Reifenparametern auf das Außengeräusch – Ergebnisse basierend auf einer Europäischen Forschungsdatenbank	2. Symposium Reifen und Fahrwerk, Technische Universität Wien, Wien, Österreich
2004	Pucher, E. Haberl, J.	Reduktionspotenzial des Straßenverkehrslärms – Reales Lärmverhalten und Beurteilung	Lehrveranstaltung „Straßenbautechnisches Seminar“, Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung, TU Wien, Wien, Österreich

Jahr	Autoren	Titel	veröffentlicht bei
2004	Strohmayr, G.	Lärminderungspotenzial für Straßen- und Schienenverkehr	Tagung „Weniger Verkehrslärm – Eine Initiative des BMVIT“, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien, Österreich
2004	Haider, M.	Ursachen und Bekämpfung des Straßenlärms	ÄKVO- Symposium „Lärmquelle Verkehr“, TU Wien, Wien, Österreich
2004	Litzka, J. Haberl, J.	Actual research on noise reducing surfaces	7th Slovenian Road and Transport Congress, Ljubljana-Portoroz, Slovenia
2004	Pucher, E. Litzka, J. Haberl, J. Girard, J.	Report on recycling of porous asphalt in comparison with dense asphalt	Projektbericht EU- Project SILVIA (Sustainable road surfaces for traffic noise control)
2004	Haberl, J. Litzka, J. Pucher, E.	Real-Life SPB- Messungen in Österreich als Grundlage für die Abschätzung der Lärmemissionen des Straßenverkehrs	13. Konferenz Verkehrslärm, Dresden, Deutschland
2005	Haberl, J. Litzka, J.	Bewertung der Nahfeld- Geräuschemission österreichischer Fahrbahndeckschichten	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Straßenforschung Heft 554, Wien, Österreich
2005	Haberl, J. Litzka, J.	Wie leise/laut sind unsere Straßen?	Lehrveranstaltung "Straßenbautechnisches Seminar", Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung, TU Wien, Wien, Österreich
2005	Haider, M.	Rollgeräuschmessung – Optimierung von Verfahren und Grenzwerten	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Straßenforschung Heft 550, Wien, Österreich
2006	Litzka, J. Haberl, J.	Drainbeläge auf Autobahnen – Erfahrungen in Österreich	Straßenbau-Tag Olten: Drainasphalt, Olten, Schweiz
2006	Haberl, J. Litzka, J.	Drainbeläge in Österreich – Ein Neubeginn nach schlechten Erfahrungen	3. Informationstage Geräuschmindernde Fahrbahnbeläge in der Praxis – Stand der Technik, Ingolstadt, Deutschland
2006	Kalivoda, M. Jaksch, M. Riederer, P. Strohmayr, G.	Das Kraftfahrzeuggeräusch unter realen Fahrbahnoberflächenbedingungen	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Schlussbericht Projekt Nr. 809.438, Wien, Österreich
2006	Haberl, J. Litzka, J.	Near- field noise emissions on Austrian road surface courses	Acta Acustica united with Acustica, International Journal on Acoustics, Volume 92, Stuttgart, Deutschland
2007	Haberl, J. Litzka, J.	Versuchsstrecke lärmindernde Straßendecken A12	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Straßenforschung, Schlussbericht Projekt Nr. 3.316, Wien, Österreich (unveröffentlicht).

1.2 Literaturliste Deutschland

Jahr	Autoren	Titel	veröffentlicht bei
1987	Köster, H.	Der Durchflussmesser IVT – ein Vorschlag zur Messung der Durchlässigkeit von Drainbelägen	Straße und Verkehr (1987) 8, S. 637-639
1996	Projektgruppe Lärmindernde Straßendecken (BAST)	Offenporige Asphaltdeckschichten auf Ausserortsstraßen	Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Straßenbau, Heft S12
1996	Halfmann, U.	Offenporige Asphaltdeckschichten	Straße und Autobahn 47 (1996) Nr. 4, S. 177-180
1996	Holldorb, C. Roos, R.	Reinigung Offenerporiger Asphaltdeckschichten	Straße und Autobahn 47 (1996) Nr. 1, S. 27-31
1996	Beer, F. Hinterwäller, U. Klingberg, A.	Verwendung von Bitumen mit höherem Polymergehalt für den Bau von Offenerporigen Asphaltdeckschichten	Bitumen 58 (1996) Nr. 4, S. 158-161
1997	Holldorb, C.	Beitrag zur Bewertung des Einsatzes Offenerporiger Asphaltdeckschichten auf Autobahnen	Dissertation am Fachbereich Bauingenieurwesen, Technische Universität Darmstadt
1999	Renken, P.	Optimierung und Qualitätssicherung offenerporiger Asphaltdeckschichten	Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 765, 1999
1999	Renken, P. Schäfer, V.	Offenporige Asphaltdeckschichten – Forschungsergebnisse und aktuelle baupraktische Erfahrungen am Beispiel der BAB A2 in Niedersachsen	Straße + Autobahn 50 (1999), Nr. 1, S. 15-21, Nr. 2, S. 74-80
1999	Ripke, O.	Zweischichtige offenerporige Beläge	Schriftenreihe der Arbeitsgruppe "Asphaltstraßen", FGSV-Nr. A 34, S. 89-93
2000	Lerch, T.	Prüfung von Wasserdurchlässigkeit und Schallabsorptionsverhalten offenerporiger Asphalte	Straße und Autobahn 51 (2000) Nr. 7, S. 430-433
2000	Renken, P.	Besonderheiten bei der Prüfung des Hohlraumgehaltes und des Verdichtungsgrades Offenerporiger Asphaltdeckschichten	Bitumen 62 (2000) Nr. 2, S. 46-50
2000	Renken, P.	Perspective on optimisation of porous asphalt surface course	Second Eurasphalt & Eurobitume Congress, Barcelona 2000, Book 2, Sessions 2 and 3, S. 903-909
2002	N.N.	ARS Nr. 5/2002: Richtlinien für den Lärmschutz – RLS-90 – Fahrbahnoberflächen-Korrekturwerte DStrO für offenerporigen Asphalt (OPA)	Verkehrsblatt 2002, Heft 8, Bonn, 2002
2002	N.N.	Anlage zum ARS 5/2002: Statuspapier der BAST vom 18.10.2001, Offenerporige Asphaltdeckschichten	Verkehrsblatt 2002, Heft 8, 2002, S. 314-316
2002	Beckenbauer, Th. et.al.	Einfluss der Fahrbahntextur auf das Reifen-Fahrbahn-Geräusch	Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 847, 2002
2002	Schäfer, V.	Lärminderung - Erfahrungen mit offenerporigen Asphaltdeckschichten	Deutscher Straßen- und Verkehrskongress München 2002. (FGSV 001/19) S. 262-270
2003	Holldorb, C.	Ökonomische Bewertung der lärmindernden Wirkung offenerporiger Asphaltdeckschichten	Forschungsbericht im Auftrag des Deutschen Asphaltverbands e.V. (DAV), www.asphalt.de

Jahr	Autoren	Titel	veröffentlicht bei
2003	Hübelt, J. Lerch, T. Sarradj, E.	Akustische Eigenschaften offenerporiger Fahrbahnen	Reifen, Fahrwerk, Fahrbahn - Tagung, Hannover 2003, VDI-Berichte H. 1791, S. 95-117
2003	Scharnigg, K.	Offenerporiger Asphalt - Eine Alternative auch für Stadtstraßen?	Aachener Mitteilungen Straßenwesen, Erd- und Tunnelbau Nr. 43, S. 307-316
2004	Drüschner, L. Stephan, F.	Offenporige Asphaltdeckschichten - ein Beitrag zur Griffigkeit	Third Eurasphalt & Eurobitume Congress, Vienna, 2004, Proceedings. Breukelen, NL: Foundation Eurasphalt, 2004, Vol. 1, S. 1041-1047
2004	Grigo, R.	Reduzierte Lärminderung durch offenerporigen Asphalt bei Berücksichtigung des Lkw-Verkehrs	Straße und Autobahn 55 (2004) Nr. 5, S. 269-274
2004	Holldorb, C.	Offenporige Asphaltdeckschichten – Ökonomische Bewertung im Vergleich mit Lärmschutzwällen und -wänden	asphalt Heft 2/2004, S. 1-6
2004	Schulte, W.	Offenporiger Asphalt – Lärmschutzwirkung, -bedingungen und -dauer	asphalt Heft 2004, S. 1-6
2004	N.N.	ARS Nr. 8/2004: Verwendung von offenerporigem Asphalt aus Bundesfernstraßen	Verkehrsblatt 2004, Heft 22, S. 584-585
2005	Projektgruppe „Leiser Straßenverkehr“	Verbundprojekt „Leiser Straßenverkehr – Reduzierte Reifen-Fahrbahn-Geräusche“	Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Straßenbau, Heft S37
2005	Beckenbauer, T. Betz, E.	Lärminderung von Pkw und Lkw durch Offenerporige Asphalte	Straße und Autobahn 56 (2005) Nr. 6, S. 327-332
2005	Beckenbauer, T. Scharnigg, K. Steinauer, B.	Zweilagiger Offenerporiger Asphalt: bautechnische und schalltechnische Eignungsprüfungen	Festschrift anlässlich des 65. Geburtstages von Univ. Prof. Dr. sc. techn. ETH Siegfried Huschek sowie 50 Jahre Straßenwesen an der Technischen Universität Berlin. TU Berlin, Institut für Bauingenieurwesen, 2005, S. 163-176
2006	Graf, K.	Offenporige Asphaltdeckschichten	Straße und Autobahn 57 (2006) Nr. 1, S. 10-15
2006	Halbe, K.	Offenporiger Asphalt auf der A7 – von der Planung bis zum Einbau	asphalt Heft 5/2006, S. 26-33
2006	Hübelt, J. Schmid, H.	Charakterisierung der akustischen Eigenschaften offenerporiger Straßenbeläge	Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Straßenbau, Heft V133
2006	Schellenberger, M.	Lärmindernde Beläge, Eine Chance für die Asphaltbauweise	asphalt, Heft 4/2006, S. 18-25
2006	Schmidberger, C.	Von der Sonder- zur Regelbauweise, Die Entwicklung der offenerporigen Asphaltdeckschichten in Deutschland	asphalt Heft 5/2006, S. 19 -25
2007	Renken, P.	Optimierung und Qualitätssicherung Offenerporiger Asphaltdeckschichten – Teil II	Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 951, 2007
2007	Ripke, O.	Zweischichtiger Offenerporiger Asphalt in Kompaktbauweise	Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Straßenbau, Heft S49
2007	Gerhard, H.	Lärminderung im Straßenbau, Erfahrungen aus Bayern	Asphalt Heft 3/2007

1.3 Literaturliste Schweiz

Jahr	Autoren	Titel	veröffentlicht bei
1987	Junker, J.P.	Entwicklungen zur Bestimmung mechanischer Materialkennwerte an bituminösen Baustoffen, insbesondere an Asphalt	Empa report no. 215
1991	Köster, H.	Drainasphalt Beobachtungen des Verhaltens von hohlraumreichen Verschliessschichten unter Verkehr	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS) Bericht Nr. 218
1995	Dumont, A.-G. Huet, M. Turtschy, J.-C.	Méthodes de mesure de la drainabilité des enrobés drainants	Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication Office Fédéral des Routes (OFROU)
1997	Dumont, A.-G.	Expérience suisse sur les enrobés drainants	Association mondiale de la route (AIPCR)
1999	Pittet, M.	Canton de Vaud. SR, routes nationales. Rapport d'étude. A1 Autoroute Yverdon-Berne. Revêtement Payerne-Avenches, lot 1816. Couche de roulement DRA 11 et DRA 8 au liant Styrelf 13/80	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) Laboratoire des Voies de circulation (LAVOC)
2000	Turtschy, J.-C. Pittet, M.	Planches d'essai en DRA 11 sur la chaussée montagne, caractérisation des liants, A9 autoroute du Léman lot 52/807. Renouvellement des revêtements entre Aigle et Bex-sud	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) Laboratoire des Voies de circulation (LAVOC)
2001	Shojaati, M. Blötz, A., Horat, M., Caprez, M.	Lärmverhalten verschiedener Belagsoberflächen	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation Bundesamt für Strassen (ASTRA) Bericht zu Forschungsauftrag 16/92; Bericht Nr. 462
2001	Grolimund, H.J. Attinger, R. Meister, A.	Lärmarme Strassenbeläge innerorts und ausserorts	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation Bundesamt für Strassen (ASTRA)
2003	Takahashi, S., Poulikakos, L., Partl, M.N.	Evaluation of Improved Porous Asphalt by Various Test Methods	Proceedings of 6th Int. RILEM Symposium, Zürich, RILEM Publications pp230-236
2004	Angst, C., Bosshart, D. Clavien, C. Grolimund, H.-J. Pestalozzi, H.	Lärmarme Strassenbeläge innerorts	Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication Office Fédéral des Routes (OFROU)
2005	Pittet, M.	Mise au point et application d'une formule d'enrobé DRA 11 au liant bitume-caoutchouc	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) Laboratoire des Voies de circulation (LAVOC)
2005	Graf, B., Simond, E.	Erfahrungen mit Drainasphaltbelägen im Kanton Waadt	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS) Strasse und Verkehr, Route et Trafic, 4/2005, (in German and French)

Jahr	Autoren	Titel	veröffentlicht bei
2006	Ould-Henia, M.	Ecoulement des eaux de surface dans l'enrobé drainant sur le pont de l'Arnon – Autoroute A5	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) Laboratoire des Voies de circulation (LAVOC)
2006	Bhaskar A.	Noise measurement for isolated vehicle under acceleration/deceleration and constant speed A5- Autoroute Yverdon-Neuchâtel	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) Laboratoire des Voies de circulation (LAVOC)
2007 (not yet edited)	Poulikakos, L. Pittet, M. Arnaud, L. Junod, A. Gubler, R. Simond, E. Partl, M. Dumont, A.-G.	Mechanical Properties of Porous Asphalt, Recommendations for Standardization	EMPA, EPFL
2007 (not yet edited)	Rodriguez M. Dumont A.-G.	Applicabilité de l'enrobé drainant sur les ouvrages d'art du réseau des routes nationales	Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication Office Fédéral des Routes (OFROU)

1 FRAGEBOGEN „ANWENDUNGEN UND ERFAHRUNGEN MIT OFFENPORIGEN ASPHALTDECKSCHICHTEN“

FRAGEBOGEN

Anwendungen und Erfahrungen mit Offenerporigen Asphaltdeckschichten (DA/OPA/PA)

Der vorliegende Fragebogen ist Teil eines länderübergreifenden Forschungsprojektes der Straßenforschungsgesellschaften der Schweiz, Deutschlands und Österreichs. Dabei sollen die unterschiedlichen Erfahrungen mit Offenerporigen Asphaltdeckschichten in den drei Ländern gesammelt, aktualisiert und analysiert werden.

Der Fragebogen gliedert sich in zwei unterschiedliche Teile:

Teil A - Allgemeine Erfahrungen: hier beziehen sich die gestellten Fragen auf Ihre allgemeinen Erfahrungen mit Offenerporigen Asphaltdeckschichten.

Teil B - Spezieller Teil: hier beziehen sich die gestellten Fragen auf eine konkrete Strecke. Falls Sie mehrere Einzelstrecken betreuen, kopieren Sie den Teil B in der erforderlichen Anzahl und füllen dann für jede einzelne Strecke einen Fragebogen Teil B aus.

Die Fragen sind gemäß der folgenden Skala durch Ankreuzen der Felder 1 bis 6 zu beantworten. Dabei ist:

- 1 viel besser als bei dichten Deckschichten
- 2 besser als bei dichten Deckschichten
- 3 gleich wie bei dichten Deckschichten
- 4 schlechter als bei dichten Deckschichten
- 5 viel schlechter als bei dichten Deckschichten
- 6 keine Angabe

Berichterstatter/in:

Datum:

Name:

Firma/Dienststelle:

Land: Deutschland Österreich Schweiz

Telefon:

email:

A - Allgemeine Erfahrungen

Erfahrungen mit Offenerporigen Asphaltdeckschichten:

(im Vergleich zu üblichen dichten Deckschichten, z.Bsp.: AC, SMA)

Betriebliche Erfahrungen

allgemeine Erfahrungen:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Erfahrungen im Winterdienst allgemein:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Erfahrungen mit Präventivstreuung:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Verhalten bei Schneefall:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Verhalten bei Zueisung/gefrierendem Regen:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Kommentar (mögliche Probleme, modifizierter Winterdienst, erhöhter Salzverbrauch,)

Verhalten auf Brücken:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Kommentar

Erfahrungen bzgl. Verkehrssicherheit

allgemeine Erfahrungen:	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6
Situation bei Regen:	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6
Situation im Winter:	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6
Kommentar (Erhöhung/Verschlechterung der Verkehrssicherheit,)	
<div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>	

Erfahrungen bei Instandsetzungs- bzw. Erneuerungsarbeiten

a) großflächig	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6
Kommentar (mögliche zusätzliche Probleme im Vergleich zu dichten Deckschichten?,)	
<div style="border: 1px solid black; height: 120px;"></div>	
b) Instandsetzungsarbeiten nach Treibstoffaustritt	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6
Kommentar (mögliche zusätzliche Probleme im Vergleich zu dichten Deckschichten?,)	
<div style="border: 1px solid black; height: 120px;"></div>	

c) kleinflächig (z.Bsp. nach Verkehrsunfällen)	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6
Schäden durch Radfelgen (Lkw-Reifen)	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6
Schäden auf einer Fahrspur	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6
Kommentar (mögliche zusätzliche Probleme im Vergleich zu dichten Deckschichten?,)	
<div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>	

Erfahrung mit Zweischichtigem Offenporigen Asphalt

Liegen Erfahrungen mit Zweischichtigem Offenporigen Asphalt vor?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Wie erfolgte der Einbau der zweischichtigen Deckschicht?	
<input type="checkbox"/> Einbau mit einem Fertiger (heiß auf heiß)	
<input type="checkbox"/> Einbau mit 2 Geräten (heiß auf heiß)	
<input type="checkbox"/> Einbau mit 2 Geräten (heiß auf kalt)	
Kommentar (Unterschiede zum einschichtigen Offenporigen Asphalt,...)	
<div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>	

Erfahrung bzgl. Bautechnik und Materialprüfung

Liegen Erfahrungen mit unterschiedlichen Größtkorndurchmessern vor?

Ja Nein

Wenn JA, welche Korngröße verwenden Sie und welche Unterschiede sind zu erkennen?

Liegen Erfahrungen mit der Alterung des Bindemittels vor?
Wenden Sie Prognoseverfahren für Alterungsmechanismen an?

Ja Nein

Wenn JA, welche? (Probleme bei bestimmten Bindemitteln,)

Wenden Sie Prognoseverfahren für Kornausbrüche an?

Ja Nein

Wenn JA, welche?

Liegen gebrauchtorientierte Messergebnisse an Offenerporigen Asphaltdeckschichten nach langjähriger Nutzungsdauer vor?

Ja Nein

Wenn JA, welche?

Erfahrungen bzgl. Lebensdauer

allgemeine Erfahrungen bzgl. struktureller Lebensdauer:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

geschätzte mittlere Lebensdauer von Offenporigen Asphaltdeckschichten:

..... Jahre

geschätzte mittlere Lebensdauer von% im Vergleich zum AC
geschätzte mittlere Lebensdauer von% im Vergleich zum SMA

Würden Sie eine strukturell befriedigende OPA- Strecke erneuern, weil Sie bzgl. Lärmminderung und/oder Entwässerung den Anforderungen nicht mehr entspricht?

Ja Nein

Kommentar

Sonstige Fragen

Gibt es Wissenslücken beim Einsatz Offenporiger Deckschichten, die Ihrer Meinung nach so schnell wie möglich geschlossen werden sollten?

Ja Nein

Wenn JA, welche?

Überwiegen Ihrer Meinung nach die Vor- oder die Nachteile beim Einsatz Offenporiger Asphaltdeckschichten?

Vorteile
überwiegen

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Nachteile
überwiegen

Kommentar

B - Bestimmte Strecke

Straßenabschnitt mit Offenporiger Asphaltdeckschicht

Land:	<input type="checkbox"/> Deutschland	<input type="checkbox"/> Österreich	<input type="checkbox"/> Schweiz
Straßenbezeichnung:	<input type="text"/>		
Straßentyp:	<input type="checkbox"/> Autobahn <input type="checkbox"/> Straße ausserorts <input type="checkbox"/> Innerortsstraße		
zulässige Höchstgeschwindigkeit:	<input type="text"/>		
Richtungsfahrbahn:	<input type="text"/>		
Stationierung [km]:	von km <input type="text"/>	bis km <input type="text"/>	
Verkehrsbelastung: (Kfz bzw. Lkw/24h)	DTV: <input type="text"/>	DTLV (DTV _{sv}): <input type="text"/>	(> 3,5t zul. Gesamtgewicht)

Angaben zum Deckschichttyp

Deckschichttyp:	DA/OPA/PA	<input type="checkbox"/> einschichtig	<input type="checkbox"/> zweischichtig
Größtkorn:	<input type="text"/>		
Deckschichtdicke:	<input type="text"/>		
Baujahr:	<input type="text"/>		
Gesteinsart:	<input type="text"/>		
PSV- Wert:	<input type="text"/>		
LA- Wert:	<input type="text"/>		
verwendetes Bitumen:	<input type="text"/>		
Bitumenanteil:	<input type="text"/>		
verwendete Zusätze:	<input type="text"/>		
Zusatzanteil:	<input type="text"/>		
Füllergehalt:	<input type="text"/>		
Sandgehalt:	<input type="text"/>		
Splitt>2mm:	<input type="text"/>		
Splitt 5/8:	<input type="text"/>		
Splitt 8/11:	<input type="text"/>		

**Erfahrungen auf diesem offenporigen Abschnitt
(im Vergleich zu üblichen dichten Deckschichten, z.Bsp.: AC, SMA)**

Lärmindernde Wirkung

a) nach der Herstellung

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

b) jetzt (nach _____ Jahren)

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Kommentar (Messergebnisse, vorhandene Messberichte):

Griffigkeit

a) nach der Herstellung

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

b) jetzt (nach _____ Jahren)

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Kommentar (Messergebnisse, vorhandene Messberichte):

Strukturelle Haltbarkeit

allgemeine Beurteilung jetzt (nach _____ Jahren):

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Kornausbrüche:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Spurrinnen:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Risse:

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

mechanische Schäden (z.Bsp. nach Unfall):

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Kommentar (nach welcher Liegedauer und in welchem Ausmaß treten Schäden auf?)

<p>Wurden Kornausbrüche festgestellt? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein</p> <p>Wenn JA, nach welcher Liegedauer der Deckschicht und in welchem Ausmaß?</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>	
<p>Wurde eine Alterung des Bindemittels festgestellt? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein</p> <p>Wenn JA, nach welcher Liegedauer der Deckschicht und in welchem Ausmaß?</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>	
Drainagewirkung	
<p>Wurde eine Verstopfung der Porenräume festgestellt? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein</p> <p>Wenn JA, nach welcher Liegedauer der Deckschicht und in welchem Ausmaß?</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>	
<p>Wurden Reinigungen durchgeführt? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein</p> <p>Wenn JA, wann, wie oft (in welchen Abständen) und womit?</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>	

Vielen Dank für das Ausfüllen des Fragebogens !!

Technische Universität Wien - Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung
Technische Universität Braunschweig - Institut für Straßenwesen, Abteilung Straßenbautechnik
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne - Laboratoire des Voies de Circulation