

# Drainasphalte zur Herstellung von lärmdämmenden Fahrbahndecken erhöhter Verkehrssicherheit

Gottfried NIEVELT, Prof. Ziv.Ing. Dr.techn., Institutsvorstand der staatlich autorisierten Prüfanstalt für die Untersuchung von Baustoffen, Beton, Baumaterialien, Bodenmarkierungsmaterialien und Anstrichstoffen und die Durchführung bodenphysikalischer Untersuchungen, Nievelt-Labor Gesellschaft mbH, 2000 Stockerau, Wiener Straße 35

## 1. Allgemeines

Im Ausland und in Österreich wurden in den letzten Jahren erhöhte Anstrengungen seitens der Bauverwaltungen und der Bauwirtschaft unternommen, um lärmarme Fahrbahndecken zu bauen.

Für solche lärmarmen Decken bieten sich Drainasphalte an.

Drainasphalte sind bereits vor etwa 35 Jahren in Amerika zum ersten Mal verlegt worden. Anlässlich des 17. Weltstraßenkongresses in Sidney 1983 wurde die Gesamtlänge von Drainasphalten weltweit mit etwa 15.000 km angegeben, wobei die Verkehrsbelastungen pro Richtungsfahrbahnen zwischen 3.000 und 75.000 Fahrzeugen geschätzt worden sind.

Drainasphalte werden in der ganzen Welt unabhängig von den klimatischen Zonen und von der Verkehrsbelastung eingesetzt. Bei Drainasphaltpfahrbahndecken werden z.B. in den USA, aber auch in Großbritannien dünn-schichtige Fahrbahndecken mit einer Dicke von etwa 2 cm für die Ausführung von Verkehrsflächen im Bereich von Start- und Landebahnen auf Flughäfen eingesetzt.

In den meisten Fällen werden aber 4—5 cm dicke Fahrbahndecken aus Drainasphalt hergestellt und diese werden in der internationalen Literatur mit pwc (pervious wearing course) — also als durchlässige Fahrbahndecken definiert — bezeichnet.

Abb. 1 zeigt den Aufbau eines Straßenoberbaues [1], wie er in der Mehrzahl beim Neubau von Straßen nicht nur in Österreich, sondern auch im Ausland hergestellt wird. Neben den einzelnen Schichten, die in dieser Abbildung angeführt sind, werden auch die Anforderungen an die einzelnen Schichten formuliert — dies zum besseren Verständnis des hier behandelten Themas. Für Drainasphalte gelten nur die für die bituminöse Deckschichte angegebenen Anforderungen.

## 2. Definition von Drainasphalten

Drainasphalte, welche für sogenannte Drainbeläge Verwendung finden, sind hohlraumreiche Asphalte, die nach Verlegung, d.h. nach Einbau und Verdichtung des Asphaltmischgutes, zu porösen bituminösen Deckschichten (Fahrbahndecken) führen (porous friction course), die man in erster Annäherung mit hohlraumreicher,

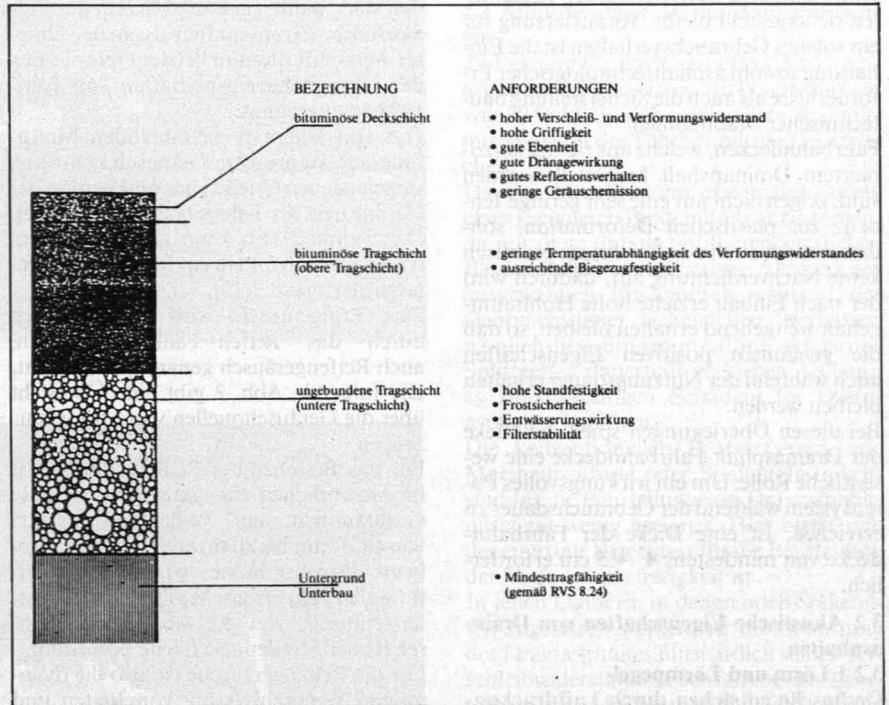


Abb. 1: Anforderungen an die Schichten des Straßenoberbaues nach [1]

griffiger Fahrbahndecke übersetzen könnten.

## 3. Vorteile von Drainasphaltpfahrbahndecken

Ein optimal aufgebauter Fahrbahnbelag aus Drainasphalt bietet die folgenden Vorteile gegenüber konventionellen Fahrbahndecken:

- Vermeidung von Wasseransammlungen an der Oberfläche der bituminösen Fahrbahndecke und daher ein Ausschließen von Aquaplaning-Effekten, auch bei starken Regenfällen.
- Verhinderung der Sprühhahnenbildung hinter Fahrzeugen
- Deutliche Verminderung des Spiegelungseffektes von Lichtern
- Eliminierung der Spritzwasserbelästigung (wichtig in Stadtbereichen)
- Verminderung des Fahrgeräusches von Fahrzeugen

Die hier erwähnten Eigenschaften zielen vor allem auf eine Erhöhung der Verkehrssicherheit und auf eine Reduktion des Lärms ab.

## 3.1 Verkehrssicherheit von bituminösen Fahrbahndecken aus Drainasphalt

Da bituminöse Fahrbahndecken aus Drainasphalten ein miteinander in Verbindung stehendes grobporiges Porensystem aufweisen, erfolgt auch bei starkem Wasseranfall eine klaglose Entwässerung der Fahrbahnoberfläche, wodurch nicht nur Sprühhahnenbildung verhindert wird, sondern auch ein einwandfreier Kraftschluß zwischen Reifen und Fahrbahnoberfläche sichergestellt bleibt.

Um diese hervorragenden Gebrauchseigenschaften über die gesamte Gebrauchsdauer sicherzustellen, sind sowohl asphalttechnische Erfordernisse als auch entsprechende bautechnische Anforderungen zu erfüllen.

Fahrbahndecken verschmutzen während ihres Gebrauches; dadurch kann das für diese positiven Gebrauchseigenschaften so wesentliche zusammenhängende Porensystem gestört werden und die hervorragenden Eigenschaften hinsichtlich der Verkehrssicherheit können zum Teil verloren gehen.



Überprüfungen haben allerdings ergeben, daß gerade in den Radspuren, wo sich der weitaus höchste Anteil des Verkehrs abwickelt, diese Verschmutzung durch die hohen Sogkräfte verhindert wird und daß es auch durch starke Regenfälle zur Selbstreinigung des Porensystems kommt. Dadurch wird nicht nur die Griffbarkeit, sondern auch die Durchflußmenge an Wasser (Liter pro Minute) ausreichend hoch sein, so daß eine klaglose Oberflächenentwässerung der Fahrbahndecke und damit ein entsprechender Kraftschluß zwischen Reifen und Fahrbahndecke auch bei starken Regenfällen sichergestellt bleibt. Voraussetzung für ein solches Gebrauchsverhalten ist die Einhaltung sowohl asphalttechnologischer Erfordernisse als auch die Sicherstellung bautechnischer Maßnahmen.

Fahrbahndecken, welche aus richtig konzipiertem Drainasphalt hergestellt worden sind, zeigen nicht nur eine sehr geringe Tendenz zur plastischen Deformation, sondern weisen auch aus Erfahrung praktisch keine Nachverdichtung auf, dadurch wird der nach Einbau erzielte hohe Hohlraumgehalt weitgehend erhalten bleiben, so daß die genannten positiven Eigenschaften auch während der Nutzungsdauer erhalten bleiben werden.

Bei diesen Überlegungen spielt die Dicke der Drainasphalt-Fahrbahndecke eine wesentliche Rolle. Um ein wirkungsvolles Porensystem während der Gebrauchsdauer zu erreichen, ist eine Dicke der Fahrbahndecke von mindestens 4 — 5 cm erforderlich.

### 3.2 Akustische Eigenschaften von Drainasphalten

#### 3.2.1 Lärm und Lärmpegel

Geräusche entstehen durch Luftdruckunterschiede, die in  $N/m^2$  gemessen werden. Für das menschliche Ohr gerade noch hörbar, sind Geräuschdrucke von  $0,00002 N/m^2$ .

Bei logarithmischer Darstellung spricht man von BEL, die in Dezimalen, d.h. in Dezibel (dB) angegeben werden. Geräusche werden nicht allein durch ihre Stärke, sondern auch durch die Tonhöhe gekennzeichnet. Die Tonhöhe oder Frequenz wird bestimmt vom Zeitintervall zwischen zwei aufeinanderfolgenden Druckdifferenzen. Die Frequenz wird ausgedrückt in Herz (Hz) als Anzahl Schwingungen pro Sekunde.

Bei Geräuschmessungen wird meistens der Lärmdruckpegel für einen bestimmten Frequenzbereich angegeben. Die Frequenzbereiche oder Banden werden nach den mittleren Bandfrequenzen bezeichnet. Das menschliche Ohr empfindet unterschiedliche Tonhöhen oder Frequenzen mit objektivem Geräuschpegel nicht als gleich laut. Das Geräuschdruckniveau jedes Frequenzbereiches wird deshalb mit einem Korrekturfaktor versehen, der meist nach der sogenannten A-Charakteristik in db (A) angegeben wird.

Bedingt durch die unterschiedlichen Fahrzeugarten und die über den Tag wechselnde

Verkehrsdichte ändert sich der Verkehrslärm zeitlich.

#### 3.2.2 Wechselwirkung zwischen Art der Fahrbahndecke und Fahrzeugreifen

Die wichtigsten Anforderungen an die Oberfläche von Fahrbahnen sind Griffbarkeit, Verschleißfestigkeit, Ebenheit und günstige akustische Eigenschaften.

Während die drei ersten Anforderungen bei der Auswahl der Deckschicht durch Qualitätsanforderungen an Gesteinsmaterialien, Bindemittel und an die Asphaltmischung schon immer berücksichtigt worden sind, werden erst seit kurzem günstige akustische Eigenschaften als ein berechtigtes Auswahlkriterium bei der Optimierung der Oberflächeneigenschaften von Fahrbahnen anerkannt.

Das von einem vorbeifahrenden Motorfahrzeug verursachte Geräusch rührt von verschiedenen Quellen her und wird in der Gesamtheit als Fahrgeräusch bezeichnet. Das Fahrgeräusch kann also in ein Antriebsgeräusch und in ein Rollgeräusch untergliedert werden [2].

Das Rollgeräusch wird hauptsächlich durch das Reifen-/Fahrbahngeräusch, auch Reifengeräusch genannt, verursacht. Die folgende Abb. 2 gibt eine Übersicht über die Geräuschquellen von Motorfahrzeugen.

Für das Bestehen der Reifengeräusche ist im wesentlichen die akustisch relevante Grobroughheit, ein Wellenlängenbereich von ca. 1 mm bis zu mehreren dm, maßgebend. Darüber hinaus wird die Ausbreitung aller Fahrgeräusche, also auch der Reifengeräusche von der Absorptionseigenschaft der Straßenoberfläche beeinflusst. Für die Reifengeräusche ist also die dynamische Wechselwirkung von Reifen und Fahrbahnoberfläche während des Abrollvorganges maßgebend.

Welchen Einfluß das Profil des Reifens auf die Reifengeräusche (Rollgeräusche) ausübt, war vielfach Gegenstand von Veröffentlichungen [3, 4, 5].

Zahlreiche Meßergebnisse sowie auch theoretische Überlegungen über die Eigen-

schaften von Fahrbahnoberflächen haben nachweisen lassen, daß hohlraumreiche, poröse Deckschichten, also Drainasphaltfahrbahndecken, sich akustisch günstiger als geschlossene Oberflächen verhalten. So weisen Drainasphalte gegenüber konventionellen Asphaltbetonfahrbahndecken einen um mindestens 3 dB (A) niedrigeren Geräuschpegel auf.

Umfangreiche Berichte über solche Drainasphalte liegen aus vielen europäischen Ländern, aber auch aus Österreich, vor [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15].

Der Schallabsorptionsgrad ist in hohem Maße von der Frequenz des Geräusches, von der Schichtdicke und dem Hohlraumgehalt der Deckschicht abhängig.

Die eigentliche Optimierung akustischer Eigenschaften hohlraumreicher Fahrbahndecken müßte darin gesehen werden, daß man scharfe Oberflächen, welche aus möglichst vielen kleinen spitzen Elementen bestehen, anstrebt, um so den abrollenden Reifen möglichst wenig zu Schwingungen anzuregen.

Darüber hinaus können gute Schallabsorptionseigenschaften nur durch einen hohen Gehalt (ca. 20 Vol.%) an offenen Poren sowie durch eine möglichst offene Oberfläche, die genügend Raum für das Eindringen der Schallenergie aufweist, erzielt werden. Weiters haben Versuche eine zusätzliche Verbesserung der akustischen Eigenschaften von Drainasphalt-Fahrbahndecken ergeben, wenn diese eine Stress-Absorbierend-Membran-Interlayer (SAMI) aufweisen. Sie sind daher konstruktiver Bestandteil von sogenannten Flüsterasphalt-Belägen. (Abb. 3) (Abb. 4) (Abb. 5)

## 4. Asphalttechnologische Erfordernisse

### 4.1 Anforderungen an das bituminöse Bindemittel

Der große Hohlraumgehalt und die offene Porenstruktur von Drainasphalt-Fahrbahndecken bedeuten, daß während der

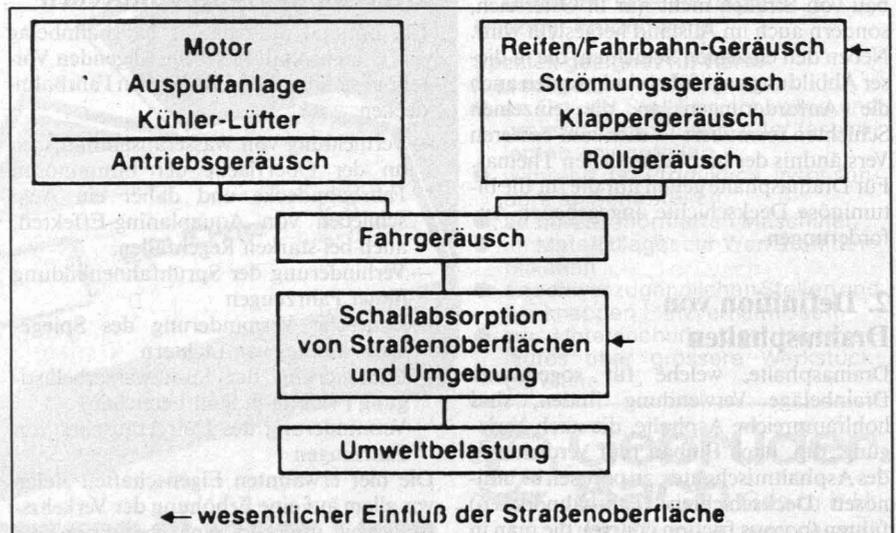


Abb. 2: Geräuschquellen von Motorfahrzeugen



Abb. 3: Aufbringung einer SAMI-Schichte



Abb. 4: Herstellung von Drainasphalt-Mischgut in konventionellen Asphaltmischanlagen

Gebrauchszeit eine hohe Neigung zur Alterung des verwendeten bituminösen Bindemittels gegeben ist. Darüber hinaus werden an die Hafteigenschaften des Bitumens höchste Anforderungen gestellt.

In aller Regel ist daher bisher polymermodifizierten Bindemitteln gegenüber konventionellen Bitumen der Vorzug gegeben worden.

Da bekannt ist, daß dünne Bitumenfilme um das Gesteinsmaterial — im Falle von Drainasphalten zu 80% meist Splitt der Korngruppe 8/11 mm — umso rascher erhärten, je dünner die Bindemittelfilme sind, ist es ein unbedingtes Erfordernis, bei

Drainasphalten die Gesteinsmaterialien mit einem möglichst dicken Bindemittelfilm zu umhüllen.

Daher haben sich geeignete, gummi-modifizierte Bindemittel, aber auch andere polymermodifizierte Bitumen, welche eine Bindemittelzugabe von über 6 M.% zu einem extrem splittreichen Gesteinsmaterial ermöglichen, als in der Praxis einwandfrei verarbeitbar erwiesen.

#### 4.2 Anforderungen an das Gesteinsmaterial

Da der Verformungswiderstand dieser Drainasphaltfahrbahndecken durch den

wirkungsvollen Kontakt zwischen den einzelnen Splitten gegeben ist, sind hohe Anforderungen an die Festigkeit und an die Kornform der verwendeten Splitte (meist der Kornung 8/11 mm) zu stellen.

Da die Griffigkeit dieser Fahrbahndecken während der Gebrauchsdauer von der Polierfähigkeit des Splitters, welcher Verwendung findet, abhängig ist, sind nur Splitte verwendbar, die einen hohen PSV (polishing stone value) aufweisen, d.h. daß solche Splitte sich nicht durch das Überrollen der Fahrzeuge polieren.

#### 4.3 Anforderungen an das Asphaltmischgut

Zielsetzung für die Konzeption des Drainasphaltmischgutes ist es, ein Porenvolumen von 20 Vol.% in der verdichteten Asphaltmischung (in der Fahrbahndecke) zu erreichen.

Darüber hinaus ist ein maximaler Zusatz eines geeigneten Bindemittels anzustreben, da nur diese daraus resultierenden dicken Bindemittelfilme eine geringe Alterung des ausgewählten Bindemittels während der Gebrauchsdauer sicherstellen. Verhärten nämlich diese Bindemittelfilme, welche das Splittergüst dauerhaft verkleben, so kann es zu frühzeitigen Schäden des Drainasphaltes kommen.

Die konventionellen Prüfverfahren, wie Marshallprüfung oder Spaltzugfestigkeit, sind für die Beurteilung von Drainasphaltmischgut wenig geeignet. Hier bietet sich der einaxiale Kriechtest für die Beurteilung der Verformungsfestigkeit an.

In jenen Ländern, in denen noch Spikereifen zugelassen werden, ist die Bewertung des Drainasphaltes hinsichtlich seines Verschleißwiderstandes ebenfalls bei der Beurteilung der Mischgutqualität einzubeziehen. Dieser Verschleißwiderstand wird dabei durch das Schlagabrießgerät von Dr. Träger im Labor prognostiziert.

Hier haben sich Drainasphalte, welche einen dicken Bindemittelfilm aus hochpolymermodifiziertem Bindemittel aufweisen, wesentlich günstiger verhalten als solche, welche nur unter Verwendung von konventionellen Bitumen mit dünn-schichtigen Bindemittelfilmen hergestellt worden sind.

### 5. Bautechnische Anforderungen

Zum Unterschied von konventionellen Asphaltfahrbahndecken erfolgt die oberflächige Entwässerung von Drainasphaltfahrbahndecken nicht über die Oberfläche der Fahrbahndecke, sondern über die unterhalb des Drainasphaltes befindlichen Betonfahrbahndecken oder Asphalt-schichten.

Da Fahrbahndecken, welche mit Drainasphalt überzogen werden oder aber auch bituminöse Tragschichten keine Wasserundurchlässigkeit garantieren, werden bei hochwertigen Drainasphalten sogenannte SAMI-Schichten (Stress absorbing membrane interlayer) verwendet.

Diese haben zwei Funktionen zu erfüllen:



(1) Sie haben einen vollflächigen und dauerhaften Verbund zwischen der darunterliegenden Fahrbahnkonstruktion und der Drainspalt-Fahrbahndecke zu gewährleisten.

(2) Durch das Aufbringen dickschichtiger Bindemittelmembrane (3 mm) aus hochpolymermodifiziertem Bitumen wird auch eine Dichtheit der darunterliegenden Fahrbahnkonstruktion erreicht. Diese vollkommene Entwässerung der Fahrbahndecke reduziert daher die Menge an Wasser, das in den ungebundenen Straßenoberbau bzw. in die darunterliegenden Bodenschichten eindringt und somit verbessert dieser Einbau der SAMI-Schicht sowohl das strukturelle Verhalten der Straßenkonstruktion als auch die Ebenheit der Fahrbahndecke.

Da die Lebensdauer einer Straße von der strukturellen Qualität des Straßenoberbaues abhängt, kann durch Einsatz einer solchen wasserdichten SAMI-Schicht auch die Lebensdauer bestehender Straßenkonstruktionen verlängert werden.

Bautechnisch macht dies einmal ein ausreichendes Quergefälle erforderlich, aber auch eine Randkonstruktion, welche die Ableitung des sehr rasch anfallenden Oberflächenwassers auch bei schweren Regen-

fällen garantiert.

Drainspalt-Fahrbahndecken, welche aus polymermodifizierten Bindemitteln geeigneter Qualität hergestellt worden sind, leisten bei einer Mindestdicke von 4 — 5 cm auch einen erheblichen Beitrag zur strukturellen Verbesserung des Straßenoberbaus.

## 6. Ausblick

Aufgrund der Tatsache, daß bei Drainspalt-Fahrbahndecken auch die Griffigkeit bei höheren Geschwindigkeiten sehr gut ist, bieten sich diese Fahrbahndecken aus Sicherheitsgründen, besonders im Hinblick auf die Vermeidung von Aquaplaning auf schnell befahrenen Straßen an.

Da auch unter schwerem Verkehr praktisch keine die Verkehrssicherheit beeinflussenden bleibenden Verformungen auftreten, wenn geeignete Drainspalt-Verwendung gefunden haben, bieten sich diese Fahrbahndecken auch auf schwer beanspruchten Straßen — auch bei kanalisiertem Verkehr — an.

Da sich für gefrierendes Wasser keinerlei Sprengwirkung nachweisen läßt — eine Aussage, die man treffen kann, da Drainspalt sich nach einer Liegezeit über viele Winter einwandfrei bewährt haben —, können diese auch in alpinen Gegenden eingesetzt werden.

Da die Herstellung von Drainspalt in konventionellen Mischanlagen und der Einbau derselben mit üblichen Straßenfertigern möglich ist, ist weitgehend mit den in Österreich vorhandenen Maschinen und Geräten eine Ausführung dieser Fahrbahndecken möglich.

Wohl können im Winter andere Betriebszustände auftreten, so kann bedingt durch die geringere Wärmeleitfähigkeit, infolge des hohen Porenvolumens, frisch gefallener Schnee früher liegenbleiben.

Die überlegenen akustischen Eigenschaften dieser Drainspalt-Verfahren werden es immer wieder ermöglichen, auf Schallschutzmauern zu verzichten, die das Landschaftsbild sehr stören.

Der Weiterentwicklung dieser Drainspalt-Verfahren kann daher mit großem Interesse entgegengegangen werden.

## Literatur:

- [1] LITZKA, J.; NIEVELT, G.: Überlegungen zur Dimensionierung von Asphaltstraßen in Österreich, Die Asphaltstraße, Heft 4/83.
- [2] HUSCHEK, S.: Zur Entwicklung lärmmindernder Straßenoberflächen, Bitumen 4/1986.
- [3] DENKER, E.: Reifenabrollgeräusche und Gleitbeiwerte von profilierten Reifen, Dissertation, Universität Stuttgart 1980.
- [4] KOEHLER, E.: Beitrag zur Erklärung des Reifenabrollgeräusches bei Nässe, Dissertation, Universität Stuttgart, 1983.
- [5] RONNEBERGER, D.: Experimentelle und theoretische Untersuchungen spezieller Mechanismen der Rollgeräuschenstehung und Abstrahlung, Mitteilung Nr. 57 der ISETH, Zürich, Reifengeräusch und Straßenbau, 1984.
- [6] HUSCHEK, S.; CSIKOS, G.: Beitrag der Straßenoberfläche zur Bekämpfung des Motorfahrzeuglärms an der Quelle, Straße und Verkehr, Heft 9, 1984.
- [7] GERARDU, J. J. A. et al.: The use of porous asphalt wearing courses in the Netherlands, 3. Eurobitume Symposium, The Hague, 1985.
- [8] NELSON, P.M.; ROSS, N.F.: Noise from vehicles running on open textured road surfaces, TRRL Report SR 696, 1981.
- [9] DECOENE, Y.: Enrobés bitumineux perméables, expériences récentes belges, La Technique Routière, Heft 2, 1983.
- [10] CHAVET, J.: Evaluation of the Belgian experiments with porous asphalts, 3. Eurobitume Symposium, The Hague, 1985.
- [11] DE BRABANDER: Motorway noise reduction by covering grooved concrete with open-graded rubberised asphalt, Proc. Inter-Noise 83, Edinburgh, 1983.
- [12] SANDBERG, U.: Reduction of tyre/road noise by drainage asphalt, Int. Seminar, Reifengeräusch und Straßenbau, Mitteilung Nr. 57 des ISETH, Zürich 1984.
- [13] KOESTER, H.: Drainspalt — Beobachtung des Verhaltens unter Verkehr, Zwischenbericht zu Forschungsauftrag 10/82 des EDI, Institut für Straßen-, Eisenbahn- und Felsbau, ETH Zürich, Februar 1985.
- [14] KOESTER, H.: Porous wearing courses; observations of the behaviour under traffic, 3. Eurobitume Symposium, The Hague, 1985.
- [15] STEHNO, G. et al.: Lärmpegelsenkung durch Flüsterasphalt, Bundesministerium für Bauten und Technik, Wien, Straßenforschung, Heft Nr. 282, 1986.



Abb. 5: Verlegung von Drainspalt-Mischgut auf bereits vorher aufgebrachtener SAMI-Schicht