



# **Forschungspaket: Lärmarme Beläge innerorts EP 7: Innovative, lärmarme Beläge für den Potenziellen Einsatz in der Schweiz**

**Paquet de recherche: Revêtements peu bruyants en zone  
urbaines EP 7: Applicabilité en Suisse des revêtements  
peu bruyants innovants**

**Research Package: Low-noise Pavements in Urban Areas  
EP7: Applicability of Low Noise Asphalt in Switzerland**

**Grolimund + Partner AG**  
**Tina Saurer, Dipl. Geograf**  
**Erik Bühlmann, Dipl. Geograf, Dipl. Akustiker SGA**  
**Toni Ziegler, Dipl. Natw. ETH**

**Forschungsprojekt ASTRA 2013/002 auf Antrag des Bundesamtes für  
Strassen (ASTRA)**

Der Inhalt dieses Berichtes verpflichtet nur den (die) vom Bundesamt für Strassen unterstützten Autor(en). Dies gilt nicht für das Formular 3 "Projektabschluss", welches die Meinung der Begleitkommission darstellt und deshalb nur diese verpflichtet.

Bezug: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Le contenu de ce rapport n'engage que les auteurs ayant obtenu l'appui de l'Office fédéral des routes. Cela ne s'applique pas au formulaire 3 « Clôture du projet », qui représente l'avis de la commission de suivi et qui n'engage que cette dernière.

Diffusion : Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS)

La responsabilità per il contenuto di questo rapporto spetta unicamente agli autori sostenuti dall'Ufficio federale delle strade. Tale indicazione non si applica al modulo 3 "conclusione del progetto", che esprime l'opinione della commissione d'accompagnamento e di cui risponde solo quest'ultima.

Ordinazione: Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti (VSS)

The content of this report engages only the author(s) supported by the Federal Roads Office. This does not apply to Form 3 'Project Conclusion' which presents the view of the monitoring committee.

Distribution: Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS)



# **Forschungspaket: Lärmarme Beläge innerorts EP 7: Innovative, lärmarme Beläge für den Potenziellen Einsatz in der Schweiz**

**Paquet de recherche: Revêtements peu bruyants en zone  
urbaines EP 7: Applicabilité en Suisse des revêtements  
peu bruyants innovants**

**Research Package: Low-noise Pavements in Urban Areas  
EP7: Applicability of Low Noise Asphalt in Switzerland**

**Grolimund + Partner AG**  
**Tina Saurer, Dipl. Geograf**  
**Erik Bühlmann, Dipl. Geograf, Dipl. Akustiker SGA**  
**Toni Ziegler, Dipl. Natw. ETH**

**Forschungsprojekt ASTRA 2013/002 auf Antrag des Bundesamtes für  
Strassen (ASTRA)**

# Impressum

## **Forschungsstelle und Projektteam**

### **Projektleitung**

Toni Ziegler

### **Mitglieder**

Erik Bühlmann

Tina Saurer

## **Begleitkommission**

### **Präsidentin**

Luzia Seiler-Scherer

### **Mitglieder**

Sabine Würmli

Hans-Peter Beyeler

Sophie Hoehn

André Magnin

Olivier Jacobi

Benedikt Eberle

Cyril Durussel

Nicolas Gouneaud

Martin Bürgi (bis 2014)

Hanspeter Gloor

Dejan Lukic

Yves Pillonel

## **KO-Finanzierung des Forschungsprojekts**

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

## **Antragsteller**

Bundesamt für Strassen (ASTRA)

## **Bezugsquelle**

Das Dokument kann kostenlos von <http://www.mobilityplatform.ch> heruntergeladen werden.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Impressum</b> .....	<b>4</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>7</b>
<b>Résumé</b> .....	<b>9</b>
<b>Summary</b> .....	<b>11</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>13</b>
1.1 Ausgangslage und Problemstellung.....	13
1.2 Ziele und Ergebnis des Forschungsprojektes .....	13
1.3 Organisation, Beteiligte .....	13
<b>2 Innovative lärmarme Beläge</b> .....	<b>15</b>
2.1 Definition.....	15
2.2 Innovation im Allgemeinen .....	15
2.3 Innovation bei lärmarmen Belägen .....	16
<b>3 Stand der Forschung</b> .....	<b>17</b>
<b>4 Vorgehen &amp; Methodik</b> .....	<b>19</b>
4.1 Generelle Vorgehensweise .....	19
4.2 Bestandsaufnahme der Technologien .....	19
4.3 Auswahl der Technologien und Experten.....	19
4.4 Erstellen der Erhebungsmatrix .....	20
4.5 Durchführen der Interviews .....	20
4.6 Transkribieren und Vervollständigen.....	20
4.7 Normalisierung der akustischen Wirkung.....	20
4.8 Übersetzung nationaler Bezeichnungen .....	21
4.9 Beurteilungsmatrix .....	21
4.9.1 Herstellungskosten.....	22
4.9.2 Akustische Wirkung.....	23
4.9.3 Kosten/Nutzen-Verhältnis.....	23
4.9.4 Akustische Dauerhaftigkeit.....	23
4.9.5 Verkehrssicherheit .....	24
4.9.6 Machbarkeit .....	24
4.9.7 Unterhaltskosten .....	24
<b>5 Resultate – Faktenblätter der Technologien</b> .....	<b>25</b>
5.1 Diamond grinding (USA) .....	25
5.2 Diffraktoren (Niederlande) .....	27
5.3 DLPA / 2 soushiki PA (Japan) .....	29
5.4 Epoxy (Schweden) .....	31
5.5 LOA 5 D (Deutschland) .....	33
5.6 Longitudinal tining (USA).....	35
5.7 Measures to prolong lifetime (Niederlande).....	37
5.8 Modieslab (Niederlande) .....	39
5.9 PERS 5 (Dänemark) .....	41
5.10 PERS 2 (Japan) .....	43
5.11 PERS 2-5 (Schweden) .....	45
5.12 PMA 5 (Deutschland) .....	47
5.13 SMA 8 G+ (Niederlande) .....	49
5.14 SMA 6 + 8 und SMA 6 + 11 (Dänemark).....	51
5.15 SMA LA (Deutschland).....	53
5.16 Thinlayer NL (Niederlande) .....	55
5.17 Ultrastil (Niederlande).....	57

5.18	VTAC 0/6 (Frankreich).....	59
<b>6</b>	<b>Quervergleichende Bewertung.....</b>	<b>61</b>
6.1	Ranking Hauptaspekte .....	61
6.1.1	Akustische Wirkung.....	61
6.1.2	Akustische Dauerhaftigkeit .....	61
6.1.3	Kosten/Nutzen-Verhältnis.....	62
6.2	Quervergleich der Hauptaspekte .....	62
<b>7</b>	<b>Schlussfolgerungen.....</b>	<b>63</b>
	<b>Anhänge .....</b>	<b>65</b>
	<b>Glossar .....</b>	<b>123</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>125</b>
	<b>Projektabschluss.....</b>	<b>127</b>
	<b>Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen .....</b>	<b>131</b>

## Zusammenfassung

Ein grosses Potenzial zur Lärmbekämpfung an der Quelle geht von innovativen lärmarmen Strassenoberflächen aus. Die Anforderungen zum Einsatz neuer innovativer lärmarmen Beläge bestehen darin, dass diese langfristig wirksam und kostengünstig sein müssen. Weltweit wird mit unterschiedlichen innovativen Ansätzen nach solchen Technologien geforscht.

Das zentrale Ziel der Forschungsarbeit ist die vielversprechendsten weltweit verfügbaren Technologien zu identifizieren und die Praxiserfahrungen durch Experteninterviews zusammenzutragen. Im Fokus steht die Bewertung der Technologien bezüglich relevanter Kriterien welche als Grundlage für die Auswahl zur Weiterverfolgung und Anwendung in der Schweiz dient.

In einem ersten Schritt wurden die in der Literatur erfassten Bestandsaufnahmen der weltweit vorhandenen Technologien zusammengeführt, nach deren Vollständigkeit überprüft und mit den neuesten Entwicklungen ergänzt. Anschliessend wurden diejenigen Länder identifiziert, welche aufgrund der Literaturstudie, in Bezug auf innovative Technologien eine Vorreiterrolle einnehmen. Nach Abklärungen mit dem internationalen Netzwerk wurden in diesen Ländern Experten bezeichnet und für die Mitarbeit angefragt. Die Auswahl der Technologien für den Einbezug in die Forschungsarbeit wurde zusammen mit den Experten vorgenommen. Berücksichtigt wurden Technologien, welche durch das Forschungsteam interessant für die potentielle Anwendung in der Schweiz sowie durch den Experten als erfolgsversprechend eingestuft werden. Um das Expertenwissen bestmöglichst abzuholen, wurden Experteninterviews anhand der Erhebungsmatrix, welche als Leitfaden zur Strukturierung des Interviews dient, durchgeführt.

Um die Performance der innovativen Technologien untereinander vergleichen zu können, wurde für die einzelnen Aspekte, wie akustische Wirkung, Kosten-Nutzen, Machbarkeit, Verkehrssicherheit, akustische Dauerhaftigkeit, Unterhalt und Kosten eine Bewertung vorgenommen. Ergebnis ist für jede Technologie eine Gesamtnote pro Kriterium. Für jede Technologie wurde ein zusammenfassendes Faktenblatt erstellt.

Für die schlussendliche Auswahl von Technologien welche in der Schweiz im Rahmen zukünftiger Projekte getestet oder weiterentwickelt werden sollen, können mehrere unterschiedliche Auswahlkriterien im Vordergrund stehen. So kann der Fokus auf Technologien gelegt werden, welche besonders grosse akustische Wirkungen erzielen, deren akustische Dauerhaftigkeit vielversprechend ist oder aber ein besonders günstiges Kosten/Nutzen-Verhältnis aufweisen. In der quervergleichenden Bewertung wird für die verschiedenen Aspekte eine Rangliste erstellt. Je nach Zielvorstellung fallen die Prioritäten anders aus. Es ist an den Bundesämtern, die Strategiestossrichtung für die zukünftigen Forschungsaktivitäten festzulegen. Denkbar ist auch, dass mehrere Zielrichtungen gleichzeitig weiterverfolgt werden.

Mit der quervergleichenden Bewertung der Technologien, sowie dem hohen aus den Experteninterviews erlangten Detaillierungsgrad, bildet die vorliegende Forschungsarbeit eine ausgezeichnete Grundlage für die Selektion zur Weiterverfolgung und Anwendung neuer Technologien in der Schweiz.



## Résumé

Les revêtements de chaussée phono absorbants constituent un fort potentiel pour la lutte contre le bruit à la source. Les exigences liées à la mise en œuvre de revêtements innovants sont à la fois une efficacité durable et un coût avantageux. Aujourd'hui la recherche sur de tels produits innovants a lieu dans le monde entier.

L'objectif principal de cette étude est d'identifier les technologies prometteuses disponibles à l'échelle mondiale et de récolter les expériences sur le terrain à l'aide d'interviews d'experts. Le fil conducteur est l'évaluation de ces technologies selon les critères décisifs qui ensuite serviront de base à leur sélection et mise en œuvre en Suisse.

Dans un premier temps, les retours d'expérience décrits dans la littérature ont été répertoriés, vérifiés et complétés par les derniers développements technologiques. A partir de cet inventaire ont été identifiés les pays pionniers dans ces nouvelles technologies. Avec l'aide du réseau international d'experts, des spécialistes ont été sélectionnés et contactés pour chacun de ces pays, participant ensuite au tri des technologies retenues pour cette étude. Les technologies retenues sont celles identifiées comme potentiellement utiles pour la Suisse selon l'équipe de recherche, et jugées prometteuses par les spécialistes. Les interviews ont été conduits sur la base d'une matrice d'évaluation structurante et maximisant le recueil d'expérience.

La performance de chaque technologie a été évaluée à l'aide de critères permettant leur comparaison, tels que l'efficacité acoustique, le rapport coût-utilité, la faisabilité, la sécurité, la durabilité acoustique, le prix et l'entretien. Le résultat est une note pour chaque technologie et critère, ainsi qu'une fiche technique descriptive.

Pour le choix final des technologies qui devront être testées ou déployées en Suisse dans le cadre de projets futurs, plusieurs critères de choix peuvent être mis en avant. Ainsi peut-on privilégier des technologies ayant une qualité acoustique particulièrement satisfaisante, dont la durabilité est prometteuse ou le rapport qualité/prix attrayant. Les technologies ont été classées en fonction de ces différents objectifs, aboutissant à des classements différents selon les priorités. Il appartient aux autorités de choisir une stratégie d'orientation pour les prochaines études, tout en gardant à l'esprit que plusieurs objectifs peuvent être suivis simultanément.

De par la comparaison croisée des technologies et la quantité d'information détaillée récoltée grâce aux interviews des spécialistes, cette étude constitue une excellente base pour la sélection de nouvelles technologies à investiguer davantage et à mettre en œuvre en Suisse.



## Summary

Low noise road surfaces have great potential to reduce traffic noise at the source. The requirements for newer and more innovative low noise surfaces are greater effectiveness in terms of long-term noise reduction and cost-efficiency compared to conventional measures for noise mitigation.

The main aim of this research project is to identify the most promising worldwide available technologies and to assemble practical experiences related to them by conducting expert interviews. As a basis for selection and potential application in Switzerland, this report provides an assessment for each technology regarding relevant criteria.

In a first step, the available literature of world-wide available technologies was reviewed and complemented with the newest available developments. Subsequently, those countries were identified taking a leading role in the literature study in terms of the low noise technologies. After clarifications with the international network, experts were designated from the respective countries and invited for collaboration. The selection of the technologies being integrated into the research study was initially discussed with the experts. Those technologies taken into account were those which were considered as potentially promising for application in Switzerland and were evaluated as promising by the experts. The expert interviews were performed on the basis of a well-developed questionnaire/survey that leads through a structured interview.

To compare the performance of the innovative technologies, an evaluation was performed on different aspects of the surface such as acoustical effect, cost-benefit, feasibility, traffic safety, acoustic durability, ease of maintenance and costs. This resulted in an overall grade per criteria for each technology and was summarized in a factsheet.

For the final selection of technologies that could be tested and developed in Switzerland in the framework of future projects, several different selection criteria can be taken into account. For example, it could focus on technologies that reveal particularly large acoustic effect, feature sustainable acoustic properties over the long-term or have an excellent cost-benefit ratio. For a cross-comparison of these aspects, a ranking scheme was developed. Depending on the objective, the priorities for the selection of technologies for future application in Switzerland will be different. The federal offices will be defining the strategies for future research projects. It is also conceivable that various strategic goals can be pursued.

With the cross-comparison of the technologies and the high level of detail extracted from the expert interviews, the present research study is an excellent basis for the selection of new technologies to further investigate and for application in Switzerland.



# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage und Problemstellung

Die Schweiz ist ein dicht besiedeltes Land mit einer grossen Anzahl von Menschen, die in der Nähe der Hauptstrasseninfrastruktur leben. Entsprechend ist das Verkehrsaufkommen durch Individual- und Güterverkehr auf weiten Teilen des Schweizer Strassennetzes hoch. Als Folge sind viele Haushalte von hohen Lärmbelastungen des Strassenverkehrs betroffen. Um diesem Problem entgegenzutreten, wurden Strasseneigentümer vom Bund verpflichtet, bei stark belasteten Strassen, Massnahmen zur Bekämpfung von Lärmüberlastungen zu treffen. Ein grosses Potenzial zur Reduktion von Strassenverkehrslärm an der Quelle geht dabei von innovativen lärmarmen Strassenbelägen aus. Die Anforderungen zum Einsatz neuer innovativer lärmarmen Beläge bestehen darin, dass diese langfristig wirksamer und günstiger sein müssen als herkömmliche Massnahmen zur Lärmsanierung.

## 1.2 Ziele und Ergebnis des Forschungsprojektes

Im Jahr 2003 wurden vom ASTRA zwei Forschungsprojekte zum Thema „Lärmarme Beläge im Niedergeschwindigkeitsbereich“ initiiert. Darin wurden lärmarme Beläge anhand von ausgewählten bestehenden Strecken und neu eingebauten Teststrecken in der Schweiz untersucht [1] [2]. Die positiven Erfahrungen aus diesen Projekten haben die Bundesämter ASTRA und BAFU dazu bewogen, ein Forschungspaket zum Thema „Lärmarme Beläge innerorts“ zu starten. Dieses soll Kontinuität bei der Behandlung der Fragestellungen zu lärmarmen Belägen gewährleisten.

Ziel des Forschungspaketes „Lärmarme Beläge innerorts“ ist:

- den Einsatz lärmarmen Strassenbelägen zu fördern und einen weiteren Entwicklungsschub bei diesen Belägen zu bewirken;
- die Akzeptanz gegenüber lärmarmen Belägen zu fördern und mit den betroffenen Strasseneigentümern eine Win-Win-Situation zu erreichen.

Das zentrale Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit ist das Erstellen einer Bestandsaufnahme der als meist zielführend eingestuften weltweiter Erfahrungen mit innovativen lärmarmen Strassenoberflächen. Die Erfahrungen aus der Praxis mit solchen innovativen Strassenoberflächen, sollen hinsichtlich verschiedener Aspekte, wie akustische Wirkung, Kosten-Nutzen, Machbarkeit, Verkehrssicherheit, akustische Dauerhaftigkeit, Unterhalt und Kosten charakterisiert und bewertet werden. Hauptergebnis dieser Synthese ist eine quervergleichende Beurteilung der Technologien als Grundlage für die Bewertung der Attraktivität und des Potentials eines möglichen Einsatzes der einzelnen Innovationen in der Schweiz.

Das Hauptergebnis der Forschungsarbeit ist die quervergleichende Bewertung der Technologien nach den verschiedenen Aspekten wie die lärmreduzierende Wirkung, akustische Dauerhaftigkeit und des Kosten/Nutzen-Verhältnisses. Je nach gewünschtem Ziel, können einer Rangliste jeweils Vor- und Nachteile zu den einzelnen Technologien entnommen werden.

## 1.3 Organisation, Beteiligte

Das Forschungspaket „Lärmarme Beläge innerorts“ ist in drei Teilprojekte untergliedert ():

- TP1: Forschung und Innovation
- TP2: Test und Validierung
- TP3: Langzeitüberwachung

Die Phase 1 im Teilprojekt TP1 beinhaltet fünf Einzelprojekte:

- EP1: Rezepturen für lärmarme Beläge
- EP2: Labortechnische Bestimmung der Dauerhaftigkeit lärmarmen Beläge
- EP3: Betrieb und Unterhalt lärmarmen Beläge
- EP4: Labormethoden für die Bestimmung akustischer Eigenschaften lärmarmen Beläge
- EP5: Verbesserung der Genauigkeit akustischer Messmethoden

Die Phase 2 im Teilprojekt TP1 wurde später gestartet und beinhaltet drei Einzelprojekte:

- EP7: Innovative, lärmarme Beläge für den potentiellen Einsatz in der Schweiz
- EP8: Akustische Wirkung betrieblicher Reinigungsmassnahmen bei lärmarmen Belägen
- EP10: Sensitivität der akustischen Eigenschaften lärmarmen Beläge aufgrund der Variabilität bei der Herstellung

Der vorliegende Bericht beschreibt die Ergebnisse des „EP7: Innovative, lärmarme Beläge für den potenziellen Einsatz in der Schweiz“.

Die Einbettung des „EP7“ innerhalb des Forschungspaketes „Lärmarme Beläge innerorts“ und des Teilprojektes „TP1: Forschung und Innovation“ ist in Abb. 1 dargestellt.

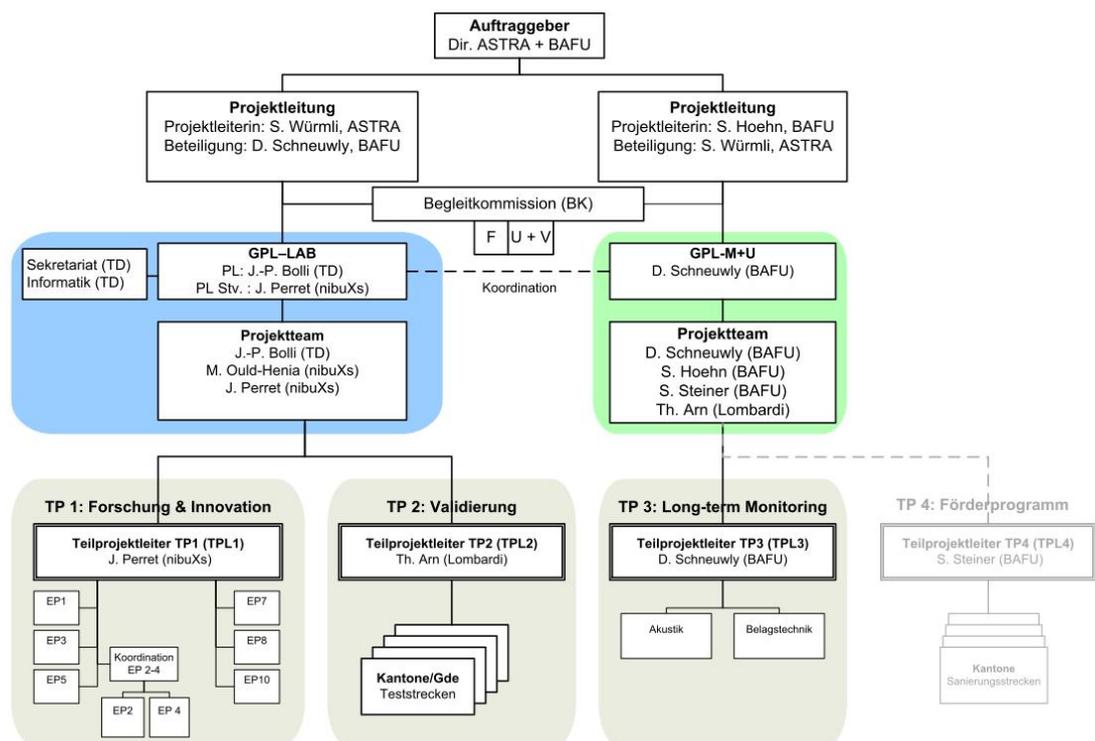
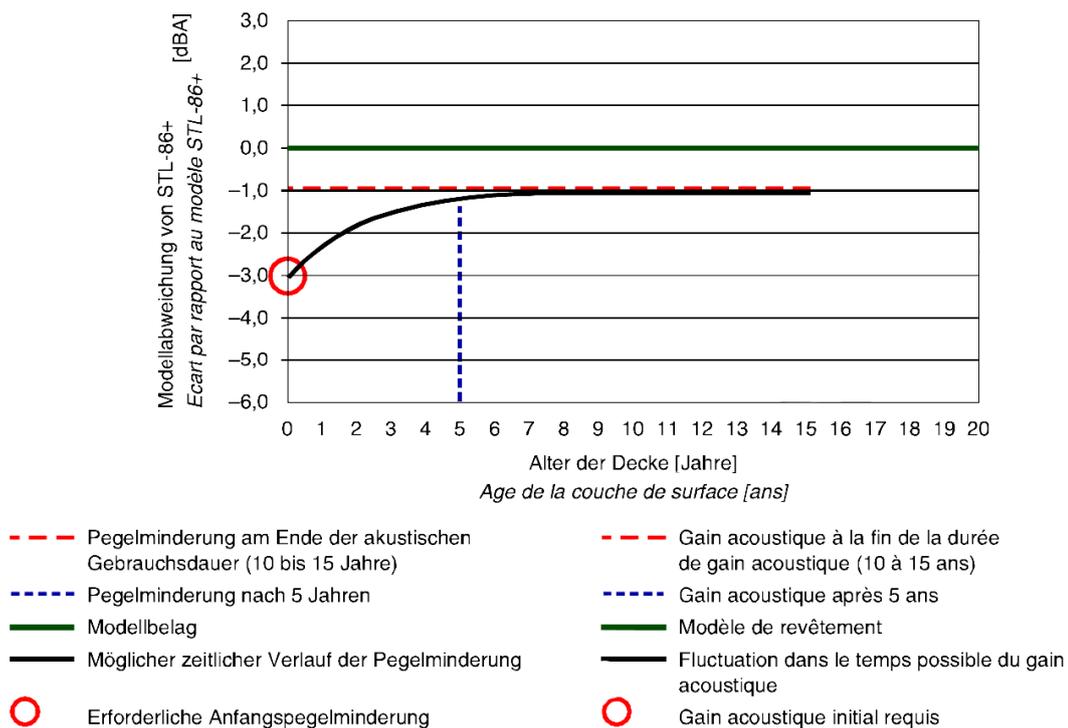


Abb. 1: Projektorganigramm

## 2 Innovative lärmarme Beläge

### 2.1 Definition

Die Definition eines lärmarmen Strassenbelages in der Schweiz bezieht sich auf eine minimal zu erreichende akustische Wirkung welche im Vergleich zu einem theoretischen Referenzbelag des schweizerischen Strassenlärmmodells StL-86+ [3] zu erreichen ist. Sofern ein Belag eine initiale Lärminderung von mindestens -3 dB(A) aufweist und über die Lebensdauer eine Lärminderung von mindestens -1 dB(A) aufweist. In Abb. 2 ist dieser Sachverhalt schematisch dargestellt.



**Abb. 2:** Schematische Darstellung der Definition lärmarmen Beläge (VSS/SR 640425)

In der vorliegenden Forschungsarbeit wird diese Definition jedoch weiter gefasst, da nicht nur die akustische Anfangs- bzw. Endwirkung, sondern ebenfalls die Lebensdauer, Kosten sowie das Kosten/Nutzen-Verhältnis im Vordergrund stehen. Entsprechend können auch Technologien als erfolgsversprechend definiert werden, bei welchen bei wenig Aufwand geringe akustische Wirkungen erzielt werden können.

Der Hauptfokus der vorliegenden Forschungsarbeit liegt auf denjenigen innovativen Technologien, welche auch im Innerortsbereich eingesetzt werden können. Leise Strassenoberflächen, welche ausschliesslich im Hochgeschwindigkeitsbereich (auf Autobahnen) zur Anwendung kommen, sollen einzig am Rande betrachtet werden.

### 2.2 Innovation im Allgemeinen

Innovation wird als Überbegriff von neuen Ideen, Verfahren, Entwicklungen und Erfindungen und für deren wirtschaftliche Umsetzung verwendet. Im engeren Sinne wird erst dann von Innovation gesprochen, wenn diese zumindest in einer Testphase in neuen Produkten oder Verfahren umgesetzt sind.

## 2.3 Innovation bei lärmarmen Belägen

Im Strassenbau sind Innovationen meist ausserhalb der etablierten Normen zu finden. Im vorliegenden Forschungsprojekt werden auch Innovationen betrachtet und beurteilt, welche bisher nur wenig zum Einsatz kamen, Bestandteil weiterer Forschungsanstrengungen sind aber auch teilweise noch keine Schlussfolgerungen getroffen werden konnten.

Die Innovation bei lärmarmen Belägen kann verschiedene Aspekte betreffen. Folgende Bereiche stehen im Vordergrund:

- **Verwendete Materialien:** spezielle Verwendung oder Kombination von Bindemitteln, Füllern, Granulatarten, Granulatzusammensetzungen, Zusätzen etc. sowie die Verwendung von Materialien, welche im konventionellen Strassenbau nicht verwendet werden.
- **Herstellung:** neue Verfahren zur Mischgutherstellung, -aufbereitung, -transport, industrielle Vorfabrikation etc.
- **Einbau:** Anwendung neuer oder weiterentwickelter Einbaupraktiken, -verfahren, Einsatz neuer Maschinen etc.
- **Nachbehandlungen.** z.B. Oberflächenschleifen, -fräsen, andere Massnahmen zur Verbesserung der akustischen Wirkung und Dauerhaftigkeit oder zur Verbesserung der Eigenschaften.

### 3 Stand der Forschung

Weltweit wurde in einer Vielzahl von Forschungsprojekten zu innovativen Strassenoberflächen zur Reduktion der Reifen-Fahrbahn-Geräusche durchgeführt. Neben nationalen Projekten, wie zum Beispiel WnT, PREDIT in Frankreich [4] Leiser Strassenverkehr 1/2/3 in Deutschland [5] CPSCP und QPPP in den USA, Thin Surfaces in Grossbritannien, HILJA in Finnland und Expanded Clay in Italien, wurden auch mehrere bilaterale Projekte, wie DEUFRAKO und DEUFRABASE (Deutschland & Frankreich), IPG (Dänemark & die Niederlanden), ERA (Dänemark & Belgien) sowie multinationale und europäische Projekte, wie CALM, SIRUUS, SILVIA, SILENCE, QCITY, HARMONOISE, IMAGINE und PERSUADE durchgeführt.

Im Rahmen solcher Forschungsprojekte haben einige Länder eine Vorreiterrolle bei der Entwicklung und Umsetzung innovativer Lösungen für leise Strassenoberflächen im Innerortsbereich übernommen. Es sind dies die Niederlanden, Schweiz, Japan, Frankreich, Schweden, Dänemark, Deutschland, Grossbritannien, Polen Österreich, die Vereinigten Staaten, Neuseeland und Australien. Auch andere Länder setzen inzwischen auf solche Technologien.

In den obengenannten Ländern wurden jedoch diverse, zum Teil grundlegend verschiedene Ansätze für die Entwicklung von innovativen leisen Strassenoberflächen verfolgt.

In der Literatur wurden bereits diverse Inventarisierungen durchgeführt [6], [7], [8], [9]. Diese beinhalten grösstenteils Auflistungen, welche die zu einer umfassenden Bewertung notwendigen Informationen nicht oder nur teilweise bereitstellen.



## 4 Vorgehen & Methodik

### 4.1 Generelle Vorgehensweise

In einem ersten Schritt werden die in der Literatur erfassten Bestandsaufnahmen der weltweit vorhandenen Technologien zusammengeführt, nach deren Vollständigkeit überprüft und mit den neuesten Entwicklungen ergänzt. Dabei wird auf ein breites Netzwerk von internationalen Experten zugegriffen.

Anschliessend werden diejenigen Länder identifiziert, welche aufgrund der Literaturstudie, in Bezug auf innovative Technologien eine Vorreiterrolle einnehmen. Nach Abklärungen mit dem internationalen Netzwerk werden in diesen Ländern Experten bezeichnet und für die Mitarbeit angefragt.

### 4.2 Bestandsaufnahme der Technologien

Vorbereitend zur Auswahl der Technologien und Experten wird aufgrund der Literaturstudie eine Bestandsaufnahme zusammengestellt, welche in Anhang I dargestellt ist. Es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit. Die Vorstudie basiert auf Auskünften der für die Interviews angefragten Experten, sowie auf Literaturrecherchen zum Stand der Technik, [4], [6], [7] [8], [10] [11], [12]. Die Bestandsaufnahme erlaubt einen Überblick der weltweit vorhanden innovativen Technologien mit Fokus auf die Reduktion von Reifen-Fahrbahn-Geräuschen.

### 4.3 Auswahl der Technologien und Experten

Neben den in Kapitel 3 genannten Ländern, die bezüglich innovativer Strassenoberflächen zur Lärmbekämpfung führend sind, setzen inzwischen auch weitere Staaten auf die Anwendung solcher Technologien. In der vorliegenden Forschungsarbeit wird Expertenwissen primär jedoch dort gesammelt, wo diese Technologien auch entwickelt wurden. Die Auswahl der Technologien für den Einbezug in die Forschungsarbeit werden zusammen mit den Experten vorgenommen (siehe Tab. 1). Berücksichtigt werden Technologien, welche durch das Forschungsteam interessant für die potentielle Anwendung in der Schweiz sowie durch den Experten als erfolgsversprechend eingestuft werden. Bereits in der Schweiz eingesetzte Technologien werden in der vorliegenden Forschungsarbeit explizit nicht untersucht.

**Tab. 1** Ausgewählte Technologien und Experten

Experte, Land	Technologie 1	Technologie 2	Technologie 3
Ulf Sandberg, SE	PERS SE	Epoxy Binder	
Hans Bendtsen, DK	PERS DK	SMA 6/8 + 6/11	
Willem-Jan van Vliet, NL	Ultrastil	Modieslab - Porous Beton	
Berry Bobbink, NL	SMA 8 G+	Thinlayer	Massn. zur Verlängerung der Lebensdauer
Jan Hoogwerf, NL	Diffraktoren		
Stefan Ehlert, D	PMA 5	SMA LA 8	LOA 5 D
Fabienne Anfosso-Lédée, Yves Brosseaud, F	VTAC 0/6		
Hitoshi Fujita, JP	PERS JP	Double layer porous asphalt	
Rob Rasmussen, USA	Longitudinal tining	Diamond grinding	

## 4.4 Erstellen der Erhebungsmatrix

In einem ersten Schritt werden die für eine Beurteilung notwendigen Informationen zusammengestellt und aufgelistet, sowie Testbeurteilungen durchgeführt.

In der zweiten Phase wird ein Raster erstellt, welches die Charakterisierung der innovativen Technologien hinsichtlich verschiedener Aspekte wie der akustischen Wirkung, Kosten-Nutzen, Machbarkeit, Verkehrssicherheit, akustische und technische Dauerhaftigkeit, Unterhalt und Kosten erlaubt. Dieses Charakterisierungsraster bildet das Erhebungsformular für die Durchführung der Experteninterviews.

## 4.5 Durchführen der Interviews

Um das Expertenwissen bestmöglichst abzuholen, werden Experteninterviews anhand der Erhebungsmatrix durchgeführt. Diese dient als Leitfaden zur Strukturierung und Steuerung des Interviews. Das Leitfadengesteuerte Interview hat im vorliegenden Forschungsprojekt gegenüber dem narrativen offenen Interview den Vorteil, dass sämtliche für die Zielerreichung relevanten Themen diskutiert werden und ein allfälliges Nachfragen durch den Interviewer möglich ist. Zudem lassen sich die mit der Erhebungsmatrix durchgeführten Interviews untereinander vergleichen.

## 4.6 Transkribieren und Vervollständigen

Die erhobenen Daten werden strukturiert und zur Beurteilung in einer Matrix zusammengestellt. Die Matrix wird so gegliedert, dass sowohl eine Bewertung und Beurteilung der Einzelaspekte als auch eine Gesamtbeurteilung der innovativen Technologie möglich ist. Die Interviewantworten werden nötigenfalls mit Daten aus der von den Experten abgegebenen Literatur ergänzt.

## 4.7 Normalisierung der akustischen Wirkung

Je nach Land werden zur Bestimmung der akustischen Wirkung von Strassenbelägen unterschiedliche Methoden, wie zum Beispiel CPX-Belagsgütemessungen (close proximity CPX) und statistical pass-by SPB, Emissionsmessungen und Immissionsmessungen eingesetzt. Obwohl einige dieser Methoden international normiert sind, werden oft auch nationale Adaptionen hinsichtlich der gemessenen Grössen, Korrekturen von Einflussfaktoren oder unterschiedliche Positionierung der Mikrofone angewendet. Die im vorliegenden Forschungsprojekt gesammelten Messgrössen sind deshalb unterschiedlicher Art und müssen mittels empirischen oder physikalischen Modellen in miteinander vergleichbare Werte umgerechnet werden.

Die ausgewiesene Wirkung von Strassenbelägen wird oft in Bezug zu nationalen Strassenlärmmodellen und/oder Referenzbelägen ausgegeben. Um Vergleiche zwischen den Daten der verschiedenen Länder zu ermöglichen, müssen die auf nationale Referenzen basierenden Wirkungen auf eine einheitliche Referenz bezogen werden. Da diesbezüglich in der Regel keine Umrechnungsmodelle existieren, wird die Umrechnung jeweils über den nationalen akustischen Kennwert für SMA 11 Beläge vorgenommen. Dieser Belag wird in Europa, aber auch in anderen Weltregionen, oft als Standard-Strassenbelag eingesetzt und weist dementsprechend einen hohen internationalen Verbreitungsgrad auf.

In Abb. 3 sind die unterschiedlichen nationalen Referenzen einander gegenübergestellt. Ebenfalls eingezeichnet ist der akustische Wert für den SMA 11 Belag im jeweiligen nationalen Modell.

## Wert SMA 11 (2-5 Jahre nach Einbau)

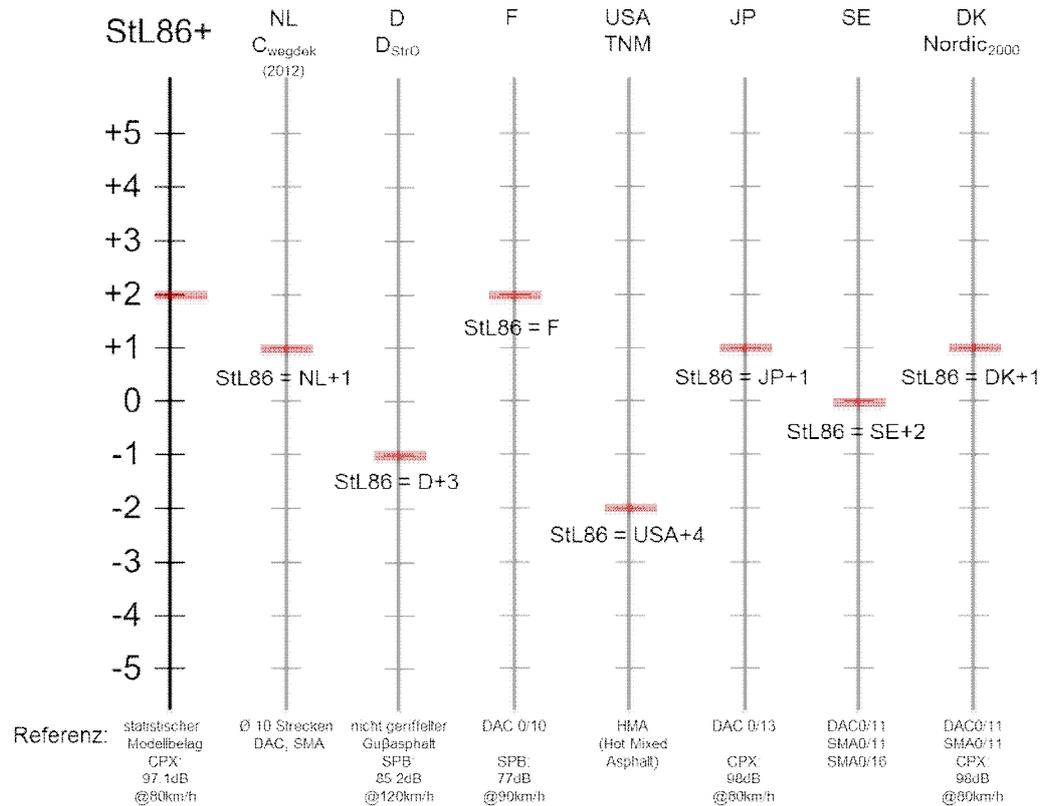


Abb. 3: SMA 11 und Umrechnung zu StL86+

Abb. 3 zeigt, dass sich die nationalen Referenzwerte stark unterscheiden. Entsprechend ist für die Beurteilung der akustischen Wirkung eine Umrechnung der durch die einzelnen Länder ausgewiesenen Lärminderungen zwingend notwendig.

## 4.8 Übersetzung nationaler Bezeichnungen

Für viele innovative Technologien werden in den einzelnen Ländern meist sehr unterschiedliche Bezeichnungen und Produktnamen verwendet. Um Technologien mit ähnlichen Eigenschaften und Spezifikationen einordnen und miteinander vergleichen zu können, wird im vorliegenden Forschungsprojekt wenn möglich ein Bezug zu in der Schweiz existierenden ähnlichen Technologie hergestellt.

## 4.9 Beurteilungsmatrix

Um die Performance der innovativen Technologien untereinander vergleichen zu können, wird für die einzelnen Aspekte, wie akustische Wirkung, Kosten-Nutzen, Machbarkeit, Verkehrssicherheit, akustische Dauerhaftigkeit, Unterhalt und Kosten eine Bewertung vorgenommen. Die einzelnen Beurteilungskriterien sowie das Beurteilungsverfahren werden in Tab. 2 beschrieben und anschliessend erläutert. Ergebnis ist eine Gesamtnote pro Kriterium auf einer Skala von 0% für *mangelhaft* und 100% für *hervorragend*.

**Tab. 2 Beurteilungsmatrix mit Skala und Referenz pro Kriterium**

Kriterien	Skala	Referenz	Bemerkung
Herstellungskosten	0% = 2 x konv. Belag; 100% = 1 x konv. Belag	konventioneller Belag (landesspezifisch, (Asphaltbelag wird mit konv. Asphaltbelag und Betonbelag mit konv. Betonbelag verglichen).	<b>absolute Kosten</b> , ohne Abfräsen inkl. Binderschichtersatz falls notwendig
Akustische Wirkung	0% = +2 dB; 100% = -8 dB	Reduktion in dB gegenüber StL-86+	Umrechnung der länderspezifischen Werte aufgrund Abb. 3
Kosten/Nutzen	0% = 10 CHF m <sup>2</sup> /dB; 100% = 0 CHF m <sup>2</sup> /dB	Zusatzkosten CHF/ Wirkung in dB	<b>Zusatzkosten</b> = Subtraktion der Herstellungskosten der Technologie mit den Herstellungskosten des konventionellen landesspezifischen Belags (Asphaltbelag wird mit konv. Asphaltbelag und Betonbelag mit konv. Betonbelag verglichen) <b>Nutzen</b> = Reduktion gegenüber StL- 86+ in dB
Akustische Dauerhaftigkeit	0% = 2 Jahre; 100% = 15 Jahre	StL-86+	akustische Lebensdauer (bis Wirkung zu StL-86+ verloren geht) z.T. Schätzung durch Experte oder G+P
Verkehrssicherheit	Punkte -1 bis +1 (0.5*Griffigkeit + 0.5* Sicht)	konventioneller Belag (SMA, AC)	Beurteilung der <b>Griffigkeit</b> der Fahrbahnoberfläche und der <b>Sichtverhältnisse</b> (Sprühhahnen) bei nasser Fahrbahn. -1 = schlechter; 0 = gleich, 1 = besser
Machbarkeit	Punkte +1 bis 0 (0.166*Spez. Materialien + 0.166*Spez. Aufbereitungsanlage + 0.166*Spez. Einbauequipment + 0.166*Spez. Witterungsbedingungen + 0.166*Spez. Einbauzeit + 0.166*Spez. Knowhow)	konventioneller Belag (SMA, AC)	Beurteilung bezüglich folgender <b>spezieller Anforderungen</b> zur Herstellung/Einbau der Technologie: Aufbereitungsanlage, Einbauequipment, Witterungsbedingungen, Einbauzeit (Verkehrsbehinderung), Knowhow 1 = ja, 0 = nein
Unterhaltskosten	Punkte +1 bis 0 (0.33*Winterunterhalt + 0.33* Flick/Leitung + 0.33*Reinigung )	konventioneller Belag (SMA, AC)	<b>Beurteilung des Zusatzaufwandes</b> folgender Punkte: Winterunterhalt, Flick/Leitung und der Reinigung. 1 = signifikanter Zusatzaufwand, 0 = kein Zusatzaufwand

#### 4.9.1 Herstellungskosten

Kostengrundlage bilden die Aussagen oder Schätzungen der Experten oder, falls diese nicht abgegeben werden konnten, Angaben aus der Literatur. Die Kostenangaben basieren auf den landesspezifischen absoluten Kosten pro Quadratmeter. Falls ein Ersatz der Binderschicht notwendig ist, sind diese Kosten mitberücksichtigt. Die Kosten für das Abfräsen der vorherigen Deckschicht sind nicht enthalten. Auf den Faktenblättern sind die Kosten umgerechnet in CHF und pro m<sup>2</sup> angegeben (basierend auf dem Umrechnungskurs von Ende September 2015). Die Beurteilung erfolgt in Bezug auf das Verhältnis zwischen den Kosten der jeweiligen Technologie zu den Kosten des landesspezifischen konventionellen Belags. Ist die Technologie gleich teuer wie der konventionelle Belag, beträgt die

Bewertung 100% (hervorragend), wo hingegen 0% (mangelhaft) bedeutet, dass der innovative Belag mindestens doppelt so teuer ist, wie der konventionelle Belag. Die Kosten basieren, falls verfügbar, auf Bedingungen innerorts (Kosten auf Autobahnen können abweichen). Nicht berücksichtigt werden Kosteneinsparungen aufgrund grossflächiger Einbauten oder kleiner Distanzen zwischen Baustelle und Mischgutanlage.

#### 4.9.2 Akustische Wirkung

Die Experten wurden zur akustischen Anfangswirkung der beurteilten Technologie (mit Bezug auf die landesspezifische Referenz) befragt. Ebenfalls mussten sie Angaben machen zur nationalen Referenz sowie zum akustischen Wert eines SMA 11 innerhalb des nationalen Referenzsystems. Dies erlaubte die nachträgliche Umrechnung der akustischen Wirkung in Bezug auf das schweizerische Strassenlärmemissionsmodell StL-86+ (vgl. Kapitel 4.7). Somit sind alle ausgewiesenen Werte direkt miteinander vergleichbar.

Einer der häufigst eingebauten Asphaltbeläge in der Schweiz ist der SMA 11 Belag mit einem Belagsgütwert von im Mittel ungefähr +2 dB zum Emissionsmodell StL-86+. Dieser Wert dient somit auch als Grundlage für die Bewertung der akustischen Wirkung der innovativen Technologien. Erreicht eine Technologie den akustischen Wert eines SMA 11 Belages (+2 dB), wird die Wirkung mit 0% (mangelhaft) bewertet. Eine Technologie mit einer akustischen Wirkung von -8 dB zum Emissionsmodell wird als hervorragend (=100%) bewertet. Somit erhält eine Technologie, die den Lärm gegenüber SMA 11 um 2 dB reduzieren kann, eine Bewertung von 20%.

Bei den Betonfahrbahnoberflächen wurde für die Bewertung der akustischen Wirkung der Vergleich zu einem konventionellen Beton (StL-86+ +4, siehe Leitfaden Strassenlärm Anhang 1b [13] hergestellt. Bei der Verwendung von Epoxy (Erläuterung siehe Kapitel 5.4) und Anwendung von Measures to prolong lifetime (Erläuterung siehe Kapitel 5.7) basiert die akustische Wirkung auf deren Anwendung bzw. Verwendung auf Dünnschichtbelägen (Thinlayer).

#### 4.9.3 Kosten/Nutzen-Verhältnis

Für die Kosten/Nutzen-Beurteilung relevant sind die Zusatzkosten, welche sich durch die Subtraktion der Herstellungskosten der innovativen Technologie mit den Herstellungskosten des konventionellen Belags ergeben. Asphaltbeläge werden mit konventionellem Asphaltbelägen und Betonfahrbahnoberflächen mit konventionellen Betonfahrbahnoberflächen verglichen. Der Nutzen bezieht sich auf die im Faktenblatt angegebene lärmreduzierende Wirkung gegenüber dem schweizerischen Emissionsmodell StL-86+.

Entsprechen die Zusatzkosten geteilt durch die Wirkung gegenüber StL-86+ 10 CHF pro m<sup>2</sup> und dB, wird die Technologie in Bezug auf das Kosten/Nutzen-Verhältnis als mangelhaft beurteilt (=0%). Ergibt Zusatzkosten durch Nutzen 0 CH pro m<sup>2</sup> und dB entspricht dies einem hervorragenden Kosten/Nutzenverhältnis und wird mit 100% beurteilt.

#### 4.9.4 Akustische Dauerhaftigkeit

Grundlage für die akustische Dauerhaftigkeit bilden Angaben aus den Expertengesprächen. Falls diese den Experten nicht oder noch nicht bekannt ist, basiert die angegebene Dauer auf Schätzungen der Experten oder durch G+P. Beurteilt wird die Anzahl Jahre bis die lärmreduzierende Wirkung gegenüber StL-86+ verloren geht. Entspricht die Lärmreduktion zwei Jahre nach Belagseinbau bereits StL-86+, wird die Technologie in Bezug auf die akustische Dauerhaftigkeit als mangelhaft bewertet (=0%). Besteht hingegen auch nach 15 Jahren eine Wirkung ist die akustische Dauerhaftigkeit der Technologie hervorragend (=100%).

Bei der Verwendung von Epoxy (Erläuterung siehe Kapitel 5.4) und Anwendung von Measures to prolong lifetime (Erläuterung siehe Kapitel 5.7) basieren die Schätzungen der akustischen Lebensdauer auf der Anwendung bzw. Verwendung auf Dünnschichtbelägen (Thinlayer).

#### 4.9.5 Verkehrssicherheit

Die Performance der innovativen Technologie bezüglich Verkehrssicherheit wird anhand zweier ausschlaggebenden Kriterien ermittelt. Es sind dies einerseits die Griffbarkeit und die Sicht bei nasser Fahrbahn (beeinflusst durch die Bildung von Sprühfahnen auf der Fahrbahnoberfläche). Die Referenz bildet der konventionelle SMA oder AC Belag. Griffbarkeit und Sicht werden separat bewertet. Sind Griffbarkeit und Sicht besser als bei dem konventionellen Belag wird für beide Kriterien je ein halber Punkt vergeben (1 = 100%, hervorragend). Weist die Technologie in Bezug auf Griffbarkeit und Sicht schlechtere Eigenschaften als der konventionelle Belag auf, ergibt dies eine Punktzahl von -1 (0%, mangelhaft). Bei geringeren Abweichungen zum konventionellen Belag ist auch die Vergabe von halben Punkten möglich.

#### 4.9.6 Machbarkeit

Die Machbarkeit wird anhand folgender spezieller Anforderungen ermittelt. Die Referenz bildet der konventionelle SMA oder AC Belag.

- sind zur Mischgutherstellung spezielle Materialien notwendig?
- Ist eine spezielle Aufbereitungsanlage notwendig?
- Wird beim Einbau spezielles Einbauequipment benötigt?
- Muss beim Einbau auf spezielle Witterungsbedingungen geachtet werden?
- Ist die Einbauzeit länger als bei einem konventionellen Belag?
- Ist bei der Herstellung/Einbau spezielles Knowhow notwendig?

Die oben aufgelisteten sechs Fragen werden mit Ja oder Nein beantwortet, wobei gilt: ja = 1 Punkt, Nein = 0 Punkte. Die Endpunktzahl ergibt sich aus der gleichmässig gewichteten Addition der sechs Kriterien ( $0.166 \cdot \text{Spez. Materialien} + 0.166 \cdot \text{Spez. Aufbereitungsanlage} + 0.166 \cdot \text{Spez. Einbauequipment} + 0.166 \cdot \text{Spez. Witterungsbedingungen} + 0.166 \cdot \text{Spez. Einbauzeit} + 0.166 \cdot \text{Spez. Knowhow}$ ). Erfordert die innovative Technologie keine speziellen Anforderungen, resultiert die Beurteilung 100% (hervorragend). Umgekehrt werden Technologien, welche für alle sechs Teilaspekte spezielle Anforderungen voraussetzen mit 0% (mangelhaft) bewertet.

#### 4.9.7 Unterhaltskosten

Die Unterhaltskosten werden anhand des Zusatzaufwandes für den Winterunterhalt, Flick/Leitung und Reinigung ermittelt. Die Referenz bildet der konventionelle SMA oder AC Belag. Die drei Kriterien werden mit Punkten versehen wobei gilt: 1 Punkt = signifikanter Zusatzaufwand und 0 Punkte = kein Zusatzaufwand. Die Endpunktzahl ergibt sich aus der gleichmässig gewichteten Addition der drei Kriterien ( $0.33 \cdot \text{Winterunterhalt} + 0.33 \cdot \text{Flick/Leitung} + 0.33 \cdot \text{Reinigung}$ ). Verursacht die innovative Technologie keine zusätzlichen Unterhaltskosten, resultiert die Beurteilung 100% (hervorragend). Umgekehrt werden Technologien, welche in allen drei Teilaspekten Zusatzkosten mit sich bringen mit 0% (mangelhaft) bewertet.

## 5 Resultate – Faktenblätter der Technologien

### 5.1 Diamond grinding (USA)

#### Diamond grinding

##### Interview USA

Experte:	Rob Rasmussen
Institution:	The Transtec Group
Datum:	15.04.2015
Ort:	WebCall Bern - Austin, Texas



##### Strassentyp

Einsatzbereich:	höhere Geschwindigkeiten
Signalisation:	Diamond grinding wird prinzipiell für die Wiederherstellung der Fahrqualität verwendet. Somit wird Diamond grinding häufiger auf Strassen mit höheren Geschwindigkeiten angewendet.
Verbreitungsgrad:	Ca. 5% der neuen Betonoberflächen. Viele km ältere Betonbeläge. Ziel: in den nächsten 10-15 Jahren 30-50% der State Highways mit Betonoberflächen.

##### Hintergrund

Ziel der Anwendung von Diamond grinding ist die Verbesserung der Fahrbahnqualität bzw. der Ebenheit und Oberflächentextur. Im Vordergrund steht dabei die Erhöhung der Sicherheit (bessere Griffigkeit durch eine erhöhte Makrotextur) sowie die Reduktion des Reifen-Fahrbahn-Geräusches. Bisher wurde die Methode auf ca. 5% der Betonfahrbahnoberflächen und hauptsächlich auf Strassen mit hohen Fahrgeschwindigkeiten angewendet. Diamond grinding kann auf neuen und alten Fahrbahnoberflächen sowie auch auf allen Belagstypen (Beton und Asphalt) angewendet werden.

##### Spezifikationen

Ausfräsen einer dünnen Schicht mit der Verwendung von nahe beieinander liegenden Diamantsägeblättern. Es entstehen regelmässige Rillen (Negativtexturen) in Längsrichtung. Die materialtechnische Beschaffenheit der Sägeblätter ist entsprechend der Härte des zu Fräsenden Gesteinsaggregats anzupassen. Diamond grinding ist nicht zu verwechseln mit Abfräsen eines Belages.

Korngrösse:	nicht zutreffend
Hohlraumgehalt	nicht zutreffend
Schichtdicke:	nicht zutreffend

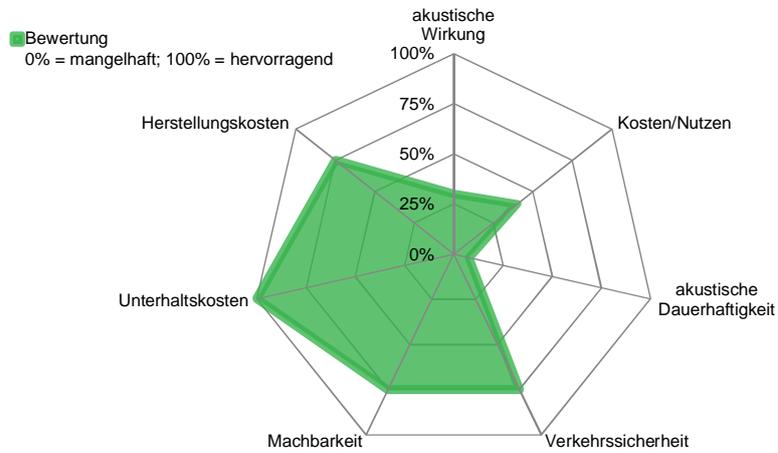
##### Darstellung



##### Kurzbeschreibung

Herstellung	Anwendung durch 5-6 grosse Firmen. 10x mehr Firmen wenden diese Technik in kleinerem Rahmen an. Das Equipment ist sehr speziell und daher nicht kosteneffektiv für die Auftragnehmer. Es werden oft Sub-Aufträge an die Spezialisten vergeben.
Einbau	Texturieren mit Diamond grinding wird auf ausgehärtetem Beton angewendet und ist daher ein separater Prozess. Abhängig von vielen Faktoren ist die Produktionsrate zwischen 1000 und 2000 m <sup>2</sup> pro Stunde. Diese Textur-Methode kann auf allen Belagsoberflächen angewendet werden (Beton oder Asphalt). Equipment für Diamond grinding ist hoch spezialisiert. Es wird entweder als "home made" der Subunternehmer hergestellt oder wird von einer der wenigen Firmen die es kommerziell herstellen (Diamond Products) erworben (mit Sitz in Elyria, Ohio, USA) Weil der Diamond grinding Prozess Wasser benötigt, muss die Temperatur über dem Gefrierpunkt liegen (Ausnahmen abhängig von der Oberflächen- und Wassertemperatur). Aufgrund der fixen Kosten für das Equipment, wird diese Technik am häufigsten für Projekte von > 10'000 m <sup>2</sup> verwendet.
Unterhalt	Keine speziellen Unterhaltsarbeiten notwendig.

**Bewertung**



**Details Bewertung**

Herstellungskosten: 0.1 bis 0.25 CHF/m2

akustische Wirkung (StL-86+) +1 dB (TNM: -3 dB)

Kosten/Nutzen: 6 CHF/dB

akustische Dauerhaftigkeit: 3 Jahre

Verkehrssicherheit: Griffbarkeit: besser als konv. Belag  
 Sicht: gleich wie konv. Belag

Machbarkeit: Spez. Einbauequipment, Spez. Knowhow

Unterhaltskosten: keine speziellen Unterhaltsarbeiten

Skala  
 0% = 2 x konv. Belag; 100% = 1 x konv. Belag

0% = 2 dB; 100% = -8 dB

0% = 10 CHF m2/dB; 100% = 0 CHF m2/dB Zusatzkosten CHF/dB

0% = 2 Jahre; 100% = 15 Jahre

Punkte -1 bis +1 (0.5\*Griffbarkeit + 0.5\*Sicht)

Punkte +1 bis 0 (0.166\*Spez. Materialien + 0.166\*Spez. Aufbereitungsanlage + 0.166\*Spez. Einbauequipment + 0.166\*Spez. Witterungsbedingungen + 0.166\*Spez. Einbauzeit + 0.166\*Spez. Knowhow)

Punkte +1 bis 0 (0.33\*Winterunterhalt + 0.33\*Flick/Leitung + 0.33\*Reinigung)

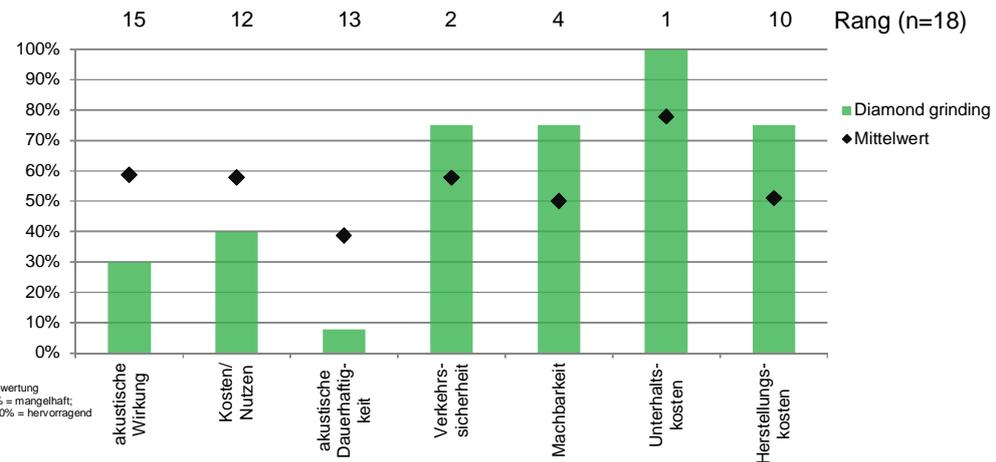
Referenz  
 konventioneller Belag (landesspezifisch, Asphalt vergl. mit konv. Asphalt und Beton mit konv. Beton)  
 Reduktion gegenüber StL-86+

geschätzte akustische Lebensdauer (bis Wirkung zu StL-86+ verloren geht) z.T. Abschätzung G+P

konventioneller Belag (SMA, AC)

konventioneller Belag (SMA, AC)

konventioneller Belag (SMA, AC)



**Vergleichbare existierende Technologie in der Schweiz**

Andere Länder setzen Diamond grinding ein. Dies sind Beläge in Australien und in Europa (Belgien und Deutschland).

## 5.2 Diffraktoren (Niederlande)

### Diffraktoren

#### Interview Niederlande

Experte: Jan Hoogherff  
Institution: M+P, MBBM Group  
Datum: 29.04.2015  
Ort: Vught



#### Strasstyp

Einsatzbereich: innerorts und ausserorts  
Signalisation: alle Geschwindigkeitsbereiche

Verbreitungsgrad: 2 Teststrecken: Hummelo ausserorts 80 km/h und Soesterberg innerorts 50 km/h

#### Hintergrund

Eine bisher unbekannt Methode zur Lärmreduktion stellen die Diffraktoren dar. Diffraktoren sind Betonemelemente mit Hohlräumen, welche neben der Fahrbahn angebracht werden und den Schall nach oben ablenken sollen. Diffraktoren werden am besten in Kombination mit einem lärmarmen Belag eingesetzt. Eine Kombination mit Lärmschutzwänden ist nicht möglich.

#### Spezifikationen

Die Diffraktoren lenken die Reifen-Fahrbahn-Geräusche in senkrechter Richtung ab und kreieren so dahinter eine Zone mit verminderter Lärmbelastung.

Für die Wahl des optimalen Diffraktorentyps müssen die spektralen Eigenschaften des Belags bekannt sein. Die tiefe der Hohlräume der Diffraktoren variiert.

Korngrösse: nicht zutreffend  
Hohlraumgehalt: nicht zutreffend  
Schichtdicke: nicht zutreffend

#### Darstellung



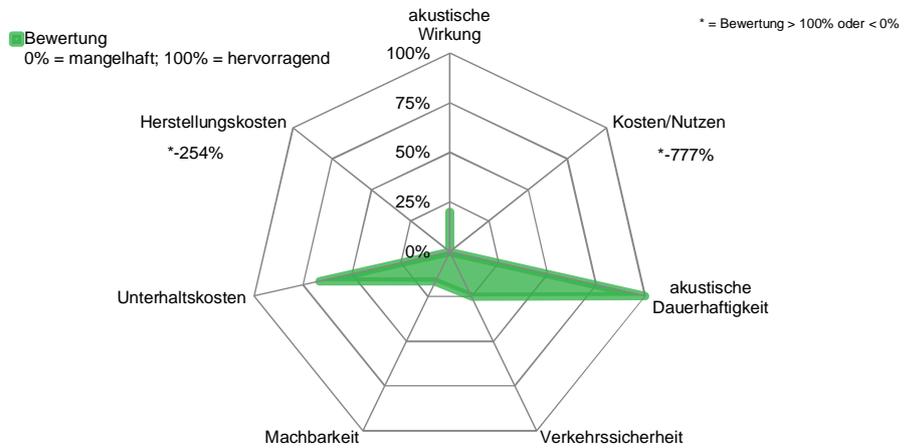
#### Kurzbeschreibung

Herstellung Einbau durch eine Firma möglich: 4 silence.

Einbau Einbauzeit nicht vergleichbar. Einbau auf gefräster Unterschicht möglich, neben der Fahrbahn. Keine speziellen Anforderungen zu Einbaubedingungen bez. Wetter/Temperatur. Diffraktoren brauchen viel Platz neben der Fahrbahn. Verwendung in Kombination mit lärmarmen Belägen. Spektrale Eigenschaften des Belags müssen bekannt sein zur Bestimmung des Diffraktorentyps.

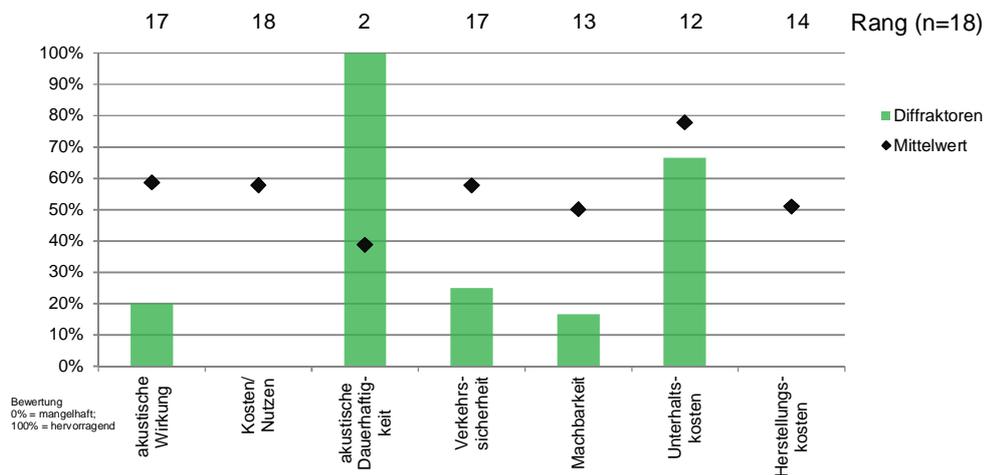
Unterhalt nach dem Winter müssen die Diffraktoren gereinigt werden. Unterhalt kostet ca. 5 Euro/m<sup>2</sup>.

**Bewertung**



**Details Bewertung**

Kriterium	Werte	Skala	Referenz
Herstellungskosten:	165-220 CHF/m <sup>2</sup>	0% = 2 x konv. Belag; 100% = 1 x konv. Belag	konventioneller Belag (landesspezifisch, Asphalt vergl. mit konv. Asphalt und Beton mit konv. Beton)
akustische Wirkung (StL-86+)	-2 dB (Zusätzlich zu LAB) Mittel der Wirkung zwischen den einzelnen	0% = 2 dB; 100% = -8 dB	Reduktion gegenüber StL-86+
Kosten/Nutzen:	87.7 CHF/dB	0% = 10 CHF m <sup>2</sup> /dB; 100% = 0 CHF m <sup>2</sup> /dB Zusatzkosten CHF/dB	
akustische Dauerhaftigkeit:	15 Jahre	0% = 2 Jahre; 100% = 15 Jahre	geschätzte akustische Lebensdauer (bis Wirkung zu StL-86+ verloren geht) z.T. Abschätzung G+P
Verkehrssicherheit:	Griffigkeit: schlechter als konv. Belag Sicht: gleich wie konv. Belag	Punkte -1 bis +1 (0.5*Griffigkeit + 0.5*Sicht)	konventioneller Belag (SMA, AC)
Machbarkeit:	Spez. Materialien, Spez. Aufbereitungsanlage, Spez. Einbauequipment, Spez. Einbauzeit, Spez. Knowhow	Punkte +1 bis 0 (0.166*Spez. Materialien + 0.166*Spez. Aufbereitungsanlage + 0.166*Spez. Einbauequipment + 0.166*Spez. Witterungsbedingungen + 0.166*Spez. Einbauzeit + 0.166*Spez. Knowhow)	konventioneller Belag (SMA, AC)
Unterhaltskosten:	Reinigungsarbeiten notwendig	Punkte +1 bis 0 (0.33*Winterunterhalt + 0.33*Flick/Leitung + 0.33*Reinigung)	konventioneller Belag (SMA, AC)



**Vergleichbare existierende Technologie in der Schweiz**

keine Vergleichbare Technologie

## 5.3 DLPA / 2 soushiki PA (Japan)

### Double Layer porous asphalt (2 soushiki PA)



#### Interview Japan

Experte: Hitoshi Fujita  
Institution: The Nippon Road Co., Ltd.  
Datum: 10.02.2015  
Ort: Tokyo

#### Strassentyp

Einsatzbereich: städtisch, hohe Schwerverkehrsanteile  
Signalisation: Double layer porous asphalt werden auf Strassen mit hoher Verkehrslast wie Tokyo oder Nagoya eingebaut. 40-60 km/h. Auf Autobahnen wird DLPA vor allem aus Sicherheitsgründen eingebaut (bessere Sicht).  
Verbreitungsgrad: grossflächiger Einbau

#### Hintergrund

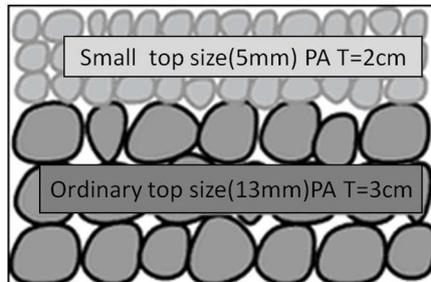
Die japanische Version des Double Layer porous asphalt (2 soushiki PA) kommt seit einigen Jahren flächendeckend im Raum Tokyo zum Einsatz und wurde entwickelt um eine grössere Lärmreduktion im Vergleich zu den einschichtigen PA Belägen zu erzielen. Die 2 soushiki PA werden auf städtischen Hochleistungsstrassen eingebaut.

#### Spezifikationen

Der 2 soushiki PA besteht aus einer 20 mm dicken Oberschicht mit Grösstkorn 5 mm auf einer Unterschicht (Schichtdicke 30 mm) mit Grösstkorn 13 mm. Beim Einbau wird ein spezieller Fertiger verwendet, mit welchem beide Schichten simultan eingebaut werden.

Korngrösse: 5 mm / 13 mm  
Hohlraumgehalt: 20%  
Schichtdicke: 20 mm + 30 mm

#### Darstellung



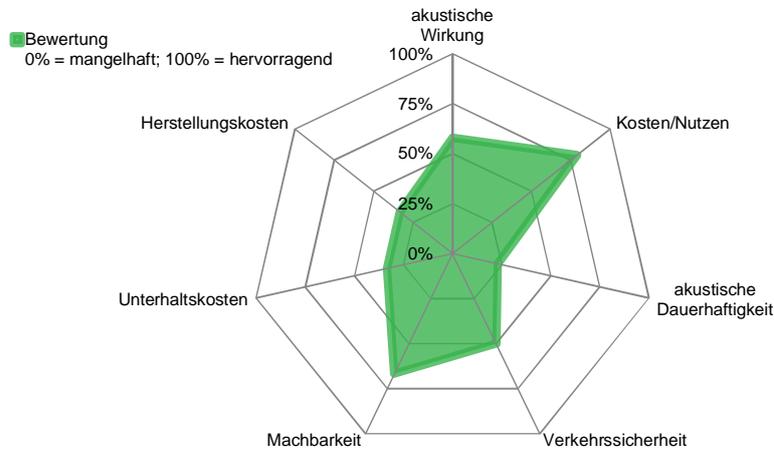
#### Kurzbeschreibung

Herstellung Der Einbau ist durch 7-8 Firmen möglich. Bsp.: Nippon Road, Nippo cooperation, Oobayashi Road, Toa Road etc.

Einbau Es ist keine längere Einbauzeit notwendig. Einbau auf gefräster Unterschicht möglich. Ein spezieller Fertiger ist notwendig. Mit dem MAP (multi-asphalt paver) können beide Schichten gleichzeitig eingebaut werden. Durch eine simultane Verdichtung wird zwischen den beiden Schichten ein hoher Verbindungsgrad erzielt. Durch dieses Verfahren können die notwendigen physikalischen Eigenschaften auch bei geringen Schichtdicken erreicht werden.  
Keine speziellen Anforderungen zu Einbaubedingungen bez. Wetter/Temperatur. keine Angaben

Unterhalt Schwerwiegende Schäden durch Schneepflüge oder Schneeketten von Lastwagen. Der Einbau in kalten Regionen ist rückgängig. Die Reinigung ist in Bezug auf die Lärmreduktion nicht effektiv.

**Bewertung**



**Details Bewertung**

Herstellungskosten: 20 CHF/m<sup>2</sup>

akustische Wirkung (StL-86+) -3.8 dB (87 dB CPX 50 km/h)

Kosten/Nutzen: 2.11 CHF/dB

akustische Dauerhaftigkeit: 5 Jahre

Verkehrssicherheit: Griffigkeit: schlechter als konv. Belag

Sicht: besser als konv. Belag  
 Spez. Einbauequipment, Spez. Knowhow

Unterhaltskosten: Winterunterhalt, Flick/Leitung

Skala  
 0% = 2 x konv. Belag; 100% = 1 x konv. Belag

0% = 2 dB; 100% = -8 dB

0% = 10 CHF m<sup>2</sup>/dB; 100% = 0 CHF m<sup>2</sup>/dB Zusatzkosten CHF/dB

0% = 2 Jahre; 100% = 15 Jahre

Punkte -1 bis +1 (0.5\*Griffigkeit + 0.5\*Sicht)

Punkte +1 bis 0 (0.166\*Spez. Materialien + 0.166\*Spez. Aufbereitungsanlage + 0.166\*Spez. Einbauequipment + 0.166\*Spez. Witterungsbedingungen + 0.166\*Spez. Einbauzeit + 0.166\*Spez. Knowhow)

Punkte +1 bis 0 (0.33\*Winterunterhalt + 0.33\* Flick/Leitung + 0.33\*Reinigung )

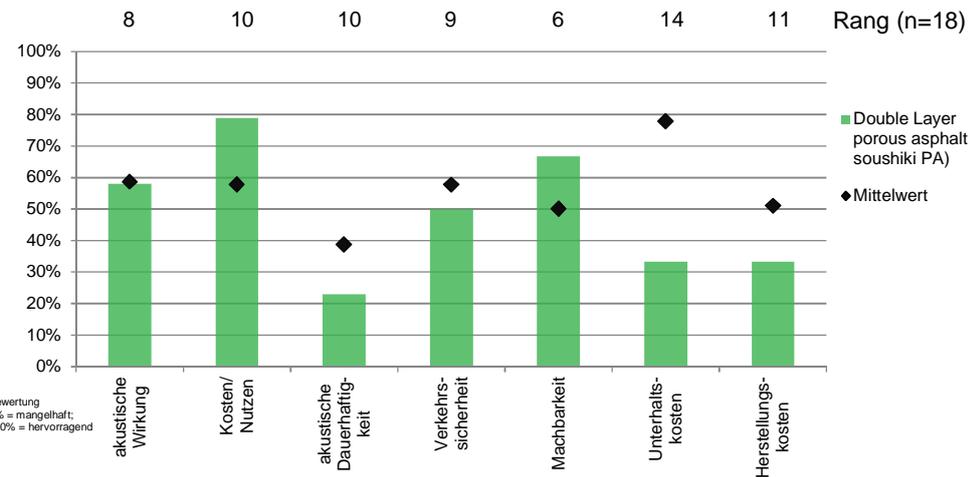
Referenz  
 konventioneller Belag (landesspezifisch, Asphalt vergl. mit konv. Asphalt und Beton mit konv. Beton)  
 Reduktion gegenüber StL-86+

geschätzte akustische Lebensdauer (bis Wirkung zu StL-86+ verloren geht) z.T. Abschätzung G+P

konventioneller Belag (SMA, AC)

konventioneller Belag (SMA, AC)

konventioneller Belag (SMA, AC)



**Vergleichbare existierende Technologie in der Schweiz**  
 ähnlich dem Europäischen Twinlayer

## 5.4 Epoxy (Schweden)

### Epoxy

#### Interview Schweden

Experte:	Ulf Sandberg
Institution:	Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI)
Datum:	29.04.2015
Ort:	Utrecht



#### Strassentyp

Einsatzbereich:	Strassenabschnitten mit Stop and Go, hohe mechanische Beanspruchung.
Signalisation:	Städtisch und Autobahnen

Verbreitungsgrad: Wird seit langer Zeit in zahlreichen Ländern auf Brücken verwendet. Heute zahlreiche Anwendungen auf Innerortsstrassen und Autobahnen.

#### Hintergrund

Ziel der Verwendung von epoxy als Bindemittel oder als Bindemittelzusatz, ist die Reduktion von Kornausbrüchen und mechanischen Schäden in lärmoptimierten Deckschichten zu vermindern und damit eine längere Lebensdauer zu erreichen. Ebenfalls sind durch die erhöhte Bindekraft bautechnisch höhere Hohlraumgehalte möglich. Epoxy Bindemittel sind ebenfalls weniger anfällig auf Oxidation. Aufgrund ihrer helleren Farbe und des grösseren Albedo empfiehlt sich die Anwendung in Städten mit hohen Temperaturen (Heat Island Effekt). In vielen Ländern kommen Epoxybindemittel bei höheren mechanischen Belastungen (wie z.B. Kreuzungen, Bushaltestellen) sowie auf Brücken und Parkplätzen zum Einsatz.

#### Spezifikationen

Das Bindemittel besteht aus zwei Komponenten, welche gemischt zu einem harten, duroplastischen Elastomer (formfestes aber elastisch verformbarer Kunststoff) reagieren. Das Bindemittel charakterisiert sich durch: kein fliesen oder verformen bei hohen Temperaturen oder unter schweren Lasten, hohe Biegefestigkeit und hohe Lösemittelbeständigkeit.

Korngrösse:	nicht zutreffend
Hohlraumgehalt	Vorschlag Verwendung: städtisch: 22-25% Autobahn: 25-30%
Schichtdicke:	nicht zutreffend

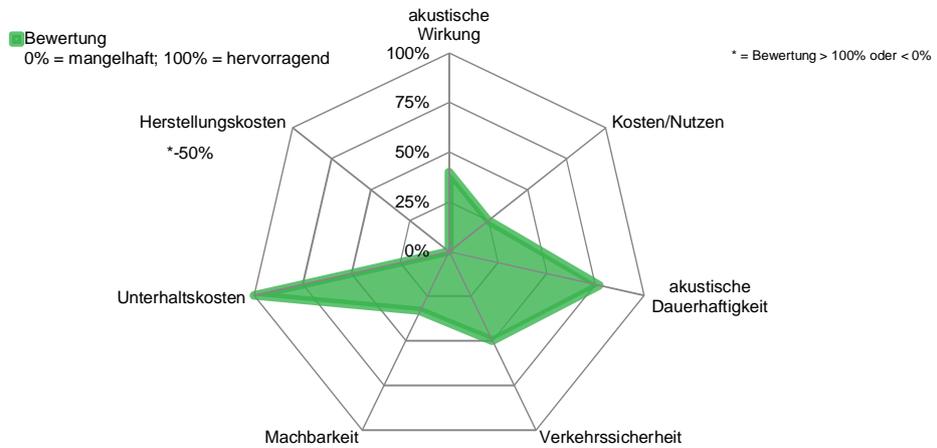
#### Darstellung



#### Kurzbeschreibung

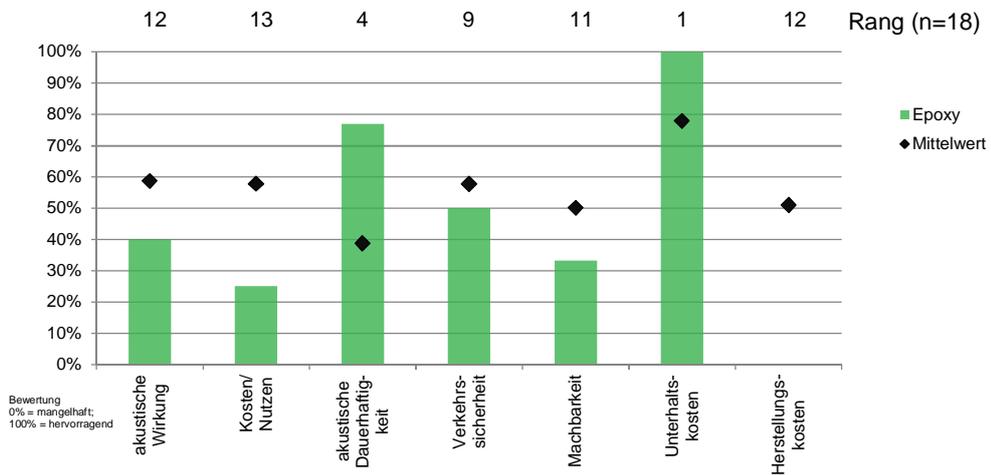
Herstellung	Anwendung zahlreicher Firmen, Verwendung aber nicht überall gestattet. 75% Bitumen, 25% Epoxy, kein Haftzusatz. Strenge Restriktionen im Umgang mit Epoxy. Es müssen Vorsichtsmassnahmen eingehalten werden. Risiko von Konstruktionsfehler grösser als bei konventionellem Bitumen. Mischanlage mit automatischem Heizüberwachungssystem.
Einbau	Keine längere Einbauzeit als bei Standardbelag. Konventioneller Transport und Fertiger, Verdichtung ohne Vibration. Sehr anfällig auf Niederschlag.
Unterhalt	Keine speziellen Unterhaltsarbeiten notwendig.

**Bewertung**



**Details Bewertung**

<b>Herstellungskosten:</b>	2.5 x Standard (Schätzung)	Skala 0% = 2 x konv. Belag; 100% = 1 x konv. Belag	Referenz konventioneller Belag (landesspezifisch, Asphalt vergl. mit konv. Asphalt und Beton mit konv. Beton)
<b>akustische Wirkung (StL-86+)</b>	potenziell erhöhend, um max. -2 dB (geschätzt)	0% = 2 dB; 100% = -8 dB	Reduktion gegenüber StL-86+
<b>Kosten/Nutzen:</b>	7.5 CHF/dB	0% = 10 CHF m <sup>2</sup> /dB; 100% = 0 CHF m <sup>2</sup> /dB	Zusatzkosten CHF/dB
<b>akustische Dauerhaftigkeit:</b>	12 Jahre	0% = 2 Jahre; 100% = 15 Jahre	geschätzte akustische Lebensdauer (bis Wirkung zu StL-86+ verloren geht) z.T. Abschätzung G+P
<b>Verkehrssicherheit:</b>	Griffigkeit: leicht schlechter als konv. Belag Sicht: leicht besser als konv.	Punkte -1 bis +1 (0.5*Griffigkeit + 0.5*Sicht)	konventioneller Belag (SMA, AC)
<b>Machbarkeit:</b>	Spez. Materialien, Spez. Aufbereitungsanlage, Spez. Witterungsbedingungen, Spez. Knowhow	Punkte +1 bis 0 (0.166*Spez. Materialien + 0.166*Spez. Aufbereitungsanlage + 0.166*Spez. Einbauequipment + 0.166*Spez. Witterungsbedingungen + 0.166*Spez. Einbauzeit + 0.166*Spez. Knowhow)	konventioneller Belag (SMA, AC)
<b>Unterhaltskosten:</b>	keine speziellen Unterhaltsarbeiten	Punkte -1 bis 0 (0.33*Winterunterhalt + 0.33*Flick/Leitung + 0.33*Reinigung)	konventioneller Belag (SMA, AC)



**Vergleichbare existierende Technologie in der Schweiz**  
 Bindemittelanreicherung mit Epoxy

## 5.5 LOA 5 D (Deutschland)

### LOA 5 D

#### Interview Deutschland

Experte:	Stefan Ehlert
Institution:	Landesbetrieb Strassenbau Nordrhein-Westfalen
Datum:	04.05.2015
Ort:	Gelsenkirchen



#### Strassentyp

Einsatzbereich:	kommunal, innerorts, geringer Schwerverkehrsanteil
Signalisation:	50 km/h Strecken

Verbreitungsgrad: keine Angaben

#### Hintergrund

LOA 5 D (lärmoptimierte Asphaltdeckschicht) wurde aus Gründen des Lärmschutz entwickelt und versuchsweise auf Innerortsstrecken (km/h 50-60) eingebaut.

Die Entwicklung des LOA 5 D im Jahr 2007 hatte zum Ziel, mit einem geringen Hohlraumgehalt hohe Stabilität und Widerstandsfähigkeit der Oberflächentextur zu erreichen.

#### Spezifikationen

Mit einem Hohlraumgehalt von 5-7% wird der LOA 5 D ziemlich dicht ausgeführt. Die lärmindernde Wirkung beruht auf der optimierten Korngrössenverteilung mit einem kleinen Grösstkorn von 5mm. Es wird ein modifiziertes Bindemittel verwendet. Die Schichtdicke beträgt 20 bis 30 mm. In Merkblätter ist der Stand der Technik dokumentiert (Regelwerke). Die Technologie wurde bisher nicht normiert.

Korngrösse:	5 mm
Hohlraumgehalt	5-7%
Schichtdicke:	20-30 mm

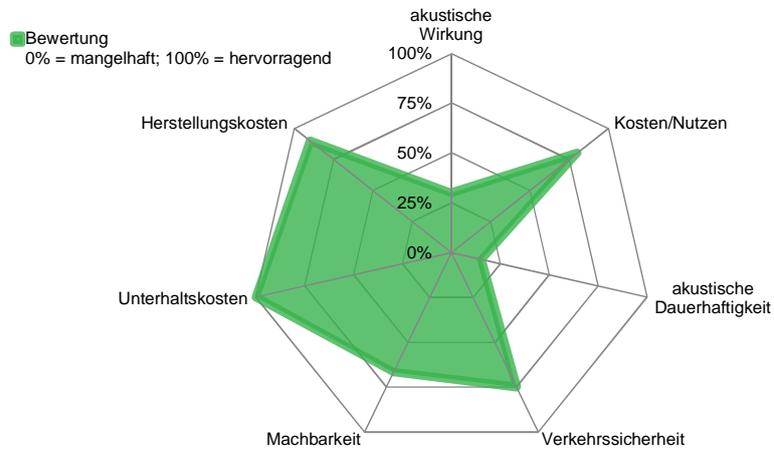
#### Darstellung



#### Kurzbeschreibung

Herstellung	Grundsätzlich ist der Einbau durch jede Baufirma ausführbar. Anforderungen an die Planung: durchschnittlich. Anforderungen an die Ausführung: hoch. Verwendung von Thermoplastmodifiziertes Bindemittel PMB C oder PMB A oder modifizierte Bindemittel mit viskositätsveränderten Zusätzen. Konzept: Herstellung eines sehr ebenflächigen Asphaltbinders.
Einbau	Keine längere Einbauzeit als bei Standardbelag. Die Deckschicht sollte in Verbindung mit einer neuen Binderschicht eingebaut werden. Falls dies nicht möglich ist, sollte mit Hilfe einer polymermodifizierten Bitumenemulsion für einen ausreichenden Schichtenverbund gesorgt werden. Kein spezielles Equipment notwendig. Strassenfertiger (mit Hochverdichtungsbohle). Statische Walzen von 10 - 12 t darf nur statisch verdichtet werden. Lufttemperatur bei Einbau mindestens 10°C und Temperatur der Unterlage (Binderschicht) mindestens 8°C. nein
Unterhalt	Keine speziellen Unterhaltsarbeiten notwendig.

**Bewertung**



**Details Bewertung**

Herstellungskosten: 21.8 CHF/m<sup>2</sup> (10% höher als herkömmlicher SMA (geschätzt))

akustische Wirkung (StL-86+) -1 dB (Dstro: -4 dB)

Kosten/Nutzen: 1.98 CHF/dB

akustische Dauerhaftigkeit: 4 Jahre

Verkehrssicherheit: Griffigkeit: besser als konv. Belag  
 Sicht: gleich wie konv. Belag

Machbarkeit: Spez. Materialien, Spez. Einbauequipment

Unterhaltskosten: keine speziellen Unterhaltsarbeiten

Skala  
 0% = 2 x konv. Belag; 100% = 1 x konv. Belag

0% = 2 dB; 100% = -8 dB

0% = 10 CHF m<sup>2</sup>/dB; 100% = 0 CHF m<sup>2</sup>/dB Zusatzkosten CHF/dB

0% = 2 Jahre; 100% = 15 Jahre

Punkte -1 bis +1 (0.5\*Griffigkeit + 0.5\*Sicht)

Punkte +1 bis 0 (0.166\*Spez. Materialien + 0.166\*Spez. Aufbereitungsanlage + 0.166\*Spez. Einbauequipment + 0.166\*Spez. Witterungsbedingungen + 0.166\*Spez. Einbauzeit + 0.166\*Spez. Knowhow)

Punkte +1 bis 0 (0.33\*Winterunterhalt + 0.33\* Flick/Leitung + 0.33\*Reinigung)

**Referenz**

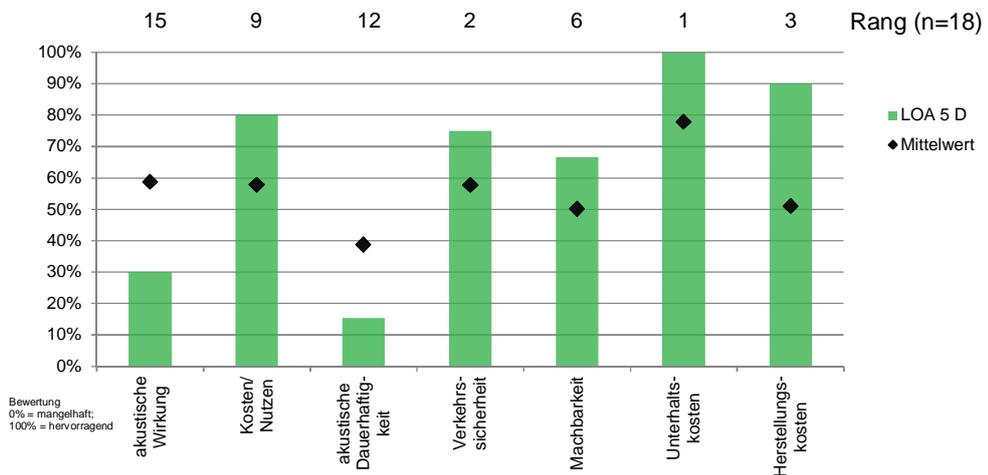
konventioneller Belag (landesspezifisch, Asphalt vergl. mit konv. Asphalt und Beton mit konv. Beton)  
 Reduktion gegenüber StL-86+

geschätzte akustische Lebensdauer (bis Wirkung zu StL-86+ verloren geht) z.T. Abschätzung G+P

konventioneller Belag (SMA, AC)

konventioneller Belag (SMA, AC)

konventioneller Belag (SMA, AC)



**Vergleichbare existierende Technologie in der Schweiz**

würde einem Mischgut zwischen SDA 4 A und SDA 6 A entsprechen

## 5.6 Longitudinal tining (USA)

### Longitudinal tining

#### Interview USA

Experte:	Rob Rasmussen
Institution:	The Transtec Group
Datum:	15.04.2015
Ort:	WebCall Bern - Austin, Texas



#### Strassentyp

Einsatzbereich:	Geschwindigkeiten > 50 km/h
Signalisation:	Longitudinal tining wird häufiger auf Strassen mit Geschwindigkeiten von über 50 km/h.

Verbreitungsgrad: Auf allen State Highways mit Betonoberflächen ca. 50% mit longitudinal texture.

#### Hintergrund

Ziel der Anwendung von longitudinal tining (Längstexturen mit Rechen) ist eine akustisch optimierte Gestaltung der Obeflächen-textur. In den USA wird auf neuen Betonfahrbahnoberflächen auf Strassen mit Geschwindigkeiten >50km/h standardmässig longitudinal tining angewendet. Zum heutigen Zeitpunkt wurde auf ca. 50% der auf den State Highways liegenden Betonfahrbahnen longitudinal tining angewendet.

#### Spezifikationen

Die Längstextur wird in die noch nicht asgohärtete Oberfläche in längsrichtung mit Rechen angebracht. Um einen optimalen akustischen Wirkungsgrad zu erreichen ist es von grosser Wichtigkeit, dass die Texturen in regelmässigen Querabständen und in paralleler Anordnung angebracht werden. Deshalb wurden spezielle Vorrichtungen entwickelt, die ein exaktes und automatisches Anbringen der Textur erlauben.

Korngrösse:	nicht zutreffend
Hohlraumgehalt	nicht zutreffend
Schichtdicke:	nicht zutreffend

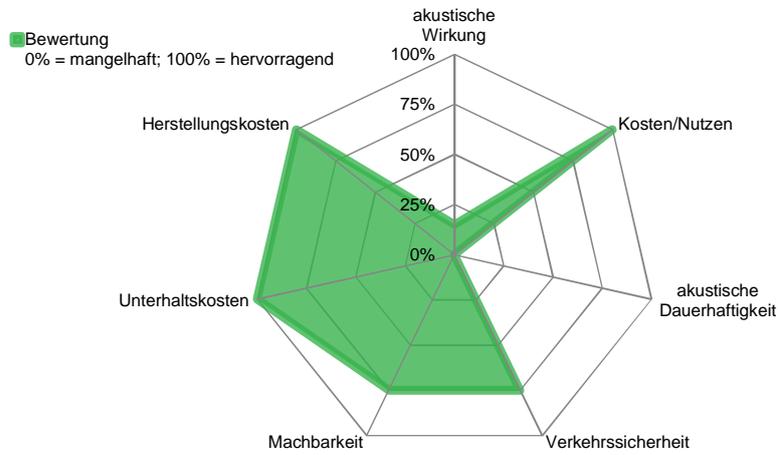
#### Darstellung



#### Kurzbeschreibung

Herstellung	Jede Bauunternehmung kann das Equipment anschaffen (kaufen oder mieten) um diese Textur anzubringen. Häufig wird mit dem selben Equipment "spray-applied membrane curing" angewendet um den Beton von Feuchtigkeitsverlust zu schützen. Das Equipment wird daher häufig "texture-cure" genannt.
Einbau	Texturieren mit longitudinal tining ist schneller als der eigentliche Einbauprozess und braucht daher nicht mehr Zeit. Nur für neue Betonoberflächen. Automatisches Texturieren benötigt spezielles Equipment, welches gekauft oder gemietet werden kann. Die grösseren Hersteller dieses Equipments sind Guntert und Zimmermann und GOMACO. Wirtgen stellt ebenfalls eine ähnliche Maschine her. Kann bei allen Temperatur- und Wetterverhältnissen angewendet werden (bei welchen Beton eingebaut werden kann). Für lange Segmente (>500m) geeignet. Kurze Segmente werden normalerweise mit manuellen Techniken texturiert, welche nicht gleich kontrolliert angebracht werden können.
Unterhalt	Keine speziellen Unterhaltsarbeiten notwendig.

**Bewertung**



**Details Bewertung**

Herstellungskosten: 0.1 bis 0.25 CHF/m2

akustische Wirkung (StL-86+) +2.5 dB (TNM: -1.5 dB)

Kosten/Nutzen: 0 CHF/dB

akustische Dauerhaftigkeit: 2 Jahre

Verkehrssicherheit: Griffigkeit: besser als konv. Belag  
Sicht: gleich wie konv. Belag

Machbarkeit: Spez. Einbauequipment, Spez. Knowhow

Unterhaltskosten: keine speziellen Unterhaltsarbeiten

Skala  
0% = 2 x konv. Belag; 100% = 1 x konv. Belag

0% = 2 dB; 100% = -8 dB

0% = 10 CHF m2/dB; 100% = 0 CHF m2/dB Zusatzkosten CHF/dB

0% = 2 Jahre; 100% = 15 Jahre

Punkte -1 bis +1 (0.5\*Griffigkeit + 0.5\*Sicht)

Punkte +1 bis 0 (0.166\*Spez. Materialien + 0.166\*Spez. Aufbereitungsanlage + 0.166\*Spez. Einbauequipment + 0.166\*Spez. Witterungsbedingungen + 0.166\*Spez. Einbauzeit + 0.166\*Spez. Knowhow)

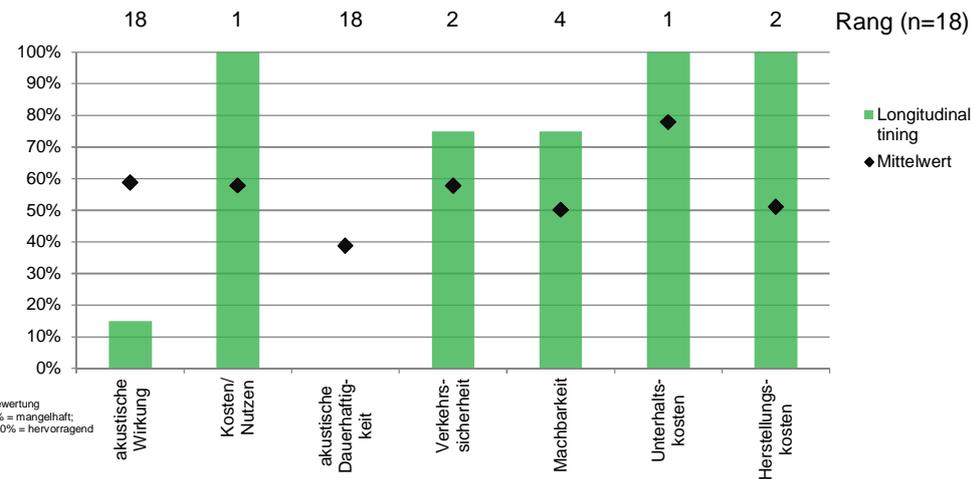
Punkte +1 bis 0 (0.33\*Winterunterhalt + 0.33\*Flick/Leitung + 0.33\*Reinigung)

Referenz  
konventioneller Belag (landesspezifisch, Asphalt vergl. mit konv. Asphalt und Beton mit konv. Beton)  
Reduktion gegenüber StL-86+

geschätzte akustische Lebensdauer (bis Wirkung zu StL-86+ verloren geht) z.T. Abschätzung G+P

konventioneller Belag (SMA, AC)

konventioneller Belag (SMA, AC)



**Vergleichbare existierende Technologie in der Schweiz**

ähnlich dem Beton mit Längsbesenstrich

## 5.7 Measures to prolong lifetime (Niederlande)

### Measures to prolong lifetime auf Thinlayer NL

#### Interview Niederlande

Experte: Berry Bobbink  
Institution: Gelderland, NL  
Datum: 29.04.2015  
Ort: Vught



#### Strassentyp

Einsatzbereich: Provinciale Strassen (Level 2), Stadt- und Gemeindestrassen  
Signalisation: Provinciale Strassen (Level 2), Stadt- und Gemeindestrassen

Verbreitungsgrad: >20 Anwendungen

#### Hintergrund

Die Produkte zur Verlängerung der Lebensdauer eines Belags kommen seit 2010 vorallem präventiv zur Anwendung: im Mittel etwa nach 5 bis 7 Jahren nach Einbau, zum Zeitpunkt des ersten Auftretens von Kornausbrüche, wobei die Belagsoberfläche noch nicht ernsthaft beschädigt sein darf. Die Lebensdauer der Deckschichten kann in der Folge um 2 bis 4 Jahr erhöht werden. Es wird pro Deckschicht nur eine einzige Behandlung empfohlen.

#### Spezifikationen

Pentack (Hersteller ESHA) und Modimuls ZV (Herteller Latexfalt) sind kalte Bitumenemulsionen die Bitungenverjüngungsmittel enthalten. Modiseal ZX dagegen ist ein warm aufgetragenes polymermodifizierte Bitumen. Alle drei Produkte werden auf die zu "heilenden" Deckschichten mit einem Druckgebläse (PA-Beläge) oder mit einem Sprühbalken (Dünnschichtbeläge) aufgetragen wo sie durch Dellen und Poren 10 bis 20 mm in die Schicht eindringen.

Korngrösse: nicht zutreffend  
Hohlraumgehalt: nicht zutreffend  
Schichtdicke: nicht zutreffend

#### Darstellung



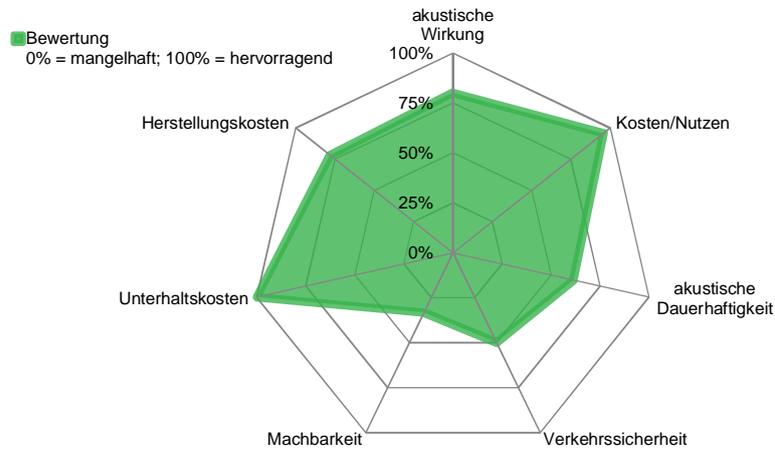
#### Kurzbeschreibung

Herstellung Anwendung durch 2 (Hersteller ESHA und Latexfalt) möglich. Bitumenemulsion bestehend aus Bitumen & Weichmacher.

Einbau Sehr zeiteffiziente Massnahme: Strecke muss nur für wenige Stunden geschlossen werden. Sprühbalken (auf Dünnschichtbelägen). Druckgebläse (auf PA/ZOAB Belägen). Trockene und warme Verhältnisse.

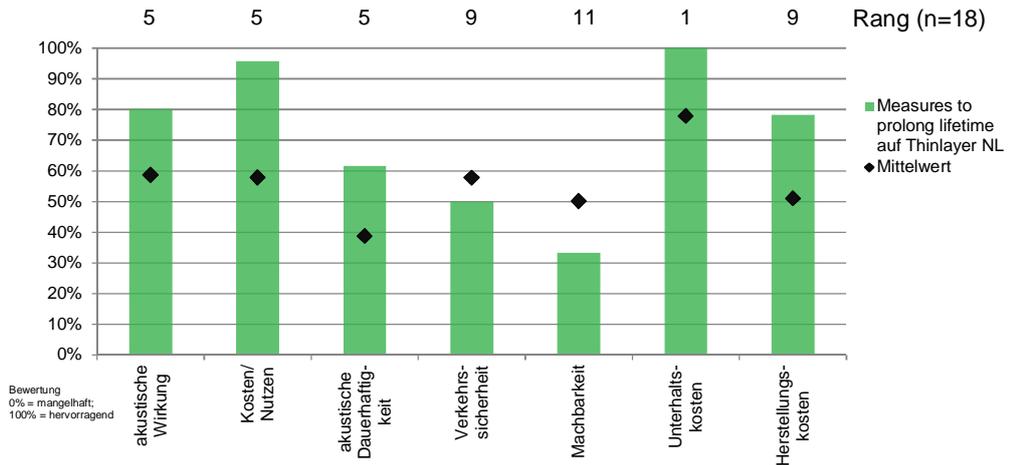
Unterhalt Keine speziellen Unterhaltsarbeiten notwendig.

**Bewertung**



**Details Bewertung**

Herstellungskosten:	1.6 CHF/m2	Skala 0% = 2 x konv. Belag; 100% = 1 x konv. Belag	Referenz konventioneller Belag (landesspezifisch, Asphalt vergl. mit konv. Asphalt und Beton mit konv. Beton)
akustische Wirkung (StL-86+)	neutral, leichte Abnahme Vibrationsgeräusch, leichte Zunahme Luftströmungsgeräusch	0% = 2 dB; 100% = -8 dB	Reduktion gegenüber StL-86+
Kosten/Nutzen:	0.42 CHF/dB	0% = 10 CHF m2/dB; 100% = 0 CHF m2/dB	Zusatzkosten CHF/dB
akustische Dauerhaftigkeit:	10 Jahre	0% = 2 Jahre; 100% = 15 Jahre	geschätzte akustische Lebensdauer (bis Wirkung zu StL-86+ verloren geht) z.T. Abschätzung G+P
Verkehrssicherheit:	Griffigkeit: gleich wie konv. Belag Sicht: gleich wie konv. Belag	Punkte -1 bis +1 (0.5*Griffigkeit + 0.5*Sicht)	konventioneller Belag (SMA, AC)
Machbarkeit:	Spez. Materialien, Spez. Aufbereitungsanlage, Spez. Einbauequipment, Spez. Knowhow	Punkte +1 bis 0 (0.166*Spez. Materialien + 0.166*Spez. Aufbereitungsanlage + 0.166*Spez. Einbauequipment + 0.166*Spez. Witterungsbedingungen + 0.166*Spez. Einbauzeit + 0.166*Spez. Knowhow)	konventioneller Belag (SMA, AC)
Unterhaltskosten:	keine speziellen Unterhaltsarbeiten	Punkte +1 bis 0 (0.33*Winterunterhalt + 0.33* Flick/Leitung + 0.33*Reinigung)	konventioneller Belag (SMA, AC)



**Vergleichbare existierende Technologie in der Schweiz**

Bitumenemulsion

## 5.8 Modieslab (Niederlande)

### Modieslab - Porous Beton

#### Interview Niederlande

Experte: Willem-Jan van Vliet  
Institution: National Road Authority Netherlands  
Datum: 28.04.2015  
Ort: Utrecht



#### Strassentyp

Einsatzbereich: Autobahn  
Signalisation: Autobahn, provinzielle Strassen (Level 2)

Verbreitungsgrad: 1 Teststrecke 100m auf Autobahn, 2 weitere Versuchsstrecken

#### Hintergrund

Der poröse Beton Modieslab wurde 2006 auf einer 100m langen Strecke auf der Nationalstrasse A12 bei Utrecht eingebaut. Trotz seiner ausgezeichneten akustischen Dauerhaftigkeit wurde er infolge der hohen Herstellungs- und Einbaukosten bisher nicht auf weiteren Abschnitten realisiert. Die Entwicklung wird weiterhin mit grossem Interesse verfolgt. Falls die gute Wirkung über die gesamte Lebensdauer von 30 Jahren erhalten bleibt, ist der weitere Einsatz von Modieslab auf ausgewählten Strecken denkbar.

#### Spezifikationen

Modieslab besteht aus Betonplatten, welche aus zwei verschiedenen offenporigen Schichten (obere Schicht: Grauquarzit und Kalkstein, untere Schicht: gebrochenes Kies) bestehen, die auf einer armierten Betontragschicht ruhen. Zwischen den oberen Schichten und der Tragschicht sind Entwässerungskanälchen angebracht, die für einen schnellen Wasserabfluss sorgen. Durch die Entwässerungskanälchen kann Modieslab erwärmt und gekühlt werden, damit bleibt die Oberfläche frei von Schnee und Eis. Die in der Fabrik hergestellten Betonplatten (7.3x3.6m) liegen auf Fundierungen. Die Bauweise eignet sich auch für instabile Böden. Durch ein modernes Ankersystem entstehen zwischen den Platten kaum Niveauunterschiede und Fugen (<6mm), welche mit Bitumen abgedichtet werden.

Korngrösse: keine Angaben  
Hohlraumgehalt: 20 - 24%  
Schichtdicke: keine Angaben

#### Darstellung



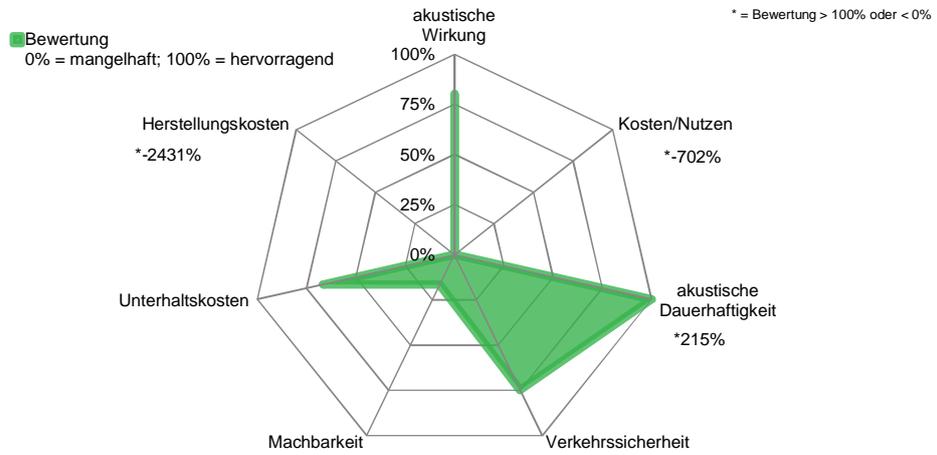
#### Kurzbeschreibung

**Herstellung** Einbau durch eine Baufirma 1 (Hijmanns) möglich. Herstellung in Fabrik, Konstruktion von oben nach unten. In Platten gebaut, Fundierung mit Pfeilern.

**Einbau** Die Einbauzeit ist länger als bei einem Deckschichtersatz, vergleichbar mit Ersatz von allen Schichten. Einbau auf gefräster Unterschicht nicht möglich. Herstellung in Fabrik. Keine speziellen Anforderungen zu Einbaubedingungen bez. Wetter/Temperatur. Kann auch im Winter eingebaut werden. Fundierung notwendig.

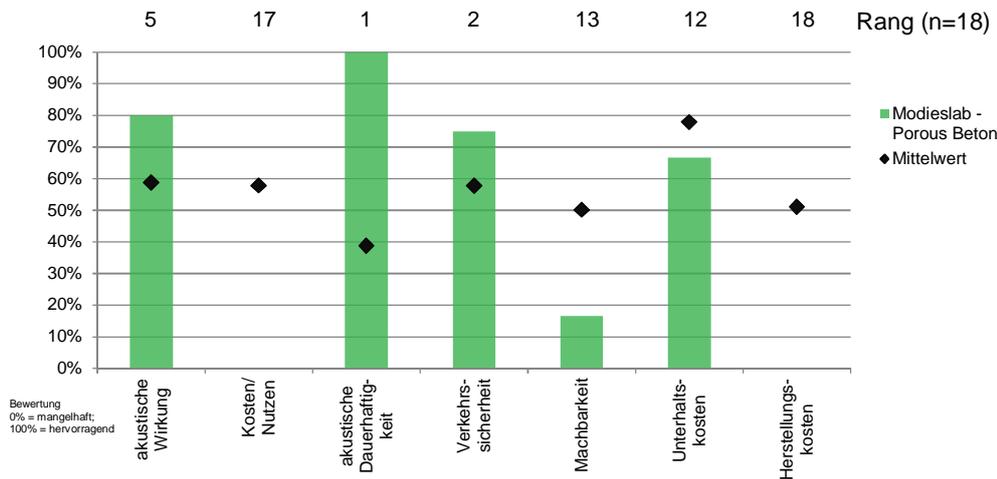
**Unterhalt** Keine speziellen Unterhaltsarbeiten notwendig.

**Bewertung**



**Details Bewertung**

Herstellungskosten:	550 CHF/m <sup>2</sup>	Skala 0% = 2 x konv. Belag; 100% = 1 x konv. Belag	Referenz konventioneller Belag (landesspezifisch, Asphalt vergl. mit konv. Asphalt und Beton mit konv. Beton)
akustische Wirkung (StL-86+)	-6 dB (Cwegdek: -7 dB)	0% = 2 dB; 100% = -8 dB	Reduktion gegenüber StL-86+
Kosten/Nutzen:	80.17 CHF/dB	0% = 10 CHF m <sup>2</sup> /dB; 100% = 0 CHF m <sup>2</sup> /dB	Zusatzkosten CHF/dB
akustische Dauerhaftigkeit:	30 Jahre	0% = 2 Jahre; 100% = 15 Jahre	geschätzte akustische Lebensdauer (bis Wirkung zu StL-86+ verloren geht) z.T. Abschätzung G+P
Verkehrssicherheit:	Griffigkeit: besser als konv. Belag Sicht: gleich wie konv. Belag	Punkte -1 bis +1 (0.5*Griffigkeit + 0.5*Sicht)	konventioneller Belag (SMA, AC)
Machbarkeit:	Spez. Materialien, Spez. Aufbereitungsanlage, Spez. Einbauequipment, Spez. Einbauzeit, Spez. Knowhow	Punkte +1 bis 0 (0.166*Spez. Materialien + 0.166*Spez. Aufbereitungsanlage + 0.166*Spez. Einbauequipment + 0.166*Spez. Witterungsbedingungen + 0.166*Spez. Einbauzeit + 0.166*Spez. Knowhow)	konventioneller Belag (SMA, AC)
Unterhaltskosten:	Flick/Leitung	Punkte +1 bis 0 (0.33*Winterunterhalt + 0.33*Flick/Leitung + 0.33*Reinigung)	konventioneller Belag (SMA, AC)



**Vergleichbare existierende Technologie in der Schweiz**

Poröser Beton

## 5.9 PERS 5 (Dänemark)

### PERS 5 DK

#### Interview Dänemark

Experte:	Hans Bendtsen
Institution:	Danish Road Directorate
Datum:	30.04.2015
Ort:	Kopenhagen



#### Strassentyp

Einsatzbereich:	ländliche Teststrecke
Signalisation:	50 - 80 km/h

Verbreitungsgrad: eine Teststrecke

#### Hintergrund

Die dänische Version des PERS (Pore Elastic Road Surface) wurde im Rahmen des Europäischen PERSUADE Projekts (2009-2015) entwickelt. Hauptziel war, ein mit Gummigranulat angereichertes Mischgut des dänischen 6 mm Dünnenschichtbelages zu erstellen. Ziel des Projekts ist eine kosteneffektive Poro-Elastische Strassenoberfläche mit der Verwendung von altem Pneumaterial zu entwickeln. Mit der Verwendung von größerem Gesteinskörnern soll eine höhere Dauerhaftigkeit erreicht werden.

#### Spezifikationen

Der dänische PERS Belag ist ein poröser Belag mit einem Hohlraumgehalt von 26-30%. Der Belag ist aufgrund des hohen Gummigranulatanteils (>20% des Gewichts) elastisch. Die Lärmreduktion wird durch die mechanische Impedanz erreicht. Da der Zusatz von Gummigranulat Herstellungsbedingungen bei niedriger Temperatur erfordert, wird Epoxybindemittel verwendet. Mischgutherstellung und Einbau erfolgen vor Ort auf der Baustelle.

Korngrösse:	5 mm
Hohlraumgehalt	26-30%
Schichtdicke:	30 mm

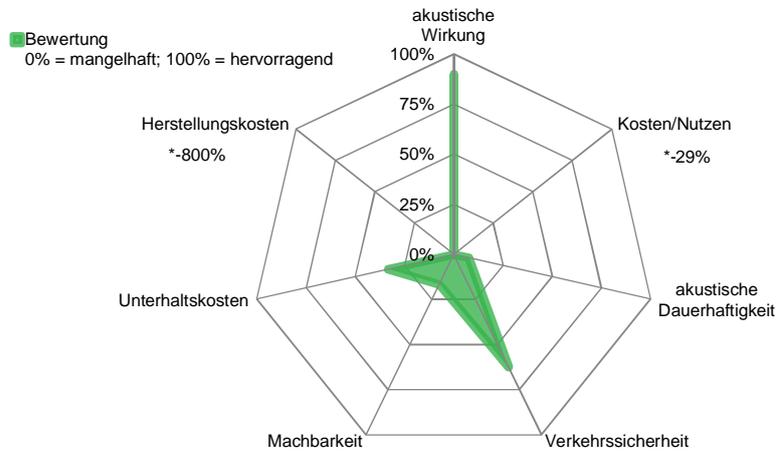
#### Darstellung



#### Kurzbeschreibung

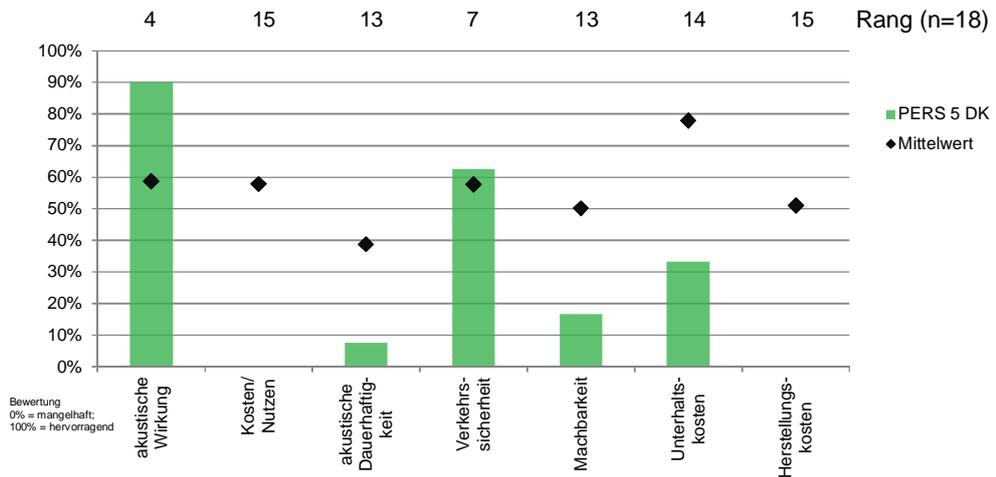
Herstellung	Einbau durch eine Firma möglich. Niedrige Viskosität des Binders. Keine dicken Filme auf dem Granulat sichtbar. Sensibler auf Kornausbrüche als vorgesehen.
Einbau	Die Einbauzeit, bzw. Aushärtungszeit ist länger als bei einem Standardbelag. keine Angaben bezüglich Unterschicht. Annahme: wie PERS 2 JP und PERS 2-5 SE. Nicht vorgefertigtes Mischgut. Verdichtung schwierig wegen der langen Aushärtungszeit und der niedrigen Viskosität des Binders. Das Mischgut ist "lebendig". Zahlreiche Überrollungen zur Verdichtung führten zu Unebenheiten im Belag. Anforderungen an Temperatur und Feuchtigkeit.
Unterhalt	Probleme aufgrund von Schneepflügen.

**Bewertung** \* = Bewertung > 100% oder < 0%



**Details Bewertung**

Herstellungskosten:	145 CHF/m <sup>2</sup> (Schätzung)	Skala 0% = 2 x konv. Belag; 100% = 1 x konv. Belag	Referenz konventioneller Belag (landesspezifisch, Asphalt vergl. mit konv. Asphalt und Beton mit konv. Beton)
akustische Wirkung (StL-86+)	-7 dB (Nordic2000: -8 dB)	0% = 2 dB; 100% = -8 dB	Reduktion gegenüber StL-86+
Kosten/Nutzen:	12.9 CHF/dB	0% = 10 CHF m <sup>2</sup> /dB; 100% = 0 CHF m <sup>2</sup> /dB	Zusatzkosten CHF/dB
akustische Dauerhaftigkeit:	3 Jahre	0% = 2 Jahre; 100% = 15 Jahre	geschätzte akustische Lebensdauer (bis Wirkung zu StL-86+ verloren geht) z.T. Abschätzung G+P
Verkehrssicherheit:	Griffigkeit: gleich wie konv. Belag Sicht: leicht besser als konv. Belag	Punkte -1 bis +1 (0.5*Griffigkeit + 0.5*Sicht)	konventioneller Belag (SMA, AC)
Machbarkeit:	Spez. Materialien, Spez. Aufbereitungsanlage, Spez. Einbauequipment, Spez. Einbauzeit, Spez. Knowhow	Punkte +1 bis 0 (0.166*Spez. Materialien + 0.166*Spez. Aufbereitungsanlage + 0.166*Spez. Einbauequipment + 0.166*Spez. Witterungsbedingungen + 0.166*Spez. Einbauzeit + 0.166*Spez. Knowhow)	konventioneller Belag (SMA, AC)
Unterhaltskosten:	Winterunterhalt, Flick/Leitung	Punkte +1 bis 0 (0.33*Winterunterhalt + 0.33*Flick/Leitung + 0.33*Reinigung)	konventioneller Belag (SMA, AC)



**Vergleichbare existierende Technologie in der Schweiz**  
 Dünnschichtasphaltnischgüter mit Gummigranulatanteil

## 5.10 PERS 2 (Japan)

### PERS 2 JP

#### Interview Japan

Experte:	Hitoshi Fujita
Institution:	The Nippon Road Co., Ltd.
Datum:	10.02.2015
Ort:	Tokyo



#### Strassentyp

Einsatzbereich:	städtische Teststrecke
Signalisation:	40 - 70 km/h

Verbreitungsgrad: 3 Teststrecken in ZAMA City (wurden rückgebaut)

#### Hintergrund

PERS (Pore Elastic Road Surfaces) wurden im Rahmen des Europäischen Projektes PERSUADE (2009-2015) entwickelt. Ziel des durch 12 Forschungsnehmern durchgeführten Projekts ist eine kosteneffektive Poro-Elastische Strassenoberfläche mit der Verwendung von altem Pneumaterial zu entwickeln. Zu Testzwecken wurden ebenfalls drei PERS in Japan eingebaut. Mit PERS sollen besonders hohe Lärmreduktionen erreicht werden, damit auf besonders lärmbelasteten Strassen im Innerortsbereich auf Lärmschutzwände verzichtet werden kann.

#### Spezifikationen

Der japanische PERS 2 ist ein poröser Belag mit einem Hohlraumgehalt von üblicherweise um die 30% am Bohrkern. Der Belag ist aufgrund des hohen Gummigranulatanteils (ca. 40-60% des Gewichts) elastisch. Die Lärmreduktion wird durch die mechanische Impedanz sowie das feine Gesteinskorn (Grösstkommdurchmesser 2 mm) erreicht. Da der Zusatz von Gummigranulat Herstellungsbedingungen bei niedriger Temperatur erfordert, wird Urethan-Harz als Binder verwendet. In Japan wurden zwei Typen von PERS getestet: Herstellung von Platten in der Fabrik (ältere Generation) und Mischgutherstellung und Einbau vor Ort auf der Baustelle (neuere Generation). Die früheren Generationen mit einem Gummigranulatanteil von ca. 90% wiesen Griffigkeitsprobleme und Beschädigungen aufgrund von Haftigkeitsproblemen mit der Unerschicht auf. Alle Angaben beruhen die Tests der neueren Generation in ZAMA City.

Korngrösse:	2 mm
Hohlraumgehalt	30%
Schichtdicke:	30 mm

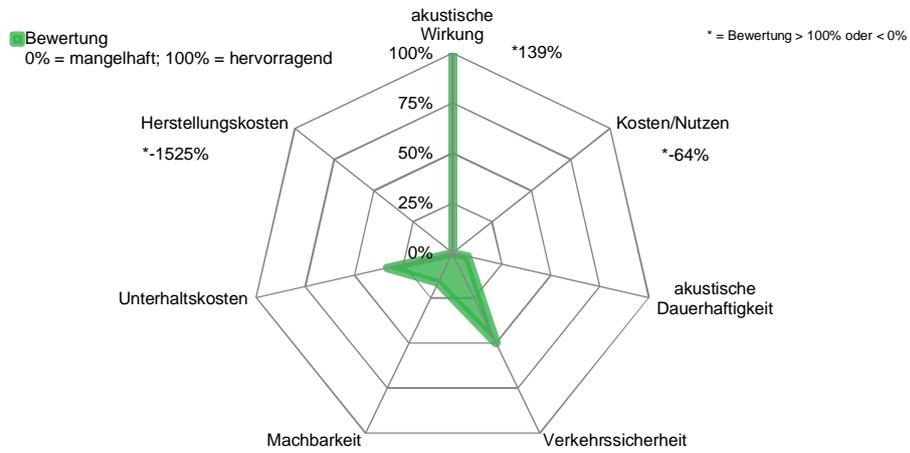
#### Darstellung



#### Kurzbeschreibung

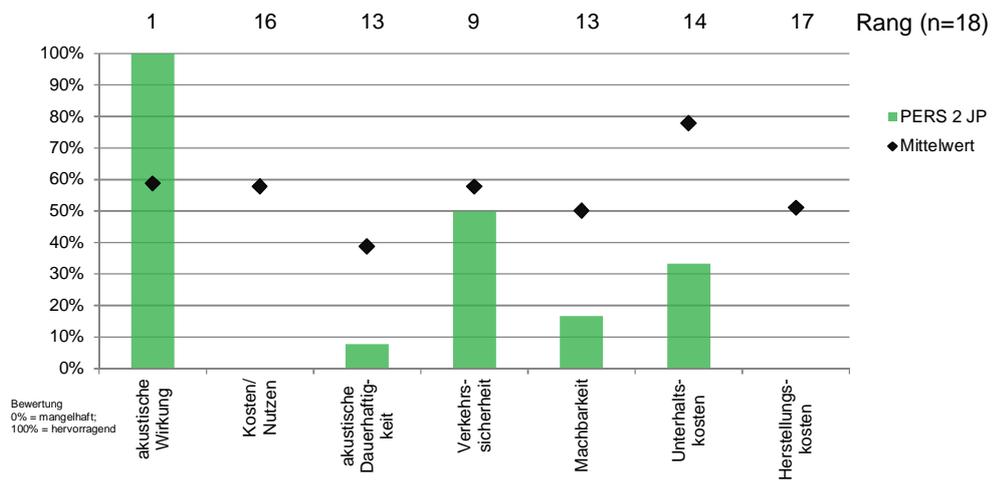
Herstellung	Die Herstellung vor Ort kann nur Nippon Road. Es werden hoch viskose polymermodifizierte Binder verwendet (Polyurethane Binder).
Einbau	Es ist eine lange Aushärtezeit notwendig. Die Unterschicht muss aus einem semiflexiblen Belag bestehen. Es wird ein spezieller Fertiger verwendet. Keine Verdichtung. Temperatur und Feuchtigkeit haben einen Einfluss auf den Aushärtungsprozess des Mischguts.
Unterhalt	Keine starke Verstopfung der Poren. Keine Erfahrungen in kalten Regionen.

**Bewertung**



**Details Bewertung**

Herstellungskosten:	207 CHF/m2	Skala 0% = 2 x konv. Belag; 100% = 1 x konv. Belag	Referenz konventioneller Belag (landesspezifisch, Asphalt vergl. mit konv. Asphalt und Beton mit konv. Beton)
akustische Wirkung (StL-86+)	-11.9 dB (80.5 dB CPX 50 km/h)	0% = 2 dB; 100% = -8 dB	Reduktion gegenüber StL-86+
Kosten/Nutzen:	16.39 CHF/dB	0% = 10 CHF m2/dB; 100% = 0 CHF m2/dB	Zusatzkosten CHF/dB
akustische Dauerhaftigkeit:	3 Jahre	0% = 2 Jahre; 100% = 15 Jahre	geschätzte akustische Lebensdauer (bis Wirkung zu StL-86+ verloren geht) z.T. Abschätzung G+P
Verkehrssicherheit:	Griffigkeit: gleich wie konv. Belag Sicht: gleich wie konv. Belag	Punkte -1 bis +1 (0.5*Griffigkeit + 0.5*Sicht)	konventioneller Belag (SMA, AC)
Machbarkeit:	Spez. Materialien, Spez. Aufbereitungsanlage, Spez. Einbauequipment, Spez. Einbauzeit, Spez. Knowhow	Punkte +1 bis 0 (0.166*Spez. Materialien + 0.166*Spez. Aufbereitungsanlage + 0.166*Spez. Einbauequipment + 0.166*Spez. Witterungsbedingungen + 0.166*Spez. Einbauzeit + 0.166*Spez. Knowhow)	konventioneller Belag (SMA, AC)
Unterhaltskosten:	Winterunterhalt, Flick/Reinigung	Punkte +1 bis 0 (0.33*Winterunterhalt + 0.33* Flick/Leitung + 0.33*Reinigung )	konventioneller Belag (SMA, AC)



**Vergleichbare existierende Technologie in der Schweiz**

Dünnschichtasphaltnischgüter mit Gummigranulatanteil

## 5.11 PERS 2-5 (Schweden)

### PERS 2-5 SE

#### Interview Schweden

Experte:	Ulf Sandberg
Institution:	Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI)
Datum:	29.04.2015
Ort:	Utrecht



#### Strassentyp

Einsatzbereich:	Strassen mit niedrigem Schwerverkehrsanteil
Signalisation:	Teststrecken

Verbreitungsgrad: Teststrecke Herstellung vor Ort: 30m, Teststrecke vorfabrizierte Platten: 30m

#### Hintergrund

Die schwedische Version des PERS (Pore Elastic Road Surface) entspringt dem Europäischen PERSUADE Projekt (2009-2015). Ziel des Projekts ist eine kosteneffektive Poro-Elastische Strassenoberfläche mit der Verwendung von altem Pneumaterial zu entwickeln. Beim Testeinbau in Schweden sollte die Lärmreduktion besonders gross ausfallen. Ebenfalls wurde auf optimale Einbaubedingungen geachtet.

#### Spezifikationen

Der schwedische PERS Belag hat eine hohe Porosität mit einem Hohlraumgehalt von über 20%. Er wird mit einer feinen Gesteinskörnung von 2-5 mm und einer Schichtdicke von 30 mm eingebaut. Der Belag ist aufgrund des hohen Gummigranulatanteils (ca. 25% des Gewichts) elastisch. Die Lärmreduktion wird durch die mechanische Impedanz, Schallabsorption sowie das feine Gesteinskorn erreicht.

Korngrösse:	2-5 mm
Hohlraumgehalt	Platten: 20-30%, Durchschnitt 26%
Schichtdicke:	Platten: 30 mm

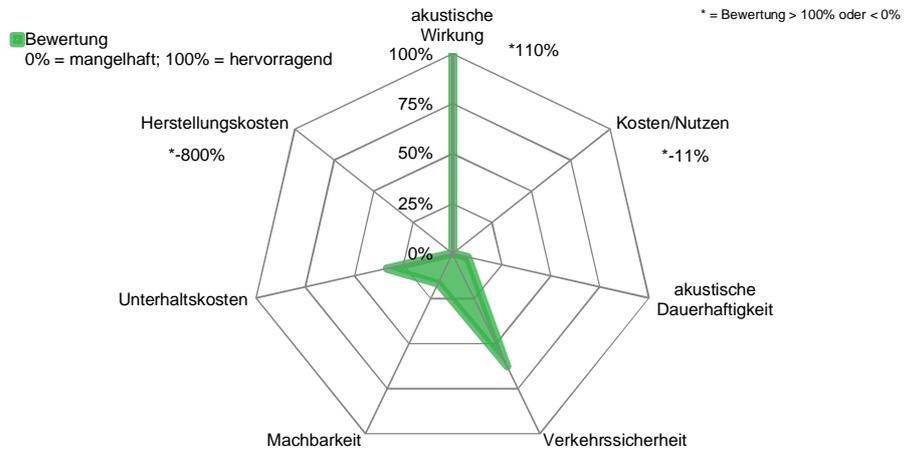
#### Darstellung



#### Kurzbeschreibung

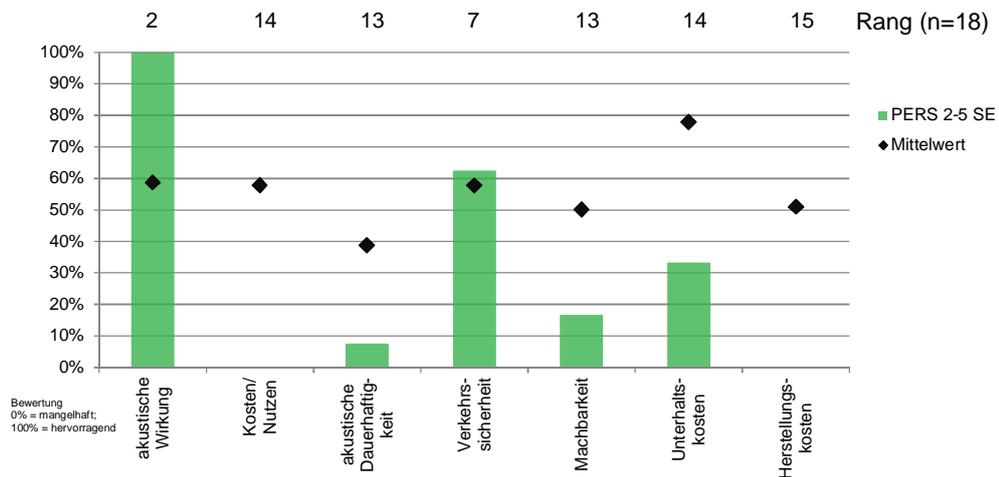
Herstellung	Vorfabrizierte Platten hergestellt durch HET (Heidelberger Elastomer-technik GmbH). Herstellung vor Ort VTI (Swedish National Road and Transport Research Institute). Die Mischung enthält im Volumen ungefähr gleich viel Gummi wie Steinkörner und 10% Binder. Gummi macht 25% des Gewichts der Mischung aus. Die Steinkörner dienen lediglich zur Erhöhung des Reibungswiderstands. Das Mischgutrezept ist entscheidend, wird aber wahrscheinlich geheim bleiben. Schwierigkeiten die notwendige Homogenität zu erzielen.
Einbau	Die Einbauzeit ist länger und beträgt ungefähr 3-5 Tage. Die Strasse muss also bis zu einer Woche gesperrt werden. Neue semi-flexible Tragschicht (z.B. Poröser Asphalt mit Zementschlamm gefüllt). Grundsätzlich sind zwei Einbauarten möglich: - vorfabrizierte Platten: wird möglicherweise wie ein ausrollbarer Belag. Die vorfabrizierten Platten benötigen Epoxy. - Herstellung vor Ort und Einbau mit Fertiger. Verwendung von Polyurethane. Leichtes Abfräsen ist notwendig um die Binder von der Oberfläche zu entfernen und die Reibungskraft zu erhöhen. Bei Einbau Tagestemperatur = 15°C und Nachttemperatur = 10°C. Unebenheitsprobleme: Oberfläche muss sehr eben sein.
Unterhalt	Winterdienst mit Schneeräumung sehr heikel. Die Schaufel des Schneepflugs darf nicht in Kontakt mit PERS 2-5 treten. Ansonsten treten schwerwiegende Schäden auf.

**Bewertung**



**Details Bewertung**

Herstellungskosten:	110 CHF/m2	Skala 0% = 2 x konv. Belag; 100% = 1 x konv. Belag	Referenz konventioneller Belag (landesspezifisch, Asphalt vergl. mit konv. Asphalt und Beton mit konv. Beton)
akustische Wirkung (StL-86+)	-9 dB (-11 dB zu Ref SE)	0% = 2 dB; 100% = -8 dB	Reduktion gegenüber StL-86+
Kosten/Nutzen:	11.11 CHF/dB	0% = 10 CHF m2/dB; 100% = 0 CHF m2/dB	Zusatzkosten CHF/dB
akustische Dauerhaftigkeit:	3 Jahre	0% = 2 Jahre; 100% = 15 Jahre	geschätzte akustische Lebensdauer (bis Wirkung zu StL-86+ verloren geht) z.T. Abschätzung G+P
Verkehrssicherheit:	Griffigkeit: gleich wie konv. Belag Sicht: leicht besser als wie konv. Belag	Punkte -1 bis +1 (0.5*Griffigkeit + 0.5*Sicht)	konventioneller Belag (SMA, AC)
Machbarkeit:	Spez. Materialien, Spez. Aufbereitungsanlage, Spez. Einbauequipment, Spez. Einbauzeit, Spez. Knowhow	Punkte +1 bis 0 (0.166*Spez. Materialien + 0.166*Spez. Aufbereitungsanlage + 0.166*Spez. Einbauequipment + 0.166*Spez. Witterungsbedingungen + 0.166*Spez. Einbauzeit + 0.166*Spez. Knowhow)	konventioneller Belag (SMA, AC)
Unterhaltskosten:	Winterunterhalt, Flick/Leitung	Punkte +1 bis 0 (0.33*Winterunterhalt + 0.33* Flick/Leitung + 0.33*Reinigung )	konventioneller Belag (SMA, AC)



**Vergleichbare existierende Technologie in der Schweiz**  
Dünnschichtasphaltemischgüter mit Gummigranulatanteil

## 5.12 PMA 5 (Deutschland)

### PMA 5 Porous Mastix Asphalt

#### Interview Deutschland

Experte: Stefan Ehlert  
Institution: Landesbetrieb Strassenbau Nordrhein-Westfalen  
Datum: 04.05.2015  
Ort: Gelsenkirchen



#### Strassentyp

Einsatzbereich: alle Strassentypen  
Signalisation: alle Strassentypen

Verbreitungsgrad: 500'000 m2 davon ca 50'000 m2 innerorts

#### Hintergrund

PMA 5 (Porous Mastix Asphalt) ist ein Gussasphalt mit offenporiger Oberfläche, welcher im Jahr 2008 zum ersten mal mit dem Ziel der Erreichung einer Lärminderung auf wasserabdichtenden Schichten eingebaut wurde. Seither fand der PMA 5 Anwendung auf ca. 500'000 m2, wobei der Einbau mehrheitlich auf Autobahnen erfolgte (innerorts: ca. 50'000 m2).

#### Spezifikationen

Auf der Grundlage des Gussasphalts wurde ein Konzept entwickelt, welches einen höheren Anteil von grober Gesteinskörnung im Mischgut vorsieht. Der Anteil grober Gesteinskörner (5 mm) ist erhöht, so dass das Bitumen dazwischen absinkt. Gesteinskörner sowie Dellen bilden die Oberflächentextur. Trotz leichter Porosität im oberen Bereich, entsteht durch das Absinken des Bitumens im unteren Bereich eine dichte Schicht, welche dem Gussasphalt ähnlich ist.

Korngrösse: 5 mm  
Hohlraumgehalt: max 10% (ungesichert)  
Schichtdicke: 20-80 mm

#### Darstellung



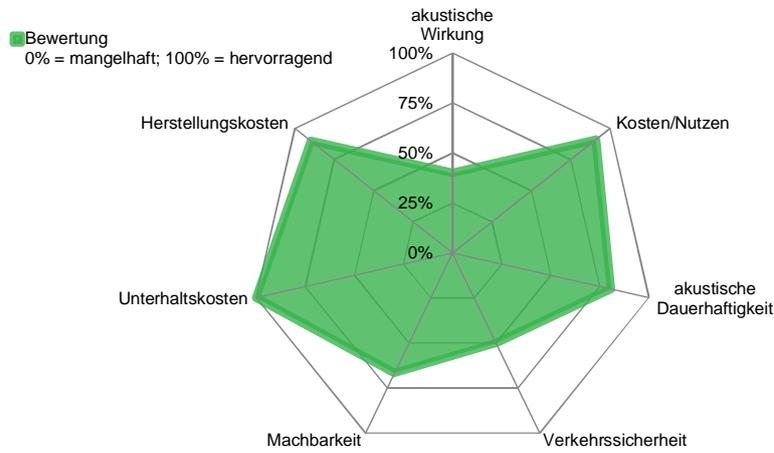
#### Kurzbeschreibung

Herstellung Der Einbau ist durch jede Firma möglich. Anforderungen an die Planung: durchschnittlich. Anforderungen an die Ausführung: hoch. Schwach versteifender Füller, Viskositätsfördernde Additive, Kornform: nicht zu viele Plattenkörner, 5 mm Grösstkorn, wachsmodifiziertes Bitumen.  
Asphalt auf Grundlage eines Gussasphaltes,

Einbau Die Einbauzeit ist kürzer als bei einem Standardbelag. Einbau auf fein gefräster Unterschicht möglich. Kein spezielles Equipment notwendig. Bei Einbau trockene Deckschicht, warme Unterschicht.

Unterhalt Keine speziellen Unterhaltsarbeiten notwendig.

**Bewertung**



**Details Bewertung**

Herstellungskosten:	21.8 CHF/m <sup>2</sup> (10% höher als herkömmlicher SMA (geschätzt))
akustische Wirkung (StL-86+)	-2 dB (Dstro: -5 dB)
Kosten/Nutzen:	0.9 CHF/dB
akustische Dauerhaftigkeit:	12.5 Jahre
Verkehrssicherheit:	Griffigkeit: gleich wie konv. Belag Sicht: gleich wie konv. Belag
Machbarkeit:	Spez. Witterungsbedingungen, Spez. Knowhow
Unterhaltskosten:	keine speziellen Unterhaltsarbeiten

**Skala**  
 0% = 2 x konv. Belag; 100% = 1 x konv. Belag  
 0% = 2 dB; 100% = -8 dB

**Referenz**  
 konventioneller Belag (landesspezifisch, Asphalt vergl. mit konv. Asphalt und Beton mit konv. Beton)  
 Reduktion gegenüber StL-86+

0% = 10 CHF m<sup>2</sup>/dB; 100% = 0 CHF m<sup>2</sup>/dB  
 Zusatzkosten CHF/dB  
 0% = 2 Jahre; 100% = 15 Jahre

geschätzte akustische Lebensdauer (bis Wirkung zu StL-86+ verloren geht) z.T. Abschätzung G+P

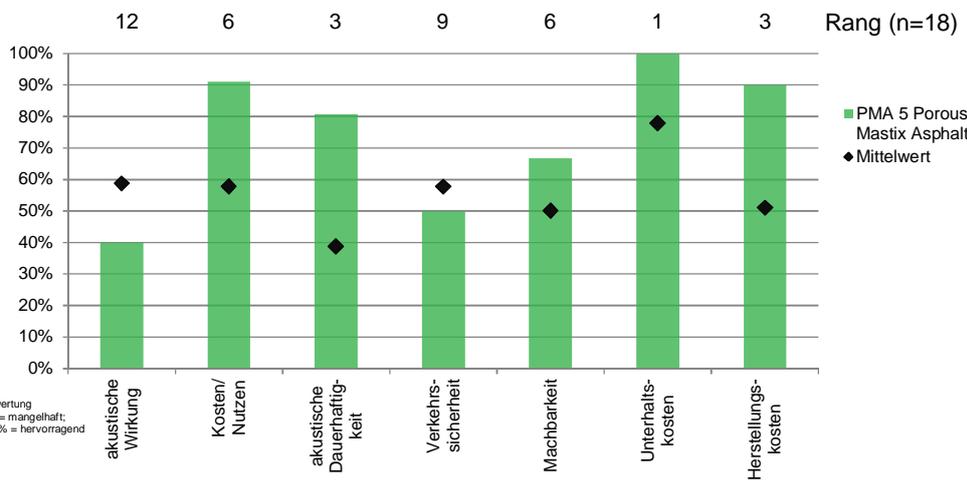
Punkte -1 bis +1 (0.5\*Griffigkeit + 0.5\*Sicht)

konventioneller Belag (SMA, AC)

Punkte +1 bis 0 (0.166\*Spez. Materialien + 0.166\*Spez. Aufbereitungsanlage + 0.166\*Spez. Einbauequipment + 0.166\*Spez. Witterungsbedingungen + 0.166\*Spez. Einbauzeit + 0.166\*Spez. Knowhow)

konventioneller Belag (SMA, AC)

Punkte +1 bis 0 (0.33\*Winterunterhalt + 0.33\* Flick/Leitung + 0.33\*Reinigung)



**Vergleichbare existierende Technologie in der Schweiz**

entspricht einem Gussasphalt (Mastix Asphalt MA) mit offener Textur

## 5.13 SMA 8 G+ (Niederlande)

### SMA 8 G+

#### Interview Niederlande

Experte: Berry Bobbink  
Institution: Gelderland, NL  
Datum: 29.04.2015  
Ort: Vught



#### Strasstyp

Einsatzbereich: Provinciale Strassen (Level 2), Stadt- und Gemeindestrassen  
Signalisation: Provinciale Strassen (Level 2), Stadt- und Gemeindestrassen

Verbreitungsgrad: >50

#### Hintergrund

Der SMA 8 G+ Belag kommt auf provincialen Strassen der Provinz Gelderland als Hauptmischgutsorte zur Anwendung. Ziel ist ein Kompromiss zwischen Lärmreduktion und Lebensdauer zu kreieren.

#### Spezifikationen

Seit 2012 gelten verschärfte Anforderungen an die Mischgutzusammensetzung mit welchen die anvisierte Lärmreduktion und deren Dauerhaftigkeit garantiert werden soll. Der SMA 8 G+ wird mit einem Grösstkorn von 8 mm und einer Schichtdicke von ca. 35 mm ausgeführt und weist einen Hohlraumgehalt von 8 bis 10% auf.

Korngrösse: 8 mm  
Hohlraumgehalt: 8 bis 10%  
Schichtdicke: ca. 35 mm

#### Darstellung



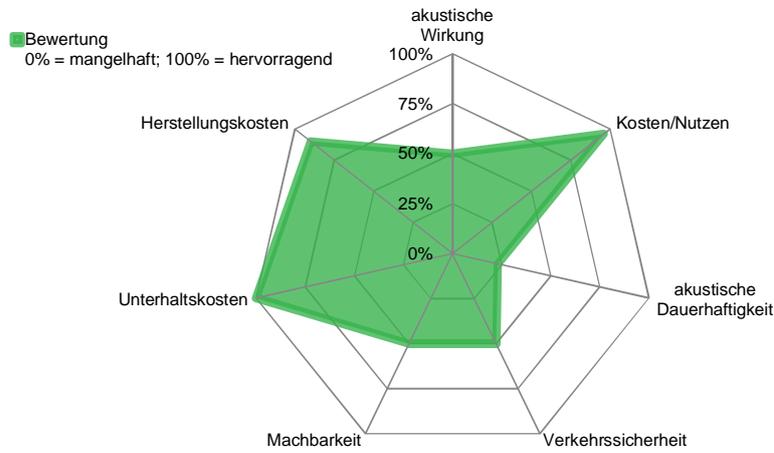
#### Kurzbeschreibung

**Herstellung** Einbau durch mehr als 10 Firmen möglich. Zusatzanforderungen zum Kalziumkarbonat Ca<sup>2+</sup> Gehalt im Füller, Zusatzanforderungen an die Siebkurve, Zusatzanforderungen an die Gesteinsherkunft.

**Einbau** Keine längere Einbauzeit als bei Standardbelag. Einbau auf gefräster Unterschicht möglich. Herkömmlicher Fertiger, Glattmantelwalzen. Trockene und warme Einbauverhältnisse.

**Unterhalt** Keine speziellen Unterhaltsarbeiten notwendig.

**Bewertung**



**Details Bewertung**

Herstellungskosten: 13 CHF/m<sup>2</sup>

akustische Wirkung (StL-86+) -3 dB (Cwegdek: -4 dB)

Kosten/Nutzen: 0.4 CHF/dB

akustische Dauerhaftigkeit: 5 Jahre

Verkehrssicherheit: Griffigkeit: gleich wie konv. Belag  
Sicht: gleich wie konv. Belag

Machbarkeit: Spez. Materialien, Spez. Einbauequipment, Spez. Knowhow

Unterhaltskosten: keine speziellen Unterhaltsarbeiten

Skala  
0% = 2 x konv. Belag; 100% = 1 x konv. Belag

0% = 2 dB; 100% = -8 dB

0% = 10 CHF m<sup>2</sup>/dB; 100% = 0 CHF m<sup>2</sup>/dB Zusatzkosten CHF/dB

0% = 2 Jahre; 100% = 15 Jahre

Punkte -1 bis +1 (0.5\*Griffigkeit + 0.5\*Sicht)

Punkte +1 bis 0 (0.166\*Spez. Materialien + 0.166\*Spez. Aufbereitungsanlage + 0.166\*Spez. Einbauequipment + 0.166\*Spez. Witterungsbedingungen + 0.166\*Spez. Einbauzeit + 0.166\*Spez. Knowhow)

Punkte +1 bis 0 (0.33\*Winterunterhalt + 0.33\* Flick/Leitung + 0.33\*Reinigung)

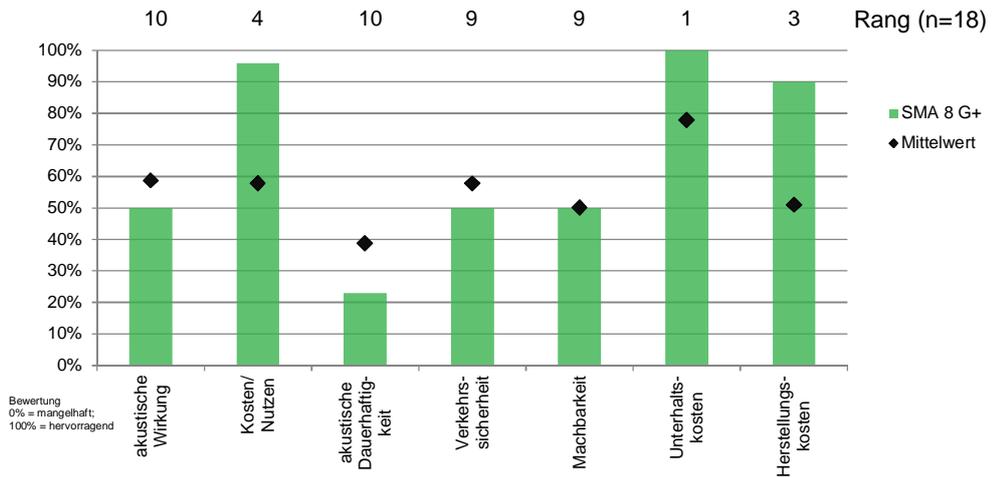
Referenz  
konventioneller Belag (landesspezifisch, Asphalt vergl. mit konv. Asphalt und Beton mit konv. Beton)  
Reduktion gegenüber StL-86+

geschätzte akustische Lebensdauer (bis Wirkung zu StL-86+ verloren geht) z.T. Abschätzung G+P

konventioneller Belag (SMA, AC)

konventioneller Belag (SMA, AC)

konventioneller Belag (SMA, AC)



Vergleichbare existierende Technologie in der Schweiz  
 ähnlich dem SDA 8 B

## 5.14 SMA 6 + 8 und SMA 6 + 11 (Dänemark)

### SMA 6 + 8 und SMA 6 + 11

#### Interview Dänemark

Experte:	Hans Bendtsen
Institution:	Danish Road Directorate
Datum:	30.04.2015
Ort:	Kopenhagen



#### Strasstyp

Einsatzbereich:	Autobahn Autostrasse
Signalisation:	Autobahn Autostrasse

Verbreitungsgrad: 16 Teststrecken

#### Hintergrund

Die dänischen SMA 6 + 8 und SMA 8 + 11 Beläge wurden mit dem Ziel der Lärmreduktion entwickelt. Zur Verbesserung der mechanischen Widerstandsfähigkeit wurde der konventionelle SMA weiterentwickelt und dabei geringe Anteile Gesteinskörner mit Überkorn hinzugefügt. Insgesamt wurden 16 Teststrecken auf Autobahnen eingebaut.

#### Spezifikationen

Beim dänischen SMA 6 + 8 Belag wird ein konventionelles SMA 6 bzw. SMA 8 Mischgut mit Kornzusätzen mit 8 mm bzw. 11 mm Durchmesser ausgeführt. Die Schichtdicke beträgt 20-30 mm. Mit den Zusätzen wird ebenfalls eine zusätzliche Negativtextur erzielt. Der Hohlraumgehalt beträgt ca. 7-9%.

Korngrösse:	6 + 8 bzw. 8 + 11
Hohlraumgehalt	geschätzt 7-9%
Schichtdicke:	25-30 mm

#### Darstellung



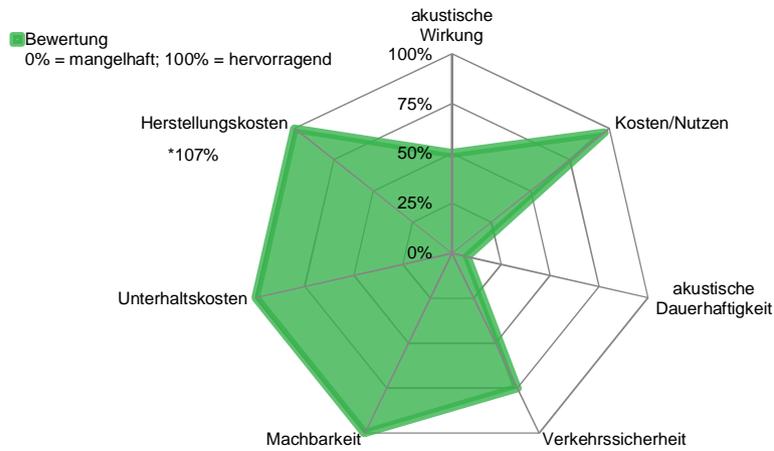
#### Kurzbeschreibung

Herstellung	Einbau durch mehrere Firmen möglich.
-------------	--------------------------------------

Einbau	Keine längere Einbauzeit als bei Standardbelag. Einbau auf gefräster Unterschicht möglich. Einbau zwischen Mai und September (Temperatur, Wind).
--------	--

Unterhalt	Keine speziellen Unterhaltsarbeiten möglich. Höhere Kosten bezüglich Unterschicht.
-----------	--

**Bewertung**



**Details Bewertung**

Herstellungskosten: 13 CHF/m<sup>2</sup>

akustische Wirkung (StL-86+) -3 dB (Nordic2000: -4 dB)

Kosten/Nutzen: 0.3 CHF/dB

akustische Dauerhaftigkeit: 3 Jahre

Verkehrssicherheit: Griffigkeit: besser als konv. Belag  
 Sicht: gleich wie konv. Belag

Machbarkeit: keine speziellen Anforderungen

Unterhaltskosten: keine speziellen Unterhaltsarbeiten

Skala  
 0% = 2 x konv. Belag; 100% = 1 x konv. Belag

0% = 2 dB; 100% = -8 dB

0% = 10 CHF m<sup>2</sup>/dB; 100% = 0 CHF m<sup>2</sup>/dB Zusatzkosten CHF/dB

0% = 2 Jahre; 100% = 15 Jahre

Punkte -1 bis +1 (0.5\*Griffigkeit + 0.5\*Sicht)

Punkte +1 bis 0 (0.166\*Spez. Materialien + 0.166\*Spez. Aufbereitungsanlage + 0.166\*Spez. Einbauequipment + 0.166\*Spez. Witterungsbedingungen + 0.166\*Spez. Einbauzeit + 0.166\*Spez. Knowhow)

Punkte +1 bis 0 (0.33\*Winterunterhalt + 0.33\* Flick/Leitung + 0.33\*Reinigung)

**Referenz**

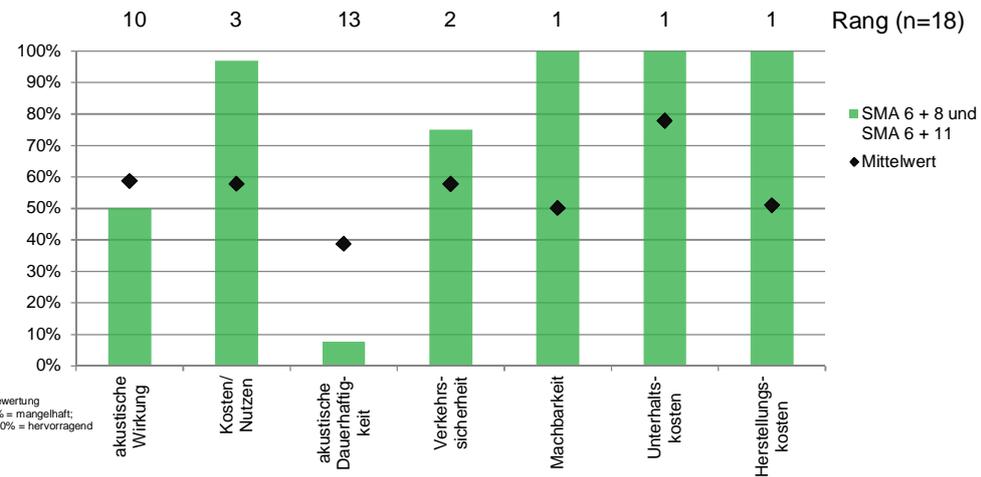
konventioneller Belag (landesspezifisch, Asphalt vergl. mit konv. Asphalt und Beton mit konv. Beton)  
 Reduktion gegenüber StL-86+

geschätzte akustische Lebensdauer (bis Wirkung zu StL-86+ verloren geht) z.T. Abschätzung G+P

konventioneller Belag (SMA, AC)

konventioneller Belag (SMA, AC)

konventioneller Belag (SMA, AC)



**Vergleichbare existierende Technologie in der Schweiz**

SMA 6 mit einigen 8 mm Gesteinskörnern

## 5.15 SMA LA (Deutschland)

### SMA LA 8

#### Interview Deutschland

Experte:	Stefan Ehler
Institution:	Landesbetrieb Strassenbau Nordrhein-Westfalen
Datum:	04.05.2015
Ort:	Gelsenkirchen



#### Strassentyp

Einsatzbereich:	alle Strassentypen
Signalisation:	alle Strassentypen

Verbreitungsgrad: 400'000 m<sup>2</sup>

#### Hintergrund

Der lärmtechnischoptimierte Splittmastixasphalt (SMA LA 8) wurde 2005 erstmals eingebaut. Ziel der Entwicklung war der Einsatz von kosteneffektiven und dauerhaften lärmoptimierten Belägen auf Strassenabschnitten mit mässig starker Lärmbelastung. Insgesamt wurden ca. 400'000 m<sup>2</sup>, hauptsächlich auf im Innerortsbereich eingebaut.

#### Spezifikationen

Der SMA LA 8 zeichnet sich durch einen Hohlraumgehalt von 12% an der eingebauten Schicht aus und wird auf einer leicht abdichtenden Bitumenemulsion eingebaut. Der SMA LA 8 unterscheidet sich durch eine veränderte Sieblinie vom SMA, welche zwar keine verbundenen Poren zu Folge hat, jedoch ein ausgeprägtes Plateau-Schluchten-System bildet womit eine verbesserte akustische Wirksamkeit erzielt wird.

Korngrösse:	8 mm
Hohlraumgehalt	12%
Schichtdicke:	keine Angaben

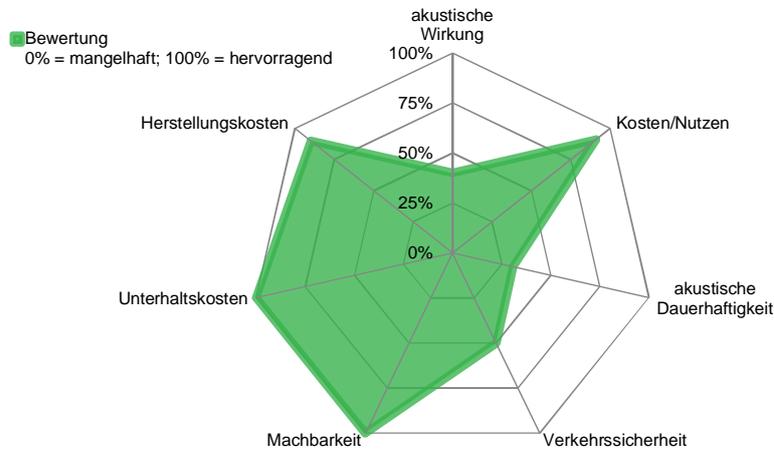
#### Darstellung



#### Kurzbeschreibung

Herstellung	Der Einbau ist durch jede Firma möglich. Anforderungen an die Planung: durchschnittlich. Anforderungen an die Ausführung: hoch. Ausgeprägte Ausfallkörnung.
Einbau	Die Einbauzeit ist kürzer als bei einem Standardbelag. Wird auf einer leichten Abdichtung auf Bitumenemulsion eingebaut und nicht abgestumpft. Kein spezielles Equipment notwendig. Bei Einbau trockene Deckschicht, warme Unterschicht.
Unterhalt	Keine speziellen Unterhaltsarbeiten notwendig.

**Bewertung**



**Details Bewertung**

Herstellungskosten: 21.8 CHF/m<sup>2</sup>

akustische Wirkung (StL-86+) -2 dB (Dstro: -5 dB)

Kosten/Nutzen: 0.9 CHF/dB

akustische Dauerhaftigkeit: 6 Jahre

Verkehrssicherheit: Griffigkeit: gleich wie konv. Belag  
 Sicht: gleich wie konv. Belag

Machbarkeit: keine speziellen Anforderungen

Unterhaltskosten: keine speziellen  
 Unterhaltsarbeiten

Skala  
 0% = 2 x konv. Belag; 100% = 1 x konv. Belag

0% = 2 dB; 100% = -8 dB

0% = 10 CHF m<sup>2</sup>/dB; 100% = 0 CHF m<sup>2</sup>/dB Zusatzkosten CHF/dB

0% = 2 Jahre; 100% = 15 Jahre

Punkte -1 bis +1 (0.5\*Griffigkeit + 0.5\*  
 Sicht)

Punkte +1 bis 0 (0.166\*Spez. Materialien + konventioneller Belag (SMA, AC)  
 0.166\*Spez. Aufbereitungsanlage +  
 0.166\*Spez. Einbauequipment +  
 0.166\*Spez. Witterungsbedingungen +  
 0.166\*Spez. Einbauzeit + 0.166\*Spez.  
 Knowhow)

Punkte +1 bis 0 (0.33\*Winterunterhalt +  
 0.33\* Flick/Leitung + 0.33\*Reinigung )

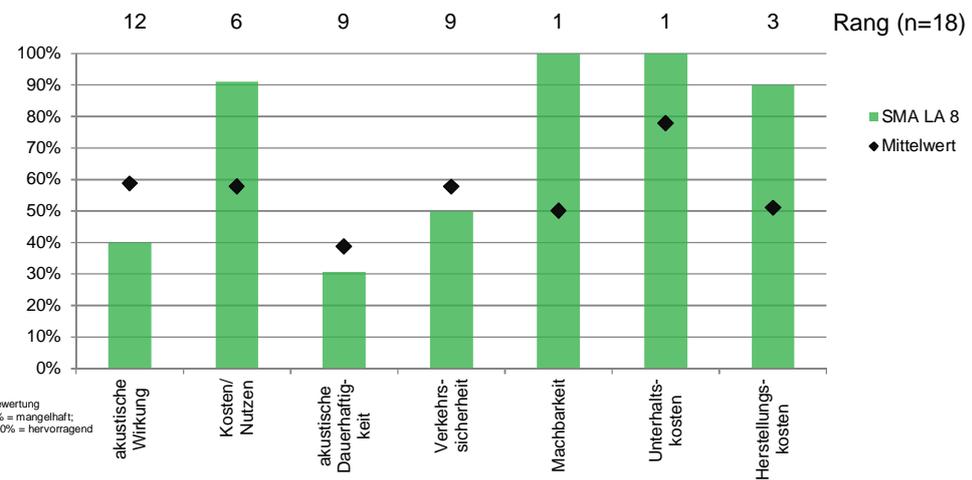
**Referenz**

konventioneller Belag (landesspezifisch,  
 Asphalt vergl. mit konv. Asphalt und Beton  
 mit konv. Beton)  
 Reduktion gegenüber StL-86+

geschätzte akustische Lebensdauer (bis  
 Wirkung zu StL-86+ verloren geht) z.T.  
 Abschätzung G+P

konventioneller Belag (SMA, AC)

konventioneller Belag (SMA, AC)



**Vergleichbare existierende Technologie in der Schweiz**

ähnlich dem SDA 8 B bis SDA 8 C

## 5.16 Thinlayer NL (Niederlande)

### Thinlayer NL

#### Interview Niederlande

Experte: Berry Bobbink  
Institution: Gelderland, NL  
Datum: 29.04.2015  
Ort: Vught



#### Strassentyp

Einsatzbereich: Provinciale Strassen (Level 2), Stadt- und Gemeindestrassen  
Signalisation: Provinciale Strassen (Level 2), Stadt- und Gemeindestrassen

Verbreitungsgrad: >100

#### Hintergrund

Durch diverse Bauunternehmungen wurden verschiedene Produktgruppen von Thinlayer NL Belägen (dunne deklaagen) entwickelt, mit dem Ziel, die negativen Aspekte von zweischichtigen ZOAB "zeer open asfaltbeton" (hohe Kosten und niedrige Dauerhaftigkeit) zu kompensieren. Dunne deklaagen kommen vorallem im innerstädtischen Bereich zur Anwendung. Seit 2005 wurde eine Vielzahl von solchen Belägen eingebaut.

#### Spezifikationen

Die Asphaltmischungen der dunne deklaagen haben eine feine Oberflächentextur und werden in einer dünnen Schicht von meist rund 25 mm aufgetragen. Die guten lärmreduzierenden Eigenschaften werden durch die offene Struktur, in Verbindung mit einer optimalen Oberflächenstruktur erreicht.

Korngrösse: 6 mm  
Hohlraumgehalt: 14 bis 22%  
Schichtdicke: ca. 25 mm

#### Darstellung



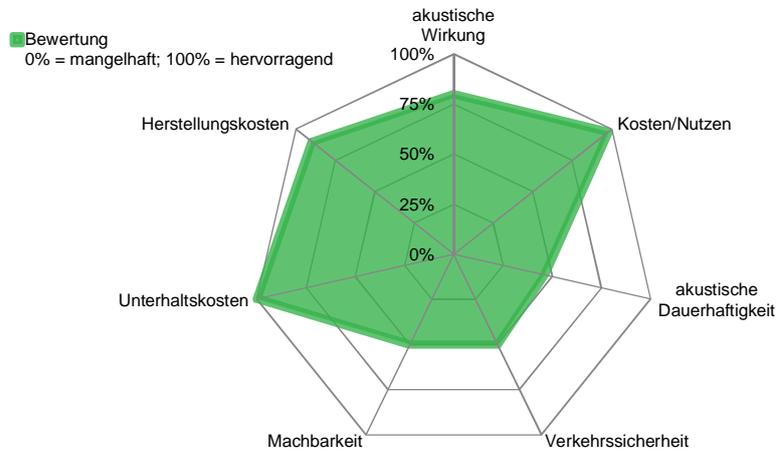
#### Kurzbeschreibung

Herstellung: Einbau durch mehr als 15 Firmen möglich.

Einbau: Keine längere Einbauzeit als bei Standardbelag. Einbau auf gefräster Unterschicht möglich. Herkömmlicher Fertiger, Glattmantelwalzen. Trockene und warme Einbauverhältnisse.

Unterhalt: Keine speziellen Unterhaltsarbeiten notwendig.

**Bewertung**



**Details Bewertung**

Herstellungskosten: 13 CHF/m<sup>2</sup>

akustische Wirkung (StL-86+) -6 dB (Cwegdek: -7 dB)

Kosten/Nutzen: 0.2 CHF/dB

akustische Dauerhaftigkeit: 8 Jahre

Verkehrssicherheit: Griffbarkeit: gleich wie konv. Belag  
 Sicht: gleich wie konv. Belag

Machbarkeit: Spez. Materialien, Spez. Einbauequipment, Spez. Knowhow

Unterhaltskosten: keine speziellen Unterhaltsarbeiten

Skala  
 0% = 2 x konv. Belag; 100% = 1 x konv. Belag  
 0% = 2 dB; 100% = -8 dB

0% = 10 CHF m<sup>2</sup>/dB; 100% = 0 CHF m<sup>2</sup>/dB Zusatzkosten CHF/dB  
 0% = 2 Jahre; 100% = 15 Jahre

Punkte -1 bis +1 (0.5\*Griffbarkeit + 0.5\*Sicht)

Punkte +1 bis 0 (0.166\*Spez. Materialien + 0.166\*Spez. Aufbereitungsanlage + 0.166\*Spez. Einbauequipment + 0.166\*Spez. Witterungsbedingungen + 0.166\*Spez. Einbauzeit + 0.166\*Spez. Knowhow)

Punkte +1 bis 0 (0.33\*Winterunterhalt + 0.33\*Flick/Leitung + 0.33\*Reinigung)

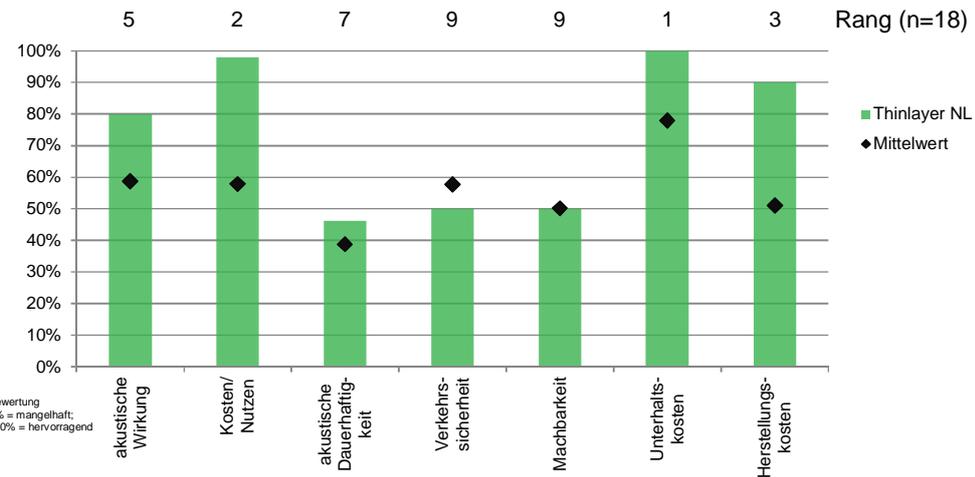
Referenz  
 konventioneller Belag (landesspezifisch, Asphalt vergl. mit konv. Asphalt und Beton mit konv. Beton)  
 Reduktion gegenüber StL-86+

geschätzte akustische Lebensdauer (bis Wirkung zu StL-86+ verloren geht) z.T. Abschätzung G+P

konventioneller Belag (SMA, AC)

konventioneller Belag (SMA, AC)

konventioneller Belag (SMA, AC)



**Vergleichbare existierende Technologie in der Schweiz**  
 ähnlich dem SDA 6 C bis SDA 6 D

## 5.17 Ultrastil (Niederlande)

### Ultrastil

#### Interview Niederlande

Experte:	Willem-Jan van Vliet
Institution:	National Road Authority Netherlands
Datum:	28.04.2015
Ort:	Utrecht



#### Strassentyp

Einsatzbereich:	Autobahn und Innerorts
Signalisation:	Autobahn und Innerorts

Verbreitungsgrad: keine, bisher nur ein Vortest, nicht repräsentativ

#### Hintergrund

Die Bezeichnung Ultrastil wegdek entspringt einem laufenden Forschungsprojekt des niederländischen Rijkswaterstaat (road directorate), welches auf der bisherigen Entwicklung von PERS (Poro Elastic Road Surfaces) beruht. Das Projekt wurde 2014 gestartet. In einer ersten Phase entwickeln Konsortien von Bauunternehmungen im Labor Mischgüter, die nach erfolgreicher belagstechnischer und akustischer Prüfung auf Teststrecken eingebaut und getestet werden. Hauptziel ist, besonders grosse Lärmreduktionen zu erreichen, die andere Lärmschutzmassnahmen wie kostspielige Lärmschutzwände oder Überdeckungen ersetzen können.

#### Spezifikationen

Ultrastil wegdek besteht aus einem porösen Mischgut mit einem Mindesthohlraumgehalt von 15%, bei welchem neben Gesteinsgranulat mit kleinem Korndurchmesser und Spezialbitumen auch elastisches Material (Gummi) beigegeben wird. Die Ausarbeitung der Mischgutzusammensetzung sowie der Zusätze wird zurzeit durch Konsortien aus diversen Branchen entwickelt und ist bisher nicht öffentlich zugänglich.

Korngrösse:	keine Angaben
Hohlraumgehalt	≥ 15%
Schichtdicke:	keine Angaben

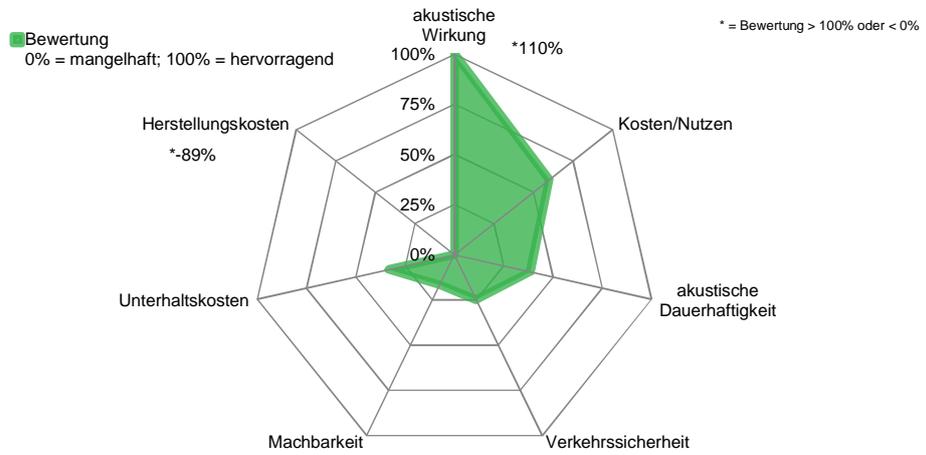
#### Darstellung



#### Kurzbeschreibung

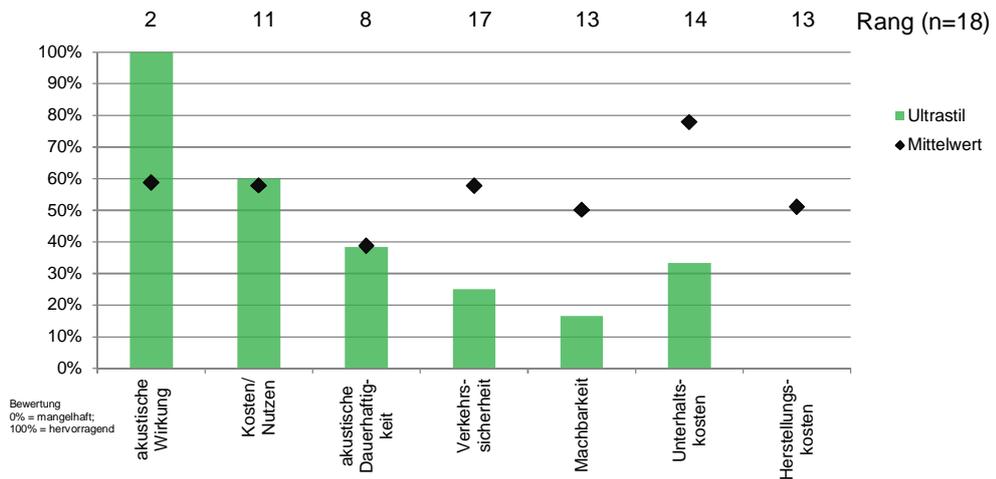
Herstellung	Einbau durch 3-4 Konsortien von Bauunternehmungen. Gummigranulat, weitere Baustoffen sind Betriebsgeheimnis der Konsortien. Die Herstellung auf der Baustelle ist eine Bedingung.
Einbau	Es ist eine lange Aushärtezeit notwendig. Trockene und warme Einbauverhältnisse.
Unterhalt	Keine Angaben

**Bewertung**



**Details Bewertung**

<b>Herstellungskosten:</b>	55-65 CHF/m <sup>2</sup> (geschätzte Kosten, basierend auf Teststrecke)	Skala 0% = 2 x konv. Belag; 100% = 1 x konv. Belag	Referenz konventioneller Belag (landesspezifisch, Asphalt vergl. mit konv. Asphalt und Beton mit konv. Beton)
<b>akustische Wirkung (StL-86+)</b>	-9 dB (Cwegdek: -10 dB) = Zielwert	0% = 2 dB; 100% = -8 dB	Reduktion gegenüber StL-86+
<b>Kosten/Nutzen:</b>	4 CHF/dB	0% = 10 CHF m <sup>2</sup> /dB; 100% = 0 CHF m <sup>2</sup> /dB	Zusatzkosten CHF/dB
<b>akustische Dauerhaftigkeit:</b>	7 Jahre	0% = 2 Jahre; 100% = 15 Jahre	geschätzte akustische Lebensdauer (bis Wirkung zu StL-86+ verloren geht) z.T. Abschätzung G+P
<b>Verkehrssicherheit:</b>	Griffigkeit: schlechter als konv. Belag	Punkte -1 bis +1 (0.5*Griffigkeit + 0.5*Sicht)	konventioneller Belag (SMA, AC)
<b>Machbarkeit:</b>	Sicht: gleich wie konv. Belag Spez. Materialien, Spez. Aufbereitungsanlage, Spez. Einbauequipment, Spez. Witterungsbedingungen, Spez. Knowhow	Punkte +1 bis 0 (0.166*Spez. Materialien + 0.166*Spez. Aufbereitungsanlage + 0.166*Spez. Einbauequipment + 0.166*Spez. Witterungsbedingungen + 0.166*Spez. Einbauzeit + 0.166*Spez. Knowhow)	konventioneller Belag (SMA, AC)
<b>Unterhaltskosten:</b>	Winterunterhalt, Flick/Leitung	Punkte +1 bis 0 (0.33*Winterunterhalt + 0.33*Flick/Leitung + 0.33*Reinigung)	konventioneller Belag (SMA, AC)



**Vergleichbare existierende Technologie in der Schweiz**  
 Weiterentwicklung von PERS

## 5.18 VTAC 0/6 (Frankreich)

### VTAC 0/6 (Very Thin Layer)

#### Interview Frankreich

Experte: Fabienne Anfosso-Lédée & Yves Brosseaud  
Institution: IFSTTAR  
Datum: 05.05.2015  
Ort: Nantes



#### Strassentyp

Einsatzbereich: Autobahn und innerorts  
Signalisation: alle Verkehrsbedingungen

Verbreitungsgrad: 2014 ca. 4'000km (ca. 50% der gebührenpflichtigen Autobahnen)

#### Hintergrund

Der VTAC 0/6+ (Very Thin Layer Asphalt Concrete) wurde hauptsächlich aus Gründen des Lärmschutzes und der Optimierung der Griffigkeit entwickelt. Ein weiteres Ziel war, mit einer schnellen und einfachen Einbauprozedur längere Behinderungen im städtischen Verkehr zu vermeiden. Mittlerweile gilt der VTAC 0/6+ als Frankreichs meist verbreiteter lärmarmen Belag.

#### Spezifikationen

Der VTAC 0/6+ wird mit Grösst Korn 6 mm und Schichtdicken zwischen 20-30 mm ausgeführt. Dabei werden 2 Klassen unterschieden: Klasse 1 weist einen Hohlraumgehalt von 12 bis 20% auf. Die Klasse 2 muss den höheren Hohlraumgehalt von 20 bis 25% aufweisen.

Korngrösse: 6 mm  
Hohlraumgehalt: Klasse 2: Min 20% Max 25%  
Schichtdicke: 20-30 mm

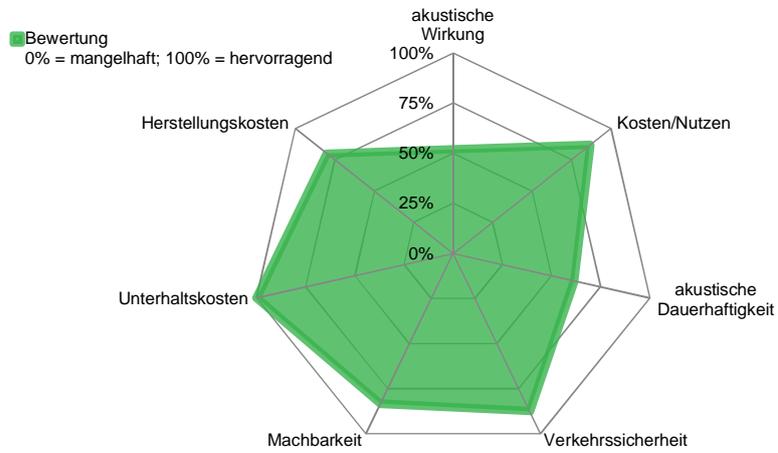
#### Darstellung



#### Kurzbeschreibung

- Herstellung** Der Einbau ist durch jede Firma möglich. Es gibt auch firmeneigene Produkte. Verwendung von Bitumen 50/70 oder 30/50 oder polymermodifiziertes Bitumen (PmB).
- Einbau** Die Einbauzeit ist kürzer als bei einem Standardbelag. VTAC wird sowohl im Rahmen von Unterhalt von Deckschichten, als auch bei neuen Deckschichten verwendet. Kein spezielles Equipment notwendig. Keine speziellen Anforderungen zu Einbaubedingungen bez. Wetter/Temperatur. Kein manueller Einbau möglich. Kein Einbau bei schlechter Unterschicht.
- Unterhalt** Keine speziellen Unterhaltsarbeiten notwendig.

**Bewertung**



**Details Bewertung**

Herstellungskosten: 27.5 CHF/m2

akustische Wirkung (StL-86+) -3.2 dB (SPB 90 km/h: 73.8 dB)

Kosten/Nutzen: 1.31 CHF/dB

akustische Dauerhaftigkeit: 10 Jahre

Verkehrssicherheit: Griffigkeit: besser als konv. Belag  
 Sicht: leicht besser als konv. Belag

Machbarkeit: Spez. Materialien

Unterhaltskosten: keine speziellen  
 Unterhaltsarbeiten

Skala  
 0% = 2 x konv. Belag; 100% = 1 x konv. Belag

0% = 2 dB; 100% = -8 dB

0% = 10 CHF m2/dB; 100% = 0 CHF m2/dB Zusatzkosten CHF/dB

0% = 2 Jahre; 100% = 15 Jahre

Punkte -1 bis +1 (0.5\*Griffigkeit + 0.5\*  
 Sicht)

Punkte +1 bis 0 (0.166\*Spez. Materialien +  
 0.166\*Spez. Aufbereitungsanlage +  
 0.166\*Spez. Einbauequipment +  
 0.166\*Spez. Witterungsbedingungen +  
 0.166\*Spez. Einbauzeit + 0.166\*Spez.  
 Knowhow)

Punkte +1 bis 0 (0.33\*Winterunterhalt +  
 0.33\* Flick/Leitung + 0.33\*Reinigung )

**Referenz**

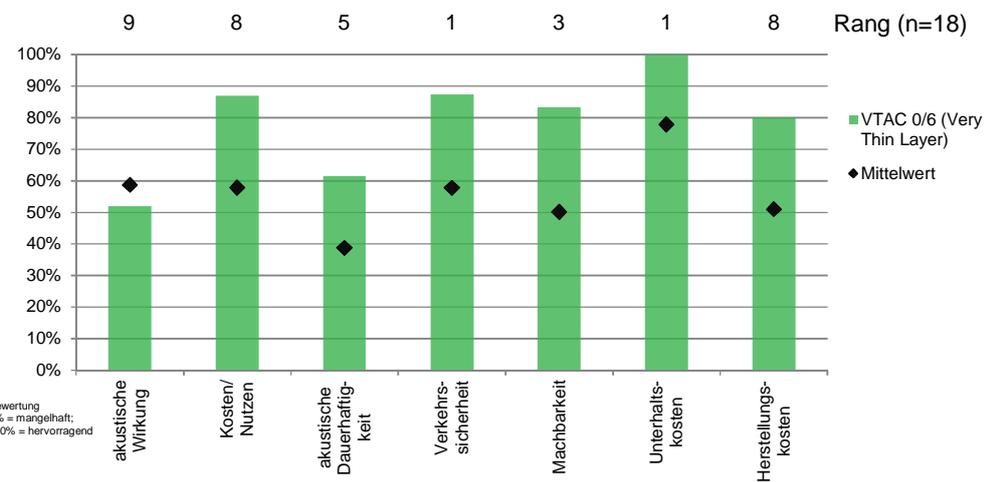
konventioneller Belag (landesspezifisch,  
 Asphalt vergl. mit konv. Asphalt und Beton  
 mit konv. Beton)  
 Reduktion gegenüber StL-86+

geschätzte akustische Lebensdauer (bis  
 Wirkung zu StL-86+ verloren geht) z.T.  
 Abschätzung G+P

konventioneller Belag (SMA, AC)

konventioneller Belag (SMA, AC)

konventioneller Belag (SMA, AC)



**Vergleichbare existierende Technologie in der Schweiz**  
 ähnlich dem SDA 6 B bis SDA 6 D

## 6 Quervergleichende Bewertung

Für die schlussendliche Auswahl von Technologien welche in der Schweiz im Rahmen zukünftiger Projekte getestet oder weiterentwickelt werden sollen, können mehrere unterschiedliche Auswahlkriterien im Vordergrund stehen. So kann der Fokus auf Technologien gelegt werden, welche besonders grosse akustische Wirkungen erzielen, deren akustische Dauerhaftigkeit vielversprechend ist oder aber ein besonders günstiges Kosten/Nutzen-Verhältnis aufweisen. In der quervergleichenden Bewertung wird für die drei verschiedenen Aspekte eine Rangliste erstellt.

### 6.1 Ranking Hauptaspekte

#### 6.1.1 Akustische Wirkung

Abb. 4 enthält eine Rangliste der innovativen Technologien bezüglich der akustischen Wirkung.

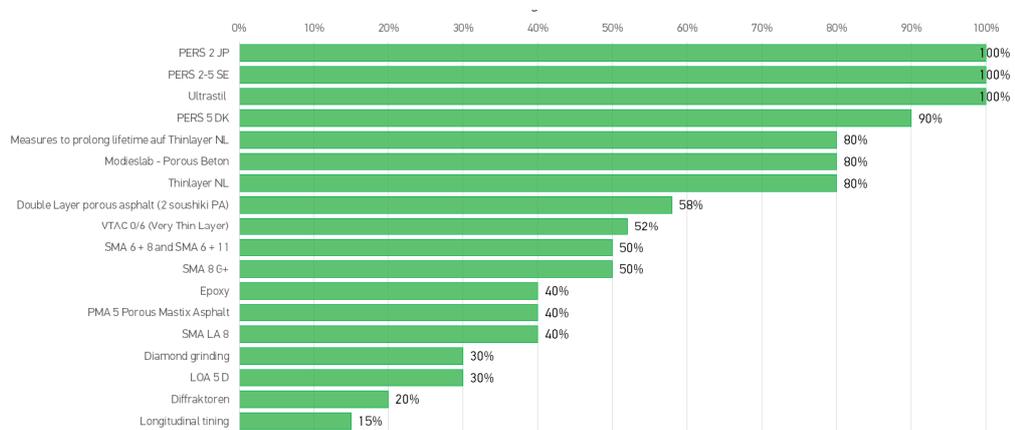


Abb. 4: Quervergleich akustische Wirkung

#### 6.1.2 Akustische Dauerhaftigkeit

Abb. 5 enthält eine Rangliste der innovativen Technologien bezüglich der akustischen Dauerhaftigkeit.

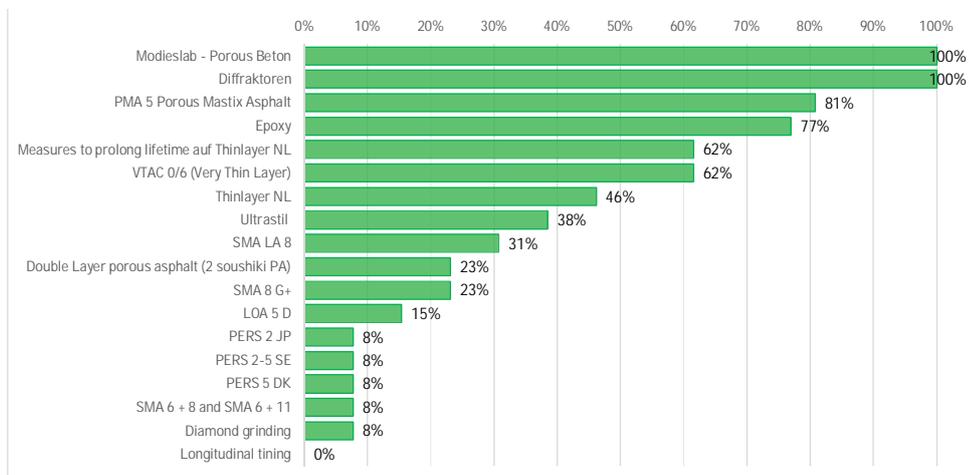


Abb. 5: Quervergleich akustische Dauerhaftigkeit

### 6.1.3 Kosten/Nutzen-Verhältnis

Abb. 6 enthält eine Rangliste der innovativen Technologien bezüglich des Kosten/Nutzen-Verhältnis

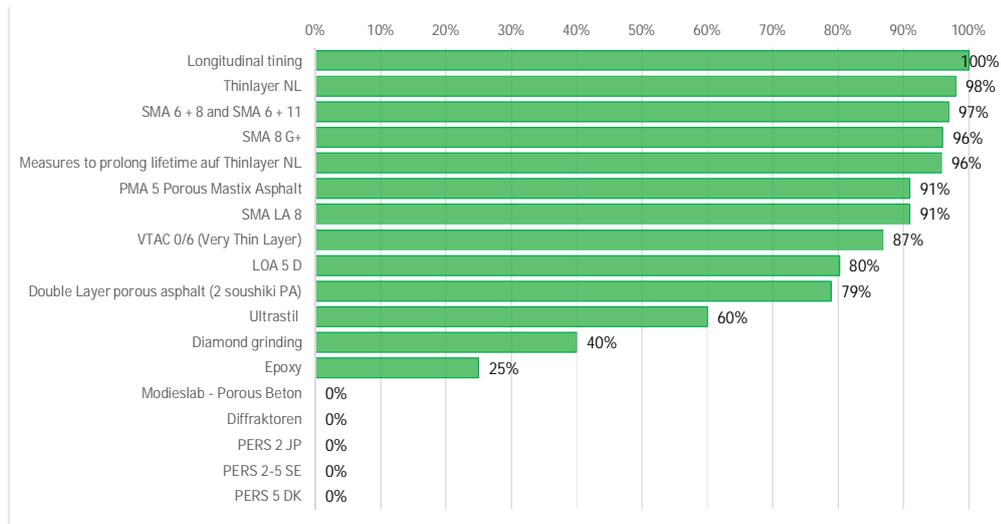


Abb. 6: Quervergleich Kosten/Nutzen

### 6.2 Quervergleich der Hauptaspekte

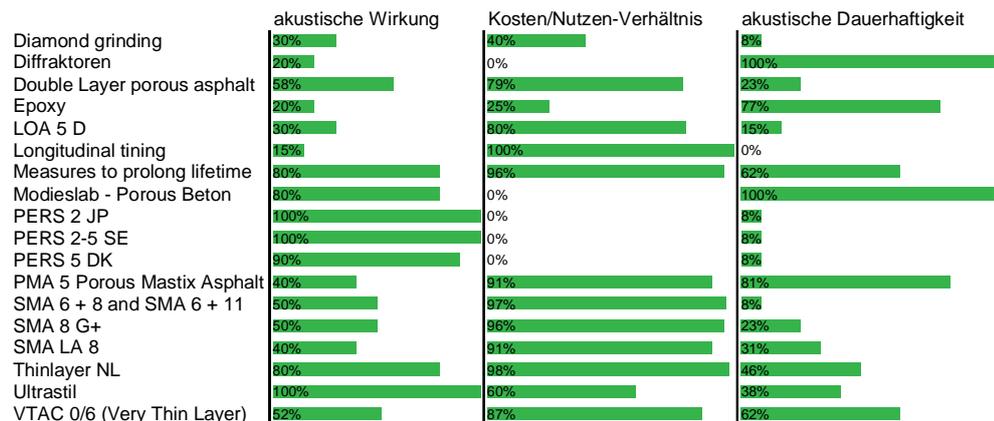


Abb. 7: Quervergleich Hauptaspekte

## 7 Schlussfolgerungen

Aufgrund von Interviews mit internationalen Experten wurde im vorliegenden Forschungsprojekt eine quervergleichende Bewertung innovativer lärmarmer Strassenoberflächen nach verschiedenen Aspekten wie akustische Wirkung, Kosten-Nutzen, Machbarkeit, Verkehrssicherheit, akustische Dauerhaftigkeit, Unterhalt und Kosten vorgenommen. In einer Synthese wurden die Attraktivität und das Potential eines möglichen Einsatzes dieser Technologien in der Schweiz aufgezeigt.

Je nach Zielvorstellung können die Prioritäten für die Weiterverfolgung und Anwendung der Technologien in der Schweiz anders ausfallen. Es ist an den Bundesämtern, die Strategiestossrichtung für die zukünftigen Forschungsaktivitäten festzulegen. Denkbar ist auch, dass mehrere Zielrichtungen gleichzeitig weiterverfolgt werden.

**Fokus akustische Wirkung:** Potential durch besonders hohe Lärmreduktionen, um Kosten für andere Massnahmen (Lärmschutzwände, Überdeckungen und Halbüberdeckungen, Ersatzmassnahmen) einsparen zu können. Werden die Wirkungen durch mechanische Impedanz realisiert und können die Technologien technisch dauerhaft realisiert werden, ist denkbar dass die Wirkung über lange Zeit erhalten bleibt. Eine Verstopfung von Hohlräumen wird hinfällig.

**Dauerhaftigkeit** aber geringere akustische Wirkung kann für den Lärmvollzug ebenfalls interessant sein. Wird bei heutigen Technologien in der Schweiz mit Massnahmen die Lebensdauer verlängert, wirkt sich dies ebenfalls positiv auf die Lärmsituation aus.

**Kostengünstige Massnahmen:** mit wenig Aufwand kann die Lärmsituation verbessert werden. Auch bei geringen Wirkungen ist ein Nutzen da.

Mit der quervergleichenden Bewertung der Technologien, sowie dem hohen aus den Experteninterviews erlangten Detaillierungsgrad, bildet die vorliegende Forschungsarbeit eine ausgezeichnete Grundlage für die Selektion zur Weiterverfolgung und Anwendung neuer Technologien in der Schweiz.



## Anhänge

<b>I</b>	<b>Bestandsaufnahme.....</b>	<b>67</b>
<b>II</b>	<b>Interviews.....</b>	<b>69</b>



# I Bestandsaufnahme

**Tab. 3 Auflistung weltweit verfügbarer innovativen leisen Strassenoberflächen aus Vorstudie**

	Bezeichnung Technologie	Besonderheiten
	Asphaltbeton 0/8 (DAC)	
<b>Schweden</b> Experte: Ulf Sandberg	Thinlayerbeläge 0/6 (thin surfacings) Oberflächenbehandlung 4/6 (surface dressing) Asphalt rubber 0/11, dicht Asphalt rubber 0/11, porös PA 8 (porous asphalt), einschichtig PA 8 (porous asphalt), zweischichtig PA 8 (porous asphalt) geschliffen PERS 2-5 Weitere...	Epoxybinder Gummizusatz (20% des Binders) Gummizusatz (20% des Binders), HR ~15% HR ~25% HR ~25% Negativtexture durch Schleifen, HR ~25% 2-5mm, HR ~20-30%, 30 mm
<b>Dänemark</b> Experte: Hans Bendtsen	PA 5/8 (DA8-70 porous asphalt), zweischichtig PA 2/5 (DA5-55 porous asphalt), zweischichtig PA 2/5 (DA5-90 porous asphalt), zweischichtig Ultra Thinlayer 8 (UTLAC8) Ultra Thinlayer 6 (UTLAC8) PA 6 (PAC6-cl.2) PA 8 (PAC8-cl.1) PA 8 (PAC8-cl.2) PERS 5 SMA 6 SMA 6+8 Weitere...	obere: 5/8, 25 mm; untere: 11/16, 45 mm obere: 2/5, 20 mm; untere: 11/16, 35 mm obere: 2/5, 25 mm; untere: 16/22, 65 mm HR ~12%, 22 mm HR ~13%, 18 mm HR ~14%, 24 mm HR ~14%, 25 mm HR ~16%, 24 mm 5mm, HR ~26-30%, 30 mm HR ~9%, 18 mm HR ~6%, 22 mm, Überkorn
<b>Niederlande</b> Experten: Willem-Jan van Vliet / Jan Hooghwerff / Berry Bobbink	PA 5/8 (ZOAB), zweischichtig Poröser Beton (Modieslab), zweischichtig, vorfabriziert Poröser Beton (Modieslab), einschichtig, vorfabriziert PA 2/5.6 (Rollpave), vorfabriziert Gummigranulat-Oberflächen (Pore-elastic PERS), vorfabriziert SMA 8 G+ Thinlayer Microflex 0/6 Thinlayer Dubofalt Thinlayer Nobelpave Resonatoren (diffractoren) Ultrastil SMA 8 G+ Measures to prolong lifetime Weitere...	obere: 5/8, 25 mm, HR ~20%; untere: 11/16, 45 mm, HR ~25% Anwendung bei instabilem Untergrund Anwendung auf existierenden Betonfahrbahnen auf Rollen, HR ~15-19%, 30 mm 30 mm HR ~13%, 20 mm 25 mm 25 mm direkt angrenzend zur Fahrbahn 8 mm, HR 8-10%, 35 mm
<b>England</b> Phil Mogan	Thinlayer Colsoft Thinlayer Thinpave Thinlayer Masterflex 0/6 Thinlayer Ultraphone 0/6 UL-M 0/10 Asphalt rubber 0/6 Weitere...	35 mm 10 mm 22 mm, recycled
<b>Österreich</b> Ulf Sandberg	Flüster Beton (whisper concrete) 4/8 Lärmarmes SMA 8 (LSMA 8) PA (ZDA), zweischichtig PA (ZDA), zweischichtig PA 8 (DA 8) Weitere...	HR ~10%, 30 mm HR ~23%, 24 + 45 mm HR ~25%, 24 + 45 mm, Gummizusatz im Bitumen HR ~25%, 45 mm, Gummizusatz im Bitumen

Deutschland Oliver Ripke / Stefan Ehlert	SMA 0/8 LA (lärmetechnisch optimiert) SMA 0/5 SMA 0/5 S LOA 5 D (Düsseldorfer Asphalt) PA 0/8 (OPA), einschichtig PA (ZWOPA), zweischichtig MA offenporig (PMA 5) Helmholzabsorber Weitere...	HR ~10-15%, optimierte Korngrößenverteilung  HR ~7%, optimierte Korngrößenverteilung HR ~22-28%, 45 mm, auf SAMI obere: 5/8; untere: 11/16, auf SAMI HR ~10%, 5,
Frankreich Fabienne Anfosso Ledée	Colsoft Miniphone S Microville PA 6/16 (BBDr monoc.), einschichtig PA (BBDr bic.), zweischichtig Rugosoft 0/6 Nanosoft 0/4 Microcouche Ultra thinlayer 0/6 (BBUM) Very thinlayer 0/6 (BBTM) Very thinlayer 0/10 (BBTM) thinlayer 0/10 (BBM) Weitere...	obere: 4/8; untere: 6/16 HR ~15-1%, 25-40 mm HR ~20-22%, 40 mm 6-12 mm 12-18 mm HR ~20-25%, 20-25 mm HR ~18-25%, 20-25 mm 30-50 mm
USA Rob Rasmussen	Asphalt rubber 9.5 (AR-ACFC), dicht Asphalt rubber 9.5, porös AC (DGAC), dicht Semi-porös 12.5 (OGAC-thick) Semi-porös 12.5 (OGAC-thin) Asphalt rubber 12.5 (RAC), porös BWC Bonded wearing course Beton (cement concrete), geschliffen Longitudinal Tining Diamond Grinding Weitere...	Gummizusatz (20% des Binders)  Gummizusatz (20% des Binders), HR ~15-18% HR ~9% HR ~12%, 75 mm HR ~15%, 30 mm HR ~12%, 30 mm HR ~7%, 30 mm
Japan Hitoshi Fujita	PA 13, einschichtig PA 10, einschichtig PA 8, zweischichtig  PA 5, zweischichtig PERS 2 Weitere...	HR ~20%, 50 mm HR ~20%, 50 mm obere: 8, HR ~20%, 20-30 mm; untere: 13, HR ~20%, 40-50 mm obere: 5, HR ~20%, 20 mm; untere: 13, HR ~20%, 30 mm 2mm,HR ~20%, 30 mm
Australien Ulf Sandberg	Semi-porös 19 (OGA) Weitere...	HR ~14-19%
Neuseeland Ulf Sandberg	PA (OGPA) Weitere...	HR ~20-30%, epoxymodifiziertes Bitumen

## II Interviews

### Diamond grinding (USA)

Experte:	<b>Interview USA</b>
Firma:	Rob Rasmussen
Datum:	The Transtec Group
Ort:	15.04.2015
	WebCall Bern - Austin, Texas

#### Nationaler Technologienname und Kontext/Hintergrund der Entwicklung

Welche Technologie gilt als Standard? Welches ist die meistverbreitete Technologie? Konventioneller Belag?	Longitudinal tining wird in den USA routinemässig eingebaut.
Wie heissen die ausgewählten Technologien? (Nationaler Produktname)	Diamond grinding
Mit welchen andern Technologien könnte man die ausgewählte Technologie vergleichen? Wird diese Technologie in andern Ländern auch verwendet? Wo?	Andere Länder setzen Diamond grinding ein. Dies sind Beläge in Australien und in Europa (Belgien und Deutschland).
Gibt es einen nationalen Standard für diese Technologie?	Empfehlungen sind vorhanden, kein nationaler Standard. State Highway Agency hat eigene Standards.
Wieviele Bauunternehmungen können diese Technologie einbauen? Welche?	Anwendung durch 5-6 grosse Firmen. 10x mehr Firmen wenden diese Technik in kleinerem Rahmen an. Das Equipment ist sehr speziell und daher nicht kosteneffektiv für die Auftragnehmer. Es werden oft Sub-Aufträge an die Spezialisten vergeben.
Auf wievielen Strecken wurde diese Technologie eingebaut? (Anzahl Teststrecken oder geschätzte Streckenlänge)	Ca. 5% der neuen Betonoberflächen. Viele km ältere Betonbeläge. Ziel: in den nächsten 10-15 Jahren 30-50% der State Highways mit Betonoberflächen.
Einsatzbereich	höhere Geschwindigkeiten
Kann diese Technologie auf allen Strassentypen angewendet werden? (Autobahn, Autostrasse, Städtisch, etc.). Gibt es Strassentypen auf welchen diese Technologie hauptsächlich angewendet wird?	Diamond grinding wird prinzipiell für die Wiederherstellung der Fahrqualität verwendet. Somit wird Diamond grinding häufiger auf Strassen mit höheren Geschwindigkeiten angewendet.

#### akustische Wirkung

Wieviel beträgt die akustische Wirkung im Vergleich zum nationalen Modell (oder relativ zum konventionellen Belag)?	+1 dB (TNM: -3 dB)
Wie wird der Referenzwert definiert? Referenzbelag oder statistischer Belag?	Der Durchschnitt ist ein typischer statischer Belag, welcher auf hunderten von Messungen beruht, die in der "Reference Energy Mean Emission Level (REMEL)" Datenbank während Jahre abgelegt wurden.
Wieviel beträgt der akustische Belagsgütwert eines SMA 11 (oder eines Standardbelags) nach 2-5 Jahren?	SMA 11 2-5 Jahre alt: zwischen -2.0 und +2.0 dBA (gegenüber Durchschnitt) TNM: SMA = -2 dBA Referenz: HMA = 0 dBA --> Abw. Stl86+ = TNM USA + 4dB
Welche akustischen Messmethoden werden verwendet um die akustische Belagsgüte zu bestimmen?	Messungen am Strassenrand sind die häufigsten. Normalerweise gemessen an für den Empfänger relevanten Punkten. Die REMEL Datenbank basiert auf Daten 15m von Fahrbahnmitte, auf einer Höhe von 1.5m. Messungen an der Quelle werden mit On-Board Sound Intensity (OBSI, andere Mikrofone und Positionen als ISO Standard).

#### Mischgut / Betonmischung

Was sind die Besonderheiten der Technologie betreffend Granulat, Zusatzstoffen, Bindemittel, Bitumen, etc. ?	nicht zutreffend
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend der Mischgutherstellung?	nicht zutreffend
Sind Marshall-Tests verfügbar ? (um den Hohlraumgehalt am Mischgut und die Korngrössenverteilung zu bestimmen)	nicht zutreffend

#### Einbau

Gibt es Einschränkungen betreffend Anwendungsbereich?	Aufgrund der fixen Kosten für das Equipment, wird diese Technik am häufigsten für Projekte von > 10'000 m2 verwendet.
Wie hoch ist der Hohlraumgehalt? (in der eingebauten Deckschicht)	nicht zutreffend
Was für Equipment (Fertiger, Verdichter) wird benötigt?	Equipment für Diamond grinding ist hoch spezialisiert. Es wird entweder als "home made" der Subunternehmer hergestellt oder wird von einer der wenigen Firmen die es kommerziell herstellen (Diamond Products) erworben (mit Sitz in Elyria, Ohio, USA)
Ist die Einbauzeit länger als bei einem konventionellen Belag?	Texturieren mit Diamond grinding wird auf ausgehärtetem Beton angewendet und ist daher ein separater Prozess. Abhängig von vielen Faktoren ist die Produktionsrate zwischen 1000 und 2000 m2 pro Stunde.
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Wetter/Temperatur während der Einbauzeit?	Weil der Diamond grinding Prozess Wasser benötigt, muss die Temperatur über dem Gefrierpunkt liegen (Ausnahmen abhängig von der Oberflächen- und Wassertemperatur).
Kann die Technologie nach Abfräsen/Abschleifen der alten Schichten angewendet werden?	Diese Textur-Methode kann auf allen Belagsoberflächen angewendet werden (Beton oder Asphalt).
Gibt es Besonderheiten oder spezielle Praktiken betreffend Markierungen und Schachtdeckel?	Es müssen spezielle Massnahmen ergriffen werden, um während Diamond grinding Schachtdeckel nicht zu tangieren. Der grinding Proze entfernt die Markierungen.
Sind Messungen der Oberflächentextur, Schallabsorption und Luftströmungswiderstand vorhanden? Wie werden die Daten erhoben?	Die Abstände der gefrästen Texturen sind üblicherweise in "Berg zu Tal" Verhältnissen ausgedrückt. Die Erreichung dieser Spezifikationen wird meist durch den Strasseneigentümer überprüft. Seltener werden auch Texturmessungen oder Messungen mit dem Sandfleckverfahren angefordert.

#### Unterhalt

Gibt es spezielle Anforderungen betreffen Unterhalt? (Winterunterhalt, Reinigung)	Keine speziellen Unterhaltsarbeiten notwendig.
---	--

#### Kosten

Wieviel betragen die Herstellungskosten eines konventionellen Belags pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	USD 3 bis USD 6 pro m2
Wieviel betragen die Herstellungskosten dieser Technologie pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	0.1 bis 0.25 CHF/m2 USD 0.10 bis 0.25 pro m2 (Aufgrund der sehr tiefen Herstellungskosten wurde für die Verbesserung der Übertragbarkeit in CH Verhältnisse Zusatzkosten von 25% angenommen)
Was ist die erwartete Lebensdauer der Technologie?	Abhängig von der Materialqualität und Einbau kann die Textur 4 bis 15 Jahre halten.

#### Verkehrssicherheit

Sind Erfahrungen betreffend Entwässerung und Sichtverhältnissen bei nasser Fahrbahn vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	Wenig oder keine Unterschiede betreffend Drainage solange korrekte Querneigung in Belagsoberfläche konstruiert wurde
Sind Erfahrungen betreffend Griffigkeit vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	Messungen auf Diamond grinding können variieren. Die Resultate sind häufig nach dem ersten grinding hoch. Abhängig von der Texturgeometrie und der Qualität des Materials (der Aggregate), kann die Reibungskraft mit der Zeit abnehmen. Dies trifft für fast alle Belagsoberflächen zu. Die in Längsrichtung angebrachten Rillen erhöhen die Sicherheit.

**Akustische und technische Lebensdauer**

akustische Alterung: welche akustischen Werte werden nach 2 Jahren erwartet? Sind Langzeitmonitorings vorhanden oder geplant?	Abhängig vom Verkehr, der Anfangsqualität und der Materialien, eine Zunahme des Lärmpegels von 1 bis 3 dB in ersten 2 Jahren möglich.
Wie lange bleibt die akustische Wirkung erhalten? akustische Lebensdauer?	Veränderungen in den nachfolgenden Jahren sind kleiner. Möglicherweise +0.25 dB/Jahr oder weniger.
Gibt es Probleme aufgrund von Verstopfung der Poren?	Nein.
Gibt es Probleme aufgrund von Kornausbrüchen?	Abplatzungen können zu einer Erhöhung des Lärmpegels führen. Die Qualität der Betonmischung und vollständige Aushärtung kurz nach Einbau sind entscheidend.
Gibt es Probleme aufgrund von Schwerverkehr?	Nein.
Gibt es Probleme aufgrund von Schneeketten?	Nein.

**Diverses**

Wie hoch ist die durchschnittliche tägliche Verkehrslast auf den Strecken mit der verwendeten Technologie? (werden die Teststrecken stark befahren?)	Nein.
Wie hoch ist der Schwerverkehrsanteil auf den Strecken mit der verwendeten Technologie?	keine Angaben
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Bushaltestellen? (Beschleunigende schwere Fahrzeuge?)	Kann und wird bei Bushaltestellen verwendet.
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Knoten/Kreisel?	kann und wird bei Knoten und Kreiseln verwendet.
Kann die Technologie auch auf Strecken mit einer Steigung angewendet werden?	keine Einschränkungen.
Kann die Technologie sowohl in städtischem als auch in ländlichen Gebieten angewendet werden?	keine Einschränkungen.

## Diffraktoren (Niederlande)

Experte: Firma: Datum: Ort:	<b>Interview Niederlande</b> Jan Hooghwerff M+P, MBBM Group 29.04.2015 Vught
--------------------------------------	--

### Nationaler Technologienname und Kontext/Hintergrund der Entwicklung

Welche Technologie gilt als Standard? Welches ist die meistverbreitete Technologie? Konventioneller Belag?	Zoab 6/16 2-layer Zoab: 11/19 , 4/8 wenn Lärmprobleme
Wie heissen die ausgewählten Technologien? (Nationaler Produktname)	Produktname: Whisstone
Mit welchen andern Technologien könnte man die ausgewählte Technologie vergleichen? Wird diese Technologie in andern Ländern auch verwendet? Wo?	keine Vergleichbare Technologie
Gibt es einen nationalen Standard für diese Technologie?	Nein, es gibt keinen nationalen Standard.
Wieviele Bauunternehmungen können diese Technologie einbauen? Welche?	Einbau durch eine Firma möglich: 4 silence.
Auf wievielen Strecken wurde diese Technologie eingebaut? (Anzahl Teststrecken oder geschätzte Streckenlänge)	2 Teststrecken: Hummelo ausserorts 80 km/h und Soesterberg innerorts 50 km/h
Einsatzbereich	innerorts und ausserorts
Kann diese Technologie auf allen Strassentypen angewendet werden? (Autobahn, Autostrasse, Städtisch, etc.). Gibt es Strassentypen auf welchen diese Technologie hauptsächlich angewendet wird?	alle Geschwindigkeitsbereiche

### akustische Wirkung

Wieviel beträgt die akustische Wirkung im Vergleich zum nationalen Modell (oder relativ zum konventionellen Belag)?	-2 dB (Zusätzlich zu LAB) Mittel der Wirkung zwischen den einzelnen Fahrspuren
Wie wird der Referenzwert definiert? Referenzbelag oder statistischer Belag?	Referenz NL (Cwegdek): Durchschnitt von 10 Strecken (DAC und SMA) --> Umrechnung; Abw. StL-86+ = Cwegdek NL +1 dB
Wieviel beträgt der akustische Belagsgütwert eines SMA 11 (oder eines Standardbelags) nach 2-5 Jahren?	+ 1 dB
Welche akustischen Messmethoden werden verwendet um die akustische Belagsgüte zu bestimmen?	SPB

### Mischgut / Betonmischung

Was sind die Besonderheiten der Technologie betreffend Granulat, Zusatzstoffen, Bindemittel, Bitumen, etc. ?	-
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend der Mischgutherstellung?	-
Sind Marshall-Tests verfügbar ? (um den Hohlraumgehalt am Mischgut und die Korngrössenverteilung zu bestimmen)	nicht anwendbar

<b>Einbau</b>	
Gibt es Einschränkungen betreffend Anwendungsbereich?	Diffraktoren brauchen viel Platz neben der Fahrbahn. Verwendung in Kombination mit lärmarmen Belägen. Spektrale Eigenschaften des Belags müssen bekannt sein zur Bestimmung des Diffraktorentyps.
Wie hoch ist der Hohlraumgehalt? (in der eingebauten Deckschicht)	maximale Tiefe der "Poren" = 15 cm
Was für Equipment (Fertiger, Verdichter) wird benötigt?	nicht zutreffend
Ist die Einbauzeit länger als bei einem konventionellen Belag?	Einbauzeit nicht vergleichbar.
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Wetter/Temperatur während der Einbauzeit?	Keine speziellen Anforderungen zu Einbaubedingungen bez. Wetter/Temperatur.
Kann die Technologie nach Abfräsen/Abschleifen der alten Schichten angewendet werden?	Einbau auf gefräster Unterschicht möglich, neben der Fahrbahn.
Gibt es Besonderheiten oder spezielle Praktiken betreffend Markierungen und Schachtdeckel?	nein, neben der Fahrbahn
Sind Messungen der Oberflächentextur, Schallabsorption und Luftströmungswiderstand vorhanden? Wie werden die Daten erhoben?	nicht zutreffend

#### **Unterhalt**

Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Unterhalt? (Winterunterhalt, Reinigung)	nach dem Winter müssen die Diffraktoren gereinigt werden. Unterhalt kostet ca. 5 Euro/m <sup>2</sup> .
--	--

#### **Kosten**

Wieviel betragen die Herstellungskosten eines konventionellen Belags pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	DAC 19 Euro/m <sup>2</sup> Zoab 1.1 - 1.2 * DAC 2-layer Zoab 1.5-2* DAC Ultrastil 4*DAC (2*2-layer Zoab)
Wieviel betragen die Herstellungskosten dieser Technologie pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	165-220 CHF/m <sup>2</sup> jetzige Kosten (sehr geringe Produktionsmenge): 150-200 Euro/m
Was ist die erwartete Lebensdauer der Technologie?	es wird von einer Lebensdauer von 30 Jahren ausgegangen

#### **Verkehrssicherheit**

Sind Erfahrungen betreffend Entwässerung und Sichtverhältnissen bei nasser Fahrbahn vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	Tests ob Gefahr für Motorradfahrer --> leichter Nachteil, aber nicht gefährlich
Sind Erfahrungen betreffend Griffigkeit vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	nicht zutreffend

**Akustische und technische Lebensdauer**

akustische Alterung: welche akustischen Werte werden nach 2 Jahren erwartet? Sind Langzeitmonitorings vorhanden oder geplant?	-2 dB (Zusätzlich zu LAB)  Bsp: Hummelo: Doppeldiffraktoren type Soesterberg und type 2 in Kombination mit Thinlayer in 7.5m Distanz und 1.2m Höhe -4.5 dB in 7.5m Distanz und 2m Höhe -2 dB Lärmzunahme wenn höher als 3m in 15m Distanz und 1-4.50m Höhe -- bis -3 dB gegenüberliegende Fahrspur: -1 dB single type 2: grösste Reduktion bei 800 Hz double type 2: grosse Reduktion 630 - 2500 Hz  Bsp: Soesterberg: in Kombination mit SMA NL in 15m Distanz und 1.2m Höhe -3 dB in 15m Distanz und 4.5m Höhe 0dB
Wie lange bleibt die akustische Wirkung erhalten? akustische Lebensdauer?	-2 dB während gesamter Lebensdauer
Gibt es Probleme aufgrund von Verstopfung der Poren?	-
Gibt es Probleme aufgrund von Kornausbrüchen?	Schwere Fahrzeuge und mechanische Belastbarkeit
Gibt es Probleme aufgrund von Schwerverkehr?	Schwere Fahrzeuge können die Diffraktoren beschädigen
Gibt es Probleme aufgrund von Schneeketten?	nein

**Diverses**

Wie hoch ist die durchschnittliche tägliche Verkehrslast auf den Strecken mit der verwendeten Technologie? (werden die Teststrecken stark befahren?)	ja, keine Probleme
Wie hoch ist der Schwerverkehrsanteil auf den Strecken mit der verwendeten Technologie?	keine Angaben
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Bushaltestellen? (Beschleunigende schwere Fahrzeuge?)	nein
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Knoten/Kreisel?	nein
Kann die Technologie auch auf Strecken mit einer Steigung angewendet werden?	möglich, aber reduzierte Effektivität bergaufwärts
Kann die Technologie sowohl in städtischem als auch in ländlichen Gebieten angewendet werden?	keine Angaben

## Double Layer porous Asphalt (Japan)

Experte:	<b>Interview Japan</b>
Firma:	Hitoshi Fujita
Datum:	The Nippon Road Co., Ltd.
Ort:	10.02.2015
	Tokyo

### Nationaler Technologienname und Kontext/Hintergrund der Entwicklung

Welche Technologie gilt als Standard? Welches ist die meistverbreitete Technologie? Konventioneller Belag?	Dense graded asphalt
Wie heissen die ausgewählten Technologien? (Nationaler Produktname)	Double layer porous asphalt heisst "2soushiki porous asphalt" 2 soushiki means double layer system
Mit welchen andern Technologien könnte man die ausgewählte Technologie vergleichen? Wird diese Technologie in andern Ländern auch verwendet? Wo?	ähnlich dem Europäischen Twinlayer
Gibt es einen nationalen Standard für diese Technologie?	Tokyo metropolitan hat Standards Top Layer: Hohlraumgehalt 20-25% base Layer: Hohlraumgehalt 20%
Wieviele Bauunternehmungen können diese Technologie einbauen? Welche?	Der Einbau ist durch 7-8 Firmen möglich. Bsp.: Nippon Road, Nippo cooperation, Oobayashi Road, Toa Road etc.
Auf wievielen Strecken wurde diese Technologie eingebaut? (Anzahl Teststrecken oder geschätzte Streckenlänge)	grossflächiger Einbau
Einsatzbereich	städtisch, hohe Schwerverkehrsanteile
Kann diese Technologie auf allen Strassentypen angewendet werden? (Autobahn, Autostrasse, Städtisch, etc.). Gibt es Strassentypen auf welchen diese Technologie hauptsächlich angewendet wird?	Double layer porous asphalt werden auf Strassen mit hoher Verkehrslast wie Tokyo oder Nagoya eingebaut. 40-60 km/h. Auf Autobahnen wird DLPA vor allem aus Sicherheitsgründen eingebaut (bessere Sicht).

### akustische Wirkung

Wieviel beträgt die akustische Wirkung im Vergleich zum nationalen Modell (oder relativ zum konventionellen Belag)?	-3.8 dB (87 dB CPX 50 km/h)
Wie wird der Referenzwert definiert? Referenzbelag oder statistischer Belag?	Dichter Asphaltbelag. Normale Korngrösse ist 13mm. Lärmpegel der europäischen dichten Asphaltbelägen ist 0.2 dB leiser (Dr.Sandberg).
Wieviel beträgt der akustische Belagsgütwert eines SMA 11 (oder eines Standardbelags) nach 2-5 Jahren?	In Japan werden keine 11mm Beläge eingebaut. Es werden verschiedene SMA Typen eingebaut, welche unterschiedliche Oberflächenrauigkeiten aufweisen. SMA 13 mit einer rauen Oberfläche ist ungefähr 2 dB leiser als dense mix Belag. Ein typischer semidichter Belag = 95.6 dB nach einem halben Jahr. konventioneller Asphaltbelag (Dense 13): 98 dB
Welche akustischen Messmethoden werden verwendet um die akustische Belagsgüte zu bestimmen?	Road Acoustic Checker( RAC) wird oft verwendet für die Evaluation von porösem Asphalt. RAC wurde für porösen Asphalt durch das governmental Tokyo metropolitan resarch institute entwickelt. Es werden keine Frequenzen aufgezeichnet. Es werden ebenfalls andere Messmethoden gemäss ISO oder AASHTO durchgeführt.Zum Beispiel Statistical Pass-By method (ISO 11819-1) SPB-Resulte sind nicht verfügbar.

### Mischgut / Betonmischung

Was sind die Besonderheiten der Technologie betreffend Granulat, Zusatzstoffen, Bindemittel, Bitumen, etc. ?	typische Korngrösse: 5 mm top layer typische Korngrösse: 13 mm base layer
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend der Mischgutherstellung?	keine Angaben
Sind Marshall-Tests verfügbar ? (um den Hohlraumgehalt am Mischgut und die Korngrössenverteilung zu bestimmen)	Es werden Marshall-Tests durchgeführt für Mischgutuntersuchung und Qualitätskontrolle. Bohrkern werden nur für die Forschung verwendet.

#### Einbau

Gibt es Einschränkungen betreffend Anwendungsbereich?	keine Angaben
Wie hoch ist der Hohlraumgehalt? (in der eingebauten Deckschicht)	Top Layer: 22-25% (in kalten Regionen Zielwert 17%) Zielwert ist 20%
Was für Equipment (Fertiger, Verdichter) wird benötigt?	Ein spezieller Fertiger ist notwendig. Mit dem MAP (multi-asphalt paver) können beide Schichten gleichzeitig eingebaut werden. Durch eine simultane Verdichtung wird zwischen den beiden Schichten ein hoher Verbindungsgrad erzielt. Durch dieses Verfahren können die notwendigen physikalischen Eigenschaften auch bei geringen Schichtdicken erreicht werden.
Ist die Einbauzeit länger als bei einem konventionellen Belag?	Es ist keine längere Einbauzeit notwendig.
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Wetter/Temperatur während der Einbauzeit?	Keine speziellen Anforderungen zu Einbaubedingungen bez. Wetter/Temperatur.
Kann die Technologie nach Abfräsen/Abschleifen der alten Schichten angewendet werden?	Einbau auf gefräster Unterschicht möglich.
Gibt es Besonderheiten oder spezielle Praktiken betreffend Markierungen und Schachtdeckel?	Nein.
Sind Messungen der Oberflächentextur, Schallabsorption und Luftströmungswiderstand vorhanden? Wie werden die Daten erhoben?	Texturmessungen (MPD), Schallabsorptionsmessungen gemäss ISO 10844.

#### Unterhalt

Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Unterhalt? (Winterunterhalt, Reinigung)	Schwerwiegende Schäden durch Schneepflüge oder Schneeketten von Lastwagen. Der Einbau in kalten Regionen ist rückgängig. Die Reinigung ist in Bezug auf die Lärmreduktion nicht effektiv.
--	---

#### Kosten

Wieviel betragen die Herstellungskosten eines konventionellen Belags pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	Dense graded asphalt 1500/JPY/m <sup>2</sup> 12 CHF/m <sup>2</sup>
Wieviel betragen die Herstellungskosten dieser Technologie pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	20 CHF/m <sup>2</sup> 1 CHF = ca. 123 Yen 2450 JPY/m <sup>2</sup>
Was ist die erwartete Lebensdauer der Technologie?	erwartete akustische Lebensdauer < 5 Jahre

#### Verkehrssicherheit

Sind Erfahrungen betreffend Entwässerung und Sichtverhältnissen bei nasser Fahrbahn vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	bessere Sichtverhältnisse als Standardbelag.
Sind Erfahrungen betreffend Griffbarkeit vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	Griffbarkeit ist schlechter als bei dense mix. Bei engen Kurven auf Hochgeschwindigkeitsstrassen wird dies häufig zu Unfallsgründen. Griffbarkeit wird mit PRMS = permeable resin mortar System verbessert. Dies ist eine Methode bei welcher die Hohlräume mit einem einkörnigen Aggregat und Harz beschichtet werden.

**Akustische und technische Lebensdauer**

akustische Alterung: welche akustischen Werte werden nach 2 Jahren erwartet? Sind Langzeitmonitorings vorhanden oder geplant?	akustische Wirkung nimmt mit der Zeit ab (Annahme: bleibt über 5 Jahre erhalten). Kein Langzeitmonitoring geplant.
Wie lange bleibt die akustische Wirkung erhalten? akustische Lebensdauer?	keine Angaben
Gibt es Probleme aufgrund von Verstopfung der Poren?	Probleme mit Verstopfung der Poren vorhanden.
Gibt es Probleme aufgrund von Kornausbrüchen?	Probleme mit Kornausbrüchen. Als Lösung soll ein dauerhafter high viscosity Binder verwendet werden.
Gibt es Probleme aufgrund von Schwerverkehr?	Nein.
Gibt es Probleme aufgrund von Schneeketten?	Ja.

**Diverses**

Wie hoch ist die durchschnittliche tägliche Verkehrslast auf den Strecken mit der verwendeten Technologie? (werden die Teststrecken stark befahren?)	Nein.
Wie hoch ist der Schwerverkehrsanteil auf den Strecken mit der verwendeten Technologie?	keine Angaben
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Bushaltestellen? (Beschleunigende schwere Fahrzeuge?)	keine Angaben
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Knoten/Kreisel?	keine Angaben
Kann die Technologie auch auf Strecken mit einer Steigung angewendet werden?	keine Angaben
Kann die Technologie sowohl in städtischem als auch in ländlichen Gebieten angewendet werden?	beide.

## Epoxy (Schweden)

Experte: Firma: Datum: Ort:	<b>Interview Schweden</b> Ulf Sandberg Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI) 29.04.2015 Utrecht
--------------------------------------	--

### Nationaler Technologienname und Kontext/Hintergrund der Entwicklung

Welche Technologie gilt als Standard? Welches ist die meistverbreitete Technologie? Konventioneller Belag?	SMA 16
Wie heissen die ausgewählten Technologien? (Nationaler Produktname)	Epoxy
Mit welchen andern Technologien könnte man die ausgewählte Technologie vergleichen? Wird diese Technologie in andern Ländern auch verwendet? Wo?	Bindemittelanreicherung mit Epoxy
Gibt es einen nationalen Standard für diese Technologie?	Nein, es gibt keinen nationalen Standard.
Wieviele Bauunternehmungen können diese Technologie einbauen? Welche?	Anwendung zahlreicher Firmen, Verwendung aber nicht überall gestattet.
Auf wievielen Strecken wurde diese Technologie eingebaut? (Anzahl Teststrecken oder geschätzte Streckenlänge)	Wird seit langer Zeit auf Brücken verwendet. Heute zahlreiche Anwendungen auf Innerortsstrassen und Autobahnen.
Einsatzbereich	Strassenabschnitten mit Stop and Go, hohe mechanische Beanspruchung.
Kann diese Technologie auf allen Strassentypen angewendet werden? (Autobahn, Autostrasse, Städtisch, etc.). Gibt es Strassentypen auf welchen diese Technologie hauptsächlich angewendet wird?	Städtisch und Autobahnen

### akustische Wirkung

Wieviel beträgt die akustische Wirkung im Vergleich zum nationalen Modell (oder relativ zum konventionellen Belag)?	potenziell erhöhend, um max. -2 dB (geschätzt)
Wie wird der Referenzwert definiert? Referenzbelag oder statistischer Belag?	Referenz relativ zu Durchschnitt von 10 Strecken (DAC11 und SMA11-16)
Wieviel beträgt der akustische Belagsgütwert eines SMA 11 (oder eines Standardbelags) nach 2-5 Jahren?	Standardbelag = SMA 16
Welche akustischen Messmethoden werden verwendet um die akustische Belagsgüte zu bestimmen?	nicht zutreffend

### Mischgut / Betonmischung

Was sind die Besonderheiten der Technologie betreffend Granulat, Zusatzstoffen, Bindemittel, Bitumen, etc. ?	75% Bitumen, 25% Epoxy, kein Haftzusatz.
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend der Mischgutherstellung?	Strenge Restriktionen im Umgang mit Epoxy. Es müssen Vorsichtsmassnahmen eingehalten werden. Risiko von Konstruktionsfehler grösser als bei konventionellem Bitumen. Mischanlage mit automatischem Heizüberwachungssystem.
Sind Marshall-Tests verfügbar ? (um den Hohlraumgehalt am Mischgut und die Korngrössenverteilung zu bestimmen)	nicht zutreffend

<b>Einbau</b>	
Gibt es Einschränkungen betreffend Anwendungsbereich?	Epoxy muss unter strikten Restriktionen angewendet werden. Zum Teil ist der Einsatz aus gesundheits- und umweltschädigenden Gründen verboten.
Wie hoch ist der Hohlraumgehalt? (in der eingebauten Deckschicht)	nicht zutreffend
Was für Equipment (Fertiger, Verdichter) wird benötigt?	Konventioneller Transport und Fertiger, Verdichtung ohne Vibration.
Ist die Einbauzeit länger als bei einem konventionellen Belag?	Keine längere Einbauzeit als bei Standardbelag.
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Wetter/Temperatur während der Einbauzeit?	Sehr anfällig auf Niederschlag.
Kann die Technologie nach Abfräsen/Abschleifen der alten Schichten angewendet werden?	nicht zutreffend.
Gibt es Besonderheiten oder spezielle Praktiken betreffend Markierungen und Schachtdeckel?	keine Angaben
Sind Messungen der Oberflächentextur, Schallabsorption und Luftströmungswiderstand vorhanden? Wie werden die Daten erhoben?	ja

#### **Unterhalt**

Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Unterhalt? (Winterunterhalt, Reinigung)	Keine speziellen Unterhaltsarbeiten notwendig.
--	--

#### **Kosten**

Wieviel betragen die Herstellungskosten eines konventionellen Belags pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	ungefähr 10 Euro/m <sup>2</sup>
Wieviel betragen die Herstellungskosten dieser Technologie pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	2.5 x Standard (Schätzung) Expoxy 2.5 x standard (Schätzung Neuseeland)
Was ist die erwartete Lebensdauer der Technologie?	mit Epoxy längere Lebensdauer

#### **Verkehrssicherheit**

Sind Erfahrungen betreffend Entwässerung und Sichtverhältnissen bei nasser Fahrbahn vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	besser
Sind Erfahrungen betreffend Griffigkeit vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	unbehandeltes Epoxy ist rutschig. Es muss beispielsweise Feinsand auf die Belagsoberfläche hinzugefügt werden.

**Akustische und technische Lebensdauer**

akustische Alterung: welche akustischen Werte werden nach 2 Jahren erwartet? Sind Langzeitmonitorings vorhanden oder geplant?	längere akustische Lebensdauer, weinger Kornausbrüche, grössere Hohlraumgehalte möglich.
Wie lange bleibt die akustische Wirkung erhalten? akustische Lebensdauer?	längere akustische Wirkung, weniger Kornausbrüche.
Gibt es Probleme aufgrund von Verstopfung der Poren?	nein
Gibt es Probleme aufgrund von Kornausbrüchen?	Die mit Epoxy gebundene Oberfläche wird steif und hart, was Risse im Belag zur Folge haben kann.
Gibt es Probleme aufgrund von Schwerverkehr?	nein
Gibt es Probleme aufgrund von Schneeketten?	keine Angaben

**Diverses**

Wie hoch ist die durchschnittliche tägliche Verkehrslast auf den Strecken mit der verwendeten Technologie? (werden die Teststrecken stark befahren?)	hoch
Wie hoch ist der Schwerverkehrsanteil auf den Strecken mit der verwendeten Technologie?	hoch
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Bushaltestellen? (Beschleunigende schwere Fahrzeuge?)	ja
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Knoten/Kreisel?	ja
Kann die Technologie auch auf Strecken mit einer Steigung angewendet werden?	keine Angaben
Kann die Technologie sowohl in städtischem als auch in ländlichen Gebieten angewendet werden?	städtisch

## LOA 5 D (Deutschland)

Experte:	<b>Interview Deutschland</b>
Firma:	Stefan Ehlert
Datum:	Landesbetrieb Strassenbau Nordrhein-Westfalen
Ort:	04.05.2015 Gelsenkirchen

### Nationaler Technologienname und Kontext/Hintergrund der Entwicklung

Welche Technologie gilt als Standard? Welches ist die meistverbreitete Technologie? Konventioneller Belag?	SMA in Ballungsräumen
Wie heissen die ausgewählten Technologien? (Nationaler Produktname)	Lärmoptimierte Asphaltdecksicht LOA
Mit welchen andern Technologien könnte man die ausgewählte Technologie vergleichen? Wird diese Technologie in andern Ländern auch verwendet? Wo?	würde einem Mischgut zwischen SDA 4 A und SDA 6 A entsprechen
Gibt es einen nationalen Standard für diese Technologie?	in Empfehlungen, Merkblätter, Stand der Technik dokumentiert (Regelwerke)
Wieviele Bauunternehmungen können diese Technologie einbauen? Welche?	Grundsätzlich ist der Einbau durch jede Baufirma ausführbar. Anforderungen an die Planung: durchschnittlich. Anforderungen an die Ausführung: hoch.
Auf wievielen Strecken wurde diese Technologie eingebaut? (Anzahl Teststrecken oder geschätzte Streckenlänge)	keine Angaben
Einsatzbereich	kommunal, innerorts, geringer Schwerverkehrsanteil
Kann diese Technologie auf allen Strassentypen angewendet werden? (Autobahn, Autostrasse, Städtisch, etc.). Gibt es Strassentypen auf welchen diese Technologie hauptsächlich angewendet wird?	50 km/h Strecken

### akustische Wirkung

Wieviel beträgt die akustische Wirkung im Vergleich zum nationalen Modell (oder relativ zum konventionellen Belag)?	-1 dB (Dstro: -4 dB)
Wie wird der Referenzwert definiert? Referenzbelag oder statistischer Belag?	Dstro bei 120km/h, L0=mittlerer PW-Vorbeifahrtspegel, Referenzdecksicht = nicht geriffelter (gewalzter) Gussasphalt Referenz Dstro = 85.2 dB bei 120 km/h, SPB Referenz Dstro = 72.2 dB bei 50 km/h, SPB 60 - 120 km/h werden nach 120 km/h beurteilt --> Umrechnung Abw. StL86+= Dstro Wert +3 dB
Wieviel beträgt der akustische Belagsgütwert eines SMA 11 (oder eines Standardbelags) nach 2-5 Jahren?	SMA 11 entspricht einem Dstro wert von -2 dB
Welche akustischen Messmethoden werden verwendet um die akustische Belagsgüte zu bestimmen?	SPB, CPX

### Mischgut / Betonmischung

Was sind die Besonderheiten der Technologie betreffend Granulat, Zusatzstoffen, Bindemittel, Bitumen, etc. ?	Verwendung von Thermoplastmodifiziertes Bindemittel PMB C oder PMB A oder modifizierte Bindemittel mit viskositätsveränderten Zusätzen
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend der Mischgutherstellung?	Konzept: Herstellung eines sehr ebenflächigen Asphaltbinders.
Sind Marshall-Tests verfügbar ? (um den Hohlraumgehalt am Mischgut und die Korngrößenverteilung zu bestimmen)	keine Angaben

<b>Einbau</b>	
Gibt es Einschränkungen betreffend Anwendungsbereich?	nein
Wie hoch ist der Hohlraumgehalt? (in der eingebauten Deckschicht)	5-7 %
Was für Equipment (Fertiger, Verdichter) wird benötigt?	Kein spezielles Equipment notwendig. Strassenfertiger (mit Hochverdichtungsbohle). Statische Walzen von 10 - 12 t darf nur statisch verdichtet werden.
Ist die Einbauzeit länger als bei einem konventionellen Belag?	Keine längere Einbauzeit als bei Standardbelag.
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Wetter/Temperatur während der Einbauzeit?	Lufttemperatur bei Einbau mindestens 10°C und Temperatur der Unterlage (Binderschicht) mindestens 8°C.
Kann die Technologie nach Abfräsen/Abschleifen der alten Schichten angewendet werden?	Die Deckschicht sollte in Verbindung mit einer neuen Binderschicht eingebaut werden. Falls dies nicht möglich ist, sollte mit Hilfe einer polymermodifizierten Bitumenemulsion für einen ausreichenden Schichtenverbund gesorgt werden.
Gibt es Besonderheiten oder spezielle Praktiken betreffend Markierungen und Schachtdeckel?	Verwendung von Markierungsfolien oder Einfräsungen
Sind Messungen der Oberflächentextur, Schallabsorption und Luftströmungswiderstand vorhanden? Wie werden die Daten erhoben?	keine Angaben

#### **Unterhalt**

Gibt es spezielle Anforderungen betreffen Unterhalt? (Winterunterhalt, Reinigung)	Keine speziellen Unterhaltsarbeiten notwendig.
---	--

#### **Kosten**

Wieviel betragen die Herstellungskosten eines konventionellen Belags pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	18 Euro / m <sup>2</sup>
Wieviel betragen die Herstellungskosten dieser Technologie pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	21.8 CHF/m <sup>2</sup> (10% höher als herkömmlicher SMA (geschätzt)) 19.8 Euro /m <sup>2</sup> 10% höher als herkömmlicher SMA
Was ist die erwartete Lebensdauer der Technologie?	Technische Dauerhaftigkeit kürzer als bei Standardbelägen

#### **Verkehrssicherheit**

Sind Erfahrungen betreffend Entwässerung und Sichtverhältnissen bei nasser Fahrbahn vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	keine Angaben Annahme: ähnlich wie konventionelle Beläge
Sind Erfahrungen betreffend Griffbarkeit vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	gute Griffbarkeit, besser als konventionell

**Akustische und technische Lebensdauer**

akustische Alterung: welche akustischen Werte werden nach 2 Jahren erwartet? Sind Langzeitmonitorings vorhanden oder geplant?	Lärmpegel nimmt zu.
Wie lange bleibt die akustische Wirkung erhalten? akustische Lebensdauer?	keine Angaben
Gibt es Probleme aufgrund von Verstopfung der Poren?	keine Angaben
Gibt es Probleme aufgrund von Kornausbrüchen?	keine Angaben
Gibt es Probleme aufgrund von Schwerverkehr?	Ja
Gibt es Probleme aufgrund von Schneeketten?	keine Angaben

**Diverses**

Wie hoch ist die durchschnittliche tägliche Verkehrslast auf den Strecken mit der verwendeten Technologie? (werden die Teststrecken stark befahren?)	geeignet bis Belastungsklasse 3.2 (=dimensionierungsrelevante Beanspruchung > 10 und < 32) --> nicht für Autobahnen, Schnellstrassen
Wie hoch ist der Schwerverkehrsanteil auf den Strecken mit der verwendeten Technologie?	geringer Schwerverkehrsanteil
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Bushaltestellen? (Beschleunigende schwere Fahrzeuge?)	keine Angaben
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Knoten/Kreisel?	keine Angaben
Kann die Technologie auch auf Strecken mit einer Steigung angewendet werden?	keine Angaben
Kann die Technologie sowohl in städtischem als auch in ländlichen Gebieten angewendet werden?	keine Angaben

## Longitudinal tining (USA)

Experte:	<b>Interview USA</b>
Firma:	Rob Rasmussen
Datum:	The Transtec Group
Ort:	15.04.2015
	WebCall Bern - Austin, Texas

### Nationaler Technologienname und Kontext/Hintergrund der Entwicklung

Welche Technologie gilt als Standard? Welches ist die meistverbreitete Technologie? Konventioneller Belag?	Longitudinal tining wird in den USA routinemässig eingebaut.
Wie heissen die ausgewählten Technologien? (Nationaler Produktname)	longitudinal tining
Mit welchen andern Technologien könnte man die ausgewählte Technologie vergleichen? Wird diese Technologie in andern Ländern auch verwendet? Wo?	ähnlich dem Beton mit Längsbesenstrich
Gibt es einen nationalen Standard für diese Technologie?	Empfehlungen sind vorhanden, kein nationaler Standard. State Highway Agency hat eigene Standards.
Wieviele Bauunternehmungen können diese Technologie einbauen? Welche?	Jede Bauunternehmung kann das Equipment anschaffen (kaufen oder mieten) um diese Textur anzubringen. Häufig wird mit dem selben Equipment "spray-applied membrane curing" angewendet um den Beton von Feuchtigkeitsverlust zu schützen. Das Equipment wird daher häufig "texture-cure" genannt.
Auf wievielen Strecken wurde diese Technologie eingebaut? (Anzahl Teststrecken oder geschätzte Streckenlänge)	Auf allen State Highways mit Betonoberflächen ca. 50% mit longitudinal texture.
Einsatzbereich	Geschwindigkeiten > 50 km/h
Kann diese Technologie auf allen Strassentypen angewendet werden? (Autobahn, Autostrasse, Städtisch, etc.). Gibt es Strassentypen auf welchen diese Technologie hauptsächlich angewendet wird?	Longitudinal tining wird häufiger auf Strassen mit Geschwindigkeiten von über 50 km/h.

### akustische Wirkung

Wieviel beträgt die akustische Wirkung im Vergleich zum nationalen Modell (oder relativ zum konventionellen Belag)?	+2.5 dB (TNM: -1.5 dB)
Wie wird der Referenzwert definiert? Referenzbelag oder statistischer Belag?	Der Durchschnitt ist ein typischer statistischer Belag, welcher auf hunderten von Messungen beruht, die in der "Reference Energy Mean Emission Level (REMEL)" Datenbank während Jahre abgelegt wurden.
Wieviel beträgt der akustische Belagsgütwert eines SMA 11 (oder eines Standardbelags) nach 2-5 Jahren?	SMA 11 2-5 Jahre alt: zwischen -2.0 und +2.0 dBA (gegenüber Durchschnitt) TNM: SMA = -2 dBA Referenz: HMA = 0 dBA --> Abw. Stl86+ = TNM USA + 4dB
Welche akustischen Messmethoden werden verwendet um die akustische Belagsgüte zu bestimmen?	Messungen am Strassenrand sind die häufigsten. Normalerweise gemessen an für den Empfänger relevanten Punkten. Die REMEL Datenbank basiert auf Daten 15m von Fahrbahnmitte, auf einer Höhe von 1.5m. Messungen an der Quelle werden mit On-Board Sound Intensity (OBSI, andere Mikrofone und Positionen als ISO Standard).

### Mischgut / Betonmischung

Was sind die Besonderheiten der Technologie betreffend Granulat, Zusatzstoffen, Bindemittel, Bitumen, etc. ?	nicht zutreffend
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend der Mischgutherstellung?	nicht zutreffend
Sind Marshall-Tests verfügbar ? (um den Hohlraumgehalt am Mischgut und die Korngrößenverteilung zu bestimmen)	nicht zutreffend

#### Einbau

Gibt es Einschränkungen betreffend Anwendungsbereich?	Für lange Segmente (>500m) geeignet. Kurze Segmente werden normalerweise mit manuellen Techniken texturiert, welche nicht gleich kontrolliert angebracht werden können.
Wie hoch ist der Hohlraumgehalt? (in der eingebauten Deckschicht)	nicht zutreffend
Was für Equipment (Fertiger, Verdichter) wird benötigt?	Automatisches Texturieren benötigt spezielles Equipment, welches gekauft oder gemietet werden kann. Die grösseren Hersteller dieses Equipments sind Guntert und Zimmermann und GOMACO. Wirtgen stellt ebenfalls eine ähnliche Maschine her.
Ist die Einbauzeit länger als bei einem konventionellen Belag?	Texturieren mit longitudinal tining ist schneller als der eigentliche Einbauprozess und braucht daher nicht mehr Zeit.
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Wetter/Temperatur während der Einbauzeit?	Kann bei allen Temperatur- und Wetterverhältnissen angewendet werden (bei welchen Beton eingebaut werden kann).
Kann die Technologie nach Abfräsen/Abschleifen der alten Schichten angewendet werden?	Nur für neue Betonoberflächen.
Gibt es Besonderheiten oder spezielle Praktiken betreffend Markierungen und Schachtdeckel?	Tining wird normalerweise nicht in der Nähe von Übergängen angewendet um Beschädigungen zu minimieren und um die Oberfläche für Markierungen eben zu halten.
Sind Messungen der Oberflächentextur, Schallabsorption und Luftströmungswiderstand vorhanden? Wie werden die Daten erhoben?	Eher selten werden Texturmessungen gemacht mit dem volumetric "sand" patch. Die meisten State Spezifikationen beinhalten spezifische Texturgeometrien (Rillenbreite, Tiefe und Abstand), aber nur wenn diese in Frage gestellt werden (bei offensichtlichen Problemen) ist eine Messung erforderlich.

#### Unterhalt

Gibt es spezielle Anforderungen betreffen Unterhalt? (Winterunterhalt, Reinigung)	Keine speziellen Unterhaltsarbeiten notwendig.
---	--

#### Kosten

Wieviel betragen die Herstellungskosten eines konventionellen Belags pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	USD 0.10 bis 0.25 pro m2
Wieviel betragen die Herstellungskosten dieser Technologie pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	0.1 bis 0.25 CHF/m2 USD 0.10 bis 0.25 pro m2 (longitudinal tining ist Standard)
Was ist die erwartete Lebensdauer der Technologie?	Abhängig von der Materialqualität und Einbau kann die Textur 10 bis 30 Jahre halten.

#### Verkehrssicherheit

Sind Erfahrungen betreffend Entwässerung und Sichtverhältnissen bei nasser Fahrbahn vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	Wenig oder keine Unterschiede betreffend Drainage solange korrekte Querneigung in Belagsoberfläche konstruiert wurde
Sind Erfahrungen betreffend Griffigkeit vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	Messungen in den USA werden üblicherweise mit einem "locked-wheel skid trailer" (ASTME 274) durchgeführt. Bei gleichen Bedingungen können Messungen auf longitudinal tining leicht tiefer sein als auf transverse tining. Aber zahlreiche Studien haben gezeigt, dass die Sicherheit dieser Beläge gleich oder besser ist als auf quer texturierten Oberflächen (vielleicht durch die Fähigkeit dieser Oberflächen dem Fahrer Kontrolle in der Fahrrichtung zu erlauben).

**Akustische und technische Lebensdauer**

akustische Alterung: welche akustischen Werte werden nach 2 Jahren erwartet? Sind Langzeitmonitorings vorhanden oder geplant?	Abhängig vom Verkehr, der Anfangsqualität und der Materialien, eine Zunahme des Lärmpegels von 1 bis 2 dB in den ersten 2 Jahren möglich.
Wie lange bleibt die akustische Wirkung erhalten? akustische Lebensdauer?	Veränderungen in den nachfolgenden Jahren sind kleiner. Möglicherweise +0.25 dB/Jahr oder weniger.
Gibt es Probleme aufgrund von Verstopfung der Poren?	Nein.
Gibt es Probleme aufgrund von Kornausbrüchen?	Abplatzungen können zu einer Erhöhung des Lärmpegels führen. Die Qualität der Betonmischung und vollständige Aushärtung kurz nach Einbau sind <u>entscheidend</u> .
Gibt es Probleme aufgrund von Schwerverkehr?	Nein.
Gibt es Probleme aufgrund von Schneeketten?	Nein.

**Diverses**

Wie hoch ist die durchschnittliche tägliche Verkehrslast auf den Strecken mit der verwendeten Technologie? (werden die Teststrecken stark befahren?)	Nein.
Wie hoch ist der Schwerverkehrsanteil auf den Strecken mit der verwendeten Technologie?	keine Angaben
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Bushaltestellen? (Beschleunigende schwere Fahrzeuge?)	Kann und wird bei Bushaltestellen verwendet werden.
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Knoten/Kreisel?	kann und wird bei Knoten und Kreiseln verwendet werden.
Kann die Technologie auch auf Strecken mit einer Steigung angewendet werden?	keine Einschränkungen.
Kann die Technologie sowohl in städtischem als auch in ländlichen Gebieten angewendet werden?	keine Einschränkungen.

## Measures to prolong lifetime (Niederlande)

Experte: Firma: Datum: Ort:	<b>Interview Niederlande</b> Berry Bobbink Gelderland, NL 29.04.2015 Vught
--------------------------------------	--

### Nationaler Technologienname und Kontext/Hintergrund der Entwicklung

Welche Technologie gilt als Standard? Welches ist die meistverbreitete Technologie? Konventioneller Belag?	Provinciale Strassen (Level 2): DAC 11 & SMA 11/16
Wie heissen die ausgewählten Technologien? (Nationaler Produktname)	levensduur verlengende maatregelen
Mit welchen andern Technologien könnte man die ausgewählte Technologie vergleichen? Wird diese Technologie in andern Ländern auch verwendet? Wo?	Bitumenemulsion
Gibt es einen nationalen Standard für diese Technologie?	Nein, es gibt keinen nationalen Standard.
Wieviele Bauunternehmungen können diese Technologie einbauen? Welche?	Anwendung durch 2 (Hersteller ESHA und Latexfalt) möglich.
Auf wievielen Strecken wurde diese Technologie eingebaut? (Anzahl Teststrecken oder geschätzte Streckenlänge)	>20 Anwendungen
Einsatzbereich	Provinciale Strassen (Level 2), Stadt- und Gemeindestrassen
Kann diese Technologie auf allen Strassentypen angewendet werden? (Autobahn, Autostrasse, Städtisch, etc.). Gibt es Strassentypen auf welchen diese Technologie hauptsächlich angewendet wird?	Provinciale Strassen (Level 2), Stadt- und Gemeindestrassen

### akustische Wirkung

Wieviel beträgt die akustische Wirkung im Vergleich zum nationalen Modell (oder relativ zum konventionellen Belag)?	neutral, leichte Abnahme Vibrationsgeräusch, leichte Zunahme Luftströmungsgeräusch
Wie wird der Referenzwert definiert? Referenzbelag oder statistischer Belag?	Referenz NL (Cwegdek): Durchschnitt von 10 Strecken (DAC und SMA) --> Umrechnung; Abw. StL-86+ = Cwegdek NL +1 dB
Wieviel beträgt der akustische Belagsgütwert eines SMA 11 (oder eines Standardbelags) nach 2-5 Jahren?	+ 1 dB
Welche akustischen Messmethoden werden verwendet um die akustische Belagsgüte zu bestimmen?	CPX, SPB

### Mischgut / Betonmischung

Was sind die Besonderheiten der Technologie betreffend Granulat, Zusatzstoffen, Bindemittel, Bitumen, etc. ?	nicht zutreffend
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend der Mischgutherstellung?	Bitumenemulsion bestehend aus Bitumen & Weichmacher
Sind Marshall-Tests verfügbar ? (um den Hohlraumgehalt am Mischgut und die Korngrößenverteilung zu bestimmen)	nicht zutreffend

**Einbau**

Gibt es Einschränkungen betreffend Anwendungsbereich?	nein
Wie hoch ist der Hohlraumgehalt? (in der eingebauten Deckschicht)	nicht zutreffend
Was für Equipment (Fertiger, Verdichter) wird benötigt?	Sprühbalken (auf Dünnschichtbelägen). Druckgebläse (auf PA/ZOAB Belägen).
Ist die Einbauzeit länger als bei einem konventionellen Belag?	Sehr zeiteffiziente Massnahme: Strecke muss nur für wenige Stunden geschlossen werden.
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Wetter/Temperatur während der Einbauzeit?	Trockene und warme Verhältnisse.
Kann die Technologie nach Abfräsen/Abschleifen der alten Schichten angewendet werden?	nicht zutreffend
Gibt es Besonderheiten oder spezielle Praktiken betreffend Markierungen und Schachtdeckel?	keine Angaben
Sind Messungen der Oberflächentextur, Schallabsorption und Luftströmungswiderstand vorhanden? Wie werden die Daten erhoben?	ja

**Unterhalt**

Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Unterhalt? (Winterunterhalt, Reinigung)	Keine speziellen Unterhaltsarbeiten notwendig.
--	--

**Kosten**

Wieviel betragen die Herstellungskosten eines konventionellen Belags pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	11 Euro/m <sup>2</sup>
Wieviel betragen die Herstellungskosten dieser Technologie pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	1.6 CHF/m <sup>2</sup> 1.5 Euro/m <sup>2</sup>
Was ist die erwartete Lebensdauer der Technologie?	Verlängerung der Lebensdauer um 2 bis 4 Jahre

**Verkehrssicherheit**

Sind Erfahrungen betreffend Entwässerung und Sichtverhältnissen bei nasser Fahrbahn vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	ähnlich wie konventionelle Beläge
Sind Erfahrungen betreffend Griffbarkeit vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	keine Angaben

**Akustische und technische Lebensdauer**

akustische Alterung: welche akustischen Werte werden nach 2 Jahren erwartet? Sind Langzeitmonitorings vorhanden oder geplant?	Verzögerung der akustischen Alterung.
Wie lange bleibt die akustische Wirkung erhalten? akustische Lebensdauer?	Verlängerung der Lebensdauer 2 bis 4 Jahre
Gibt es Probleme aufgrund von Verstopfung der Poren?	nicht zutreffend
Gibt es Probleme aufgrund von Kornausbrüchen?	nicht zutreffend
Gibt es Probleme aufgrund von Schwerverkehr?	nein
Gibt es Probleme aufgrund von Schneeketten?	keine Angaben

**Diverses**

Wie hoch ist die durchschnittliche tägliche Verkehrslast auf den Strecken mit der verwendeten Technologie? (werden die Teststrecken stark befahren?)	Kommt seit geraumer Zeit auf Strecken mit grossem Verkehrsaufkommen zum Einsatz
Wie hoch ist der Schwerverkehrsanteil auf den Strecken mit der verwendeten Technologie?	2 bis 15%
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Bushaltestellen? (Beschleunigende schwere Fahrzeuge?)	ja
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Knoten/Kreisel?	keine Angaben
Kann die Technologie auch auf Strecken mit einer Steigung angewendet werden?	es liegen keine Erfahrungen vor
Kann die Technologie sowohl in städtischem als auch in ländlichen Gebieten angewendet werden?	ja

## Modieslab (Niederlande)

Experte: Firma: Datum: Ort:	<b>Interview Niederlande</b> Willem-Jan van Vliet National Road Authority Netherlands 28.04.2015 Utrecht
--------------------------------------	--

### Nationaler Technologienname und Kontext/Hintergrund der Entwicklung

Welche Technologie gilt als Standard? Welches ist die meistverbreitete Technologie? Konventioneller Belag?	auf Nationalstrassen: Zoab 6/16 2-layer Zoab: 11/19, 4/8 wenn Lärmprobleme bei besonderen mechanischen Beanspruchungen: AC (Asphaltbeton) und auf Brücken MA (Mastix Asphalt)
Wie heissen die ausgewählten Technologien? (Nationaler Produktname)	Modieslab
Mit welchen andern Technologien könnte man die ausgewählte Technologie vergleichen? Wird diese Technologie in andern Ländern auch verwendet? Wo?	Poröser Beton
Gibt es einen nationalen Standard für diese Technologie?	Nein, es gibt keinen nationalen Standard.
Wieviele Bauunternehmungen können diese Technologie einbauen? Welche?	Einbau durch eine Baufirma 1 (Hijmanns) möglich.
Auf wievielen Strecken wurde diese Technologie eingebaut? (Anzahl Teststrecken oder geschätzte Streckenlänge)	1 Teststrecke 100m auf Autobahn, 2 weitere Versuchsstrecken
Einsatzbereich	Autobahn
Kann diese Technologie auf allen Strassentypen angewendet werden? (Autobahn, Autostrasse, Städtisch, etc.). Gibt es Strassentypen auf welchen diese Technologie hauptsächlich angewendet wird?	Autobahn, provinziiale Strassen (Level 2)

### akustische Wirkung

Wieviel beträgt die akustische Wirkung im Vergleich zum nationalen Modell (oder relativ zum konventionellen Belag)?	-6 dB (Cwegdek: -7 dB)
Wie wird der Referenzwert definiert? Referenzbelag oder statistischer Belag?	Referenz NL (Cwegdek): Durchschnitt von 10 Strecken (DAC und SMA) --> Umrechnung; Abw. StL-86+ = Cwegdek NL +1 dB
Wieviel beträgt der akustische Belagsgütwert eines SMA 11 (oder eines Standardbelags) nach 2-5 Jahren?	+ 1 dB
Welche akustischen Messmethoden werden verwendet um die akustische Belagsgüte zu bestimmen?	SPB

### Mischgut / Betonmischung

Was sind die Besonderheiten der Technologie betreffend Granulat, Zusatzstoffen, Bindemittel, Bitumen, etc. ?	keine Angaben
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend der Mischgutherstellung?	Herstellung in Fabrik, Konstruktion von oben nach unten. In Platten gebaut, Fundierung mit Pfeilern.
Sind Marshall-Tests verfügbar ? (um den Hohlraumgehalt am Mischgut und die Korngrößenverteilung zu bestimmen)	nicht zutreffend

**Einbau**

Gibt es Einschränkungen betreffend Anwendungsbereich?	Fundierung notwendig.
Wie hoch ist der Hohlraumgehalt? (in der eingebauten Deckschicht)	20 - 24%
Was für Equipment (Fertiger, Verdichter) wird benötigt?	Herstellung in Fabrik.
Ist die Einbauzeit länger als bei einem konventionellen Belag?	Die Einbauzeit ist länger als bei einem Deckschichtersatz, vergleichbar mit Ersatz von allen Schichten.
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Wetter/Temperatur während der Einbauzeit?	Keine speziellen Anforderungen zu Einbaubedingungen bez. Wetter/Temperatur. Kann auch im Winter eingebaut werden.
Kann die Technologie nach Abfräsen/Abschleifen der alten Schichten angewendet werden?	Einbau auf gefräster Unterschicht nicht möglich.
Gibt es Besonderheiten oder spezielle Praktiken betreffend Markierungen und Schachtdeckel?	nein
Sind Messungen der Oberflächentextur, Schallabsorption und Luftströmungswiderstand vorhanden? Wie werden die Daten erhoben?	Griffigkeit (SRT), Rotating Surface Abrasion Test (RSAT), Ausflussmessung

**Unterhalt**

Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Unterhalt? (Winterunterhalt, Reinigung)	Keine speziellen Unterhaltsarbeiten notwendig.
--	--

**Kosten**

Wieviel betragen die Herstellungskosten eines konventionellen Belags pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	DAC 19 Euro/m <sup>2</sup> Zoab 1.1 - 1.2 * DAC 2-layer Zoab 1.5-2* DAC Ultrastil 4*DAC (2*2-layer Zoab)
Wieviel betragen die Herstellungskosten dieser Technologie pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	550 CHF/m <sup>2</sup> 500 Euro/m <sup>2</sup>
Was ist die erwartete Lebensdauer der Technologie?	30 Jahre heute ist eine 10 jährige Strecke in einem guten Zustand

**Verkehrssicherheit**

Sind Erfahrungen betreffend Entwässerung und Sichtverhältnissen bei nasser Fahrbahn vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	verbessert
Sind Erfahrungen betreffend Griffigkeit vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	Neuzustand ähnlich wie DAC SRT bei Neuzustand 76.8 (SRT-Pendel) nach Abrasionstest niedriger als dAC SRT nach Abrasionstest 48.8 (SRT-Pendel)

**Akustische und technische Lebensdauer**

akustische Alterung: welche akustischen Werte werden nach 2 Jahren erwartet? Sind Langzeitmonitorings vorhanden oder geplant?	ca. -7 dB durchschnittlich während gesamter Lebensdauer ca. -7 dB nach 2 Jahren
Wie lange bleibt die akustische Wirkung erhalten? akustische Lebensdauer?	heute ca. -5 dB (nach 10 Jahren)
Gibt es Probleme aufgrund von Verstopfung der Poren?	nein
Gibt es Probleme aufgrund von Kornausbrüchen?	nein
Gibt es Probleme aufgrund von Schwerverkehr?	nein
Gibt es Probleme aufgrund von Schneeketten?	keine Informationen

**Diverses**

Wie hoch ist die durchschnittliche tägliche Verkehrslast auf den Strecken mit der verwendeten Technologie? (werden die Teststrecken stark befahren?)	DTV = ca. 15'000
Wie hoch ist der Schwerverkehrsanteil auf den Strecken mit der verwendeten Technologie?	Schwerverkehrsanteil = 10%
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Bushaltestellen? (Beschleunigende schwere Fahrzeuge?)	nein
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Knoten/Kreisel?	nein
Kann die Technologie auch auf Strecken mit einer Steigung angewendet werden?	nein
Kann die Technologie sowohl in städtischem als auch in ländlichen Gebieten angewendet werden?	nein --> Autobahn

## PERS 5 DK (Dänemark)

Experte:	<b>Interview Dänemark</b>
Firma:	Hans Bendtsen
Datum:	Danish Road Directorate
Ort:	30.04.2015 Kopenhagen

### Nationaler Technologienname und Kontext/Hintergrund der Entwicklung

Welche Technologie gilt als Standard? Welches ist die meistverbreitete Technologie? Konventioneller Belag?	SMA 11 in den Städten SMA 8
Wie heissen die ausgewählten Technologien? (Nationaler Produktname)	PERS 5 DK
Mit welchen andern Technologien könnte man die ausgewählte Technologie vergleichen? Wird diese Technologie in andern Ländern auch verwendet? Wo?	Dünnschichtasphaltmischgüter mit Gummigranulatanteil
Gibt es einen nationalen Standard für diese Technologie?	Nein, es gibt keinen nationalen Standard.
Wieviele Bauunternehmungen können diese Technologie einbauen? Welche?	Einbau durch eine Firma möglich.
Auf wievielen Strecken wurde diese Technologie eingebaut? (Anzahl Teststrecken oder geschätzte Streckenlänge)	eine Teststrecke
Einsatzbereich	ländliche Teststrecke
Kann diese Technologie auf allen Strassentypen angewendet werden? (Autobahn, Autostrasse, Städtisch, etc.). Gibt es Strassentypen auf welchen diese Technologie hauptsächlich angewendet wird?	50 - 80 km/h

### akustische Wirkung

Wieviel beträgt die akustische Wirkung im Vergleich zum nationalen Modell (oder relativ zum konventionellen Belag)?	-7 dB (Nordic2000: -8 dB)
Wie wird der Referenzwert definiert? Referenzbelag oder statistischer Belag?	Referenzbelag, SMA 11 mix mit AC 11 Nordic2000 model AC 11 8 Jahre alt in Realität SMA 11
Wieviel beträgt der akustische Belagsgütwert eines SMA 11 (oder eines Standardbelags) nach 2-5 Jahren?	SMA 11 Neuzustand: 99 dB SMA 11 5 Jahre alt: 100.2 SMA 11 8 Jahre alt: 101  Anforderung an lärmarmen Belag < 96 dB im Neuzustand
Welche akustischen Messmethoden werden verwendet um die akustische Belagsgüte zu bestimmen?	CPX, SPB

### Mischgut / Betonmischung

Was sind die Besonderheiten der Technologie betreffend Granulat, Zusatzstoffen, Bindemittel, Bitumen, etc. ?	Niedrige Viskosität des Binders. Keine dicken Filme auf dem Granulat sichtbar. Sensibler auf Kornausbrüche als vorgesehen.
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend der Mischgutherstellung?	keine Angaben
Sind Marshall-Tests verfügbar ? (um den Hohlraumgehalt am Mischgut und die Korngrößenverteilung zu bestimmen)	keine Angaben

#### Einbau

Gibt es Einschränkungen betreffend Anwendungsbereich?	keine Angaben
Wie hoch ist der Hohlraumgehalt? (in der eingebauten Deckschicht)	26-30%
Was für Equipment (Fertiger, Verdichter) wird benötigt?	Nicht vorfabriziertes Mischgut. Verdichtung schwierig wegen der langen Aushärtungszeit und der niedrigen Viskosität des Binders. Das Mischgut ist "lebendig". Zahlreiche Überrollungen zur Verdichtung führten zu Unebenheiten im Belag.
Ist die Einbauzeit länger als bei einem konventionellen Belag?	Die Einbauzeit, bzw. Aushärtungszeit ist länger als bei einem Standardbelag.
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Wetter/Temperatur während der Einbauzeit?	Anforderungen an Temperatur und Feuchtigkeit.
Kann die Technologie nach Abfräsen/Abschleifen der alten Schichten angewendet werden?	keine Angaben bezügl Unterschicht. Annahme: wie PERS 2 JP und PERS 2-5 SE.
Gibt es Besonderheiten oder spezielle Praktiken betreffend Markierungen und Schachtdeckel?	Nein.
Sind Messungen der Oberflächentextur, Schallabsorption und Luftströmungswiderstand vorhanden? Wie werden die Daten erhoben?	akustische Messungen, Rollwiderstand, Texturmessungen, Abriebsmessungen, Messungen der Wasserdurchlässigkeit

#### Unterhalt

Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Unterhalt? (Winterunterhalt, Reinigung)	Probleme aufgrund von Schneepflügen.
--	--------------------------------------

#### Kosten

Wieviel betragen die Herstellungskosten eines konventionellen Belags pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	SMA 11: 100 DK Kr (14.50 CHF)
Wieviel betragen die Herstellungskosten dieser Technologie pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	145 CHF/m <sup>2</sup> (Schätzung) 10 x Kosten eines Standardbelags (Schätzung aufgrund von PERS 5 SE)
Was ist die erwartete Lebensdauer der Technologie?	keine Langzeiterfahrung vorhanden.

#### Verkehrssicherheit

Sind Erfahrungen betreffend Entwässerung und Sichtverhältnissen bei nasser Fahrbahn vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	keine Angaben. Annahme: bessere Sichtverhältnisse als Standardbelag.
Sind Erfahrungen betreffend Griffigkeit vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	Abrieb ungefähr wie bei angrenzenden AC 11 Belag

**Akustische und technische Lebensdauer**

akustische Alterung: welche akustischen Werte werden nach 2 Jahren erwartet? Sind Langzeitmonitorings vorhanden oder geplant?	<p>Monitoring solange bis die Teststrecke entfernt wird.</p> <p>CPX 50 km/h:                  kurz nach Einbau: 87.0 dB                  1 Monat nach Einbau: 85.4 dB                  1 Jahr nach Einbau: 84.0 dB</p> <p>CPX 80 km/h:                  kurz nach Einbau: 93.6 dB                  1 Monat nach Einbau: 91.7 dB                  1 Jahr nach Einbau: 92.4 dB</p>
Wie lange bleibt die akustische Wirkung erhalten? akustische Lebensdauer?	bis jetzt nicht bekannt. Testbelag ist 8 Monate alt. Kein harter Winter.
Gibt es Probleme aufgrund von Verstopfung der Poren?	nein
Gibt es Probleme aufgrund von Kornausbrüchen?	löst sich teilweise von sublayer ab, dringt Wasser ein weniger Kornausbrüche als angenommen.
Gibt es Probleme aufgrund von Schwerverkehr?	keine Angaben
Gibt es Probleme aufgrund von Schneeketten?	keine Verwendung von Schneeketten. Beschädigungen durch Schneepflüge

**Diverses**

Wie hoch ist die durchschnittliche tägliche Verkehrslast auf den Strecken mit der verwendeten Technologie? (werden die Teststrecken stark befahren?)	ja ca. DTV 4000
Wie hoch ist der Schwerverkehrsanteil auf den Strecken mit der verwendeten Technologie?	10%
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Bushaltestellen? (Beschleunigende schwere Fahrzeuge?)	nein
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Knoten/Kreisel?	nein
Kann die Technologie auch auf Strecken mit einer Steigung angewendet werden?	nein
Kann die Technologie sowohl in städtischem als auch in ländlichen Gebieten angewendet werden?	nein

## PERS JP 2 (Japan)

Experte: Firma: Datum: Ort:	<b>Interview Japan</b> Hitoshi Fujita The Nippon Road Co., Ltd. 10.02.2015 Tokyo
--------------------------------------	--

### Nationaler Technologienname und Kontext/Hintergrund der Entwicklung

Welche Technologie gilt als Standard? Welches ist die meistverbreitete Technologie? Konventioneller Belag?	Dense graded asphalt
Wie heissen die ausgewählten Technologien? (Nationaler Produktname)	PERS heisst in japanisch "Takoushitsu Dansei Hosou" Takoushitsu bedeutet porös Dansei bedeutet elastisch Hosou bedeutet Belag
Mit welchen andern Technologien könnte man die ausgewählte Technologie vergleichen? Wird diese Technologie in andern Ländern auch verwendet? Wo?	Dünnschichtasphaltemischgüter mit Gummigranulatanteil
Gibt es einen nationalen Standard für diese Technologie?	Nein, es gibt keinen nationalen Standard.
Wieviele Bauunternehmungen können diese Technologie einbauen? Welche?	Die Herstellung vor Ort kann nur Nippon Road.
Auf wievielen Strecken wurde diese Technologie eingebaut? (Anzahl Teststrecken oder geschätzte Streckenlänge)	3 Teststrecken in ZAMA City (wurden rückgebaut)
Einsatzbereich	städtische Teststrecke
Kann diese Technologie auf allen Strassentypen angewendet werden? (Autobahn, Autostrasse, Städtisch, etc.). Gibt es Strassentypen auf welchen diese Technologie hauptsächlich angewendet wird?	40 - 70 km/h

### akustische Wirkung

Wieviel beträgt die akustische Wirkung im Vergleich zum nationalen Modell (oder relativ zum konventionellen Belag)?	-11.9 dB (80.5 dB CPX 50 km/h)
Wie wird der Referenzwert definiert? Referenzbelag oder statistischer Belag?	Dichter Asphaltbelag. Normale Korngrösse ist 13mm. Lärmpegel der europäischen dichten Asphaltbelägen ist 0.2 dB leiser (Dr.Sandberg).
Wieviel beträgt der akustische Belagsgütwert eines SMA 11 (oder eines Standardbelags) nach 2-5 Jahren?	In Japan werden keine 11mm Beläge eingebaut. Es werden verschiedene SMA Typen eingebaut, welche unterschiedliche Oberflächenrauigkeiten aufweisen. SMA 13 mit einer rauen Oberfläche ist ungefähr 2 dB leiser als dense mix Belag. Ein typischer semidichter Belag = 95.6 dB nach einem halben Jahr. konventioneller Asphaltbelag (Dense 13): 98 dB
Welche akustischen Messmethoden werden verwendet um die akustische Belagsgüte zu bestimmen?	Road Acoustic Checker( RAC) wird oft verwendet für die Evaluation von porösem Asphalt. RAC wurde für porösen Asphalt durch das governmental Tokyo metropolian resarch institute entwickelt. Es werden keine Frequenzen aufgezeichnet. Es werden ebenfalls andere Messmethoden gemäss ISO oder AASHTO durchgeführt. Zum Beispiel Statistical Pass-By method (ISO 11819-1).SPB-Resulte sind nicht verfügbar.

### Mischgut / Betonmischung

Was sind die Besonderheiten der Technologie betreffend Granulat, Zusatzstoffen, Bindemittel, Bitumen, etc. ?	Es werden hoch viskose polymermodifizierte Binder verwendet (Polyurethane Binder).
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend der Mischgutherstellung?	nein.
Sind Marshall-Tests verfügbar ? (um den Hohlraumgehalt am Mischgut und die Korngrössenverteilung zu bestimmen)	Es werden Marshall-Tests durchgeführt für Mischgutuntersuchung und Qualitätskontrolle. Bohrkerne werden nur für die Forschung verwendet.

#### Einbau

Gibt es Einschränkungen betreffend Anwendungsbereich?	keine Angaben.
Wie hoch ist der Hohlraumgehalt? (in der eingebauten Deckschicht)	Hohlraumgehalt = 30%
Was für Equipment (Fertiger, Verdichter) wird benötigt?	Es wird ein spezieller Fertiger verwendet. Keine Verdichtung.
Ist die Einbauzeit länger als bei einem konventionellen Belag?	Es ist eine lange Aushärtezeit notwendig.
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Wetter/Temperatur während der Einbauzeit?	Temperatur und Feuchtigkeit haben einen Einfluss auf den Aushärtungsprozess des Mischguts.
Kann die Technologie nach Abfräsen/Abschleifen der alten Schichten angewendet werden?	Die Unterschicht muss aus einem semiflexiblen Belag bestehen.
Gibt es Besonderheiten oder spezielle Praktiken betreffend Markierungen und Schachtdeckel?	Nein.
Sind Messungen der Oberflächentextur, Schallabsorption und Luftströmungswiderstand vorhanden? Wie werden die Daten erhoben?	Texturmessungen (MPD), Schallabsorptionsmessungen gemäss ISO 10844.

#### Unterhalt

Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Unterhalt? (Winterunterhalt, Reinigung)	Keine starke Verstopfung der Poren. Keine Erfahrungen in kalten Regionen.
--	---

#### Kosten

Wieviel betragen die Herstellungskosten eines konventionellen Belags pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	Dense graded asphalt 1500/JPY/m2 12 CHF/m2
Wieviel betragen die Herstellungskosten dieser Technologie pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	207 CHF/m2 1 CHF = ca. 123 Yen 25'500 JPY/m2 (beinhaltet abschleifen der Unterschicht)
Was ist die erwartete Lebensdauer der Technologie?	Verfall nach drei Jahren sichtbar. Akustische Wirkung nach drei Jahren noch gut.

#### Verkehrssicherheit

Sind Erfahrungen betreffend Entwässerung und Sichtverhältnissen bei nasser Fahrbahn vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	keine Angaben. Annahme: bessere Sichtverhältnisse als Standardbelag.
Sind Erfahrungen betreffend Griffbarkeit vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	Die erste PERS-Generation weist nach einer kurzen Dauer eine tiefe Griffbarkeit auf. Die zweite Generation kann das Griffbarkeitsproblem lösen und weist bessere Werte auf.

**Akustische und technische Lebensdauer**

akustische Alterung: welche akustischen Werte werden nach 2 Jahren erwartet? Sind Langzeitmonitorings vorhanden oder geplant?	PERS 2 behält die gute akustische Wirkung (Annahme: über 3 Jahre). Es ist keine Langzeitstudie geplant.
Wie lange bleibt die akustische Wirkung erhalten? akustische Lebensdauer?	Ist abhängig der Dauerhaftigkeit von PERS 2 unter den tatsächlichen Strassenverhältnissen.
Gibt es Probleme aufgrund von Verstopfung der Poren?	Nein.
Gibt es Probleme aufgrund von Kornausbrüchen?	wenig. Probleme in Übergangsbereichen.
Gibt es Probleme aufgrund von Schwerverkehr?	Nein.
Gibt es Probleme aufgrund von Schneeketten?	Ja.

**Diverses**

Wie hoch ist die durchschnittliche tägliche Verkehrslast auf den Strecken mit der verwendeten Technologie? (werden die Teststrecken stark befahren?)	ja ca. DTV 8'000
Wie hoch ist der Schwerverkehrsanteil auf den Strecken mit der verwendeten Technologie?	ca. 10-15%.
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Bushaltestellen? (Beschleunigende schwere Fahrzeuge?)	In der Nähe (weniger als 50m)
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Knoten/Kreisel?	Nein.
Kann die Technologie auch auf Strecken mit einer Steigung angewendet werden?	3%
Kann die Technologie sowohl in städtischem als auch in ländlichen Gebieten angewendet werden?	beide.

## PERS SE 2-5 (Schweden)

Experte:	<b>Interview Schweden</b>
Firma:	Ulf Sandberg
Datum:	Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI)
Ort:	29.04.2015 Utrecht

### Nationaler Technologienname und Kontext/Hintergrund der Entwicklung

Welche Technologie gilt als Standard? Welches ist die meistverbreitete Technologie? Konventioneller Belag?	SMA 16
Wie heissen die ausgewählten Technologien? (Nationaler Produktname)	PERS 2-5 SE
Mit welchen andern Technologien könnte man die ausgewählte Technologie vergleichen? Wird diese Technologie in andern Ländern auch verwendet? Wo?	Dünnschichtasphaltnischgüter mit Gummigranulatanteil
Gibt es einen nationalen Standard für diese Technologie?	Nein, es gibt keinen nationalen Standard.
Wieviele Bauunternehmungen können diese Technologie einbauen? Welche?	Vorfabrizierte Platten hergestellt durch HET (Heidelberger Elastomer-technik GmbH). Herstellung vor Ort VTI (Swedish National Road and Transport Research Institute).
Auf wievielen Strecken wurde diese Technologie eingebaut? (Anzahl Teststrecken oder geschätzte Streckenlänge)	Teststrecke Herstellung vor Ort: 30m, Teststrecke vorfabrizierte Platten: 30m
Einsatzbereich	Strassen mit niedrigem Schwerverkehrsanteil
Kann diese Technologie auf allen Strassentypen angewendet werden? (Autobahn, Autostrasse, Städtisch, etc.). Gibt es Strassentypen auf welchen diese Technologie hauptsächlich angewendet wird?	Teststrecken

### akustische Wirkung

Wieviel beträgt die akustische Wirkung im Vergleich zum nationalen Modell (oder relativ zum konventionellen Belag)?	-9 dB (-11 dB zu Ref SE)
Wie wird der Referenzwert definiert? Referenzbelag oder statistischer Belag?	Referenz relativ zu Durchschnitt von 10 Strecken (DAC11 und SMA11-16)
Wieviel beträgt der akustische Belagsgütwert eines SMA 11 (oder eines Standardbelags) nach 2-5 Jahren?	Standardbelag = SMA 16
Welche akustischen Messmethoden werden verwendet um die akustische Belagsgüte zu bestimmen?	CPX, SPB

### Mischgut / Betonmischung

Was sind die Besonderheiten der Technologie betreffend Granulat, Zusatzstoffen, Bindemittel, Bitumen, etc. ?	Die Mischung enthält im Volumen ungefähr gleich viel Gummi wie Steinkörner und 10% Binder. Gummi macht 25% des Gewichts der Mischung aus. Die Steinkörner dienen lediglich zur Erhöhung des Reibungswiderstands. Das Mischgutrezept ist entscheidend, wird aber wahrscheinlich geheim bleiben.
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend der Mischgutherstellung?	Schwierigkeiten die notwendige Homogenität zu erzielen.
Sind Marshall-Tests verfügbar ? (um den Hohlraumgehalt am Mischgut und die Korngrößenverteilung zu bestimmen)	nein

**Einbau**

Gibt es Einschränkungen betreffend Anwendungsbereich?	Unebenheitsprobleme: Oberfläche muss sehr eben sein.
Wie hoch ist der Hohlraumgehalt? (in der eingebauten Deckschicht)	Platten: 20-30%, Duchschnitt 26%
Was für Equipment (Fertiger, Verdichter) wird benötigt?	Grundsätzlich sind zwei Einbauarten möglich: - vorfabrizierte Platten: wird möglicherweise wie ein ausrollbarer Belag. Die vorfabrizierten Platten benötigen Epoxy. - Herstellung vor Ort und Einbau mit Fertiger. Verwendung von Polyurethane. Leichtes Abfräsen ist notwendig um die Binder von der Oberfläche zu entfernen und die Reibungskraft zu erhöhen.
Ist die Einbauzeit länger als bei einem konventionellen Belag?	Die Einbauzeit ist länger und beträgt ungefähr 3-5 Tage. Die Strasse muss also bis zu einer Woche gesperrt werden.
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Wetter/Temperatur während der Einbauzeit?	Bei Einbau Tagestemperatur = 15°C und Nachttemperatur = 10°C.
Kann die Technologie nach Abfräsen/Abschleifen der alten Schichten angewendet werden?	Neue semi-flexible Tragschicht (z.B. Poröser Asphalt mit Zementschlamm gefüllt).
Gibt es Besonderheiten oder spezielle Praktiken betreffend Markierungen und Schachtdeckel?	Nein.
Sind Messungen der Oberflächentextur, Schallabsorption und Luftströmungswiderstand vorhanden? Wie werden die Daten erhoben?	akustische Messungen, Rollwiderstand, Texturmessungen, Abriebsmessungen, Messungen der Wasserdurchlässigkeit

**Unterhalt**

Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Unterhalt? (Winterunterhalt, Reinigung)	Winterdienst mit Schneeräumung sehr heikel. Die Schaufel des Schneepflugs darf nicht in Kontakt mit PERS 2-5 treten. Ansonsten treten schwerwiegende Schäden auf.
--	---

**Kosten**

Wieviel betragen die Herstellungskosten eines konventionellen Belags pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	ungefähr 10 Euro/m <sup>2</sup>
Wieviel betragen die Herstellungskosten dieser Technologie pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	110 CHF/m <sup>2</sup> 10 x Kosten eines Standardbelags ungefähr 100 Euro/m <sup>2</sup>
Was ist die erwartete Lebensdauer der Technologie?	keine Angaben

**Verkehrssicherheit**

Sind Erfahrungen betreffend Entwässerung und Sichtverhältnissen bei nasser Fahrbahn vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	keine Angaben. Annahme: bessere Sichtverhältnisse als Standardbelag. Aufgrund der feinen Poren nicht optimale Wasserdurchlässigkeit.
Sind Erfahrungen betreffend Griffigkeit vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	PERS 2-5 reduziert die Gefahr von Feuern nach Kollisionen in Tunnels erheblich. Weniger Reibung als bei Asphaltbelägen bei trockener und nasser Fahrbahn, aber höher bei Schnee und Eis. Abriebfestigkeit vergleichbar mit dichtem Asphalt.

**Akustische und technische Lebensdauer**

akustische Alterung: welche akustischen Werte werden nach 2 Jahren erwartet? Sind Langzeitmonitorings vorhanden oder geplant?	PERS 2-5 behält die gute akustische Wirkung nach 1 Jahr.
Wie lange bleibt die akustische Wirkung erhalten? akustische Lebensdauer?	keine Langzeiterfahrung vorhanden. Es wird davon ausgegangen, dass die Wirkung bis zum Ende der Lebensdauer erhalten bleibt. Technische Lebensdauer ist aber unbekannt.
Gibt es Probleme aufgrund von Verstopfung der Poren?	nein, durch Regen selbstreinigend
Gibt es Probleme aufgrund von Kornausbrüchen?	Kornausbrüche möglich. Teilweise Ablösung von Unterschicht.
Gibt es Probleme aufgrund von Schwerverkehr?	Wirkung für Schwerverkehr geringer als für Personenwagen.
Gibt es Probleme aufgrund von Schneeketten?	ja Schneepfuge beschädigen PERS. Die Schaufel des Schneepflugs darf nicht in Kontakt mit PERS treten.

**Diverses**

Wie hoch ist die durchschnittliche tägliche Verkehrslast auf den Strecken mit der verwendeten Technologie? (werden die Teststrecken stark befahren?)	ja DTV 5'600, N2-Anteil 6%, 50km/h
Wie hoch ist der Schwerverkehrsanteil auf den Strecken mit der verwendeten Technologie?	Schwerverkehrsanteil muss < 10 % sein
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Bushaltestellen? (Beschleunigende schwere Fahrzeuge?)	nein
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Knoten/Kreisel?	nein
Kann die Technologie auch auf Strecken mit einer Steigung angewendet werden?	nien
Kann die Technologie sowohl in städtischem als auch in ländlichen Gebieten angewendet werden?	nein

## PMA 5 (Deutschland)

Experte:	<b>Interview Deutschland</b>
Firma:	Stefan Ehler
Datum:	Landesbetrieb Strassenbau Nordrhein-Westfalen
Ort:	04.05.2015 Gelsenkirchen

### Nationaler Technologienname und Kontext/Hintergrund der Entwicklung

Welche Technologie gilt als Standard? Welches ist die meistverbreitete Technologie? Konventioneller Belag?	SMA in Ballungsräumen
Wie heissen die ausgewählten Technologien? (Nationaler Produktname)	Gussasphalt mit offenerporiger Oberfläche PMA
Mit welchen andern Technologien könnte man die ausgewählte Technologie vergleichen? Wird diese Technologie in andern Ländern auch verwendet? Wo?	entspricht einem Gussasphalt (Mastix Asphalt MA) mit offener Textur
Gibt es einen nationalen Standard für diese Technologie?	nicht standardisiert, in keinen Regelwerken, aber patentiert
Wieviele Bauunternehmungen können diese Technologie einbauen? Welche?	Der Einbau ist durch jede Firma möglich. Anforderungen an die Planung: durchschnittlich. Anforderungen an die Ausführung: hoch.
Auf wievielen Strecken wurde diese Technologie eingebaut? (Anzahl Teststrecken oder geschätzte Streckenlänge)	500'000 m2 davon ca 50'000 m2 innerorts
Einsatzbereich	alle Strassentypen
Kann diese Technologie auf allen Strassentypen angewendet werden? (Autobahn, Autostrasse, Städtisch, etc.). Gibt es Strassentypen auf welchen diese Technologie hauptsächlich angewendet wird?	alle Strassentypen

### akustische Wirkung

Wieviel beträgt die akustische Wirkung im Vergleich zum nationalen Modell (oder relativ zum konventionellen Belag)?	-2 dB (Dstro: -5 dB)
Wie wird der Referenzwert definiert? Referenzbelag oder statistischer Belag?	Dstro bei 120km/h, L0=mittlerer PW-Vorbeifahrtspegel, Referenzdecksicht = nicht geriffelter (gewalzter) Gussasphalt Referenz Dstro = 85.2 dB bei 120 km/h, SPB Referenz Dstro = 72.2 dB bei 50 km/h, SPB 60 - 120 km/h werden nach 120 km/h beurteilt --> Umrechnung Abw. StL86+= Dstro Wert +3 dB
Wieviel beträgt der akustische Belagsgütwert eines SMA 11 (oder eines Standardbelags) nach 2-5 Jahren?	SMA 11 entspricht einem Dstro wert von -2 dB
Welche akustischen Messmethoden werden verwendet um die akustische Belagsgüte zu bestimmen?	SPB, CPX

### Mischgut / Betonmischung

Was sind die Besonderheiten der Technologie betreffend Granulat, Zusatzstoffen, Bindemittel, Bitumen, etc. ?	Schwach versteifender Füller, Viskositätsfördernde Additive, Kornform: nicht zu viele Plattenkörner, 5 mm Grösstkorn, wachsmodifiziertes Bitumen. Asphalt auf Grundlage eines Gussasphaltes,
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend der Mischgutherstellung?	nichts spezielles bekannt
Sind Marshall-Tests verfügbar ? (um den Hohlraumgehalt am Mischgut und die Korngrößenverteilung zu bestimmen)	Marshall Tests nicht zielführend Orientierungswerte Labor: 2-7 %

<b>Einbau</b>	
Gibt es Einschränkungen betreffend Anwendungsbereich?	nein
Wie hoch ist der Hohlraumgehalt? (in der eingebauten Deckschicht)	max 10% (ungesichert)
Was für Equipment (Fertiger, Verdichter) wird benötigt?	Kein spezielles Equipment notwendig.
Ist die Einbauzeit länger als bei einem konventionellen Belag?	Die Einbauzeit ist kürzer als bei einem Standardbelag.
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Wetter/Temperatur während der Einbauzeit?	Bei Einbau trockene Deckschicht, warme Unterschicht.
Kann die Technologie nach Abfräsen/Abschleifen der alten Schichten angewendet werden?	Einbau auf fein gefräster Unterschicht möglich.
Gibt es Besonderheiten oder spezielle Praktiken betreffend Markierungen und Schachtdeckel?	Verwendung von Markierungsfolien oder Einfräsungen
Sind Messungen der Oberflächentextur, Schallabsorption und Luftströmungswiderstand vorhanden? Wie werden die Daten erhoben?	wenige Schallabsorptionsmessungen, ungesichert

<b>Unterhalt</b>	
Gibt es spezielle Anforderungen betreffen Unterhalt? (Winterunterhalt, Reinigung)	Keine speziellen Unterhaltsarbeiten notwendig.

<b>Kosten</b>	
Wieviel betragen die Herstellungskosten eines konventionellen Belags pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	18 Euro / m2
Wieviel betragen die Herstellungskosten dieser Technologie pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	21.8 CHF/m2 (10% höher als herkömmlicher SMA (geschätzt)) 19.8 Euro /m2
Was ist die erwartete Lebensdauer der Technologie?	keine Angaben

<b>Verkehrssicherheit</b>	
Sind Erfahrungen betreffend Entwässerung und Sichtverhältnissen bei nasser Fahrbahn vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	keine zusätzliche Abdichtung oder Entwässerung, da oben porös und unten dicht
Sind Erfahrungen betreffend Griffbarkeit vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	gute Griffbarkeit, besser als konventionell

**Akustische und technische Lebensdauer**

akustische Alterung: welche akustischen Werte werden nach 2 Jahren erwartet? Sind Langzeitmonitorings vorhanden oder geplant?	Lärmpegel nimmt zu. nach 3-4 Jahren 98 dB auf Normalspur mit hohem Schwerverkehrsanteil
Wie lange bleibt die akustische Wirkung erhalten? akustische Lebensdauer?	keine Angaben
Gibt es Probleme aufgrund von Verstopfung der Poren?	nein, geringer Hohlraumgehalt
Gibt es Probleme aufgrund von Kornausbrüchen?	Nein
Gibt es Probleme aufgrund von Schwerverkehr?	Nein
Gibt es Probleme aufgrund von Schneeketten?	keine Angaben

**Diverses**

Wie hoch ist die durchschnittliche tägliche Verkehrslast auf den Strecken mit der verwendeten Technologie? (werden die Teststrecken stark befahren?)	ja, geeignet für alle Belastungsklassen
Wie hoch ist der Schwerverkehrsanteil auf den Strecken mit der verwendeten Technologie?	egal
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Bushaltestellen? (Beschleunigende schwere Fahrzeuge?)	keine Angaben
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Knoten/Kreisel?	keine Angaben
Kann die Technologie auch auf Strecken mit einer Steigung angewendet werden?	keine Angaben
Kann die Technologie sowohl in städtischem als auch in ländlichen Gebieten angewendet werden?	keine Angaben

## SMA 8 G+ (Niederlande)

Experte:	<b>Interview Niederlande</b>
Firma:	Berry Bobbink
Datum:	Gelderland, NL
Ort:	29.04.2015
	Vught

### Nationaler Technologienname und Kontext/Hintergrund der Entwicklung

Welche Technologie gilt als Standard? Welches ist die meistverbreitete Technologie? Konventioneller Belag?	Provinciale Strassen (Level 2): DAC 11 & SMA 11/16
Wie heissen die ausgewählten Technologien? (Nationaler Produktname)	SMA 8 G+
Mit welchen andern Technologien könnte man die ausgewählte Technologie vergleichen? Wird diese Technologie in andern Ländern auch verwendet? Wo?	ähnlich dem SDA 8 B
Gibt es einen nationalen Standard für diese Technologie?	nein, jedoch Pflichtenhefte der Provinz Gelderland
Wieviele Bauunternehmungen können diese Technologie einbauen? Welche?	Einbau durch mehr als 10 Firmen möglich.
Auf wievielen Strecken wurde diese Technologie eingebaut? (Anzahl Teststrecken oder geschätzte Streckenlänge)	>50
Einsatzbereich	Provinciale Strassen (Level 2), Stadt- und Gemeindestrassen
Kann diese Technologie auf allen Strassentypen angewendet werden? (Autobahn, Autostrasse, Städtisch, etc.). Gibt es Strassentypen auf welchen diese Technologie hauptsächlich angewendet wird?	Provinciale Strassen (Level 2), Stadt- und Gemeindestrassen

### akustische Wirkung

Wieviel beträgt die akustische Wirkung im Vergleich zum nationalen Modell (oder relativ zum konventionellen Belag)?	-3 dB (Cwegdek: -4 dB)
Wie wird der Referenzwert definiert? Referenzbelag oder statistischer Belag?	Referenz NL (Cwegdek): Durchschnitt von 10 Strecken (DAC und SMA) --> Umrechnung; Abw. StL-86+ = Cwegdek NL +1 dB
Wieviel beträgt der akustische Belagsgütwert eines SMA 11 (oder eines Standardbelags) nach 2-5 Jahren?	+ 1 dB
Welche akustischen Messmethoden werden verwendet um die akustische Belagsgüte zu bestimmen?	CPX, SPB

### Mischgut / Betonmischung

Was sind die Besonderheiten der Technologie betreffend Granulat, Zusatzstoffen, Bindemittel, Bitumen, etc. ?	Grösstkorn 8 mm
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend der Mischgutherstellung?	Zusatzanforderungen zum Kalziumkarbonat Ca <sup>2+</sup> Gehalt im Füller, Zusatzanforderungen an die Siebkurve, Zusatzanforderungen an die Gesteinsherkunft
Sind Marshall-Tests verfügbar ? (um den Hohlraumgehalt am Mischgut und die Korngrößenverteilung zu bestimmen)	ja (Zielwert HR: 8%, tollerierter Bandbreite: 7-10%)

**Einbau**

Gibt es Einschränkungen betreffend Anwendungsbereich?	nein
Wie hoch ist der Hohlraumgehalt? (in der eingebauten Deckschicht)	8 bis 10%
Was für Equipment (Fertiger, Verdichter) wird benötigt?	Herkömmlicher Fertiger, Glattmantelwalzen.
Ist die Einbauzeit länger als bei einem konventionellen Belag?	Keine längere Einbauzeit als bei Standardbelag.
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Wetter/Temperatur während der Einbauzeit?	Trockene und warme Einbauverhältnisse.
Kann die Technologie nach Abfräsen/Abschleifen der alten Schichten angewendet werden?	Einbau auf gefräster Unterschicht möglich.
Gibt es Besonderheiten oder spezielle Praktiken betreffend Markierungen und Schachtdeckel?	ja, besondere Anforderungen an die Ebenheit, da sonst wahrnehmbare Impulsgeräusche auftreten können
Sind Messungen der Oberflächentextur, Schallabsorption und Luftströmungswiderstand vorhanden? Wie werden die Daten erhoben?	ja

**Unterhalt**

Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Unterhalt? (Winterunterhalt, Reinigung)	Keine speziellen Unterhaltsarbeiten notwendig.
--	--

**Kosten**

Wieviel betragen die Herstellungskosten eines konventionellen Belags pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	11 Euro/m <sup>2</sup>
Wieviel betragen die Herstellungskosten dieser Technologie pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	13 CHF/m <sup>2</sup> 12 Euro/m <sup>2</sup>
Was ist die erwartete Lebensdauer der Technologie?	15 Jahre

**Verkehrssicherheit**

Sind Erfahrungen betreffend Entwässerung und Sichtverhältnissen bei nasser Fahrbahn vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	ähnlich wie konventionelle Beläge
Sind Erfahrungen betreffend Griffigkeit vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	ähnlich wie konventionelle Beläge: ca. 53-57 nach Einbau, ca. 50-53 nach 2 Jahren (SRT-Pendel)

**Akustische und technische Lebensdauer**

akustische Alterung: welche akustischen Werte werden nach 2 Jahren erwartet? Sind Langzeitmonitorings vorhanden oder geplant?	-2 dB nach 3 Jahren.
Wie lange bleibt die akustische Wirkung erhalten? akustische Lebensdauer?	12 bis 15 Jahre
Gibt es Probleme aufgrund von Verstopfung der Poren?	teilweise Verstopfung nach mehreren Jahren
Gibt es Probleme aufgrund von Kornausbrüchen?	gegen Ende der technischen Lebensdauer können Kornausbrüche auftreten
Gibt es Probleme aufgrund von Schwerverkehr?	nein
Gibt es Probleme aufgrund von Schneeketten?	keine Angaben

**Diverses**

Wie hoch ist die durchschnittliche tägliche Verkehrslast auf den Strecken mit der verwendeten Technologie? (werden die Teststrecken stark befahren?)	Kommt seit geraumer Zeit auf Strecken mit grossem Verkehrsaufkommen zum Einsatz
Wie hoch ist der Schwerverkehrsanteil auf den Strecken mit der verwendeten Technologie?	2 bis 15%
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Bushaltestellen? (Beschleunigende schwere Fahrzeuge?)	ja
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Knoten/Kreisel?	auf kleineren Kreuzungen, wird nicht in Verkehrskreisel angewendet
Kann die Technologie auch auf Strecken mit einer Steigung angewendet werden?	es liegen keine Erfahrungen vor
Kann die Technologie sowohl in städtischem als auch in ländlichen Gebieten angewendet werden?	ja

## SMA 6+8 und SMA 6+11 (Dänemark)

Experte:	<b>Interview Dänemark</b>
Firma:	Hans Bendtsen
Datum:	Danish Road Directorate
Ort:	30.04.2015 Kopenhagen

### Nationaler Technologienname und Kontext/Hintergrund der Entwicklung

Welche Technologie gilt als Standard? Welches ist die meistverbreitete Technologie? Konventioneller Belag?	SMA 11 in Städten SMA 8
Wie heissen die ausgewählten Technologien? (Nationaler Produktname)	SMA 6+8 SMA 6+11
Mit welchen andern Technologien könnte man die ausgewählte Technologie vergleichen? Wird diese Technologie in andern Ländern auch verwendet? Wo?	SMA 6 mit einigen 8 mm Gesteinskörnern SMA 8 mit einigen 11 mm Gesteinskörnern
Gibt es einen nationalen Standard für diese Technologie?	Ja, es gibt einen nationalen Standard.
Wieviele Bauunternehmungen können diese Technologie einbauen? Welche?	Einbau durch mehrere Firmen möglich.
Auf wievielen Strecken wurde diese Technologie eingebaut? (Anzahl Teststrecken oder geschätzte Streckenlänge)	16 Teststrecken
Einsatzbereich	Autobahn Autostrasse
Kann diese Technologie auf allen Strassentypen angewendet werden? (Autobahn, Autostrasse, Städtisch, etc.). Gibt es Strassentypen auf welchen diese Technologie hauptsächlich angewendet wird?	Autobahn Autostrasse

### akustische Wirkung

Wieviel beträgt die akustische Wirkung im Vergleich zum nationalen Modell (oder relativ zum konventionellen Belag)?	-3 dB (Nordic2000: -4 dB)
Wie wird der Referenzwert definiert? Referenzbelag oder statistischer Belag?	Referenzbelag, SMA 11 mix mit AC 11 Nordic2000 model AC 11 8 Jahre alt in Realität SMA 11
Wieviel beträgt der akustische Belagsgütwert eines SMA 11 (oder eines Standardbelags) nach 2-5 Jahren?	SMA 11 Neuzustand: 99 dB SMA 11 5 Jahre alt: 100.2 SMA 11 8 Jahre alt: 101  Anforderung an lärmarmen Belag < 96 dB im Neuzustand
Welche akustischen Messmethoden werden verwendet um die akustische Belagsgüte zu bestimmen?	CPX, SPB

### Mischgut / Betonmischung

Was sind die Besonderheiten der Technologie betreffend Granulat, Zusatzstoffen, Bindemittel, Bitumen, etc. ?	keine Angaben
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend der Mischgutherstellung?	nein
Sind Marshall-Tests verfügbar ? (um den Hohlraumgehalt am Mischgut und die Korngrößenverteilung zu bestimmen)	Hohlraumgehalt: 4-9% Verdichtung: > 95 Schichtdicke 25-30 mm

**Einbau**

Gibt es Einschränkungen betreffend Anwendungsbereich?	nein
Wie hoch ist der Hohlraumgehalt? (in der eingebauten Deckschicht)	geschätzt 7-9%
Was für Equipment (Fertiger, Verdichter) wird benötigt?	nein
Ist die Einbauzeit länger als bei einem konventionellen Belag?	Keine längere Einbauzeit als bei Standardbelag.
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Wetter/Temperatur während der Einbauzeit?	Einbau zwischen Mai und September (Temperatur, Wind).
Kann die Technologie nach Abfräsen/Abschleifen der alten Schichten angewendet werden?	Einbau auf gefräster Unterschicht möglich.
Gibt es Besonderheiten oder spezielle Praktiken betreffend Markierungen und Schachtdeckel?	Markierungen in städtischem Gebiet ist ein grosses Thema.
Sind Messungen der Oberflächentextur, Schallabsorption und Luftströmungswiderstand vorhanden? Wie werden die Daten erhoben?	Texturmessungen, Griffigkeitsmessungen

**Unterhalt**

Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Unterhalt? (Winterunterhalt, Reinigung)	Keine speziellen Unterhaltsarbeiten möglich. Höhere Kosten bezüglich Unterschicht.
--	--

**Kosten**

Wieviel betragen die Herstellungskosten eines konventionellen Belags pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	SMA 11: 100 DK Kr (14.50 CHF)
Wieviel betragen die Herstellungskosten dieser Technologie pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	13 CHF/m2 SMA 6 : 90 DK Kr mit modifiziertem Binder: 3 DK Kr extra SMA 6 und neue Unterschicht : 190 DK Kr
Was ist die erwartete Lebensdauer der Technologie?	SMA 11 17 Jahre SMA standard 14 Jahre SMA 6 12 Jahre

**Verkehrssicherheit**

Sind Erfahrungen betreffend Entwässerung und Sichtverhältnissen bei nasser Fahrbahn vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	keine Angabe. Annahme: ähnlich wie Standardbelag.
Sind Erfahrungen betreffend Griffigkeit vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	gute Griffigkeit

**Akustische und technische Lebensdauer**

akustische Alterung: welche akustischen Werte werden nach 2 Jahren erwartet? Sind Langzeitmonitorings vorhanden oder geplant?	2 Jahre: 96 dB
Wie lange bleibt die akustische Wirkung erhalten? akustische Lebensdauer?	Neuzustand: 94 dB 2 Jahre: 96 dB 5 Jahre: 99 dB 8 Jahre: 100.2 dB
Gibt es Probleme aufgrund von Verstopfung der Poren?	nicht porös
Gibt es Probleme aufgrund von Kornausbrüchen?	nein
Gibt es Probleme aufgrund von Schwerverkehr?	nein
Gibt es Probleme aufgrund von Schneeketten?	keine Verwendung von Schneeketten

**Diverses**

Wie hoch ist die durchschnittliche tägliche Verkehrslast auf den Strecken mit der verwendeten Technologie? (werden die Teststrecken stark befahren?)	ja unter Verkehr
Wie hoch ist der Schwerverkehrsanteil auf den Strecken mit der verwendeten Technologie?	keine Angaben
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Bushaltestellen? (Beschleunigende schwere Fahrzeuge?)	keine Angaben
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Knoten/Kreisel?	keine Angaben
Kann die Technologie auch auf Strecken mit einer Steigung angewendet werden?	keine Angaben
Kann die Technologie sowohl in städtischem als auch in ländlichen Gebieten angewendet werden?	keine Angaben

## SMA LA (Deutschland)

Experte:	<b>Interview Deutschland</b>
Firma:	Stefan Ehlert
Datum:	Landesbetrieb Strassenbau Nordrhein-Westfalen
Ort:	04.05.2015 Gelsenkirchen

### Nationaler Technologienname und Kontext/Hintergrund der Entwicklung

Welche Technologie gilt als Standard? Welches ist die meistverbreitete Technologie? Konventioneller Belag?	SMA in Ballungsräumen
Wie heissen die ausgewählten Technologien? (Nationaler Produktname)	Lärmarmes Splitmastixasphalt SMA LA
Mit welchen andern Technologien könnte man die ausgewählte Technologie vergleichen? Wird diese Technologie in andern Ländern auch verwendet? Wo?	ähnlich dem SDA 8 B bis SDA 8 C
Gibt es einen nationalen Standard für diese Technologie?	in Empfehlungen, Merkblätter, Stand der Technik dokumentiert (Regelwerke)
Wieviele Bauunternehmungen können diese Technologie einbauen? Welche?	Der Einbau ist durch jede Firma möglich. Anforderungen an die Planung: durchschnittlich. Anforderungen an die Ausführung: hoch.
Auf wievielen Strecken wurde diese Technologie eingebaut? (Anzahl Teststrecken oder geschätzte Streckenlänge)	400'000 m2
Einsatzbereich	alle Strassentypen
Kann diese Technologie auf allen Strassentypen angewendet werden? (Autobahn, Autostrasse, Städtisch, etc.). Gibt es Strassentypen auf welchen diese Technologie hauptsächlich angewendet wird?	alle Strassentypen

### akustische Wirkung

Wieviel beträgt die akustische Wirkung im Vergleich zum nationalen Modell (oder relativ zum konventionellen Belag)?	-2 dB (Dstro: -5 dB)
Wie wird der Referenzwert definiert? Referenzbelag oder statistischer Belag?	Dstro bei 120km/h, L0=mittlerer PW-Vorbeifahrtspegel, Referenzdecksicht = nicht geriffelter (gewalzter) Gussasphalt Referenz Dstro = 85.2 dB bei 120 km/h, SPB Referenz Dstro = 72.2 dB bei 50 km/h, SPB 60 - 120 km/h werden nach 120 km/h beurteilt --> Umrechnung Abw. StL86+= Dstro Wert +3 dB
Wieviel beträgt der akustische Belagsgütwert eines SMA 11 (oder eines Standardbelags) nach 2-5 Jahren?	SMA 11 entspricht einem Dstro wert von -2 dB
Welche akustischen Messmethoden werden verwendet um die akustische Belagsgüte zu bestimmen?	SPB, CPX

### Mischgut / Betonmischung

Was sind die Besonderheiten der Technologie betreffend Granulat, Zusatzstoffen, Bindemittel, Bitumen, etc. ?	Ausgeprägte Ausfallkörnung.
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend der Mischgutherstellung?	keine Angaben
Sind Marshall-Tests verfügbar ? (um den Hohlraumgehalt am Mischgut und die Korngrößenverteilung zu bestimmen)	keine Angaben

#### Einbau

Gibt es Einschränkungen betreffend Anwendungsbereich?	nein
Wie hoch ist der Hohlraumgehalt? (in der eingebauten Deckschicht)	12%
Was für Equipment (Fertiger, Verdichter) wird benötigt?	Kein spezielles Equipment notwendig.
Ist die Einbauzeit länger als bei einem konventionellen Belag?	Die Einbauzeit ist kürzer als bei einem Standardbelag.
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Wetter/Temperatur während der Einbauzeit?	Bei Einbau trockene Deckschicht, warme Unterschicht.
Kann die Technologie nach Abfräsen/Abschleifen der alten Schichten angewendet werden?	Wird auf einer leichten Abdichtung auf Bitumenemulsion eingebaut und nicht abgestumpft.
Gibt es Besonderheiten oder spezielle Praktiken betreffend Markierungen und Schachtdeckel?	Verwendung von Markierungsfolien oder Einfräsungen
Sind Messungen der Oberflächentextur, Schallabsorption und Luftströmungswiderstand vorhanden? Wie werden die Daten erhoben?	keine Angaben

#### Unterhalt

Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Unterhalt? (Winterunterhalt, Reinigung)	Keine speziellen Unterhaltsarbeiten notwendig.
--	--

#### Kosten

Wieviel betragen die Herstellungskosten eines konventionellen Belags pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	18 Euro / m <sup>2</sup>
Wieviel betragen die Herstellungskosten dieser Technologie pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	21.8 CHF/m <sup>2</sup> 19.8 Euro /m <sup>2</sup> 10% höher als herkömmlicher SMA
Was ist die erwartete Lebensdauer der Technologie?	Technische Dauerhaftigkeit > 12 Jahre (Prognose)

#### Verkehrssicherheit

Sind Erfahrungen betreffend Entwässerung und Sichtverhältnissen bei nasser Fahrbahn vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	keine Angaben Annahme: ähnlich wie konventionelle Beläge
Sind Erfahrungen betreffend Griffbarkeit vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	keine Angaben

**Akustische und technische Lebensdauer**

akustische Alterung: welche akustischen Werte werden nach 2 Jahren erwartet? Sind Langzeitmonitorings vorhanden oder geplant?	Lärmpegel nimmt zu.
Wie lange bleibt die akustische Wirkung erhalten? akustische Lebensdauer?	keine Angaben
Gibt es Probleme aufgrund von Verstopfung der Poren?	keine Angaben
Gibt es Probleme aufgrund von Kornausbrüchen?	keine Angaben
Gibt es Probleme aufgrund von Schwerverkehr?	Nein
Gibt es Probleme aufgrund von Schneeketten?	keine Angaben

**Diverses**

Wie hoch ist die durchschnittliche tägliche Verkehrslast auf den Strecken mit der verwendeten Technologie? (werden die Teststrecken stark befahren?)	ja, geeignet für alle Belastungsklassen
Wie hoch ist der Schwerverkehrsanteil auf den Strecken mit der verwendeten Technologie?	egal
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Bushaltestellen? (Beschleunigende schwere Fahrzeuge?)	keine Angaben
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Knoten/Kreisel?	keine Angaben
Kann die Technologie auch auf Strecken mit einer Steigung angewendet werden?	keine Angaben
Kann die Technologie sowohl in städtischem als auch in ländlichen Gebieten angewendet werden?	keine Angaben

## Thinlayer NL (Niederlande)

Experte: Firma: Datum: Ort:	<b>Interview Niederlande</b> Berry Bobbink Gelderland, NL 29.04.2015 Vught
--------------------------------------	--

### Nationaler Technologienname und Kontext/Hintergrund der Entwicklung

Welche Technologie gilt als Standard? Welches ist die meistverbreitete Technologie? Konventioneller Belag?	Provinciale Strassen (Level 2): DAC 11 & SMA 11/16
Wie heissen die ausgewählten Technologien? (Nationaler Produktname)	dunne dekragen (DGAD)
Mit welchen andern Technologien könnte man die ausgewählte Technologie vergleichen? Wird diese Technologie in andern Ländern auch verwendet? Wo?	ähnlich dem SDA 6 C bis SDA 6 D
Gibt es einen nationalen Standard für diese Technologie?	nein, Produktentwicklungen der Baufirmen
Wieviele Bauunternehmungen können diese Technologie einbauen? Welche?	Einbau durch mehr als 15 Firmen möglich.
Auf wievielen Strecken wurde diese Technologie eingebaut? (Anzahl Teststrecken oder geschätzte Streckenlänge)	>100
Einsatzbereich	Provinciale Strassen (Level 2), Stadt- und Gemeindestrassen
Kann diese Technologie auf allen Strassentypen angewendet werden? (Autobahn, Autostrasse, Städtisch, etc.). Gibt es Strassentypen auf welchen diese Technologie hauptsächlich angewendet wird?	Provinciale Strassen (Level 2), Stadt- und Gemeindestrassen

### akustische Wirkung

Wieviel beträgt die akustische Wirkung im Vergleich zum nationalen Modell (oder relativ zum konventionellen Belag)?	-6 dB (Cwegdek: -7 dB)
Wie wird der Referenzwert definiert? Referenzbelag oder statistischer Belag?	Referenz NL (Cwegdek): Durchschnitt von 10 Strecken (DAC und SMA) --> Umrechnung: Abw. StL-86+ = Cwegdek NL +1 dB
Wieviel beträgt der akustische Belagsgütwert eines SMA 11 (oder eines Standardbelags) nach 2-5 Jahren?	+ 1 dB
Welche akustischen Messmethoden werden verwendet um die akustische Belagsgüte zu bestimmen?	CPX, SPB

### Mischgut / Betonmischung

Was sind die Besonderheiten der Technologie betreffend Granulat, Zusatzstoffen, Bindemittel, Bitumen, etc. ?	Grösstkorn 6 mm
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend der Mischgutherstellung?	nein
Sind Marshall-Tests verfügbar ? (um den Hohlraumgehalt am Mischgut und die Korngrößenverteilung zu bestimmen)	ja

**Einbau**

Gibt es Einschränkungen betreffend Anwendungsbereich?	nein
Wie hoch ist der Hohlraumgehalt? (in der eingebauten Deckschicht)	14 bis 22%
Was für Equipment (Fertiger, Verdichter) wird benötigt?	Herkömmlicher Fertiger, Glattmantelwalzen.
Ist die Einbauzeit länger als bei einem konventionellen Belag?	Keine längere Einbauzeit als bei Standardbelag.
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Wetter/Temperatur während der Einbauzeit?	Trockene und warme Einbauverhältnisse.
Kann die Technologie nach Abfräsen/Abschleifen der alten Schichten angewendet werden?	Einbau auf gefräster Unterschicht möglich.
Gibt es Besonderheiten oder spezielle Praktiken betreffend Markierungen und Schachtdeckel?	ja, besondere Anforderungen an die Ebenheit, da sonst wahrnehmbare Impulsgeräusche auftreten können
Sind Messungen der Oberflächentextur, Schallabsorption und Luftströmungswiderstand vorhanden? Wie werden die Daten erhoben?	ja

**Unterhalt**

Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Unterhalt? (Winterunterhalt, Reinigung)	Keine speziellen Unterhaltsarbeiten notwendig.
--	--

**Kosten**

Wieviel betragen die Herstellungskosten eines konventionellen Belags pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	11 Euro/m <sup>2</sup>
Wieviel betragen die Herstellungskosten dieser Technologie pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	13 CHF/m <sup>2</sup> 12 Euro/m <sup>2</sup>
Was ist die erwartete Lebensdauer der Technologie?	8 Jahre

**Verkehrssicherheit**

Sind Erfahrungen betreffend Entwässerung und Sichtverhältnissen bei nasser Fahrbahn vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	ähnlich wie konventionelle Beläge
Sind Erfahrungen betreffend Griffigkeit vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	ähnlich wie konventionelle Beläge

**Akustische und technische Lebensdauer**

akustische Alterung: welche akustischen Werte werden nach 2 Jahren erwartet? Sind Langzeitmonitorings vorhanden oder geplant?	-2 dB nach 6 Jahren.
Wie lange bleibt die akustische Wirkung erhalten? akustische Lebensdauer?	8 Jahre
Gibt es Probleme aufgrund von Verstopfung der Poren?	teilweise Verstopfung nach mehreren Jahren
Gibt es Probleme aufgrund von Kornausbrüchen?	nach mehreren Jahren (ca. 5 Jahren) können Kornausbrüche auftreten
Gibt es Probleme aufgrund von Schwerverkehr?	nein
Gibt es Probleme aufgrund von Schneeketten?	keine Angaben

**Diverses**

Wie hoch ist die durchschnittliche tägliche Verkehrslast auf den Strecken mit der verwendeten Technologie? (werden die Teststrecken stark befahren?)	Kommt seit geraumer Zeit auf Strecken mit grossem Verkehrsaufkommen zum Einsatz
Wie hoch ist der Schwerverkehrsanteil auf den Strecken mit der verwendeten Technologie?	2 bis 15%
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Bushaltestellen? (Beschleunigende schwere Fahrzeuge?)	ja
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Knoten/Kreisel?	auf kleineren Kreuzungen, wird nicht in Verkehrskreisel angewendet
Kann die Technologie auch auf Strecken mit einer Steigung angewendet werden?	es liegen keine Erfahrungen vor
Kann die Technologie sowohl in städtischem als auch in ländlichen Gebieten angewendet werden?	ja

## Ultrastil (Niederlande)

Experte:	<b>Interview Niederlande</b>
Firma:	Willem-Jan van Vliet
Datum:	National Road Authority Netherlands
Ort:	28.04.2015 Utrecht

### Nationaler Technologienname und Kontext/Hintergrund der Entwicklung

Welche Technologie gilt als Standard? Welches ist die meistverbreitete Technologie? Konventioneller Belag?	auf Nationalstrassen: Zoab 6/16 2-layer Zoab: 11/19 , 4/8 wenn Lärmprobleme bei besonderen mechanischen Beanspruchungen: AC (Asphaltbeton) und auf Brücken MA (Mastix Asphalt)
Wie heissen die ausgewählten Technologien? (Nationaler Produktname)	Ultrastil wegdekkeren
Mit welchen andern Technologien könnte man die ausgewählte Technologie vergleichen? Wird diese Technologie in andern Ländern auch verwendet? Wo?	Weiterentwicklung von PERS neue Rezepturen mit Fokus auf Lärm und Dauerhaftigkeit
Gibt es einen nationalen Standard für diese Technologie?	nein, frühestens 2018
Wieviele Bauunternehmungen können diese Technologie einbauen? Welche?	Einbau durch 3-4 Konsortien von Bauunternehmungen.
Auf wievielen Strecken wurde diese Technologie eingebaut? (Anzahl Teststrecken oder geschätzte Streckenlänge)	keine, bisher nur ein Vortest, nicht repräsentativ
Einsatzbereich	Autobahn und Innerorts
Kann diese Technologie auf allen Strassentypen angewendet werden? (Autobahn, Autostrasse, Städtisch, etc.). Gibt es Strassentypen auf welchen diese Technologie hauptsächlich angewendet wird?	Autobahn und Innerorts

### akustische Wirkung

Wieviel beträgt die akustische Wirkung im Vergleich zum nationalen Modell (oder relativ zum konventionellen Belag)?	-9 dB (Cwegdek: -10 dB) = Zielwert
Wie wird der Referenzwert definiert? Referenzbelag oder statistischer Belag?	Referenz NL (Cwegdek): Durchschnitt von 10 Strecken (DAC und SMA) --> Umrechnung; Abw. StL-86+ = Cwegdek NL +1 dB
Wieviel beträgt der akustische Belagsgütwert eines SMA 11 (oder eines Standardbelags) nach 2-5 Jahren?	+ 1 dB
Welche akustischen Messmethoden werden verwendet um die akustische Belagsgüte zu bestimmen?	Schätzung, da der Belag erst im Labor entwickelt wird.

### Mischgut / Betonmischung

Was sind die Besonderheiten der Technologie betreffend Granulat, Zusatzstoffen, Bindemittel, Bitumen, etc. ?	Gummigranulat, weitere Baustoffen sind Betriebsgeheimnis der Konsortien.
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend der Mischgutherstellung?	Die Herstellung auf der Baustelle ist eine Bedingung.
Sind Marshall-Tests verfügbar ? (um den Hohlraumgehalt am Mischgut und die Korngrössenverteilung zu bestimmen)	nicht zutreffend

#### Einbau

Gibt es Einschränkungen betreffend Anwendungsbereich?	Keine Angaben
Wie hoch ist der Hohlraumgehalt? (in der eingebauten Deckschicht)	≥ 15%
Was für Equipment (Fertiger, Verdichter) wird benötigt?	Keine Angaben
Ist die Einbauzeit länger als bei einem konventionellen Belag?	Es ist eine lange Aushärtezeit notwendig.
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Wetter/Temperatur während der Einbauzeit?	Trockene und warme Einbauverhältnisse.
Kann die Technologie nach Abfräsen/Abschleifen der alten Schichten angewendet werden?	Keine Angaben
Gibt es Besonderheiten oder spezielle Praktiken betreffend Markierungen und Schachtdeckel?	Keine Angaben
Sind Messungen der Oberflächentextur, Schallabsorption und Luftströmungswiderstand vorhanden? Wie werden die Daten erhoben?	Keine Angaben

#### Unterhalt

Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Unterhalt? (Winterunterhalt, Reinigung)	Keine Angaben
--	---------------

#### Kosten

Wieviel betragen die Herstellungskosten eines konventionellen Belags pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	DAC 19 Euro/m <sup>2</sup> Zoab 1.1 - 1.2 * DAC 2-layer Zoab 1.5-2* DAC Ultrastil 4*DAC (2*2-layer Zoab) Unterhalt für konventionelle Beläge euro/m <sup>2</sup> /Jahr : 1.33 DAB 1.72 Zoab 2.93 2-layer Zoab
Wieviel betragen die Herstellungskosten dieser Technologie pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	55-65 CHF/m <sup>2</sup> (geschätzte Kosten, basierend auf Teststrecke) 50-60 Euro/m <sup>2</sup>
Was ist die erwartete Lebensdauer der Technologie?	Zielwert: 7 Jahre

#### Verkehrssicherheit

Sind Erfahrungen betreffend Entwässerung und Sichtverhältnissen bei nasser Fahrbahn vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	verbessert, gemäss Ziel aber nicht so effektiv wie Zoab, eher wie Dünnschichtbeläge
Sind Erfahrungen betreffend Griffigkeit vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	niedriger als DAC ? Entstehung von Wasserfilm

**Akustische und technische Lebensdauer**

akustische Alterung: welche akustischen Werte werden nach 2 Jahren erwartet? Sind Langzeitmonitorings vorhanden oder geplant?	durchschnittlich während gesamter Lebensdauer: ca. -7 dB
Wie lange bleibt die akustische Wirkung erhalten? akustische Lebensdauer?	keine Angaben
Gibt es Probleme aufgrund von Verstopfung der Poren?	keine Angaben
Gibt es Probleme aufgrund von Kornausbrüchen?	wahrscheinlich
Gibt es Probleme aufgrund von Schwerverkehr?	Herausforderung
Gibt es Probleme aufgrund von Schneeketten?	ja, Probleme werden erwartet

**Diverses**

Wie hoch ist die durchschnittliche tägliche Verkehrslast auf den Strecken mit der verwendeten Technologie? (werden die Teststrecken stark befahren?)	nein
Wie hoch ist der Schwerverkehrsanteil auf den Strecken mit der verwendeten Technologie?	nein
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Bushaltestellen? (Beschleunigende schwere Fahrzeuge?)	nein
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Knoten/Kreisel?	nein
Kann die Technologie auch auf Strecken mit einer Steigung angewendet werden?	nein
Kann die Technologie sowohl in städtischem als auch in ländlichen Gebieten angewendet werden?	bisher nicht

## VTAC 0/6 (Frankreich)

Experte:	<b>Interview Frankreich</b>
Firma:	Fabienne Anfosso-Lédée & Yves Brosseauud
Datum:	IFSTTAR
Ort:	05.05.2015
	Nantes

### Nationaler Technologienname und Kontext/Hintergrund der Entwicklung

Welche Technologie gilt als Standard? Welches ist die meistverbreitete Technologie? Konventioneller Belag?	bis 1975: Dense Asphalt Concrete (DAC) 1975-1985: Thin Asphalt Concrete (TAC) ab 1985: Very Thin Asphalt Concrete (VTAC) und Porous Asphalt Concrete (PAC)
Wie heissen die ausgewählten Technologien? (Nationaler Produktname)	BBTM (Béton Bitumineux Très Mince) VTAC (Very Thin Asphalt Concrete)
Mit welchen andern Technologien könnte man die ausgewählte Technologie vergleichen? Wird diese Technologie in andern Ländern auch verwendet? Wo?	ähnlich dem SDA 6 B bis SDA 6 D
Gibt es einen nationalen Standard für diese Technologie?	Französischer Standard AFNOR XP P 98- 179 (May 2001) Europäischer Standard EN 13108-2 (2005)
Wieviele Bauunternehmungen können diese Technologie einbauen? Welche?	Der Einbau ist durch jede Firma möglich. Es gibt auch firmeneigene Produkte.
Auf wievielen Strecken wurde diese Technologie eingebaut? (Anzahl Teststrecken oder geschätzte Streckenlänge)	2014 ca. 4'000km (ca. 50% der gebührenpflichtigen Autobahnen)
Einsatzbereich	Autobahn und innerorts
Kann diese Technologie auf allen Strassentypen angewendet werden? (Autobahn, Autostrasse, Städtisch, etc.). Gibt es Strassentypen auf welchen diese Technologie hauptsächlich angewendet wird?	alle Verkehrsbedingungen

### akustische Wirkung

Wieviel beträgt die akustische Wirkung im Vergleich zum nationalen Modell (oder relativ zum konventionellen Belag)?	-3.2 dB (SPB 90 km/h: 73.8 dB)
Wie wird der Referenzwert definiert? Referenzbelag oder statistischer Belag?	SPB 90 km/h: bis 76 dBA = lärmoptimierter Belag = PAC 0/6, 0/10 und VTAC 0/4, 06, 0/10 Klasse dazwischen = neutral = DAC 0/10 und VTAC Klasse 1 ab 78 dBA = lärmiger Belag = DAC 0/14, VTAC 0/14, Beton neutral = 77
Wieviel beträgt der akustische Belagsgütwert eines SMA 11 (oder eines Standardbelags) nach 2-5 Jahren?	SPB 90km/h: 79 dB
Welche akustischen Messmethoden werden verwendet um die akustische Belagsgüte zu bestimmen?	SPB, CPX

### Mischgut / Betonmischung

Was sind die Besonderheiten der Technologie betreffend Granulat, Zusatzstoffen, Bindemittel, Bitumen, etc. ?	Verwendung von Bitumen 50/70 oder 30/50 oder polymermodifiziertes Bitumen (PmB).
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend der Mischgutherstellung?	nein
Sind Marshall-Tests verfügbar ? (um den Hohlraumgehalt am Mischgut und die Korngrößenverteilung zu bestimmen)	ja

**Einbau**

Gibt es Einschränkungen betreffend Anwendungsbereich?	Kein manueller Einbau möglich. Kein Einbau bei schlechter Unterschicht.
Wie hoch ist der Hohlraumgehalt? (in der eingebauten Deckschicht)	Min 20% Max 25%
Was für Equipment (Fertiger, Verdichter) wird benötigt?	kein spezielles Equipment notwendig.
Ist die Einbauzeit länger als bei einem konventionellen Belag?	Die Einbauzeit ist kürzer als bei einem Standardbelag.
Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Wetter/Temperatur während der Einbauzeit?	Keine speziellen Anforderungen zu Einbaubedingungen bez. Wetter/Temperatur.
Kann die Technologie nach Abfräsen/Abschleifen der alten Schichten angewendet werden?	VTAC wird sowohl im Rahmen von Unterhalt von Deckschichten, als auch bei neuen Deckschichten verwendet
Gibt es Besonderheiten oder spezielle Praktiken betreffend Markierungen und Schachtdeckel?	keine Angaben
Sind Messungen der Oberflächentextur, Schallabsorption und Luftströmungswiderstand vorhanden? Wie werden die Daten erhoben?	Texturmessungen (MPD)

**Unterhalt**

Gibt es spezielle Anforderungen betreffend Unterhalt? (Winterunterhalt, Reinigung)	Keine speziellen Unterhaltsarbeiten notwendig.
--	--

**Kosten**

Wieviel betragen die Herstellungskosten eines konventionellen Belags pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	20.8 Euro (berechnet)
Wieviel betragen die Herstellungskosten dieser Technologie pro Quadratmeter? (Angabe in lokaler Währung)	27.5 CHF/m <sup>2</sup> +20% der Kosten für einen Standardbelag 25 Euro
Was ist die erwartete Lebensdauer der Technologie?	~bis 12 Jahre

**Verkehrssicherheit**

Sind Erfahrungen betreffend Entwässerung und Sichtverhältnissen bei nasser Fahrbahn vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	gute Sichtverhältnisse, keine Sprühfahnen
Sind Erfahrungen betreffend Griffigkeit vorhanden? (gegenüber dem konventionellen Belag)	sehr gute Griffigkeit in allen Geschwindigkeitsbereichen

**Akustische und technische Lebensdauer**

akustische Alterung: welche akustischen Werte werden nach 2 Jahren erwartet? Sind Langzeitmonitorings vorhanden oder geplant?	SPB 90 km/h Klasse 1:1-4 Jahre alt: ~74.1 dBA Klasse 2:1-4 Jahre alt: ~73.8 dBA Klasse 1:5-7 Jahre alt: 77.8 dBA Klasse 2:5-7 Jahre alt: 75.9 dBA  CPX 80 km/h Klasse 2 nach 3 Jahren: ~94.5 dBA
Wie lange bleibt die akustische Wirkung erhalten? akustische Lebensdauer?	+0.8 dB pro Jahr (zwischen 2 bis 9 Jahre)
Gibt es Probleme aufgrund von Verstopfung der Poren?	weniger als PAC (Porous Asphalt Concrete)
Gibt es Probleme aufgrund von Kornausbrüchen?	Probleme mit Kornausbrüchen
Gibt es Probleme aufgrund von Schwerverkehr?	nein
Gibt es Probleme aufgrund von Schneeketten?	keine Angaben

**Diverses**

Wie hoch ist die durchschnittliche tägliche Verkehrslast auf den Strecken mit der verwendeten Technologie? (werden die Teststrecken stark befahren?)	hochbelastete Strassen
Wie hoch ist der Schwerverkehrsanteil auf den Strecken mit der verwendeten Technologie?	teilweise hohe Schwerverkehrsanteile
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Bushaltestellen? (Beschleunigende schwere Fahrzeuge?)	keine Angaben
Gibt es auf den Strecken mit der verwendeten Technologie Knoten/Kreisel?	keine Angaben
Kann die Technologie auch auf Strecken mit einer Steigung angewendet werden?	keine Angaben
Kann die Technologie sowohl in städtischem als auch in ländlichen Gebieten angewendet werden?	beide.

## Glossar

<b>Begriff</b>	<b>Bedeutung</b>
CPX	Close Proximity Methode zur Messung des Reifen-Fahrbahn Geräusches
SPB	Statistical pass-by Methode zur Messung von einzelnen Vorbeifahrten und der Ermittlung der akustischen Belagsgüte im Querschnitt
SDA	Semidichter Asphalt (lärmarme Beläge)
Stl-86+	Rechenmodell für Strassenverkehrslärm



## Literaturverzeichnis

### Dokumentation

- 
- [1] Bundesamt für Strassen ASTRA, Bundesamt für Umwelt BAFU “ Lärmarme Strassenbeläge innerorts Schlussbericht 2007”,  
<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00704/index.html?lang=de> 2008.
- 
- [2] Bundesamt für Strassen ASTRA, Bundesamt für Umwelt BAFU, “Lärmarme Strassenbeläge innerorts Schlussbericht 2010,”  
<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01612/index.html?lang=de> 2011.
- 
- [3] BUWAL/ EMPA, “ComputermodeLL zur Berechnung von Strassenlärm, Teil 1, StL-86,” 1987.
- 
- [4] Bruitparif, “Etat des lieux des performances acoustiques-rapport revetement chaussee silencieux,” 2011.
- 
- [5] S. Ehlert, “Geräuschmindernde Fahrbahnbeläge Sonderdruck anlässlich des Deutschen Straßen- und Verkehrskongresses 2008,” 2008.
- 
- [6] L. Goubert, G. Descornet, H. Bendtsen, E. Nielsen, J. Kragh, and J. D. Visscher, “Performance management of low noise pavements, a decision support guide - Technical report,” no. November, p. 301, 2007.
- 
- [7] B. U. Sandberg, “The global experience in using low-noise road surfaces: A benchmark report,” 2009.
- 
- [8] Umwelt Bundesamt, “Lärmindernde Fahrbahnbeläge - Ein Überblick über den Stand der technik,” *Texte 28/2009, Dessau-Rosslau, Deutschl.*, 2009.
- 
- [9] P. G. Abbott, P. a Morgan, and B. McKell, “A Review of Current Research on Road Surface Noise Reduction Techniques,” 2010.
- 
- [10] BAst, “Leiser Straßenverkehr 2 Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen Heft S74,” 2011.
- 
- [11] U. Sandberg, S. N. Road, and P. Mioduszewski, “Gaining extra noise reduction and lower rolling resistance by grinding a porous asphalt pavement,” 2011.
- 
- [12] Y. Wijnant, “Een nieuwe geluidreducerende maatregel voor verkeerslawaaai : diffractoren,” pp. 15–18.
- 
- [13] ASTRA und BAFU, “Leitfaden Strassenlärm,” 2006.
-



# Projektabschluss



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Bundesamt für Strassen ASTRA

## FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

Version vom 09.10.2013

### Formular Nr. 3: Projektabschluss

erstellt / geändert am: 5.11.2015

#### Grunddaten

Projekt-Nr.: 2013/003  
Projekttitel: Forschungsprojekt EP7: Innovative, lärmarme Beläge für den potenziellen Einsatz in der Schweiz  
Enddatum: 31.10.2015

#### Texte

Zusammenfassung der Projektergebnisse:

Im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojekts wurden Praxiserfahrungen von insgesamt 18 innovativen Technologien unterschiedlicher Art detailliert erhoben. Um die Performance der innovativen Technologien untereinander vergleichen zu können, wurde für die einzelnen Aspekte, wie akustische Wirkung, Kosten-Nutzen, Machbarkeit, Verkehrssicherheit, akustische Dauerhaftigkeit, Unterhalt und Kosten eine Bewertung vorgenommen. Ergebnis ist für jede Technologie eine Gesamtnote pro Kriterium. Für jede Technologie wurde ein zusammenfassendes Faktenblatt erstellt. Für die schlussendliche Auswahl von Technologien welche in der Schweiz im Rahmen zukünftiger Projekte getestet oder weiterentwickelt werden sollen, können mehrere unterschiedliche Auswahlkriterien im Vordergrund stehen. Der Fokus wurde auf die drei Hauptaspekte akustische Wirkung, akustische Dauerhaftigkeit und Kosten/Nutzen-Verhältnis gelegt. In der quervergleichenden Bewertung wurde jeder Technologie für die drei verschiedenen Aspekte eine Gesamtnote erteilt, wobei gilt: 0% = mangelhaft und 100% = hervorragend.

Technologie	ak. Wirkung: 30%, Kosten-Nutzen: 40% ak. Dauerhaftigkeit: 8%
+ Diamond grinding	ak. Wirkung: 30%, Kosten-Nutzen: 40% ak. Dauerhaftigkeit: 8%
+ Diffraktoren	ak. Wirkung: 20%, Kosten-Nutzen: 0% ak. Dauerhaftigkeit: 100%
+ Double Layer porous asphalt	ak. Wirkung: 58%, Kosten-Nutzen: 79% ak. Dauerhaftigkeit: 23%
+ Epoxy	ak. Wirkung: 40%, Kosten-Nutzen: 25% ak. Dauerhaftigkeit: 77%
+ LOA 5 D	ak. Wirkung: 30%, Kosten-Nutzen: 80% ak. Dauerhaftigkeit: 15%
+ Longitudinal tining	ak. Wirkung: 15%, Kosten-Nutzen: 100% ak. Dauerhaftigkeit: 0%
+ Measures to prolong lifetime	ak. Wirkung: 80%, Kosten-Nutzen: 96% ak. Dauerhaftigkeit: 62%
+ Modieslab - Porous Beton	ak. Wirkung: 80%, Kosten-Nutzen: 0% ak. Dauerhaftigkeit: 100%
+ PERS 2 JP	ak. Wirkung: 100%, Kosten-Nutzen: 0% ak. Dauerhaftigkeit: 8%
+ PERS 2-5 SE	ak. Wirkung: 100%, Kosten-Nutzen: 0% ak. Dauerhaftigkeit: 8%
+ PERS 5 DK	ak. Wirkung: 100%, Kosten-Nutzen: 0% ak. Dauerhaftigkeit: 8%
+ PMA 5	ak. Wirkung: 40%, Kosten-Nutzen: 91% ak. Dauerhaftigkeit: 81%
+ SMA 6 + 8 and SMA 6 + 11	ak. Wirkung: 50%, Kosten-Nutzen: 97% ak. Dauerhaftigkeit: 8%
+ SMA 8 G+	ak. Wirkung: 50%, Kosten-Nutzen: 96% ak. Dauerhaftigkeit: 23%
+ SMA LA 8	ak. Wirkung: 40%, Kosten-Nutzen: 91% ak. Dauerhaftigkeit: 31%
+ Thinlayer NL	ak. Wirkung: 80%, Kosten-Nutzen: 98% ak. Dauerhaftigkeit: 46%
+ Ultrastil	ak. Wirkung: 100%, Kosten-Nutzen: 60% ak. Dauerhaftigkeit: 38%
+ VTAC 0/6 (Very Thin Layer)	ak. Wirkung: 52%, Kosten-Nutzen: 87% ak. Dauerhaftigkeit: 62%

Die untersuchten Technologien können auf unterschiedliche Weise als interessant bezeichnet werden. So kann der Fokus auf Technologien gelegt werden, welche besonders grosse akustische Wirkungen erzielen, deren akustische Dauerhaftigkeit vielversprechend ist oder aber ein besonders günstiges Kosten/Nutzen-Verhältnis aufweisen.



Zielerreichung:

Die im Forschungsprojekt angestrebten Zielaussagen konnten vollumfänglich umgesetzt werden:

- + Bestandaufnahme der als meist zielführend eingestuften weltweiter Erfahrungen mit innovativen lärmarmen Strassenoberflächen.
- + Die Erfahrungen aus der Praxis mit solchen innovativen Strassenoberflächen wurden hinsichtlich verschiedener Aspekte, wie akustische Wirkung, Kosten-Nutzen, Machbarkeit, Verkehrssicherheit, akustische Dauerhaftigkeit, Unterhalt und Kosten charakterisiert und bewertet.
- + Für alle untersuchten innovativen Technologien wurde ein entsprechendes Faktenblatt erstellt.
- + Mit der quervergleichenden Bewertung der Technologien, sowie dem hohen aus den Experteninterviews erlangten Detaillierungsgrad, bildet die vorliegende Forschungsarbeit eine ausgezeichnete Grundlage für die Selektion zur Weiterverfolgung und Anwendung neuer Technologien in der Schweiz.

Folgerungen und Empfehlungen:

Je nach Zielvorstellungen fallen die Prioritäten anders aus. Es können auch mehrere Zielrichtungen gleichzeitig weiterverfolgt werden.

- + Fokus akustische Wirkung: Potential durch besonders hohe Lärmreduktionen, um Kosten für andere Massnahmen (Lärmschutzwände, Überdeckungen und Halbüberdeckungen, Ersatzmassnahmen) einsparen zu können.
- + Fokus Dauerhaftigkeit: lange Lebensdauer aber geringere akustische Wirkung kann für den Lärmvollzug ebenfalls interessant sein.
- + Kostengünstige Massnahmen: mit wenig Aufwand kann die Lärmsituation auch bei geringen Wirkungen verbessert werden.

Publikationen:

Neben der Publikation des Forschungsberichts in der Mobilityplattform wird ein Beitrag für eine internationale Konferenz sowie ein Artikel in der Zeitschrift "Strasse und Verkehr" angestrebt.

Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Ziegler

Vorname: Toni

Amt, Firma, Institut: VR-Präsident, Grolimund + Partner AG

Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:

## FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

### Formular Nr. 3: Projektabschluss

#### Beurteilung der Begleitkommission:

##### Beurteilung:

Die Ergebnisse von 18 Verfahren sind in Factsheets zusammengefasst worden.  
Die akustische Bewertung eines Belages erfolgt anhand der Verbesserung der akustischen Eigenschaft in dB(A) im Vergleich zu einem Referenzwert. Dieser Referenzwert ist jedoch nicht in allen Ländern gleich (Schweiz und Frankreich wenden die strengsten Anforderungen an): infolge kann ein im Ausland als akustisch wirksam bewerteter Belag in der Schweiz als nicht akustisch performant bewertet werden. Eine Vergleichstabelle den Referenzwerten wurde erstellt.  
Generell haben die europäischen Beläge entweder eine lange akustische Lebensdauer mit einer geringeren Lärmreduktion oder eine kurze akustische Lebensdauer mit einer grossen Lärmreduktion. Die meisten Verfahren bestehen aus dem Einbau bituminöser Deckschichtbeläge. Andere Verfahren verbessern die Oberflächenstruktur (insbesondere für Betonbeläge) oder erhöhen die akustische Dauerhaftigkeit durch eine Oberflächenbehandlung. Die speziellste Methode ist der Einbau von Elementen am Strassenrand, welche die Schallwellen des Strassenlärms "umleiten". Der Einsatz einer solchen Methode ist heikel, kann jedoch mit anderen Lärm reduzierenden Massnahmen kombiniert werden.  
Die verwendeten Kriterien für die Bewertung wurden nach drei Hauptthemen, akustische Wirkung, akustische Dauerhaftigkeit und Kosten/Nutzen-Verhältnis gegliedert, um die Wahl der Verfahren, welche in der Schweiz getestet werden könnten, zu vereinfachen.

##### Umsetzung:

Es wäre interessant, die in der Schweiz verwendeten Verfahren anhand der im Rahmen des EP7 verwendeten Kriterien zu bewerten und die Daten ebenfalls in einem Factsheet zu dokumentieren.

##### weitergehender Forschungsbedarf:

keiner

##### Einfluss auf Normenwerk:

keiner

#### Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:

Name: Seiler

Vorname: Luzia

Amt, Firma, Institut: ASTRA

#### Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission:

29.2.2016 



## Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

Das Verzeichnis der in der letzten Zeit publizierten Schlussberichte kann unter [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch) (Dienstleistungen --> Forschung im Strassenwesen --> Downloads --> Formulare) heruntergeladen werden.