



Lärmarme Oberflächen bei Gussasphalt-Deckschichten auf Brücken

**Surfaces peu bruyantes sur les ponts avec des couches de
roulement en asphalte coulé**

**Low-noise pavements with mastic asphalt wearing courses
on bridges**

**Institut für Materialprüfung Dr. Schellenberg Rottweil GmbH
Prof. Dr.-Ing. Kurt Schellenberg**

**Grolimund + Partner AG
Umwelttechnik - Bauphysik - Informatik
Hans-Jörg Grolimund**

**Bundesamt für Strassenwesen (BAST)
Referat GS4
Dr. Igor Müller**

**Forschungsprojekt ASTRA 2009/007 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)



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Bundesamt für Strassen
Office fédéral des routes
Ufficio federale delle Strade

Lärmarme Oberflächen bei Gussasphalt-Deckschichten auf Brücken

**Surfaces peu bruyantes sur les ponts avec des couches de
roulement en asphalte coulé**

**Low-noise pavements with mastic asphalt wearing courses
on bridges**

**Institut für Materialprüfung Dr. Schellenberg Rottweil GmbH
Prof. Dr.-Ing. Kurt Schellenberg**

**Grolimund + Partner AG
Umwelttechnik - Bauphysik - Informatik
Hans-Jörg Grolimund**

**Bundesamt für Strassenwesen (BAST)
Referat GS4
Dr. Igor Müller**

**Forschungsprojekt ASTRA 2009/007 auf Antrag des Bundesamtes
für Strassen (ASTRA)**

Impressum

Forschungsstelle und Projektteam

Projektleitung

Prof. Dr.-Ing. Kurt Schellenberg

Projektteam

Hans-Jörg Grolimund

Dr. Igor Müller, BAST

Dr. Peter Schellenberg

Martin Plocher

Almut Jumpertz

Begleitkommission

Präsident

Jean-Christophe Putallaz

Mitglieder

Hans-Peter Beyeler

Dr. Remy Gubler

Antragsteller

Bundesamt für Strassen (ASTRA)

Bezugsquelle

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

Inhaltsverzeichnis

Impressum.....	4
Zusammenfassung	7
Résumé.....	9
Summary	11
1 Gussasphaltoptimierungen	13
1.1 Grundsätzliches	13
1.2 Ausgangsgesteinskörnungen	13
1.3 Korngrößenverteilungen.....	14
1.4 Variation der Kornzusammensetzungen	15
2 Füllerprüfungen.....	19
2.1 Konventionelle Prüfungen	19
2.2 Viskositätsmessungen.....	19
2.2.1 Allgemeines	19
2.2.2 Prinzip der Retardationsversuche.....	20
2.2.3 Schematische Darstellung der Probekörperauflagerung und der Messanordnung	20
2.2.4 Abhängigkeit der Viskosität von der Temperatur und Füllermenge.....	21
3 Eigenschaften der verwendeten Bindemittel	23
4 Dynamische Eindring-Versuche.....	25
4.1 Allgemeines	25
4.2 Versuchsbedingungen für dyn. Eindringversuch ET_{dyn}	25
5 Mechanische Eigenschaften der Gussasphalt-Variationen	27
5.1 Istein-Füller	27
5.2 Teufel-Füller.....	28
5.3 Gfrörer-Füller	29
6 Verarbeitbarkeit von Gussasphalt.....	33
6.1 Allgemeines	33
6.2 IFM-System VIS-GA zur Ermittlung der Verarbeitbarkeit von Gussasphalt	33
6.3 Messergebnisse der Drehmomente in $N \cdot m$	35
7 Abstreusplitte.....	37
7.1 Art der Abstreusplitte.....	37
7.2 Eigenschaften der Abstreusplitte	37
7.2.1 Kornzusammensetzungen SN 670 402 DIN EN 12697-2	37
7.2.2 Kornform.....	38
7.2.3 Ausmessen der Körnungen	41
7.2.4 Mechanische Festigkeiten	43
7.2.5 Auswahl der Splitte für die Applikationen	43
8 Auswahl der Kleber.....	45
9 Faserverstärkung	47
10 Herstellung der Versuchsplatten.....	49
10.1 Gussasphalt.....	49

10.2	Abstreuerung.....	50
10.3	Fertig hergestellte Platten.....	51
11	Ergebnisse der Texturtiefenmessungen (Messgerät ELAtextur) an den Versuchsplatten	53
12	Ergebnisse der 3D-Vermessung an den Versuchsplatten.....	55
13	Zusammenfassung der Ergebnisse an den Versuchsplatten	57
14	Versuchsstrecke Kerzers	61
14.1	Versuchsabschnitte	61
14.1.1	Auswahl der Abstreusplatte	61
14.1.2	Eigenschaften der Schmelzkammerschlacke SCORAL.....	61
14.1.3	Gussasphalt-Deckschicht	62
14.1.4	Abstreusplatte	62
15	Ergebnisse der Texturmessungen in situ (BASt)	65
16	CPX-Messergebnisse der einzelnen Versuchsabschnitte.....	67
17	Schlussfolgerungen.....	69
18	Weiterer Forschungsbedarf.....	71
	Anhänge	73
	Literaturverzeichnis	77
	Projektabschluss	79
	Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen	83

Zusammenfassung

In der Schweiz werden erhebliche Anstrengungen unternommen, um den Verkehrslärm zu reduzieren. Dazu werden auf der freien Strecke bevorzugt offenporige Asphalt-Deckschichten (PA) eingebaut oder Semidichte Asphalte SDA mit geringerer Porosität. Beide Belagsarten haben den Nachteil, dass sie ungehindert Wasser durchlassen, welches auf Brücken unerwünscht ist wegen möglichen Schädigungen der Abdichtung und des Brückenbauwerks. Um letzteres zu vermeiden, werden auf Brücken meist wasserdichte Gussasphaltbeläge eingebaut, die wegen der nicht vorhandenen Porosität, keinen Beitrag zur Lärmreduzierung leisten können.

Ziel des Forschungsvorhabens ist es daher, eine Gussasphalt-Deckschicht zu entwickeln, deren Oberfläche so konstruiert ist (Splitteinstreuung, Bearbeitung mit speziellen Walzen usw.), dass eine möglichst deutliche Reduzierung des Verkehrslärms erreicht wird.

In Meilenstein 1 wurde durch Variation verschiedener Kalksteinmehle, Bindemittelarten, Kornzusammensetzungen, nach entsprechenden Voruntersuchungen, insgesamt 50 verschiedene Gussasphalte hergestellt und geprüft, mit dem Ziel, einen sehr wärmebeständigen Gussasphalt (MA 8) zu entwickeln, der in der Lage ist, den vorumhüllten Abstreusplitt dauerhaft einzubinden.

In Meilenstein 2 wurden insgesamt 12 verschiedene Abstreusplitte und 6 verschiedene Kleber überprüft zur Umhüllung der Abstreusplitte. Mit den aus Meilenstein 1 gewonnenen Ergebnissen wurde eine spezielle Zusammensetzung des Gussasphalts ausgewählt und Gussasphaltplatten hergestellt, auf deren heissen Oberflächen 10 ausgewählte vorumhüllte Abstreusplitte mit Hilfe einer Abstreuvorrichtung gleichmässig aufgestreut und mit einer Walze leicht eingedrückt wurden. Die Oberflächen der Platten wurden durch die BAST, D-Bensberg und Fa. IWS, D-Celle optisch vermessen.

In Meilenstein 3 wurden nach Festlegung in der Betreuungskommission 4 Abstreusplitte ausgewählt, mit Bitumen 35/50 von der Fa. Weibel AG umhüllt und in die MA 8-Deckschicht auf dem Viadukt Kerzers eingestreut, in 2 Feldern noch eingewalzt, so dass insgesamt 6 Felder zur Prüfung der Lärminderung auf der Versuchsstrecke zur Verfügung standen. 6 Monate nach Inverkehrsetzung betragen die Belagsgütewerte in Abweichung zu StL-86 + bei Verwendung der Natursteinsplitte WYSS und FAMSA bei der Kategorie PW und leichtem Abwalzen -2,5 und -2,3 [dB(A)]. Wird nicht gewalzt, steigen die Werte an auf -2,8 und -2,7 [dB(A)]. Bei Verwendung von ALOX 2/4 mit Walzen wird ein Wert von -2,7 erreicht.

Sehr gut schneidet der Abschnitt ab mit der Schmelzkammergranulatschlacke SCORAL 1,4 - 2,8 mm bei ermittelten Werten von -4,6 bei PW bzw. -3,8 [dB(A)] bei LW. Wird ein Mischverkehr bei 8 % Schwerverkehrsanteile zugrunde gelegt, so wird bei den Natursteinsplitten ein Belagsgütewert von -2,4 und bei SCORAL ein Wert von -4,2 erreicht im Vergleich zum SDA 8 A mit -4,8 [dB(A)]. Die Ergebnisse der optischen Vermessungen in situ, wie sie bei offenporigen Asphalten massgebend sind, sind offensichtlich nicht zutreffend für die Beschreibung der Lärminderung durch Abstreusplitt auf Gussasphalt.

Résumé

En Suisse, des efforts considérables sont fournis pour réduire le bruit généré par la circulation. Dans ce but, des couches de roulement en asphalte poreux (PA) ou des asphaltes semi-denses de type SDA présentant moins de porosité sont de préférence mises en œuvre sur la route. Les deux types de revêtement ont l'inconvénient de ne pas faire obstacle à l'infiltration d'eau, ce qui n'est pas désiré sur les ponts en raison de risques de dégradations de l'étanchéité et de la structure du pont. Afin d'éviter ces dégradations, des revêtements imperméables en asphalte coulé sont généralement mis en œuvre sur les ponts. En raison de leur manque de porosité, ils ne peuvent toutefois contribuer à réduire le bruit.

Le projet de recherche a ainsi pour objectif de développer une couche de roulement en asphalte coulé dont la surface soit conçue (gravillonnage, mise en place au moyen de rouleaux spéciaux etc.) de manière à obtenir la plus grande réduction possible du bruit généré par la circulation.

Dans l'étape 1, en variant différents poudres calcaires, types de liants et compositions de granulats et à l'issue des études préliminaires afférentes, 50 différents types d'asphalte coulé ont au total été fabriqués et soumis à des essais dans le but de développer un asphalte coulé très résistant à la chaleur (MA 8), qui soit en mesure de lier durablement les gravillons préenrobés.

Dans l'étape 2, un total de 12 différents gravillons et de 6 différentes colles ont été testés sous l'angle de l'enrobage des gravillons. Avec les résultats obtenus dans l'étape 1, une composition spéciale d'asphalte coulé a été retenue pour la fabrication de plaques en asphalte coulé, sur la surface brûlante desquelles 10 gravillons préenrobés sélectionnés ont été uniformément dispersés à l'aide d'un dispositif d'épandage et légèrement compactés avec un rouleau. L'Institut Fédéral des Recherches Routières (BASt) à Bensberg (D) et la Sté IWS à Celle (D) ont procédé à la mesure optique des surfaces des plaques.

Dans l'étape 3, après avoir été définis par la Commission de suivi, 4 gravillons ont été retenus, enrobés avec du bitume 35/50 de l'entreprise Weibel AG, et dispersés dans la couche de roulement MA 8 sur le viaduc de Kerzers, puis cylindrés avec des rouleaux sur 2 sections, si bien que la réduction du bruit put être testée au total sur 6 sections de tronçon expérimental. 6 mois après l'ouverture à la circulation, déviant du modèle suisse de calcul du bruit du trafic StL-86 +, les valeurs de performance du revêtement s'élevaient à -2,5 et -2,3 [dB(A)] en utilisant les gravillons de pierre naturelle WYSS et FAMSA pour la catégorie des véhicules légers (VL) et avec un léger cylindrage. Sans cylindrage, les valeurs augmentent à -2,8 et -2,7 [dB(A)]. Si on utilise ALOX 2/4 avec cylindrage, une valeur de -2,7 est atteinte.

De très bons résultats sont obtenus sur le tronçon avec les scories de haut fourneau granulées SCORAL 1,4 - 2,8 mm, avec des valeurs déterminées de -4,6 pour les véhicules légers et de -3,8 [dB(A)] pour les poids lourds. En cas de trafic mixte avec un pourcentage de 8 % de circulation de poids lourds, une performance du revêtement de -2,4 est obtenue avec les gravillons de pierre naturelle et de -4,2 avec SCORAL, en comparaison avec les enrobés semi-denses SDA 8 A livrant une performance de -4,8 [dB(A)]. Les résultats des mesures optiques in situ, telles qu'ils sont déterminants pour des asphaltes à pores ouverts, ne sont apparemment pas applicables pour décrire la réduction du bruit avec des gravillons sur de l'asphalte coulé.

Summary

In Switzerland substantial efforts are being made to reduce traffic noise. For this purpose, on the open road, preference is awarded to laying porous asphalt wearing courses (PA) or SDA asphalts with lower void content. Both pavement types have the disadvantage that they allow water to pass through unhindered and this is essentially undesirable due to possible damage to the waterproofing and the bridge structure. To avoid this, mostly watertight mastic asphalt courses are being laid on bridges. However, due to the lack of porosity these do not contribute to noise reduction.

The aim of the research project is therefore to develop a mastic asphalt wearing course with a surface structure (spreading of chippings, use of special rollers etc.) that achieves as clear a reduction in traffic noise as possible.

In step 1, based on the variation of different limestone powders, types of binders, aggregate compositions and after appropriate pretesting, a total of 50 different mastic asphalts were produced and tested with the aim of developing a very heat-resistant mastic asphalt (MA 8) that is able to permanently bond the pre-coated chippings.

In step 2 a total of 12 different surface chippings and 6 different adhesives were tested with regard to the coating of the chippings. Using the attained results from step 1 a special mastic asphalt composition was selected for the production of mastic asphalt slabs on the hot surfaces of which 10 selected pre-coated chippings were evenly spread using a chipping spreader, and were lightly pressed in with a roller. The surfaces of the slabs were measured using an optical system by the Federal Highway Research Institute (BASt), D-Bensberg and IWS, D-Celle.

In step 3, after definition in the supervisory commission, 4 different surface chippings were selected, pre-coated with bitumen 35/50 of Weibel AG and spread on the MA 8 wearing course on the Kerzers viaduct, in 2 test sections they were also rolled in, providing altogether 6 sections for testing noise reduction on the test stretch. 6 months after opening to traffic, deviating from the Swiss standard noise calculation model StL-86 +, when using natural stone chippings WYSS and FAMSA the pavement performance values in the car category with light rolling are -2.5 and -2.3 [dB(A)]. If rolling is not carried out the values increase to -2.8 and -2.7 [dB(A)]. When using ALOX 2/4 and with rolling, a value of -2.7 is attained.

The section performed very well using SCORAL blast furnace granulated slag 1.4 - 2.8 mm, with determined values of -4.6 for cars and -3.8 [dB(A)] for trucks. In the case of mixed traffic with an 8 % share of heavy-duty traffic, then, with natural stone chippings a pavement performance value of -2.4 is reached and with SCORAL a value of -4.2 in comparison to SDA 8 A with -4.8 [dB(A)]. The results of the optical measurements in situ, as relevant for open pore asphalts, are obviously not applicable for describing the noise reduction through surface chippings on mastic asphalt.

1 Gussasphaltoptimierungen

1.1 Grundsätzliches

Im Meilenstein 1 geht es um Modifizierungen des Gussasphaltes mit dem Ziel, das Eindringen des Abstreusplittes bzw. das dauerhafte Einbinden in Gussasphalte zu optimieren. Ausgewählt wird dazu ein Gussasphalt (MA) mit dem Grösstkorn 8 mm, wobei die Splittmengen und die Füllermengen variiert wurden.

Tab. 1 Splitt-Füllermenge

Variante	Splittmenge M-%	Füllermenge M-%
1	55	20
2	45	25
3	35	30

Da es neben den Splitt- und Füllermengen auch auf die Art des Füllers ankommt, der zusammen mit dem Bindemittel als Mörtel den Gussasphalt versteift, wurden 3 Kalksteinmehle in die Untersuchungen mitaufgenommen.

1.2 Ausgangsgesteinskörnungen

Tab. 2 verwendete Gesteinskörnungen

Art der Körnung	Korngrösse mm	Lieferant
Splitt	4 - 8	Fa. Wyss, Werk Härkingen - CH
Splitt	2 - 4	Fa. Wyss, Werk Härkingen - CH
Brechsand	0 - 4	Fa. Wyss, Werk Härkingen - CH
Natursand	0 - 4	Fa. Wyss, Werk Härkingen - CH
Kalksteinmehl	0 - 0,125	Fa. Heidelberger Zement, Werk Istein - D
Kalksteinmehl	0 - 0,125	Fa. Teufel, Strassberg - D
Kalksteinmehl	0 - 0,125	Fa. Gfrörer, Fischingen - D

1.3 Korngrößenverteilungen

An den Gesteinskörnungen wurden die Korngrößenverteilungen wie folgt ermittelt:

Tab. 3 Korngrößenverteilung der angelieferten Gesteinskörnungen

Korngrößenverteilung Prüfkorngrößen (mm)			Splitt 4 - 8 mm	Splitt 2 - 4 mm	Brech- sand	Natur- sand	Füller Istein	Füller Gfrörer	Füller Teufel
<	0,063		0,2	0,6	12,9	0,6	85,7	82,3	81,2
0,063	-	0,125	-	0,1	6,9	0,9	9,5	16,0	13,3
0,125	-	0,25	-	0,1	11,2	8,8	4,8	1,7	5,5
0,25	-	0,5	-	0,1	15,7	37,3	-	-	-
0,5	-	1,0	-	0,3	19,9	19,2	-	-	-
1,0	-	2,0	0,1	5,3	27,3	12,2	-	-	-
2,0	-	4,0	7,6	84,6	6,1	17,8	-	-	-
4,0	-	5,6	32,8	8,9	-	3,2	-	-	-
5,6	-	8,0	55,1	-	-	-	-	-	-
8,0	-	11,2	4,2	-	-	-	-	-	-
11,2	-	16,0	-	-	-	-	-	-	-
16,0	-	22,4	-	-	-	-	-	-	-

1.4 Variation der Kornzusammensetzungen

Variante 1: 55 % Splitt

Dosierung:	Splitt 4 - 8	31,0 M-%
	Splitt 2 - 4	23,0 M-%
	Brechsand	17,0 M-%
	Natursand	8,0 M-%
	Füller (Istein)	<u>21,0 M-%</u>
	Total	100,0 M-%

Ergibt die nachfolgend angegebene Korngrößenverteilung:

Tab. 4 Korngrößenverteilung des MA 8 – 55 % Splitt

Korngrößenverteilung			Anteile [M-%]	
Prüfkorngrößen [mm]			einzel.	zus.
	<	0,063	20,4	20,4
0,063	-	0,125	3,3	23,7
0,125	-	0,25	3,6	27,3
0,25	-	0,5	5,7	33,0
0,5	-	1,0	5,0	38,0
1,0	-	2,0	6,9	44,9
2,0	-	4,0	24,2	69,1
4,0	-	5,6	12,5	81,6
5,6	-	8,0	17,1	98,7
8,0	-	11,2	1,3	100,0
11,2	-	16,0	-	-
Füller	[M-%]		20,4	
Sand	[M-%]		24,5	
Splitt	[M-%]		55,1	

Die Sieblinie geht aus Abb. 1 hervor:

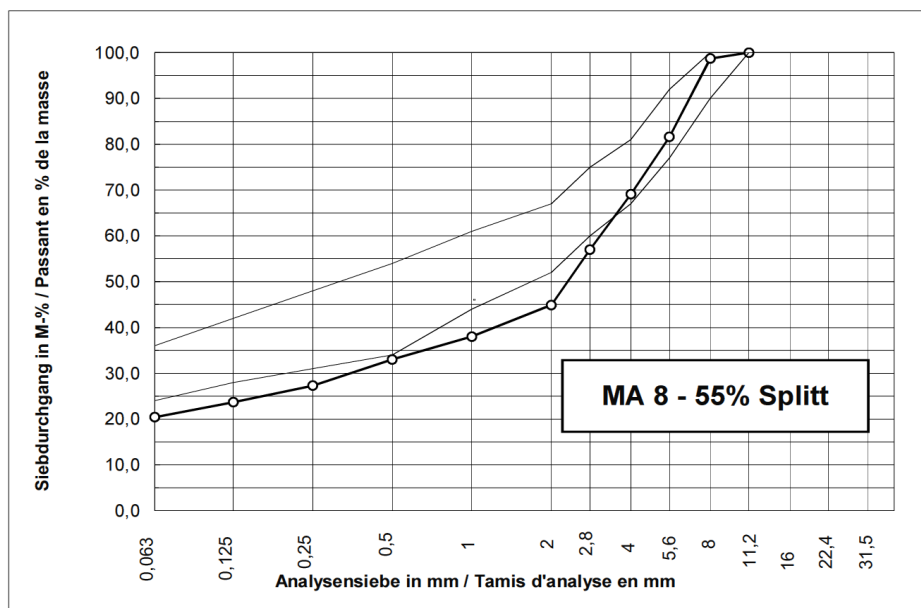


Abb. 1 Korngrößenverteilung MA 8 - 55 % Splitt

Variante 2: 45 % Splitt

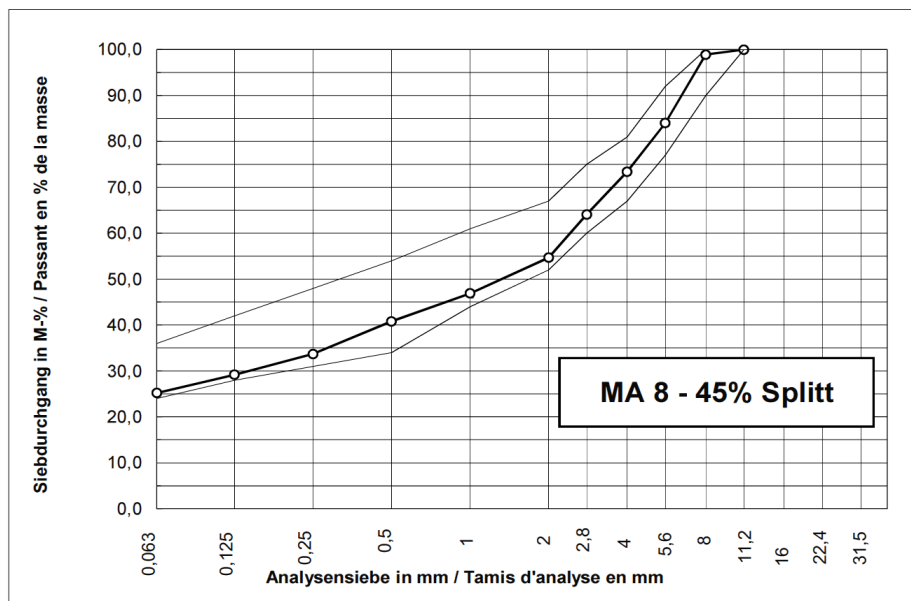
Dosierung:	Splitt 4 - 8	27,0 M-%
	Splitt 2 - 4	16,0 M-%
	Brechsand	21,0 M-%
	Natursand	10,0 M-%
	Füller (Istein)	26,0 M-%
	Total	100,0 M-%

Ergibt die nachfolgend angegebene Korngrößenverteilung:

Tab. 5 Korngrößenverteilung des MA 8 – 45 % Splitt

Korngrößenverteilung			Anteile [M-%]	
Prüfkorngrößen [mm]			einzel.	zus.
	<	0,063	25,2	25,2
0,063	-	0,125	4,0	29,2
0,125	-	0,25	4,5	33,7
0,25	-	0,5	7,1	40,8
0,5	-	1,0	6,1	46,9
1,0	-	2,0	7,8	54,7
2,0	-	4,0	18,7	73,4
4,0	-	5,6	10,6	84,0
5,6	-	8,0	14,9	98,9
8,0	-	11,2	1,1	100,0
11,2	-	16,0	-	-
Füller	[M-%]		25,2	
Sand	[M-%]		29,5	
Splitt	[M-%]		45,3	

Die Sieblinie geht aus Abb. 2 hervor.

**Abb. 2 Korngrößenverteilung MA 8 - 45 % Splitt**

Variante 3: 35 % Splitt

Dosierung:	Splitt 4 - 8	19,0 M-%
	Splitt 2 - 4	13,0 M-%
	Brechsand	25,0 M-%
	Natursand	12,0 M-%
	Füller (Istein)	31,0 M-%
	Total	100,0 M-%

Ergibt die nachfolgend angegebene Korngrößenverteilung:

Tab. 6 Korngrößenverteilung des MA 8 – 35 % Splitt

Korngrößenverteilung			Anteile [M-%]	
Prüfkorngrößen [mm]			einzel.	zus.
	<	0,063	30,0	30,0
0,063	-	0,125	4,8	34,8
0,125	-	0,25	5,3	40,1
0,25	-	0,5	8,4	48,5
0,5	-	1,0	7,4	55,9
1,0	-	2,0	9,0	64,9
2,0	-	4,0	16,1	81,0
4,0	-	5,6	7,7	88,7
5,6	-	8,0	10,5	99,2
8,0	-	11,2	0,8	100,0
11,2	-	16,0	-	-
Füller	[M-%]		30,0	
Sand	[M-%]		34,9	
Splitt	[M-%]		35,1	

Die Sieblinie geht aus Abb. 3 hervor:

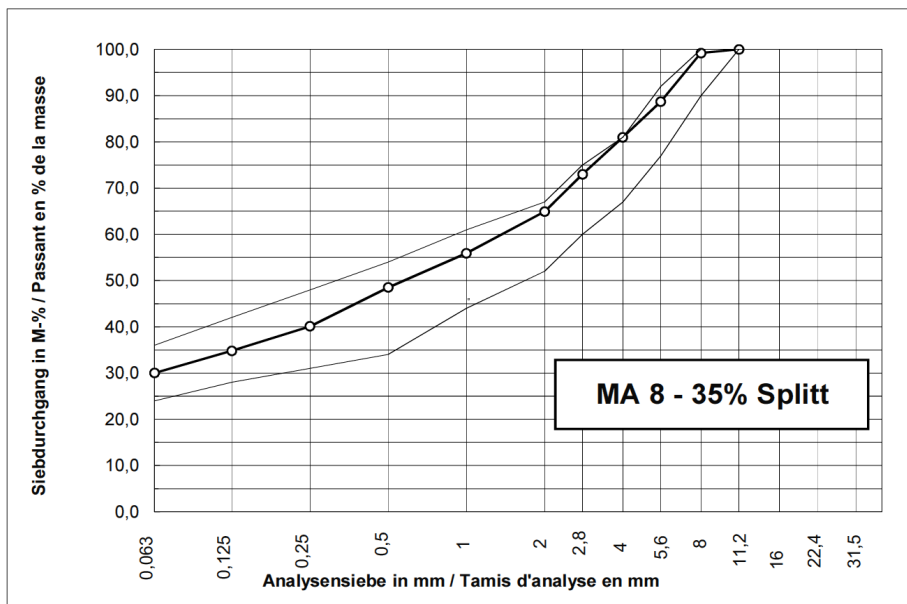


Abb. 3 Korngrößenverteilung MA 8 - 35 % Splitt

Die Sieblinien der Varianten

- | | |
|---|-------------|
| 1 | 55 % Splitt |
| 2 | 45 % Splitt |
| 3 | 35 % Splitt |

werden in nachfolgender grafischen Darstellung (Abb. 4) einander gegenübergestellt.

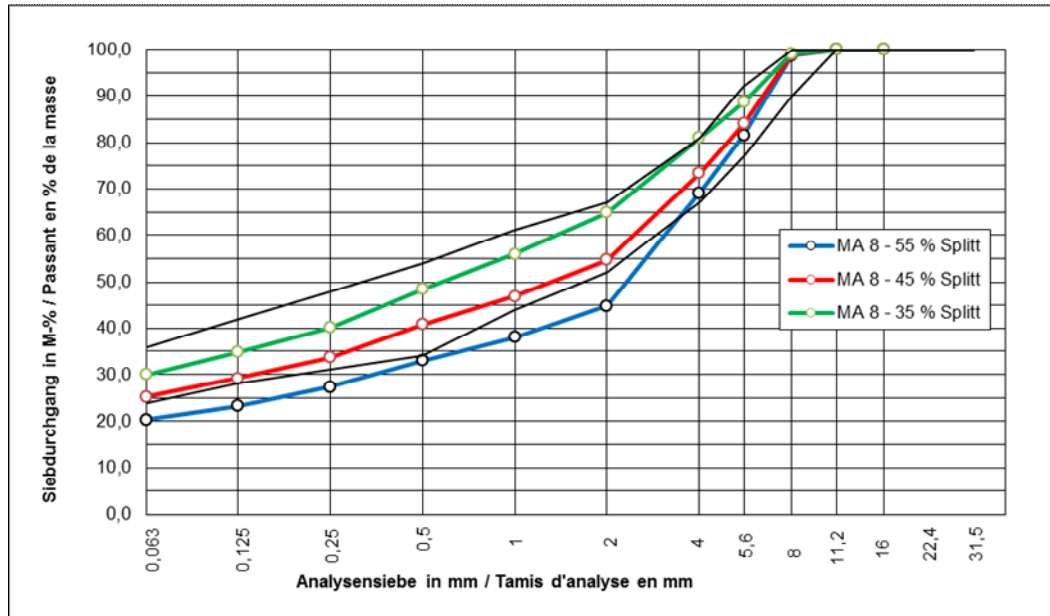


Abb. 4 Vergleich der Sieblinien der Varianten 1, 2 und 3

2 Füllerprüfungen

2.1 Konventionelle Prüfungen

Zur Charakterisierung der eingesetzten 3 Füllermehle wurden nachstehende Prüfungen durchgeführt.

Wegen der Reinheit der Kalksteinmehle kommt es besonders auf das HCl-Unlösliche an, welches als nicht Calciumcarbonat anzusprechen ist. Die Versteifung des Mörtels durch die verschiedenen Kalksteinmehle spiegelt sich im Erweichungspunkt RuK in °C wider bei konstanten Mengenverhältnissen von 65 M-% Füller und 35 M-% Bitumen.

Tab. 7 Eigenschaften der verwendeten Kalksteinmehle

		Kalksteinmehle					
		Istein		Teufel		Gfrörer	
Rohdichte	g/cm ³	2,708		2,702		2,684	
Rütteldichte	g/cm ³	1,910		1,833		1,831	
Rigden-Hohlraumgehalt		29,4		33,3		31,8	
Erweichungspunkterhöhung 65 M-% Füller / 35 M-% Bindemittel		12,2		12,5		19,8	
HCl-Unlösliches	M-%	1,81		6,5		11,1	
Kornverteilung Luftstrahlsiebung, mm		Einzel	Summe	Einzel	Summe	Einzel	Summe
	0,125 – 2	4,8	100,0	5,5	100,0	1,7	100,0
	0,063 – 0,125	9,5	95,2	13,3	94,5	16,0	98,3
	<0,063	85,7	85,7	81,2	81,2	82,3	82,3

2.2 Viskositätsmessungen

2.2.1 Allgemeines

Gussasphalt zeichnet sich dadurch aus, dass seine mechanischen Eigenschaften, insbesondere die Wärmestandfestigkeit durch die Steifigkeit des in ihm enthaltenen Mörtels (Bindemittel, Füller) entscheidend beeinflusst wird. Konventionelle Prüfungen der Steifigkeit des Mörtels können mit Hilfe von Erweichungspunkterhöhungen in Abhängigkeit vom Füller/Bitumen-Verhältnis durchgeführt werden. Diese Methode kann nicht in Abhängigkeit von der Temperatur durchgeführt werden. Sie funktioniert auch nicht bei modifizierten Bindemitteln, da der Erweichungspunkt RuK bei modifizierten Bindemitteln keine Aussage über die Viskosität liefert. Es war daher erforderlich, neue Prüfmethode zu entwickeln, mit dem Ziel, die Viskosität des Bindemittels, die Viskosität des Mörtels und letztlich auch die Viskosität des Gussasphalts mit ein und derselben Methode zu bestimmen. Dazu wurde bereits Mitte der 90er Jahre in einem Forschungsauftrag [1] Retardationsversuche und entsprechende Optimierungen in der IFM-Anlage RoVis durchgeführt. Die Anwendung von Retardationsversuchen nach der IFM-Methode auf Asphaltmörtel und Gussasphalt ist aus der Veröffentlichung [16] zu entnehmen.

2.2.2 Prinzip der Retardationsversuche

Retardationsversuch

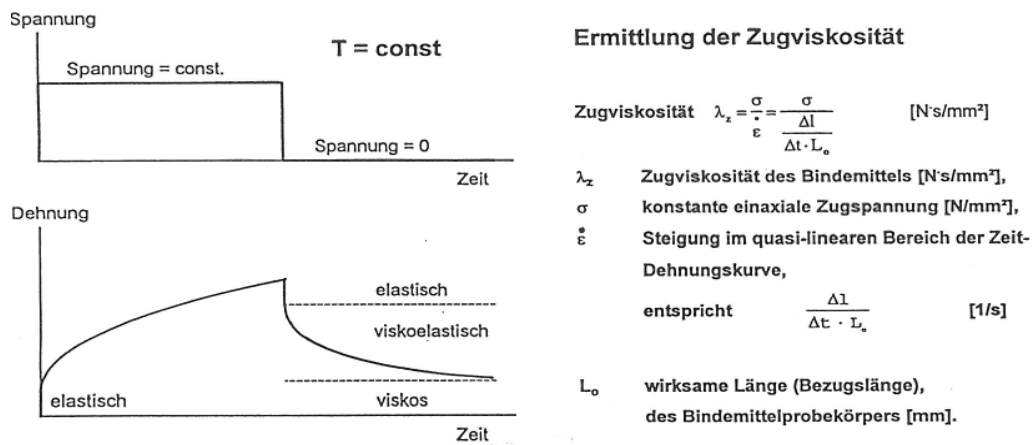


Abb. 5 Spannung und Dehnung im Retardationsversuch

Auf die Probekörper wird eine spontane konstante Spannung aufgebracht. Unter dieser Spannung - die bezogen auf die Prüftemperatur entsprechend variiert wird - ergibt sich der dargestellte Verlauf der Dehnung. Wird die Spannung spontan wieder weggenommen, so ergibt sich ein Verformungsverlauf, der aus den Teilen elastisch, viskoelastisch und viskos (irreversibel) darstellt. Die Steigung der Verformungskurve im quasi linearen Bereich entspricht direkt der zu messenden Viskosität.

2.2.3 Schematische Darstellung der Probekörperauflagerung und der Messanordnung

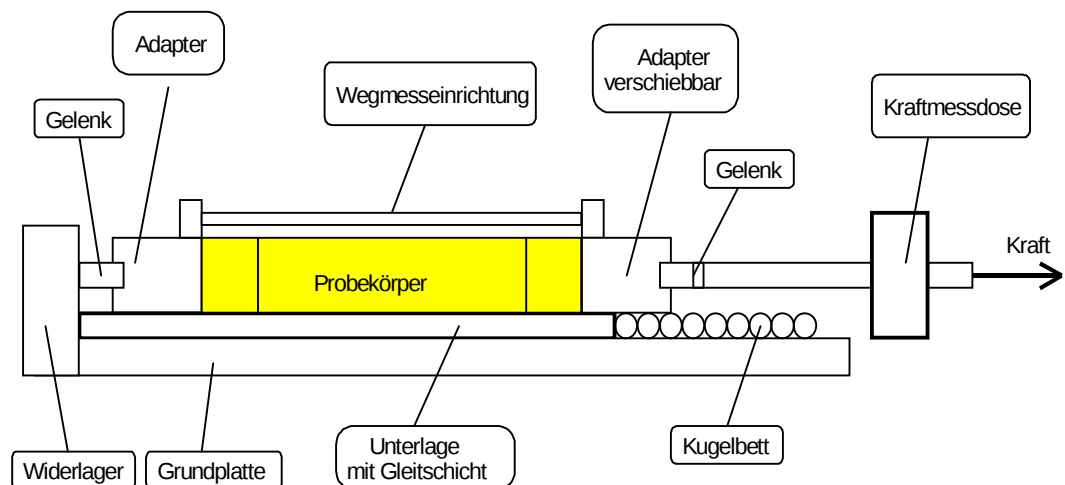


Abb. 6 Schematische Darstellung der Versuchseinrichtung im Retardationsversuch System RoVis

2.2.4 Abhängigkeit der Viskosität von der Temperatur und Füllermenge

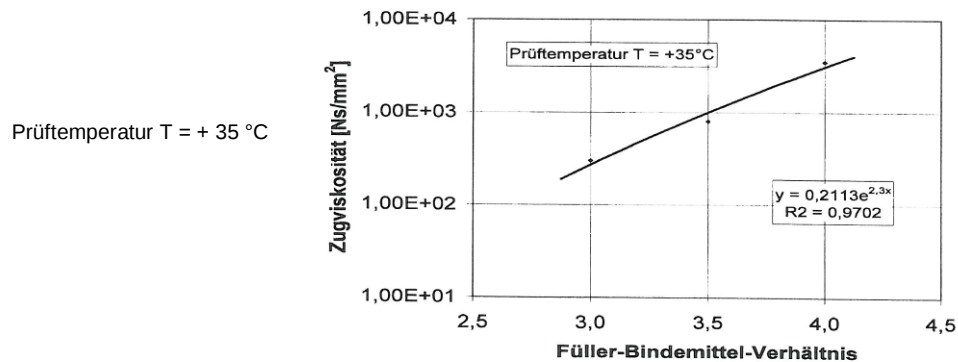


Abb. 7 Zugviskosität in Abhängigkeit von der Füllermenge bei T = + 35 °C

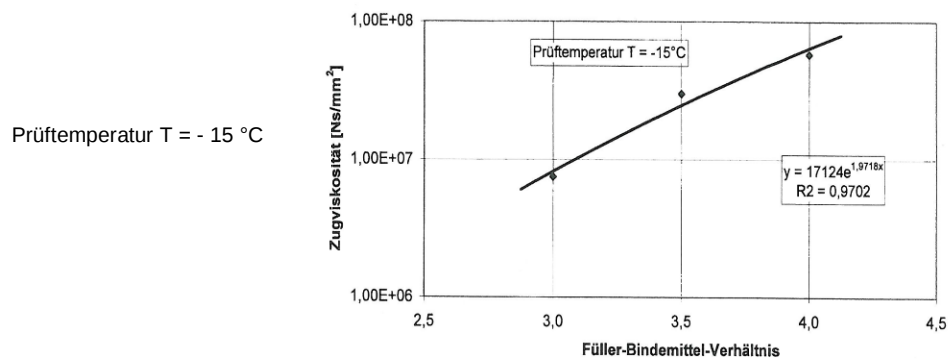


Abb. 8 Zugviskosität in Abhängigkeit von der Füllermenge bei T = - 15 °C

Die Ergebnisse wurden der Literaturstelle [16] (siehe Literaturverzeichnis S. 77) entnommen. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass jeweils ein linearer Verlauf der Zugviskosität vorliegt, in MPa • sec., wenn man die Ergebnisse der Zugviskosität im logarithmischen Massstab auf der Ordinate aufträgt. Das Bestimmtheitsmass liegt über 97 %.

3 Eigenschaften der verwendeten Bindemittel

Tab. 8 Eigenschaften der verwendeten Bindemittel

		PmB 45	PmB 45 + 2 % Trinidad Epure	PmB 45 mod.
Erweichungspunkt RuK	°C	56,6	62,6	77
Penetration 1/10 mm		48	41	28
Elastische Rückfederung				
Fadenlänge,	cm	20	-	20
Rückfederung,	%	73		35
Viskosität im Retardationsversuch				
MPa • s bei + 5 °C		496	3176	6018

Die grafische Darstellung der Viskositäten im Retardationsversuch sind nachfolgend dargestellt:

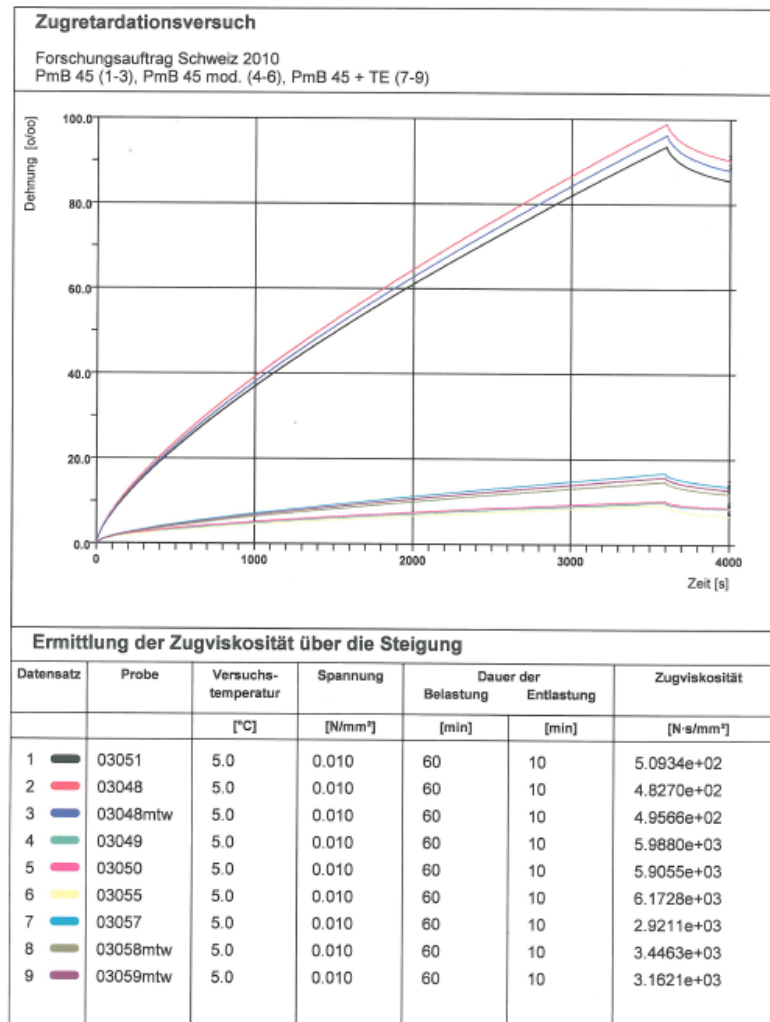


Abb. 9 Protokoll der Retardationsversuche der verwendeten Bindemittel

Datensatz 1 - 3: PmB 45

Datensatz 4 - 6: PmB 45 mod.

Datensatz 7 - 9: PmB 45 + 2 % TE

4 Dynamische Eindring-Versuche

4.1 Allgemeines

Für die Prüfung der Wärmestandfestigkeit bei Gussasphalten mit hohen Steifigkeiten müssen, immer dann, wenn die statischen Eindringtiefen unter 2,5 mm liegen, dynamische Versuche durchgeführt werden, um eine exakte Beurteilung zur Vermeidung von Spurrinnen vornehmen zu können. Dies kommt auch zum Ausdruck im Forschungsauftrag [15] (siehe Literaturverzeichnis S. 77).

4.2 Versuchsbedingungen für dyn. Eindringversuch ET_{dyn}

Tab. 9 Versuchsbedingungen von IFM-System DEGA 2000 (ET_{dyn})	
Prüftemperatur [°C]	+ 50,0 ($\pm$ 0,2 K)
Temperierung	Luftbad
Temperierdauer (bei Versuchstemperatur) [h]	
Mindestens	2,5
Höchstens	5,0
Unterlast [kN]	0,200
Oberlast [kN] (N/mm ²)	0,875 (0,35)
Impulsdauer (Dauer der Oberlast) [s]	0,2
Pause zwischen zwei Lastimpulsen [s]	1,5
Zyklusdauer (Impulsdauer + Lastpause) [s]	1,7
Belastungsbild	Sinusförmiger Impuls (haversine)
Druckstempel	
Durchmesser [mm]	56,419
Flächeninhalt [mm ²]	2.500
Abbruchbedingungen	
Anzahl der Lastimpulse n_{max} [-] oder	5.000
Eindringtiefe $ET_{dyn, max}$ [mm]	5,00
Probekörper	
Abmessungen (Durchmesser / Höhe) [mm]	150,0 / 60,0
Behandlung der Grundflächen	Planparallel geschliffen

5 Mechanische Eigenschaften der Gussasphalt-Variationen

Zur Ermittlung der Eigenschaften der Gussasphalte wurden die Kornzusammensetzungen, die Bindemittelmengen und die Bindemittelart variiert.

5.1 Istein-Füller

Tab. 10 Istein-Füller

Nr.	Splittmenge M-%	Bindemittelart	Bindemittel- menge M-%	Füller- art	stat. ET mm	dyn. ET mm	Verarbeit- barkeit subjektiv
1	55 hoch (1)	PmB 45 mod.	6,8	Istein	1,50	1,84	-
2	hoch	PmB 45 mod.	7,1	Istein	1,50	2,05	+
3	hoch	PmB 45 mod.	7,4	Istein	1,65	3,94	+
4	45 mittel (2)	PmB 45 mod.	6,8	Istein	1,00	1,09	-
5	mittel	PmB 45 mod.	7,1	Istein	1,60	1,88	-
6	mittel	PmB 45 mod.	7,4	Istein	1,65	2,24	+
7	35 niedrig (3)	PmB 45 mod.	6,8	Istein	0,65	0,52	-
8	niedrig	PmB 45 mod.	7,1	Istein	0,95	0,65	-
9	niedrig	PmB 45 mod.	7,4	Istein	1,10	1,10	+
10	niedrig	PmB 45 mod.	7,7	Istein	1,60	1,90	+
11	55 hoch (1)	PmB 45 + TE	6,8	Istein	0,80	3,33	-
12	hoch	PmB 45 + TE	7,1	Istein	1,25	3,38	+
13	hoch	PmB 45 + TE	7,4	Istein	1,50	3,82	+
14	45 mittel (2)	PmB 45 + TE	6,8	Istein	0,55	0,72	-
15	mittel	PmB 45 + TE	7,1	Istein	1,00	2,09	-
16	mittel	PmB 45 + TE	7,4	Istein	1,40	2,49	+
17	35 niedrig (3)	PmB 45 + TE	6,8	Istein	n. p.	n. p.	
18	niedrig	PmB 45 + TE	7,1	Istein	n. p.	n. p.	
19	niedrig	PmB 45 + TE	7,4	Istein	0,40	0,92	-
20	niedrig	PmB 45 + TE	8,0	Istein	1,65	3,14	+

n. p. = nicht prüfbar

5.2 Teufel-Füller

Tab. 11 Teufel-Füller

Nr.	Splittmenge M-%	Bindemittelart	Bindemittel- menge M-%	Füller- art	stat. ET mm	dyn. ET mm	Verarbeit- barkeit subjektiv
21	55 hoch (1)	PmB 45 mod.	6,8	Teufel	1,80	2,82	+
22	hoch	PmB 45 mod.	7,1	Teufel	n. p.	n. p.	
23	hoch	PmB 45 mod.	7,4	Teufel	n. p.	n. p.	
24	45 mittel (2)	PmB 45 mod.	6,8	Teufel	n. p.	n. p.	
25	mittel	PmB 45 mod.	7,1	Teufel	1,80	2,39	+
26	mittel	PmB 45 mod.	7,4	Teufel	2,45	3,63	+
27	35 niedrig (3)	PmB 45 mod.	6,8	Teufel	n. p.	n. p.	
28	niedrig	PmB 45 mod.	7,1	Teufel	n. p.	n. p.	
29	niedrig	PmB 45 mod.	7,4	Teufel	1,2	2,18	+
30	niedrig	PmB 45 mod.	7,7	Teufel	n. p.	n. p.	
31	55 hoch (1)	PmB 45 + TE	6,8	Teufel	1,05	2,51	-
32	hoch	PmB 45 + TE	7,1	Teufel	1,08	2,17	+
33	hoch	PmB 45 + TE	7,4	Teufel	n. p.	n. p.	
34	45 mittel (2)	PmB 45 + TE	6,8	Teufel	n. p.	n. p.	
35	mittel	PmB 45 + TE	7,1	Teufel	1,15	2,13	-
36	mittel	PmB 45 + TE	7,4	Teufel	1,10	2,25	+
37	35 niedrig (3)	PmB 45 + TE	6,8	Teufel	n. p.	n. p.	
38	niedrig	PmB 45 + TE	7,1	Teufel	n. p.	n. p.	
39	niedrig	PmB 45 + TE	7,4	Teufel	0,9	1,14	-
40	niedrig	PmB 45 + TE	8,0	Teufel	1,30	2,70	+

n. p. = nicht prüfbar

5.3 Gfrörer-Füller

Tab. 12 Gfrörer-Füller

Nr.	Splittmenge M-%	Bindemittelart	Bindemittel- menge M-%	Füller- art	stat. ET mm	dyn. ET mm	Verarbeit- barkeit subjektiv
41	55 hoch (1)	PmB 45 mod.	6,8	Gfrörer	0,65	0,71	-
42	hoch	PmB 45 mod.	7,1	Gfrörer	1,0	0,98	-
43	hoch	PmB 45 mod.	7,4	Gfrörer	1,2	1,77	-
44	45 mittel (2)	PmB 45 mod.	6,8	Gfrörer	0,3	0,82	-
45	mittel	PmB 45 mod.	7,1	Gfrörer	0,3	0,72	-
46	mittel	PmB 45 mod.	7,4	Gfrörer	0,8	1,01	-
47	35 niedrig (3)	PmB 45 mod.	6,8	Gfrörer	n. p.	n. p.	-
48	niedrig	PmB 45 mod.	7,1	Gfrörer	n. p.	n. p.	-
49	niedrig	PmB 45 mod.	7,4	Gfrörer	0,25	0,22	-
50	niedrig	PmB 45 mod.	7,7	Gfrörer	0,8	1,05	-

n. p. = nicht prüfbar

Nachfolgend sind Prüfungsprotokolle mit den Zeit-Verformungskurven bei den Eindring-Schwell-Versuchen dargestellt für:

Variante 1: 55 % Splitt

Institut für Materialprüfung - Dr. Schellenberg Rottweil GmbH

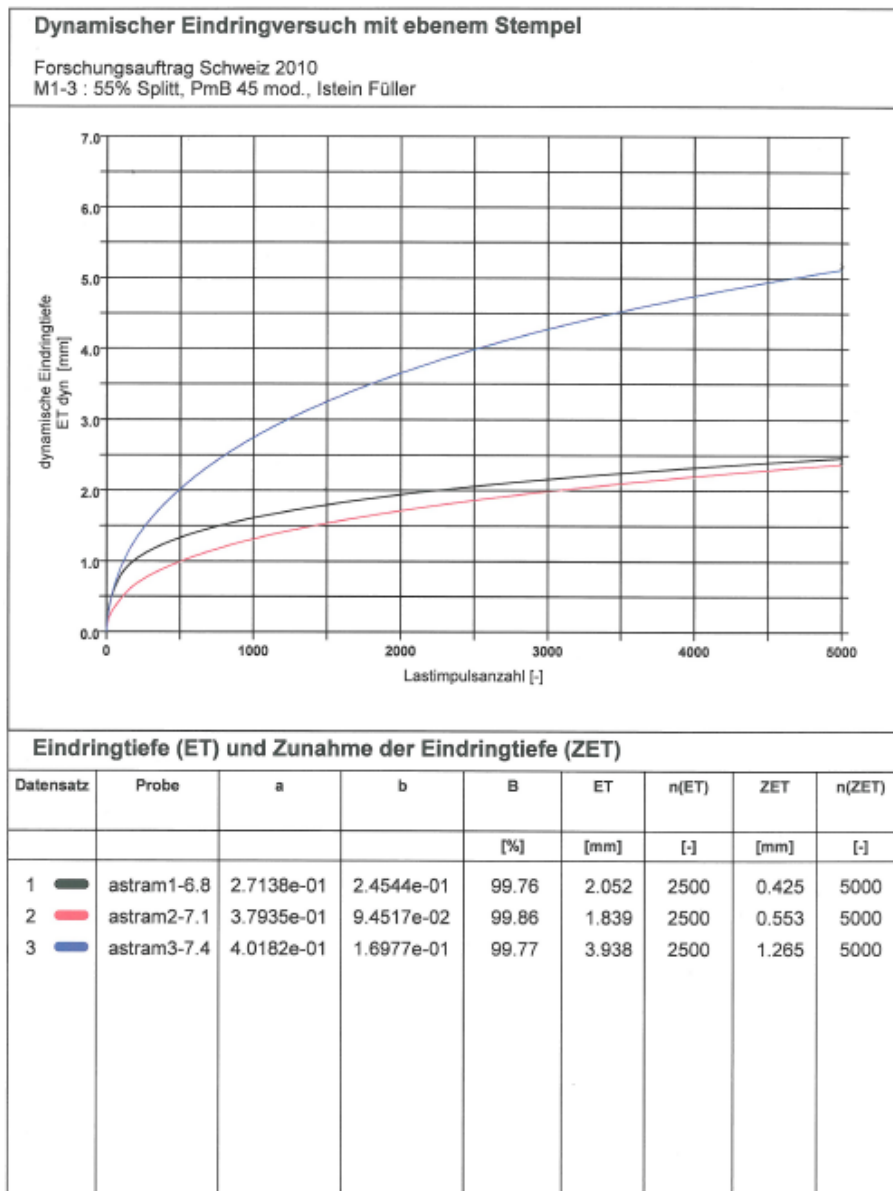


Abb. 10 Protokoll des dyn. Eindringversuchs bei 55 % Splitt

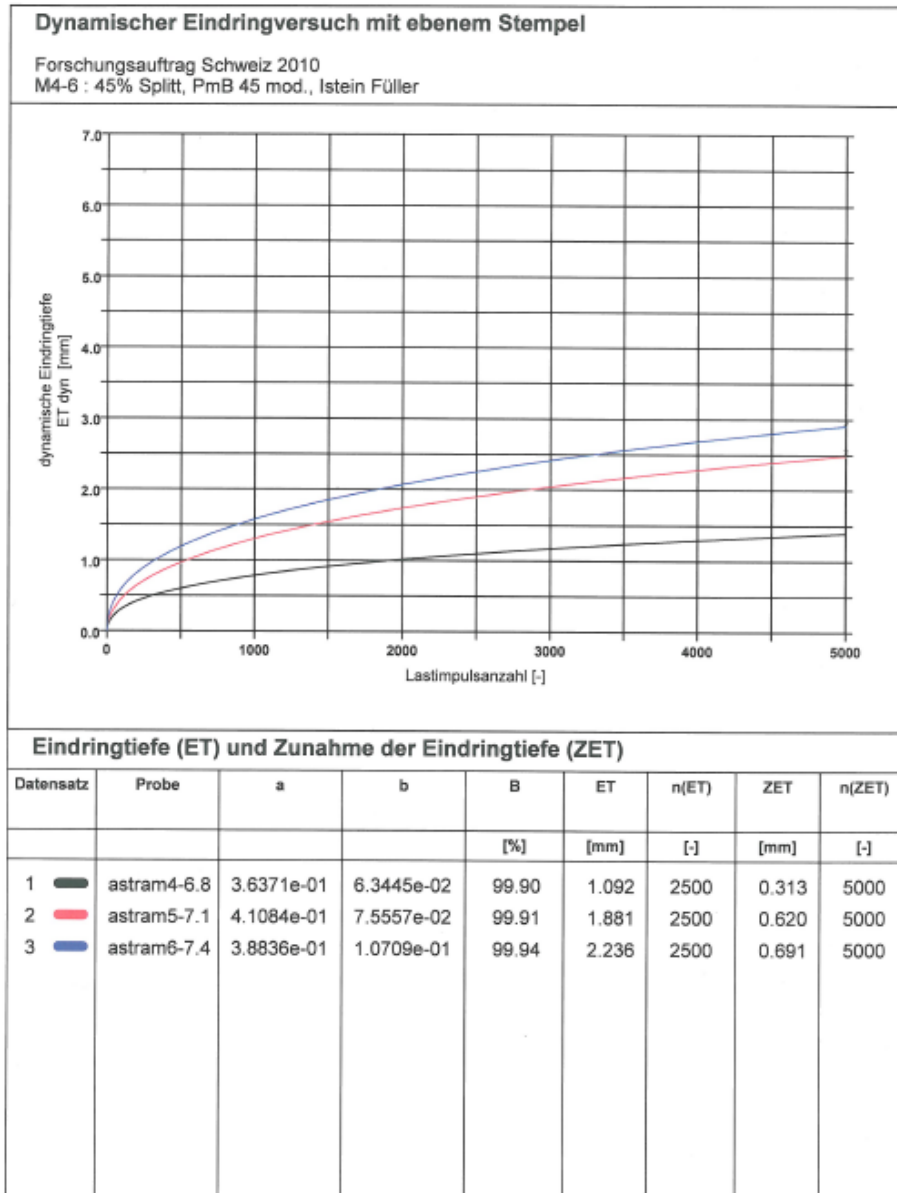
Datensatz 1 Bindemittelmenge: 6,8 M-%

Datensatz 2 Bindemittelmenge: 7,1 M-%

Datensatz 3 Bindemittelmenge: 7,4 M-%

Variante 2: 45 % Splitt

Institut für Materialprüfung · Dr. Schellenberg Rottweil GmbH

**Abb. 11** Protokoll des dyn. Eindringversuchs bei 45 % Splitt

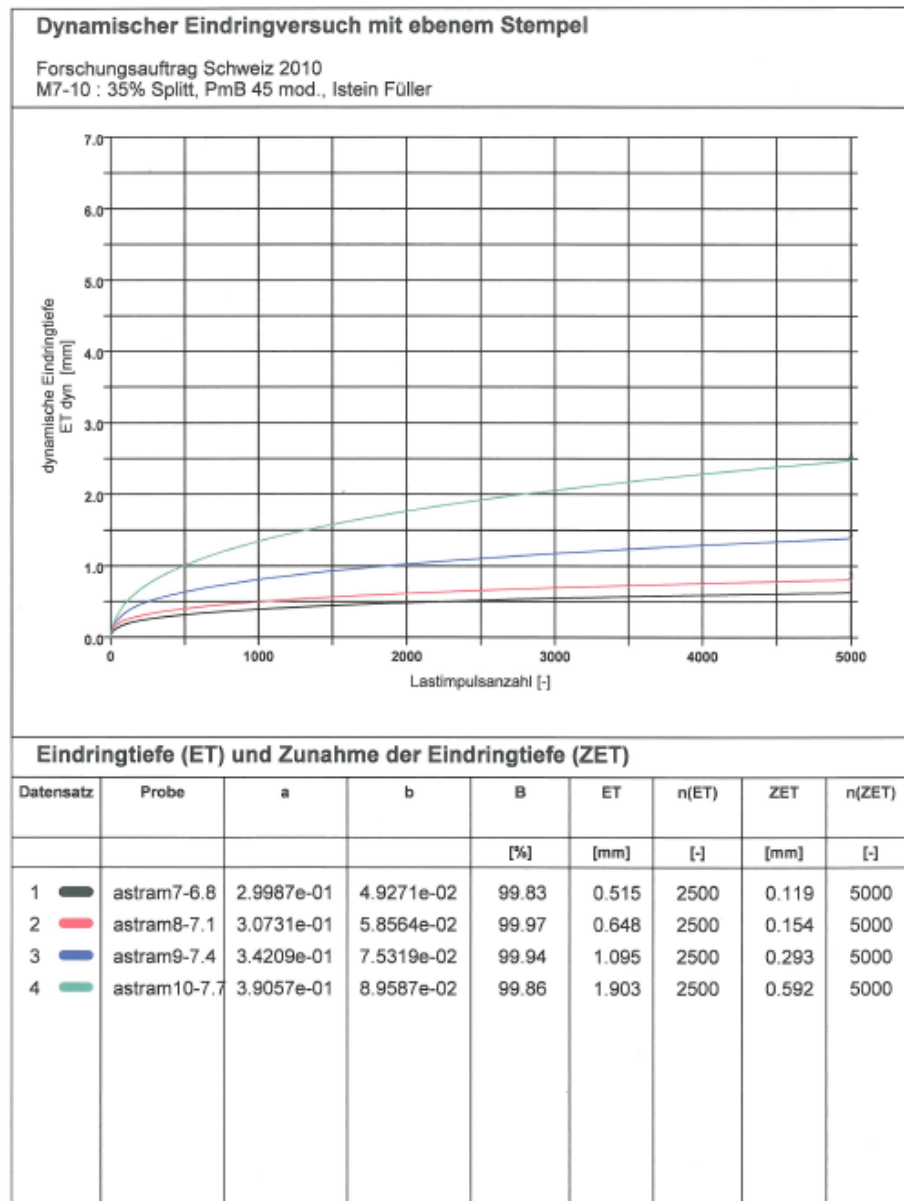
Datensatz 1 Bindemittelmenge: 6,8 M-%

Datensatz 2 Bindemittelmenge: 7,1 M-%

Datensatz 3 Bindemittelmenge: 7,4 M-%

Variante 3: 35 % Splitt

Institut für Materialprüfung · Dr. Schellenberg Rottweil GmbH

**Abb. 12** Protokoll des dyn. Eindringversuchs bei 35 % Splitt

Datensatz 1 Bindemittelmenge: 6,8 M-%

Datensatz 2 Bindemittelmenge: 7,1 M-%

Datensatz 3 Bindemittelmenge: 7,4 M-%

Datensatz 4 Bindemittelmenge: 7,7 M-%

6 Verarbeitbarkeit von Gussasphalt

6.1 Allgemeines

Gussasphalt muss im Temperaturbereich um 200 °C so flüssig sein, dass er gleichmässig und hohlraumfrei verteilt werden kann. Das Fließvermögen wird stark beeinflusst durch Bindemittelmenge- und Art, Füllmenge- und Art sowie die Kornzusammensetzung. Ohne spezielle Zusätze wird die Verarbeitbarkeit immer mit der Standfestigkeit in der Wärme konkurrieren. Das heisst, dass ein hochstandfester Gussasphalt schwieriger zu verarbeiten ist im Vergleich zu einem weniger belastbaren Gussasphalt. Die Verarbeitbarkeit von Gussasphalt ist daher eine der wichtigsten Eigenschaften.

6.2 IFM-System VIS-GA zur Ermittlung der Verarbeitbarkeit von Gussasphalt

Am Institut für Materialprüfung Dr. Schellenberg in Rottweil - D wurde ein Prüfsystem entwickelt, mit welchem man die Verarbeitbarkeit des Gussasphalts über die Bestimmung des Drehmomentes eines Rührers im Gussasphalt bei verschiedenen Temperaturen ermitteln und bewerten kann.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die schematische Darstellung der Messeinrichtung und der Auswerteeinheit.

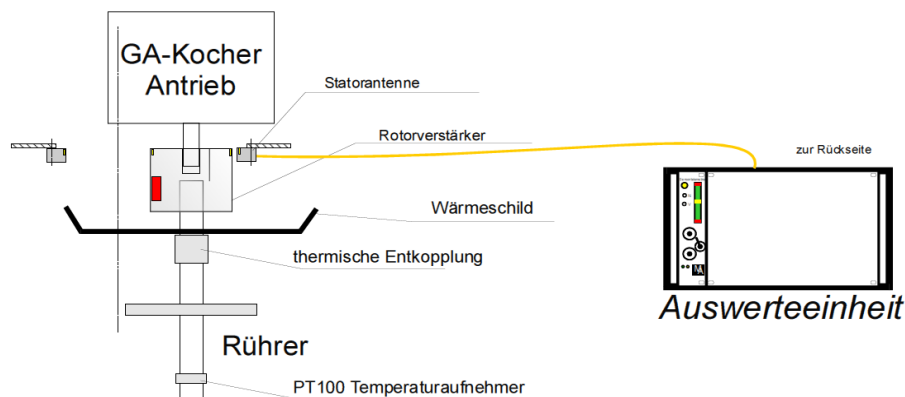


Abb. 13 schematische Darstellung der IFM-Anlage VIS-GA zur Messung der Verarbeitbarkeit

Die Prüfung erfolgt in einem geschlossenen Gussasphaltkocher mit einem Antrieb des Rührers über einen Elektromotor mit zwischengeschaltetem stufenlosen Planeten-umlaufgetriebe. Die Umdrehungsgeschwindigkeit des Rührers beträgt 13 U / min.

Zur Prüfung werden ca. 10 kg eines fertig hergestellten Gussasphaltgemisches auf eine Temperatur von 180 °C erwärmt. Das sich bei dieser Temperatur am Rührer einstellende Drehmoment wird über die Auswerteeinheit mit digitaler Temperatur- und Drehmomentanzeige abgelesen. Dieser Vorgang wird dann bei Temperaturen von 210 °C und 240 °C wiederholt.

Um eine ständige Temperaturmessung im geschlossenen System vornehmen zu können, wurde am unteren Rührflügel ein Temperatursensor Typ PT 100 appliziert. Die hohen Temperaturen erfordern eine thermische Entkoppelung zwischen Rührwerk und Messdatenaufnahme der zur Drehmomentmessung erforderlichen DMS-Messstreifen. Die Datenübertragung von Temperatur und Drehmoment erfolgt kabellos durch Sensortelemetrie.

Der umgebaute Gussasphaltpfanne mit den speziellen Messeinrichtungen geht aus nachstehendem Bild hervor:



Abb. 14 umgebauter Gussasphaltpfanne

6.3 Messergebnisse der Drehmomente in N • m

Tab. 13 Drehmomente in N • m

Mischung Nr.	Splitt- menge %	Bindemittel- art	Bindemittel- menge M-%	Füller- art	stat. ET mm	dyn. ET mm	Drehmoment		
							180 °C	210 °C	240 °C
2	55	PmB 45 mod.	7,1	Istein	1,50	2,05	4,7	4,2	3,3
6	45	PmB 45 mod.	7,4	Istein	1,65	2,24	5,3	4,2	3,2
10	35	PmB 45 mod.	7,7	Istein	1,60	1,90	5,3	4,4	3,5
12	55	PmB 45 + TE	7,1	Istein	1,25	3,38	5,4	4,7	3,9
16	45	PmB 45 + TE	7,4	Istein	1,40	2,49	5,7	5,2	4,1
20	35	PmB 45 + TE	8,0	Istein	1,65	3,14	5,9	4,9	3,9
21	55	PmB 45 mod.	6,8	Teufel	1,80	2,82	5,3	4,6	3,8
25	45	PmB 45 mod.	7,1	Teufel	1,80	2,39	5,5	4,5	3,7
29	35	PmB 45 mod.	7,4	Teufel	1,20	2,18	5,6	4,8	3,9
31	55	PmB 45 + TE	6,8	Teufel	1,05	2,51	6,2	5,2	4,3
35	45	PmB 45 + TE	7,1	Teufel	1,15	2,13	6,4	5,3	4,3
40	35	PmB 45 + TE	8,0	Teufel	1,30	2,70	5,8	4,8	3,9

Die Mischungen mit Füller Gfrörer sind bei zweckmässigen Bindemittelmengen nicht verarbeitbar. Das Steinmehl Gfrörer versteift so sehr, dass

bei 55 % Splitt eine Bindemittelmenge über 7,4 M-%
bei 45 % Splitt eine Bindemittelmenge über 7,7 M-%
bei 35 % Splitt eine Bindemittelmenge über 8,0 M-%

erforderlich ist. Beim Vergleich der Ergebnisse wird deutlich, welcher Einfluss die Prüftemperatur, die Bindemittelmenge, die Bindemittelart, die Art und Menge des Füllers hat, bezogen auf die Verarbeitbarkeit des Gussasphaltes. Zur besseren Übersicht werden die Messergebnisse nachstehend grafisch dargestellt:

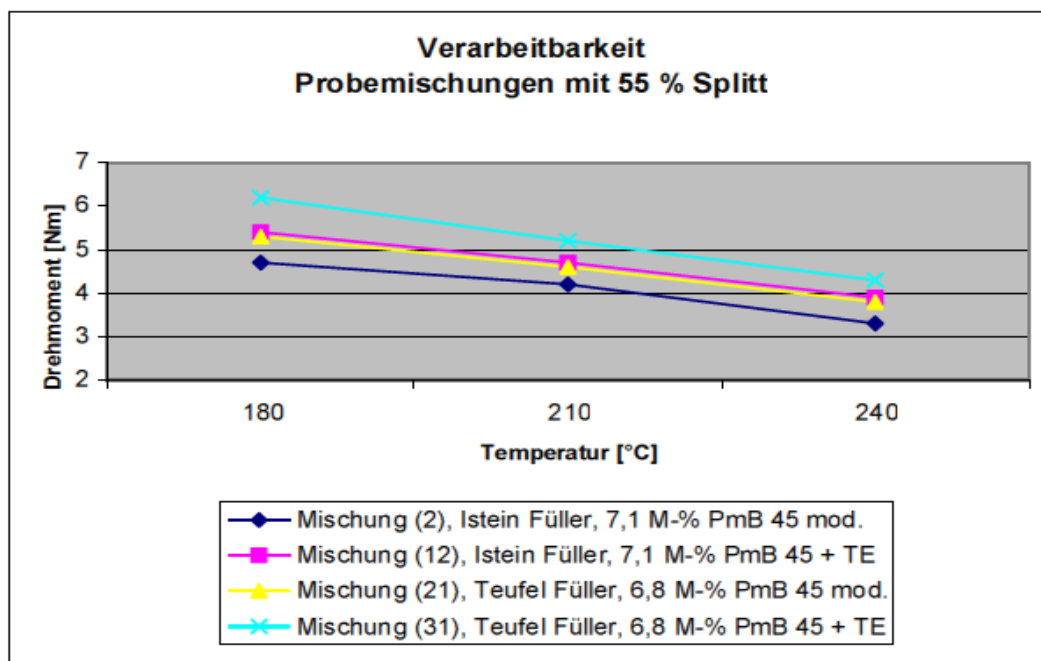


Abb. 15 Verarbeitbarkeit MA 8 mit 55 % Splitt

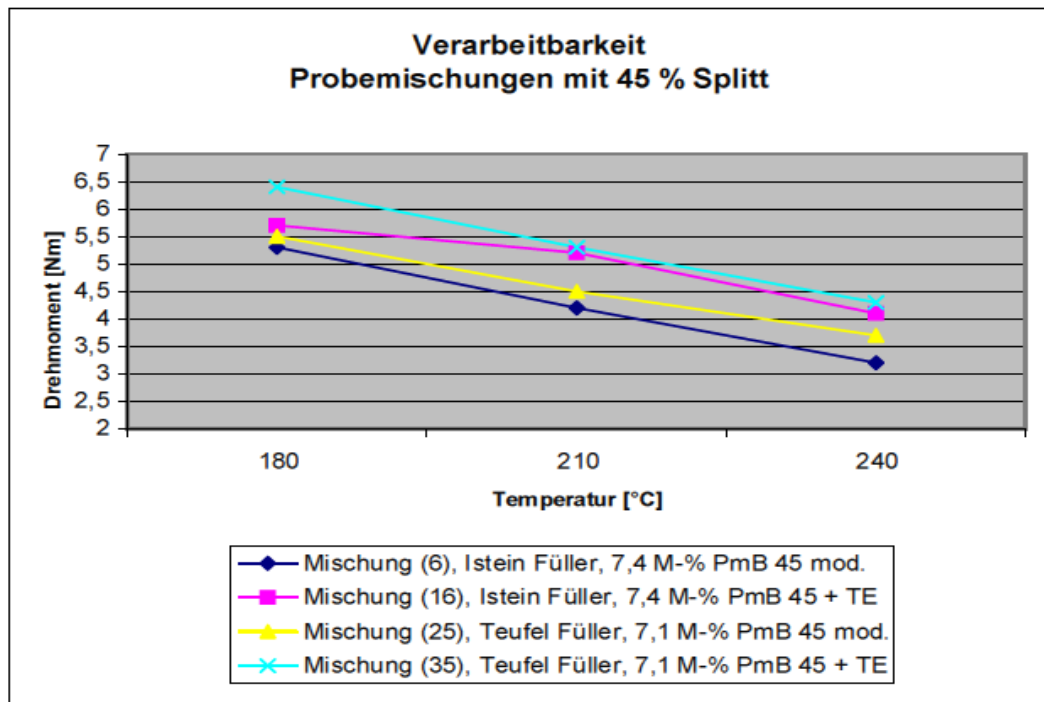


Abb. 16 Verarbeitbarkeit MA 8 mit 45 % Splitt

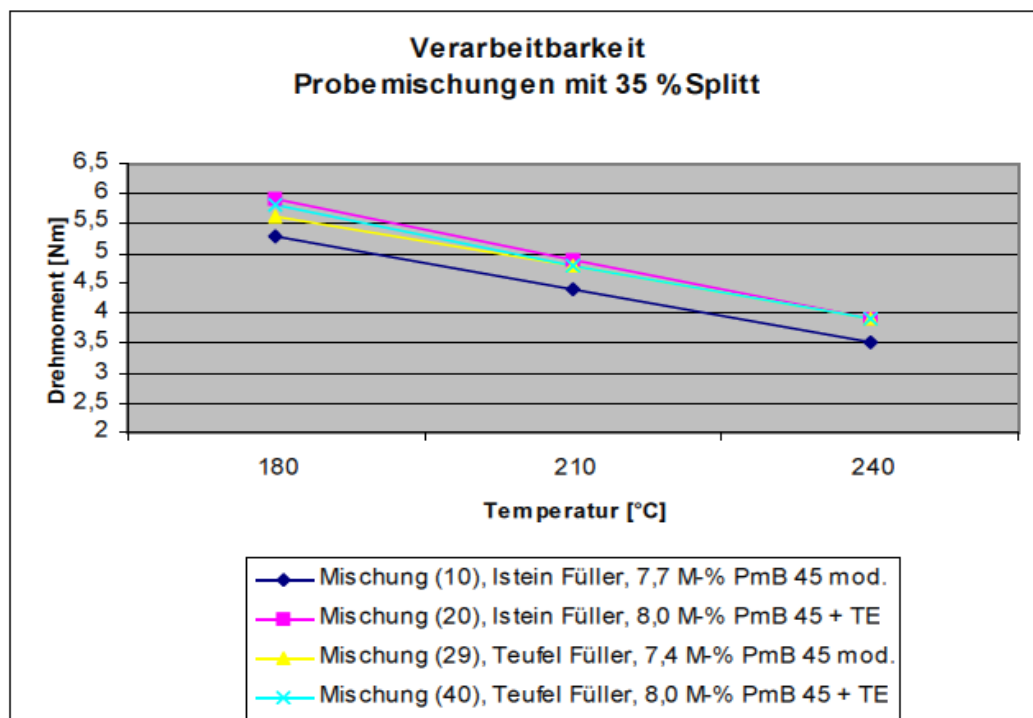


Abb. 17 Verarbeitbarkeit MA 8 mit 35 % Splitt

7 Abstreusplitte

7.1 Art der Abstreusplitte

Um das Spektrum der derzeit verwendeten Abstreusplitte in der Schweiz abzudecken, wurden insgesamt 8 Splitte in die Untersuchungen mitaufgenommen, die in der Schweiz zum Ab- bzw. Einstreuen in die heisse Gussasphaltoberfläche verwendet werden.

Hartsteinsplitt	G	2/4 mm
Moränesplitt	H	2/4 mm
Hartsteinsplitt	St	2/4 mm
Moränesplitt	M	2/4 mm
heller Splitt	R	1/2 mm
heller Splitt	R	2/6 mm
Moränesplitt	Y	2/4 mm
Spezialsplitt	F	2/4 mm

In Ergänzung dazu wurden noch folgende Abstreusplitte verwendet, die aus Deutschland stammen:

Granitsplitt	NG	1/4 mm
Quarzitsplitt	S	1/4 mm
Quarzitsplitt	S	2/8 mm

sowie die künstlichen Abstreusplitte

Bauxit	NB	1/4 mm
Schmelzkammergranulat	W	2/3 mm

7.2 Eigenschaften der Abstreusplitte

7.2.1 Kornzusammensetzungen SN 670 402 DIN EN 12697-2

Tab. 14 Kornzusammensetzungen der Abstreusplitte

Kornklasse	5,6 - 8	4 - 5,6	2 - 4	1 - 2	0,5 - 1	0,25 - 0,5	0,125 - 0,25	0,063 - 0,125	0 - 0,063
Bezeichnung									
Y 2/4		8,8	84,7	5,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,6
F 2/4	0,5	10,0	77,1	9,4	0,8	0,3	0,2	0,2	1,5
St 2/4		7,7	87,9	2,2	0,3	0,2	0,1	0,1	1,5
G 2/4		6,4	86,8	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
H 2/4		10,0	81,7	7,0	0,3	0,0	0,1	0,1	0,8
S 1/4		1,1	51,8	39,9	6,0	0,6	0,3	0,1	0,2
S 2/8	21,3	43,4	31,4	3,3	0,4	0,1	0,0	0,0	0,1
M 2/4		8,2	86,8	3,5	0,1	0,1	0,1	0,1	1,1
NG 1/4			56,2	43,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
R 2/6	3,3	40,7	52,1	2,9	0,5	0,1	0,1	0,1	0,2
R 1/2			9,9	81,5	7,5	0,7	0,2	0,1	0,1
NB 1/4			63,9	36,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
W 2/3			81,0	18,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0

7.2.2 Kornform

Zur Klärung der Kornformen und deren Spannweiten wurden mit Hilfe der IFM-Mikroskopieranlage Vergrößerungen der Abstreusplitt im Massstab 1:20 hergestellt, die für die Abstreusplitt Y 2/4, G 2/4, S 2/8, R 2/6, NB 1/4 und W 2/3 nachfolgend dargestellt sind:



Abb. 18 Abstreusplitt Y 2/4

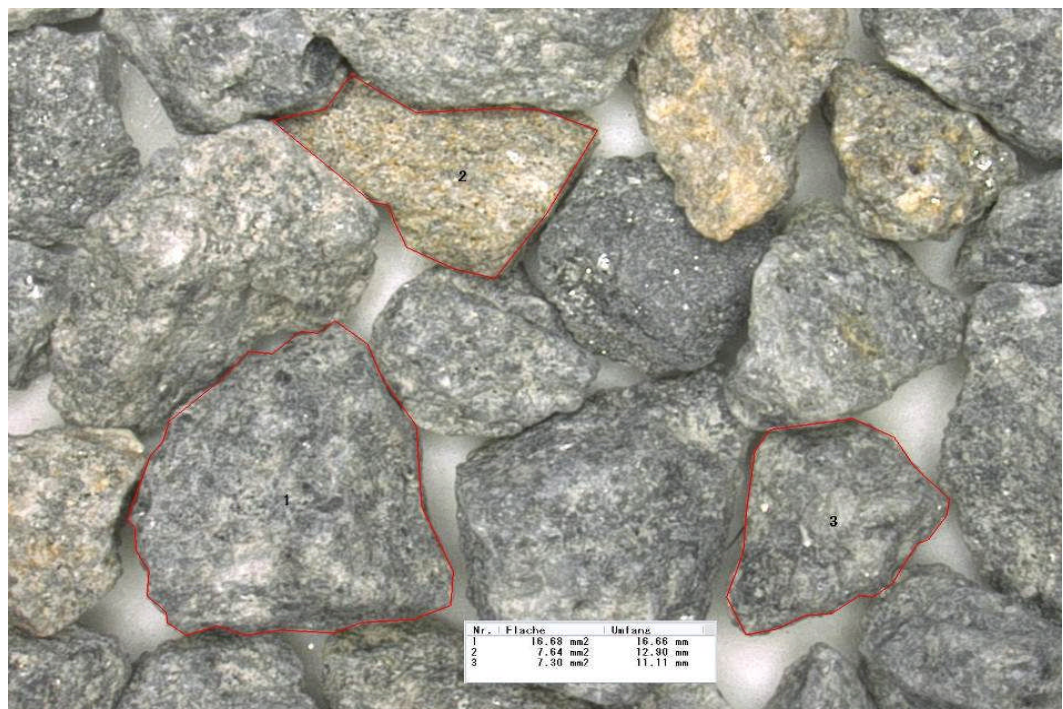


Abb. 19 Abstreusplitt G 2/4

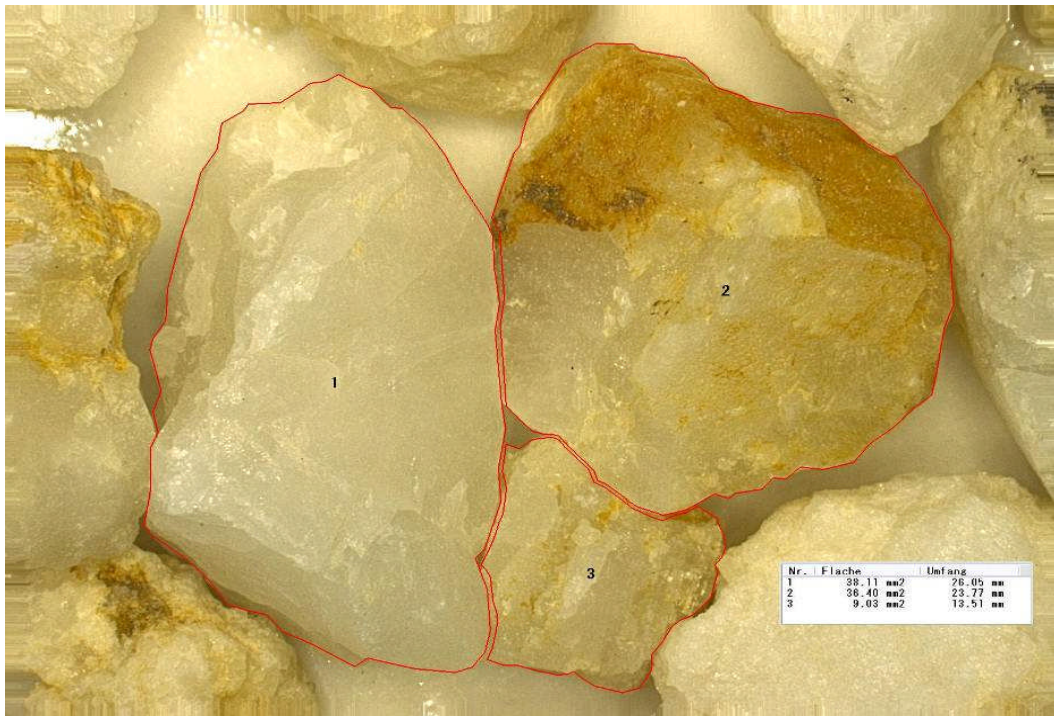


Abb. 20 Abstreusplitt S 2/8

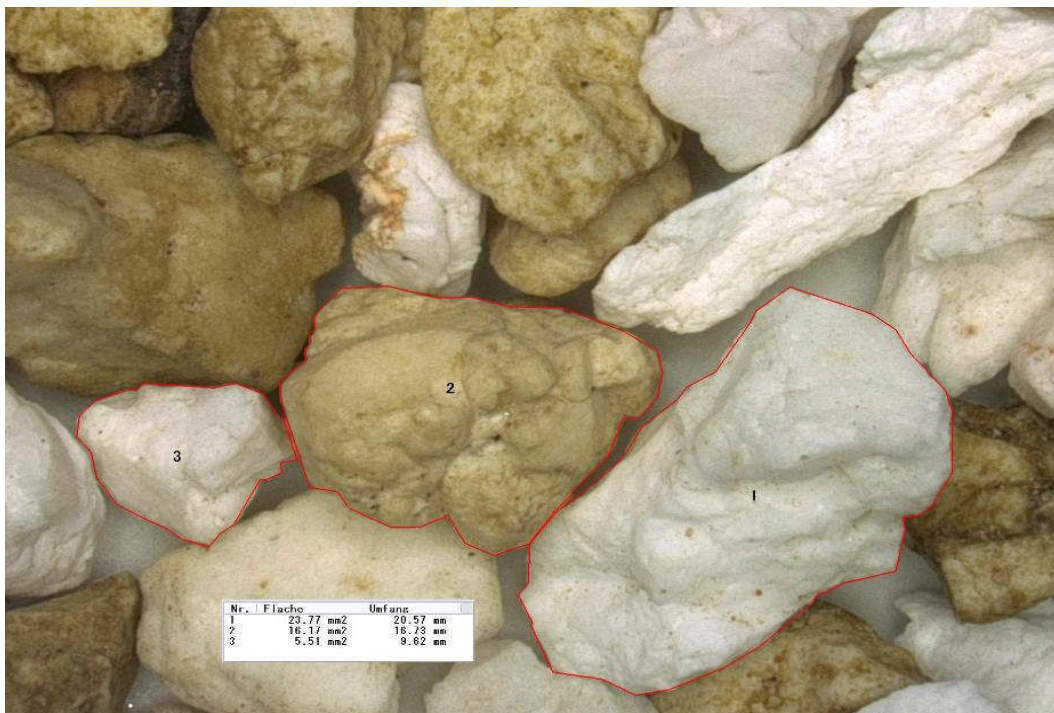


Abb. 21 Abstreusplitt R 2/6

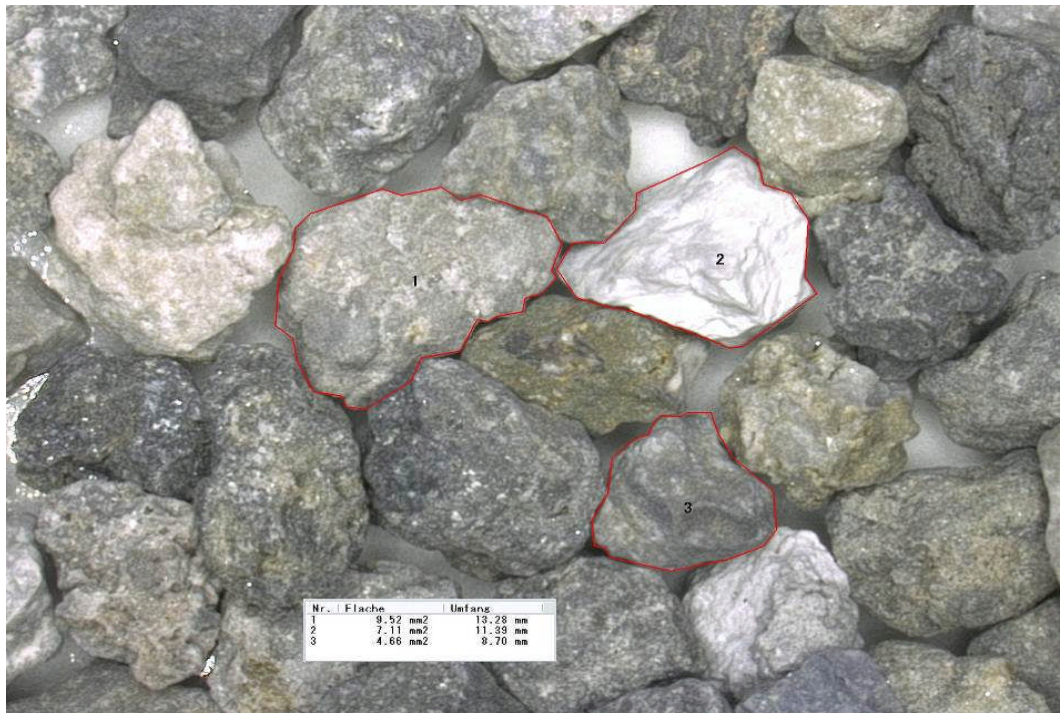


Abb. 22 Abstreusplitt NB 1/4

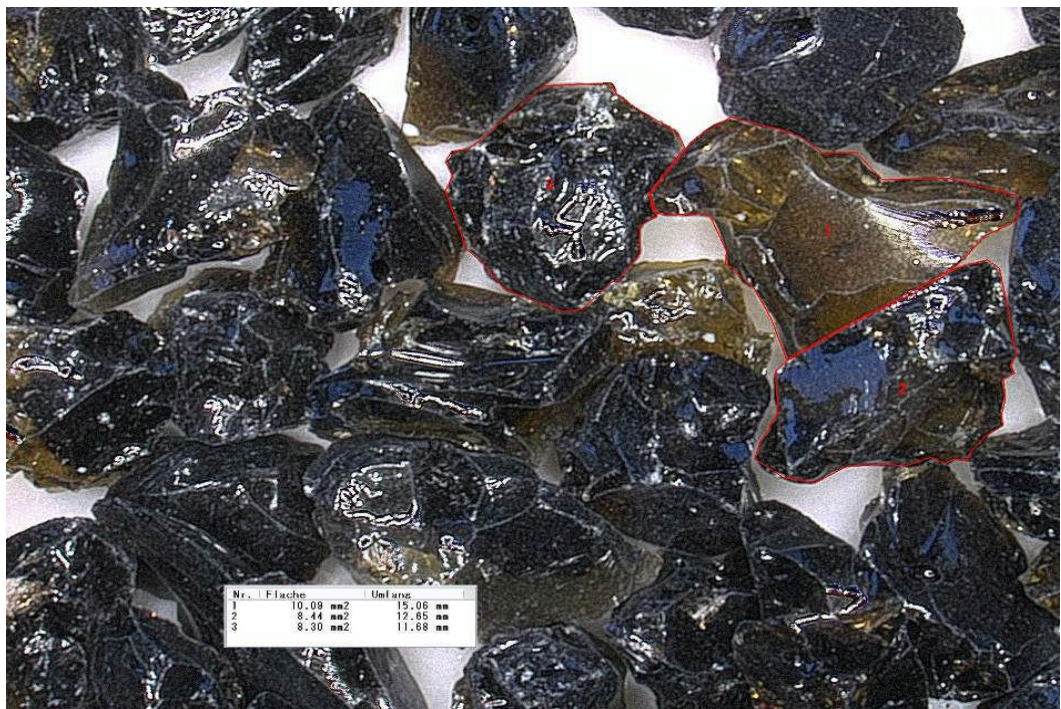


Abb. 23 Abstreusplitt W 2/3

7.2.3 Ausmessen der Körnungen

Insgesamt 12 verschiedene Abstreusplitt wurden mit Hilfe der IFM-Mikroskopieranlage mit einer 20-fachen Vergrößerung vermessen.

Dabei wurden willkürlich jeweils die grössten (1), mittleren (2) und kleinsten (3) Körner vermessen, bezogen auf den Durchmesser (mm), den Umfang (mm) und die Fläche (mm²).

Tab. 15 Abmessungen einzelner Körner der Abstreusplitt

Abstreusplitt Bezeichnung	Grösster Durchmesser (mm)			Umfang (mm) / Fläche (mm ²)			Verhältnis der Flächen Spalte 1:3
	1	2	3	1	2	3	
Y 2/4	5,41	4,67	3,29	14,75 / 10,32	13,90 / 11,24	10,37 / 5,53	1,9
F 2/4	10,00	5,57	3,45	23,93 / 19,60	17,29 / 16,50	9,12 / 3,97	4,9
St 2/4	5,76	6,44	3,80	18,41 / 22,10	16,07 / 13,22	11,08 / 6,60	3,3
G 2/4	5,47	4,08	3,75	16,66 / 16,68	12,90 / 7,64	11,11 / 7,30	2,3
H 2/4	6,72	4,96	3,50	19,93 / 22,12	15,25 / 13,72	9,57 / 4,77	4,6
S 1/4	4,69	3,16	3,05	13,08 / 9,04	10,65 / 6,32	8,84 / 4,16	2,2
S 2/8	9,65	7,59	4,16	26,05 / 38,11	23,77 / 36,40	13,51 / 9,03	4,2
M 2/4	5,31	4,89	2,86	16,96 / 15,02	13,38 / 9,65	9,10 / 4,34	3,5
NG 1/4	5,02	3,65	3,54	15,33 / 14,64	13,25 / 9,33	10,35 / 5,66	2,6
R 2/6	7,30	5,49	3,14	20,57 / 23,77	16,73 / 16,17	9,62 / 5,51	4,3
NB 1/4	4,29	3,65	2,61	13,28 / 9,52	11,39 / 7,11	8,70 / 4,66	2,0
W 2/3	4,11	4,22	3,61	15,06 / 10,09	12,65 / 8,44	11,68 / 8,30	1,2

Das Verhältnis der Flächen der jeweils grössten Körner (1), bezogen auf die kleinsten Körner (3), liefert eine direkte Aussage über die Gleichartigkeit der Körnungen.

So sind Verhältniswerte unter 2,5 als gleichkörnig einzustufen (Y 2/4, G 2/4, S 1/4, NB 1/4 und W 2/3) im Gegensatz zu den ungleichkörnigen Splitten mit Verhältniswerten von über 4 (F 2/4, H 2/4, R 2/6 und S 2/8).

Beispielhaft sind nachfolgend die Abstreusplitt W 2/3 und S 2/8 dargestellt:



Abb. 24 Abstreusplitt W 2/3 mit Vermessungslinien

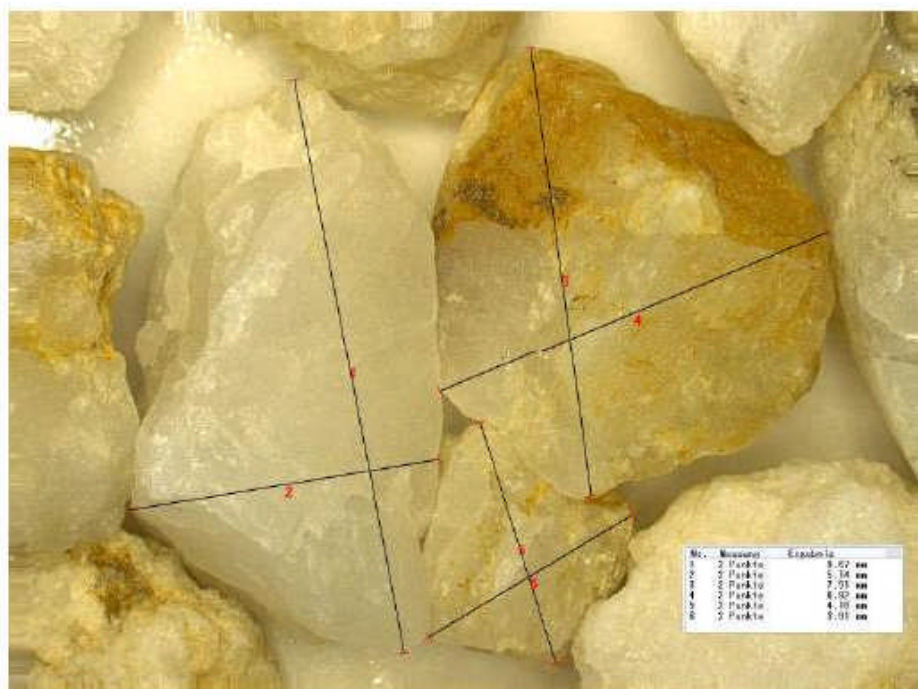


Abb. 25 Abstreusplitt S 2/8 mit Vermessungslinien

7.2.4 Mechanische Festigkeiten

Zur Prüfung der mechanischen Festigkeiten wurden Schlagprüfungen in Anlehnung an DIN EN 1097-2 durchgeführt an den abgesiebten Kornklassen 2/4 mm bei einer Einwage von 500 g bei 37 cm Fallhöhe und 10 Schlägen.

Die Summe der Durchgänge durch die Prüfsiebe 0,71, 0,25 und 0,09 mm dividiert durch die Zahl der Siebe ergab folgende Messwerte:

Tab. 16 Schlagzertrümmerungswerte der Abstreusplitte

Bezeichnung des Abstreusplittes	Schlagzertrümmerungswert Sz, M-%
Y 2/4	21,4
F 2/4	22,3
St 2/4	16,9
G 2/4	19,8
H 2/4	19,8
S 2/8	28,0
M 2/4	21,0
NG 1/4	19,4
R 2/6	23,9
NB 1/4	16,5
W 2/3	30,3

7.2.5 Auswahl der Splitte für die Applikationen

Ausgehend von der Kornzusammensetzung, der mechanischen Festigkeit und der Gleichmässigkeit der Kornform wurden folgende Splitte für die Applikationen ausgewählt:

Y 2/4, G 2/4, S 2/8, R 2/6, NB 1/4, W 2/3

8 Auswahl der Kleber

Zur Bindung (Verklebung) der Abstreusplitt wurden insgesamt 6 verschiedene Klebstoffe ausgewählt mit den Abkürzungen B, MM, MR, MX, DB, SB.

Zur Überprüfung der Klebekraft der einzelnen Kleber wurden statische Wasserlagerungsversuche bei 40 °C über 72 Stunden durchgeführt. Als Referenzkörnung wurde Quarzsplitt der Kornklasse 5/8 mm ausgewählt. Dies aus zwei Gründen: einmal bildet der Quarz wegen seiner hellen Farbe einen Kontrast zum Kleber, zum anderen ist das saure Gestein Quarz am wenigstens affin, d. h. die Verdrängung des Klebers von der sauren Gesteinsoberfläche ist unter Einfluss von Wasser am stärksten.

Die Umhüllungsgrade wurden unter dem Mikroskop bei 20-facher Vergrößerung ausgemessen und zwar nach Wasserlagerung mit folgenden Ergebnissen (Mittelwerte aus jeweils 10 Messungen):

Tab. 17 Abmessungen des Bindemittels nach Wasserlagerung

Kleberart	Ablösungen des Bindemittels nach Wasserlagerung, %
B	8,9
MM	14,2
MR	7,3
MX	6,9
DB	16,2
SB	19,2

Zur Verdeutlichung werden nachfolgend die Kleber MM und MX einander gegenübergestellt.

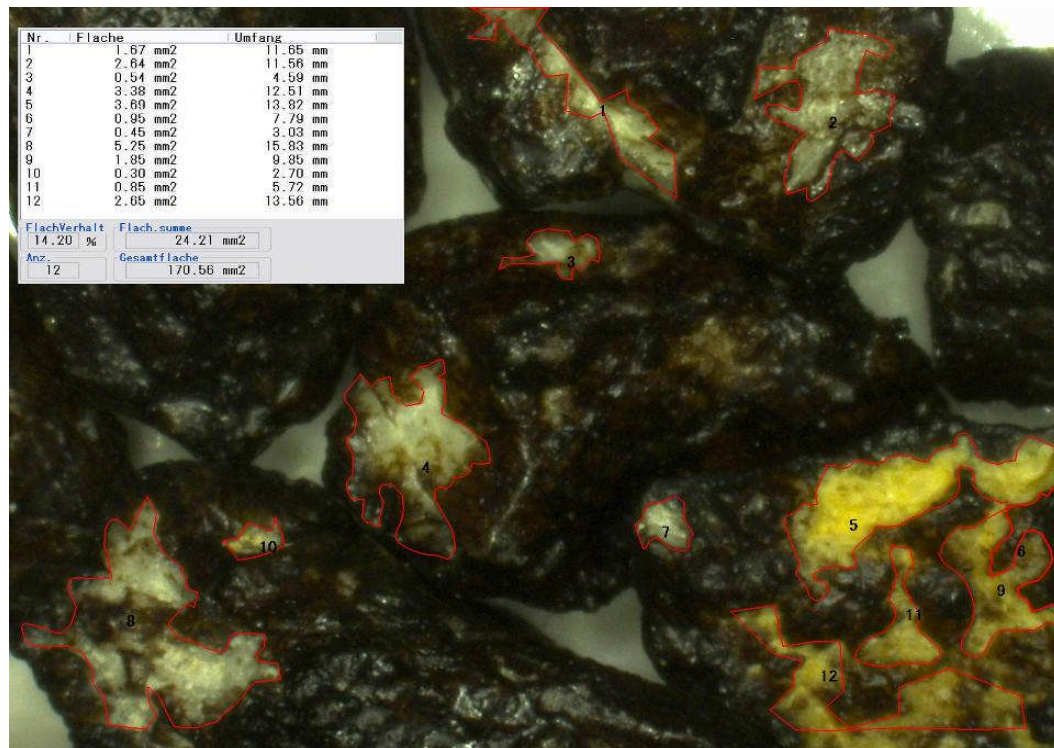


Abb. 26 Quarzsplitt mit Kleber MM nach Wasserlagerung

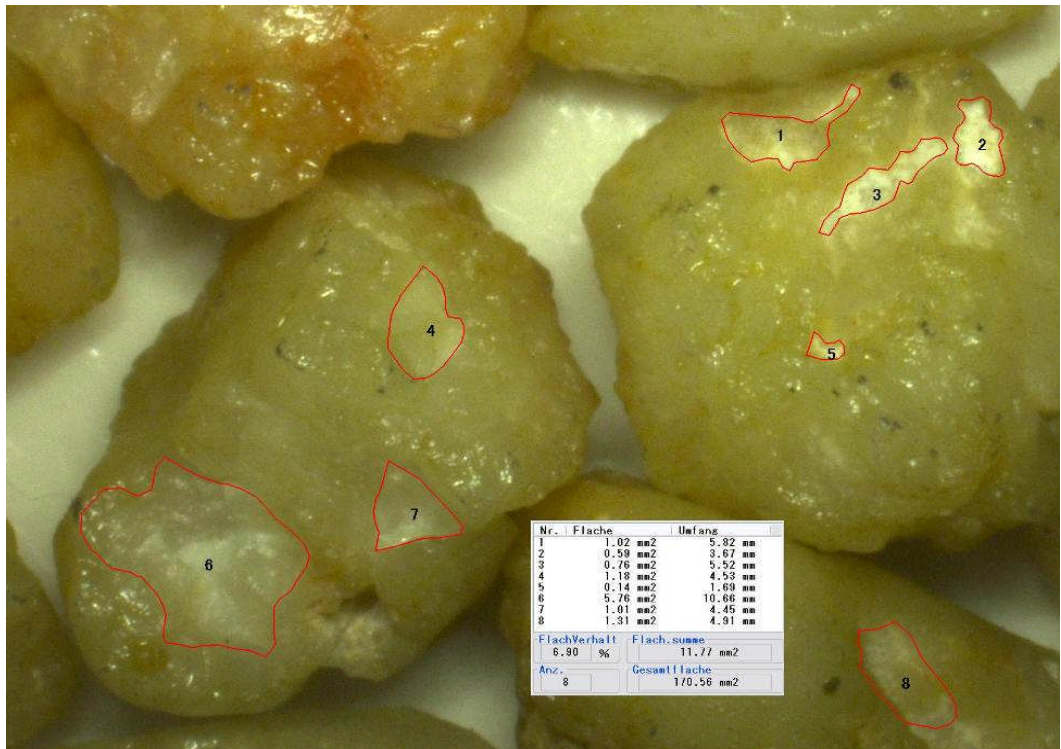


Abb. 27 Quarzsplitt mit Kleber MX nach Wasserlagerung

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse wurde einheitlich der Kleber MX für die Umhüllung der Abstreusplitte ausgewählt.

9 Faserverstärkung

Für eine Verstärkung des Abstreusplittbetts standen zur Verfügung:

Cellulosefasern: Cell, Cell P

Karbonfasern: K₂, K₆

Für die Herstellung der zu prüfenden Versuchsplatten wurden die Fasern Cell P und K₆ ausgewählt.

10 Herstellung der Versuchsplatten

10.1 Gussasphalt

Nach den Ergebnissen aus Meilenstein 1 wird für die weiteren Untersuchungen das Bindemittel PmB 45 mod. präferiert, ebenso der Füller Istein.

Zur Festlegung der Splitt-Sand-Füller-Mengen im Gussasphalt wurden noch Versuche im Labor durchgeführt mit 40 % Splitt Y, 37,5 % Sand, 27 % Füller Istein sowie 7,4 M-% PmB 45 mod., um eine möglichst hohe Mörtelmenge an der Gussasphaltoberfläche zu erzielen.

Nach Abkühlung der Oberfläche des heissen Gussasphalts auf 150 °C wurde Abstreusplitt Y 2/4 mm im Überschuss gleichmässig aufgestreut und abgezogen auf seitlich angebrachten Stahllinealen.

Die Abstreusplitt wurden anschliessend mit schwerer Walze ohne Vibration eingedrückt.

Nach Auskühlung stellte sich eine wellige Oberfläche ein.



Abb. 28 Gussasphalt-Versuchsplatte nach Abwalzen des Abstreusplitts

Weitere Versuche mit unterschiedlichen Oberflächentemperaturen und Variation der Abstreusplittmengen und Temperaturen der Splitte führten auch nicht zum Ziel, so dass die Zusammensetzung des Gussasphaltes für die weiteren Versuche wieder geändert wurde in

45 % Splitt Y, 30 % Sand Y, 25 % Füller Istein und 7,4 M-% PmB 45 mod.

10.2 Abstreuerung

Die Abstreuerungen gestalteten sich sehr schwierig, weil sich nach Abkühlen und Abkehren des überschüssigen Abstreusplitts relativ grosse Unebenheiten an der Oberfläche zeigten, die eher zu einem höheren Lärmpegel führen dürften, als zu der angestrebten Lärminderung.

Es wurden sehr viele Versuche gefahren mit Variation der Art des Abstreusplitts, Variation der Oberflächentemperatur des Gussasphalts vor dem Einstreuen des Abstreusplitts, Variation der Abstreusplittmengen, Variation der Walzen und Walzen-gewichte mit und ohne Vibration.

Letztlich wurde ermittelt, dass es auf die Gleichmässigkeit der Abstreuerung und auf eine möglichst gute Einkörnigkeit des Abstreusplitts, ohne Unter- und Überkorn ankommt. Die vorumhüllten Splitte müssen auch bei hohen Temperaturen sehr rieselfähig sein.

Zur gleichmässigen Verteilung der Splitte auf dem heissen Gussasphalt wurde nach-folgende Dosiereinrichtung gebaut:



Abb. 29 Automatische Splitt-Dosiereinrichtung

10.3 Fertig hergestellte Platten

Die Gussasphaltplatten Nr. 1 - 10 in den Abmessungen 55 x 45 x 4 cm wurden mit folgenden unterschiedlichen Abstreusplittkombinationen ausgewählt:

Tab. 18 Abstreusplitte mit Vorumhüllung

Nr.	Bezeichnung	Vorumhüllung	Füllerart	Restsplittmengen kg/m ²
1	R 2/6	0,5 % MX werkseitig	A	5 kg
2	Y 2/4	0,5 % MX	A	6 kg
3	S 2/8	0,5 % MX	A	7,5 kg
4	NB 1/4	0,75 % MX	B	5,5 kg
5	NB 1/4	0,75 % MX	A	5,5 kg
6	NB 1/4 + Cell, P	0,75 % MX	A	5,5 kg
7	W 2/3	0,5 % MX	A	5,0 kg
8	W 2/3 + K	0,5 % MX	A	5,0 kg
9	G 2/4	0,5 % MX	A	6,5 kg
10	G 2/4 + Cell	0,75 % MX	A	6,5 kg

Die auf 170 °C erhitzten Abstreusplitte wurden mit Hilfe der Dosiereinrichtung im Überschuss auf den heißen Gussasphalt aufgebracht, mit dem Lineal leicht abgezogen und mit einem Stahlrohr (Ø 5 cm) geglättet. Zur Vermeidung von Unebenheiten erfolgte keine weitere Behandlung mit Walzen.

Abb. 30 und Abb. 31 zeigen fertig hergestellte Versuchsplatten (Nr. 6 und 9)



Abb. 30 Versuchsplatte 6



Abb. 31 Versuchsplatte 9

11 Ergebnisse der Texturtiefenmessungen (Messgerät ELAtextur) an den Versuchsplatten

Die Oberflächen der Gussasphaltplatten wurden durch die Fa. IWS Messtechnik, Celle im Institut Dr. Schellenberg in Rottweil wie folgt vermessen:

Der kreisende Lasersensor tastet die Plattenoberfläche mit einer horizontalen Auflösung von 0,2 mm ab. Die ermittelte Oberflächenkurve ermöglicht die Berechnung der MPD- und ETD-Werte auf der Basis von Kreissegmenten der Textur gemäss DIN EN ISO 13473-1. In dieser Norm wird als Bezugsmass für die Berechnung der mittleren Profiltiefe eine Grundlinie von 100 mm gewählt. Der MPD-Wert der Kreisbahn wird automatisch nach jeder Messung in den entsprechenden ETD-Wert (Estimated Texture Depth) der Kreisbahn umgerechnet nach der Transformationsgleichung der DIN EN ISO 13473-1: $ETD = 0,2 \text{ mm} + 0,8 \text{ MPD}$ mit folgenden Ergebnissen:

Tab. 19 MPD und ETD-Werte der 10 Versuchsplatten (Messung IWS)

Platte	MPD		ETD	
	Spannweite	Mittelwert	Spannweite	Mittelwert
1	1,87 – 2,68	2,21	1,70 – 2,27	1,97
2	1,58 – 1,97	1,80	1,46 – 1,78	1,64
3	2,01 – 2,58	2,36	1,81 – 2,26	2,09
4	1,09 – 1,49	1,32	1,07 – 1,41	1,26
5	1,11 – 1,52	1,33	1,09 – 1,34	1,27
6	1,07 – 1,38	1,23	1,07 – 1,30	1,19
7	1,37 – 1,68	1,52	1,30 – 1,55	1,42
8	1,38 – 1,83	1,51	1,30 – 1,66	1,41
9	1,68 – 1,97	1,81	1,54 – 1,77	1,64
10	1,35 – 1,93	1,78	1,28 – 1,75	1,62

12 Ergebnisse der 3D-Vermessung an den Versuchsplatten

Wie im FA unter Meilenstein 2 beschrieben, wurden die Gussasphaltplatten 1 - 10 zur Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt) nach Bensberg transportiert und dort vermessen.

Tab. 20 Optische Kennwerte nach Vermessung durch BASt

Bezeichnung	R 2/6	Y 2/4	S 2/8	NB 1/4 B	NB 1/4 A
	Istwerte				
Platten-Nr.	1	2	3	4	5
Gestaltfaktor g Soll 70 - 90, %	42,4	43,6	43,5	47,0	46,4
Maximale spektrale Rautiefe A_{max} Soll 0,060 - 0,200 mm	0,286	0,238	0,329	0,151	0,148
Charakteristische Gestaltlänge gL Soll 400 - 700 mm	482	506	517	276	267
Geschätzte Texturtiefe ETD_{ISO}, ISO 13473 Soll PKW 0,4 - 0,8 mm LKW 1,3 - 1,7 mm	1,633	1,350	1,776	0,985	0,988
Arithmetische Mittenrautiefe Ra	0,627	0,508	0,712	0,348	0,343
V_{zo} - Werte Soll (dichte Beläge) 0,85 - 2,5	1,74	1,98	1,98	3,34	2,89

Bezeichnung	NB 1/4 Cell P	W 2/3	W 2/3 K	G 2/4	G 2/4 Cell
	Istwerte				
Platten-Nr.	6	7	8	9	10
Gestaltfaktor g Soll 70 - 90, %	46,6	46,2	44,4	43,1	44,0
Maximale spektrale Rautiefe A_{max} Soll 0,060 - 0,200 mm	0,212	0,174	0,200	0,223	0,220
Charakteristische Gestaltlänge gL Soll 400 - 700 mm	4482	547	498	484	501
Geschätzte Texturtiefe ETD_{ISO}, ISO 13473 Soll PKW 0,4 - 0,8 mm LKW 1,3 - 1,7 mm	0,954	1,029	1,201	1,300	1,258
Arithmetische Mittenrautiefe Ra	0,346	0,376	0,437	0,489	0,474
V_{zo} - Werte Soll (dichte Beläge) 0,85 - 2,5	3,45	2,85	2,07	2,50	2,14

Die charakteristische Gestaltlänge gL von Platte 6 fällt deutlich aus dem Rahmen. Laut Dr. Müller (BASt) liegt kein Messfehler vor.

13 Zusammenfassung der Ergebnisse an den Versuchsplatten

- Bei der Festlegung der Gussasphaltkonzeption hat sich anhand von Versuchen ergeben, dass eine Splittmenge unter 50 % bei einem Grösstkorn von 8 mm eher günstig ist, wenn es um die Einbindung des Abstreusplitts geht. Bei der dauerhaften Verankerung des Abstreusplitts in der Oberfläche des heissen Gussasphalts kommt es auch auf eine hohe Mörtelmenge, also auf eine grosse Menge an Sand und Füller sowie auf die Menge an Bindemittel an, die sich an der Oberfläche der Gussasphaltplatten ansammelt. Aus diesen Gründen wurden für den optimierten Gussasphalt gewählt:

Variante 2:	Splitt 4 - 8	27,0 M-%
	Splitt 2 - 4	16,0 M-%
	Brechsand	21,0 M-%
	Natursand	10,0 M-%
	Füller A	<u>26,0 M-%</u>
		100,0 M-%
	Bindemittelsorte:	PmB 45 mod.
	Bindemittelmenge:	7,0 – 7,2 M-% i. 100

- Insgesamt wurden 13 verschiedene Abstreusplitts, bevorzugt im Kornbereich 2/4 aber auch 1/4, 2/6 und 2/8 mm natürlichen oder künstlichen Ursprungs. Die Auswahl der Abstreusplitts erfolgte aufgrund

der Kornzusammensetzung
Kornform
Gleichkörnigkeit
mechanischer Festigkeit
Wasserunempfindlichkeit gegenüber Kleber

Zu bevorzugen sind Abstreusplitts im Kornbereich 2/4 mm, möglichst ohne Über- und Unterkorn mit einer möglichst grossen Gleichkörnigkeit d. h. das Verhältnis der Flächen der jeweils grössten Körner sollte im Bezug zu den jeweils kleinsten Körner bei einem Abstreusplitt unter 2,5 liegen. Bei der Prüfung der mechanischen Festigkeit kann keine Empfehlung getroffen werden, weil harte Abstreusplitts aus Quarz und Schmelzkammergranulat verhältnismässig ungünstig abgeschnitten haben (Schlagzertrümmerungswerte bis 30 M-%), obwohl sich in der Praxis wegen möglicher Kornzertrümmerungen keine Probleme zeigen.

- Die überprüften 6 verschiedenen Kleber unterscheiden sich in ihrer Affinität zum Quarzsplitt. Durch Wasserlagerung an mit Kleber umhüllten Quarzkörner 5/8 mm während 72 Stunden hat sich der Kleber MX als günstigster herausgestellt. Aber auch die Kleber B und MR unterscheiden sich nur geringfügig vom Kleber MX. Die entscheidenden Benetzungen bzw. Umhüllungsgrade wurden unter dem Mikroskop bei 20-facher Vergrösserung ermittelt.
- Die Klebermenge ist so zu dosieren, dass auch bei einer Temperatur von 170 °C die umhüllten Abstreusplittkörner so rieselfähig und beweglich sind, wie nicht mit Kleber umhüllte Splittkörner, sonst bilden sich Splittnester an der Oberfläche und kontraproduktive Unebenheiten.

- Sehr grosse Anstrengungen auch zeitlicher Art waren erforderlich, um die mit Kleber präparierten Abstreusplitt Y 2/4, G 2/4, S 2/8, R 2/6, NB 1/4, W 2/3 gleichmässig auf die Oberfläche der heissen Gussasphaltplatten zu bringen und so zu verankern, dass nach Abkehren des Überschusses am Abstreusplitt keine Vertiefungen einstellten.

Nach einer grossen Zahl von Fehlversuchen stellte sich heraus, dass es entscheidend darauf ankommt, dass der Abstreusplitt ganz gleichmässig (Menge pro Quadratzentimeter) aufgebracht werden muss. Im Labor war dies nur mit einem eigens konstruierten Splittdosiergerät (siehe Abb. 29) möglich. Der Abstreusplitt darf nur vorsichtig angedrückt werden. Alle Versuche mit schweren Walzen und Vibration scheiterten, weil entsprechende Unebenheiten auftraten, die zu keiner Minderung des Lärms, sondern zu einer starken Erregung, also zu einer Erhöhung des Reifenlärms führen würden.

- Insgesamt 10 verschiedene Gussasphaltoberflächen wurden durch die IWS Messtechnik und die Bundesanstalt für das Strassenwesen (BASt) Bensberg vermessen.

Als Ergebnisse sind festzuhalten:

- Sowohl bei den Messungen durch IWS mit Hilfe von Lasersensoren (Messgerät ELAtextur) als auch die Ergebnisse der 3D-Vermessungen durch die BASt bestätigen eine gute Homogenität und Gleichmässigkeit der Splittabstreung.
- Die Werte der geschätzten Texturtiefen ETD_{ISO} durch die BASt ermittelt liegen mit Werten von 0,209 - 0,362 bzw. 14,8 - 22,3 % immer niedriger im Vergleich zu den Lasersensormessungen der IWS. Beim Vergleich der Werte BASt zu IWS könnten eventuelle Korrekturfaktoren weiterhelfen. Mit den Werten der BASt werden die Sollwerte 0,4 - 0,8 für PKW bei den Platten Nr. 4, 5 und 6 geringfügig überschritten. Werden die Sollwerte für LKW (1,3 - 1,7) zugrunde gelegt, so werden diese von den Plattenoberflächen Nr. 1, 2 und 9 eingehalten.
- Die maximale spektrale Rautiefe A_{max} mit Sollwerten von 0,060 - 0,200 werden eingehalten von den Platten 4, 5, 7, 8.
- Die charakteristische Gestaltlänge gL mit Sollwerten von 400 - 700 werden erfüllt von den Plattenoberflächen 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10.
- Die V_{zo} -Werte, die für dichte Beläge zwischen 0,85 - 2,5 liegen sollen, wurden erfüllt von den Platten 1, 2, 3, 8, 9, 10.
- Der angestrebte Gestaltfaktor (Soll 70 - 90) wurde von keiner Plattenoberfläche erreicht. Die gemessenen Höchstwerte bewegen sich bei den Plattenoberflächen 4, 5, 6, und 7 zwischen 46 und 47.
- Eine Verstärkung des Abstreusplitts bringt keine Verbesserung, weder durch Cellulosefasern noch durch Karbonfasern. Auch die Füllerart (A oder B) im Gussasphalt wirkt sich nicht auf das Ergebnis aus.
- Nach der zusammenfassenden Beurteilung der BASt sind die akustischen Oberflächeneigenschaften aller gemessenen Gussasphaltplatten nur mit Einschränkungen positiv zu bewerten.

Der Teilprojektleiter Hans-Jörg Grolimund stellt als Kommentar zu den vorgenannten Ergebnissen fest: „Aufgrund der Messungen durch die BAST ist nicht zu erwarten, dass einer der Beläge der Musterplatten die Zielwerte: Anfangswert von mindestens -3 dBA, im Vergleich zum Referenzbelag des Schweizerischen Standardberechnungsmodell STL 86+ bzw. nach längerem Gebrauch mindestens -1 dBA erreicht. Weiter teilt Grolimund mit, dass der Gestaltfaktor nur bedingt aussagefähig ist, aber ein guter Indikator für lärmarme Beläge darstellt. Ihm ist kein Belag mit Gestaltfaktoren im Bereich 42,4 bis 47,0 % bekannt, der lärmarm wäre. Zum Thema Oberflächenwellenlängenspektrum: Eine sehr zuverlässige Kenngrösse, schreibt Grolimund. Akustisch günstig sind hohe Amplituden im kurzen Wellenlängenbereich ($<12,5$ mm) und tiefe Amplituden im langen Wellenlängenbereich ($>12,5$ mm). Diese Ausprägung hat keine der gemessenen Beläge, Ende des Zitats.

14 Versuchsstrecke Kerzers

14.1 Versuchsabschnitte

14.1.1 Auswahl der Abstreusplitte

Ausgehend von den Messergebnissen an den Versuchsplatten und der Tatsache, dass die ausführende Firma Weibel AG ihren bevorzugten Abstreusplitt FAMSA 2/4 auch zum Einsatz bringen soll, ergeben sich folgende für die Versuchsstrecke ausgewählten Abstreusplitte:

FAMSA-Natursteinsplitt 2/4 mm
 SCORAL-Schlacke 1,4 - 2,8 mm
 WYSS-Natursteinsplitt 2/4 mm
 ALOX-Bauxit 1,4 - 3,5 mm

Nach eingehenden Diskussionen in der Begleitkommission war angeregt worden, bei einzelnen Versuchsabschnitten den Abstreusplitt mit Walzen anzudrücken und parallel dazu auch zu prüfen, wie sich der heisse Abstreusplitt, bezogen auf die Lärminderung verhält, wenn er nicht gewalzt wird, sondern nur mit dem Eigengewicht in die heisse Gussasphaltoberfläche eindringt.

Letztlich wurden folgende, jeweils 100 - 140 m lange Abschnitte, festgelegt:

Tab. 21 Versuchsstreckenabschnitte

Abschnitt	Profil Nr.	Art des Abstreusplittes	Bemerkungen
M 7	4800 - 4925	FAMSA	ohne Walzen
M 6	4925 - 5050	FAMSA	mit Walzen
M 5	5050 - 5175	SCORAL	mit Walzen
M 4	5175 - 5300	WYSS	ohne Walzen
M 3	5300 - 5425	WYSS	mit Walzen
M 2	5425 - 5550	ALOX	mit Walzen

14.1.2 Eigenschaften der Schmelzkammerschlacke SCORAL

Das über die Fa. Carlo Bernasconi AG, Zürich bezogene und im Versuchsabschnitt M 5 als Abstreusplitt verwendete Schmelzkammergranulat SCORAL besitzt einen Kornbereich von 1,4 – 2,8 mm bei einem maximalen Unterkornanteil von 10 % und einem maximalen Überkornanteil von 10 %.

Nach dem Sicherheitsdatenblatt gemäss Verordnung (EG) Nr. 453/2010 vom 06.10.2014 muss das Aluminiumsilikat (CAS-Nr. 65669-69-2) wegen möglichen Gefahren weder eingestuft noch gekennzeichnet werden. Eine Stoffsicherheitsbeurteilung ist nicht erforderlich.

Chemische Zusammensetzung:

45 – 55 % SiO₂
 25 – 35 % Al₂O₃
 8 – 12 % Fe₂O₃
 3 – 5 % K₂O
 2 – 5 % CaO
 2 % MgO
 1 % TiO₂
 1 % Na₂O

14.1.3 Gussasphalt-Deckschicht

Ausgehend von den Ergebnissen im Labor (Meilenstein 1) wurde ein Gussasphalt MA 8 H BmP für die Versuchsabschnitte auf dem Viadukt Kerzers festgelegt.

Die ausführende Firma Weibel AG hat dazu eine Erstprüfung mit Datum vom 14.07.2014 vorgelegt mit folgenden Einzelheiten:

Gesteinskörnungen: Füller, Fa. Hauri, Deutschland
gebrochener Sand 0/4, Fa. Famsa (Choëx)
Rundsand 0/4, Fa. Bersier, (Ménières)
Splitt 2/4 und 4/8, Fa. Famsa (Choëx)

Bindemittel: 7,5 M-% (löslich) PmB 25/55-65 (CH-E)

Kornzusammensetzung: Mittelwert aus vier Kontrollprüfungen
Durchgang durch die Siebe

Tab. 22 MA 8 - Kornzusammensetzung

0,063 - 0,125	0,125 - 0,25	0,25 - 0,5	0,5 - 1	1 - 2	2 - 4	4 - 5,6	5,6 - 8	8 - 11,2	11,2 - 16
25,4	31,4	35,6	43,9	51,9	61,3	73,7	84,3	98,6	100

volumetrische Eigenschaften (Mittelwerte):

Raumdicke (Würfel)	g/cm ³	2,374
Rohdicke (Mischgut)	g/cm ³	2,409
Hohlraumgehalt (Würfel)	V.-%	1,4

mechanische Eigenschaften (Mittelwerte):

statische Eindringtiefe (mm)	
(525 N, 40 °C, 5 cm ²)	
nach 30 Minuten:	1,25
Zunahme nach 60 Minuten:	0,2
dynamische Eindringtiefe ET _{dyn} (mm)	
n = 2500 LW:	1,63
Zunahme bei 5000 LW:	0,52

14.1.4 Abstreusplitte

Zur besseren und dauerhaften Einbindung des Abstreusplittes in die Gussasphaltoberfläche wurden die Splitte und Bitumen 35/50 vorumhüllt. Die Extraktion der auf der Baustelle entnommenen vorumhüllten Splitte ergaben nachfolgende Bindemittelmengen:

Bindemittelmengen:

Tab. 23 Bindemittelmengen der Abstreusplitte

Art des Abstreusplittes	Bindemittelmenge M-%
FAMSA	1,24
WYSS	1,18
SCORAL	0,84
ALOX	0,90

Korngrössenverteilungen (Kornformkennzahl), Rohdichte:

Tab. 24 Korngrössenverteilungen, Kornformkennzahl und Rohdichte der Abstreusplitts								
Art des Abstreusplitts	FAMSA		WYSS		SCORAL		ALOX	
Korngrösse, mm M-%	einz.	zus.	einz.	zus.	einz.	zus.	einz.	zus.
5,6 - 8	0,1	100,0					1,7	100,0
4,0 - 5,6	11,6	99,9	6,1	100,0			5,3	98,3
2,8 - 4,0	45,0	88,3	52,7	93,9	7,8	100,0	61,5	93,0
2,0 - 2,8	33,2	43,3	32,6	41,2	67,3	92,2	28,8	31,5
1,0 - 2,0	7,4	10,1	6,9	8,6	20,9	24,9	1,3	2,7
0,5 - 1,0	0,3	2,7	0,3	1,7	2,1	4,0	0,1	1,4
0,25 - 0,5	0,2	2,4	0,2	1,4	0,8	1,9	0,1	1,3
0,125 - 0,25	0,2	2,2	0,1	1,2	0,4	1,1	0,1	1,2
0,063 - 0,125	0,4	2,0	0,1	1,1	0,2	0,7	0,1	1,1
0,000 - 0,063	1,6	1,6	1,0	1,0	0,5	0,5	1,0	1,0
Kornformkennzahl	7		4		-		5	
Rohdichte g/cm ³	2,675		2,713		2,570		3,154	
Bemerkungen	-		-		-		mit 8 % Fremdsplitt	

15 Ergebnisse der Texturmessungen in situ (BAST)

Dem Mess- und Auswertebericht GS4-T3Dg_M2016.05-B1 der Bundesanstalt für Strassenwesen, D-Bergisch-Gladbach (BAST) vom Mai 2016 wurde entnommen:

Tab. 25 Zusammenfassung der Mittelwerte von akustisch relevanten Texturgrößen

Abschnitt	Amax [mm]	gL [mm]	g [%]	MPD [mm]	ETD [mm]
M 7	0,356	234	37,4	1,170	1,136
M 6	0,355	236	37,7	1,179	1,143
M 5	0,354	161	35,9	0,944	0,955
M 4	0,353	238	38,1	1,140	1,112
M 3	0,331	252	40,4	1,092	1,074
M 2	0,371	258	41,2	1,177	1,142

Tab. 26 Zusammenfassung der Mittelwerte von geometrisch relevanten Texturkenngrößen

Abschnitt	R _z [mm]	R _z Stabw	V _{z0-k}
M 7	2,400	0,042	0,53
M 6	2,426	0,068	0,59
M 5	1,872	0,039	0,42
M 4	2,334	0,083	0,53
M 3	2,297	0,087	0,71
M 2	2,441	0,090	0,66

Zusammenfassend stellt die BAST fest:

Tendenziell weisen die Gussasphaltdeckschichten „ohne Walzen“ geringfügig bessere Texturkennwerte und Lärminderungen auf, als vergleichbare Testfelder „mit Walzen“. Die Erklärung der lärmreduzierenden Wirkung der verschiedenen Abstreusplitte allein durch die Textureigenschaften ist nicht ausreichend.

Alle untersuchten Testabschnitte weisen keine Texturkenngrößen im akustisch günstigem Bereich auf [17].

Anmerkung: diese Beurteilung erfolgte nach der „klassischen Lehre“ für poröse Asphalte in einer Dicke von 30 - 40 mm, die im vorliegenden Fall nicht anwendbar ist.

16 CPX-Messergebnisse der einzelnen Versuchsabschnitte

Dem Bericht über die CPX-Lärmmessungen vom 22.07.2016 von Grolimund + Partner AG (Anhang 1) wurden folgende Ergebnisse entnommen:

Tab. 27 Belagsgütewerte Abw StL-86+ [dB (A)] für PW und LW

Abschnitt	Belag/Abstreuerung	Belagsgütewerte Abw. StL-86+ [dB(A)]			
		PW		LW	
		2015	2016	2015	2016
M 7	MA 8 H / 2/4 FAMSA o. W.	-1,5	-2,7	-1,2	-2,0
M 6	MA 8 H / 2/4 FAMSA m. W.	-1,0	-2,3	-1,0	-1,8
M 5	MA 8 H / 1,4/2,8 SCORAL m. W.	-3,9	-4,6	-3,1	-3,8
M 4	MA 8 H / 2/4 WYSS o. W.	-1,5	-2,8	-1,3	-2,0
M 3	MA 8 H / 2/4 WYSS m. W.	-1,0	-2,5	-1,1	-1,5
M 2	MA 8 H / 2/4 ALOX m. W.	-1,1	-2,7	-1,1	-1,9

Tab. 28 Belagsgütewerte Abw StL-86+ [dB(A)] für Mischverkehr mit 8 % Schwerverkehrsanteil

Abschnitt	Messergebnisse [dB(A)]	
	2015	2016
M 7	-1,3	-2,4
M 6	-1,0	-2,1
M 5	-3,3	-4,2
M 4	-1,4	-2,4
M 3	-1,1	-2,0
M 2	-1,1	-2,3

Zusammenfassend ist festzustellen:

MA 8 H Versuchsabschnitte Kerzers im Vergleich zum Modell StL-86+

- + Lärminderung zwischen -4,2 und -2,0 dB(A) für Mischverkehr mit 8 % LKW-Anteil

Einfluss Verkehr

- + alle Gussasphaltbeläge werden nach Inverkehrsetzung um mindestens 1 dB(A) leiser durch Abnahme der rollgeräuschrelevanten Textur

Einfluss mit/ohne Walzen

- + dieselbe Abstreuerung ohne Walzen ist im Mittel um -0,4 dB(A) leiser, bei Verwendung der Natursteinsplitte WYSS und FAMSA und der speziellen Art des Walzeneinsatzes

Einfluss Gesteinskörnung

- + unterschiedliche Abstreuerungen mit Walzen weisen eine grosse Bandbreite an Belagsgütewerten auf zwischen -2,3 und -4,6 dB(A) in Abweichung zur StL-86+ für PW

Fokus MA 8 H mit SCORAL 1,4/2,8

- + lärmindernde Wirkung im Vergleich zu StL-86+ liegt nach 6 Monaten Inverkehrsetzung bei -4,6 (PW) und -3,8 (LW)
- + SCORAL-Schlacke (Abschnitt M5) weist mit Abstand den besten Belagsgütewert auf im Vergleich zu den anderen Abstreuerungen
- + M5 ist im Vergleich zu den anderen Gussasphalt-Abstreuerungen vor allem in den Frequenzen < 630 Hz sehr leise (zwischen 2 – 4 dB(A))

Zusammenhang zwischen Lärminderung und Luftströmungswiderstand

Nach Auswertung der Ergebnisse stellte sich heraus, dass – im Gegensatz zu den Lärminderungen bei offenporigen Belägen – die Lärminderung durch Abstreusplitte auf Gussasphalt mit zunehmendem Luftströmungswiderstand in $\text{Pa} \cdot \text{s} / \text{m}$ zuzunehmen scheint, wie nachfolgende grafische Darstellung zeigt:

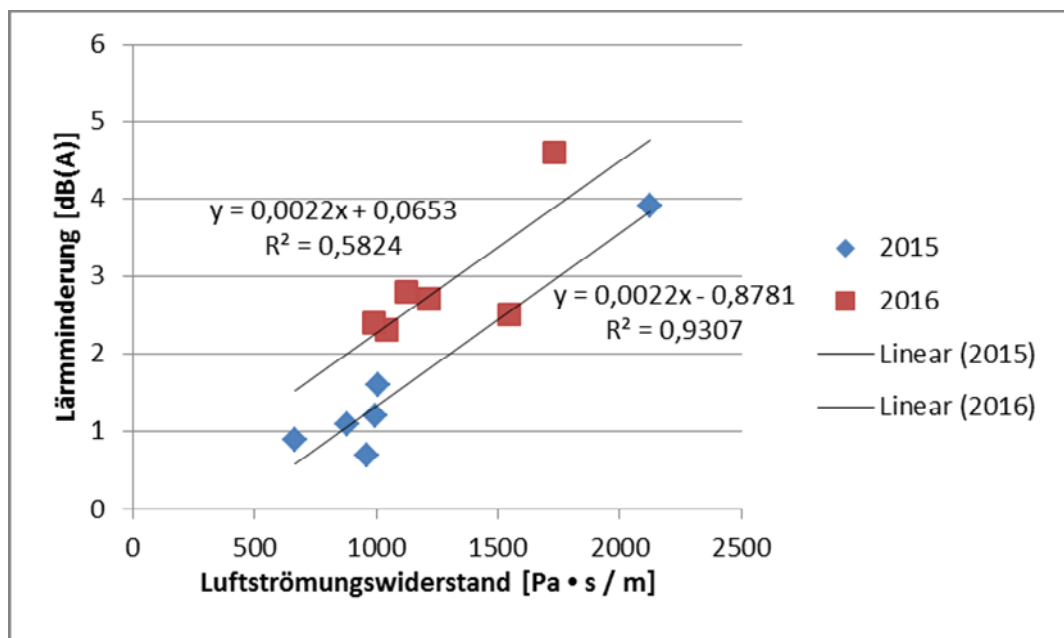


Abb. 32 Abhängigkeit der Lärminderung von Luftströmungswiderstand

Die vorstehenden Abhängigkeiten können noch nicht verallgemeinert werden. Insgesamt wird es darauf ankommen, zukünftig die Mikrotextur zu erforschen, um das mit SCORAL 1,4/2,8 erzielte, sehr positive Ergebnis, erklären und anwenden zu können.

17 Schlussfolgerungen

Die Kennwerte der optischen Vermessungen von Oberflächen poröser Asphalt-deckschichten, wie Gestaltfaktor usw. sind nicht geeignet, die Lärminderung durch Abstreusplitte auf Gussasphalt-Deckschichten zu prognostizieren.

Dazu sind zukünftig weitere Untersuchungen durchzuführen, die sich auf die Konform, Gleichkörnigkeit, Verteilung der Körner usw. sowie auf den Luftströmungswiderstand der fertiggestellten Oberfläche der Abstreusplitte auf der Gussasphaltdeckschicht beziehen.

18 Weiterer Forschungsbedarf

- Die Lärmmessungen sind auf den Versuchsabschnitten - wie vorgesehen - fortzusetzen, um die „akustische“ Dauerhaftigkeit zu überprüfen.
- Die Abstreusplitte aus gebrochenem Kies und gebrochenen Felsgesteinen (Natursteinsplitte) sollten, bezogen auf das lärm mindernde Verhalten, noch optimiert werden, mit dem Ziel, eine würfelige Kornform bei gleichgrossen Körnern über- und unterkornfrei, quasi als Spezialsplitt mit dem Zusatz (LA) für lärmarme Gussasphalte, zu produzieren. Die Abstreusplitte sollten eine möglichst helle Farbe aufweisen.
- Zur „akustischen“ Lebensdauer gehört auch die „mechanische“ Dauerhaftigkeit, das heisst, die dauerhafte Einbindung der Abstreusplitte LA in die Gussasphaltoberfläche auch unter extremen Verkehrs- und Witterungsbedingungen. Ziel ist es, nach 15 Jahren Liegezeit noch eine Lärminderung von -2 [dB(A)] zu erreichen. Dazu sind entsprechende Anpassungen der Bindemittelsorte- und menge für die Vorumhüllung der jeweiligen Abstreusplitte LA notwendig und z. B. über Wasserlagerungsversuche o. ä. zu überprüfen. Die Rieselfähigkeit der vorumhüllten heissen Abstreusplitte LA muss immer gegeben sein.
- Kann die mechanische Dauerhaftigkeit durch leichtes Eindrücken der Abstreusplitte LA erhöht werden, gleichermassen bei MA 8 und MA 11?
- Ein grösserer Bedarf wird gesehen in der Erforschung der Ursachen der deutlichen Lärminderungseffekte durch die Abstreusplitte auf Gussasphalt. Dazu zählt sicher die Mikrotextur und eventuell auch Dämpfungseffekte. Im Gegensatz zur „klassischen Lehre“ bei porösen Asphalten sind neue Kriterien zu formulieren, um bei Abstreusplitten auf Gussasphalt zielsicher die Höhe der Lärminderung ansprechen zu können.

Anhänge

I	Anhang 1	75
I.1	Ergebnisse der CPX-Messungen Autobahnviadukt Kerzers durch Grolimund + Partner AG, Bern.....	75

I Anhang 1

I.1 **Ergebnisse der CPX-Messungen Autobahnviadukt Kerzers durch Grolimund + Partner AG, Bern**

Der Bericht mit den Ergebnissen der CPX-Messungen Autobahnviadukt Kerzers von Grolimund + Partner AG, Bern steht als Anhang dieses Forschungsberichtes in elektronischer Form im Internet zur Verfügung und kann kostenlos heruntergeladen werden unter <http://www.mobilityplatform.ch>.

Literaturverzeichnis

Dokumentation

- [1] Schellenberg, K., Eulitz, H.-J., (1994), **Ansprache des Fließvermögens von Bitumen und polymermodifiziertem Bitumen bei tiefen Temperaturen**, Schriftenreihe Forschung, Strassenbau und Strassenbautechnik des Bundesministeriums für Verkehr, Abteilung Strassenbau, Bonn, Oktober 1994
- [2] TÜV Automotive GmbH, (1999), **Ermittlung der Geräuschemission von zwei Gussasphalt-Belägen mit unterschiedlicher Abstreuerung auf der A 61 bei der TR Mosel**, TÜV Automotive GmbH, Mai 1999
- [3] Elliott, R. C., Sida, M., (2000), **Performance testing of mastic asphalt for bridge surfacing**, Proceedings of 2nd Eurasphalt and Eurobitume Congress, 20.-22. Sept. Barcelona P 1022-8, ISBN: 90-802884-3-8, 2000
- [4] Schellenberg, K., Schellenberg, P., (2001), **Optimierung der Zusammensetzung und der Eigenschaften von Gussasphalt an einem Beispiel**, Bitumen 2/2001
- [5] Partl, M. N., (2003), **Performance testing and evaluation of bituminous materials PTEBM "03"** Proceedings of the 6th international R/LEM Symposium held Zürich, Switzerland 14.-16. April, ISBN: 2-912143-35-7, 2003
- [6] Müller, I., Bartolomaeus, W., (2003), **Erfassung und Beurteilung der Texturen von Fahrbahnoberflächen**, BAST, Bergisch Gladbach, 2003
- [7] Pestalozzi H., Grolimund, H.-J., Angst, C., (2003), **Lärmarme Strassenbeläge innerorts**, Statusbericht BUWAL/ASTRA 2004, Bern
- [8] Mioduszewski, P., Gardziejczyk, W., Wisiorek, M., (2005), **Repeatability and reproducibility of CPX round-robin test**, SILVIA Project Report SILVIA-TUG-007-04-WP 2, 12.05.2005
- [9] Hübelt, I., Böhm, M., Hoffmann, R., (2005), **Using an extended impedance measurement method for the estimation of porosity and flow resistance**. In: Proceedings of the International Congress on Sound and Vibration hisbon (ICSV), 2005
- [10] Rhode, P., (2005), **Leiser Gussasphalt, Wege zu Belägen mit lärmreduzierenden Eigenschaften**, Asphalt 5/2005
- [11] Caprez, M., Trombik, P., Fleischer, P., (2007), **Lärmverhalten von Deckschichten im Vergleich zu Gussasphalt mit konstruierter Oberfläche**, FA VSS 2003/503, 2007
- [12] M + P Grol, (2007), **Measurement Report, CPX-Measurement on 15 Road Sections in Switzerland**, Report M + P Grol, 06.01.1, 15.11.2007
- [13] Mott Mac Donald, (2008), **M5 Avonmouth Bridge Resurfacing Tyre/Road Noise on Gussasphalt Surfacing**, June 2008, Mott Mac Donald, Southampton Hampshire 50509 NW UK
- [14] Müller, I., (2008), **Innovative Messmethoden zur Erfassung von Fahrbahnoberflächen**, Fachzeitschrift „Griffig“, 2008
- [15] Angst, Chr., Schellenberg, K., (2008), **Dynamische Eindringtiefe zur Beurteilung von Gussasphalt**, Forschungsauftrag VSS 2000/433 auf Antrag des Bundesamtes für Strassen (ASTRA), Oktober 2008
- [16] Schellenberg, P., Schellenberg, K., (2010), **Viskositäten von Bindemittel und Asphaltmörtel im Zugretardationsversuch mit Anwendungsbeispielen**, Strasse und Autobahn, Heft 6/2010
- [17] Arbeitspapier W2: **Textureinfluss auf die akustischen Eigenschaften von Fahrbahndecken**, FGSV-Verlag GmbH, Ausgabe 2013

Merkblatt

- [18] ASTRA, (2006), **Technisches Merkblatt für Lärmarme, dichte Beläge**, Merkblatt T 102

Norm

- [19] ISO (2000), **Method for Measuring the Influence of Road Surface on Traffic Noise part 2: The Close Proximity Method**, ISO/CD-11819-2, 13.12.2000
-

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: 23.06.2016 / 08.09.2016

Grunddaten

Projekt-Nr.: ASTRA 2009/007
Projekttitel: Lärmarme Oberflächen bei Gussasphalt-Deckschichten auf Brücken
Enddatum: 15.09.2016

Texte

Zusammenfassung der Projektergebnisse:

In Meilenstein 1 wurde durch Variation verschiedener Kalksteinmehle, Bindemittelarten, Kornzusammensetzungen, nach entsprechenden Voruntersuchungen, insgesamt 50 verschiedene Gussasphalte hergestellt und geprüft, mit dem Ziel, einen sehr wärmestandfesten Gussasphalt (MA 8) zu entwickeln, der in der Lage ist, den vorumhüllten Abstreusplitt dauerhaft einzubinden. In Meilenstein 2 wurden insgesamt 12 verschiedene Abstreusplitte und 6 verschiedene Kleber überprüft zur Umhüllung der Abstreusplitte. Mit den aus Meilenstein 1 gewonnenen Ergebnissen wurde eine spezielle Zusammensetzung des Gussasphalts ausgewählt und Gussasphaltplatten hergestellt, auf deren heissen Oberflächen 10 ausgewählte vorumhüllte Abstreusplitte mit Hilfe einer Abstreuvorrichtung gleichmässig aufgestreut und mit einer Walze leicht eingedrückt wurden. Die Oberflächen der Platten wurden durch die BAST, D-Bensberg und Fa. IWS, D-Celle optisch vermessen. In Meilenstein 3 wurden nach Festlegung in der Betreuungskommission 4 Abstreusplitte ausgewählt, mit Bitumen 35/50 von der Fa. Weibel AG umhüllt und in die MA 8-Deckschicht auf dem Viadukt Kerzers eingestreut, in 2 Feldern noch eingewalzt, so dass insgesamt 6 Felder zur Prüfung der Lärminderung auf der Versuchsstrecke zur Verfügung standen. 6 Monate nach Inverkehrsetzung betragen die Belagsgütewerte in Abweichung zu StL-86 + bei Verwendung der Natursteinsplitte WYSS und FAMSA bei der Kategorie PW und leichtem Abwalzen -2,5 und -2,3 [dB(A)]. Wird nicht gewalzt, steigen die Werte an auf -2,8 und -2,7 [dB(A)]. Bei Verwendung von ALOX 2/4 mit Walzen wird ein Wert von -2,7 erreicht. Sehr gut schneidet der Abschnitt ab mit der Schmelzkammergranulatschlacke SCORAL 1,4 - 2,8 mm bei ermittelten Werten von -4,6 bei PW bzw. -3,8 [dB(A)] bei LW. Wird ein Mischverkehr bei 8 % Schwerverkehrsanteile zugrunde gelegt, so wird bei den Natursteinsplitten ein Belagsgütewert von -2,4 und bei SCORAL ein Wert von -4,2 erreicht im Vergleich zum SDA 8 A mit -4,8 [dB(A)]. Die Ergebnisse der optischen Vermessungen in situ, wie sie bei offenporigen Asphalten massgebend sind, sind offensichtlich nicht zutreffend für die Beschreibung der Lärminderung durch Abstreusplitte auf Gussasphalt.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Zielerreichung:

Bereits bei der optischen Überprüfung der GA-Platten mit den diversen Abstreusplitten durch die BAST zeigt sich, dass die üblichen Parameter zur Prognose der Lärminderung von porösen Asphaltbelägen, wie z. B. der Gestaltfaktor, Texturtiefen usw. für die akustische Wirkung von Abstreusplitten auf Gussasphalt nicht geeignet sind. Auch die optischen Vermessungen auf den einzelnen Abschnitten der Versuchsstrecke Kerzers bestätigen die Aussage. Wie der Versuchsabschnitt mit dem Abstreusplitt Schmelzkammergranulat SCORAL 1,4-2,8 mm zeigt, kann die vorgegebene Lärmreduzierung mit Werten von -3,9 dB(A) für PW bzw. -3,1 dB(A) für LW unmittelbar nach Fertigstellung im Nov. 2015 ermittelt bzw. -4,6 dB(A) für PW und -3,8 dB(A) für LW im April 2016 gemessen, erreicht werden und zwar nur durch die Art des Splittes, der sich im Gegensatz zu den anderen verwendeten Abstreusplitten durch einen hohen Luftströmungswiderstand von 2127 (2015) bzw. 1732 (2016) Pa * s/m gekennzeichnet ist. Im Gegensatz zu dem offenporigen Asphalt steigt das Mass der Lärminderung bei den Abstreusplitten auf Gussasphalt unmittelbar mit dem Luftströmungswiderstand.

Folgerungen und Empfehlungen:

Die sehr positiven Ergebnisse der Lärminderung durch den Abstreusplitt SCORAL müssen - wie bereits vorgesehen - in den folgenden Jahren weiter überprüft werden, um Aussagen über die Dauerhaftigkeit der Lärminderung zu erhalten. Ferner wird empfohlen, die spezifischen Eigenschaften der SCORAL-Schmelzkammergranulatschlacke zu überprüfen, die zu den überraschend günstigen Ergebnissen ausserhalb der "klassischen Lehre" der Lärmreduzierung geführt haben mit dem Ziel andere, wenn möglich, hellere Abstreusplitten mit denselben Eigenschaften herzustellen. Das im Forschungsauftrag festgestellte Phänomen, dass es bei den Abstreusplitten von Gussasphalt, bezogen bei der Lärminderung entscheidend auf die Art des Splittes ankommt, ist weiter zu verfolgen, um den neuen innovativen Beitrag nicht nur auf der Brücke, sondern auch auf der freien Strecke realisieren zu können mit Blick auf die Tatsache, dass Gussasphalt als Deckschicht eine vergleichsweise grosse Lebensdauer besitzt.

Publikationen:

Ausser dem ASTRA Schlussbericht sind Veröffentlichungen geplant in der Schweizer Fachzeitschrift "Strasse und Verkehr" und in "Strasse und Autobahn", als Organ der Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen und der Bundesvereinigung der Strassen- und Verkehrsingenieure in der Bundesrepublik Deutschland sowie der Österreichischen Forschungsgesellschaft Strasse.Schiene.Verkehr.

Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Schellenberg

Vorname: Kurt

Amt, Firma, Institut: IFM Institut für Materialprüfung Dr. Schellenberg Rottweil GmbH, Rottweiler Str. 13, D-78628 Rottweil

Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:



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

Formular Nr. 3: Projektabschluss

Beurteilung der Begleitkommission:

Beurteilung:

Das Forschungsvorhaben wurde dem Antrag entsprechend sehr umfangreich, kompetent und erfolgreich abgewickelt. Die Laufzeit von 7 Jahren war bedingt durch die Zuverfügungstellung der Versuchsstrecke auf dem Viadukt Kerzers im Jahr 2015. Die Forschungsergebnisse sind sehr innovativ und bahnbrechend. Es ist gelungen, allein mit der Abstreuerung in einer Dicke von maximal 4 mm durch übliche Natursteinsplitt 2/4 mm Lärminderungen von 2-3 [dB(A)] und bei künstlichem Splitt SCORAL 1,4/2,8 mm sogar über 4 [dB(A)] zu erreichen. Nach dem derzeitigen Stand ist davon auszugehen, dass die sehr positiven Ergebnisse sich im Lauf der Zeit weiter verbessern und nicht durch Verschmutzung verschlechtern werden.

Umsetzung:

Die Forschungsergebnisse können direkt umgesetzt werden, weil die auf den Versuchsabschnitten verwendeten Abstreusplitt zur Verfügung stehen und auch die Kenntnisse beim Bau lärmarmen Oberflächen bei Gussasphaltbelägen dem Stand der Technik in der Schweiz entsprechen.

weitergehender Forschungsbedarf:

Die Lärmmessungen sind - wie vorgesehen - auf dem Viadukt Kerzers fortzusetzen, um die Dauerhaftigkeit des Systems zu prüfen. Es sind Untersuchungen anzustellen, die Ursachen zu ergründen, welche Faktoren ausserhalb der "klassischen Lehre" entscheidend sind, das Phänomen der Lärminderung durch Abstreusplitt zu ergründen.

Einfluss auf Normenwerk:

Um die ermittelten sehr positiven Ergebnisse der Lärminderung auf Brücken in der Schweiz generell zu übertragen, sind in das Normenwerk Anforderungen an die Abstreusplitt für lärmarmen Gussasphalt (MA LA) aufzunehmen.

Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:

Name: PUTALLAZ

Vorname: Jean-Christophe

Amt, Firma, Institut: ETAT DU VAIAIS, Service des routes, transports et cours d'eau, Rue des Creusets 5, CH-1950 SION

Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission:

Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

Stand: 15.03.2016

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1557	SVI 2010/001	Reklame im Strassenverkehr	2016
1555	SVI 2004/049	Sichere Schulwege – Gefahrenanalyse und Massnahmenplanung	2016
1554	VSS 2011/501	Evaluation des Frosttaumittelwiderstands von Beton – Vergleich von vier Prüfverfahren	2016
1551	VSS 2012/207	Akustische Installationen im Strassentunnel	2016
1550	VSS 2012/311	SERFOR: Voranalyse "Self Explaining and Forgiving Roads"	2016
1549	SVI 2011/015	Anforderungen an zukünftige Mobilitätshebungen	2016
1548	VSS 2010/404	Grundlagen für die Anforderungen an Schutzgeokunststoffe auf der Basis von neuen EN-Prüfmethoden	2016
1547	ASTRA 2011/012_OBF	Development of a self-healing asphalt road via induction heating	2015
1545	ASTRA 2011/013_OBF	Vergleich verschiedener starker Asphalt-Belagsaufbauten: Ermittlung der Versagensgrenze eines T3-Normbelages mit der mobilen Grossversuchsanlage MLS10	2015
1544	VSS 2007/302	Rampenbewirtschaftung: Anforderungen an Regelungsverfahren	2015
1543	VSS 2012/402	Machbarkeitsstudie zur Reduktion von Feinstaub oder seiner Vorläufergase mittels spezieller Strassenbeläge	2015
1542	VSS 2011/713	Forschungspaket Nutzensteigerung für die Anwender des SIS: EP3: Transformationskonzepte zwischen Bezugssystemen	2015
1541	VSS 2010/301	Verkehrssicherheit zweistreifiger Kreisel	2015
1540	AGE 2013/001_ENG	TOSA - Transport par bus avec Optimisation du Système d'Alimentation	2015
1539	FGU 2010/007	Modelling of anhydritic swelling claystones	2015
1538	SVI 2011/021	Forschungspaket Verkehr der Zukunft (2050): Initialprojekt	2015
1537	FGU 2010/007	Geotechnischer Indexwert für die Beurteilung des Potentials zur Quarzstaubbelastung	2015
1536	VSS 2012/201	Wirkungskontrolle von Strassenprojekten	2015
1535	VSS 2012/403	Einfluss der Gesteinskörnung auf den Chloridwiderstand von Beton	2015
1534	VSS 2009/102	Forschungsbündel Erhebung verkehrsplanerischer Grundlagedaten: Teilprojekt 2: Methoden der Verkehrsbeobachtung	2015
1533	VSS 2009/101	Forschungsbündel Erhebung verkehrsplanerischer Grundlagedaten: Synthesebericht	2015
1532	VSS 2009/101	Forschungsbündel Erhebung verkehrsplanerischer Grundlagedaten: Teilprojekt 1: Systematik und Glossar	2015
1531	VSS 2011/906	Datenaustausch zwischen Strasseninformationssystemen und Verkehrsmodellen	2015
1530	VSS 2010/402	Einfluss biogener Öle auf die Ökobilanz von Strassenbaubindemittel	2015
1529	VSS 2005/404	Beschleunigte Alterungsmethode von heiss verarbeitbaren Fugenmassen zur Simulation des Einbaus	2015
1528	VSS 2011/308	Verkehrsablauf an ungesteuerten Knoten innerorts unter Berücksichtigung der verschiedenen Verkehrsarten; Ermittlung repräsentativer Richtwerte und Zusammenhänge	2015
1527	VSS 2006/510	Forschungspaket Brückenabdichtungen: Synthesebericht	2015
1526	VSS 2005/456	Paquet de recherche de recyclage des matériaux bitumineux de démolition des routes dans des enrobés à chaud : EP5: Formulation des enrobés avec matériaux recyclés	2015
1525	SVI 2004/058	Verträglichkeitskriterien für den Strassenraum innerorts	2015
1524	ASTRA 2012/003	Erarbeitung von Grundlagen zur Bemessung von Steinschlagschutzdämmen	2015
1523	VSS 2011/104	Monetarisierung des statistischen Lebens im Strassenverkehr	2015
1522	VSS 2011/106	Nommierte gesamtverkehrliche Erschliessungsqualitäten - Grundlagenbericht	2015
1521	VSS 2006/514_OBF	Forschungspaket Brückenabdichtungen: EP4 - Zerstörungsfreie Prüfungen von Verbund und Oberflächen	2015
1520	ASTRA 2008/013_OBF	Nächtliche Immissionsprognosen von Strassenlärm (Hochleistungsstrassen)	2015
1519	VSS 2009/201	Lärmimmissionen bei Knoten und Kreiseln	2015
1518	SVI 2011/024	Langsamverkehrsfreundliche Lichtsignalanlagen	2015
1517	VSS 2011/103	Bemessungsverkehrsstärken: Ein neuer Ansatz	2015

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1516	VSS 2011/711	Forschungspaket Nutzensteigerung für die Anwender des SIS: EP1: Zeitaspekte und Historisierung	2015
1515	SVI 2011/034	Längere Umsteigezeiten und Haltestellenaufenthaltszeiten - Auswirkungen und Massnahmen	2015
1514	VSS 2006/513_OBF	Forschungspaket Brückenabdichtungen: EP3 - Langzeitverhalten des Verbundes	2015
1513	VSS 2005/403	Flieskoeffizienten von feinen Gesteinskörnungen aus der Schweiz	2015
1512	SVI 2004/069	Veloverkehr in den Agglomerationen - Einflussfaktoren, Massnahmen und Potenziale	2015
1511	VSS 2012/601	Die Physik zwischen Salz, Schnee und Reifen	2015
1510	VSS 2005/453	Forschungspaket Recycling von Ausbauasphalt in Heissmischgut: EP2: Mehrfachrecycling von Strassenbelägen	2015
1509	ASTRA 2010/022	Markt- und Nutzermonitoring Elektromobilität (MANUEL)	2015
1508	VSS 2011/716	Forschungspaket Nutzensteigerung für die Anwender des SIS: EP6: Schnittstellen aus den Auswertungssystemen SIS (SIS-DWH)	2015
1507	FGU 2007/004	TBM Tunneling in Faulted and Folded Rocks	2015
1506	VSS 2006/512_OBF	Forschungspaket Brückenabdichtungen: EP2 - Flüssigkunststoff-Abdichtungen, Erfassen der Verbundproblematik	2015
1505	VSS 2006/509	Abdichtungssysteme und bitumenhaltige Schichten auf Betonbrücken - Initialprojekt	2014
1504	VSS 2005/504	Druckschwellversuch zur Beurteilung des Verformungsverhaltens von Belägen	2014
1503	VSS 2006/515_OBF	Research Package on Bridge Deck Waterproofing Systems: EP5-Mechanisms of Blister Formation	2014
1502	VSS 2010/502	Road – landside interaction : Applications	2014
1501	VSS 2011/705	Grundlagen zur Anwendung von Lebenszykluskosten im Erhaltungsmanagement von Strassenverkehrsanlagen	2014
1500	ASTRA 2010/007	SURPRICE (Sustainable mobility through road user charging) - Swiss contribution: Equity effects of congestion charges and intra-individual variation in preferences	2015
1499	ASTRA 2011/010	Stauprognoseverfahren und -systeme	2014
1498	VSS 2011/914	Coordinated Ramp Metering Control with Variable Speed Limits for Swiss Freeways	2014
1497	VSS 2009/705	Verfahren zur Bildung von homogenen Abschnitten der Strassenverkehrsanlage für das Erhaltungsmanagement Fahrbahnen	2014
1496	VSS 2010/601	Einfluss von Lärmschutzwänden auf das Raumnutzungsverhalten von Reptilien	2014
1495	VSS 2009/703	Zusammenhang Textur und Griffigkeit von Fahrbahnen und Einflüsse auf die Lärmemission	2014
1494	VSS 2010/704	Erhaltungsmanagement der Strassen - Erarbeiten der Grundlagen und Schadenkataloge zur systematischen Zustandserhebung und -bewertung von zusätzlichen Objekten der Strassen	2014
1493	VSS 2006/001	Neue Methoden zur Beurteilung der Tieftemperatureigenschaften von bitumenhaltigen Bindemitteln	2014
1492	SVI 2004/029	Kombiniertes Verkehrsmittel- und Routenwahlmodell	2014
1491	VSS 2007/704	Gesamtbewertung von Kunstbauten	2014
1490	FGU 2004/002	Langzeit-Beständigkeit von Tunnel-Abdichtungssystemen aus Kunststoffen (Best TASK)	2014
1489	VSS 2006/516_OBF	Forschungspaket Brückenabdichtungen: EP6 - Anschlüsse von Brückenabdichtungen	2014
1488	SVI 2007/020	Methodik zur Nutzenermittlung von Verkehrsdosierungen	2014
1487	SVI 2008/001	Erfahrungsbericht Forschungsbündel	2014
1486	SVI 2004/005	Partizipation in Verkehrsprojekten	2014
1485	VSS 2007/401	Anforderungen an Anschlussfugensysteme in Asphaltdecken - Teil 1: Praxiserfahrung	2014
1484	FGU 2010/003	Misestimating time of collision in the tunnel entrance due to a disturbed adaptation	2014
1483	VSS 2005/452	Forschungspaket Recycling von Ausbauasphalt in Heissmischgut: EP1: Optimaler Anteil an Ausbauasphalt	2014
1482	ASTRA 2010/018	SURPRICE: Sustainable mobility through road user charges Swiss contribution: Comprehensive road user charging (RUC)	2015
1481	VSS 2001/702	Application des méthodes de représentation aux données routières	2014
1480	ASTRA 2008/004	Prozess- und wirkungsorientiertes Management im betrieblichen Strassenunterhalt Modell eines siedlungsübergreifenden Unterhalts	2014

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1479	ASTRA 2005/004	Entscheidungsgrundlagen & Empfehlungen für ein nachhaltiges Baustoffmanagement	2014
1478	VSS 2005/455	Research Package on Recycling of Reclaimed Asphalt in Hot Mixes - EP4: Evaluation of Durability	2014
1477	VSS 2008/503	Feldversuch mit verschiedenen Pflasterungen und Plattendecken	2014
1476	VSS 2011/202	Projet initial pour la conception multi-usagers des carrefours	2014
1475	VSS 1999/125	Ringversuch "Eindringtiefe eines ebenen Stempels, statische Prüfung an Gussasphalt"	2014
1474	VSS 2009/704	Wechselwirkung zwischen Aufgrabungen, Zustand und Alterungsverhalten im kommunalen Strassennetz-Entwicklung eines nachhaltigen Aufgrabungsmanagement	2014
1473	VSS 2011/401	Forschungspaket "POLIGRIP - Einfluss der Polierbarkeit von Gesteinskörnungen auf die Griffbarkeit von Deckschichten - Initialprojekt"	2014
1472	SVI 2010/003	Einfluss der Verlässlichkeit der Verkehrssysteme auf das Verkehrsverhalten	2014
1471	ASTRA 2008/011	Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr Forschungspaket UVEK/ASTRA - Synthese	2014
1470	VSS 2011/907	Initialprojekt für ein Forschungspaket "Kooperative Systeme für Fahrzeug und Strasse"	2014
1469	VSS 2008/902	Untersuchungen zum Einsatz von Bewegungssensoren für fahrzeitbezogene Verkehrs-telematik-Anwendungen	2014
1468	VSS 2010/503	Utilisation des géostructures énergétiques pour la régulation thermique et l'optimisation énergétique des infrastructures routières et ouvrages d'art	2014
1467	ASTRA 2010/021	Sekundärer Feinstaub vom Verkehr	2014
1466	VSS 2010/701	Grundlagen zur Revision der Normen über die visuelle Erhebung des Oberflächenzustands	2014
1465	ASTRA 2000/417	Erfahrungen mit der Sanierung und Erhaltung von Betonoberflächen	2014
1464	VSS 2002/403	Récupération de liants modifiés aux polymères issus d'échantillons d'enrobés	2014
1463	VSS 2006/511_OBF	Forschungspaket Brückenabdichtungen: EP1 – Standfester Gesamtaufbau, Prüfung und Bewertung	2014
1462	ASTRA 2011/004	Ermittlung der Versagensgrenze eines T2 Norm-Belages mit der mobiles Grossversuchsanlage MLS10	2014
1461	VSS 2001/506	Einfluss der Verdichtungs-temperatur auf die Ergebnisse der Marshall-Prüfung und der Einbaukontrolle	2014
1460	SVI 2007/017	Nutzen der Verkehrsinformation für die Verkehrssicherheit	2014
1459	VSS 2002/501	Leichtes Fallgewichtgerät für die Verdichtungskontrolle von Foundationsschichten	2014
1458	VSS 2010/703	Umsetzung Erhaltungsmanagement für Strassen in Gemeinden - Arbeitshilfen als Anhang zur Norm 640 980	2014
1457	SVI 2012/006	Forschungspaket VeSPA Teilprojekt 5: Medizinische Folgen des Strassenunfallgeschehens	2014
1456	SVI 2012/005	Forschungspaket VeSPA Teilprojekt 4: Einflüsse des Wetters auf das Strassenunfallgeschehen	2014
1455	SVI 2012/004	Forschungspaket VeSPA Teilprojekt 3: Einflüsse von Fahrzeugeigenschaften auf das Strassenunfallgeschehen	2014
1454	SVI 2012/003	Forschungspaket VeSPA Teilprojekt 2: Einflüsse von Situation und Infrastruktur auf das Strassenunfallgeschehen: Phase 1	2014
1453	SVI 2012/002	Forschungspaket VeSPA Teilprojekt 1: Einflüsse von Mensch und Gesellschaft auf das Strassenunfallgeschehen: Phase 1	2014
1452	SVI 2012/001	Forschungspaket VeSPA: Synthesebericht Phase 1	2014
1451	FGU 2010/006	Gasanalytik zur frühzeitigen Branddetektion in Tunneln	2013
1450	VSS 2002/401	Kaltrecycling von Ausbaupasphalt mit bituminösen Bindemitteln	2014
1449	ASTRA 2010/024	E-Scooter - Sozial- und naturwissenschaftliche Beiträge zur Förderung leichter Elektrofahrzeuge in der Schweiz	2013
1448	SVI 2009/008	Anforderungen der Güterlogistik an die Netzinfrastruktur und die langfristige Netzentwicklung in der Schweiz. Forschungspaket UVEK/ASTRA "Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz", Teilprojekt C	2014
1447	SVI 2009/005	Informationstechnologien in der zukünftigen Gütertransportwirtschaft Forschungspaket UVEK/ASTRA "Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz", Teilprojekt E	2013

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1446	VSS 2005/454	Forschungspaket Recycling von Ausbaupasphalt in Heissmischgut: EP3: Stofffluss- und Nachhaltigkeitsbeurteilung	2013
1445	VSS 2009/301	Öffnung der Busstreifen für weitere Verkehrsteilnehmende	2013
1444	VSS 2007/306	Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit von Anlagen des leichten Zweirad- und des Fussgängerverkehrs	2013
1443	VSS 2007/305	Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit des strassengebundenen ÖV	2013
1442	SVI 2010/004	Messen des Nutzens von Massnahmen mit Auswirkungen auf den Langsamverkehr - Vorstudie	2013
1441_2	SVI 2009/010	Zielsystem im Güterverkehr. Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz - Teilprojekt G	2013
1441_1	SVI 2009/010	Effizienzsteigerungspotenziale in der Transportwirtschaft durch integrierte Bewirtschaftungsinstrumente aus Sicht der Infrastrukturbetreiber Synthese der Teilprojekte B3, C, D, E und F des Forschungspakets Güterverkehr anhand eines Zielsystems für den Güterverkehr	2013
1440	SVI 2009/006	Benchmarking-Ansätze im Verkehrswesen	2013
1439	SVI 2009/002	Konzept zur effizienten Erfassung und Analyse der Güterverkehrsdaten Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz von Verkehrsmitteln im Güterverkehr der Schweiz TP A	2013
1438_2	SVI 2009/011	Ortsbezogene Massnahmen zur Reduktion der Auswirkungen des Güterverkehrs - Teil 2. Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz TP H	2013
1438_1	SVI 2009/011	Ortsbezogene Massnahmen zur Reduktion der Auswirkungen des Güterverkehrs - Teil 1. Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz TP H	2013
1437	VSS 2008/203	Trottoirüberfahrten und punktuelle Querungen ohne Vortritt für den Langsamverkehr	2013
1436	VSS 2010/401	Auswirkungen verschiedener Recyclinganteile in ungebundenen Gemischen	2013
1435	FGU 2008/007_OBF	Schadstoff- und Rauchkurzschlüsse bei Strassentunneln	2013
1434	VSS 2006/503	Performance Oriented Requirements for Bituminous Mixtures	2013
1433	ASTRA 2010/001	Güterverkehr mit Lieferwagen: Entwicklungen und Massnahmen Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz TP B3	2013
1432	ASTRA 2007/011	Praxis-Kalibrierung der neuen mobilen Grossversuchsanlage MLS10 für beschleunigte Verkehrslastsimulation auf Strassenbelägen in der Schweiz	2013
1431	ASTRA 2011/015	TeVeNOx - Testing of SCR-Systems on HD-Vehicles	2013
1430	ASTRA 2009/004	Impact des conditions météorologiques extrêmes sur la chaussée	2013
1429	SVI 2009/009	Einschätzungen der Infrastrukturmutter zur Weiterentwicklung des Regulativs Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz TP F	2013
1428	SVI 2010/005	Branchenspezifische Logistikkonzepte und Güterverkehrsaufkommen sowie deren Trends Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz TP B2	2013
1427	SVI 2006/002	Begegnungszonen - eine Werkschau mit Empfehlungen für die Realisierung	2013
1426	ASTRA 2010/025_OBF	Luftströmungsmessung in Strassentunneln	2013
1425	VSS 2005/401	Résistance à l'altération des granulats et des roches	2013
1424	ASTRA 2006/007	Optimierung der Baustellenplanung an Autobahnen	2013
1423	ASTRA 2010/012	Forschungspaket: Lärmarme Beläge innerorts EP3: Betrieb und Unterhalt lärmarmen Beläge	2013
1422	ASTRA 2011/006_OBF	Fracture processes and in-situ fracture observations in Gipskeuper	2013
1421	VSS 2009/901	Experimenteller Nachweis des vorgeschlagenen Raum- und Topologiemodells für die VM-Anwendungen in der Schweiz (MDATrafo)	2013
1420	SVI 2008/003	Projektfreiräume bei Strassen und Plätzen	2013
1419	VSS 2001/452	Stabilität der Polymere beim Heisseinbau von PmB-haltigen Strassenbelägen	2013

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1418	VSS 2008/402	Anforderungen an hydraulische Eigenschaften von Geokunststoffen	2012
1417	FGU 2009/002	Heat Exchanger Anchors for Thermo-active Tunnels	2013
1416	FGU 2010/001	Sulfatwiderstand von Beton: verbessertes Verfahren basierend auf der Prüfung nach SIA 262/1, Anhang D	2013
1415	VSS 2010/A01	Wissenslücken im Infrastrukturmanagementprozess "Strasse" im Siedlungsgebiet	2013
1414	VSS 2010/201	Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausstattung	2013
1413	SVI 2009/003	Güterverkehrsintensive Branchen und Güterverkehrsströme in der Schweiz Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz Teilprojekt B1	2013
1412	ASTRA 2010/020	Werkzeug zur aktuellen Gangliniennorm	2013
1411	VSS 2009/902	Verkehrstelematik für die Unterstützung des Verkehrsmanagements in ausserordentlichen Lagen	2013
1410	VSS 2010/202_OBF	Reduktion von Unfallfolgen bei Bränden in Strassentunneln durch Abschnittsbildung	2013
1409	ASTRA 2010/017_OBF	Regelung der Luftströmung in Strassentunneln im Brandfall	2013
1408	VSS 2000/434	Viellissement thermique des enrobés bitumineux en laboratoire	2012
1407	ASTRA 2006/014	Fusion des indicateurs de sécurité routière : FUSAIN	2012
1406	ASTRA 2004/015	Amélioration du modèle de comportement individuel du Conducteur pour évaluer la sécurité d'un flux de trafic par simulation	2012
1405	ASTRA 2010/009	Potential von Photovoltaik an Schallschutzmassnahmen entlang der Nationalstrassen	2012
1404	VSS 2009/707	Validierung der Kosten-Nutzen-Bewertung von Fahrbahn-Erhaltungsmassnahmen	2012
1403	SVI 2007/018	Vernetzung von HLS- und HVS-Steuerungen	2012
1402	VSS 2008/403	Witterungsbeständigkeit und Durchdrückverhalten von Geokunststoffen	2012
1401	SVI 2006/003	Akzeptanz von Verkehrsmanagementmassnahmen-Vorstudie	2012
1400	VSS 2009/601	Begrünte Stützgitterböschungssysteme	2012
1399	VSS 2011/901	Erhöhung der Verkehrssicherheit durch Incentivierung	2012
1398	ASTRA 2010/019	Environmental Footprint of Heavy Vehicles Phase III: Comparison of Footprint and Heavy Vehicle Fee (LSVA) Criteria	2012
1397	FGU 2008/003_OBF	Brandschutz im Tunnel: Schutzziele und Brandbemessung Phase 1: Stand der Technik	2012
1396	VSS 1999/128	Einfluss des Umhüllungsgrades der Mineralstoffe auf die mechanischen Eigenschaften von Mischgut	2012
1395	FGU 2009/003	KarstALEA: Wegleitung zur Prognose von karstspezifischen Gefahren im Untertagbau	2012
1394	VSS 2010/102	Grundlagen Betriebskonzepte	2012
1393	VSS 2010/702	Aktualisierung SN 640 907, Kostengrundlage im Erhaltungsmanagement	2012
1392	ASTRA 2008/008_009	FEHRL Institutes WIM Initiative (Fwi)	2012
1391	ASTRA 2011/003	Leitbild ITS-CH Landverkehr 2025/30	2012
1390	FGU 2008/004_OBF	Einfluss der Grundwasserströmung auf das Quellverhalten des Gipskeupers im Belchentunnel	2012
1389	FGU 2003/002	Long Term Behaviour of the Swiss National Road Tunnels	2012
1388	SVI 2007/022	Möglichkeiten und Grenzen von elektronischen Busspuren	2012
1387	VSS 2010/205_OBF	Ablage der Prozessdaten bei Tunnel-Prozessleitsystemen	2012
1386	VSS 2006/204	Schallreflexionen an Kunstbauten im Strassenbereich	2012
1385	VSS 2004/703	Bases pour la révision des normes sur la mesure et l'évaluation de la planéité des chaussées	2012
1384	VSS 1999/249	Konzeptuelle Schnittstellen zwischen der Basisdatenbank und EMF-, EMK- und EMT-DB	2012
1383	FGU 2008/005	Einfluss der Grundwasserströmung auf das Quellverhalten des Gipskeupers im Chienbergtunnel	2012
1382	VSS 2001/504	Optimierung der statischen Eindringtiefe zur Beurteilung von harten Gussasphaltsorten	2012

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1381	SVI 2004/055	Nutzen von Reisezeiteinsparungen im Personenverkehr	2012
1380	ASTRA 2007/009	Wirkungsweise und Potential von kombinierter Mobilität	2012
1379	VSS 2010/206_OBF	Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen bei Tunnel-Prozessleitsystemen	2012
1378	SVI 2004/053	Mehr Sicherheit dank Kernfahrbahnen?	2012
1377	VSS 2009/302	Verkehrssicherheitsbeurteilung bestehender Verkehrsanlagen (Road Safety Inspection)	2012
1376	ASTRA 2011/008_004	Erfahrungen im Schweizer Betonbrückenbau	2012
1375	VSS 2008/304	Dynamische Signalisierungen auf Hauptverkehrsstrassen	2012
1374	FGU 2004/003	Entwicklung eines zerstörungsfreien Prüfverfahrens für Schweissnähte von KDB	2012
1373	VSS 2008/204	Vereinheitlichung der Tunnelbeleuchtung	2012
1372	SVI 2011/001	Verkehrssicherheitsgewinne aus Erkenntnissen aus Datapooling und strukturierten Datenanalysen	2012
1371	ASTRA 2008/017	Potenzial von Fahrgemeinschaften	2011
1370	VSS 2008/404	Dauerhaftigkeit von Betonfahrbahnen aus Betongranulat	2011
1369	VSS 2003/204	Rétention et traitement des eaux de chaussée	2012
1368	FGU 2008/002	Soll sich der Mensch dem Tunnel anpassen oder der Tunnel dem Menschen?	2011
1367	VSS 2005/801	Grundlagen betreffend Projektierung, Bau und Nachhaltigkeit von Anschlussgleisen	2011
1366	VSS 2005/702	Überprüfung des Bewertungshintergrundes zur Beurteilung der Strassengriffigkeit	2010
1365	SVI 2004/014	Neue Erkenntnisse zum Mobilitätsverhalten dank Data Mining?	2011
1364	SVI 2009/004	Regulierung des Güterverkehrs Auswirkungen auf die Transportwirtschaft Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz TP D	2012
1363	VSS 2007/905	Verkehrsprognosen mit Online -Daten	2011
1362	SVI 2004/012	Aktivitätenorientierte Analyse des Neuverkehrs	2012
1361	SVI 2004/043	Innovative Ansätze der Parkraumbewirtschaftung	2012
1360	VSS 2010/203	Akustische Führung im Strassentunnel	2012
1359	SVI 2004/003	Wissens- und Technologietransfer im Verkehrsbereich	2012
1358	SVI 2004/079	Verkehrsranbindung von Freizeitanlagen	2012
1357	SVI 2007/007	Unaufmerksamkeit und Ablenkung: Was macht der Mensch am Steuer?	2012
1356	SVI 2007/014	Kooperation an Bahnhöfen und Haltestellen	2011
1355	FGU 2007/002	Prüfung des Sulfatwiderstandes von Beton nach SIA 262/1, Anhang D: Anwendbarkeit und Relevanz für die Praxis	2011
1354	VSS 2003/203	Anordnung, Gestaltung und Ausführung von Treppen, Rampen und Treppentwegen	2011
1353	VSS 2000/368	Grundlagen für den Fussverkehr	2011
1352	VSS 2008/302	Fussgängerstreifen (Grundlagen)	2011
1351	ASTRA 2009/001	Development of a best practice methodology for risk assessment in road tunnels	2011
1350	VSS 2007/904	IT-Security im Bereich Verkehrstelematik	2011
1349	VSS 2003/205	In-Situ-Abflussversuche zur Untersuchung der Entwässerung von Autobahnen	2011
1348	VSS 2008/801	Sicherheit bei Parallelführung und Zusammentreffen von Strassen mit der Schiene	2011
1347	VSS 2000/455	Leistungsfähigkeit von Parkieranlagen	2010
1346	ASTRA 2007/004	Quantifizierung von Leckagen in Abluftkanälen bei Strassentunneln mit konzentrierter Rauchabsaugung	2010
1345	SVI 2004/039	Einsatzbereiche verschiedener Verkehrsmittel in Agglomerationen	2011
1344	VSS 2009/709	Initialprojekt für das Forschungspaket "Nutzensteigerung für die Anwender des SIS"	2011
1343	VSS 2009/903	Basistechnologien für die intermodale Nutzungserfassung im Personenverkehr	2011
1342	FGU 2005/003	Untersuchungen zur Frostkörperbildung und Frosthebung beim Gefrierverfahren	2010
1341	FGU 2007/005	Design aids for the planning of TBM drives in squeezing ground	2011
1340	SVI 2004/051	Aggressionen im Verkehr	2011
1339	SVI 2005/001	Widerstandsfunktionen für Innerorts-Strassenabschnitte ausserhalb des Einflussbereiches von Knoten	2010
1338	VSS 2006/902	Wirkungsmodelle für fahrzeugseitige Einrichtungen zur Steigerung der Verkehrssicherheit	2009

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1337	ASTRA 2006/015	Development of urban network travel time estimation methodology	2011
1336	ASTRA 2007/006	SPIN-ALP: Scanning the Potential of Intermodal Transport on Alpine Corridors	2010
1335	VSS 2007/502	Stripping bei lärmindernden Deckschichten unter Überrollbeanspruchung im Labor-massstab	2011
1334	ASTRA 2009/009	Was treibt uns an? Antriebe und Treibstoffe für die Mobilität von Morgen	2011
1333	SVI 2007/001	Standards für die Mobilitätsversorgung im peripheren Raum	2011
1332	VSS 2006/905	Standardisierte Verkehrsdaten für das verkehrsträgerübergreifende Verkehrsmanagement	2011
1331	VSS 2005/501	Rückrechnung im Strassenbau	2011
1330	FGU 2008/006	Energiegewinnung aus städtischen Tunneln: Systemevaluation	2010
1329	SVI 2004/073	Alternativen zu Fussgängerstreifen in Tempo-30-Zonen	2010
1328	VSS 2005/302	Grundlagen zur Quantifizierung der Auswirkungen von Sicherheitsdefiziten	2011
1327	VSS 2006/601	Vorhersage von Frost und Nebel für Strassen	2010
1326	VSS 2006/207	Erfolgskontrolle Fahrzeugrückhaltesysteme	2011
1325	SVI 2000/557	Indices caractéristiques d'une cité-vélo. Méthode d'évaluation des politiques cyclables en 8 indices pour les petites et moyennes communes.	2010
1324	VSS 2004/702	Eigenheiten und Konsequenzen für die Erhaltung der Strassenverkehrsanlagen im überbauten Gebiet	2009
1323	VSS 2008/205	Ereignisdetektion im Strassentunnel	2011
1322	SVI 2005/007	Zeitwerte im Personenverkehr: Wahrnehmungs- und Distanzabhängigkeit	2008
1321	VSS 2008/501	Validation de foedomètre CRS sur des échantillons intacts	2010
1320	VSS 2007/303	Funktionale Anforderungen an Verkehrserfassungssysteme im Zusammenhang mit Lichtsignalanlagen	2010
1319	VSS 2000/467	Auswirkungen von Verkehrsberuhigungsmassnahmen auf die Lärmimmissionen	2010
1318	FGU 2006/001	Langzeitversuche an anhydritführenden Gesteinen	2010
1317	VSS 2000/469	Geometrisches Normalprofil für alle Fahrzeugtypen	2010
1316	VSS 2001/701	Objektorientierte Modellierung von Strasseninformationen	2010
1315	VSS 2006/904	Abstimmung zwischen individueller Verkehrsinformation und Verkehrsmanagement	2010
1314	VSS 2005/203	Datenbank für Verkehrsaufkommensraten	2008
1313	VSS 2001/201	Kosten-/Nutzenbetrachtung von Strassenentwässerungssystemen, Ökobilanzierung	2010
1312	SVI 2004/006	Der Verkehr aus Sicht der Kinder: Schulwege von Primarschulkindern in der Schweiz	2010
1311	VSS 2000/543	VIABILITE DES PROJETS ET DES INSTALLATIONS ANNEXES	2010
1310	ASTRA 2007/002	Beeinflussung der Luftströmung in Strassentunneln im Brandfall	2010
1309	VSS 2008/303	Verkehrsregelungssysteme - Modernisierung von Lichtsignalanlagen	2010
1308	VSS 2008/201	Hindernisfreier Verkehrsraum - Anforderungen aus Sicht von Menschen mit Behinderung	2010
1307	ASTRA 2006/002	Entwicklung optimaler Mischgüter und Auswahl geeigneter Bindemittel; D-A-CH - Initialprojekt	2008
1306	ASTRA 2008/002	Strassenglätte-Prognosesystem (SGPS)	2010
1305	VSS 2000/457	Verkehrserzeugung durch Parkieranlagen	2009
1304	VSS 2004/716	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen	2008
1303	ASTRA 2009/010	Geschwindigkeiten in Steigungen und Gefällen; Überprüfung	2010
1302	VSS 1999/131	Zusammenhang zwischen Bindemittleigenschaften und Schadensbildern des Belages?	2010
1301	SVI 2007/006	Optimierung der Strassenverkehrsfallstatistik durch Berücksichtigung von Daten aus dem Gesundheitswesen	2009
1300	VSS 2003/903	SATELROU Perspectives et applications des méthodes de navigation pour la télématique des transports routiers et pour le système d'information de la route	2010
1299	VSS 2008/502	Projet initial - Enrobés bitumineux à faibles impacts énergétiques et écologiques	2009
1298	ASTRA 2007/012	Griffigkeit auf winterlichen Fahrbahnen	2010

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1297	VSS 2007/702	Einsatz von Asphaltbewehrungen (Asphalteinlagen) im Erhaltungsmanagement	2009
1296	ASTRA 2007/008	Swiss contribution to the Heavy-Duty Particle Measurement Programme (HD-PMP)	2010
1295	VSS 2005/305	Entwurfsgrundlagen für Lichtsignalanlagen und Leitfaden	2010
1294	VSS 2007/405	Wiederhol- und Vergleichspräzision der Druckfestigkeit von Gesteinskörnungen am Haufwerk	2010
1293	VSS 2005/402	Détermination de la présence et de l'efficacité de dope dans les bétons bitumineux	2010
1292	ASTRA 2006/004	Entwicklung eines Pflanzenöl-Blockheizkraftwerkes mit eigener Ölmühle	2010
1291	ASTRA 2009/005	Fahrmuster auf überlasteten Autobahnen Simultanes Berechnungsmodell für das Fahrverhalten auf Autobahnen als Grundlage für die Berechnung von Schadstoffemissionen und Fahrzeitgewinnen	2010
1290	VSS 1999/209	Conception et aménagement de passages inférieurs et supérieurs pour piétons et deux-roues légers	2008
1289	VSS 2005/505	Affinität von Gesteinskörnungen und Bitumen, nationale Umsetzung der EN	2010
1288	ASTRA 2006/020	Footprint II - Long Term Pavement Performance and Environmental Monitoring on A1	2010
1287	VSS 2008/301	Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit von komplexen ungesteuerten Knoten: Analytisches Schätzverfahren	2009
1286	VSS 2000/338	Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit auf Strassen ohne Richtungstrennung	2010
1285	VSS 2002/202	In-situ Messung der akustischen Leistungsfähigkeit von Schallschirmen	2009
1284	VSS 2004/203	Evacuation des eaux de chaussée par les bas-cotés	2010
1283	VSS 2000/339	Grundlagen für eine differenzierte Bemessung von Verkehrsanlagen	2008
1282	VSS 2004/715	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen: Zusatzkosten infolge Vor- und Aufschub von Erhaltungsmaßnahmen	2010
1281	SVI 2004/002	Systematische Wirkungsanalysen von kleinen und mittleren Verkehrsvorhaben	2009
1280	ASTRA 2004/016	Auswirkungen von fahrzeuginternen Informationssystemen auf das Fahrverhalten und die Verkehrssicherheit Verkehrsprsychologischer Teilbericht	2010
1279	VSS 2005/301	Leistungsfähigkeit zweistreifiger Kreisel	2009
1278	ASTRA 2004/016	Auswirkungen von fahrzeuginternen Informationssystemen auf das Fahrverhalten und die Verkehrssicherheit - Verkehrstechnischer Teilbericht	2009
1277	SVI 2007/005	Multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Strassenverkehr - Vorstudie	2010
1276	VSS 2006/201	Überprüfung der schweizerischen Ganglinien	2008
1275	ASTRA 2006/016	Dynamic Urban Origin - Destination Matrix - Estimation Methodology	2009
1274	SVI 2004/088	Einsatz von Simulationswerkzeugen in der Güterverkehrs- und Transportplanung	2009
1273	ASTRA 2008/006	UNTERHALT 2000 - Massnahme M17, FORSCHUNG: Dauerhafte Materialien und Verfahren SYNTHESE - BERICHT zum Gesamtprojekt "Dauerhafte Beläge" mit den Einzelnen Forschungsprojekten: - ASTRA 200/419: Verhaltensbilanz der Beläge auf Nationalstrassen - ASTRA 2000/420: Dauerhafte Komponenten auf der Basis erfolgreicher Strecken - ASTRA 2000/421: Durabilité des enrobés - ASTRA 2000/422: Dauerhafte Beläge, Rundlaufversuch - ASTRA 2000/423: Griffigkeit der Beläge auf Autobahnen, Vergleich zwischen den Messergebnissen von SRM und SCRIM - ASTRA 2008/005: Vergleichsstrecken mit unterschiedlichen oberen Tragschichten auf einer Nationalstrasse	2008
1272	VSS 2007/304	Verkehrsregelungssysteme - behinderte und ältere Menschen an Lichtsignalanlagen	2010
1271	VSS 2004/201	Unterhalt von Lärmschirmen	2009
1270	VSS 2005/502	Interaktion Strasse Hangstabilität: Monitoring und Rückwärtsrechnung	2009
1269	VSS 2005/201	Evaluation von Fahrzeuqrückhaltesystemen im Mittelstreifen von Autobahnen	2009
1268	ASTRA 2005/007	PM10-Emissionsfaktoren von Abriebsparkeln des Strassenverkehrs (APART)	2009

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1267	VSS 2007/902	MDAinSVT Einsatz modellbasierter Datentransferformen (INTERLIS) in der Strassenverkehrstelematik	2009
1266	VSS 2000/343	Unfall- und Unfallkostenraten im Strassenverkehr	2009
1265	VSS 2005/701	Zusammenhang zwischen dielektrischen Eigenschaften und Zustandsmerkmalen von bitumenhaltigen Fahrbahnbelägen (Pilotuntersuchung)	2009
1264	SVI 2004/004	Verkehrspolitische Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung	2009
1263	VSS 2001/503	Phénomène du dégel des sols gélifs dans les infrastructures des voies de communication et les pergélisols alpins	2006
1262	VSS 2003/503	Lärmverhalten von Deckschichten im Vergleich zu Gussasphalt mit strukturierter Oberfläche	2009
1261	ASTRA 2004/018	Pilotstudie zur Evaluation einer mobilen Grossversuchsanlage für beschleunigte Verkehrslastsimulation auf Strassenbelägen	2009
1260	FGU 2005/001	Testeinsatz der Methodik "Indirekte Vorauserkundung von wasserführenden Zonen mittels Temperaturdaten anhand der Messdaten des Lötschberg-Basistunnels	2009
1259	VSS 2004/710	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen - Synthesebericht	2008
1258	VSS 2005/802	Kapitalstellen Anforderungen und Auswirkungen	2009
1257	SVI 2004/057	Wie Strassenraumbilder den Verkehr beeinflussen Der Durchfahrtswiderstand als Arbeitsinstrument bei der städtebaulichen Gestaltung von Strassenräumen	2009
1256	VSS 2006/903	Qualitätsanforderungen an die digitale Videobild-Bearbeitung zur Verkehrsüberwachung	2009
1255	VSS 2006/901	Neue Methoden zur Erkennung und Durchsetzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit	2009
1254	VSS 2006/502	Drains verticaux préfabriqués thermiques pour la consolidation in-situ des sols	2009
1253	VSS 2001/203	Rétention des polluants des eaux de chaussées selon le système "infiltrations sur les talus". Vérification in situ et optimisation	2009
1252	SVI 2003/001	Nettoverkehr von verkehrsintensiven Einrichtungen (VE)	2009
1251	ASTRA 2002/405	Incidence des granulats arrondis ou partiellement arrondis sur les propriétés d'adhérence des bétons bitumineux	2008
1250	VSS 2005/202	Strassenabwasser Filterschacht	2007
1249	FGU 2003/004	Einflussfaktoren auf den Brandwiderstand von Betonkonstruktionen	2009
1248	VSS 2000/433	Dynamische Eindringtiefe zur Beurteilung von Gussasphalt	2008
1247	VSS 2000/348	Anforderungen an die strassenseitige Ausrüstung bei der Umwidmung von Standstreifen	2009
1246	VSS 2004/713	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen: Bedeutung Oberflächenzustand und Tragfähigkeit sowie gegenseitige Beziehung für Gebrauchs- und Substanzwert	2009
1245	VSS 2004/701	Verfahren zur Bestimmung des Erhaltungsbedarfs in kommunalen Strassennetzen	2009
1244	VSS 2004/714	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen - Gesamtnutzen und Nutzen-Kosten-Verhältnis von standardisierten Erhaltungsmassnahmen	2008
1243	VSS 2000/463	Kosten des betrieblichen Unterhalts von Strassenanlagen	2008
1242	VSS 2005/451	Recycling von Ausbauasphalt in Heissmischgut	2007
1241	ASTRA 2001/052	Erhöhung der Aussagekraft des LCPC Spurbildungstests	2009
1240	ASTRA 2002/010	L'acceptabilité du péage de congestion : Résultats et analyse de l'enquête en Suisse	2009
1239	VSS 2000/450	Bemessungsgrundlagen für das Bewehren mit Geokunststoffen	2009
1238	VSS 2005/303	Verkehrssicherheit an Tagesbaustellen und bei Anschlüssen im Baustellenbereich von Hochleistungsstrassen	2008
1237	VSS 2007/903	Grundlagen für eCall in der Schweiz	2009
1236	ASTRA 2008/008_07	Analytische Gegenüberstellung der Strategie- und Tätigkeitsschwerpunkte ASTRA-AIPCR	2008
1235	VSS 2004/711	Forschungspaket Massnahmenplanung im EM von Fahrbahnen - Standardisierte Erhaltungsmassnahmen	2008

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1234	VSS 2006/504	Expérimentation in situ du nouveau drainomètre européen	2008
1233	ASTRA 2000/420	Unterhalt 2000 Forschungsprojekt FP2 Dauerhafte Komponenten bitumenhaltiger Belagschichten	2009
676	AGB 2011/002	Modelling the corrosion initiation of reinforced concrete exposed to deicing salts	2016
674	AGB 2010/006	Einfluss des Asphaltbelages auf die Dynamik von Fussgängerbrücken aus Beton und Stahl	2015
673	AGB 2006/017	Dynamic structural capacity of reinforced concrete slabs due to rockfall	2015
671	AGB 2009/008	Résistance à l'effort tranchant de dalles de roulement sous actions statiques et de fatigue	2015
670	AGB 2012/013	Optimierung und Validierung von Verfahren zur Bestimmung der Korrosionsgeschwindigkeit in Stahlbeton	2015
669	AGB 2008/007	Zentrale Dokumentation der mechanischen Eigenschaften alter Bewehrungen	2015
668	AGB 2009/004_OBF	Multifunktionaler Hochleistungsoberflächenschutz für Kunstbauten	2015
667	AGB 2008/004	Résistance au déversement des poutres métalliques de pont	2015
666	AGB 2012/015	Structural Identification for Condition Assessment of Swiss Bridges	2015
665	AGB 2011/001	Wirksamkeit und Prüfung der Nachbehandlungsmethoden von Beton	2014
664	AGB 2009/005	Charges de trafic actualisées pour les dalles de roulement en béton des ponts existants	2014
663	AGB 2003/014	Seismic Safety of Existing Bridges	2014
662	AGB 2008/001	Seismic Safety of Existing Bridges - Cyclic Inelastic Behaviour of Bridge Piers	2014
661	AGB 2010/002	Fatigue limit state of shear studs in steel-concrete composite road bridges	2014
660	AGB 2008/002	Indirekt gelagerte Betonbrücken - Sachstandsbericht	2014
659	AGB 2009/014	Suizidprävention bei Brücken: Follow-Up	2014
658	AGB 2006/015_OBF	Querkraftwiderstand vorgespannter Brücken mit ungenügender Querkraftbewehrung	2014
657	AGB 2003/012	Brücken in Holz: Möglichkeiten und Grenzen	2013
656	AGB 2009/015	Experimental verification of integral bridge abutments	2013
655	AGB 2007/004	Fatigue Life Assessment of Roadway Bridges Based on Actual Traffic Loads	2013
654	AGB 2005-008	Thermophysical and Thermomechanical Behavior of Cold-Curing Structural Adhesives in Bridge Construction	2013
653	AGB 2007/002	Poinçonnement des ponts dalles précontraintes	2013
652	AGB 2009/006	Detektion von Betonstahlbrüchen mit der magnetischen Streufeldmethode	2013
651	AGB 2006/006_OBF	Instandsetzung und Monitoring von AAR-geschädigten Stützmauern und Brücken	2013
650	AGB 2005/010	Korrosionsbeständigkeit von nichtrostenden Betonstählen	2012
649	AGB 2008/012	Anforderungen an den Karbonatisierungswiderstand von Betonen	2012
648	AGB 2005/023 + AGB 2006/003	Validierung der AAR-Prüfungen für Neubau und Instandsetzung	2011
647	AGB 2004/010	Quality Control and Monitoring of electrically isolated post-tensioning tendons in bridges	2011
646	AGB 2005/018	Interactin sol-structure : ponts à culées intégrales	2010
645	AGB 2005/021	Grundlagen für die Verwendung von Recyclingbeton aus Betongranulat	2010
644	AGB 2005/004	Hochleistungsfähiger Faserfeinkornbeton zur Effizienzsteigerung bei der Erhaltung von Kunstbauten aus Stahlbeton	2010
643	AGB 2005/014	Akustische Überwachung einer stark geschädigten Spannbetonbrücke und Zustandserfassung beim Abbruch	2010
642	AGB 2002/006	Verbund von Spanngliedern	2009
641	AGB 2007/007	Empfehlungen zur Qualitätskontrolle von Beton mit Luftpermeabilitätsmessungen	2009
640	AGB 2003/011	Nouvelle méthode de vérification des ponts mixtes à âme pleine	2010
639	AGB 2008/003	RiskNow-Falling Rocks Excel-basiertes Werkzeug zur Risikoermittlung bei Steinschlag-schutzgalerien	2010
638	AGB2003/003	Ursachen der Rissbildung in Stahlbetonbauwerken aus Hochleistungsbeton und neue Wege zu deren Vermeidung	2008
637	AGB 2005/009	Détermination de la présence de chlorures à l'aide du Géoradar	2009
636	AGB 2002/028	Dimensionnement et vérification des dalles de roulement de ponts routiers	2009

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
635	AGB 2004/002	Applicabilité de l'enrobé drainant sur les ouvrages d'art du réseau des routes nationales	2008
634	AGB 2002/007	Untersuchungen zur Potenzialfeldmessung an Stahlbetonbauten	2008
633	AGB 2002/014	Oberflächenschutzsysteme für Betontragwerke	2008
632	AGB 2008/201	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten Testregion - Methoden zur Risikobeurteilung Schlussbericht	2010
631	AGB 2000/555	Applications structurales du Béton Fibré à Ultra-hautes Performances aux ponts	2008
630	AGB 2002/016	Korrosionsinhibitoren für die Instandsetzung chloridverseuchter Stahlbetonbauten	2010
629	AGB 2003/001 + AGB 2005/019	Integrale Brücken - Sachstandsbericht	2008
628	AGB 2005/026	Massnahmen gegen chlorid-induzierte Korrosion und zur Erhöhung der Dauerhaftigkeit	2008
627	AGB 2002/002	Eigenschaften von normalbreiten und überbreiten Fahrbahnübergängen aus Polymerbitumen nach starker Verkehrsbelastung	2008
626	AGB 2005/110	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Baustellensicherheit bei Kunstbauten	2009
625	AGB 2005/109	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Effektivität und Effizienz von Massnahmen bei Kunstbauten	2009
624	AGB 2005/108	Sicherheit des Verkehrssystems / Strasse und dessen Kunstbauten / Risikobeurteilung für Kunstbauten	2010
623	AGB 2005/107	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Tragsicherheit der bestehenden Kunstbauten	2009
622	AGB 2005/106	Rechtliche Aspekte eines risiko- und effizienzbasierten Sicherheitskonzepts	2009
621	AGB 2005/105	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten Szenarien der Gefahrenentwicklung	2009
620	AGB 2005/104	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Effektivität und Effizienz von Massnahmen	2009
619	AGB 2005/103	Sicherheit des Verkehrssystems / Strasse und dessen Kunstbauten / Ermittlung des Netzzrisikos	2010
618	AGB 2005/102	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Methodik zur vergleichenden Risikobeurteilung	2009
617	AGB 2005/100	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten Synthesebericht	2010
616	AGB 2002/020	Beurteilung von Risiken und Kriterien zur Festlegung akzeptierter Risiken in Folge aussergewöhnlicher Einwirkungen bei Kunstbauten	2009