Name der AiF-Forschungsvereinigung (FV)	IGF-Vorhaben-Nr: Blatt-Nr./Jury-Nr.:: IGF-Antrags-Nr.: /
Aktenzeichen der FV	(wird von der AiF eingesetzt)

Kurzbeschreibung zum Forschungsantrag

1 Forschungsthema

Zyklische Schersteifigkeits- und Scherermüdungsprüfung zur Bewertung und Optimierung des Schichtenverbundes in Straßenbefestigungen aus Asphalt

2 Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Problemstellung

Straßenbefestigungen aus Asphalt sind bedingt durch die eingesetzten Baustoffe und die Einbautechnologie schichtweise (unterschiedliche Asphaltrezepturen Schicht für Schicht) aufgebaut. Im Regelfall werden auf ungebundenen Schichten eine Trag-, eine Binder- und eine Deckschicht aus Asphaltmischgutsorten mit jeweils unterschiedlicher Rezeptur eingebaut.
Verkehrsbelastung und witterungsbedingte Einwirkungen können an der Schichtgrenze extreme Beanspruchungen hervorrufen. Insbesondere Schubbeanspruchungen (aus Beschleunigungs- und Bremsmanövern) führen bei Überbeanspruchung der Verbundwirkung an der Schichtgrenze zu horizontalen Verschiebungen und folglich zu einer Veränderung des dreidimensionalen Beanspruchungszustandes in der gesamten Befestigung. Es resultieren eine Reduktion bzw. ein Verlust der strukturellen Tragfähigkeit, ein Abheben der Deckschicht, Schlaglochbildung, vorzeitige Materialermüdung und eine deutlich kürzere Nutzungsdauer der Gesamtbefestigung.
Vollständiger Verbund zwischen den Schichten in Asphaltbefestigungen besteht, wenn an der Grenzfläche eine vollflächige Verbindung besteht. Dann ist infolge kombinierter Effekte aus Reibung, Verzahnung und Verklebung eine vollständige Übertragung von Scher- und Normalspannungen gegeben. Relativverschiebungen zwischen den Schichten sind nicht möglich.
Bei intakten Straßenbefestigungen aus Asphalt gibt es nach dem derzeitigen Kenntnisstand weder vollständigen noch fehlenden Verbund. Vielmehr ist davon auszugehen, dass auch in einwandfreien Befestigungen stets nur teilweiser Verbund vorherrscht.
Bei vollem Verbund wirken die Schichten einer Asphaltbefestigung als strukturelle Einheit. Bislang wird bei der Dimensionierung des Straßenaufbaus (üblicherweise nach Mehrschichtentheorie) vollständiger Schichtenverbund zwischen allen Schichten vorausgesetzt, weil nur dann eine optimale lastabtragende Wirkung gegeben ist. Bei vollem Verbund sind die resultierenden Spannungen und Dehnungen auf ein zulässiges Maß reduziert, sodass dauerhaft keine strukturellen Schäden auftreten und somit die Befestigung eine größtmögliche Nutzungsdauer erreicht.
Im AiF-Projekt Nr. 13589 BR/1 konnte gezeigt werden, dass ein vollständiger Verbund auch bei optimalen Einbaubedingungen praktisch nicht erreicht werden kann. Vielmehr wird der in der Straße vorhandene Verbund maßgeblich vom geometrie-, temperatur- und verkehrslastbedingten Spannungszustand bestimmt. Bei tiefen Temperaturen und hohen vertikalen Normaldruckspannungen erreicht der Scherwiderstand einen Maximalwert, so dass nahezu vollständiger Verbund angenommen werden kann. Jedoch bei hohen Temperaturen und geringen bzw. nicht vorhandenen Normaldruckspannungen sinken Scherwiderstand und Verbundwirkung. Insbesondere bei „lose“ aufeinander liegenden Schichten – wenn infolge ungünstiger Witterungs-

und Einbaubedingungen keine Verklebung erreicht wurde – ist der Scherwiderstand vor allem bei geringer wirkender Normalspannung deutlich niedriger als bei vollständig verklebten Schichten.
Die Beurteilung des Schichtenverbundes einer Asphaltbefestigung basiert in Deutschland zurzeit auf den Ergebnissen des Abscherversuches. Bei diesem statischen Prüfverfahren wird an aus der Straße entnommenen Bohrkernen mit Durchmesser von 150 mm die Verbundwirkung an der Schichtengrenzfläche bestimmt. Die Prüfung erfolgt durch weggeregeltes Abscheren der Bohrkernhälften unter isothermen Prüfbedingungen. Bei einem konstanten Vorschubweg von 50 mm pro Minute und einer Prüftemperatur von 20°C wird die zur Abscherung notwendige Kraft ermittelt und als Kriterium für die Beurteilung des herstellungstechnisch erzielten Schichtenverbunds herangezogen.
Zu diesem Verfahren besteht ein großer Erfahrungshintergrund zu unterschiedlichen Verbundsystemen mit Variation von Bitumenemulsionsmengen und -arten auf unbehandelten und vorbehandelten Unterlagen. Entsprechende Anforderungswerte sind in den ZTV Asphalt-StB 07 angegeben. Allerdings kommt ein Abscheren bis zum Versagen, wie es hier prüftechnisch nachvollzogen wird, an der Schichtgrenze in der Straßenbefestigung nicht vor. Durch die Versuchsanordnung ist weder der in der Straße vorhandene Einspannungszustand in horizontaler Richtung berücksichtigt, noch die unter Verkehrsbelastung auf die Schichtengrenzfläche vertikal wirkende Druckbeanspruchung.
Dieses Prüfverfahren lässt keine Ableitung physikalisch interpretierbarer Materialparameter zur Beschreibung des in der Befestigung tatsächlich wirkenden Verbundverhaltens zu, da hier nicht die in der Straßenbefestigung herrschenden Beanspruchungen infolge einer wiederholten und ortsveränderlichen Belastung simuliert werden können. Der statische Abscherversuch ist somit ungeeignet für eine Ableitung jener Materialparameter, die für die rechnerische Dimensionierung von Asphaltbefestigungen zur Berücksichtigung der Verbundwirkung im System sowie für eine Simulation der Nutzungsdauer der Straßenbefestigung heute unbedingt benötigt werden.
Im Rahmen des AiF-IGF Projektes Nr. 13589 BR/1 „Untersuchungen zur Wirksamkeit des Haftverbundes und dessen Auswirkung auf die Lebensdauer von Asphaltbefestigungen“ wurde aus diesem Grund ein neues Prüfverfahren mit der Möglichkeit einer zyklischen Belastung entwickelt, welches eine realitätsnähere bzw. performance-orientierte Prüfung der Verbundwirkung ermöglicht (siehe Abbildung 1 und 2).

Abbildung 1: Prüfvorrichtung

Abbildung 2: Schematische Darstellung der offenen Prüfvorrichtung

Mit Hilfe dieser Prüfvorrichtung kann die an einer Verbundgrenze infolge der Verkehrsübergänge wirkende zeitlich veränderliche Horizontalbeanspruchung mittels zyklischer Anregung simuliert werden. Dabei wird ein Bohrkern mit Durchmesser von 100 mm halbseitig in der Lage fixiert, während die zweite Bohrkernhälfte durch eine Sinusschwingung so angeregt wird, dass eine Verschiebung senkrecht zur Bohrkernachse erzeugt wird.
Als Reaktion auf die sinusförmige Anregung wird die sinusförmige Kraft aufgezeichnet, deren Verlauf aufgrund der visko-elastischen Asphalteigenschaften zeitverschoben ist (feststellbar in

der zeitlichen Verschiebung der Weg-Kraft-Signale und beschreibbar mit dem Phasenwinkel). Der resultierende Spannungsverlauf kann als Funktion systematisch variierter Beanspruchungsbedingungen bestimmt werden (Scherweg, Frequenz, Normalspannung, Prüftemperatur) und ist ein Maß für den materialspezifischen Scherwiderstand im geprüften Querschnitt. Analog zu den bei der rechnerischen Dimensionierung Verwendung findenden Prüfverfahren (z. B. Spaltzug-Schwellversuch nach AL Sp-Asphalt 09) können komplexe Schersteifigkeitsmoduln G* in Abhängigkeit von der Normalspannung als Eingangswerte für die Dimensionierung bestimmt werden. Ein Scherbruch und die Bestimmung der Scherfestigkeit werden bei diesem Prüfverfahren nicht angestrebt.
Die zyklische Prüfung der Verbundwirkung wurde u. a. mit dem Ziel entwickelt, den Schichtenverbund hinsichtlich seines Einflusses auf die rechnerische Dimensionierung der notwendigen Schichtdicken berücksichtigen zu können. Ferner ist die Beurteilung der Verbundwirkung bezüglich der Auswirkung auf die Dauerhaftigkeit der Straßenbefestigung nur mit Hilfe von Prognoserechnungen auf der Grundlage realitätsnaher Annahmen für das Verhalten der Baustoffe und der Befestigung möglich.

3 Forschungsziel / Ergebnisse / Lösungsweg

3.1 Forschungsziel und angestrebte Forschungsergebnisse

Mit dem vorliegenden Projektantrag sollen auf der Grundlage der an der TU Dresden entwickelten Prüfvorrichtung (siehe oben) die praxisgerechte Beschreibung und Beurteilung der Verbundwirkung in Asphaltbefestigungen zur Schaffung eines umfassenden Bewertungshintergrundes weiterentwickelt und die Kenntnisse zu den Einflüssen auf den Schichtenverbund vervollständigt werden. Folgende Ziele werden verfolgt:

- Ermittlung der Prüfpräzision unter Wiederholbedingungen,
- Einfluss der Probekörperherstellung auf die Versuchsergebnisse (Labor/ Bohrkernentnahme in-situ), getrennte quantitative Erfassung der Einflüsse aus Verzahnung und Verklebung auf die Versuchsergebnisse,
- Untersuchungen hinsichtlich der Veränderung der Verbundwirkung bei wiederholter Belastung infolge Ermüdung,
- Auswirkungen verschiedener Bitumenemulsionen, Haftkleber (Bitumenemulsion mit Fluxöl), Haftklebermengen sowie Verschmutzungsgrade der überbauten Oberfläche auf die gemessene Verbundwirkung,
- Berechnung der Variation des Beanspruchungszustandes von Asphaltbefestigungen infolge verschiedener Verbundwirkungen mittels eines Finite-Elemente-Programms,
- Berechnung der Auswirkungen variierter Verbundwirkung auf die Dauerhaftigkeit der Asphaltbefestigung mittels rechnerischer Dimensionierung gemäß RDO-Asphalt 2009.

3.2 Lösungsweg zur Erreichung des Forschungsziels

Zur Bearbeitung des Forschungsthemas sind 11 Arbeitspakete notwendig, die zum Teil unabhängig voneinander bearbeitet werden können.

Arbeitspaket 1: Beschaffung von Material und Herstellung der Probekörper

In diesem Arbeitspaket erfolgt die Beschaffung des Materials, die Herstellung von Probekörpern im Labor sowie die Entnahme von Bohrkernen aus Asphaltstraßenbefestigungen. Es werden Asphaltmischgutproben aus industrieller Produktion von Asphaltmischwerken in die Untersuchungen einbezogen und Bohrkerne aus mit diesen Materialien hergestellten Asphaltbefestigungen entnommen. Die Herstellung von Probekörpern wird während der Projektlaufzeit fortwährend weitergeführt.

Dauer: Monat 1 bis 24

Arbeitspaket 2: Bewertung der Prüftoleranzen

Die Vorrichtung für zyklische Scherprüfungen ist mechanisch derzeit so umgesetzt, dass Schienen mit Gleitlagern sowie Kugelbüchsen auf Führungsstangen zur Aufbringung von Normalspannung und Scherweg benutzt werden. Im Rahmen des Forschungsprojektes soll

geklärt werden, wie groß die Bewegungen der Bauteile der Prüfvorrichtung während der Versuchsdurchführung tatsächlich sind. Dazu sind die Bewegungen der Bauteile mit Hilfe von induktiven Wegaufnehmern während des Versuchs kontinuierlich aufzuzeichnen. Im Anschluss können eventuell notwendige Maßnahmen zur Verringerung der Bewegungen einzelner Bauteile erkannt werden (z. B. Ersatz der Lager durch Präzisionslager). Die bei der Konstruktion der Prüfvorrichtung verwendeten Gleitlager und Kugelbüchsen können einen Einfluss auf die Prüfergebnisse haben, dessen Ausmaß zu ermitteln und statistisch abzusichern ist. Insofern ein Ersatz der Lager durch Präzisionslager erforderlich sein sollte, übernimmt die Professur für Straßenbau die dafür anfallenden Kosten.
Dauer: Monat 1 bis 3

Arbeitspaket 3: Untersuchungen zu den Mindestschichtdicken der Probekörper

Im Arbeitspaket 3 wird der praxisrelevanten Fragestellung nachgegangen, welche Mindestschichtdicken, d. h. Mindestdicken der zwei Schichten des Probekörpers, für die Versuchsdurchführung notwendig sind. Bei der Verwendung von Bohrkernen wurde bislang immer von einer Mindestschichtdicke von 40 mm ausgegangen. Im Projekt soll die Schichtdicke der Probekörper variiert und Mindestschichtdicken für künftige Versuche festgelegt werden. Dafür ist es erforderlich, die Versuchsergebnisse zur Beurteilung der Spannungsverteilungen im Probekörper mit einem Finite-Elemente-Programm nachzubilden.
Dauer: Monate 4 bis 7

Arbeitspaket 4: Ermittlung der Versuchspräzision unter Wiederholbedingungen

Zur Validierung des Prüfverfahrens sind Kenntnisse zur Varianz der Prüfergebnisse unerlässlich. Zur Erfassung der Varianz werden Asphaltplatten mit verschiedenen Verbundvarianten im Labor mittels eines Walzsektor-Verdichtungsgerätes hergestellt und daraus jeweils 4 Bohrkerne (Durchmesser 100 mm) entnommen. Diese werden unter identischen Bedingungen mit dem zyklischen Prüfverfahren untersucht. Anhand der Ergebnisse kann die Genauigkeit des Verfahrens eingeschätzt werden, so dass u. U. das Prüfverfahren hinsichtlich der Genauigkeit optimiert werden kann.
Dauer: Monate 8 bis 9

Arbeitspakt 5: Untersuchung von im Labor hergestellten und aus Asphaltbefestigungen entnommenen Bohrkernen

Im Labor wurden die im AIF Projekt [WELLNER und ASCHER 2006] verwendeten Probekörper mit dem Walzsektor-Verdichtungsgerät hergestellt, indem auf die verdichtete, abgekühlte untere Schicht die Bitumenemulsion aufgetragen und nach dem Brechen der Emulsion die nächste Asphaltschicht eingebaut wurde. Derzeit gibt es jedoch keine Kenntnisse über die Vergleichbarkeit der erreichten Verbundwirkung zwischen im Labor hergestellten und aus Asphaltstraßenbefestigungen entnommenen Probekörpern. Im Arbeitspaket 5 soll geklärt werden, wie groß die Unterschiede des Verbundes der Asphaltschichten zwischen Labor- und Baustellenbedingungen sind. Dafür sollen während des Einbaus auf 3 Baustellen jeweils Asphalttragschicht-, Asphaltbinderschicht- und Asphaltdeckschichtmaterial entnommen werden. Anschließend werden für die Untersuchungen aus den Asphaltgemischen von den Baustellen im Labor Platten hergestellt und aus den eingebauten Asphaltbefestigungen Bohrkerne entnommen. Mit zyklischen Scherprüfungen können die Unterschiede zwischen Labor- und Baustellenverdichtung ermittelt werden.
Dauer: Monate 10 bis 13

Arbeitspaket 6: Untersuchungen zur Ermüdung der Verbundwirkung

Die bei Asphaltgemischen auftretende Materialermüdung infolge wiederholter Belastung wurde hinsichtlich der Auswirkungen auf die Verbundwirkung bislang nur unzureichend untersucht. In einem vorangegangenen Projekt wurde festgestellt, dass ohne aufgebrachte Normalspannung die Scherspannung nach 1.000 Lastwechseln auf etwa 80 % gegenüber den ersten Lastwechseln abfällt. Im beantragten Forschungsprojekt sollen die Untersuchungen zur Verbundwirkung im Umfang so erweitert werden, dass verschiedene Verbundvarianten, Temperaturen und Normalspannungen geprüft werden.
Dauer: Monate 4 bis 27

Arbeitspaket 7: Untersuchung des Einflusses der Verzahnung / Reibung und Verklebung auf die Scherkräfte

Die Effekte von Reibung, Verzahnung und Verklebung zwischen den Asphaltschichten können mit Probekörpern aus Asphalt nur unzureichend quantitativ voneinander getrennt werden. Für die Beurteilung von Asphaltbefestigungen ohne Verbund mit lose aufeinander liegenden Asphaltschichten u.a. hinsichtlich des Spannungs-Verformungsverhaltens gibt es bislang keine geeigneten Beurteilungskriterien. Mit dem Arbeitspaket 6 soll die quantitative Trennung der Effekte von Reibung und Verzahnung sowie Verklebung vorgenommen werden. Für die Untersuchung des Einflusses infolge der Verklebung werden geschliffene Bohrkernscheiben aus einem Gestein mit jeweils glatten Oberflächen mit unterschiedlichen Mengen an Bitumenemulsion verbunden. Bei der anschließenden Prüfung kann der Anteil von Reibung/Verzahnung als gering angenommen werden und somit der Einfluss der Verklebung auf die Scherkräfte temperaturabhängig bestimmt werden.
Weiterhin sollen die Einflüsse von Reibung und Verzahnung anhand von Versuchen an Bohrkernscheiben mit unterschiedlich rauen Oberflächen ermittelt werden.
Dauer: Monate 16 bis 17

Arbeitspaket 8: Untersuchung des Einflusses von verschmutzten Oberflächen

Verschmutzte Fahrbahnoberflächen werden zunächst vor einer Überbauung gereinigt. Anschließend wird in der Regel ein Haftkleber (Bitumenemulsion mit Fluxöl) aufgesprüht, der die nicht entfernbare Schmutzschicht durchdringen soll. Zur Untersuchung des Einflusses von verschmutzten Oberflächen auf die Verbundwirkung soll die Wirksamkeit von Bitumenemulsionen und Haftklebern an im Labor hergestellten „verschmutzten" Platten unter definierten Bedingungen nachgebildet werden. Es ist geplant, die Verschmutzung der Fahrbahnoberfläche in Form des Aufbringens von bindigem Boden und unterschiedlichen Mengen an Haftkleber sowie von Bitumenemulsion an Asphaltplatten im Labor zu simulieren. Auf diese Weise sollen Kenntnisse über die Wirksamkeit von Haftklebern und den benötigten Mengen zur Herstellung eines ausreichenden Schichtenverbundes gewonnen werden.
Dauer: Monate 18 bis 21

Arbeitspaket 9: Berechnungen zur Auswirkung der untersuchten Einflussgrößen auf die Dauerhaftigkeit von Asphaltbefestigungen

Mit Hilfe des Verfahrens zur rechnerischen Dimensionierung von Straßenbefestigungen nach den [RDO-Asphalt 2009] sollen die Auswirkungen der Verbundwirkung unter Verwendung der in den Arbeitspaketen 3 - 8 ermittelten Versuchsergebnisse auf das Ermüdungsverhalten und das Risiko der Spurrinnenbildung der gesamten Asphaltbefestigung untersucht werden. Anhand der Ergebnisse der Berechnungen sollen Rückschlüsse auf die erforderliche Qualität des Verbundes und die bei der Auswahl der Bitumenemulsion optimalen Bitumenelmusionsarten und –mengen gezogen werden.
Dauer: Monate 22 bis 23

Arbeitspaket 10: Erarbeitung des Bewertungshintergrundes für die zyklische Scherprüfung

Es soll ein Bewertungshintergrund für die Anwendung der zyklischen Scherprüfung abgeleitet werden. Darin enthalten sind:
a) Festlegung von Kriterien zur Anwendbarkeit der Versuchsergebnisse als Eingangsparameter für die rechnerische Dimensionierung und Prognose,
b) Erstellung von Empfehlungen für die Prüfmaschinenausrüstung inkl. Prüfvorrichtung für die zyklische Scherprüfung mit zyklischer Belastung und Erarbeitung einer Prüfanleitung sowie
c) Erarbeitung von Empfehlungen für die Berücksichtigung der Verbundwirkung im Rahmen der rechnerischen Dimensionierung von Asphaltbefestigungen sowie Grundlage für die Erarbeitung bzw. Überarbeitung von Regelwerken (u. a. Ergänzung zur RDO Asphalt 2009).
d) Vergleich der ermittelten Verbundwirkung mit den Ergebnissen der Schichtenverbund-Prüfung gemäß TP Asphalt-StB Teil 80. Dadurch kann der mit diesem Prüfverfahren erarbeitete Erfahrungshintergrund einfließen.
Dauer: Monate 24 bis 28

Arbeitspaket 11: Dokumentation der Ergebnisse

Die Ergebnisse des Forschungsprojektes werden in einem Schlussbericht zusammengefasst.
Dauer: Monat 1 bis 29

4 Plan zum Ergebnistransfer in die Wirtschaft

Während der Laufzeit des Projekts sowie nach dessen Abschluss sind Maßnahmen für den Transfer der Forschungsergebnisse vorgesehen. Hierzu sind die geplanten Transfermaßnahmen in Tabelle 1 aufgeführt. In diesem Zusammenhang ist insbesondere die Vorstellung der Arbeitsergebnisse im Rahmen von Fachvorträgen bei den DAV/DAI-Asphaltseminaren in Willingen, den Deutschen Asphalttagen in Berchtesgaden sowie bei den Dresdner Asphalttagen vorgesehen.

Tabelle 1: Geplante Transfermaßnahmen

Maßnahme	Ziel	Zeitraum
Information der Unternehmen des projektbegleitenden Ausschusses	Präzisere Beurteilung des Schichtenverbundes und dadurch Verbesserung der rechnerischen Dimensionierungsverfahren für Asphaltbefestigungen durch KMU	ab Monat 28
Umbau der Prüfvorrrichtung, die für Demonstrationszwecke nach Abschluss des Vorhabens bei an der TU Dresden verbleibt	Durchführung von Versuchen im Rahmen der Lehre und Forschung an der TU Dresden	ab Monat 20
Übernahme der Ergebnisse in die Lehre an der TU Dresden und TU Braunschweig	Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens werden bei der Weiterentwicklung von rechnerischen Dimensionierungsverfahren für Asphaltbefestigungen Verwendung finden.	ab Monat 12
wissenschaftliche Publikationen wie Dissertationen, Beiträge in Fachzeitschriften z.B. Straße + Autobahn und Asphalt	Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens werden bei der Weiterentwicklung von rechnerischen Dimensionierungsverfahren für Asphaltbefestigungen Verwendung finden.	ab Monat 25
Vorstellung der Ergebnisse: - in den Arbeitskreisen der FGSV - in anderen Fachverbänden z.B. VSVI	Berücksichtigung der Forschungsergebnisse bei der Neufassung bzw. Aktualisierung des technischen Regelwerkes für den Straßenbau	ab Monat 28

5 Nutzen und wirtschaftliche Bedeutung der angestrebten Forschungsergebnisse für KMU

5.1 Voraussichtliche Nutzung der angestrebten Forschungsergebnisse in KMU

Die Herstellung und Prüfung des Schichtenverbundes ist mit der Einführung der [ZTV Asphalt 07] bei allen am Straßenbau Beteiligten in den Fokus gerückt. Die Prüfung erfolgt derzeit mit dem statischen Scherversuch [TP Asphalt-StB Teil 80], mit dem eine qualitative Aussage erfolgen kann, ob Schichtenverbund vorliegt oder nicht. Der statische Scherversuche ist jedoch nicht in der Lage, die Verbundwirkung in einer für die Dimensionierung ausreichende Präzision zu quantifizieren. Durch die Optimierung des Prüfverfahrens sowie die Ermittlung eines Bewertungshintergrundes wird ein Werkzeug für Ingenieure in der Planung, für Prüflabore und für Bauleitung und Verwaltung geschaffen, den vorliegenden Schichtenverbund in einer Asphaltbefestigung zielsicher bewerten zu können. In diesem Zusammenhang können insbesondere KMU in Form von Ingenieurbüros und Prüflaboren Gutachten zur Abschätzung der Auswirkungen von mangelndem Schichtenverbund auf die Nutzungsdauer von

Asphaltbefestigungen erstellen. Dadurch können wiederum bei Bauvorhaben (die oftmals durch KMU ausgeführt wurden) auftretende Mängel bei Asphaltbefestigungen in Form von unzureichendem Schichtenverbund zutreffender beurteilt werden. Darüber hinaus kann auch erfasst werden, welche Bedingungen in der Baupraxis zu einem sehr guten Schichtenverbund beitragen.

5.2 Möglicher Beitrag zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der KMU

Die Forschungsergebnisse fließen vor allem in die Weiterentwicklung des technischen Regelwerkes ([FGSV AP B4] und [FGSV TP ASPHALT-STB TEIL 48] sowie neue Teile der TP Asphalt bzgl. Prüfung des Schichtenverbundes) und in rechnerische Dimensionierungsverfahren ([RDO Asphalt 2009]) für den Asphaltstraßenbau ein. Hiermit ist eine unmittelbare Nutzung der Erkenntnisse für KMU möglich. Insbesondere bei Schadensfällen (hier: unzureichender Schichtenverbund) soll eine realitätsnähere Beurteilung des Gebrauchsverhaltens und der Ausführungsqualität von Asphaltbefestigungen ermöglicht werden. Mit den Forschungsergebnissen wird privaten Prüflaboren (KMU) und auch Straßenbaufirmen (oftmals KMU) eine verbesserte Methode zur Beurteilung der Verbundwirkung zur Verfügung gestellt. Damit wird die Entscheidung über Konsequenzen und Alternativmaßnahmen zu Ausbau und Abzügen bei der Vergütung für die Auftragnehmer erleichtert und auf eine solidere Basis gebracht. Die Konsequenzen eines mangelhaften Schichtenverbundes können dabei in Form einer Reduzierung der Nutzungsdauer einer Asphaltbefestigung abgeschätzt werden. Insbesondere kann rechnerisch prognostiziert werden, bei welchen Schichten wann ein Schaden (z.B. Rissbildung, Spurrinnenbildung) eintreten wird. Auf Grundlage dieser Untersuchungen kann ein angemessener Preisnachlass für die mangelhafte Bauausführung mit den Straßenbaufirmen vereinbart werden.

5.3 Aussagen zur voraussichtlichen industriellen Umsetzung der FuE-Ergebnisse nach Projektende

Für die Berücksichtigung der Verbundwirkung bei der rechnerischen Dimensionierung wurde von der FGSV mit der Erarbeitung eines Arbeitspapieres [FGSV AP B4] begonnen. Zur Prüfung und Auswertung der Verbundwirkung mit zyklischen Prüfverfahren für Asphaltbefestigungen ist darüber hinaus die Erarbeitung bzw. Ergänzung der Technischen Prüfvorschrift [FGSV TP ASPHALT-STB TEIL 48] geplant. Die Ergebnisse des vorliegenden Projektantrages sollen bei der Erstellung beider Regelwerke eingearbeitet werden. Bei erfolgreicher Umsetzung können neue Teile der EN 12697 auch auf Europäischer Normungsebene vorgeschlagen werden.
Die Forschungsergebnisse sollen darüber hinaus in Fachzeitschriften (z. B. Asphalt, internationale Fachzeitschriften), im Rahmen von Kolloquien der Forschungsstellen (Dresdner Asphalttage, Vortragsveranstaltung „Straßenbau Aktuell" an der TU Braunschweig, u. ä.) und Kongressen sowie im Rahmen der Mitarbeit in den verschiedenen Gremien der FGSV vorgestellt werden, so dass sie bei Neufassung bzw. Aktualisierung des technischen Regelwerkes für den Straßenbau berücksichtigt wer-den. Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens werden bei der Weiterentwicklung von rechnerischen Dimensionierungsverfahren für Asphaltbefestigungen Verwendung finden.

6 Literatur

[FGSV AP B4]
Schichtenverbund bei der Dimensionierung von Asphaltbefestigungen, FGSV, ENTWURF, Stand 02/2011

[FGSV TP Asphalt-StB Teil 48]
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): TP Asphalt-StB Teil 48: Zyklischer Schersteifigkeitsversuch, Entwurf Stand Juli 2011

[FGSV TP Asphalt-StB Teil 80]
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Abscherversuch, Ausgabe 2007, FGSV-Verlag, Köln,2007

[FGSV AL Sp-Asphalt 09]
Arbeitsanleitung zur Bestimmung des Steifigkeits- und Ermüdungsverhaltens von Asphalten mit dem Spaltzug-Schwellversuch als Eingangsgröße in die Dimensionierung, FGSV-Verlag Köln, Ausgabe 2009

[RDO Asphalt 2009]
Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung des Oberbaus von Verkehrsflächen mit Asphaltdeckschicht (RDO Asphalt 09), FGSV, Köln, Ausgabe 2009

[WELLNER und ASCHER 2006]
WELLNER, F. und ASCHER, D Abschlussbericht zum AiF-Projekt 13589 BR/1: Untersuchungen zur Wirksamkeit des Haftverbundes und dessen Auswirkung auf die Lebensdauer von Asphaltbefestigungen, TU Dresden, Institut für Stadtbauwesen und Straßenbau, 2006.

[ZTV Asphalt 2007]
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): ZTV Asphalt-StB 07, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt, FGSV-Verlag, Köln, 2007.