
AiF-Mitgliedsvereinigung

AiF-Antrags-Nr.

(von der AiF eingesetzt)

Aktenzeichen der MV

Beschreibung zum Forschungsantrag

Kurzfassung

1 Forschungsthema

„Untersuchungen zur Wirksamkeit des Haftverbundes und dessen Auswirkung auf die Lebensdauer von Asphaltbefestigungen“

2 Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Zielstellung

Asphaltbefestigungen werden schichtenweise aufgebaut. Voraussetzung für eine dauerhafte Befestigung ist ein guter Schichtenverbund, welcher die Wirksamkeit des Asphaltpaketes als Einheit gewährleistet. Der Schichtenverbund wird in der Regel durch Säubern der Schichtoberfläche und Anspritzen mit Haftkleber hergestellt. Zu wenig Haftkleber kann zu Verbundstörungen führen. Zu viel Haftkleber kann dazu führen, dass die Klebeschicht als „Schmier-schicht“ wirkt, welche die Spurrinnenbildung fördern kann. Weiterhin kann auch eine zu weich eingestellte Klebeschicht dazu führen, dass eine gewisse horizontale Relativverschiebung zu Beanspruchungen in den Schichten führt, welche einen Beanspruchungszustand ähnlich fehlendem Schichtenverbund bewirkt. Die genaue Kenntnis der Wirksamkeit ist also wesentliche Voraussetzung für die Einschätzung der Auswirkung des Haftverbundes auf die Lebensdauer einer Asphaltbefestigung.

Es ist zwar bekannt, dass fehlender bzw. falsch eingestellter Schichtenverbund die Lebensdauer der Asphaltbefestigungen beeinträchtigen kann. Es ist jedoch nicht bekannt, in welchem Maße die Beeinträchtigung erfolgt. In der Literatur werden Lebensdauerverkürzungen in maßgebender Größenordnung – z.T. bis auf 1/10 der nach RStO [FGSV 2001] angenommenen 30 Jahre - angegeben. Berechnungen auf der Grundlage der Mehrschichtentheorie stützen diese Angaben unter der Voraussetzung, dass Schichtenverbund vollständig nicht vorhanden ist [JÄH 2002] [HIT 2000]. Es ist nicht bekannt, in welcher Größenordnung nur teilweise wirkender bzw. zu „weich“ eingestellter Schichtenverbund die Lebensdauer beeinträchtigt.

Außerdem ist bisher im deutschen Regelwerk zur Einschätzung des Schichtenverbundes nur der Scherversuch nach Leutner bekannt [FGSV 1999], welcher anhand von statischen Belastungen die Festigkeit des Verbundes bestimmt. Die Verbundfuge selbst wird jedoch in Abhängigkeit von der materialabhängigen Steifigkeit der Schichten wiederholt (dynamisch) mit relativ geringen horizontalen Relativverschiebungen beansprucht. Diese führt nicht bzw. ggf. infolge Ermüdung erst nach einer gewissen Anzahl an ertragenen Lastwechseln zur Verbundstörung oder wegen der Gleitwirkung in der Fuge zu Spurrinnen in den darüber liegenden Schichten. Es ist deshalb erforderlich, die Verformungseigenschaften der Klebefuge unter Gebrauchlast für wiederholt eingetragene Beanspruchungen weit unterhalb der Bruchlast zu ermitteln.

In Österreich von Tschegg et al. [TSC 1995] durchgeführte Keilspalt-Versuche haben Erkenntnisse über das bruchmechanische Verhalten in der Schichtgrenze geliefert. Die Belastungseinrichtung simuliert jedoch nicht die realen Beanspruchungsverhältnisse, die sich im Bereich der Schichtgrenze bei Überfahrt eines Fahrzeuges ergeben, weswegen eine Ableitung von realitätsnahen Spannungs-Verformungs-Beziehungen für den Bereich der Schichtgrenze im Gebrauchlastbereich nur eingeschränkt möglich ist.

Die in Nottingham entwickelte „Shear-Box“ erlaubt offensichtlich eine der Realität gut angepasste Lasteinleitung. Nach derzeitigem Literaturstand sind jedoch keine Temperaturvariationen erfolgt. Es hat sich außerdem gezeigt, dass die Durchführung von Versuchsreihen aufwändig ist. Derzeit wird dort stattdessen die Anwendung des Leutner-Versuches in einer dynamischen Ausführung favorisiert, bei dem jedoch keine Einleitung von Kräften normal zur Schichtgrenze möglich ist. Die bislang vorliegenden Versuchsreihen dienten die Untersuchung des Festigkeitsverhaltens in der Schichtgrenze und nicht der Ermittlung von Spannungs-Dehnungs-Beziehungen.

Insofern können bisher die Auswirkungen auf die Dauerhaftigkeit der Befestigung der bei Abnahmen festgestellten Verbundstörungen nicht auf abgesicherter Grundlage beurteilt und daraus Abzüge abgeleitet werden.

3 Forschungsziele / Ergebnisse / Lösungsweg

3.1 Forschungsziel

3.1.1 Angestrebte Forschungsergebnisse

Es soll mit Hilfe von Laborversuchen die Wirksamkeit des Schichtenverbundes in Asphaltbefestigungen untersucht und anhand von Berechnungen auf der Grundlage der Methode der Finiten Elemente bewertet werden.

3.1.2 Innovativer Beitrag der angestrebten Forschungsergebnisse

Als Versuch zur Bestimmung der Wirksamkeit des Schichtenverbundes soll ein dynamischer Scherversuch in Anlehnung an den Scherversuch nach Leutner entwickelt werden. Bei diesem Versuch sind bei verschiedenen Temperaturen wiederholte Scher- und Normalspannungen in die Verbundfuge einzutragen. Diese Scher- und Normalspannungen sind abhängig von der Temperatur, dem Material (Haftkleber), der Dicke der Klebeschicht sowie von der Steifigkeit der zu verbindenden Schichten vorab rechnerisch zu ermitteln.

Die Wirksamkeit des Haftverbundes ist an der Größe der gemessenen elastischen und plastischen Relativverschiebungen in der Klebefuge in Abhängigkeit von der Lastwechselzahl, (ggf. auch ein eintretender Bruch in Abhängigkeit der Lastwechselzahl) bei unterschiedlich ausgebildeten Klebefugen (Dicke, Material) zu bestimmen.

Anhand der festgestellten Verformungseigenschaften der Klebefuge sind Grundlagen für die Bewertung der Auswirkungen dieser Eigenschaften auf die Dauerhaftigkeit der Befestigung zu schaffen. Die Bewertung soll anhand von Berechnungen mit Hilfe der Methode der Finiten Elemente sowohl bezüglich der Ermüdung (Rissbildung in den einzelnen Schichten infolge fehlenden bzw. nicht vollständig wirksamen Schichtenverbundes, sowie Verringerung des Schichtenverbundes infolge Ermüdung der Klebefuge) als auch bezüglich der Spurrinnenbildung (Schmierwirkung in der Klebefuge) in den einzelnen Schichten erfolgen.

Auf dieser Grundlage soll ergänzend ein Bewertungshintergrund für den Scherversuch nach Leutner geschaffen werden.

3.2 Lösungsweg zum Erreichen des Forschungsziels

3.2.1 Beschreibung des Lösungsweges

1. Auf der Grundlage der servohydraulischen Prüfmaschine des Straßenbaulabors der TU Dresden soll ein Prüfgerät für die Durchführung eines dynamischen Scherversuchs in Anlehnung an den Scherversuch nach Leutner entwickelt werden.
2. Zur Festlegung der Versuchsbedingungen sollen im Vorfeld rechnerisch die Beanspruchungen, d.h. die Normal- und Scherspannungen, in Abhängigkeit von Temperatur, Material (Haftkleber), Dicke der Klebeschicht und Steifigkeit der zu verbindenden Schichten ermittelt werden.
3. Anschließend soll die Herstellung der Probekörper erfolgen. Dabei sollen aus mit dem Walzsegmentverdichter hergestellten verklebten Platten Bohrkerne entnommen werden, welche die Grundlage für die Versuchsdurchführung bilden.
4. Nach der Versuchsdurchführung soll die Bewertung der Ergebnisse erfolgen. Aus den gemessenen elastischen und plastischen Relativverschiebungen in der Klebefuge sollen mit Hilfe der Methode der Finiten Elemente die Auswirkung dieser Verformungseigenschaften auf die Dauerhaftigkeit der Befestigung, d.h. auf Ermüdung und Spurrinnenbildung bestimmt werden.
5. Abschließend erfolgt die Dokumentation der Ergebnisse.

3.2.2 Übersicht der Versuchsreihen

Schicht-/Mischgutvariationen (DS/BS, BS/ATS)	2
Verbundausführungen (Emulsion, HK, ohne; 2 Dosierungen)	5
Σ Versuchsreihen, statisch	10
Temperaturvariationen	3
Belastungsvariationen	3
Σ Versuchsreihen, dynamisch	90
Σ Versuchsreihen, gesamt	100

weitere Untersuchungen:

Mischgutuntersuchungen (3x pro großtechnisch hergestellter Sorte)	9
Bindemitteluntersuchungen (Emulsion und Haftkleber; 1x pro Sorte)	2

4 Transfer und beabsichtigte Umsetzung der Forschungsergebnisse

Bei Abnahmen führt die Feststellung eines nicht fachgerecht ausgeführten Haftverbundes häufig zu Auseinandersetzungen zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer und zu Abzugsforderungen. Eine Beurteilung der festgestellten Mängeln bezüglich der Lebensdauer der Befestigung kann bisher nicht auf abgesicherter Grundlage durchgeführt und daraus abgeleitet Abzüge festgelegt werden. Dies betrifft kleine und mittelständige Unternehmungen i.d.R. besonders hart, da diesen Unternehmen selten ausreichend abgesichertes Wissen zur Beurteilung der Auswirkungen zur Verfügung steht.

Anhand der Ergebnisse der vorgestellten Untersuchungen ist eine Beurteilung der Auswirkung nicht fachgerecht ausgeführten Haftverbundes auf die Lebensdauer von Asphaltbefestigungen möglich.

Die Forschungsergebnisse sollen in Fachzeitschriften, im Rahmen von Kolloquien der Forschungsstellen sowie im Rahmen der Mitarbeit in den verschiedenen Gremien der FGSV dargelegt werden.

Literaturverzeichnis:

- [FGSV 1999] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV): ALP A-StB, Teil 4: Arbeitsanleitungen zur Prüfung von Asphalt - Prüfung des Schichtenverbundes nach Leutner, FGSV, Köln, 1999.
- [FGSV 2001] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV): Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO), FGSV, Arbeitsgruppe Fahrzeug und Fahrbahn, FGSV-Verlag, Köln, 2001.
- [HIT 2000] Hitzke, André:
Untersuchungen zur Auswirkung fehlenden Haftverbundes in Asphaltbefestigungen, Diplomarbeit, Technische Universität Dresden, Professur für Straßenbau, 2000.
- [JÄH 2002] Jähmig, Jan:
Untersuchung zum Schichtenverbund mit der Mehrschichttheorie, unveröffentlichter Bericht, Technische Universität Dresden, Professur für Straßenbau, 2002.
- [TSC 1995] Tschegg, E.K.; Kroyer, G.; Tan, D.-M.; Stanzi-Tschegg, S.E.; Litzka, J.: Investigation of bonding between asphalt layers on road construction, Journal of Transportation Engineering, Vol. 121, No. 4, July/August 1995, pp. 309-316.