

## Quantifizierung des Schichtenverbundes von dünnen Asphaltsschichten im Heißeinbau mit dem Abziehversuch

FA 7.183

Forschungsstelle: Institut für Materialprüfung Dr. Schellenberg, Leipzig  
Bearbeiter: Graf, K. / Vassiliou, K. / Schneider, M.  
Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn  
Abschluss: Mai 2001

### 1. Aufgabenstellung

Aufbauend auf der bereits praktizierten Prüfung der Haftzugfestigkeit von Dünnen Schichten im Kalteinbau (DSK) wurde das IfM Dr. Schellenberg Ing.-GmbH, Leipzig, mit der Abwicklung des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens Nr. 7.183/1998/CGB „Quantifizierung des Schichtenverbundes von dünnen Asphaltsschichten im Heißeinbau mit dem Abziehversuch“ beauftragt.

Damit wird das Ziel verfolgt, die Prüfbedingungen für den Abziehversuch so festzulegen, dass sich der Schichtenverbund von dünnen Schichten im Heißeinbau (DSH) mit einer im Hinblick auf die bauvertragliche Wertung der Ergebnisse ausreichenden Genauigkeit quantifizieren lässt. Durch die Untersuchung von Bohrkernen aus verschiedenen Baumaßnahmen und Schadensfällen soll darüber hinaus der Bewertungshintergrund zum Prüfverfahren geschaffen und ein Vorschlag über die einzuhaltenden Grenzwerte ausgearbeitet werden.

### 2. Untersuchungsmethodik

Die Prüfung wird im Laboratorium an Bohrkernen durchgeführt. Hierbei wird auf die Bohrkernoberfläche ein Prüfstempel aufgeklebt und mit einem geeigneten Zugprüfgerät orthogonal zur Oberfläche bei konstanter Prüftemperatur und Belastungsgeschwindigkeit abgerissen. Die dabei wirkende maximale Kraft bezogen auf die Abrissfläche wird als Haftzugfestigkeit definiert.

Eine Literatursichtung ergab, dass insbesondere in Österreich umfangreiche Erfahrungen mit der Prüfung und Bewertung des Verbundes von Dünnen Asphaltsschichten vorliegen. Im Laufe der letzten 10 Jahre fand dort laufend eine Anhebung der Anforderungen statt. Zur Zeit werden bei einer Prüftemperatur von 0 °C mindestens 1,0 N/mm<sup>2</sup> gefordert, bei Verwendung von polymermodifizierten Vorspritzmitteln sogar 1,5 N/mm<sup>2</sup>. In Deutschland wurde in den neunziger Jahren der Prüfung des Verbundes wenig Bedeutung beigemessen. Erst mit der Zunahme der Schadensfälle mussten sich Bauverwaltungen, Industrieverbände und Forschungsstellen intensiv mit der Problematik befassen. Als erster Schritt in dieser Richtung ist die Aufnahme von vertragsrelevanten Anforderungen für die Haftzugfestigkeit von Dünnen Schichten im Kalteinbau in die ZTV BEA zu werten (mindestens 0,5 N/mm<sup>2</sup>).

#### 2.1 Durchführung und Auswertung einer Abfrage

Zur Beschaffung der für die Laboruntersuchungen erforderlichen Bohrkern hat der Forschungsnehmer zu Beginn des Jahres 1999 eine bundesweite Anfrage gestartet und um Mitteilung von Strecken mit einer DSH-Deckschicht gebeten. Nach Auswertung der eingegangenen Meldungen wurden in Abstimmung mit dem Betreuungsausschuss 30 Strecken ausgewählt, die näher untersucht wurden. Dabei wurde der ursprünglich angedachte Zeitrahmen für die Liegedauer von 3 Jahren auf 10 Jahre erweitert.

Es handelt sich dabei um Strecken, die zwischen 1990 und 1999 eingebaut wurden und mit einer Dicke der DSH von nicht mehr als 2,0 cm. Weitere 5 Strecken konnten durch die Unterstützung des Betreuungsausschusses einbezogen werden.

Für die ausgewählten DSH-Strecken wurden mit einer zweiten Abfrage bei den Baulastträgern alle asphalttechnologischen und einbaurelevanten Daten zusammengestellt. Sie wurden im Rahmen der geplanten Besichtigung der Strecken durch den Forschungsnehmer überprüft und ergänzt. Gleichzeitig wurde der Zustand der DSH-Deckschicht und des Verbundes zur Unterlage dokumentiert. Da die Bereitschaft der Baulastträger zur Übernahme der geplanten Bohrkernentnahmen in der Regel nicht gegeben war, wurde diese Aufgabe auch vom Forschungsnehmer übernommen. Durch die tatkräftige Unterstützung der Straßenbaubehörden konnte somit eine Vielfalt von DSH-Strecken in das vorliegende Forschungsvorhaben einbezogen werden. Alle üblicherweise verwendeten Mischgutsorten und Einbaudicken bzw. -mengen sind vertreten. Bezüglich der Art der Unterlage wurden nicht nur Strecken auf abgängiger Deckschicht, sondern auch Neubaustrecken auf Asphaltbinder und sogar auf Asphalttragschicht einbezogen. Darüber hinaus wurden sowohl Strecken einbezogen, bei denen das Ansprühen der Unterlage konventionell erfolgte, als auch Strecken, welche mit dem „Sprühfertiger“ gebaut wurden.

Der Zustand des Verbundes zwischen DSH und Unterlage ist überwiegend gut. Mit Ausnahme zweier Strecken sind bei den restlichen Strecken keine Anzeichen fehlenden Verbundes, wie ungleichmäßiger Verlauf der Ränder, ungleichmäßiger Verlauf der Markierung oder „Waschbretteffekte“, erkennbar. Die Zerstörung des Verbundes tritt in der Regel als Folge der Rissbildung und des Wasserzutritts bis zur Schichtgrenze DSH-Unterlage und nicht als singulärer Schaden auf.

#### 2.2 Untersuchungen zur Festlegung der Prüfbedingungen

Für die Optimierung und Festlegung der Prüfbedingungen wurden aus drei ausgewählten Strecken jeweils 24 Bohrkern entnommen und auf Haftzugfestigkeit unter Variation der Prüfbedingungen untersucht.

Folgende Prüfbedingungen wurden variiert:

- Belastungsgeschwindigkeit (Lastanstieg) in drei Stufen: 100, 200 und 300 N/s
- Temperatur der Probe in zwei Stufen: 0 °C, 10 °C ( $\pm 1$  °C).

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse wurden vom Forschungsnehmer folgende Prüfbedingungen empfohlen:

Prüftemperatur: + 10 °C, Lastanstieg: 200 N/s.

Somit kann die Haftzugfestigkeit sowohl von DSH als auch von DSK mit identischen Prüfbedingungen geprüft werden. Nach Zustimmung des Betreuungsausschusses wurde die entsprechende Arbeitsanleitung fertiggestellt.

#### 2.3 Entnahme und Prüfung von Bohrkernen aus mehreren Strecken (Erarbeitung des Bewertungshintergrundes)

Nach Optimierung der Prüfbedingungen und entsprechend dem Arbeitsplan des Forschungsvorhabens wurden die aus den gemeldeten Strecken entnommenen Bohrkern im Laboratorium des Forschungsnehmers auf Haftzugfestigkeit geprüft.

Mit Ausnahme einer Strecke konnte bei allen Strecken ein Prüfergebnis gebildet werden, da die Anzahl der in der Unterlage aufgetretenen Brüche relativ gering war. In der Mehrzahl aller

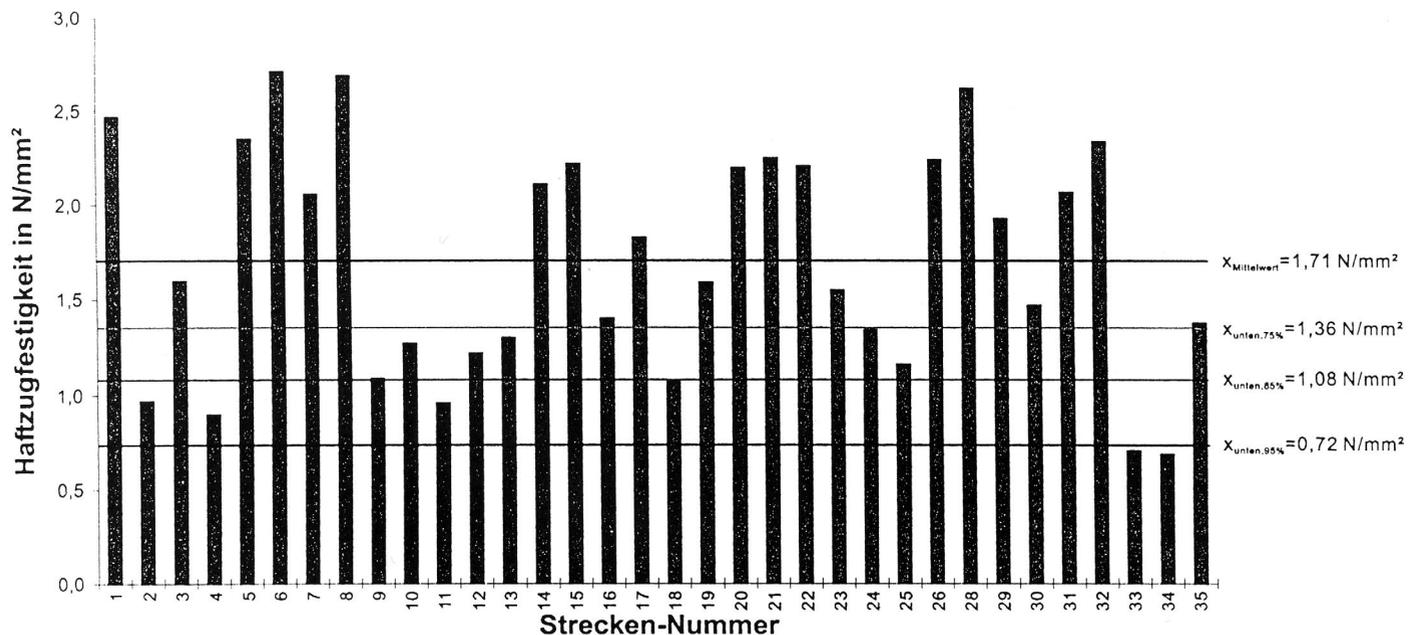
Fälle trat der Bruch in der „Sollbruchstelle“, d. h. in der Schichtgrenze DSH-Unterlage ein.

Nach Überprüfung der Messwerte auf Normalverteilung mit dem Kolmogoroff-Smirnow-Test und auf Ausreißer nach Grubbs wurde mittels einfacher Varianzanalysen der Einfluss unterschiedlicher Streckenmerkmale auf die Haftzugfestigkeit erfasst und deren Zwischenergebnisse mit dem Duncan-Test beurteilt. In den Varianzanalysen ist festzustellen, dass der Einfluss aller Merkmale auf die Haftzugfestigkeit bis auf den Bindemittelgehalt der DSH und dem Vorspritzmittel (reduzierte Betrachtung auf SMA 0/5 und Asphaltbeton 0/5 auf Asphaltbeton) nicht signifikant ist.

Die Varianzanalyse des Bindemittelgehaltes der DSH zur Haftzugfestigkeit ergab eine große Signifikanz dieses Merkmals, d. h. eine Änderung des Bindemittelgehaltes bei gleichen Bedingungen (gleiche Unterlage usw.) verursacht einen Effekt auch im kleinen Variationsbereich. Die gleiche Variabilität gilt für die Verwendung verschiedener Vorspritzmittel bei gleichen Bedingungen.

Als Ergebnis der Auswertung mit dem Duncan-Test war festzustellen, dass einige Werte signifikant unterschiedlich sind, die in einer Varianzanalyse ohne Signifikanz auftraten. Bedingt durch die teilweise zu geringe Anzahl von Messwerten ist die Aussagekraft der statistischen Auswertung somit eingeschränkt.

### 3. Schlussfolgerungen für die Praxis



1: Untersuchungsergebnisse für die Haftzugfestigkeit

Als Anforderungsniveau für die Haftzugfestigkeit werden folgende Werte vorgeschlagen:

- Einzelwerte: mindestens 0,75 N/mm<sup>2</sup>
- Mittelwertaus drei Einzelwerten: mindestens 1,0 N/mm<sup>2</sup>

Der Mittelwert entspricht etwa dem unteren Schwellenwert bei einer Unterschreitungswahrscheinlichkeit von 15 %, der Mindest-

einzelwert dem unteren Schwellenwert bei einer Unterschreitungswahrscheinlichkeit von 5 % (vgl. Bild 1).

Das für die DSH vorgeschlagene Anforderungsniveau liegt um das 2fache höher als das Anforderungsniveau für DSK nach ZTV BEA. Aus dem Vergleich der Anforderungen sind Schlussfolgerungen in Bezug auf die Nutzungsdauer der beiden Bauweisen nicht abzuleiten. □