

Schaffung eines Bewertungshintergrundes zur Prognostizierung der Standfestigkeit von Asphalt mit dem Druckschwellversuch – Hauptphase

FA 7.165

Forschungsstelle: Universität Karlsruhe (TH), Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen (Prof. Dr.-Ing. R. Roos)

Bearbeiter: Charif, K. / Karcher, C.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn

Abschluss: Oktober 2002

1. Aufgabenstellung

Um den Verformungswiderstand von verdichtetem Asphalt bereits im Rahmen von Eignungsprüfungen eines Asphaltes bzw. im Vorfeld einer Baumaßnahme abschätzen zu können, wurde der dynamische einaxiale Druckschwellversuch durch mehrere umfangreiche Forschungsarbeiten entwickelt und erprobt. Bei diesem Prüfverfahren wird das Verformungsverhalten des untersuchten Asphaltmaterials durch die Kenngrößen Lastimpulsanzahl n und Dehnungsrate ε^* im Wendepunkt der im Versuch aufgenommenen Impulskriechkurve beschrieben. Dieses Prüfverfahren ist in der Technischen Prüfvorschrift für Asphalt im Straßenbau TP A-StB, Teil: Einaxialer Druckschwellversuch – Bestimmung des Verformungsverhaltens von Walzasphalten bei Wärme (FGSV 756) beschrieben.

In den derzeit gültigen Technischen Regelwerken sind noch keine Anforderungswerte an das Prüfergebnis aus dem Druckschwellversuch formuliert. Anforderungswerte setzen eine bekannte Präzision des Verfahrens ebenso wie einen vorhandenen Bewertungshintergrund voraus. Beides ist bisher für den einaxialen dynamischen Druckschwellversuch noch nicht ermittelt worden. Die Bestimmung erster Anhaltswerte für die Präzision und die Erarbeitung eines Bewertungshintergrundes ist Aufgabe dieses Forschungsprojektes. Damit wird die Anwendung dieses Prüfverfahrens zur Beurteilung von Splittmastixasphalt als Schwerpunkt der Zielsetzung quantifiziert.

Mit der Auswahl von Splittmastixasphalt als zu untersuchendem Walzasphalt wurde die aktuelle Entwicklung im Straßenbau berücksichtigt, nämlich dass für hoch- und höchstbeanspruchte Asphaltstraßen hauptsächlich dieser Asphalt zum Einsatz kommt.

Zu diesem Projekt schlossen sich unter der Federführung des Institutes für Straßen- und Eisenbahnwesen der Universität Karlsruhe das Institut für Materialprüfung Dr. Schellenberg in Rottweil, der Fachbereich Straßenwesen mit Versuchsanstalt der Technischen Universität Darmstadt und der Lehrstuhl für Baustoffkunde und Werkstoffprüfung der Technischen Universität München zu Forschungspartnern zusammen.

2. Untersuchungsmethodik

2.1 Vergleichende Untersuchungen zur Bestimmung der Präzision des Verfahrens

Um ein möglichst breites Spektrum hinsichtlich der Zusammensetzung von Splittmastixasphalten zu erhalten und die regionalen Besonderheiten abzudecken, war für dieses Forschungsprojekt Voraussetzung, mehrere Forschungsinstitute mit langjähriger Erfahrung zu beteiligen. Auch bezüglich der Untersuchung der Vergleichbarkeit im Rahmen der Präzision des Prüfverfahrens war dies unumgänglich.

Zur Absicherung der Ergebnisse und zur Präzisierung des Prüfverfahrens sollte zu Beginn ein "Ringversuch" durchgeführt werden. Da aber die für einen Ringversuch nach dem Merkblatt über die statistische Auswertung von Prüfergebnissen, Teil 3 (FGSV 926) erforderliche Anzahl (12 und in begründeten Fällen 8) an Prüfstellen mit entsprechend gleichen Prüfanlagen zum Zeitpunkt der Bearbeitung in Deutschland nicht vorlag, musste man sich damit begnügen, die Anzahl auf die in Deutschland erfahrenen fünf Prüfstellen (die o. g. Forschungsnehmer und die Bundesanstalt für Straßenwesen) zu beschränken. An Stelle des Ringversuches sind somit systematisch konzipierte vergleichende Untersuchungen durchgeführt worden.

Bei diesen vergleichenden Untersuchungen waren vier verschiedene Splittmastixasphaltproben aus vier verschiedenen Mischwerken zu untersuchen. Alle Proben sollten bei den einzelnen Prüfstellen unter den gleichen Bedingungen nach der Technischen Prüfvorschrift für Asphalt im Straßenbau TP A-StB geprüft werden.

Die Ergebnisse der vergleichenden Untersuchungen waren primär im Hinblick auf eine Ermittlung der Präzision des Prüfverfahrens auszuwerten; damit sollte gleichzeitig auch die Eignung der Prüfbedingungen für die Untersuchung von Splittmastixasphalt im Druckschwellversuch abgesichert werden.

2.2 Erarbeitung des Bewertungshintergrundes

Der Bewertungshintergrund sollte durch die Untersuchung von mindestens 12 gezielt ausgesuchten Strecken mit unterschiedlich großen Verformungen (wenig bis stark verformt) von Deckschichten aus Splittmastixasphalt aus der Praxis abgeleitet werden. Bei der Auswahl der Untersuchungsstrecken war darauf zu achten, dass möglichst viele Ausgangsdaten wie z. B. die Verkehrsbelastung, die Eignungs- und Kontrollprüfungen zum späteren Vergleich und zur Interpretation der Versuchsergebnisse bekannt sind bzw. zur Verfügung stehen. Für die Bestimmung der Verformungen im Asphaltbelag mussten Oberflächenprofile aufgenommen und auf der Höhe der Querprofilenaufnahmen ein Band von Bohrkernen entnommen werden. Zur Überprüfung, ob die Verformungen ausschließlich die Deckschicht aus Splittmastixasphalt betreffen, waren grafische Schichtenprofile zu erstellen.

Im Bereich der Untersuchungsstrecken wurden drei nahe beieinander liegende Felder für die Bohrkernentnahme bzw. Prüfungen festgelegt. Die Bohrkernentnahmestellen der Felder sollten möglichst im unbelasteten Bereich zwischen den Rollspuren liegen, obwohl die Lage der Entnahmestellen (belasteter oder unbelasteter Bereich) nach den Ergebnissen der Pilotphase (CHARIF et al. 1998) keinen signifikanten Einfluss auf die beabsichtigten Untersuchungen hat.

Jede beteiligte Prüfstelle war für drei Untersuchungsstrecken zuständig und übernahm die Durchführung der Druckschwellversuche und der Mischgutuntersuchungen am Splittmastixasphaltmaterial der Bohrkernkerne. Darüber hinaus wurde jede Untersuchungsstrecke zumindest am Material eines Entnahmefeldes dem Druckschwellversuch bei einer zweiten Prüfstelle unterzogen. Durch dieses Untersuchungsschema wurde das Untersuchungsprogramm auf eine breite Basis gestellt, sodass die Ergebnisse eine weit reichende Absicherung erhielten.

Aus den Ergebnissen der dynamischen Druckschwellprüfung (Impulskriechkurven) und den vorgefundenen Schadensbildern (Querprofilenaufnahmen) sollte eine Korrelation hergestellt und

daraus Bewertungskriterien zur Beurteilung des Verformungsverhaltens abgeleitet werden.

3. Untersuchungsergebnisse

3.1 Präzision des Verfahrens

Die Auswertung der vergleichenden Untersuchungen im Hinblick auf die Ermittlung der Präzision des Verfahrens nach dem o. g. Merkblatt zeigten für die Kenngrößen Lastimpulsanzahl n im Wendepunkt und Dehnungsrate ε^* im Wendepunkt große Werte. Dies gilt sowohl im Bereich der einzelnen Prüfinstitute (Spannweite der Einzelwerte, Wiederholbarkeit) als auch zwischen den Prüfinstituten (Vergleichbarkeit). Die Größe der vorliegenden Abweichungen erzwang eine Diskussion über Grundlage und Vorgehensweise der durchgeführten Untersuchungen. Es lag der Schluss nahe, dass die den Untersuchungen zu Grunde gelegte Technische Prüfvorschrift für den Druckschwellversuch (FGSV 756/3) nicht hinreichend präzisiert war, und/oder die Prüfanlagen an den verschiedenen Instituten nicht die gleichen Bedingungen bieten.

Basierend auf einer systematischen Analyse der Beschreibung der Probekörperherstellung und -vorbereitung sowie der Versuchsdurchführung und -auswertung wurden Vorschläge für die Präzisierung der Technischen Prüfvorschrift gegeben. Zur Überprüfung dieser Vorschläge wurden zusätzliche vergleichende Untersuchungen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser weiteren Versuchsreihen haben gezeigt, dass tendenziell davon auszugehen ist, dass die getroffenen Präzisierungen zum angesetzten Ziel führten. Diese wurden den im Rahmen der Erarbeitung des Bewertungshintergrundes durchzuführenden Druckschwellversuchen am Bohrkernmischgut von 12 Untersuchungsstrecken zu Grunde gelegt.

Auf Grund der Systematik des Untersuchungsprogrammes der Untersuchungsstrecken war es möglich, eine statistische Auswertung der ermittelten Ergebnisse der Versuchsreihen für die kritische Spannweite von Einzelwerten und die Vergleichsgrenze durchzuführen. Dabei konnte in der Gegenüberstellung dieser Ergebnisse mit den Ergebnissen der in Position 2.1 genannten vergleichenden Untersuchungen zur Bestimmung einer vorläufigen Präzision gezeigt werden, dass sich die Abweichungen der Einzelwerte bzw. Ergebnisse untereinander deutlich verringert haben. Es ist folglich davon auszugehen, dass die Präzisierung der Technischen Prüfvorschrift eine wesentliche Verbesserung der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse im Druckschwellversuch bewirkt hat.

Anhand der statistischen Auswertungen der Ergebnisse aus dem Druckschwellversuch am Bohrkernmischgut der Untersuchungsstrecken, die mit der präzisierten Technischen Prüfvorschrift durchgeführt wurden, konnte ein Vorschlag für eine vorläufige Präzisierung ausgearbeitet werden. Folgende Werte sind als erste Anhaltswerte für die Dehnungsrate ε_w^* anzusehen:

Kritische Spannweite von Einzelwerten: $d_a = 0,31 \times + 3,6$

Vergleichsgrenze: $R = 0,47 \times + 0,7$.

3.2 Bewertungshintergrund

Von den Untersuchungsstrecken wurden alle Randbedingungen und Kenngrößen ermittelt, die das Verformungsverhalten der Untersuchungsstrecke über der bisherigen Liegedauer hätten beeinflussen können. Anhand dieser Kenngrößen wurde festgestellt, dass 9 von 12 Strecken ohne Einschränkung für die Erarbeitung eines Bewertungshintergrundes herangezogen werden können.

Für die Erstellung eines praxistauglichen Bewertungshintergrundes ist es sinnvoll, ein Verfahren zur Bestimmung der An-

forderung an die Standfestigkeit von Asphalten im Druckschwellversuch bereitzustellen, das wenige entscheidende Einflussgrößen berücksichtigt. In ein solches Verfahren sollte die Verkehrsbeanspruchung analog zur bemessungsrelevanten Beanspruchung B nach RStO 2001 als maßgebender Einfluss auf die Spurrinnenbildung eingehen. Diese Forderung konnte mit einer Funktion der Form $y = a \times B^{0,5}$, in welcher der Parameter "a" mit der Wurzel der bemessungsrelevanten Beanspruchung B die Spurrinntiefe y beschreibt, ermöglicht werden. Dabei ist die Größe des Parameters "a" ein Indikator dafür, wie schnell die Spurrinntiefe zunimmt oder anders gesagt, wie verformungsbeständig die jeweilige Strecke in der Praxis ist. Dieser im Weiteren als Spurrinntiefenrate bezeichnete Parameter konnte mit den Eingangsgrößen Spurrinntiefe und bemessungsrelevante Beanspruchung B für jede Untersuchungsstrecke bestimmt werden. Bei der Gegenüberstellung der Spurrinntiefenrate mit der Dehnungsrate aus dem Druckschwellversuch in einem Koordinatensystem konnte ein logarithmischer Zusammenhang zwischen den beiden Größen mit einem hohen Bestimmtheitsmaß festgestellt werden. Die Kurve, die diesen Zusammenhang beschreibt, wurde als repräsentative Kurve und das Diagramm als Basisdiagramm bezeichnet. Mit Hilfe des Basisdiagrammes wurden für drei verschiedene Verkehrsbeanspruchungen von Straßen der Bauklasse SV und I drei Kategoriendiagramme entwickelt.

Die zugehörigen Verkehrsbeanspruchungen dieser drei Kategorien für eine definierte Liegedauer einer Straße normieren jeweils eine maximal akzeptable Verformung der Deckschicht aus Splittmastixasphalt (hier 10 mm) und konnten in das Basisdiagramm eingefügt werden.

Somit ergaben sich für die Dehnungsrate Anforderungen für das Ergebnis im Druckschwellversuch.

4. Folgerungen für die Praxis

Auf Grundlage der im Forschungsprojekt aus den Präzisierungen der Vorgehensweisen von Probenherstellung und -vorbereitung sowie Versuchsdurchführung und -auswertung erarbeiteten modifizierten Technischen Prüfvorschrift wird empfohlen, die vorhandene Technische Prüfvorschrift zu ergänzen.

Die Präzisierungen haben sich als zielführend zur Verringerung der Abweichungen der Ergebnisse im Druckschwellversuch herausgestellt. Darauf basierend wurde ein Vorschlag für eine vorläufige Präzisierung des Verfahrens für Splittmastixasphalte gemacht.

Zur Bewertung der Standfestigkeit von Splittmastixasphalten in der Praxis werden folgende Anforderungen für die Dehnungsrate ε_w^* des Druckschwellversuches vorgeschlagen:

- Kategorie 1: $\varepsilon^* \leq 9 \text{ } ^\circ/\text{oo} \times 10^{-4}/n$
- Kategorie 2: $\varepsilon^* \leq 13 \text{ } ^\circ/\text{oo} \times 10^{-4}/n$
- Kategorie 3: $\varepsilon^* \leq 21 \text{ } ^\circ/\text{oo} \times 10^{-4}/n$.

Daraus abgeleitet wurde für die Bewertung von Splittmastixasphalt 0/11 S (nach Tabelle 1.1 der ZTV Asphalt-StB) für die Bauklassen SV + I mit normalen Beanspruchungen auf Basis des vorliegenden Datenmaterials vorgeschlagen, die Anforderung der Kategorie 3 mit $\varepsilon^* \leq 21 \text{ } ^\circ/\text{oo} \times 10^{-4}/n$ zu Grunde zu legen.

Die Kategorien 1 und 2 sollen bei Beachtung der ZTV Asphalt-StB hinsichtlich Kapitel 1.3 "Bemessungsgrundsätze" für besondere Beanspruchungen durch Schwerverkehr, Beanspruchungen durch klimatische Einflüsse usw. herangezogen werden. Eine genaue Zuordnung muss unter Beachtung der vorliegenden Randbedingungen von Fall zu Fall erfolgen.

Mit den hier vorgeschlagenen Anforderungen für Splittmastixasphalte ist nun die Möglichkeit gegeben, die Standfestigkeit dieser Asphalte mit dem Druckschwellversuch im Rahmen von Eignungsprüfungen zu prognostizieren. □