
Ermittlung der Dauerfestigkeit mit dem dynamischen Spaltzugversuch – Fortführung

FA FGSV 4/1999

Forschungsstelle: Technische Universität Dresden, Institut für
Stadtbauwesen und Straßenbau, Professur
für Straßenbau (Prof. Dr.-Ing. F. Wellner)

Bearbeiter: Schrickel, M. / Werkmeister, S. /
Otto, A. / Wellner, F.

Auftraggeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und
Verkehrswesen, Köln

Abschluss: Februar 2004

1. Aufgabenstellung und Untersuchungsmethodik

Das Gebrauchsverhalten von Asphaltbefestigungen wird maßgeblich durch den Widerstand gegen plastische Verformung und den Widerstand gegen Ermüdung (Rissbildung) bestimmt. Die Formänderungseigenschaften und Festigkeitseigenschaften von Asphalt lassen sich durch die drei mechanischen Eigenschaften

- Steifigkeit (E-Modul),
- plastisches Verformungsverhalten und

- Ermüdungsverhalten

charakterisieren. Diese Größen besitzen für die Bemessung von Asphaltbefestigungen eine wesentliche Bedeutung.

Die Zusammensetzung von Asphalten wird derzeit hauptsächlich hinsichtlich des Widerstandes gegen plastische Verformungen optimiert. Der Widerstand gegen Rissbildung findet dabei oft nur unzureichend Berücksichtigung. Ermüdungsrisse durch wiederholte Verkehrsbelastung (z. B. Längsrisse neben der Rollspur) sind aber, neben der Spurrinnenbildung, eine der am häufigsten zu beobachtenden Schäden in Asphaltbefestigungen. Die Untersuchung des Ermüdungsverhaltens von Asphalt im Labor kann mit dem dynamischen Spaltzugversuch erfolgen. Im Straßenbaulabor der TU Dresden wurden Untersuchungen zur Beschreibung des Ermüdungsverhaltens von Asphalten (Dauerfestigkeit) mit Hilfe des dynamischen Spaltzugversuches durchgeführt. Dabei hat sich gezeigt, dass die Prüfergebnisse wesentlich von den gewählten Prüfbedingungen u. a. Prüftemperatur, Probekörperabmessungen und -herstellung, der Breite des Lastverteilungstreifens sowie der Belastungsfrequenz beeinflusst werden.

Das Ermüdungsverhalten von Asphalt umfasst zwei verschiedene Prozesse – zum einen die Rissentstehung und zum anderen das Risswachstum. Die Rissentstehung beinhaltet die Bildung von Mikrorissen, aus denen sich unter dynamischer Beanspruchung ein Makroriss entwickelt. Das Risswachstum führt zur Weiterentwicklung des Makrorisses in der betreffenden Schicht unter Zugbeanspruchung. Der Widerstand eines Asphaltes gegen das Entstehen und Wachsen von Rissen beeinflusst die Rissvorgänge in den Asphaltsschichten.

Derzeit ist jedoch noch kein Modell bekannt, das vollständig den Rissmechanismus erklärt. Zwar wurde in den letzten Jahren sehr viel auf dem Gebiet des Ermüdungsverhaltens von Asphalt geforscht, jedoch konnte nur ein sehr geringer Teil der Ergebnisse in die Praxis umgesetzt werden. Gründe dafür waren vor allen Dingen die Komplexität der Thematik sowie der hohe Versuchsaufwand und die damit verbundenen hohen Kosten. Weiterhin wurde eine Vielzahl von Versuchen zur Erfassung des Ermüdungsverhaltens (Rissentstehung) entwickelt. Es ergab sich daher die Notwendigkeit, aus den verfügbaren Prüfverfahren zur Erfassung des Ermüdungsverhaltens von Asphalten ein relativ einfaches, kostengünstiges und schnelles Prüfverfahren auszuwählen, mit dem die realen Spannungsverhältnisse einer Verkehrsflächenbefestigung annähernd gut simuliert werden. Mit dem Spaltzugversuch steht ein solches Prüfverfahren zur Verfügung, bei dem aber die folgenden Vor- und Nachteile bedacht werden müssen.

Vorteile des Spaltzugversuches

- Im Probekörper stellt sich ein großer Bereich mit konstanter Zugspannung ein.
- Der Spaltzugversuch stellt unter den bekannten Verfahren eine einfache Prüfmethode dar, die keine völlig neuartigen Prüfeinrichtungen erfordert.
- Die Prüfmaschine kann auch für andere Prüfungen, wie Steifigkeit und statische Spaltzugfestigkeit, verwendet werden.
- Mit dem Spaltzugversuch können sowohl Bohrkerne aus vorhandenen Straßenbefestigungen als auch im Labor hergestellte Probekörper geprüft werden, ohne neue Verfahren für die Probekörperherstellung einzuführen.

- Die Probekörperherstellung ist gegenüber den meisten anderen Verfahren durch einen geringen Herstellungs- und Materialaufwand gekennzeichnet.

Nachteile des Spaltzugversuches

- Obwohl ein zweiaxialer Spannungszustand im Probekörper entsteht, ist es nicht möglich, das Verhältnis zwischen den vertikalen zu den horizontalen Spannungskomponenten zu variieren.
- Es wird kein dreiaxialer Spannungszustand, wie in der Straßenbefestigung tatsächlich vorhanden, erzeugt.
- Anhand der Ergebnisse der dynamischen Spaltzugversuche kann nicht direkt auf die Ermüdungslastwechselzahl in situ, d. h. in der Straßenbefestigung, geschlossen werden. Es sind Ermüdungsmodelle zur Abschätzung der Ermüdungslastwechselzahl der Straßenbefestigung erforderlich, in denen Ergebnisse der Spaltzugversuche berücksichtigt werden.

2. Ergebnisse

Mit der vorliegenden Forschungsarbeit konnte der Einfluss der Prüfbedingungen auf die Ergebnisse der dynamischen Spaltzugversuche (Ermüdungsversuche) herausgearbeitet werden. Anhand der Ergebnisse wurde eine Prüfvorschrift zur Erfassung des Ermüdungsverhaltens von Asphalt mit dem dynamischen Spaltzugversuch entwickelt, wobei neueste Forschungsergebnisse und verschiedene internationale Normvorschläge Berücksichtigung fanden.

Diese Arbeit stellt eine Fortführung des Forschungsthemas FGSV 2/98 "Ermittlung der Dauerfestigkeit mit dem Spaltzugversuch" dar, in dem die Anwendbarkeit des Spaltzugversuches für die Beurteilung des Ermüdungsverhaltens von zement- und bitumengebundenen Straßenbaustoffen nachgewiesen wurde.

Aus den Ergebnissen der zahlreichen dynamischen Spaltzugversuche, die bisher an der Professur für Straßenbau der TU Dresden durchgeführt wurden, wird deutlich, dass mit dem dynamischen Spaltzugversuch eine geeignete Prüfmethode zur Untersuchung des Ermüdungsverhaltens von Asphalten (Rissentstehung) zur Verfügung steht. Dabei wurde die Anwendbarkeit des dynamischen Spaltzugversuches für Ermüdungsuntersuchungen für Splittmastix-, Asphaltbeton-, Asphaltbinder- und Asphalttragschichtgemische nachgewiesen.

Die Ergebnisse der dynamischen Spaltzugversuche werden wesentlich von den gewählten Prüfparametern beeinflusst. Dazu zählen u. a. die Prüftemperatur, die Probekörperabmessungen und -herstellung, die Breite des Lastverteilungstreifens und die Belastungsfrequenz. Es wurden die jeweiligen Einflüsse auf das Prüfergebnis durch die Auswertung von im Rahmen dieser Forschungsarbeit durchgeführten dynamischen Spaltzugversuchen sowie durch die Auswertung von Literatur zu dieser Thematik herausgearbeitet. Im Ergebnis der Untersuchungen wurden konkrete Festlegungen hinsichtlich der Probekörperabmessungen, der Probekörperherstellung, der Belastungsfrequenz und der Prüftemperatur getroffen. Die Vorgaben der EN 12697-24 wurden bei der Festlegung der Parameter berücksichtigt. Basierend auf dem Konzept der dissipierten Energie wurde eine neue Methode zur Bestimmung der Lastwechselzahl bis zur Rissentstehung (Makrorissbildung) vorgestellt. □