

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Fakultät Bauingenieurwesen

**Untersuchungen zum spannungsabhängigen
Materialverhalten von Asphalt**

Investigation of the stress-dependent material behavior of asphalt

Von der Fakultät Bauingenieurwesen der Technischen Universität Dresden
zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)
genehmigte

Dissertation

vorgelegt von:

Dipl.-Ing. Alexander Zeißler

geb. am 15. Dezember 1975 in Leningrad

Gutachter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Frohmut Wellner
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Markus Oeser

Tag der Einreichung: 10.09.2014

Tag der Verteidigung: 07.01.2015

Kurzfassung

Mit dem Einzug numerischer Verfahren zur Dimensionierung von Verkehrskonstruktionen, im Speziellen für Asphaltbefestigung, werden charakteristische Materialkenngrößen benötigt. Des Weiteren wird mit der fortschreitenden Entwicklung von FEM-Programmen, die in Zusammenhang mit Strukturanalysen und Simulationsrechnungen ihren Einsatz finden, die Kenntnis detaillierter Materialkennwerte essentiell. Dass Asphalte mit ihrem charakteristischen Materialverhalten eine Temperatur- und Frequenzabhängigkeit aufweisen, ist anerkannter Stand von Wissenschaft und Technik. In Bezug auf weitere Einflussgrößen existieren nur sehr begrenzte Erkenntnisse. Im Besonderen gilt dies für Abhängigkeiten der Materialkenngrößen von aus der äußeren Beanspruchung resultierenden Spannungszuständen in der Asphaltbefestigung.

Ein wesentliches Ziel der Arbeit war die Untersuchung von möglichen Spannungsabhängigkeiten der charakteristischen Materialkenngrößen von Asphalt. In diesem Zusammenhang wurden auch Fragestellungen zu anisotropen Effekten im Materialverhalten aufgegriffen. Die Untersuchungen erfolgten an zwei ausgewählten Asphaltdeckschichtmaterialien, die sich in ihrer Zusammensetzung und granularen Struktur grundlegend voneinander unterscheiden. Zum einen wurden ein Splittmastixasphalt (SMA11S mit PmB 25/55-55A) und zum anderen ein offenporiger Asphalt (PA8 mit PmB 40/100-65A) in das Versuchsprogramm aufgenommen. Die Ansprache des Materialverhaltens erfolgte versuchstechnisch mittels uniaxialer und triaxialer Versuche.

Im Ergebnis der Untersuchungen zur Anisotropie von Asphaltmaterialien konnte festgestellt werden, dass die in der Regel gerichtete Verdichtung von Asphalt anisotrope Materialeigenschaften nach sich zieht, unabhängig von der Kornform der verwendeten Gesteinskörnungen und der Ausprägung der Mörtelphase.

Des Weiteren war ein wesentliches Ergebnis, dass Asphaltmaterialien in weiten Bereichen der Gebrauchstemperatur ein ausgeprägtes spannungsabhängiges Materialverhalten aufweisen. Erst bei sehr tiefen Temperaturen nähert sich das Materialverhalten von Asphalt einem linear elastischen Festkörperverhalten an.

Die granuläre Struktur des Asphaltmaterials sowie die Ausprägung der Mörtelphase und der damit verbundenen Bindemittelfilmdicken haben maßgebenden Einfluss auf die Art und Größe der charakteristischen Materialeigenschaften sowie auf die Auswirkungen der jeweiligen Spannungsabhängigkeiten.

Als Schlussfolgerung bzw. Ausblick der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen bleibt festzuhalten, dass für die Erweiterung der Kenntnisse des grundlegenden Materialverhaltens von Asphalt weiterführende Untersuchungen speziell in Bezug auf die Eigenschaften der Einzelbestandteile sowie deren Wechselwirkungen innerhalb der Asphaltstruktur essentiell sind.

Abstract

Characteristic material parameters especially for asphalt pavements are required due to the introduction of numerical pavement design methods. Furthermore, the continuous development of FEM programs, which are used for structural analysis and simulation calculations, also requires the knowledge of detailed material properties. It is state of the art that asphalt shows a significant temperature and frequency dependent behavior. The knowledge regarding additional impact parameters is very limited. This is especially valid for the stress dependency of the material parameters resulting from the stress state within the asphalt pavement based on the external loads.

The main aim of this work was the investigation of the possible stress dependencies of the characteristic material parameters of asphalt. In this context, questions related to the anisotropic effects of the material behavior have also been taken up. Two asphalt surface layer materials, which have significant differences in the material composition and the granular structure were investigated in this context. On the one hand a stone mastic asphalt (SMA11S with PmB 25/55-55A) and on the other hand a porous asphalt (PA8 with PmB 40/100-65A) were included in the testing scheme. Uniaxial and triaxial tests were selected to determine the material behavior at the laboratory.

Within the determination of the anisotropic material behavior of asphalt, it could be proven that the usually vertical compaction direction during the compaction process effects anisotropic material properties. This behavior can be determined independent from the particle shape, the used aggregate material and the specification of the asphalt mastic.

Another essential result is, that asphalt materials show a significant stress dependent material behavior in a wide range of the performance temperature. Only on very low temperatures the material behavior of asphalt can be assumed to be linear elastic.

The granular structure of asphalt material as well as the specification of the asphalt mastic and the thickness of the binder between the particles have a significant influence on the type and size of the characteristic material properties and the effect of stress dependency.

Finally, it can be concluded, that it is essential to investigate the material behavior of each ingredient and their interaction within the asphalt structure to expand the knowledge regarding the fundamental material behavior of asphalt.