



SCHRIFTENREIHE

Institut für Straßenwesen
Technische Universität Braunschweig
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rolf Leutner
Univ.-Prof. em. Dr.-Ing. Wolfgang Arand

STRASSENWESEN

Stefan von der Decken

**Triaxialversuch mit schwellendem
Axial- und Radialdruck zur Unter-
suchung des Verformungswider-
standes von Asphalten**

Inhaltsverzeichnis

- 1 Einführung** **1**

- 2 Behandlung des Themas in der Literatur** **4**

- 3 Entwicklung der Prüfmaschine** **12**
 - 3.1 Aufbau der Druckzelle 12
 - 3.2 Aufbringen der schwellenden Spannungen 14
 - 3.3 Messen von Verformungen und Spannungen 15
 - 3.4 Temperieren der Probekörper 17

- 4 Festlegung der Prüfbedingungen** **18**
 - 4.1 Prüfbedingungen aufgrund frei wählbarer Vorgaben 18
 - 4.2 Prüfbedingungen aufgrund von Vorversuchen 19
 - 4.2.1 Vorbehandlung der Probekörper 19
 - 4.2.2 Scheitelwerte der axialen Lastimpulse 22
 - 4.2.3 Scheitelwerte der radialen Lastimpulse 22
 - 4.2.4 Phasenverschiebung zwischen den axialen und radialen Lastimpulsen 27

- 5 Entwicklung der Steuer- und Prüfsoftware** **29**
 - 5.1 Treiber 30
 - 5.1.1 Funktionsprinzip des Treibers 30
 - 5.1.2 Detailbeschreibung des Treibers 32
 - 5.2 Anwenderprogramme 37
 - 5.2.1 Programm zur Versuchssteuerung 38

5.2.2	Anwendungsprogramm zum Verringern des Datenvolumens	41
5.2.3	Verfahren zur Anpassung einer mathematischen Funktion an die Meßwerte	42
6	Entwicklung der Auswertungssoftware	46
6.1	Programm zur visuellen Auswertung	47
6.2	Programm zur Auswertung der axialen Dehnungen	48
6.2.1	Verfahren zur Anpassung einer mathematischen Funktion an die Daten	51
6.2.2	Einfache lineare Regressionsanalyse	56
7	Untersuchungsergebnisse	59
7.1	Erläuterungen zu den graphischen Darstellungen	59
7.2	Bleibende axiale Dehnungen	65
7.3	Bleibende radiale Verformungen	70
8	Validierung des Prüfverfahrens	82
8.1	Auswahl und Beschreibung der Strecken	82
8.1.1	Auswahl nach Augenschein	83
8.1.2	Nutzungszeitraum der Strecken	84
8.1.3	Verkehrsbelastung der Strecken	85
8.1.4	Wetterdaten der Strecken	87
8.2	Berechnungen der fiktiven Dehnungen	92
8.3	Validierung mittels linearer Regressionsanalysen	95
9	Offene Fragen und Perspektiven der Weiterentwicklung	103
10	Zusammenfassung	104

<i>INHALTSVERZEICHNIS</i>	III
11 Literaturverzeichnis	106
Anhang	111
A Programmlistings	113
A.1 Deskriptor fkt.a	113
A.2 Treibermodul fkt_drv.a	114
A.3 Programm verformung.cc	124
A.4 Programm packdata.cc	129
A.5 Programm verform2plot.cc	136
A.6 Programm verform2print.cc	141
B Nassi-Shneiderman-Diagramme	162
B.1 Treibermodul fkt_drv.a	162
B.2 Programm verformung.cc	165
B.3 Programm packdata.cc	167
B.4 Programm verform2plot.cc	168
B.5 Programm verform2print.cc	169
C Grafische Darstellung der Versuchsergebnisse	171

10 Zusammenfassung

Zu den wichtigsten Gebrauchseigenschaften von Asphalten für den Straßenbau zählen neben einem günstigen Haftverhalten und einer guten Alterungsbeständigkeit der Verformungswiderstand, die Reißresistenz und die Ermüdungsbeständigkeit. Die drei zuletzt genannten Eigenschaften können unter dem Begriff der mechanischen Eigenschaften zusammengefaßt und durch Eingriffe in die Zusammensetzung der Asphalte gezielt beeinflusst werden. Dabei stehen allerdings die Forderungen nach Verformungsbeständigkeit, Reißresistenz und Ermüdungsbeständigkeit teilweise in Konkurrenz zueinander. Kompositionelle Maßnahmen, welche die eine Eigenschaft verbessern, wirken sich nicht selten ungünstig auf die anderen Eigenschaften aus. Im Interesse einer möglichst langen Nutzungsdauer von Fahrbahnbefestigungen aus Asphalt ist es daher erforderlich, den Einfluß kompositioneller Eingriffe auf die drei mechanischen Eigenschaften — Verformungswiderstand, Reißresistenz und Ermüdungsbeständigkeit — quantitativ abschätzen sowie die Asphaltzusammensetzung gezielt optimieren und damit Qualität planen zu können.

Für die Durchführung eines Forschungsvorhabens [3], das zum Ziel hatte, einen weiteren Beitrag zur Qualitätsplanung und Qualitätslenkung bei der Herstellung und Verarbeitung von Asphalten zu leisten, wurde ein Triaxialprüfverfahren mit schwellendem Axial- und Radialdruck zur Untersuchung des Verformungswiderstandes entwickelt, mit dessen Hilfe quantitative Bewertungsmaßstäbe zur optimalen Anpassung der Mischgutzusammensetzung an die durch Topographie, örtliche Gegebenheiten, Wetter und Verkehr gegebenen Anforderungen geschaffen werden können.

Für das Triaxialprüfverfahren wurde eine spezielle Prüfmaschine konstruiert. Um mit dieser Prüfmaschine möglichst realitätsnahe Ergebnisse erzielen zu können, mußten für die Untersuchungen ein Verfahren zur Probekörperbehandlung, die Prüfbedingungen, die Software zur Steuerung der axialen und radialen Lasten und der Datenerfassung sowie die mathematischen Auswerteverfahren mit ihrer softwaremäßigen Realisierung entwickelt werden.

Um herauszufinden, ob das Prüfverfahren die Wirklichkeit ausreichend genau repräsentiert, wurden Deckschichtproben aus unterschiedlich stark verformten Straßen mit bekannter Wetter- und Verkehrsgeschichte gezogen und zum Gegenstand von Prüfungen zur Untersuchung des Verformungswiderstandes unter Anwendung des triaxialen Prüfverfahrens gemacht. Für eine Bewertung des Prüfverfahrens wurden zusätzlich Ergebnisse von anderen dynamischen Prüfverfahren herangezogen. Um eine Vergleichbarkeit der Zahlenwerte zu ermöglichen, wurde auch für diese Prüfverfahren das oben genannte Probenmaterial verwendet.

Als am besten geeignetes Prüfverfahren soll dasjenige gelten, dessen Ergebnisse — unter Berücksichtigung von Wetter und Verkehr während der Nutzungsdauer bis zur Probenahme — am besten mit den auf den Straßen meßtechnisch erfaßten Verformungen korrelieren.

Es zeigte sich, daß der Verformungswiderstand von Asphalten zur Herstellung von Deckschichten für Straßen am zutreffendsten durch das Triaxalprüfverfahren mit schwellendem Axial- und Radialdruck prüftechnisch angesprochen werden kann.