



DIPLOMARBEIT
Master Thesis

**Einfluss der Produktionstemperatur auf die Verarbeitbarkeit und
das Alterungsverhalten von Gussasphalt**

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
eines Diplom-Ingenieurs/ einer Diplom-Ingenieurin

unter der Leitung von

Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Ronald Blab

Ass. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Bernhard Hofko

und als verantwortlich mitwirkender Betreuer

Dipl.-Ing. Mariyan Dimitrov

am

Institut für Verkehrswissenschaften

E230

Forschungsbereich für Straßenwesen

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Bauingenieurwesen

von

Benjamin Lucas Peternell, BSc

0726169

Webergasse 5/10
1200 Wien

Wien, am 04. Okt. 2016

DANKSAGUNG

Hiermit möchte ich mich bei allen bedanken die mich im Studium und während meiner Diplomarbeit unterstützt haben.

Als allererstes möchte ich mich bei Herrn Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Ronald Blab und Herrn Ass. Prof Dipl.-Ing Dr. techn. Bernhard Hofko für die Bereitstellung sowie die Betreuung meines Diplomarbeitsthemas bedanken.

Besonderer Dank gebührt Dipl.-Ing. Mariyan Dimitrov, der mir während der Erstellung dieser Arbeit mit Rat und Tat zur Seite gestanden ist.

Ich möchte mich auch herzlich bei Herrn Thomas Riedmayer und dem ganzen Team des Straßenwesen-Labors für die Einschulung an den Laborgeräten bedanken.

Dank gebührt auch meinen Freunden und Studienkollegen, die mich während meiner Studienzeit begleitet haben, insbesondere Raimund Brandmüller, mit dem ich mich auf fast alle schwierigen Prüfungen vorbereitet habe. Ebenfalls möchte ich mich bei meiner Schwester Sarah Peternell für das Korrekturlesen dieser Arbeit bedanken.

Nicht zuletzt möchte ich meinen größten Dank an meine Mutter Silvia Peternell richten, die mir meine Ausbildung überhaupt erst ermöglicht hat.

“Everyone has a plan until they get punched in the mouth.” - Mike Tyson

KURZFASSUNG

Seit August 2015 werden im Rahmen des Forschungsprojekt „iMAS (Innovative Mastic Asphalt): Innovativer Gussasphalt zur Energie- und Emissionseinsparung“ marktreife, temperaturabgesenkte Gussasphaltnischgüter entwickelt. Für dieses Forschungsprojekt wird in dieser Diplomarbeit ein neues Prüfverfahren zur Kontrolle der Verarbeitbarkeit von Gussasphalt vorgestellt und untersucht, ob eine geringere Herstellungstemperatur zu einer langfristigen Verbesserung des Tieftemperaturverhaltens führt.

Die Verarbeitbarkeit von Gussasphalt kann derzeit nur durch eine aufwendige Drehmomentmessung in einem Labor überprüft werden. Direkt am Einbauort können alle Beteiligten nur den subjektiven Empfindungen der Einbaupartie beim Verstreichen des Mischgutes vertrauen. Im Zuge dieser Arbeit wird versucht, einen Schnelltest zu entwickeln, der es ermöglicht, die gleichbleibende Qualität des Gussasphaltes in Bezug auf die Verarbeitbarkeit vor Ort zu überprüfen.

Durch das viskoelastische Materialverhalten von Bitumen ist Gussasphalt in der Lage, sich einer aufgebrachten Beanspruchung durch Verformung zu entziehen. Dadurch werden nach einer gewissen Zeit Spannungen abgebaut. Eigenspannungen, die bei einer Abkühlung mit verhinderter thermischer Verkürzung entstehen, können auf diese Weise schadlos abgebaut werden, solange die Temperatur nicht zu schnell und nicht zu tief sinkt. Mit dem Anstieg der Herstellungstemperatur verstärkt sich auch die Alterung. Die Alterung sorgt dafür dass Asphalte spröder und steifer werden und daher Eigenspannungen geringer relaxiert werden. Dies führt zu einer Verstärkung der Anfälligkeit für Kälterisse und einer Reduzierung der Bruchtemperatur. Ein Ziel dieser Arbeit ist festzustellen, ob sich die geringere Alterung bei der Herstellung von temperaturabgesenkten Gussasphalten zu einem höheren Widerstand gegen Kälterisse führt und sich somit die Lebensdauer der entwickelten Mischgüter verlängert.

ABSTRACT

Since August 2015 market-ready temperature reduced mastic asphalts have been developed as part of the research project “iMAS (Innovative Mastic Asphalt): Innovative mastic asphalt for energy and emissions savings”. Within this research project and the purpose of this thesis two scientific questions are discussed: A new method for testing the workability of mastic asphalt is presented and it is determined whether a lower mixing temperature leads to an improvement of the long-term performance behaviour of the mixture at the low temperature range.

The workability of mastic asphalt can be tested currently only by a complex torque measurement in a laboratory. In this work an attempt is made to develop a quick method to control the workability of mastic asphalt directly at the construction site.

Due to the viscoelastic material behaviour of bitumen, mastic asphalt is able to evade an applied stress by creep deformation. After a certain amount of time the internal tension is relaxed. Internal thermal stresses due to cooling with restrained tensile strain can be reduced to a harmless level as long as the temperature does not drop too quickly or too low. The increase of mixing temperature also increases the aging and makes asphalts stiff and brittle. Therefore the stress relaxation capability is strongly decreased. This affects the low-temperature resistance and influences the cracking temperature negatively. A goal of this work is to determine if decreased aging during mixing results in a higher resistance to cracking at low temperatures and thus extending the life of temperature reduced mastic asphalts.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG	1
2	LITERATURRECHERCHE	2
2.1	BITUMEN	2
2.1.1	GEWINNUNG VON BITUMEN	3
2.1.2	ZUSAMMENSETZUNG	4
2.1.3	EIGENSCHAFTEN	5
2.1.3.1	KONSISTENZ UND VERFORMUNGSVERHALTEN	5
2.1.3.2	KLEBE- UND HAFTVERHALTEN (ADHÄSION)	6
2.1.3.3	VERHALTEN GEGENÜBER WASSER UND LUFTSAUERSTOFF	6
2.1.3.4	VERHALTEN GEGENÜBER CHEMIKALIEN, ÖL UND LÖSUNGSMITTELN	7
2.1.4	PRÜFVERFAHREN	7
2.1.5	BITUMENALTERUNG	8
2.1.5.1	ALTERUNGSMECHANISMEN	8
2.1.5.2	ALTERUNGSSTUFEN	10
2.1.5.3	ALTERUNGSARTEN	11
2.2	GESTEINSKÖRNUNGEN	11
2.2.1	GESTEINSARTEN	12
2.2.2	ANFORDERUNGEN	13
2.3	ASPHALT	14
2.3.1	EINTEILUNG VON ASPHALTEN	15
2.3.1.1	NACH DER FUNKTION	16
2.3.1.2	NACH DER STRUKTURELLEN LASTABTRAGUNG	16
2.3.1.3	NACH DEM HOHLRAUMGEHALT	17
2.3.1.4	NACH DER EINBAUTEMPERATUR	17
2.3.2	PRÜFVERFAHREN	18
2.3.2.1	EMPIRISCHE PRÜFVERFAHREN	18
2.3.2.2	GVO-PRÜFUNGEN	18
2.3.3	MISCHGUTBEZEICHNUNG	19
2.3.4	GUSSASPHALT	20
2.3.4.1	ANFORDERUNGEN AN GUSSASPHALT	21
2.3.4.2	TEMPERATURABGESENKTER GUSSASPHALT	22
2.4	VERARBEITBARKEIT	23
2.4.1	PRÜFUNG DER VERARBEITBARKEIT	23
2.4.2	VERARBEITBARKEIT VON FRISCHBETON	24
2.4.2.1	AUSBREITMAß	24
2.4.2.2	VERDICHUNGSMAB	25
2.4.2.3	SETZMAß	26
2.4.2.4	VEBE-ZEIT ODER SETZZEITVERSUCH	27
2.4.2.5	FLIEßVERSUCH	28

2.4.2.6	EINDRINGVERSUCH	28
2.4.3	VERGLEICH KONSISTENZPRÜFVERFAHREN	29
2.4.4	VERARBEITBARKEIT VON FRISCHMÖRTEL	30
2.4.5	VERARBEITBARKEIT VON GUSSASPHALT	30
3	PRÜFMETHODEN UND MATERIALIEN	32
3.1	PRÜFMETHODEN	32
3.1.1	SIMULATION DER BITUMENALTERUNG IM LABOR	32
3.1.1.1	KURZEITALTERUNG - ROLLING THIN FILM OVEN TEST (RTFOT)	32
3.1.1.2	LANGZEITALTERUNG - PRESSURE AGING VESSEL (PAV)	34
3.1.2	ALLGEMEINE VERFAHREN	35
3.1.2.1	NASSSIEBVERFAHREN	35
3.1.2.2	GEGENLAUFZWANGSMISCHER	37
3.1.3	ANGEWENDETE GVO ASPHALTPRÜFUNGEN	39
3.1.3.1	ABKÜHLVERSUCH (TSRST) NACH EN 12697-46	39
3.1.3.2	EINAXIALE KÄLTEZUGVERSUCH (UTST) LAUT EN 12697-46	40
3.2	MATERIALIEN	41
3.2.1	BITUMEN	41
3.2.2	VERWENDETE GUSSASPHALTMISCHGÜTER	41
3.2.3	GESTEIN	41
4	PRÜFPROGRAMM	42
4.1	PRÜFUNG DER VERARBEITBARKEIT	42
4.1.1	PRÜFAUFBAU AUSBREITVERSUCH GUSSASPHALT	42
4.1.2	PRÜFPROGRAMM AUSBREITVERSUCH	44
4.1.3	PRÜFABLAUF AUSBREITVERSUCH GUSSASPHALT	44
4.2	TIEFTEMPERATURVERHALTEN VON GEALTERTEM GUSSASPHALT	45
5	ERGEBNISSE	46
5.1	GUSSASPHALT-AUSBREITVERSUCH	46
5.2	ERGEBNISSE ABKÜHLVERSUCHE NACH EN 12697-46	49
6	INTERPRETATION	52
6.1	INTERPRETATION DES AUSBREITMAßES	52
6.2	INTERPRETATION DER TSRST-ERGEBNISSE	53
7	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	55
8	LITERATURVERZEICHNIS	57
9	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	60
10	TABELLENVERZEICHNIS	61
11	FORMELVERZEICHNIS	62
12	ANHANG	63