



Technische Universität Wien  
Fakultät für Bauingenieurwesen  
Institut für Verkehrswissenschaften  
Forschungsbereich für Straßenwesen

**bi. IVWS**

**Diplomarbeit**  
Master's Thesis

# Viennese Aging Procedure – Parameterstudie mit Bitumen unterschiedlicher Herkunft

Verfasser:

**Daniel MASCHAUER**

Vorgartenstraße 192/1/10, 1020 Wien  
daniel\_maschauer@gmx.net

Betreuung:

**Ronald BLAB**

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

**Bernhard HOFKO**

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

**Daniel STEINER**

Univ.-Ass. Dipl.-Ing

Wien, November 2017

## Kurzfassung

Das organische Bindemittel Bitumen verändert unter natürlichen und anthropogenen Einflüssen mit der Zeit seine gebrauchtsrelevanten Eigenschaften. Diese Prozesse werden allgemein „Alterung“ genannt. Das Material wird steifer und spröder, das führt zu schlechterem Tieftemperatur- und Ermüdungsverhalten. Aus diesem Grund ist es wichtig die Alterung des Materials im Labor beschleunigt zu simulieren, um die Veränderung des Materialverhaltens zu untersuchen und Schäden auf der Straße minimieren zu können. Auf Bitumenebene werden hier die genormten Methoden RTFOT (Rolling Thin Film Oven Test) und PAV (Pressure Aging Vessel) verwendet. In der Vergangenheit wurden auch verschiedene Methoden entwickelt, um Asphaltmischgut bzw. -probekörper künstlich zu altern. Aufgabe dieser Diplomarbeit ist die am Institut für Verkehrswissenschaften der Technischen Universität Wien entwickelte Alterungsmethode „Viennese Aging Procedure“ (VAPro) auf Anwendbarkeit mit Hilfe einer Parameterstudie mit Bitumen unterschiedlicher Herkunft zu beurteilen. Diese Methode bedient sich realitätsnaher Randbedingungen (Temperatur: +60°C; Druck: ~0,3 bar) und bewirkt die Alterung des Probekörpers mittels Durchströmung (1,0 l/min) für drei Tage mit ozon- und stickoxidangereicherter Luft. Beurteilt wird der Alterungszustand der Asphaltproben anhand von Spaltzug-Schwellversuchen und, nach Extraktion des Bindemittels, mit dem Dynamic Shear Rheometer (DSR). Dabei sind bei den Steifigkeitsversuchen große Unterschiede zwischen den einzelnen Bitumen festzustellen, die aber wohl auf ihre unterschiedlichen Ausgangssteifigkeiten zurückzuführen sind. Das erreichte Alterungsniveau auf Bitumenebene entspricht nach der Laborherstellung dem der RTFOT-Alterung und nach der anschließenden VAPro-Alterung mindestens dem der RTFOT+PAV-Alterung.

**Abstract**

Bitumen changes its properties in the course of time under natural and anthropogenic influences due to its organic origin. These processes are commonly called "aging". The material becomes stiffer and more brittle, resulting in less favorable low temperature and fatigue behavior. For this reason, it is important to simulate the aging of the material in the laboratory in an accelerated way to study the change in material behavior and minimize damage on the road. At the bitumen level, the standardized methods RTFOT (Rolling Thin Film Oven Test) and PAV (Pressure Aging Vessel) are used. Various methods have been developed in the past to simulate aging of asphalt mixes or test specimens. The task of this master's thesis is to evaluate the aging method "Viennese Aging Procedure" (VAPro) developed at the Institute of Transportation Sciences of the Vienna University of Technology for applicability with the aid of a parameter study with bitumen of different origin. VAPro uses realistic boundary conditions (temperature: +60°C, pressure: ~ 0.3 bar) and causes aging of the specimen by perfusing (1,0 l/min) with ozone and nitro oxides enriched air for three days. The state of aging of the asphalt samples is assessed by means of cyclic indirect tensile tests and, after extraction of the binder, with the Dynamic Shear Rheometer (DSR). In the stiffness tests, large differences between the different bitumen are determined, which is probably caused by their different initial stiffnesses. The achieved level of aging at the bitumen level corresponds after laboratory production to that of RTFOT-Aging and after subsequent VAPro-Aging at least to that of RTFOT+PAV-Aging

**Danksagung**

Ich möchte mich bei dem gesamten Team des Straßenbaulabors des Forschungsbereichs für Straßenwesen für die nette Aufnahme und Betreuung im Labor bedanken. Besonders bedanken möchte ich mich bei Thomas Riedmayer, Tina Strohmeier und David Valentin für die Unterstützung und Hilfe bei jeder Frage bezüglich der Laborgerätschaften.

Den größten Dank möchte ich aber an Ass.-Prof. Dipl.-Ing Dr. techn. Bernhard Hofko und Univ.-Ass. Dipl.-Ing Daniel Steiner aussprechen. Beide haben mich sehr gut bei meiner Arbeit betreut, waren stets geduldig mit mir und haben mein Interesse für den Bereich der Alterung von Bitumen und Asphaltmischgut geweckt. Auch Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Ronald Blab konnte mit seinem Input beim Abschluss der Arbeit sehr gut weiterhelfen.

Last but not least möchte ich mich auch bei all meinen Freunden, meinen Eltern und meiner Freundin Sandra für die Unterstützung im Studium bedanken.

## Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung .....	2
Abstract .....	3
Danksagung .....	4
1 Einleitung .....	7
2 Stand der Technik .....	8
2.1 Asphalt .....	8
2.1.1 Definition .....	8
2.1.2 Asphaltmischgutttypen .....	8
2.2 Gesteinskörnungen .....	9
2.2.1 Arten der Gesteine .....	9
2.2.2 Stoffliche Eigenschaften .....	11
2.2.3 Füller .....	11
2.3 Bitumen .....	12
2.3.1 Definition .....	12
2.3.2 Gewinnung von Bitumen .....	12
2.3.3 Arten von Bitumen .....	12
2.3.4 Chemische Struktur von Bitumen .....	13
2.3.5 Rheologische Eigenschaften .....	14
2.3.6 Zeit-Temperatur-Superpositionsprinzip .....	15
2.3.7 Bitumenprüfungen .....	16
2.4 Alterung .....	22
2.4.1 Allgemeines .....	22
2.4.2 Atmosphärenchemie .....	22
2.4.3 Zeitlicher Verlauf der Alterung .....	26
2.4.4 Destillative Alterung .....	27
2.4.5 Oxidative Alterung .....	27
2.4.6 Strukturalterung .....	27
2.4.7 Laboralterungsmethoden für Bitumen .....	27
2.4.8 Alterungsmethoden für Asphaltmischgut .....	30
3 Vorbereitungen und verwendete Methoden .....	34
3.1 Materialien .....	34
3.1.1 Gestein .....	34
3.1.2 Füller .....	34
3.1.3 Bitumensorten .....	34

---

3.1.4	Asphaltkonzept.....	35
3.2	Probekörperherstellung .....	36
3.2.1	Herstellung des Mischguts und der Probekörper .....	36
3.2.2	Ermittlung der Probekörperkenngrößen .....	36
3.3	Prüfprogramm und Prüfmethoden .....	38
3.3.1	Ablauf .....	38
3.3.2	Auswahl der Probekörper für die Alterung.....	38
3.3.3	Alterung mit dem Viennese Aging Procedure – VAPro.....	38
3.3.4	Prüfmethode zur Bestimmung der rheologischen Eigenschaften der Asphaltprobekörper .....	41
3.3.5	Prüfmethode zur Bestimmung der rheologischen Eigenschaften der Bitumen	43
4	Ergebnisse und Interpretation .....	46
4.1	Asphalt – Diskussion der Ergebnisse der Spaltzug-Schwellversuche .....	46
4.1.1	Materialeigenschaften vor der Alterung.....	46
4.1.2	Veränderung der Materialeigenschaften nach der VAPro-Alterung .....	48
4.2	Bitumen – Diskussion der Ergebnisse der Dynamic Shear Rheometer-Versuche.....	50
4.2.1	Vergleich der Veränderung des dynamischen Schubmoduls.....	51
4.2.2	Vergleich der Veränderung des Phasenverschiebungswinkels.....	59
5	Zusammenfassung und Ausblick.....	63
	Literaturverzeichnis.....	64