

## Zusammenfassung Diplomarbeit Nina Rube

### Einfluss der Bitumenfilmdicke auf die Alterung von Asphalt

Asphalte unterliegen beim Herstellungsprozess, beim Transport und Einbau sowie während der Nutzungszeit einem irreversiblen Alterungsprozess. Als wesentlichste Einflussgrößen wurden der Verlust flüchtiger Bestandteile und Oxidationsreaktionen festgestellt. Beide Prozesse laufen bei hohen Mischgut- bzw. Bitumentemperaturen beim Mischvorgang, Transport und Einbau stark beschleunigt ab, laufen jedoch in geringerem Maße - zusätzlich durch UV-Licht angeregt - während der Nutzungszeit weiter.

Die Bindemittelfilmdicke spielt bei der Alterung des Asphaltes eine große Rolle. Ergebnisse in der Literatur deuten daraufhin, dass dünne Filmdicken den Alterungsprozess beschleunigen können, während ein dicker Bitumenfilm die Alterung verzögern kann.

Das Ziel dieser Arbeit war es, den Einfluss der Bindemittelfilmdicke auf die Alterung zu bestimmen. Dazu wurden Asphalte mit variierenden Bitumenanteilen bei gleichbleibender Zusammensetzung der Gesteinskörnungen mit dem Bochumer Alterungsverfahren (siehe Abbildung 1) künstlich gealtert.

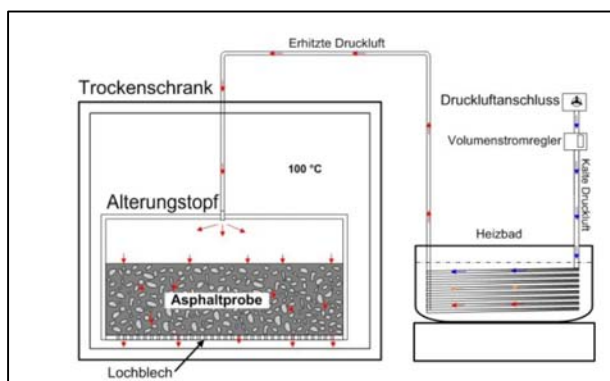
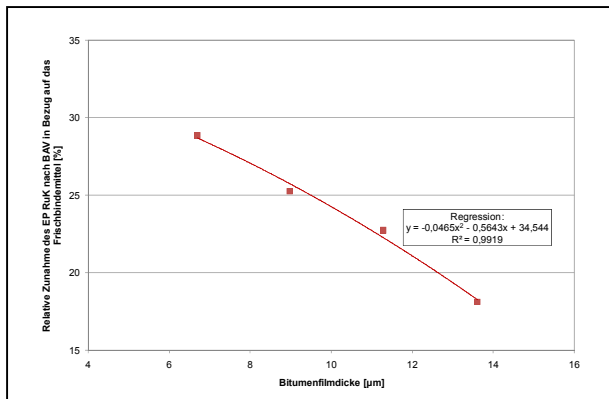


Abbildung 1: Prinzipskizze des Bochumer Alterungsverfahrens

Der Bitumenanteil variierte von 3,0 bis zu 6,0 M.-%. Mit Hilfe von theoretischen Berechnungsansätzen aus der Literatur wurde für die verschiedenen Varianten eine durchschnittliche Bindemittelfilmdicke berechnet, sie variiert von 6,6966  $\mu\text{m}$  bis zu 13,6101  $\mu\text{m}$ . Als Kennwerte für die Alterung wurden folgende Prüfverfahren am Frischbitumen und an dem Bitumen, welches nach der Alterung mit dem BAV extrahiert und destilliert wurde, durchgeführt:

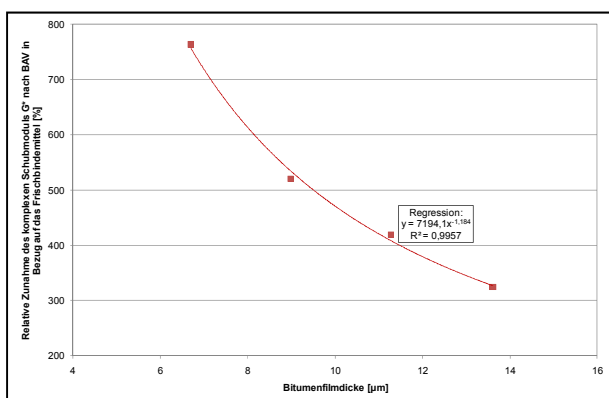
- Nadelpenetration nach DIN EN 1426
- Erweichungspunkt Ring und Kugel nach DIN EN 1427
- Brechpunkt nach Fraaß nach DIN EN 12593
- Dynamisches Scherrheometer – Temperatur-Sweep
- Kraftduktilität nach DIN EN 13589
- Biegebalkenrheometer

Anhand der konventionellen Prüfverfahren wurde deutlich, dass das Bitumen mit jeder Alterungsstufe an Steifigkeit gewinnt. Des Weiteren nimmt die Steifigkeit nach der Alterung mit dem BAV bei den dünneren BMFD mehr zu als bei den dickeren BMFD. Bei den Ergebnissen für den Erweichungspunkt Ring und Kugel konnte ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der relativen Zunahme des EP RuK nach der Alterung mit dem BAV in Bezug auf das Frischbitumen und der BMFD nachgewiesen werden. Mit steigender BMFD nimmt die relative Zunahme des EP RuK ab (siehe Abbildung 2).



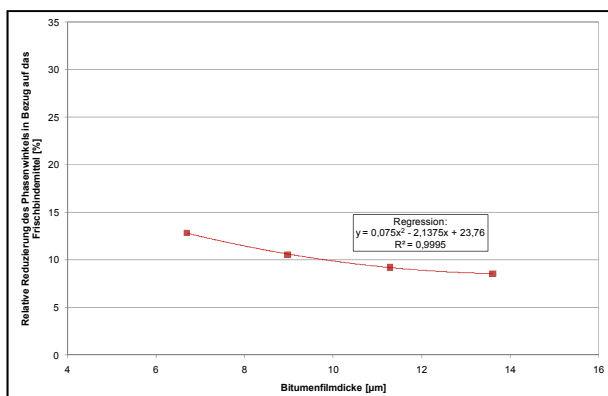
**Abbildung 2: Relative Erhöhung des EP RuK nach BAV im Vergleich zum Frischbitumen in Abhängigkeit der Bitumenfilmdicke**

Mit Hilfe der performance-orientierten Prüfverfahren konnten ebenfalls Zusammenhänge zwischen den Änderungen der Eigenschaften nach der Alterung und der BMFD ermittelt werden. Der Wert des komplexen Schubmoduls steigt mit zunehmender Alterung an (Frisch < nach MGH < BAV). Jedoch ist die relative Zunahme des komplexen Schubmoduls nach der Alterung mit dem BAV in Bezug auf das Frischbindemittel von der BMFD abhängig. Je dünner die BMFD umso höher ist der Wert des komplexen Schubmoduls nach der Alterung mit dem BAV. Ebenso verhält sich das Bitumen bei der Viskosität. Bei der Betrachtung der Regressionskurve (Abbildung 3) kann für die Varianten mit einer BMFD von 8,9759 bis zu 13,6101 µm ein nahezu linearer Verlauf erkannt werden ( $\Delta$  100 %). Die Variante mit der dünnsten BMFD (6,6966 µm) setzt sich von den übrigen Werten ab ( $\Delta$  240%). Dies deutet auf einen kritischen Bereich hin.



**Abbildung 3: Relative Zunahme des komplexen Schubmoduls bei 60 °C in Bezug auf das Frischbindemittel in Abhängigkeit der Bitumenfilmdicke**

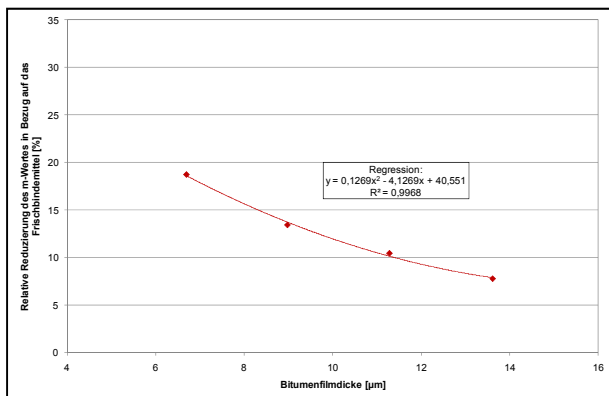
Der Phasenwinkel sinkt mit zunehmender Alterung. Bei einer dickeren BMFD nimmt er weniger ab als bei einer dünneren (Abbildung 4).



**Abbildung 4: Relative Reduzierung des Phasenwinkels bei 60 °C in Bezug auf das Frischbindemittel in Abhängigkeit der Bitumenfilmdicke**

Die Ergebnisse des komplexen Schubmoduls und des Phasenwinkels sprechen für ein schlechteres Kälteverhalten des Bitumens mit zunehmender Alterung. Jedoch ist das Kälteverhalten nach der

Alterung bei einem dickeren Bitumenfilm besser als bei einem dünnen Bitumenfilm. Dies zeigen auch die Ergebnisse des BBR (Abbildung 5). Bei den größeren BMFD ist der m-Wert nach der Alterung höher als bei den niedrigeren BMFD. Kleine m-Werte weisen auf ein sprödes Bitumen und somit mehr Kälterisse hin.



**Abbildung 5: Relative Reduzierung des m-Wertes nach dem BAV in Bezug auf das Frischbindemittel in Abhängigkeit der Bitumenfilmdicke**

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass ein dünner Bitumenfilm die Alterungsprozesse begünstigt.