

Kurzfassung Diplomarbeit Ricarda Manke

Möglichkeiten der Charakterisierung eines modifizierten Bindemittels durch rheologische Kenngrößen aus Kraftduktilitätsmessungen

Die Hauptverkehrsstraßen in Deutschland müssen durch die ständig steigenden Verkehrsbelastungen besondere Gebrauchseigenschaften aufweisen. Für die Asphaltbauweise ist dabei die Qualität des bitumenhaltigen Bindemittels von besonderer Bedeutung. Der Einsatz polymermodifizierter Bitumen bei Straßen der Bauklassen SV und I bis III ist sowohl in der Deckschicht als auch in der Binderschicht heute Standard. Über die Notwendigkeit der Verwendung modifizierter Bindemittel besteht heute kein Zweifel mehr. Offen ist aber weiterhin die Frage nach einem geeigneten Prüfverfahren, mit dem eine rheologische Kenngröße ermittelt werden kann, die für die Gebrauchseigenschaften des Asphaltes bedeutsam ist.

Das Ziel dieser Diplomarbeit war es, die Möglichkeiten zur Charakterisierung eines polymermodifizierten Bitumens durch Ableitung rheologischer Kennwerte aus den Ergebnissen von Kraftduktilitätsmessungen zu untersuchen.

Dazu wurden umfangreiche Bitumenprüfungen mittels des Kraftduktilmeters und nach konventionellen Prüfverfahren durchgeführt. Grundlage der Untersuchungen bildeten handelsübliche gebrauchsfertige polymermodifizierte Bitumen verschiedener Hersteller. Da bei diesen Bitumen keine Hintergrundinformationen zu den Zusammensetzungen und den Herstellbedingungen vorlagen, wurde durch gezielte Herstellung von elastomermodifizierten Bitumen der Einfluss des Basisbitumens, der Polymere sowie der Mischtemperatur und -dauer erfasst und auf die gebrauchsfertigen polymermodifizierten Bitumen übertragen.

Als Ergebnis der Kraftduktilitätsprüfung gemäß DIN EN 13589 wird die Kraft-Verformungs-Kurve ermittelt. Die Kraft-Verformungs-Kurve polymermodifizierter Bitumen ist sehr komplex. Um dieses Verhalten und die genannten Einflüsse auf dieses Verhalten besser beurteilen zu können, wurden die Kurven neben der genormten Auswertung nach DIN EN 13703 mit einer erweiterten Auswertung nach HIRSCH durch die Aufteilung der Kurve in zwei Phasen analysiert.

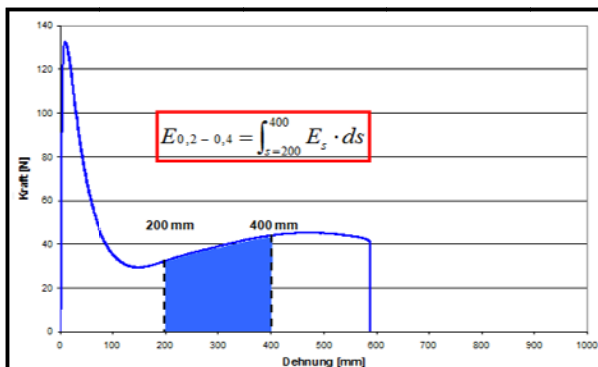


Abbildung 1: genormte Auswertung DIN EN 13703

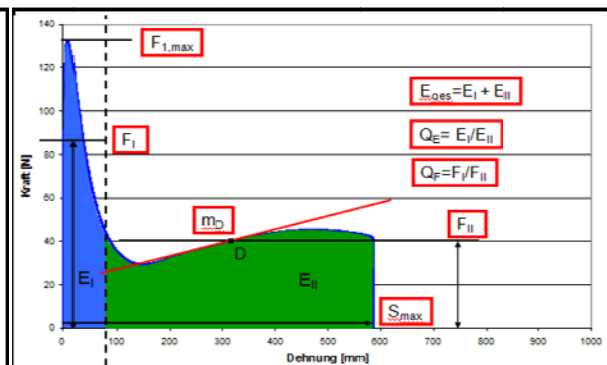


Abbildung 2: Erweiterte Auswertung nach HIRSCH- Aufteilung der Kurve in Phase I und II

Nach der genormten Auswertung (DIN EN 13703) wird die Formänderungsarbeit $E_{0,2-0,4}$ zwischen einer Dehnungslänge von 200 bis 400 mm berechnet. Die Formänderungsarbeit $E_{0,2-0,4}$ sollte nach der TL Bitumen-StB 07 für vorgeschriebene Prüftemperaturen (0°C bis 10°C), die abhängig vom Härtegrad der Bitumensorte sind, bestimmte Anforderungen erfüllen. Nicht alle geprüften Bitumenproben erreichten bei der vorgeschriebenen Prüftemperatur die 400 mm und konnten damit im Hinblick auf die Anforderungen nicht überprüft werden.

Bei Betrachtung der auswertbaren Formänderungsarbeiten $E_{0,2-0,4}$ konnte festgestellt werden, dass dieser Kennwert gut geeignet ist, um zwischen modifizierten und unmodifizierten Bitumen zu

unterscheiden. Jedoch wird der in der Kraft-Verformungs-Kurve polymermodifizierter Bitumen enthaltene Informationsgehalt anhand der Formänderungsarbeit $E_{0,2-0,4}$ nicht voll ausgeschöpft.

Anhand der erweiterten Auswertung nach HIRSCH durch die Aufteilung der Kraft-Verformungs-Kurve in zwei Phasen können polymermodifizierte Bitumen sehr gut hinsichtlich ihrer einzelnen Bestandteile, dem Bitumen und den Polymeren, analysiert werden.

Bei den Auswertungen der Kraft-Verformungs-Kurven der hergestellten polymermodifizierten Bitumen konnte festgestellt werden, dass dieser auf Veränderungen des Polymergehaltes sehr empfindlich reagiert. Während die Höhe und Form der Phase I fast unverändert bleibt, treten in Phase II deutliche Unterschiede auf. Dies liefert einen Hinweis darauf, dass die Phase I hauptsächlich vom Basisbitumen bestimmt ist, während die Phase II maßgeblich von den Polymeren beeinflusst wird.

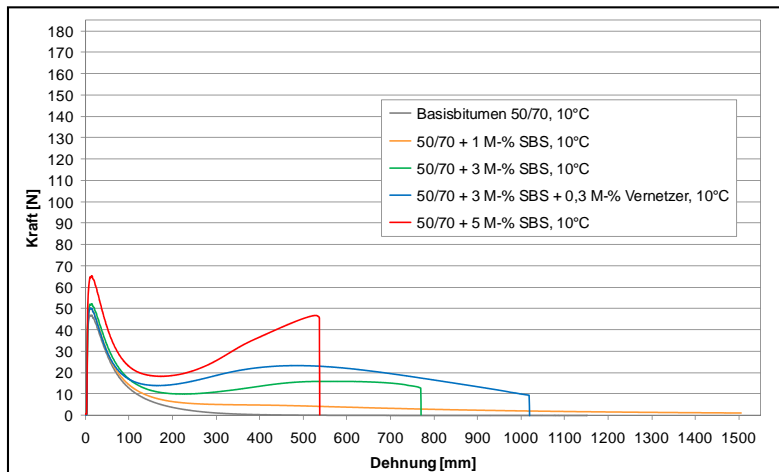


Abbildung 3: Kraft-Verformung-Kurven der hergestellten PmB

Bei den Auswertungen der Kraft-Verformungs-Kurven der gebrauchsfertigen polymermodifizierten Bitumen konnte bei Betrachtung der Phase erkannt werden, dass zwischen dem Nadelpenetrationswert und dem ersten Kraftmaximum $F_{1,max}$ ein starker Zusammenhang besteht und somit das erste Kraftmaximum $F_{1,max}$ ein Maß für die Bitumenviskosität darstellt.

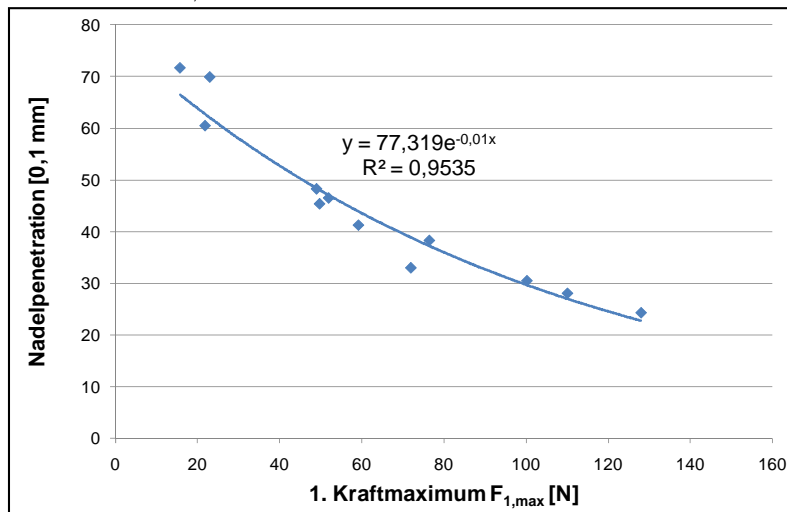


Abbildung 3: Korrelation Nadelpenetration und 1. Kraftmaximum $F_{1,max}$

Während der Bewertung der Phase II konnte festgestellt werden, dass die Polymerwirkung sowohl abhängig ist vom Polymergehalt als auch von der Vernetzungsqualität des Polymers. Besonders hohe Polymergehalte sowie bestimmte Polymerarten erleichtern demnach die Bildung eines Polymernetzwerkes und bauen so beim Kraftduktilitätsversuch höhere Kräfte auf. Während der

Auswertung konnten drei Typen an Kraft-Verformungs-Kurven herausgearbeitet werden, anhand deren die Polymerwirkung abgeschätzt werden kann.

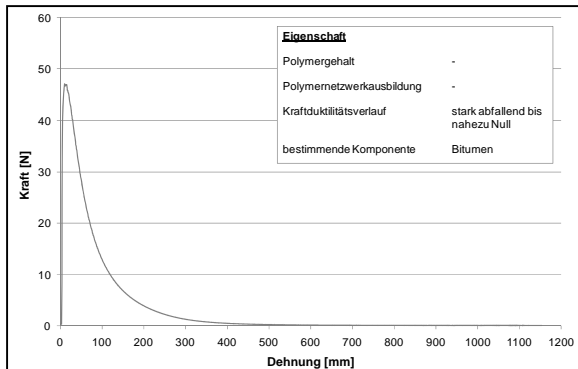


Abbildung 5: Typische Kraft-Verformungs-Kurve eines unmodifizierten Bitumens

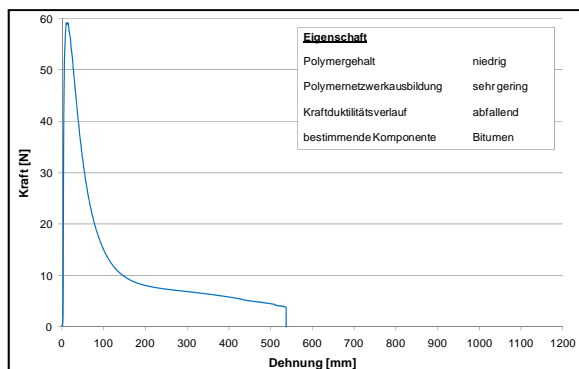


Abbildung 6: Typische Kraft-Verformungs-Kurve eines polymermodifizierten Bitumens – Typ 1

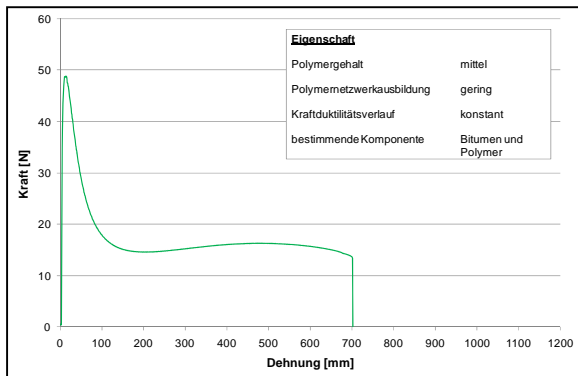


Abbildung 7: Typische Kraft-Verformungs-Kurve eines polymermodifizierten Bitumens – Typ 2

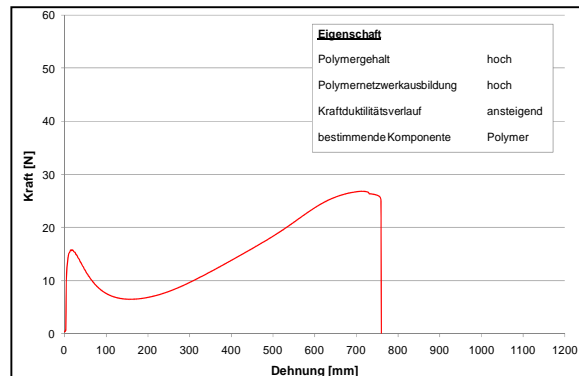


Abbildung 8: Typische Kraft-Verformungs-Kurve eines polymermodifizierten Bitumens – Typ 3

Durch die systematische Variation der Prüftemperatur bei den Prüfungen der gebrauchsfertigen polymermodifizierten Bitumen konnte das temperaturabhängige Verhalten des Bitumens überprüft werden. Die Prüftemperatur hat einen starken Einfluss auf die Kraft-Verformungs-Kurve und deren beschreibende Kennwerte. Die Kräfte sowie die Formänderungsarbeiten nehmen mit steigender Temperatur exponentiell ab, die Dehnung nimmt mit steigender Temperatur linear zu.

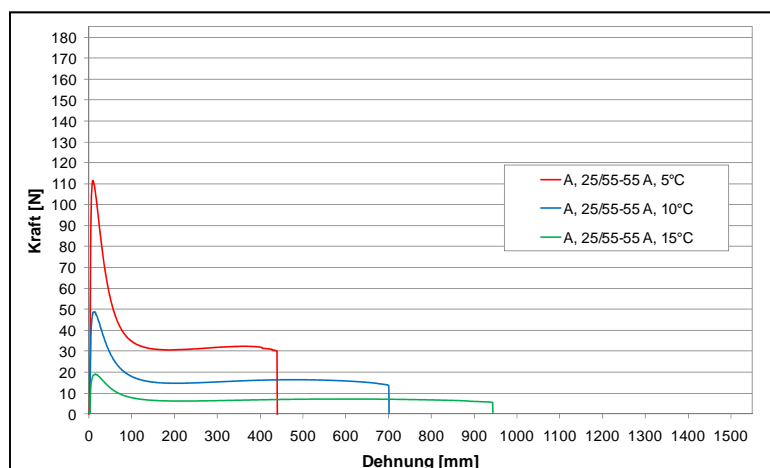


Abbildung 9: Kraft-Verformungs-Kurve bei verschiedenen Prüftemperaturen