

Kurzfassung
zum AiF-Forschungsauftrag 9974

Einfluß des Verfahrens
zur Wiedererwärmung von Asphalten im Laboratorium
auf die Eigenschaften des Bindemittels

Forschungsnehmer: Univ.-Prof. em. Dr.-Ing. habil. W. Arand
Institut für Straßenwesen
Technische Universität Braunschweig

Sachbearbeiter: Prof. Dr. Wolfgang Arand
Dr.-Ing. Peter Renken

Abschluß: Mai 1996

1. Problematik und Zielsetzung

Asphaltmischgut für Verkehrsflächenbefestigungen von Straßen und Flugplätzen wird üblicherweise heiß eingebaut. Im noch heißen Zustand werden aus dem Mischgut Proben gezogen, um die vertragskonforme Beschaffenheit des Materials untersuchen zu können. Während des Transports der Proben in das Laboratorium kühlen diese ab; sie müssen daher dort zum Zwecke der Probeteilung, der Probenvorbereitung und der Probekörperherstellung im Rahmen von Eigenüberwachungs-, Kontroll- oder Schiedsuntersuchungen wiedererwärmt werden.

Nach dem heutigen Stand der Technik geschieht die Wiedererwärmung im Regelfall in konventionellen Wärmeschränken. Dabei wurden in der Praxis häufig Anstiege der Viskosität des in den Asphalten als Bindemittel enthaltenen Bitumens - sogenannte Verhärtungen - beobachtet. Nicht selten erreichten die Viskositätsanstiege beim Bitumen ein solches Ausmaß, daß es nicht mehr möglich war, an Probekörpern korrekte Werte für den Verformungswiderstand bei Wärme, die Reißresistenz bei Kälte und die Ermüdungsbeständigkeit gegenüber wiederholten Lastwechseln zu ermitteln, da das mechanische Verhalten von Asphalten im hohen Maße temperaturabhängig ist und damit auch durch die Viskosität des Bindemittels geprägt wird. Im Interesse

einer ordnungsgemäßen Qualitätskontrolle bei der Herstellung und Verarbeitung von Asphalten sind Verhärtungen des Bindemittels bei der Wiedererwärmung von Mischgutproben nicht hinnehmbar.

Aus diesem Grunde sollte untersucht werden, ob Verhärtungen des Bindemittels bei der Wiedererwärmung von Asphaltmischgut im Laboratorium mittels Hochfrequenztechnik - also unter Einsatz sogenannter Mikrowellenöfen - zuverlässig vermieden werden können.

2. Untersuchungsmethodik

Durch vergleichende Untersuchungen über etwaige Veränderungen der Zusammensetzung der Asphalte - Bindemittelgehalt und Korngrößenverteilung - und der Viskositätsmerkmale des aus den Asphalten extrahierten Bitumens bei der Wiedererwärmung von Asphaltmischgutproben im Wärmeschrank beziehungsweise im Hochfrequenzverfahren soll festgestellt werden, ob und gegebenenfalls unter welchen Bedingungen die Wiedererwärmung von Asphalt im Hochfrequenzverfahren für die normale Laborpraxis empfohlen werden kann. Entscheidungskriterium ist eine möglichst geringe Nachhärtung des Bitumens während der Wiedererwärmung und der Wärmelagerung, verbunden mit einer möglichst geringen Veränderung der Asphalteeigenschaften gegenüber den Eigenschaften der angelieferten Probe.

Zur Lösung der Frage, ob die Wiedererwärmung im Hochfrequenzverfahren vorteilhafter als die konventionelle Erwärmung im Wärmeschrank ist, wurden vergleichende Untersuchungen bei systematischer Variation

- der Mischgutart, der Bitumensorte und der Mineralstoffart sowie
- der Wiedererwärmungstemperatur, der Expositionsdauer und der Probemenge

durchgeführt.

Als Indikatoren für die Vorteilhaftigkeit eines der beiden Wiedererwärmungsverfahren sollen insbesondere die meßtechnisch erfaßbaren Größen Erweichungspunkt Ring und Kugel, Penetration und gegebenenfalls elastische Rückstellung (bei der Verwendung von polymermodifizierten Bitumenvarianten) als Viskositätsmerkmale des

Bindemittels sowie die Größen Bindemittelgehalt und Korngrößenverteilung als kompositionelle Merkmalsgrößen des Asphaltes herangezogen werden. Das experimentell gewonnene Datenmaterial wird unter Anwendung multivariater Verfahren der mathematischen Statistik ausgewertet.

3. Untersuchungsergebnisse

Eine statistisch signifikante Beeinflussung des Bindemittelgehaltes und der Korngrößenverteilung der Mineralstoffgemische der untersuchten Asphalte wurde weder bei der Wiedererwärmung im konventionellen Wärmeschrank noch bei der Wiedererwärmung mittels Hochfrequenztechnik beobachtet.

Gleiches läßt sich vom Einfluß der Art des Wiedererwärmungsverfahrens auf die Viskosität des in den Asphalten enthaltenen Bindemittels nicht sagen. Unabhängig von der Art der Wiedererwärmung der Asphaltmischgutproben wurde allein infolge Herstellung der Asphalte im Laboratorium und Rückgewinnung der Bitumen ein Erweichungspunktanstieg zwischen 0,0 und 5,3 K, im Mittel 3,5 K, festgestellt. Dieser Erweichungspunktanstieg deckt sich in etwa mit den Erfahrungen der Praxis, nach denen auch bei der Herstellung von Asphalten in großtechnischen Mischanlagen mit Erhöhungen des Erweichungspunktes Ring und Kugel von durchschnittlich 4 bis 5 K zu rechnen ist. Da das für die Wiedererwärmung im konventionellen Wärmeschrank verwendete Asphaltmischgut regelmäßig aus derselben Charge stammte wie das für die Wiedererwärmung mittels Hochfrequenztechnik vorgesehene gilt der Erweichungspunktanstieg bei der Herstellung des Asphaltes und der Rückgewinnung des Bitumens von durchschnittlich 3,5 K für beide Arten der Wiedererwärmung.

Unterschiede zeigten sich dann jedoch bei den Erweichungspunkten Ring und Kugel nach Wiedererwärmung des Asphalts im Laboratorium. Während bei den mittels Hochfrequenztechnik wiedererwärmten Asphalten der Anstieg des Erweichungspunktes Ring und Kugel des extrahierten Bindemittels im Mittel bei 0,7 K und im Maximum bei 2,5 K lag, wurden an den Bitumen nach Wiedererwärmung der Asphalte im konventionellen Wärmeschrank bei einer Temperatur von 105 °C Erweichungspunktanstiege zwischen 0,0 und 5,9 K, im Mittel um 2,6 K, und nach Wiedererwärmung bei 145 °C solche zwischen 3,0 und 28,3 K, im Mittel um 10,5 K, beobachtet. Bei den angegebenen Spannen für die Erweichungspunktanstiege gelten die

kleineren Werte stets für die kürzeren Expositionsdauern - nämlich 4 Stunden - und die höheren Werte für die längeren - 16 Stunden - (siehe Abbildung 1). Während die Mischgutart - Asphaltbeton 0/8, Asphaltbinder 0/16 oder Splittmastixasphalt 0/11 - praktisch keinen Einfluß auf den Erweichungspunktanstieg hatte, wurden beim Einsatz von Diabas als Mineralstoff im Vergleich zum Oolith sowie bei härteren Bitumen im Vergleich zu weicheren stets Tendenzen zu stärkerer Nachhärtung registriert.

Ähnliches gilt auch für die Verminderung der Penetration. Nach Herstellung der Asphalte und unmittelbar anschließender Rückgewinnung des Bitumens wurden bei beiden Wiedererwärmungsverfahren Verminderungen der Penetration zwischen 2 und 27 %, im Mittel 20 %, festgestellt. Die Wiedererwärmung der Asphalte im konventionellen Wärmeschrank bewirkte bei einer Temperatur von 105 °C eine weitere Verminderung der Penetration um 6 bis 36 %, im Mittel 17,5 %, und bei einer Temperatur von 145 °C um 15 bis 63 %, im Mittel 35,8 %. In diesen Werten manifestiert sich insbesondere für den Fall der hohen Temperatur von 145 °C und der langen Expositionsdauer von 16 Stunden eine für die Praxis nicht akzeptable Veränderung der Viskosität des Bitumens im Asphalt infolge Wiedererwärmung.

Im Gegensatz zur Wiedererwärmung von Asphalten im konventionellen Wärmeschrank verläuft die Wiedererwärmung mittels Hochfrequenztechnik sehr viel schonender. Bei Wiedererwärmung auf 105 °C wurde eine Penetrationsverminderung zwischen - 14 und + 11 %, im Mittel 0,1 %, und bei einer Wiedererwärmung auf 145 °C eine solche zwischen - 6 und + 19 %, im Mittel 5,5 %, beobachtet. Die Wiedererwärmung von Asphalten im Mikrowellenofen verläuft also wesentlich schonender als im konventionellen Wärmeschrank. Dieses zeigt sich auch am Ergebnis einer multiplen Varianzanalyse, nach dem Unterschiede in der Penetration der extrahierten Bindemittel mit einem Varianzanteil von fast 83 % dominant der Wechselwirkung zwischen Mischgutart und Bitumensorte zuzuschreiben sind (siehe Abbildung 2). Ein Einfluß der Expositionsbedingungen des Asphalts im Mikrowellenofen ist praktisch nicht erkennbar.

Keines der beiden untersuchten Verfahren zur Wiedererwärmung von Asphalten besitzt einen systematischen Einfluß auf die elastische Rückstellung polymermodifizierter Bitumen.

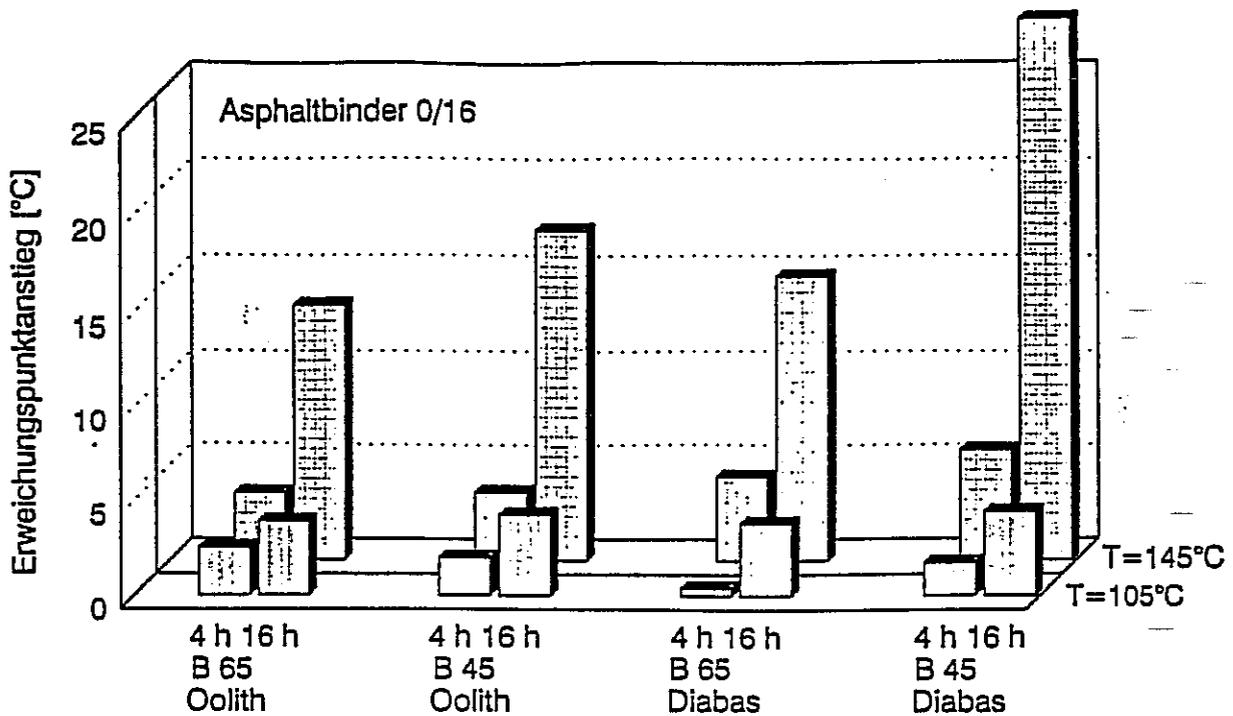


Abb. 1: Anstieg des Erweichungspunktes Ring und Kugel von Bitumen aus Asphaltbindern 0/16 mit zwei verschiedenen Bitumensorten und zwei verschiedenen Mineralstoffarten infolge Wiedererwärmung im konventionellen Wärmeschrank auf Temperaturen von 105 °C beziehungsweise 145 °C

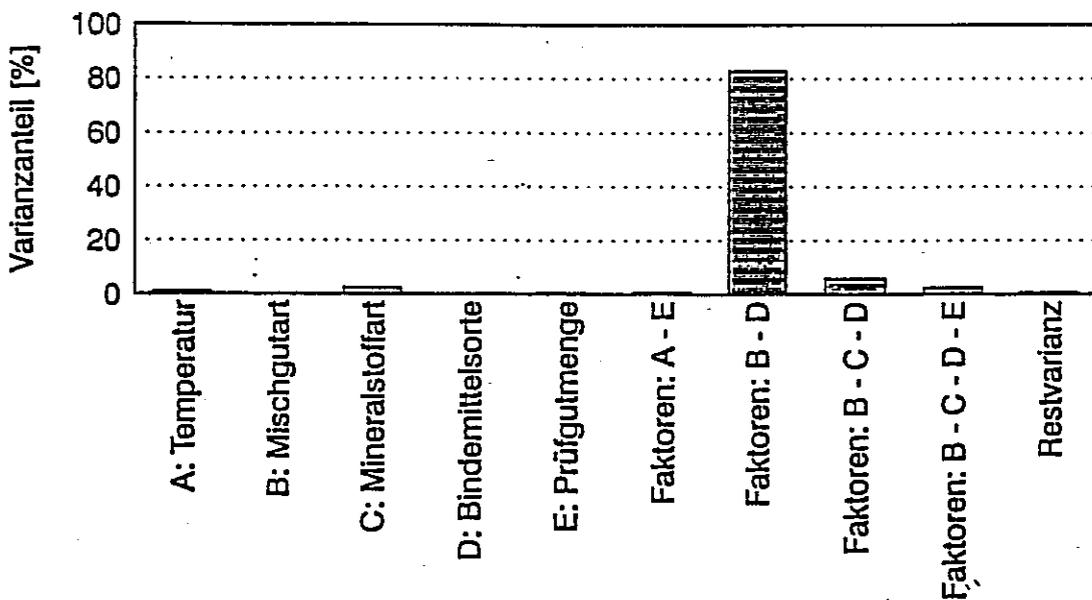


Abb. 2: Einfluß der Wiedererwärmung mittels Hochfrequenztechnik auf die Penetration des wiedergewonnenen Bitumens - Varianzanteile der Einflußgrößen und ihrer wichtigsten Wechselwirkungen als Ergebnis einer fünffachen Varianzanalyse

Nach eingehender Auswertung der Untersuchungsergebnisse unter Anwendung multivariater Verfahren der mathematischen Statistik läßt sich zweifelsfrei feststellen, daß die Viskosität des Bitumens bei Wiedererwärmung von Asphalten im konventionellen Wärmeschrank mit zunehmender Wiedererwärmungstemperatur und zunehmender Expositionsdauer in einem für die Praxis nicht hinnehmbaren Ausmaß ansteigt, während sie bei kontrollierter Wiedererwärmung mittels Hochfrequenztechnik praktisch nicht beeinflußt wird. Da beim Einsatz von Mikrowellenöfen zur Wiedererwärmung von Asphalten Verhärtungen des Bitumens zuverlässig vermieden werden können, sind mit der in Rede stehenden Forschungsarbeit die Voraussetzungen für verhaltensorientierte Prüfungen zur Feststellung der mechanischen Eigenschaften von Asphalten - Verformungswiderstand bei Wärme, Rißbildung bei Kälte und Ermüdungsbeständigkeit gegenüber wiederholten Beanspruchungen - zum Zwecke des Qualitätsmanagements und zur Vermeidung von Regreßforderungen des Auftraggebers wegen mangelbehafteter Leistungen des Auftragnehmers geschaffen.

4. Anwendung und wirtschaftliche Bedeutung

Die wissenschaftlich zuverlässig abgesicherten Erkenntnisse des Forschungsvorhabens sollen der Fachöffentlichkeit vorgestellt und in zuständigen Gremien diskutiert werden. Damit soll das Interesse an einer Ringanalyse geweckt werden, mit der die Anwendbarkeit der Mikrowellentechnik nach Optimierung der Verfahrensweise auch unter Vergleichbedingungen nachgewiesen wird. Dieser Nachweis ist eine unverzichtbare Voraussetzung für eine Aufnahme des Verfahrens zur Wiedererwärmung von Asphalten mittels Hochfrequenztechnik in Technische Regelwerke, beispielsweise DIN 1996 Teil 3.

Die Vermeidung von Verhärtungen des Bindemittels bei der Wiedererwärmung von Asphalten ermöglicht die korrekte prüftechnische Ansprache der temperaturabhängigen mechanischen Eigenschaften von Asphalten im Hinblick auf ihr Gebrauchsverhalten. Sie bietet dem Auftragnehmer damit die Möglichkeit zur gezielten Anpassung der Asphalteeigenschaften an spezielle Anforderungen der Praxis und gleichzeitig auch zur Abwehr unberechtigter Regreßforderungen des Auftraggebers.