

Werkseigene Produktionskontrolle von Asphalt

Einsatzmöglichkeit alternativer Prüfverfahren ohne Lösemittel

[Von Dr.-Ing. Konrad Mollenhauer] Grundlage für die Sicherung der angestrebten Qualität von Asphaltmischgut ist neben der anforderungsgerechten Erstprüfung und Konzeption des Baustoffes auch die laufende Überprüfung des Produktionsprozesses. Dabei spielt die regelmäßige Kontrolle der Qualität des großtechnisch hergestellten Asphaltmischgutes eine wichtige Rolle. Als Alternative für die Extraktionsanalyse mit gesundheitsschädlichen Lösemitteln wurden lösemittelfreie Verfahren untersucht. Im Labor sowie großtechnisch hergestellte Asphaltproben wurden mittels Thermoanalyse zur Bestimmung der Asphaltzusammensetzung sowie einfache mechanische Asphaltprüfungen untersucht. Ein Einsatz der Prüfverfahren in einer lösemittelfreien WPK erscheint dabei möglich.

Abbildung 1: Verwendeter Thermo-Ofen (links), Asphaltmischgutprobe vor (rechts oben) und nach (rechts unten) der Thermoanalyse (Quelle: Uni Kassel/ Mollenhauer)



Im Rahmen der WPK sind Asphalthersteller verpflichtet, die Konformität des großtechnisch im Asphaltmischwerk hergestellten Asphaltmischgutes mit den in der Erstprüfung definierten Asphalteigenschaften festzustellen. Dabei liegt bei Walzasphalten zurzeit der Fokus in der Überwachung der Asphaltzusammensetzung. So werden der Bindemittelgehalt und die Korngrößenverteilung von regelmäßig aus der Mischgutproduktion entnommenen Asphaltproben überprüft. Darüber hinaus werden die Eigenschaften des aus dem Asphaltmischgut rückgewonnenen Bindemittels (Erweichungspunkt Ring und Kugel, elastische Rück-

stellung) und der Hohlraumgehalt von Marshall-Probekörpern (MPK) aus Walzasphalt bzw. die Stempel Eindringtiefe bei Gussasphalt ebenfalls bei einigen Proben bestimmt.

Die dabei anzuwendenden Prüfverfahren sind in den DIN EN 12697 beschrieben, die in Deutschland in den TP Asphalt-StB umgesetzt sind. Für die Bestimmung der Asphaltzusammensetzung kommt dabei die Extraktionsanalyse zur Anwendung, welche fast ausschließlich mittels Extraktionsautomaten unter Verwendung des Lösemittels Trichlorethylen erfolgt. Aufgrund seiner Karzinogenität ist eine Verwendung nur unter hohen Auflagen der Arbeitssicherheit und vorerst nur bis 2023 formal zulässig. Damit auch zukünftig die Qualitätssicherung mit Überprüfung der relevanten Asphalteigenschaften durch den Asphalthersteller erfolgen kann, werden zurzeit alternative Verfahrenswegen erforscht. Neben der Überprüfung alternativer Lösemittel sind auch Prüfverfahren denkbar, in denen die Asphalteigenschaften ohne Lösemittelsinsatz untersucht werden können.

Das Forschungsvorhaben 18942 N im Programm der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) wurde an der Universität Kassel, Sachgebiet Bau und Erhaltung von Verkehrswegen, bearbeitet und hatte zum Ziel, alternativen Laborprüfungen auf die Einsetzbarkeit im Rahmen einer lösemittelfreien WPK hin zu prüfen. Die alternative Prüfverfahren sollen in der Lage sein, Abweichungen der Asphaltzusammensetzung (Bindemittelgehalt, Korngrößenverteilung) von der Soll-Zusammensetzung sowie herstellungsbedingte Veränderungen der mechanischen Asphalteigenschaften (z. B. Verhärtung des Bindemittels) zu identifizieren.

INFO

Das IGF-Vorhaben 18942 N der Forschungsvereinigung Deutsches Asphalt Institut e. V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags gefördert.

Bindemittelgehalt mittels Thermoanalyse

Die Thermoanalyse ist in den DIN EN 12697-39 beschrieben. Bei der bereits 1969 in den USA entwickelten Thermoanalyse wird Asphaltmischgut bei hohen Temperaturen (> 500 °C) verascht. Die dabei angewendete

Probemenge entspricht jener der Extraktionsanalyse (50-Fache des Größtkorndurchmessers in g), vgl. Abbildung 1. Über den Masseverlust wird der Gehalt des brennbaren Bindemittels bestimmt, während an den verbleibenden Gesteinskörnungen die Korngrößenverteilung des Asphaltmischgutes ermittelt wird. Die anfangs angewendeten Temperaturen um 800 °C führten jedoch bei einigen Gesteinsarten (z. B. Kalkstein) zu signifikanten Massereduktionen und Kornzerstörungen, welche das Ergebnis der Untersuchungen beeinflussten (Brown et al. 1995). In den 1990er-Jahren wurde die Thermoanalyse auch in Deutschland als Alternative für die bis dahin meist manuell durchgeführte Extraktionsanalyse untersucht. Frühzeitig wurde dabei der Einfluss verschiedener Gesteinsarten auf die Masseveränderung während der Thermoanalyse erkannt. So wurden von Roßberg & Bader (1997) Masseänderungen von bis zu 1,6 % identifiziert. Durch eine sukzessive Verringerung der Veraschungstemperatur (in den EN 12697-39 ist als Zieltemperatur 540 °C – entsprechend 1000 °F verankert) konnte dieser Einfluss reduziert werden. Dennoch ist eine Anwendung von Kalibriermessungen erforderlich, um den Einfluss der verwendeten Gesteinskörnungen bei der Berechnung des Prüfergebnisses zu berücksichtigen. Drüschner (1993) trennte den Masseverlust während der Thermoanalyse in eine Trocknungsphase und der Bindemittel-Verbrennungsphase durch Messung des zeitlichen Verlaufs der Temperatur in der Untersuchungsprobe sowie des Masseverlustes. Dadurch konnte der Bindemittelgehalt (außer bei Verwendung poriger Gesteine) mit guter Präzision bestimmt werden. Da zeitgleich die Entwicklung von Extraktionsautomaten erfolgte, in denen das gesundheitsschädliche Lösemittel im geschlossenen Kreislauf geführt wird, konnte die Lösemittlexposition der Baustoffprüfer erheblich reduziert werden. Aufgrund der Vielzahl der in Deutschland und auch in einzelnen Mischwerken verwendeten Gesteinskörnungen sowie die Verwendung von Asphaltgranulat mit unbekanntem Gesteinskörnungsgemisch wurde die Thermoanalyse nicht weiter verfolgt. Die aktuellen Nutzungseinschränkungen des bisher verwendeten Löse-

mittels Trichlorethylen sowie hoher Kostenaufwand für die Umrüstung bestehender Laboreinrichtungen für den Einsatz alternativer Lösemittel begründet das Interesse, erneut die lösemittelfreien Prüfverfahren auf Einsatzfähigkeit zu überprüfen.

Bei der Bestimmung des Bindemittelgehaltes mittels Thermoanalyse wird zunächst der Masseverlust infolge thermischer Beanspruchung in % von der Ausgangsmasse des Asphaltmischgutes bestimmt. Von diesem Wert wird der Kalibrierwert C_F , welcher die Masseänderung der Gesteinskörnungen berücksichtigt, abgezogen. Die DIN EN 12697-39 beschreibt drei Verfahren zur Bestimmung des Kalibrierwertes:

- Auf Grundlage von im Labor hergestelltem Asphaltmischgut (Verfahren nach Anhang A.2): Der Kalibrierwert entspricht der Differenz zwischen dem Masseverlust und dem tatsächlichen Bindemittelgehalt einer im Labor hergestellten Probe.
- Auf Grundlage von parallel durchgeführten Extraktionsversuchen (Verfahren nach Anhang A.3): Der Kalibrierwert entspricht der Differenz zwischen dem Masseverlust und dem mittels Extraktionsverfahren bestimmten Bindemittelgehalt.
- Auf Grundlage der Untersuchung des Gesteinskörnungsgemisches ohne Bindemittelzugabe (Trockenmischung – Verfahren nach Anhang A.4): Aus bei 110 °C getrockneten Gesteinskörnungen wird ein Gesteinskörnungsgemisch gemäß der angewendeten Asphaltmischgutzusammensetzung hergestellt. Dabei kann auch das verwendete Asphaltgranulat eingesetzt werden. An dieser Trockenprobe wird dann der Masseverlust mittels Thermoanalyse bestimmt.

Überprüfung der lösemittelfreien Versuche unter Laborbedingungen

Als alternative Prüfverfahren wurde zum einen die Thermoanalyse zur Untersuchung der Asphaltzusammensetzung (Bindemittelgehalt und Korngrößenverteilung) und zum anderen mechanische Asphaltprüfungen untersucht, mit denen auf Änderungen der Bindemittelleigenschaften geschlossen werden sollte.

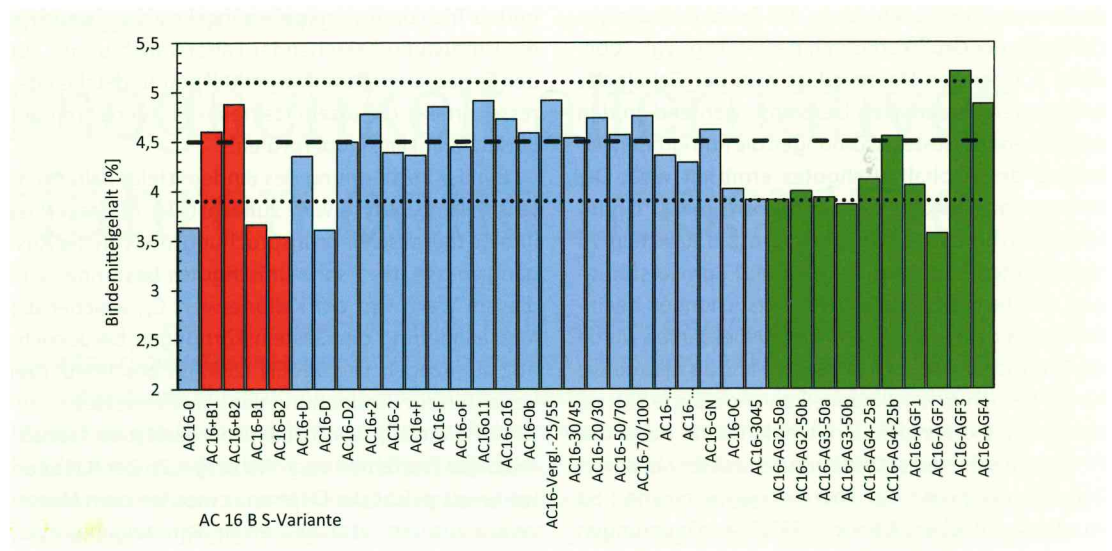
INFO

Dieser Fachbeitrag basiert auf einem Vortrag, gehalten auf dem DAV/DAI-Asphaltseminar 2018 in Willingen.

Tabelle 1: Art und Anzahl der untersuchten Asphalt-Variationen

Anzahl der variierten Asphalteeigenschaften	Asphaltart und -sorte				
	AC 22 TS	AC 16 BS	AC 11 DS	SMA 8 S	MA 8 S
Soll-Zusammensetzung, z. T. mit variiertem Kombination der Lieferkörnungen	3	4	1	5	2
Bindemittelgehalt	4	4	2	2	3
Korngrößenverteilung	8	10	3	6	2
Gesteinsart (inkl. Füllerart)	1	-	-	7	4
Bitumenart und -sorte	2	5	-	5	2
Bitumenzusätze	-	3	-	5	3
Asphaltgranulatzugabe	8	10	-	-	-
Misch- und Lagerungsbedingungen	-	-	-	6	3
Summe der untersuchten Asphaltvarianten	26	36	6	36	19

Abbildung 2: Mittels Thermoanalyse gemessene Bindemittelgehalte der AC16-BS-Varianten



An den verschiedenen Walzsasphaltvarianten wurde dazu der Verdichtungswiderstand gemäß TP Asphalt-StB, Teil 10B, Marshall-Stabilität und Fließwert gemäß TP Asphalt-StB, Teil 34 sowie die Spaltzugfestigkeit gemäß TP Asphalt-StB, Teil 23 bestimmt.

Zur Überprüfung der Anwendbarkeit der alternativen Prüfverfahren wurden zunächst Asphaltmischgutvarianten im Labor hergestellt und mit den Prüfverfahren untersucht. Dabei wurden sowohl Bindemittelgehalt, Zusammensetzung des Gesteinskörnungsgemisches und Bindemittleigenschaften gezielt variiert. Weiterhin wurde die Identifizierbarkeit von Asphaltmischgutvarianten mit Asphaltgranulatzugabe durch die alternativen Prüfverfahren untersucht. Die Anzahl und Art der in den verschiedenen Asphaltmischgutvarianten vorgenommenen Variationen sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

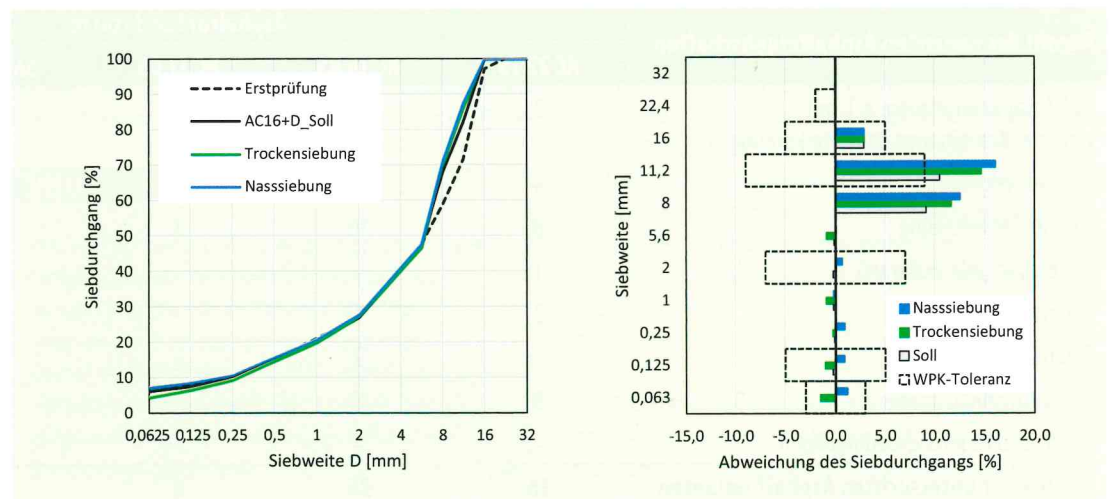
Als Gestein kam weitgehend ein Basalt zur Anwendung, der eine vergleichsweise hohe Masseänderung infolge thermischer Beanspruchung aufwies. So wurden Masseänderungen an den verschiedenen Lieferkörnungen zwischen 1,0% und 2,1% festgestellt. Analog zu dem Vorgehen der Prüfnorm wurde die Ver-

brennungstemperatur des Asphaltmischgutes auf 500 °C reduziert, nachdem keine abweichenden Bindemittelgehalte festgestellt wurden.

An diesen Asphaltmischgutvarianten wurde untersucht, ob die verschiedenen Variationen der Asphaltzusammensetzung, Ausgangsbaustoffe sowie Herstellparameter durch die verschiedenen lösemittelfreien Analyseverfahren identifiziert werden können.

Exemplarisch zeigt Abbildung 2 die mittels Thermoanalyse an den Asphaltbindervarianten bestimmten Bindemittelgehalte, wobei der Kalibrierwert nach Verfahren A.4 am trockenen Gestein bestimmt wurde. Der Bindemittelgehalt gemäß Erstprüfung war 4,5 %. Daraus resultierend sind die Toleranzgrenzen der WPK nach DIN EN 13108-21 für konforme Bindemittelgehalte aufgetragen. Zwar können die Varianten mit zu geringem Bindemittelgehalt identifiziert werden (AC16-B1, AC16-B2), insgesamt wird der Bindemittelgehalt jedoch unterschätzt. Dies konnte bei den anderen untersuchten Asphaltvarianten ebenfalls beobachtet werden. Die Ursache hierfür wird im Verfahren zur Bestimmung des Kalibrierwertes vermutet. Bei Anwendung eines mittleren Kalibrierwertes, der durch

Abbildung 3: An der Asphaltbindervariante mit erhöhtem Grobkornanteil mit Trocken- und anschließender Nasssiebung bestimmte Korngrößenverteilungen des Verbrennungsrückstandes sowie Abweichungen der Siebdurchgänge von jenen der Erstprüfung



den Vergleich des am Asphaltmischgut bestimmten Masseverlustes und des im Rahmen der Labormischung angewendeten Bindemittelgehaltes nach Verfahren A.2 bestimmt wird, kann die mittlere Abweichung des bestimmten Bindemittelgehaltes verringert werden. Dieses Verfahren wird im Folgenden für die Anwendung im Rahmen der WPK vorgeschlagen. Dabei erfolgt die Bestimmung des Kalibrierwertes an einer im Labor hergestellten Asphaltprobe, z. B. im Rahmen der Erstprüfung. Während der WPK erfolgt eine laufende Berücksichtigung der jeweils festgestellten Differenzen zwischen Masseverlust und angestrebten Bindemittelgehalt.

Durch Siebanalyse des Verbrennungsrückstandes kann auf die im Asphalt eingesetzte Korngrößenverteilung geschlossen werden. Exemplarisch zeigt Abbildung 3 die mittels Trocken- und anschließender Nasssiebung bestimmten Korngrößenverteilungen für die Asphaltbinder-Variante mit erhöhtem Grobkornanteil (AC16+D). Mit beiden Siebverfahren kann die über die WPK-Toleranz hinausgehende Abweichung des Siebdurchgangs bei 11,2 mm identifiziert werden. Die Trockensiebung ist aber nicht in der Lage, die infolge der Thermoanalyse agglomerierten Feinanteile zu lösen, sodass systematisch zu geringe Feinanteile bestimmt werden. Durch Nasssiebung können diese gelöst werden. Jedoch ist damit eine verlängerte Prüfzeit verbun-

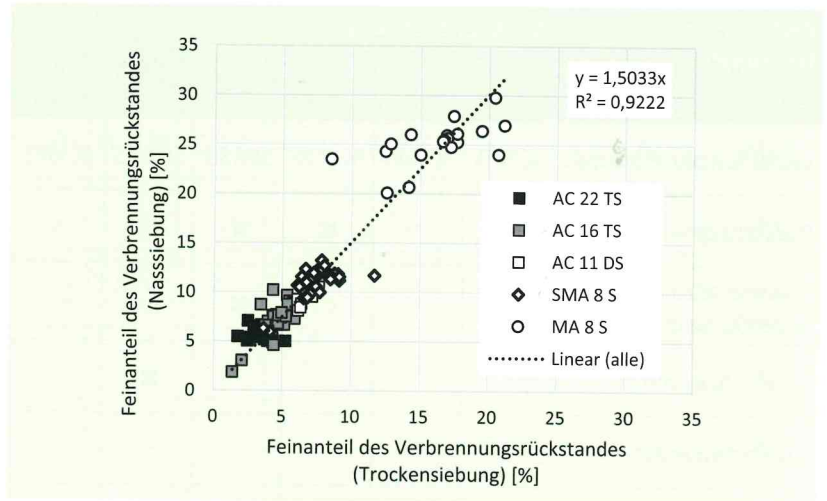


Abbildung 4: Zusammenhang zwischen dem mittels Trockensiebung und Nasssiebung ermittelten Feinanteils der untersuchten Asphalt-Varianten

den, sodass mögliche Abweichungen der Kornzusammensetzung erst spät erkannt werden können.

In Abbildung 4 sind die mittels Nasssiebung bestimmten Feinanteile jenen der Trockensiebung gegenübergestellt. Über allen untersuchten Asphaltvarianten ist ein linearer Zusammenhang beider Feinanteile zu erkennen. Der in der Nasssiebung bestimmte

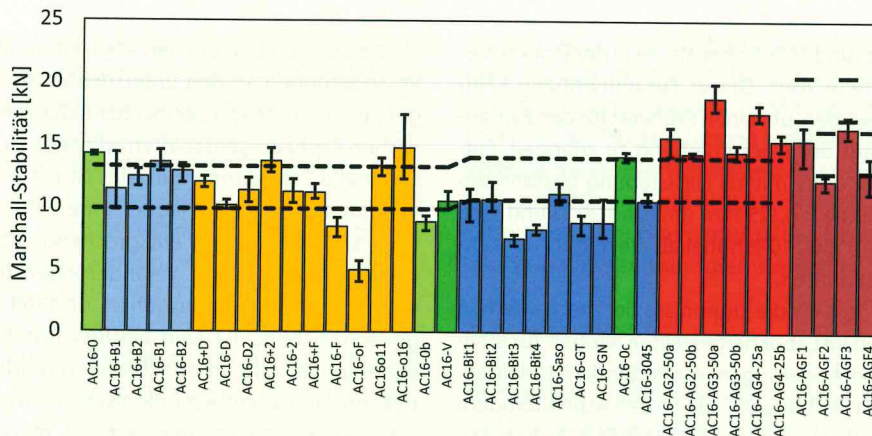


Abbildung 5: An Asphaltbinder-Varianten bestimmte Werte der Marshall-Stabilität

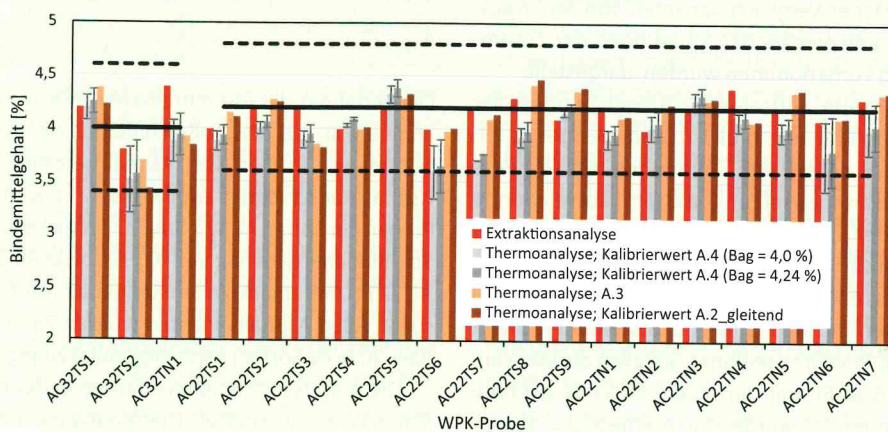


Abbildung 6: An den WPK-Proben der Tragschichtasphalte bestimmte Bindemittelgehalte

Prüfverfahren / Eigenschaft	Relative Abweichung												
	Verdichtungswiderstand T-Wert				Hohlraumgehalt V				Marshall-Stabilität				
Geänderte Asphalteeigenschaft	AC 22 TS	AC 16 BS	AC 11 DS	SMA 8 S	AC 22 TS	AC 16 BS	AC 11 DS	SMA 8 S	AC 22 TS	AC 16 BS	AC 11 DS	SMA 8 S	AC 22 TS
Bindemittelgehalt	—	—	✘	✘	●	●	●	✘	●	●	●	✘	—
Zusammensetzung des Gesteinskörnungsgemisches	—	●	●	✘	●	●	●	✘	●	●	—	●	—
Gesteins- bzw. Füllerart					✘			●	—			●	●
Bindemittelviskosität		—		●	—	—		●	✘	✘		●	—
Modifikation (z. B. viskositätsverändernder Zusatz, Gummi-Granulat)		●				—		—		●		●	
Herstellungsparameter				—				●				—	
Einsatz von Asphaltgranulat	●	●			✘	●			✘	✘			✘
Abweichendes Asphaltgranulat		✘				●				✘			

Tabelle 2: Identifizierbarkeit verschiedener Abweichungen der Asphalteeigenschaften mit den unterschiedlichen mechanischen Prüfverfahren

Feinanteil ist rund 50 % höher als der in der Trockensiebung ermittelte Wert. Dieser Zusammenhang kann verwendet werden, um einen Prüfwert für den Feinanteil bereits aus der Trockensiebung zu erlangen. Entsprechend sind die mittels Nasssiebung bestimmten Siebdurchgänge < 0,125 mm um rund 20 % und jene < 0,25 mm um rund 10 % höher als die mittels Trockensiebung bestimmten.

Exemplarisch für die Ergebnisse der mechanischen Prüfungen an im Labor hergestellten Asphalt zur Identifikation von Änderungen in den Bindemittelleigenschaften zeigt Abbildung 5 die an den Asphaltbindern bestimmten Werte der Marshall-Stabilität. Neben den Spannweiten der drei ermittelten Einzelwerte ist die Wiederholpräzision gemäß TP Asphalt-StB, Teil 34 für die verschiedenen Vergleichsvarianten, von denen ausgehend die entsprechenden Variationen der Zusammensetzung vorgenommen wurden, dargestellt.

Trotz teilweise auftretender Abweichungen der Marshall-Stabilität von gleich zusammengesetzten Varianten (z. B. AC16-0 und -0b) können insbesondere in ihrer Zusammensetzung extrem abweichende Asphaltbinder identifiziert werden. Hinsichtlich der Asphalte mit variiertem Bindemittelsorte kann ein plausibler Einfluss erkannt werden. Auch zur Identifikation von Varianten mit Asphaltgranulatzugabe erscheint die Marshall-Stabilität geeignet. So fallen die vier Varianten (AC16-AGF), bei denen ein falsches Asphaltgranulat eingesetzt wurde, durch erhebliche Abweichungen der Marshall-Stabilität auf.

Die aus den Ergebnissen abgeleitete Möglichkeit, Veränderungen an den untersuchten Asphaltmischgutvarianten anhand der mechanischen und volumetrischen Asphalteeigenschaften erkennen zu können, ist in Tabelle 2 zusammengestellt. Ist die beobachtete Veränderung plausibel jedoch innerhalb der Wiederholpräzision, so ist die entsprechende Kombination mit einem „●“ markiert. Veränderungen, die über die Wiederholbarkeit hinausgehen, sind mit einem „✘“ gekennzeichnet. Ist kein Einfluss feststellbar bzw. widerspricht die beobachtete Veränderung den bekannten asphalttechnologischen Grundlagen, so sind die Kombinationen mit „—“ markiert. Nicht betrachtete Kombinationen sind leer geblieben.

Validierung der lösemittelfreien WPK an Asphaltmischgut für Asphalttragschichten

Die Verfahren der lösemittelfreien WPK wurden unter anderem an aus der großtechnischen Herstellung entnommenen Proben von Asphaltbetonmischgut für Asphalttragschichten angewendet. Es wurden dabei Proben der Sorten AC 32 TS, AC 32 TN (jeweils mit einem Soll-Bindemittelgehalt von 4,0 %) sowie AC 22 TS und AC 22 TN (mit einem Bindemittelgehalt von 4,2 %) untersucht. Allen Asphaltvarianten wurden 25 % (S-Sorten) bzw. 20 % (N-Sorten) Asphaltgranulat zugegeben.

Die mittels Extraktionsverfahren in der herkömmlichen WPK sowie mittels Thermoanalyse mit verschiedenen Verfahren der Kalibrierwertbestimmung

Marshall-Fließwert			Spaltzugfestigkeit				Horizontale Verformung				Verformungsarbeit			Stempelein- dringtiefe	
AC 16 BS	AC 11 DS	SMA 8 S	AC 22 TS	AC 16 BS	AC 11 DS	SMA 8 S	AC 22 TS	AC 16 BS	AC 11 DS	SMA 8 S	AC 22 TS	AC 16 BS	AC 11 DS	SMA 8 S	MA 8 S
●	●	-	-	-	●	●	-	●	●	●	-	●	-	●	✘
●	●	✘	●	✘	●	●	-	●	-	-	●	●	-	●	●
		●	-			●	-			-	-			-	✘
●		✘	-	●		✘	-	●		●	-	-		●	✘
-		●		-		●	-	●		●		-		●	-
		●				●	-			●				●	✘
-			●	✘			-	-			-	●			
✘				●			-	-				-			

Legende: ✘ Asphalteigenschaft wird klar identifiziert; Veränderung führt zu Abweichungen, die über die Wiederholbarkeit hinausgehen ● Tendenzen hinsichtlich des Einflusses der Veränderung sind erkennbar und plausibel - kein Einfluss feststellbar

gemessenen Bindemittelgehalte sind in Abbildung 6 zusammengestellt. Zunächst liegen alle ermittelten Bindemittelgehalte innerhalb der durch die DIN EN 13108-21 vorgegebenen Toleranz von $\pm 0,6$ % vom Wert der Erstprüfung. Insbesondere die Bindemittelgehalte, welche bei Verwendung der an Trockenmischungen bestimmten Kalibrierwerte mittels Thermoanalyse ermittelt wurden, weisen bei vier Proben (AC32TS2, AC22TS6, AC22TS7 und AC22TN6) vergleichsweise geringe Werte auf. Insgesamt variieren die so ermittelten Bindemittelgehalte auch deutlich stärker als die mit den gemittelten Kalibrierwerten bestimmten, da der Einfluss der individuellen Kalibrierwertbestimmung am Trockengemisch entfällt.

Der Zusammenhang der mittels Thermoanalyse bestimmten Bindemittelgehalte zu den mittels Extraktionsanalyse bestimmten ist nur tendenziell erkennbar.

Die Ergebnisse der Siebanalysen sind in Abbildung 7 und 8 dargestellt. Nach Extraktionsanalysen ergeben sich keine über die WPK-Toleranzen hinausgehende Abweichungen der Mischgutzusammensetzung. Jedoch weisen die Proben teilweise bei den Siebdurchgängen zwischen 5,6 mm und 11,2 mm große Abweichungen von der nach Erstprüfung angestrebten Zusammensetzung auf. Die anhand der Ergebnisse der Nasssiebung nach Thermoanalyse zu erkennenden Abweichungen entsprechen tendenziell jenen der extrahierten Probe. Anhand der Ergebnisse nach Thermoanalyse sind die Abweichungen jedoch etwas stärker ausgeprägt. Die teilweise großen Abweichungen

werden auch durch die Trockensiebung bestätigt. Auch bei den im Rahmen der WPK untersuchten Proben des Asphalttragschicht-Mischgutes kann die bereits in der Trockensiebung ermittelte Korngrößenverteilung im Feinanteils sowie bei den Siebdurchgängen $< 0,125$ mm und $< 0,25$ mm mit den in den Laboruntersuchungen ermittelten Faktoren 1,5, 1,2 und 1,1 zielführend korrigiert werden.

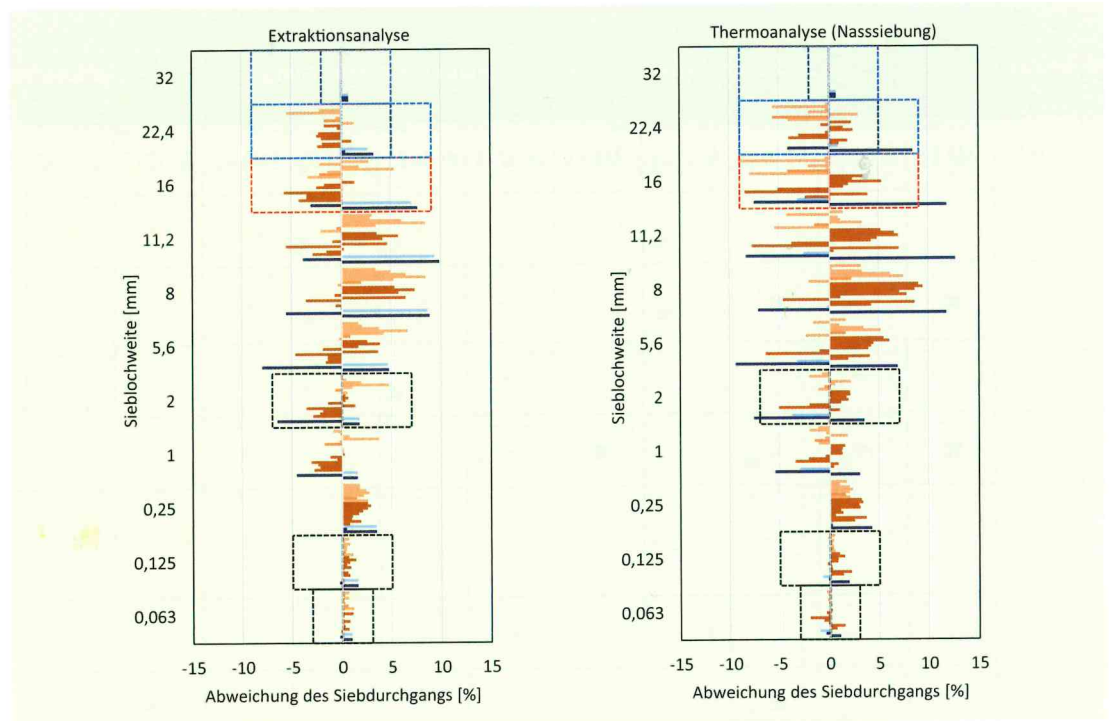
Schlussfolgerungen

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse des Forschungsprojektes zusammengestellt.

Bestimmung des Bindemittelgehaltes mittels Thermoanalyse:

- Die thermischen Eigenschaften der Gesteinskörnungen haben einen hohen Einfluss auf die Ergebnisse der Bindemittelgehaltsbestimmung und erfordern die Bestimmung eines individuellen Kalibrierwertes für jede Asphaltzusammensetzung.
- Die Ermittlung des Kalibrierwertes an dem trockenen Gesteinskörnungsgemisch ist nicht zielführend, da während der Verbrennung von Asphaltmischgut infolge der Entflammung des Bitumens andere thermische Beanspruchungen auftreten als die gesteuerte thermische Beanspruchung bei Prüfung der trockenen Gesteinskörnungen.
- Der an Asphalt bzw. Gesteinskörnungen bestimmte Masseverlust ist mit vergleichsweise hohen Prüfungs-

Abbildung 7: Abweichung der an den WPK-Proben bestimmten Siebdurchgängen zu den Siebdurchgängen gemäß Erstprüfung. blau: AC32, rot: AC22. Links: Siebanalyse nach Extraktion, rechts: Nasssiebung nach Thermoanalyse



cherheiten verbunden. Wird ein am Gestein ermittelter Kalibrierwert verwendet, sinkt die Prüfpräzision der Bindemittelgehaltsbestimmung.

- Das Gleiche gilt für die Kalibrierung an mittels Extraktionsanalyse bestimmtem Bindemittelgehalt. Hier erhöht die Streuung der Bindemittelgehaltsbestimmung sowie die erforderliche Probeteilung die Unsicherheit des Verfahrens.

- Der im Rahmen einer WPK verwendete Kalibrierwert kann als gleitender Mittelwert aus den zuvor geprüften Asphaltproben bestimmt werden. Zunächst wird der Start-Kalibrierwert anhand einer im Rahmen der Erstprüfung oder einer zusätzlichen im Labor mit repräsentativen Gesteinsproben hergestellten Asphaltprobe bestimmt. Die Differenz aus dem in der Thermoanalyse bestimmten Masseverlust und dem eingesetzten Bindemittelgehalt ergibt den Kalibrierwert (Verfahren A.2 gemäß DIN EN 12697), welcher bei der ersten WPK-Probe eingesetzt wird. Für jede weitere WPK-Probe wird der Mittelwert aus den an zuvor untersuchten Proben bestimmten Differenzen aus Masseverlust und Soll-Bindemittelgehalt gebildet und als Kalibrierwert verwendet. Nicht konforme Proben, welche abweichende Bindemittelgehalte aufwiesen, werden bei der Mittelwertbildung nicht berücksichtigt.

- Das vorgenannte Verfahren eignet sich auch für Asphaltmischgut mit Zusatz von Asphaltgranulat.

Bestimmung der Korngrößenverteilung am Verbrennungsrückstand nach der Thermoanalyse

- Abgesehen von einer Asphalttragschichtprobe mit Kalkstein zeigten sich die hier untersuchten Gesteinsarten hinsichtlich der thermischen Beanspruchungen infolge Thermoanalyse als stabil, sodass keine Kornverfeinerung beobachtet werden konnte. Bei empfindlichen Gesteinskörnungen muss die mögliche

Kornverfeinerung jedoch berücksichtigt werden.

- Infolge der thermischen Beanspruchung kommt es zur Agglomerationen des Feinanteils sowie der feinen Gesteinskörnungen, die nicht durch die Trockensiebung aufgelöst werden können.

- Mittels Nasssiebung können die Agglomerate gelöst werden, sodass die Korngrößenverteilung am Verbrennungsrückstand zur Überprüfung der Asphaltzusammensetzung angewendet werden kann.

- Der Unterschied zwischen den Siebdurchgängen der Trocken- und Nasssiebung kann mit einem einfachen Faktor beschrieben werden (Siebdurchgang (nass) = X · Siebdurchgang (trocken)). Für die hier untersuchten Gesteinskörnungen sowie Thermoofen und Siebmaschinen können die mittels Nasssiebung bestimmten Siebdurchgänge aus jenen der Trockensiebung bestimmt werden:

- Feinanteil (< 0,063 mm): $X_{0,063} = 1,5$

- < 0,125 mm: $X_{0,125} = 1,2$

- < 0,25 mm: $X_{0,25} = 1,1$

- Die Validierung des Verfahrens an werksgemischten WPK-Proben hat gleiche Tendenzen der mittels Thermoanalyse bestimmten Gesteinskörnungs-Zusammensetzung gezeigt wie die mittels Extraktionsanalyse bestimmten. Allerdings waren die nach Thermoanalyse bestimmten Abweichungen etwas ausgeprägter, sodass bei einigen Proben die WPK-Toleranzen überschritten wurden.

Bestimmung der Eigenschaften am Marshall-Probestkörper als Hinweis zu mechanischen Asphalteeigenschaften mit Ursache im Bindemittel

- Im Projekt wurden die Asphalteeigenschaften Verdichtungswiderstand, Hohlraumgehalt der MPK, Marshall-Stabilität und Fließwert sowie Spaltzugfestigkeit analysiert. Im Rahmen von im Labor vorgenommener

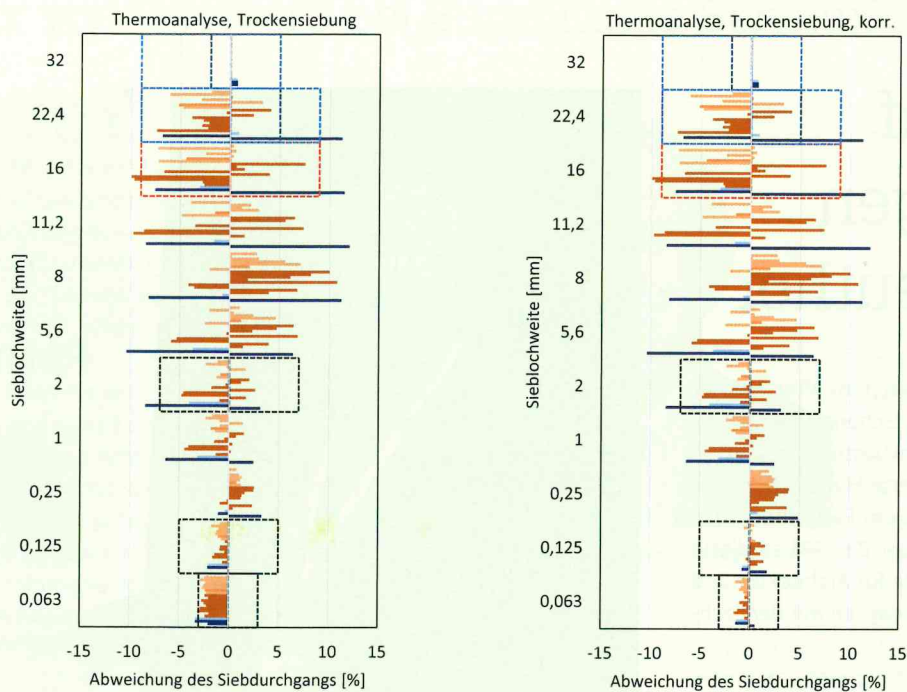


Abbildung 8: Abweichung der an den WPK-Proben bestimmten Siebdurchgängen zu den Siebdurchgängen gemäß Erstprüfung. blau: AC32, rot: AC22. Links: Trockensiebung nach Thermoanalyse, rechts: Trockensiebung, korrigiert

Mischgutvariationen konnte die Eignung der genannten Eigenschaften für die Kontrolle der Asphalte im Rahmen der WPK – auch als Ersatz für Analysen an rückgewonnenen Bindemitteln – überprüft werden.

- Der Verdichtungswiderstand wird maßgeblich durch die Zusammensetzung des Gesteinskörnungsgemisches beeinflusst.
- Der Hohlraumgehalt des Marshall-Probekörpers, verdichtet mit 2 x 50 Schläge, reagiert sehr sensibel auf Veränderungen der Asphaltzusammensetzung, insbesondere Bindemittelgehalt, Gesteinskörnungsgemisch und Variationen des Asphaltgranulates.
- Die in Marshall-Versuchen ermittelte Stabilität und Fließwert können gut zur Identifikation von veränderten Bindemittelleigenschaften sowie mechanisch wirksamen Mischguteigenschaften (z. B. Füllerart) sowie variiertes Asphaltgranulatzugaben herangezogen werden.
- Die Spaltzugfestigkeit differenziert ebenfalls hinsichtlich Bindemittelleigenschaften. Jedoch werden weitgehend die gleichen Proben als auffällig identifiziert wie mittels Marshall-Versuch.
- Weitere untersuchte Ergebnisse des Spaltzugversuchs (horizontale Verformung und Verformungsarbeit) haben insbesondere aufgrund geringer Prüfpräzision keine ergänzenden Hinweise auf auffällige Proben erbracht.
- Im Rahmen der Überprüfung von werksgemischten Proben konnten insbesondere anhand des Hohlraumgehaltes sowie der Ergebnisse des Marshall-Versuchs auffällige Proben identifiziert werden. Bei nicht allen konnte die Auffälligkeit einer Abweichung der Asphaltzusammensetzung zugeordnet werden.
- Die Sensibilität der durchgeführten Asphaltprüfungen auf Mischgutvariationen, welche im Rahmen der WPK-Toleranzen vorgenommen wurden, weist auf

einen möglichen Einsatz zur vereinfachten Überprüfung von Performance-Anforderungen hin. Zur weiteren Überprüfung von Zusammenhängen sind vergleichende Untersuchungen mit einfachen und am Gebrauchsverhalten orientierten Prüfverfahren erforderlich.

Insgesamt hat sich gezeigt, dass der Einsatz der lösemittelfreien Prüfverfahren als Alternative im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle möglich ist. Dazu ist eine Überprüfung der hier genannten Verfahren insbesondere hinsichtlich der Ermittlung geeigneter Kalibrierwerte für die Bindemittelgehaltsbestimmung erforderlich. Des Weiteren ist eine Anpassung der WPK-Grenzen an die neuen Prüfverfahren zu überdenken. Dazu sollte die zunächst verbleibende Verwendungsmöglichkeit von Trichlorethylen bis 2023 genutzt werden, um mittels parallel angewandeter Prüfverfahren einen gleitenden Übergang zu den Alternativverfahren zu ermöglichen. ♦

AUTOR

Dr.-Ing. Konrad Mollenhauer
 Universität Kassel
 SG Bau & Erhaltung von
 Verkehrswegen
 Mönchebergstraße 7
 34125 Kassel

LITERATUR

- Brown, E.R., Murphy, N.E., Yu, L. & Mager, S. Historical Development of Asphalt Content Determination by the ignition method. AAPT 1995.
- Drüschner, L. Erfahrungen mit der Thermoanalyse zur Bindemittelgehaltsbestimmung von Asphalten. Bitumen 4/93. S. 158–162.
- Mollenhauer, K. Qualitätssicherung von Asphalt ohne Lösemittel – Erarbeitung alternativer Verfahrensweisen für die Durchführung der WPK. Schlussbericht zu IGF-Vorhaben Nr. 18942 N. 2018.
- Roßberg, K. & Bader, E. Der Einfluss von Umwandlungsvorgängen in Mineralstoffen auf das Ergebnis der Thermoanalyse von Asphalten. Straße und Autobahn 5/1997.