
Datentechnische Erfassung und Auswertung von Prüfdaten und Erfahrungssammlung

Fachveröffentlichung der
Bundesanstalt für
Straßenwesen

Datentechnische Erfassung und Auswertung von Prüfdaten und Erfahrungssammlung

von

Martin Radenberg, Nina Flottmann, Bianca Drewes
Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften,
Lehrstuhl für Verkehrswegebau

Markus König, Thomas Hilfert
Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften,
Lehrstuhl für Informatik im Bauwesen

Impressum

Fachveröffentlichung zu Forschungsprojekt: 29.0327
Datentechnische Erfassung und Auswertung von Prüfdaten und Erfahrungssammlung

Fachbetreuung:
Rudi Bull-Wasser

Referat:
Asphaltbauweisen

Herausgeber:
Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon: (0 22 04) 43 - 0

<https://doi.org/10.60850/FV-S-29.0327>

Bergisch Gladbach, Juli 2024

Zu diesem Forschungsprojekt werden nur die Kurzfassung und der Kurzbericht veröffentlicht.
Die Langfassung des Schlussberichts kann auf Anfrage an verlag@bast.de zur Verfügung gestellt werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben. Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Kommunikation.

**Kurzfassung zum FE 29.0327/2013/BASt:
Datentechnische Erfassung und Auswertung
von Prüfdaten und Erfahrungssammlung**

Für die Asphaltkennwerte proportionale Spurrinntiefe, Hohlraumausfüllungsgrad und dynamische Stempeleindringtiefe wurden ebenfalls Erfahrungswerte formuliert.

Mit der Umsetzung des Allgemeinen Rundschreibens Straßenbau ARS Nr. 11/12 und den ergänzenden Ausgaben der TL Asphalt-StB 07/13 und der ZTV Asphalt-SB 07/13 wurden erweiterte Prüfvorgaben an Bindemittelproduzenten und Asphaltmischguthersteller bezüglich der Produktüberwachung sowie an Straßenbaubehörden bezüglich der Kontrollprüfungen festgelegt.

Diese umfassen die Prüfung des Erweichungspunktes Ring und Kugel und der Nadelpenetration sowie Prüfungen mit dem Dynamischen Scherrheometer (inkl. MSCR-Prüfung) und mit dem Biegebalkenrheometer (BBR) an vier verschiedenen Straßenbaubitumen und drei Polymermodifizierten Bitumen. Teilweise werden diese Prüfungen zusätzlich an den kurzzeit- und langzeitgealterten Bindemitteln durchgeführt.

Die Prüfdaten wurden im Rahmen dieses Forschungsprojektes über die Jahre 2013 bis 2015 gesammelt. Dazu wurde eine Datenbank mit einem entsprechenden Webserver eingerichtet.

Neben den Bindemitteldaten wurden von den Mischgutherstellern die gemäß den TL Asphalt-StB 07/13 als „ist anzugeben“ gekennzeichneten Asphaltkennwerte proportionale Spurrinntiefe, Hohlraumausfüllungsgrad und dynamische Stempeleindringtiefe beschafft.

Anschließend wurden die Daten einer statistischen Analyse unterzogen, mit der eine hohe Übereinstimmung der Ergebnisse der Untersuchungsjahre 2014 und 2015 belegt werden konnte.

Für die verschiedenen Prüfergebnisse wurden unterschiedliche Bewertungsansätze verfolgt.

Es wurden systematische Änderungen der Bindemittleigenschaften durch die Kurzzeit- und die Langzeitalterung anhand der Änderung des Erweichungspunktes Ring und Kugel und der Nadelpenetration festgehalten.

Die BBR-Prüfdaten wurden anhand der Temperaturen T_{S300} und $T_{m0,3}$ bewertet.

Die DSR-Ergebnisse zeigen ein hohes Potential zur Differenzierung der Straßenbaubitumen auf. Hier konnten mit Hilfe der Äquisteifigkeitstemperatur und des entsprechenden Phasenwinkels Erfahrungswerte in Abhängigkeit von der Bitumensorte formuliert werden.

**Summary of FE 29.0327/2013/BASt:
Data collection and analysis of test data and
experience**

Within the implementation of the General Circular on Road Construction No. 11/12 and the complementary editions of TL Asphalt-StB 07/13 and the ZTV Asphalt StB 07/13, extended inspection specifications were given to binder and asphalt mixture manufacturers regarding product monitoring as well as to road authorities regarding control tests.

These specifications include the testing of the Softening Point Ring and Ball and Needle Penetration as well as tests with the Dynamic Shear Rheometer (including MSCR-Tests) and Bending Beam Rheometer on four different paving bitumen and three polymer-modified bitumen. In some cases, these tests are additionally carried out on short-term-aged and long-term-aged binders.

In addition, the asphalt parameters rut depth, cavity filling ratio and dynamic stamp penetration were procured from the mixture manufacturers as indicated according to TL Asphalt-StB 07/13.

Within this research project the test data was collected and evaluated over a period of two years. For this purpose a database with a corresponding web server was set up.

The data was statistically analyzed and it has shown that the test results from the two considered years 2014 and 2015 have a high agreement.

Different valuation methods were used for the various test results.

The short-term-aging and the long-term-aging entailed systematic changes of the binder properties which are shown in the results of the Softening Point Ring and Ball and the Needle Penetration.

The BBR test data were evaluated on the basis of the temperatures T_{S300} and $T_{m0,3}$.

The DSR results showed a high potential to differentiate the sort of paving bitumen. Thus, with the help of the equivalent stiffness temperature and the phase angle, empirical values could be formulated in dependence of the binder type.

There also were formulated empirical values for the characteristic asphalt values proportional rut depth, cavity filling ratio and dynamic stamp penetration.

Kurzbericht zum FE 29.0327/2013/BASt:

Datentechnische Erfassung und Auswertung von Prüfdaten und Erfahrungssammlung

1 Einleitung

Zur Überprüfung und Gewährleistung der Qualität von Asphaltstraßen werden seit vielen Jahren auch Prüfungen an bitumenhaltigen Bindemitteln im Rahmen der bauvertraglichen Vorgaben durchgeführt. Trotz überwiegender Einhaltung dieser Vorgaben wurden in der Vergangenheit unzureichende Dauerhaftigkeiten von Asphaltschichten beobachtet, deren Ursache auch in der Bindemittelqualität vermutet wurde. Vor diesem Hintergrund hat die Arbeitsgruppe „Asphaltbauweisen“ der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) u.a. erweiterte Prüfungen an bitumenhaltigen Bindemitteln festgelegt und zunächst mit dem Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau (ARS) Nr. 11/2012 [ARS 11/2012, 2012] und dann mit ergänzenden Ausgaben der [TL Asphalt-StB 07/13, 2007] und der [ZTV Asphalt-StB 07, 2007] eingeführt.

Diese umfassen die Prüfung des Erweichungspunktes Ring und Kugel und der Nadelpenetration sowie Prüfungen mit dem Dynamischen Scherrheometer (inkl. MSCR-Prüfung) und mit dem Biegebalkenrheometer an vier verschiedenen Straßenbaubitumen und drei Polymermodifizierten Bindemitteln. Teilweise werden diese Prüfungen zusätzlich nach einer Kurzzeit- und Langzeitalterung durchgeführt.

Während der Laufzeit des Projektes wurde eine Datenbank mit entsprechendem Webserver aufgebaut und betrieben. In dieser Datenbank wurden die Basisdaten statistisch analysiert und ausgewertet. Neben der Plausibilitätskontrolle zur Vermeidung von Fehleingaben der eingespeisten Werte wurde eine erweiterte Betrachtung der Prüfungen gemäß den aktuellen Regelwerken durchgeführt und es wurden alternative Bewertungsmöglichkeiten untersucht.

2 Zielsetzung

Ziel des Forschungsprojektes war es, einen aussagekräftigen und repräsentativen Bewertungshintergrund für die performance-orientierten Bindemittelprüfungen mit dem Biegebalkenrheometer gemäß [DIN EN 14771, 2012] und dem Dynamischen Scherrheometer gemäß [DIN EN 14770, 2012] inkl. MSCR-Prüfung nach der [AL MSCR-Prüfung,

2012] und den Prüfungen zur Kurzzeit- und Langzeitalterung gemäß [DIN EN 12607-1, 2007] bzw. [DIN EN 14769, 2012] sowie die gemäß den [TL Asphalt-StB, 2007] als „ist anzugeben“ gekennzeichneten Asphaltprüfungen (proportionale Spurrinnentiefe, Hohlraumausfüllungsgrad, dynamische Stempelleindringtiefe) zu ermitteln. Dadurch sollte es ermöglicht werden, zweckmäßige Prüfkriterien zu erkennen und ggf. sinnvolle Grenzwerte für diese festzulegen.

3 Dateneingang

Bis zum letzten Export des Datensätze im Rahmen dieses Projektes sind 8.844 Datensätze eingegangen. In Bild 1 ist die Datenvolumenentwicklung über die Projektlaufzeit dargestellt.

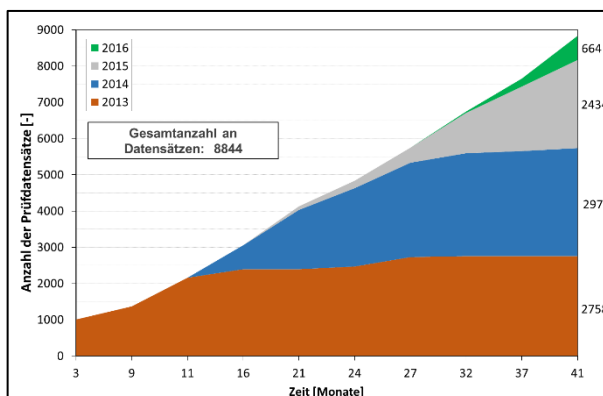


Bild 1: Datenvolumenentwicklung

Der Hauptteil der Daten wurde von Mischgutheterstellern geliefert. Das Datenvolumen unterteilt sich nach den drei Quellen Bindemittelhersteller (BH), Mischguthetersteller (MGH) und Auftraggeber (AG).

Zur Bewertung der Ergebnisse wurden die Daten aus den Untersuchungsjahren 2014 und 2015 herangezogen.

4 Bewertung der Bindemittel-daten

Die Prüfung der Bindemittel erfolgte nach dem jeweils gültigen Regelwerk.

4.1 Standard-Kennwerte

Die gelieferten Datensätze der Standard-Kennwerte (Erweichungspunkt Ring und Kugel und Nadelpenetration) wurden zunächst statistisch bewertet und anhand von Box-Whisker-Plots darge-

stellt und auf die Einhaltung der Anforderungsgrenzen gemäß Regelwerk untersucht (Beispiel siehe Bild 2).

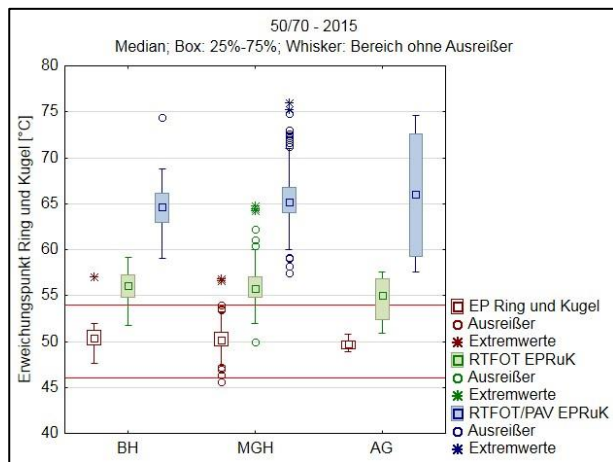


Bild 2: Erweichungspunkt Ring und Kugel Bitumen 50/70, Untersuchungsjahr 2015

Auffällig war, dass die Straßenbaubitumen 50/70, 70/100 und 160/220 tendenziell härter ausfielen, als dies laut Klassifizierung der Fall sein sollte, was sich in einer relativ häufigen Unterschreitung des Anforderungswertes an die Nadelpenetration äußerte.

Grundsätzlich ist bei den Straßenbaubitumen eine relativ gute Identifizierung durch die kombinatorische Betrachtung der Standard-Kenndaten Nadelpenetration und Erweichungspunkt Ring und Kugel möglich. Dabei weisen die Bitumensorten 50/70 und 70/100 jedoch größere Überschneidungsbereiche auf.

Zum Alterungsverhalten ist festzustellen, dass etwa gleiche mittlere Veränderungen der Erweichungspunkte Ring und Kugel der Bindemittel infolge der beiden Alterungsstufen festgestellt wurden. Diese lagen bei ca. +6 °C (RTFOT-gealtert) und +15 °C (RTFOT- und PAV-gealtert). Die mittleren Veränderungen der Nadelpenetration zeigten hingegen eine Abhängigkeit von der Bitumenhärte. Die prozentuale Abnahme der Nadelpenetration erhöhte sich mit abnehmender Bitumenhärte.

Bei den Polymermodifizierten Bindemitteln hingegen war keine deutliche Identifizierung der Bindemittelsorte anhand der Standard-Kennwerte möglich. Die durch Laboralterung bedingte Abnahme der Nadelpenetration und die Zunahme des Erweichungspunktes Ring und Kugel variierten je nach Bindemittelsorte. Aufgrund dieser Variationen kam es bei der Betrachtung der Daten nach

RTFOT- und nach RTFOT- und PAV-Alterung zu einer deutlichen Streuung der Datenwerte.

4.2 BBR-Ergebnisse

Auch für die BBR-Ergebnisse erfolgte eine statistische Analyse des m -Wertes und der Biegekriechsteifigkeit in Abhängigkeit von der Prüftemperatur.

Bei den Straßenbaubitumen konnte durch die Gegenüberstellung der Biegekriechsteifigkeit und des m -Wertes eine gute Abgrenzung der verschiedenen Bindemittelsorten vorgenommen werden. Mit abnehmender Prüftemperatur streuten die Werte jedoch zunehmend. Daher wurden zur Bestimmung der Temperaturen T_{S300} und $T_{m0,3}$ ausschließlich die Prüftemperaturen von -10 °C und -16 °C berücksichtigt.

Auch bei der Gegenüberstellung der kritischen Temperaturen T_{S300} und $T_{m0,3}$ der Straßenbaubitumen wiesen die verschiedenen Bindemittelsorten relativ hohe Überschneidungsbereiche auf, wobei die Temperaturen des 30/45 tendenziell am höchsten lag und mit Abnahme der Bindemittelhärte die ermittelten Temperaturen absanken (Bild 3).

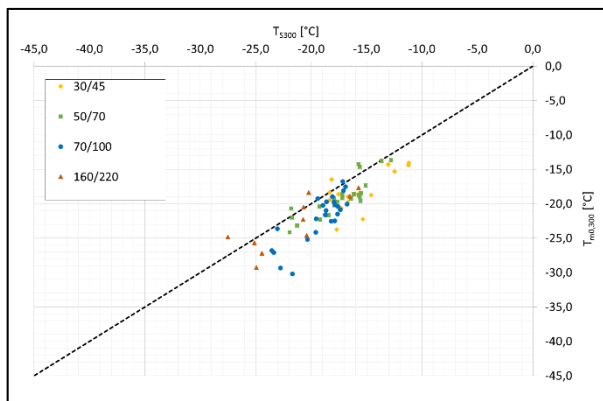


Bild 3: BBR-Ergebnisse der Straßenbaubitumen, Untersuchungsjahr 2015

Im Gegensatz zu den Straßenbaubitumen war bei den polymermodifizierten Bindemitteln keine Gruppierung der Daten unterhalb der Winkelhalbierenden erkennbar. Zwar befindet sich der etwas größere Teil der Daten unterhalb der Winkelhalbierenden, jedoch streuen hier die Werte sehr stark sowohl unterhalb als auch oberhalb der Winkelhalbierenden (Bild 4).

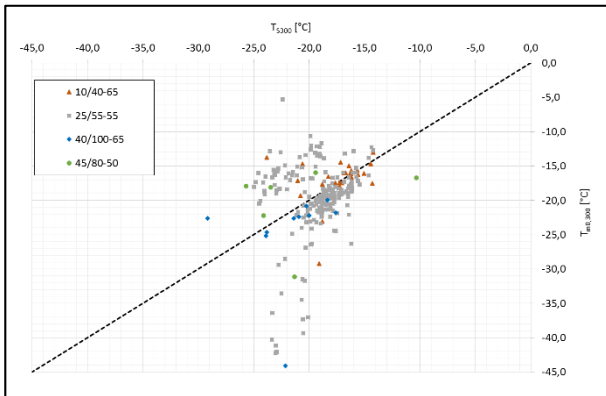


Bild 4: BBR-Ergebnisse der modifizierten Bindemittel, Untersuchungsjahr 2015

4.3 DSR-Ergebnisse

Auch die Daten der DSR-Ergebnisse wurden zunächst statistisch bewertet. Zur weitergehenden Bewertung der DSR-Ergebnisse wurde die jeweilige Äquisteifigkeitstemperatur herangezogen. Diese entspricht der Temperatur, bei der der komplexe Schermodul einen Wert von 15,0 kPa erreicht [Projekt 16639 N/1, 2014]. Zusätzlich wird der Phasenwinkel bestimmt, der bei der Äquisteifigkeitstemperatur vorliegt (Beispiel siehe Bild 5).

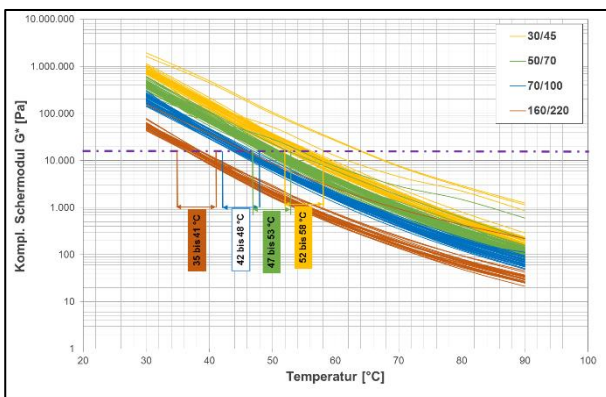


Bild 5: Äquisteifigkeitstemperatur der Straßenbaubitumen, Untersuchungsjahr 2015

Bei der ebenfalls vorgenommenen Betrachtung der Phasenwinkel bei einem komplexen Schermodul von 1,0 kPa ließ sich eine sichere Einteilung aller Straßenbaubitumen mit einem Bereich von 85° bis 89° erkennen. Die polymermodifizierten Bindemittel hingegen lagen in einem Bereich von 67° bis 86° und grenzten sich damit hinreichend gut von den Straßenbaubitumen ab.

Die Zusammenfassung dieser Kenndaten ist in Tabelle 1 und Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 1: Zusammenfassung der rheologischen Kenndaten der Straßenbaubitumen

Bindemittel	T bei $G^* = 15,0 \text{ kPa}$		Phasenwinkel bei $G^* = 15,0 \text{ kPa}$		Phasenwinkel bei $G^* = 1,0 \text{ kPa}$	
	min T [°C]	max T [°C]	min δ [°]	max δ [°]	min δ [°]	max δ [°]
30/45	52	58	76	86	85	89
50/70	47	53	76	86	85	89
70/100	42	48	77	86	85	89
160/220	35	41	77	86	85	89

Tabelle 2: Zusammenfassung der rheologischen Kenndaten der polymermodifizierten Bitumen

Bindemittel	T bei $G^* = 15,0 \text{ kPa}$		Phasenwinkel bei $G^* = 15,0 \text{ kPa}$		Phasenwinkel bei $G^* = 1,0 \text{ kPa}$	
	min T [°C]	max T [°C]	min δ [°]	max δ [°]	min δ [°]	max δ [°]
25/55-55 A	48	62	62	78	71	86
10/40-65 A	56	68	62	78	73	81
40/100-65 A	48	58	60	72	67	80

4.4 MSCR-Ergebnisse

Die MSCR-Ergebnisse der Straßenbaubitumen konnten nicht anhand der prozentualen Anteil bewertet werden, da für die prozentuale Rückverformung teilweise negative Werte erfasst wurden. Dieser Effekt verstärkte sich mit abnehmender Bindemittelhärte. Demnach scheint das Prüfverfahren nach derzeitigem Kenntnisstand für Straßenbaubitumen nicht sinnvoll zu sein.

Die Auswertung der MSCR-Daten hat grundsätzlich gezeigt, dass die größte Differenzierung der Werte bei einer Kriechspannung von 3,2 kPa gegeben war. Wird bei den Polymermodifizierten Bindemitteln die prozentuale Rückverformung gegen den

nicht rückverformbaren Anteil aufgetragen, zeigt sich eine gewisse Gruppierung in Abhängigkeit von der Bindemittelsorte (Bild 6).

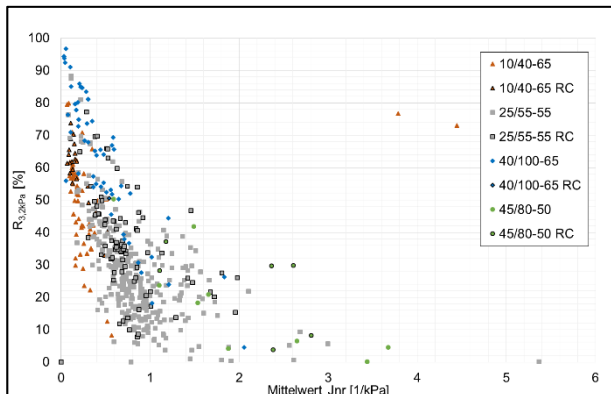


Bild 6: Ergebnisse der MSCR-Auswertung für Polymermodifizierte Bitumen, Untersuchungsjahr 2014

5 Bewertung der Asphaltkennwerten

5.1 Proportionale Spurrinntiefe

Bezogen auf die Asphaltbetonkonzepte zeigte sich eine Abstufung der proportionalen Spurrinntiefe in Abhängigkeit von dem Größtkorn. Dabei nahm die proportionale Spurrinntiefe mit zunehmenden Größtkorn ab. Dabei lagen für alle geprüften Konzepte Überschneidungsbereiche vor.

Anhand dieser Daten konnten Erfahrungswerte für die proportionale Spurrinntiefe in Abhängigkeit von der Asphaltart und -sorte formulieren werden (Tabelle 3).

Tabelle 3: Erfahrungswerten für die proportionale Spurrinntiefe

Asphaltart und -sorte	Proportionale Spurrinntiefe	
	Minimum [%]	Maximum [%]
SMA 8 S	2	10
SMA 11 S	2	10
AC 8 D S	5	12
AC 11 D S	3	11
AC 16 B S	2	6
AC 22 B S	1	5

5.2 Hohlräumeausfüllungsgrad

Auch bei dem Hohlräumeausfüllungsgrad zeigte sich eine Abhängigkeit von dem verwendeten Größtkorn. Je größer dieses war, desto niedriger war der Hohlräumeausfüllungsgrad. Zusätzlich konnte eine Abhängigkeit von der Art der Belastung, für die die jeweilige Asphaltart konzipiert wurde, festgestellt werden. Asphaltkonzepte für eine leichte Beanspruchung wiesen einen größeren Hohlräumeausfüllungsgrad auf, als für eine normale Beanspruchung. Bei besonderer Beanspruchung, sank der Hohlräumeausfüllungsgrad erneut. Die Deckschichten und Binderschichten ließen sich anhand des Hohlräumeausfüllungsgrades klar voneinander trennen (Bild 7).

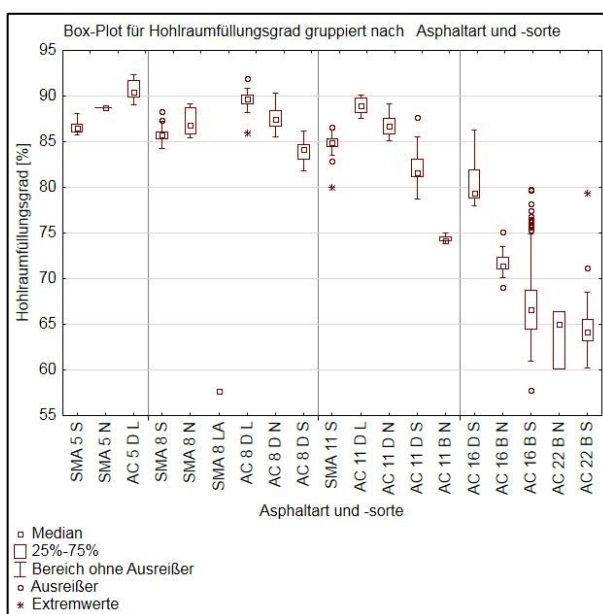


Bild 7: Hohlräumeausfüllungsgrad in Abhängigkeit von der Asphaltart- und -sorte

Auch hier wurden anhand der Ergebnisse Erfahrungswerte in Abhängigkeit von der Asphaltart und -art formuliert. Diese weisen für die Deckschichten eine Spannweite von 5 % auf und für die Binderschichten aufgrund der festgestellten größeren Streuung eine Spannweite von 5 % bis 10 %.

5.3 Dynamische Stempeleindringtiefe

Bei den Gussasphalten war eine gute Abstufung der Werte der dynamischen Stempeleindringtiefe in Abhängigkeit von dem Größtkorn zu erkennen. Mit steigendem Größtkorn nahm die proportionale Spurrinntiefe ab.

Aus diesen Ergebnissen wurden Erfahrungswerte für die proportionale Spurrinntiefe in Abhängigkeit von der Gussasphaltsorte abgeleitet (Tabelle 4).

**Tabelle 4: Erfahrungswerte für die dynamische Stempelin-
dringtiefe an Gussasphalten bei n=2.500**

Asphaltsorte	Minimalwert der Stempelin- dringtiefe [mm]	Maximalwert der Stempelin- dringtiefe [mm]
MA 5 S	1,0	3,5
MA 8 S	0,8	3,0
MA 11 S	0,5	2,5

6 Fazit und Ausblick

Im Rahmen dieses Projektes konnten Erfahrungswerte für die verschiedenen Ergebnisparameter formuliert werden, die bei zukünftigen Diskussionen zur Regelwerksanpassung berücksichtigt werden sollten.

Das Alterungsverhalten sollte zur Beurteilung des Kälteverhaltens von Bindemitteln mit einbezogen werden. In weiteren Untersuchungen sollten potenzielle Korrelationen bezüglich des Alterungsverhaltens der Bindemittel und den BBR-Ergebnissen und ggf. auch den DSR-Ergebnissen überprüft werden. Dies soll dazu dienen, das Alterungsverhalten möglichst umfassend zu beschreiben, um in weiterer Forschungsarbeit den Zusammenhang zwischen der Alterung des Bindemittels und der Dauerhaftigkeit des Asphalttes bewerten zu können.

Die DSR-Prüfung hat sich als geeignet zur Differenzierung der Bindemittelsorte bei den Straßenbaubitumen heraus gestellt. Mit der Ermittlung des Phasenwinkels bei einem komplexen Schermodul von 1,0 kPa konnte ein ergänzender Bewertungsparameter eingeführt werden.

Zur Beurteilung der MSCR-Ergebnisse bedarf es eines erweiterten Bewertungshintergrundes, welcher durch ergänzende Forschung geschaffen werden müsste.

Die Bewertung der BBR-Ergebnisse erfolgte anhand der kritischen Temperaturen. Zur Ermittlung dieser stellten sich die Prüftemperaturen -10 °C und -16 °C als hinreichend geeignet heraus.

Die in diesem Projekt formulierten Werte der Asphalt-Kenndaten sollten in Zukunft als Orientierungswerte Berücksichtigung finden und durch weitere Erfahrungssammlung bestätigt oder ggf. angepasst werden. In wie weit sich Teile dieser Werte

sinnvoll in das zukünftige Regelwerk integrieren lassen, sollte kritisch diskutiert werden.

7 Literaturverzeichnis

AL MSCR-Prüfung. 2012. Arbeitsanleitung zur Bestimmung des Verformungsverhaltens von Bitumen und bitumenhaltigen Bindemitteln im Dynamischen Scherrheometer (DSR) - Durchführung der MSCR-Prüfung (Multiple Stress Creep and Recovery Test). Köln : FGSV Verlag, 2012.

ARS 11/2012. 2012. Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 11/2012 (ARS 11/2012)-Änderungen und Ergänzungen des Technischen Regelwerkes Asphaltstraßen. s.l. : Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2012.

DIN EN 12607-1. 2007. Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Bestimmung der Beständigkeit gegen Verhärtung unter Einfluss von Wärme und Luft - Teil 1: RTFOT-Verfahren. Fassung 2014. Berlin : Beuth Verlag, 2007.

DIN EN 14769. 2012. Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Beschleunigte Langzeit-Alterung mit einem Druckalterungsbehälter (PAV). Berlin : Beuth Verlag, 2012.

DIN EN 14770. 2012. Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Bestimmung des komplexen Schermoduls und des Phasenwinkels - Dynamisches Scherrheometer (DSR). Berlin : Beuth Verlag, 2012.

DIN EN 14771. 2012. Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Bestimmung der Biegekriechsteifigkeit - Biegebalkenrheometer (BBR). Berlin : Beuth Verlag, 2012.

Projekt 16639 N/1. 2014. Einfluss der chemischen, rheologischen und physikalischen Grundeigenschaften von Straßenbaubitumen auf das Adhäsionsverhalten unterschiedlicher Gesteinskörnungen - Schlussbericht. Vorhaben 16639 N/1. Bochum : Lehrstuhl für Verkehrswegebau, Ruhr Universität Bochum, 2014.

TL Asphalt-StB 07/13. 2007. Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen. Köln : FGSV Verlag, 2007. Fassung 2013.

ZTV Asphalt-StB 07. 2007. Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt. Köln : FGSV Verlag, 2007. Fassung 2013.

Summary report on FE 29.0327/2013/BASt:

Data collection and analysis of test data and experience collection

1 Introduction

In order to verify and ensure the quality of asphalt roads, tests on bituminous binders have been carried out for many years as part of the contractual specifications. Despite a predominantly compliance with these requirements, inadequate durability of asphalt layers has been observed in the past and its cause was also suspected in the quality of the binder. In this context, the working group "Asphalt constructions" of the Road and Transportation Research Association (FGSV) has, among other things, set up extended tests on bituminous binders, which were introduced initially with the General Circular Road Construction (ARS) No. 11/2012 [ARS 11/2012, 2012] and then with complementary editions of [TL Asphalt-StB 07/13, 2007] and [ZTV Asphalt-StB 07, 2007].

These specifications include the testing of the Softening Point Ring and Ball and Needle Penetration as well as tests with the Dynamic Shear Rheometer (including MSCR-Tests) and Bending Beam Rheometer (BBR) on four different paving bitumen and three polymer-modified bitumen. In some cases, these tests are additionally carried out on short-term-aged and long-term-aged binders.

During the running time of the project a database with a corresponding web server was set up and put into operation. In this database the basic data was statistically analyzed and evaluated. In addition to the plausibility check to avoid incorrect entries of the input data, an extended examination of the tests according to the current standards was carried out and alternative evaluation possibilities were investigated.

2 Purpose

The aim of the research project was to determine a meaningful and representative valuation background for the performance-oriented binder tests with the Bending Beam Rheometer according to [DIN EN 14771, 2012] and the Dynamic Shear Rheometer according to [DIN EN 14770, 2012] including MSCR tests in accordance with [AL MSCR-Prüfung, 2012] and the tests for short-term and long-term aging according to [DIN EN 12607-1, 2007] and [DIN EN 14769, 2012] as

well as the asphalt tests required (proportional rut depth, cavity filling ratio, dynamic penetration depth) according to the [TL Asphalt-StB, 2007].

3 Data input

Up to the last export of data sets within this project, 8,844 data records were received. Figure 1 shows the development of data volume over the project running time.

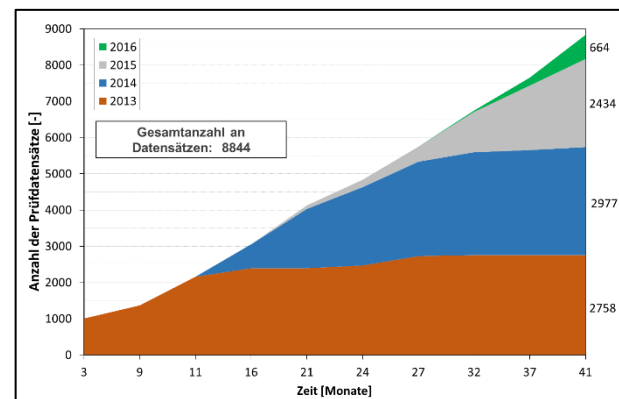


Figure 1: Development of data volume

The main part of the data was supplied by mixture manufacturers. The data volume is divided according to the three sources: binder manufacturer (BH), mixture manufacturer (MGH) and purchaser (AG).

Data from 2014 and 2015 were used to evaluate the results.

4 Evaluation of binders

The binder was tested according to the respectively valid technical rules.

4.1 Standard characteristics

The delivered data sets of the standard characteristics (Softening Point Ring and Ball and Needle Penetration) was evaluated statistically and displayed using box whiskers plots and subsequently examined for compliance with the required limits according to the technical rules (example, see Figure 2).

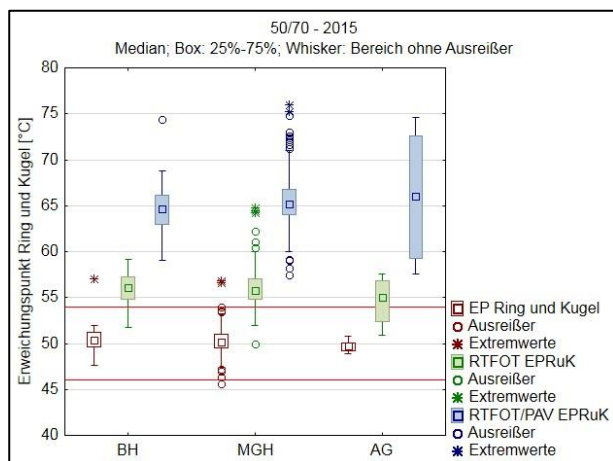


Figure 2: Softening Point Ring and Ball binder 50/70, year 2015

It was noticeable that the paving grade bitumen 50/70, 70/100 and 160/220 tended to be harder than they should be according to the classification, which was reflected in a relatively frequent undercutting of the required value for needle penetration.

In principle, an appropriate identification is possible for the paving grade bitumen by combining the standard characteristics of needle penetration and the Softening Point Ring and Ball. However, the bitumen types 50/70 and 70/100 show larger overlapping areas.

Respective to the aging behavior, it should be noted that approximately the same average changes in the Softening Point Ring and Ball of the binders were observed as a result of the two aging stages. These were about +6 °C (RTFOT-aged) and +15 °C (RTFOT- and PAV-aged). In contrast, the average changes in the needle penetration showed a dependence on the bitumen hardness. The percentage decrease in needle penetration increased with decreasing bitumen hardness.

In the case of the polymer-modified binders, no clear identification of the binder type was possible by means of the analysis of the standard characteristic values. The decrease in needle penetration caused by laboratory aging and the increase of the Softening Point Ring and Ball varied according to the type of binder. Due to these variations, a significant spreading of the data values was determined when considering the data after RTFOT- and after RTFOT and PAV aging.

4.2 BBR results

A statistical analysis of the m-value and the flexural creep stiffness in dependence of the test temperature was also carried out for the BBR results. In the case of paving grade bitumen a good differentiation of the various types of binders could be made by contrasting the flexural creep stiffness and the m-value. However, with decreasing test temperature the values spread increasingly. Therefore, only test temperatures of -10 °C and -16 °C were taken into account to determine the temperatures T_{S300} and $T_{m0,3}$.

In the comparison of the temperatures T_{S300} and $T_{m0,3}$ of the paving grade bitumen, the various types of binders also had relatively high overlapping areas, whereby the temperatures of the 30/45 tended to be the highest, and the determined temperatures generally decreased with a decreasing binder hardness (Figure 3).

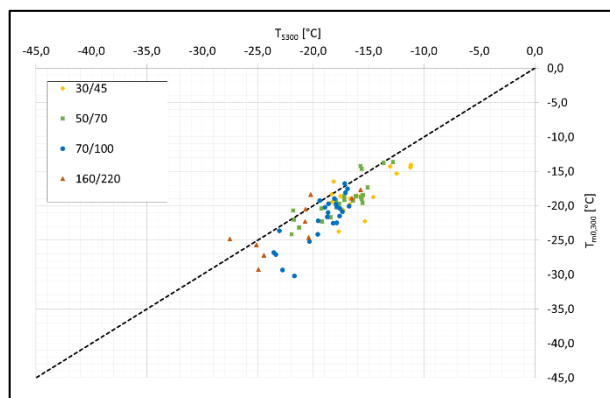


Figure 3: BBR results of paving grade bitumen, year 2015

In contrast to the paving grade bitumen no grouping of was found for the polymer-modified bitumen. Although the slightly larger part of the data is located below the bisector, the values scatter very strongly both above and below the bisector (Figure 4).

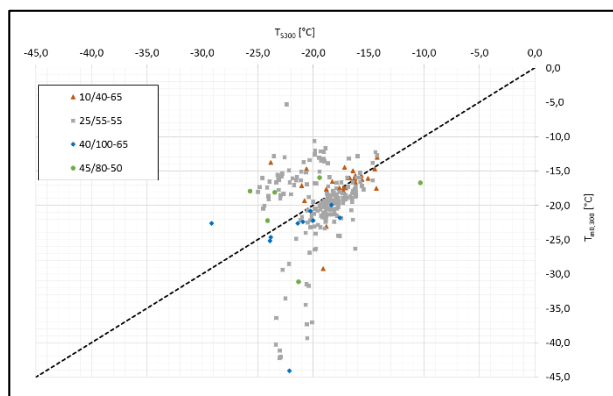


Figure 4: BBR results of modified bitumen, year 2015

4.3 DSR results

The DSR results were also statistically evaluated. For further assessment of the DSR results, the respective equi-stiffness temperature was used. This corresponds to the temperature at which the complex shear modulus reaches a value of 15.0 kPa [Projekt 16639 N/1, 2014]. In addition, the phase angle at the equi-stiffness temperature was determined (see as example Figure 5).

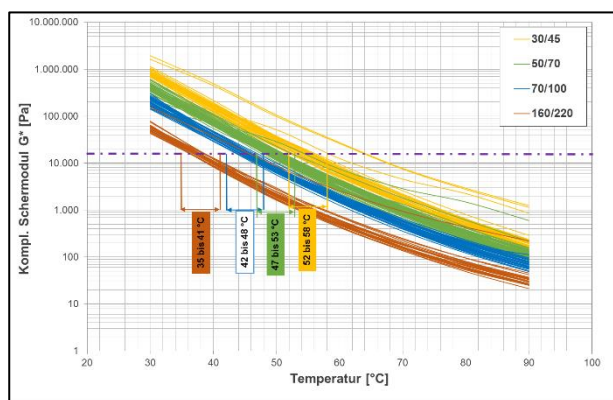


Figure 5: Equi-stiffness temperature of paving grade bitumen, year 2015

In the further consideration of the phase angles at a complex shear modulus of 1.0 kPa, a safe classification of all paving grade bitumen with a range of 85° to 89° could be recognized. In contrast, the phase angles of the polymer-modified binders showed a range of 67° to 86° and thus were sufficiently well separated from paving grade bitumen.

The summary of these characteristic values is given in Table 1 and Table 2.

Table 1: Summary of the rheological characteristics of paving grade bitumen

Binder type	T at $G^*= 15,0$ kPa		Phase angle at $G^*= 15,0$ kPa		Phase angle at $G^*= 1,0$ kPa	
	min T [°C]	max T [°C]	min δ [°]	max δ [°]	min δ [°]	max δ [°]
30/45	52	58	76	86	85	89
50/70	47	53	76	86	85	89
70/100	42	48	77	86	85	89
160/220	35	41	77	86	85	89

Table 2: Summary of the rheological characteristics of polymer-modified bitumen

Binder type	T at $G^*= 15,0$ kPa		Phase angle at $G^*= 15,0$ kPa		Phase angle at $G^*= 1,0$ kPa	
	min T [°C]	max T [°C]	min δ [°]	max δ [°]	min δ [°]	max δ [°]
25/55-55 A	48	62	62	78	71	86
10/40-65 A	56	68	62	78	73	81
40/100-65 A	48	58	60	72	67	80

4.4 MSCR results

The MSCR results of the paving grade bitumen could not be evaluated by the percentage deformation through the non-recoverable portion as partially negative values were detected for percentage recovery. This effect intensified with decreasing binder hardness. According to current information the test method does not seem suitable for paving grade bitumen.

In principle, the evaluation of the MSCR data showed that the greatest differentiation of the values was given at a creep stress value of 3.2 kPa. If, in the case of polymer-modified binders, the percentage recovery is plotted against

the non-recoverable portion, a certain grouping is shown depending on the type of binder (Figure 6).

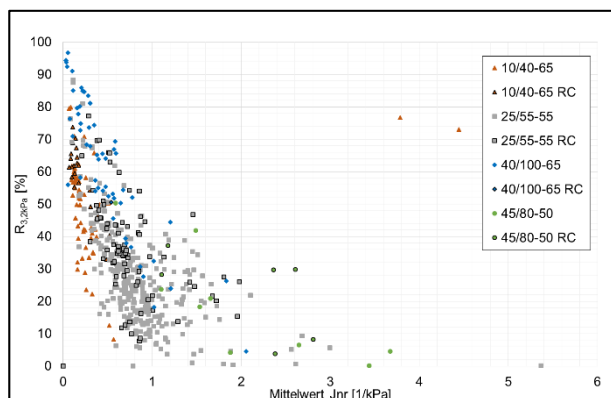


Figure 6: Results of the MSCR evaluation for polymer-modified bitumen, year 2014

5 Evaluation of asphalt characteristics

5.1 Proportional rut depth

The proportional rut depth showed a gradation depending on the grain size. Generally it decreased with the increase of the grain size, but the different asphalt mixture showed overlapping areas.

There have been deduced experience values of the proportional rut depth depending on the asphalt mixture concept (Table 3).

Table 3: Experience values of the rut depth

Asphalttype	Proportionla rut depth	
	Minimum [%]	Maximum [%]
SMA 8 S	2	10
SMA 11 S	2	10
AC 8 D S	5	12
AC 11 D S	3	11
AC 16 B S	2	6
AC 22 B S	1	5

5.2 Cavity filling ratio

Also the cavity filling ratio showed dependence on the maximum grain size that was used. The cavity filling ratio decreased with an increasing grain size. Also there has been determined a dependence on the kind of burden for that the asphalt type has been designed. Asphalt concepts

for a low burden had a lower cavity filling ratio than concepts for a normal burden. The concepts for a high burden showed the lowest cavity filling ratio. There can be made

Zusätzlich konnte eine Abhängigkeit von der Art der Belastung, für die die jeweilige Asphaltart konzipiert wurde, festgestellt werden. Asphaltkonzepte für eine leichte Beanspruchung wiesen einen größeren Hohlraumausfüllungsgrad auf, als für eine normale Beanspruchung. Bei besonderer Beanspruchung, sank der Hohlraumausfüllungsgrad erneut. The cover layers and binder layers can be clearly separated from one another on the basis of the degree of cavity filling (Figure 7).

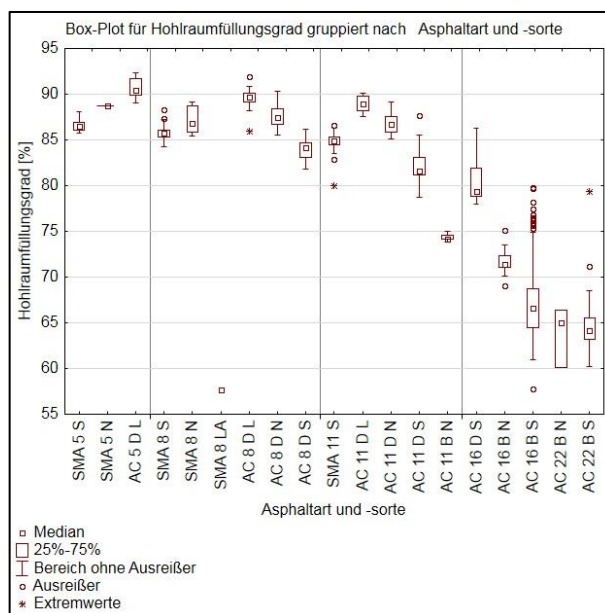


Figure 7: Hohlraumausfüllungsgrad in Abhängigkeit von der Asphaltart- und sorte

Experience values as a function of the asphalt type were also formulated on the basis of the results. These have a span of 5 % for the cover layers and a span of 5 % to 10 % for the binder layers because of the determined greater scatter.

5.3 Dynamic stamp penetration

There can be made a good gradation of the mastic asphalt types on basis of the dynamic stamp penetration as a function of the grain size. The proportion of the spurring depth decreased with increasing grain size. The results of the experience values of dynamic stamp penetration depending on the type of the mastic asphalts is shown in Table 4.

Table 4: Experience values of the dynamic stamp penetration of mastic asphalts (n=2.500)

Asphaltsorte	Minimalwert der Stempelleindringtiefe [mm]	Maximalwert der Stempelleindringtiefe [mm]
MA 5 S	1,0	3,5
MA 8 S	0,8	3,0
MA 11 S	0,5	2,5

6 Conclusion and outlook

Im Rahmen dieses Projektes konnten Erfahrungswerte für die verschiedenen Ergebnisparameter formuliert werden, die bei zukünftigen Diskussionen zur Regelwerksanpassung berücksichtigt werden sollten.

Das Alterungsverhalten sollte zur Beurteilung des Kälteverhaltens von Bindemitteln mit einbezogen werden. In weiteren Untersuchungen sollten potenzielle Korrelationen bezüglich des Alterungsverhaltens der Bindemittel und den BBR-Ergebnissen und ggf. auch den DSR-Ergebnissen überprüft werden. Dies soll dazu dienen, das Alterungsverhalten möglichst umfassend zu beschreiben, um in weiterer Forschungsarbeit den Zusammenhang zwischen der Alterung des Bindemittels und der Dauerhaftigkeit des Asphaltens bewerten zu können.

Die DSR-Prüfung hat sich als geeignet zur Differenzierung der Bindemittelsorte bei den Straßenbaubitumen heraus gestellt. Mit der Ermittlung des Phasenwinkels bei einem komplexen Schermodul von 1,0 kPa konnte ein ergänzender Bewertungsparameter eingeführt werden.

Zur Beurteilung der MSCR-Ergebnisse bedarf es eines erweiterten Bewertungshintergrundes, welcher durch ergänzende Forschung geschaffen werden müsste.

Die Bewertung der BBR-Ergebnisse erfolgte anhand der kritischen Temperaturen. Zur Ermittlung dieser stellten sich die Prüftemperaturen -10 °C und -16 °C als hinreichend geeignet heraus.

Die in diesem Projekt formulierten Werte der Asphalt-Kenndaten sollten in Zukunft als Orientierungswerte Berücksichtigung finden und durch weitere Erfahrungssammlung bestätigt oder ggf. angepasst werden. In wie weit sich Teile dieser Werte sinnvoll in das zukünftige Regelwerk integrieren lassen, sollte kritisch diskutiert werden.

7 Literaturverzeichnis

AL MSCR-Prüfung. 2012. Arbeitsanleitung zur Bestimmung des Verformungsverhaltens von Bitumen und bitumenhaltigen Bindemitteln im Dynamischen Scherrheometer (DSR) - Durchführung der MSCR-Prüfung (Multiple Stress Creep and Recovery Test). Köln : FGSV Verlag, 2012.

ARS 11/2012. 2012. Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 11/2012 (ARS 11/2012)-Änderungen und Ergänzungen des Technischen Regelwerkes Asphaltstraßen. s.l. : Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2012.

DIN EN 12607-1. 2007. Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Bestimmung der Beständigkeit gegen Verhärtung unter Einfluss von Wärme und Luft - Teil 1: RTFOT-Verfahren. Fassung 2014. Berlin : Beuth Verlag, 2007.

DIN EN 14769. 2012. Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Beschleunigte Langzeit-Alterung mit einem Druckalterungsbehälter (PAV). Berlin : Beuth Verlag, 2012.

DIN EN 14770. 2012. Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Bestimmung des komplexen Schermoduls und des Phasenwinkels - Dynamisches Scherrheometer (DSR). Berlin : Beuth Verlag, 2012.

DIN EN 14771. 2012. Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Bestimmung der Biegekriechsteifigkeit - Biegebalkenrheometer (BBR). Berlin : Beuth Verlag, 2012.

Projekt 16639 N/1. 2014. Einfluss der chemischen, rheologischen und physikalischen Grundeigenschaften von Straßenbaubitumen auf das Adhäsionsverhalten unterschiedlicher Gesteinskörnungen - Schlussbericht. Vorhaben 16639 N/1. Bochum : Lehrstuhl für Verkehrswegebau, Ruhr Universität Bochum, 2014.

TL Asphalt-StB 07/13. 2007. Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen. Köln : FGSV Verlag, 2007. Fassung 2013.

ZTV Asphalt-StB 07. 2007. Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt. Köln : FGSV Verlag, 2007. Fassung 2013.