



Praxisgerechte Bewertung gealterter und/oder modifizierter Bitumen

VSVI Seminar „Asphalt“

P. Rückert M.Eng.

ASPHALTA Prüf- und Forschungslaboratorium GmbH
Berlin

- Ist der Konstruktionsaufbau bzw. die Asphalt-schichten mit unbekanntem Alter und Zusammensetzung hinsichtlich der Eignung für die aktuelle Beanspruchung

Bewertung von Bindemite-leigenschaften aus Schichten mit unbekanntem Alter und/oder Modifizierungen

Konstruktionsaufbau (Schichten und Verbund)

Volumetrische Zusammensetzung der Schicht

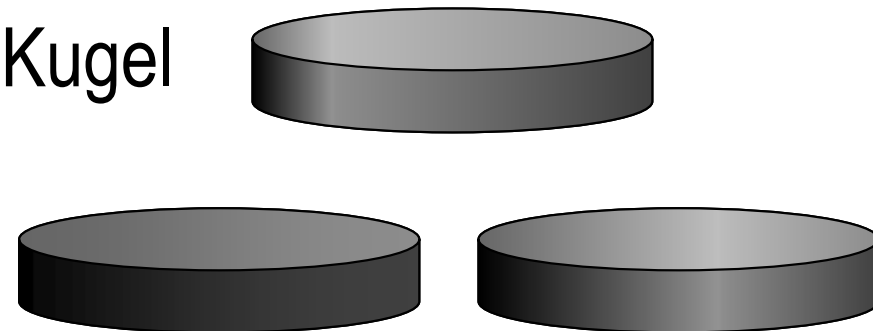
Zusammensetzung des Mischgutes

- (1) konventionelle Prüfungen zur Bewertung gealterter und/oder modifizierter Bitumen
- (2) Möglichkeiten rheologischer Prüfungen
- (3) rheologische Prüfungen in der Praxis – Praxisbeispiel
- (4) Vergleich konventioneller und rheologischer Kennwerte.

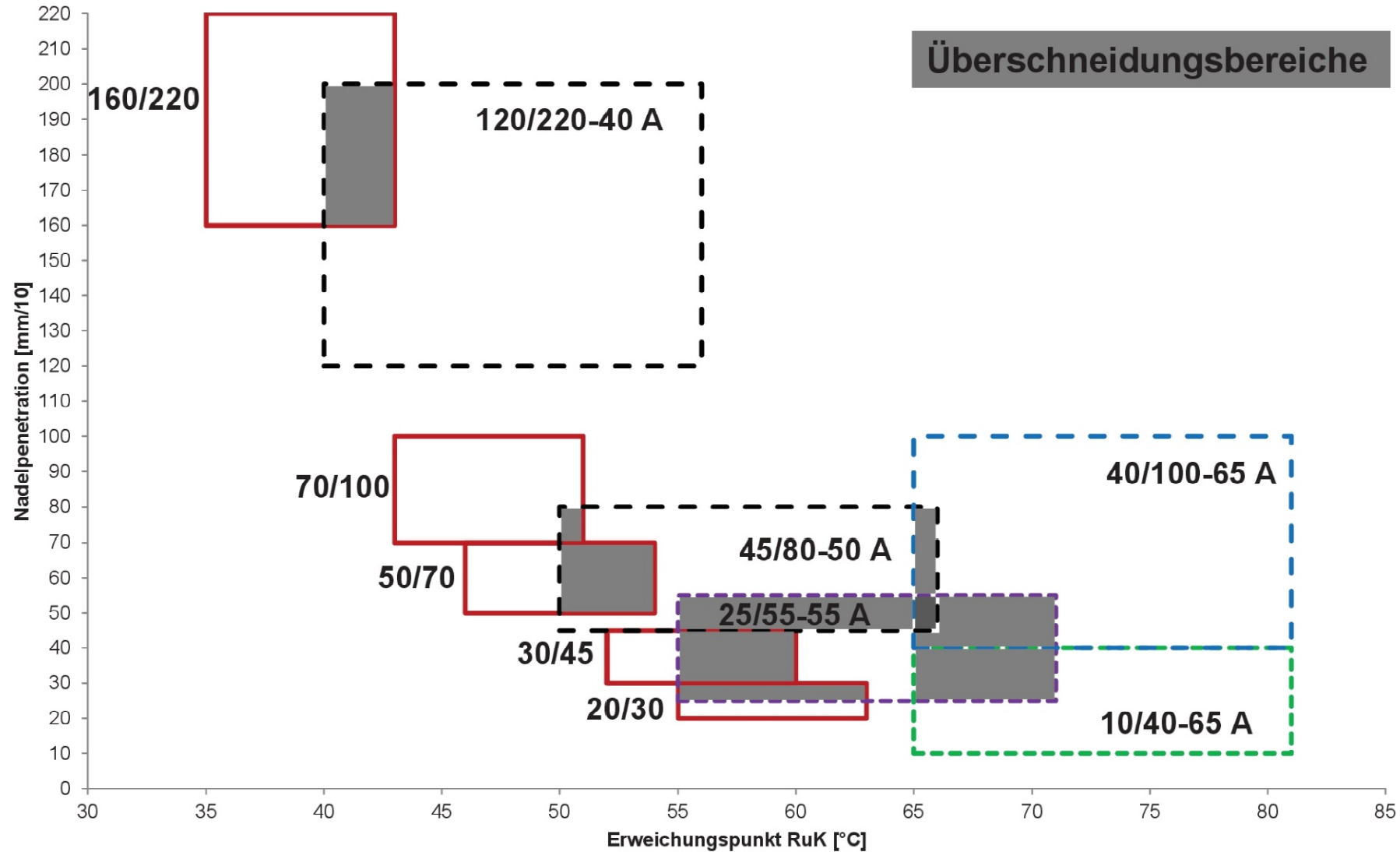
Konventionelle Prüfung

Anzahl an Bohrkernen
($\varnothing 150$ mm, d=3 cm)

- Erweichungspunkt Ring- und Kugel
DIN EN 1427
- Nadelpenetration
DIN EN 1426



Prüfungen zur Beurteilung der Bindemittleigenschaften

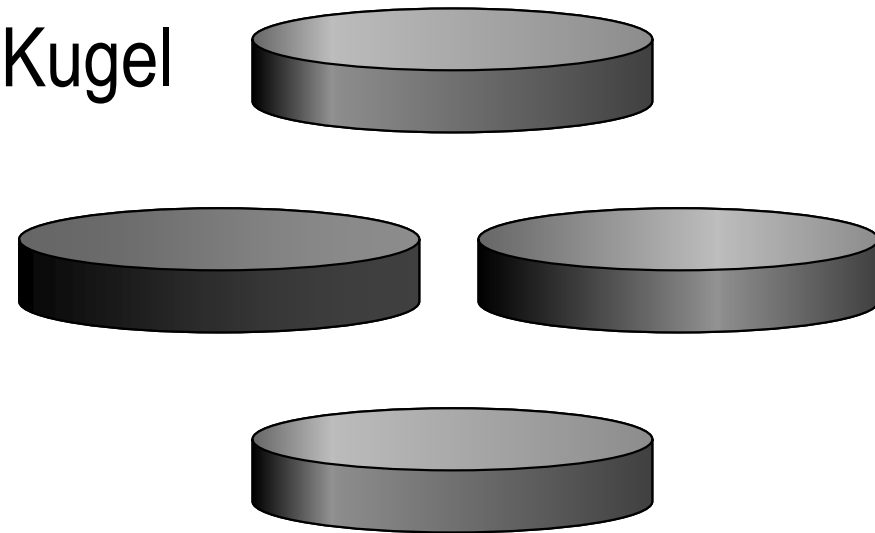


Quelle: A.Alisov / Wird Bitumen bald neu klassifiziert? Was leistet der BTSV? 21.02.2017

Konventionelle Prüfung

Anzahl an Bohrkernen
($\varnothing 150$ mm, d=3 cm)

- Erweichungspunkt Ring- und Kugel
DIN EN 1427
- Nadelpenetration
DIN EN 1426
- Brechpunkt nach Fraaß
DIN EN 12593

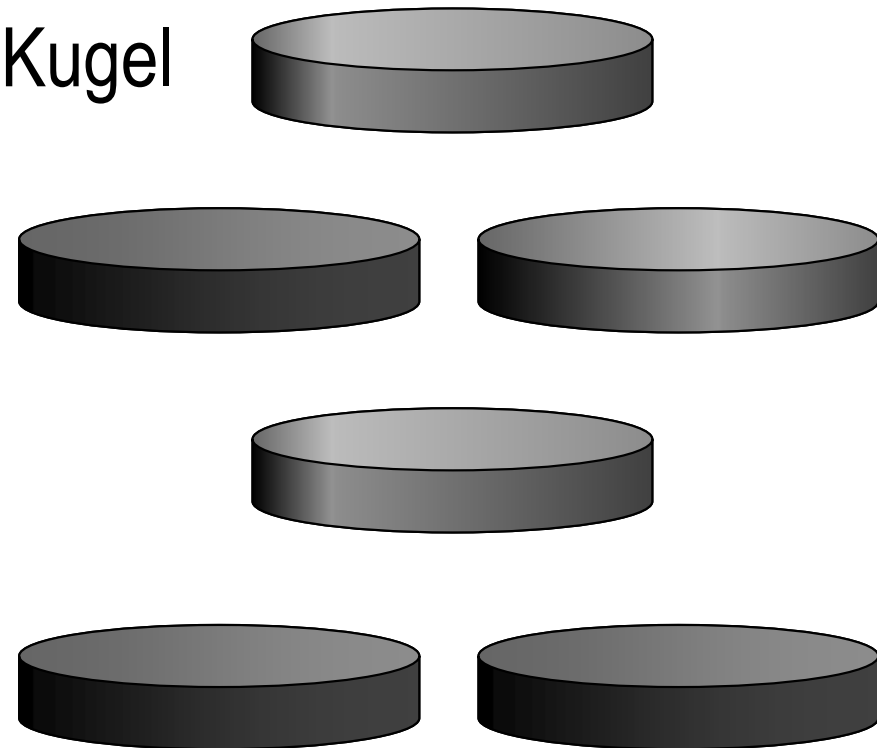


Präzision des Verfahrens und Aussagekraft bei PmB!
Stichwort „Biegebalkenrheometer“

Konventionelle Prüfung

Anzahl an Bohrkernen
($\varnothing 150$ mm, d=3 cm)

- Erweichungspunkt Ring- und Kugel
DIN EN 1427
- Nadelpenetration
DIN EN 1426
- Brechpunkt nach Fraaß
DIN EN 12593
- Elastische Rückstellung
DIN EN 13398



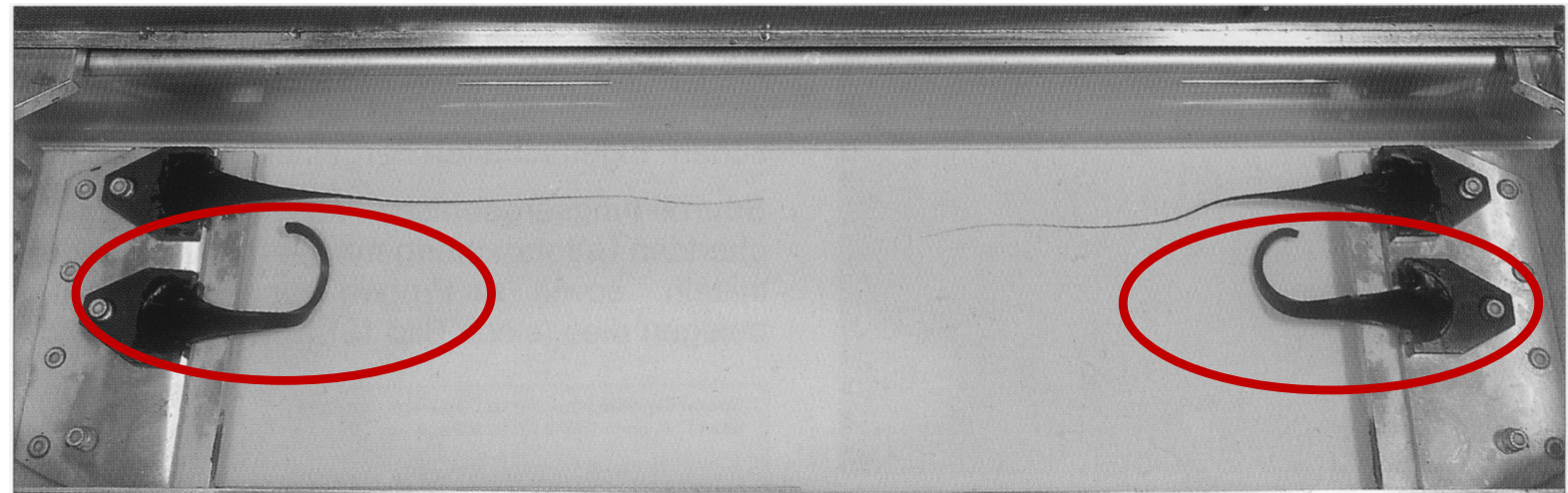
Bitumen 50/70

PmB 45/80-50



Bitumen 50/70

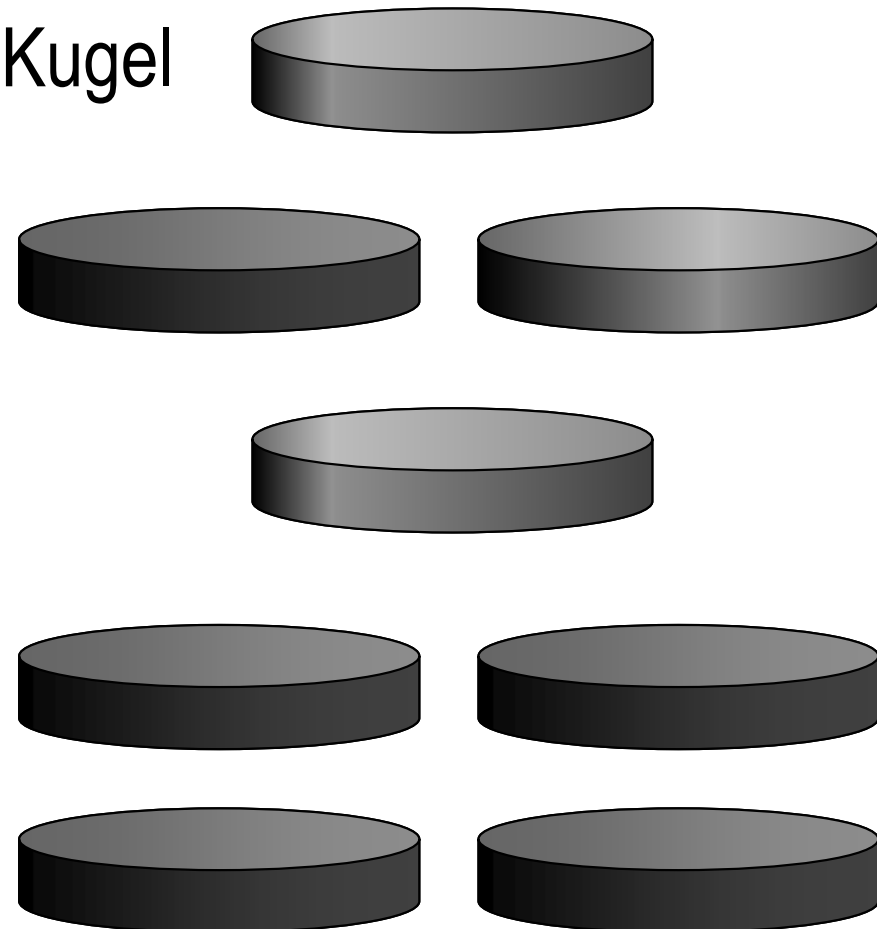
PmB 45/80-50



Konventionelle Prüfung

Anzahl an Bohrkernen
($\varnothing 150$ mm, d=3 cm)

- Erweichungspunkt Ring- und Kugel
DIN EN 1427
- Nadelpenetration
DIN EN 1426
- Brechpunkt nach Fraaß
DIN EN 12593
- Elastische Rückstellung
DIN EN 13398
- Kraftduktivität
DIN EN 13589



Hinweis:

Alternativ wäre auch eine Bewertung über die Ermüdungsfunktion möglich.
Hierfür werden 10 Bohrkerne / Probekörper benötigt.

- Erweichungspunkt Ring- und Kugel

DIN EN 1427

- Nadelpenetration

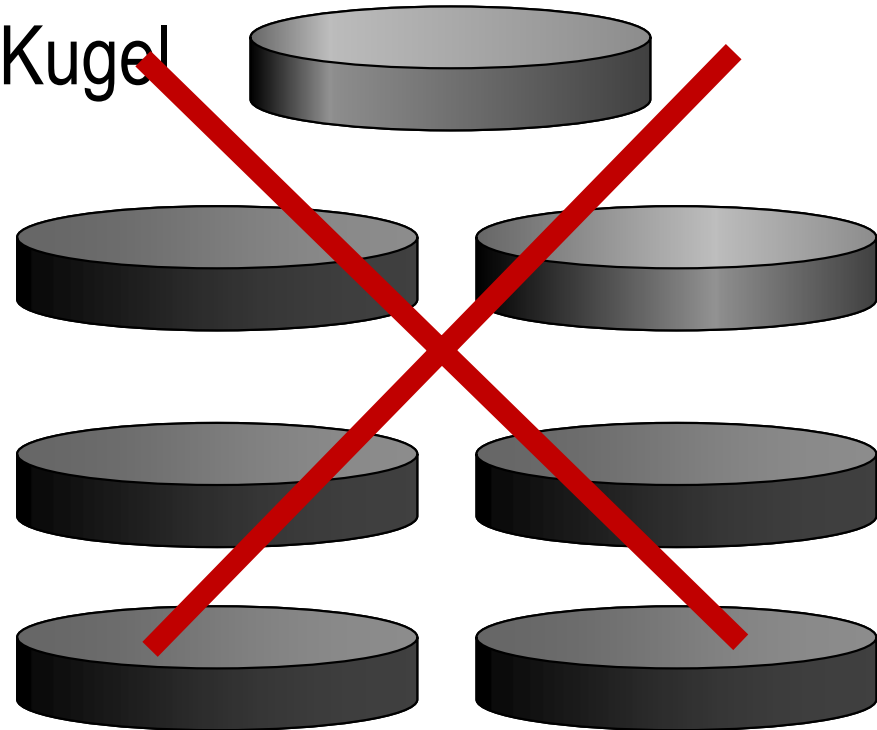
DIN EN 1426

- Elastische Rückstellung

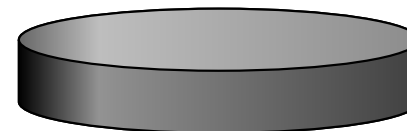
DIN EN 13398

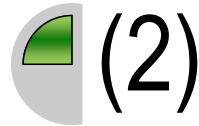
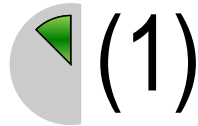
- Kraftduktivität

DIN EN 13589



- Prüfungen mit dem Dynamischen Scherrheometer





DIN 85005 DIN
ISO/TR 14121 VDI/VDI
DIN EN 50380 DIN EN ISO
VDMA 24246 DIN EN ISO 13857
DIN EN 1037 DIN 802-3 VDI 3356
DIN EN ISO 16016
DIN EN 474-4 DIN 76-1
DIN EN ISO 5457
DIN EN 1127 ANSI Z535.4
DIN EN 474-1 VDI 3356-1 DIN EN 693
DIN 377 ISO 11684 DIN EN 980

Möglichkeiten rheologischer Prüfungen

VDI 3838 DIN 103-8
DIN SPEC 45697
DIN 5008
DIN 13-23
DIN 82
DIN IEC/PAS 62565-2-1
DIN 186
DIN EN 307
ANSI 7
ISO 14001
DIN 105-6
DIN 62622
VDI 3003
DIN 3449-1
DIN 535.6
DIN 349
DIN 13-3
DIN 76-2
DIN 431
DIN 13-31
DIN 3600
VDI 3838
DIN 74
DIN EN ISO 15223-1
DIN 1830-1 DIN EN 614-1
DIN 80004

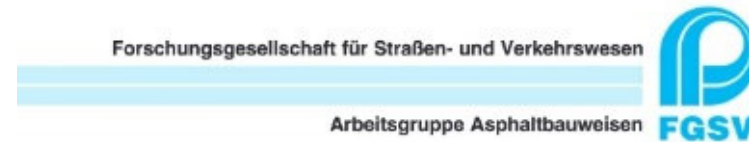
Quelle: <https://tecteamblog.de/tag/din-en-iso-5457/>



DEUTSCHE NORM		Januar 2006
DIN EN 14770		DIN
ICS 75.140; 91.100.50		
<p>Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung des komplexen Schermoduls und des Phasenwinkels – Dynamisches Scherrheometer (DSR); Deutsche Fassung EN 14770:2005</p> <p>Bitumen and bituminous binders – Determination of complex shear modulus and phase angle – Dynamic Shear Rheometer (DSR); German version EN 14770:2005</p> <p>Bitumes et liants bitumineux – Détermination du module complexe en cisaillement et de l'angle de phase – Rhéomètre à cisaillement dynamique (DSR); Version allemande EN 14770:2005</p>		
Gesamtumfang 16 Seiten		
Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN		

© DIN Deutsches Institut für Normung e.V. • alle Rechte vorbehalten, auch das Vervielfältigen und Verbreiten, auch auszugsweise, ist ohne schriftliche Genehmigung der DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, Germany. No part of this document may be reproduced without the prior written permission of DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, Germany.

Printed in Germany
 www.din.de
 0103514

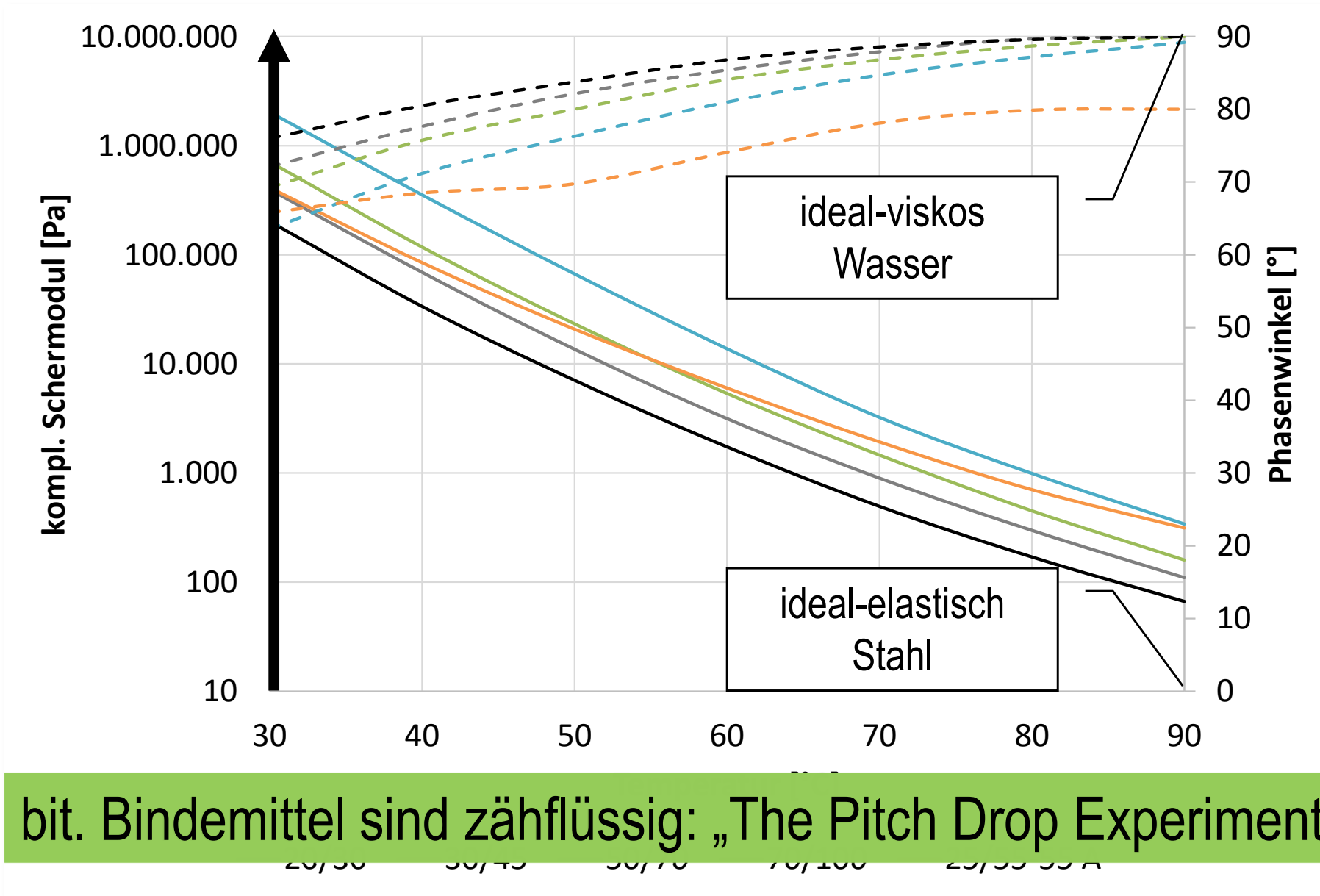


**Arbeitsanleitung
 zur Bestimmung des Verformungsverhaltens
 von Bitumen und bitumenhaltigen Bindemitteln
 im Dynamischen Scherrheometer (DSR)
 – Durchführung im Temperatursweep**

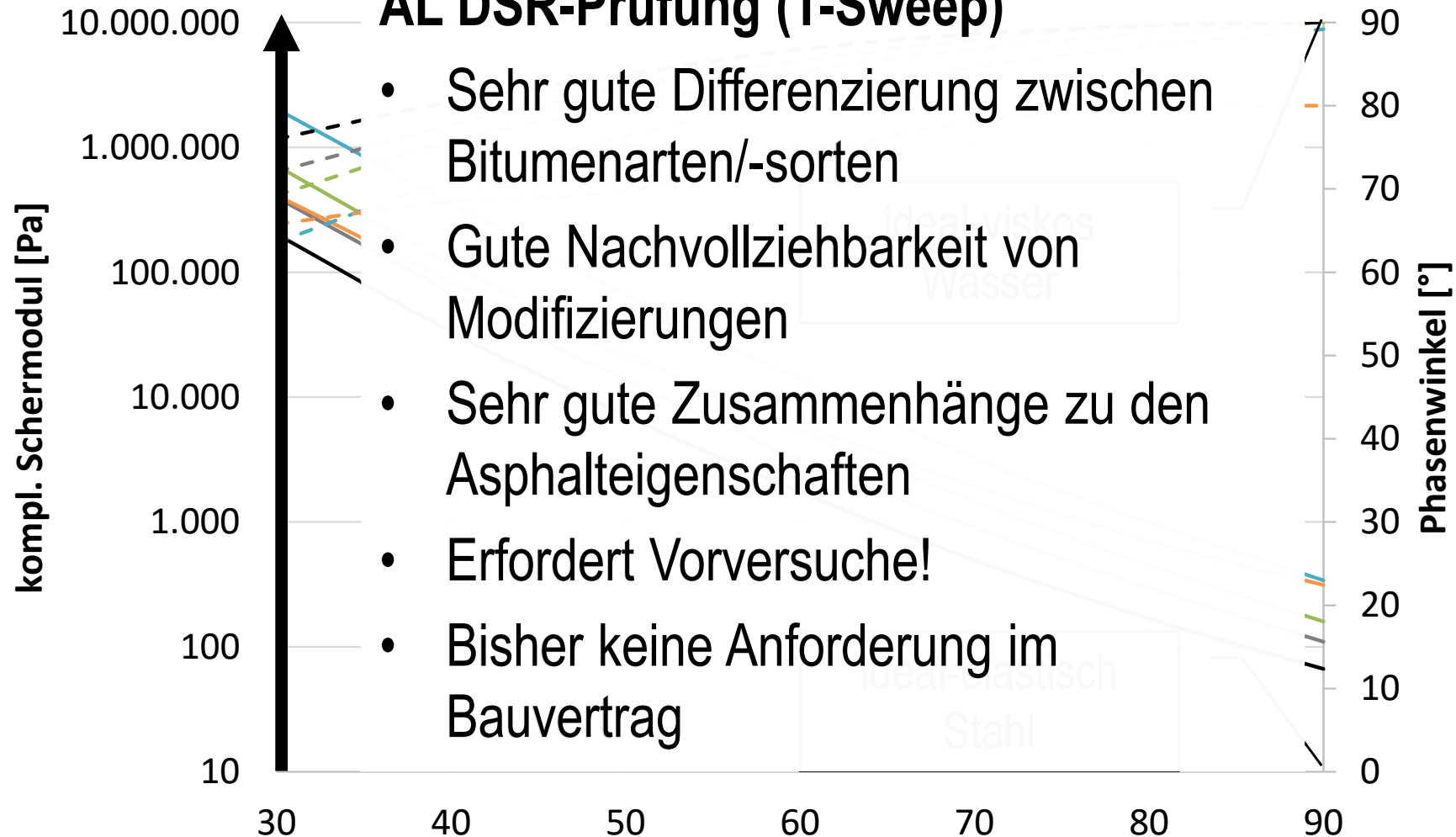
AL DSR-Prüfung (T-Sweep)



Ausgabe 2014



AL DSR-Prüfung (T-Sweep)



- Sehr gute Differenzierung zwischen Bitumenarten/-sorten
- Gute Nachvollziehbarkeit von Modifizierungen
- Sehr gute Zusammenhänge zu den Asphalteigenschaften
- Erfordert Vorversuche!
- Bisher keine Anforderung im Bauvertrag

bit. Bindemittel sind zähflüssig: „The Pitch Drop Experiment“

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen



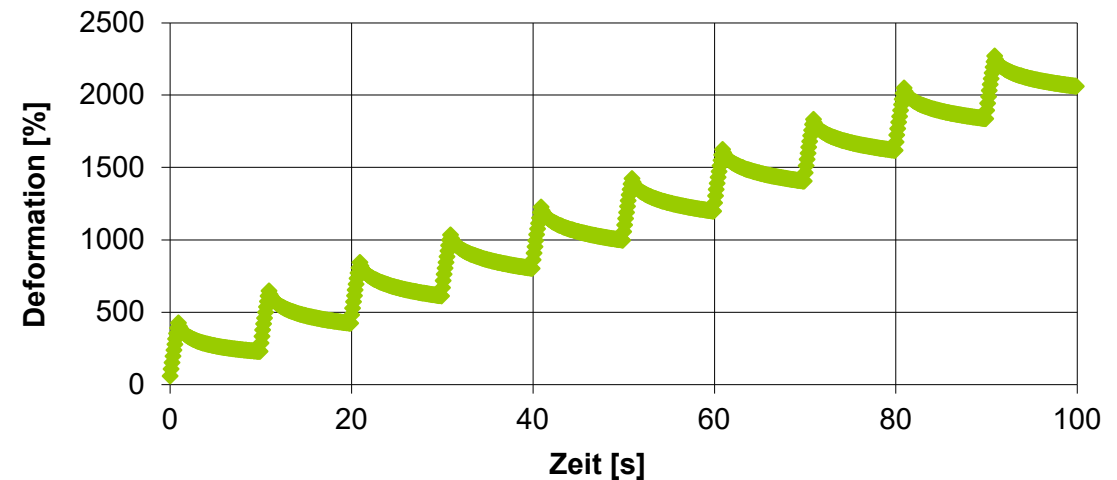
Arbeitsgruppe Asphaltbauweisen

Arbeitsanleitung
zur Bestimmung des Verformungsverhaltens
von Bitumen und bitumenhaltigen Bindemitteln
im Dynamischen Scherrheometer (DSR)
– Teil 2: Durchführung der MSCR-Prüfung
(Multiple Stress Creep and Recovery Test)

AL DSR-Prüfung (MSCRT)

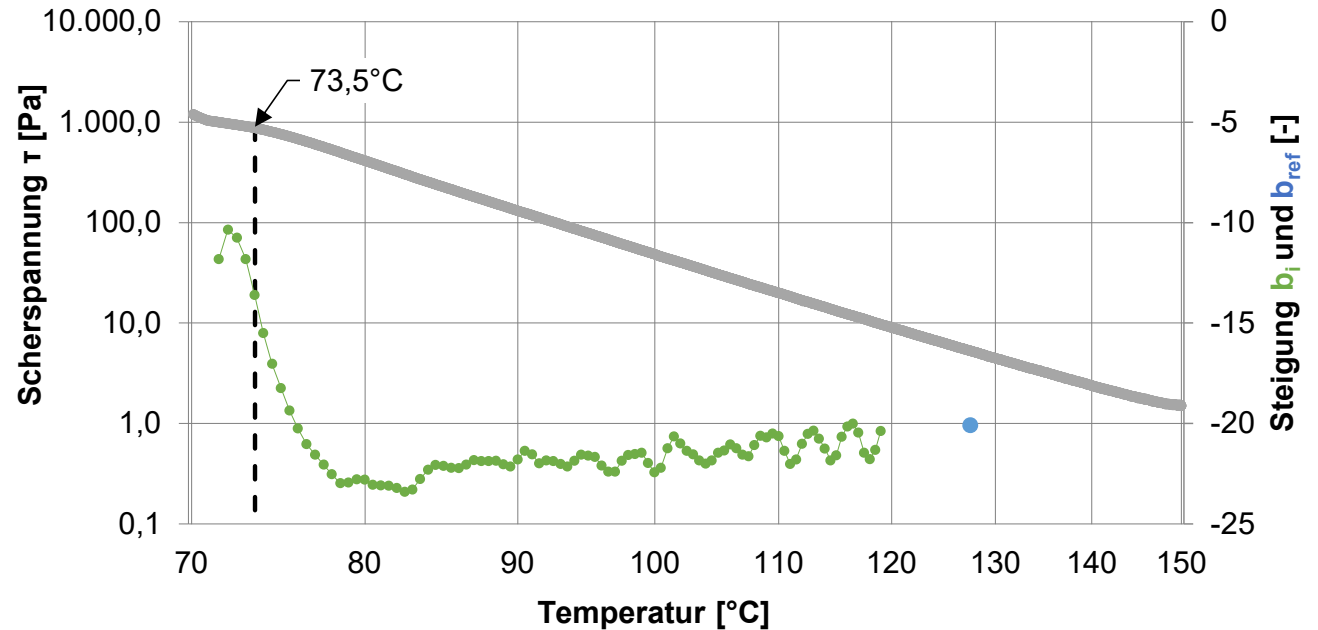
W 1

Ausgabe 2016



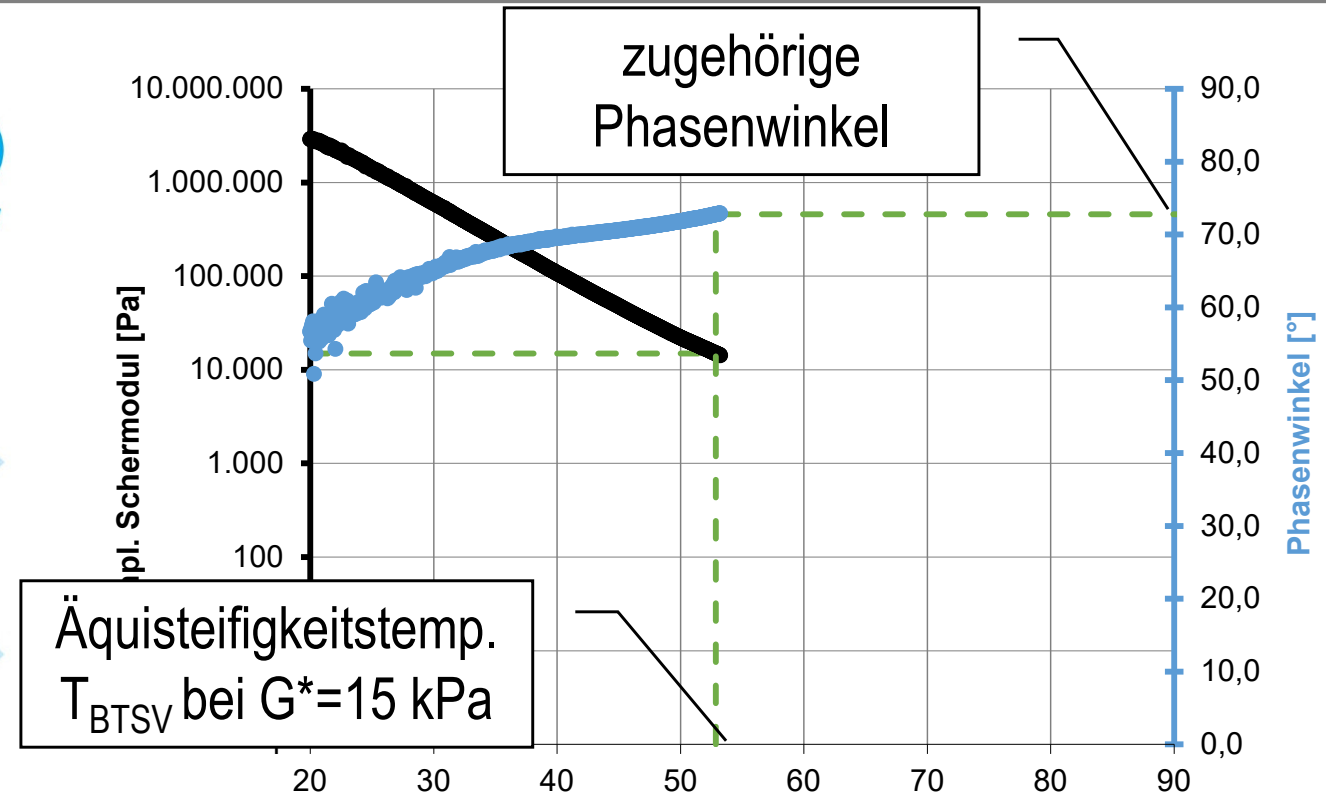
AL DSR-Prüfung (MSCRT)

- Bisher nur für Polymermodifizierte Bitumen
- Sehr gute Zusammenhänge zur Verformungsbeständigkeit von Asphalt
- Es fehlt an nationalen Erfahrungen!
- Bisher keine Anforderung im Bauvertrag



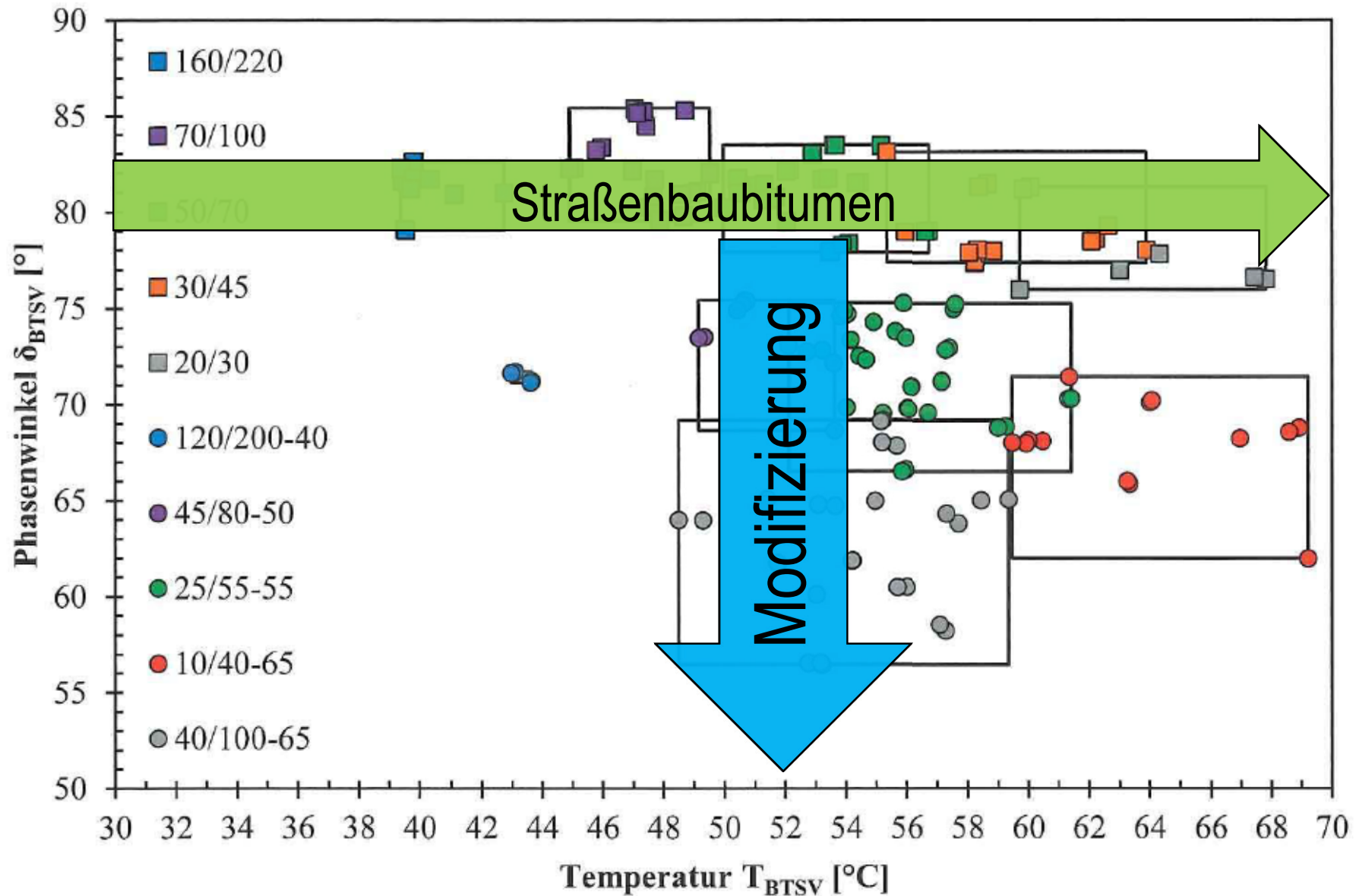
AL DSR-Prüfung (konst. Scherrate)

- nur für viskositätsveränderte Bindemittel nach E KvB
- Nur für Frischbindemittel!
- Anforderung in der E KvB

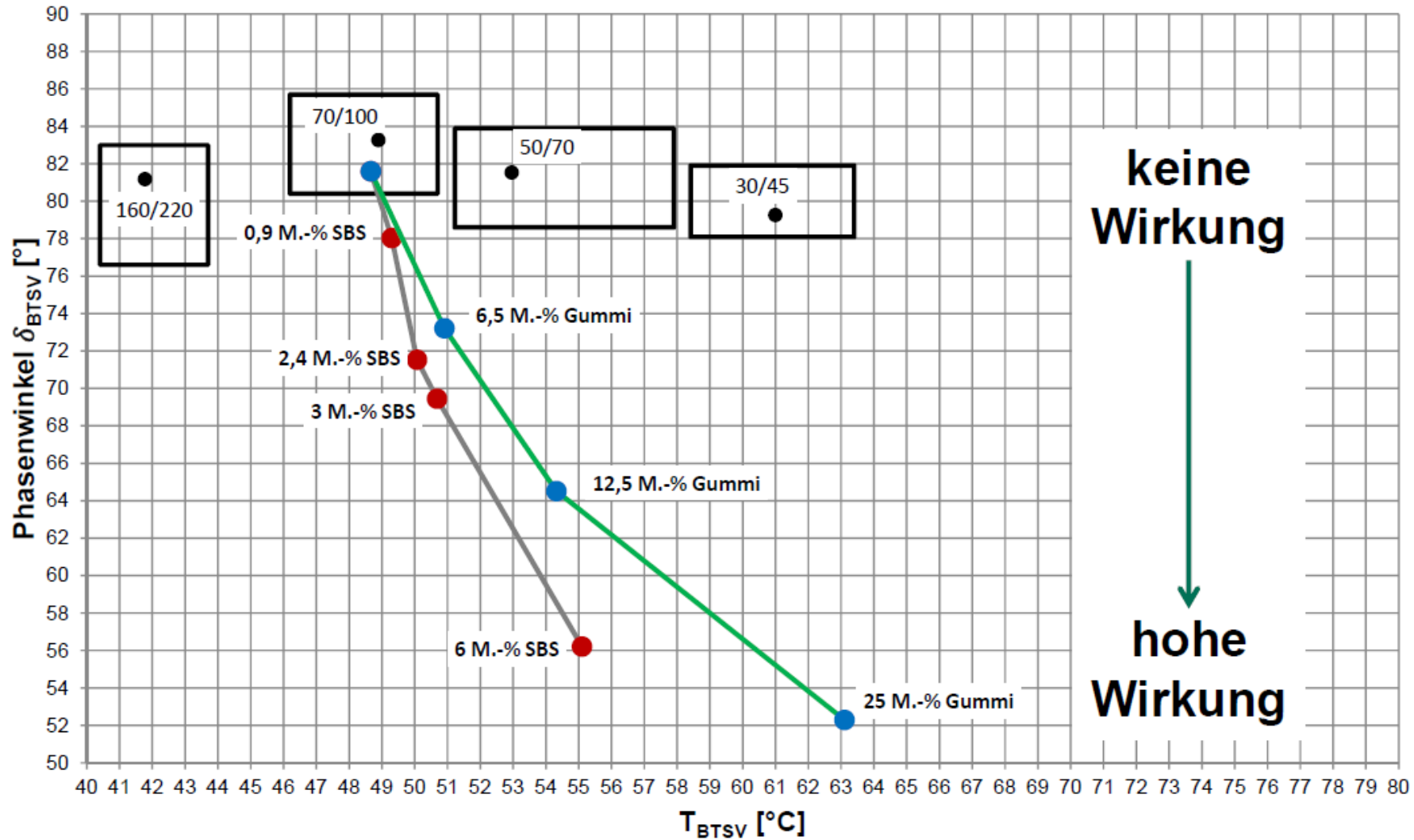


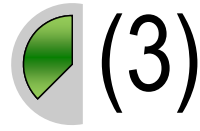
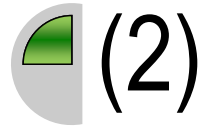
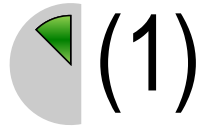
AL DSR-Prüfung (BTSV)

- Anforderung in der E KvB
- Schnelles Typisierungsverfahren ohne Vorversuche!
- in DIN 52050 umgesetzt



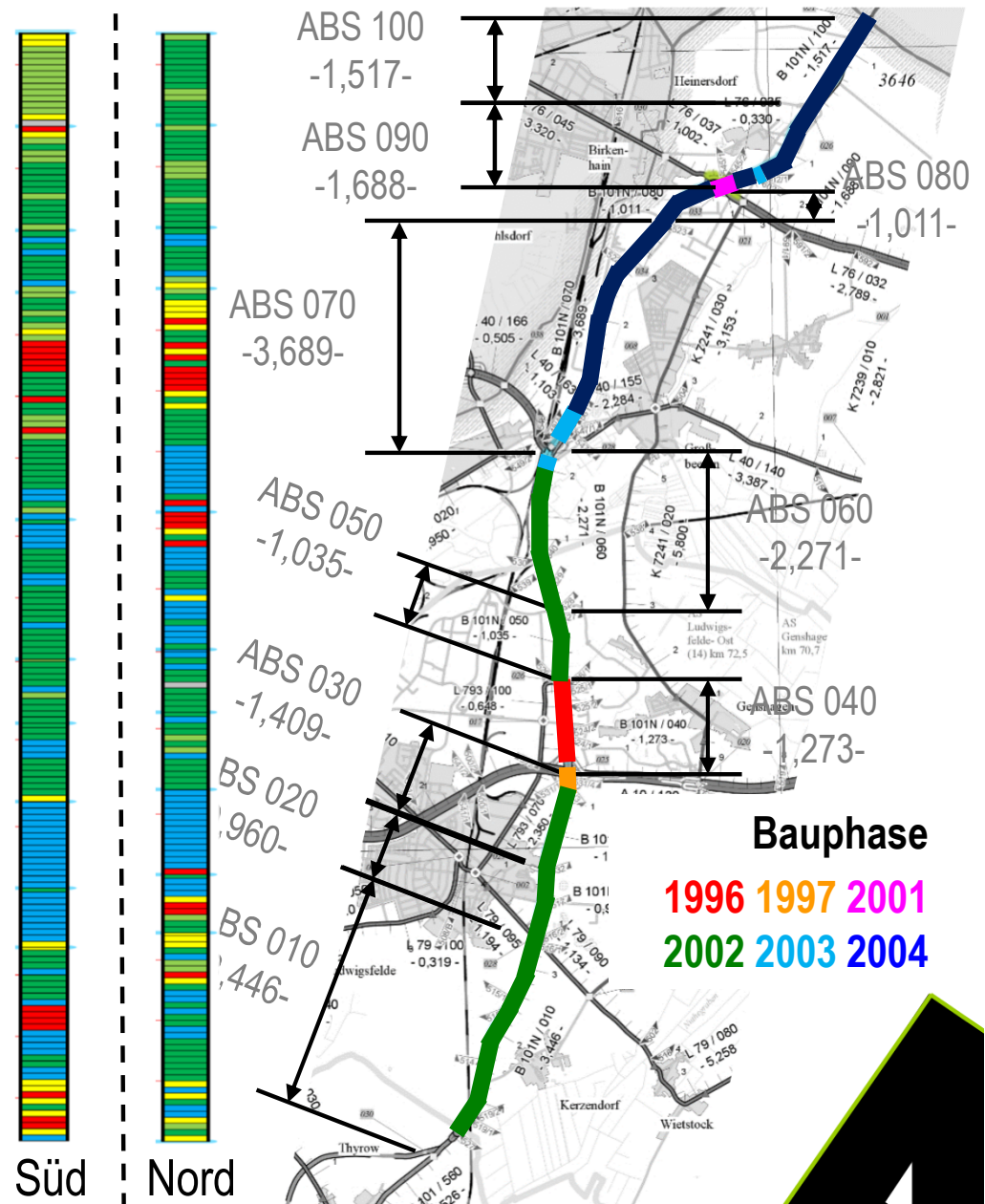
Quelle: Alisov et.al. Rheologische Differenzierung von Bitumen für den Asphaltstraßenbau mit dem neuen BTSV/ 2017





Praxisbeispiel

- erwartete Bk 32
- südlich von Berlin
- ca. 2 x 15 km Streckenlänge
- Zweibahnige Regelquerschnitte
- Zustandsmerkmale, erfordern mindestens einen Austausch der Asphaltdeckschicht.
- Zustandserfassung- und -bewertung (2012):
 - Interpretation Gesamtwert:
 - Überschreitungen:
 - Warnwert (Längsebenheit, Flickstellen, Griffigkeit)
 - Schwellenwert (Längsebenheit und Risse)













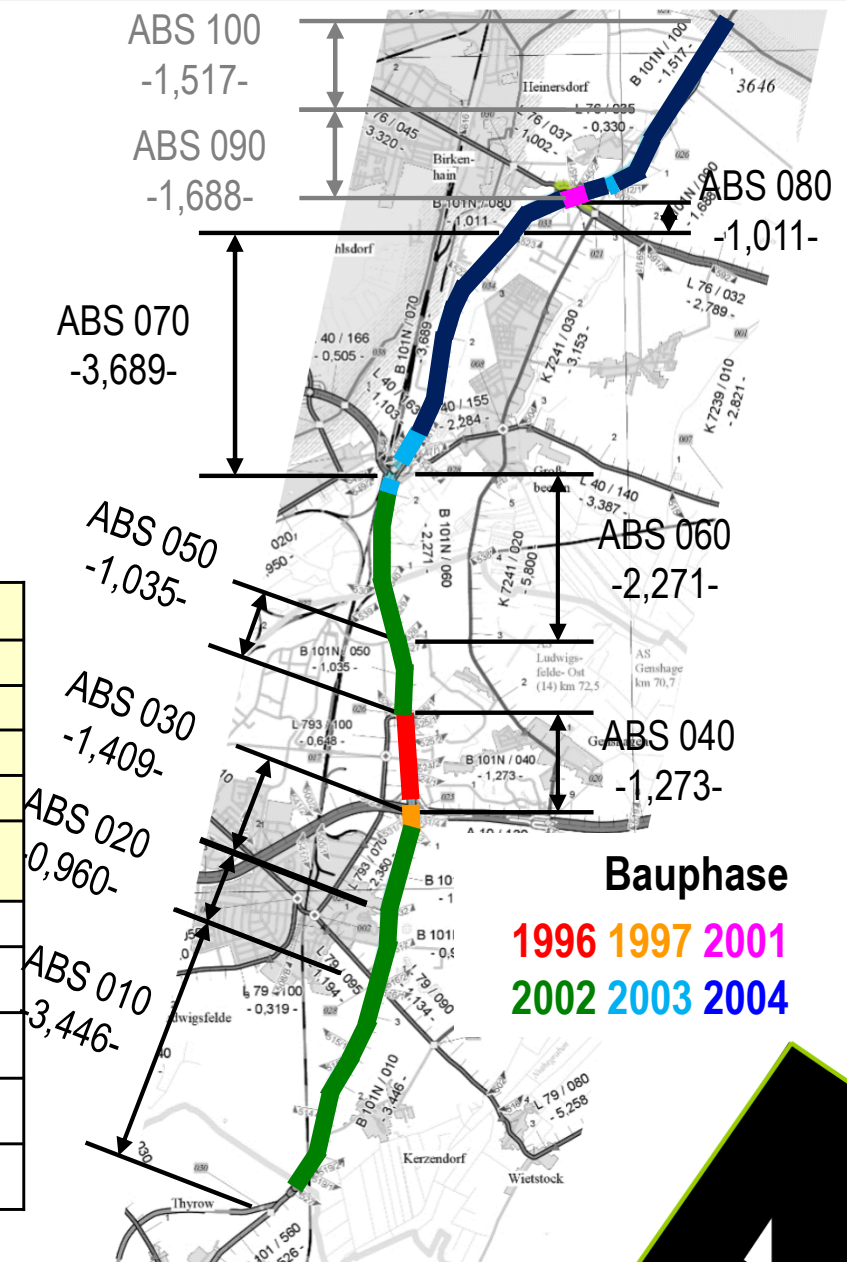
- Fragestellung (2015):
Kann die Asphaltbinderschicht für einen weiteren Nutzungszyklus der Asphaltdeckschicht erhalten bleiben?



Asphaltbinderschicht – Hauptfahrbahn (2015)

- Klasse 1: kaum gealterte Bindemittel (25/55-55 A), Mischgut und eingebaute Schicht entspricht TL/ZTV Asphalt-StB 07/13
- Klasse 2: gealterte Bindemittel (25/55-55 A), Mischgut und eingebaute Schicht entspricht zum Teil der TL/ZTV Asphalt-StB 07/13
- Klasse 3: stark gealterte Bindemittel (25/55-55 A), eingebaute Schicht entspricht kaum noch der ZTV Asphalt-StB 07/13

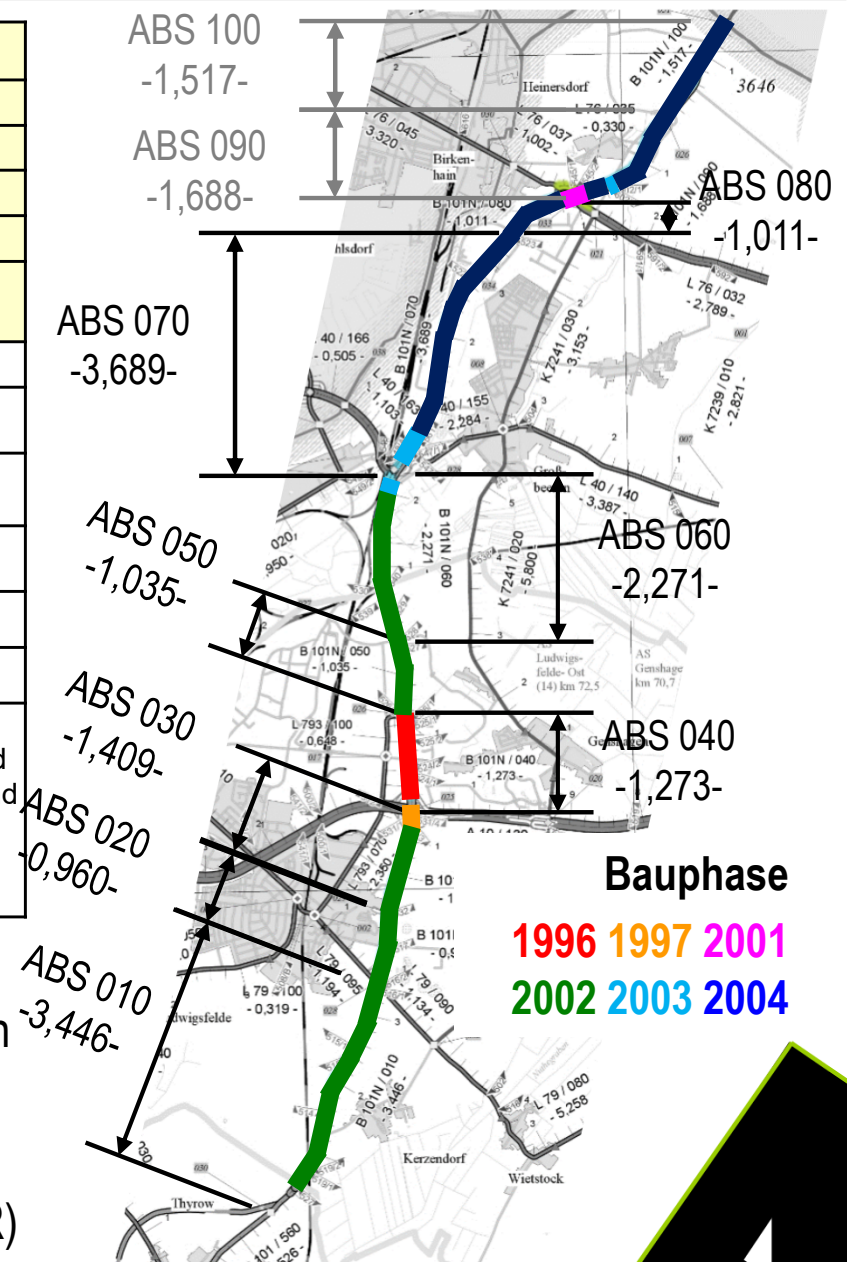
Anzahl der Messstellen	5	5	6
Entnahmestation	freie Strecke		
Richtungsfahrbahn	Nord und Süd		
Klasse Nr.	1	2	3
Alter der Schicht	11 bis 19 Jahre		
Mischgutsorte nach ZTV/TL Asphalt-StB 07/13(aktuelle Terminologie)	AC 16 BS / AC 22 BS		
Asphaltkennwerte			
Bindemittelgehalt [M.-%]	4,3 (4,1 - 4,6)	4,4 (4,0 - 4,6)	4,1 (3,3 - 4,6)
Hohlraumgehalt MPK [Vol.-%]	5,9 (4,0 - 7,1)	7,8 (6,7 - 10,1)	9,1 (7,6 - 10,9)
Hohlraumausfüllungsgrad [%]	64,6 (60,0 - 73,1)	57,0 (47,3 - 61,6)	51,2 (41,3 - 58,3)
Hohlraumgehalt eingeb. Schicht [Vol.-%]	4,3 (3,3 - 5,7)	6,0 (3,0 - 10,4)	8,2 (5,8 - 11,3)



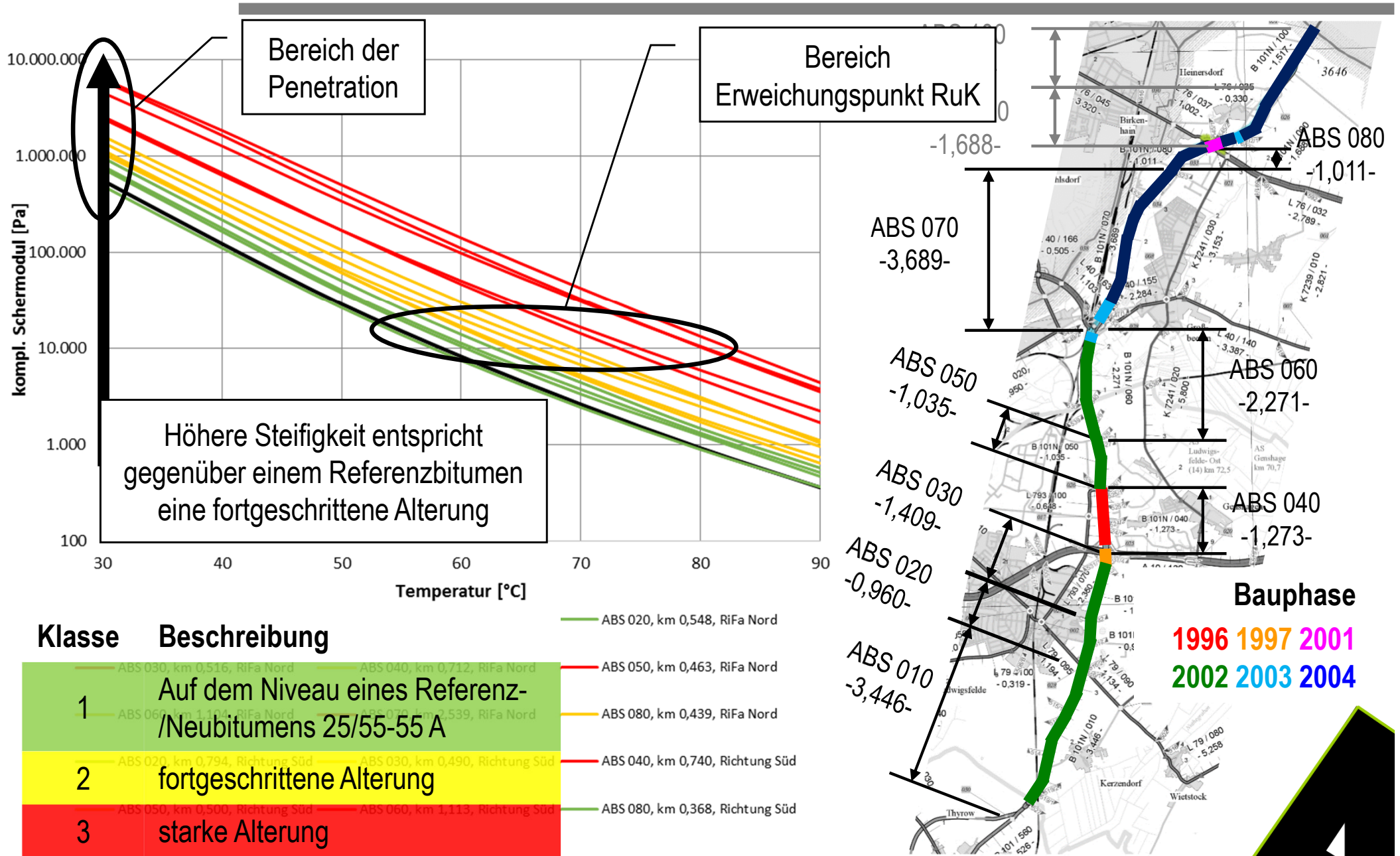
Asphaltbinderschicht – Hauptfahrbahn (2015)

Anzahl der Messstellen	5	5	6
Entnahmestation	freie Strecke		
Richtungsfahrbahn	Nord und Süd		
Klasse Nr.	1	2	3
Alter der Schicht	11 bis 19 Jahre		
Mischgutsorte nach ZTV/TL Asphalt-StB 07/13(aktuelle Terminologie)	AC 16 BS / AC 22 BS		
Bindemittelkennwerte (konventionell)			
Erweichungspunkt Ring und Kugel [°C]	62,4 (60,0 - 64,6)	67,6 (65,6 - 70,0)	77,8 (72,6 - 81,5)
Nadelpenetration bei 25°C [0,1 mm]	28 (26 - 34)	22 (20 - 23)	12 (7 - 16)
Brechpunkt nach Fraaß [°C]	-6 (-5 bis -7)	-4 (-3 bis -5)	0 (1 bis -2)
Visuelle Untersuchung (Bk)			
Risstiefe [mm]	5 - 23	3 - 50	5 - 120
Sonstige Auffälligkeiten	-	Teilweise kein Schichtenverbund zwischen ADS und ABi bzw. ATS; zerrüttete Schichten	Teilweise kein Schichtenverbund zwischen ADS und ABi bzw. ATS; zerrüttete Schichten

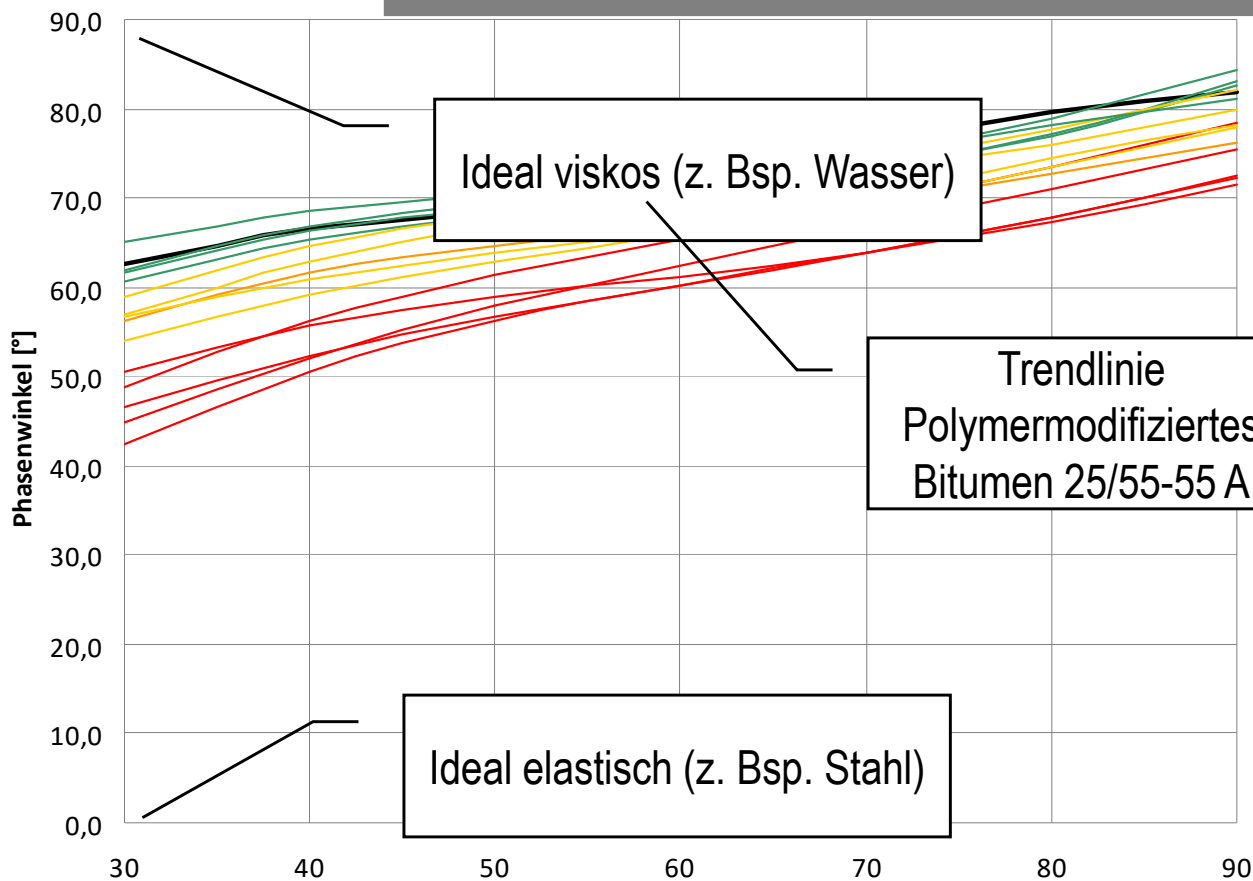
- Konventionelle Bitumenuntersuchungen an polymermodifizierten Bitumen sind nicht nur von der Oxidation des Grundbitumens abhängig, sondern stark von der Polymerart und -menge!
- Validierung der Ergebnisse mit rheologischen Verfahren (DSR)



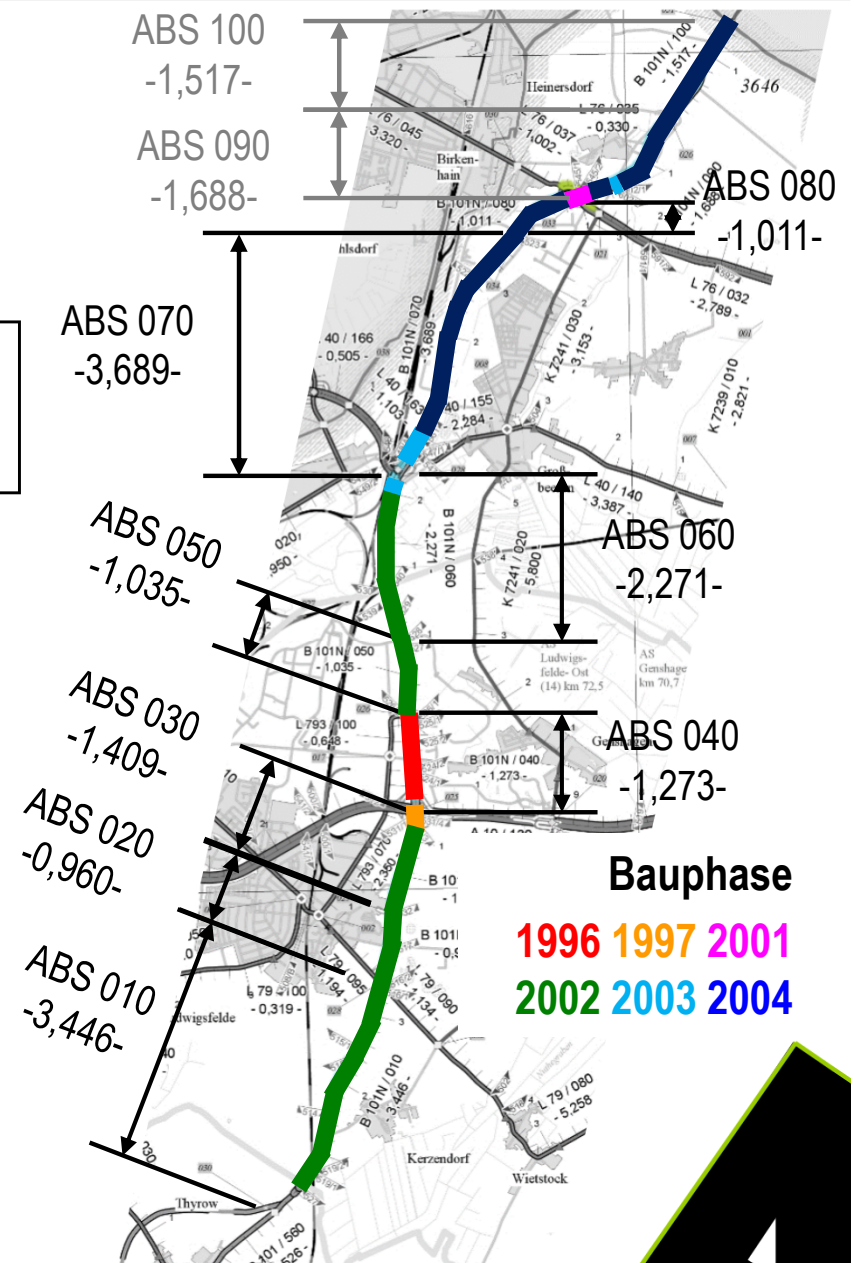
Asphaltbinderschicht – Hauptfahrbahn (2015)



Asphaltbinderschicht – Hauptfahrbahn (2015)



- | | |
|--|-----------------------------------|
| — Erfahrungsbereich
25/55-55 A (n=29) | — ABS 010, km 2,174, RiFa Nord |
| — ABS 020, km 0,548, RiFa Nord | — ABS 030, km 0,516, RiFa Nord |
| — ABS 040, km 0,712, RiFa Nord | — ABS 050, km 0,463, RiFa Nord |
| — ABS 060, km 1,104, RiFa Nord | — ABS 070, km 2,539, RiFa Nord |
| — ABS 080, km 0,439, RiFa Nord | — ABS 020, km 0,794, Richtung Süd |
| — ABS 030, km 0,490, Richtung Süd | — ABS 040, km 0,740, Richtung Süd |



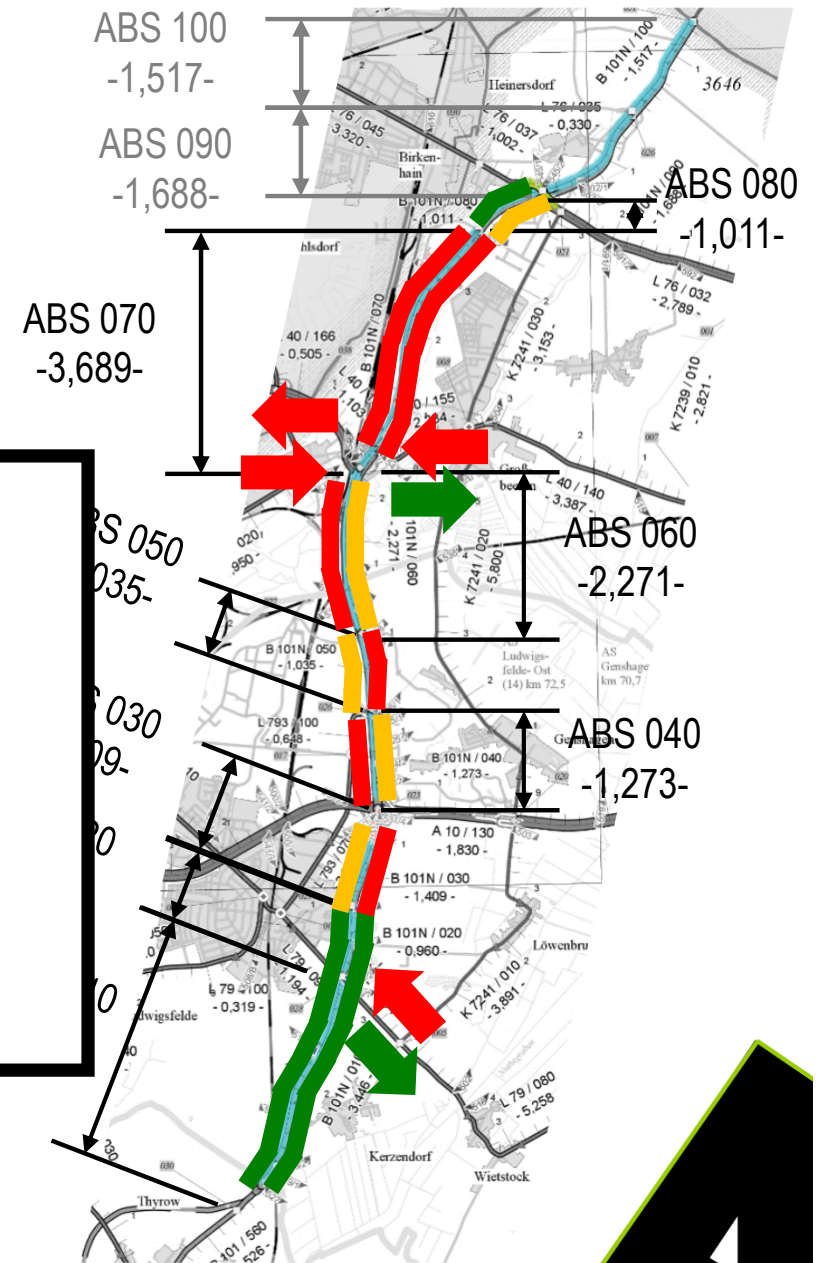
- Ersatz der Asphaltdeckschicht
- Asphaltbinderschicht:

Klasse **Beschreibung**

1 (ca. 9,8 km)	Ende der Nutzungsdauer noch nicht erreicht: ABS 010 und 020 beide RiFa, ABS 080 Süd
2 (ca. 7,0 km)	Restnutzung einer Deckschicht Langfristig B ABS 030 Süd ABS 040 Nord ABS 050 Süd ABS 080 Nord
3 (ca. 13,4 km)	Ende der Nutzungsdauer erreicht: ABS 030 Nord ABS 040 Süd ABS 050 Nord, ABS 060 Süd, ABS 070 beide RiFa

Für eine längerfristige Nutzung sind ca. 20 km Hauptfahrbahn zzgl. vier Rampen ein Ersatz der Asphaltbinderschicht nötig!

Empfehlung:
Verdichtung der Messstellen für genauere Aussagen über Schadensbereiche!

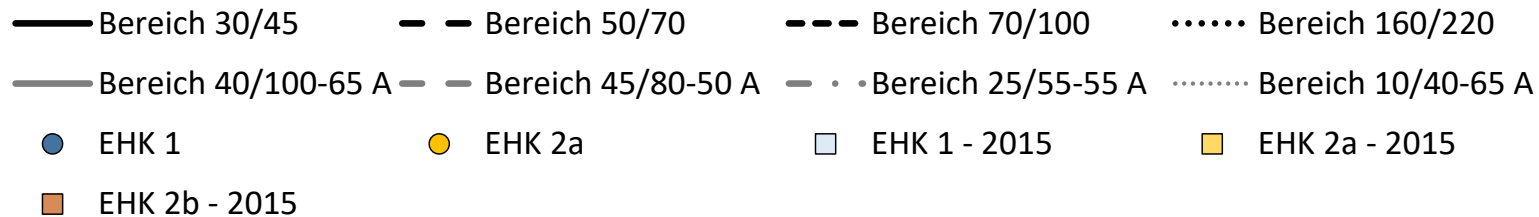
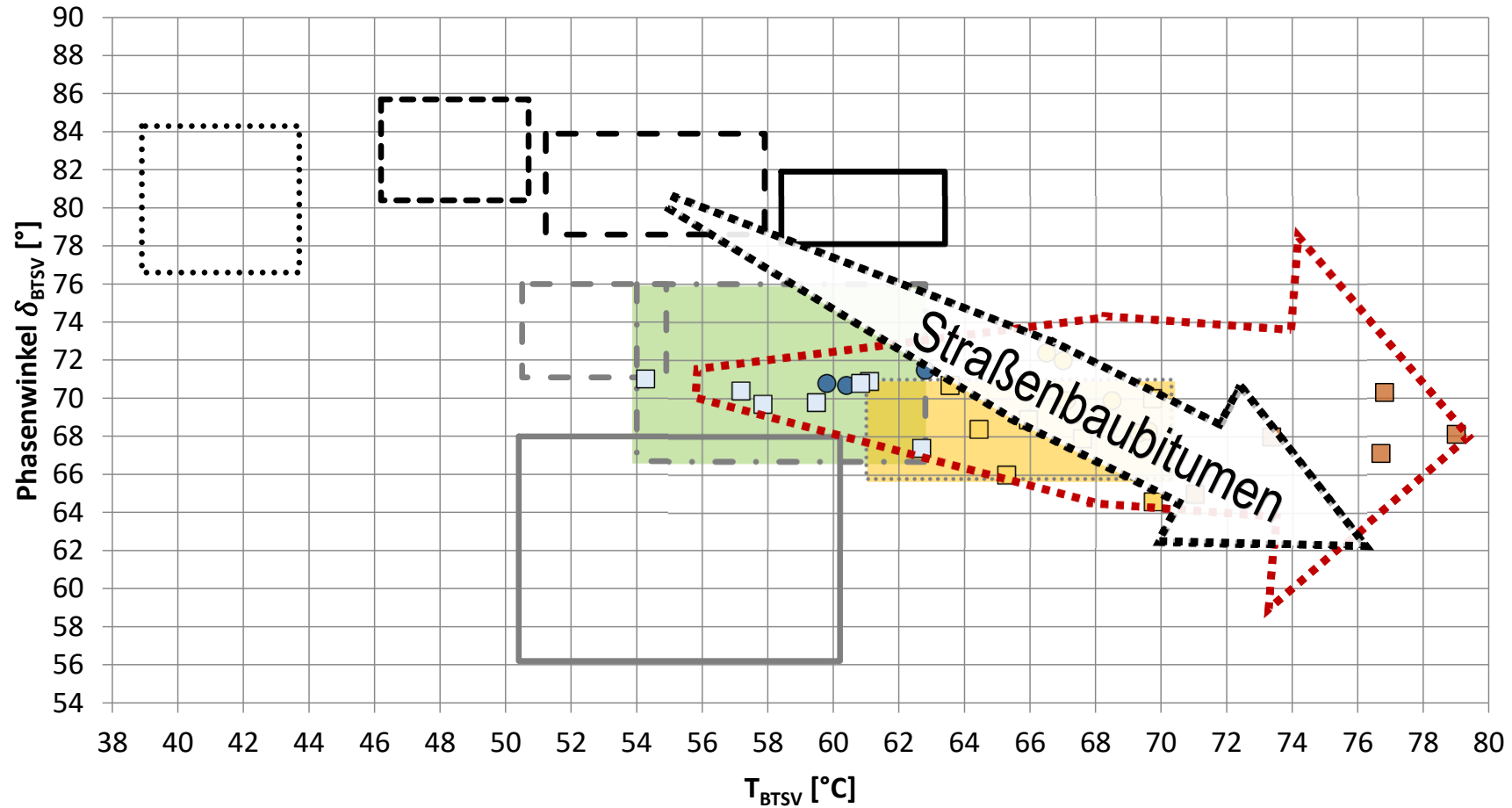


- 16 Messstellen zur Verdichtung des Untersuchungsrasters
- Einsatz neuer Prüfmethoden nach AL DSR-Prüfung (BTSV) unter Berücksichtigung des vorhandenen Erfahrungsbereiches für Frischbindemittel
- Umrechnung der 2015 mit dem DSR durchgeführten Untersuchungen in T_{BTSV} und δ_{BTSV} :

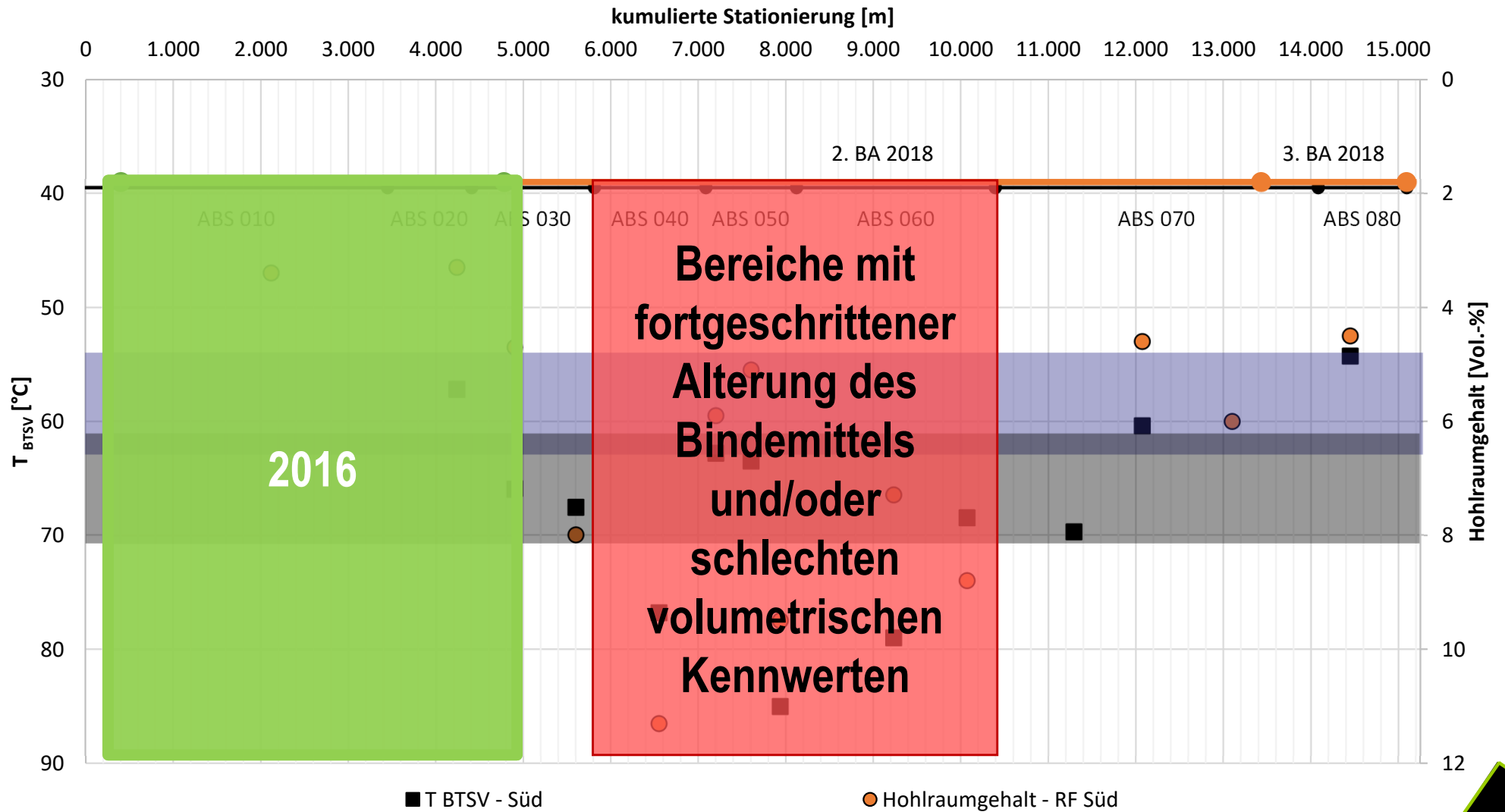
2 Allgemeines

Anmerkung: Näherungsweise können die mit dem Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahren (BTSV) ermittelten Kennwerte auch durch Interpolation der Ergebnisse aus der Prüfung nach der AL DSR-Prüfung (T-Sweep) gewonnen werden. Diese Vorgehensweise erfordert bei der Prüfung gealterter und aus dem Asphalt rückgewonnener bitumenhaltiger Bindemittel die Bestimmung des Bereiches linearen viskoelastischen Verhaltens.

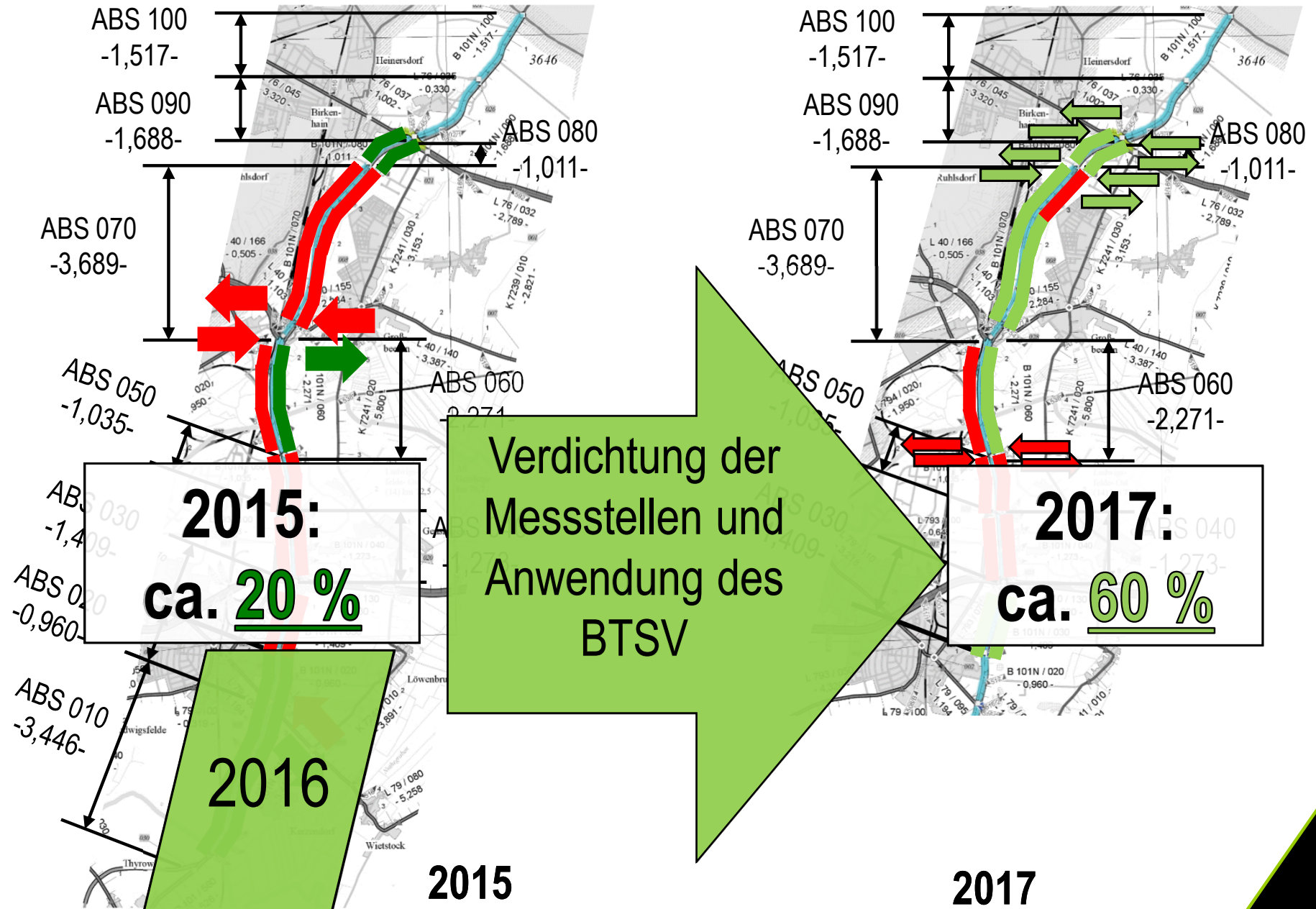
Bindemitteluntersuchung nach AL BTSV (2017)

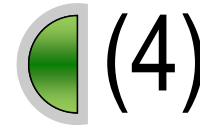
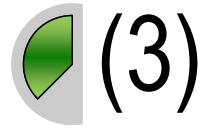
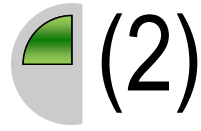
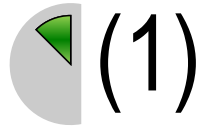


Ergebnisse im Streckenband



Schlussfolgerung 2015 / 2017





Verdichtung
der Messstellen

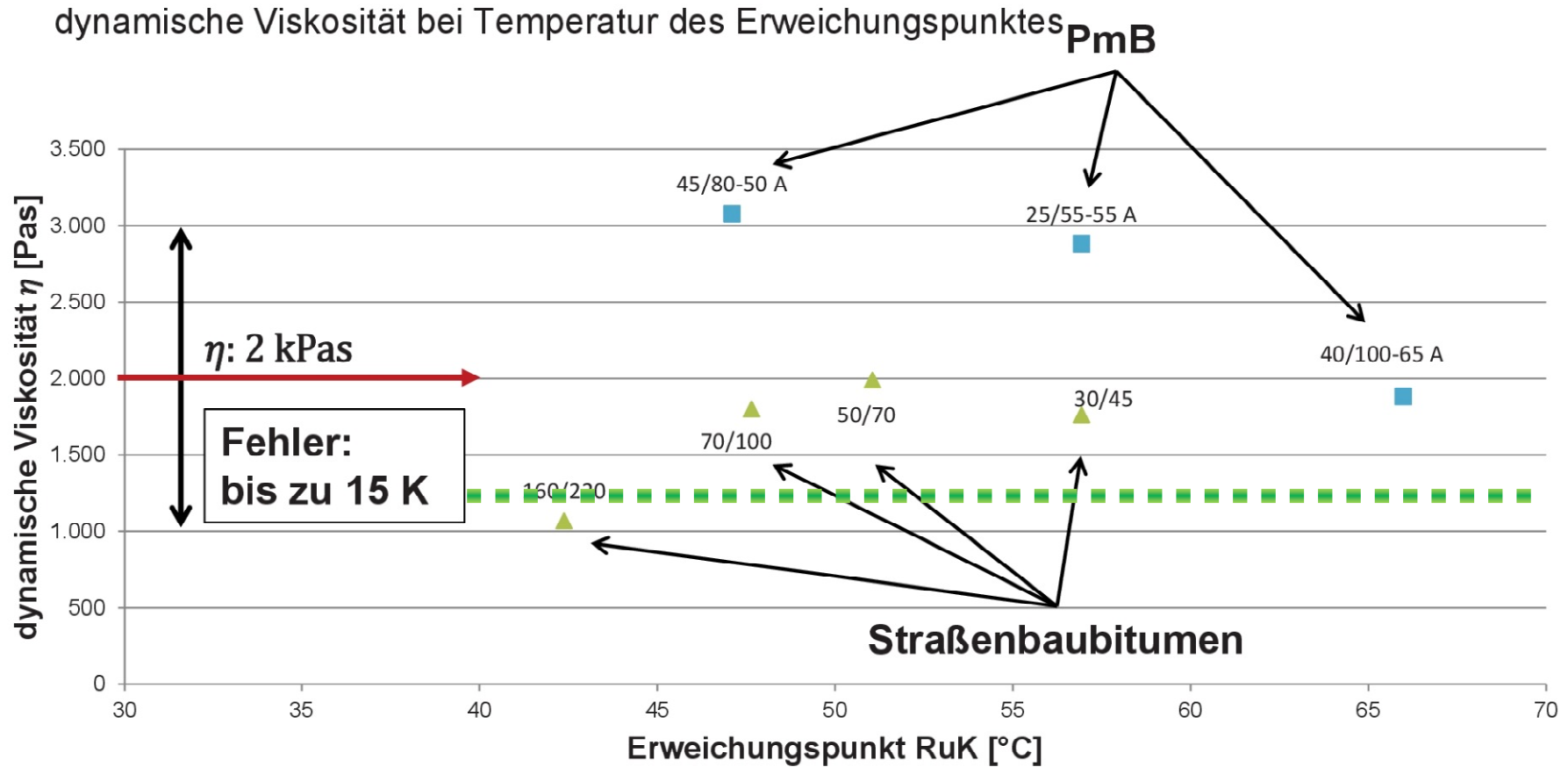
Warum?

EP RuK

BTSV

- „Temperatur, bei welcher das zu prüfende bituminöse Bindemittel unter festgelegten Prüfbedingungen unter Last deutlich zu fließen beginnt“
(Zitat Begriffbestimmungen – Teil: Straßenbautechnik der FGSV)
- Temperatur bei welcher eine Äquiviskosität von 1,2 kPa vorliegt
(Saal 1933)
- Temperatur bei welcher ein Penetrationswert von 800 zehntel Millimeter vorliegt
(Pfeiffer & Van Doormaal 1936)

Definition Erweichungspunkt Ring und Kugel



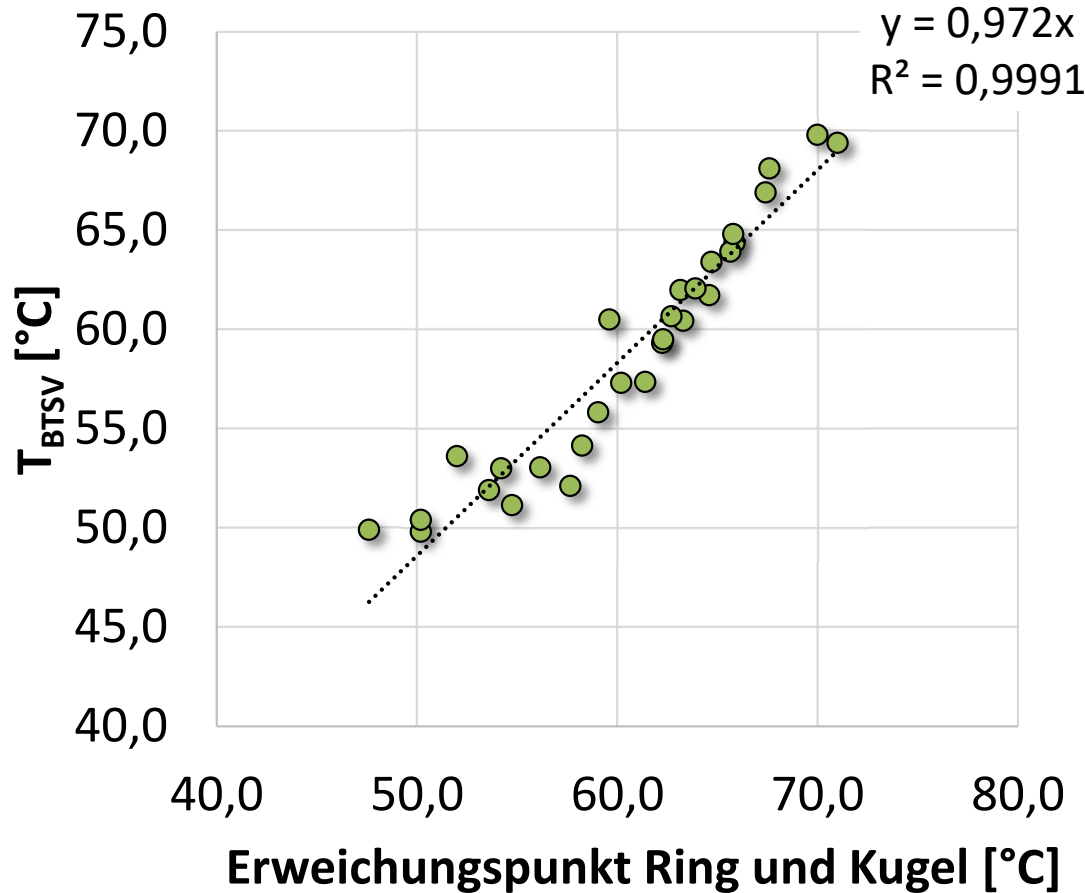
Definition Erweichungspunkt Ring und Kugel

dynamische Viskosität bei Temperatur des Erweichungspunktes P_{mB}

Prüfbedingungen	EP RuK	BTSV
Temperaturbereich / Prüfmedien	bis 80°C mit Wasser ab 80°C Glycerol	20 - 90°C (Luft) (theor. bis 200°C möglich)
Temperatursteigerung	5 °C/min	1,2 °C/min
Aufzeichnung	mindestens alle 1 Minute Bei Kugel-Durchfall	Alle 1 Sekunde
Ergebnis	Temperatur bei welcher die mit Bindemittel umhüllte Kugel einen Weg von 25 mm zurückgelegt hat.	Temperatur bei welcher $G^* = 15$ kPa und der zug. Phasenwinkel

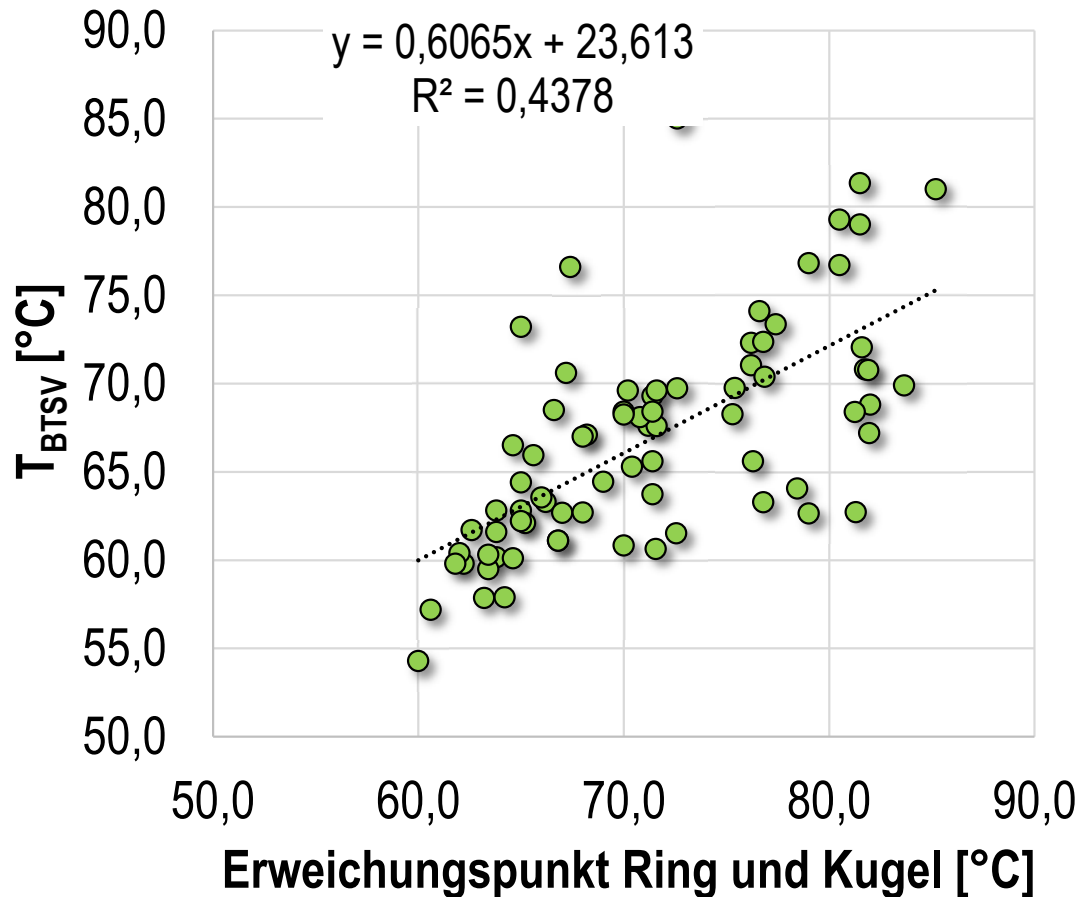
Erweichungspunkt RuK [°C]

Vergleich konventioneller und rheologischer Kennwerte



Straßenbaubitumen

- Daten von natürl. gealterten Bindemitteln aus Asphalttragschichten (n=29)
- Sehr gute Übereinstimmung mit ca. 92%



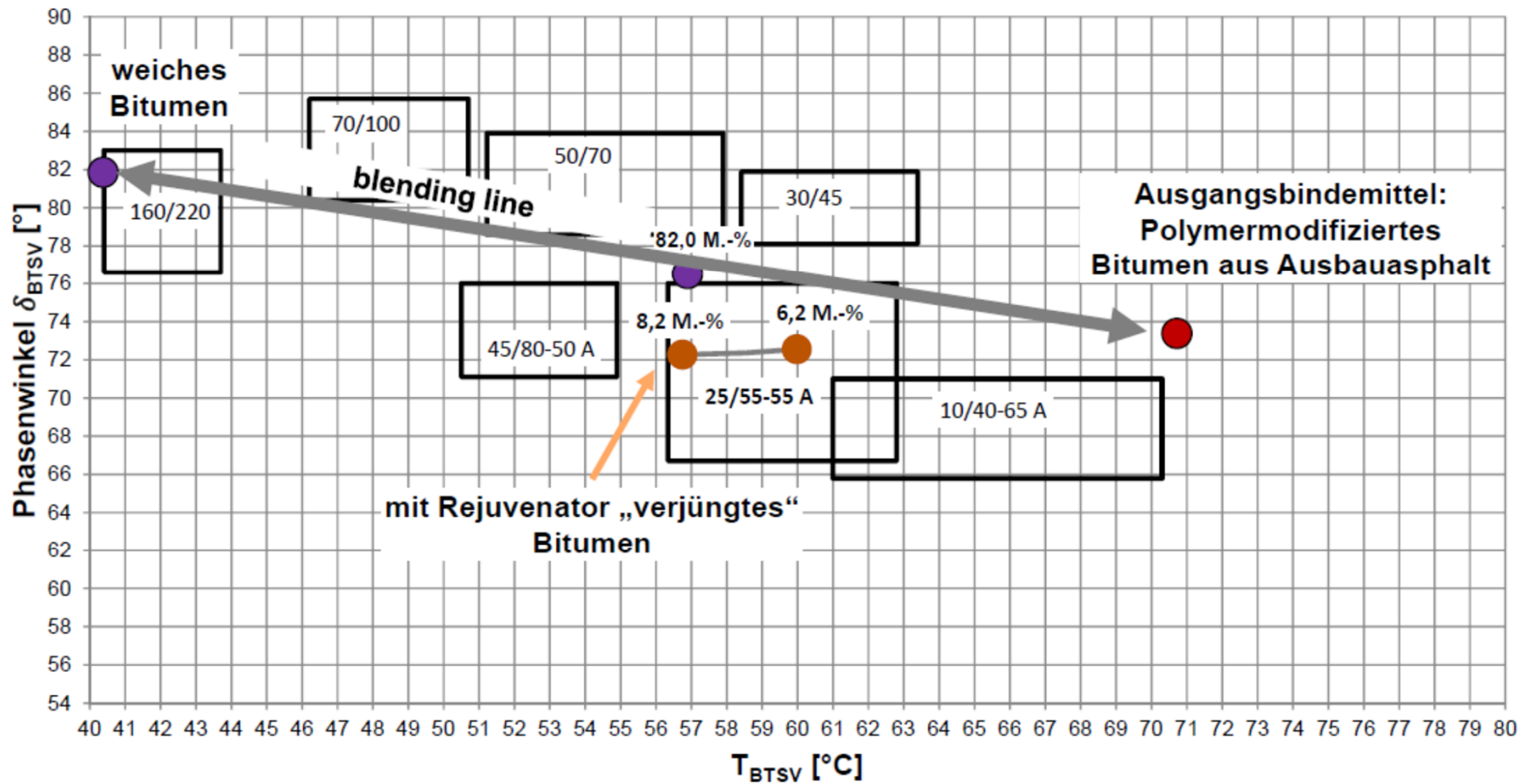
Modifizierten Bitumen

- Daten von natürl. gealterten Bindemitteln aus Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten (n=76)
- Kaum Übereinstimmung mit dem Erweichungspunkt Ring und Kugel
- Mit zunehmender Modifizierung (Abnehmender Phasenwinkel) nimmt die Spanne zwischen dem EP RuK und T_{BTSV} zu
- Im Mittel liegt der T_{BTSV} um 4 K niedriger bei Polymermodifizierten Bitumen

- Mit zunehmender Modifizierung und / oder Alterung bitumenhaltiger Bindemittel verliert die Kenngröße „Erweichungspunkt Ring und Kugel“ an Aussagekraft
- Eine Einschätzung der Wirkung einer Modifizierung bzw. dem Alterungsfortschritt erfordert(e) zusätzliche Prüfungen
→ Mehr Bohrkerne mehr Kosten /
Lösemittelverbrauch ↔ REACH Verordnung
- Das BTSV ermöglicht:
 - einfache Zuordnung der Bitumenart und -sorte über T_{BTSV} bei 15 kPa und dem zugehörigen Phasenwinkel
 - Geringen Bedarf an Bitumen
 - Erlaubt eine Bewertung gealterter und / oder modifizierter Bindemittel
 - Erfahrungshintergrund mit dem EP RuK geht nicht verloren

- Mit zunehmender Modifizierung und / oder Alterung bitumenhaltiger Bindemittel verliert die Kenngröße „Erweichungspunkt Ring und Kugel“ an Aussagekraft
- Eine Erweichungspunkttemperatur (Erweichungspunkt) ist eine Kenngröße, die die Alterungsempfindlichkeit eines Bitumenbindemittels anzeigt.
 → Messung des Erweichungspunktes durch Lösen des Bindemittels in einem Lösungsmittel.
 • Das BTRTSV ermöglicht:
 - einfache Zuordnung der Bitumenart und -sorte über T_{BTSV} bei 15 kPa und dem zugehörigen Phasenwinkel
 - Geringen / gleichen Bedarf an Bitumen
 - gleicher Zeitaufwand

Die „Äquisteifigkeitstemperatur“ (T_{BTSV}) ist nicht der wahre Erweichungspunkt! Er ist aber der rheologisch sinnvollere Wert.





Herzlichen Dank für ihre Aufmerksamkeit

Für Rückfragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung!

ASPHALTA

Prüf- und Forschungslaboratorium GmbH
Halenseestraße/Innenraum AVUS Nordkurve
14055 Berlin
+49 (30) 3016036
prueflabor@asphalta.de

WWW.ASPHALTA.DE

