



# Praxisgerechte Bewertung gealterter und/oder modifizierter Bitumen

VSVI Seminar „Asphalt“

P. Rückert M.Eng.

ASPHALTA Prüf- und Forschungslaboratorium GmbH  
Berlin

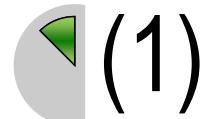
- Ist der Konstruktionsaufbau bzw. die Asphaltenschichten mit unbekanntem Alter und Zusammensetzung hinsichtlich der Eignung für die aktuelle Beanspruchung und Verwendung)

Kon-

Volumetrische

Zusammensetzung des Mischgutes

**Bewertung von  
Bindemittelleigenschaften  
aus Schichten mit unbekannten  
Alter und/oder Modifizierungen**



(1)



(2)



(3)



(4)

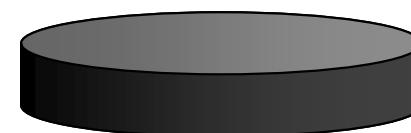
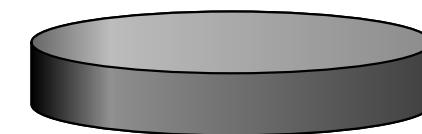
Inhalt

- (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.

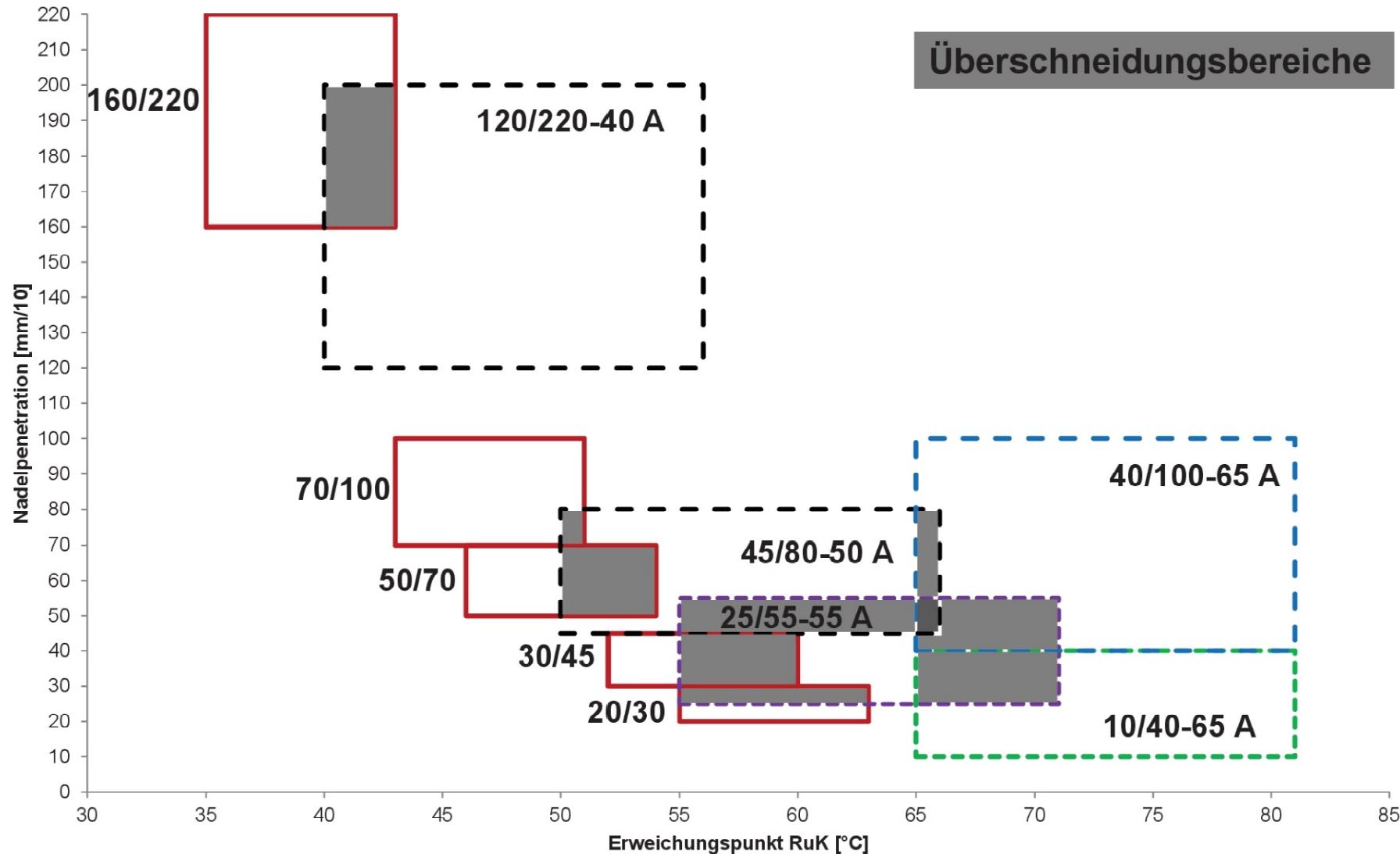
## Konventionelle Prüfung

Anzahl an Bohrkernen  
(Ø150 mm, d=3 cm)

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



# Prüfungen zur Beurteilung der Bindemittelleigenschaften

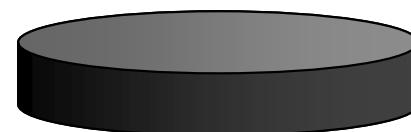


Quelle: A.Alisov / Wird Bitumen bald neu klassifiziert? Was leistet der BSV? 21.02.2017

## Konventionelle Prüfung

Anzahl an Bohrkernen  
(Ø150 mm, d=3 cm)

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

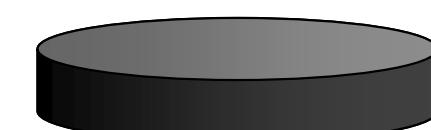
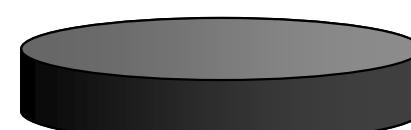
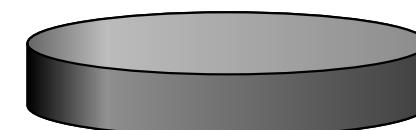
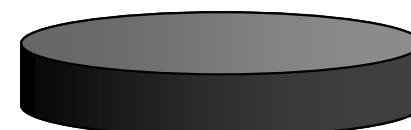
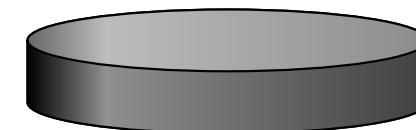


Präzision des Verfahrens und Aussagekraft bei PmB!  
Stichwort „Biegebalkenrheometer“

## Konventionelle Prüfung

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

Anzahl an Bohrkernen  
(Ø150 mm, d=3 cm)



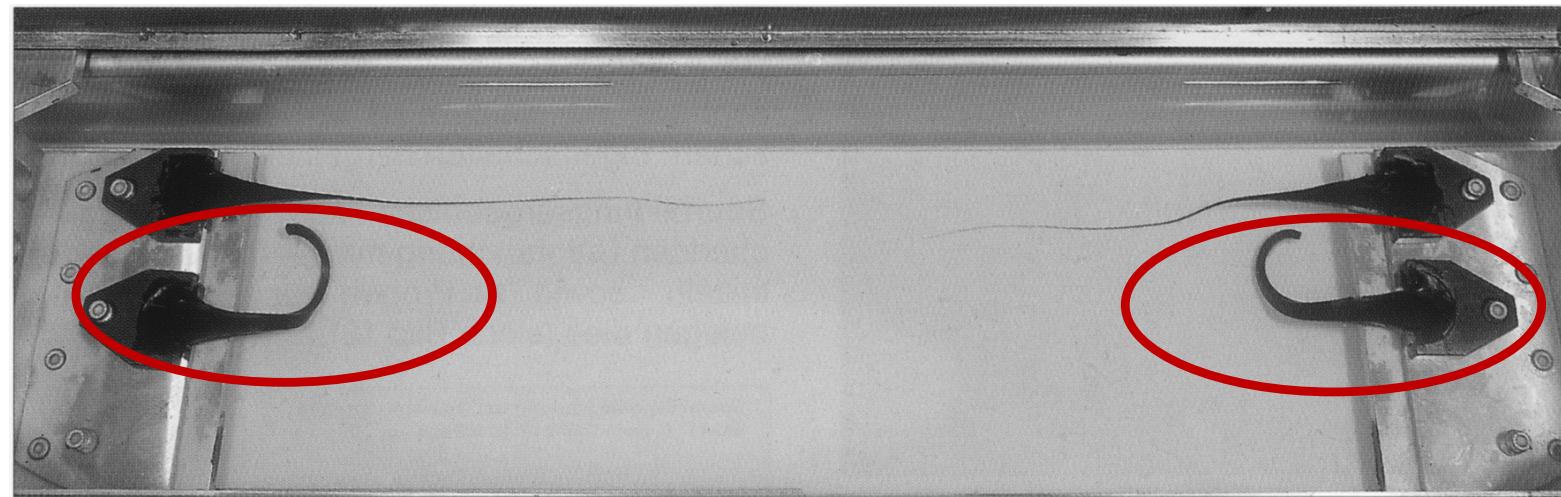
Bitumen 50/70

PmB 45/80-50



Bitumen 50/70

PmB 45/80-50



Quelle: Roos et.al. /2010

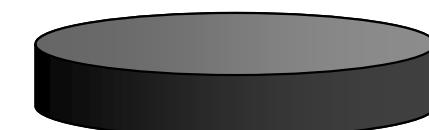
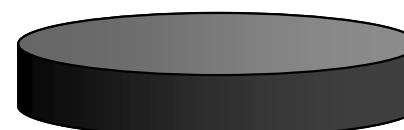
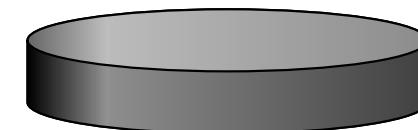
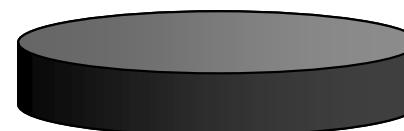
P. Rückert M.Eng.

Praxisgerechte Bewertung von Bindemitteln

## Konventionelle Prüfung

Anzahl an Bohrkernen  
(Ø150 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
- Kraftduktilität  
DIN EN 13589



# Prüfungen zur Beurteilung der Bindemitteleigenschaften

## 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

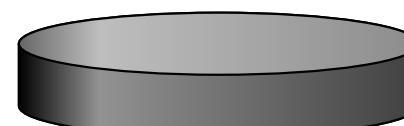
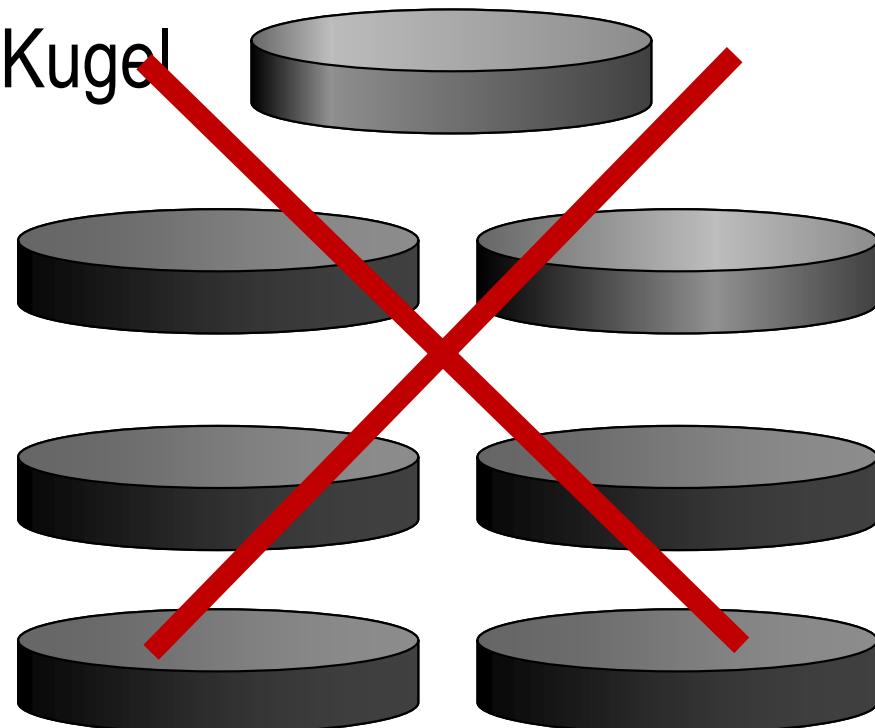
- Elastische Rückstellung

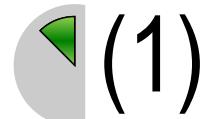
DIN EN 13398

- Kraftduktilität

DIN EN 13589

- 
- Prüfungen mit dem  
Dynamischen Scherrheometer





(1)



(2)



(3)



(4)

DIN 85005 DIN  
VDI/VDE

ISO/TR 14121

**DIN EN 50380**

VDMA 24246 DIN EN ISO 13857

DIN EN 1037 DIN 802-3 VDI 3356

DIN EN IS  
DIN EN 415

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 DIN 693

DIN EN IS

DIN 377 ISO 11684

115-1 DIN FN 980

## Möglichkeiten rheologischer Prüfungen

DIN SPEC 6587-1  
VDI 3838 DIN 103-8

DIN SPEC 45697

DIN 5008

DIN 13-23

DIN 82

**DIN ISO 3864-**

DIN CLC/TR 50510

DIN 186

DIN EN 307

ANSI 7

ISO 14001

DIN 105-6

5 62622

37 VDI 3003

3449-1

535.6

1 349

500

76-2

13-3

VDI 3838

DIN 80004  
DIN 13-3  
DIN 431  
DIN 74



# Prüfungen mit dem DSR

DEUTSCHE NORM		Januar 2006
	DIN EN 14770	DIN
ICS 75.140; 91.100.50		
<b>Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung des komplexen Schermoduls und des Phasenwinkels – Dynamisches Scherrheometer (DSR); Deutsche Fassung EN 14770:2005</b>		
Bitumen and bituminous binders – Determination of complex shear modulus and phase angle – Dynamic Shear Rheometer (DSR); German version EN 14770:2005		
Bitumes et liants bitumeux – Détermination du module complexe en cisaillement et de l'angle de phase – Rheomètre à cisaillement dynamique (DSR); Version allemande EN 14770:2005		
Gesamtumfang 16 Seiten		
Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN		
<small>© DIN Deutsches Institut für Normung e.V. – Alle Rechte vorbehalten, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutschen Instituts für Normung e.V., Berlin, gestattet. Akkreditiert der Normen durch Beuth Verlag GmbH, 10712 Berlin.</small>		
<small>Publiziert von: www.din.de 985514</small>		

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen



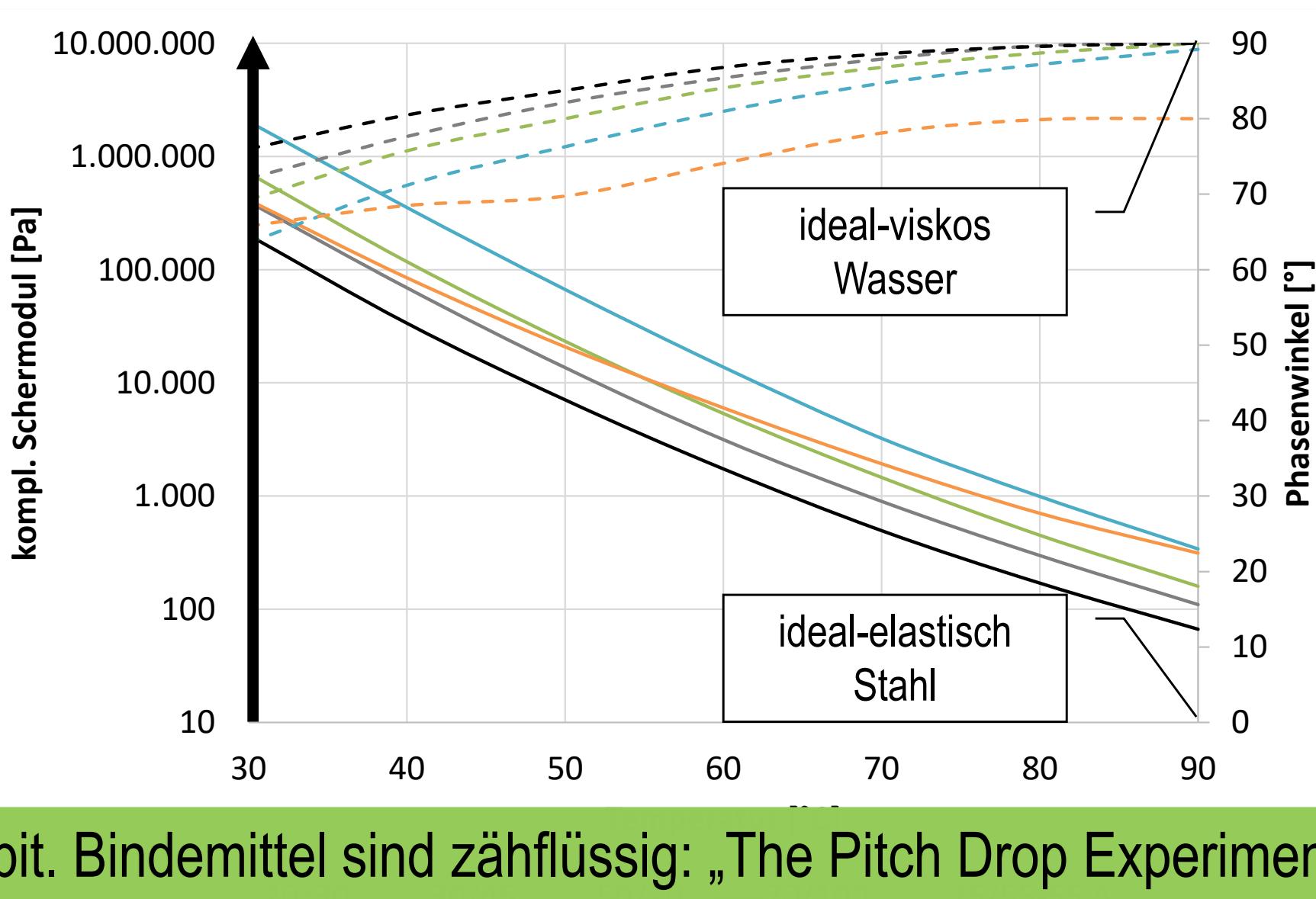
Arbeitsgruppe Asphaltbauweisen

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

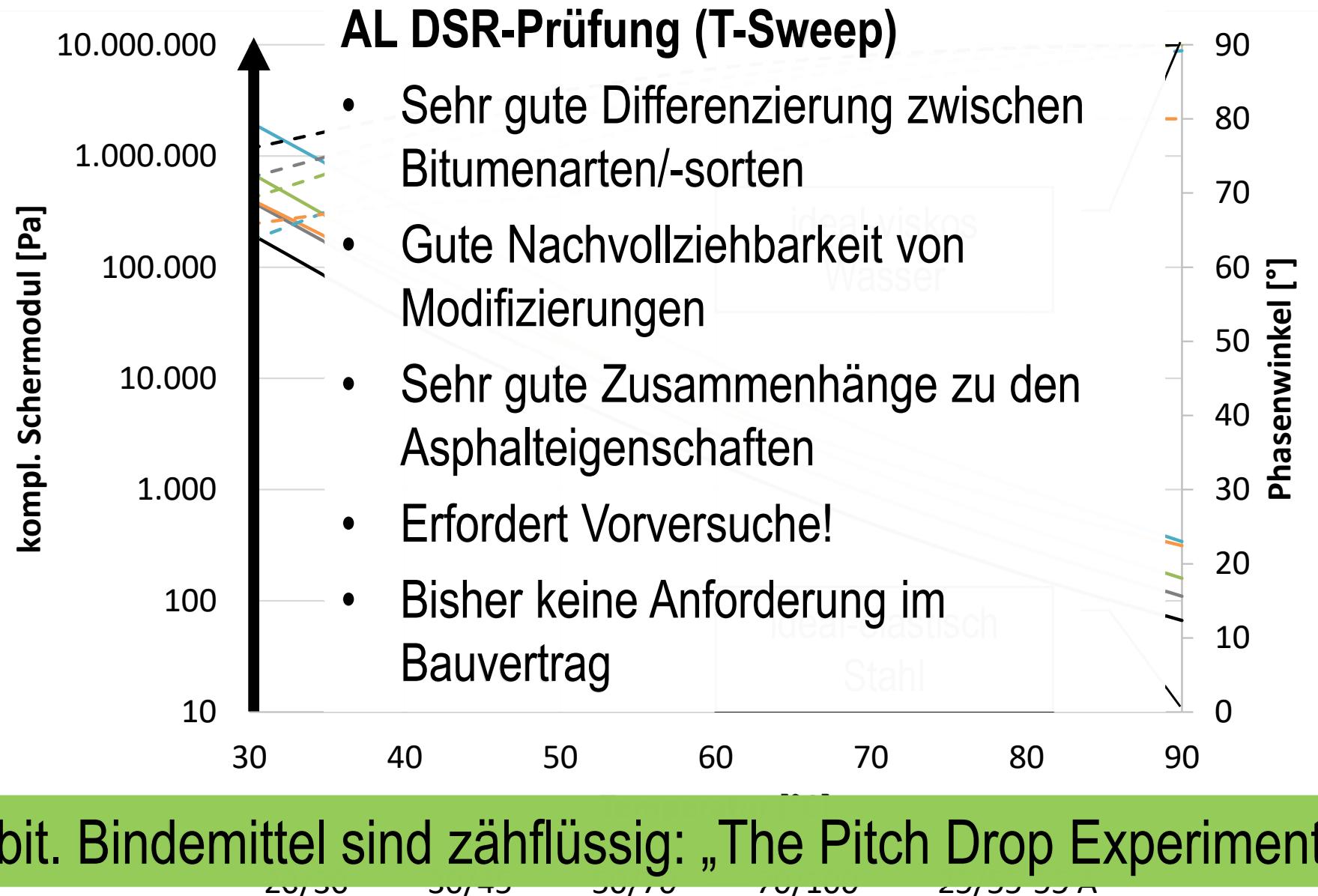
## AL DSR-Prüfung (T-Sweep)

W 1

Ausgabe 2014



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





# Prüfungen mit dem DSR

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen



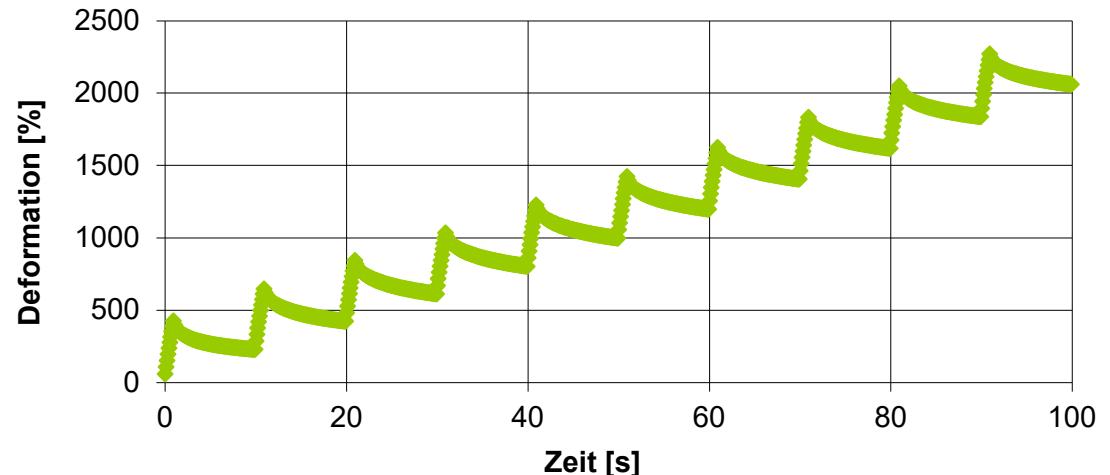
Arbeitsgruppe Asphaltbauweisen

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)

W1

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



# Prüfungen mit dem DSR

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen



Arbeitsgruppe Asphaltbauweisen

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen



Arbeitsgruppe Asphaltbauweisen

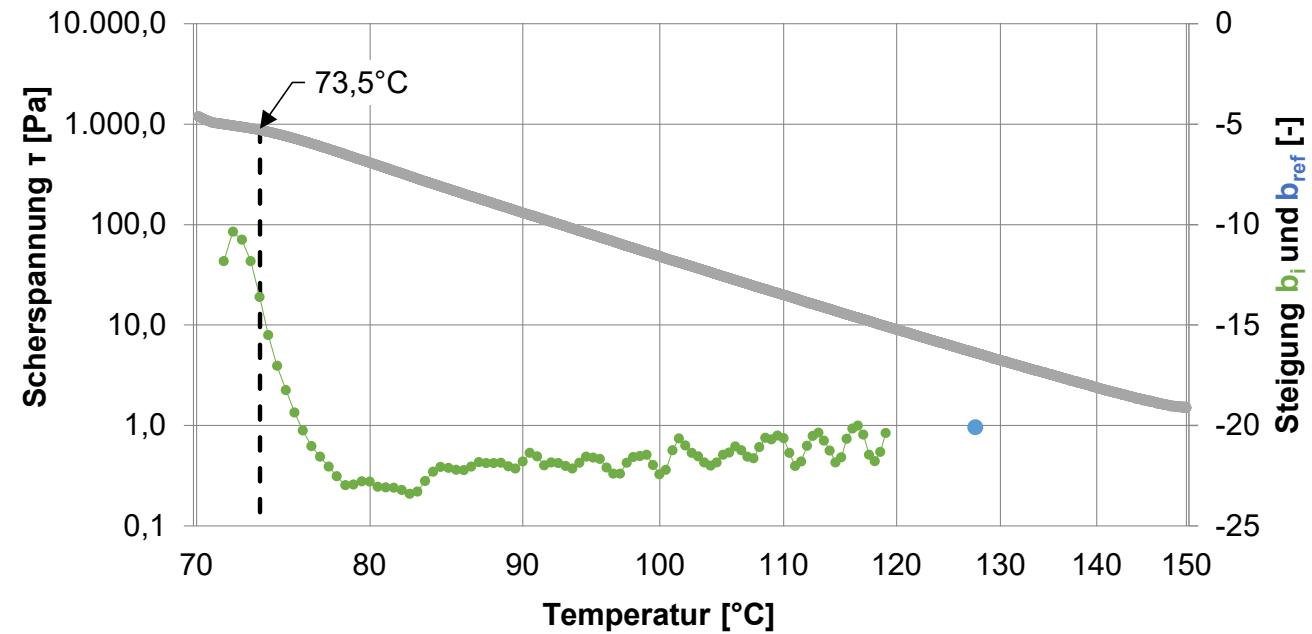
Empfehlungen zur Klassifikation  
von viskositätsveränderten Bindemitteln

E KvB

R 2



Ausgabe 2016



## AL DSR-Prüfung (konst. Scherrate)

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



# Prüfungen mit dem DSR

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen



Arbeitsgruppe Asphaltbauweisen

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen



Arbeitsgruppe Asphaltbauweisen

Empfehlungen zur Klassifikation  
von viskositätsveränderten Bindemitteln

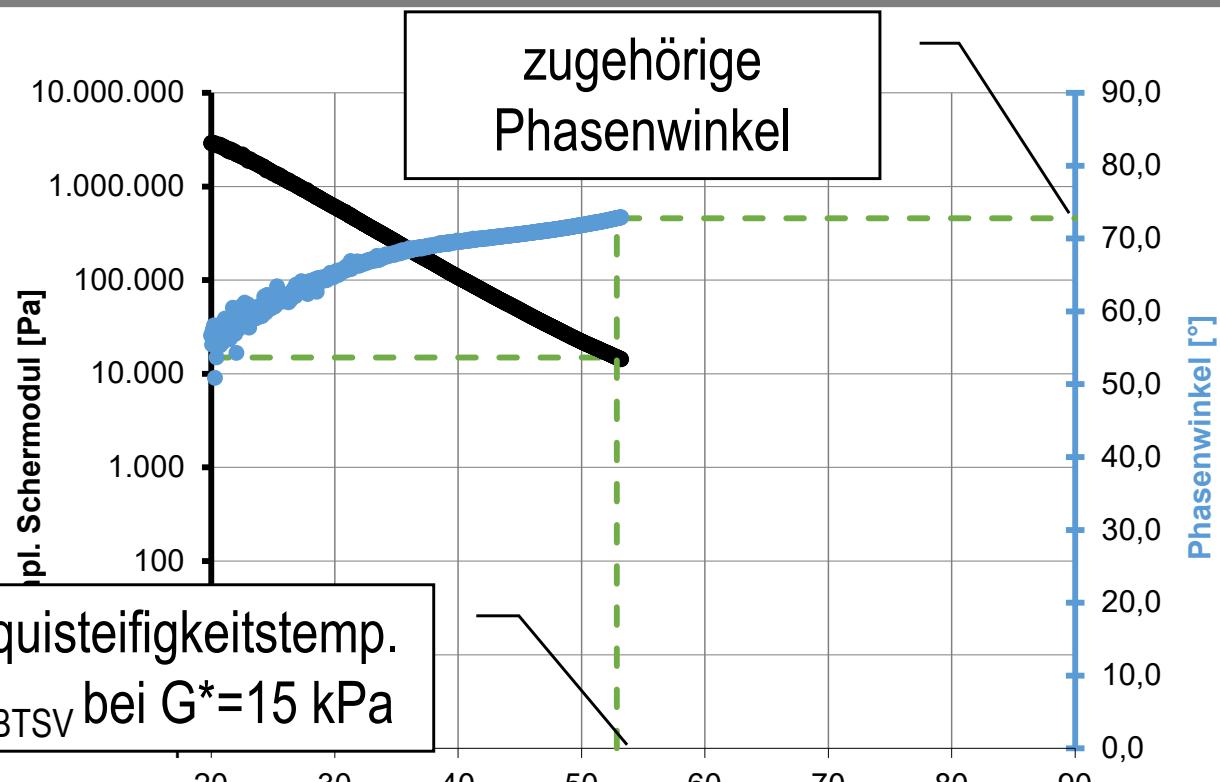
E KvB

R 2

W 1

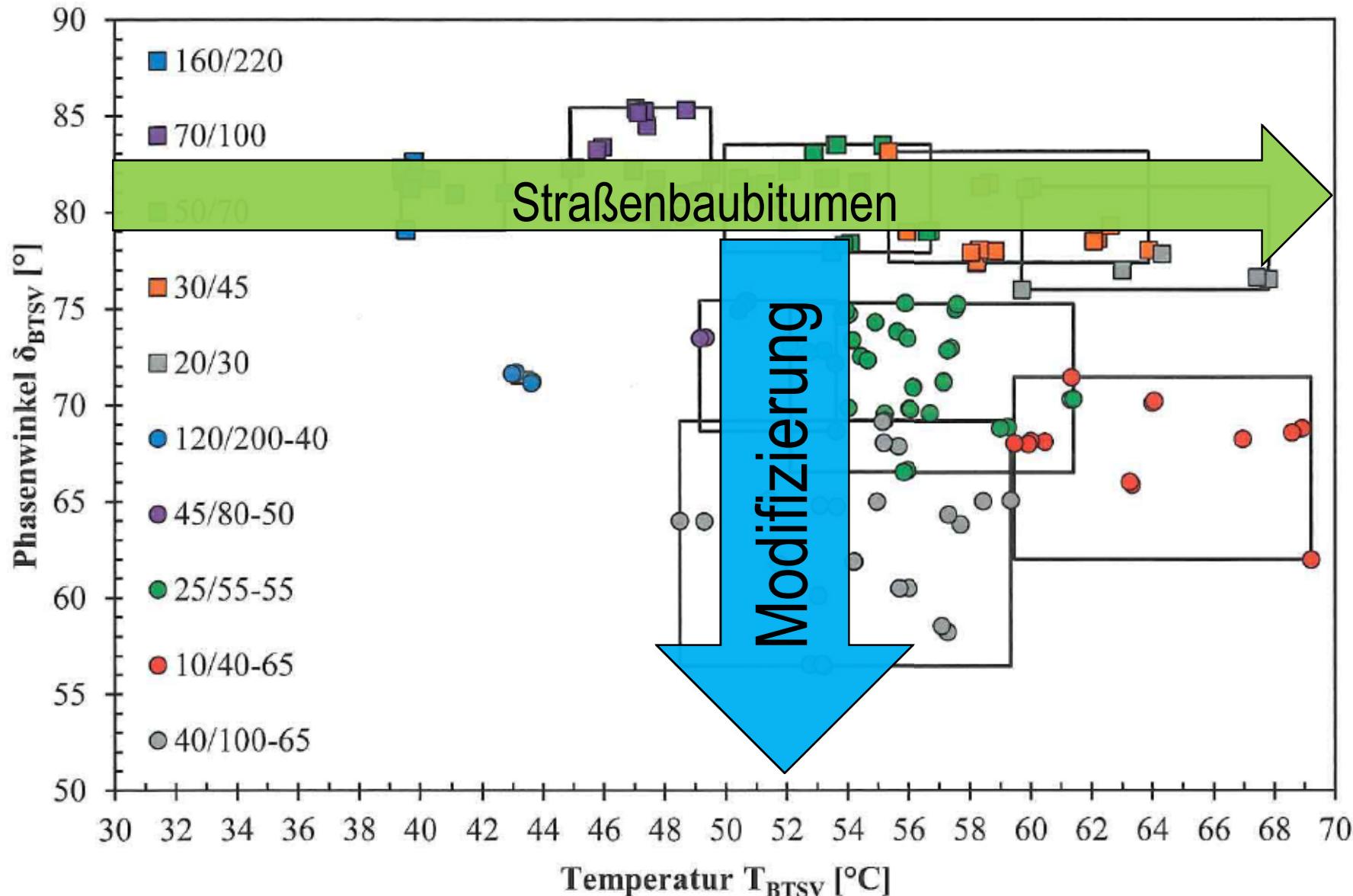
Ausgabe 2016

17

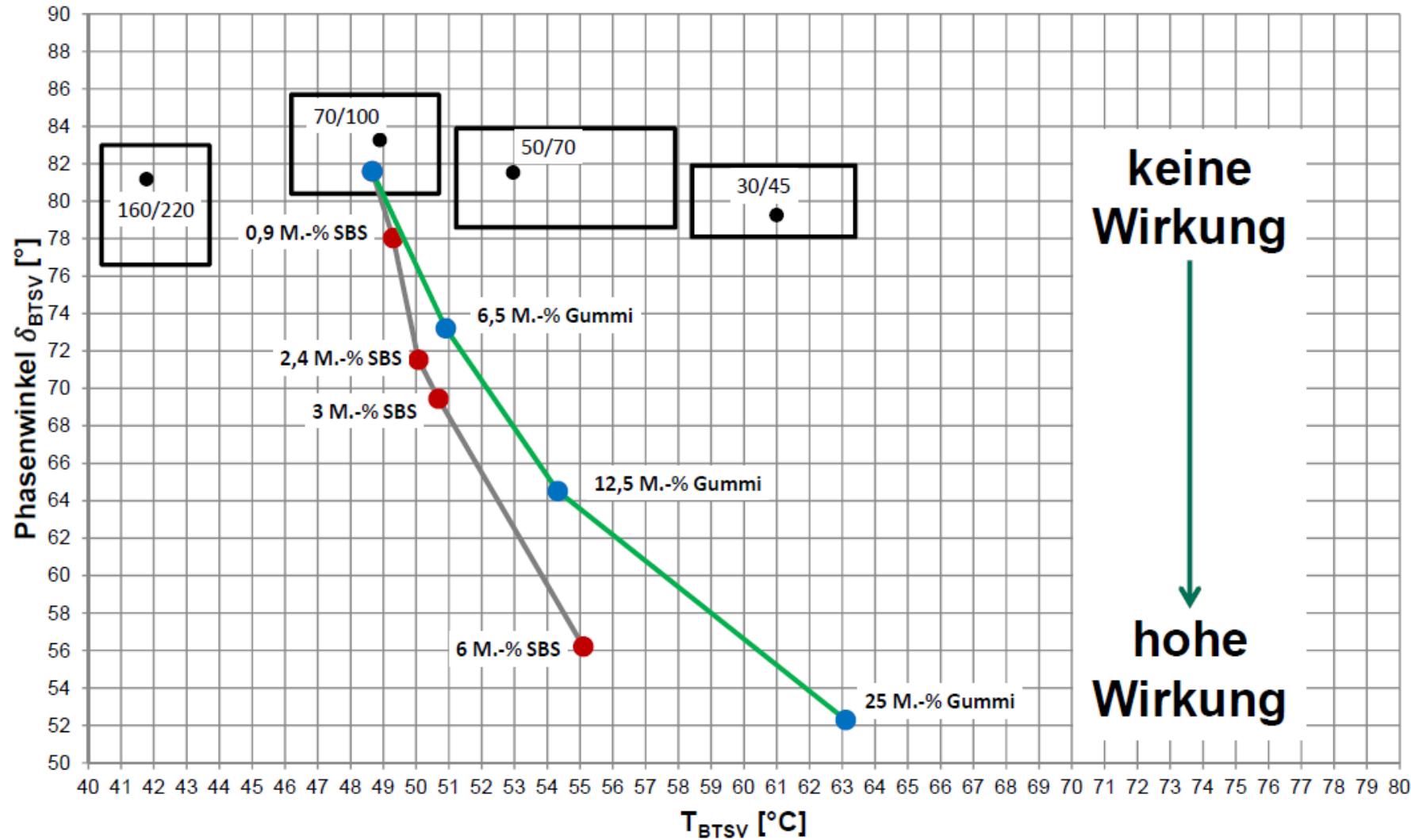


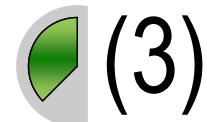
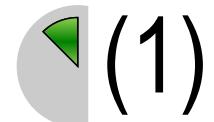
## AL DSR-Prüfung (BTSV)

- 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 BSV/2017





Praxisbeispiel

~~Theorie~~

Quelle: <https://www.jugendhilfeportal.de/jugendarbeit/artikel/interkulturelle-theorie-ansaeze-und-ihre-relevanz-fuer-die-praxis-der-internationalen-jugendarbeit/>



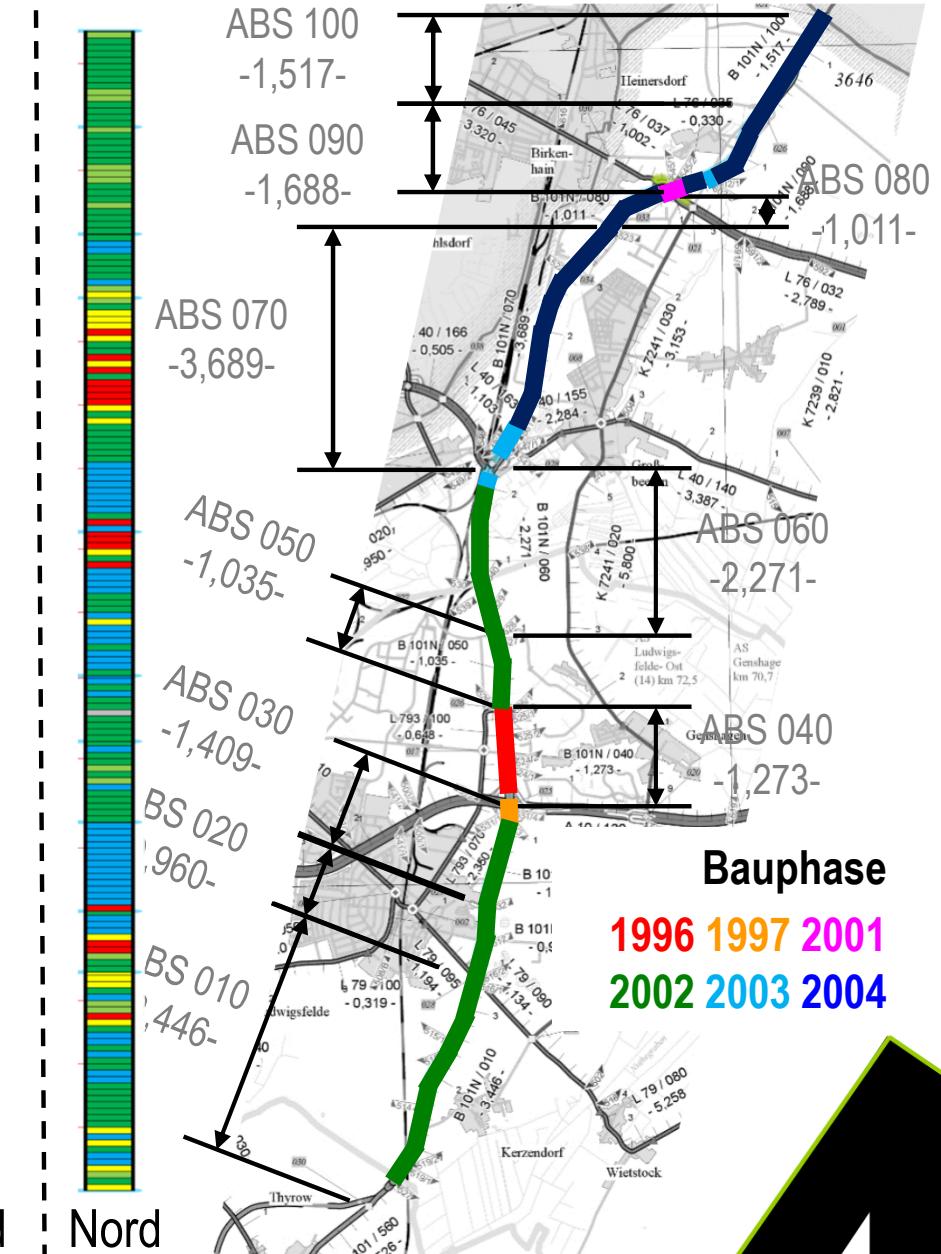
# Praxisbeispiel

- 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**)

Richtungsfahrbahn: Süd



Nord



# Ortsbegehung 2015

## Ausmagerungen und Schlaglochbildung im ABS 070



Ortsbegehung 2015  
Wilde Risse im ABS 040



# Probenahme 2015

## Längsrisse an Rampen der AST (AST 21)





# Ortsbegehung 2015

## Längsrisse



# Probenahme 2015

## wilde Risse an Rampen der AST (AST 61)



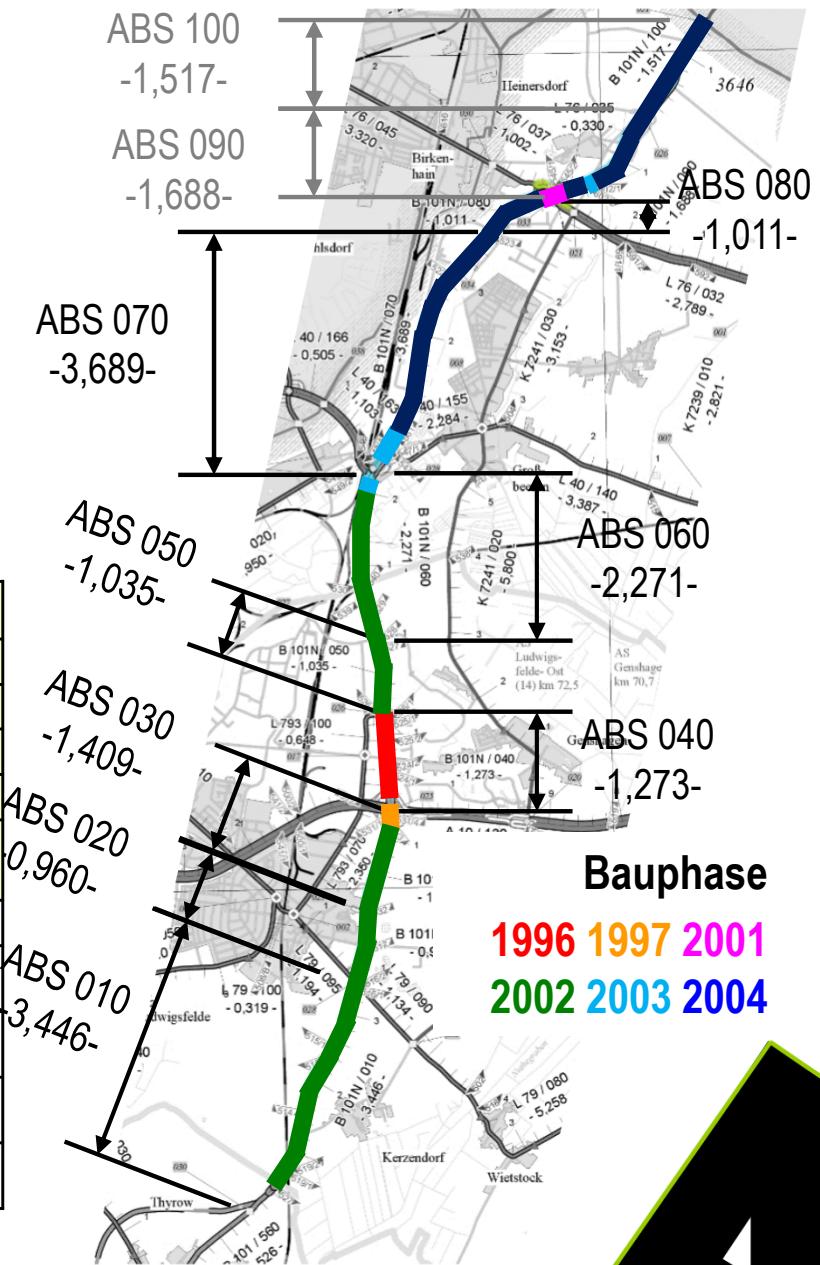
- Fragestellung (2015):  
Kann die Asphaltbinderschicht für einen weiteren Nutzungszyklus der Asphaltdeckschicht erhalten bleiben?



# 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

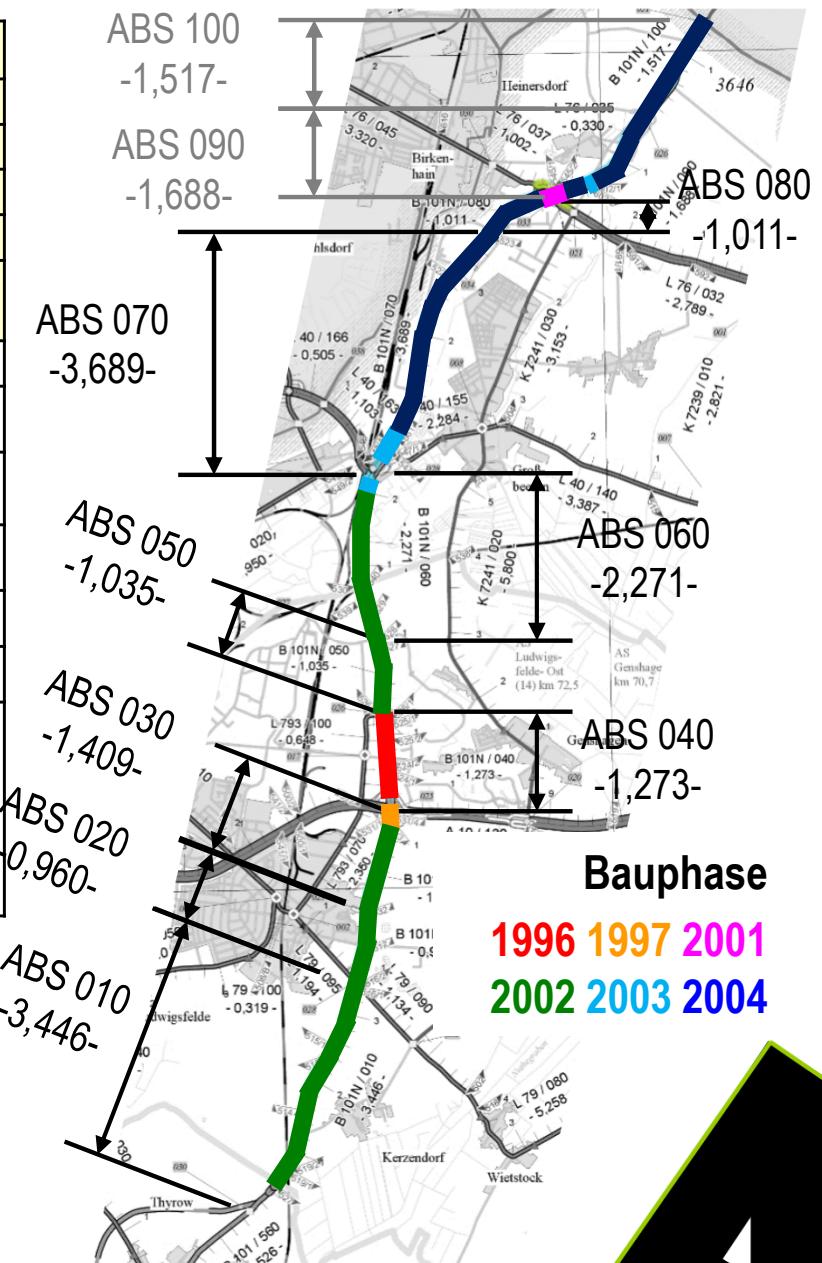
Anzahl der Messstellen	5	5	6
Entnahmestation	freie Strecke		
Richtungsfahrbahn	Nord und Süd		
Klasse Nr.	1	2	3
Alter der Schicht	11 bis 19 Jahre		
Mischgutsorte nach ZTV/TL Asphalt-StB 07/13(aktuelle Terminologie)	AC 16 BS / AC 22 BS		
<b>Asphaltkennwerte</b>			
Bindemittelgehalt [M.-%]	4,3 (4,1 - 4,6)	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)

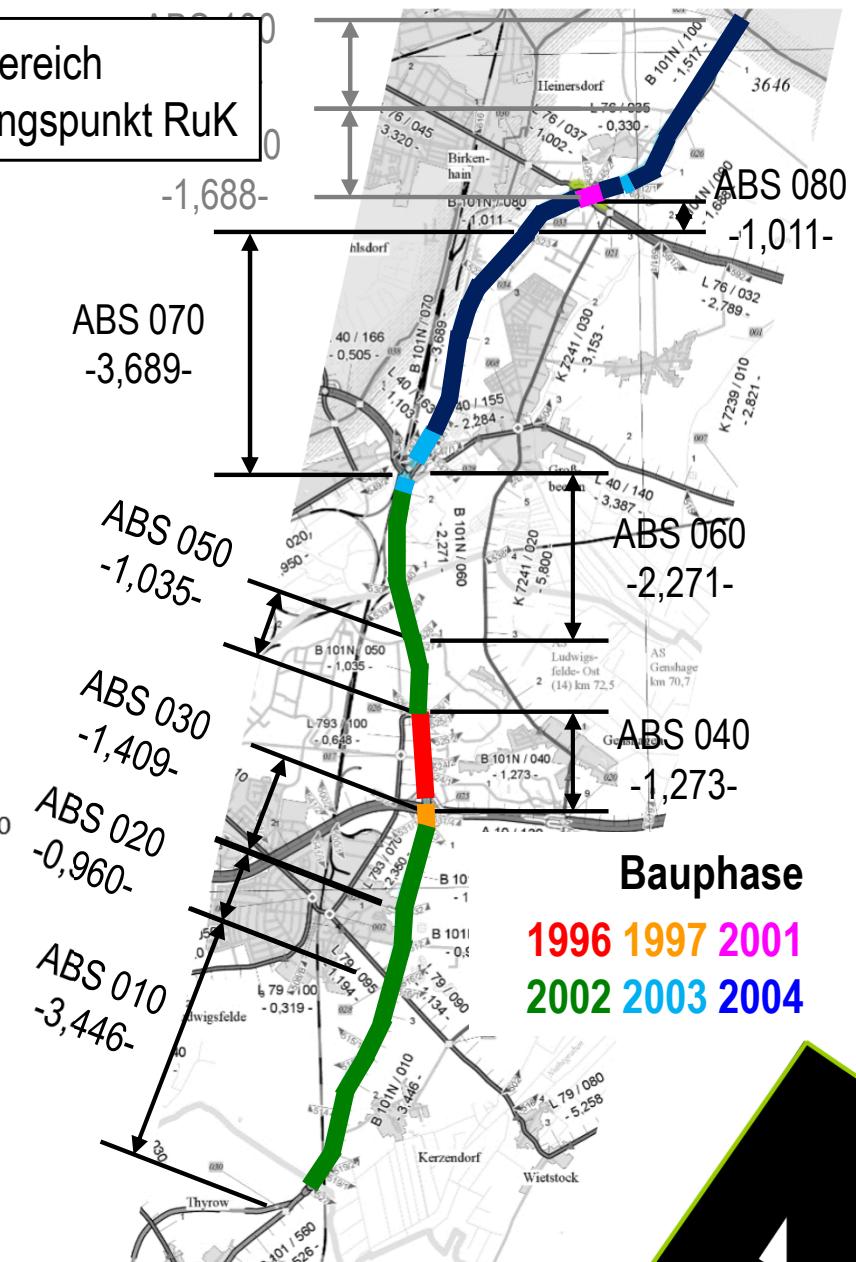
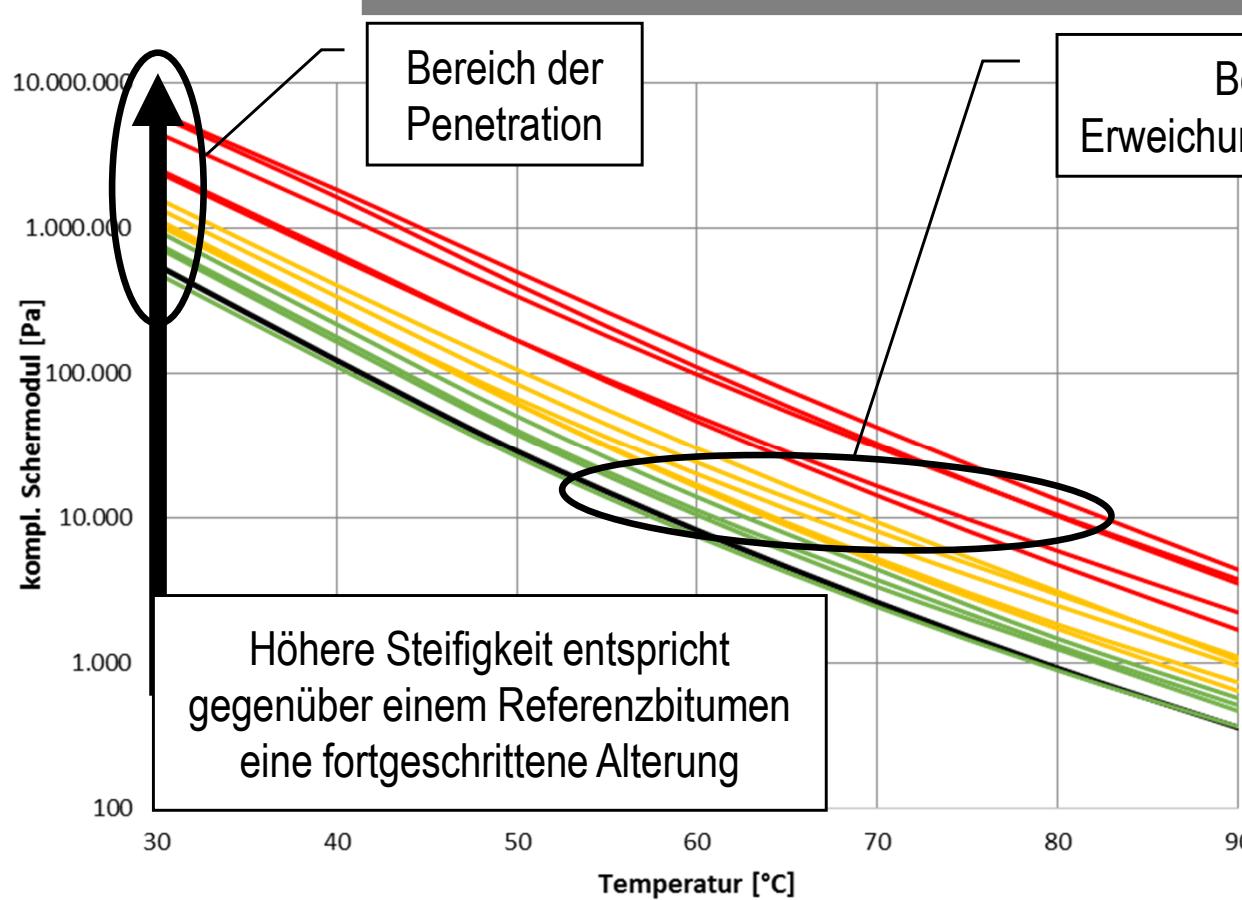
Anzahl der Messstellen	5	5	6
Entnahmestation	freie Strecke		
Richtungsfahrbahn	Nord und Süd		
Klasse Nr.	1	2	3
Alter der Schicht	11 bis 19 Jahre		
Mischgutsorte nach ZTV/TL Asphalt-StB 07/13(aktuelle Terminologie)	AC 16 BS / AC 22 BS		
<b>Bindemittelkennwerte</b> (konventionell)			
Erweichungspunkt Ring 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)
<b>Visuelle Untersuchung (Bk)</b>			
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)



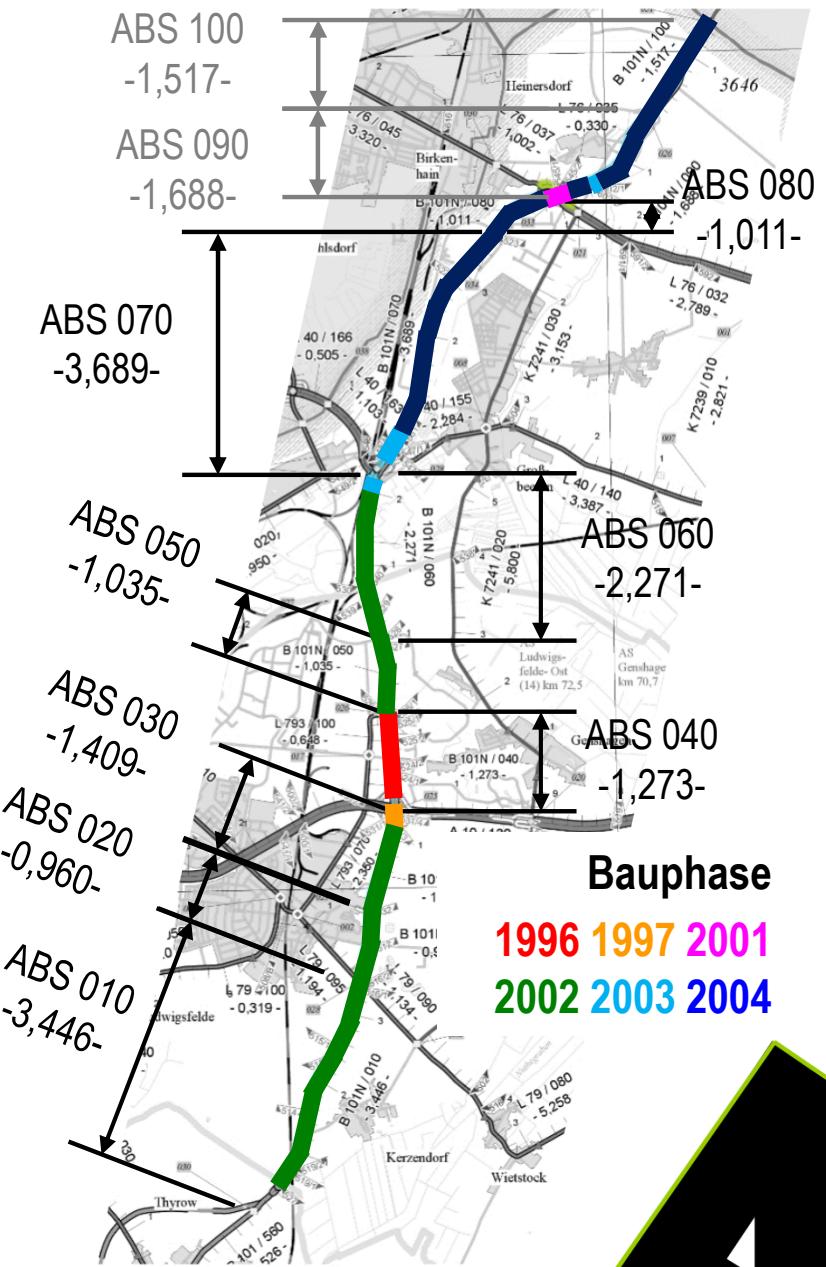
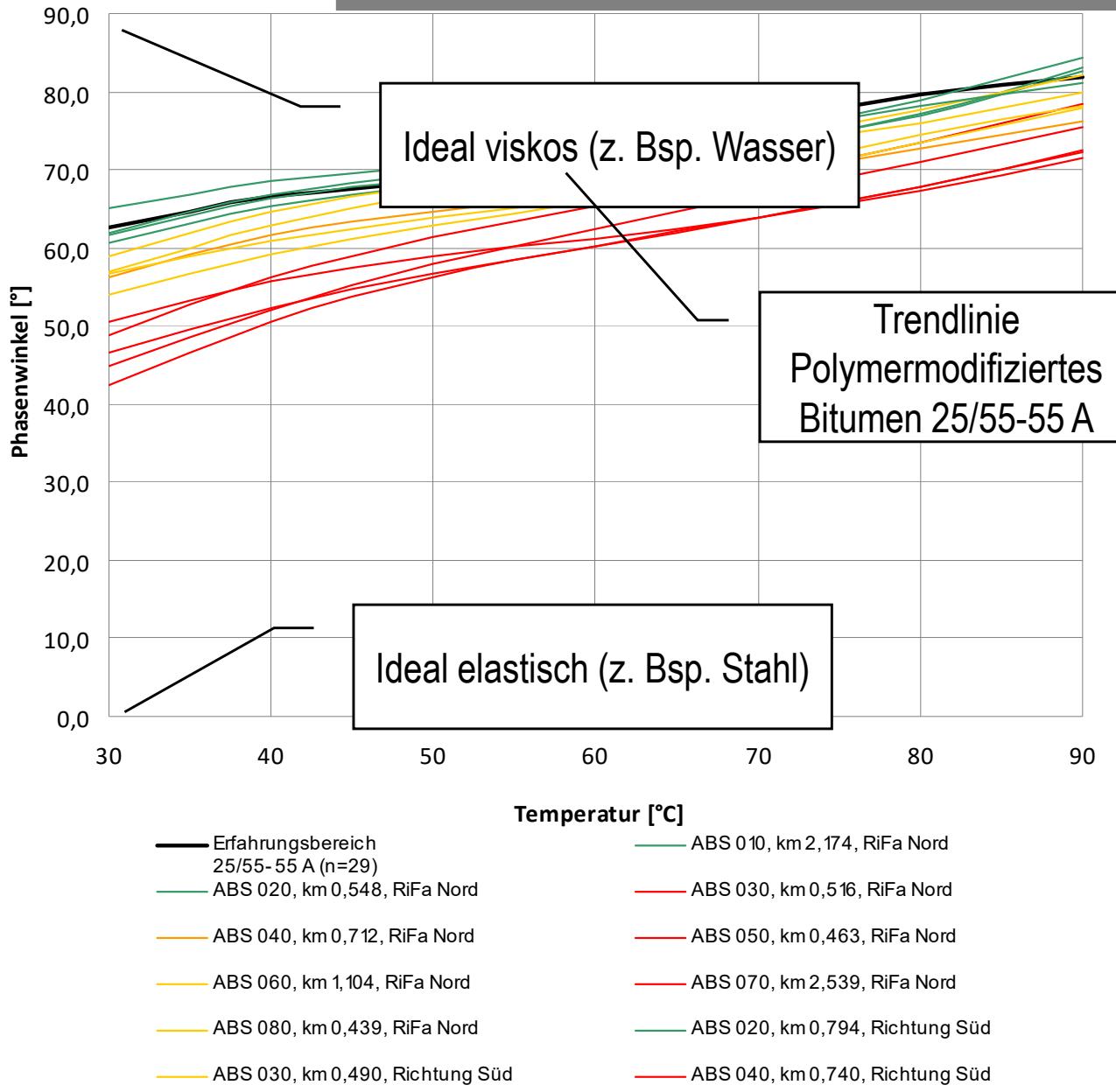


# Asphaltbinderschicht – Hauptfahrbahn (2015)



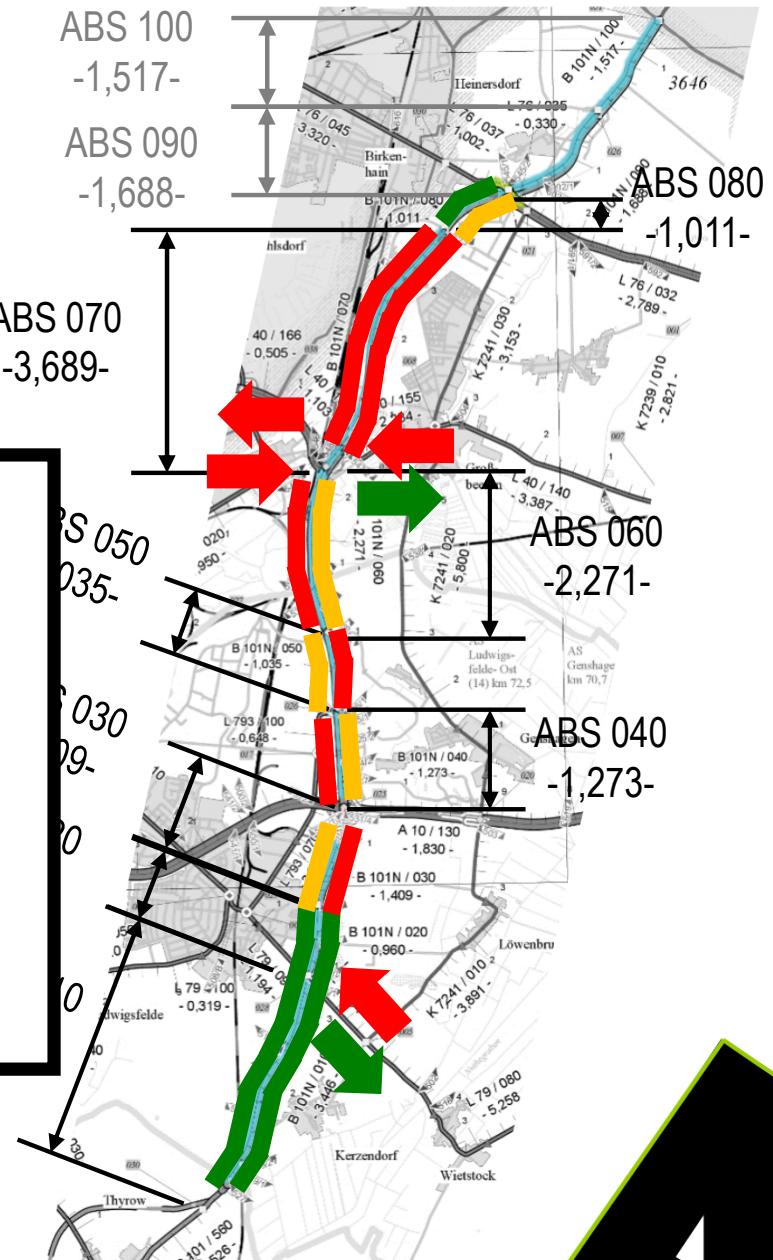
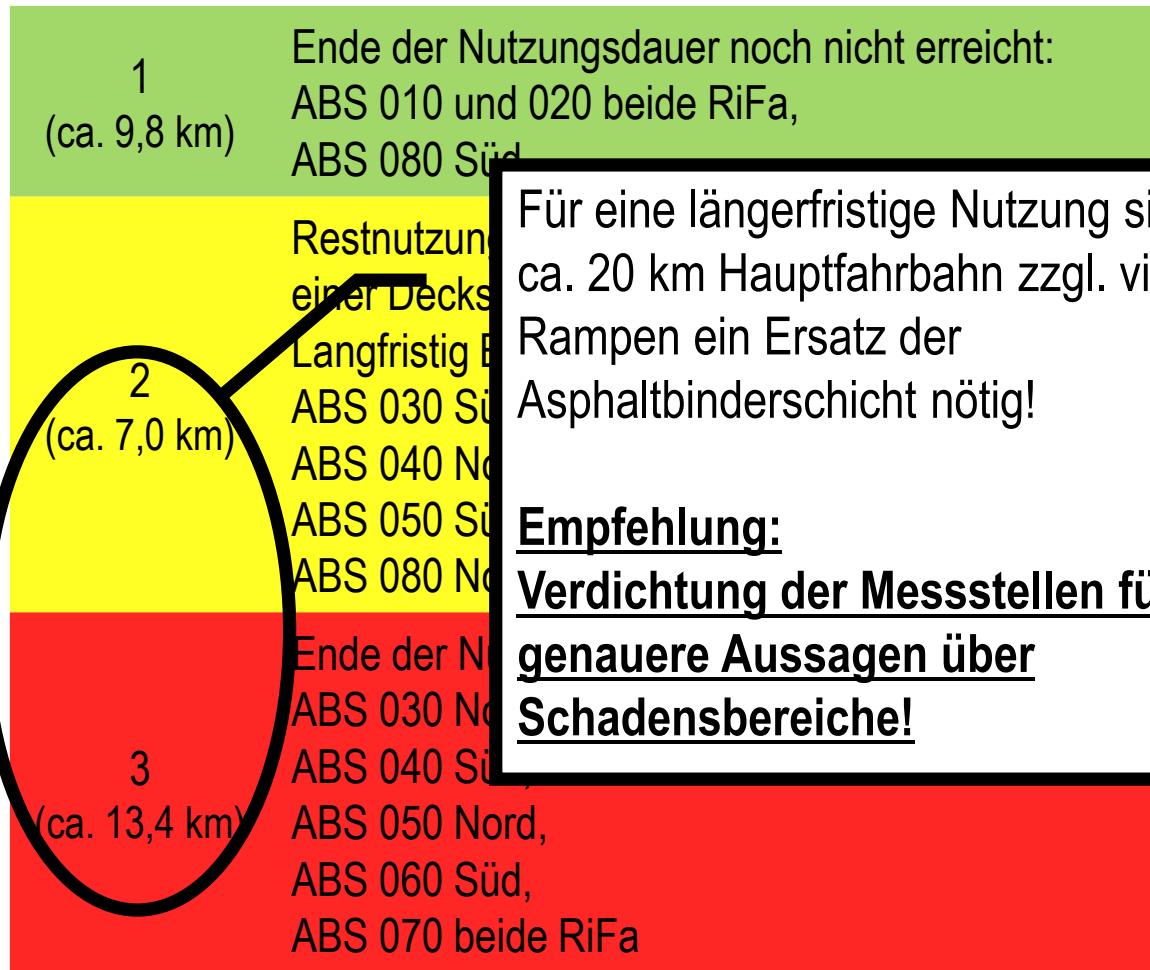


# Asphaltbinderschicht – Hauptfahrbahn (2015)



- Ersatz der Asphaltdeckschicht
- Asphaltbinderschicht:

**Klasse                      Beschreibung**

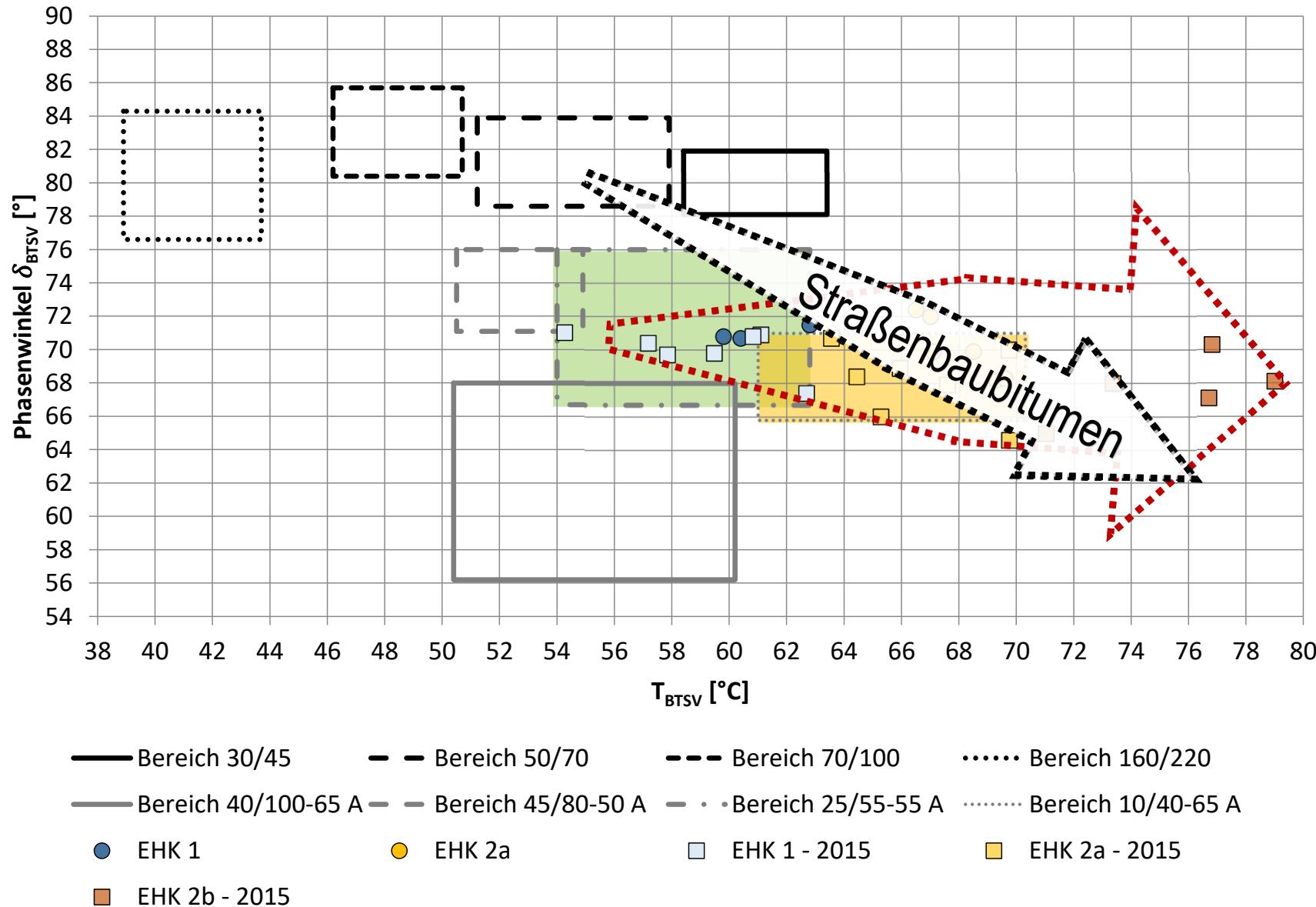


- 16 Messstellen zur Verdichtung des Untersuchungsrasters
- Einsatz neuer Prüfmethoden nach AL DSR-Prüfung (BTSV) unter Berücksichtigung des vorhandenen Erfahrungsbereiches für Frischbindemittel
- Umrechnung der 2015 mit dem DSR durchgeführten Untersuchungen in  $T_{BTSV}$  und  $\delta_{BTSV}$ :

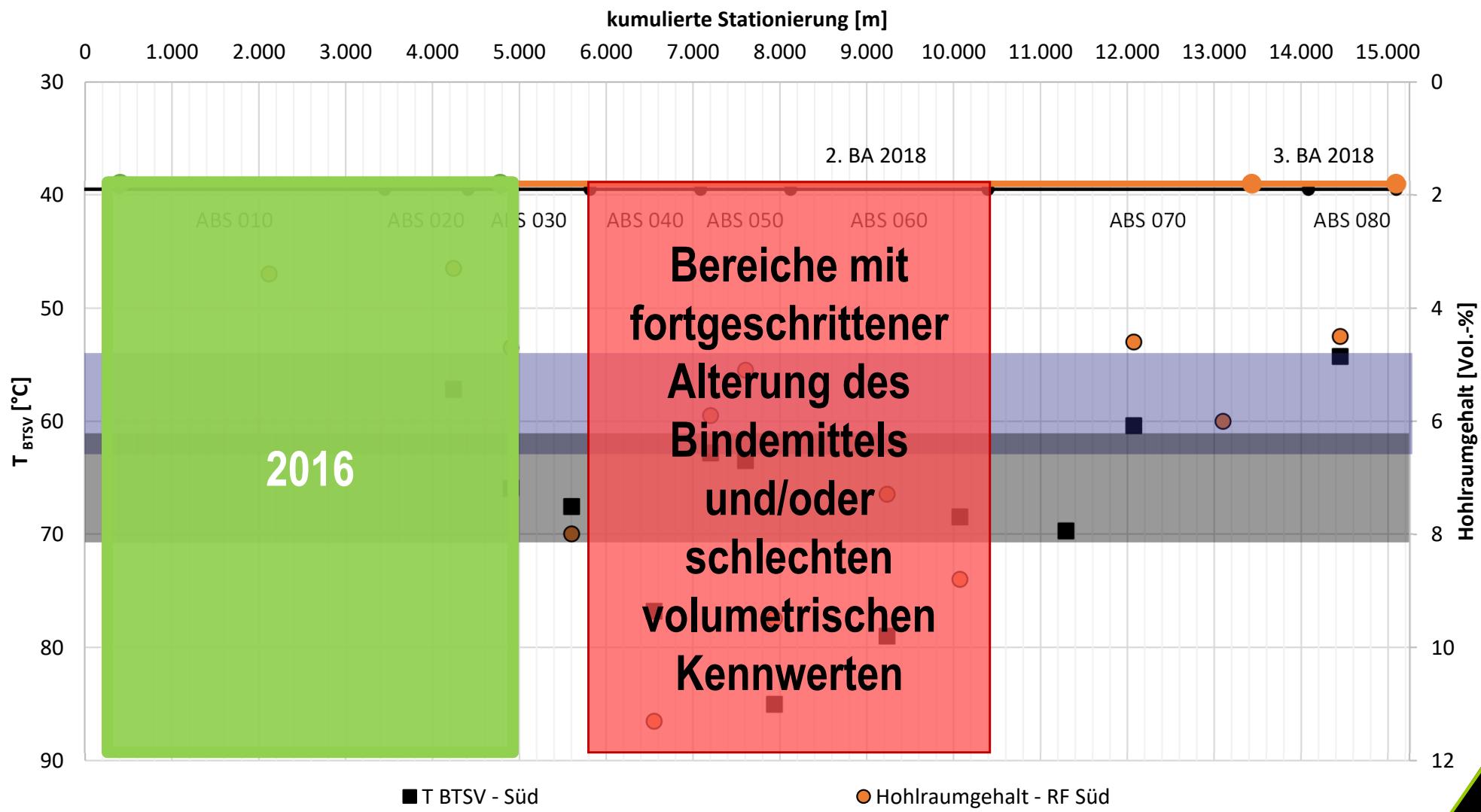
## 2 Allgemeines

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.

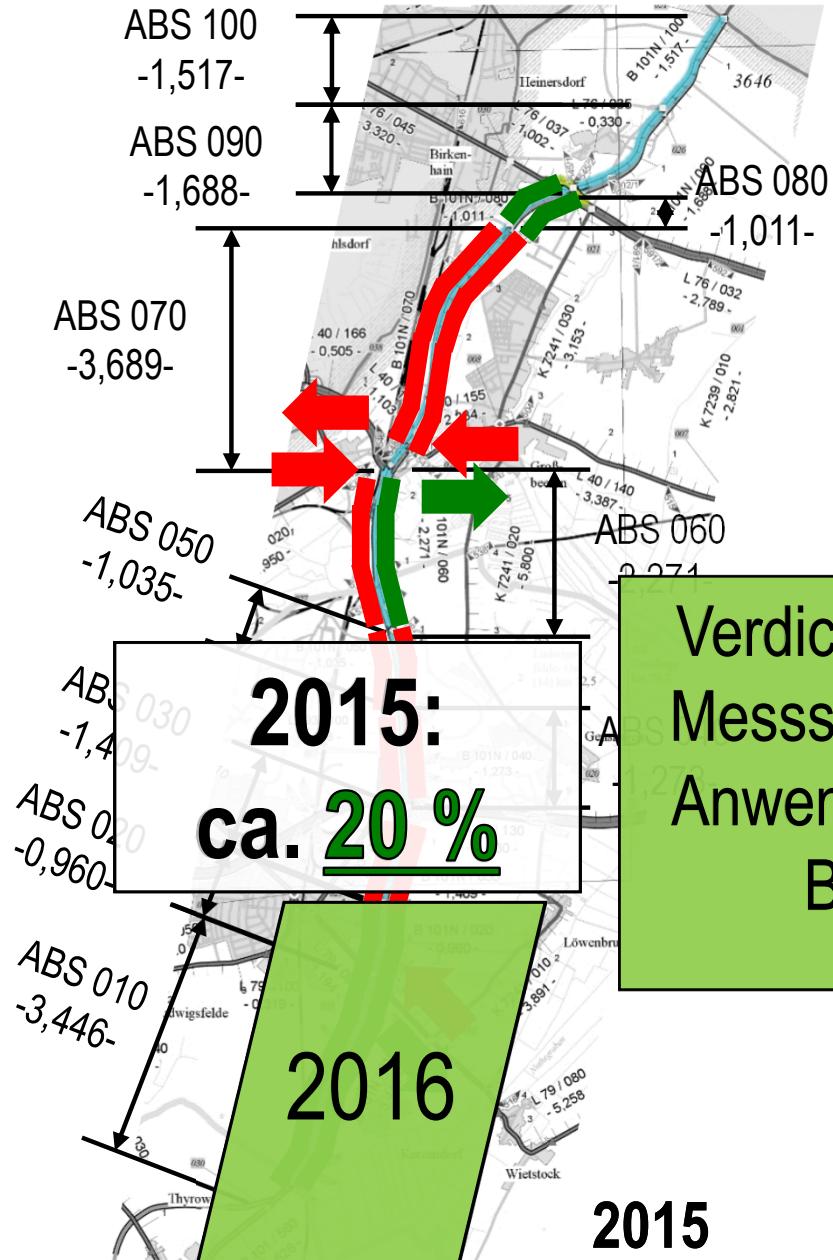
# Bindemitteluntersuchung nach AL BTSV (2017)



# Ergebnisse im Streckenband

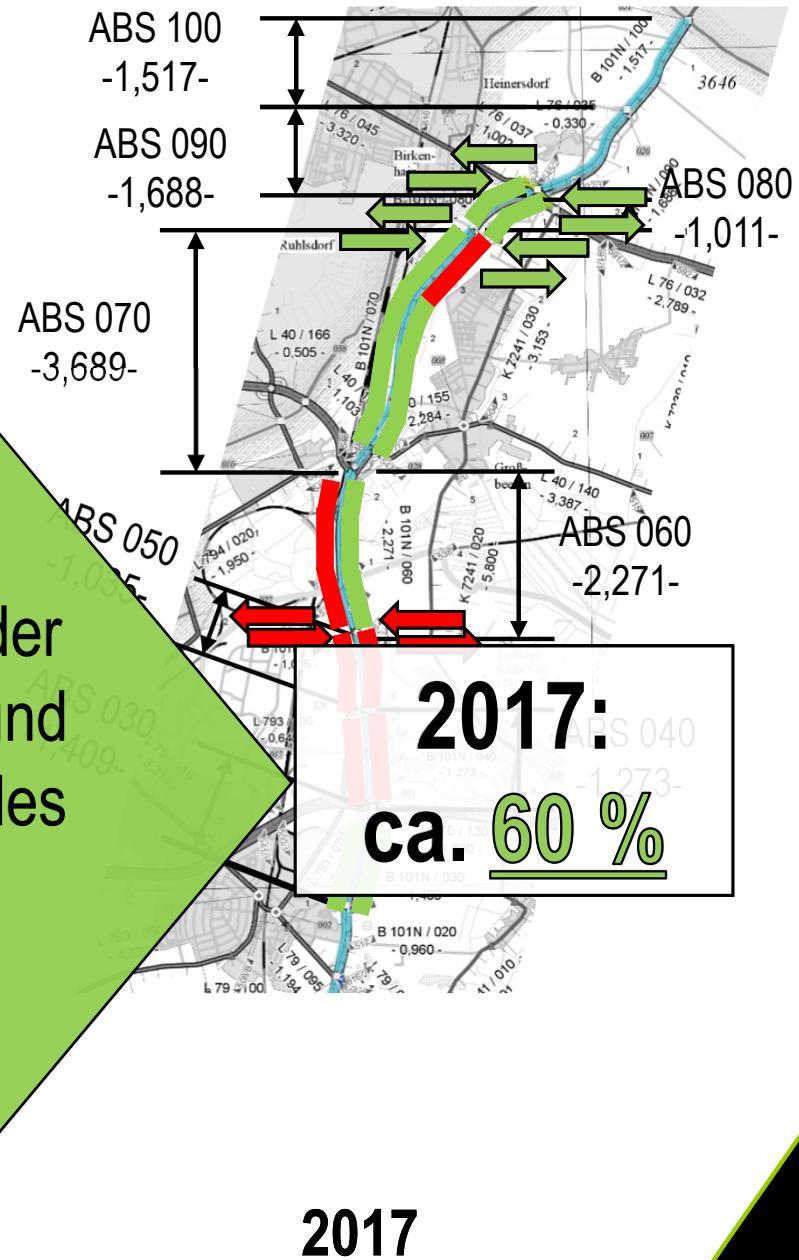


# Schlussfolgerung 2015 / 2017

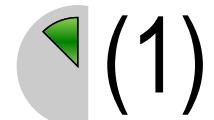


**Verdichtung der  
Messstellen und  
Anwendung des  
BTSV**

**2015**



**2017**



Warum?



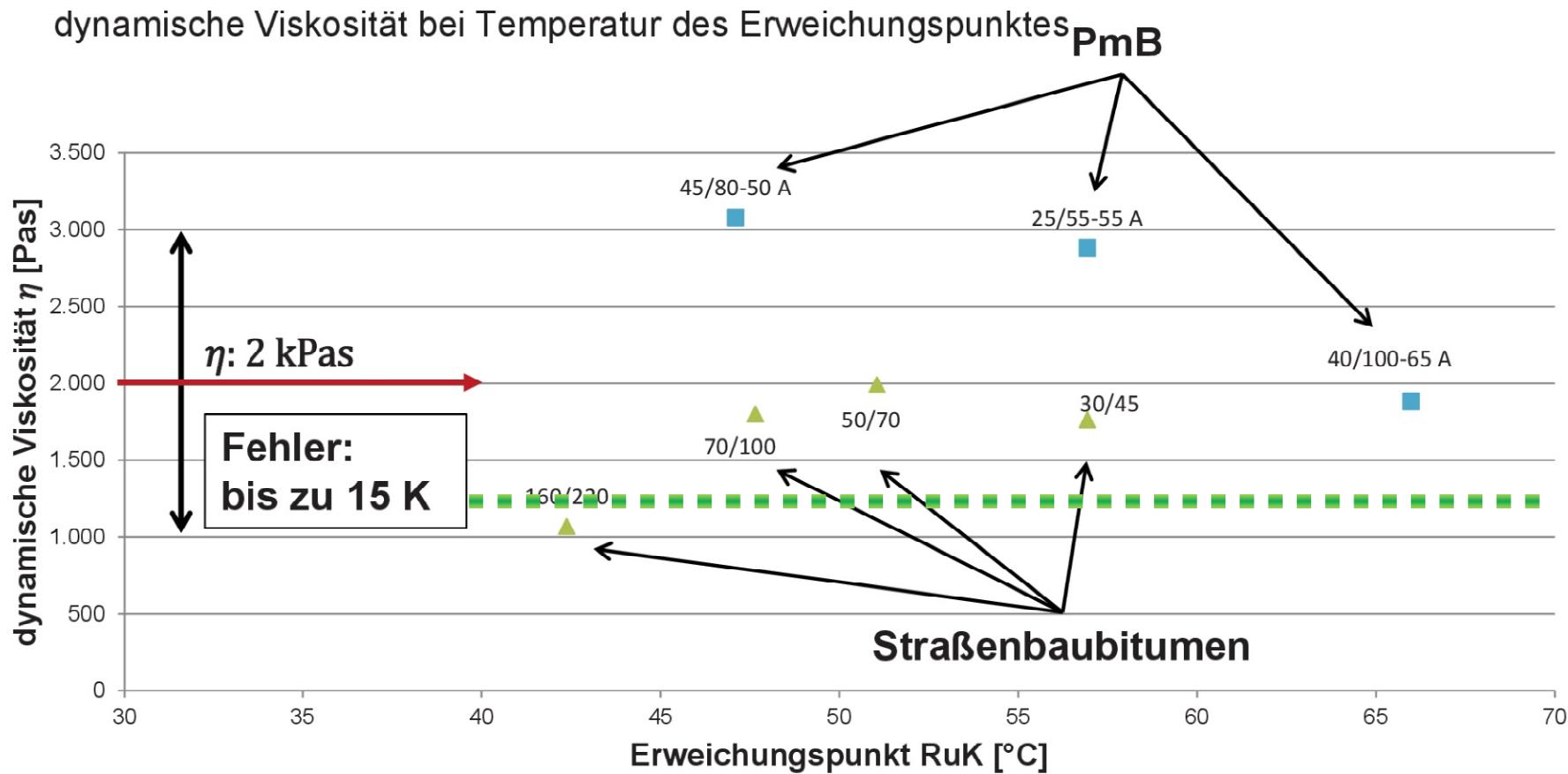
Quelle: [https://photoq.com/page/pic/63125/frage\\_fragezeichen\\_warum\\_wieso\\_bild\\_pixabayterovesalainen\\_ht](https://photoq.com/page/pic/63125/frage_fragezeichen_warum_wieso_bild_pixabayterovesalainen_ht)



## Definition Erweichungspunkt Ring und Kugel

- „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



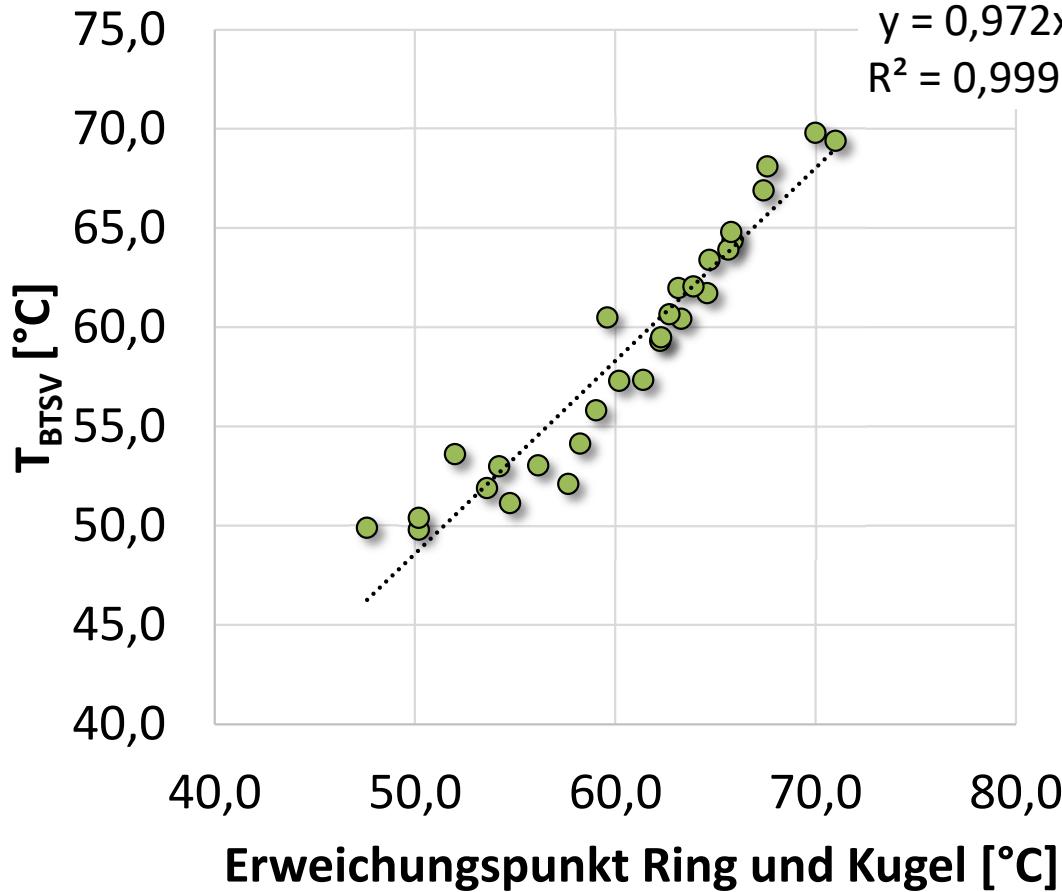
# Definition Erweichungspunkt Ring und Kugel

dynamische Viskosität bei Temperatur des Erweichungspunktes  $\eta_{PmB}$

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 $G^* = 15 \text{ kPa}$ und der zug. Phasenwinkel

Erweichungspunkt RuK [°C]

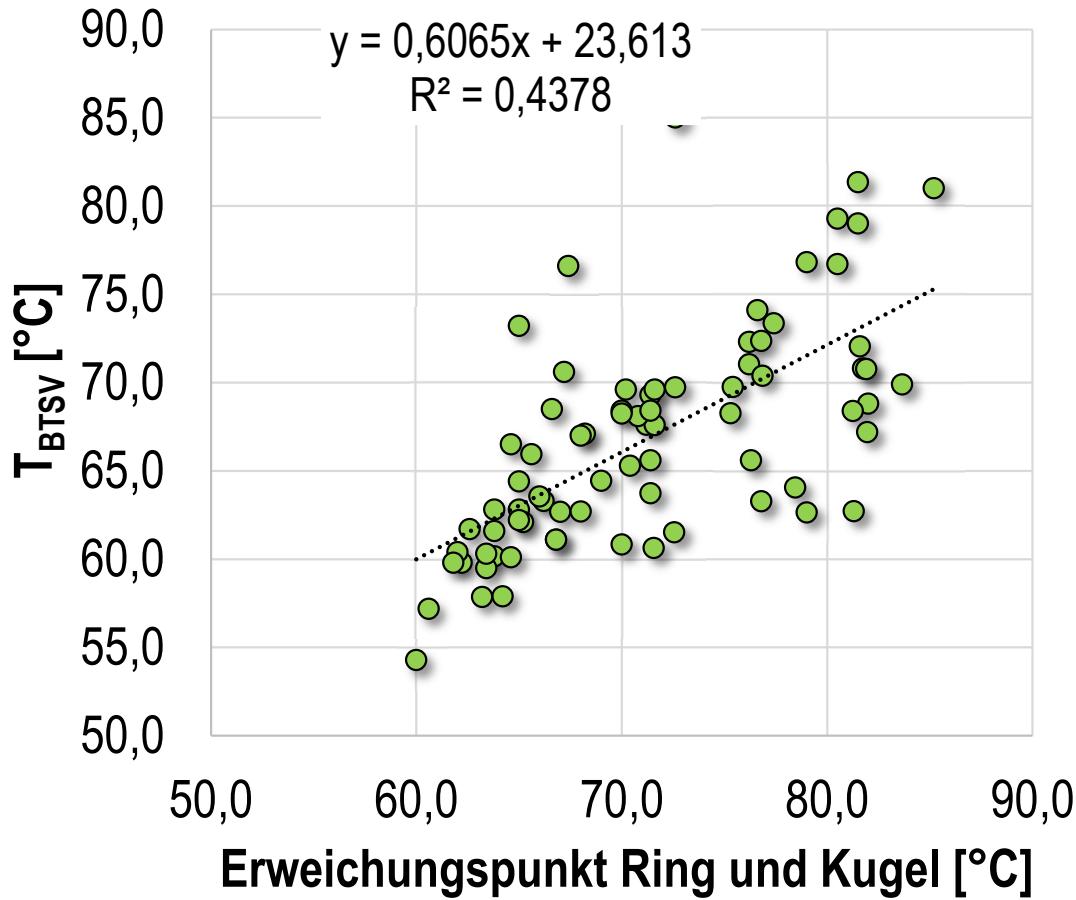
# Vergleich konventioneller und rheologischer Kennwerte



## Straßenbaubitumen

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

# Vergleich konventioneller und rheologischer Kennwerte

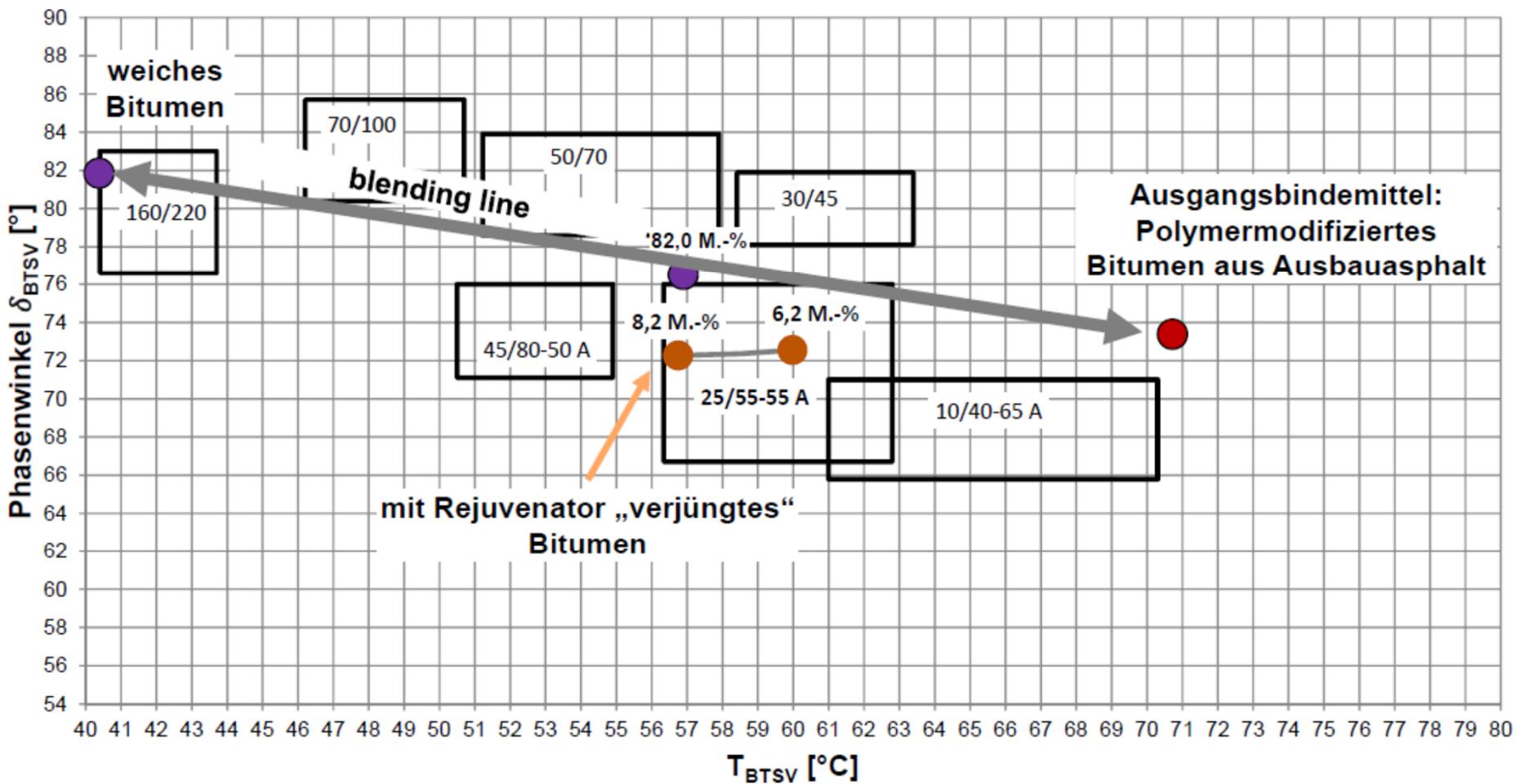


## Modifizierten Bitumen

- 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 Erweichungstemperatur bei der Alterung ist kein Maß für die Weichheit → Meistens falsch! Lösungsmittelverlust, REACH Verboten
- Das BSV ermöglicht:
  - einfache Zuordnung der Bitumensort und -sorte über  $T_{BTSV}$  bei 15 kPa und dem zugehörigen Phasenwinkel
  - Geringen / gleichen Bedarf an Bitumen
  - gleicher Zeitaufwand





# 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

