



**Technische
Universität
Braunschweig**



**Institut für Straßenwesen
TU Braunschweig**



Einfluss des Bindemitteldesigns auf die Asphalt-Performance

Dr.-Ing. Axel Walther

**Im Rahmen des Forschungsvorhabens FE Nr. 07.0250/2011/LRB
(Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur)
„Einsatz von Rejuvenatoren bei der Wiederverwendung von Asphalt “
wurde folgender Frage nachgegangen:**

Kann ein Asphaltmischgut mit erhöhten Anteilen an Asphaltgranulat durch die Zugabe von Rejuvenatoren so hergestellt werden, dass ein gleichwertiges Produkt zu einem aus frischen Komponenten hergestellten Asphaltmischguts entsteht?

→ das **Bindemitteldesign nimmt hier eine Schlüsselrolle ein!**

Im Labor hergestellte Asphaltvarianten

4 Asphaltsorten bzw. -arten (inkl. Frischbindemittel)

- AC 32 T S | 30/45
- AC 22 B S | 25/55-55 A
- AC 11 D S | 50/70
- SMA 11 S | 25/55-55 A

unter Verwendung von

3 Asphaltgranulaten (AG) mit unterschiedlichen Zugabeanteilen

- AG 1 (aus Tragschicht; Bindemittel: Straßenbaubitumen)
- AG 2 (aus Binderschicht; Bindemittel: **Polymermodifiziertes Bitumen**)
- AG 3 (aus Deckschicht; Bindemittel: Straßenbaubitumen)

Im Labor hergestellte Asphaltvarianten

Um vergleichbare rheologische Eigenschaften des Bindemittelgemisches der Asphaltvarianten im Vergleich zu einer Referenz ohne Zugabe von Asphaltgranulat zu erreichen, kamen folgende 3 Rejuvenatoren zum Einsatz.

- Straßenbaubitumen 160/220
- Rheofalt HP-EM
- Storflux nature

Die Auswahl der Rejuvenatoren erfolgte infolge rheologischer Analysen der Ruhr-Universität Bochum und in Absprache mit dem Betreuenden Ausschuss des Forschungsvorhabens.

Variantenübersicht

Asphalt	Rejuvenator	Anteil Asphaltgranulat [M.-%]		EP [°C] AG	Ziel EP [°C]
AC 32 T S	-	0			59,8
	160/220	50	80 ^{*)}	AG 1: 69,3 °C	
	Rheofalt	50	80		
	Storflux nature	50	80		
AC 22 B S	-	0			59,2
	160/220	40	60 ^{*)}	AG 2: 78,0 °C	
	Rheofalt	40	60		
	Storflux nature	40	60		
AC 11 D S	-	0			53,8
	160/220	20	40	AG 3: 69,2 °C	
	Rheofalt	20	40		
	Storflux nature	20	40		
SMA 11 S	-	0			64,8
	160/220	20	40	AG 3: 69,2 °C	
	Rheofalt	20	40		
	Storflux nature	20	40		
SMA 8 S^{*)}	-	25			
	160/220	50			
	Rheofalt	50			
	Storflux nature	50			

^{*)} **Herstellung nicht möglich (Konflikt mit BM-Gehalt)**

^{*)} Im Asphaltmischwerk hergestellte Asphaltvarianten

Σ 30 Asphaltvarianten

Bestimmung der Rejuvenator-Zugabemenge

Ergebnisse der Ruhr-Universität Bochum (Bindemittlebene):

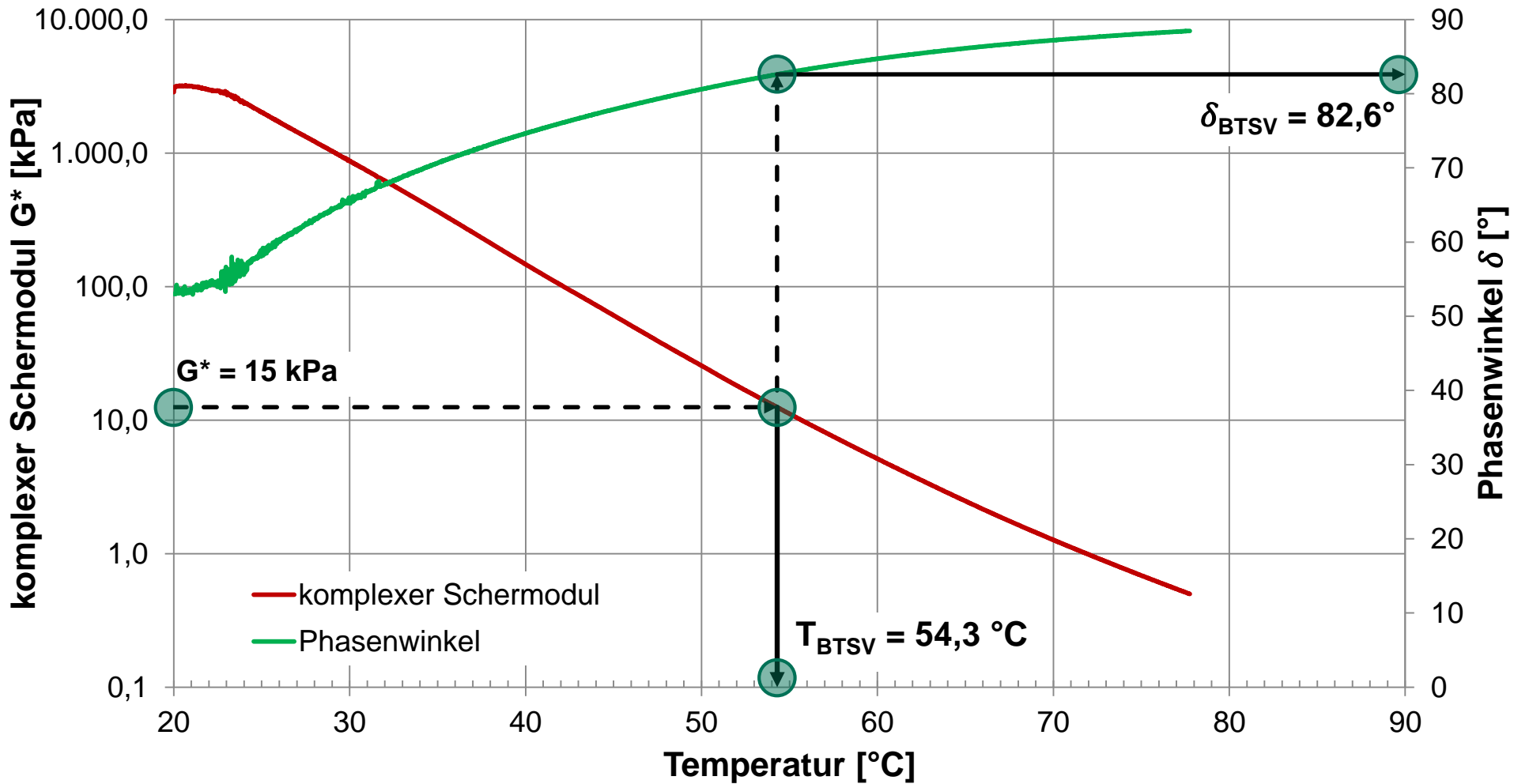
- Bestimmung der Zugabemengen der Rejuvenatoren mittels EP und Pen nicht zielführend

Notwendiger Zwischenschritt vor Beginn der Asphaltuntersuchungen:

Entwicklung einer Methodik zur Bestimmung der optimalen Rejuvenator-Zugabemenge

→ Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahren (BTSV)

(Einstellung des Gemisches auf Härte des Zielbindemittels der Referenzvarianten)



Zugabemengen

Am aus AG rückgewonnenen BM ermittelte Zugabemengen der Rejuvenatoren
(mittels BTS-Verfahren eingestellt auf Härte des Zielbindemittels)

Asphaltgranulat	Zielbindemittel	Rejuvenator	Zugabe Rejuvenator bezogen auf BM des AG [M.-%]
AG 1 EP: 69,3 °C T _{BTSV} : 70,7 °C	30/45	160/220	60,0
		Rheofalt HP-EM	8,0
		Storflux Nature	6,3
AG 2 EP: 78,0 °C T _{BTSV} : 68,0 °C	25/55-55	160/220	57,5
		Rheofalt HP-EM	6,0
		Storflux Nature	5,0

Δ 10 K !!!

Zusammensetzung des Bindemittels

Beispiel: AC 32 T S (BM-Gehalt: 4,1 M.-% / Bindemittelsorte 30/45)

Asphalt	Rejuvenator	Anteil Asphaltgranulat [M.-%]		EP [°C] AG	Ziel EP [°C]
AC 32 T S	-	0	0		59,8
	160/220	50	80 ^{*)}	AG 1: 69,3 °C	
	Rheofalt	50	80		
	Storflux nature	50	80		

30/45



Referenz

160/220



Rheofalt

4,7



Storflux nature

3,6



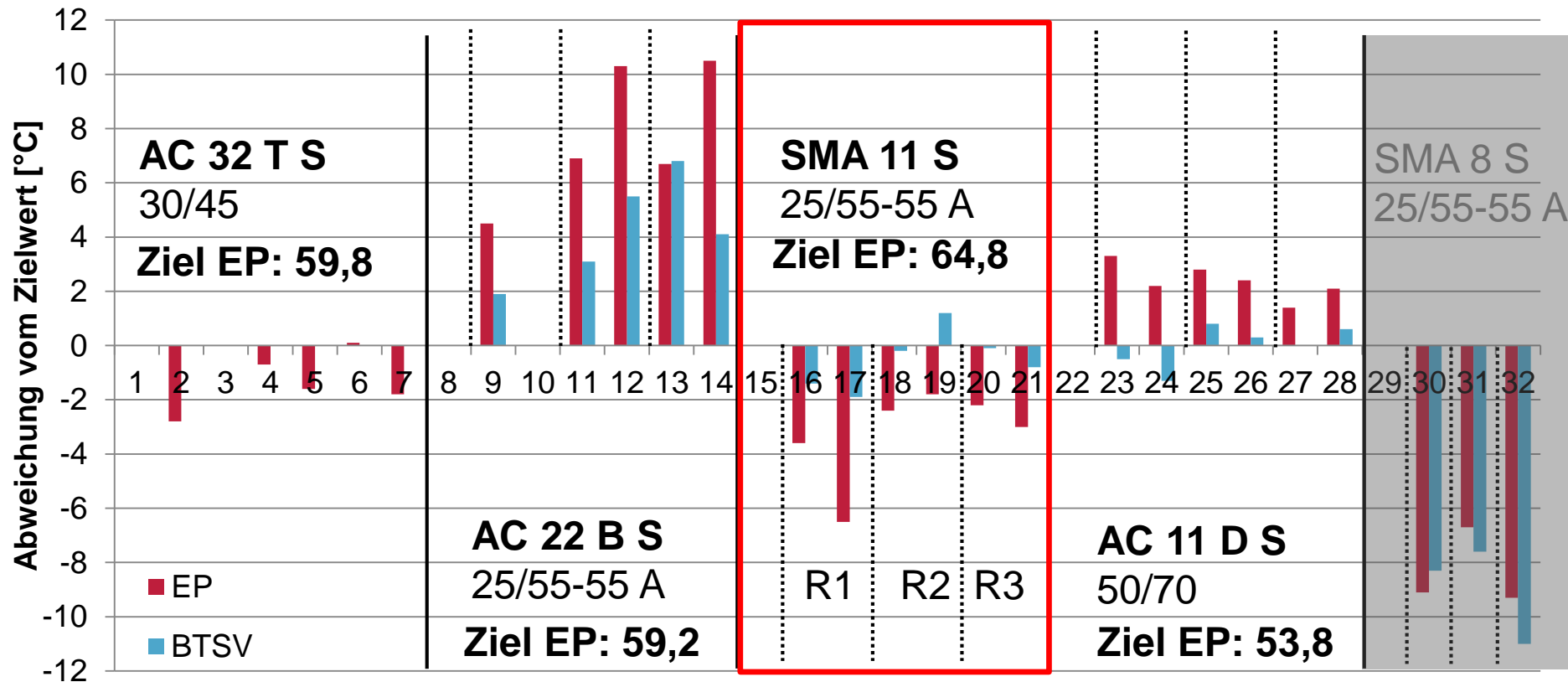
Legende:

- Anteil Rejuvenator [M.-%]
- Anteil Frischbindemittel [M.-%]
- Anteil Bindemittel aus AG [M.-%]

Kontrollprüfung

Wie gut hat die Einstellung des Bindemittels funktioniert?

- Kontrolle mittels EP RuK und BTSV



Asphaltvariante SMA 11 S

Wie gut hat die Einstellung des Bindemittels funktioniert?

- Kontrolle mittels EP RuK und BTSV

Asphaltsorte	Variante	Rejuvenator	Zugabeanteil AG [M.-%]	EP _{RuK} [°C]	T _{BTSV} [°C]	δ _{BTSV} [°]
SMA 11 S	AG 3	-	-	69,2	70,7	73,4
	25/55-55 _{frisch}	-	-	58,6	57,0	67,5
	160/220 _{frisch}	-	-	40,3	40,4	77,6
	V15	-	0	64,8	60,6	65,2
	V16	160/220	20	61,2	59,2	68,6
	V17		40	58,3	58,7	72,3
	V18	Rheofalt	20	62,4	60,4	67,5
	V19		40	63,0	61,8	69,1
	V20	Storflux nature	20	62,6	60,5	66,7
	V21		40	61,8	59,8	68,0

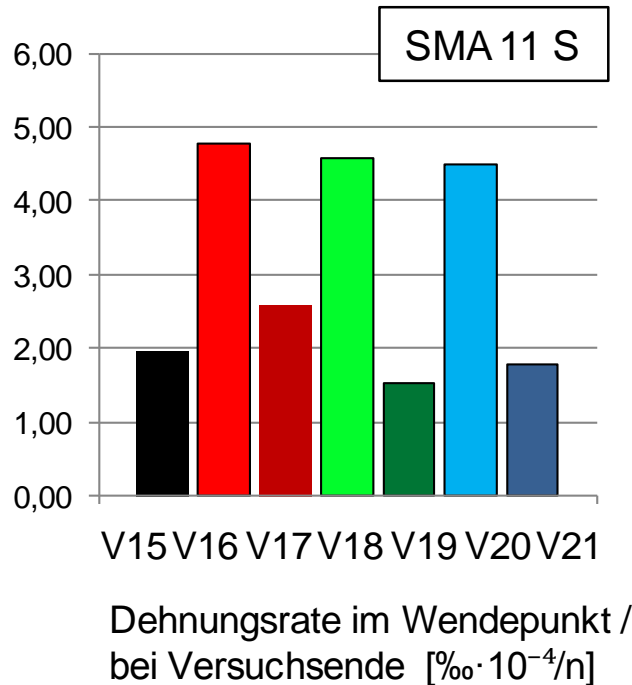
Versuchsumfang

Das Materialverhalten wird anhand folgender Gebrauchseigenschaften beschrieben:

- **Verformungswiderstand** mittels Einaxialem Druck-Schwellversuch, (TP Asphalt-StB, Teil 25 B 1)
- **Steifigkeit** mittels Spaltzug-Schwellversuch gemäß (AL Sp-Asphalt 09)
- **Ermüdungswiderstand** mittels Spaltzug-Schwellversuch (AL Sp-Asphalt 09)
- **Widerstand gegen Kälterissbildung** mittels Einaxialem Zugversuch und Abkühlversuch (TP Asphalt-StB, Teil 46 A)

Verformungswiderstand am Beispiel SMA 11 S

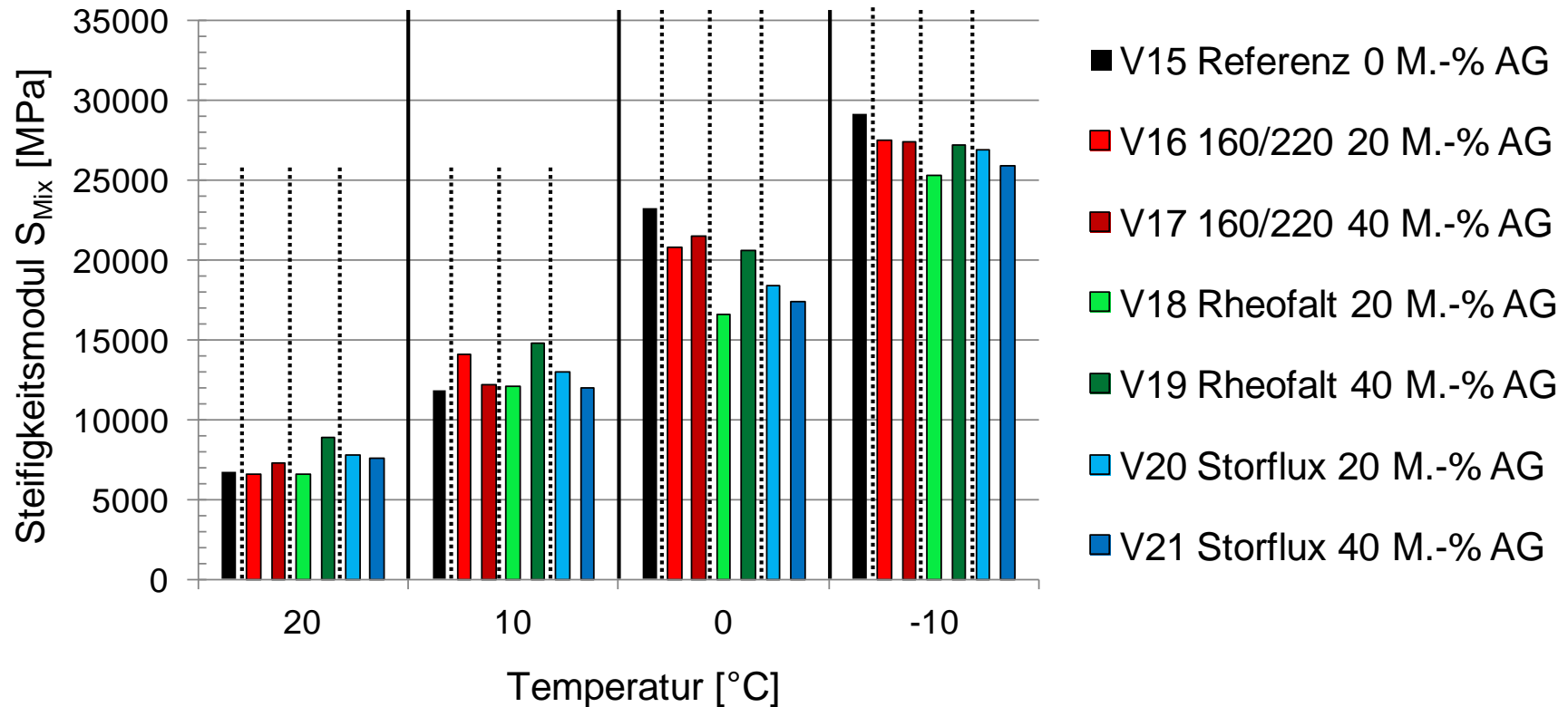
- Einaxialer Druck-Schwellversuch, TP Asphalt-StB, Teil 25 B 1,



	AG [M.-%]	T _{BTSV} [°C]
■ Referenz	0	60,6
■ 160/220	20	59,2
■ 160/220	40	58,7
■ Rheofalt	20	60,4
■ Rheofalt	40	61,8
■ Storflux	20	60,5
■ Storflux	40	59,8

- Einfluss des Zugabeanteils von Asphaltgranulat auf den Verformungswiderstand auch bei anderen Asphaltvarianten!
→ vgl. Vortrag Grönniger „**Anzahl an Kontaktpunkten**“

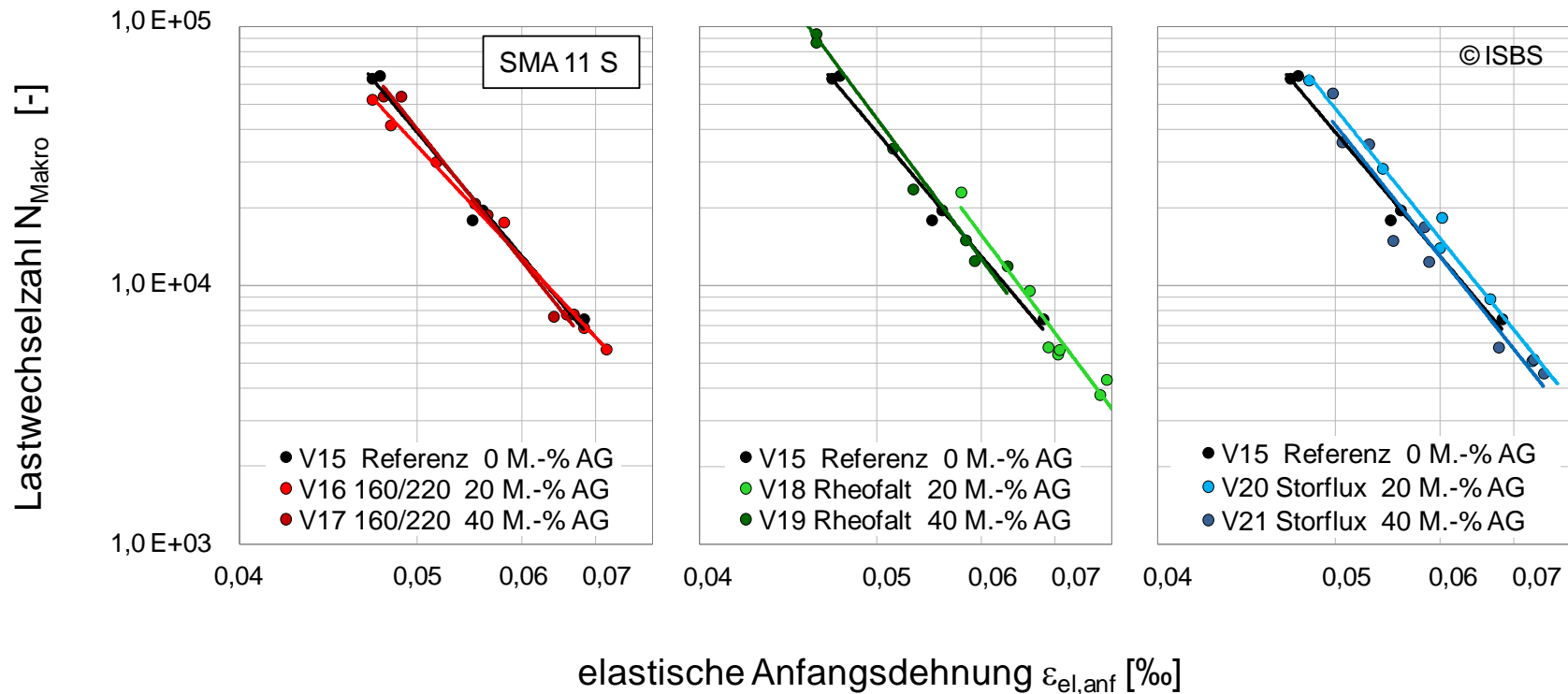
Steifigkeit am Beispiel SMA 11 S



- Tendenziell resultieren durch die Zugabe von AG leicht erhöhte Steifigkeiten bei $T > 0$ °C, bei Temperaturen ≤ 0 °C resultieren tendenziell geringere Steifigkeiten.
- Kein signifikanter Einfluss bezüglich eingesetzter Rejuvenatoren

Ermüdungswiderstand am Beispiel SMA 11 S

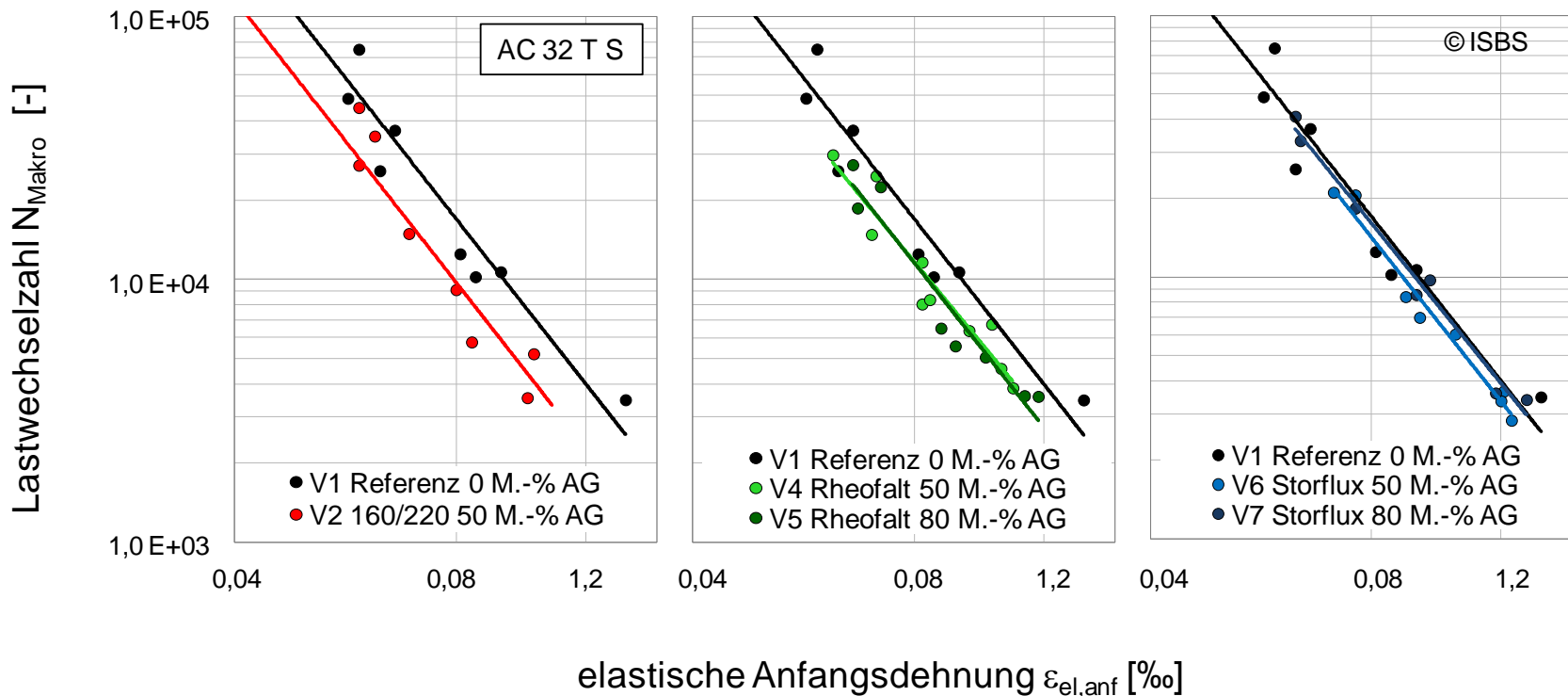
- Spaltzug-Schwellversuch, AL Sp-Asphalt 09



- Die Eigenschaften der Referenzvariante werden im betrachteten Dehnungsbereich (0,04 – 1,3 ‰) von (annähernd) allen Varianten erreicht bzw. übertroffen.

Ermüdungswiderstand am Beispiel AC 32 T S

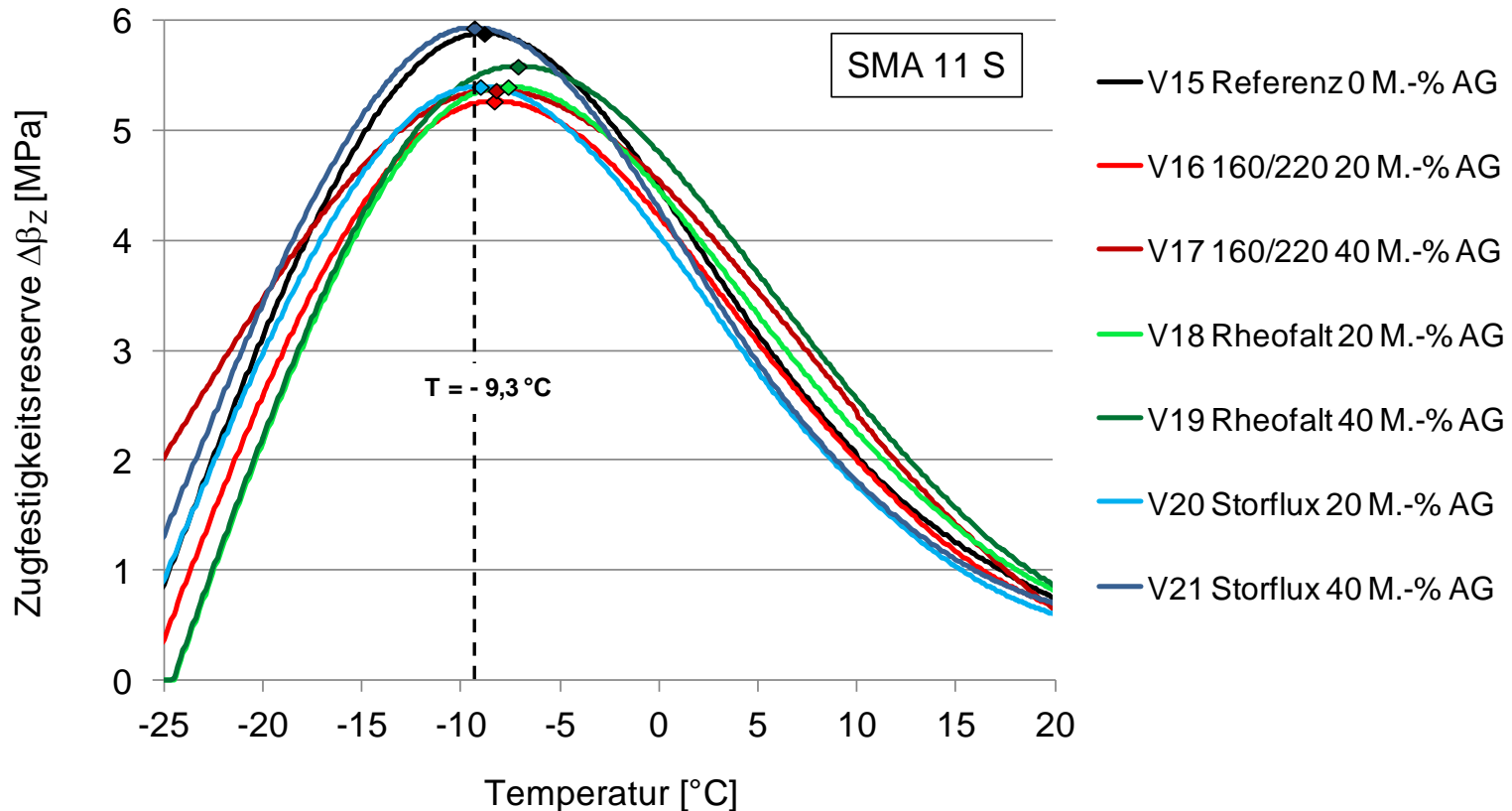
- Spaltzug-Schwellversuch, AL Sp-Asphalt 09



- Die Eigenschaften der Referenzvariante werden im betrachteten Dehnungsbereich (0,04 – 1,3 ‰) nur annähernd erreicht.
- Einfluss bezüglich eingesetzter Rejuvenatoren ist tendenziell ableitbar

Widerstand gegen Kälterissbildung

- Einaxialer Zugversuch und Abkühlversuch, TP Asphalt-StB, Teil 46 A



- Die Kälte-Eigenschaften aller Asphaltvarianten sind vergleichbar,
- Einfluss bezüglich eingesetzter Rejuvenatoren ist nicht ableitbar.

Schlussfolgerungen

Verformungsverhalten

- Ein signifikanter Einfluss der Rejuvenatoren auf den Verformungswiderstand konnte nicht nachgewiesen werden,
- Ein höherer AG-Anteil führt trotz Bindemittelverjüngung tendenziell zu einem verbesserten Verformungswiderstand.

Steifigkeit

- Ein signifikanter Einfluss der Rejuvenatoren auf die Steifigkeit konnte nicht nachgewiesen werden,
- durch die Zugabe von AG resultieren tendenziell höhere Steifigkeiten $> 0\text{ °C}$.

Ermüdungsverhalten

- Ein signifikanter Einfluss der Rejuvenatoren auf das Ermüdungsverhalten konnte nicht nachgewiesen werden,
- Mit Ausnahme des AC 32 T S weisen alle Asphaltmischgut-Varianten unter Einsatz von Rejuvenatoren gleichwertige bis vorteilhafte Ermüdungseigenschaften im Vergleich zur Referenz auf.

Kälteverhalten

- Ein signifikanter Einfluss der Rejuvenatoren auf das Kälteverhalten konnte nicht nachgewiesen werden

Schlussfolgerungen

- Es ist festzustellen, dass unter **Verwendung der eingesetzten Rejuvenatoren** eine **ausreichende Verjüngung** des zufolge Alterung versprödeten Bindemittels **erreicht werden kann**,
- Asphalte mit Asphaltgranulat und Rejuvenatoren weisen weitgehend **vergleichbare Performance-Eigenschaften** auf wie Asphalte mit Asphaltgranulat und lieferfrischem Bitumen (160/220),
- Bei richtig dosierter Zugabemenge verringern Rejuvenatoren gezielt die Viskosität des Bindemittels im Asphaltgranulat, **Nachteile gegenüber der Verjüngung durch Frischbindemittel** konnten **nicht** nachgewiesen werden,
- Die optimale Zugabemenge kann mit dem am ISBS entwickelten **Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahren (BTSV)** zuverlässig bestimmt werden.

Aber: Die Erkenntnisse beziehen sich auf Untersuchungen an frisch hergestelltem Asphaltmischgut. Es besteht der Verdacht, dass sich Unterschiede in den Versuchsergebnissen mit längerer Liegedauer deutlicher herausstellen werden.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!