

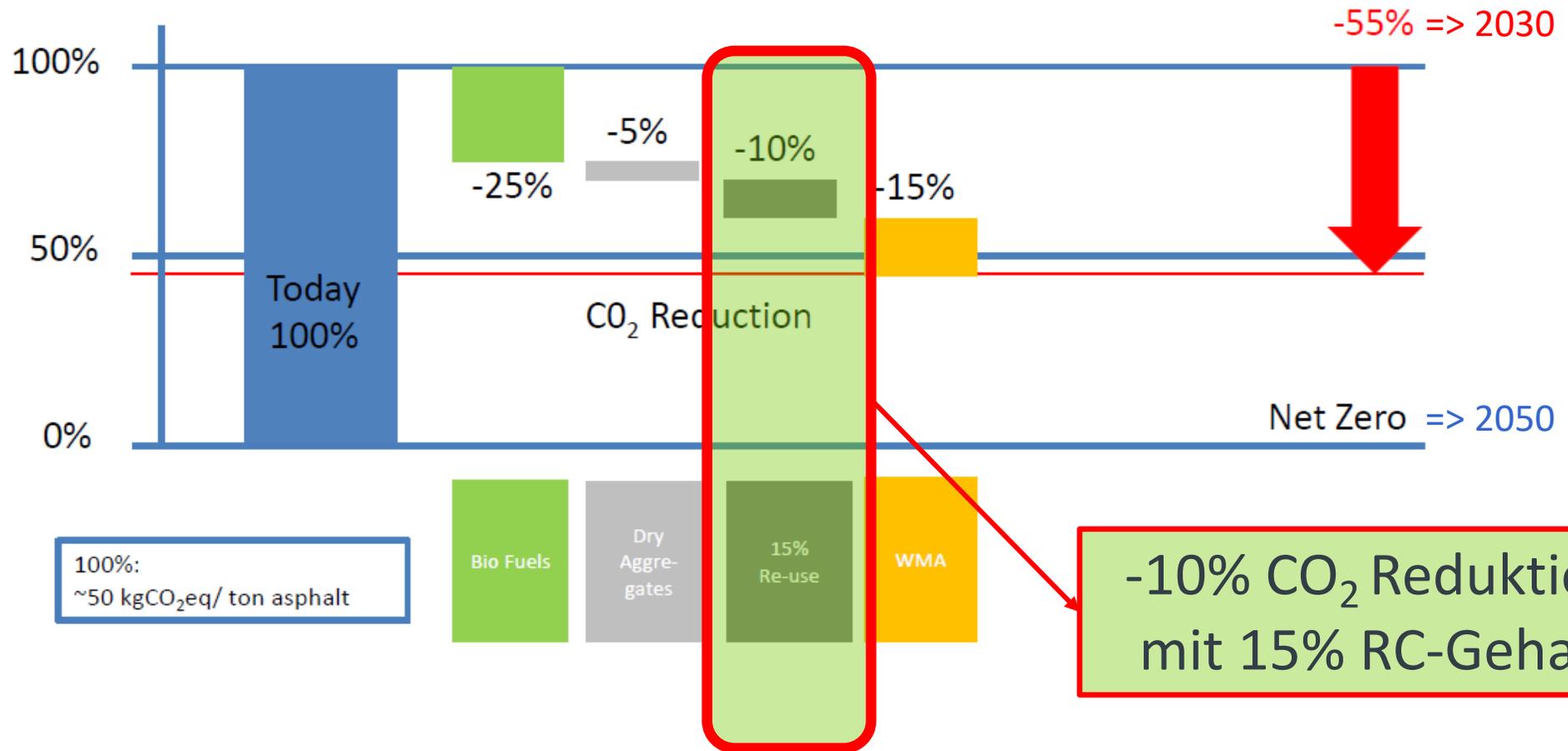


Effektive Rejuvenierung für Performance Asphalt mit Recycling

Stefan Pischedda
Ingevity

Bern, 25. Januar 2024

Energy consumption in CO₂eq for 1 tonne of Asphalt



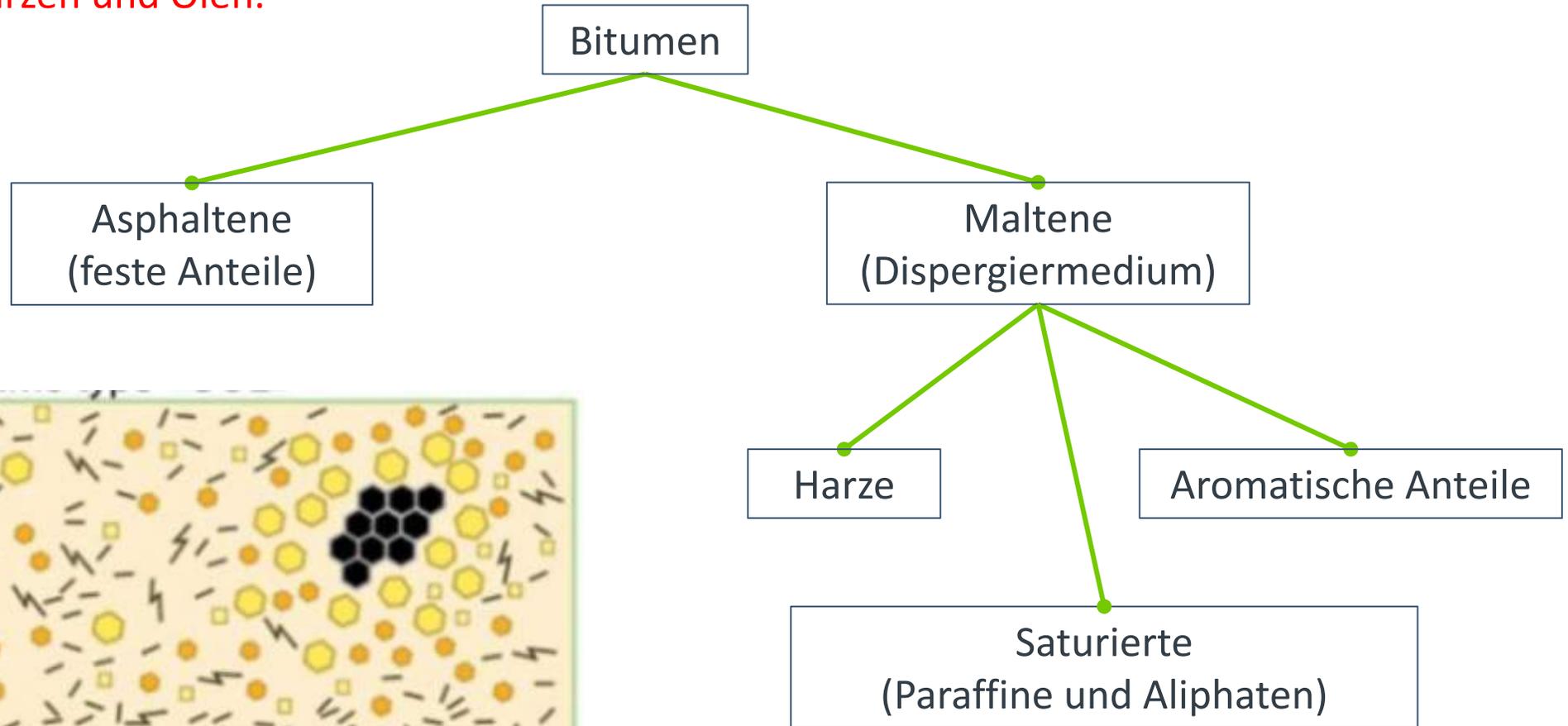
Recycling: Ja, aber effektiv!

- Kritisch anzusehen sind die Rissbildungen und das Tieftemperaturverhalten beim Einsatz von Recyclingmaterial in der Asphaltmischung
- Nur ca. 5% Bitumen im Asphalt aber seine Eigenschaften übertragen sich significant auf die der Asphaltmischung!



Zusammensetzung von Bitumen: SARA Fraktionierung

[NELLENSTEYN, 1923] beschreibt die Struktur von Bitumen als Kolloidsystem mit kolliddispersen Anteilen aus hochmolekularen (Asphaltene) und niedrigmolekularen (Erdölharze) Kohlenwasserstoffen. Hierbei bilden die Erdölharze eine Art "Schutzkolloid" um die Asphaltene. Diese Mizellen "schwimmen" in der öligen, maltene Phase aus Erdölharzen und Ölen.



Quelle: Sol and Gel types of bitumens [66] | Download Scientific Diagram (researchgate.net)

Was passiert wenn Bitumen altert ?

Physikalisch : (sehr geringer Anteil)

durch Verdampfung von leichtflüchtigen Anteilen

Chemisch :

- Die Kohlenwasserstoffverbindungen reagieren mit Sauerstoff (Oxidierung) und UV Strahlen
Kontaktflächen mit Sauerstoff und Luft (die oberen Belagsschichten sind dadurch mehr betroffen)

- Teile der dispergierten Asphaltanteilen koagulieren zu grösseren Agglomeraten
UND Teile der Maltenphase verketteten sich und bilden Asphaltartige Makromoleküle

➔ Alterung verändert die chemikalischen und physikalischen Eigenschaften von Bitumen.

Die Folgen: Verhärtung, Viskositätssteigerung und Brüchigkeit vom Bitumen

Alterung von Bitumen - Was ist Rejuvenierung?

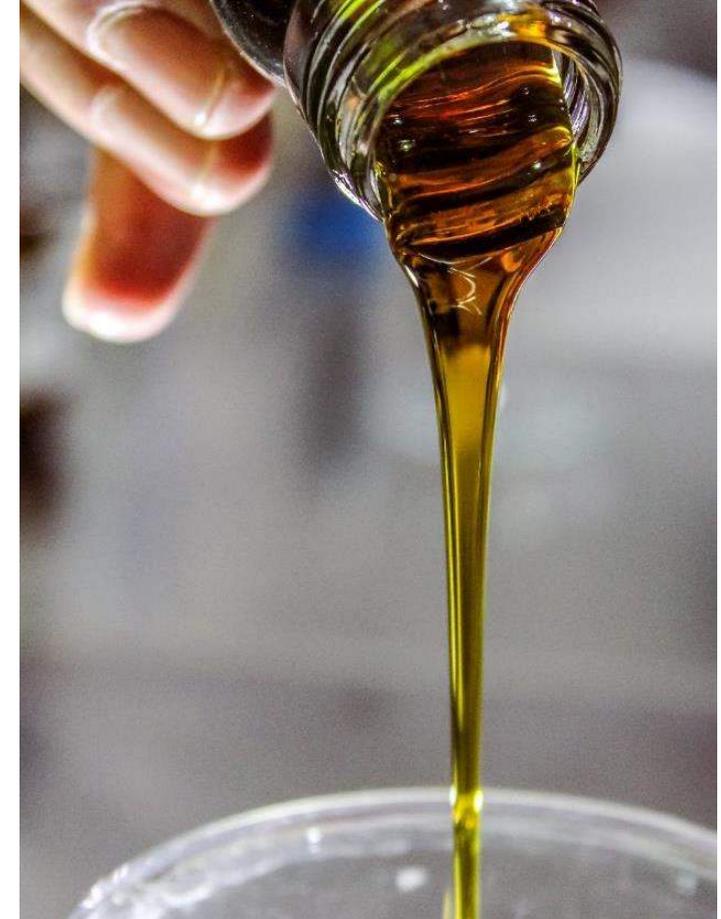
Tabelle 5: Ergebnisse der chemischen Analysen der ungealterten und gealterten Probe 50/70 sowie der Gemische 1 und 2

Probenbezeichnung		Anteile der Stoffgruppen [M-%]							
		50/70 ungealtert		50/70 gealtert		Gemisch 1		Gemisch 2	
Aliphaten		6,8		11,0		6,9		6,7	
Summe Aromaten	mono-Aromaten	12,3		11,0		10,6		10,5	
	di-Aromaten	38,5	12,1	24,5	9,6	35,2	10,6	35,2	8,8
	poly-Aromaten		14,1		3,9		14,0		15,9
polare Verbindungen		32,5		32,7		34,0		34,6	
Summe Maltene		77,8		68,2		76,1		76,5	
		+ 50%							
Asphaltene	schwerlöslich	3,2		14,3		11,6		10,6	
	mittellöslich	11,2		14,0		7,4		7,3	
	leichtlöslich	7,8		3,5		4,9		5,6	
	SUMME	22,2		31,8		23,9		23,5	
WFR * [%]		100		100		100		100	

* = Wiederfindungsrate

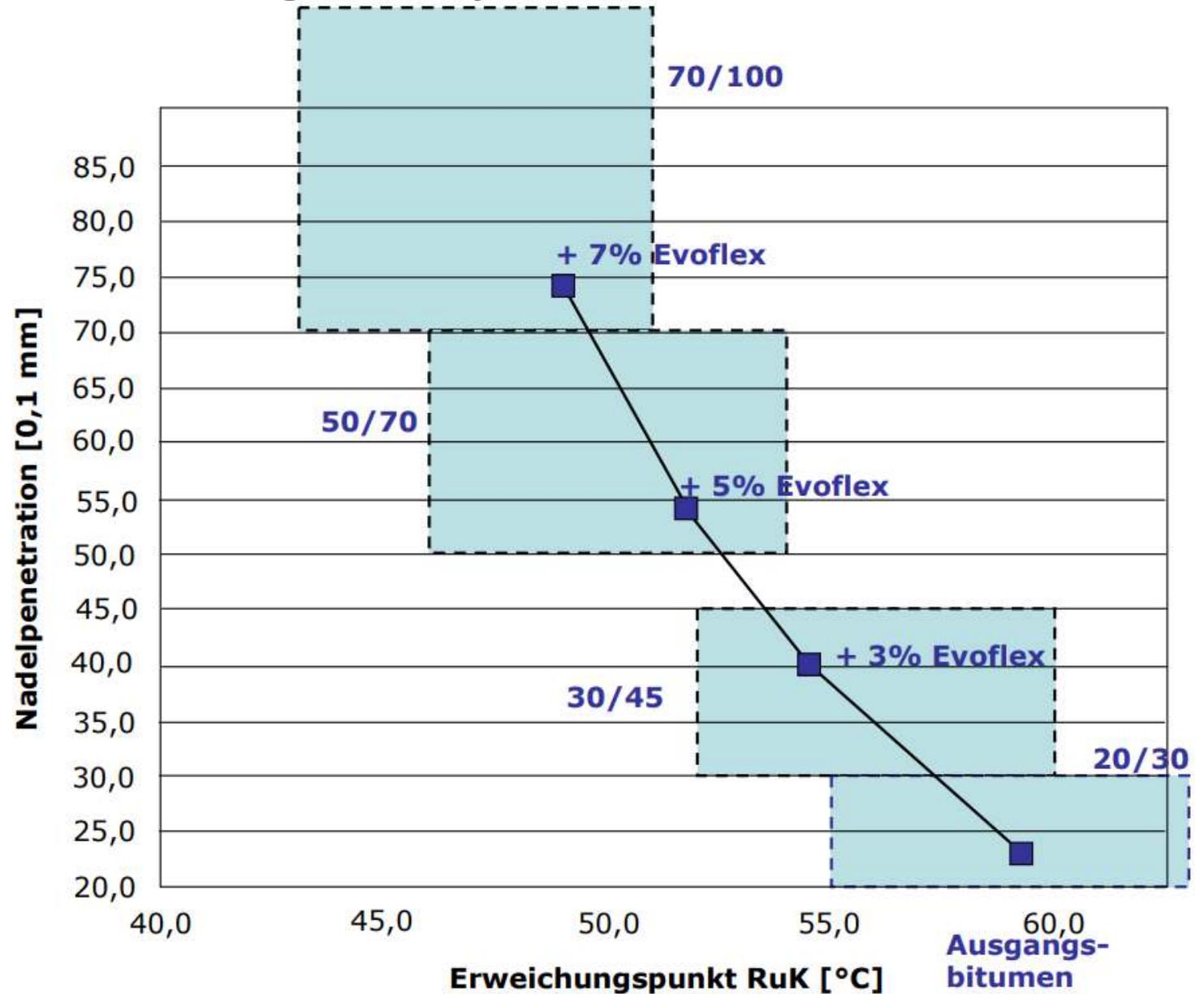
Eigenschaften eines wirksamen Rejuvenators:

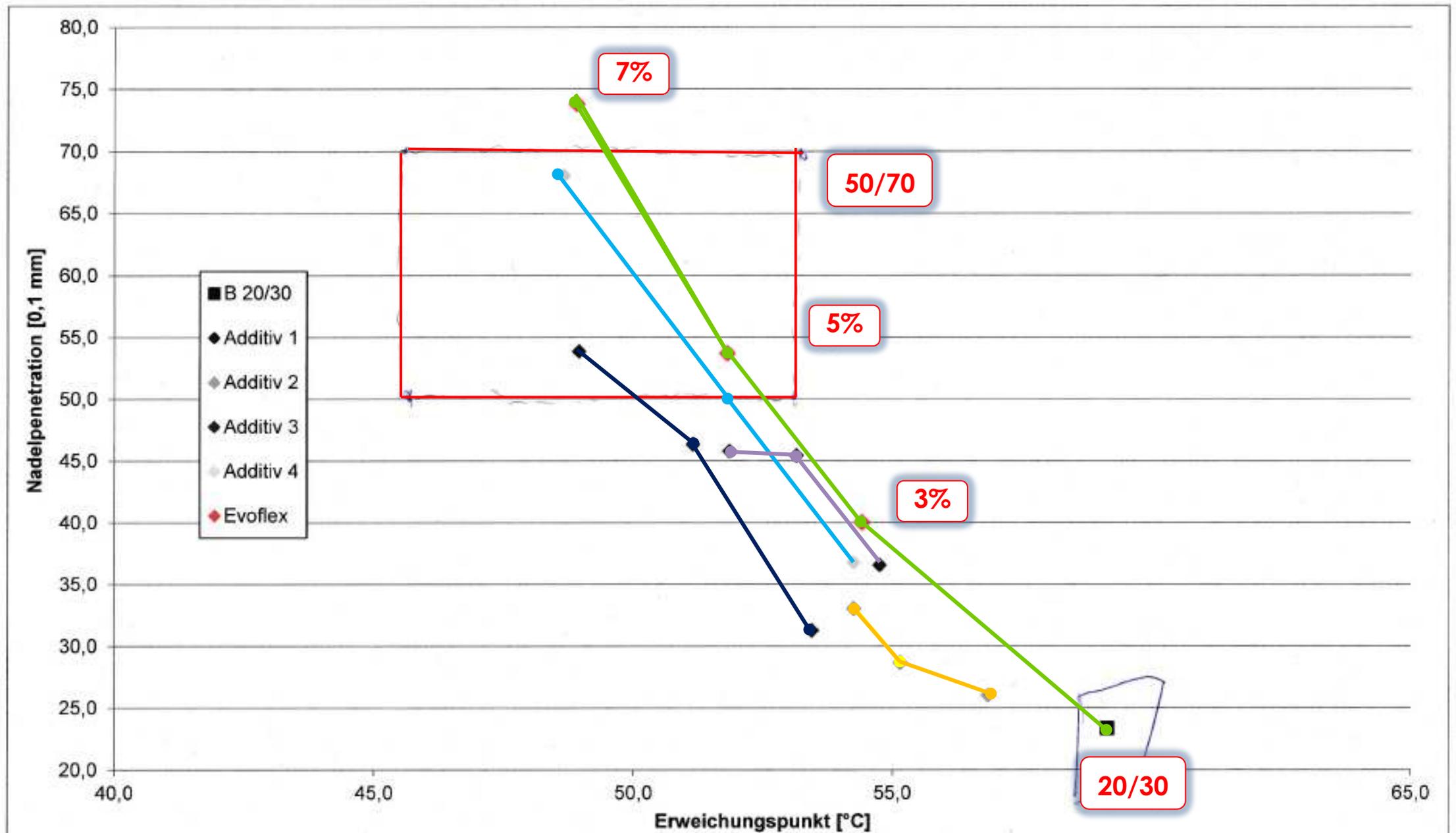
- Bitumen “weicher” machen
- Sich gut und schnell mit dem RC Bitumen vermischen
- Nicht verflüchten
- Alterungsbeständigkeit



Ansätze zu Untersuchung und Evaluierung von Rejuvenatoren

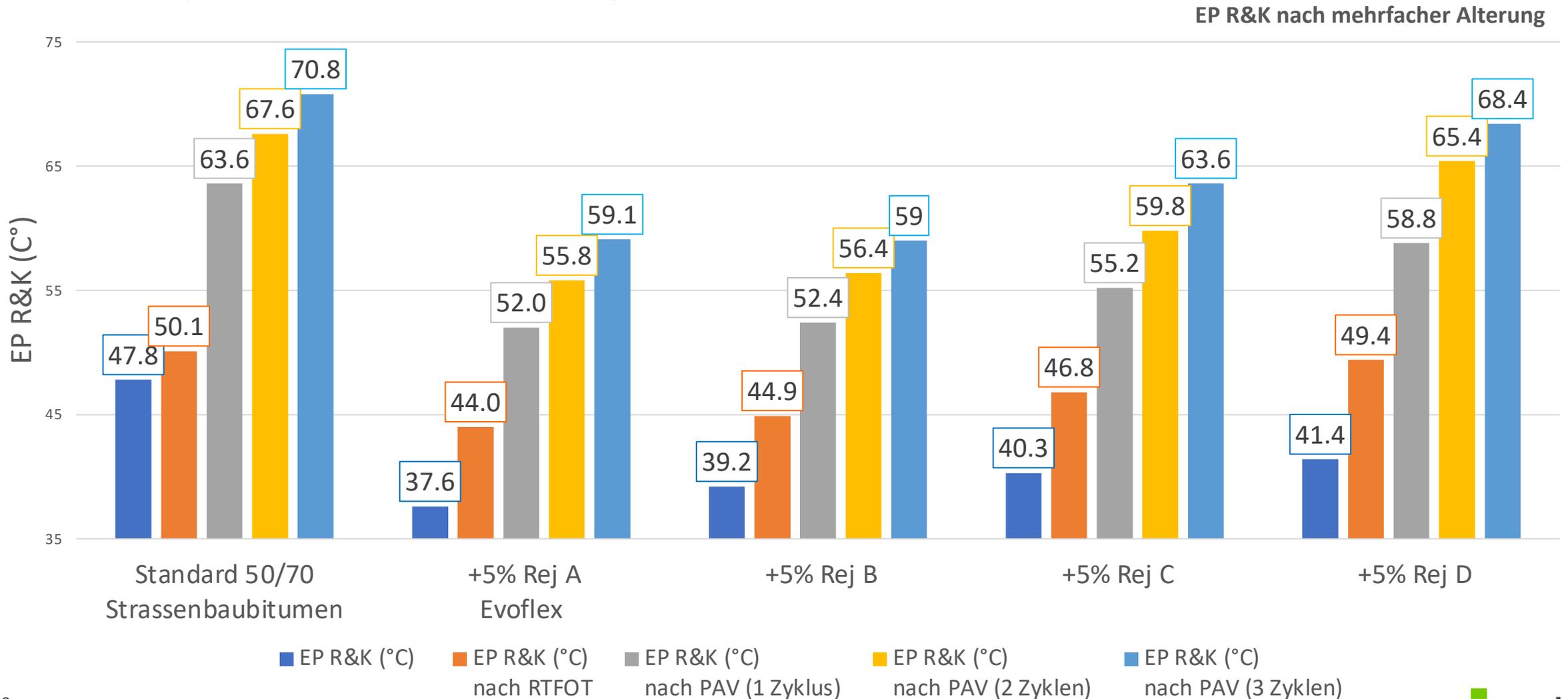
- Massenverlust RTFOT
(EN 12607-1 & EN 12591)
- Einfluss auf die traditionellen Bitumenkennwerte
 - Nadelpenetration
 - Erweichungspunkt R und K





Ansätze zu Untersuchung und Evaluierung von Rejuvenatoren

- Einfluss auf traditionelle Bitumenkennwerte
 - Nadelpenetration / Erweichungspunkt R&K



Ansätze zu Untersuchung und Evaluierung von Rejuvenatoren

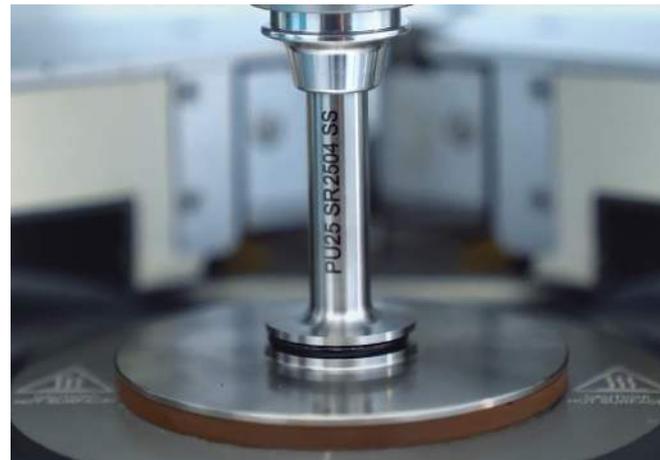
Viskoelastische Eigenschaften von Bitumen

Dynamisches Scherrheometer (DSR)

Bitumen hat die Eigenschaft sich wie eine Flüssigkeit und gleichzeitig wie ein Festkörper zu verhalten

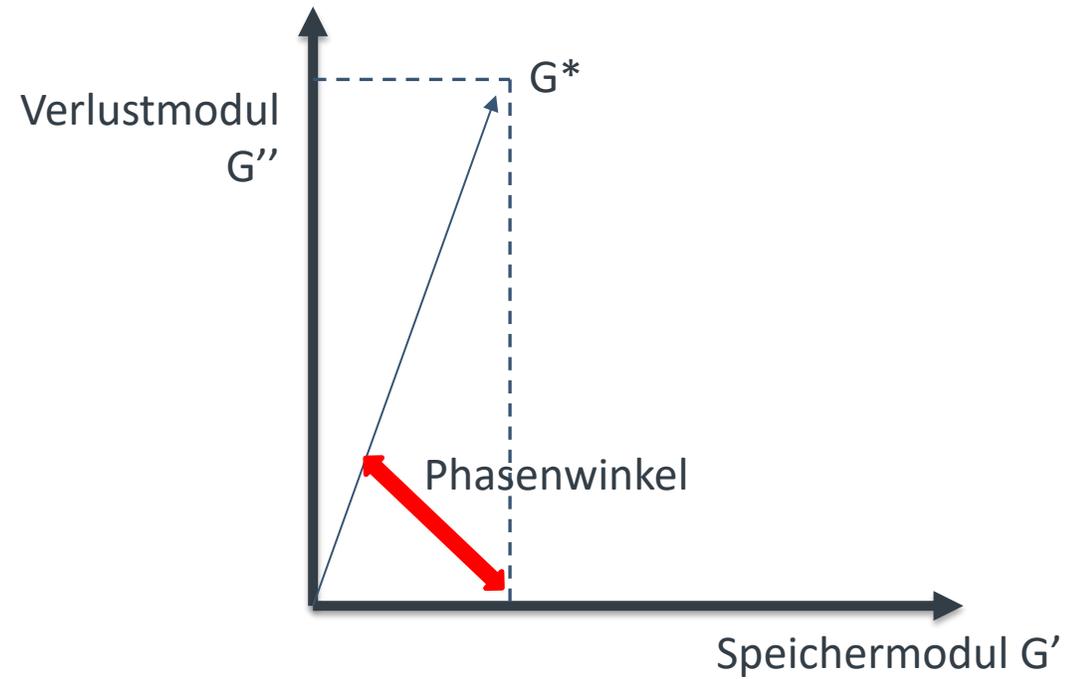


Quelle: Infratest

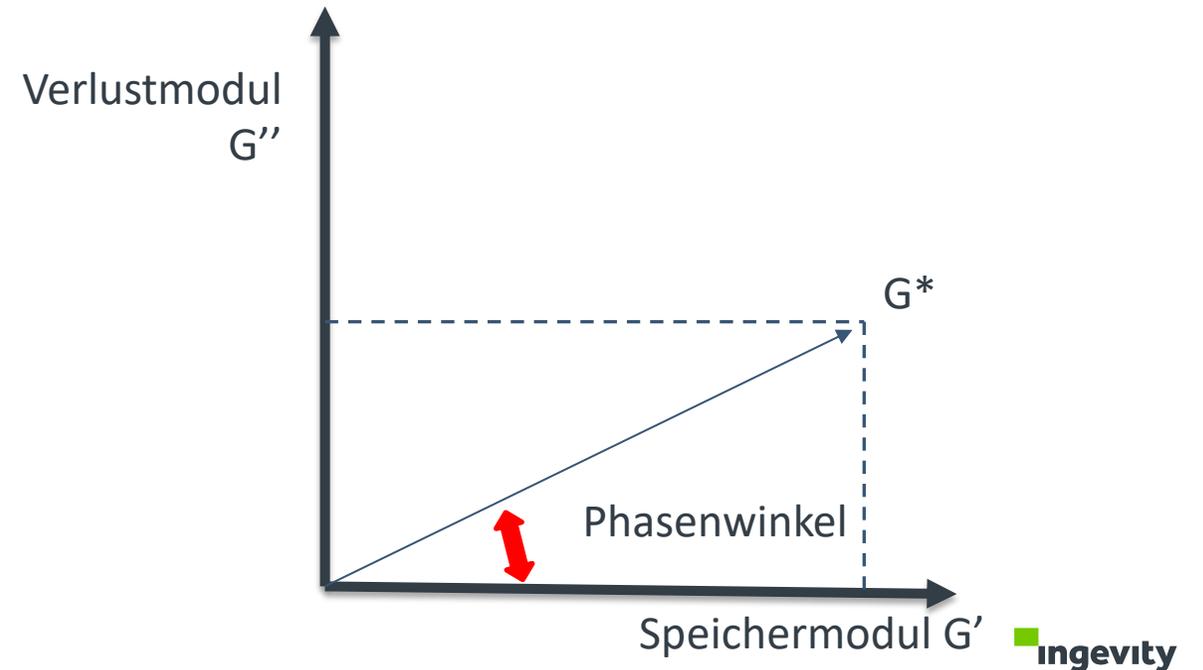


Quelle: Infratest

Ein hoher Phasenwinkel
= viskoses und
verformfähiges Bitumen



Ein niedriger Phasenwinkel
= elastisches und
wenig verformbares Bitumen



Evoflex: Rejuvenierung oder Fluxen?

Untersuchungsprojekt Ruhr Universität Bochum

Referenzbitumen - 50/70 Strassenbaubitumen

Alterung über PAV Verfahren

(DIN EN14769) → 21 bar – 80°C – 72 Stunden

Überprüfte Eigenschaften:

Komplexes Schubmodul (G^*) & Phasenwinkel ($^\circ$)

2 Zugabemengen von Evoflex – 8 M.-% & 10 M.-%

Rheologie – Komplexes Schubmodul G^* und Phasenwinkel

T° C	50/70 without Evoflex				50/70 with EVOFLEX			
	unaged		aged		Blend 1 (8 %)		Blend 2 (10 %)	
	Phase angle	Shear modulus	Phase angle	Shear modulus	Phase angle	Shear modulus	Phase angle	Shear modulus
[° C]	[°]	[Pa]	[°]	[Pa]	[°]	[Pa]	[°]	[Pa]
-10	20,6	173950000	16,5	203188889	27,9	83924444	29,3	56054444
0	32,5	57770000	24,7	89398889	37,9	25845000	39,1	16770556
10	45,0	14105000	34,0	30792778	48,0	6588556	49,2	4200056
20	57,6	2705000	43,8	8569278	57,5	1430722	58,1	922328
30	66,4	655700	53,4	1961131	65,5	232327	66,6	156879
40	71,8	174330	60,2	452314	71,1	44821	72,8	30754
50	77,1	35520	66,1	105516	76,7	10952	78,2	7695
60	81,5	8322	71,7	27292	81,2	3116	82,4	2224
70	84,8	2253	77,0	7669	84,6	997	85,7	727
80	87,2	682	81,5	2316	87,1	352	87,7	258
90	88,6	236	84,9	766	88,7	136	89,0	104
100	89,3	93	87,3	282	89,3	60	89,5	47
110	89,7	42	88,9	115	89,7	29	89,8	23
120	89,7	21	89,7	52	89,9	15	90,0	13
130	90,0	11	90,0	25	90,0	9	90,0	7
140	88,5	7	90,0	14	89,7	5	88,9	4
150	89,2	4	89,8	8	89,1	3	83,9	3

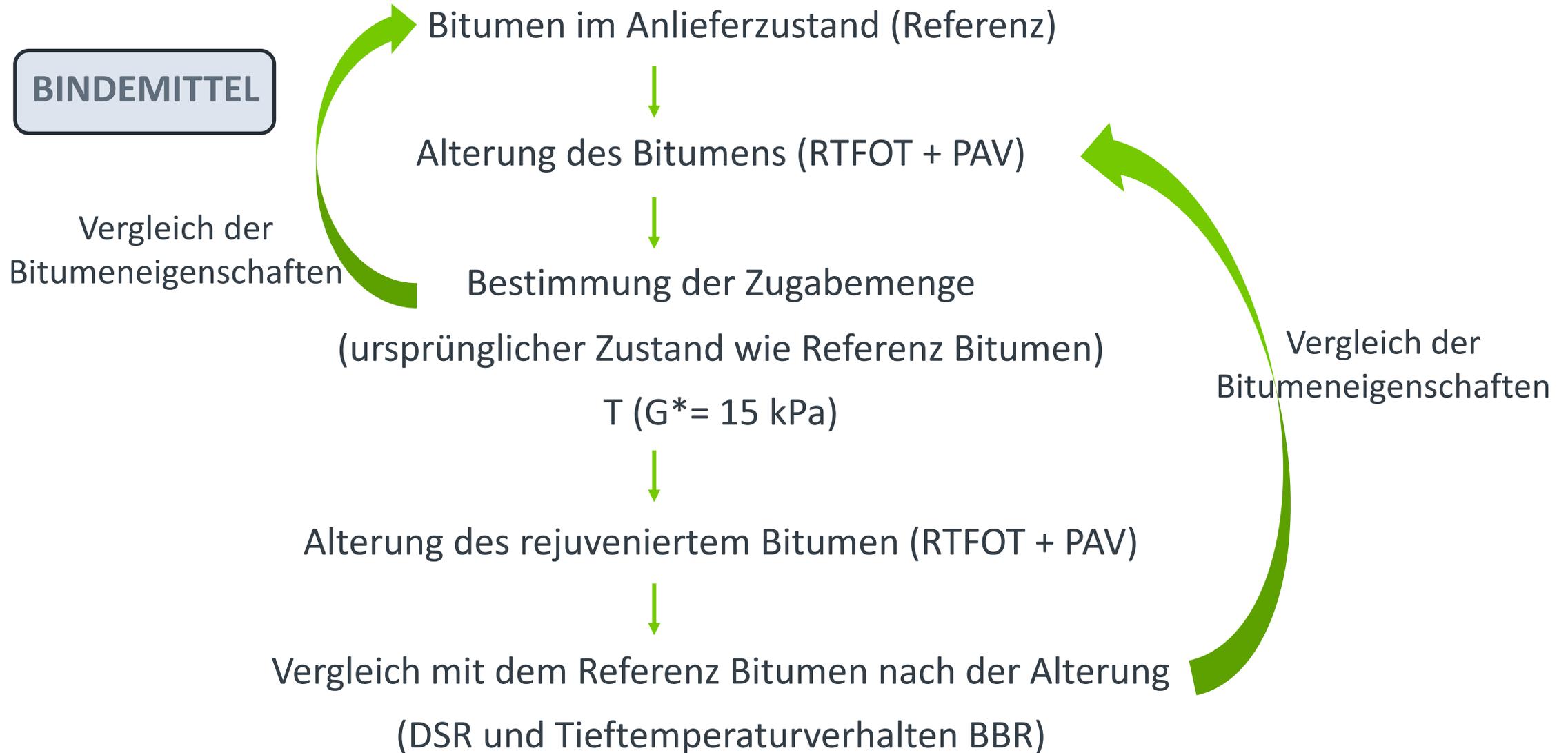
Nach 72 Stunden PAV Alterung + Rejuvinierung:

→ Hoch T° Bereich : vergleichbarer Phasenwinkel

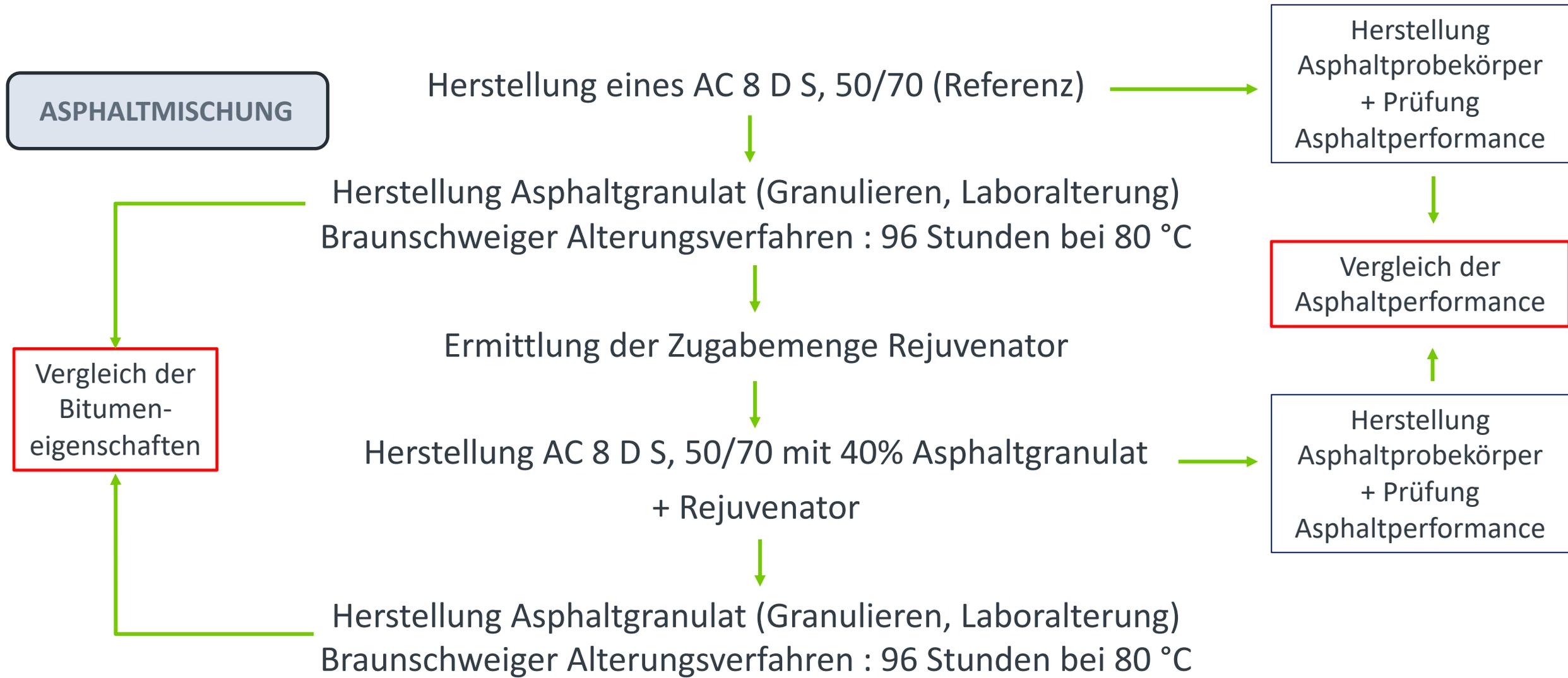
→ Niedrig T° Bereich : höherer Phasenwinkel von rejuviniertem Bit + Evoflex

= Reduziert die Gefahr von Rissbildungen

HA Re WA – Performance Untersuchungen auf 2 Ebenen : Bindemittel und Asphalt



HA Re WA – Performance Untersuchungen auf 2 Ebenen : Bindemittel und Asphalt



➔ Baumassnahme (5 Jahre Liegezeit unter Verkehr)

Baumassnahme 2018 – mit Evoflex

Deckschicht SMA 8 Hmb mit 65%-RC Anteil

Ziel: Vergleich zwischen beide Konzepte : SMA 8 ohne RC und mit 65% RC

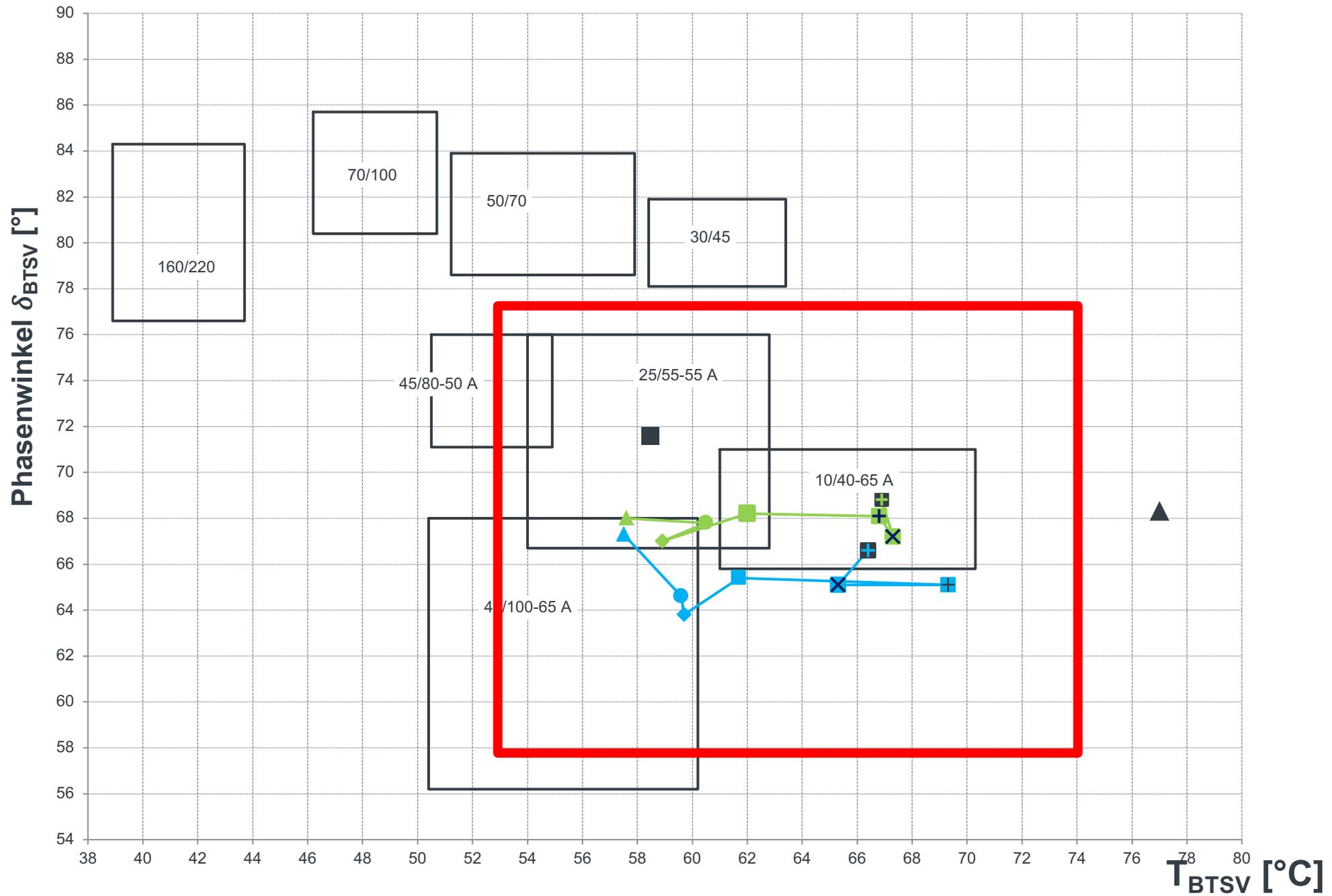
Rezeptur so eingestellt, dass sie der Rezeptur vom Mischgut ohne RC entspricht

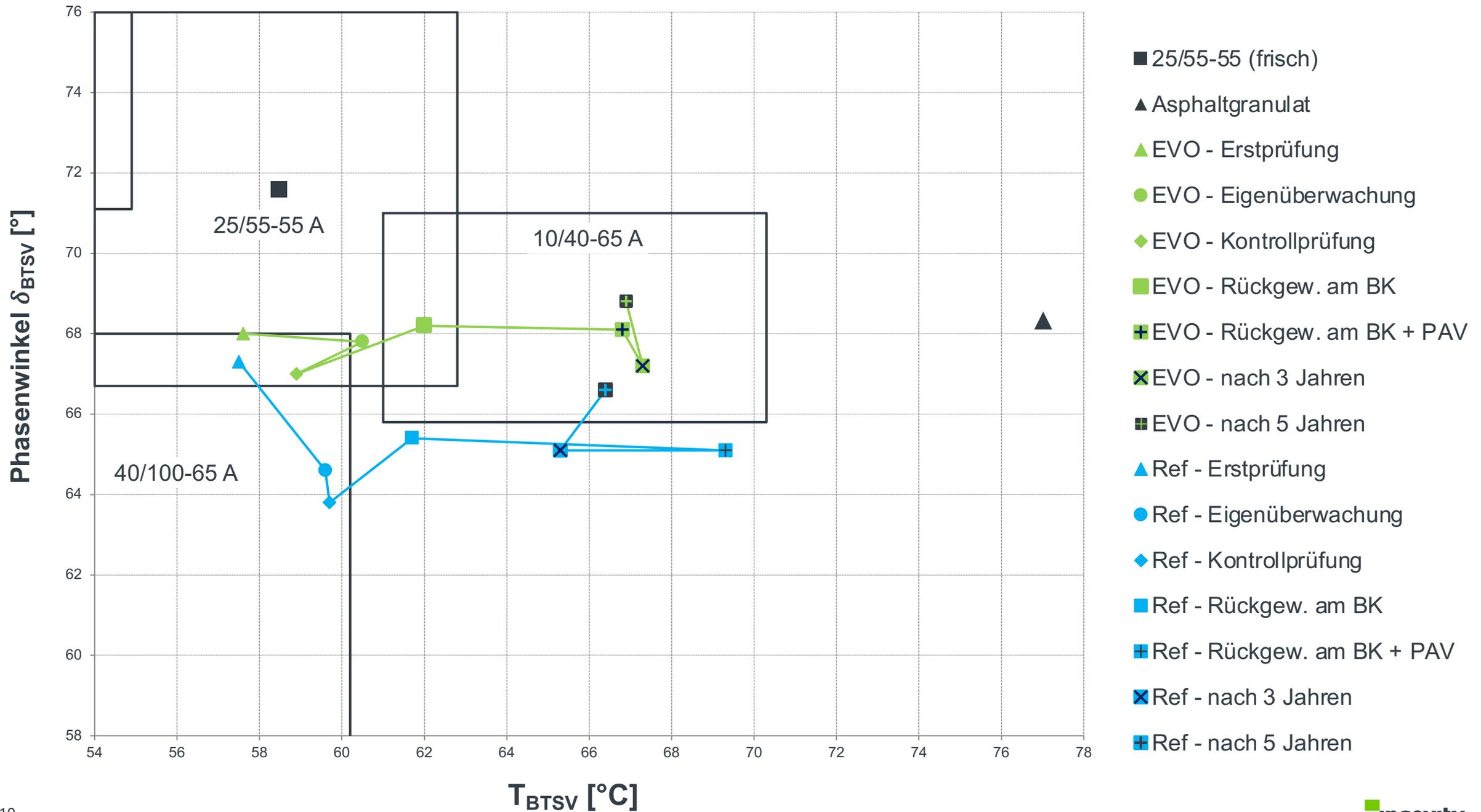
Resultierendes Bindemittel: 25/55-55A + Evoflex

Gesamtbindemittelgehalt 7,2%

RC Bitumen – Erweichungspunkt 83,3 °C ! => 12,8% Evoflex auf das RC-Bitumen

Resultierendes Bindemittel – Erweichungspunkt 61,6 °C





Baumassnahme 2018 – mit Evoflex

Evoflex rejuveniert effektiv.

Vergleichbare Bindemittleigenschaften in dem RC-Mischgut als in der Referenz nach 5 Jahren
Aber die Kälteeigenschaften sind besser !

Tieftemperaturverhalten - Steifigkeit 300 MPa bei °C				
	Eigenüberwachung	TU Braunschweig	asphalt-Labor	asphalt-Labor
	Mai 2018	Okt. 2018	Dez. 2021	Nov. 2023
Referenz	-18.6 °C	-18.2 °C	-18.6 °C	-18.4 °C
RC-65% Evoflex	-27 °C	-23 °C	-22.8 °C	-23 °C

Baumassnahme Evoflex - Sommer 2023, Schweiz

Einbaufirma: KIBAG

Labor: WALO

Produzent : Belagswerk Volketswil

AC T 22 H – PmB 45/80-65 – 60% RC- Anteil

AC F 22 – B 70/100 – 80% RC-Anteil

Kontrollprüfung:

Penetrationswerte

EP R&K

Elastische Rückstellung



Alle Kennwerte lagen
im grünen Bereich

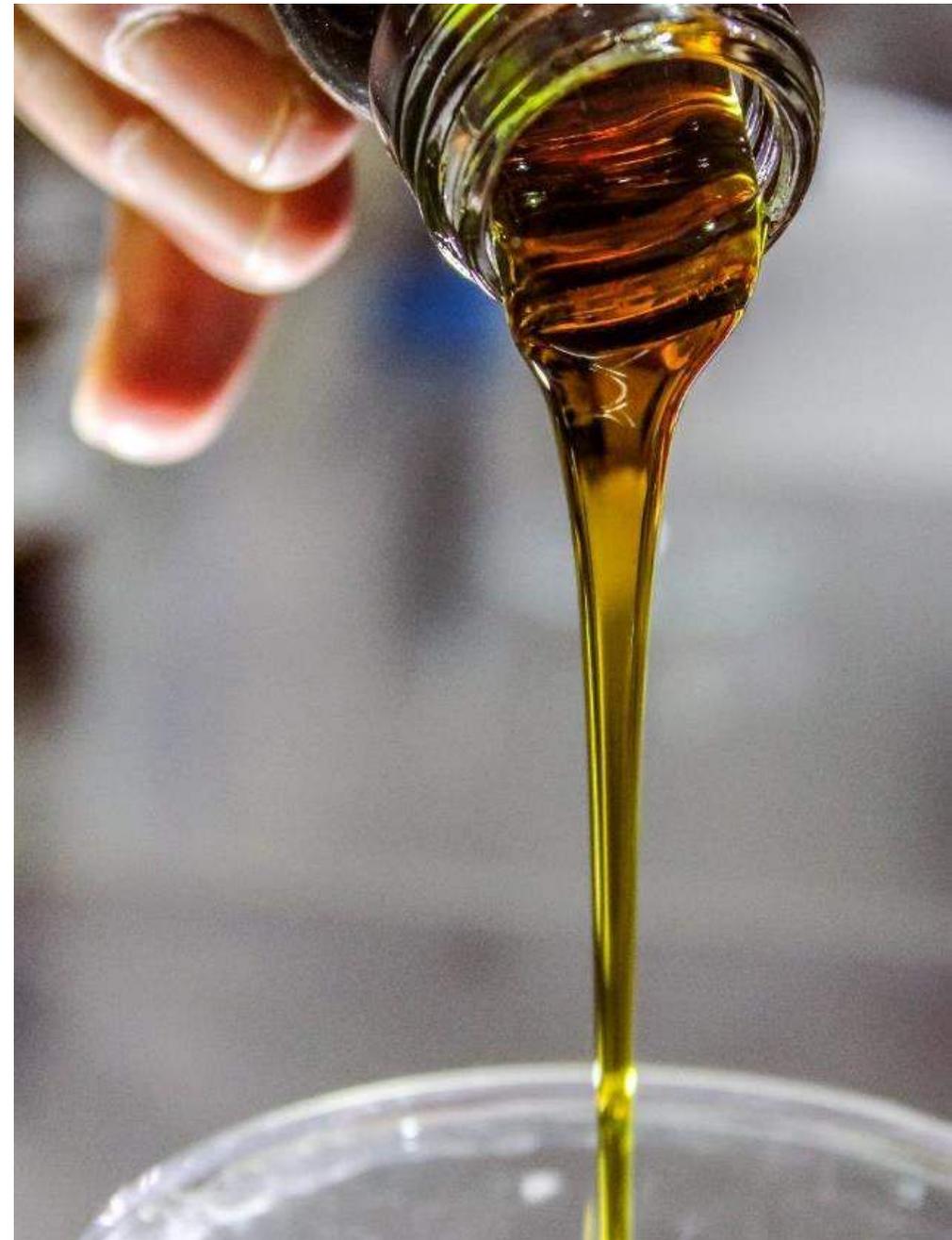


Fazit

RC Bitumen ist ein sprödes Material was sorgfältig in die Asphaltrezeptur eingearbeitet werden sollte um Probleme wie Rissbildungen zu vermeiden.

Bei der Auswahl eines Rejuvenators ist es von elementarer Wichtigkeit eine Lösung zu finden, die nicht nur den Einbau erleichtert, sondern auch die ursprünglichen Eigenschaften vom Bitumen dauerhaft herstellt und das Tieftemperaturverhalten derart verbessert, dass es den Eigenschaften eines neuen Asphaltes entspricht....

WENN NICHT SOGAR VERBESSERT





Vielen Dank – Merci – Grazie!

Kontaktieren Sie uns gerne:

Stefan Pischedda

stefan.pischedda@ingevity.com

+32 491 50 67 48

Benedikt Merk

benedikt.merk@mtmaterials.com

+41 79 407 15 88

 **mt** materials ag

The logo for EVOFLEX, with "EVO" in black and "FLEX" in blue, all in a bold, sans-serif font. A blue keyhole icon is integrated into the letter 'O'.

