

Anwendung von Rejuvenatoren

- *Erfahrungen und Zukunftsperspektiven*

Dr.-Ing. Daniel Gogolin

Ingenieurgesellschaft **PTM** Dortmund mbH



Was bedeutet Nachhaltigkeit?

Wenn etwas **nachhaltig** ist, ist es **haltbar, langlebig, umweltfreundlich** oder einfach **vernünftig**.





Umweltpolitische Ziele

- RC-Anteil erhöhen
- Lärmemissionen senken
- CO2-Emissionen senken
- Ressourcenschutz

A photograph showing bright sunlight filtering through the leaves of trees in a grassy field, creating a warm, natural atmosphere.

Umweltpolitische Ziele

A photograph showing three stacks of gold coins of increasing height. A small green seedling with two leaves is growing out of the top of each stack, symbolizing financial growth and sustainability.

Wirtschaftliche Ziele

- Substanzerhalt
- Werterhalt
- Lebenszykluskosten senken
- Erhaltungsstrategie optimieren
- Nutzungsdauer verlängern
- Synergien nutzen

The image shows a sun shining through a forest, with sunlight rays filtering through the trees and illuminating a grassy field with small white flowers.

Umweltpolitische Ziele

The image shows three stacks of coins of increasing height, with a small green plant growing out of the top of each stack.

Wirtschaftliche Ziele

The image shows the silhouettes of a diverse group of people, including adults and children, holding hands in front of a world map.

Gesellschaftliche Ziele

- Arbeitssicherheit
- Kommunikation
- Zusammenarbeit
- Mobilität verbessern
- Nutzer-Komfort verbessern
- Verkehrssicherheit
- Verkehrsfluss optimieren

The image shows a sun shining through a forest, with sunlight rays filtering through the trees and illuminating a grassy field with small white flowers.

Umweltpolitische Ziele

The image shows three stacks of coins of increasing height, with small green plants growing out of the top of each stack.

Wirtschaftliche Ziele

The image shows the silhouettes of a diverse group of people, including adults and children, holding hands in front of a world map.

Gesellschaftliche Ziele

The image features a glowing lightbulb in the center, surrounded by various blue icons representing technology, science, and innovation, such as a rocket, a DNA helix, a lightbulb, and mathematical symbols.

Technische Ziele

- Innovationen
- Digitalisierung
- Automatisierung
- Standardisierung
- System-Interoperabilität

The image shows a sun shining through a forest, with sunlight rays filtering through the trees and illuminating a grassy field with small white flowers.

Umweltpolitische Ziele

The image shows three stacks of coins of increasing height, with small green plants growing out of the top of each stack.

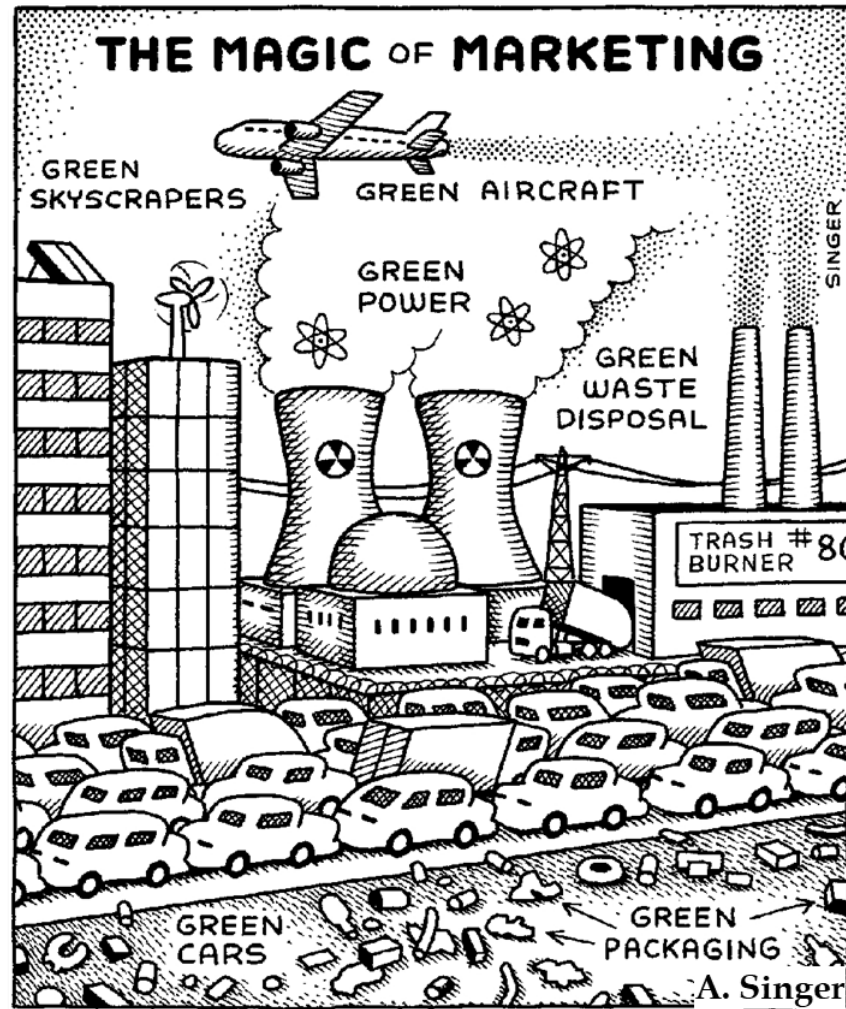
Wirtschaftliche Ziele

The image shows the silhouettes of a diverse group of people, including adults and children, holding hands in a line. In the background, a map of the world is visible.

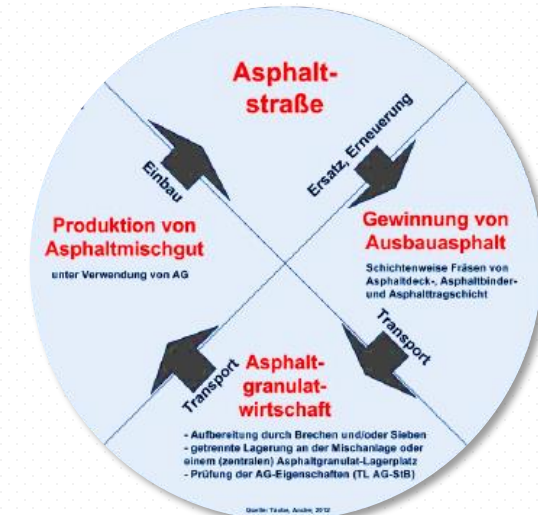
Gesellschaftliche Ziele

The image shows a glowing lightbulb in the center, surrounded by various blue icons representing technology, science, and engineering, such as a gear, a lightbulb, a rocket, and mathematical symbols.

Technische Ziele



Die Asphaltbranche verwendet seit über 40 Jahren erfolgreich Asphalt wieder.



Quelle: DAV

Chancen

Herausforderungen

Chancen

- Mehrfachwiederverwendung von Asphaltgranulat (AG)
 - Zunehmender Alterungsgrad
 - Begrenzung der Einsatzmöglichkeiten und Wiederverwendung von Asphaltgranulat durch Alterung
- Möglichkeit hoher Anteile AG auch bei stärker gealtertem Bitumen

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
Arbeitsgruppe Asphaltbauweisen



H Re WA

Hinweise
zur Anwendung von Rejuvenatoren
bei der Wiederverwendung
von Asphalt

Ausgabe 2022



- Mehrfachwiederverwendung von Asphaltgranulat (AG)
 - Zunehmender Alterungsgrad
 - Begrenzung der Einsatzmöglichkeiten und Wiederverwendung von Asphaltgranulat durch Alterung
- Möglichkeit hoher Anteile AG auch bei stärker gealtertem Bitumen

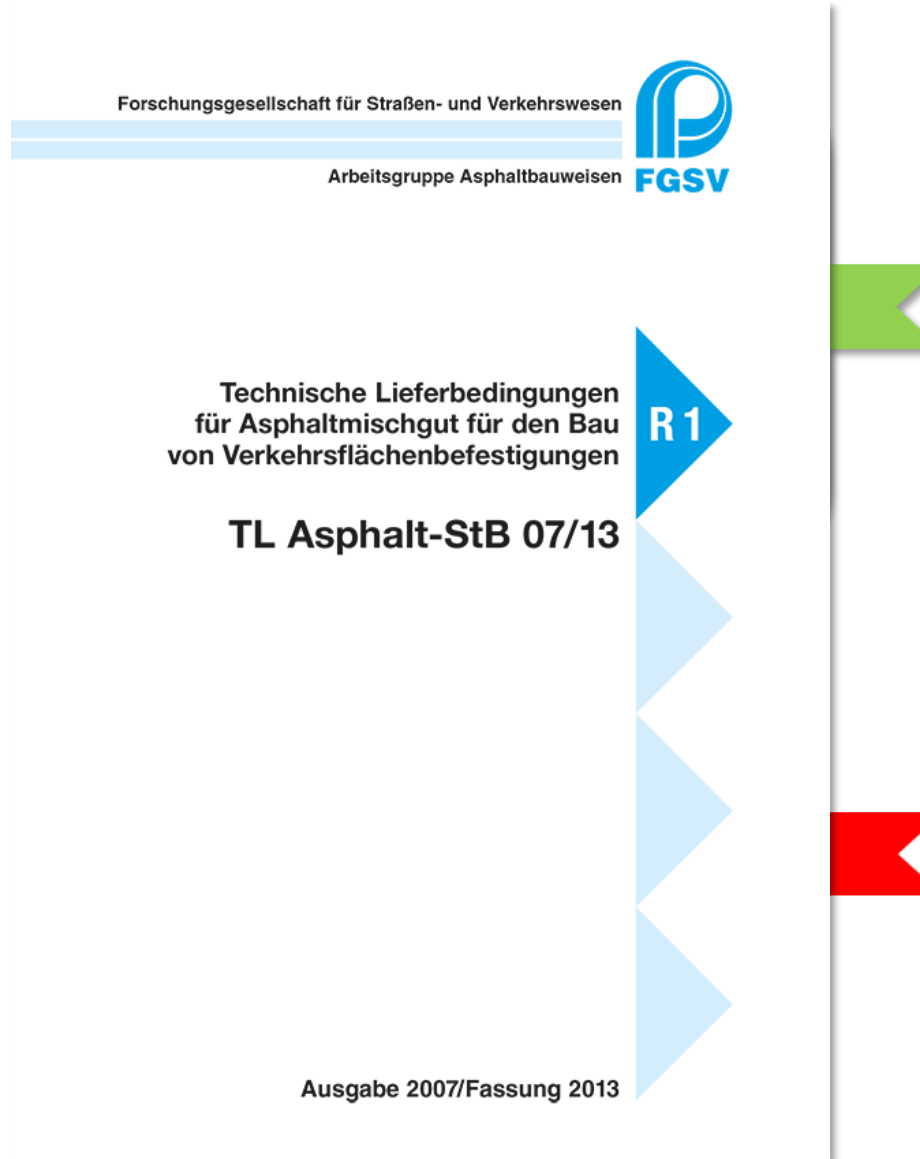
Rejuvenatoren (Verjüngungsmittel) sind Stoffe, die das gealterte Bitumen, vor allem im Bereich der Gebrauchstemperaturen, wieder annähernd in den Bereich seines physikalischen und rheologischen Ausgangszustands versetzen.



Herstellung i.d.R. aus

- nachwachsenden Rohstoffen
- mineralölhaltigen Roh- oder Reststoffen

Einsatz nach dem aktuellen Regelwerk möglich?



Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen

Arbeitsgruppe Asphaltbauweisen

The logo for FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen) consists of a blue stylized 'P' inside a circle, with the letters 'FGSV' in blue below it.

Technische Lieferbedingungen
für Asphaltmischgut für den Bau
von Verkehrsflächenbefestigungen

R 1

TL Asphalt-StB 07/13

Ausgabe 2007/Fassung 2013

Zusatz

Bestandteil, der dem Bindemittel oder dem Asphaltmischgut in geringen Mengen zugegeben werden kann, um die Eigenschaften des Asphaltmischgutes zu verbessern.



Zusatz

Bestandteil, der dem Bindemittel oder dem Asphaltmischgut in geringen Mengen zugegeben werden kann, um die Eigenschaften des Asphaltmischgutes zu verbessern.

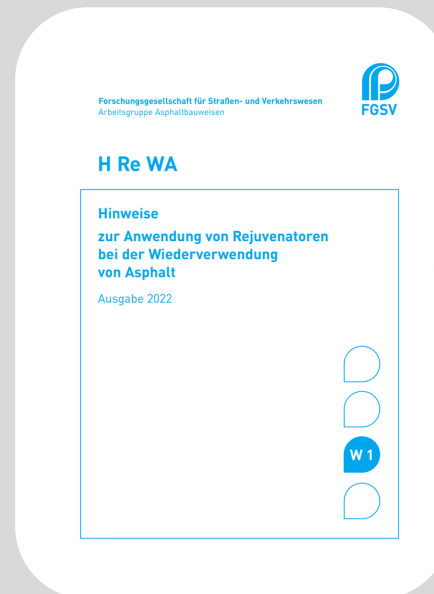
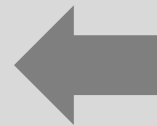
Zusätze

Es dürfen nur Zusätze zum Asphaltmischgut verwendet werden, über deren Anwendung nachweislich ausreichende positive Erfahrungen vorliegen.

- Nachweis der Wirksamkeit von einigen **Rejuvenatoren** wurde auf der Bindemittlebene bereits in mehreren Arbeiten erbracht
 - Höhere Zugabeanteile an Asphaltgranulat im Asphaltmischgut möglich
 - Verwendung von stark gealterten Asphaltgranulaten möglich

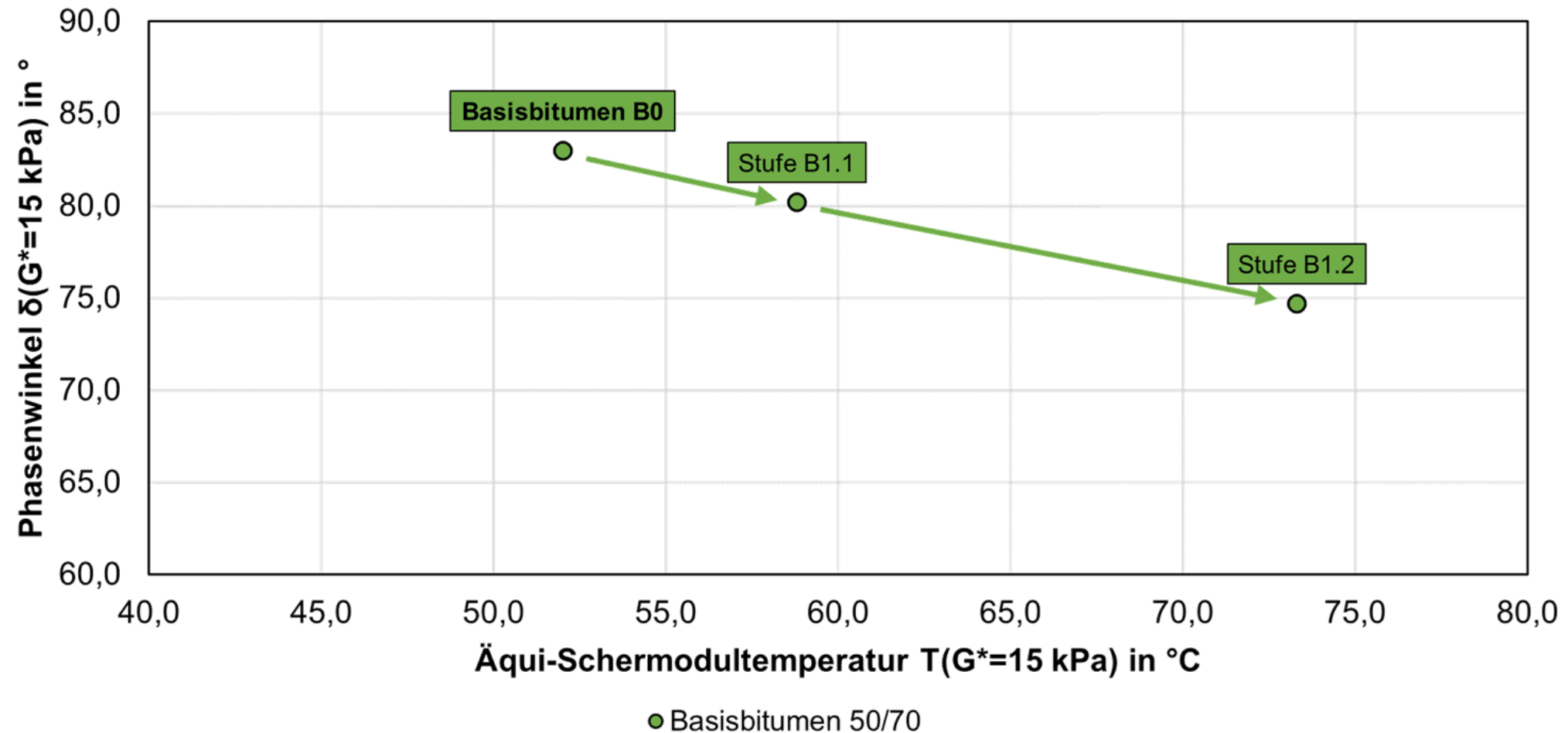
Labormaßstab

**Effizienz / Wirkung
des Rejuvenators
auf **Bitumen-** und
Asphaltebene**

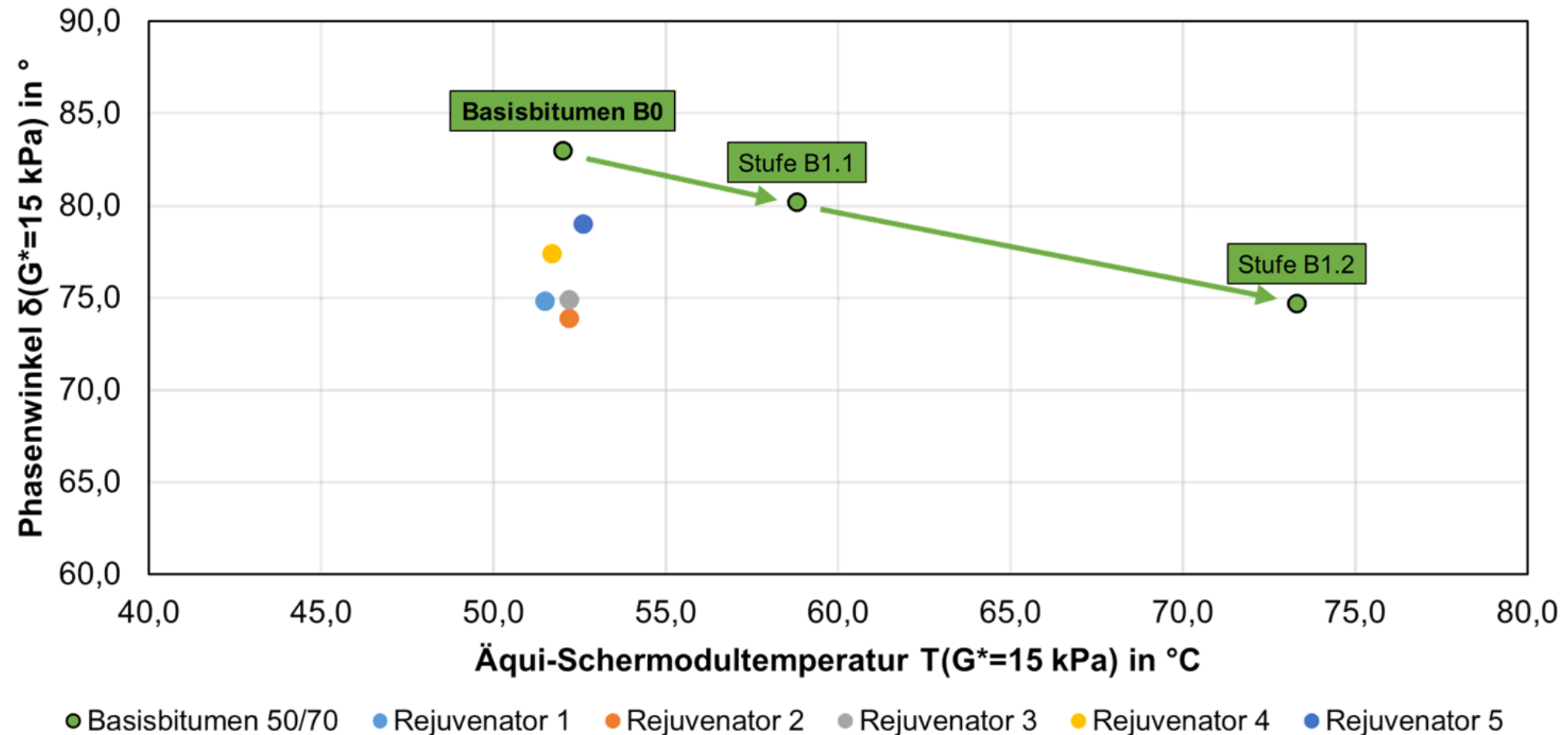


**Langzeitwirkung
des Rejuvenators
auf **Bitumen-** und
Asphaltebene**

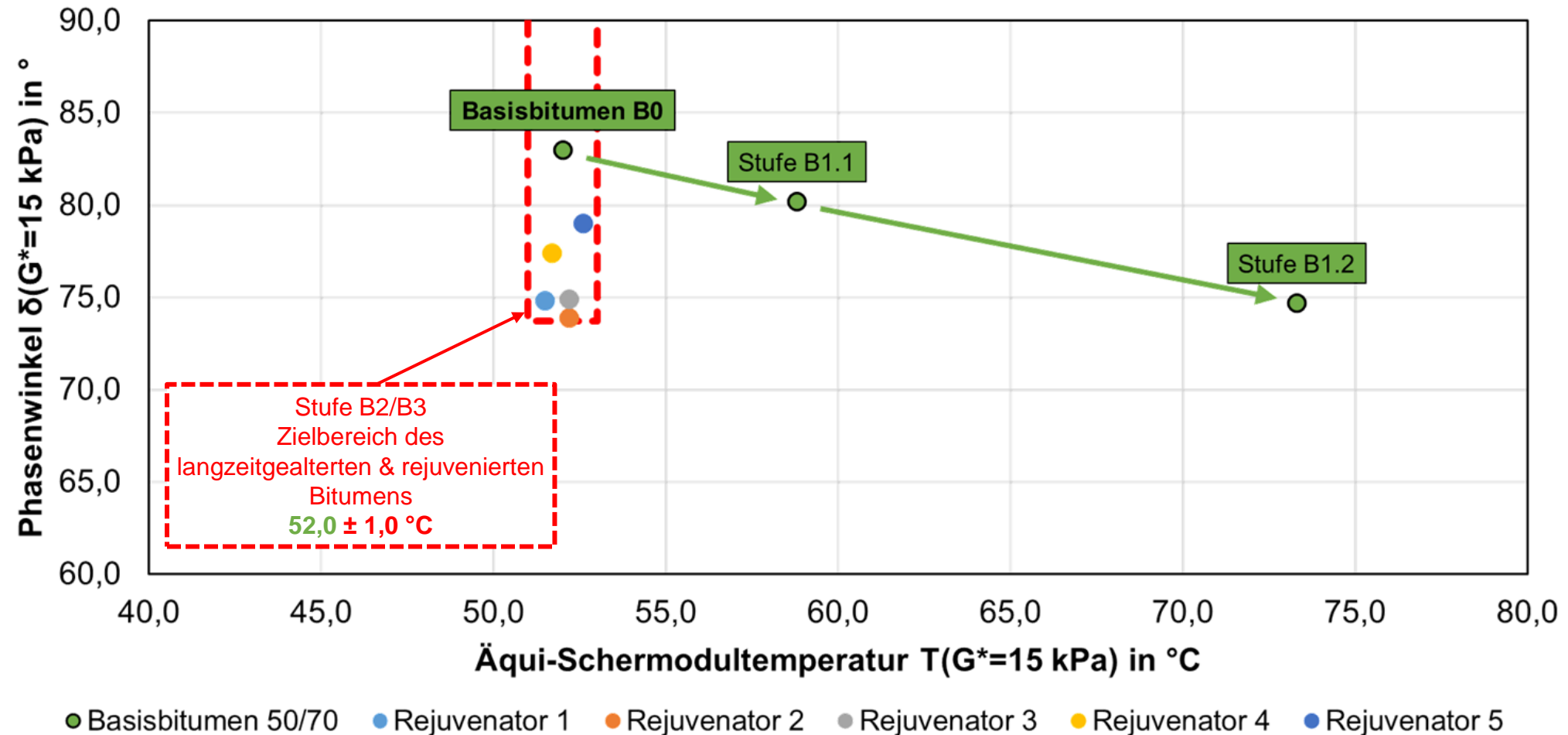
Ergebnisse zum Verformungsverhalten im DSR auf Bitumenebene



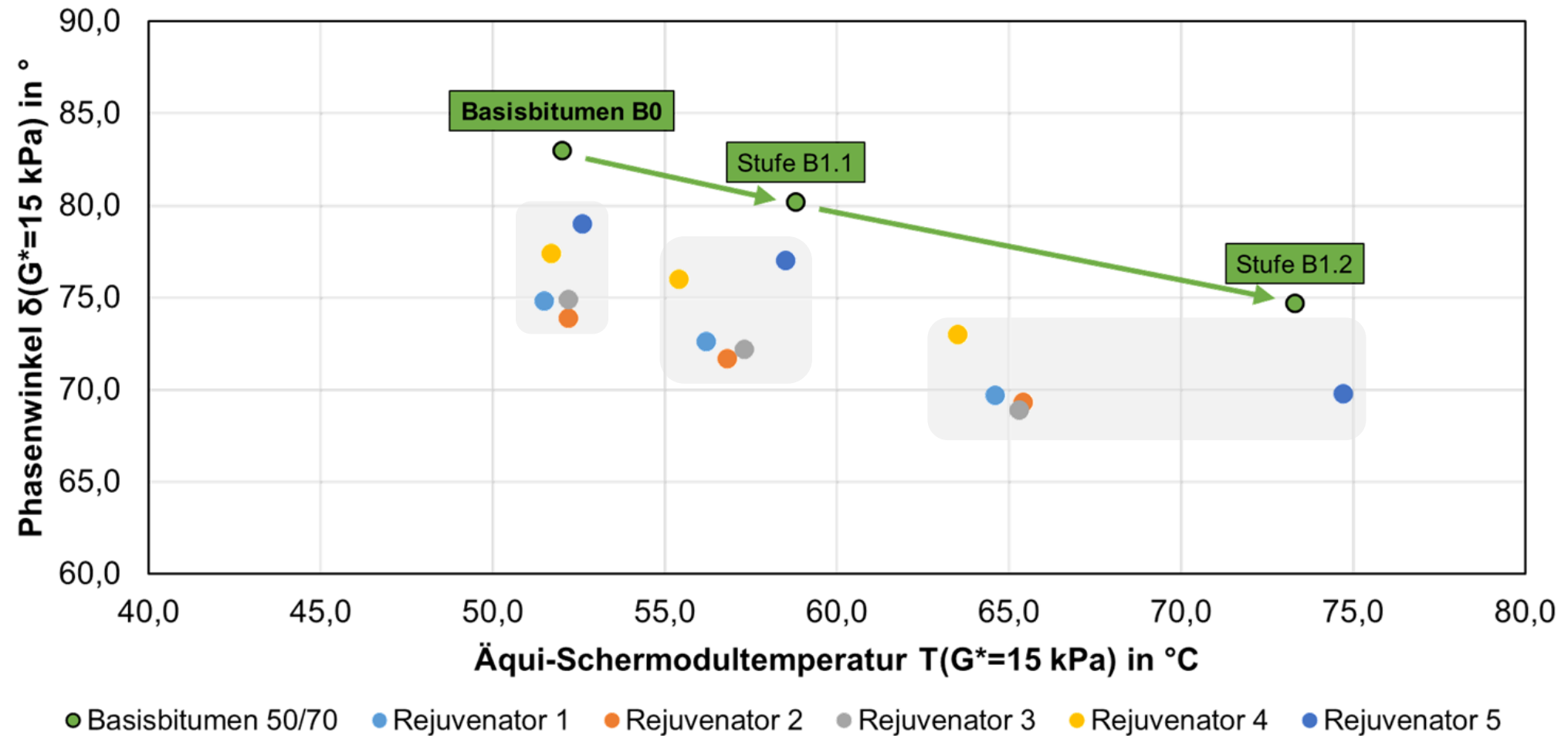
Ergebnisse zum Verformungsverhalten im DSR auf Bitumenebene

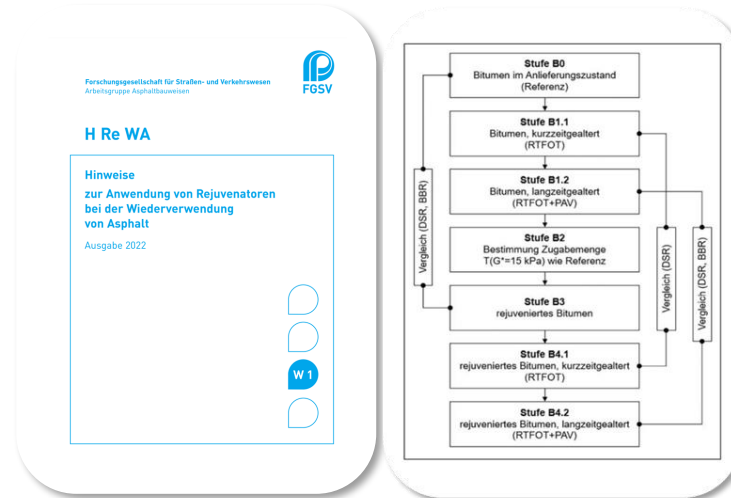


Ergebnisse zum Verformungsverhalten im DSR auf Bitumenebene



Ergebnisse zum Verformungsverhalten im DSR auf Bitumenebene





- Das H Re WA unterscheidet auf Bitumenebene zwischen einfache (ER) und multiple Rejuvenatoren (MR)
- Insgesamt wurde 5 Rejuvenatoren nach den Vorgaben der H Re WA untersucht (5 x PTM)

Fazit:

- Alle 5 wurden als einfache (ER) Rejuvenatoren eingestuft
- Bisher ist kein multipler Rejuvenator bekannt

Zuordnungskriterien gemäß Tabelle 1 der H Re WA 2022

Stufe der Bitumenebene	Anforderung	Rejuvenator 1		Rejuvenator 2		Rejuvenator 3		Rejuvenator 4		Rejuvenator 5	
		ER	MR	ER	MR	ER	MR	ER	MR	ER	MR

Kurz- und Langzeitgealtertes sowie rejuveniertes Bitumen (B3) im Vergleich zum Bitumen im Anlieferungszustand (B0) sowie zum ausschließlichen kurz- und langzeitgealterten Bitumen (B1.2)

$T_{(B3)}$ ($G^* = 15 \text{ kPa}$) in °C	ER: $T_{(B3)} = T_{(B0)} \pm 1,0$ MR: $T_{(B3)} = T_{(B0)} \pm 1,0$	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
$\delta_{(B3)}$ ($G^* = 15 \text{ kPa}$) in °	ER: $\delta_{(B3)} \geq \delta_{(B1.2)} - 1,0$ MR: $\delta_{(B3)} = \delta_{(B0)} \pm 1,0$	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x
$T_{(S,B3)}$ ($S = 300 \text{ MPa}$) in °C	ER: $T_{(S,B3)} \leq T_{(S,B0)} + 2,0$ MR: $T_{(S,B3)} = T_{(S,B0)} \pm 2,0$	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓
$T_{(m,B3)}$ ($m = 0,3$) in °C	ER: $T_{(m,B3)} \leq T_{(m,B0)} + 2,0$ MR: $T_{(m,B3)} = T_{(m,B0)} \pm 2,0$	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓

Erneut kurzzeitgealtertes Bitumen (nach vorheriger Kurz- und Langzeitalterung sowie Rejuvenierung) (B4.1) im Vergleich zum ausschließlich kurzzeitgealterten Bitumen (B1.1)

$T_{(B4.1)}$ ($G^* = 15 \text{ kPa}$) in °C	ER: $T_{(B4.1)} \leq T_{(B1.1)} + 1,5$ MR: $T_{(B4.1)} = T_{(B1.1)} \pm 1,5$	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓
$\delta_{(B4.1)}$ ($G^* = 15 \text{ kPa}$) in °	MR: $\delta_{(B4.1)} = \delta_{(B1.1)} \pm 1,5$	-	x	-	x	-	x	-	x	-	x

Erneut kurz- und langzeitgealtertes Bitumen (nach vorheriger Kurz- und Langzeitalterung sowie Rejuvenierung) (B4.2) im Vergleich zum ausschließlichen kurz- und langzeitgealterten Bitumen (B1.2)

$T_{(B4.2)}$ ($G^* = 15 \text{ kPa}$) in °C	ER: $T_{(B4.2)} \leq T_{(B1.2)} + 3,0$ MR: $T_{(B4.2)} = T_{(B1.2)} \pm 3,0$	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓
$\delta_{(B4.2)}$ ($G^* = 15 \text{ kPa}$) in °	MR: $\delta_{(B4.2)} = \delta_{(B1.2)} \pm 2,0$	-	x	-	x	-	x	-	✓	-	x
$T_{(S,B4.2)}$ ($S = 300 \text{ MPa}$) in °C	ER: $T_{(S,B4.2)} \leq T_{(S,B1.2)} + 3,0$ MR: $T_{(S,B4.2)} = T_{(S,B1.2)} \pm 3,0$	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓
$T_{(m,B4.2)}$ ($m = 0,3$) in °C	ER: $T_{(m,B4.2)} \leq T_{(m,B1.2)} + 3,0$ MR: $T_{(m,B4.2)} = T_{(m,B1.2)} \pm 3,0$	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓



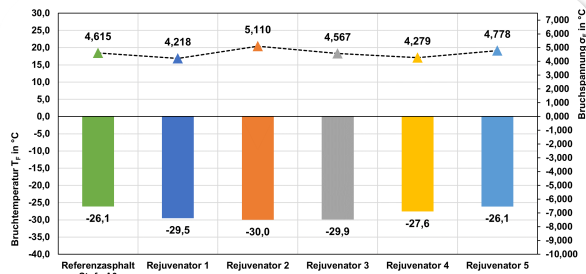
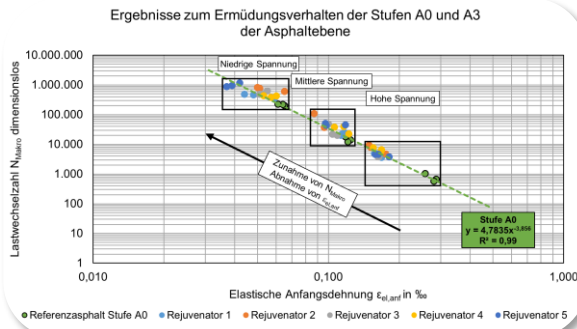
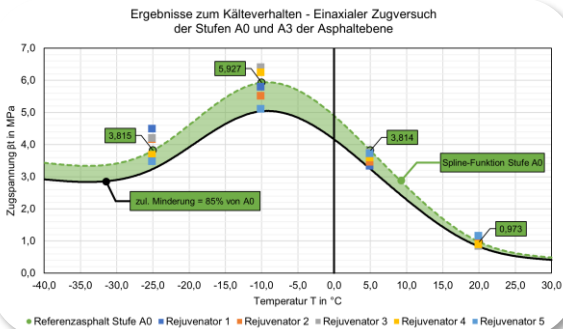
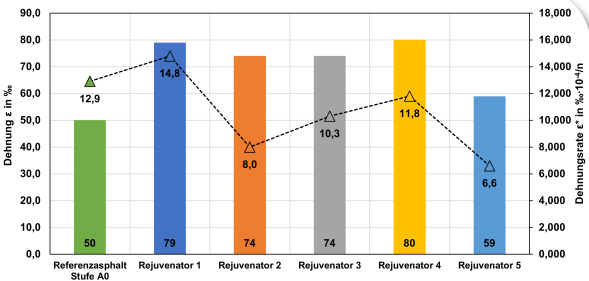
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
Arbeitsgruppe Asphaltbauweisen
FGSV

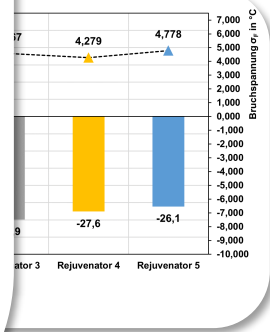
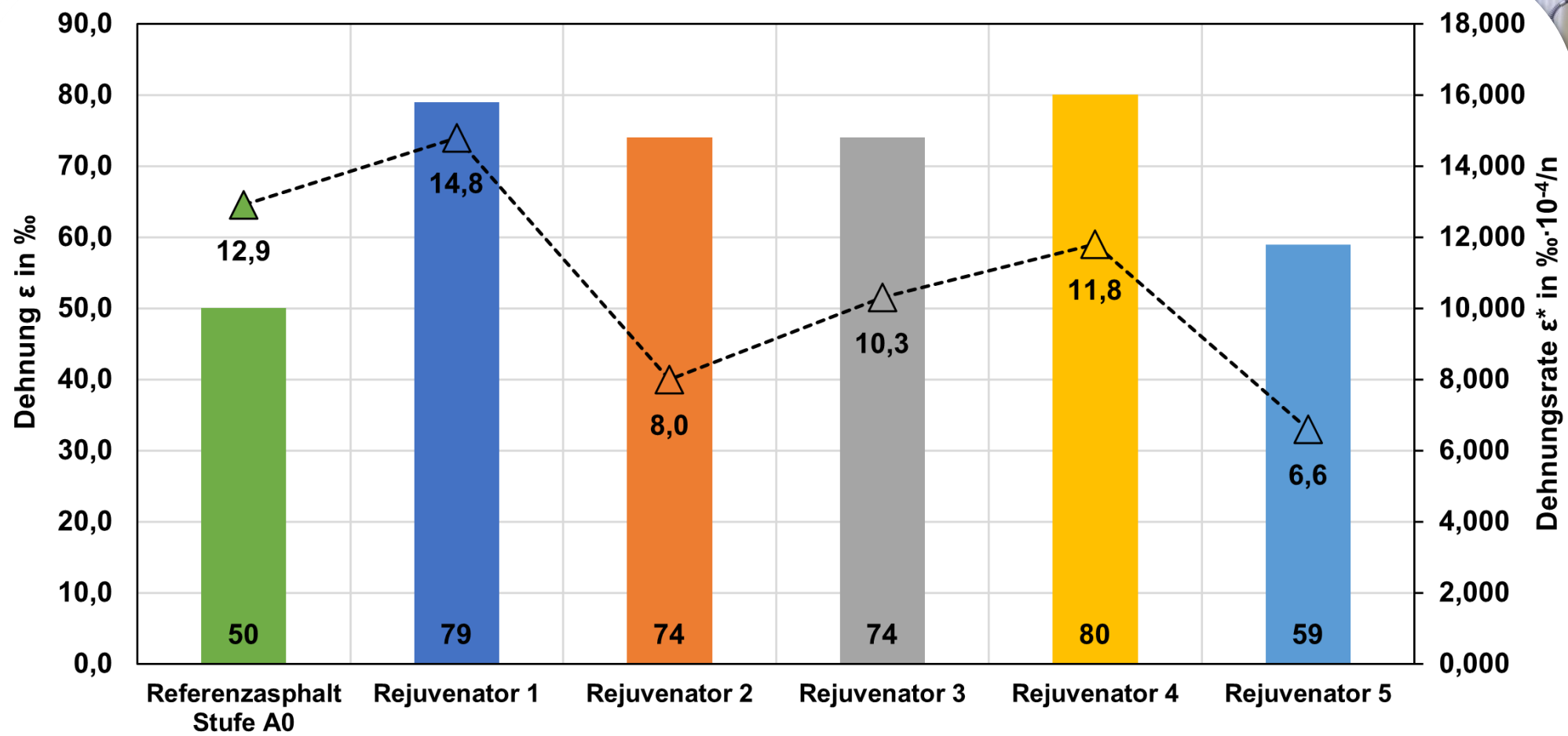
H Re WA

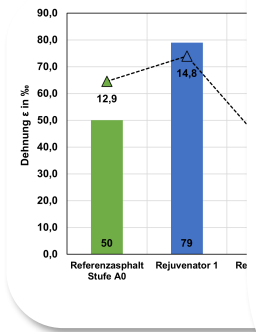
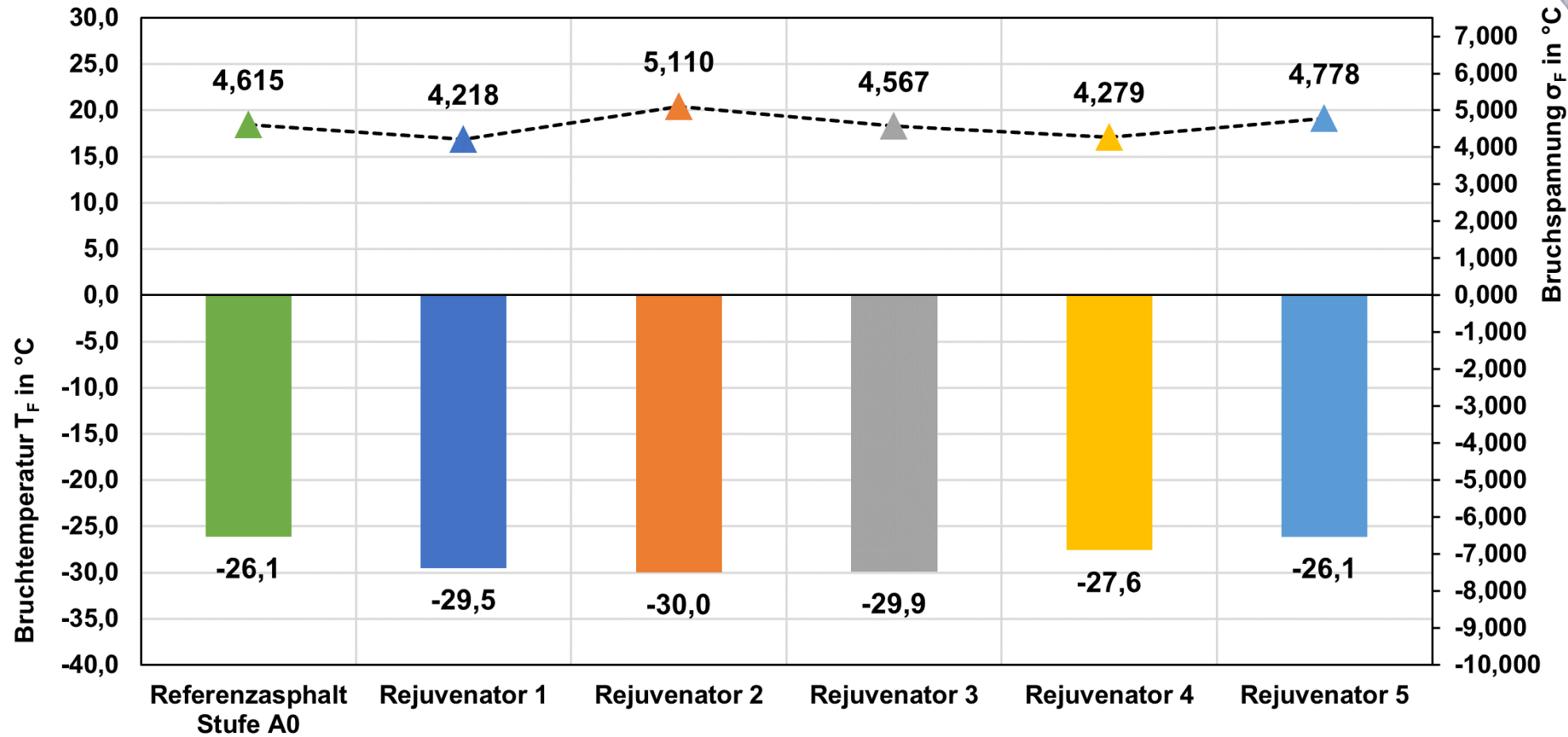
Hinweise
zur Anwendung von Rejuvenatoren
bei der Wiederverwendung
von Asphalt
Ausgabe 2022



Performancekriterium	Prüfverfahren	Prüfvorschrift
Haftverhalten	Wasserempfindlichkeit von Asphalt-Probekörpern (ITSR)	TP Asphalt-StB, Teil 12
Kälteverhalten	Einaxialer Zugversuch und Abkühlversuch	TP Asphalt-StB, Teil 46 A
Ermüdungsverhalten	Spaltzug-Schwellversuch bei 20 °C oder Einaxialer Zug-Schwellversuch bei 20, 10, 0 und -10 °C	TP Asphalt-StB, Teil 24 TP Asphalt-StB, Teil 46 B
Verformungsverhalten	Einaxialer Druck-Schwellversuch ^{*)} oder Dynamischer Stempeleindringversuch	TP Asphalt-StB, Teil 25 B 1 TP Asphalt-StB, Teil 25 A 2







Bitumenebene

- Annähernde Wiederherstellung der rheologischen Eigenschaften eines durch Alterung veränderten Bitumens möglich
- Phasenwinkel des rejuvenierten Bindemittelgemisches
 - Erreicht nicht mehr den hohen Wert eines Frischbitumens
 - Beim Mehrfachrecycling reduziert sich der Phasenwinkel mit jedem Zyklus
- Bisher ausschließlich einfache Rejuvenatoren nach HA Re WA

Asphaltebene

- Verformungsverhalten der rejuvenierten Gemische teilweise etwas schlechter als Referenz
- Kälteverhalten bei allen bisher geprüften Varianten besser als Referenz

Step 1

Effizienz / Wirkung
des Rejuvenators
auf **Bitumen-** und
Asphaltebene



Labormaßstab

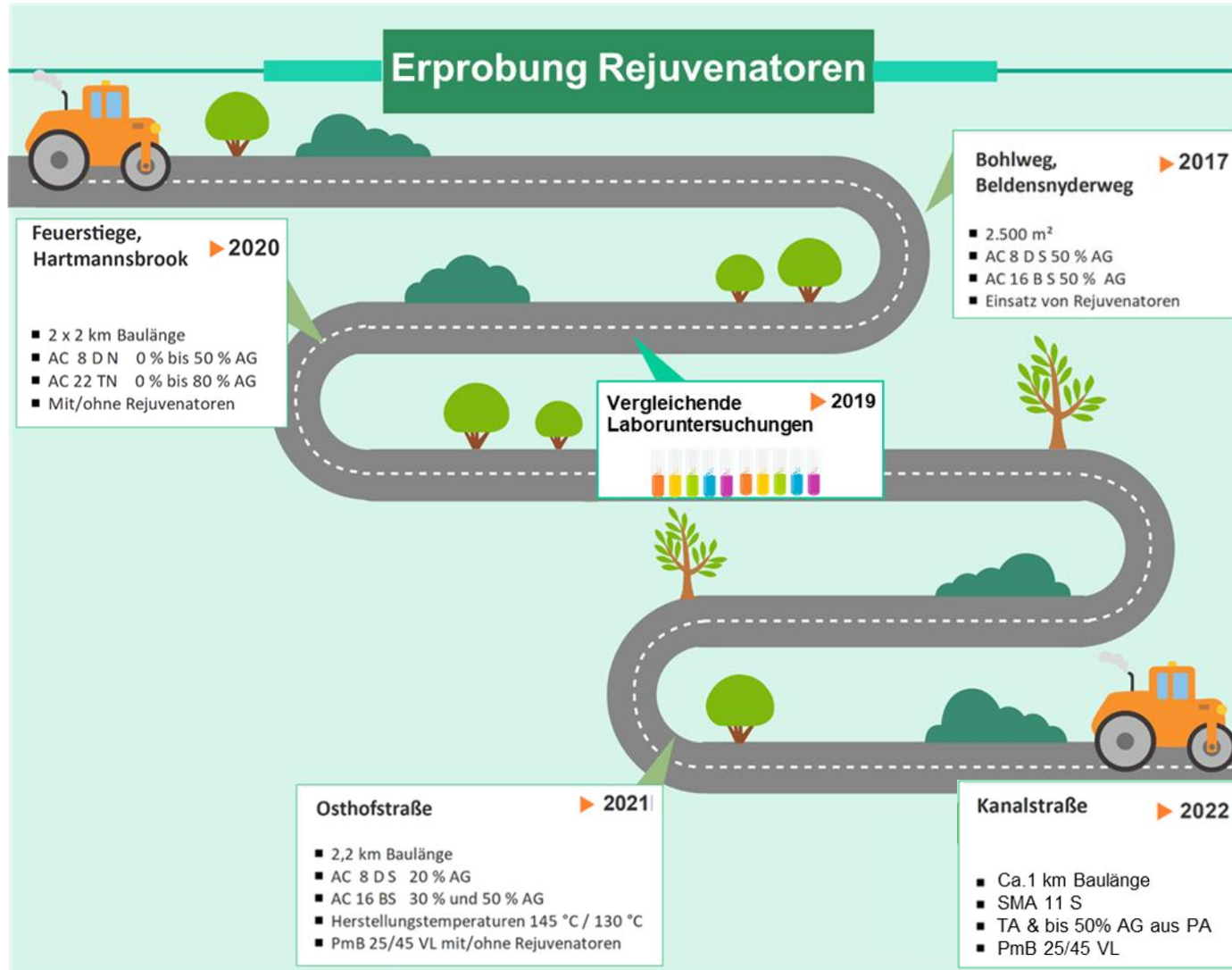


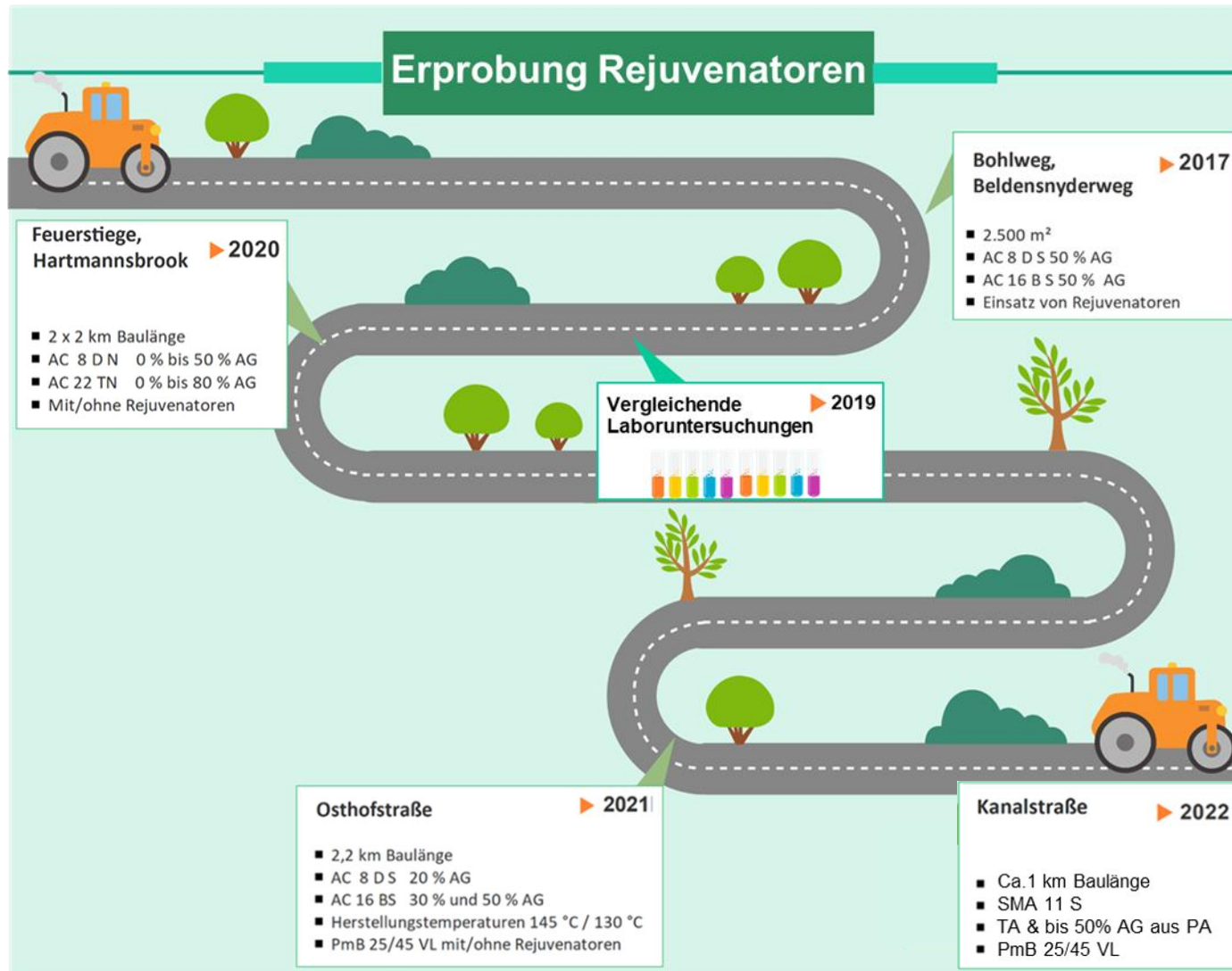
Langzeitwirkung
des Rejuvenators
auf **Bitumen-** und
Asphaltebene

Step 2

Praxiserprobung

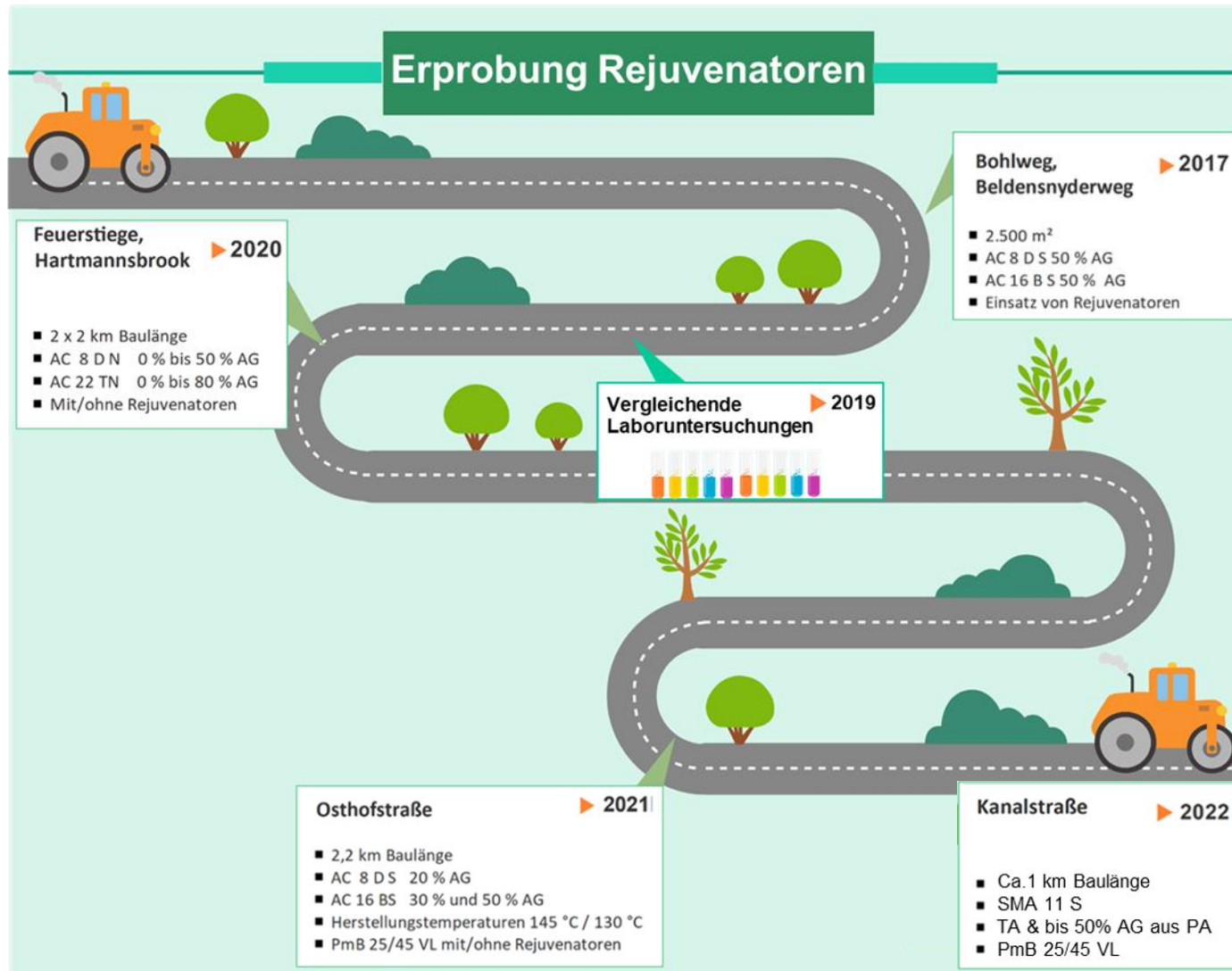






- Anwohnerstraße
- Asphaltbeton
- RuK AG > 77 °C



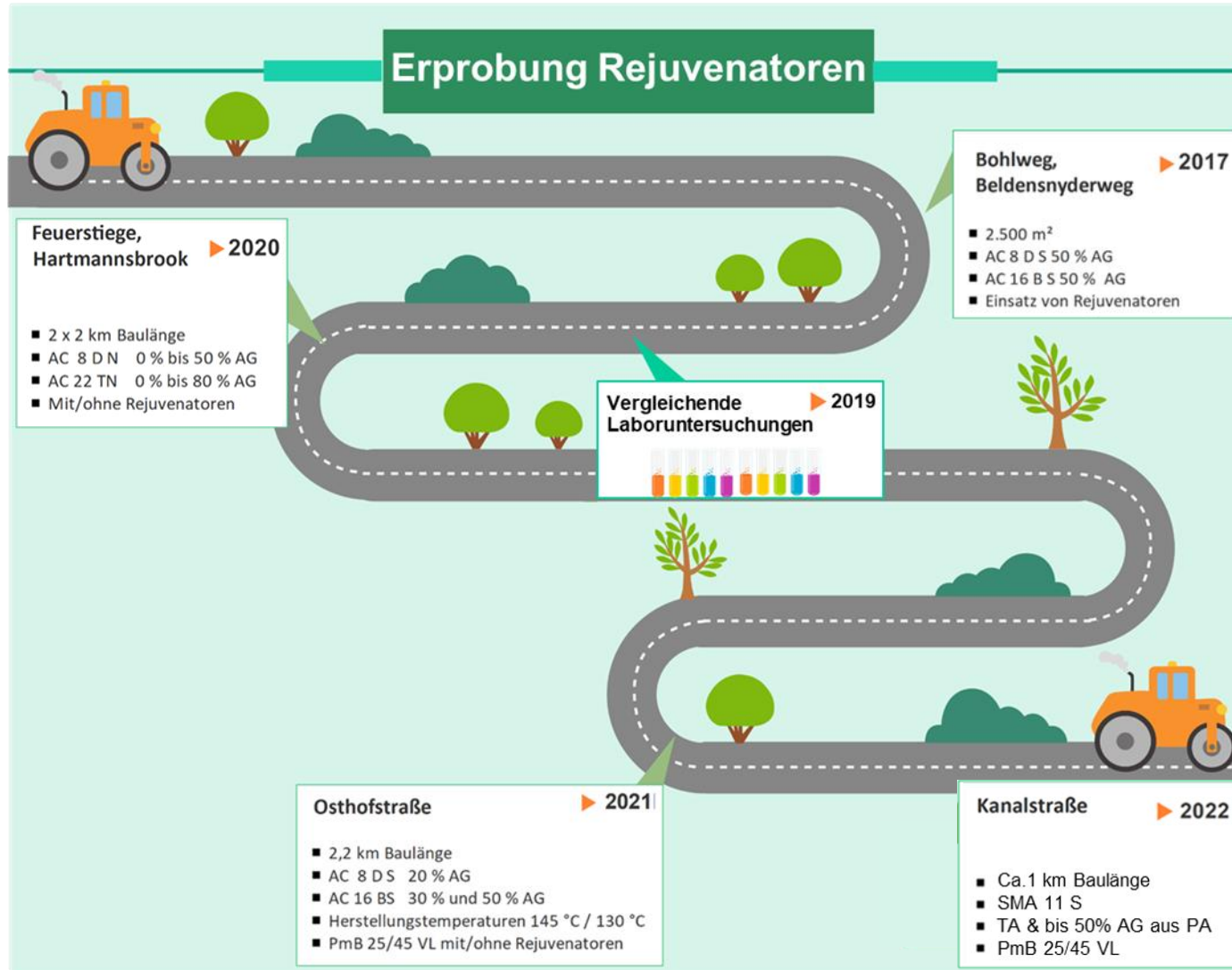


- Anwohnerstraße
- Asphaltbeton
- RuK AG > 77 °C



- Wirtschaftswege
- Asphaltbeton
- Vergleich +/- Rejuvenator





- Anwohnerstraße
- Asphaltbeton
- RuK AG > 77 °C

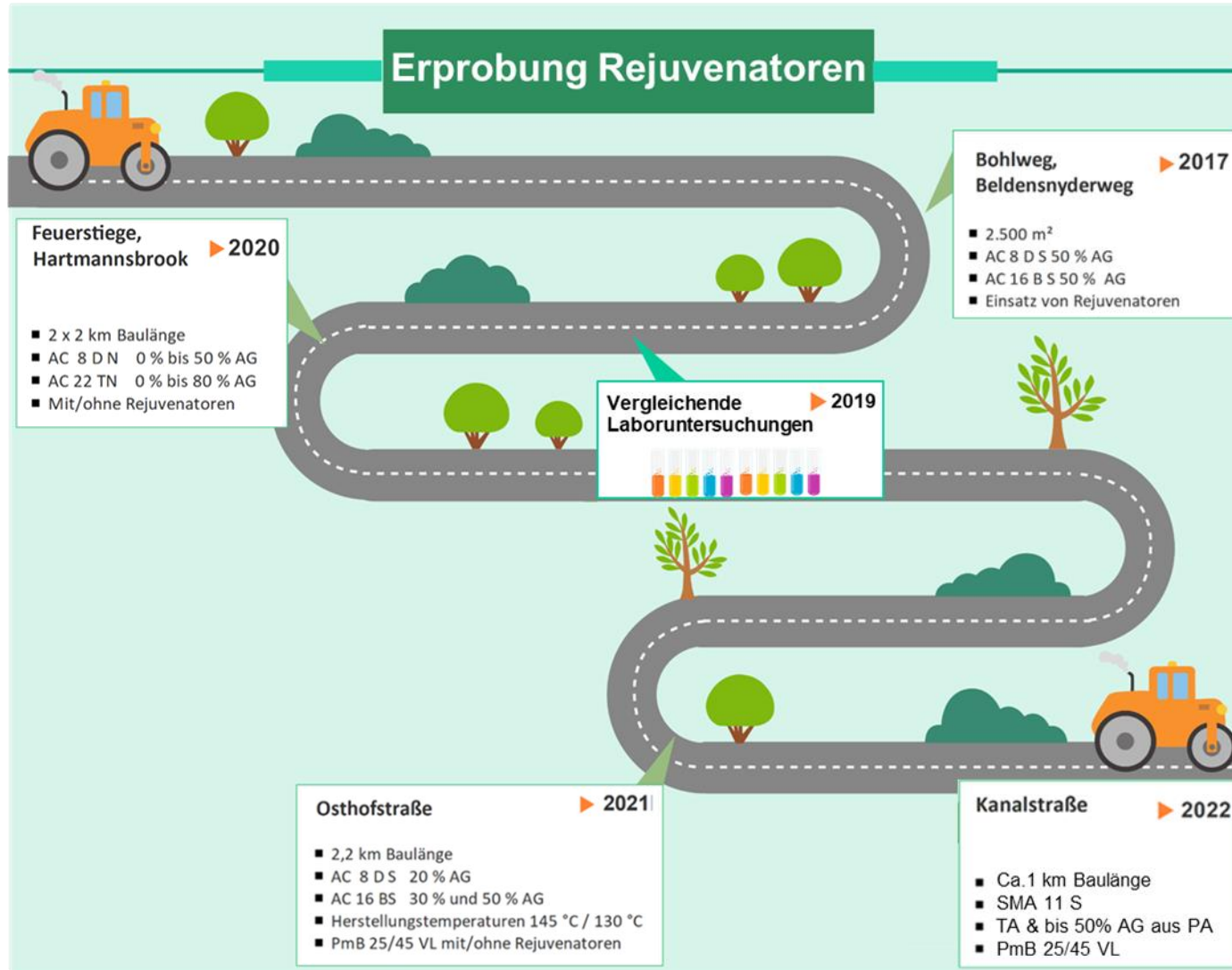


- Wirtschaftswege
- Asphaltbeton
- Vergleich +/- Rejuvenator



- Kreisstraße
- Asphaltbeton
- Vergleich +/- Rejuvenator
- Temperaturabsenkung





- Anwohnerstraße
- Asphaltbeton
- RuK AG > 77 °C



- Wirtschaftswege
- Asphaltbeton
- Vergleich +/- Rejuvenator



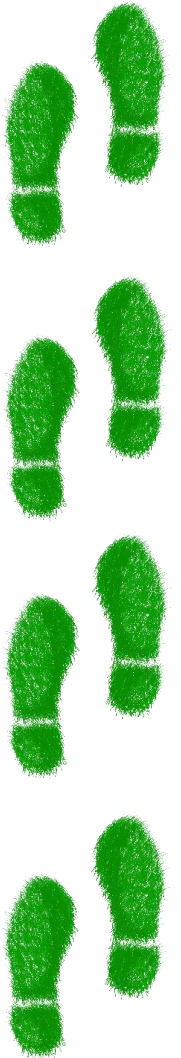
- Kreisstraße
- Asphaltbeton
- Vergleich +/- Rejuvenator
- Temperaturabsenkung



- Kreisstraße
- Splittmastixasphalt
- Temperaturabsenkung
- Bis zu 50 % AG aus PA



- Unter der Verwendung geeigneter **Rejuvenatoren** kann Asphaltgranulat hochwertig und in großen Anteilen im Asphaltmischgut wiederverwendet werden
- Temperaturabsenkung unter Verwendung von höheren Mengen an AG mit **Rejuvenatoren** ist möglich
 - Temperaturabsenkung und Wiederverwendung von Asphaltgranulat sowohl an Asphaltbetonen als auch Splittmastixasphalten erfolgreich umgesetzt.
- **Rejuvenatoren** werden somit zukünftig einen entscheidenden Beitrag zum Thema Nachhaltigkeit im Asphaltstraßenbau liefern.



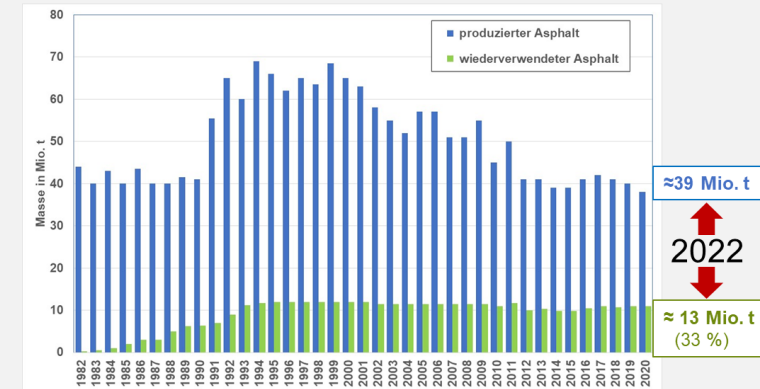
- **Erfahrungsliste („Positiv-Liste“) für Rejuvenatoren**
 - H Re WA als Grundlage für einheitliche Bewertung
 - Praxiserfahrungen aus Pilotstrecken

- **Rejuvenatoren als wichtiger Bestandteil des Transformationsprozesses**
 - Noch weiter Weg zum flächenhaften Einsatz „Bio-Bitumen“ als vollständige Substitution von Bitumen
 - Asphaltgranulat wird uns noch sehr lange begleiten

Bitumen- substitution



Jährlicher Rohstoffbedarf der Asphaltindustrie Asphaltproduktion und -wiederverwendung



Quelle: EAPA

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Umfassend analysieren

Fundierte bewerten

Praxisnah beraten

Nachhaltig ausschreiben



Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH

Frische Luft 155 – 44319 Dortmund

Tel.: +49 (0)231 / 9 27 12 10 – Fax.: +49 (0)231 / 9 27 12 122

www.ptm.net

Daniel.Gogolin@ptm.net