

Modifizierung von Asphalt
Additive, Zusatzstoffe und Kombiprodukte



Dr.-Ing. Daniel Gogolin



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

Vorstellung

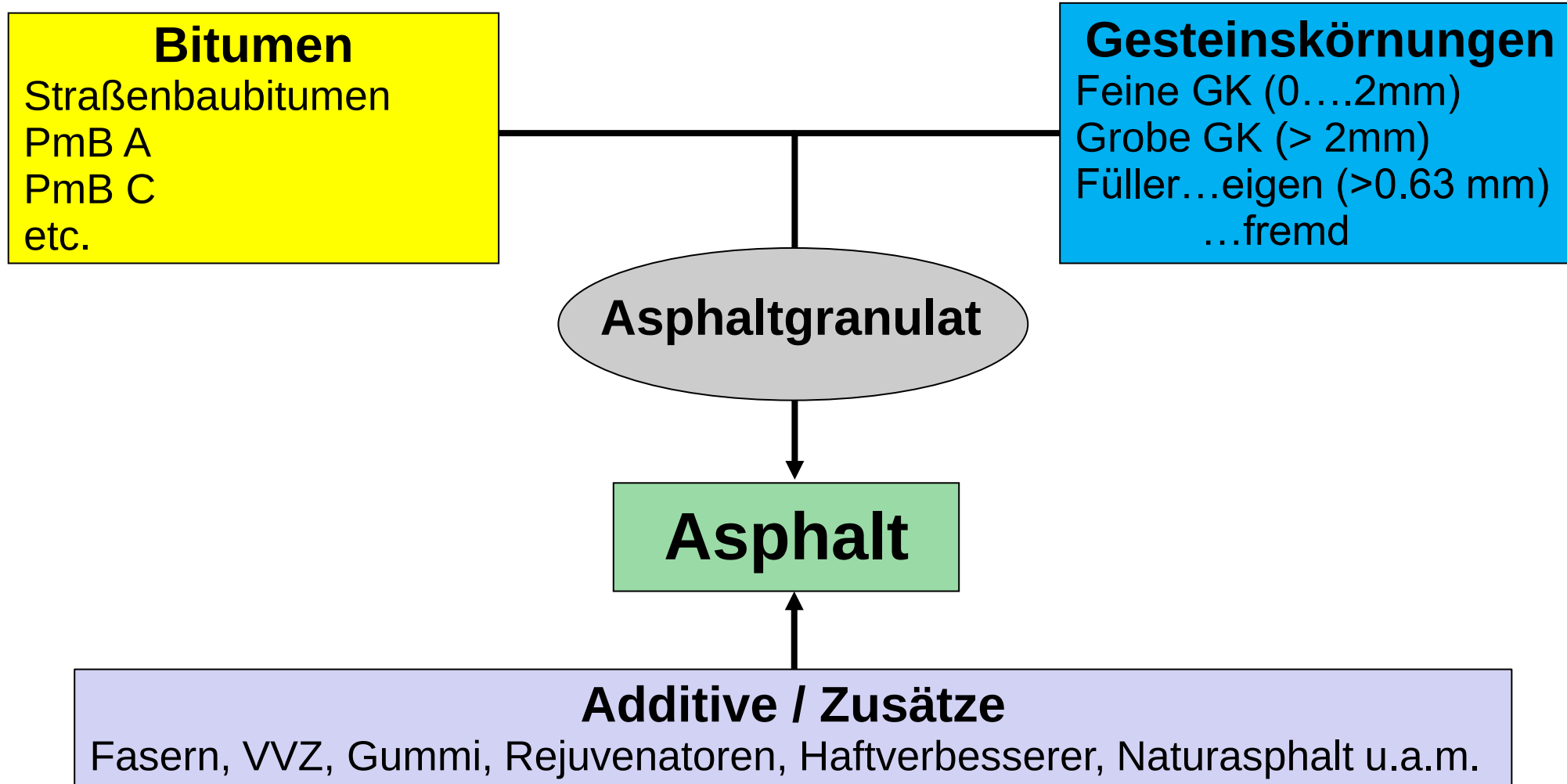
seit 2014	Geschäftsführer der Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH
seit 2011	Leiter der RAP-Stra-Prüfstelle der Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH
2006 bis 2011	Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Verkehrswegebau an der RUB
2000 bis 2006	Studium des Bauingenieurwesens an der RUB
seit 2019	Lehrbeauftragter an der Hochschule Duisburg-Essen
seit 2016	Vorstandsmitglied des Bundesverbands unabhängiger Institute für bautechnische Prüfungen e.V. (bup)
seit 2014	Lehrbeauftragter an der Hochschule Ruhr West
seit 2013	Ständiges Mitglied der RAP-Stra-Kommission NRW (VM NRW)
seit 2011	Ausbilder der Bildungszentren des Baugewerbes
seit 2006	Mitglied und Mitarbeit in verschiedenen Gremien der FGSV



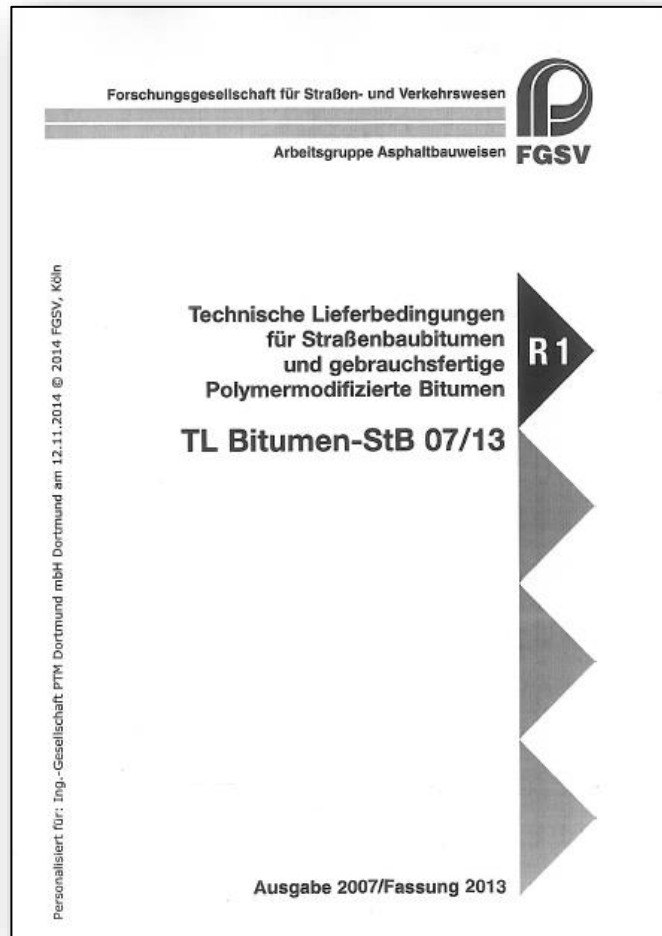
Dr.-Ing. Daniel Gogolin



Eigenschaften der Baustoffe beim Erstellen der Erstprüfung berücksichtigen!



Straßenbaubitumen und Polymermodifiziertes Bitumen



Anforderungen an:

- Straßenbaubitumen
- Polymermodifizierte Bitumen

Elastomermodifizierte
Bitumen (PmB A)



Plastomermodifizierte
Bitumen (PmB C)



Modifizierung von Bitumen/Asphalt

Vielzahl von Bindemitteln nach TL Bitumen-StB 07/13 zur Auswahl
– Wofür weitere?

- Steigende Verkehrsbelastungen
- Klimatische Veränderungen
- Wirtschaftlicher Druck
- Arbeitsschutz
- Umweltschutz
- etc.

Standardbindemittel nicht immer ausreichend



Neue Bindemittelkonzepte/
Additive/
Zusätze

Viskositätsverändernde Zusätze bzw. viskositätsveränderte Bindemittel



Viskositätsverändernde Zusätze...mineralische und organische

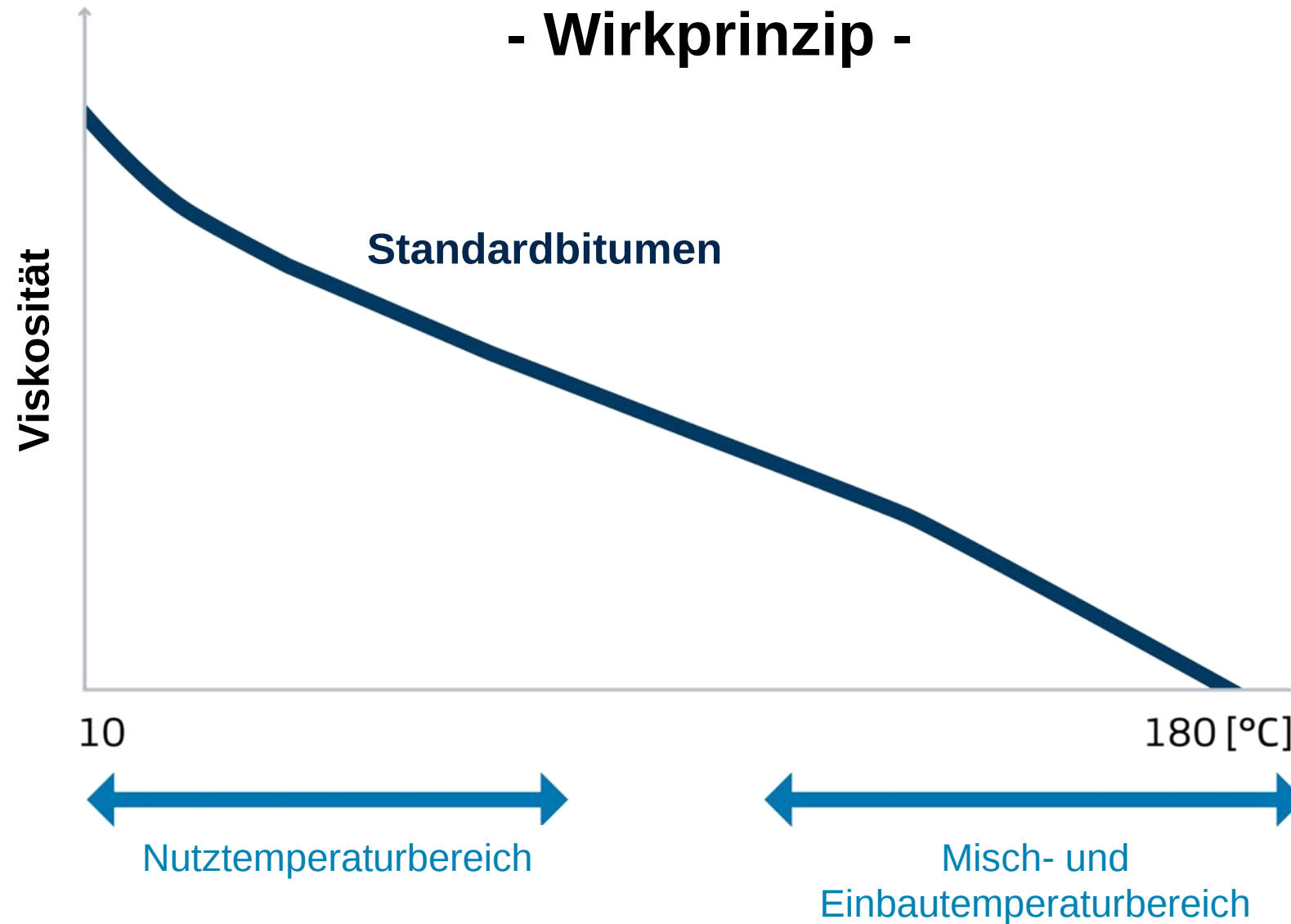
- **Mineralische** wirken nur zum Zeitpunkt des Einbaus
- **Organische Zusätze** sowohl beim Einbau, aber auch im eingebauten Asphalt

Regelwerke:

- Merkblatt für TA von Asphalt
- Leitfaden für Temperaturabgesenkte Asphalte
- Empfehlungen zur Klassifikation von viskositätsveränderte BM
- Empfehlungen für frühere Verkehrsfreigabe

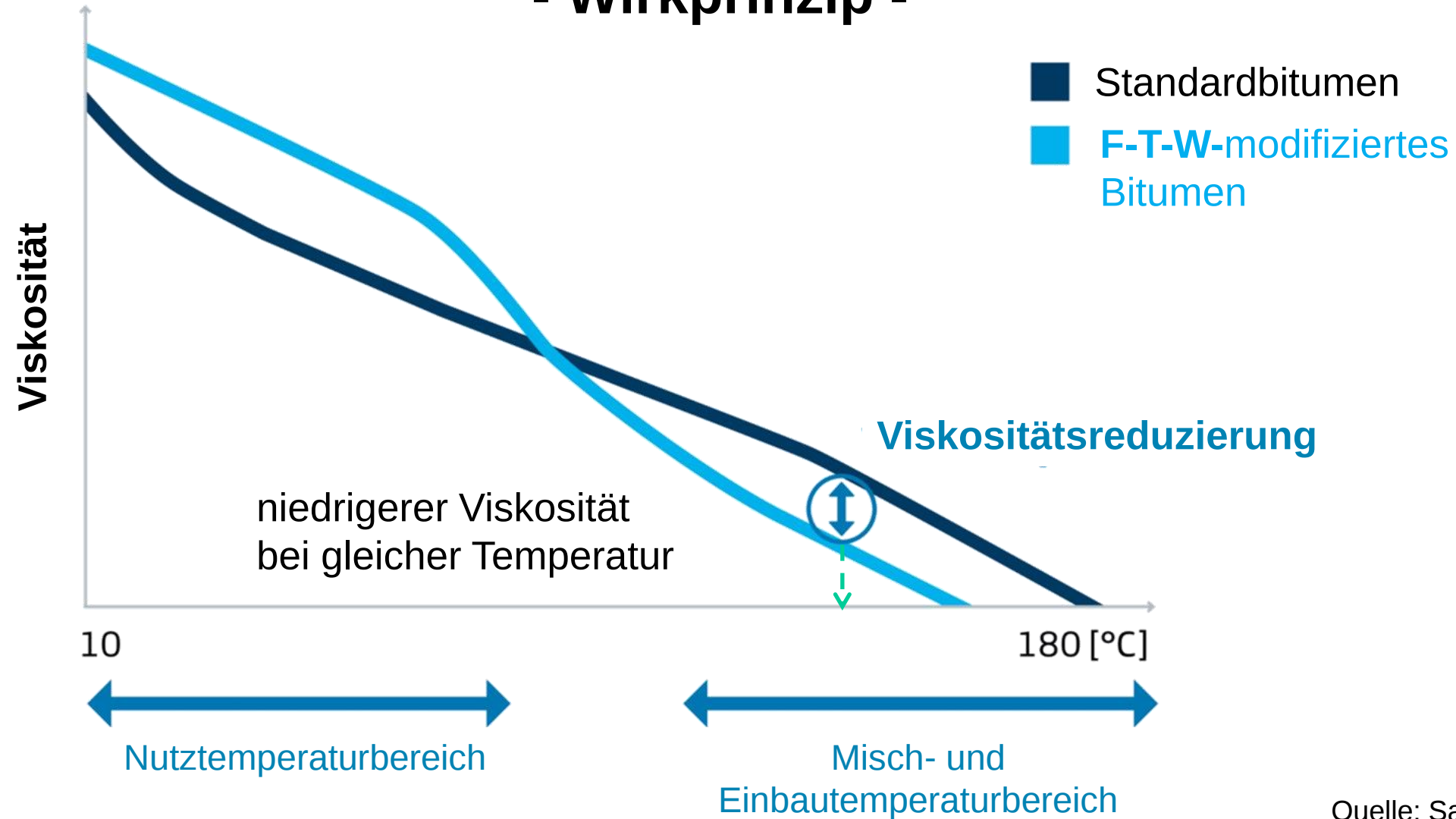


Viskositätsverändernde organische Zusätze (Wachs): - Wirkprinzip -



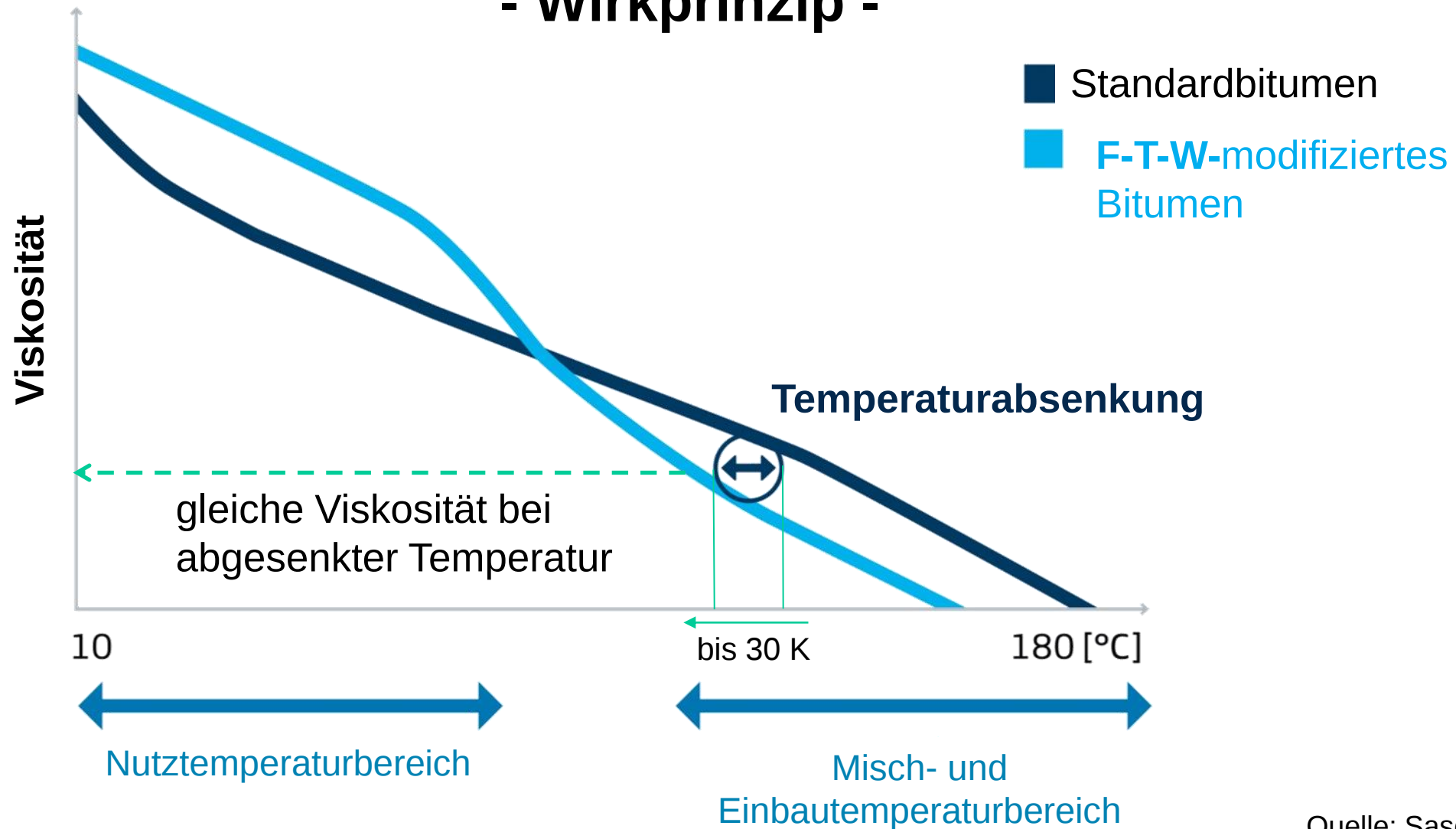
Quelle: Sasol

Viskositätsverändernde organische Zusätze (Wachs): - Wirkprinzip -



Quelle: Sasol

Viskositätsverändernde organische Zusätze (Wachs): - Wirkprinzip -



Quelle: Sasol

Produktneutrale Ausschreibung von BM mit VVZ

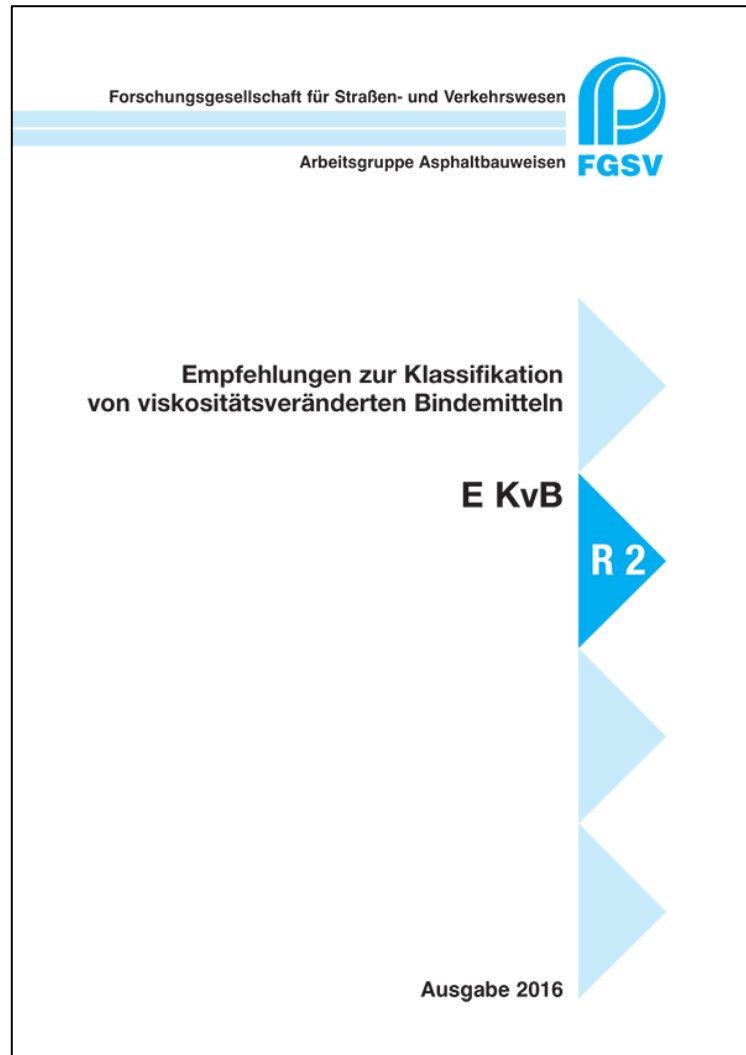


Tabelle 1: Klassifikation und Eigenschaften von gebrauchsfertigen viskositätsveränderten Straßenbaubitumen

Merkmal oder Eigenschaft	Einheit	Prüfmethode	15/25 VL	15/25 VH	25/35 VL	25/35 VH	35/50 VL	35/50 VH	50/80 VL	50/80 VH
Penetration bei 25 °C	0,1 mm	DIN EN 1426	15 bis 25		25 bis 35		35 bis 50		50 bis 80	
Äquisteifigkeits-temperatur T (G*=15 kPa) bei 1,59 Hz	°C	in Anlehnung an AL DSR-Prüfung (T-Sweep) ²⁾	60 bis 80		55 bis 75		50 bis 70		45 bis 65	
Phasenwinkel δ (G*=15 kPa) bei 1,59 Hz	°	in Anlehnung an AL DSR-Prüfung (T-Sweep) ²⁾	IA		IA		IA		IA	
Phasen-übergangs-temperatur T _{PT}	°C	AL DSR-Prüfung (konstante Scherrate)	80 ≤ T _{PT} < 100	100 ≤ T _{PT} ≤ 120	80 ≤ T _{PT} < 100	100 ≤ T _{PT} ≤ 120	80 ≤ T _{PT} < 100	100 ≤ T _{PT} ≤ 120	80 ≤ T _{PT} < 100	100 ≤ T _{PT} ≤ 120
Flammpunkt	°C	DIN EN ISO 2592	≥ 240		≥ 240		≥ 230		≥ 230	
Löslichkeit	%	DIN EN 12592	≥ 99,0		≥ 99,0		≥ 99,0		≥ 99,0	
Kraftduktilität bzw. Formänderungsarbeit		DIN EN 13589 DIN EN 13703	IA (empfohlene Starttemperatur T = 25 °C)		IA (empfohlene Starttemperatur T = 20 °C)		IA (empfohlene Starttemperatur T = 15 °C)		IA (empfohlene Starttemperatur T = 10 °C)	
Verformungsverhalten im Dynamischen Scherrheometer (DSR)		in Anlehnung an AL DSR-Prüfung (T-Sweep) ²⁾	IA		IA		IA		IA	
Verhalten bei tiefen Temperaturen: Biegebalkenrheometer (BBR):										
T (S=300 MPa)	°C	TL Bitumen-StB 07/13, Abschnitt 5.4	IA		IA		IA		IA	
T (m=0,3)	°C		IA		IA		IA		IA	
Beständigkeit gegen Verhärtung unter Einfluss von Wärme und Luft nach DIN EN 12607-1 bei 163 °C:										
Massenänderung ¹⁾	%	DIN EN 12607-1	≤ 0,5		≤ 0,5		≤ 0,5		≤ 0,8	
verbleibende Penetration	%	DIN EN 1426	≥ 55		≥ 53		≥ 50		≥ 46	

¹⁾ Die Massenänderung kann positiv oder negativ sein. ²⁾ siehe Abschnitt 1.3
IA für „Ist anzugeben“: Für die so bezeichnete Eigenschaft ist der Wert anzugeben.

Produktneutrale Ausschreibung von BM mit VVZ

Tabelle 1: Klassifikation und Eigenschaften von gebrauchsfertigen viskositätsveränderten Straßenbaubitumen

Merkmal oder Eigenschaft	Einheit	Prüfmethode	15/25 VL	15/25 VH	25/35 VL	25/35 VH	35/50 VL	35/50 VH	50/80 VL	50/80 VH
Penetration bei 25 °C	0,1 mm	DIN EN 1426	15 bis 25		25 bis 35		35 bis 50		50 bis 80	
Äquisteifigkeitstemperatur T ($G^*=15$ kPa) bei 1,59 Hz	°C	in Anlehnung an AL DSR-Prüfung (T-Sweep) ²⁾	60 bis 80		55 bis 75		50 bis 70		45 bis 65	
Phasenwinkel δ ($G^*=15$ kPa) bei 1,59 Hz	°	in Anlehnung an AL DSR-Prüfung (T-Sweep) ²⁾	IA		IA		IA		IA	
Phasenübergangstemperatur T_{PT}	°C	AL DSR-Prüfung (konstante Scherrate)	$80 \leq T_{PT} < 100$	$100 \leq T_{PT} \leq 120$	$80 \leq T_{PT} < 100$	$100 \leq T_{PT} \leq 120$	$80 \leq T_{PT} < 100$	$100 \leq T_{PT} \leq 120$	$80 \leq T_{PT} < 100$	$100 \leq T_{PT} \leq 120$

Produktneutrale Ausschreibung von BM mit VVZ

Tabelle 2: Klassifikation und Eigenschaften von gebrauchsfertigen viskositätsveränderten Polymermodifizierten Bitumen

Merkmal oder Eigenschaft	Einheit	Prüfmethode	PmB 10/25 VL	PmB 10/25 VH	PmB 25/45 VL	PmB 25/45 VH	PmB 45/80 VL	PmB 45/80 VH
Penetration bei 25 °C	0,1 mm	DIN EN 1426	10 bis 25		25 bis 45		45 bis 80	
Äquisteifigkeits- temperatur T (G*=15 kPa) bei 1,59 Hz	°C	in Anlehnung an AL DSR- Prüfung (T-Sweep) ²⁾	60 bis 80		55 bis 75		50 bis 70	
Phasenwinkel δ (G*=15 kPa) bei 1,59 Hz	°	in Anlehnung an AL DSR- Prüfung (T-Sweep) ²⁾	IA		IA		IA	
Phasen- übergangs- temperatur T _{PT}	°C	AL DSR- Prüfung (konstante Scherrate)	80 ≤ T _{PT} < 100	100 ≤ T _{PT} ≤ 120	80 ≤ T _{PT} < 100	100 ≤ T _{PT} ≤ 120	80 ≤ T _{PT} < 100	100 ≤ T _{PT} ≤ 120
Flammpunkt	°C	DIN EN ISO 2592	≥ 235		≥ 235		≥ 235	
Elastische Rückstellung bei 25 °C	%	DIN EN 13398	≥ 40		≥ 40		≥ 40	

Produktneutrale Ausschreibung von BM mit VVZ

Tabelle A 1: Gebrauchsfertige viskositätsveränderte Straßenbaubitumen

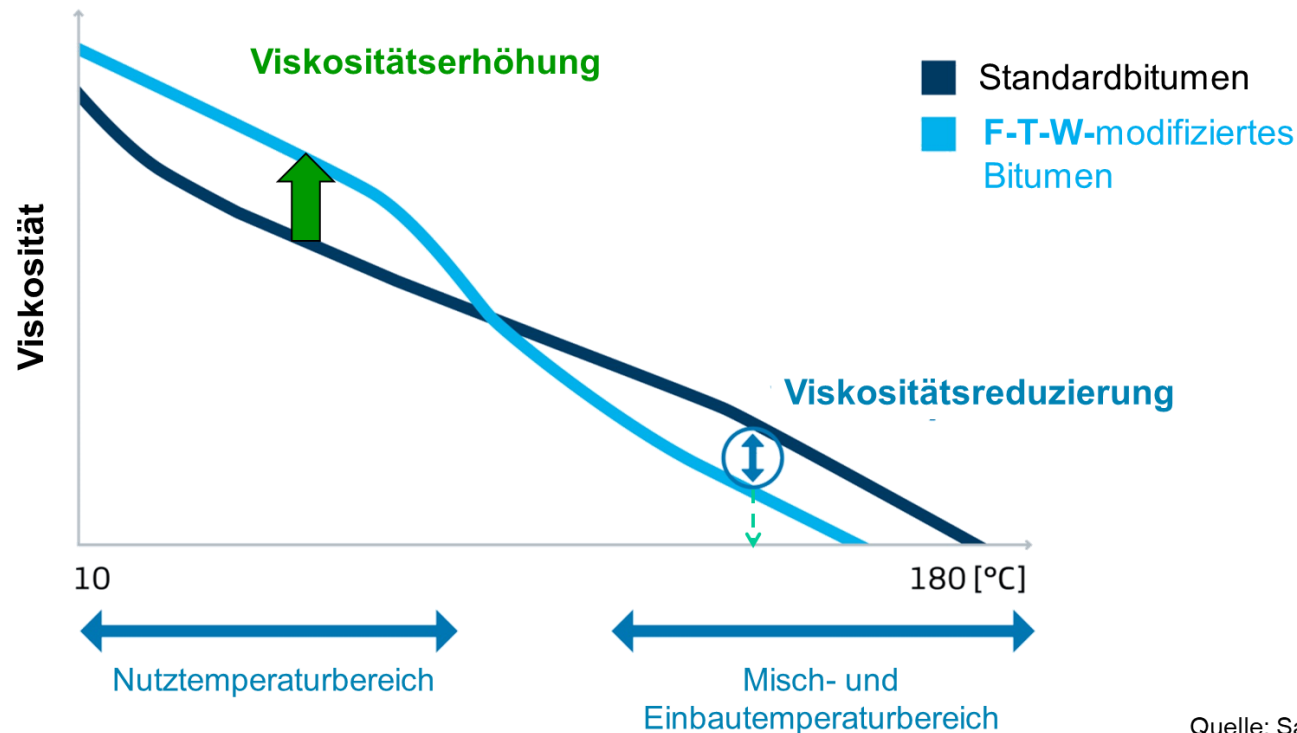
viskositäts- verändernder Zusatz Straßen- baubitumen	20/30	30/45	50/70	70/100
Fischer-Tropsch-Wachs	15/25 VL	25/35 VL	35/50 VL	50/80 VL
Fettsäureamid	15/25 VH	25/35 VH	35/50 VH	50/80 VH
Montanwachs + Wachs-Derivate	15/25 VH	25/35 VH	35/50 VH	50/80 VH
Montanwachs	15/25 VL	25/35 VL	35/50 VL	50/80 VL

Tabelle A 2: Gebrauchsfertige viskositätsveränderte Polymermodifizierte Bitumen

viskositäts- verändernder Zusatz Polymermodifiziertes Bitumen	10/40-65 A	25/55-55 A	45/80-50 A
Fischer-Tropsch-Wachs	PmB 10/25 VL	PmB 25/45 VL	PmB 45/80 VL
Fettsäureamid	PmB 10/25 VH	PmB 25/45 VH	PmB 45/80 VH
Montanwachs + Wachs-Derivate	PmB 10/25 VH	PmB 25/45 VH	PmB 45/80 VH
Montanwachs	PmB 10/25 VL	PmB 25/45 VL	PmB 45/80 VL

Vorteile von viskositätsverändernden organischen Additiven

- **Temperaturabsenkung** (heute vor allem im Gussasphalt)
- Verbesserung der Verarbeitbarkeit.....Prozesssicherheit !!
- Frühere Verkehrsfreigabe
- Erhöhung der Verformungsbeständigkeit



Quelle: Sasol

MAK-Wert für Bitumen

SONDERRUNDSCHREIBEN 10 / 2019
Dämpfe und Aerosole aus Bitumen – Festlegung eines neuen Arbeitsplatzgrenzwertes durch den Ausschuss für Gefahrstoffe – Übergangszeitraum von 5 Jahren beschlossen

Entscheidung des Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS):

- Arbeitsplatzgrenzwert für „Dämpfe und Aerosole“ auf $1,5 \text{ mg/m}^3$ festgesetzt
- Aussetzung des Grenzwerts für einen Zeitraum von 5 Jahren (31.12.2024)

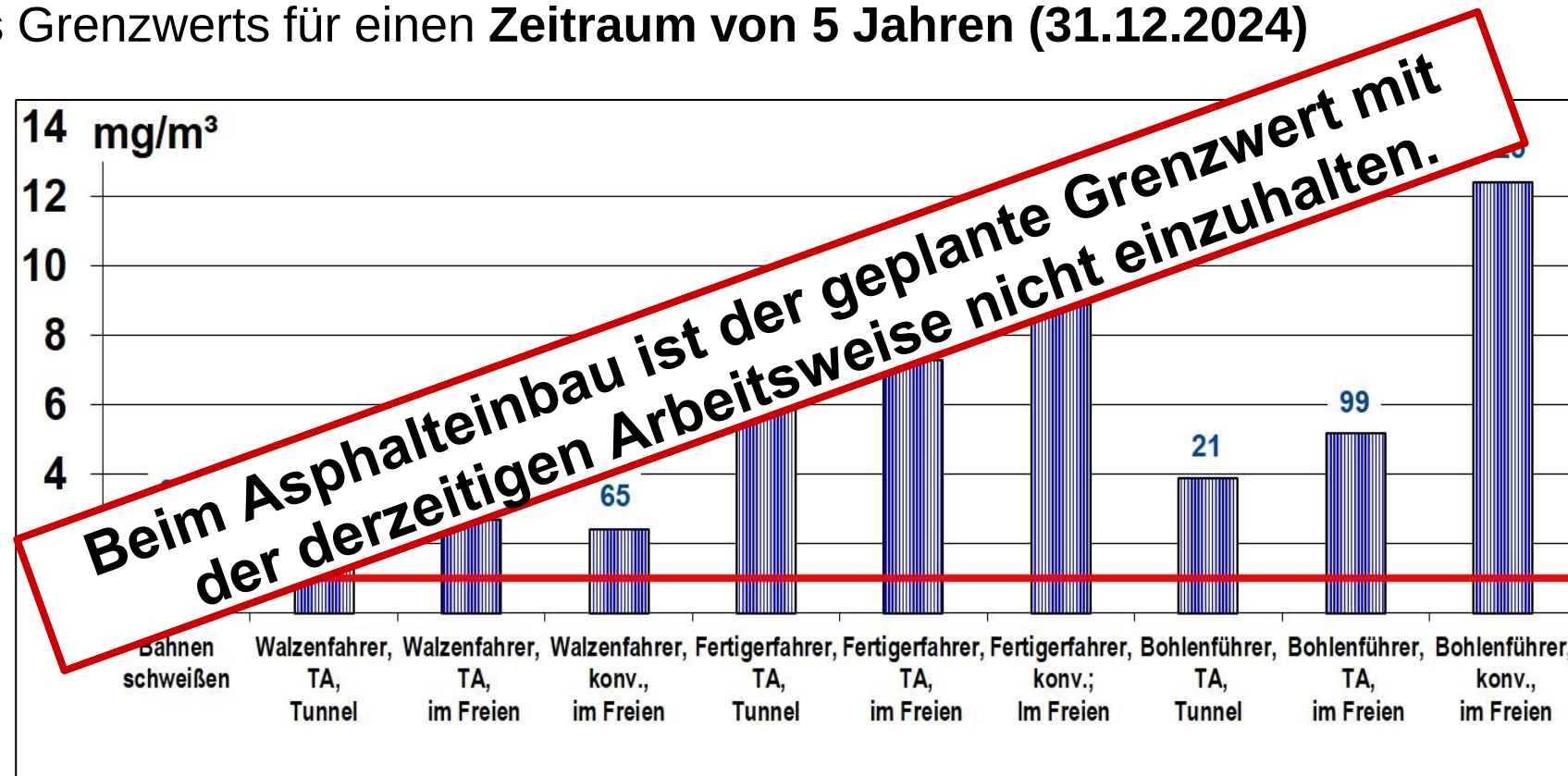


Abbildung 1: Tätigkeitsbezogene Expositionen gegenüber Dämpfen und Aerosolen aus Bitumen (Mineralölstandard; 95%-Werte der jeweils angegebenen Anzahl von Messungen; rote Linie: MAK-Wert bei 1 mg/m^3)

MAK-Wert für Bitumen

- In dieser Zeit sollte der **Asphalteinbau** somit Maßnahmen ergreifen, den Grenzwert auch für die fraglichen Arbeitsplätze zu erreichen. Im Raum steht damit eine Selbstverpflichtung der Branche, über **Umrüstungen bei den Fertigern** und verstärkter Fokussierung auf die Einsatzmöglichkeiten von **temperaturabgesenkten Asphalten** eben diese Ziele zu erreichen.
- Zwischenzeitliche Untersuchungen/Expositions-Messungen zum **kombinierten Einsatz** von **Absaugtechnologien** und **temperaturabgesenkten Asphalteinbau** haben relevante Effekte gezeigt, so dass eine **Einhaltung** auch des schärferen Grenzwertes zukünftig bei allen Arbeitsplätzen **möglich erscheint**.

Fertigprodukten und Zusätzen zur Temperaturabsenkung von Asphalt

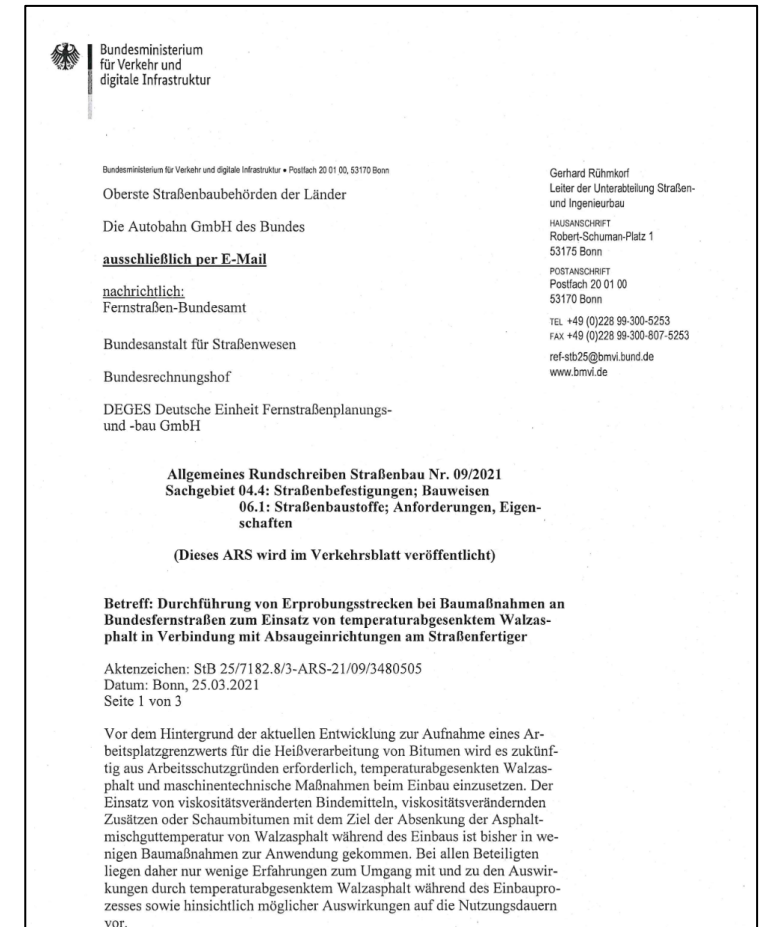


Temperaturreduzierte Asphaltbauweisen

- Mit dem Begriff temperaturreduzierte Asphalte werden Asphalte bezeichnet, die mit einer Temperatur von **20° C bis 30° C unter den derzeit üblichen Temperaturen** hergestellt und verarbeitet werden.
- Die Herstellungs- und Verarbeitungstemperaturen der konventionellen Asphalte liegen aus Gründen der Verdichtbarkeit oder Verarbeitbarkeit in der Regel an der oberen Grenze der nach ZTV Asphalt-StB zulässigen Temperaturen.

Erprobungsstrecken mit temperaturabgesenktem Walzasphalt nach ARS 09/2021

- Das Allgemeine Rundschreiben Straßenbau Nr. 09/2021 (ARS 09/2021) regelt die **Durchführung und Abwicklung von Erprobungsstrecken mit temperaturabgesenktem Walzasphalt**.



Temperaturreduzierte Asphaltbauweisen

- Mit dem Begriff temperaturreduzierte Asphalte werden Asphalte bezeichnet, die mit einer Temperatur von 20° C bis 30° C unter den derzeit üblichen Temperaturen hergestellt und verarbeitet werden.
- Die Herstellungs- und Verarbeitungstemperaturen der konventionellen Asphalte liegen aus Gründen der Verdichtbarkeit oder Verarbeitbarkeit in der Regel an der oberen Grenze der nach ZTV Asphalt-StB zulässigen Temperaturen.

Erprobungsstrecken mit temperaturabgesenktem Walzasphalt nach ARS 09/2021

- Das Allgemeine Rundschreiben Straßenbau Nr. 09/2021 (ARS 09/2021) regelt die Durchführung und Abwicklung von Erprobungsstrecken mit temperaturabgesenktem Walzasphalt.
- In der Anlage zum ARS 09/2021 sind die **Voraussetzungen für die Verwendung von Produkten zur Temperaturabsenkung** von Asphalt genannt.
- **Produkte aus der Erfahrungssammlung über die Verwendung von Fertigprodukten und Zusätzen zur Temperaturabsenkung von Asphalt (Erfahrungssammlung TA) können ohne weitere Einsatz-Nachweise für den Bau von Erprobungsstrecken mit temperaturabgesenktem Walzasphalt verwendet werden.**

Pilotproduktliste TA, Stand 09.01.2023	
Handelsname	Dokumentation
EVOTHERM P35	Erstprüfungsbericht 37-123336-20-20 vom 29.07.2020
	Erstprüfungsbericht 37-144336-20-20 vom 29.07.2020
	Untersuchungsbericht vom 2. März 2022, Projekt-Nr.: 2202-2-1
Iterlow T	Projektmappe Temperaturabgesenkter Asphalt 140576-4 vom 21.01.2022
	Prüfbericht-Nr.: 13745 vom 21.07.2021, Tutow - Baustraße
Sasobit REDUX	Erstprüfungsbericht 09-122336-22-19 vom 05.11.2019
	Erstprüfungsbericht 0120.0730.17.1-524864 vom 23.11.2020
	Untersuchungsbefund vom 24.01.2017, Auftragsnummer ZL-004-17
	Erstprüfungsbericht 04-156313-35-21 vom 28.05.2021
B2Last	Prüfzeugnis 16023-008-2021-MTA1
ANOVA 1503	Untersuchungsbericht vom 28. Februar 2022, Projekt-Nr.: 2202-1-1
Cecabase RT Bio 10	Erstprüfungsbericht 60-113314-33-22 vom 12.05.2022
	Fachtechnische Stellungnahme 19/0296 vom 23.01.2020
Butonal®5126	Prüfbericht-Nr.: 060/22
Lanxess BA WM23	Prüfbericht-Nr.: 936/20-3

Fertigprodukten und Zusätzen zur Temperaturabsenkung von Asphalt

Vorteile: Temperaturreduzierte Asphaltbauweisen

- Arbeitssicherheit
- Weniger Dämpfe und Aerosole
- Bitumenalterung reduziert
- Verringerter Energieverbrauch
- Geringere Kosten

Beispiel: Anova 1503 WMA

- Ungiftiger flüssiger Zusatzstoff zur Herstellung von temperaturabgesenktem Asphalt
- Zugabe ca. 0,25 % bis 0,75 % zum Bitumen
- Reduzierung der Verdichtungstemperatur um bis zu 40 °C
→ Verringerung der Emissionen (Dämpfe+Aerosole)
- Hat keinen signifikanten Einfluss auf die Bitumenrheologie (bei empfohlenen Dosierungen)
→ Erfahrungen mit bisherigen Asphaltmischgut bleiben bestehen bzw. können weiterhin genutzt werden.



Quelle: Cargill



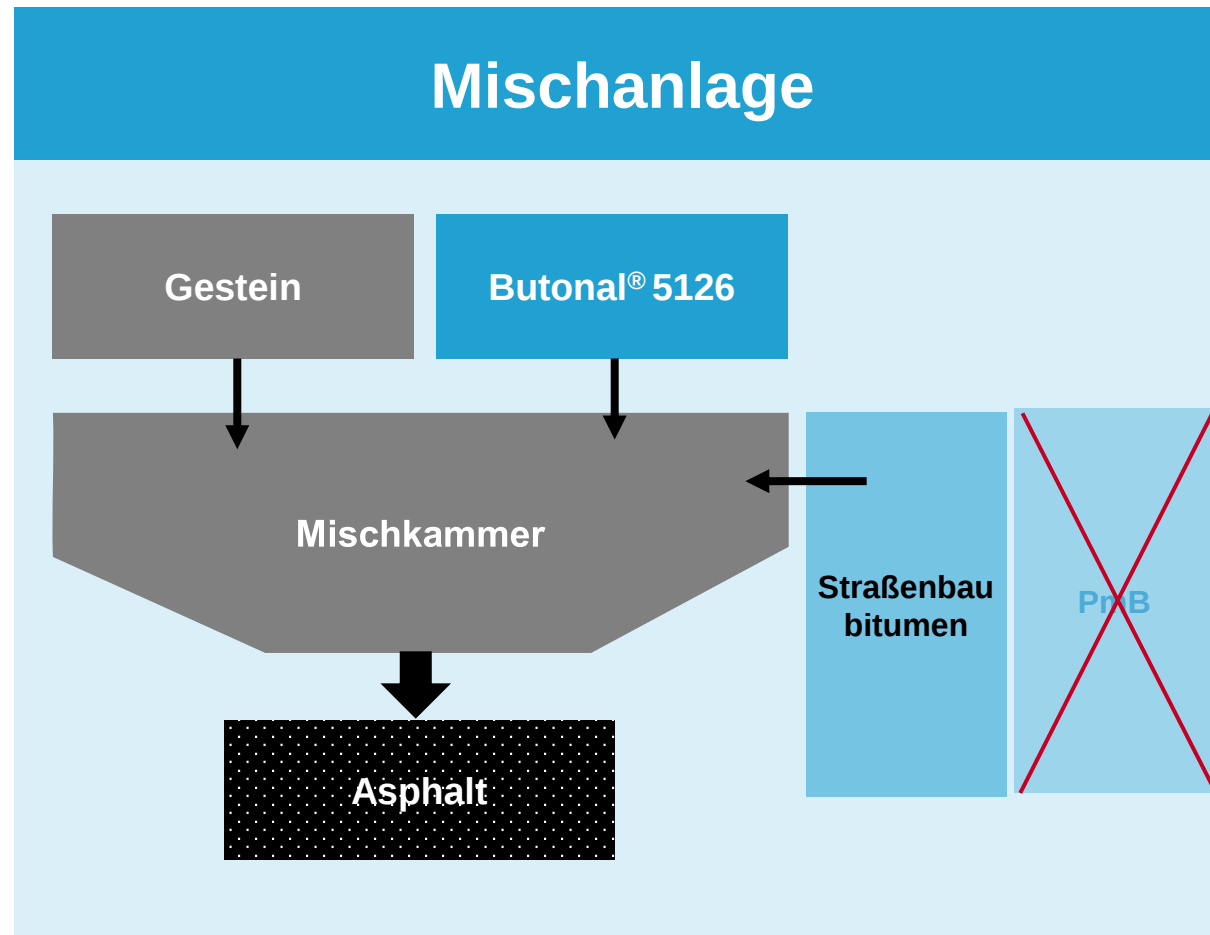
Fertigprodukten und Zusätzen zur Temperaturabsenkung von Asphalt

Praxis:

- Die Handhabung mit dem jeweiligen Additiv muss prozesssicher sein
- Flammpunkt sollte dem des Bitumens entsprechen
- Vorsicht bei Verwendung der Additive als Bitumenersatz
 - Additiv sollte es keinen Masseverlust haben, da sich sonst später die Bitumenmenge am rückgewonnenen Bitumen verändert
- Temperaturabsenker können auch bei „normalen“ Temperaturen eingesetzt werden.
 - Mach aber i.d.R. wenig Sinn, da das Asphaltmischgut viel verdichtungswilliger ist.
 - Das kann ggf. zu Überverdichtung, Bitumenanreicherung etc. führen (Griffigkeit)
- Die Energie Einsparungen hängen auch von der Technik und den Abläufen an der jeweiligen Asphaltmischanlage ab



Direktmodifizierung / Vor-Ort-Modifikation von Straßenbaubitumen erhöht die Produktionsflexibilität



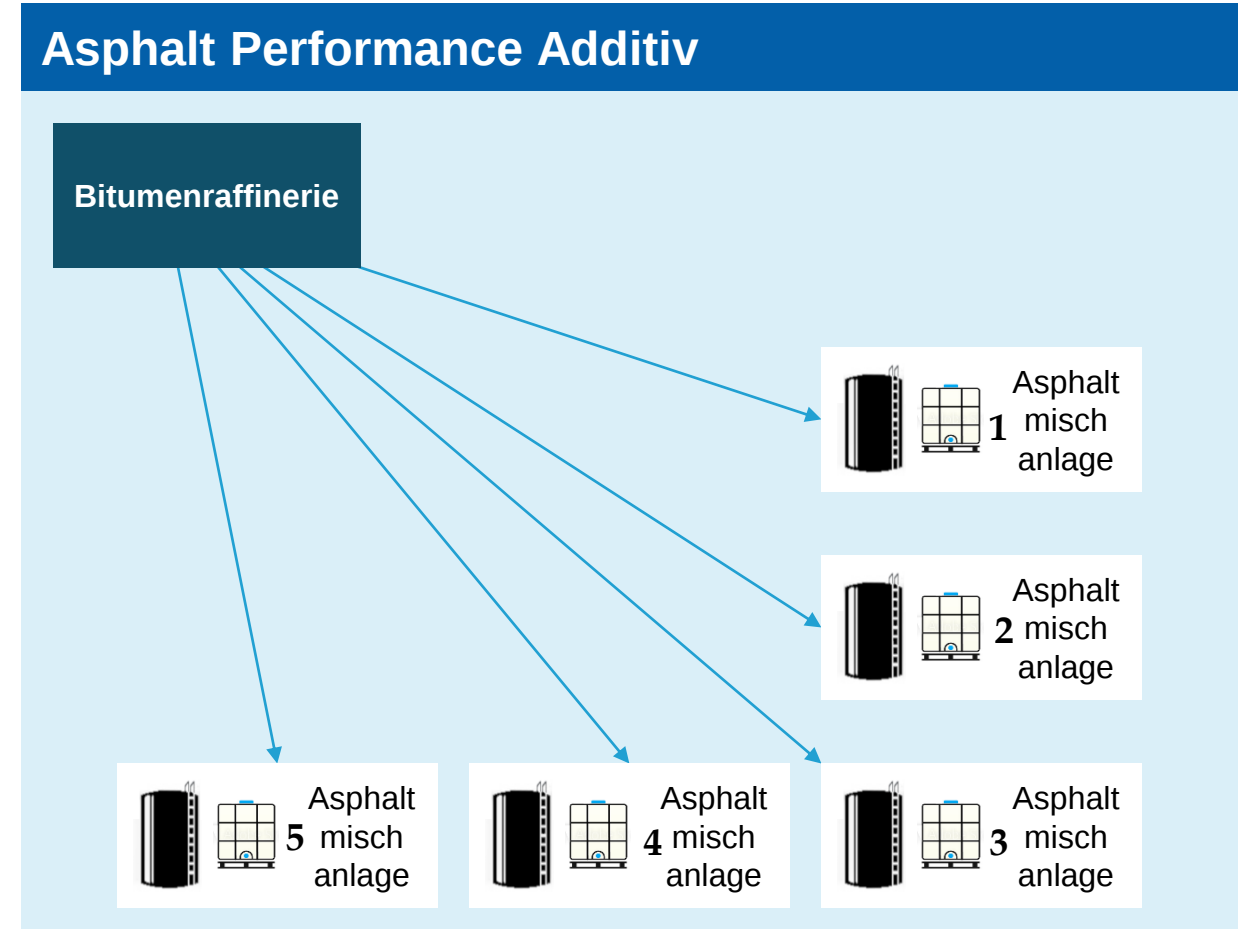
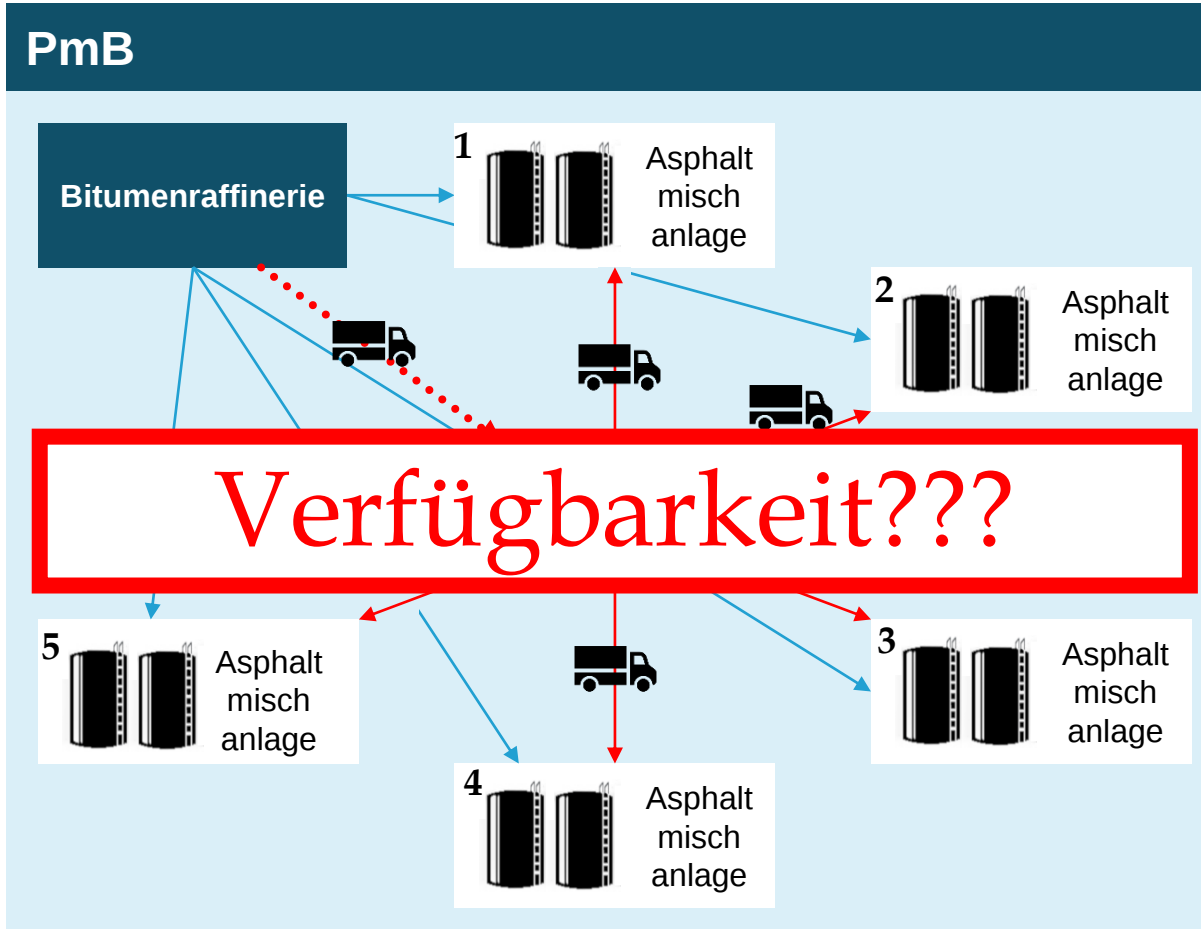
Vorteile

- Polymerdispersion in ibc
- Maßgeschneidertes Asphaltmischgut
- PmB-Tanks können als “Puffer” für Straßenbaubitumen in der Hochsaison bei Engpässen der Verfügbarkeit und vor Monatspreisanhebungen genutzt werden
- Umweltfreundlich und toxikologisch unbedenklich

Quelle: BASF



Vorteile in der Logistik: Modifiziertes Mischgut immer zum richtigen Zeitpunkt in gewünschter Qualität



Quelle: BASF



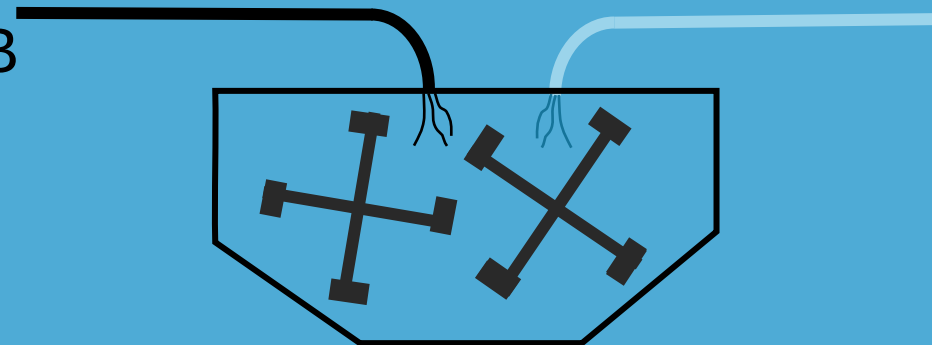
Direktmodifizierung an der Mischanlage (Beispiel Butonal 5126)

Dosiertechnologie für Butonal® 5126

Direktmodifizierung in der **Mischkammer**

Splitt, Sand, Füller gemäß TL Gestein-StB
und **RC** gemäß TL AG-StB und M WA

Straßenbaubitumen
gemäß TL Bitumen-StB



Polymerdispersion
Butonal® 5126

Quelle: BASF

Direktmodifizierung: Gummimodifizierter Asphalt

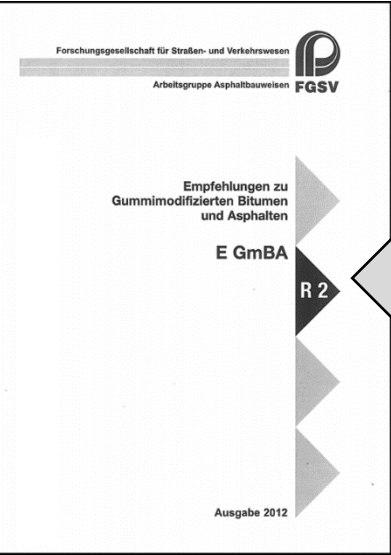
Modifikationen	Polymere	Elastomere	Styrol-Butadien-Styrol (SBS)
			Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR)
			Ethylvinylacetat (EVA)
			Polyoctenamer-Kautschuk (TOR)
			Recycling-Gummi
			Naturkautschuk (NR)
			Isoprenkautschuk (IR)
			Polychloropren-Kautschuk (CR)
			Acrylat-Kautschuk (ACM)
			Ethylen-Acrylester-Kautschuk (AECM)
		Ethylen-Propylen-Dien-Copolymere (EPDM)	
		Plastomere	Polyethylen (PE)
			Polypropylen (PP)
		Duroplaste	Polyepoxide
			Polyester
Polyurethane (PUR)			



Kryogenes Kaltmahlverfahren



Asphaltmodifikation (Trockenverfahren)



Gummiprodukte - Überblick



Quelle: Storimpex

Vorbehandelte
Gummimehle



Quelle: Genan

Additivierte
Gummimehle



Quelle: CTS

Gummimodifizierten
Bitumengranulate



Quelle: JRS

Additivierte Gummimehle
in pelletierter Form



Quelle: Ruthmann

Kombiprodukte
(z.B. Gummimehl,
Bitumen, Mineral. Komp.)

Beispiele für Zugabe von additiviertem Gummimehl



Zugabe per Hand



Zugabe über RC-Doseur

Quelle: Amo-Debus

Beispiele für Zugabe von additiviertem Gummimehl



Zugabe über Elevator

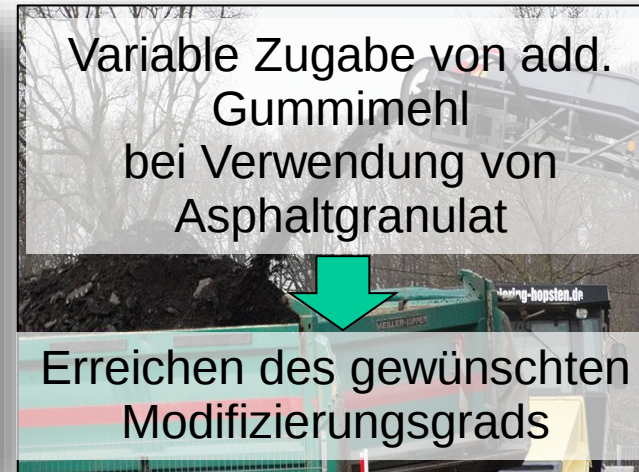


Zugabe über Faserzugabe

Quelle: Amo-Debus

Vorteile der Trockenzugabe für Asphaltanwendungen

- Zugabe an fast allen Asphaltmischanlagen möglich
- Durch die freie Wahl des Basisbitumens und die variable Steuerung der Zugabemenge können maßgeschneiderte Lösungen für fast jeden Anwendungsfall geliefert werden



Vorteile von gummimodifiziertem Asphalt bei hohen Granulatzugaben (Trockenverfahren)

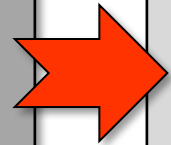
- Höherer AG-Gehalt - Probleme mit polymermodifiziertem Bitumen (gemäß TL Bitumen-StB)



- Aufgrund der zunehmenden Verarbeitung von Recycling-Asphalt in Asphaltdeck- und Asphaltbinderschichten benötigen wir eine größere Flexibilität bei der Polymermodifikation.
- Beispiel: Bitumen 25/55-55 A enthält ~ 3% Polymere (fixer Wert!)

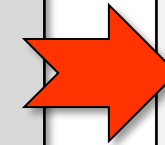
■ 30% AG:

~ 2.0 % Polymere im Asphalt



■ 50% AG:

~ 1.5 % Polymere im Asphalt



■ 70% AG:

~ 1.0 % Polymere im Asphalt

- Höherer RAP-Gehalt - keine Probleme bei hohen Modifikationsraten mit gummimodifiziertem Bitumen!!

- Völlig variable Zugabe von additiviertem Gummimehl bei Verwendung von AG
- Keine Limitierung durch die Pumpenleistung... (hohe Viskosität)

Arbeitsschutz und Umwelt

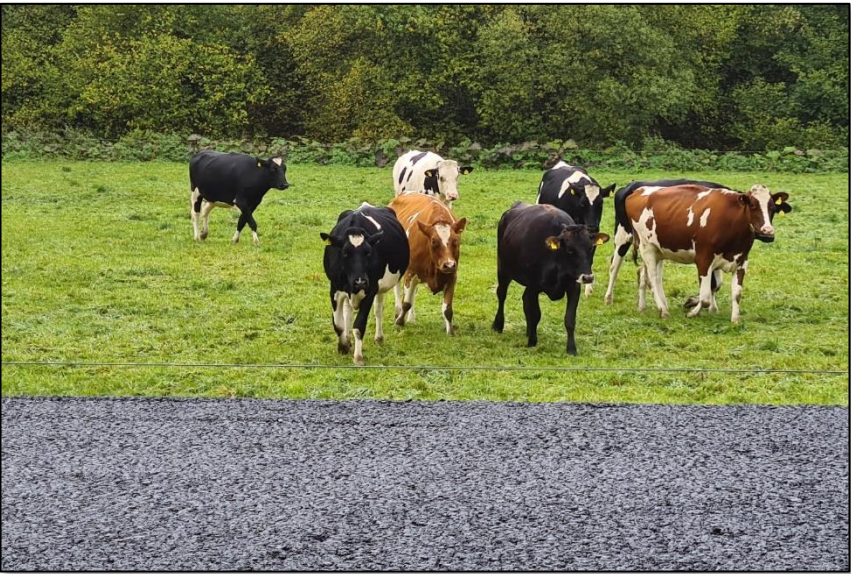
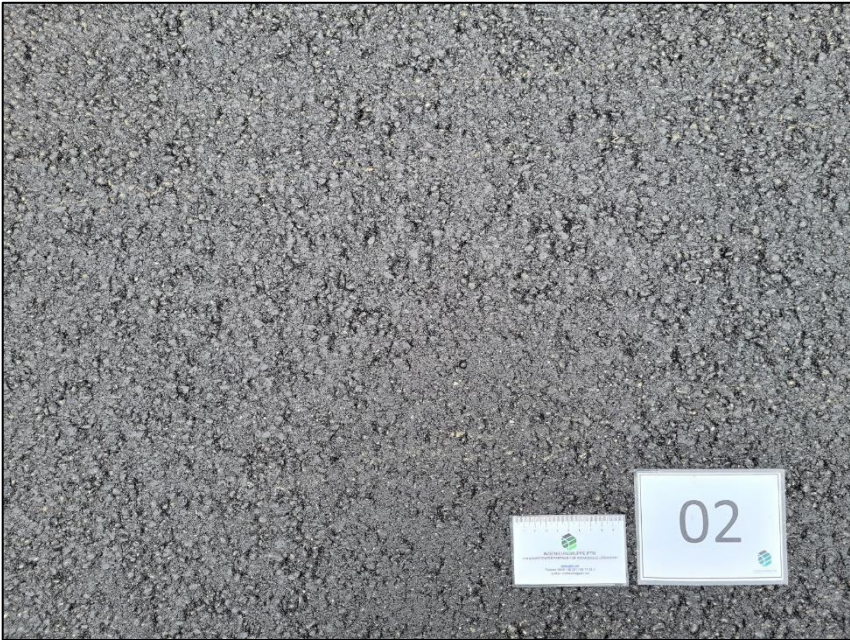
- Nach bisherigen Erkenntnissen weist der Gummimodifizierte Asphalt keine unterschiedlichen Expositionen von Dämpfen und Aerosolen im Vergleich zu herkömmlichen Asphalten auf
- Bei der Herstellung von Asphalten entstehen grundsätzlich Emissionen. Erste Messungen bei der Herstellung von Gummimodifiziertem Asphalt und dessen Wiederverwertung machen deutlich, dass die Emissionen am Kamin des Asphaltmischwerkes in derselben Größenordnung liegen wie bei der Herstellung und Wiederverwendung von konventionellen Asphalten



Wichtig:

**Herstellungs- und
Verarbeitungstemperaturen $\leq 170\text{ °C}$**

Einbau Oktober 2020 - Eslohe



Emissionstest (Auszug)

Personalisierter Emissionstest
Fertiger Fahrer

Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)
von 1,5 mg/m³ seit 20.11.2019
Übergangsregelung für fünf
Jahre bis 31.12.2024

Gefahrstoffe	Konzentration		Grenzwert
Asphaltemischung	PmA	GmA	
Bitumen [mg/m³]	8,3	5,8	1,5
Benzo(a)pyren [µg/m³]	< 0,044	< 0,087	0,7 / 0,07
Dibenz[a,h)anthracen [µg/m³]	< 0,044	< 0,087	4
Naphtalin [mg/m³]	0,0017	0,0015	2
Phenanthren [mg/m³]	0,00073	0,00034	0,8
Hydrosulfid (H ₂ S) [ppm]	< 0,1	< 0,1	5
Schwefeldioxid (SO ₂) [ppm]	< 0,1	< 0,1	1
Dimethylnitrosamin [µg/m³]	< 0,02	< 0,04	0,75 / 0,075
VOC [mg/m³]	1,5	1,3	-



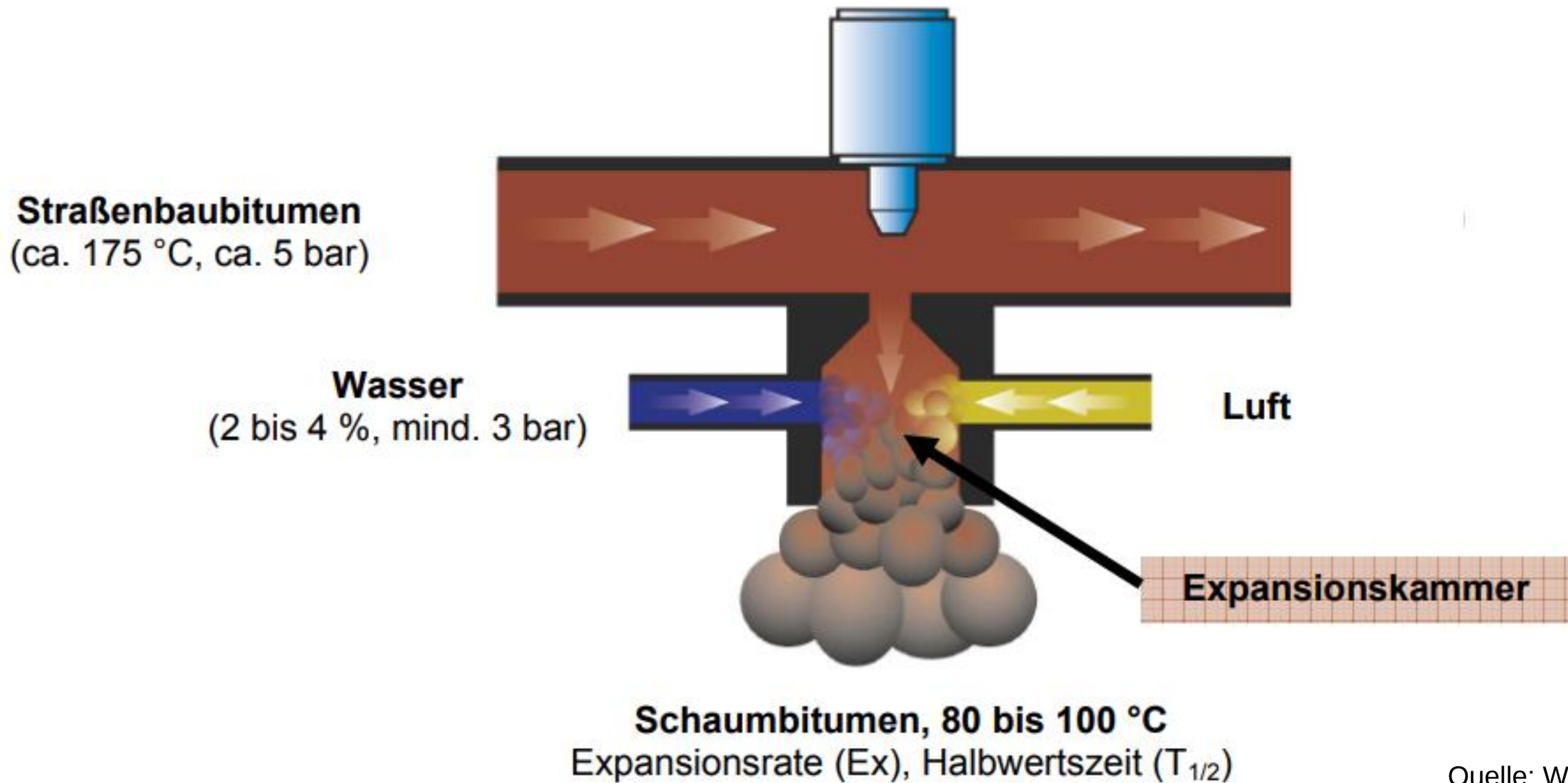
Emissionstest (Auszug)

Lokalisierte Emissionstests
Seitenbohle Fertiger

Gefahrstoffe	Konzentration		Grenzwert
Asphaltmischung	PmA	GmA	
Bitumen [mg/m³]	2,3	0,94	1,5
Benzo(a)pyren [µg/m³]	< 0,044	< 0,087	0,7 / 0,07
Dibenz[a,h)anthracen [µg/m³]	< 0,044	< 0,087	4
Naphtalin [mg/m³]	0,0049	0,0031	2
Phenanthren [mg/m³]	0,00014	0,00013	0,8
Hydrosulfid (H ₂ S) [ppm]	< 0,1	< 0,1	5
Schwefeldioxid (SO ₂) [ppm]	< 0,1	< 0,1	1
Dimethylnitrosamin [µg/m³]	< 0,02	< 0,04	0,75 / 0,075
VOC [mg/m³]	0,48	0,15	-



Schaumbitumen - Prozess



Quelle: Wirtgen

Schaumbitumen (Beispiel EVOTHERM DAT)

Definition und Prozess

- DAT - “Dispersed Asphalt Technology”
- Herstellung der DAT-Lösung im Verhältnis 88 % Wasser und 12 % EVOTHERM DAT 7
- Eindüsung der DAT Lösung in den Bitumenstrang nach der Bitumenwaage
- Verhältnis Gesamtbindemittelgehalt / DAT-Lösung : **95:5** oder 90:10
- Produktionstemperaturen : 110 °C – 120 °C
- Reduzierung der Produktionstemperaturen von bis zu 50 °C
- Verdichtung möglich bis ~ 80 °C

Schaumbitumen (Beispiel EVOTHERM DAT)

Dosieranlage



Quelle: Ingevity

Haftverbesserer



Haftverbesserer



Umhüllungsgrad 15 % nach 24 h



Umhüllungsgrad 70 % nach 24 h
mit Haftverbesserer

Chemische Haftverbesserer

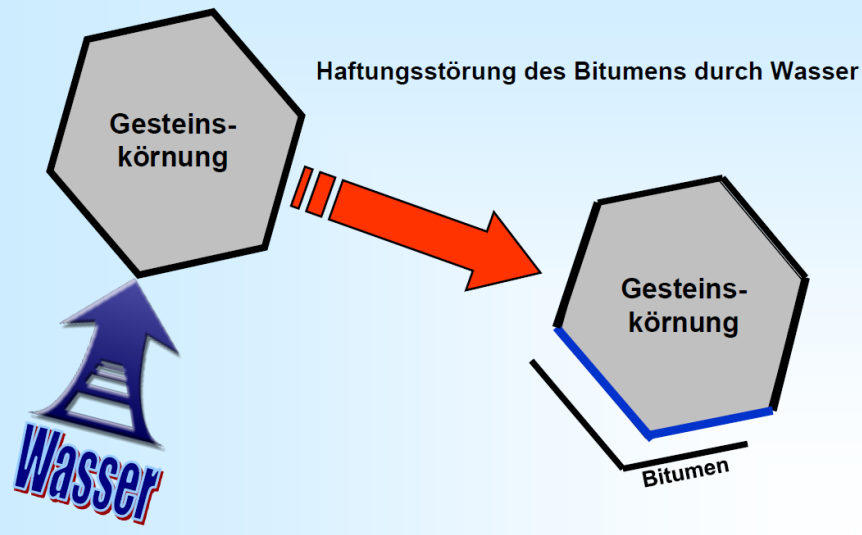
- Zur Verbesserung und Erhöhung der Haftung zwischen Gestein und Bitumen bei haftkritischen Gesteinen (Grauwacke, Quarzit, u.a.)
- In einigen Bundesländern mit haftkritischen Gesteinen...Pflicht
- Höhere Alterungsbeständigkeit
- Nachweis der Verbesserung.....z.B. Rolling Bottle Test
- Achtung: Gefahrenklasse beim Umgang beachten!



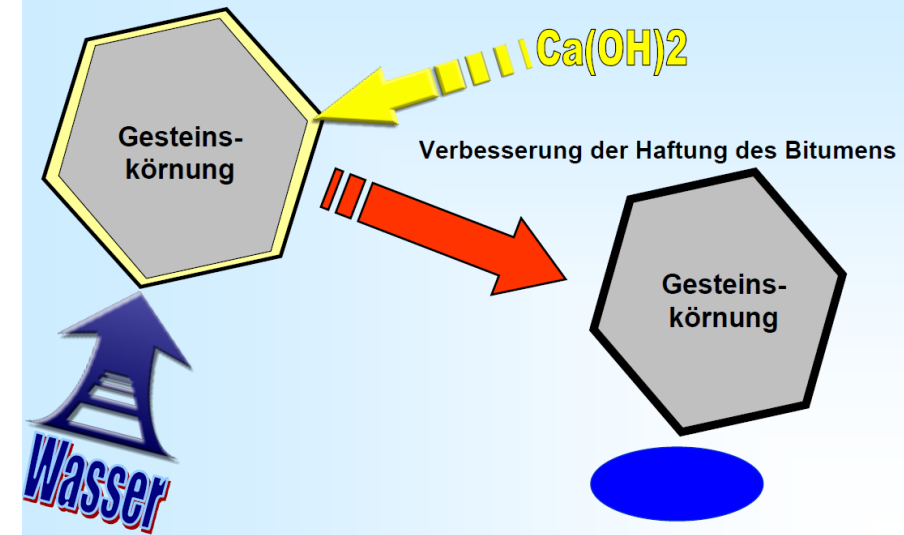
Kalkhydrat

- Kalkhydrat entsteht durch kontrolliertes Löschen von gebrannten Kalk
- Kalkhydrat (DIN EN 459-1) besteht aus Calciumhydroxid $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ und ggf. Nebenbestandteilen, die aus dem Ausgangsmaterial, den natürlichen Kalksteinen, stammen.

Kalkhydrat: Einfluss auf die Affinität

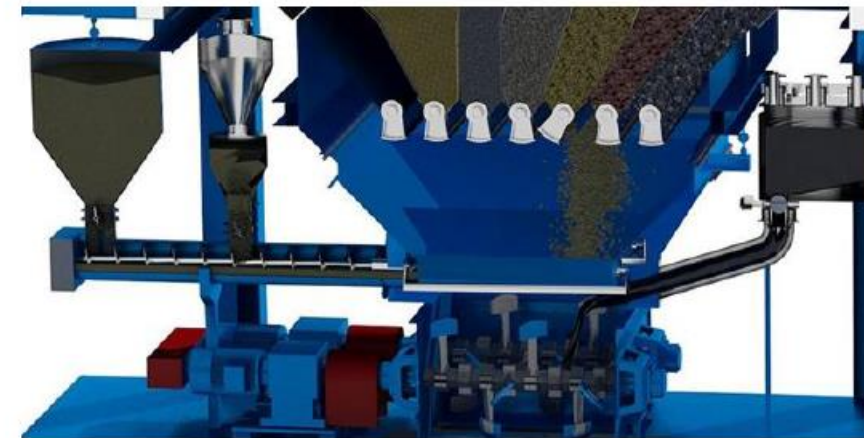
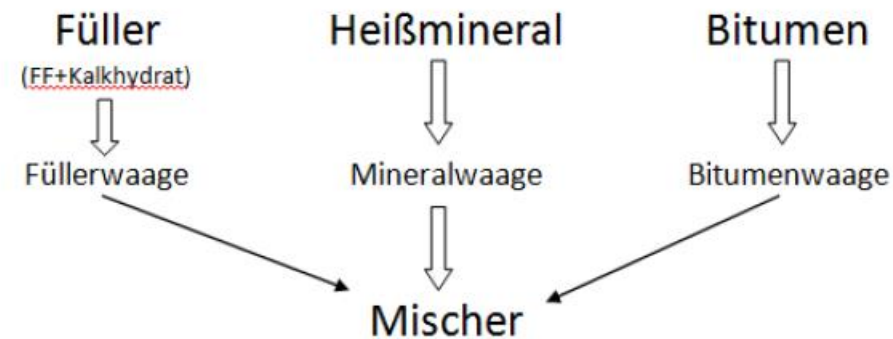


Kalkhydrat: Einfluss auf die Affinität



Kalkhydrat – Herstellung des Mischguts

Mischprozess



Nachmischzeit

Nachmischzeit ca. 30 s
(Nachmischzeit ohne Kalkhydrat ca. 25 s,
Leistungsverlust $\approx 40\text{t/h}$)

Erstprüfung

Zeitaufwand für Erstprüfung erhöht durch
Bestimmung der Wiederfindungsrate
(Calciumhydroxidgehalt)
Bei der Vielzahl an Rezepturen erhöhte Kosten
durch zusätzlichen Prüfaufwand

Kalkhydrat – Herstellung des Mischguts



- Zu kurze Nachmischzeit, grobe Gesteinskörnung nicht vollständig mit Bitumen umhüllt.
- Eine verlängerte Nachmischzeit hat zudem positive Auswirkungen auf die Mischgutqualität bei gleichzeitiger Verwendung von Asphaltgranulat

Fasern



Faserarten (Auszug)

Cellulosefaser (Lose)



Wachsgebundene Fasergranulate



Bituminierte Faserpellets



Quelle: JRS

Funktion von Faserstoffen

- Stabilisierende Zusätze gemäß TL Asphalt
- Bindemittelträger bzw. Wirkung als Verdicker => „Stabilisierungseffekt“ -> kein Abfließen des Bitumens während Asphaltproduktion, Transport, Einbau und Verdichtung dank dichtem dreidimensionalem Fasernetzwerk
- Standardprodukt: Faserpellets bzw. Granulate
- Granulierungshilfen wie Bitumen oder Wachs dienen als Abstandhalter zwischen den Fasern
- Zugabe der Bindemittelträger bei Mischgutsorten mit höherem Bindemittelgehalt
z.B. SMA, SMA LA, PA, SMA Binderschichten, AC splittreich



Empfehlung Dosiermengen

Dosiermengen in kg pro to Mischgut nach FGSV Regelwerk
(bzw. abhängig von der jeweiligen Asphaltmischgutrezeptur):

- **SMA Deckschichten:** 0,3 M.-% = 3 kg
- **SMA Lärmarm (LA):**
 - SMA 8 LA 0,3 M.-% = 3 kg
 - SMA 5 LA 0,15 M.-% = 1,5 kg
- **AC Splittreich:** 0,2 M.-% = 2 kg
- **PA (Porous Asphalt):** 0,5 M.-% = 5 kg
- **SMA Binderschichten:** 0,2 M.-% = 2 kg
- **AC Duopave:** 0,2 M.-% = 2 kg
- **WDA:** 0,3 bis 0,5 M.-% = 3 bis 5 kg



Asphaltproduktion von fasermodifizierten Mischgutsorten

- Standard: Zugabe über automatische Dosiereinrichtung (Big Bags und Silo)
Ziel: Schnelle homogene Verteilung und Auflösung im Mischer
- Mischzeiten und Dosiermengen: Empfehlungen der verschiedenen Hersteller sind zu beachten
 - Unterscheidung zwischen Trockenvormischzeit und Nassmischzeit –

Trockenvormischzeit – vor der Bitumenzugabe

Eine zu lange Trockenvormischzeit führt zu einer mechanischen Schädigung der Faserstoffe („Vermahlen der Faser zu Füller“)

Nassmischzeit – Nach Abschluss der Bitumenzugabe

Eine ausreichende Nassmischzeit ist wichtig, um eine homogene Verteilung und vollständige Auflösung der Faserstoffpellets zu gewährleisten

- Mischtemperatur: ab ca. 200°C thermische Schädigung der Faserstoffe
(„Faserstoffe werden verbrannt“ => fehlende Effizienz => Bitumen läuft ab“)

Silo (lose) - Empfehlungen und Wartung

- Silo einmal im Jahr komplett leerfahren (Brückenbildung)
- Silo auf Löcher bzw. undichte Stellen überprüfen (Wassereintritt)
- Überprüfung der Faserstoffwaage (Kalibrierung)
- Kontrolle der Zellradschleuse (Austausch Gummilippen)



Asphaltproduktion von fasermodifizierten Mischgutsorten (bspw.)



Grundsätzlich keine feucht gewordenen Faserstoffe einsetzen
(„Produkte klumpen und lösen sich nicht auf“)

Rejuvenatoren



Wiederverwendung Asphalt

Asphalt wird seit über 40 Jahren erfolgreich wiederverwendet

Kreislauf



Ist das wirklich ein Kreislauf?

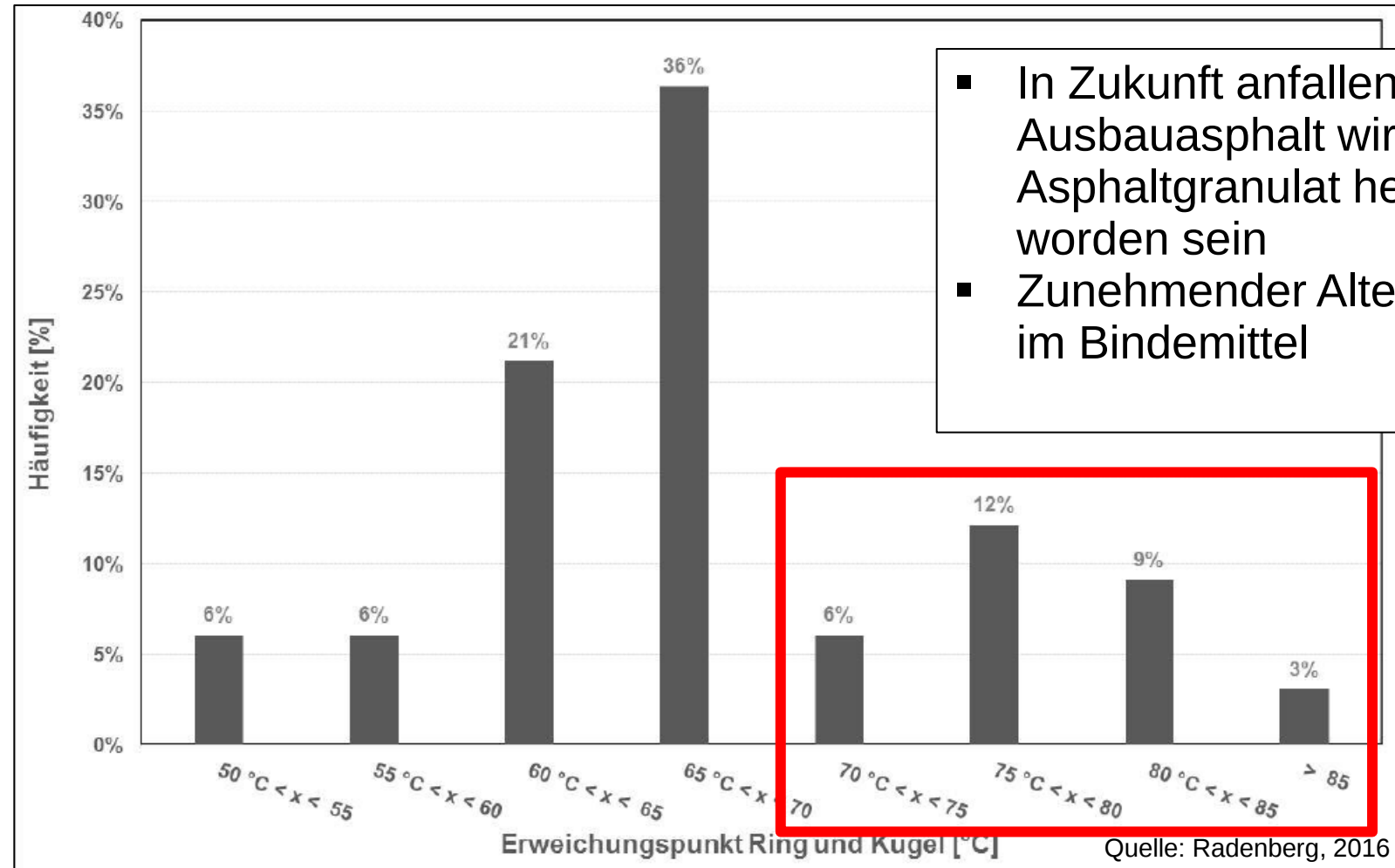
Einschränkung bei der Verwendung von AG



4.3.2.1 Erweichungspunkt Ring und Kugel

Der Erweichungspunkt Ring und Kugel ist, soweit gefordert, gemäß der DIN EN 1427 zu bestimmen. Als Ergebnis ist der Mittelwert der Einzelwerte des Erweichungspunktes Ring und Kugel anzugeben. Der Mittelwert darf **70 °C nicht überschreiten**. Die Einzelwerte für den Erweichungspunkt Ring und Kugel dürfen **nicht größer als 77 °C** sein. Für Bindemittel mit größerem Mittelwert oder größeren Einzelwerten kann die Eignung durch einen gesonderten Nachweis im Rahmen der Erstprüfung des unter Einsatz dieses Asphaltgranulates herzustellenden Asphaltmischgutes erbracht werden.

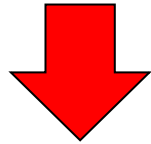
Erweichungspunkte Ring und Kugel rückgewonnener Bindemittel aus Asphaltgranulaten



- In Zukunft anfallender Ausbauasphalt wird bereits mit Asphaltgranulat hergestellt worden sein
- Zunehmender Alterungsgrad im Bindemittel

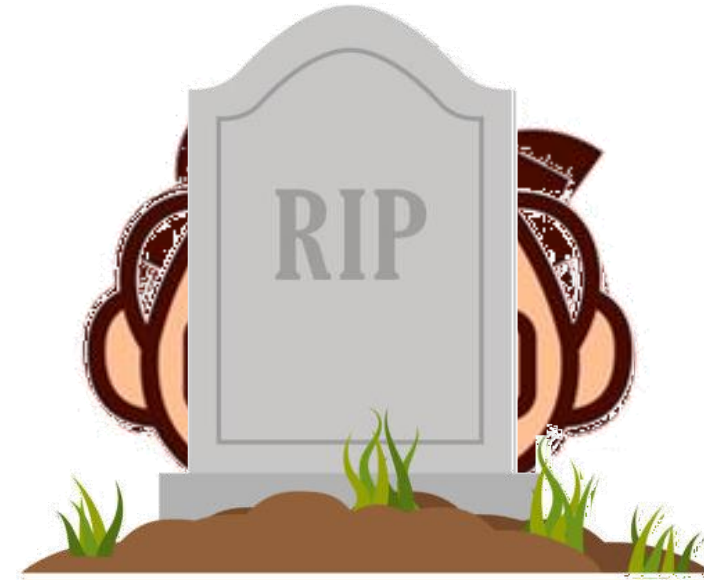
Problemstellung

- In Zukunft anfallender Ausbauasphalt wurde bereits mit Asphaltgranulat hergestellt
- Zunehmender Alterungsgrad im Bindemittel



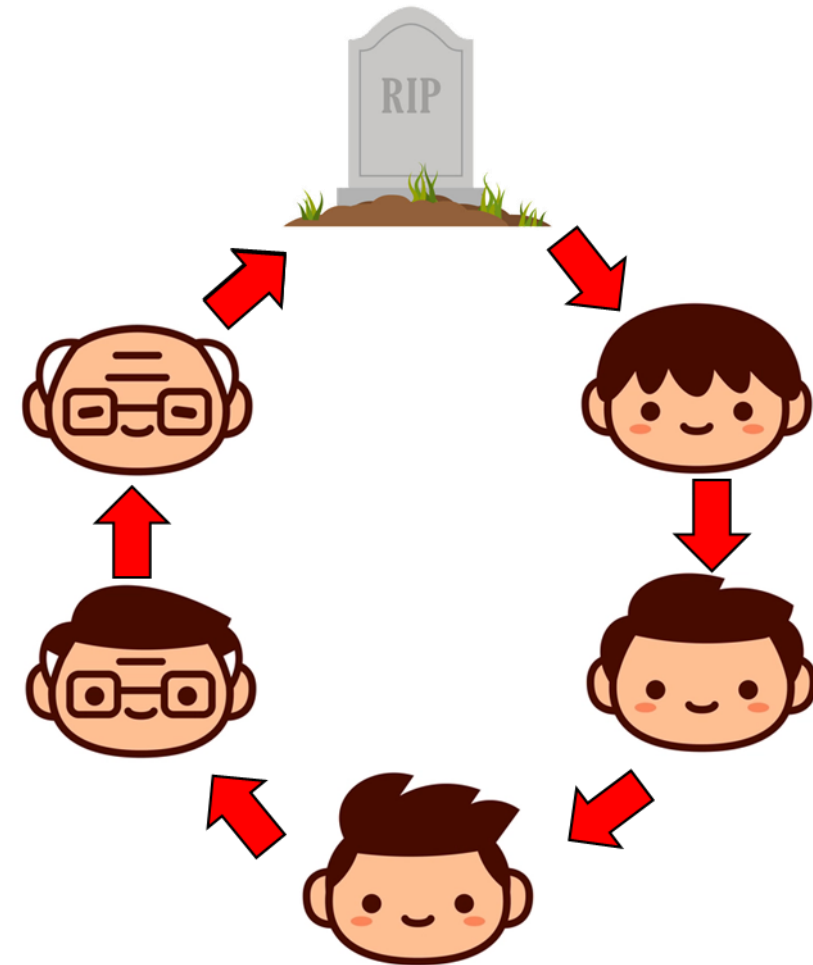
Zunehmende Alterung des Bindemittels führt u.a. zu:

- Versprödung des Bitumens
- Verlust der Klebkraft
- Erhöhung der Rissanfälligkeit



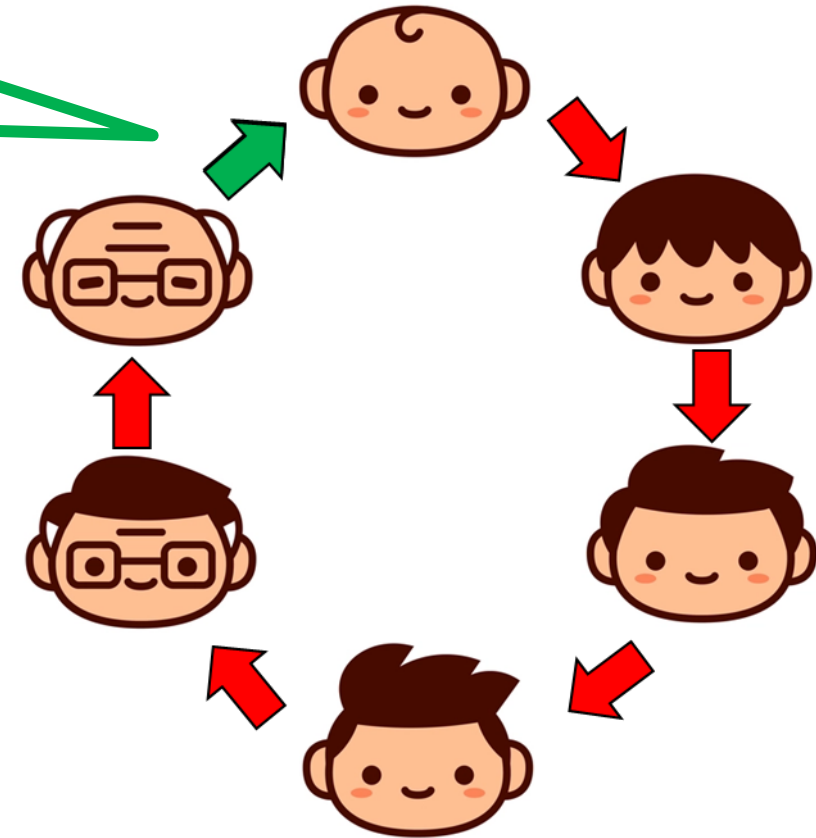
Die Einsatzmöglichkeiten und die Wiederverwendung von Asphaltgranulat werden primär durch den **Alterungszustand des Asphaltgranulats (Bitumens) begrenzt.**

Motivation für den Einsatz von Rejuvenatoren



Motivation für den Einsatz von Rejuvenatoren

Erst durch die **Verjüngung / Rejuvenierung**
von **gealtertem Bitumen** kann ein
nachhaltiger Asphalt(granulat)-Kreislauf
entstehen!



Potential ausschöpfen,
verstärkt RC-Asphalt einsetzen!



Definition und Einsatzgebiete von Rejuvenatoren (Deutscher Asphaltverband)

- **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.
 - Rejuvenatoren müssen **dauerhaft** über einen möglichst langen Zeitraum der Nutzungsdauer der jeweiligen Asphaltsschicht **wirksam** sein.
-
- Rejuvenatoren können eingesetzt werden, wenn infolge von **Alterungsvorgängen** die Möglichkeit der Zugabe von Asphaltgranulat bei der **Asphaltnischgutherstellung eingeschränkt** ist.
 - Durch Einsatz von Rejuvenatoren sollen **erhöhte Zugabemengen** von Asphaltgranulat ermöglicht werden, **ohne die Eigenschaften und die Nutzungsdauer der jeweiligen Asphaltsschicht negativ zu beeinflussen**, d.h. einerseits können Asphaltgranulate verwendet werden, die ohne Rejuvenator nicht mehr wiederverwendet werden können, und zum anderen kann der Rejuvenator eine **höhere Zugabemenge** ermöglichen.



DAV • ENNEMOSERSTRASSE 10 • 53119 BONN

An alle
Mitgliedsunternehmen
des DAV

DEUTSCHER ASPHALTVERBAND (DAV) e.V.

Hauptgeschäftsstelle:
Ennemoserstraße 10
53119 Bonn
Tel.: +49 228 / 97 96 5-0
Fax: +49 228 / 97 96 5-11
E-Mail: dav@asphalt.de
www.asphalt.de

Geschäftsstelle Berlin:
Kurfürstenstraße 129
10785 Berlin
Tel.: +49 30 / 21 286-210
E-Mail: dav@asphalt.de

SONDERRUNDSCHREIBEN 07 / 2020

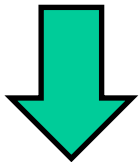
28. August 2020

Technisches Informationspapier des DAV zur Verwendung von Rejuvenatoren
bei der Wiederverwendung von Asphalt veröffentlicht



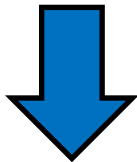
Laboruntersuchungen zum Nachweis eines Rejuvenators

**Effizienz / Wirkung
des Rejuvenators**



Verjüngung des
gealterten Bitumens
und Untersuchung der
physikalischen und
rheologischen
Eigenschaften

**Langzeitwirkung
des Rejuvenators**



Untersuchungen nach wiederholter
Alterung des verjüngten
Bitumens/Asphalts und Untersuchung
der physikalischen/ rheologischen
Eigenschaften des Bitumens bzw. der
Performance des Asphalts

**Geprüfte Rejuvenatoren nach H Re WA
ausschreiben/verwenden!**

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
Arbeitsgruppe Asphaltbauweisen

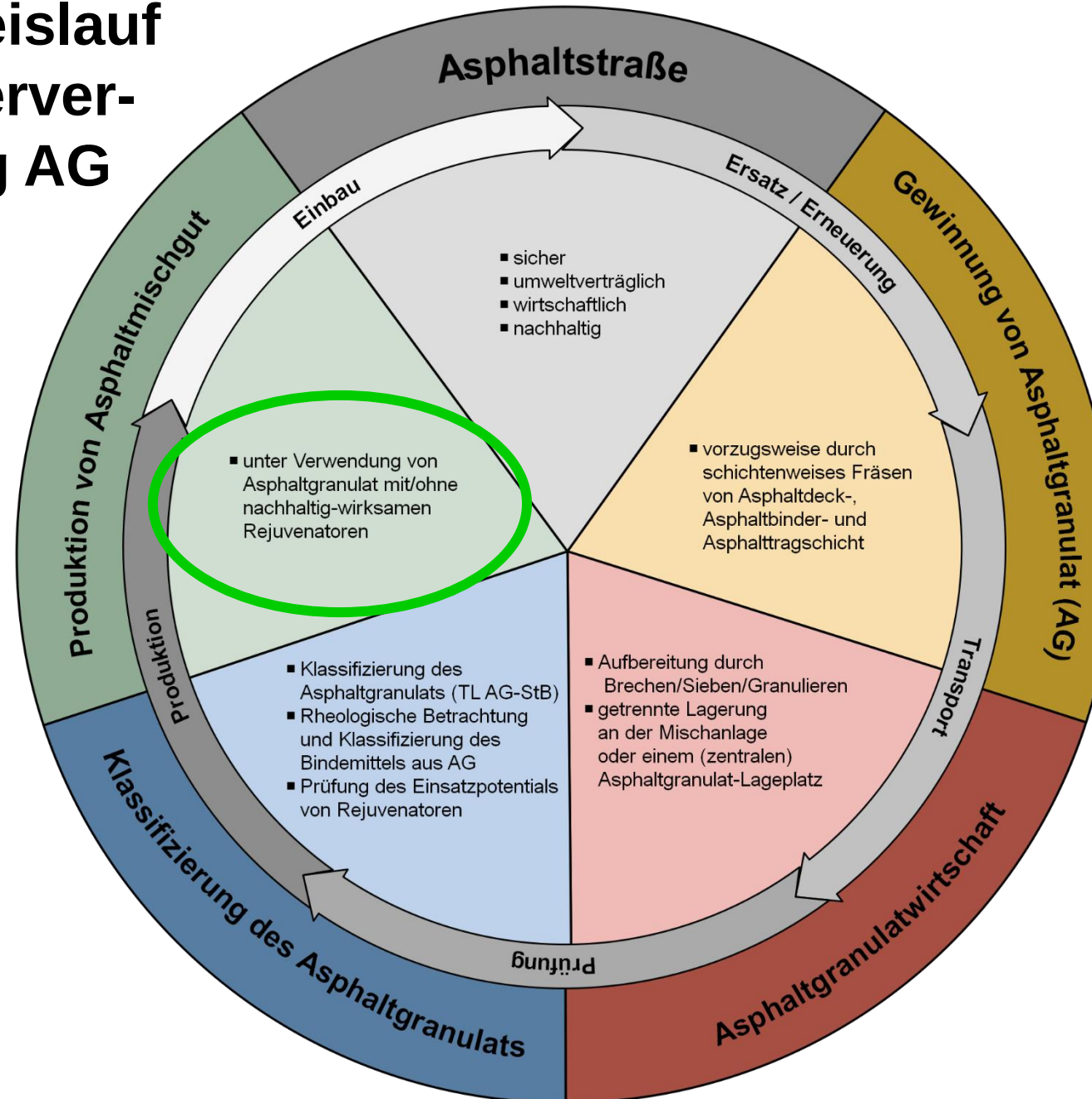
H Re WA

Hinweise
zur Anwendung von Rejuvenatoren
bei der Wiederverwendung
von Asphalt

Ausgabe 2022

W 1

Idealer Kreislauf zur Wiederver- wendung AG



Schlussbemerkungen



Allgemeine Hinweise

- Zusätze sind für die Erfüllung der technischen Anforderungen durch die Auftraggeber derzeit notwendig
- Diese sollten erprobt und ihre Wirkung bekannt sein (ggf. Ausführung eines Probefeldes)
- Ausreichende Information über die Zusätze/Additive, beginnend mit der Planung bis zur Erstprüfung
- Überprüfung der Nutzung mit der bestehenden, vorhandenen technischen Ausrüstung am Mischwerk, ggf. Nachrüstung oder anderes Produkt nutzen
- **Einweisung des Mischanlagenpersonals über die Eigenschaften und das Verhalten der Zusätze/Additive, ggf. gemeinsame Schulung mit dem Einbauer**
- Sorgfältige Eigenüberwachung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Umfassend analysieren

Fundiert 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

