



RUB

LVW

Warmasphalt mit Schaumbitumen – Erkenntnisse und Erfahrungen aus der Praxis

M.Sc. Georg Bus

Das geht an die Substanz – aktuelle Ansätze für nachhaltige Asphaltstraßen
Karlsruher Institut für Technologie, 22. November 2023

Ruhr-Universität Bochum
Lehrstuhl für Verkehrswegebau
Prof. Dr.-Ing. Martin Radenberg

Vortragsgliederung

- **Einleitung**
- **Theoretische Grundlagen**
- **Forschungsvorhaben**
- **Zusammenfassung**

- Forderung der Einhaltung eines Arbeitsplatzgrenzwertes von $1,5 \text{ mg/m}^3$ für Dämpfe und Aerosole bei der Heißverarbeitung von Bitumen gemäß den „Technischen Regeln für Gefahrstoffe“ (TRGS 900)
 - **Lösungskonzepte sind bis zur Umsetzung 2024 notwendig!**
- Absenkung der Verarbeitungstemperatur des Asphaltmischgutes gilt als wesentliche Maßnahme zur Reduktion von Dämpfen und Aerosolen
 - **Warmasphalt**
- Mitverwendung von Asphaltgranulat (AG) ist im Zuge der Kreislaufwirtschaft von elementarer Bedeutung
 - **Keine Verminderung der Zugabeanteile an AG in Deutschland gewollt!**



Quelle: Bluestein Thompson Sullivan, 2023

20.03.2023

Aktuelles

Unser Ziel ist ab 2025 nur noch temperaturabgesenkten Asphalt zu produzieren

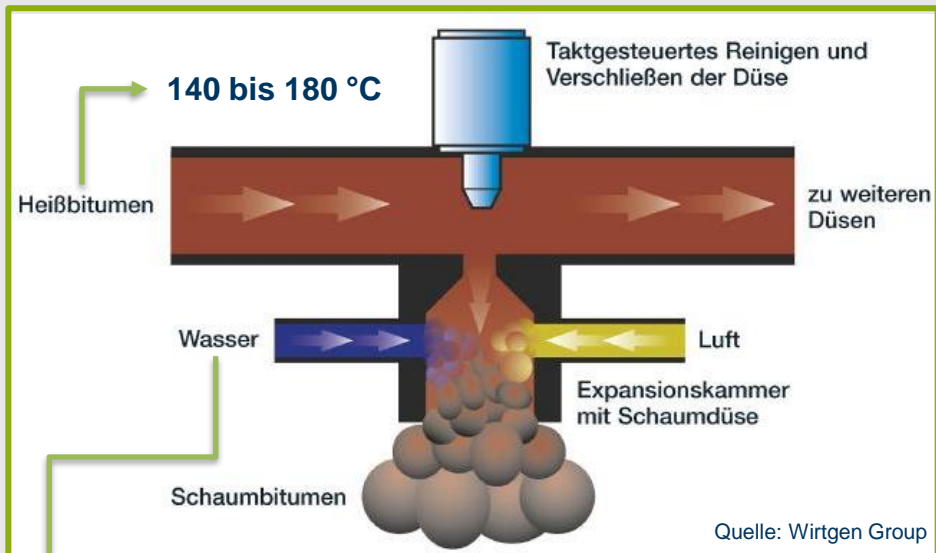
„Wir streben die ausschließliche Produktion von temperaturabgesenktem Walzasphaltmischgut ab 2025 an“, erklärt DAV-Präsident Oliver Nohse. Den einstimmigen Beschluss dazu hat das DAV-Präsidium bei seiner Sitzung am 8. Februar 2023 im Vorfeld der 21. Deutschen Asphalttage gefasst. „Der Einsatz von temperaturabgesenkten Asphalten benötigt weniger Energie bei der Herstellung und spart damit CO₂ ein. Darüber hinaus werden die Arbeitsplatzbedingungen beim Einbau verbessert“, sagte Nohse bei der Veranstaltung in Berchtesgaden.



Quelle: DAV, 2023

Was ist Schaumbitumen?

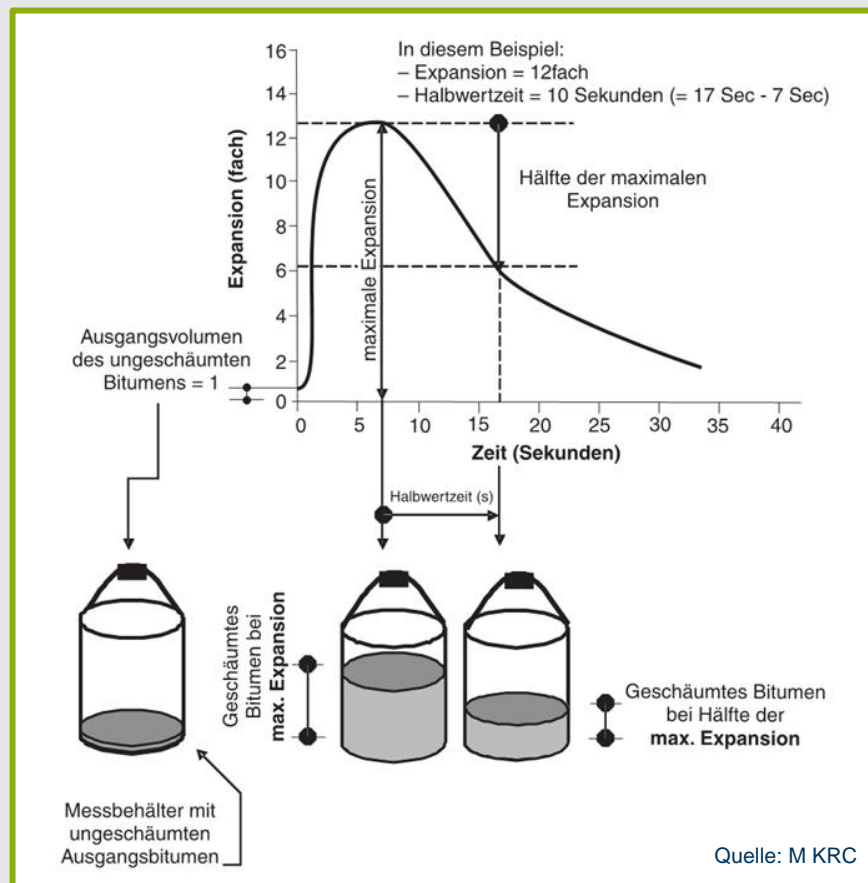
Definition aus dem „Merkblatt für Kaltrecycling in situ im Straßenoberbau“
„Schaumbitumen ist ein temporärer Zustand eines Straßenbaubitumens, der charakterisiert ist durch eine kurzzeitige (15 bis 30 sec.) Volumenzunahme (Expansion). Dieser wird erreicht durch das Vermischen von heißem Bitumen, Wasser und Luft in einer Expansionskammer unmittelbar vor der weiteren Verarbeitung“.



1 bis 4 M.-% bezogen auf die Bindemittelmenge

Charakterisierung von Schaumbitumen

- **Expansion / Expansionsrate (ER):** Verhältnis zwischen dem maximal erreichten Volumen im aufgeschäumten Zustand und dem Volumen des ungeschäumten Bitumens.
- **Halbwertzeit (HWZ):** Zeit in Sekunden, die das Schaumbitumen benötigt, um wieder auf die Hälfte seines maximalen Volumens abzusinken.



In der Regel gilt:

Mit zunehmendem Wassergehalt nimmt die **Expansion** zu und die **Halbwertzeit** ab.

Ziel: Kompromiss aus möglichst hoher **Expansion** und möglichst langer **Halbwertzeit**.

Anforderung aus M KRC

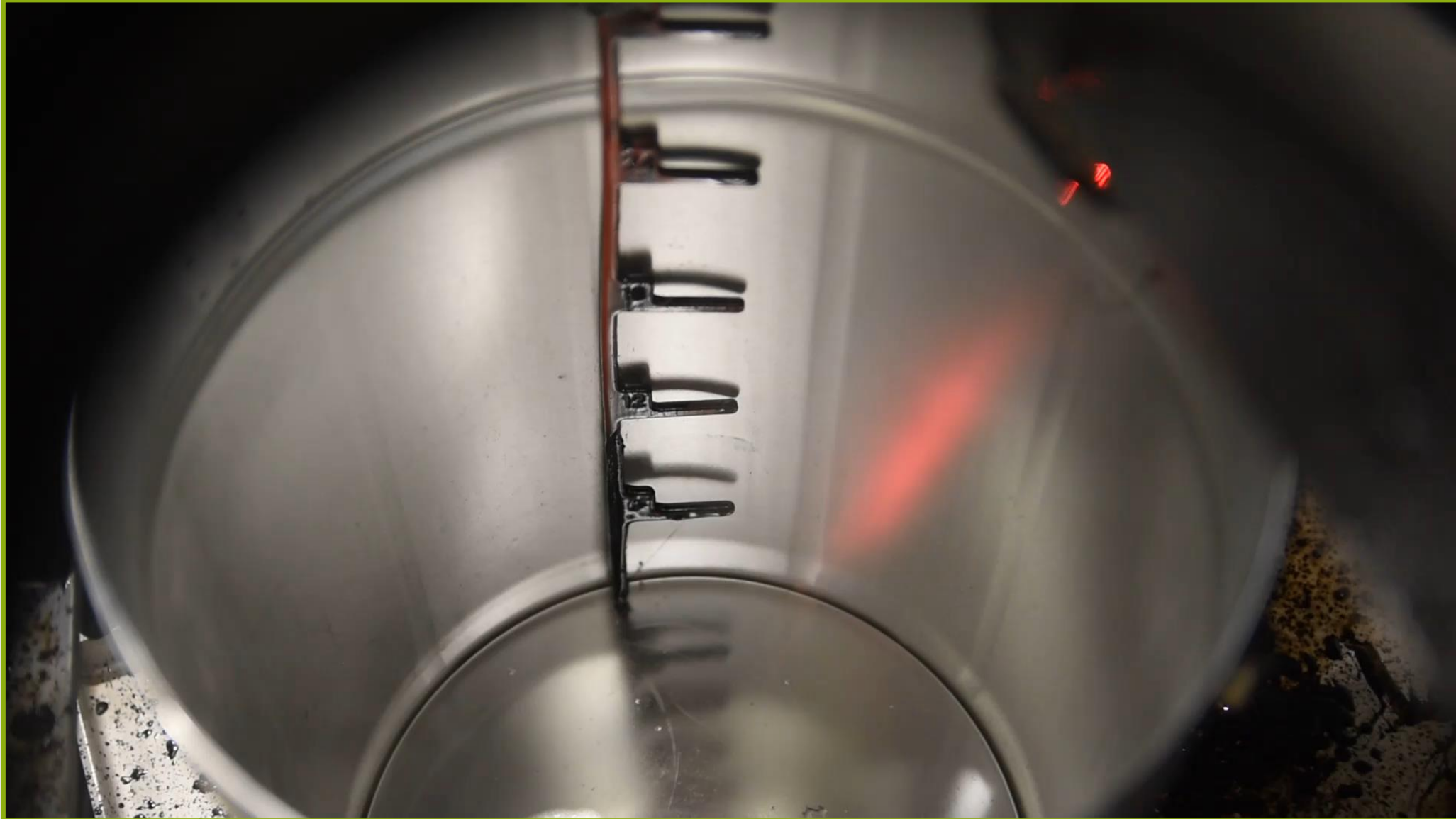
$ER_{\min} = 10\text{fach}$

$HWZ_{\min} = 10\text{ Sekunden}$

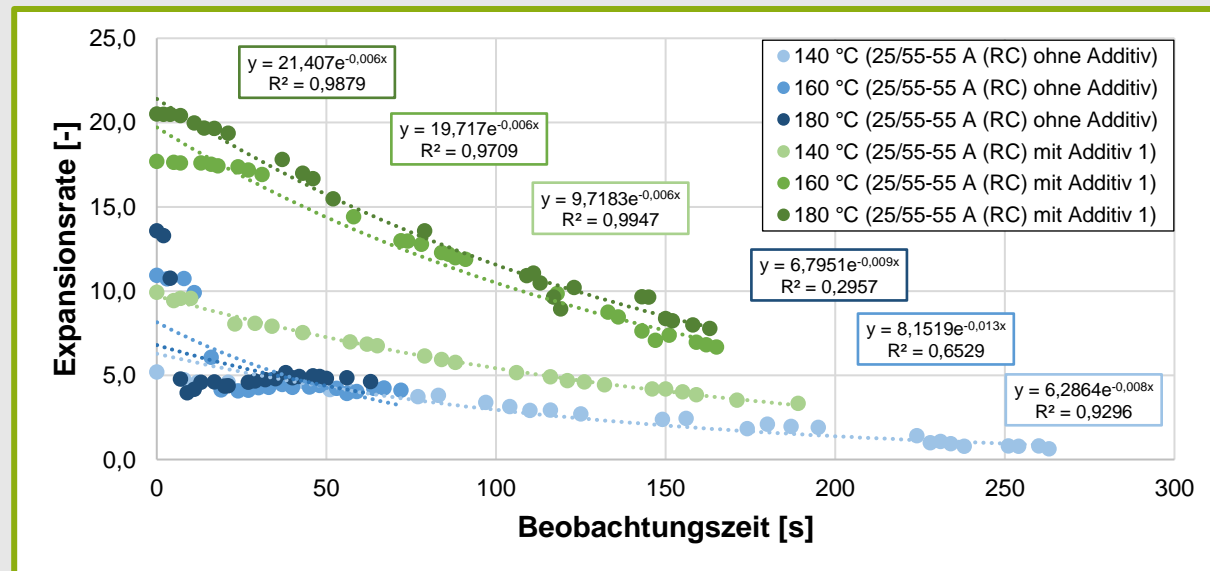
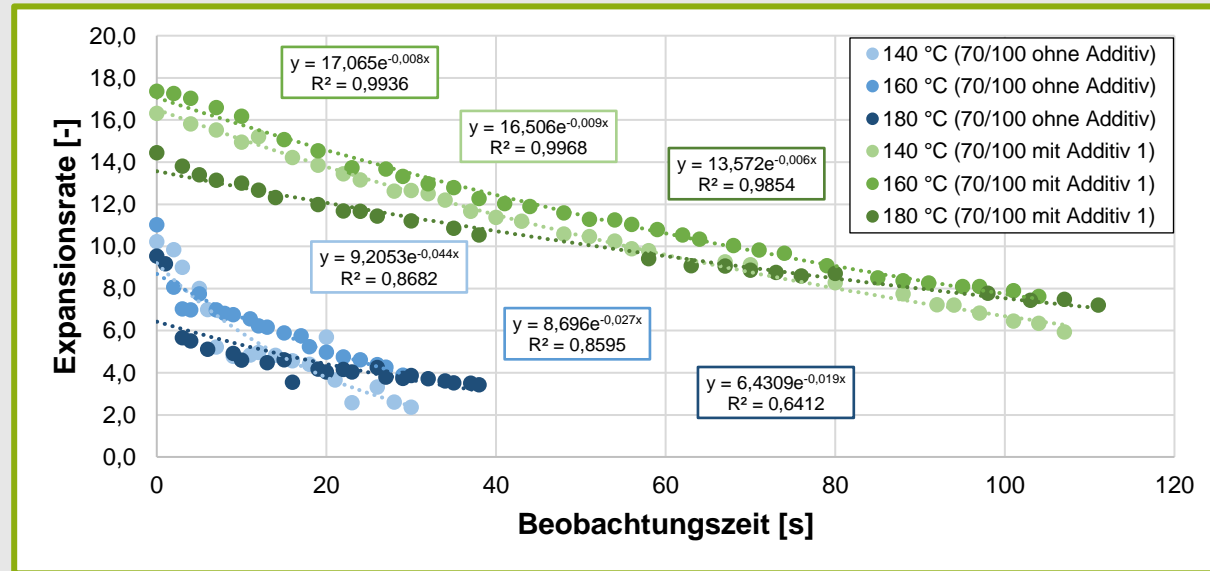
Schaumbitumenherstellung im Labor



Schaumbitumenherstellung im Labor



Untersuchung der Schaumbitumeneigenschaften



Untersuchung der Schaumbitumeneigenschaften

Bitumentemperatur [°C]		140			160			180 bzw. 170 ¹⁾		
Wassergehalt [%]		2,0	3,0	4,0	2,0	3,0	4,0	2,0	3,0	4,0
70/100	ER [-]	8,6	10,3	11,1	9,9	10,9	12,2	5,8	9,8	10,0
	HWZ [s]	23,0	9,0	3,5	19,0	17,5	4,5	69,5	6,5	5,5
25/55-55 A (RC)	ER [-]	5,0	5,2	5,5	9,1	11,5	12,2	10,9	13,6	12,2
	HWZ [s]	170,0	147,0	133,5	172,5	16,0	5,0	132,5	6,0	4,5
160/220 A	ER [-]	11,2	15,4	16,0	10,9	15,2	18,3	9,6	13,3	14,4
	HWZ [s]	86,0	75,0	63,5	122,5	95,0	64,5	143,0	95,0	33,0
160/220 B	ER [-]	11,4	12,1	13,2	8,6	11,2	13,5	-	-	-
	HWZ [s]	8,5	7,3	6,0	6,5	5,5	4,0	-	-	-
70/100 + Additiv 1 (0,1 %)	ER [-]	14,6	16,4	16,3	13,4	17,3	20,3	11,4	14,3	16,6
	HWZ [s]	97,0	75,5	68,5	115,5	78,0	51,0	157,5	116,0	72,0
70/100 + Additiv 2 (0,4 %)	ER [-]	11,7	12,5	12,9	9,7	12,7	14,1	-	-	-
	HWZ [s]	4,0	4,5	3,0	5,0	4,5	4,5	-	-	-
70/100 + Additiv 3 (0,4 %)	ER [-]	9,2	11,0	11,7	7,8	9,9	13,6	-	-	-
	HWZ [s]	9,5	4,0	4,0	13,0	5,5	3,0	-	-	-
25/55-55 A + Additiv 1 (0,1 %)	ER [-]	8,2	9,7	12,7	13,7	18,2	20,7	14,2	20,7	24,7
	HWZ [s]	152,0	101,5	109,8	172,0	136,5	94,0	191,5	119,0	68,0

Konzept des Forschungsvorhabens

AiF-Vorhaben „Verfahrenstechnische, bautechnische und energetische Eignung der Schaumbitumentechologie zur Herstellung von Warmasphalt unter Mitverwendung von Asphaltgranulat“



Dipl.-Ing. Thomas Behle

Hohenloher Asphalt-Mischwerke, Heilbronn



Dr. Hermann Heppenheimer

Asphaltmischwerk Landau Juchem



Dipl.-Ing. Sven Gohl

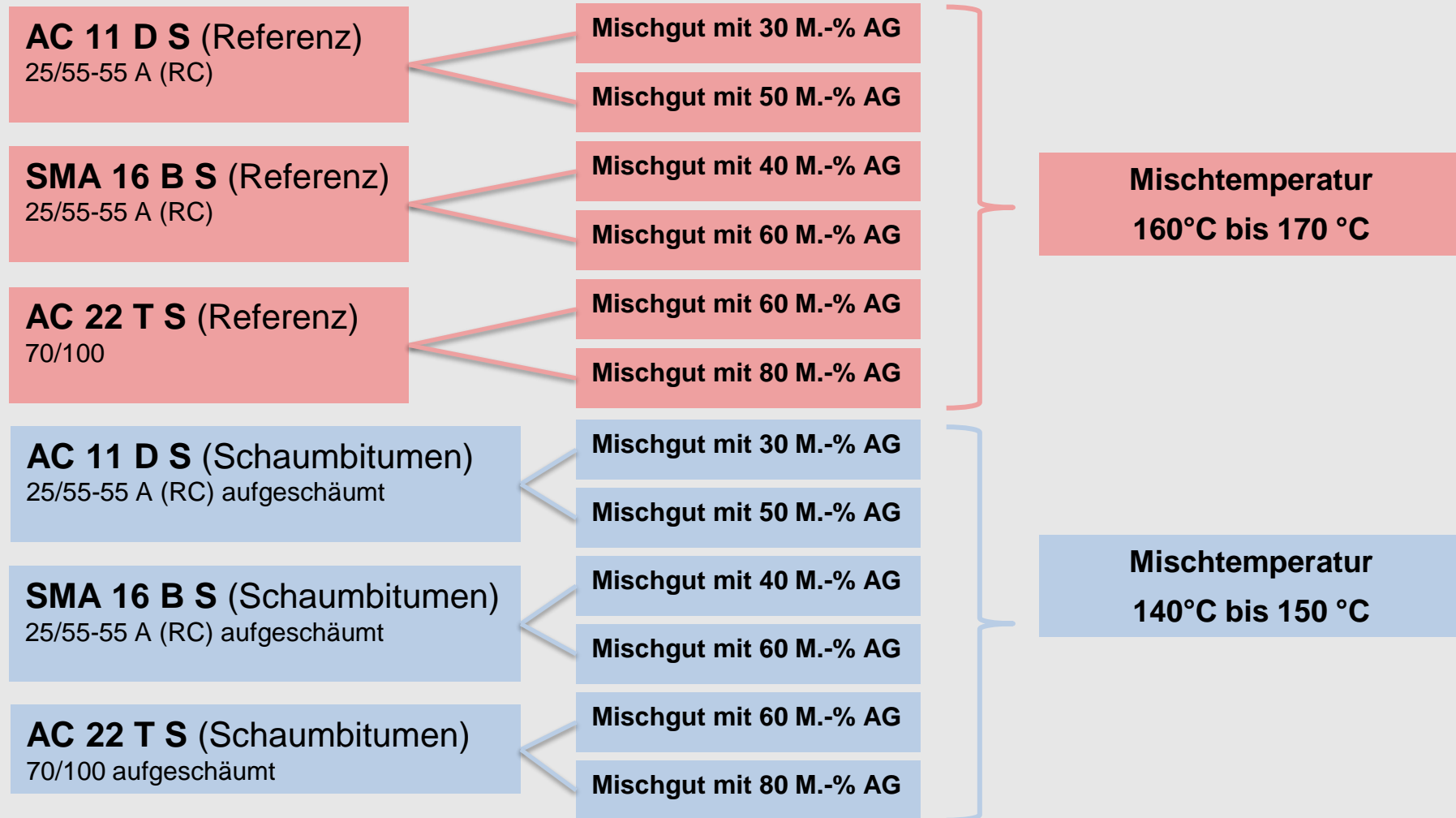
Makadamlabor Schwaben, Sindelfingen



Arbeitspakete

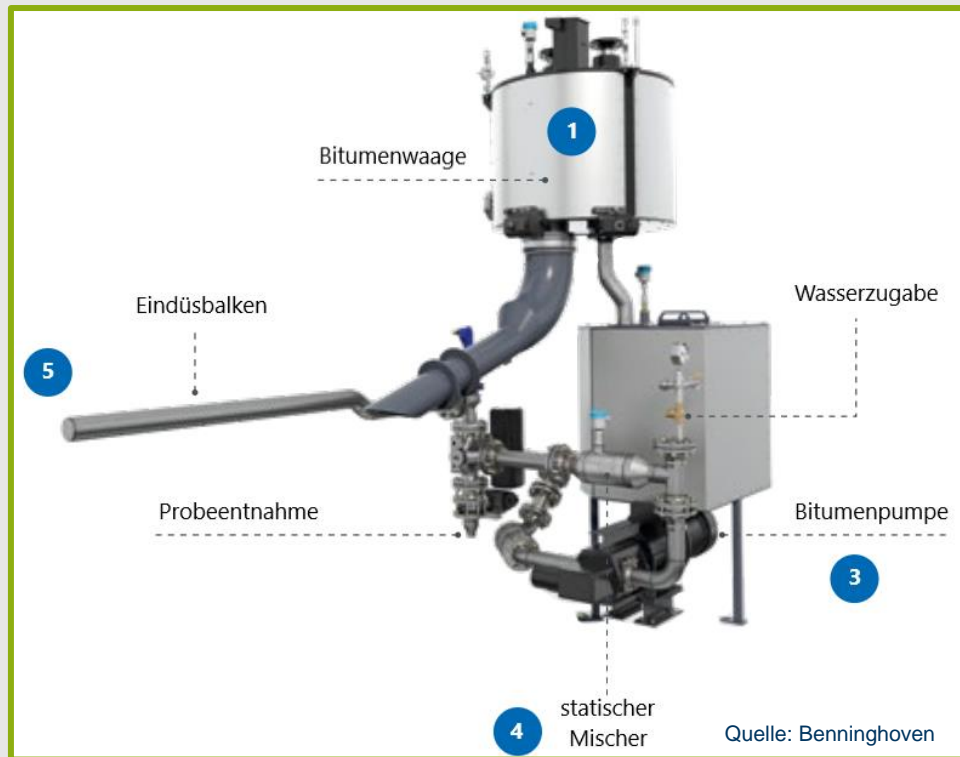
- AP 0:** Auswahl und Beschaffung der zu untersuchenden Materialien
- AP 1:** Untersuchungen zur Optimierung im Labormaßstab
- AP 2:** Großtechnische Erprobung an zwei Asphaltmischanlagen
- AP 3:** Großtechnische Validierung in Untersuchungsstrecken
- AP 4:** Energie- und Emissionsbilanzierung der Asphaltmischanlage
- AP 5:** Verfahrenstechnische Optimierung
- AP 6:** Auswertung der Untersuchungsergebnisse und Veröffentlichung

Mischgutvarianten



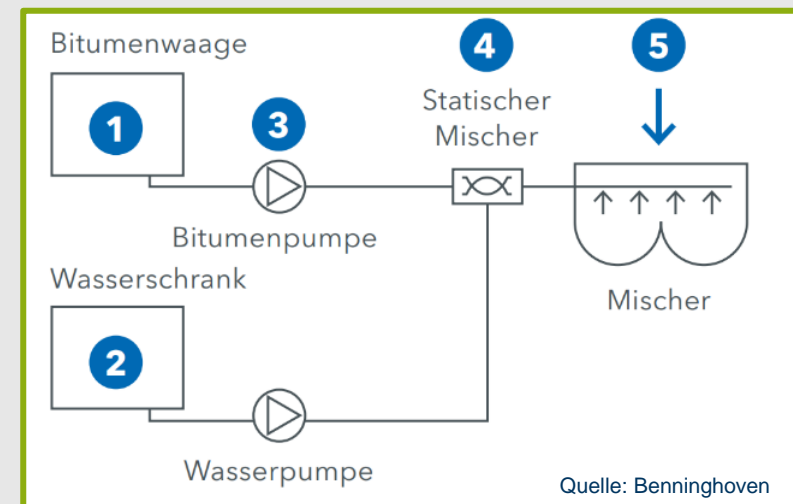
Schaumbitumenherstellung

- 1 bis 4 % Wasser und Bitumen werden im statischen Mischer unter Druck vermengt
- Schaumbitumen wird in Asphaltmischer eingedüst



Temperaturabsenkung

- Temperaturen des Asphaltgranulates unter 150 °C können in der **Paralleltrommel** zu Materialanhaftungen führen
- Reduzierung der Mischguttemperatur auf 140 °C wurde über kombinierte **Kalt- und Warmzugabe** des Asphaltgranulates erreicht
- Optimales Verhältnis zwischen kaltem und warmem Granulat wurde durch Vorversuche ermittelt (Umhüllung als Beurteilungskriterium)
- Temperatursteuerung über „Weißmineral“ (< 20 M.-%) nur sehr eingeschränkt möglich
- Verlängerung der Mischzeit zum Erreichen einer guten Homogenität des Asphaltmischgutes



L 1141
ca. 18.000 m²

AC 11 D S
mit 50 M.-% AG
(Referenz)

AC 11 D S
mit 50 M.-% AG
(temperaturabgesenkt mit Schaumbitumen)

L 548
ca. 18.000 m²

AC 11 D S
mit 30 M.-% AG
(Referenz)

AC 11 D S
mit 50 M.-% AG
(Referenz)

AC 11 D S
mit 30 M.-% AG
(temperaturabgesenkt
mit Schaumbitumen)

AC 11 D S
mit 50 M.-% AG
(temperaturabgesenkt
mit Schaumbitumen)

SMA 16 B S
mit 40 M.-% AG
(Referenz)

SMA 16 B S
mit 60 M.-% AG
(Referenz)

SMA 16 B S
mit 40 M.-% AG
(temperaturabgesenkt
mit Schaumbitumen)

SMA 16 B S
mit 60 M.-% AG
(temperaturabgesenkt
mit Schaumbitumen)

Rahmenbedingungen

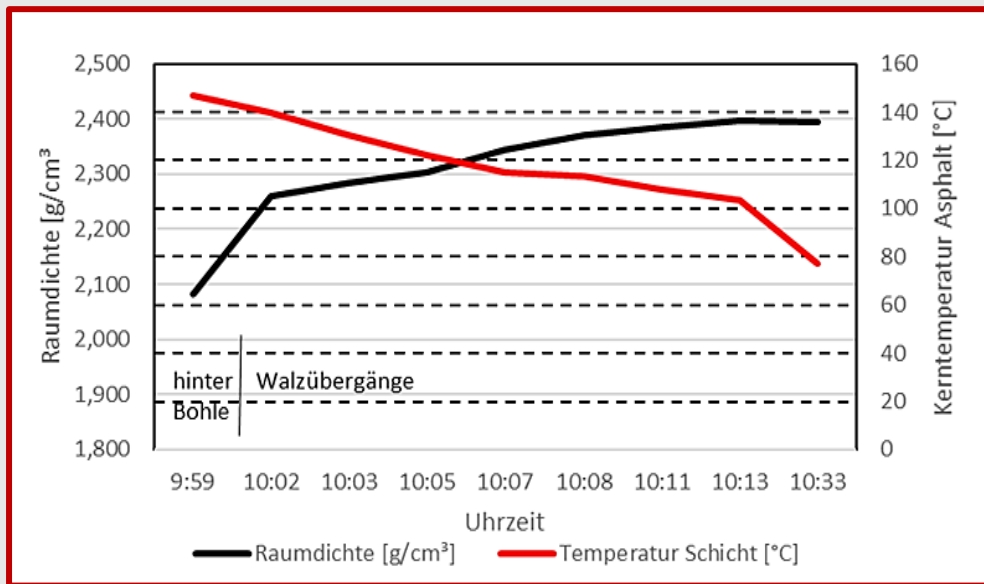
- Herstellung **Referenz** bei ca. 170 °C
- Herstellung **Warmasphalt** bei ca. 140 °C
- Herstellung Schaumbitumen mit 3 % Wasser



Erfahrungen beim Einbau

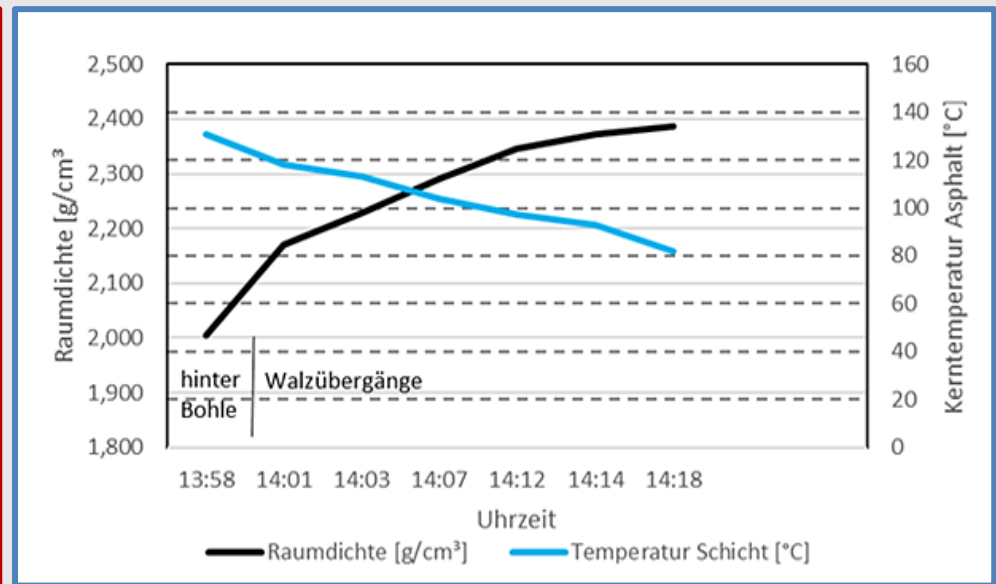
- Schaumbitumen-Warmasphalt lässt sich theoretisch mit gleicher Anzahl an Walzübergängen wie Heißasphalt einbauen
- Einbaufenster ist jedoch kürzer! Insbesondere beim Einbau von Asphaltdeckschichten zu berücksichtigen.
- Verdichtung sollte kontinuierlich mit einem Gerät für zerstörungsfreie Dichtemessungen (z.B. Troxlersonde) kontrolliert werden

MT: Ø 168 °C



100 °C Schichttemperatur nach 15 min bei Lufttemperatur von 11 °C

MT: Ø 142 °C



100 °C Schichttemperatur nach 10 min bei Lufttemperatur von 22 °C

Kontrollprüfungen

	L 1141	Einheit	AC 11 D S 50 M.-% AG Heißasphalt	AC 11 D S 50 M.-% AG Warmasphalt	Anforderung
Mischgut	Bindemittel	-	25/55-55 A (RC) (konventionell)	25/55-55 A (RC) (geschäumt)	-
	Bindemittelgehalt	M.-%	6,0	6,0	mind. 6,0
	EP RuK	°C	66,8	65,8	-
	Rohdichte	g/cm ³	2,449	2,450	-
	Raumdichte	g/cm ³	2,412	2,415	-
	Hohlraumgehalt	Vol.-%	1,5	1,4	2,5 bis 3,5
Schicht	Rohdichte	g/cm ³	2,441	2,444	-
	Raumdichte	g/cm ³	2,361	2,336	-
	Hohlraumgehalt	Vol.-%	3,3	4,4	≤ 5,5
	Schichtenverbund	kN	33,7	28,7	mind. 12,0

	L 548	Einheit	SMA 16 B S 40 M.-% AG Heißasphalt	SMA 16 B S 60 M.-% AG Heißasphalt	SMA 16 B S 40 M.-% AG Warmasphalt	SMA 16 B S 60 M.-% AG Warmasphalt
Mischgut	Bindemittel		25/55-55 A (RC) (konventionell)		25/55-55 A (RC) (geschäumt)	
	Bindemittelgehalt	M.-%	5,4	5,3	5,3	5,4
	Rohdichte	g/cm ³	2,433	2,447	2,446	2,439
	Raumdichte MPK	g/cm ³	2,334	2,367	2,358	2,357
	Hohlraumgehalt MPK	Vol.-%	4,1	3,3	3,6	3,4
Schicht	Rohdichte	g/cm ³	2,445	2,443	2,441	2,446
	Raumdichte	g/cm ³	2,408	2,389	2,397	2,370
	Hohlraumgehalt	Vol.-%	1,5	2,2	1,8	3,1
	Schichtenverbund	kN	30,2	28,5	28,9	27,2

Dämpfe und Aerosole beim Einbau (L 548)

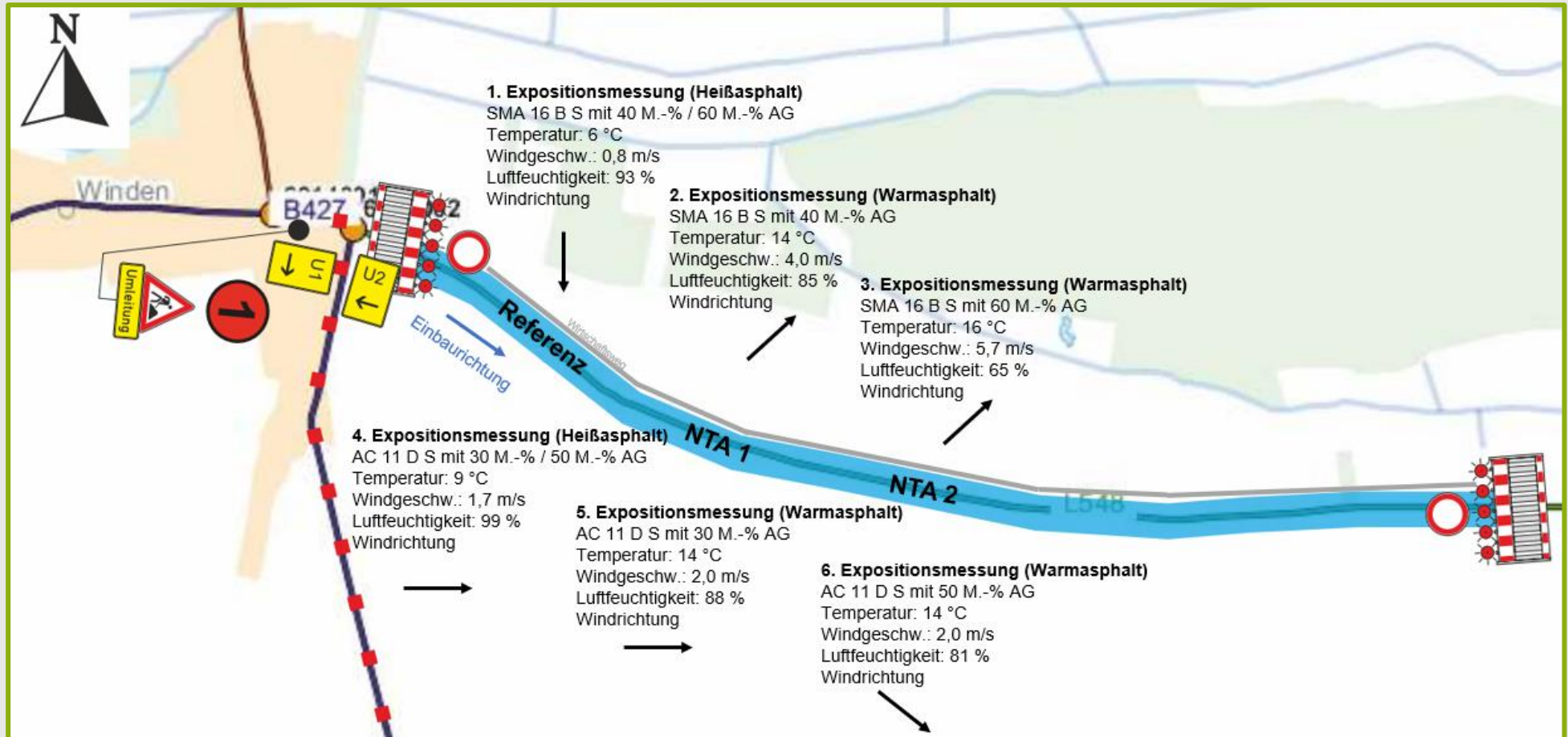


ca. 170 °C

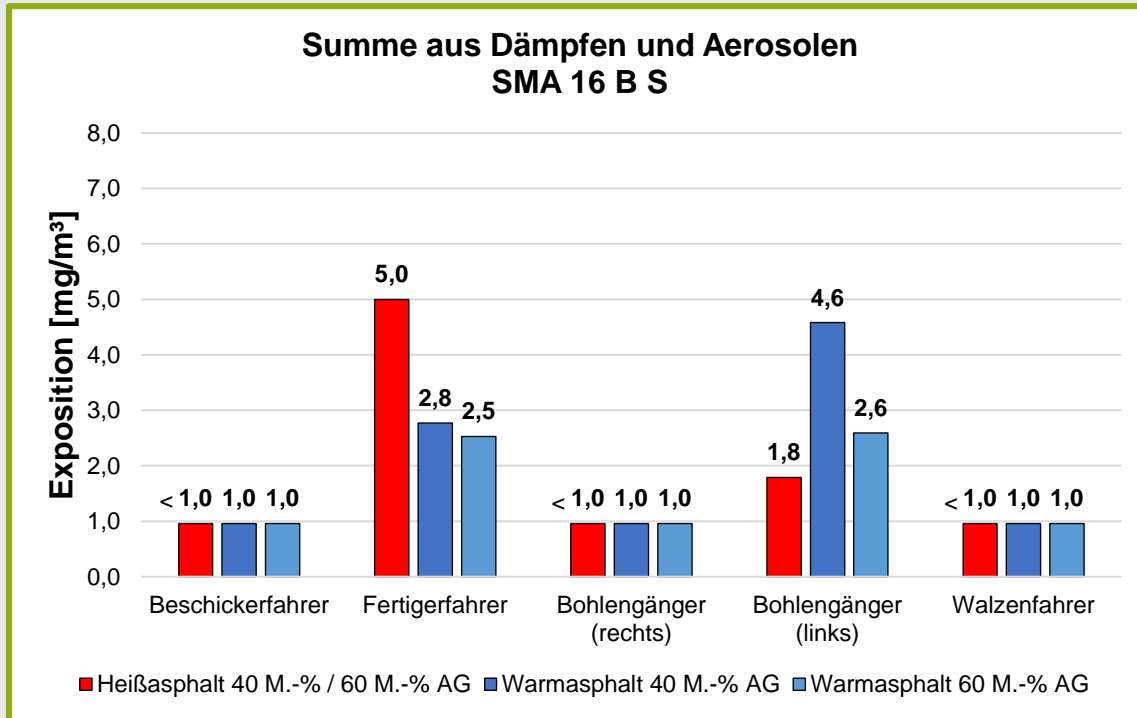


ca. 140 °C

Dämpfe und Aerosole beim Einbau (L 548)

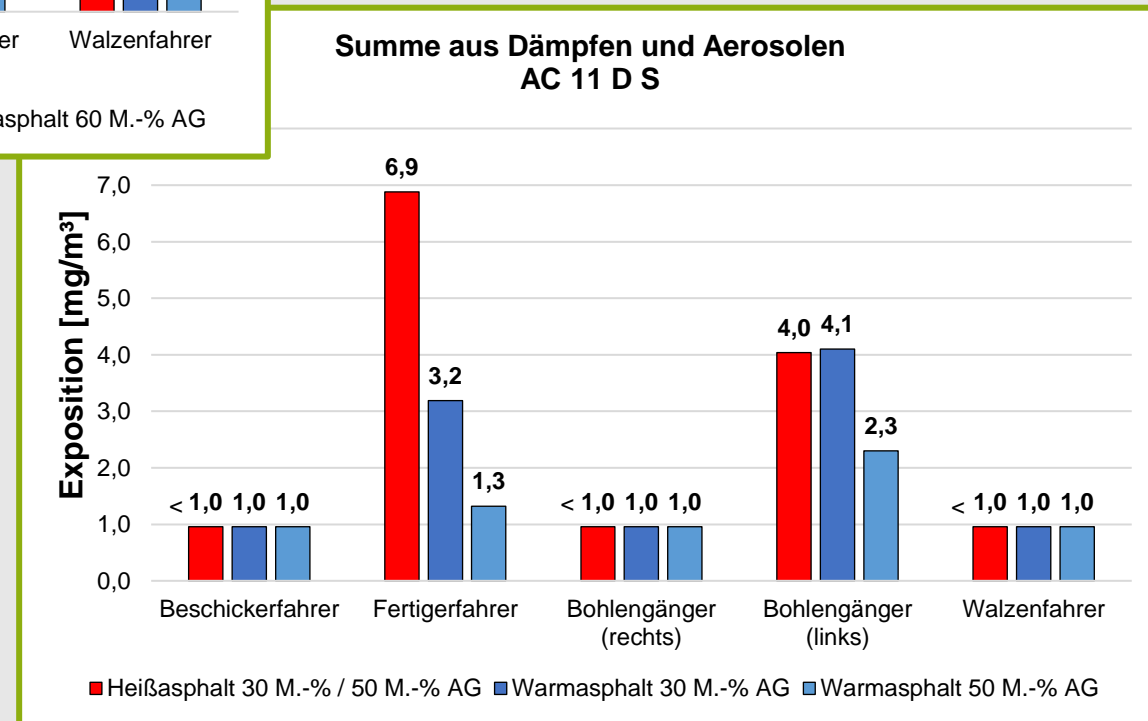


Dämpfe und Aerosole beim Einbau (L 548)



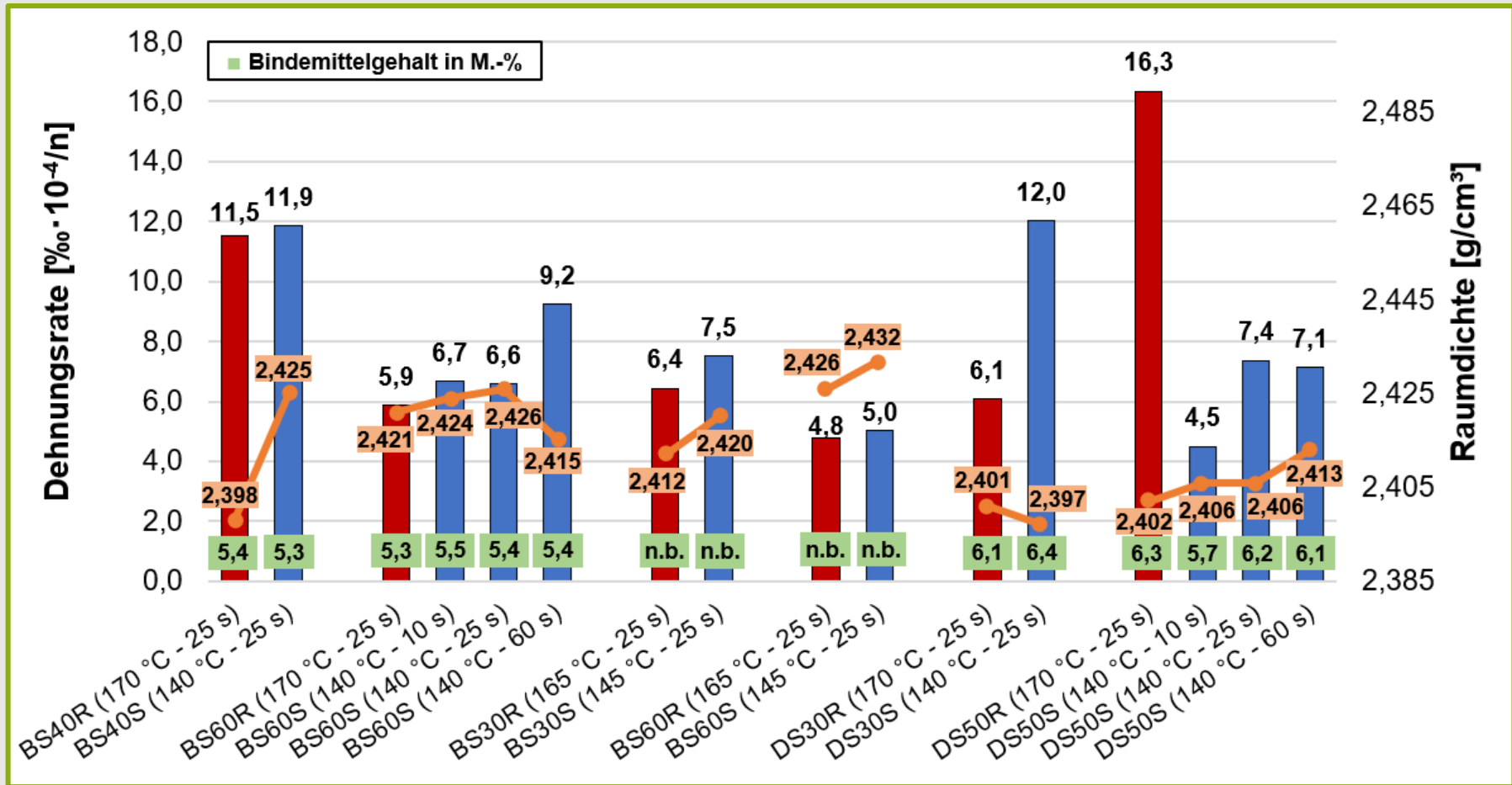
**Reduktion beim Fertigerfahrer
um bis zu 50 %**

**Reduktion beim Fertigerfahrer
um bis zu 81 %**



Verformungsverhalten bei Wärme (Einax. Druck-Schwellversuch)

Dehnungsrate zwischen Belastungszyklus 9.800 und 10.000

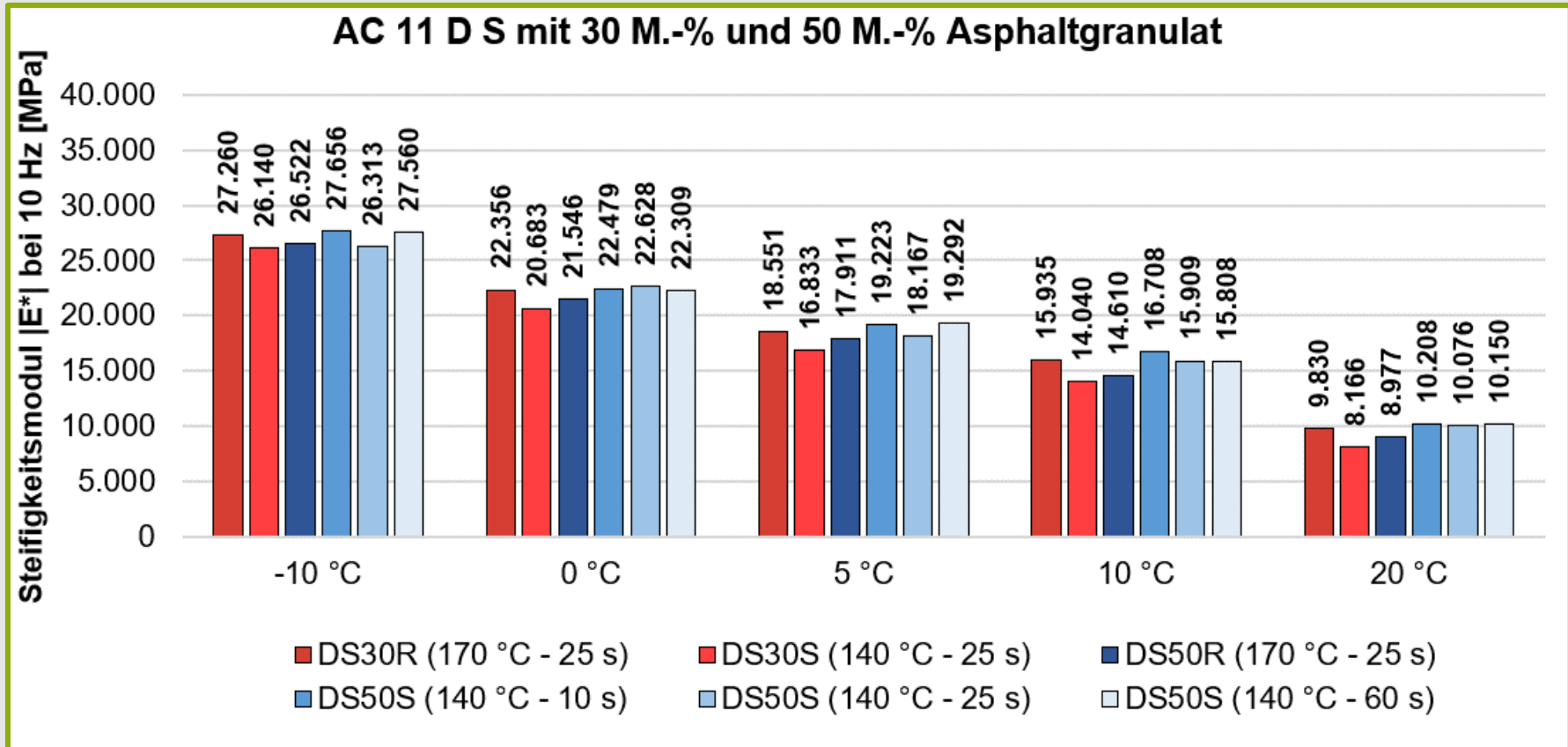


Bezeichnung

BS40R (170 °C – 25 s)

SMA 16 B S mit 40 M.-% Asphaltgranulat (Mischtemperatur 170 °C / Nachmischzeit 25 s)

Steifigkeitsmodul (Dynamischer Spaltzug-Schwellversuch)

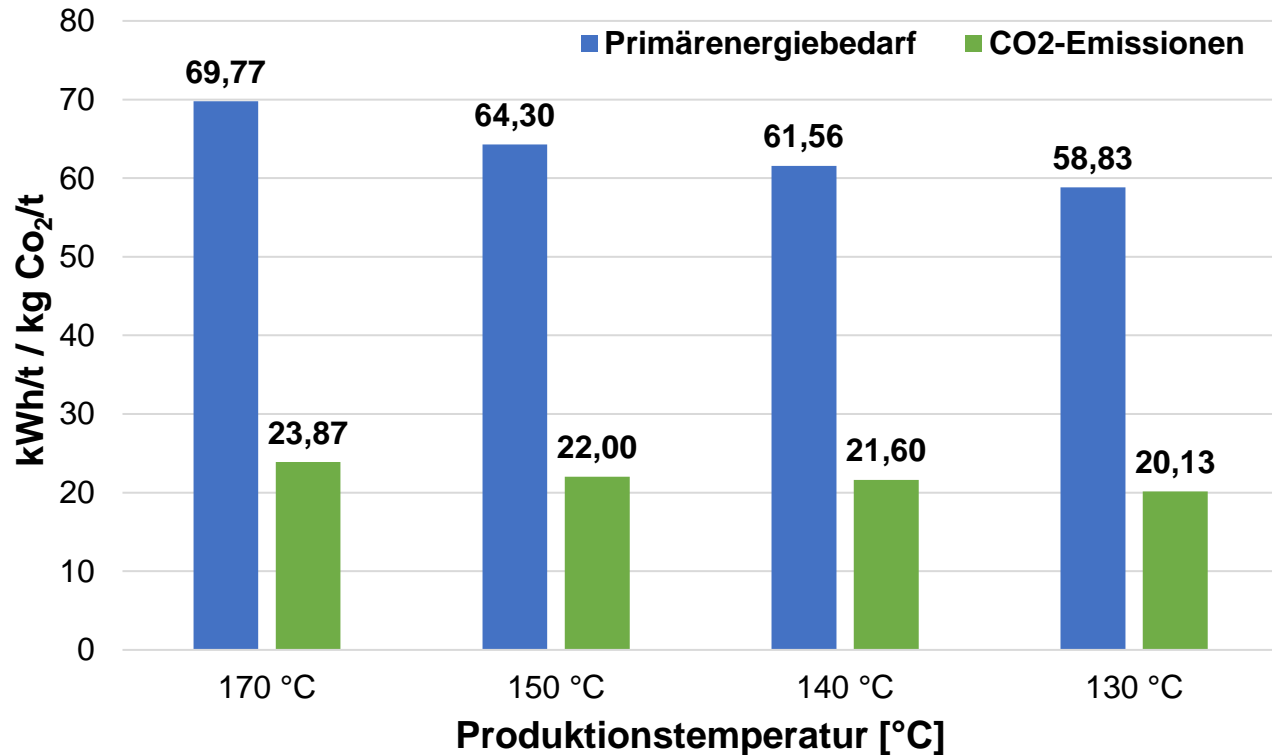


Bezeichnung

DS30R (170 °C – 25 s)

AC 11 D S mit 30 M.-% Asphaltgranulat (Mischtemperatur 170 °C / Nachmischzeit 25 s)

Energie- und Emissionsbilanzierung am Beispiel eines AC 11 D S mit 50 M.-% Asphaltgranulat



- Energieeinsparung von 8,21 kWh/t und CO₂-Einsparung von 2,27 kg/t bei Temperaturreduzierung von 30 K
- Energieeinsparung von 10,94 kWh/t und CO₂-Einsparung von 3,74 kg/t bei Temperaturreduzierung von 40 K
- Wasser als Zusatz = ökologisch
- Einsatz von Zusätzen zur Verbesserung der Schaumeigenschaften kann sich negativ auf die Ökobilanz auswirken!



- Temperaturabsenkung mit Schaumbitumen auch bei Verwendung hoher Asphaltgranulat-Anteile möglich.
- Kürzeres Einbaufenster durch reduzierte Mischguttemperatur.
- Zum Teil deutliche Reduzierung der Dämpfe und Aerosole, insbesondere im Bereich des Fertigerfahrers.
- Verformungsverhalten bei Wärme zum Großteil wie beim Heißasphalt. In einigen Fällen jedoch höhere Dehnungsraten beim Warmasphalt. Restschaumwasser im Mischgut als mögliche Ursache zwar unwahrscheinlich aber nicht komplett auszuschließen. Weiterer Forschungsbedarf!
- Um Gefahr von möglichem Restschaumwasser im Mischgut zu reduzieren sollte Schaumbitumen mit Wassergehalten $\leq 2,0$ % hergestellt werden.
- Durch Temperaturreduzierung von 30 K können an der Asphaltmischanlage – bei sonst identischen Herstellungsbedingungen – 8,21 kWh Energie und 2,27 kg CO₂ je Tonne Asphaltmischgut eingespart werden.

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**