

Temperaturabsenkung – Es geht auch mit Schaumbitumen

Georg Bus, M.Sc.

Lehrstuhl für Verkehrswegebau

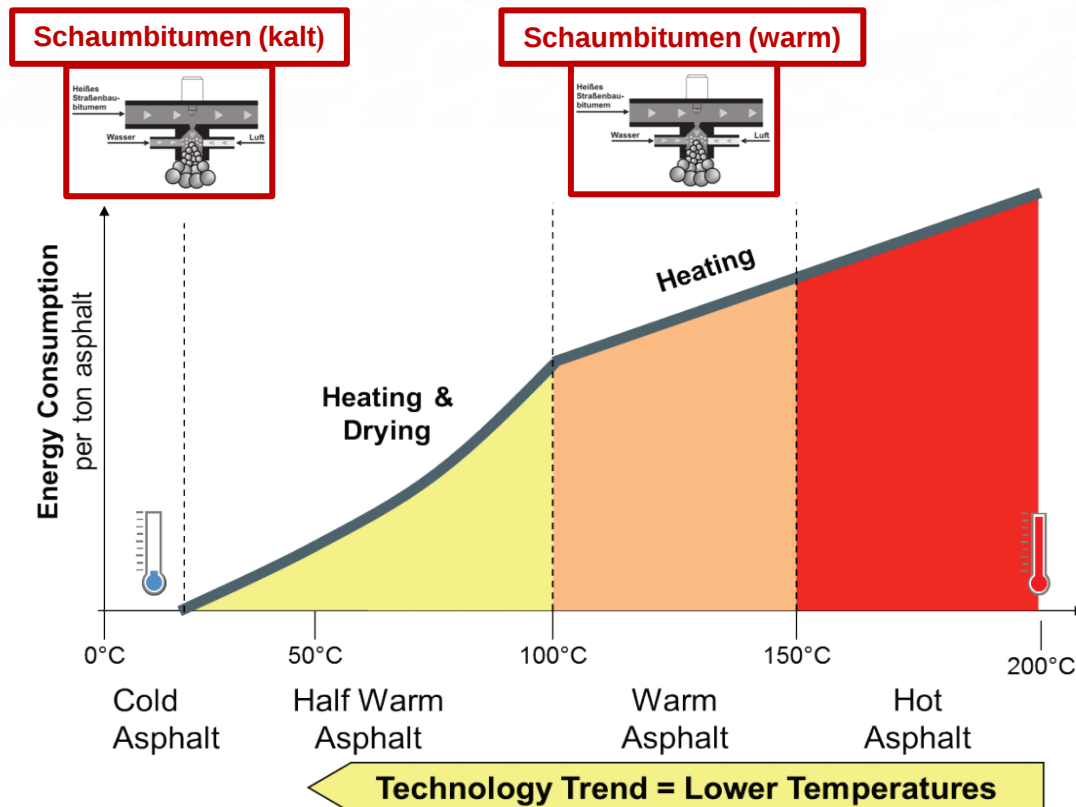
Prof. Dr.-Ing. Martin Radenberg

Ruhr-Universität Bochum



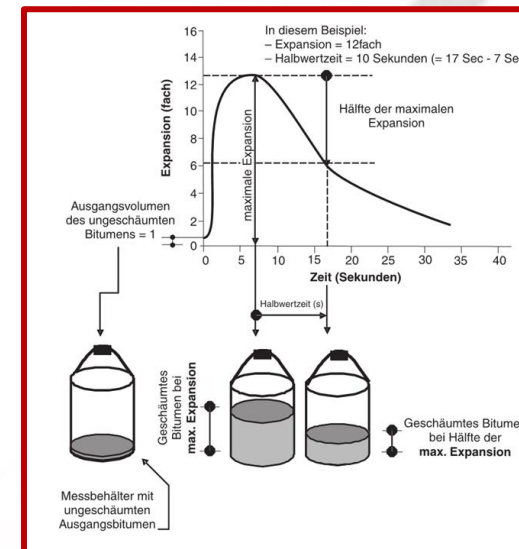
- Problemstellung und Zielsetzung
- Grundlagen der Schaumbitumenbauweise
- Konzept des Forschungsvorhabens
- Herstellung Schaumbitumen-Warmasphalt an der Mischanlage
- Validierung Schaumbitumen-Warmasphalt in zwei Untersuchungsstrecken
- Energie- und Emissionbilanzierung an der Asphaltmischanlage
- Zusammenfassung

- 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
 - **Per Definition: Warmasphalt (100 bis 150 °C)**
- Der Einsatz der Schaumbitumentechologie zur Absenkung der Verarbeitungstemperatur von Asphalt wurde durch nationale, insbesondere aber durch internationale Forschungsprojekte in der Vergangenheit nachgewiesen
 - **Geht das auch in Deutschland?**
- Mitverwendung von Asphaltgranulat (AG) ist im Zuge der Kreislaufwirtschaft von elementarer Bedeutung
 - **Keine Verminderung der Zugabeanteile an AG in Deutschland gewollt!**



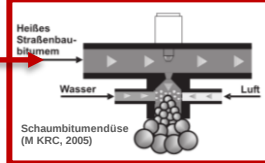
Definition:

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 [M KRC, 2005].



Schaumbitumenmischgut (kalt)

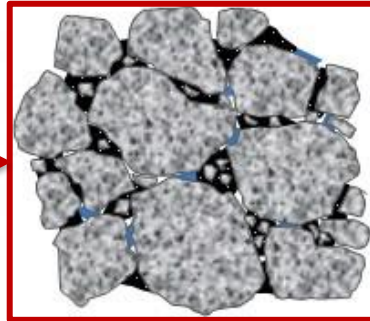
Bitumen
(warm/heiß: ca. 150°C)



Gesteinskörnung/AG
(kalt: ca. 15°C)

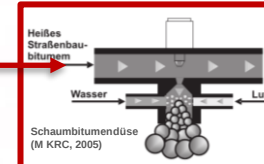


Schaumbitumenmischgut
(kalt: ca. 25°C)

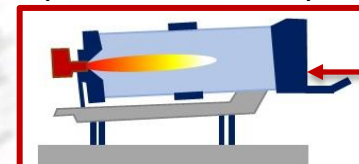


Schaumbitumenmischgut (warm)

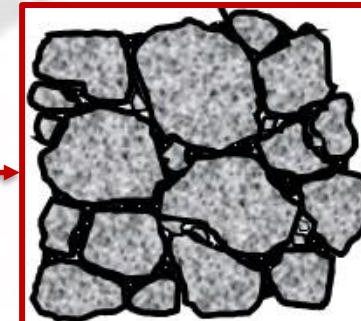
Bitumen
(warm/heiß: ca. 150°C)



Gesteinskörnung/AG
(warm: ca. 140°C)



Schaumbitumenmischgut
(warm: ca. 140°C)



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



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Dipl.-Ing. Thomas Behle

Hohenloher Asphalt-Mischwerke, Heilbronn



Dr. Hermann Heppenheimer

Asphaltmischwerk Landau Juchem



Dipl.-Ing. Sven Gohl

Makadamlabor Schwaben, Sindelfingen

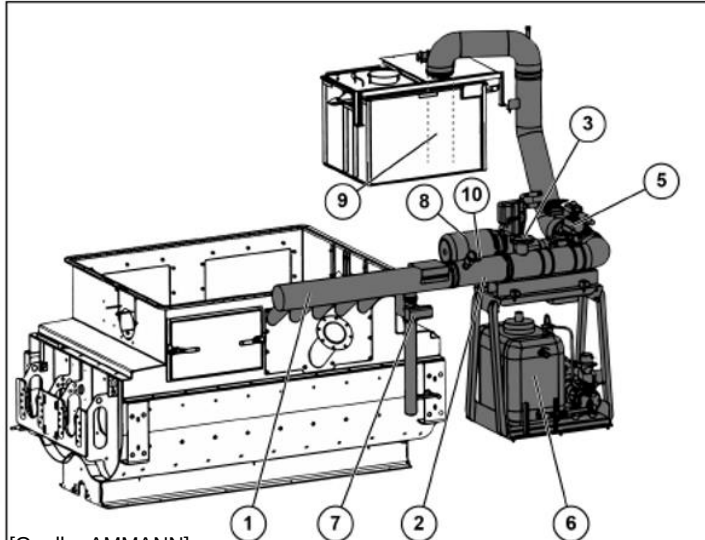


Arbeitspakete

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

Schaumbitumenherstellung

- Wassergehalt zwischen 1,0 und 4,0 % bezogen auf das Bindemittel
- Wasser und Bitumen werden im statischen Mischer unter Druck miteinander vermischt
- Schaumbitumen wird in Asphaltmischer eingedüst



[Quelle: AMMANN]

Pos.	Bauteil
1	Bitumenrampe
2	Mischer für Schaumbitumen
3	Wassereinspritzung
4	Rückschlagventil
5	Absperrklappe
6	Wasserversorgung
7	Probeentnahme
8	Bitumpumpe
9	Saugleitung
10	Heizung

Temperaturabsenkung

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

- Im 3. und 4. Quartal 2022 wurden zwei Untersuchungsstrecken mit Schaumbitumen-Warmasphalt gebaut
- Erprobungsfelder mit konventionellem Heißasphalt (Referenz) und Schaumbitumen-Warmasphalt
- Polymermodifiziertes Bitumen 25/55-55 A RC (konventionell und mit 2 bis 3 % Wasser aufgeschäumt)
- Untersuchung der Asphalt-Performance (Steifigkeit, Verformungsverhalten bei Wärme mittels einaxialem Druckschwellversuch, Kälteeigenschaften mittels Abkühlversuch)
- Messung der Dämpfe und Aerosole beim Einbau

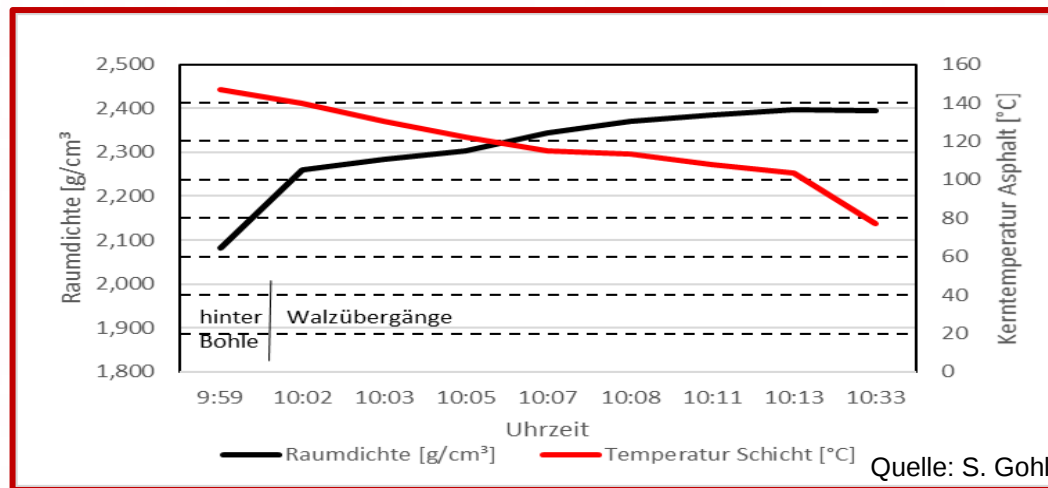
Untersuchungsstrecke L1141 ca. 18.000 m ²	AC 11 D S mit 50 % RC (Referenz)		AC 11 D S mit 50 % RC (temperaturabgesenkt mit Schaumbitumen)	
	AC 11 D S mit 30 % RC (Referenz)	AC 11 D S mit 50 % RC (Referenz)	AC 11 D S mit 30 % RC (temperaturabgesenkt mit Schaumbitumen)	AC 11 D S mit 50 % RC (temperaturabgesenkt mit Schaumbitumen)
Untersuchungsstrecke L548 ca. 18.000 m ²	SMA 16 B S mit 40 % RC (Referenz)	SMA 16 B S mit 60 % RC (Referenz)	SMA 16 B S mit 40 % RC (temperaturabgesenkt mit Schaumbitumen)	SMA 16 B S mit 60 % RC (temperaturabgesenkt mit Schaumbitumen)

Impressionen vom Einbau

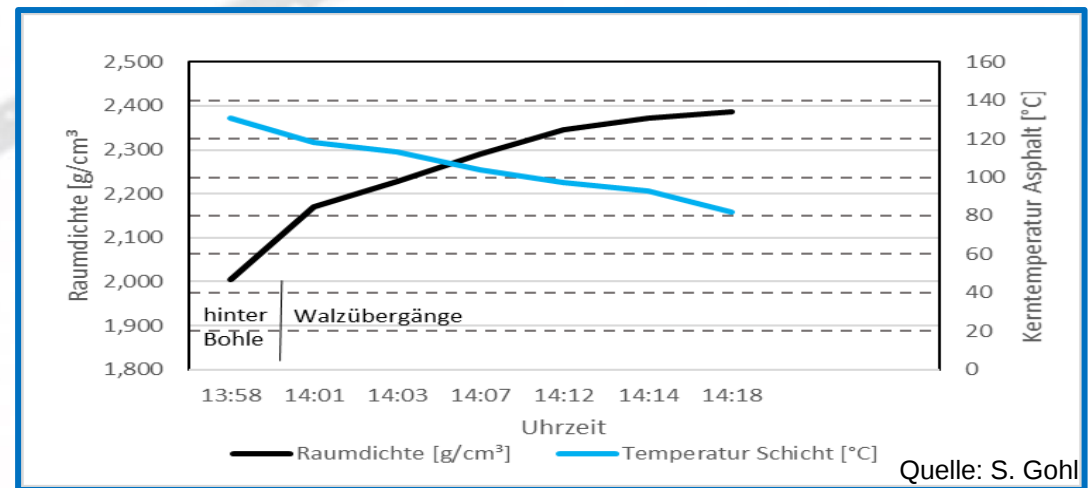


Erfahrungen beim Einbau

- Einbau des Schaumbitumen-Warmasphalts theoretisch mit gleicher Anzahl an Walzübergängen wie beim Heißasphalt möglich
- Einbaufenster aufgrund reduzierter Mischguttemperatur kürzer! Insbesondere beim Einbau von Asphaltdeckschichten zu berücksichtigen.
- Flächendeckende Verdichtungskontrolle sowie Informationsweitergabe an Walzenfahrer notwendig
- Keine Beeinträchtigung beim Schichtenverbund durch Temperaturabsenkung festgestellt



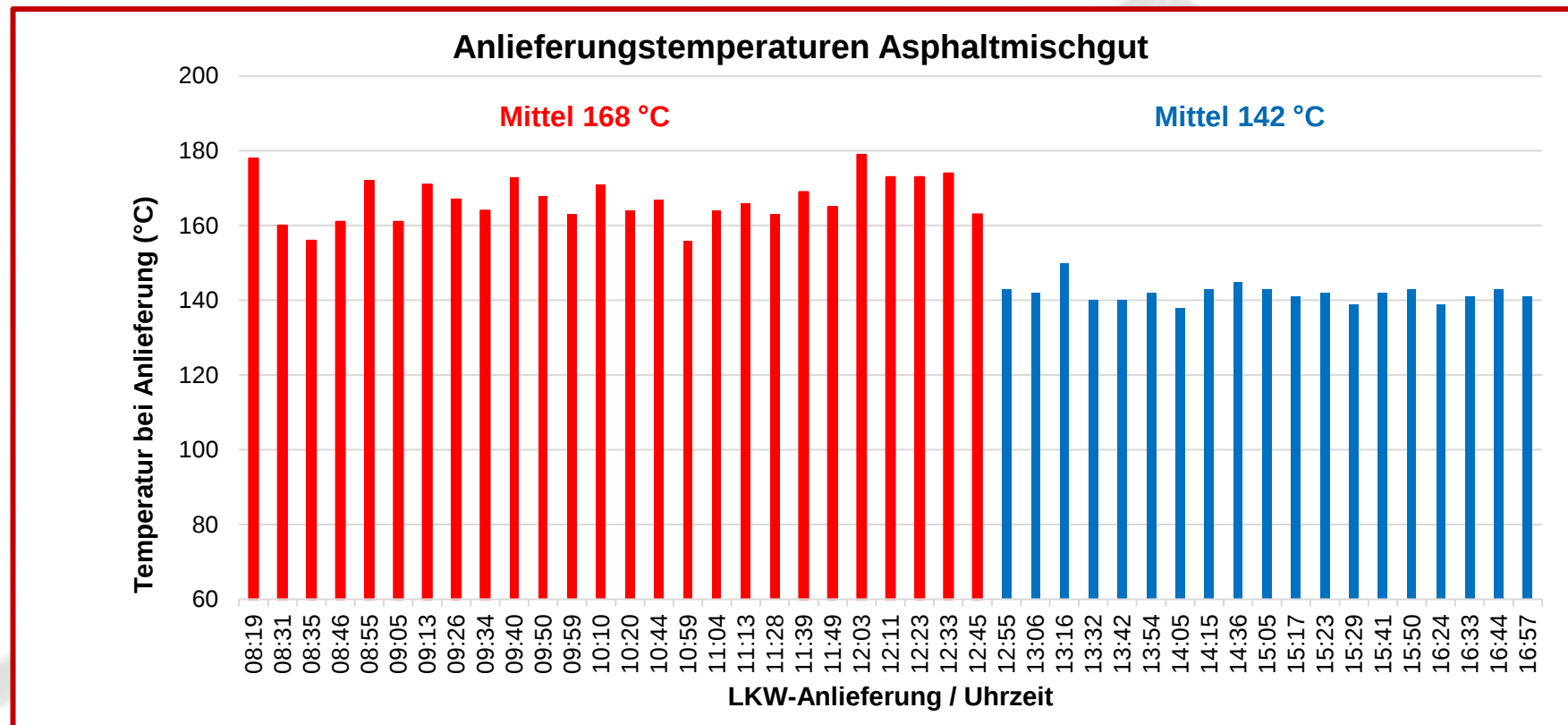
100 °C Schichttemperatur nach 15 min



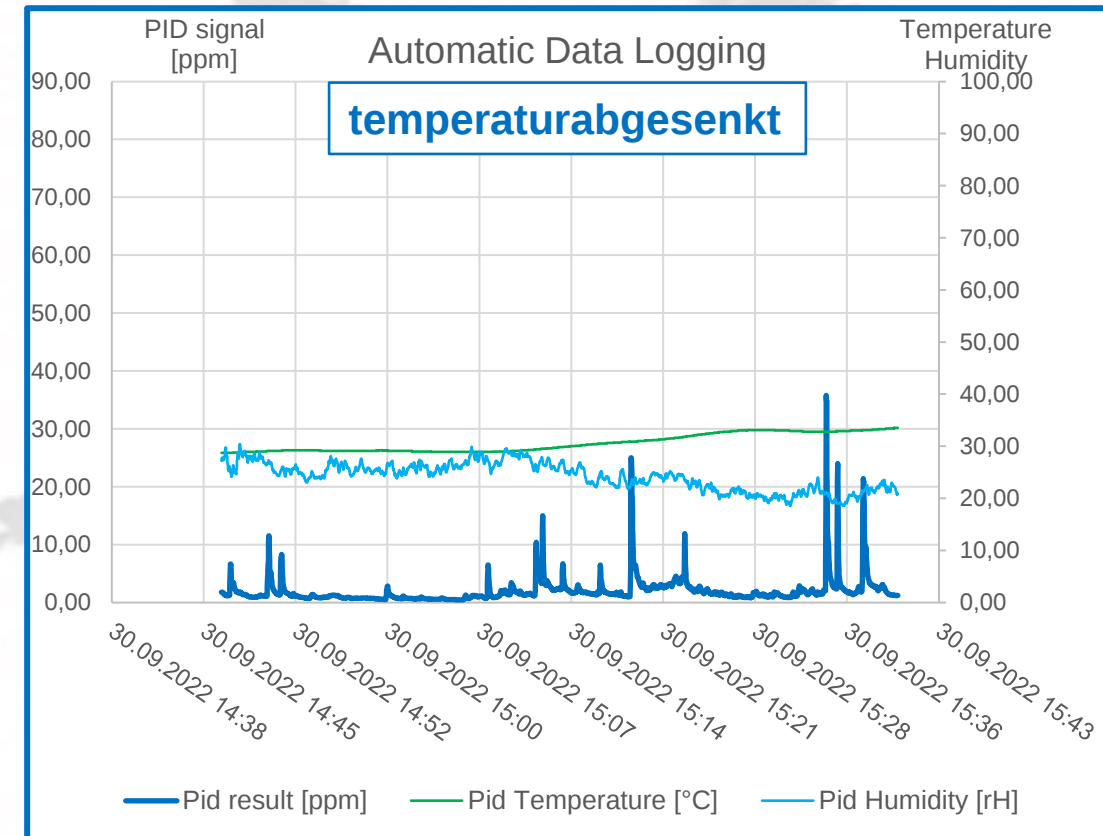
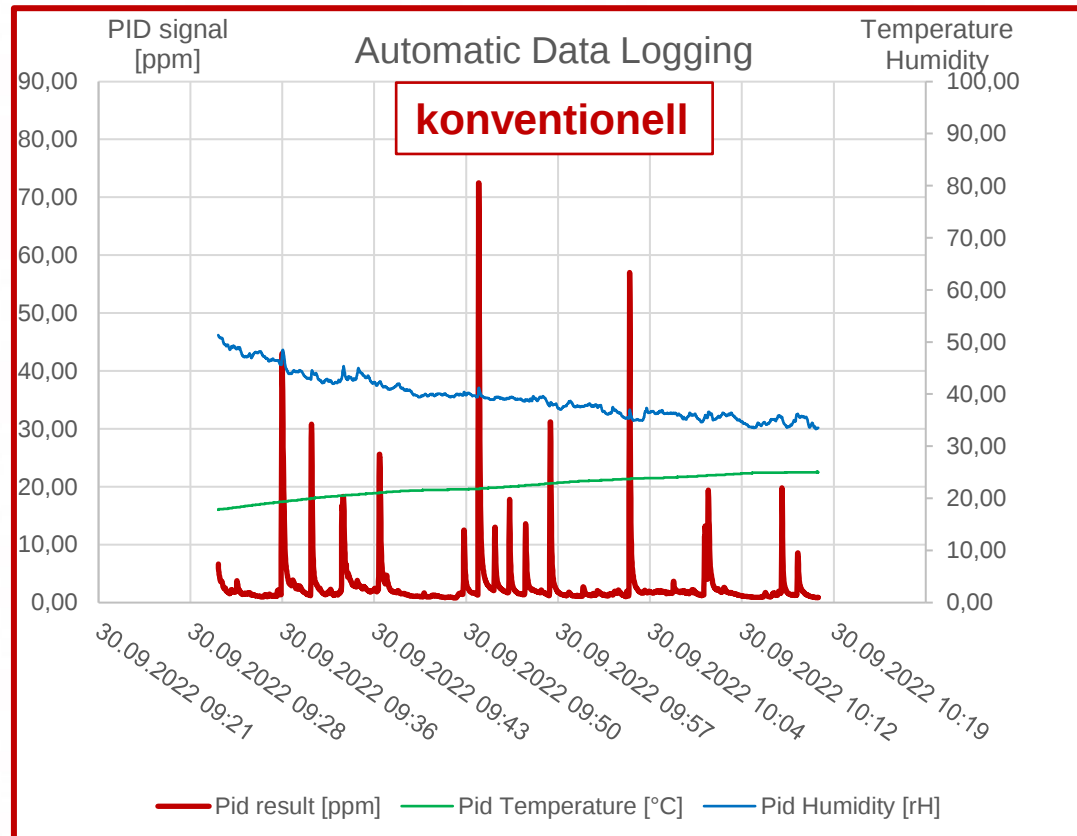
100 °C Schichttemperatur nach 10 min

Temperaturkontrolle am Beispiel der 1. Untersuchungsstrecke (L1141)

- Dokumentation der Mischguttemperatur im Beschickerkübel mittels Einstichthermometer



Expositionsmessungen (Bohlengänger) mittels Photoionisationsdetektor (PID)



Quelle: S. Gohl

Reduktion von Dampf beim Einbau – 2. Untersuchungsstrecke (L548)

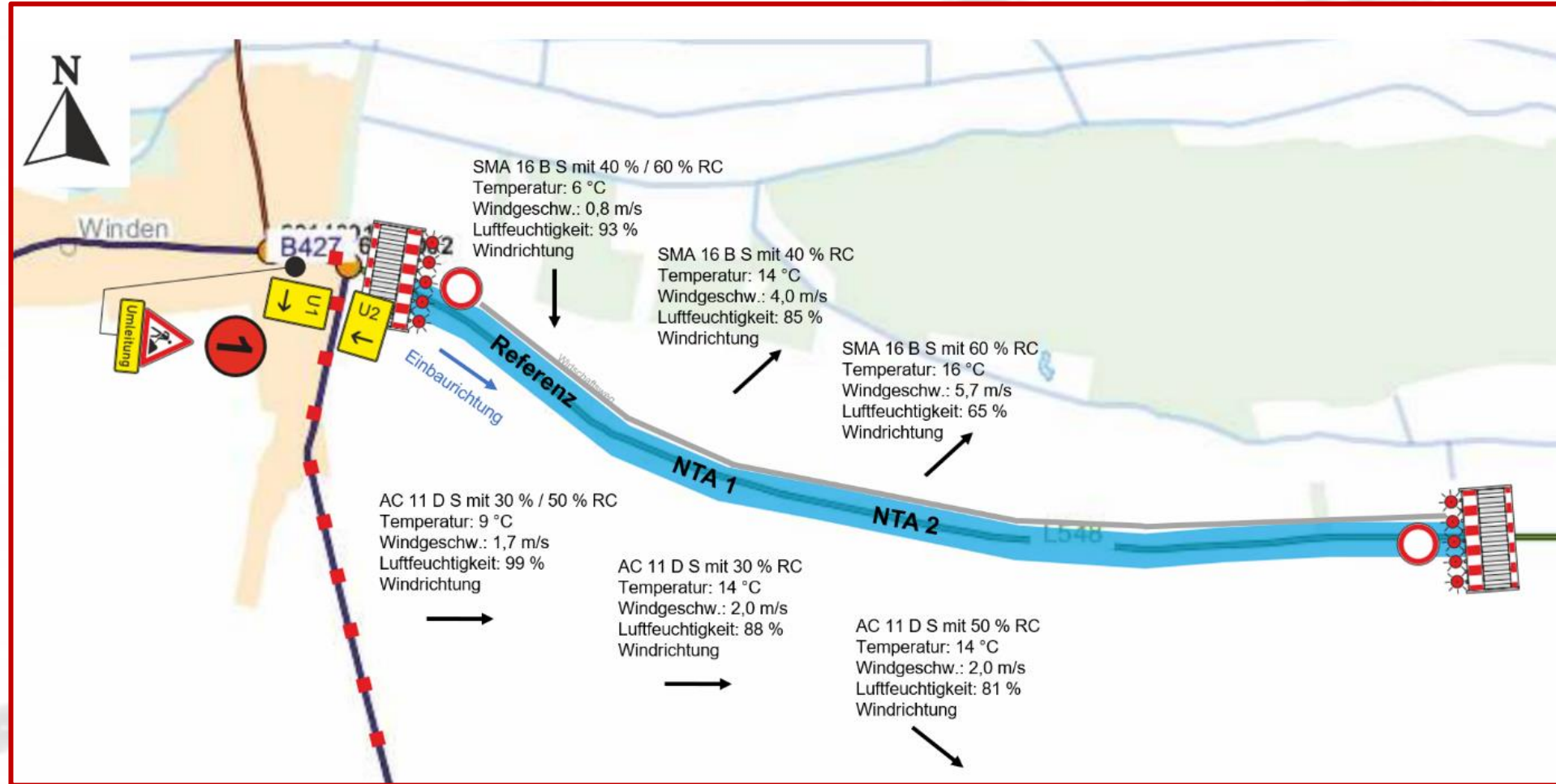


ca. 170 °C

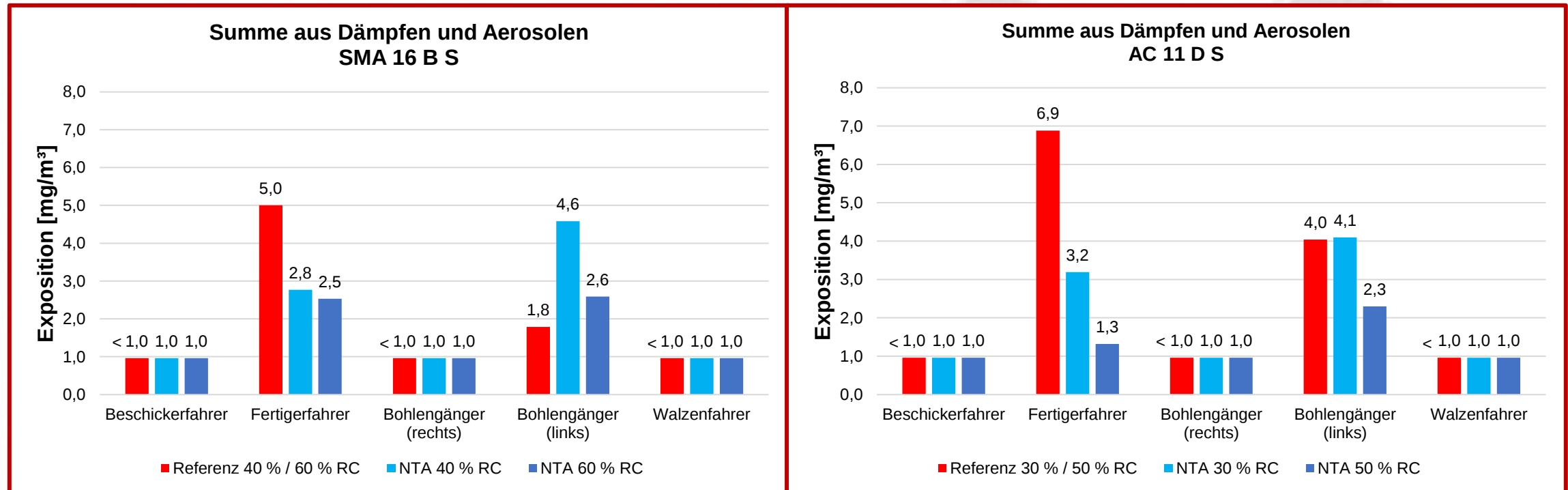


ca. 140 °C

Dampf- und Aerosolmessungen – 2. Untersuchungsstrecke (L548)



Ergebnisse der Dampf- und Aerosolmessung – 2. Untersuchungsstrecke (L548)



Reduktion beim Fertigerfahrer um bis zu 50 %
(Windstärke und –richtung variieren)

Reduktion beim Fertigerfahrer um bis zu 81 %
(sehr ähnliche Windverhältnisse)

- Ergebnisse der PID-Messungen werden aktuell durch FH-Münster ausgewertet

Asphalt-Performance – Kälteeigenschaften

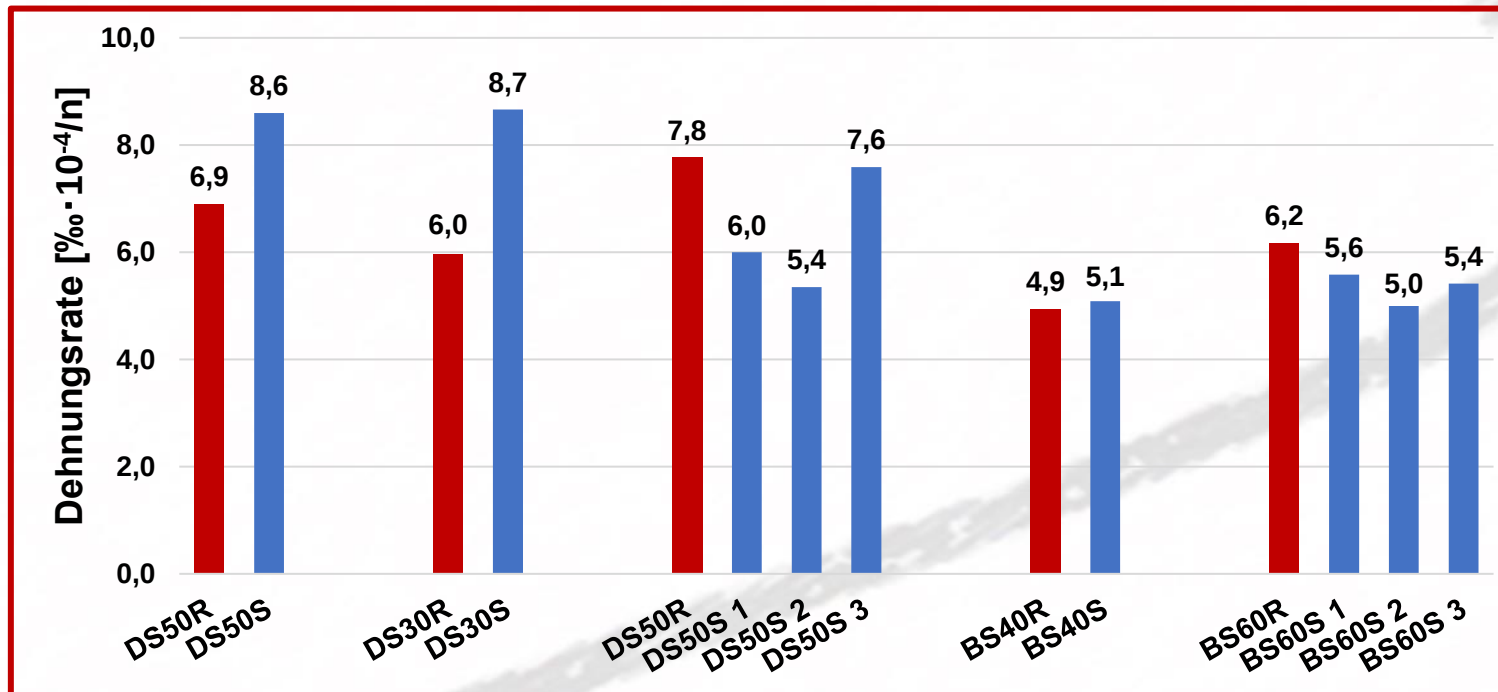
Ergebnisse der Abkühlversuche der 1. Untersuchungsstrecke

			AC 11 D S mit 50 M.-% RC (Warmasphalt)	AC 11 D S mit 50 M.-% RC (Heißasphalt)
Anfangstemperatur	T_0	[°C]	20	20
Abkühlgeschwindigkeit	dT	[K/h]	-10	-10
Ausfallspannung	σ_F	[MPa]	5,434	4,846
Bruchtemperatur	T_F	[°C]	-24,8	-20,2

- Ausfallspannung beim Warmasphalt um 0,588 MPa höher als beim Heißasphalt
- Bruchtemperatur beim Warmasphalt um 4,6 °C tiefer als beim Heißasphalt

Asphalt-Performance – Verformungsverhalten bei Wärme (Einaxialer Druck-Schwellversuch)

Dehnungsrate zwischen Belastungszyklus 9.800 und 10.000

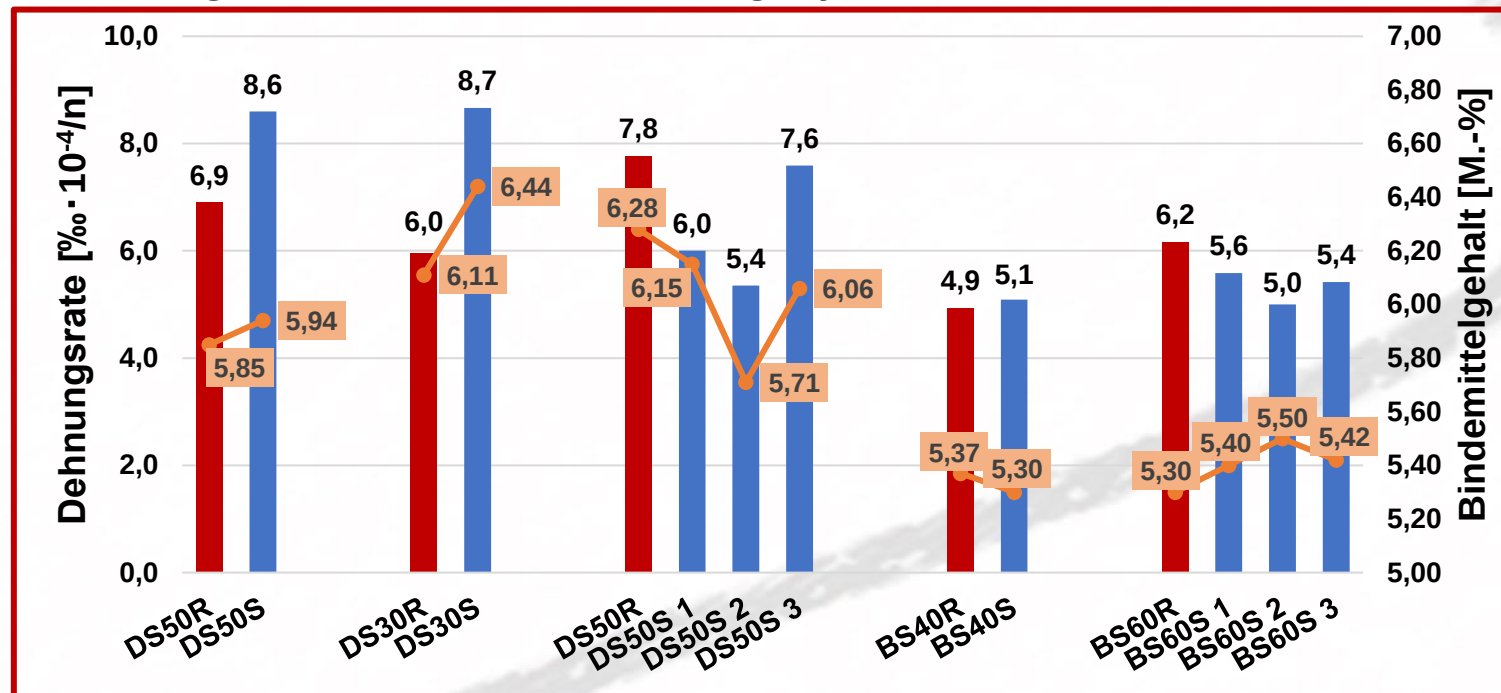


- Dehnungsrate beim Warmasphalt in drei von fünf Fällen geringer oder auf dem gleichen Niveau wie beim Heißasphalt
- Dehnungsrate in zwei Fällen beim Warmasphalt höher als beim Heißasphalt

- **S 1:** Nachmischzeit von 25 Sekunden
- **S 2:** Nachmischzeit von 10 Sekunden
- **S 3:** Nachmischzeit von 60 Sekunden

Asphalt-Performance – Verformungsverhalten bei Wärme (Einaxialer Druck-Schwellversuch)

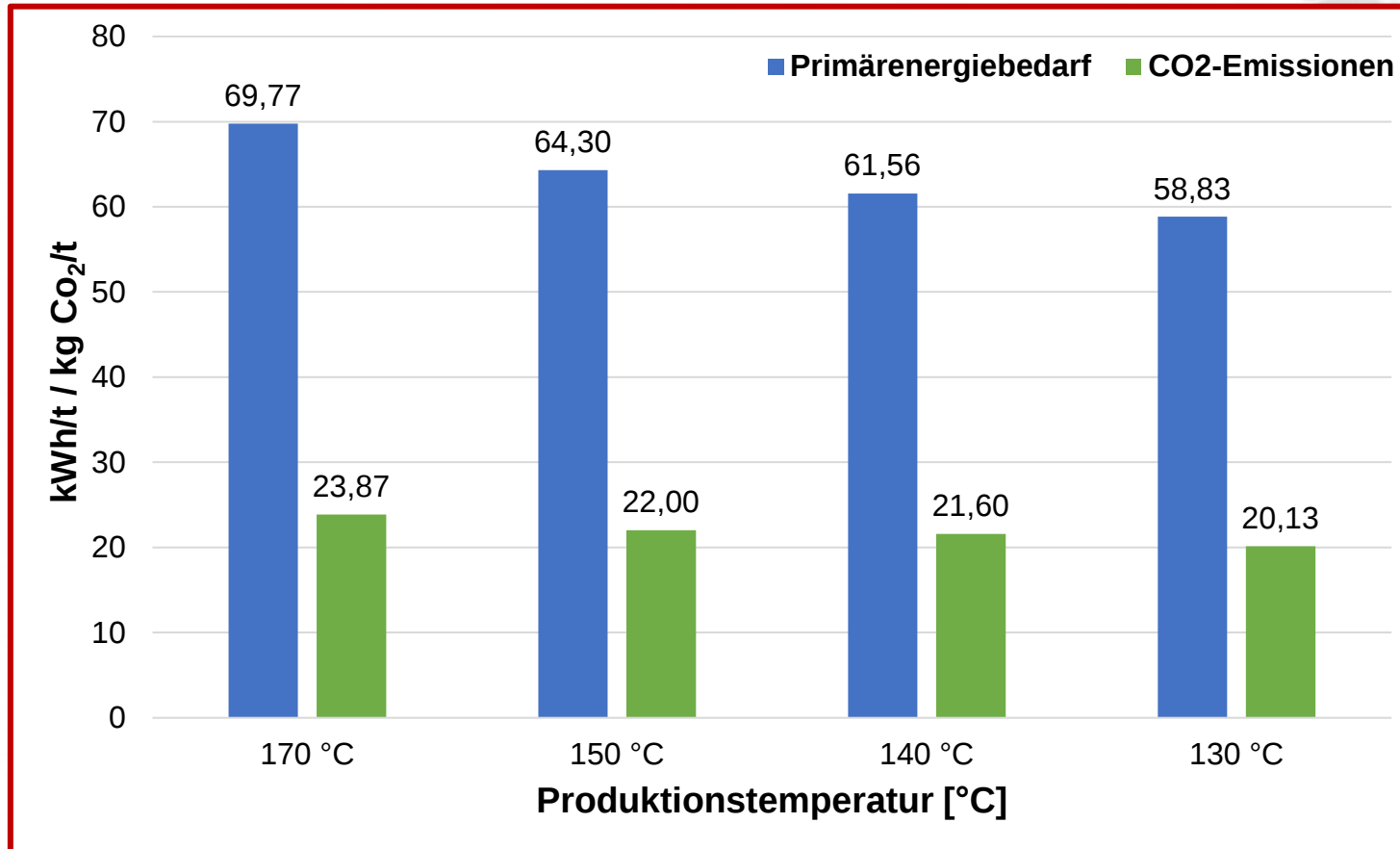
Dehnungsrate zwischen Belastungszyklus 9.800 und 10.000



- **S 1:** Nachmischzeit von 25 Sekunden
- **S 2:** Nachmischzeit von 10 Sekunden
- **S 3:** Nachmischzeit von 60 Sekunden

- Dehnungsrate beim Warmasphalt in drei von fünf Fällen geringer oder auf dem gleichen Niveau wie beim Heißasphalt
- Dehnungsrate in zwei Fällen beim Warmasphalt höher als beim Heißasphalt
- Höhere Dehnungsrate durch höheren Bindemittelgehalt(?)
- Höhere Dehnungsrate durch Restschaumwasser im Mischgut(?)
- Keine Verbesserung des Verformungswiderstandes durch längere Nachmischzeit feststellbar

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



- Energieeinsparung von 8,21 kWh/t und CO₂-Einsparung von 2,81 kg/t bei Temperaturreduzierung von 30 °C
- Energieeinsparung von 10,94 kWh/t und CO₂-Einsparung von 3,74 kg/t bei Temperaturreduzierung von 40 °C
- Wasser als Zusatz = ökologisch
- Einsatz von Zusätzen zur Verbesserung der Schaumeigenschaften
→ Ökobilanz beachten!



- 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.
- Niedrigere Expositionswerte & geringere Anzahl an Ausschlägen mit PID beim Warmasphalt nachgewiesen.
- Verbesserung der Kälteeigenschaften beim Schaumbitumen-Warmasphalt (1. Untersuchungsstrecke). Ergebnisse der 2. Untersuchungsstrecke sollen die Ergebnisse bestätigen/widerlegen.
- Verformungsverhalten bei Wärme zum Großteil wie beim Heißasphalt. In einigen Fällen jedoch höhere Dehnungsraten beim Warmasphalt. Restschaumwasser im Mischgut als mögliche Ursache. Weiterer Forschungsbedarf!
- Um Gefahr von möglichem Restschaumwasser im Mischgut zu reduzieren sollte Schaumbitumen mit Wassergehalten $\leq 2,0 \%$ hergestellt werden.
- Durch Temperaturreduzierung von $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ können an der Asphaltmischanlage – bei sonst identischen Herstellungsbedingungen – $8,21 \text{ kWh}$ Energie und $2,81 \text{ kg CO}_2$ je Tonne Asphaltmischgut eingespart werden.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!