



**XI Międzynarodowa Konferencja Śląskie Forum Drogownictwa
Wiśła 20.-22.04.2026**

Nawierzchnia betonowa o ciągłym zbrojeniu - odcinek doświadczalny na autostradzie A61 w pobliżu miejscowości Boppard

**Dipl.-Ing. Stefan Höller
Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen
(BASt)**

Nawierzchnia betonowa o ciągłym zbrojeniu - odcinek doświadczalny na autostradzie A61 w pobliżu miejscowości Boppard

1. Wprowadzenie
2. Koncepcja, wymagania i pytania
3. Wsparcie pomiaru i wstępne wyniki
4. Podsumowanie i perspektywy

Nawierzchnia betonowa o ciągłym zbrojeniu - odcinek doświadczalny na autostradzie A61 w pobliżu miejscowości Boppard

1. **Wprowadzenie**
2. Koncepcja, wymagania i pytania
3. Wsparcie pomiaru i wstępne wyniki
4. Podsumowanie i perspektywy

Wyzwania dla sieci autostrad i dróg w Niemczech i Europie w nadchodzących latach i dekadach

Więcej ruchu



Mniej wykwalifikowanych pracowników



Zmiany klimatu



Aktualne standardowe nawierzchnie asfaltowe i betonowe w RStO 12

Tafel 1: Bauweisen mit Asphaltdecke für Fahrbahnen auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau

(Dickenangaben in cm; — E_{0,2}-Mindestwerte in MPa)

Zeile	Belastungsklasse	Bk100	Bk32	Bk10	Bk3,2	Bk1,8	Bk1,0	Bk0,3																			
	B [Mio.]	> 32	> 10 - 32	> 3,2 - 10	> 1,8 - 3,2	> 1,0 - 1,8	> 0,3 - 1,0	≤ 0,3																			
	Dicke des frostsch. Oberbaus ¹⁾	55	65	75	85	55	65	75	85	55	65	75	85	45	55	65	75	35	45	55	65						
1	Asphalttragschicht auf Frostschuttschicht																										
	Asphaltdecke	12	12	12	12	10	10	10	10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4						
	Asphalttragschicht	22	18	14	12	10	10	10	10	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16						
	Frostschuttschicht	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45						
	Dicke der Frostschuttschicht	31	41	51	25	35	45	55	29	39	49	59	33	43	53	25	35	45	55	27	37	47	57	21	31	41	51
2.1	Asphalttragschicht und Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln auf Frostschuttschicht bzw. Schicht aus frostunempfindlichem Material																										
	Asphaltdecke	12	12	12	12	10	10	10	10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4						
	Asphalttragschicht	14	10	10	10	10	10	10	10	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15						
	Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15						
	Dicke der Frostschuttschicht	31	41	51	25	35	45	55	29	39	49	59	33	43	53	25	35	45	55	27	37	47	57	21	31	41	51
2.2	Asphalttragschicht und Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln auf Frostschuttschicht bzw. Schicht aus frostunempfindlichem Material																										
	Asphaltdecke	12	12	12	12	10	10	10	10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4						
	Asphalttragschicht	14	10	10	10	10	10	10	10	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15						
	Verfestigung	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15						
	Dicke der Frostschuttschicht	31	41	51	25	35	45	55	29	39	49	59	33	43	53	25	35	45	55	27	37	47	57	21	31	41	51
2.3	Asphalttragschicht und Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln auf Frostschuttschicht bzw. Schicht aus frostunempfindlichem Material																										
	Asphaltdecke	12	12	12	12	10	10	10	10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4						
	Asphalttragschicht	14	10	10	10	10	10	10	10	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15						
	Verfestigung	18	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20						
	Dicke der Frostschuttschicht	31	41	51	25	35	45	55	29	39	49	59	33	43	53	25	35	45	55	27	37	47	57	21	31	41	51
3	Asphalttragschicht und Schottertragschicht auf Frostschuttschicht																										
	Asphaltdecke	12	12	12	12	10	10	10	10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4						
	Asphalttragschicht	18	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15						
	Schottertragschicht ²⁾ E _{0,2} ≥ 150(120)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15						
	Dicke der Frostschuttschicht	31	41	51	25	35	45	55	29	39	49	59	33	43	53	25	35	45	55	27	37	47	57	21	31	41	51
4	Asphalttragschicht und Kiestragschicht auf Frostschuttschicht																										
	Asphaltdecke	12	12	12	12	10	10	10	10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4						
	Asphalttragschicht	18	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15						
	Kiestragschicht E _{0,2} ≥ 150(120)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20						
	Dicke der Frostschuttschicht	31	41	51	25	35	45	55	29	39	49	59	33	43	53	25	35	45	55	27	37	47	57	21	31	41	51
5	Asphalttragschicht und Schotter- oder Kiestragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichem Material																										
	Asphaltdecke	12	12	12	12	10	10	10	10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4						
	Asphalttragschicht	18	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15						
	Schotter- oder Kiestragschicht	30 ³⁾	30 ³⁾	30 ³⁾	30 ³⁾	30 ³⁾	30 ³⁾	30 ³⁾	30 ³⁾	30 ³⁾	30 ³⁾	30 ³⁾	30 ³⁾	30 ³⁾	30 ³⁾	30 ³⁾	30 ³⁾	30 ³⁾	30 ³⁾	30 ³⁾	30 ³⁾						
	Dicke der Frostschuttschicht	31	41	51	25	35	45	55	29	39	49	59	33	43	53	25	35	45	55	27	37	47	57	21	31	41	51

Ab 12 cm aus frostunempfindlichem Material, geringere Restdicke ist mit dem darüber liegenden Material auszugleichen

- 1) Bei abweichenden Werten sind die Dicken der Frostschuttschicht bzw. des frostunempfindlichen Materials durch Differenzbildung zu bestimmen, siehe auch Tabelle 8
2) Mit rundkömigen Gesteinskörnungen nur bei örtlicher Bewehrung anwendbar
3) Nur mit gebrochenen Gesteinskörnungen und bei örtlicher Bewehrung anwendbar
4) Nur auszuführen, wenn das frostunempfindliche Material und das zu verfestigende Material als eine Schicht eingebaut werden
5) Bei Kiestragschicht in Belastungsklassen Bk3,2 bis Bk100 in 40 cm Dicke, in Belastungsklassen Bk0,3 und Bk1,0 in 30 cm Dicke
6) Alternativ: unter Beachtung von Abschnitt 3.3.3 auch Asphalttragschicht anwendbar
7) Alternativ: Abminderung der Asphalttragschicht um 2 cm bei 20 cm dicker Schottertragschicht und E_{0,2} ≥ 150 MPa (in Belastungsklassen Bk1,8 bis Bk100) bzw. E_{0,2} ≥ 150 MPa

Tafel 2: Bauweisen mit Betondecke für Fahrbahnen auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau

(Dickenangaben in cm; — E_{0,2}-Mindestwerte in MPa)

Zeile	Belastungsklasse	Bk100	Bk32	Bk10	Bk3,2	Bk1,8	Bk1,0	Bk0,3													
	B [Mio.]	> 32	> 10 - 32	> 3,2 - 10	> 1,8 - 3,2	> 1,0 - 1,8	> 0,3 - 1,0	≤ 0,3													
	Dicke des frostsch. Oberbaus	55	65	75	85	55	65	75	85	55	65	75	85	45	55	65	75	35	45	55	65
Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln auf Frostschuttschicht bzw. Schicht aus frostunempfindlichem Material																					
1.1	Betondecke																				
	Vliesstoff ⁽¹⁾																				
	Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT)																				
	Frostschuttschicht																				
Dicke der Frostschuttschicht		-	33	43	-	24	34	44	-	25	35	45	-	26	36	-	27	37			
1.2	Betondecke																				
	Vliesstoff ⁽¹⁾																				
	Verfestigung																				
	Schicht aus frostunempfindlichem Material nach oder alternativgemäß gemäß DIN 10766																				
Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material		8	18	28	38	14	24	34	44	15	25	35	45	6	16	26	36	-	-	27	37
1.3	Betondecke																				
	Vliesstoff ⁽¹⁾																				
	Verfestigung																				
	Schicht aus frostunempfindlichem Material nach oder alternativgemäß gemäß DIN 10766																				
Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material		3	13	23	33	6	16	26	36	9	19	29	39	10	20	30	40	1	11	21	31
Asphalttragschicht auf Frostschuttschicht																					
2	Betondecke																				
	Asphalttragschicht																				
	Frostschuttschicht																				
	Dicke der Frostschuttschicht		-	29	39	49	-	30	40	50	-	31	41	51	-	32	42	-	25	35	45
Schottertragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichem Material																					
3.1	Betondecke																				
	Schottertragschicht																				
	Schicht aus frostunempfindlichem Material																				
	Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material		Ab 12 cm aus frostunempfindlichem Material, geringere Restdicke ist mit dem darüber liegenden Material auszugleichen																		
Schottertragschicht auf Frostschuttschicht																					
3.2	Betondecke																				
	Schottertragschicht																				
	Frostschuttschicht																				
	Dicke der Frostschuttschicht		-	26	36	-	27	37	-	28	38	-	19	29	-	21	31				
Frostschuttschicht																					
4	Betondecke																				
	Frostschuttschicht																				
	Dicke der Frostschuttschicht																				

Nawierzchnia asfaltowa

Zalety:

- Bardziej ekonomiczna w wykonaniu
- Większa elastyczność szerokości układania i szybkość realizacji
- Łatwa w naprawach i utrzymaniu

Wady:

- Mniejsza trwałość
- Wymaga intensywnego utrzymania



Nawierzchnia betonowa

Zalety:

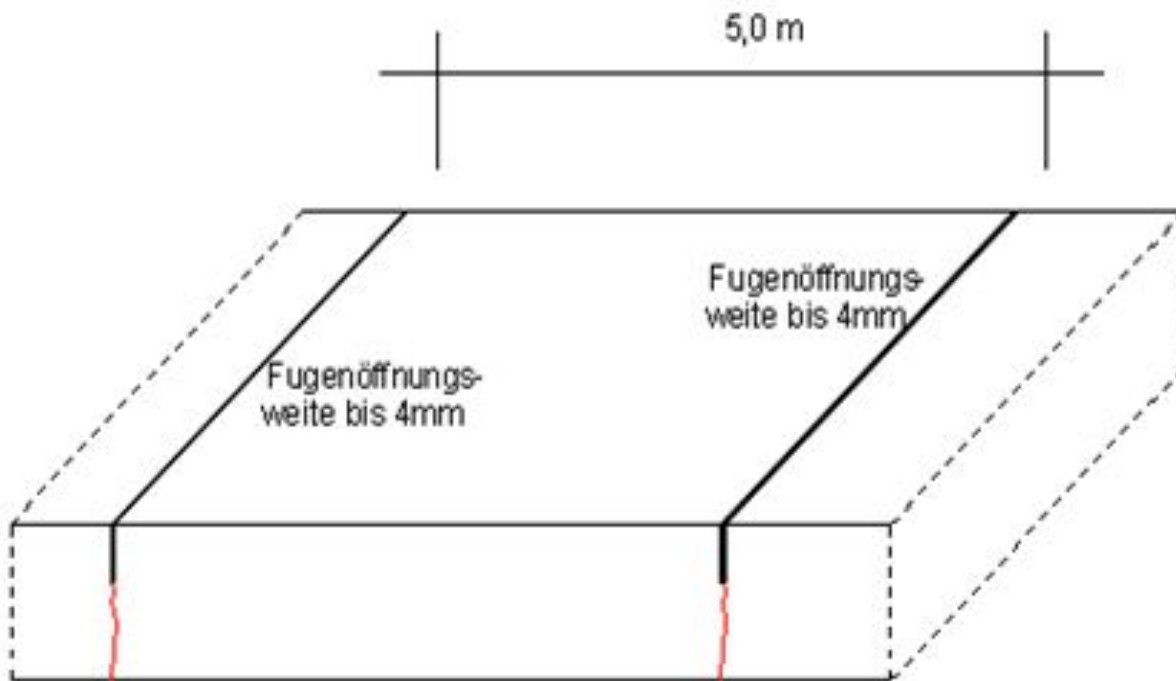
- Większa trwałość
- Mniejsze potrzeby utrzymaniowe
- Jaśniejsza powierzchnia
(dla bezpieczeństwa ruchu drogowego)

Wady:

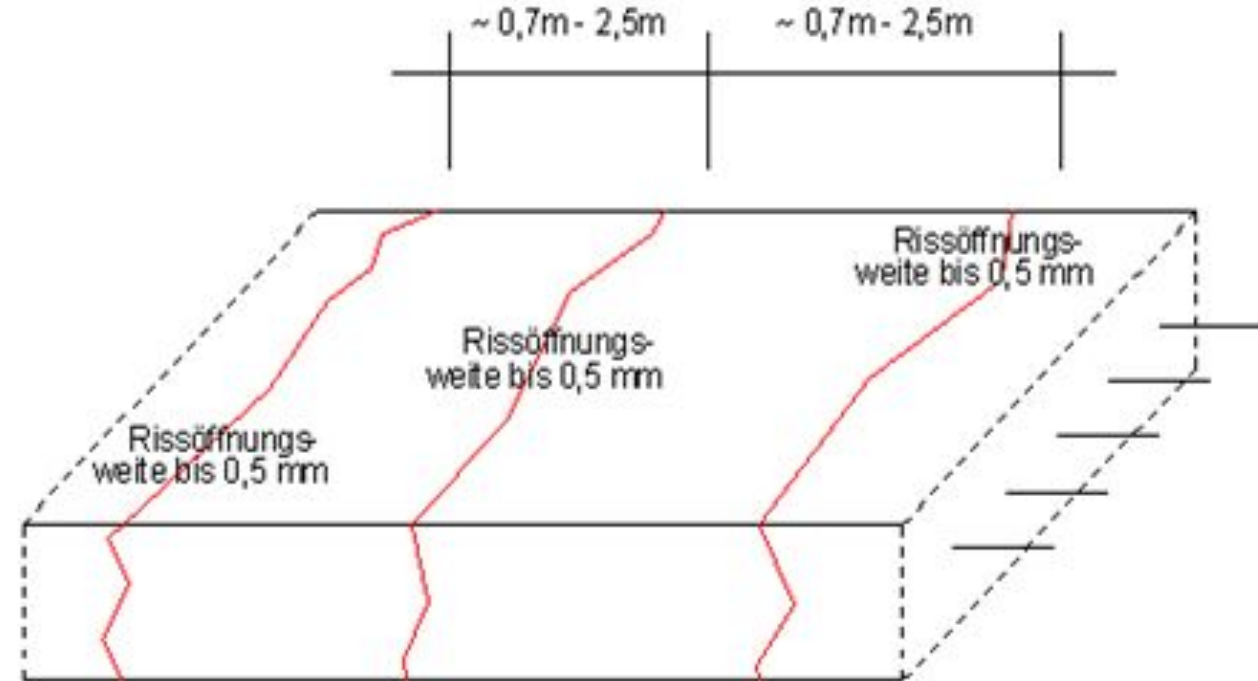
- Wyższe koszty konstrukcji
- Mniejsza elastyczność zmiany szerokości przy realizacji



Standard: Beton w płytach (nie zbrojony)



Innowacja: Beton o ciągłym zbrojeniu



Jeden ze sposobów na efektywne połączenie zalet asfaltu i betonu:
Asfalt obok Betonu



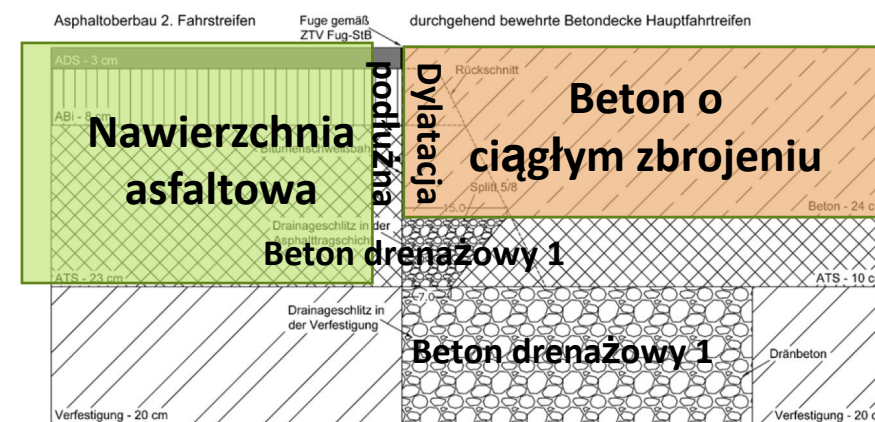
Nawierzchnia betonowa o ciągłym zbrojeniu - odcinek doświadczalny na autostradzie A61 w pobliżu miejscowości Boppard

1. Wprowadzenie
2. **Koncepcja, wymagania i pytania**
3. Wsparcie pomiaru i wstępne wyniki
4. Podsumowanie i perspektywy

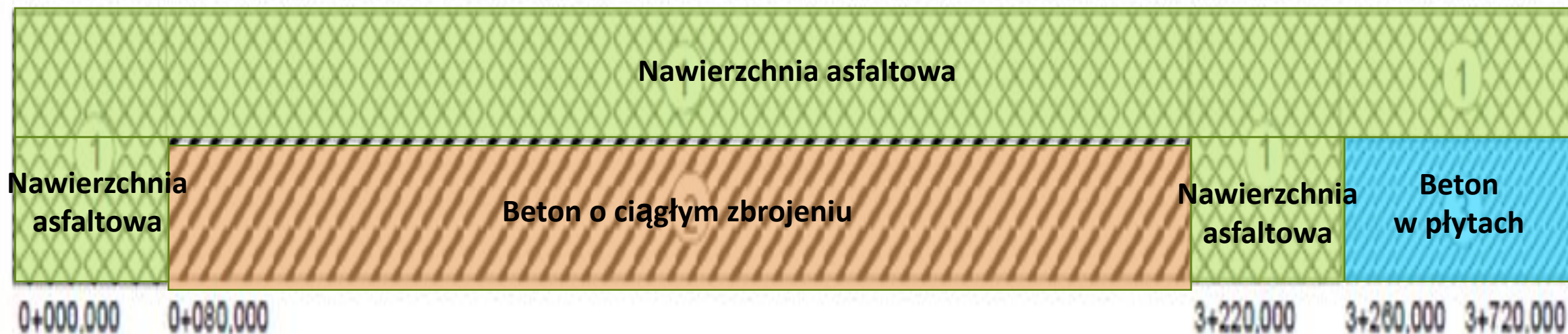
odcinek doświadczalny
na autostradzie A61
w pobliżu
miejscowości Boppard



Przekrój (szczegół)



Plan sytuacyjny



Wymagania dotyczące nawierzchni asfaltowych

Schicht	Anforderung
Asphaltdeckschicht	Ma 5 S
Asphaltbinderschicht	SMA 16 BS
Asphalt Tragschicht	AC 32 TS
Verfestigung	vorhandenes Frostschuttschicht mit hydraulischem Bindemittel
Frostschuttschicht	vorhandenes Frostschuttmaterial

Wymagania dotyczące nawierzchni betonowych

Festigkeitsklasse	C35/45
Expositionsklasse	XF4, XM2, XD3, XC4
Feuchtigkeitsklasse	WS
Charakteristische Spaltzugfestigkeit (28 Tage) nach TP B-StB, Teil 3.1.05 und Teil 0.2	3,5 MPa
Charakteristische Spaltzugfestigkeit (56 Tage) nach TP B-StB, Teil 3.1.05 und Teil 0.2	3,5 MPa
Gesteinskörnung	0/22
Zementart	CEM III/A 42,5
Na ₂ O-Äquivalent des Zementes [M.-%]	≤ 0,6
Zementgehalt	≥ 340 kg/m ³
Mindestluftporengehalt im Frischbeton	4,0 Vol.%

	Anforderung
Grundsätzliche Anforderungen:	
Duktilität:	Hochduktil (B)
Streckgrenze f_{yk}	500 MPa
Längsbewehrung:	
Abstand:	17 cm
Durchmesser:	20 mm
Bewehrungsgrad:	0,77 %
Einbaurichtung:	Längs der Fahrbahnachse
Querbewehrung:	
Abstand:	700 mm
Durchmesser:	14 mm
Bewehrungsgrad:	0,09 %
Einbaurichtung:	60° gedreht zur Längsbewehrung

Pytania wynikające z koncepcji:

- Jak innowacja sprawdza się w praktyce?
- Jakie różnice temperatur/naprężenia powstają w spoinie podłużnej między asfaltem a betonem?
- Jakie jest ogólne zachowanie betonu ze zbrojeniem ciągłym?
- Jakie są różnice w ugięciach/nośności między betonem ze zbrojeniem ciągłym a konstrukcją płytową (bez zbrojenia)?

Nawierzchnia betonowa o ciągłym zbrojeniu - odcinek doświadczalny na autostradzie A61 w pobliżu miejscowości Boppard

1. Wprowadzenie
2. Koncepcja, wymagania i pytania
3. **Wsparcie pomiaru i wstępne wyniki**
4. Podsumowanie i perspektywy

Odcinek doświadczalny na autostradzie A61 w pobliżu miejscowości

Boppard

- Praktyczna realizacja



Pomiary i monitoring naukowy:

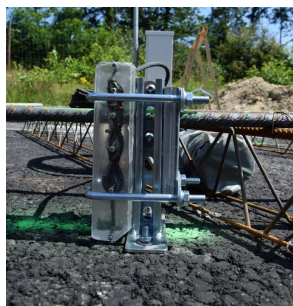
- Warunki temperaturowe (temperatury otoczenia, temperatury świeżego betonu, temperatury asfaltu i betonu)
- Jakość betonu (wytrzymałość na ściskanie, wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupaniu)
- Spękanie nawierzchni zbrojonego betonu
- Nośność nawierzchni betonowej (ze zbrojeniem i w płytach bez zbrojenia)



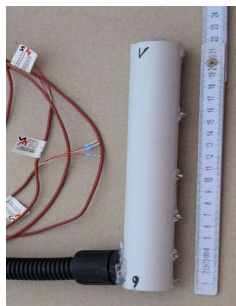
Stacja
pogodowa



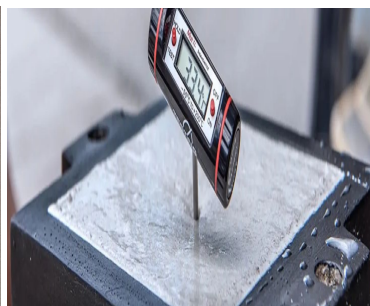
Temperatury
w betonie



Temperatury
w asfalcie



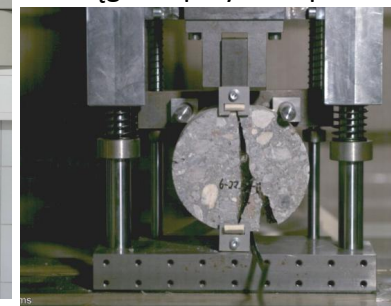
Temperatury w
świeżym betonie



Wytrzymałość na ściskanie

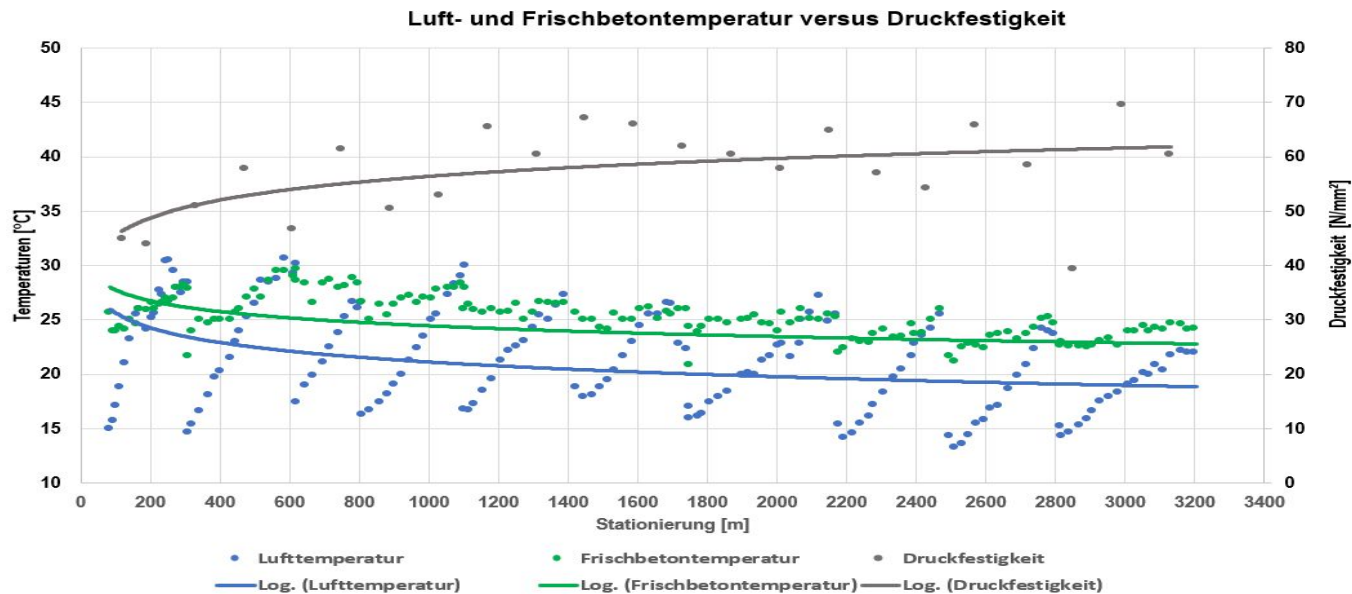
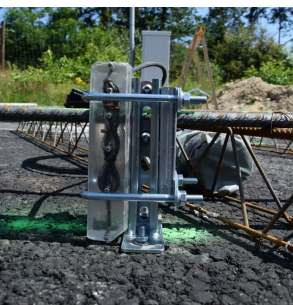


wytrzymałość na
rozciąganie przy rozłupaniu

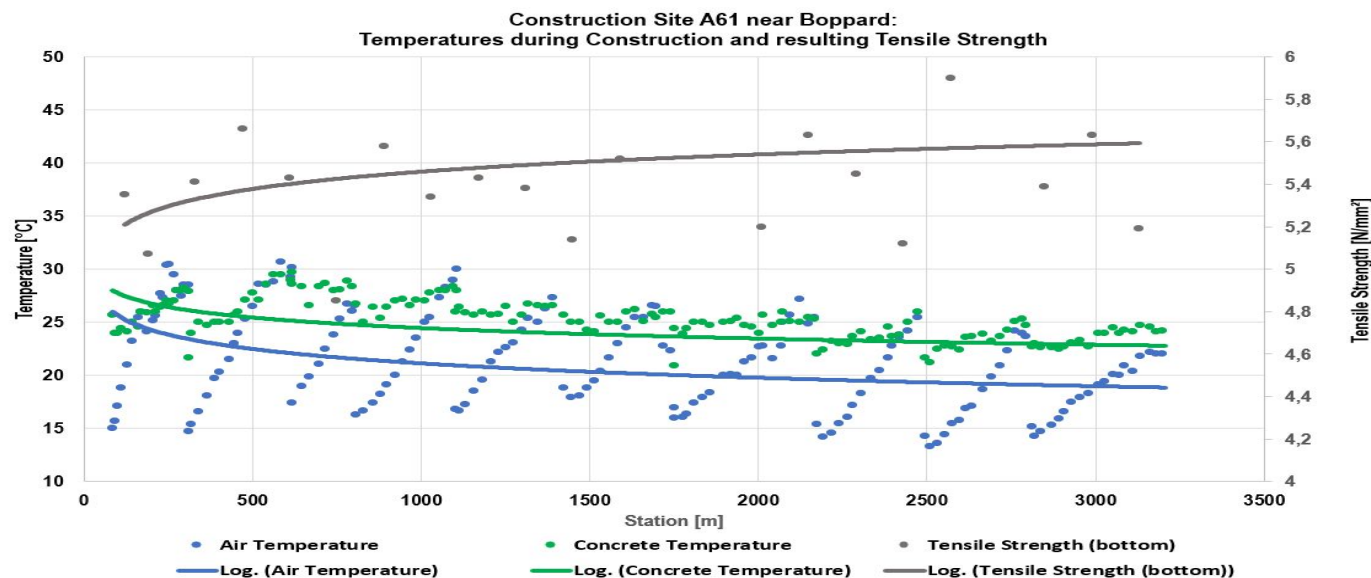


Falling-Weight-Deflectometer (FWD)

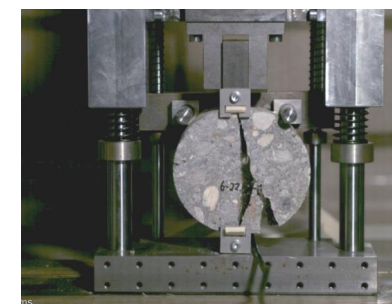




**Wytrzymałość na
ściskanie**

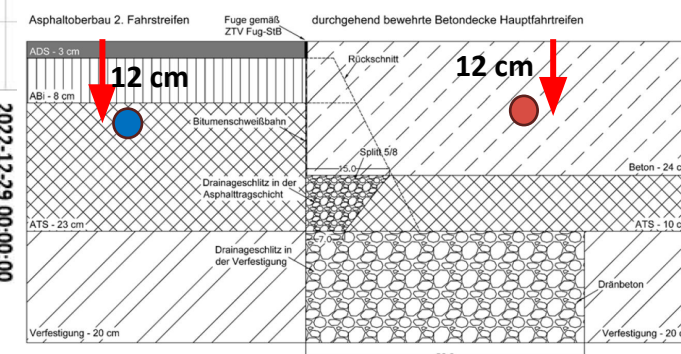
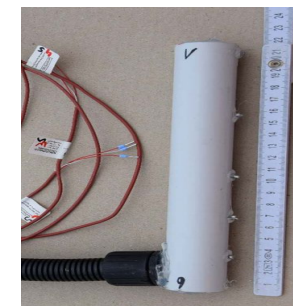
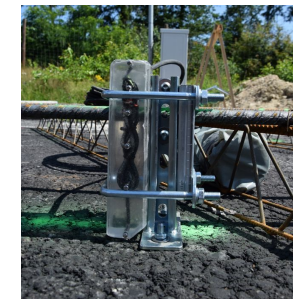
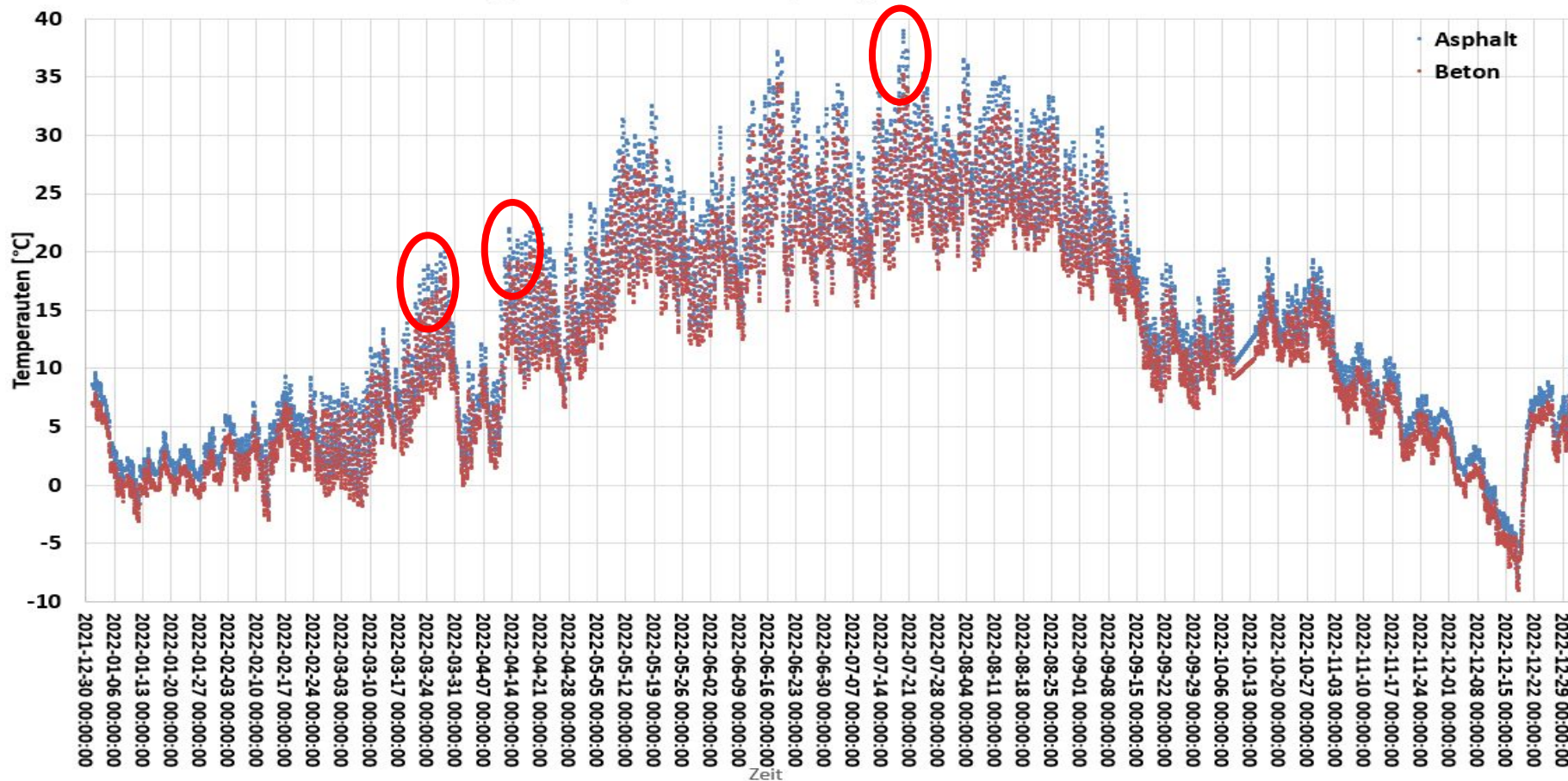


**wytrzymałość na rozciąganie
przy rozłupaniu**



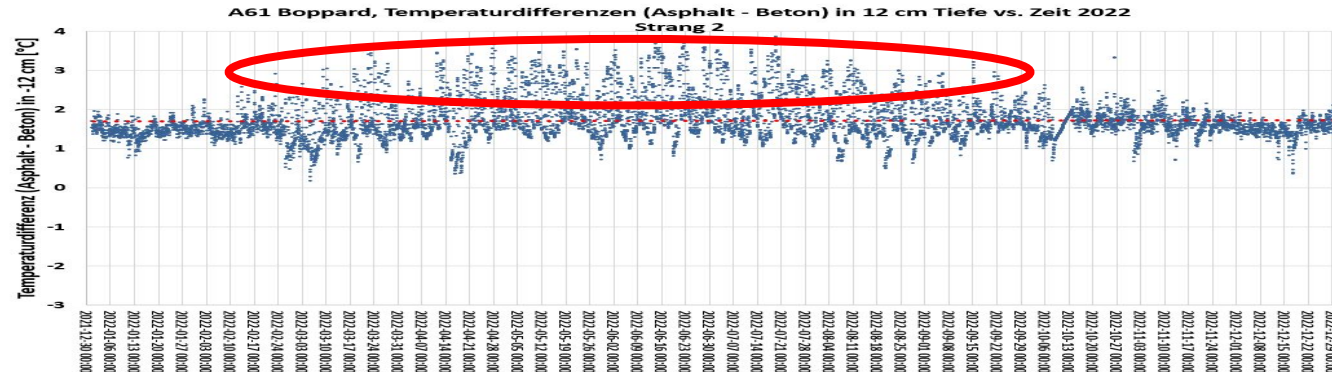
Różnice temperatur w asfalcie i betonie (tutaj: 2022)

A61 Boppard Temperaturen Asphalt / Beton in 12 cm Tiefe 2022

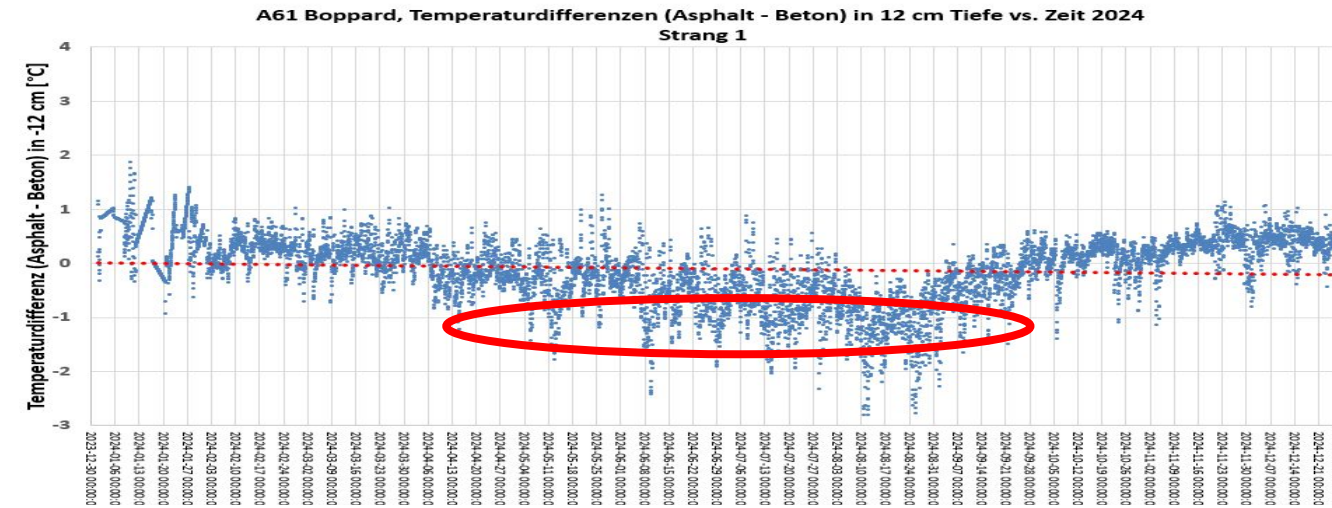


Różnice temperatur w asfalcie i betonie (tutaj: 2022, 2024, 2025)

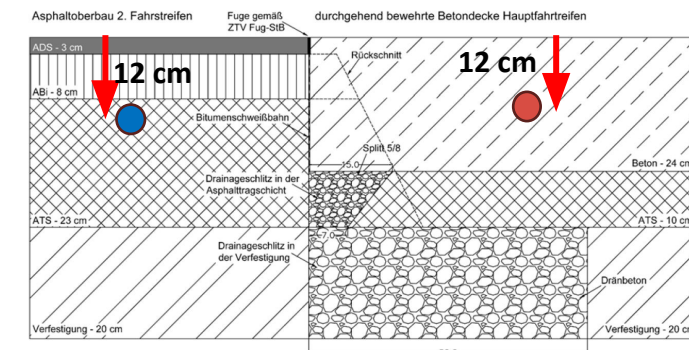
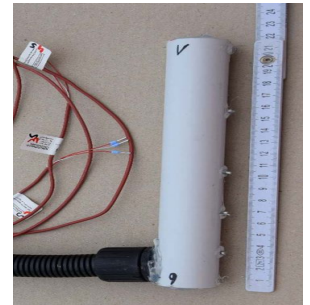
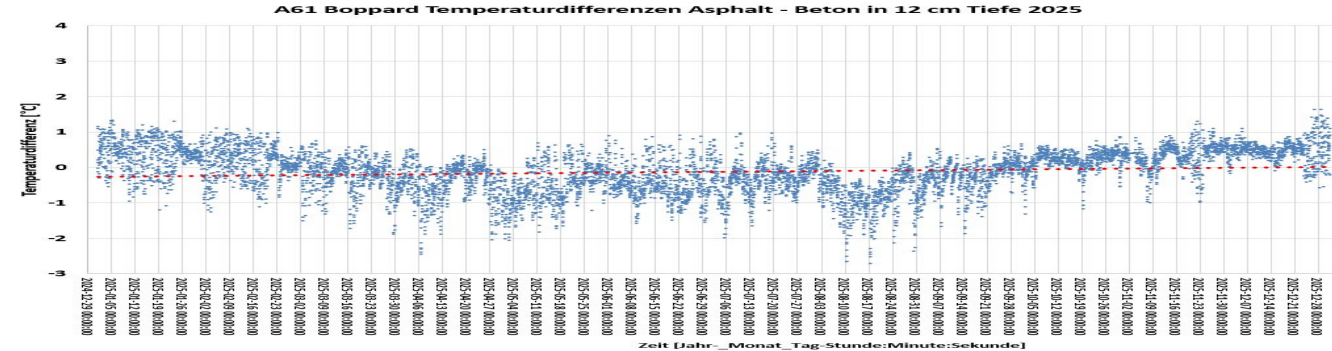
Różnica
asfalt – beton
2022



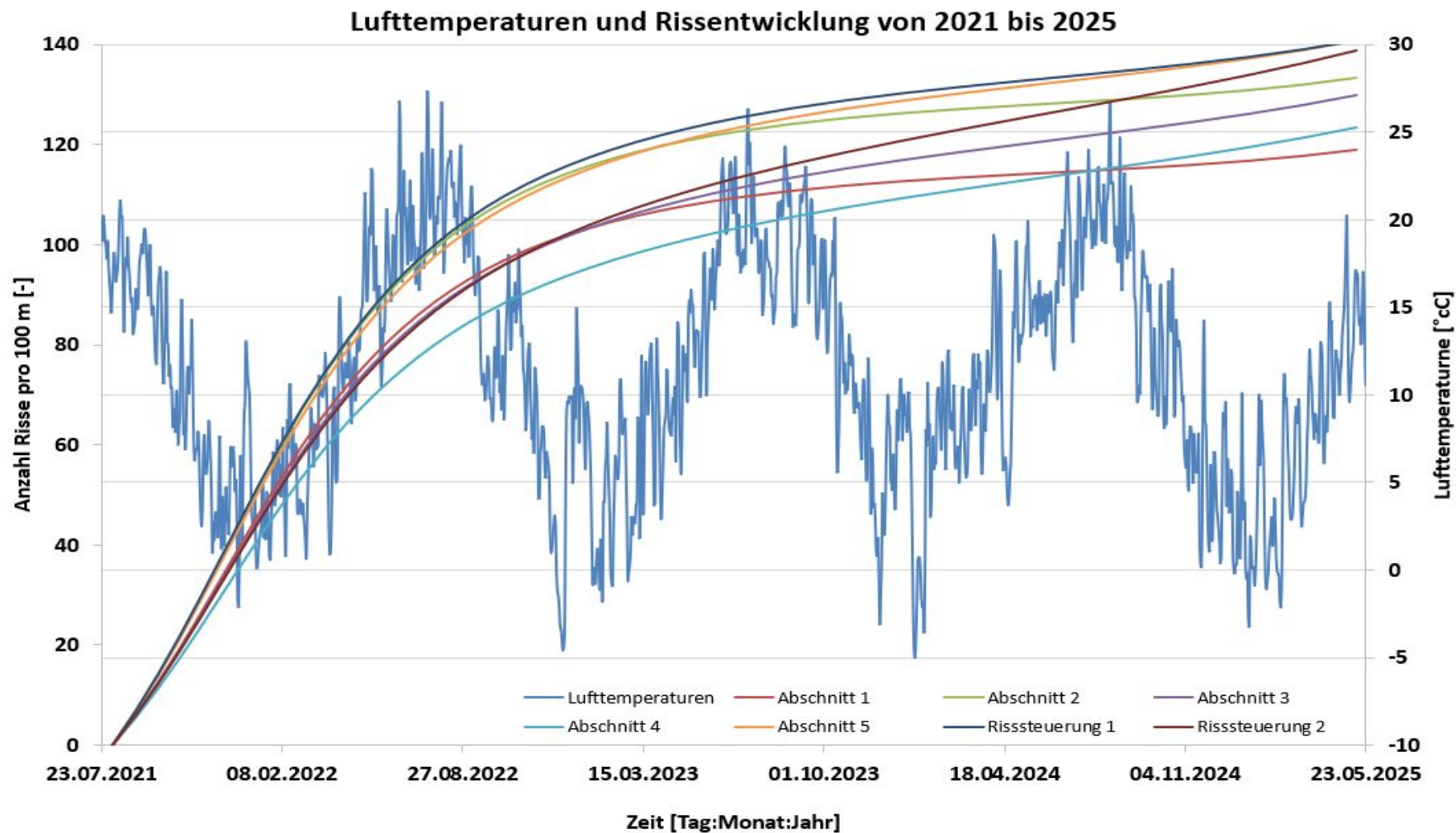
Różnica
asfalt – beton
2024



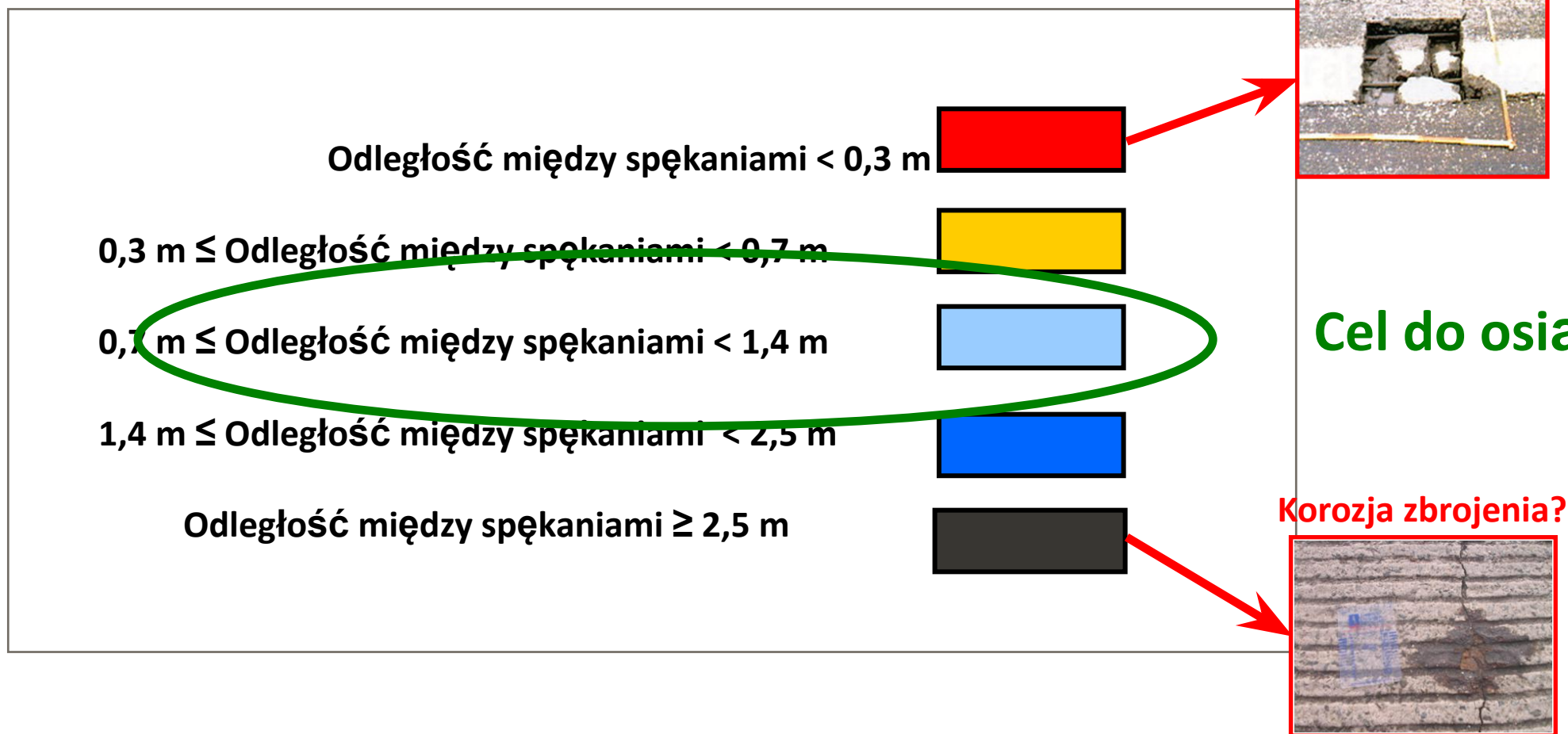
Różnica
asfalt – beton
2025



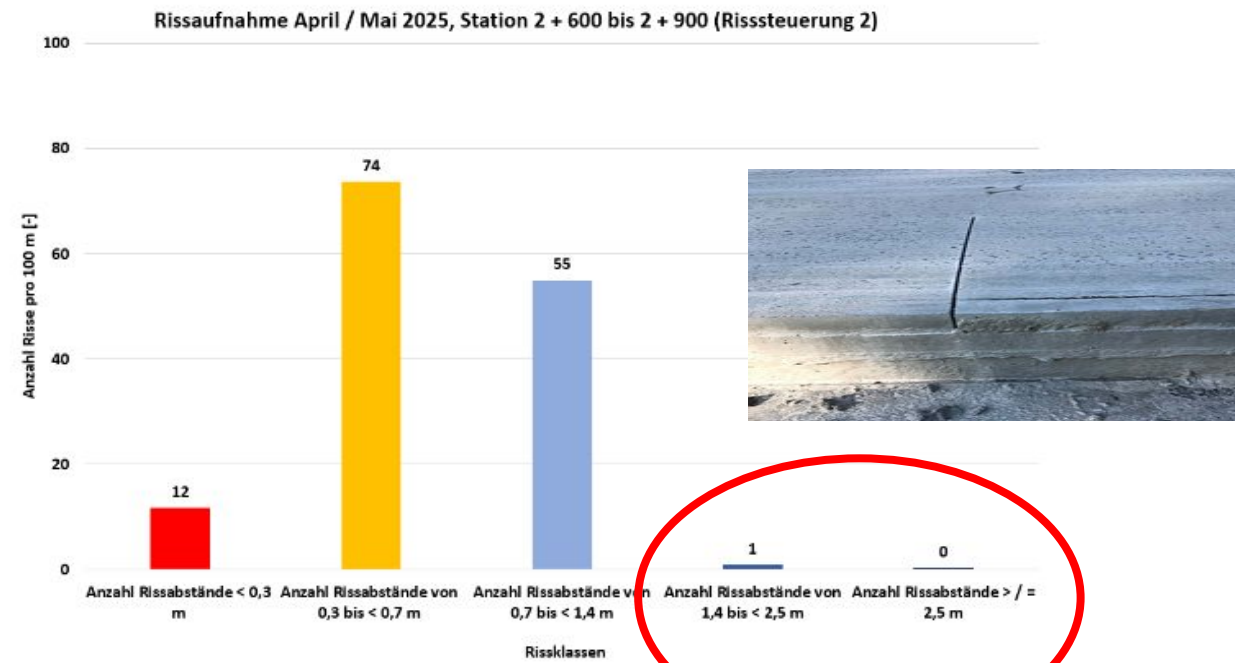
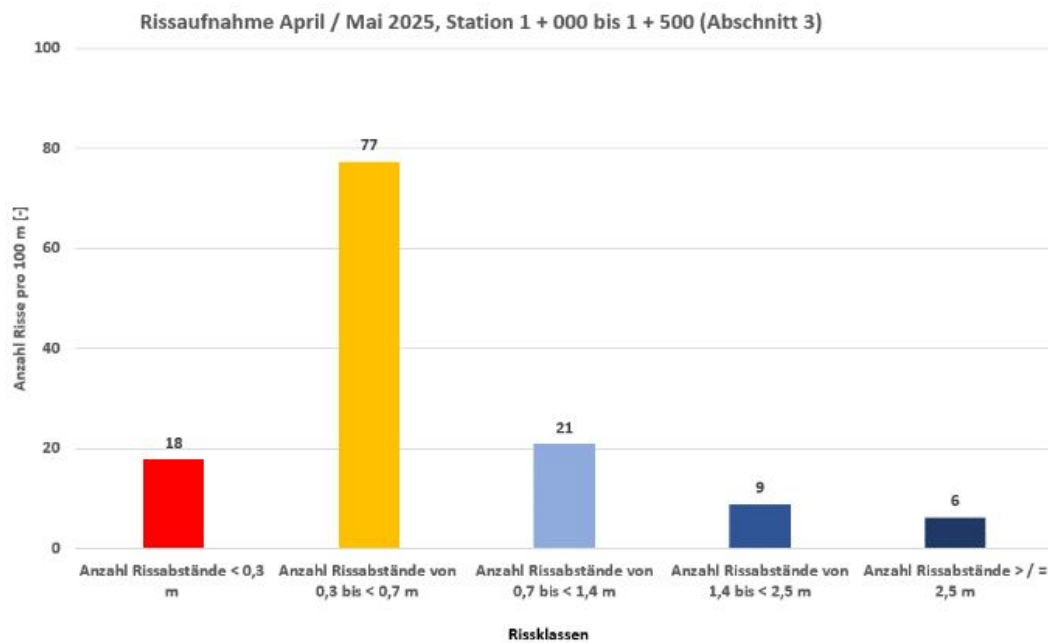
Pęknięcia w nawierzchniach betonowych o ciągłym zbrojeniu - rozwój w czasie -



Pęknięcia w nawierzchniach betonowych o ciągłym zbrojeniu - Klasyfikacja odstępów między pęknięciami -



Pęknięcia w nawierzchniach betonowych o ciągłym zbrojeniu - Klasyfikacja odstępów między pęknięciami -

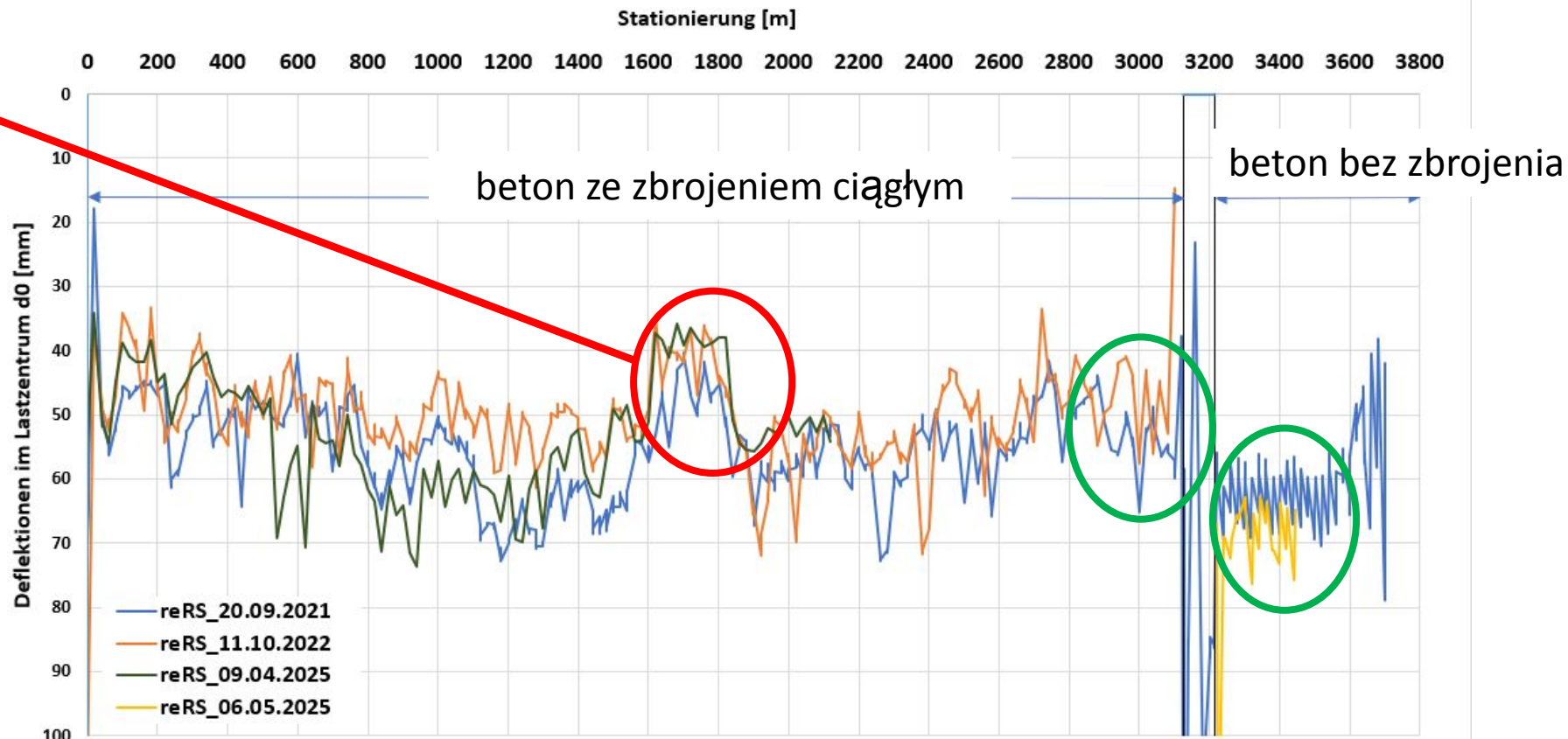


Klassifizierung der Rissabstände

Rissabstand < 0,3 m	
0,3 m ≤ Rissabstand < 0,7 m	
0,7 m ≤ Rissabstand < 1,4 m	
1,4 m ≤ Rissabstand < 2,5 m	
Rissabstand ≥ 2,5 m	

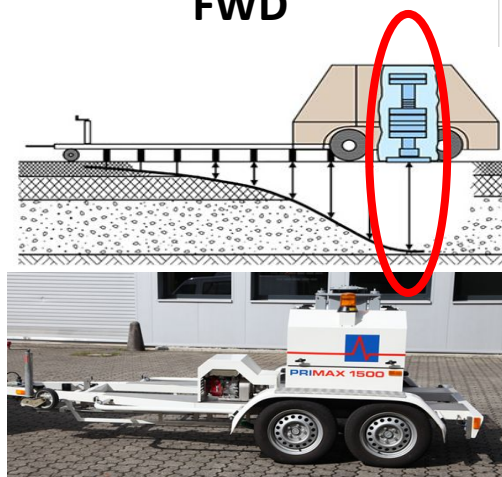
Porównanie nośności nawierzchni betonowych

A61 bei Boppard, FWD-Messungen 2021 - 2025, 1. Fahrstreifen, rechte Rollspur



Konstrukcja
mostu

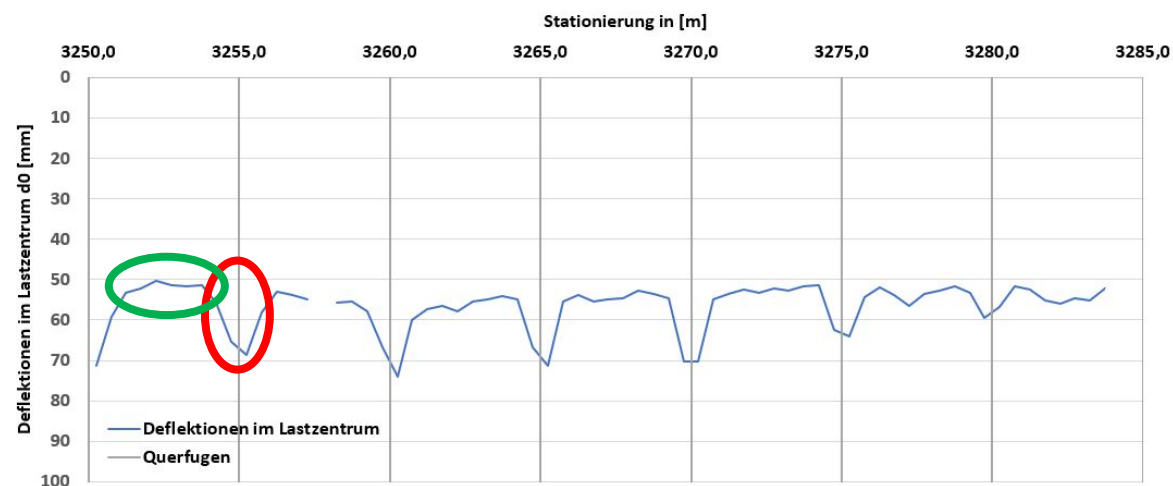
FWD



FWD

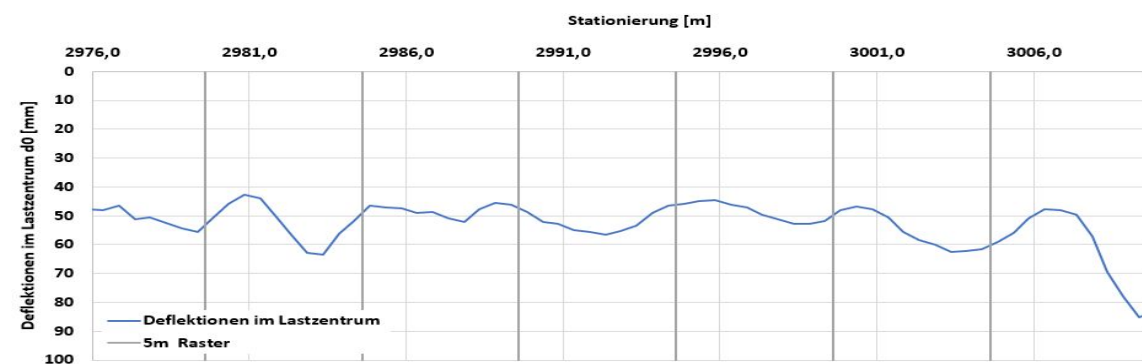
Porównanie nośności nawierzchni betonowej bez zbrojenia

A61 bei Boppard, unbewehrter Beton (Standard) 03.03.2026



nawierzchni betonowej o ciągłym zbrojeniu

A61 bei Boppard, durchgehend bewehrter Beton (DBB) 03.03.2026



Nawierzchnia betonowa o ciągłym zbrojeniu - odcinek doświadczalny na autostradzie A61 w pobliżu miejscowości Boppard

1. Wprowadzenie
2. Koncepcja, wymagania i pytania
3. Wsparcie pomiaru i wstępne wyniki
4. **Podsumowanie i perspektywy**



Podsumowanie

- Budowa odcinka doświadczalnego na drodze A61 w pobliżu Boppard zakończyła się sukcesem.
- Wstępne wyniki badań dotyczące pęknięcia, temperatur i nośności są pozytywne i sugerują pozytywne wyniki w dłuższej perspektywie.
- Potencjalny słaby punkt, czyli połączenie wzdłużne (między asfaltem a betonem) okazał się mniej krytyczny niż początkowo zakładano.

Perspektywy

- Odcinek doświadczalny będzie dalej badany w nadchodzących latach.
- Po kolejnych pozytywnych wynikach badań, metoda budowy „asfalt obok betonu (z ciągłym zbrojeniem betonowym)” może zostać włączona jako nowa norma do przepisów, np. do wytycznych FGSV M DBB.
- Przygotowywane są kolejne odcinki doświadczalne w celu zebrania dodatkowych doświadczeń.

Stefan i Steffen
dziękujemy
za uwagę
oraz
wspaniały czas
w Polsce!

