

Ingenieurtechnischer Bericht Nr. 4303_4304/25

Ausgewählte Untersuchungen an dem rückgewonnenen Bitumen der Asphaltdeckschicht der Straße „Steindamm“ in Hamburg Beurteilung des Langzeitverhaltens des Splittmastixasphaltes SMA 8 Hmb mit Bitumen 25/55-55 A unter Verwendung des Produktes SASOBIT REDUX

Auftraggeber: Sasol Chemie GmbH & Co. KG
Anckelmannsplatz 1
20537 Hamburg

Bearbeitung: asphalt-labor
Arno J. Hinrichsen GmbH & Co. KG
Dipl.-Ing. Ulrich Lüthje
Dr.-Hermann-Lindrath-Straße 1
23812 Wahlstedt

22. Dezember 2025 / 19. Mai 2026

Dieser ingenieurtechnische Bericht umfasst 29 Seiten und 10 Anlagen.

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Zweck	4
2	Angaben zum Erprobungs- und Referenzabschnitt.....	5
2.1	Allgemeine Angaben.....	5
2.2	Wirkungsweise des verwendeten Zusatzes SASOBIT REDUX.....	6
2.3	Angaben zum Asphaltmischgut.....	7
2.4	Ortstermin und Probenahme	10
3	Ergebnisse der labortechnischen Untersuchungen	11
4	Beschreibung der Untersuchungsergebnisse / Interpretation	15
4.1	Ergebnisse der Bindemitteluntersuchungen	15
4.2	Ergebnisse der Asphaltuntersuchungen	21
5	Zustandserfassung – ZEB-Daten	22
6	Zusammenfassung.....	28

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Produktdatenblatt SASOBIT REDUX
Anlage 2	Sicherheitsdatenblatt SASOBIT REDUX
Anlage 3	Erstprüfungsberichte der verwendeten Asphaltmischgüter
Anlage 4	Zusammenfassung der Einbauprotokolle
Anlage 5	eurofins-Prüfbericht 66248-001_01_Dämpfe und Aerosole
Anlage 6	Ergebnisse der DSR-Untersuchungen – T-Sweep 30 °C bis 90 °C
Anlage 7	Ergebnisse der DSR-Untersuchungen – T-Sweep -5 °C bis 40 °C
Anlage 8	Ergebnisse der DSR-Untersuchungen – MSCR-Test
Anlage 9	Kontrollprüfungsberichte
Anlage 10	ZEB 2024 HH_Steindamm_komprimiert

1 Veranlassung und Zweck

Die Sasol Chemie GmbH & Co. KG, Hamburg, hat die asphalt-labor Arno J. Hinrichsen GmbH & Co. KG, Wahlstedt, beauftragt, ausgewählte Bitumenuntersuchungen an der Asphaltdeckschicht (Splittmastixasphalt SMA 8 Hmb) des Abschnittes der Straße Steindamm in Hamburg durchzuführen. Diese Untersuchungen wurden vorab mit dem Referat S3 der Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen BAST abgestimmt.

Der betrachtete Abschnitt wurde im Jahr 2020 als Erprobungsstrecke zur Temperaturabsenkung (Herstellung und Einbau) von Asphalt unter Verwendung eines polymermodifizierten Bitumens 25/55-55 A mit Verwendung des Zusatzes SASOBIT REDUX des Auftraggebers gebaut.

Auftraggeber der Baumaßnahme war LSBG Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer, Hamburg.

In der Gegenrichtung wurde ebenfalls im Jahr 2020 ein Referenzabschnitt unter Verwendung eines herkömmlichen Splittmastixasphaltes SMA 8 Hmb mit einem Polymermodifizierten Bitumen 25/55-55 A hergestellt.

Bei der genannten Maßnahme handelt es sich nicht um eine Versuchsstrecke mit gezielt angelegter Referenzstrecke und fest abgestimmten Prüfschemen, da die Umsetzung bereits vor Einführung des Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau Nr. 09/2021: „Durchführung von Erprobungsstrecken bei Baumaßnahmen an Bundesfernstraßen zum Einsatz von temperaturabgesenktem Walzasphalt in Verbindung mit Absaugeinrichtungen am Straßenfertiger“ erfolgte.

Diese Untersuchungen sollen den Zustand der Strecke sowie die Eigenschaften des modifizierten Bitumens nach nunmehr rund 5 Jahre Liegezeit dokumentieren.

Die Untersuchungsergebnisse werden den Anforderungswerten der Technischen Lieferbedingungen für Straßenbaubitumen und gebrauchsfertige Polymermodifizierte Bitumen, TL Bitumen-StB, Ausgabe 2025, gegenübergestellt und bewertet.

Darüber hinaus stehen ZEB-Daten zur Dokumentation und Beurteilung des Zustandes der Fahrbahnoberfläche zur Verfügung.

2 Angaben zum Erprobungs- und Referenzabschnitt

2.1 Allgemeine Angaben

Der Erprobungs- (TA-) und Referenzabschnitt befinden sich auf einem Abschnitt der Straße „Steindamm“ zwischen Lohmühlenstraße und Kreuzweg in Hamburg.

In Fahrtrichtung Hauptbahnhof wurde der temperaturabgesenkte Asphalt (TA-Abschnitt) mit einem Polymermodifiziertes Bitumen 25/55-55 A unter Verwendung von 1,5 M.-% des Zusatzes SASOBIT REDUX eingebaut, in der Gegenrichtung Richtungsfahrbahn Wandsbek wurde ein entsprechender Referenzabschnitt unter Verwendung eines konventionellen Polymermodifizierten Bitumens 25/55-55 A gem. TL Bitumen-StB 07/13 hergestellt.

Beide Abschnitte wurden jeweils über zwei Fahrstreifen in einer Länge von rd. 500 m gebaut.

Die folgende Abbildung zeigt einen Übersichtslageplan der Strecke.

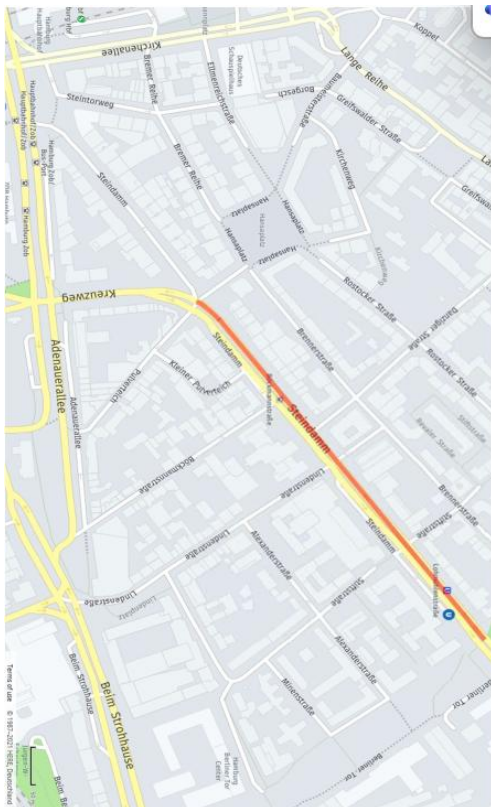


Abbildung 1: Übersichtslageplan

Der Fahrbahnoberbau entspricht einer Belastungsklasse Bk10, bestehend aus Asphaltdeck-, Asphaltbinder- und Asphalttragschicht.

Im Zuge der hier betrachteten Maßnahme wurde lediglich die Asphaltdeckschicht temperaturabgesenkt hergestellt.

2.2 Wirkungsweise des verwendeten Zusatzes SASOBIT REDUX

Hinsichtlich der Wirkungsweise des Produktes SASOBIT REDUX kann auf den Entwurf des FGSV-Arbeitspapiers AP ZTA „**Verwendung von Zusätzen zur Temperaturabsenkung von Walzasphalt**“ verwiesen werden:

SASOBIT REDUX ist ein paraffingatschhaltiger viskositätsverändernder organischer Zusatz gemäß des Entwurfes AP ZTA. Hauptbestandteil ist FT-Wachs. Der beigefügte Paraffingatsch ist ein Nebenprodukt der Schmierölraffination, die Wachse und mineralische Öle enthalten.

Diese Zusätze erlauben die Steuerung der Verarbeitbarkeit von Asphaltmischgut mit FT-Wachs ohne die Steifigkeit des modifizierten Asphaltes bzw. Bindemittels signifikant zu erhöhen.

Abbildung 2 zeigt schematisch die Unterschiede in der Wirkungsweise viskositätsverändernder organischer Zusätze nach M TA und viskositätsverändernder organischer Zusätze mit Paraffingatsch (pvoZ) nach diesem Arbeitspapier.

Dargestellt sind die Temperatur-Viskositätskurven eines Straßenbaubitumens im Anlieferungszustand sowie nach Modifizierung mit FT-Wachs (VL), nach Modifizierung mit Amidwachs (VH) und nach Modifizierung mit paraffingatschhaltigem FT-Wachs (pvoZ).

Im Herstell- und Verarbeitungstemperaturbereich ist der viskositätsreduzierende Einfluss auf das Bitumen durch das paraffingatschhaltige FT-Wachs (SASOBIT REDUX) sehr ähnlich dem Einfluss konventioneller viskositätsverändernder organischer Zusätze. Die viskositätsreduzierende Wirkung bei der Modifizierung mit paraffingatschhaltigem FT-Wachs (SASOBIT REDUX) ist bis zu einer geringeren Temperatur gegeben als bei Bitumen nach den TL VBit-StB. Die Phasenübergangstemperatur liegt nach bisherigen Erfahrungen in Abhängigkeit vom Modifikationsgrad zwischen 50 °C und 75 °C.

Während sich die Viskosität des mit viskositätsverändernden organischen Zusätzen modifizierten Bindemittels unterhalb der Phasenübergangstemperatur signifikant erhöht, ist dies

bei einer Modifikation mit paraffingatschhaltigem FT-Wachs (SASOBIT REDUX) nicht der Fall. Bei bestimmungsgemäßer Verwendung ändert sich die Bindemittelviskosität im Gebrauchstemperaturbereich im Vergleich zum Grundbitumen nicht signifikant.

Folglich sind die technischen Eigenschaften eines mit SASOBIT REDUX bestimmungsgemäß modifizierten Bitumens nicht auf Grundlage der TL VBit-StB, sondern der TL Bitumen-StB, zu beurteilen.

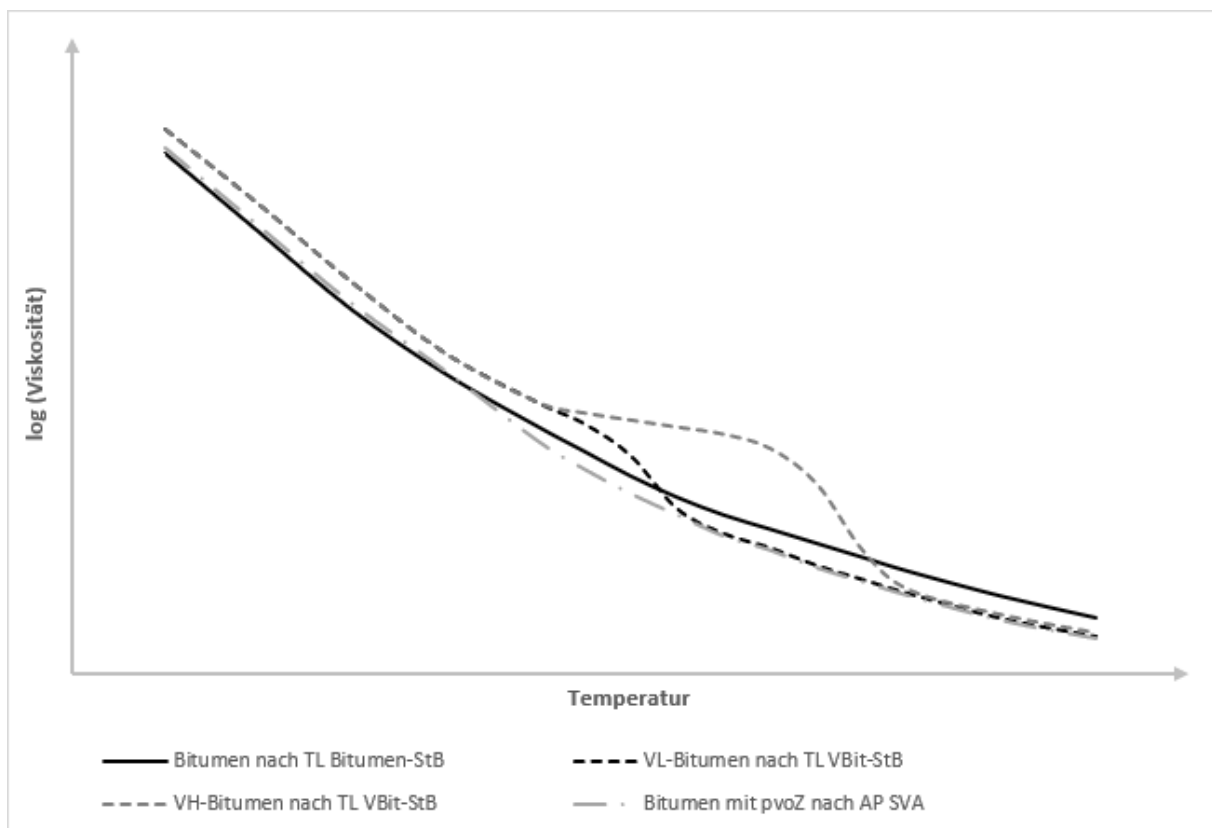


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Viskosität von Bitumen in Abhängigkeit von der Prüftemperatur bei Abkühlung

In der Anlage 1 bzw. 2 sind das Produktdatenblatt (Stand: 29.07.2022) bzw. das Sicherheitsdatenblatt (Stand: 16.02.2024) enthalten.

2.3 Angaben zum Asphaltmischgut

Das Asphaltmischgut wurde von der ASPA GmbH Hamburg entsprechend der Erstprüfungsberichte (Anlage 3)

- 0120.0730.15.1-524864 vom 04.03.2020 (Referenzabschnitt) und
- 0120.0730.17.1-524864 vom 23.11.2020 (TA-Abschnitt)

hergestellt und geliefert.

Das Asphaltmischgut für den Referenzabschnitt wurde unter Verwendung eines Polymer-modifizierten Bitumens 25/55-55 A gem. TL Bitumen-StB 07/13 hergestellt.

Im TA-Abschnitt wurde ein Polymermodifiziertes Bitumen 25/55-55 A gem. TL Bitumen-StB 07/13 unter Verwendung von 1,5 M.-% des Zusatzes SASOBIT REDUX verwendet.

Bei beiden Mischgutvarianten wurden als Haftvermittler 0,2 M.-% Haftmittel Iterlene SL 100 plus zugegeben. Die Zugabe eines Haftvermittlers ist entsprechend den ZTV/St-Hmb regelhaft vorzunehmen.

Der Einbau des Asphaltmischgutes erfolgte durch die KEMNA BAU Andreae GmbH & Co. KG, Zweigniederlassung Hamburg.

Die Mischguttemperaturen wurden bei Anlieferung des Asphaltmischgutes auf die Baustelle bzw. beim Einbau gemessen; diese betrugen für

den **Referenzabschnitt im Mittel 168 °C** (Einbau am 10.09.2020), (Messung stichprobenartig)

und für

den **TA-Abschnitt im Mittel 144,7 °C** (Einbau am 16.12.2020) (Messung für jede Lieferung).

Eine Zusammenfassung der Einbauprotokolle für beide Einbautage ist in der Anlage 4 enthalten.

Der Einbau des TA-Abschnittes wurde durch Messungen der Dämpfe und Aerosole durch die eurofins Umwelt Nord GmbH, Hamburg, begleitet und in dem Messbericht 66248-001_01_Dämpfe und Aerosole vom 09.02.2021 dokumentiert (Anlage 5).

Die folgende Abbildung 3 zeigt zusammenfassend die Messwerte für die jeweiligen Messorte.

3.6 Messwerte			
Proben-Nr.	Gefahrstoff	Messort	Messwert [mg/m³]
200319.001	Bitumen Aerosol	Umgebungsmessung Außenluft, Straßenrand rechts, Steindamm 105	< BG (0,25)
	Bitumen Gas		< BG (0,25)
	Bitumen (Gas + Aerosol)		< 0,25*
200319.002	Bitumen Aerosol	Schichtmittelwert: Walzenfahrer	< BG (0,48)
	Bitumen Gas		0,62
	Bitumen (Dampf + Aerosol)		0,86*
200319.003	Bitumen Aerosol	Schichtmittelwert: Bohlengänger rechts	< BG (0,26)
	Bitumen Gas		0,91
	Bitumen (Gas + Aerosol)		1,04*
200319.004	Bitumen Aerosol	Schichtmittelwert: Asphaltleger = Fertiger Führerstand	< BG (0,26)
	Bitumen Gas		1,71
	Bitumen (Gas + Aerosol)		1,85*

Analysen durchgeführt von: GSA Gesellschaft für Schadstoffanalytik, Ratingen 18.12.2020
 < BG = kleiner als die angegebene Bestimmungsgrenze in Klammern
 * In die Summe aus Bitumendampf und Aerosol wurden aus Vorsorgeerwägungen mögliche Ergebnisse unterhalb der Bestimmungsgrenze mit der Hälfte der Bestimmungsgrenze einbezogen.

Abbildung 3: Messwerte der einzelnen Messorte

Die Messwerte spiegeln die zum Einbauzeitpunkt mit den nach dem Stand der Technik eingesetzten Gerätschaften zu erwartenden und plausiblen Ergebnisse wider.

Der Straßenfertiger war nicht mit einer Absaugeinrichtung ausgestattet.

Zudem war der Zugang zum Führerstand lediglich mit einem Lochblech/Gitter ausgestattet. Straßenfertiger neuerer Generationen sind dagegen u. a. mit einer Absaugeinrichtung und einem eingehausten Schneckenraum im Zugangsbereich zum Führerstand ausgestattet. Bei Einsatz entsprechender Geräte des neuen Stands der (Geräte-) Technik können daher niedrigere Messergebnisse erwartet werden.

Das Wetter am 10.09.2020, dem Einbautag des Referenzabschnittes war wolkig bis sonnig, die Lufttemperaturen betrugen 12 °C bis 19 °C.

Am 16.12.2020, dem Einbautag des TA-Abschnittes, war es wolkig und bei Lufttemperaturen zwischen 6 °C und 8 °C deutlich kühler.

2.4 Ortstermin und Probenahme

Am 26.08.2025 wurde die Bohrkernentnahme im Rahmen eines Ortstermins sowohl im Referenz- als auch im TA-Abschnitt durchgeführt.

Die Bohrkernproben wurden im Nahbereich der Proben für die Kontrollprüfungen im Jahr 2020 jeweils in dem linken Fahrstreifen entnommen.

Die folgende Abbildung 4 zeigt die entsprechenden Entnahmestellen (nicht „ausgefüllte“ Punkte).

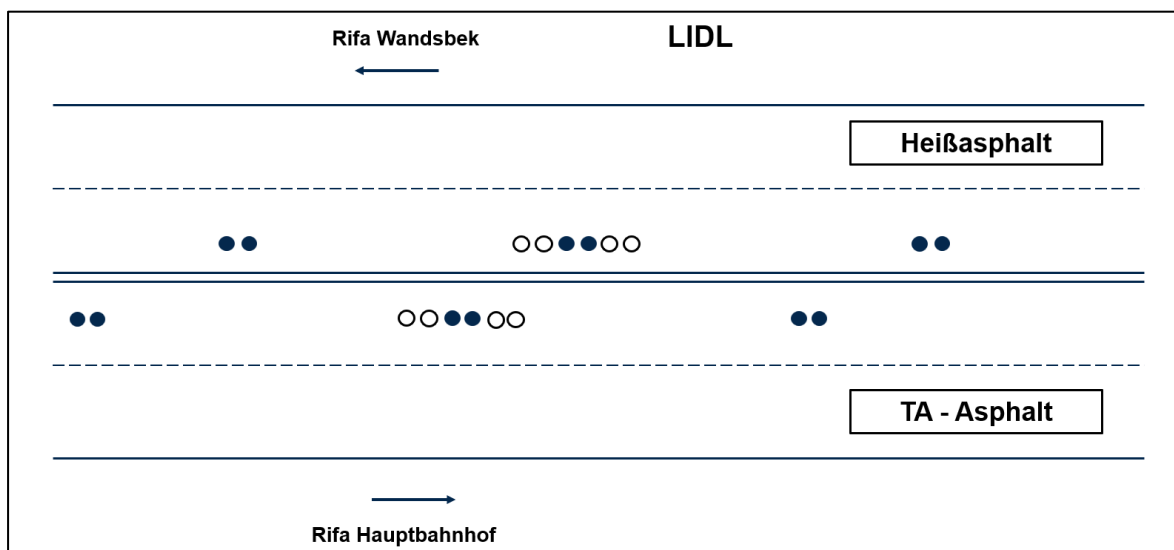


Abbildung 4: Übersichtslageplan der Entnahmestellen

- Bohrkern aus Kontrollprüfung 2020
- Bohrkern Nachuntersuchung 2025

3 Ergebnisse der labortechnischen Untersuchungen

Die folgenden Regelwerke wurden den Untersuchungen zugrunde gelegt:

- DIN EN 1426: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung der Nadelpenetration
- DIN EN 1427: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung des Erweichungspunktes Ring und Kugel
- DIN EN 13398: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung der elastischen Rückstellung von modifiziertem Bitumen
- DIN EN 12697-1 / TP Asphalt-StB, Teil 1:
Asphalt – Prüfverfahren – Teil 1: Löslicher Bindemittelgehalt
Technische Prüfvorschriften für Asphalt – Teil 1
Bindemittelgehalt
- DIN EN 12697-3 / TP Asphalt-StB, Teil 3:
Asphalt – Prüfverfahren – Teil 3: Rückgewinnung des Bindemittels: Rotationsverdampfer
Technische Prüfvorschriften für Asphalt – Teil 3
Rückgewinnung des Bindemittels – Rotationsverdampfer
- DIN EN 12697-8 / TP Asphalt-StB, Teil 8:
Asphalt – Prüfverfahren – Teil 8: Bestimmung von volumetrischen Charakteristiken von Asphalt-Probekörpern
Technische Prüfvorschriften für Asphalt – Teil 8
Volumetrische Kennwerte von Asphalt-Probekörpern und Verdichtungsgrad
- DIN EN 12697-48 / TP Asphalt-StB, Teil 48A:
Asphalt – Prüfverfahren – Teil 48: Schichtenverbund
Technische Prüfvorschriften für Asphalt – Teil 48A
Abscherversuch (Scherhaftfestigkeitsprüfung – SBT)
- DIN EN 14770 / TP Bitumen-StB, Teil 2A:
Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung des Komplexen Schermoduls und des Phasenwinkels – Dynamisches Scherrheometer (DSR)
Technische Prüfvorschriften für Bitumen – Teil 2A
Prüfung im Dynamischen Scherrheometer (DSR) – Temperatursweep mit 25 mm Platte

- DIN EN 14770 / AL DSR-Prüfung (MSCRT):
Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung des
Komplexen Schermoduls und des Phasenwinkels – Dynami-
sches Scherrheometer (DSR)
Arbeitsanleitung zur Bestimmung des Verformungsverhaltens
von Bitumen und bitumenhaltigen Bindemitteln im Dynamischen
Scherrheometer (DSR) – Teil 2: Durchführung der MSCR-Prü-
fung (Multiple Stress Creep and Recovery Test)
- DIN EN 14771 / TP Bitumen-StB, Teil 4:
Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung der Bie-
gekreichsteifigkeit - Biegebalkenrheometer (BBR)
Technische Prüfvorschriften für Bitumen – Teil 4
Prüfung im Biegebalkenrheometer (BBR)

Die Tabellen 1 und 2 zeigen die Ergebnisse der durchgeführten Prüfungen

Tabelle 1: Ergebnisse der Bindemitteluntersuchungen

Kennwert / Eigenschaft	Einheit	Erstprüfung (2020)		Kontrollprüfung ⁵⁾ (2020)		nach 5 Jahren Liegezeit (2025)		Anforderung TL Bitumen-StB 25	
		TA- Abschnitt	Referenz- Abschnitt	TA- Abschnitt	Referenz- Abschnitt	TA- Abschnitt	Referenz- Abschnitt	Lieferzu- stand	nach RTFOT- und PAV- Alterung
Nadelpenetration	1/10 mm	34	35	n. e.	n. e.	23	22	25-55	
Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	65,2	64,2	64,6	71,0	64,8	65,6	≥ 55	
elastische Rückstellung	%	70	70	65	51	49	49	≥ 50 (≥ 40) ³⁾	
Äqui-Schermodul- temperatur T(G*=15 kPa)	°C	60,5	n. e.	n. e.	n. e.	59,6 ¹⁾	62,3 ¹⁾	48-62	Zunahme ≤ 18
Phasenwinkel δ(G*=15 kPa)	°	67,0	n. e.	n. e.	n. e.	69,6 ¹⁾	70,8 ¹⁾	≤ 75	Abfall ≤ 12
Äqui-Schermodul- temperatur T(G*=5 MPa)	°C	n. e.	n. e.	n. e.	n. e.	22,5 ²⁾	22,8 ²⁾	16-23 ⁴⁾	
Phasenwinkel δ(G*=5 MPa)	°	n. e.	n. e.	n. e.	n. e.	42,6 ²⁾	44,4 ²⁾		
MSCRT Rückformung R	%	n. e.	n. e.	n. e.	n. e.	52,1	48,5		
MSCRT Nachgiebigkeit J _{nr}	1/kPa	n. e.	n. e.	n. e.	n. e.	0,198	0,151		
BBR - Steifigkeit bei T = -12 °C	MPa	n. e.	n. e.	n. e.	n. e.	140	139		≤ 300

Kennwert / Eigenschaft	Einheit	Erstprüfung (2020)		Kontrollprüfung ⁵⁾ (2020)		nach 5 Jahren Liegezeit (2025)		Anforderung TL Bitumen-StB 25	
		TA- Abschnitt	Referenz- Abschnitt	TA- Abschnitt	Referenz- Abschnitt	TA- Abschnitt	Referenz- Abschnitt	Lieferzu- stand	nach RTFOT- und PAV- Alterung
BBR – m-Wert bei T = -12 °C	-	n. e.	n. e.	n. e.	n. e.	0,330	0,354		

¹⁾ bestimmt aus T-Sweep (30 bis 90 °C) ²⁾ bestimmt aus T-Sweep (-5 bis 40 °C) ³⁾ Anforderung Kontrollprüfung

⁴⁾ vorgeschlagener Zielbereich TU Braunschweig für Frischbitumen

aus: Büchner, J., Wistuba, M. P. & Sigwarth, T. 2025. Ein Schritt in die Zukunft – Der Ersatz für den Erweichungspunkt. Proc., Asphaltstraßentagung 2025, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), 21.-22. Mai, 2025, Baden-Baden. In: Vorträge der Tagung der Arbeitsgruppe „Asphaltbauweisen“, 91–105.

⁵⁾ Kontrollprüfungsberichte siehe Anlage 9

n.e.: nicht ermittelt

Tabelle 2: Ergebnisse der Hohlraumgehaltsbestimmung an der fertigen Schicht und des Schichtenverbundes

Kennwert / Eigenschaft	Einheit	Kontrollprüfung ⁵⁾ (2020)		nach 5 Jahren Liegezeit (2025)		Anforderung ZTV/St-Hmb.09
		TA- Abschnitt	Referenz- Abschnitt	TA- Abschnitt	Referenz- Abschnitt	Lieferzustand
Hohlraumgehalt der fertigen Asphaltschicht	Vol.-%	2,5	2,7	2,7	3,2	1,0-5,0
Schichtenverbund zur Unterlage – Scherkraft	kN	34,9	44,9	45,3	47,8	≥ 15

⁵⁾ Kontrollprüfungsberichte siehe Anlage 9

Die ausgewählten Ergebnisse zu den Kontrollprüfungen wurden vom Auftraggeber zu Verfügung gestellt.

Die Kontrollprüfungsberichte sind in der Anlage 9 enthalten.

4 Beschreibung der Untersuchungsergebnisse / Interpretation

Im Folgenden werden die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen beschrieben und jeweils eine Interpretation vorgenommen.

Maßstab für die Bewertung sind dabei insbesondere für die Eigenschaften Verformungsverhalten bei Wärme (DSR) und Kälteeigenschaften (BBR) die Anforderungswerte für ein kurz- und langzeitgealtertes Bitumen 25/55-55 A gem. Tabelle 2 und 2a der TL Bitumen-StB 25.

4.1 Ergebnisse der Bindemitteluntersuchungen

Nadelpenetration

Sowohl die Ergebnisse des TA-Abschnittes als auch die Werte des Referenzabschnittes liegen im Vergleich der Betrachtungszeitpunkte 2020 / 2025 jeweils auf einem identischen Niveau (siehe Abbildung 5).

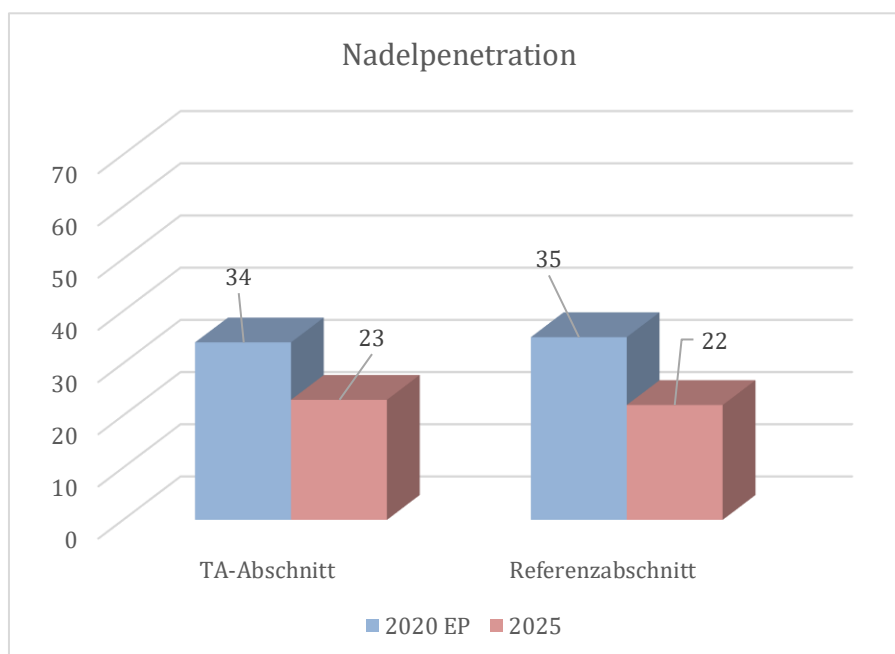


Abbildung 5: Darstellung der Ergebnisse der Nadelpenetration

Erweichungspunkt Ring und Kugel

Für den TA-Abschnitt liegen die Werte sowohl der Erst- und Kontrollprüfung aus dem Jahr 2020 als auch zum jetzigen Zeitpunkt der Nachuntersuchung 2025 auf einem vergleichbaren nahezu identischen Niveau.

Im Referenzabschnitt gilt dies auch für den Wert aus der Erstprüfung sowie zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 2025.

Es sei erwähnt, dass die Kontrollprüfung und die Nachuntersuchung von unterschiedlichen Prüfinstituten durchgeführt worden sind, was den unplausiblen Wert für den Erweichungspunkt Ring und Kugel von 71,0 °C der Kontrollprüfung im Jahr 2020 erklären könnte.

Unter Vernachlässigung dieses unplausiblen Wertes ist weiterhin festzustellen, dass auch die Werte des TA- und Referenzabschnittes auf einem einheitlichen Niveau liegen.

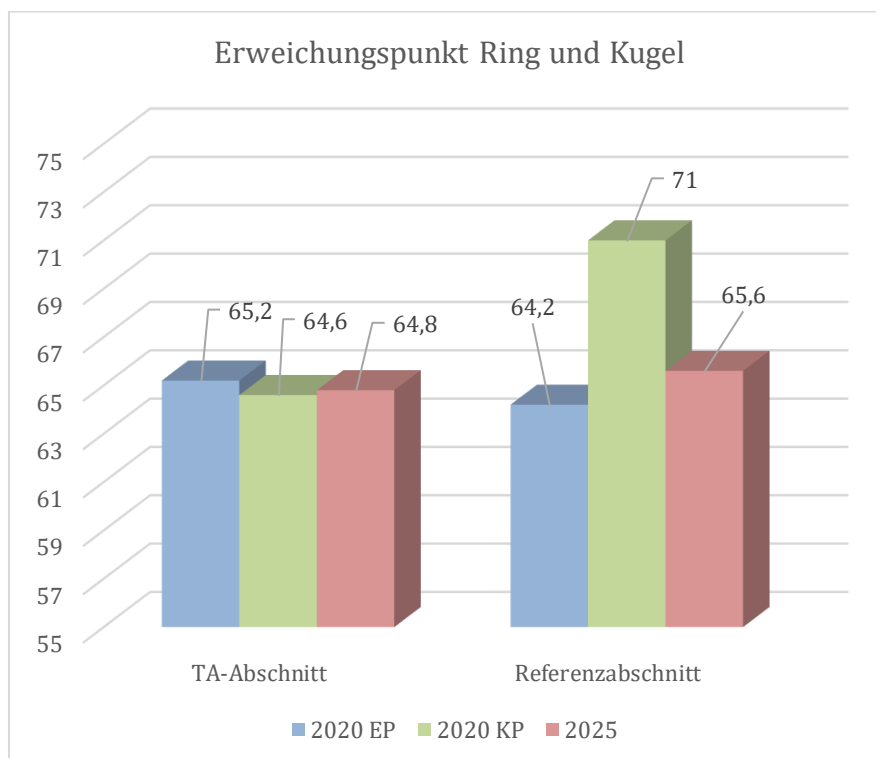


Abbildung 6: Darstellung der Ergebnisse des Erweichungspunktes Ring und Kugel

Anmerkung:

Zu berücksichtigen ist hier, dass es sich bei dem resultierenden Bitumen um ein polymermodifiziertes Bitumen handelt. Bekanntermaßen ist das Prüfverfahren „Erweichungspunkt Ring und Kugel“ hinsichtlich seiner Aussagekraft für polymermodifizierte Bindemittel stark eingeschränkt.

Elastische Rückstellung

Die Ergebnisse des TA-Abschnittes als auch die Werte des Referenzabschnittes für die Zeitpunkte „Erstprüfung“ und „Nachuntersuchung 2025“ liegen jeweils auf einem identischen Niveau.

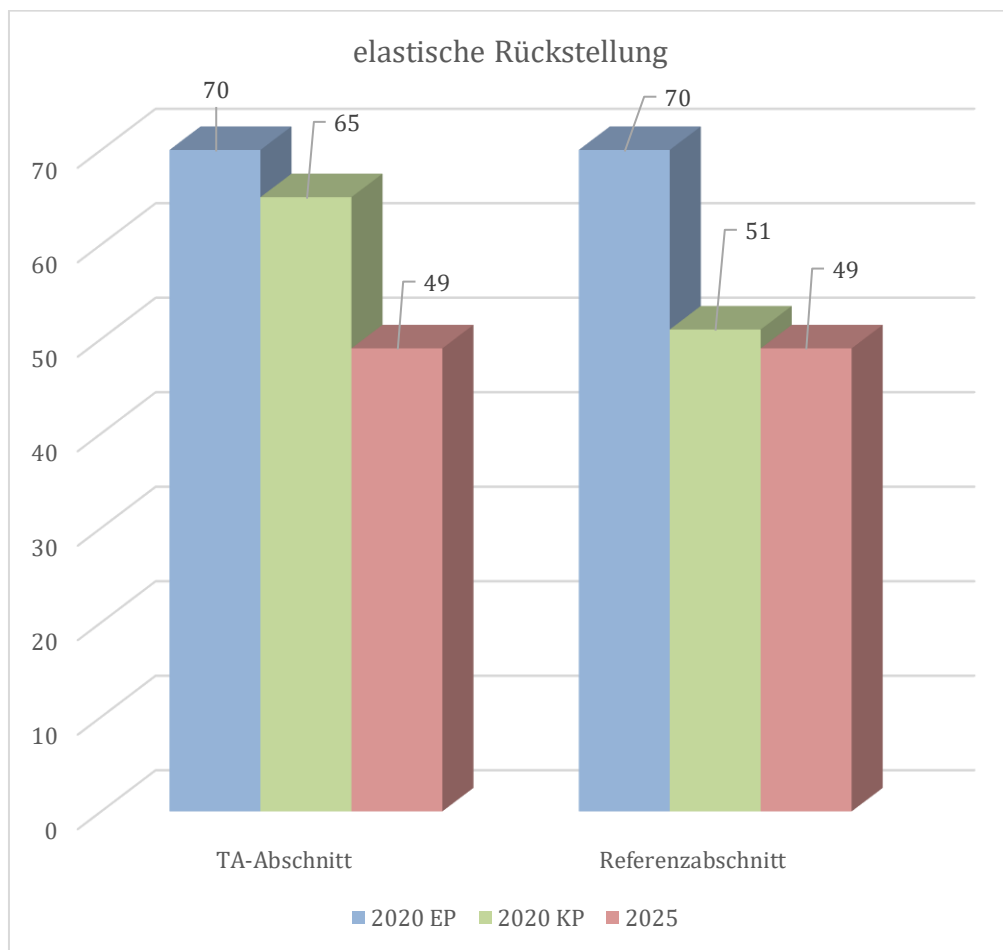


Abbildung 7: Darstellung der Ergebnisse der elastischen Rückstellung

Die Werte für den Zeitpunkt „Kontrollprüfung“ unterscheiden sich um einen Betrag von 14 % zugunsten des TA-Abschnittes.

Ähnlich wie bei den Ergebnissen zum Erweichungspunkt Ring und Kugel kann auch hier von einem unplausiblen Ergebnis bzw. Ausreißer ausgegangen werden (siehe auch die Ergebnisse des MSCR-Tests).

Verformungsverhalten im Dynamischen Scherrheometer –

Äqui-Schermodultemperatur und Phasenwinkel ($G^*=15$ kPa)

Die Ergebnisse für die Äqui-Schermodultemperatur im TA-Abschnitt liegen im Vergleich der Betrachtungszeitpunkte 2020 (Erstprüfung) / 2025 (Nachuntersuchung 2025) auf einem vergleichbaren Niveau.

Im Hinblick auf den vergleichsweise geringen Hohlraumgehalt der Asphaltdeckschicht und damit einer geringen oxidativen Alterung kann begründet angenommen werden, dass bis zum Betrachtungszeitpunkt keine weitere Alterung des Bindemittels stattgefunden hat.

Der Vergleich der Werte des TA-Abschnittes mit dem Referenzabschnitt zum jetzigen Untersuchungszeitpunkt (2025) zeigt tendenziell dahingehend eine Veränderung, dass der Wert für die Äqui-Schermodultemperatur um 2,7 K geringer ist, der Wert für den Phasenwinkel liegt auf einem vergleichbaren Niveau ($69,6^\circ / 70,8^\circ$).

Im beiden Fällen liegt die Differenz der Werte im Bereich der Vergleichspräzision des Prüfverfahrens von $3,0^\circ\text{C}$ für die Äqui-Schermodultemperatur bzw. $2,0^\circ$ für den Phasenwinkel.

Die Ergebnisse sind in der Anlage 6 detailliert aufgeführt.

Verhalten im Dynamischen Scherrheometer –

Äqui-Schermodultemperatur und Phasenwinkel ($G^*=5$ MPa)

Die Untersuchungen im Dynamischen Scherrheometer und Auswertung für einen Komplexen Schubmodul von $G^*=5$ MPa beschreiben das Verhalten im unteren Gebrauchstemperaturbereich bis in den Bereich tiefer Temperaturen. Das Ergebnis lässt eine Interpretation zum Risswiderstand des untersuchten Bindemittels zu.

Diese Untersuchungen wurden nur zum jetzigen Betrachtungszeitpunkt 2025 für den TA-Abschnitt und den Referenzabschnitt durchgeführt.

Im Vergleich der Ergebnisse zwischen TA- und Referenzabschnitt zeigt sich, dass sowohl der Wert der Äqui-Schermodultemperatur $T(G^*=5 \text{ MPa})$ als auch der Wert für den Phasenwinkel $\delta(G^*=5 \text{ MPa})$ auf einem vergleichbaren – bei der Äqui-Schermodultemperatur auf einem nahezu identischen – Niveau liegen.

Die Ergebnisse sind in der Anlage 7 detailliert aufgeführt.

Anzumerken ist darüber hinaus, dass die ermittelten Werte sowohl im TA- als auch im Referenzabschnitt im dem vorgeschlagenen Zielbereich – ermittelt von der TU Braunschweig und veröffentlicht in „Ein Schritt in die Zukunft – Der Ersatz für den Erweichungspunkt. Proc., FGSV-Asphaltstraßentagung 2025“ – für ein PmB 25/55-55 A im Originalzustand (Frischbitumen) liegen

Verformungsverhalten im DSR – MSCRT

Der MSCR-Test wurde zum jetzigen Untersuchungszeitpunkt durchgeführt, um eine Aussage zum elastischen Verhalten des zurückgewonnenen Bitumens aus den beiden Abschnitten ableiten zu können.

Die Ergebnisse zeigen, dass das Bitumen beider Abschnitte nach rd. fünf Jahren deutlich elastische Eigenschaften aufweist.

Im Vergleich der Ergebnisse zwischen TA- und Referenzabschnitt zeigt für die Rückformung R tendenziell etwas günstigere Werte für den TA-Abschnitt.

Im Wesentlichen bestätigen diese Ergebnisse die Ergebnisse der elastischen Rückstellung, auch dahingehend, dass der Wert aus der Kontrollprüfung als unplausibel bzw. Ausreißer eingestuft werden kann.

Hinsichtlich der Nachgiebigkeit J_{nr} – also der viskoelastischen Eigenschaften – weisen beide Abschnitte vergleichsweise kleine Werte auf. Diese viskoelastischen Eigenschaften sind vor dem Hintergrund spannungsabbauender Effekte (Relaxation) im Bitumen

wünschenswert und können dahingehend interpretiert werden, dass die Bitumen beider Abschnitte ein ähnliches Verhalten aufweisen.

Darüber hinaus kann für die zahlenmäßige Interpretation der Ergebnisse der Rückformung R der amerikanische Standard **AASHTO R 92 - Standard Practice for Evaluating the Elastic Behavior of Asphalt Binders Using the Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) Test** herangezogen werden.

Für die unterschiedlichen Verkehrsbeanspruchungsklassen H, V und E gilt im Zusammenhang mit der Nachgiebigkeit demnach wie folgt:

„Heavy Traffic - H“:	$R_{3,2} > 25 \%, J_{nr3,2} < 2,0 \text{ kPa}^{-1}$
„Very Heavy Traffic - V“:	$R_{3,2} > 30 \%, \text{ da } J_{nr3,2} < 1,0 \text{ kPa}^{-1}$
„Extremely Heavy Traffic - E“:	$R_{3,2} > 35 \%, \text{ da } J_{nr3,2} < 0,5 \text{ kPa}^{-1}$

Für die Verkehrsbeanspruchungsklasse S (Standard Traffic) werden keine Anforderungen angegeben.

Die hier ermittelten Werte für die Rückformung von 52,1 % bzw. 48,5 % erfüllen – unter Berücksichtigung der Nachgiebigkeit J_{nr} von 0,198 1/kPa bzw. 0,151 1/kPa – für beide Abschnitte die Anforderungen an die Verkehrsbeanspruchungsklasse E (Extremely Heavy Traffic) von mindestens 35 %.

Die Ergebnisse für die Nachgiebigkeit J_{nr} selbst können ebenfalls nach dem amerikanischen Standard **AASHTO M332 - Standard Specification for Performance – Graded Asphalt Binder Using Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) Test** interpretiert werden.

Analog zur Rückformung R erfolgt die Beurteilung der Nachgiebigkeit J_{nr} nach den Verkehrsbeanspruchungsklassen wie folgt:

„Standard Traffic - S“: < 10 million ESALs and > 70 km/h	$J_{nr3,2} \text{ max } 4,5 \text{ kPa}^{-1}$
„Heavy Traffic - H“: 10 - 30 million ESALs or 20 - 70 km/h	$J_{nr3,2} \text{ max } 2,0 \text{ kPa}^{-1}$
„Very Heavy Traffic - V“: > 30 million ESALs or < 20 km/h	$J_{nr3,2} \text{ max } 1,0 \text{ kPa}^{-1}$
„Extremely Heavy Traffic - E“: > 30 million ESALs und < 20 km/h stehender Verkehr, Logistik- und Hafenflächen	$J_{nr3,2} \text{ max } 0,5 \text{ kPa}^{-1}$

Auch hier kann festgestellt werden, dass die ermittelten Werte für die Nachgiebigkeit $J_{nr3,2}$ von 0,198 1/kPa bzw. 0,151 1/kPa für beide Abschnitte die Anforderungen an die Verkehrsbeanspruchungsklasse E (Extremely Heavy Traffic) erfüllen.

Die Ergebnisse sind in der Anlage 8 detailliert aufgeführt.

Verhalten bei tiefen Temperaturen – BBR

Diese Untersuchungen wurden nur zum jetzigen Betrachtungszeitpunkt 2025 für den TA-Abschnitt und den Referenzabschnitt durchgeführt.

Der Vergleich der Ergebnisse zwischen TA- und Referenzabschnitt zeigt sich, dass sowohl der Wert für die Biegebruchsteifigkeit bei $T = -12\text{ °C}$ als auch der korrespondierende m -Wert bei der Temperatur $T = -12\text{ °C}$ auf einem vergleichbaren – bei der Biegebruchsteifigkeit auf einem identischen – Niveau liegen.

4.2 Ergebnisse der Asphaltuntersuchungen

Die Ergebnisse zum Hohlraumgehalt sowie zum Schichtenverbund der verwendeten Asphalte zu den jeweiligen Betrachtungs- / Untersuchungszeitpunkten sind lediglich informativ angegeben und werden keiner weitergehenden Auswertung unterzogen.

Es ist festzustellen, dass die ermittelten Werte die Anforderungen des Technischen Regelwerkes erfüllen.

Die Kontrollprüfungen und Nachuntersuchungen wurden von verschiedenen Prüfinstituten zu unterschiedlichen Zeitpunkten durchgeführt, weshalb auch keine Wiederholungsprüfungen unplausibler Werte möglich ist. Unterschiede in den Ergebnissen für den Hohlraumgehalt im Belag im Vergleich der beiden Betrachtungszeitpunkte 2020 und 2025 von 0,2 Vol.-% im TA-Abschnitt bzw. 0,5 Vol.-% im Referenzabschnitt können darüber hinaus auf die Entnahme der Bohrkernproben an unterschiedlichen Entnahmestellen zurückgeführt werden.

Weiter sind auch die entsprechende Wiederhol- und Vergleichspräzision des Technischen Regelwerkes in die Bewertung der Ergebnisse einzubeziehen.

Die Unterschiede in den Ergebnissen zum Schichtenverbund (Scherkraft) folgen der gleichen Argumentation.

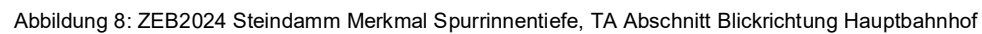
5 Zustandserfassung – ZEB-Daten

Eine Befahrung zur Ermittlung von ZEB-Daten ist nach vierjähriger Liegezeit für beide Streckenabschnitte im Jahr 2024 durchgeführt worden. Die ZEB-Daten zeigen insbesondere für die Merkmale Spurrinnentiefe und Risse sehr gute Zustandswerte.

Die vollständigen Daten, Auswertungen und Visualisierungen zum Zustand der Strecke liegen bei der Behörde für Verkehr und Mobilitätswende der Stadt Hamburg vor.

In Hamburg werden die ZEB-Daten über das webbasierte Auskunftssystem Onko3 der Heller Ingenieurgesellschaft ausgewertet.

Einen Auszug der ermittelten Daten zu den Merkmalen Spurrinnentiefe und Risse ist den nachfolgenden Abbildungen zu entnehmen. Die Zusammenfassung mit allen ZEB-Merkmalen sowie eine Streckenbefahrung des TA-Abschnitts mit Frontkamarabildern des ZEB-Fahrzeugs ist dem Bericht in Anlage 10 beigelegt.



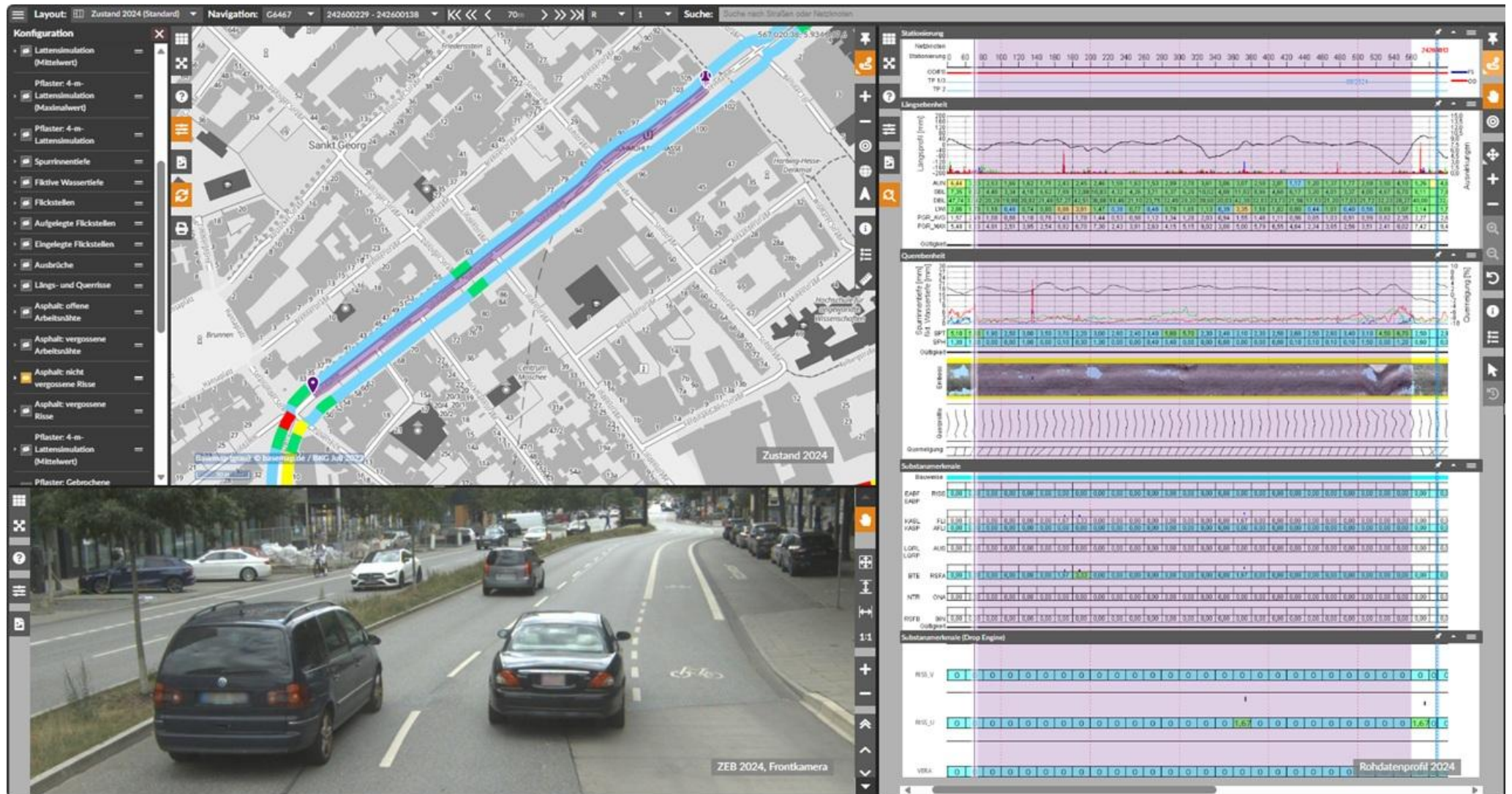


Abbildung 9: ZEB2024 Steindamm, Merkmal Risse, TA Abschnitt Blickrichtung Hauptbahnhof

Die Zustandsmerkmale weisen im TA-Abschnitt als auch im Referenzabschnitt keine Auffälligkeiten auf, die auf die Eigenschaften der eingebauten Asphaltmischgüter zurückgeführt werden könnten.

Sowohl im TA-Abschnitt als auch bei der Referenzstrecke konnten nach fünf Jahren Liegezeit keine Beanstandungen festgestellt werden und die Fahrbahnoberflächen befinden sich in beiden Abschnitten in einem sehr guten Zustand. Dieser Zusammenhang konnte bei einer Ortsbegehung am 8.5.2025 bestätigt werden. Abbildung 10 bis Abbildung 12 wurden an diesem Tag in Fahrtrichtung Wandsbek (Referenzabschnitt) und Abbildung 13 bis Abbildung 15 in Fahrtrichtung Hauptbahnhof (TA-Abschnitt) aufgenommen.



Abbildung 10: Ansicht Referenzabschnitt



Abbildung 12: Ansicht Referenzabschnitt



Abbildung 11: Ansicht Referenzabschnitt



Abbildung 13: Ansicht TA-Abschnitt



Abbildung 15: Ansicht TA-Abschnitt



Abbildung 14: Ansicht TA-Abschnitt

6 Zusammenfassung

Aus den Ergebnissen der durchgeführten Untersuchungen sowohl am zurückgewonnenen Bitumen als auch am eingebauten Asphalt kann abgeleitet werden, dass der Einsatz des Zusatzes SASOBIT REDUX keine negative Veränderung auf die Eigenschaften hat.

Die konventionellen Bitumenprüfverfahren Nadelpenetration, Erweichungspunkt Ring und Kugel und elastische Rückstellung zeigen hinsichtlich der Veränderung der Werte für den TA-Abschnitt nach einer Liegezeit des Asphaltes von rd. fünf Jahren im Vergleich zum Referenzabschnitt ein nahezu identisches Verhalten.

Aus den Ergebnissen zum elastischen Verhalten mittels MSCR-Test (Rückformung R) zum Betrachtungszeitpunkt lässt sich für das mit SASOBIT REDUX modifizierte Bindemittel ein tendenziell günstigeres Verhalten ableiten.

Bestätigt wird dies auch durch die Ergebnisse der DSR-Untersuchungen (Äqui-Schermoduletemperatur bei $G^*=15\text{kPa}$).

Hinsichtlich des Verhaltens des Bitumens bei tiefen Temperaturen bzw. zum Risswiderstand weisen die Ergebnisse das Bindemittel als gleichwertig zum Referenzabschnitt aus (Untersuchungen mit dem BBR sowie Äqui-Schermoduletemperatur bei $G^*=5\text{MPa}$).

Die Ergebnisse der Untersuchungen zum Schichtenverbund zeigen sowohl zum Zeitpunkt der Herstellung der Asphaltdeckschicht als auch nach einer Liegezeit von rd. 5 Jahren keinen negativen Einfluss durch die Modifizierung mit dem Produkt SASOBIT REDUX.

Die festgestellten Werte erfüllen zu beiden Betrachtungszeitpunkten die Anforderungen des Technischen Regelwerkes deutlich.

Die Auswertung der ZEB-Daten ergab für beide Streckenabschnitte sehr gute Zustände der Fahrbahnoberfläche.

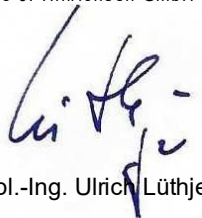
Es konnte durch die labortechnischen Untersuchungen sowie die Auswertung der ZEB-Daten der Nachweis erbracht werden, dass der unter Verwendung des Zusatzes SASOBIT

REDUX temperaturabgesenkt hergestellte und eingebaute Splittmastixasphalt mindestens gleichwertig zu einem herkömmlichen Splittmastixasphalt angesehen werden kann.

Im Referenzabschnitt wurde ein Bitumen eingesetzt, welches der Sorte 25/55-55 A gemäß den TL Bitumen-StB zuzuordnen ist.

Wahlstedt, den 22.12.2025 / 19.05.2026

asphalt-labor
Arno J. Hinrichsen GmbH & Co. KG



Dipl.-Ing. Ulrich Lüthje