

20 Jahre Langzeitstudie des SEBD

Düsseldorf, 21. Mai 2026

Erkenntnisse zur Probeinstandsetzung im Hauptsammler Mitte und deren Auswirkung auf das Sanierungskonzept



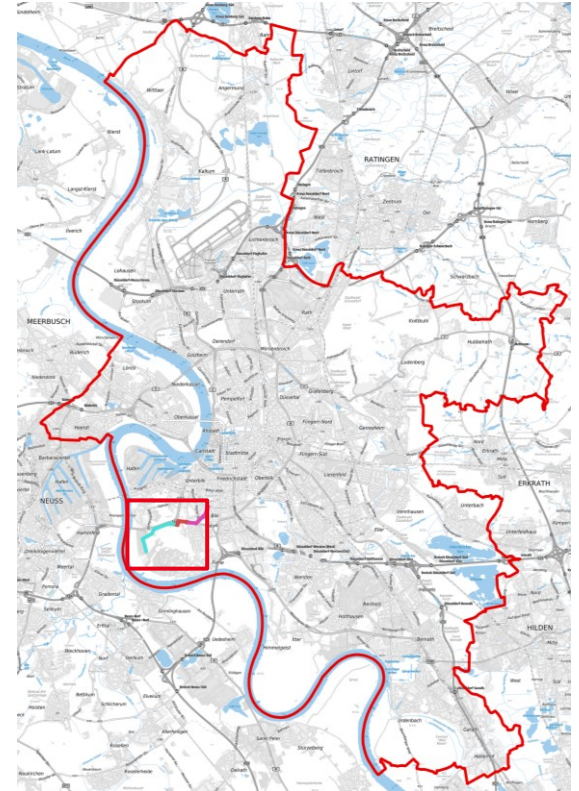
Landeshauptstadt Düsseldorf
Stadtentwässerungsbetrieb

Düsseldorf Nähe trifft Freiheit

Der Hauptsammler Mitte - HSM

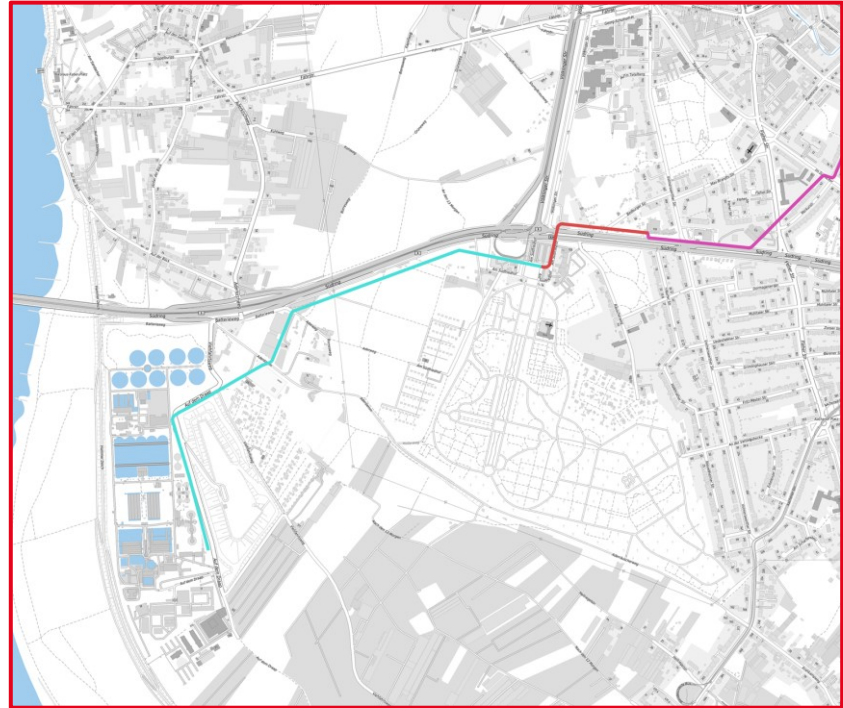
Der Hauptsammler Mitte - HSM

- Zulaufkanal zum Klärwerk Süd
- Baujahr 1972 - 1983
- Profilart: Kasten
- Höhe: 2,8 - 4,2 m
- Breite: 3,7 - 5,3 m
- Sanierungsabschnitt 1: 402 m
- Sanierungsabschnitt 2: 1.874 m
- Sanierungsfläche 1: 5.150 m²
- Sanierungsfläche 2: 20.645 m²



Der Hauptsammler Mitte - HSM

- Zulaufkanal zum Klärwerk Süd
- Baujahr 1972 - 1983
- Profilart: Kasten
- Höhe: 2,8 - 4,2 m
- Breite: 3,7 - 5,3 m
- Sanierungsabschnitt 1: 402 m
- Sanierungsabschnitt 2: 1.874 m
- Sanierungsfläche 1: 5.150 m²
- Sanierungsfläche 2: 20.645 m²



Der Hauptsammler Mitte - HSM

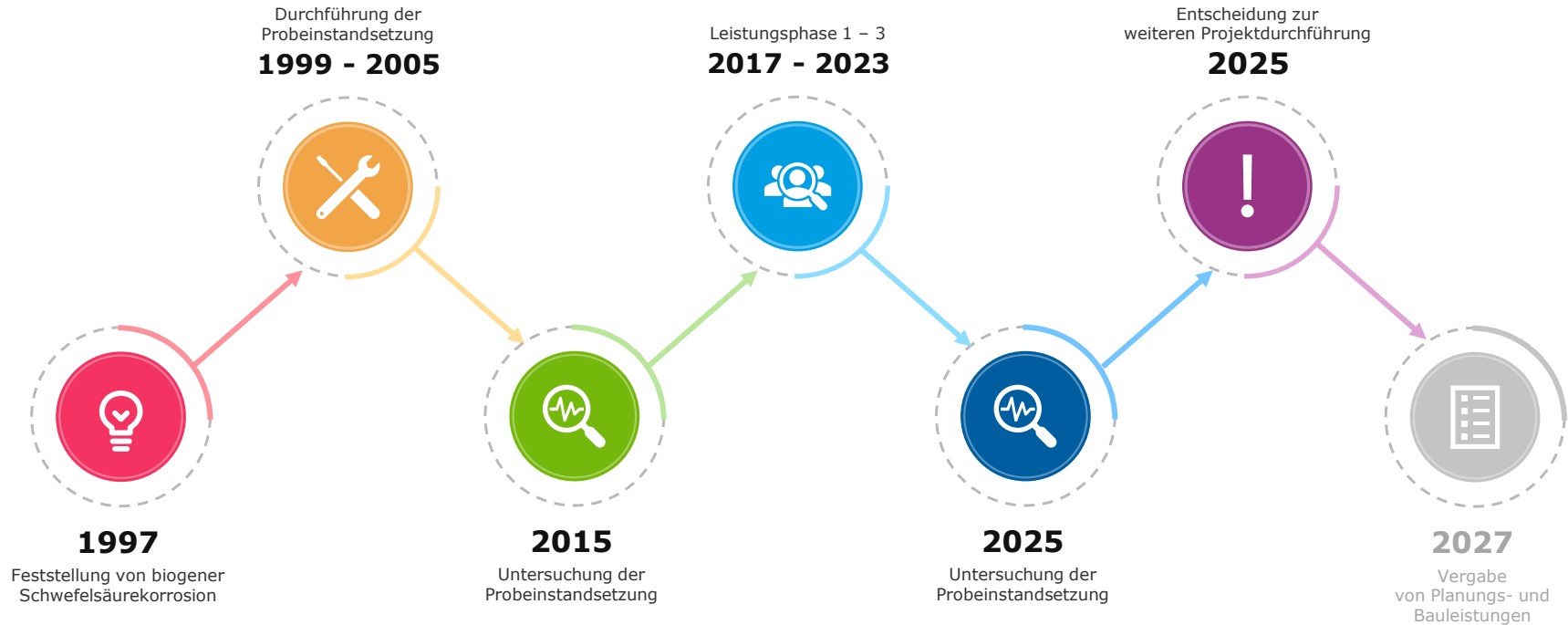
- Zulaufkanal zum Klärwerk Süd
- Baujahr 1972 - 1983
- Profilart: Kasten (Maul)
- Höhe: 2,8 - 4,2 m
- Breite: 3,7 - 5,3 m
- Sanierungsabschnitt 1: 402 m
- Sanierungsabschnitt 2: 1.874 m
- Sanierungsfläche 1: 5.150 m²
- Sanierungsfläche 2: 20.645 m²



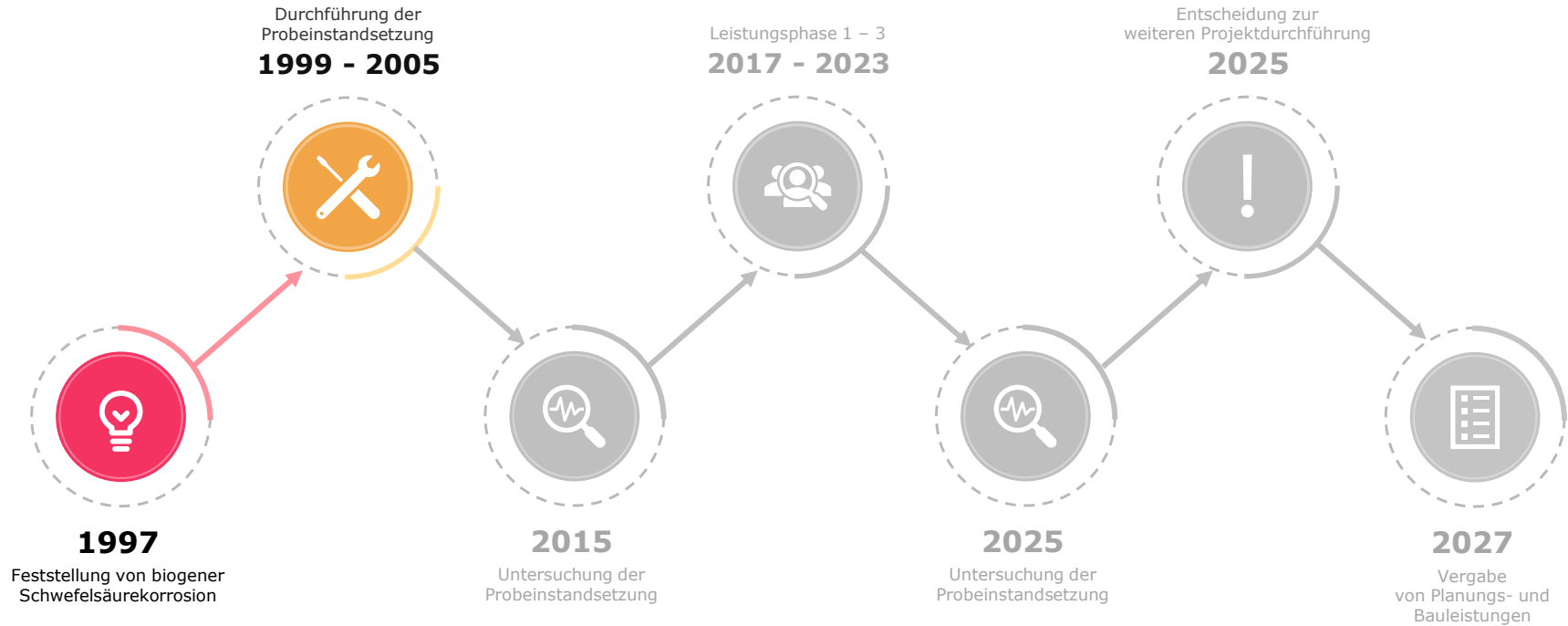
Quelle: Cansol Deutschland GmbH

Zeitliche Entwicklung

Zeitliche Entwicklung



Zeitliche Entwicklung



Durchführung der Probeinstandsetzung im Jahr 2000

Ausgangssituation

- Feststellung von starken Schädigungen am Hauptsammler Mitte (1997)
- Ursache: biogene Schwefelsäurekorrosion (BSK) an Stahlbetonwänden und -decken
- Fortschreitender Materialabtrag
- Gefährdung der Dauerhaftigkeit



Durchführung der Probeinstand- setzung

Durchführung der Probeinstandsetzung im Jahr 2000

Zielsetzung

- Entwicklung eines dauerhaften Schutzsystems
- Untersuchung verschiedener Oberflächenschutzsysteme (OSS) unter
 - realen Betriebsbedingungen
 - Langzeitbeanspruchung „in situ“
- Grundlage für die spätere Gesamtanierung des HSM



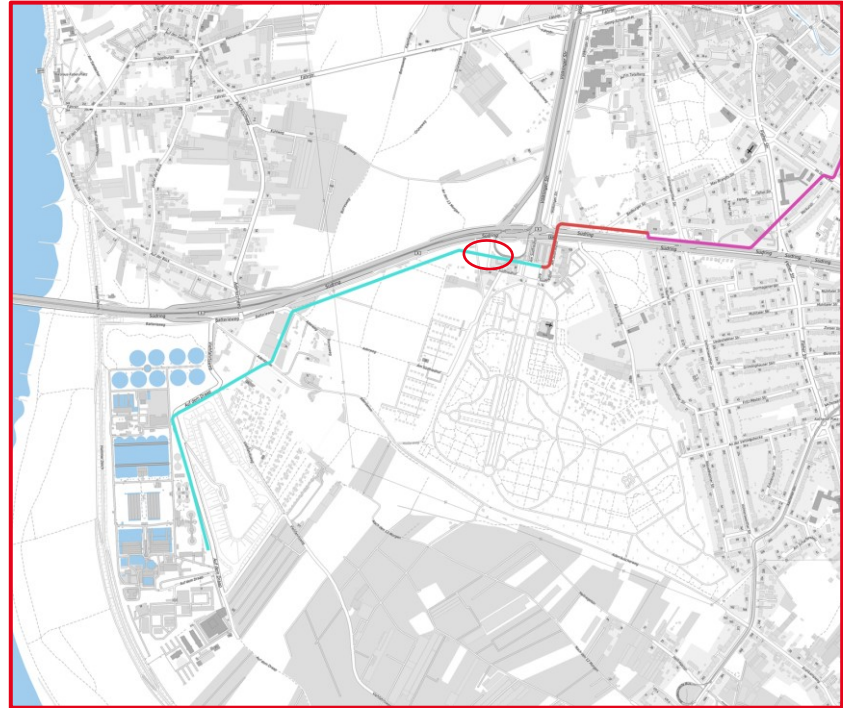
Durchführung der Probeinstandsetzung

Umfang der Probeinstandsetzung

- Teststrecke von ca. 60 m Länge
- Vorbereitung: Abtrag des geschädigten Betons mittels Höchstdruckwasserstrahlen (HDW)
- Instandsetzung der Flächen durch 11 unterschiedlichen OSS in 2 Schritten
 1. Reprofilierung mit ISM
 2. Oberflächenschutzschicht

Ziel: Hohe chemische Beständigkeit und Dauerhaftigkeit im Kanalbetrieb

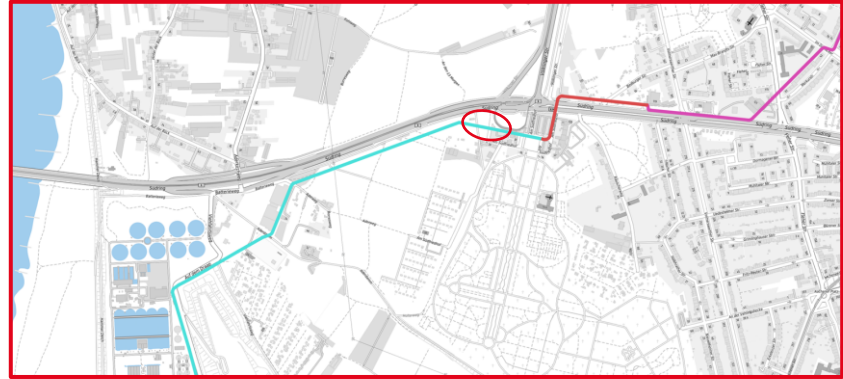
- Reduzierung des Sulfatgehalts im Altbeton:
 - max. $\leq 1,5$ M.-%
- Erhöhung der Haftzugfestigkeit zum Altbeton:
 - min. $\geq 1,0$ N/mm² / $\emptyset \geq 1,5$ N/mm²



Durchführung der Probeinstandsetzung

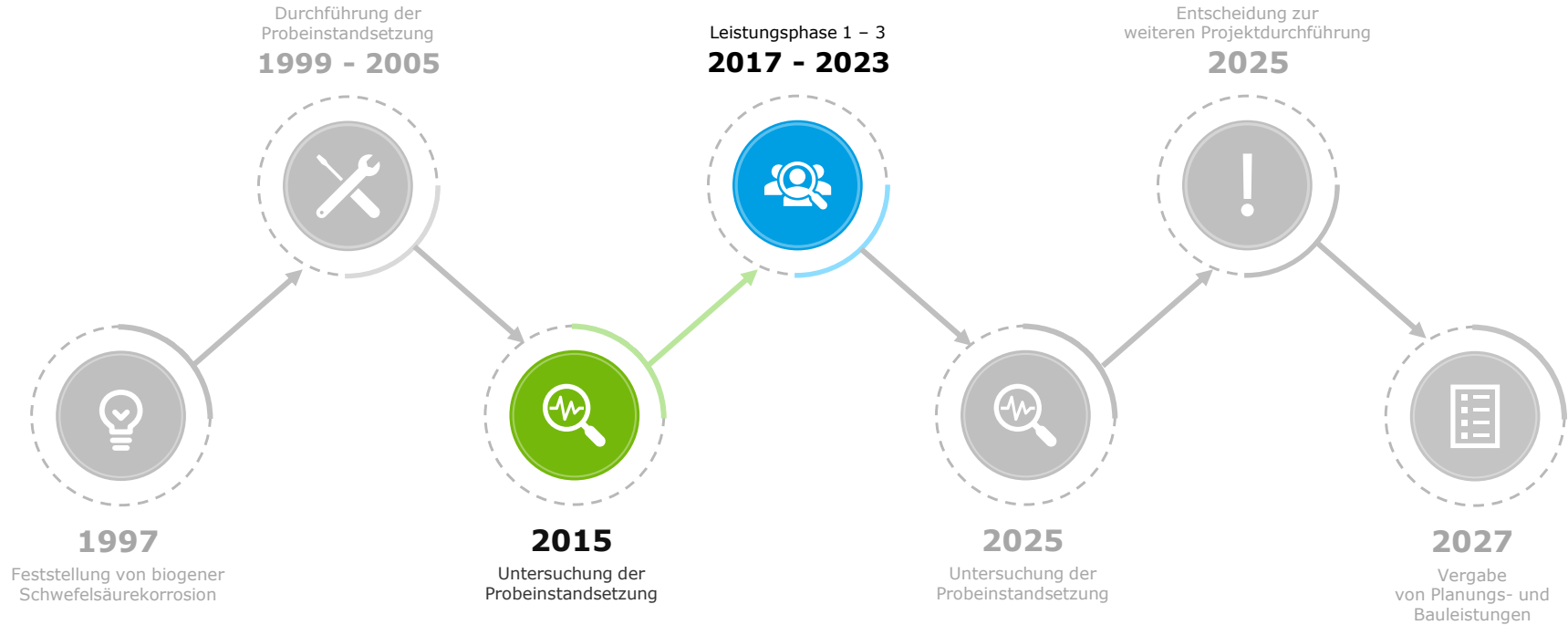
Anforderungen an die Produkthersteller

- Auswahl geeigneter Instandsetzungsmörtel und Oberflächenschutzsysteme
 - 1) Zementgebundene Spritzmörtel
 - 2) Kunststoffmodifizierte zementgebundene Spritzmörtel
 - 3) Silikamodifizierte zementgebundene Spritzmörtel
 - 4) PE – HD – Platten



HDW Probe- fläche	Tonerde- zement	SM 4P-HS	SSM 4P-HS	Konosit KK 10	Konosit FZM	Sikadur SM1	720 EpoCem	ARC 988	Keraline	Steuler PE-HD	Disbon 705
	1)	1)	3)	2)	2)	1)	1)	2)	2)	4)	2)

Zeitliche Entwicklung



Untersuchung der Probeinstand- setzung - 2015

Untersuchung der Probeinstandsetzung - 2015

		Disbon 705	Steuler PE-HD	Keraline	ARC 988	720 EpoCem	Sikadur SM1	Konusit FZM	Konusit KK 10	SSM 4P-HS	SM 4P-HS	Tonerde-zement
Applikation		Sicher umsetzbar	Sicher umsetzbar	Nicht sicher umsetzbar	Nicht sicher umsetzbar	Eingeschränkt umsetzbar	Umsetzbar	Nicht sicher umsetzbar	Nicht sicher umsetzbar	Umsetzbar	Umsetzbar	Eingeschränkt umsetzbar
Angriffwiderstand gegen BSK und Abrieb		hoch	Hoch	ungenügend	ungenügend	mäßig	mäßig	mäßig	hoch	Mäßig	Mäßig	mäßig
Schutzfunktion des OSS nach 15 a	vor Sulfat	Gegeben	Gegeben	Nicht gegeben	Nicht gegeben	Nicht gegeben	Nicht gegeben	Gegeben	Gegeben	Gegeben	Gegeben	Gegeben
	vor Säure	Gegeben	Gegeben	Nicht gegeben	Nicht gegeben	Gegeben	Gegeben	Gegeben	Gegeben	Gegeben	Gegeben	Gegeben
Hohllagen		Systembedingt nicht prüfbar	Systembedingt eingeschränkt prüfbar	ca. 65 % der Gesamtfläche	ca. 20 % der Gesamtfläche	vereinzelt	lokal	vereinzelt	ca. 45 % der Deckenfläche, bzw. ca. 15 % Gesamtfläche	ca. 10 % an einer Wand im Fugenbereich	Keine	vereinzelt
Inspektionsfähigkeit		Umsetzbar	Umsetzbar	Umsetzbar	Eingeschränkt umsetzbar	Eingeschränkt umsetzbar	Eingeschränkt umsetzbar	Eingeschränkt umsetzbar	Eingeschränkt umsetzbar	Eingeschränkt umsetzbar	Eingeschränkt umsetzbar	Eingeschränkt umsetzbar
Reparaturfähigkeit		Klimatisch erschwert umsetzbar	Umsetzbar	Nicht sicher umsetzbar	Eingeschränkt umsetzbar	Umsetzbar	Eingeschränkt umsetzbar	Eingeschränkt umsetzbar	Eingeschränkt umsetzbar	Umsetzbar	Umsetzbar	Eingeschränkt umsetzbar
Fazit		Bedingt geeignet. Niedrige Haftzugwerte. Produkt wird nicht mehr angeboten	Geeignet	Nicht geeignet	Nicht geeignet	Bedingt geeignet. Erhöhte Sulfatgehalte im Reprofilierungsmörtel	Nicht geeignet. Zunahme von Hohllagen	Bedingt geeignet. Problematisch bei der Applikation und Reparatur	Bedingt geeignet. Flächige Hohllagen. Problematisch bei der Applikation und Reparatur	Geeignet	Geeignet	Bedingt geeignet. Problematisch bei der Applikation und Reparatur

Untersuchung der Probeinstandsetzung - 2015



HDW Probe- fläche	Tonerde- zement 1)	SM 4P-HS 1)	SSM 4P-HS 3)	Konisit KK 10 2)	Konisit FZM 2)	Sikadur SM1 1)	720 EpoCem 1)	ARC 988 2)	Keraline 2)	Steuler PE-HD 4)	Disbon 705 2)

←
Fließrichtung

Untersuchung der Probeinstandsetzung - 2015

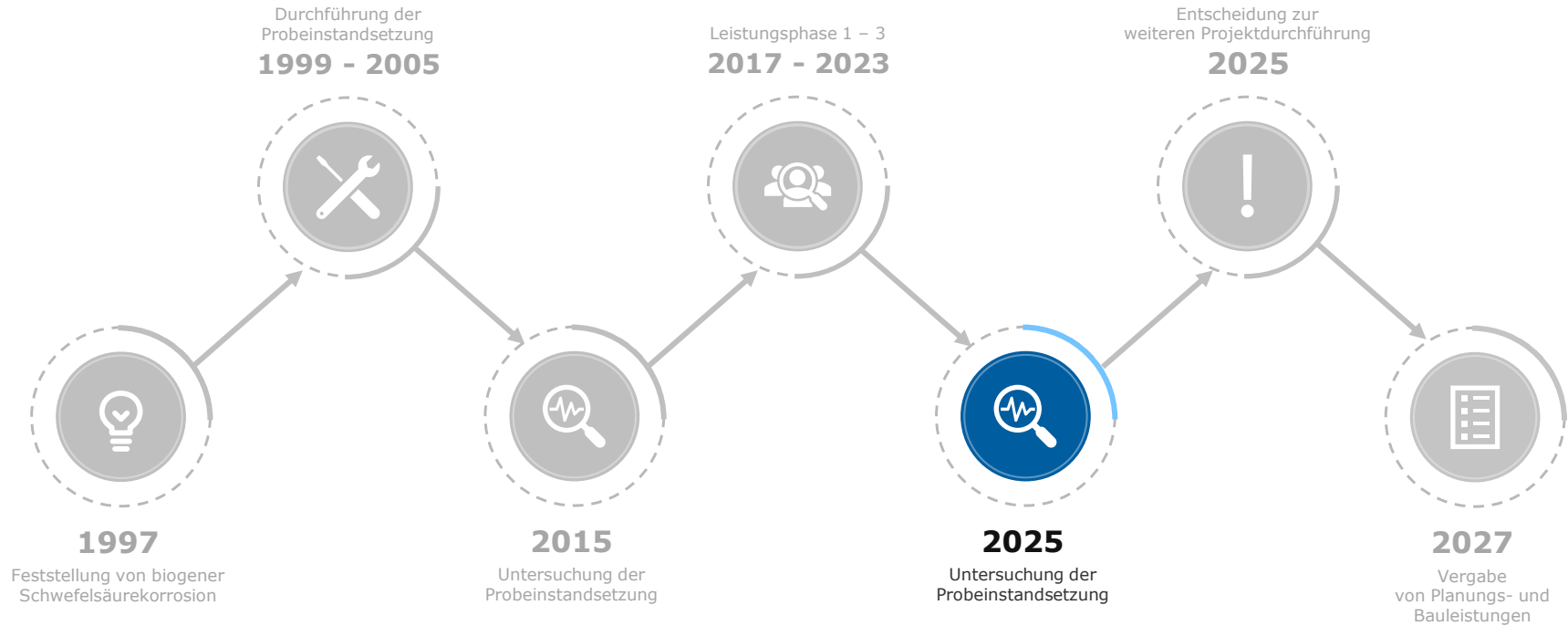
- 1) Zementgebundene Spritzmörtel
- 2) Kunststoffmodifizierte zementgebundene Spritzmörtel
- 3) Silikamodifizierte zementgebundene Spritzmörtel
- 4) PE - HD - Platten



HDW Probe- fläche	Tonerde- zement 1)	SM 4P-HS 1)	SSM 4P-HS 3)	Konosit KK 10 2)	Konosit FZM 2)	Sikadur SM1 1)	720 EpoCem 1)	ARC 988 2)	Keraline 2)	Steuler PE-HD 4)	Disbon 705 2)

←
Fließrichtung

Zeitliche Entwicklung

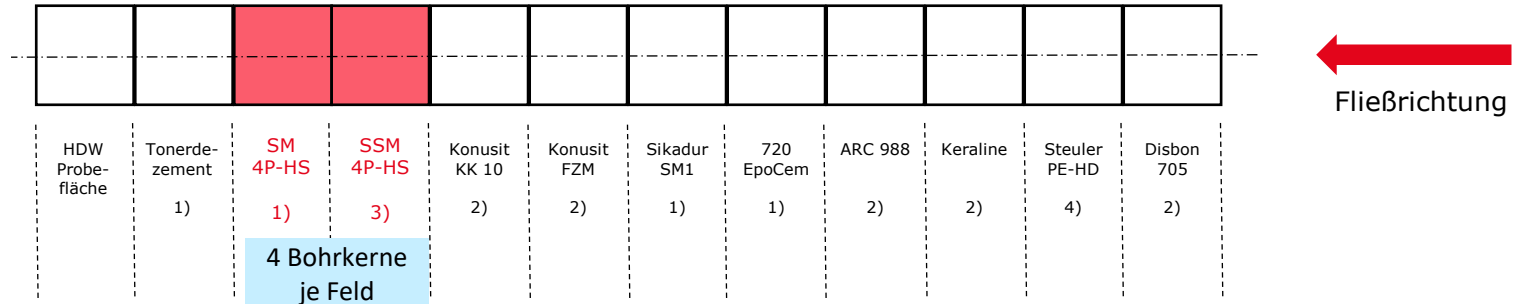


Untersuchung der Probeinstand- setzung - 2025

Untersuchung der Probeinstandsetzung - 2025

Ablauf

- Entnahme von 4 Bohrkernen in den Testfeldern der Oberflächenschutzsysteme SM 4P – HS und SSM 4P - HS
- Beauftragung eines Ingenieurbüros für die Koordinierung von Laboruntersuchungen und für die Erstellung einer fachtechnischen Stellungnahme für eine fundierte Einschätzung der Gesamtnutzungsdauer
- Darlegung der Auswirkungen des gewählten Oberflächenschutzsystems auf die Kosten und die weitere Projektdurchführung durch den SEBD
- Aufstellung eines Projekt- und Vergabekonzepts durch den SEBD

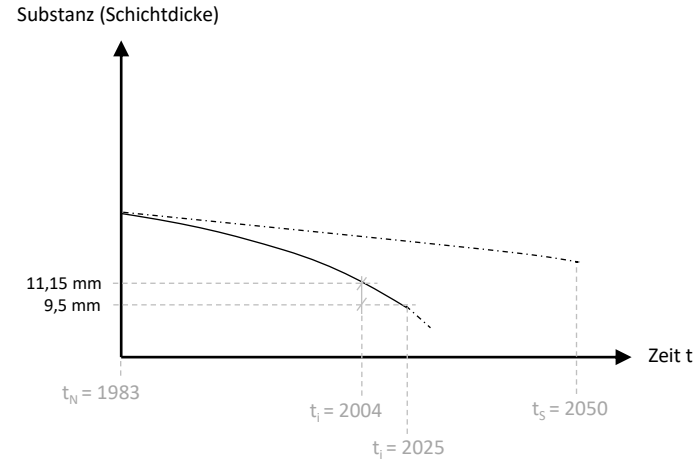


Untersuchung der Probeinstandsetzung - 2025

Untersuchungsergebnisse

SM 4P-HS	Schichtdicke
Probezeitraum	Ø [mm]
2004	11,15
2025	9,5
Abrasionsrate	0,138 mm/a

SSM 4P-HS	Schichtdicke
Probezeitraum	Ø [mm]
2004	26,4
2025	19,75
Abrasionsrate	0,554 mm/a



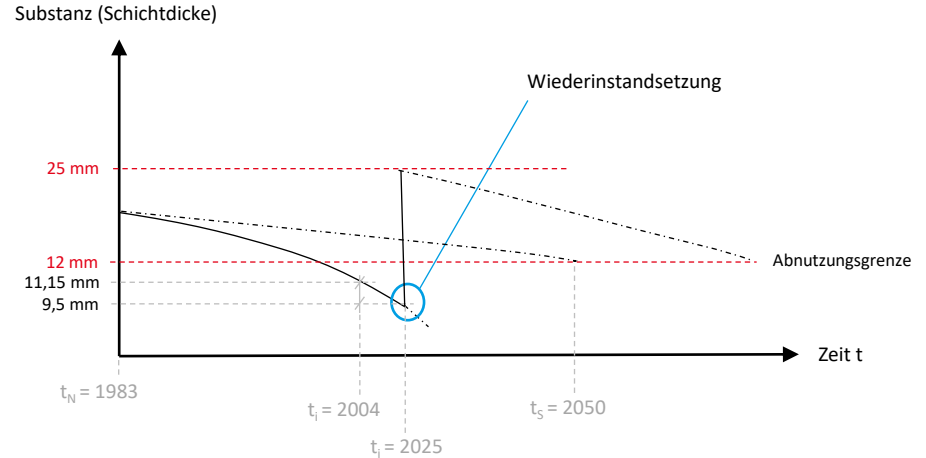
$$\text{Abrasionsrate} = \frac{(11,15 \text{ mm} - 9,5 \text{ mm})}{(2025 - 2004)} = 0,138 \frac{\text{mm}}{\text{a}}$$

Untersuchung der Probeinstandsetzung - 2025

Untersuchungsergebnisse

SM 4P-HS	Schichtdicke
Probezeitraum	Ø [mm]
2004	11,15
2025	9,5
Abrasionsrate	0,138 mm/a

SSM 4P-HS	Schichtdicke
Probezeitraum	Ø [mm]
2004	26,4
2025	19,75
Abrasionsrate	0,554 mm/a



Vorgaben für die OSS-Schichtdicken:

$$D_{\max} = 25 \text{ mm}$$

$$D_{\min} = 12 \text{ mm}$$

$$\text{Abrasion} = 0,138 \text{ mm/a}$$

Nutzungsdauer [N] des Oberflächenschutzsystems:

$$N = \frac{(25 \text{ mm} - 12 \text{ mm})}{0,138 \frac{\text{mm}}{\text{a}}} = 94 \text{ a}$$

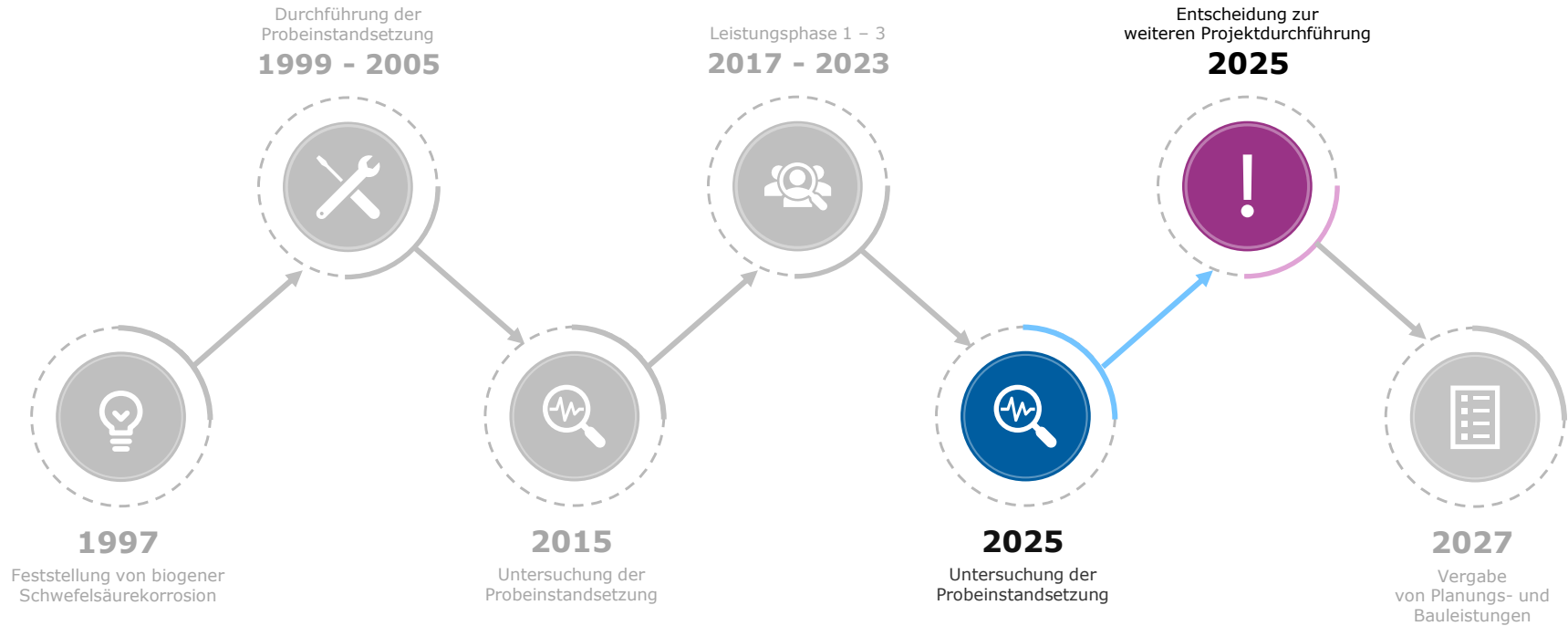
Untersuchung der Probeinstandsetzung - 2025

Untersuchungsergebnisse

	SSM 4P-HS	SM 4P-HS
Ermittelte Festigkeitsklassen	C 20/25	C 20/25
Haftzugfestigkeit (am Verbund von Spritzmörtel und Altbeton)	1,513 N/mm ²	3,203 N/mm ²
Schwefelgehalt Tiefe 0 – 1,5 cm	1,8 M.-%	1,2 M.-%
Sulfatgehalt Tiefe 0 – 1,5 cm	5,9 M.-%	3,7 M.-%
Abrasionsrate	0,554 mm/a	0,138 mm/a

- SM 4P-HS ist leistungsfähiger als SSM 4P-HS
- Abrasionsrate gering 0,138 mm/a → rechnerische Nutzungsdauer von 94 a, bei einem OSS mit einer Stärke von 25 mm
- Haftzugfestigkeit zwischen Altbeton und Instandsetzungsmörtel deutlich über dem min. Wert
- Karbonatisierungstiefe, pH-Werte nur oberflächiger Angriff
- Schwefelgehalt und Sulfatgehalt

Zeitliche Entwicklung



Weitere Projekt- durchführung

Entscheidung zur weiteren Projektdurchführung

Mögliche Vorgabe für eine Instandsetzung mit dem OSS SM 4P-HS

Arbeitsschritte:

1. Abtrags des schadhaften Altbetons (HDW-Verfahren)
2. Auftrag der Reprofilierung (ISM)
3. Die 1. OSS-Schicht mit einer Stärke von 25 mm wird aufgetragen
4. Die 2. OSS-Schicht mit einer Stärke von 25 mm wird aufgetragen

➤ Minimale Stärke OSS: 12 mm

➤ Gesamtstärke OSS: 50 mm

➤ Ziel Restnutzungsdauer: 80 a

➤
$$\text{Abrasionsrate} = \frac{(25 \text{ mm} + 25 \text{ mm} - 12 \text{ mm})}{80 \text{ a}} = 0,475 \frac{\text{mm}}{\text{a}}$$

✓ Rechnerische Abrasionsrate von 0,475 mm/a liegt über dem bestimmten Minimalwert von 0,138 mm/a

Entscheidung zur weiteren Projektdurchführung

Konsequenz bei Verwendung des SM 4P-HS

- Entscheidung für den rein zementgebundenen Spritzmörtel als Sanierungsmaterial
- Restnutzungsdauer des HSM von mindestens 80 a kann durch entsprechende Vorgaben erreicht werden
- Auf eine vollständig abgeschottete Wasserhaltung bzw. ein 100 m langer, laborähnlicher Arbeitsbereich gemäß Entwurfsplanung mit PE-Platten als OSS kann verzichtet werden
- Im Vergabeverfahren eröffnet dies eine flexiblere Gestaltung der Sanierungsabschnitte, beispielsweise durch Teilabmauerungen mit Überleitungen
- Dadurch lassen sich Kosten und Zeit in der Durchführung einsparen
- Das Sanierungsmaterial kann über die herkömmlichen Einstiege/Montageöffnungen aufgetragen werden

Entscheidung zur weiteren Projektdurchführung

Projekt- und Vergabekonzept

Weiterer Projektdurchführung durch Vergabe von Planungs- und Bauleistungen an einen Totalunternehmer:

- Einsparung durch Konzeptvorgabe mit vorheriger Festlegung der Rahmenbedingungen
- Keine konkurrierende Unternehmen (Planer versus Bauunternehmer)
- Abfrage der Konzepte im Wettbewerb
- Die Leistungen werden durch ein Verhandlungsverfahren mit Teilnahmewettbewerb vergeben
- Die Entwurfsplanung kann als Hintergrundinformation der Ausschreibung beigefügt werden

Düsseldorf

Nähe trifft Freiheit

Herausgegeben von:



Landeshauptstadt Düsseldorf
Stadtentwässerungsbetrieb

Dr. Jan Echterhoff
Bereichsleitung Netze und Wasserbau
Telefon: +49 211 89-26283
E-Mail: jan.echterhoff@duesseldorf.de

Dipl.-Ing. Bernd Bauerfeld
Projektleiter HSM
Telefon: +49 211 89-21956
E-Mail: bernd.bauerfeld@duesseldorf.de