



SCHNELLE SANIERUNGSUMSETZUNG KURZ VOR STANDORTENTWICKLUNG

20.05.2026 Daniel Ruech, M.Sc.

AGENDA

01

Umsetzung Sanierung

Pilotphase und Full-Scale Phase

02

Pumpversuch

Durchführung und Auswertung

03

Ergebnisse Analytik

Chrom, LCKW und Anorganika an allen
Messstellen

04

Inklinometermessung

Reichweiten und Vorzugsrichtungen

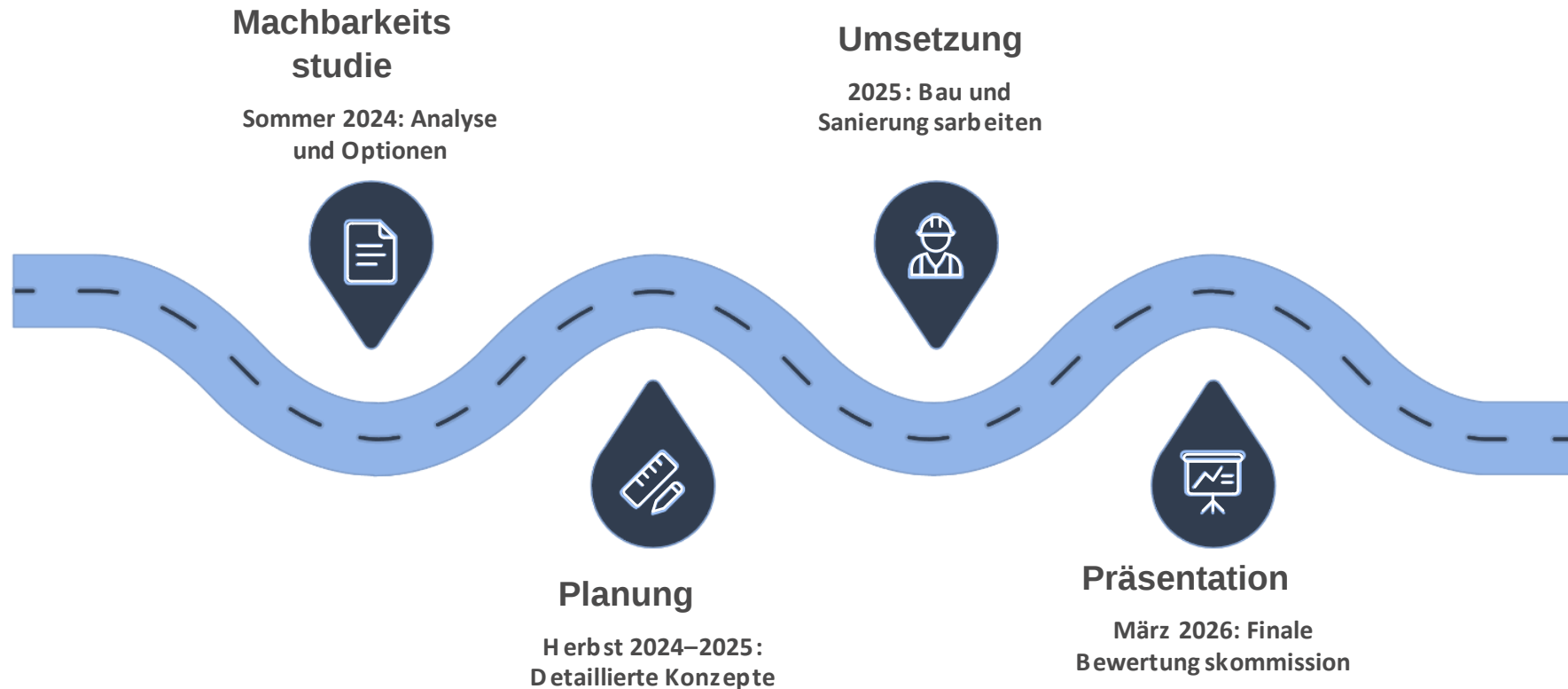
05

Fazit Full-Scale-Sanierung

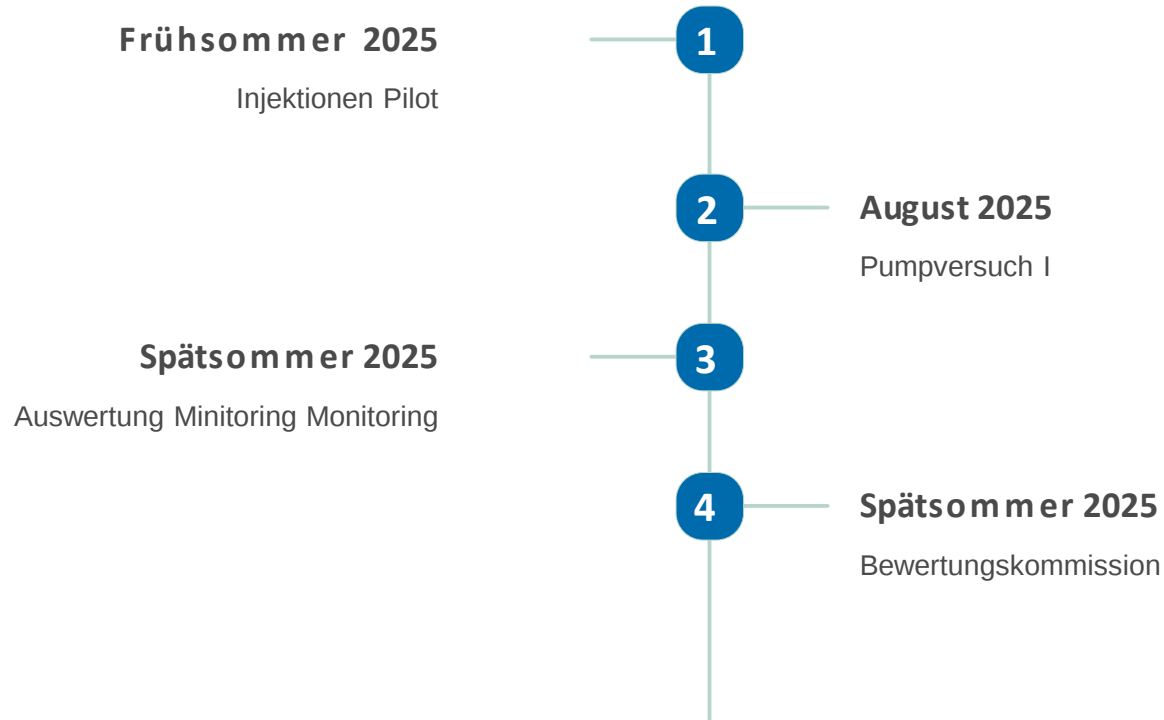
Bewertung der Ergebnisse und Ausblick

UMSETZUNG SANIERUNG – ZEITLICHER ABLAUF

Die Sanierungsmaßnahme folgte einem eng getakteten Zeitplan – von der Machbarkeitsstudie im Sommer 2024 bis zur finalen Präsentation vor der Bewertungskommission im März 2026.



UMSETZUNG SANIERUNG – PILOT PHASE



Zwei Injektionspunkte mit relativ geringer Eingabemenge an Reagenzien zur Chrom VI Reduktion

UMSETZUNG SANIERUNG – FULL-SCALE PHASE

KW 41–46 / 2025

Injektionen Full-Scale

1

2

17.11.–01.12.2025

Pumpversuch

3

20.01.2026

Abschluss Monitoring

4

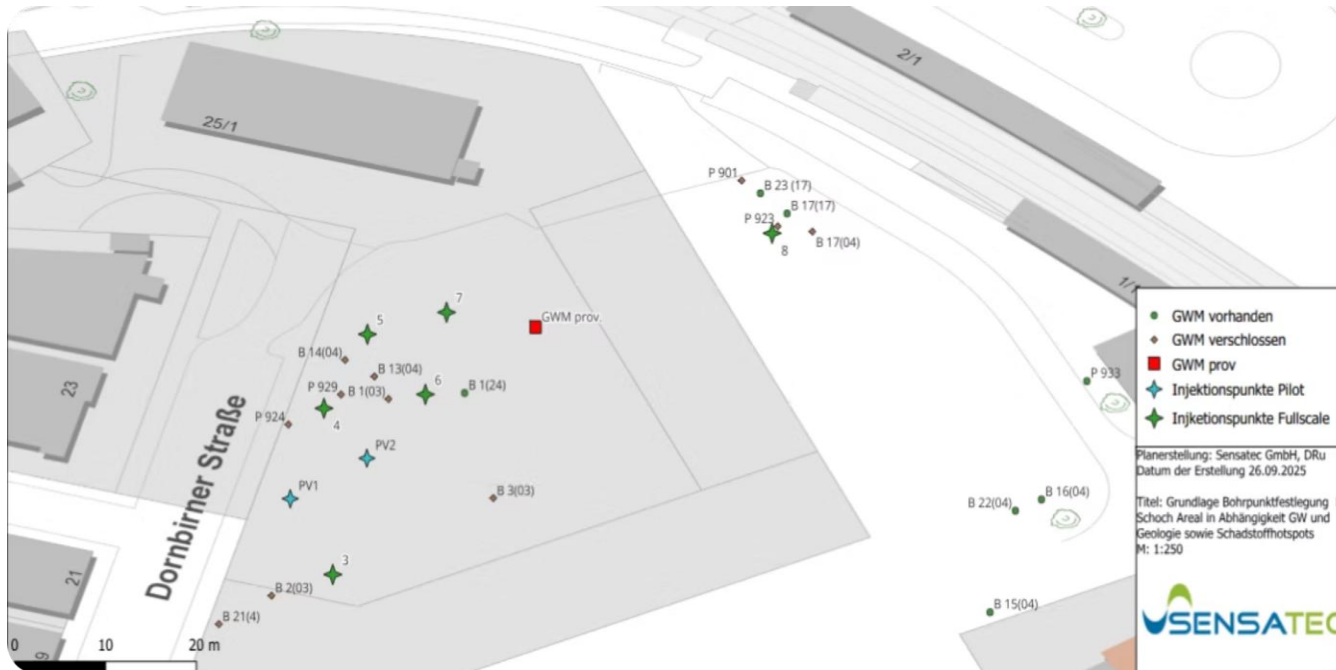
März 2026

Bewertungskommission



Die Full-Scale-Phase umfasste mehrstufige Injektionen über mehrere Kalenderwochen, gefolgt von einem zweiten Pumpversuch und einer abschließenden Monitoringphase bis Januar 2026.

LAGEPLAN – AUSFÜHRUNG – ehemaliges Schoch Areal



Pilotversuch

Manschettenrohre in Bohrungen **PV1** und **PV2**

Full-Scale

GWM prov. sowie Manschettenrohre in Bohrungen **3, 4, 5, 6, 7** und **8** erstellt

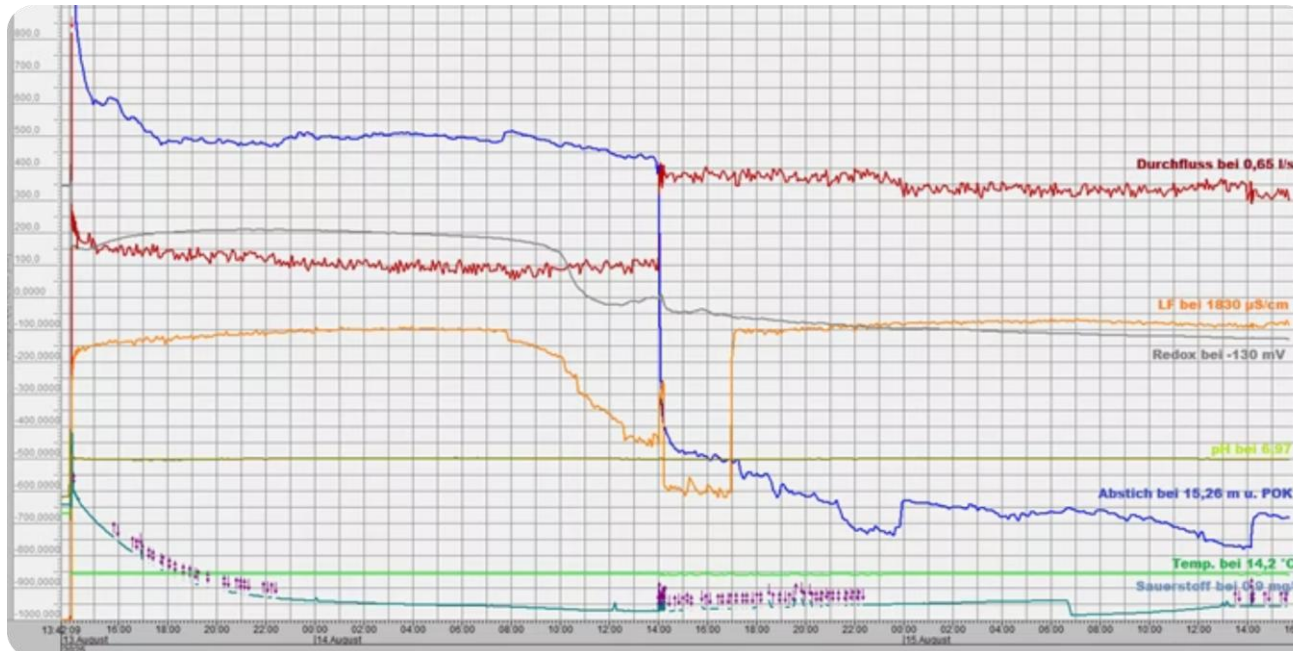
i Lage der Messstellen und Injektionspunkte entlang der Dornbirner Straße; Maßstab 1:250

PUMPVERSUCH 1 – PILOTPHASE

Eckdaten

- Zeitraum: 13.08. – 16.08.2025
- Messstelle B1(24) mit mittlerer Förderrate **0,62 L/s**
- Durchführung und Auswertung: Klinger & Partner

❏ **Ziel:** Großflächigere Verteilung der Wirkstoffe im Untergrund; deutlichere Wirkung vor allem im DRM, wo die Messstelle verfiltert ist



PUMPVERSUCH 2 – FULL-SCALE PHASE

Zeitraum

17. November – 01. Dezember 2025

Messstellen

Brunnen B1(24) und GWM prov.

Förderrate

Mittlere Förderrate von **0,5 L/s**

Durchführung

Klinger & Partner

- 📄 **Ziel:** Großflächigere Verteilung der Wirkstoffe – auch im MGH, da die neu errichtete Messstelle GWM prov. dort verfiltert ist.

ERGEBNISSE ANALYTIK – GRUNDWASSERMONTORING (ÜBERSICHT)

Full-Scale Sanierung - Vorgesehenes Grundwassermonitoring

GWM	Vor Beginn	Am Ende	nach Injektion, erste 4 Wochen		anschließend	PV
			wöchentlich	2-wöchentlich	2 wöchentlich	
B 1(24)	x	x	x		x	x
B 23 (17)	x	x		x	x	
B 17 (14)	x	x	x		x	
GWM prov.	x	x	x		x	x
B 16(04)	x	x		x	x	

Anzahl	5	5	Summe 12	Summe 4	2 Runden, Summe 10	Beginn KW 47
Kalenderwoche	KW 40	KW 51	Beginn 43 KW bis KW 46	KW 44 und KW 46	KW 48 und KW 50	2 Wochen 8 Beprobungen

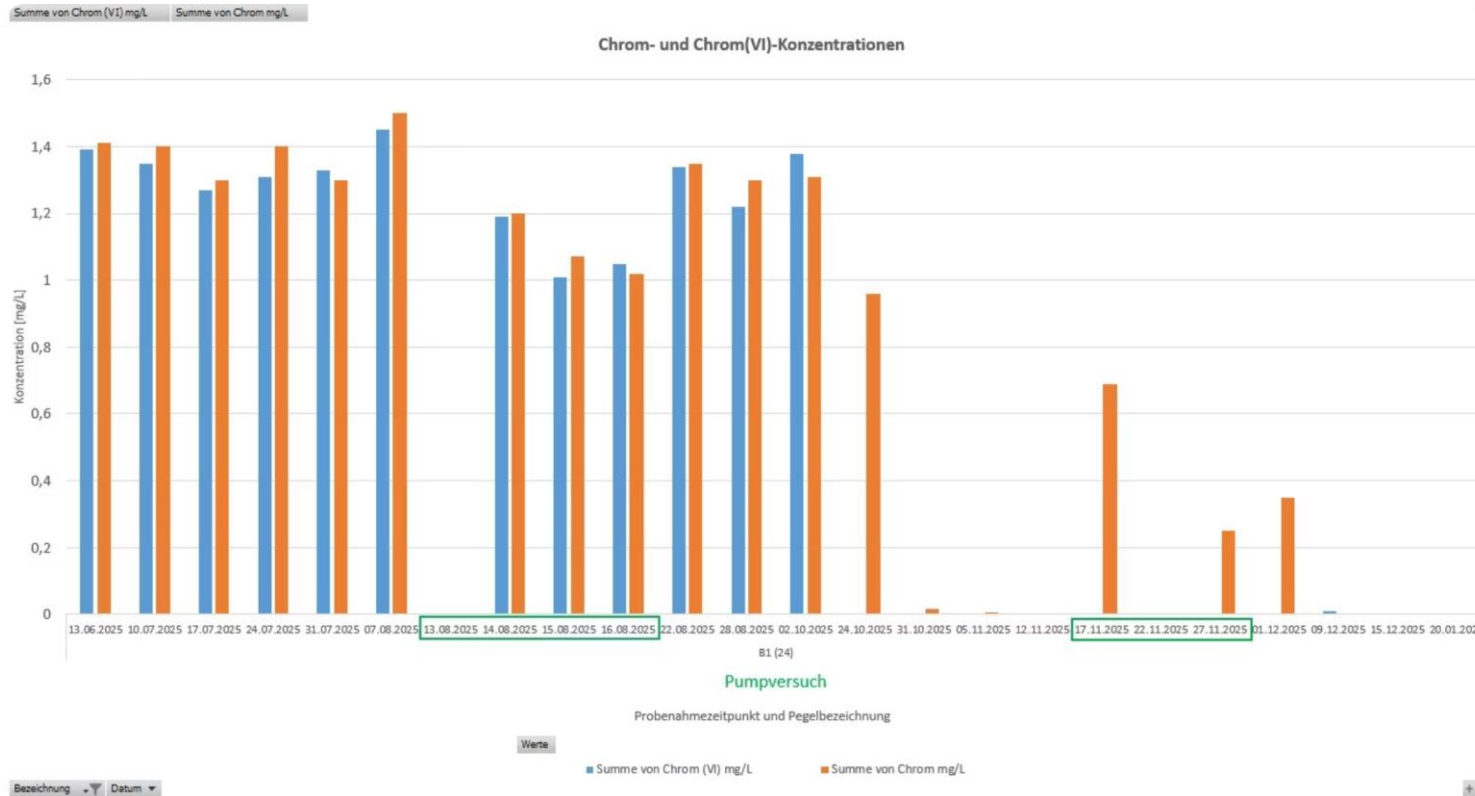
Parameter Umfang: Cr gesamt, CrVI, LHKW, Fe, Mn, Nitrat, Sulfat

B 1(24), B 17(17) und GWM prov. zusätzlich TOC

Ausnahme B 16(04): nur LHKW, Crgesamt und CrVI

Das Monitoringprogramm umfasste 5 Grundwassermessstellen (B1(24), B23(17), B17(14), GWM prov., B16(04)) mit wöchentlichen bis 2-wöchentlichen Beprobungsintervallen. Analytierte Parameter: Cr gesamt, Cr(VI), LHKW, Fe, Mn, Nitrat, Sulfat sowie TOC an ausgewählten Messstellen.

ERGEBNISSE ANALYTIK – CHROM B1(24)

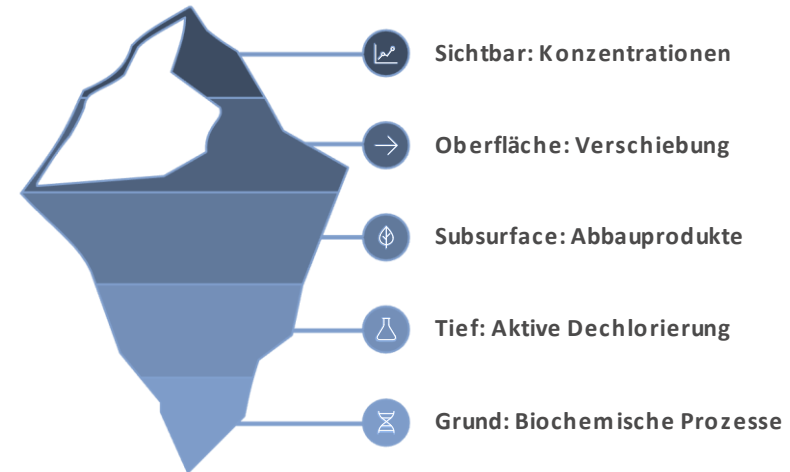
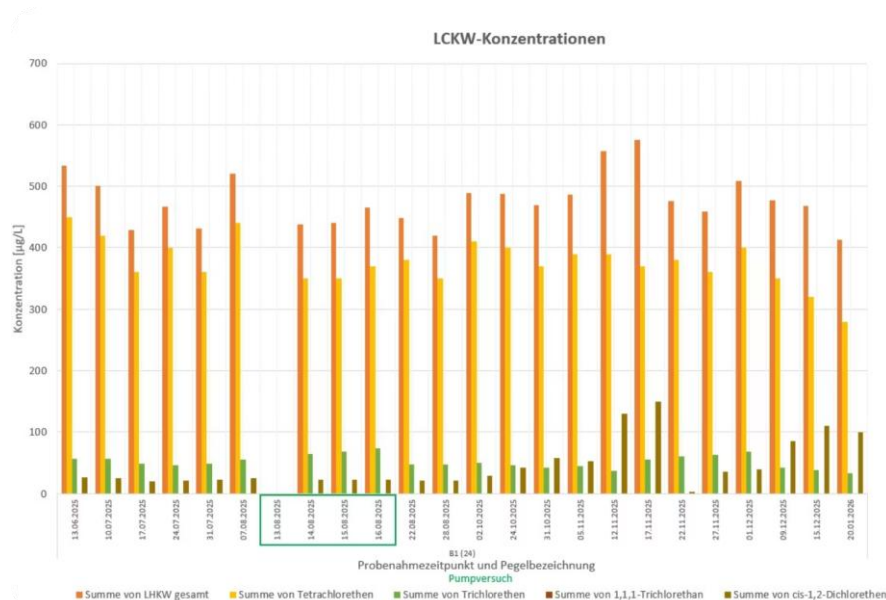


Messstelle **B1(24)**: Abfall der Cr(VI)- und Cr(gesamt)-Konzentration um **ca. 30 %** nach der Pilotinjektion – dies bildete die Grundlage für die Entscheidung zur Durchführung des Full-Scale.



Seit Eingabe der Gesamtwirkstoffmenge sind die Chromat-Konzentrationen im Bereich der **Nachweisgrenze** verortet.

ERGEBNISSE ANALYTIK – LCKW B1(24) – KOMPONENTENVERSCHIEBUNG



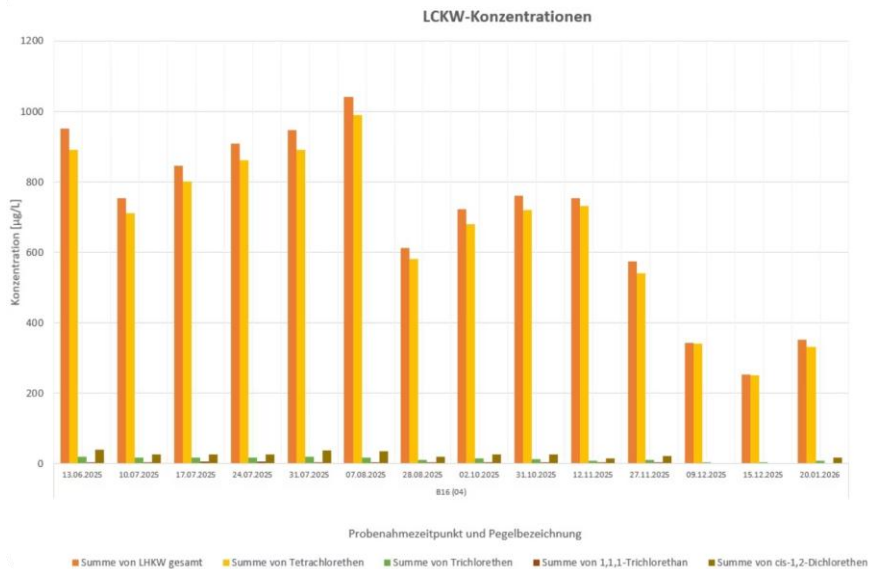
- ✔ Messstelle **B1(24)**: Verschiebung der LCKW-Komponenten in Richtung Abbauprodukte sowie allgemeiner Rückgang der Gesamtkonzentrationen – ein eindeutiger Hinweis auf aktive Dechlorierungsprozesse.

ERGEBNISSE ANALYTIK – CHROM B16(04)



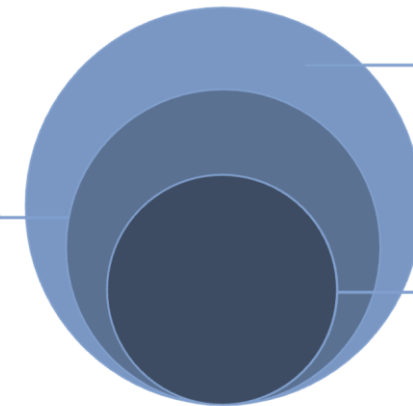
Messstelle **B16(04)** (Ausbau MGH/BLS): Cr(VI)-Minimum Ende Oktober 2025 – jedoch **keine signifikanten oder eindeutigen Reaktionen** auf die Wirkstoffeingaben erkennbar.

ERGEBNISSE ANALYTIK – LCKW B16(04) – KONZENTRATIONSENTWICKLUNG



Kompositionsprofil

Stabiles Einzelkomponentenschema, relative Zusammensetzung konstant



Interpretation

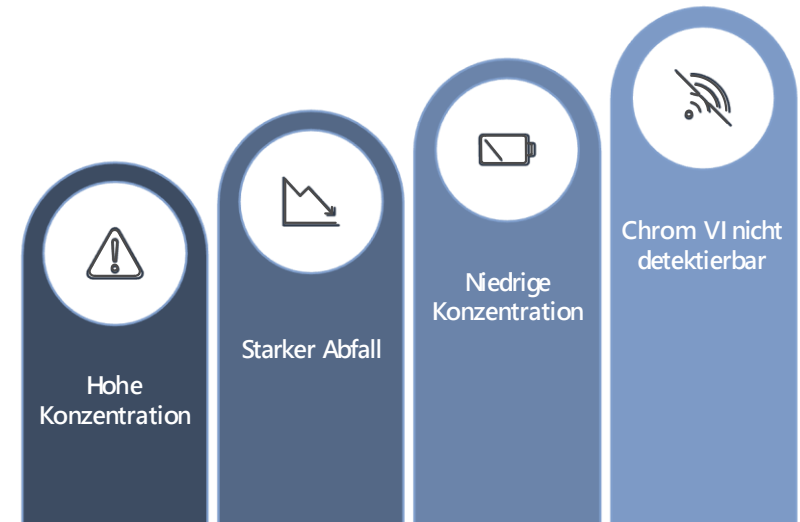
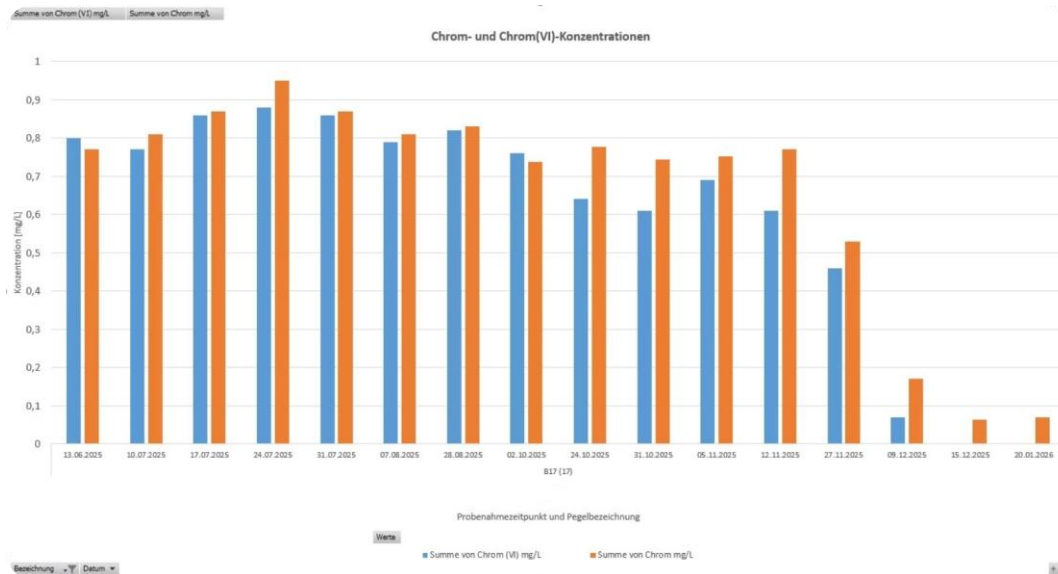
Gesamtniveau sinkt, gleiche Quellenverhältnisse vermutet

Kernbefund

Messstelle B16(04): Deutlicher Rückgang der LCKW

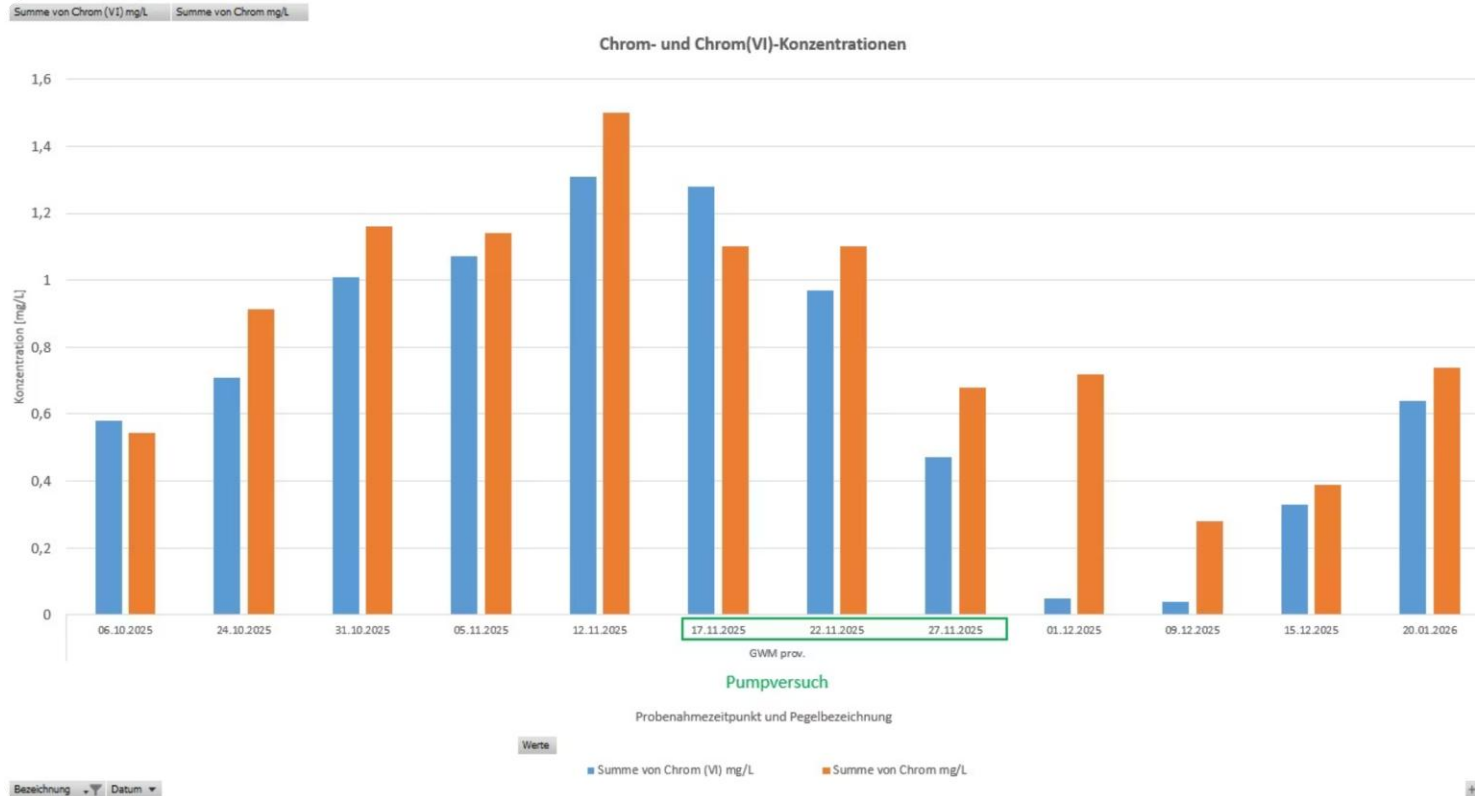
- ✓ Messstelle **B16(04)**: Deutlicher Rückgang der LCKW-Gehalte bei **stabilem Einzelkomponentenschema** – die relative Zusammensetzung bleibt konstant, während das Gesamtniveau sinkt.

ERGEBNISSE ANALYTIK – CHROM B17(17)



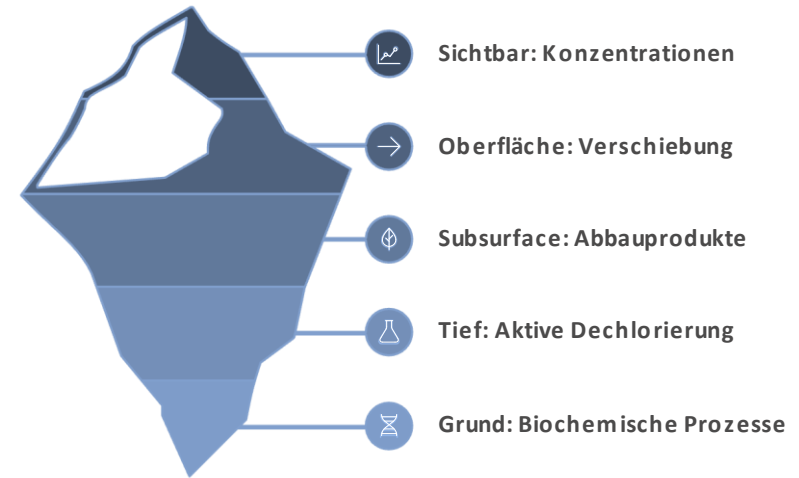
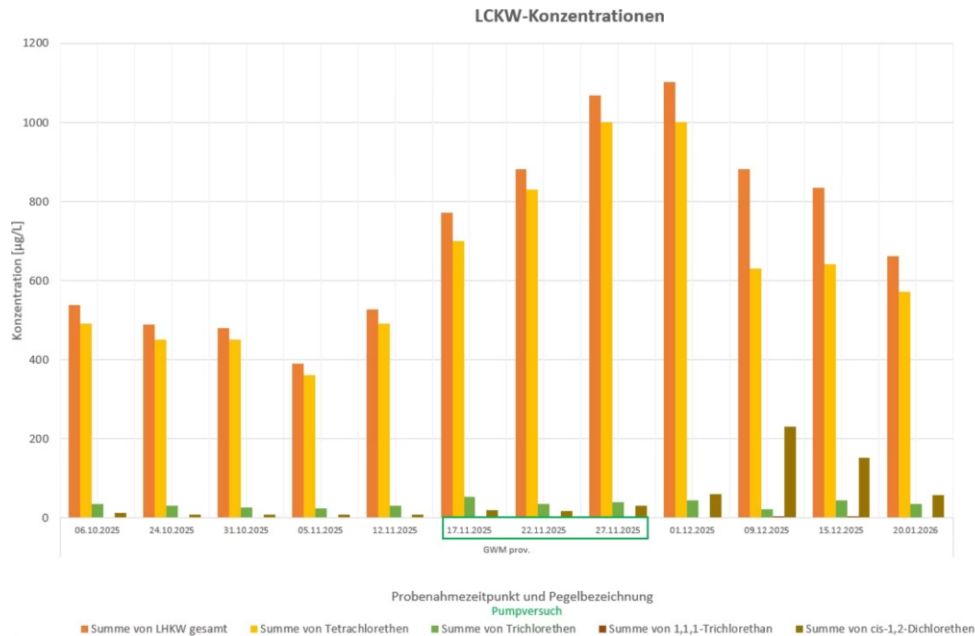
- ✓ Messstelle **B17(17)** (Ausbau MGH): Sehr deutlicher Rückgang von **Chrom(VI)** und **Chrom(gesamt)** – eindeutig positiver Einfluss der Injektionsmaßnahme nachgewiesen.

ERGEBNISSE ANALYTIK – CHROM GWM PROV.



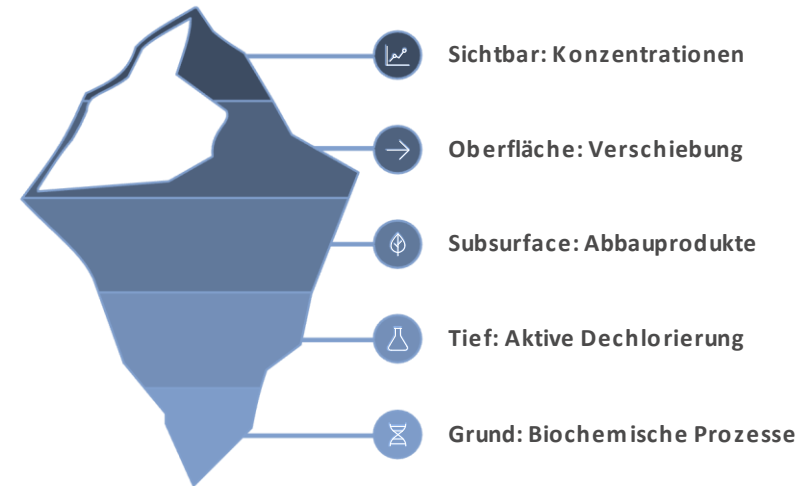
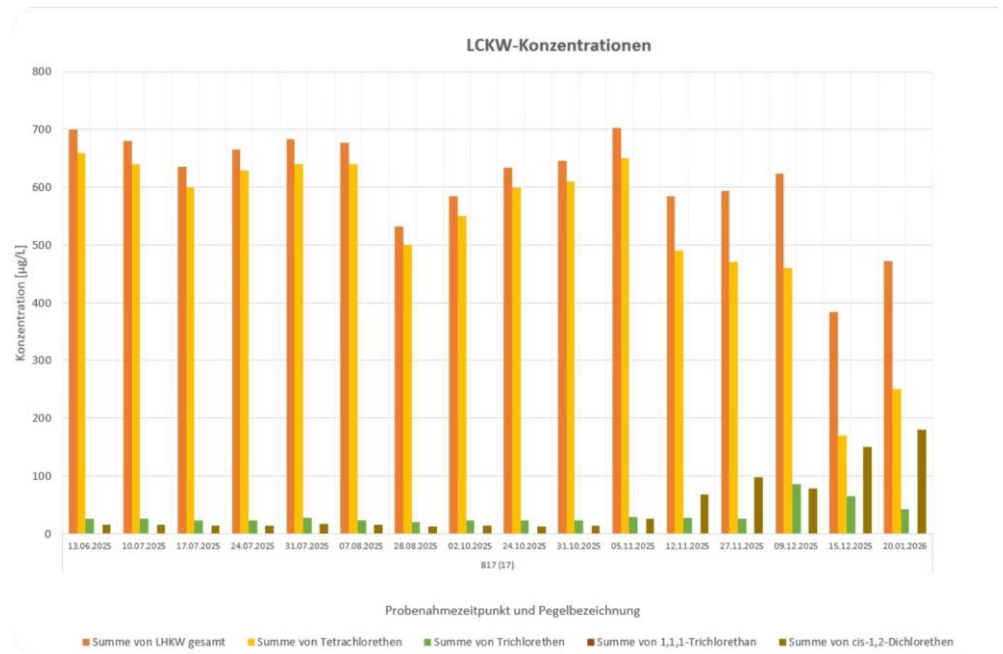
❗ Messstelle **GWM prov.** (Ausbau MGH): Bis Anfang Dezember 2025 deutlich sinkende Chrombelastungen. Ab Januar 2026 wieder ansteigende Werte – vermutlich Zutritt belasteter Wässer aus einem durch die Injektionen nicht vollständig erfassten Bereich.

ERGEBNISSE ANALYTIK – LCKW GWM PROV.



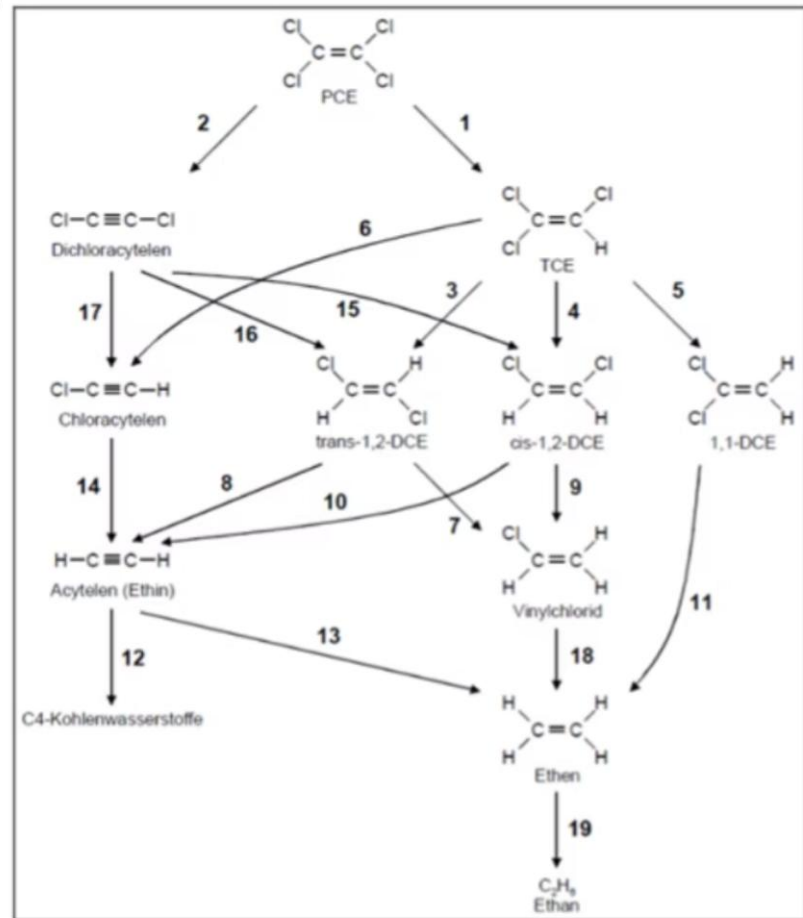
✓ Messstelle **GWM prov.**: Deutliche Komponentenverschiebung im LCKW-Einzelstoffspektrum → **Dechlorierungsprozess findet aktiv statt.**

ERGEBNISSE ANALYTIK – LCKW B17(17)



- ✓ Messstelle **B17(17)**: Abnahme der nachweisbaren LHKW um **mehr als die Hälfte** sowie Verschiebung in Richtung Abbauprodukte (cis-1,2-Dichlorethen, Trichlorethen) → **Dechlorierungsprozess aktiv bestätigt**.

EXKURS – DECHLORIERUNGSPROZESS



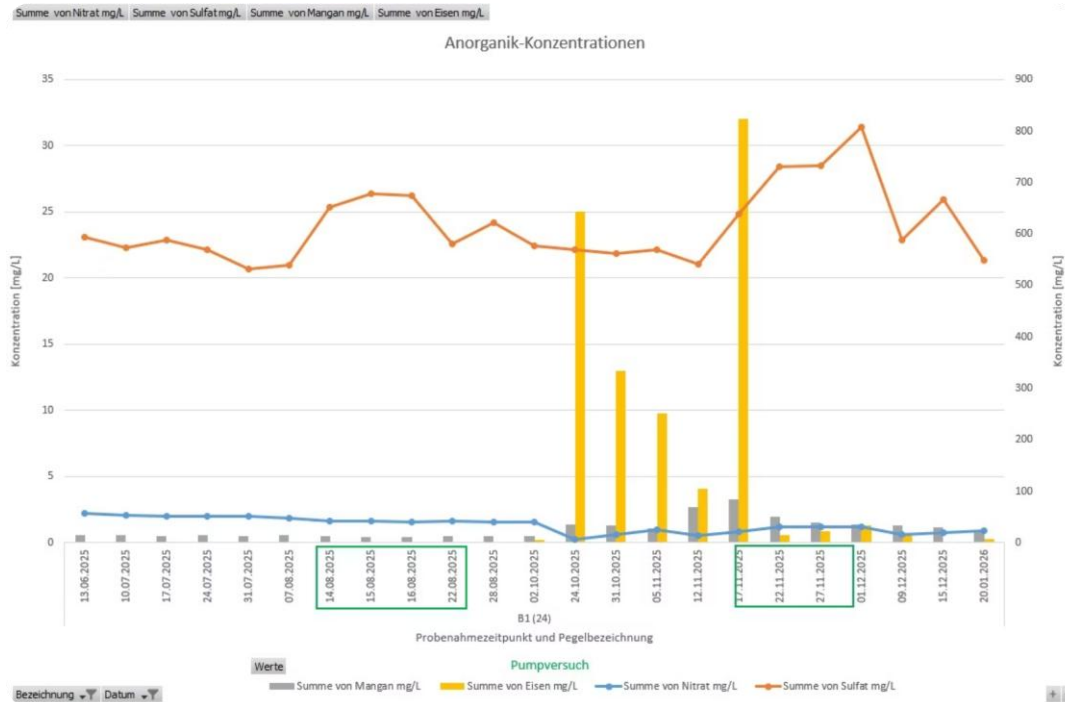
VERSCHIEBUNG IN RICHTUNG ABBAUPRODUKTE

LHKW wird schrittweise umgewandelt. In den Messdaten sind bereits **Schritt 1** und der darauffolgenden **Schritt 4** (rechter Arm der Grafik) nachweisbar.



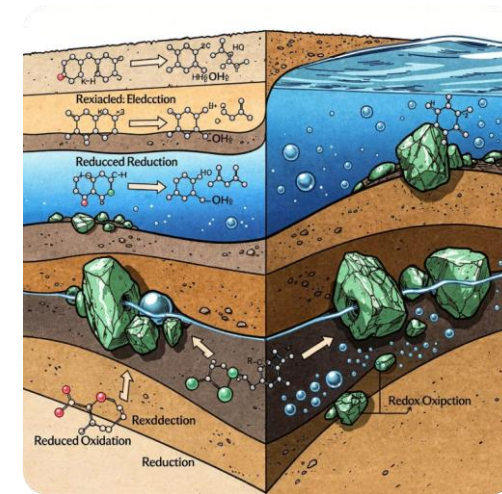
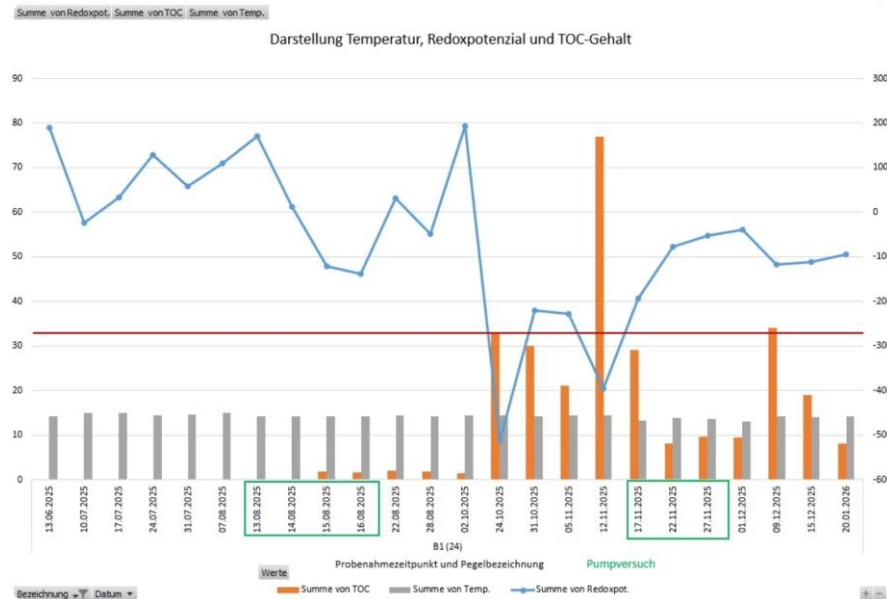
Dechlorierungsprozess ist aktiv: Die Komponentenverschiebung bestätigt, dass die biologisch-reduktive Dechlorierung infolge der Wirkstoffeingabe eingeleitet wurde.

ERGEBNISSE ANALYTIK – ANORGANIKA B1(24)



- ❗ Messstelle **B1(24)** (Ausbau im DRM): Erhöhter Eisen- und Mangangehalt als Folge der Einbringung der Wirkstoffkombination **Metafix®** + **GeoForm®**. Der Sulfatgehalt zeigt einen typisch geogenen Verlauf ohne sanierungsbedingte Beeinflussung.

ERGEBNISSE ANALYTIK – TOC UND REDOX B1(24)



- Messstelle B1(24):** Deutlicher **TOC-Einfluss** als Marker für die Wirkstoffeingabe sowie erkennbares **absinkendes Redoxpotential** – beide Indikatoren bestätigen die Aktivierung reduktiver Milieubedingungen im Aquifer.

ANALYTIK – BEWERTUNG PILOTVERSUCH

Redoxentwicklung

Messstelle B1(24) zeigt zum Ende der PN-Kampagne eine Drehung in deutlich **positive Redoxbedingungen (+11)**.

TOC und Chromat

Sinkende TOC-Gehalte und **steigende Chromat-Konzentrationen** gegen Ende der Pilotphase.

Interpretation

Anzeichen für **verminderten Einfluss** der Wirkstoffzugabe über die beiden Manschettrohre – Grundlage für die Skalierung zur Full-Scale-Phase.

ANALYTIK – BEWERTUNG FULL-SCALE

Redox

Weiterhin **negatives Redoxpotenzial** zum Ende der Full-Scale-Phase – reduktive Milieubedingungen halten an.

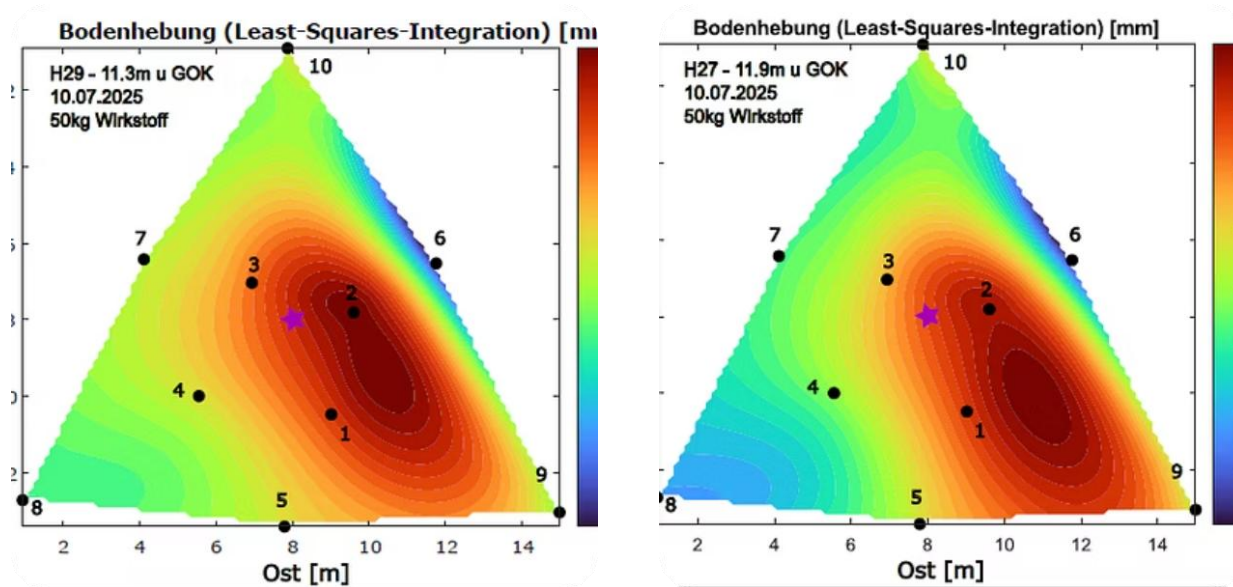
Chrom

Chromat- und Chromgehalte an Messstelle B1(24) **nicht mehr nachweisbar** – Konzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze.

Eisen + LHKW

Sinkende Eisenkonzentration deutet auf Verbrauch hin – korreliert mit sinkenden LHKW-Konzentrationen und bestätigt aktive Redoxreaktionen.

INKLINOMETERMESSUNG – REICHWEITEN UND VORZUGSRICHTUNGEN



ERGEBNISSE DER HEBUNGSMESSUNGEN

- Eingabe mittels TSE erzielte Reichweiten von **bis zu 12 m im Durchmesser**
- Starke Anpassung an Vorzugsrichtungen im Untergrund
- Ausbildung **langgezogener Ellipsoide** entlang bevorzugter Fließpfade

i Die Inklinometermessungen bestätigen die anisotrope Ausbreitung des Wirkstoffs im heterogenen Untergrund.

FAZIT – FULL-SCALE-SANIERUNG

Chrom(VI) – Ziel erreicht

Nach mehrmonatiger Monitoringphase wurden für Cr(VI) und Cr(gesamt) teils **Befunde unterhalb der Nachweisgrenze** erreicht.

LCKW – Positive Beeinflussung

Die Summe LCKW zeigt in mehreren Messstellen positive Trends, insbesondere durch **Akkumulation niedrig chlorierter Vertreter**.

Ausblick

Deutlich verminderte Schadstofffracht auf die GWRA erwartet. Weitere Sanierungsmaßnahmen im Kontext einer **Frachtenbetrachtung** zu diskutieren.



Das Ziel einer nachhaltigen Reduktion des Schadstoffpotentials für Cr(VI) erscheint in Anbetracht der Ergebnisse als erreicht.

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**



**SIE WÜNSCHEN MEHR
INFORMATIONEN?**

Sensatec GmbH

Sanierungs- und Sensoriktechnologien

Firmenzentrale

Friedrichsorter Str. 32,
D- 24159 Kiel

Tel. (0431) 389009-0
Fax (0431) 389009-19

info@sensatec.de

www.sensatec.de