

Trägergasgestützte In-Situ- Chemische Oxidation (ISCO)

Technologie, Praxiserfahrungen und Anwendungsmöglichkeiten

Dipl.-Geol. Jens Gross

Sensatec GmbH Bereich Mitte

Schadstoffe werden durch Einleitung eines chemischen Oxidationsmittels zerstört

Dabei vollständige Umsetzung zu umweltneutralen Stoffen wie CO₂ und H₂O

Gängige Oxidationsmittel (mit unterschiedlichen Eigenschaften):

- Kalium- und Natriumpermanganat
- Fentons Reagenz (Wasserstoffperoxid mit Eisen (II))
- Ozon
- Persulfat

Oxidations-Reaktion i.d.R. sehr schnell

Prinzipiell für alle organischen Schadstoffe einsetzbar

Wirtschaftlichkeit maßgeblich abhängig vom Matrixbedarf des Untergrundes (Organik, Carbonate etc.)

Oxidationsmittel ist standortspezifisch zu bestimmen

Geschwindigkeit und Effektivität des Oxidationsprozesses sind abhängig von Wirkstoffverteilung:

- Transport des Oxidationsmittels zum Schadstoff
- Kontaktfläche zwischen Oxidationsmittel und Schadstoff

Folglich:

Primärer Einsatz in der grundwassergesättigten Bodenzone

Einsatzgebiete ISCO II

Was ist mit Schadensfällen in der ungesättigten Bodenzone?

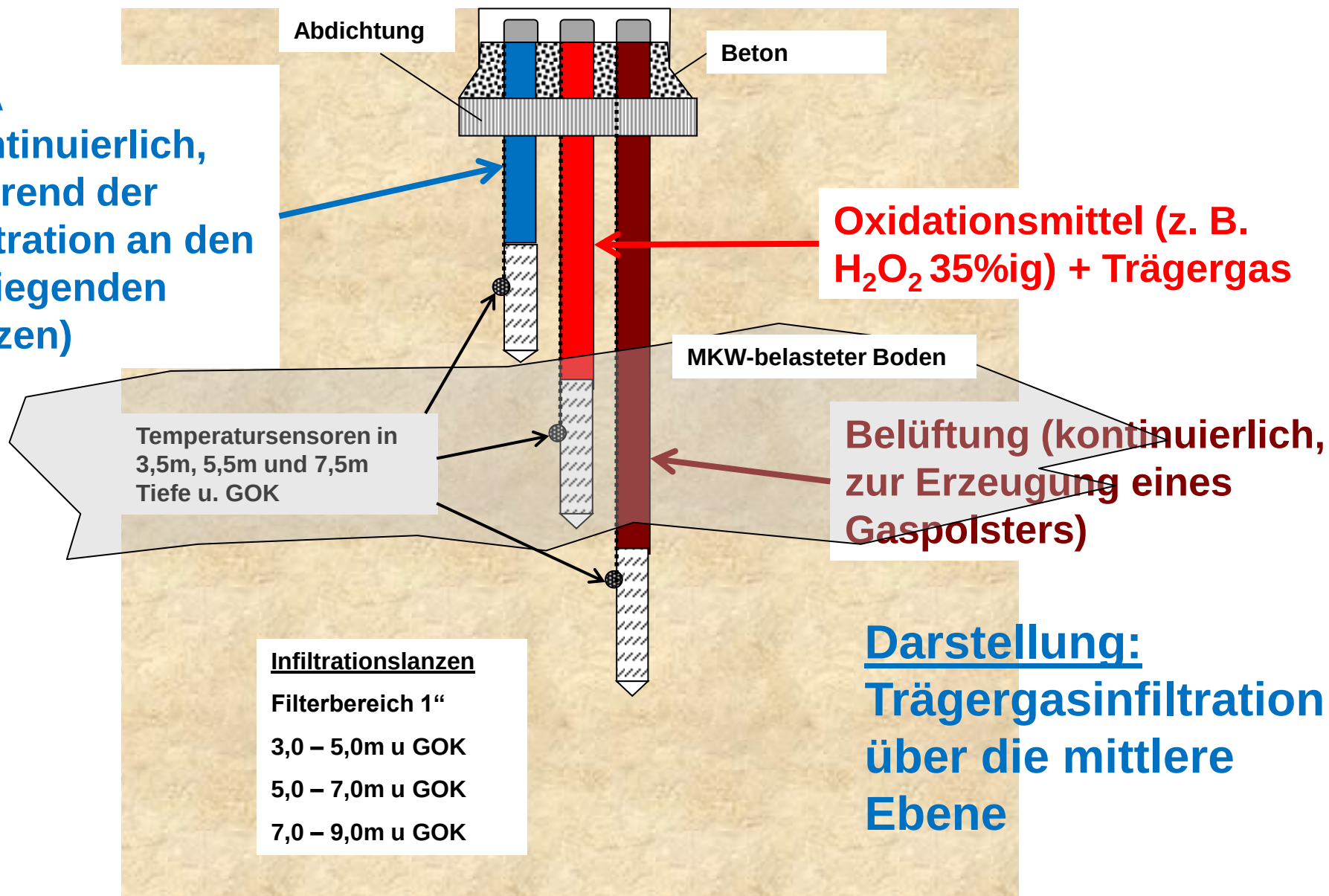
- BTEX, CKW, MKW, PAK
- In der ungesättigten Bodenzone oberhalb eines Grundwasserleiters
- Sanierungsbedürftig wg. möglicher Beeinträchtigung GW
- Kein Aushub wg. Thema Standsicherheit
- Kein Aushub wg. Überbauung

Trägergasgestützte ISCO

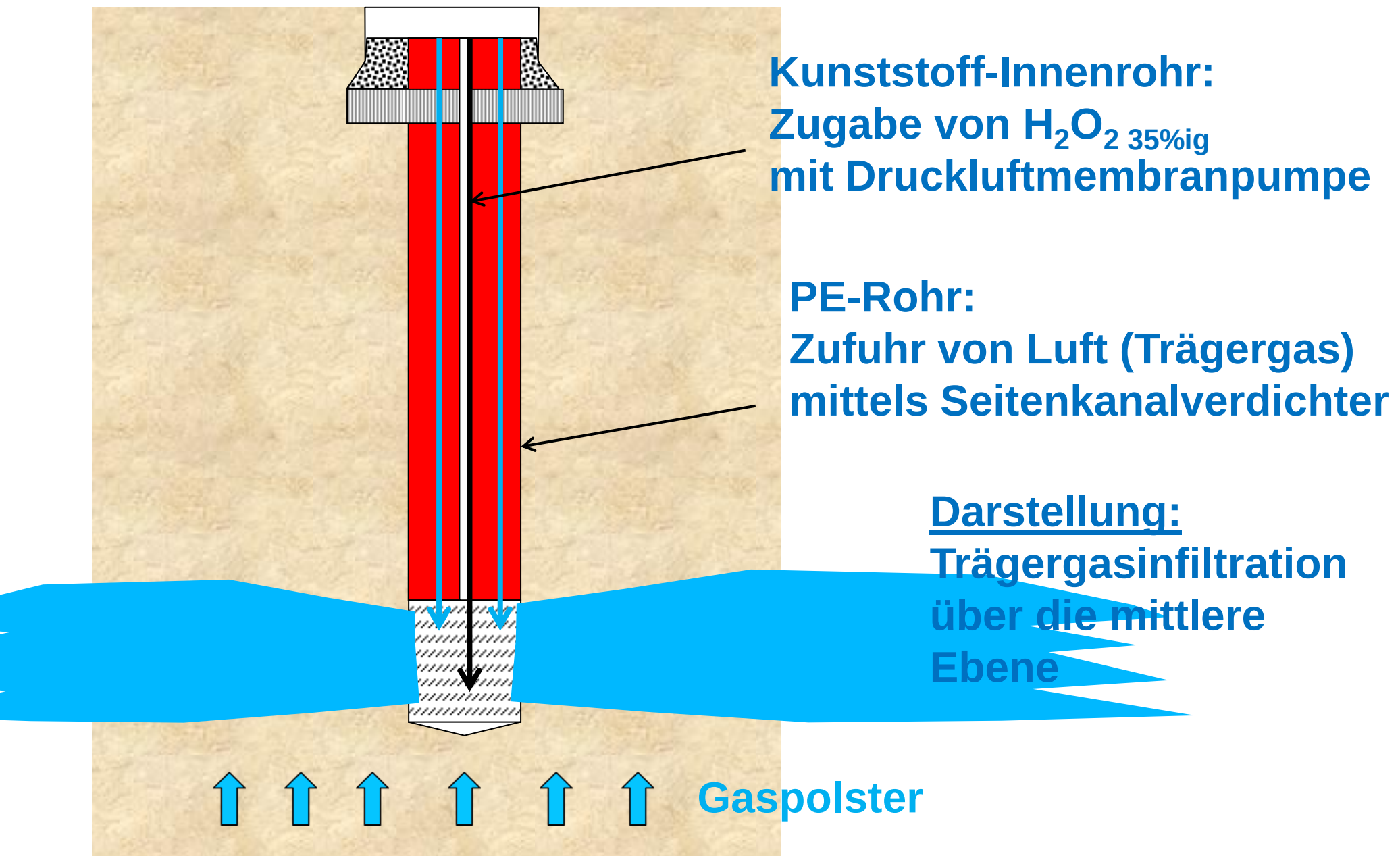
Verfahrensbeschreibung I

Ausbaubeispiel Infiltrationslanzen

BLA
(kontinuierlich,
während der
Infiltration an den
umliegenden
Lanzen)



Verfahrensbeschreibung II



Verfahrensbeschreibung III



Eckdaten zum Standort

- Flächengröße: ca. 20-30 m²
- Heizölschaden bis 6 m u. GOK
- GW ab >10 m u. GOK
- Schaden direkt neben Wohnhaus

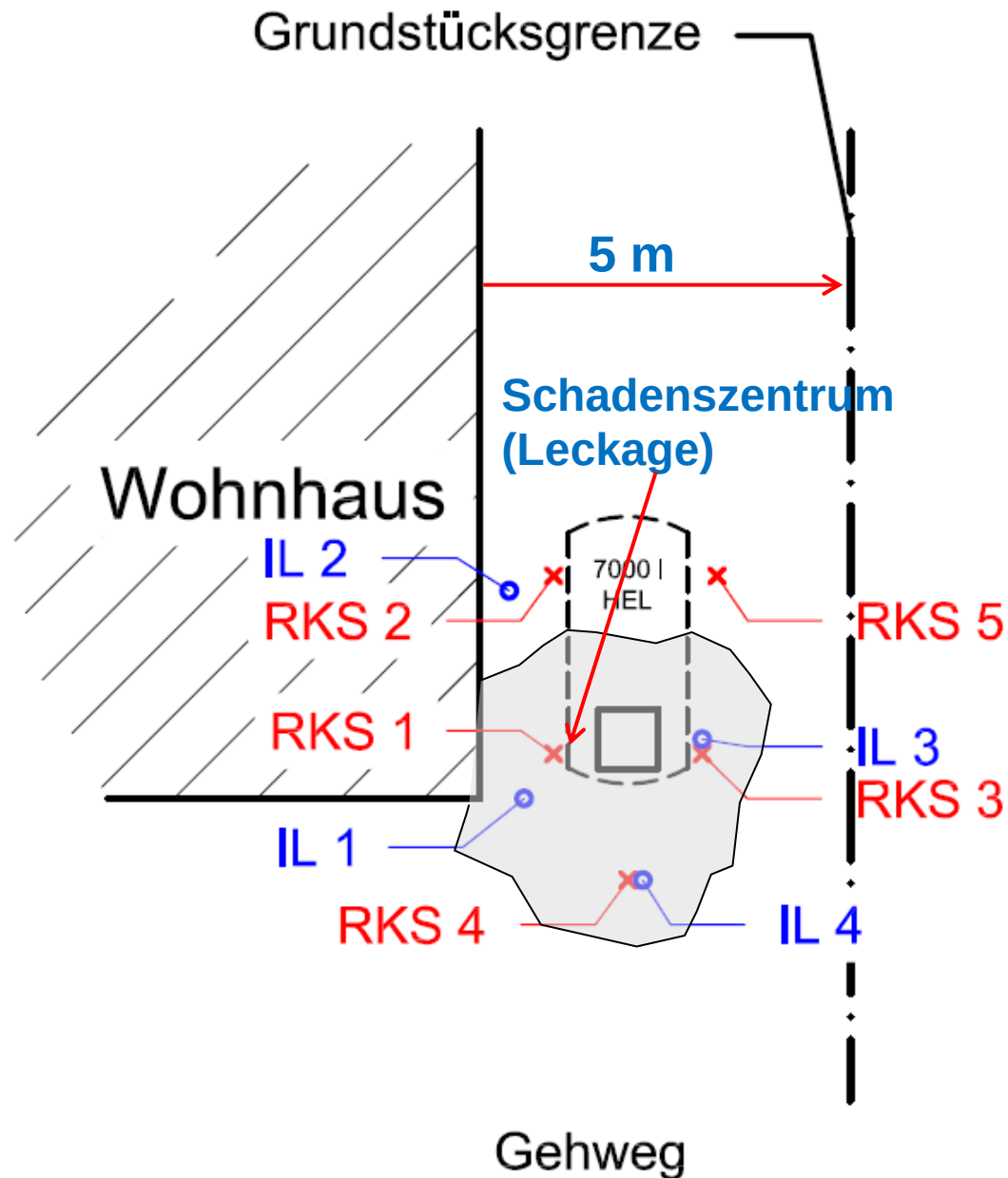
Schadensbereich

- Ungesättigte Bodenzone; 0,8 – 6,5 m Tiefe

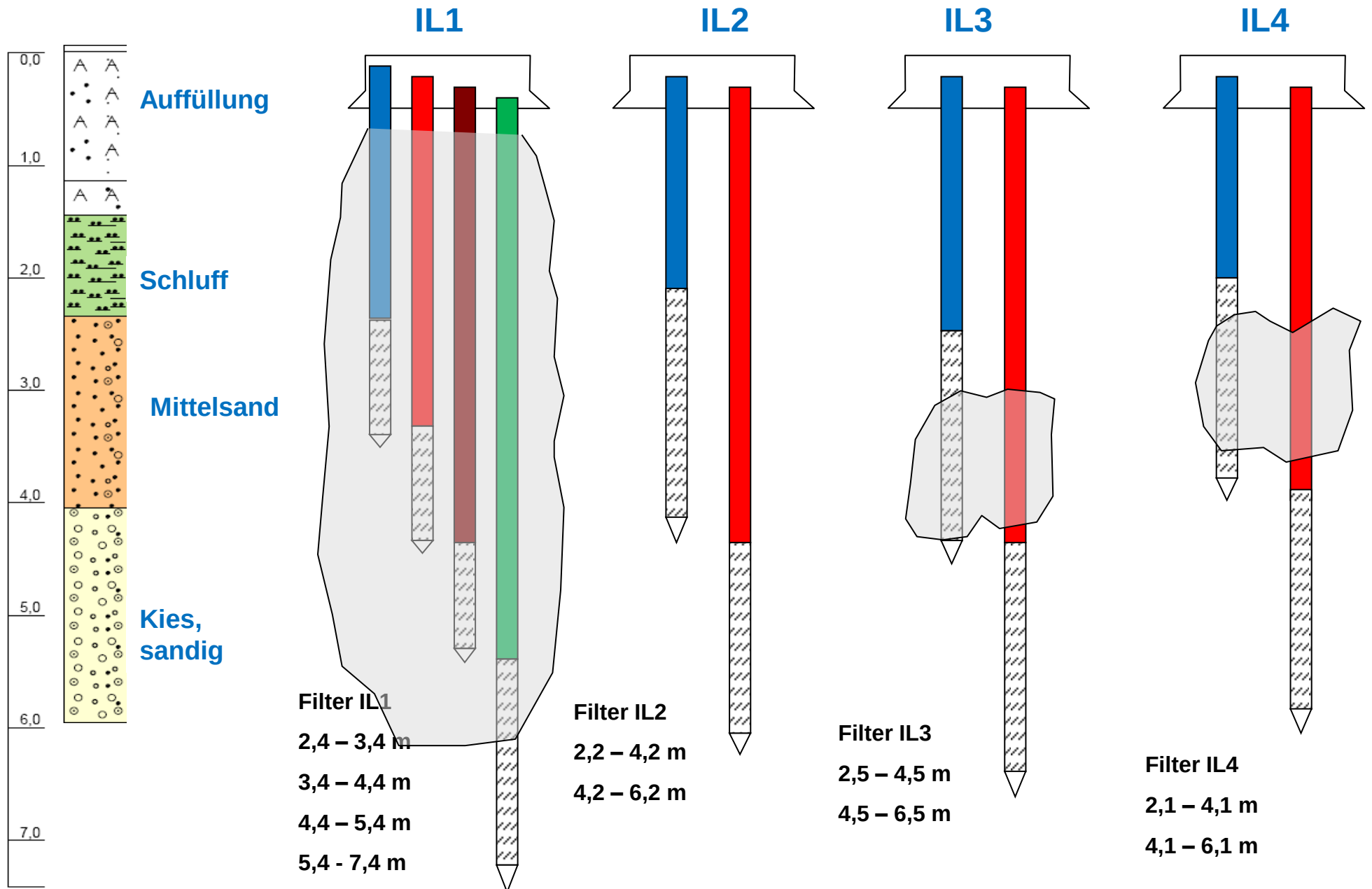
Analytik

Startgehalte: KW bis 54.000mg/kg TS

Projektbeispiel I: Lageplan



Lanzenausbau



Infiltrationen

Insgesamt 6 Infiltrationen

Dauer: 6 Monate

Wirkstoffmenge: 5.700 L H₂O₂ (35 %)



Ergebnisse

	Entnahme- tiefe [m u. GOK]	MKW [mg/kg] 16.11.2010	MKW [mg/kg] 01.02.2011	MKW [mg/kg] 25.05.2011	Abbau [%]
RKS1	3,0 – 4,0	5.637	1.800	610	89,2
RKS1	4,0 – 5,0	2.953	1.800	690	76,6
RKS1	5,0 – 6,0	5.424	2.300	830	84,7
RKS1	6,0 – 7,0	316	380	54	82,9
RKS3	3,0 – 4,0	2.049	<50	<50	>97,6
RKS3	4,0 – 5,0	919	83	<50	>94,6
RKS3	5,0 – 6,0	45	<50	<50	nb
RKS4	2,5 – 3,5	8.969	1.600	79	99,1
RKS4	3,5 – 4,0	143	2.900	640	77,9
RKS4	4,0 – 5,0	25	59	<50	nb

Projektbeispiel I: Fazit

- MKW-Gehalte nach Sanierung deutlich <1.000 mg/kg und damit unterhalb Residualsättigung (4.000 – 8.000 mg/kg)
- Kein weiteres Gefährdungspotenzial
- Erhöhung der Sauerstoffgehalte führt zu weiterem biol. Abbau
- Kosten mit ca. 36.000,- € (rund 120,- €/T) im Vergleich zu Aushub mit Spundung im Vorteil

Eckdaten zum Standort

- Flächengröße: ca. 1000 m²
- Heizöl und Schmierölschaden
- GW ab 10 m u. GOK
- Komplette überbaut

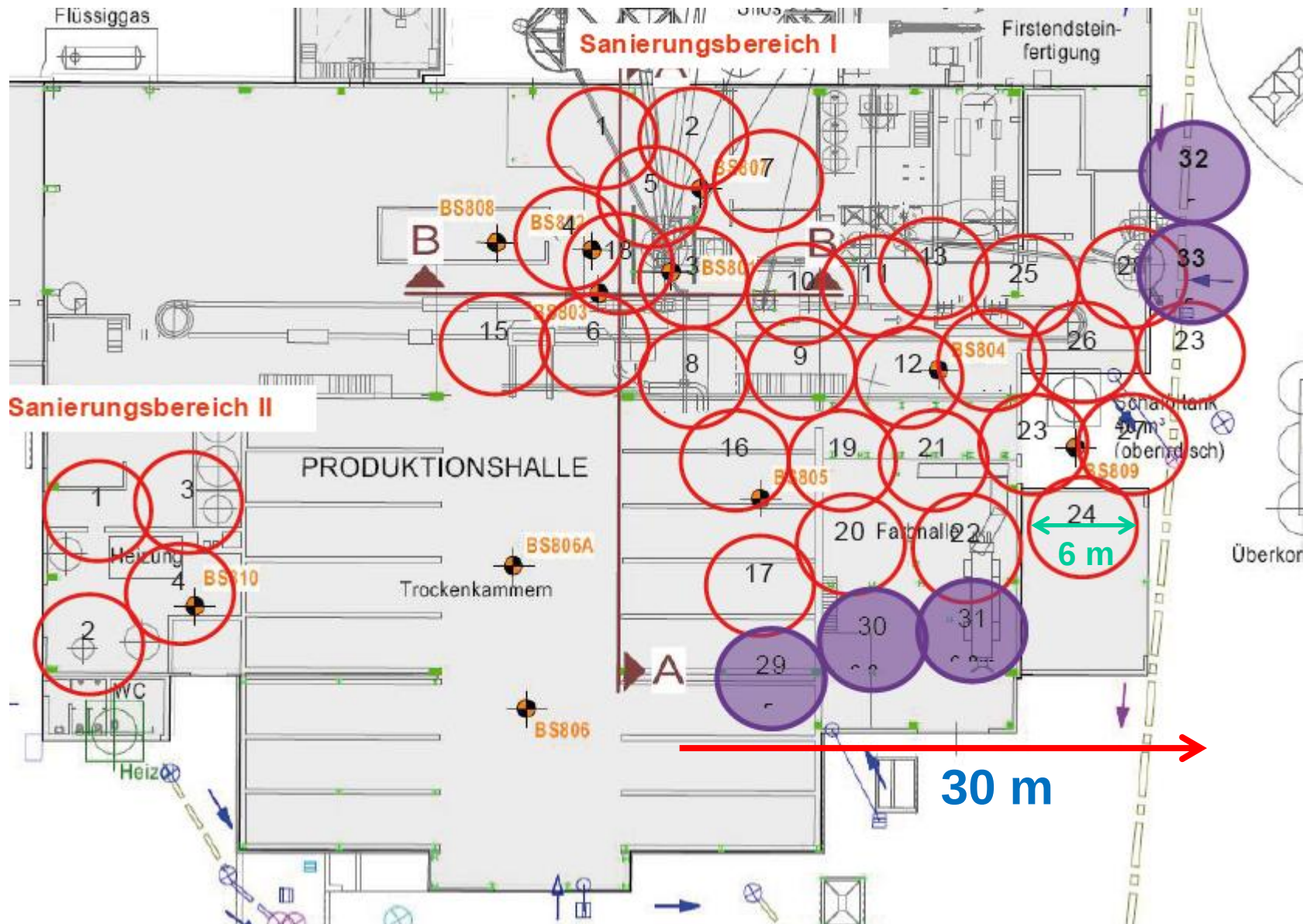
Schadensbereich

- Ungesättigte Bodenzone; 3,0 – 9,5 m Tiefe

Analytik

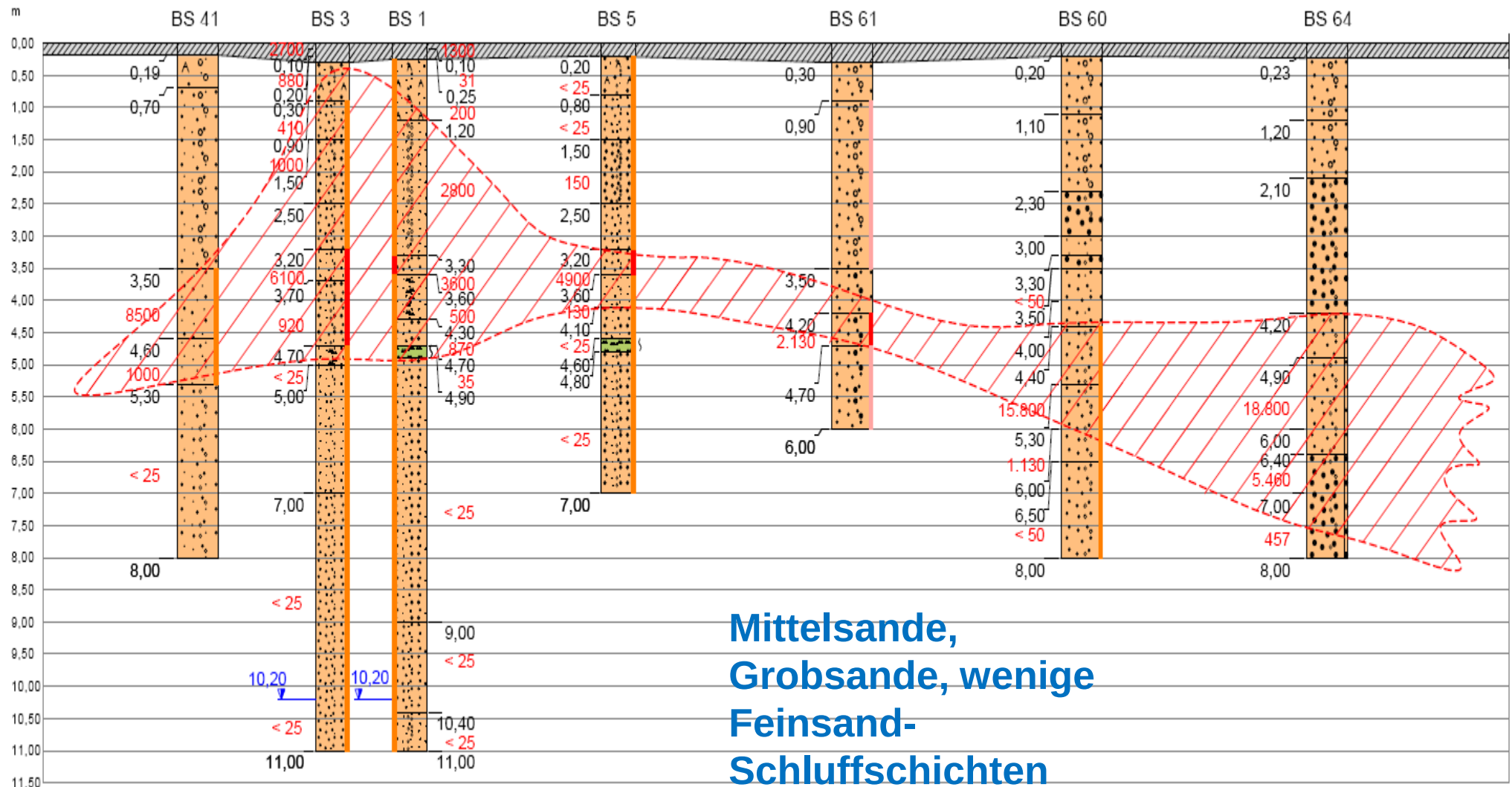
Startgehalte: KW (C₁₀-C₄₀) bis 40.000mg/kg TS

Projektbeispiel II: Lageplan

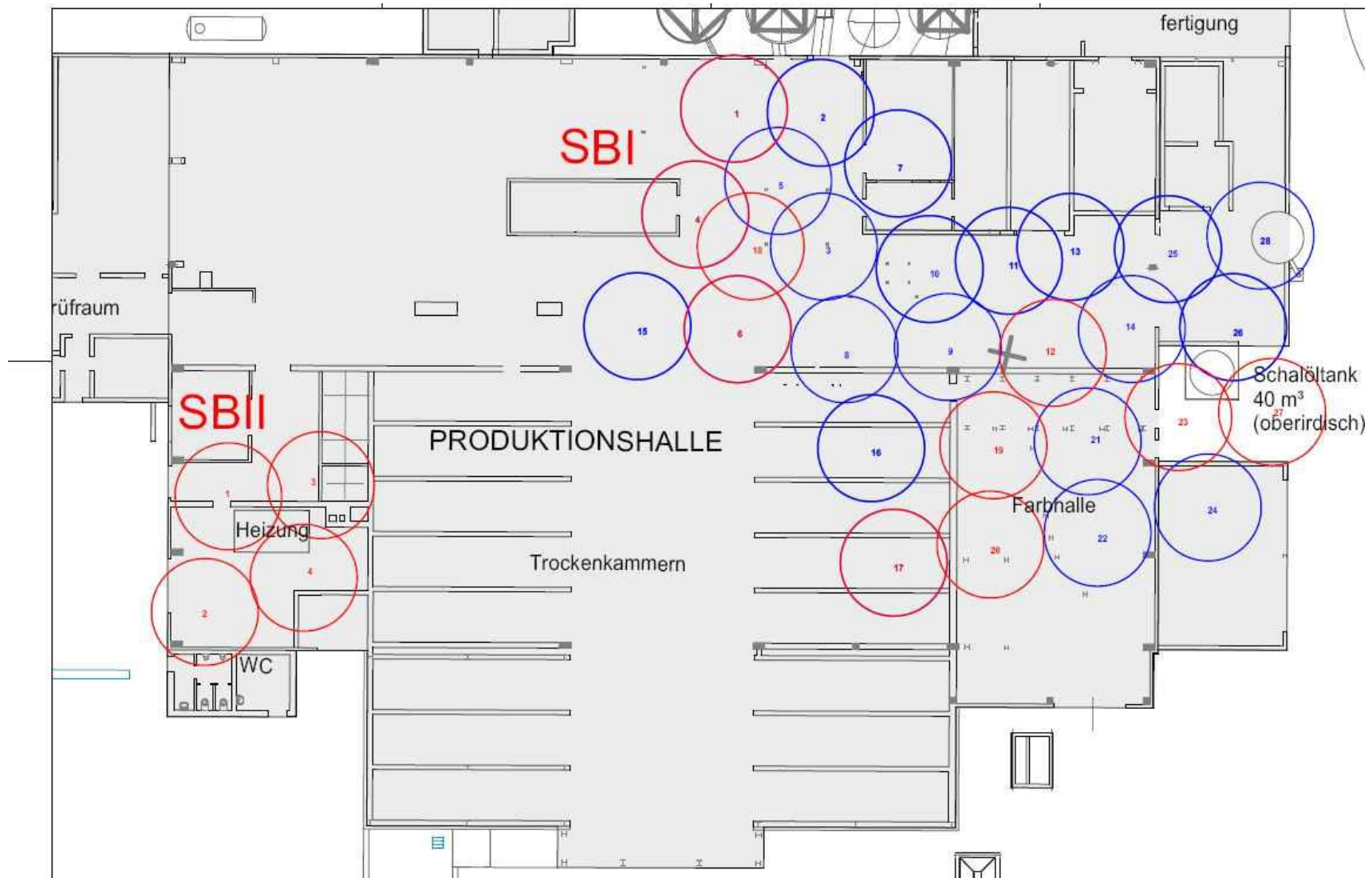


Projektbeispiel II: Lithologie

Profilschnitt W-E



Sanierungsbereich 1 = 28 + 5 Sanierungspunkte)
Sanierungsbereich 2 = 4 Sanierungspunkte)



Projektbeispiel II: Installationen

- Kombiniertes Verfahren aus tränergasgestützter Oxidationsmittelzugabe und Bodenbelüftung
- Einbau
- Filtert
- 4000m
- 3500m
- 2 Con
- Boder



Infiltrationen

Insgesamt 18 Infiltrationen

Dauer: 24 Monate

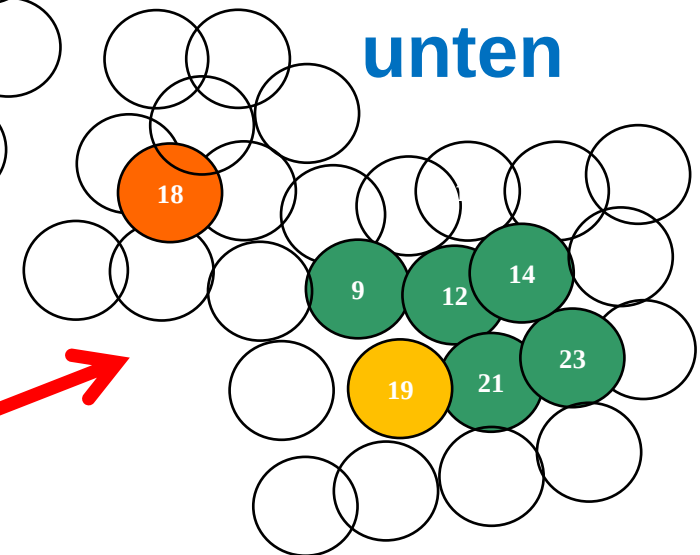
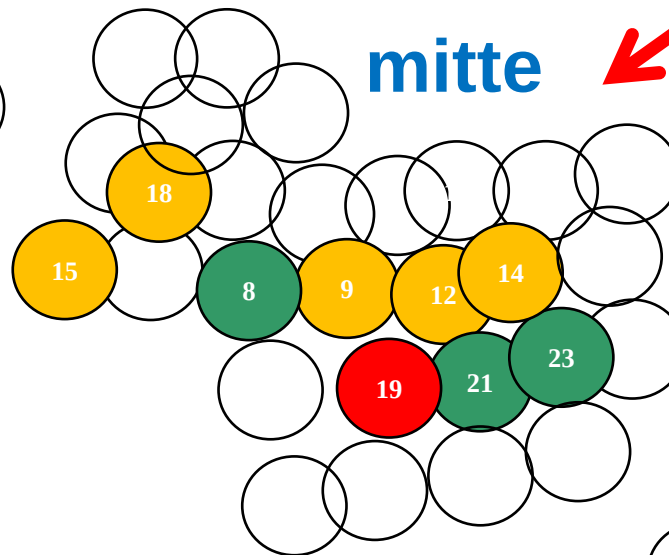
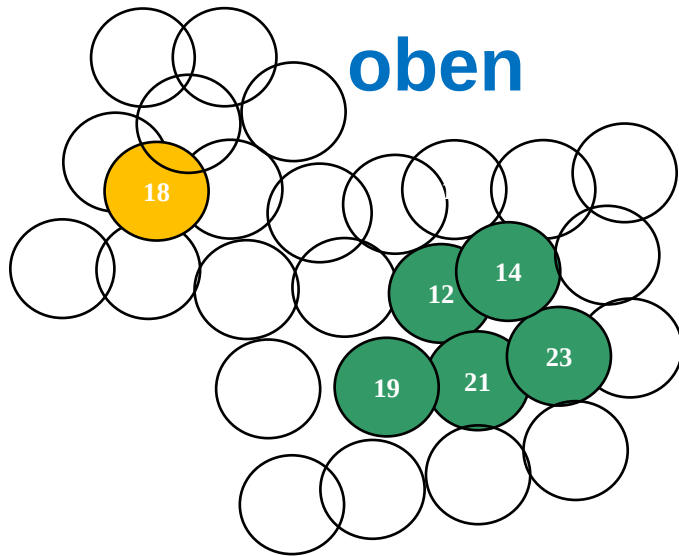
Wirkstoffmenge: 51.000 L H₂O₂ (35 %)



Projektbeispiel II: Ergebnisse

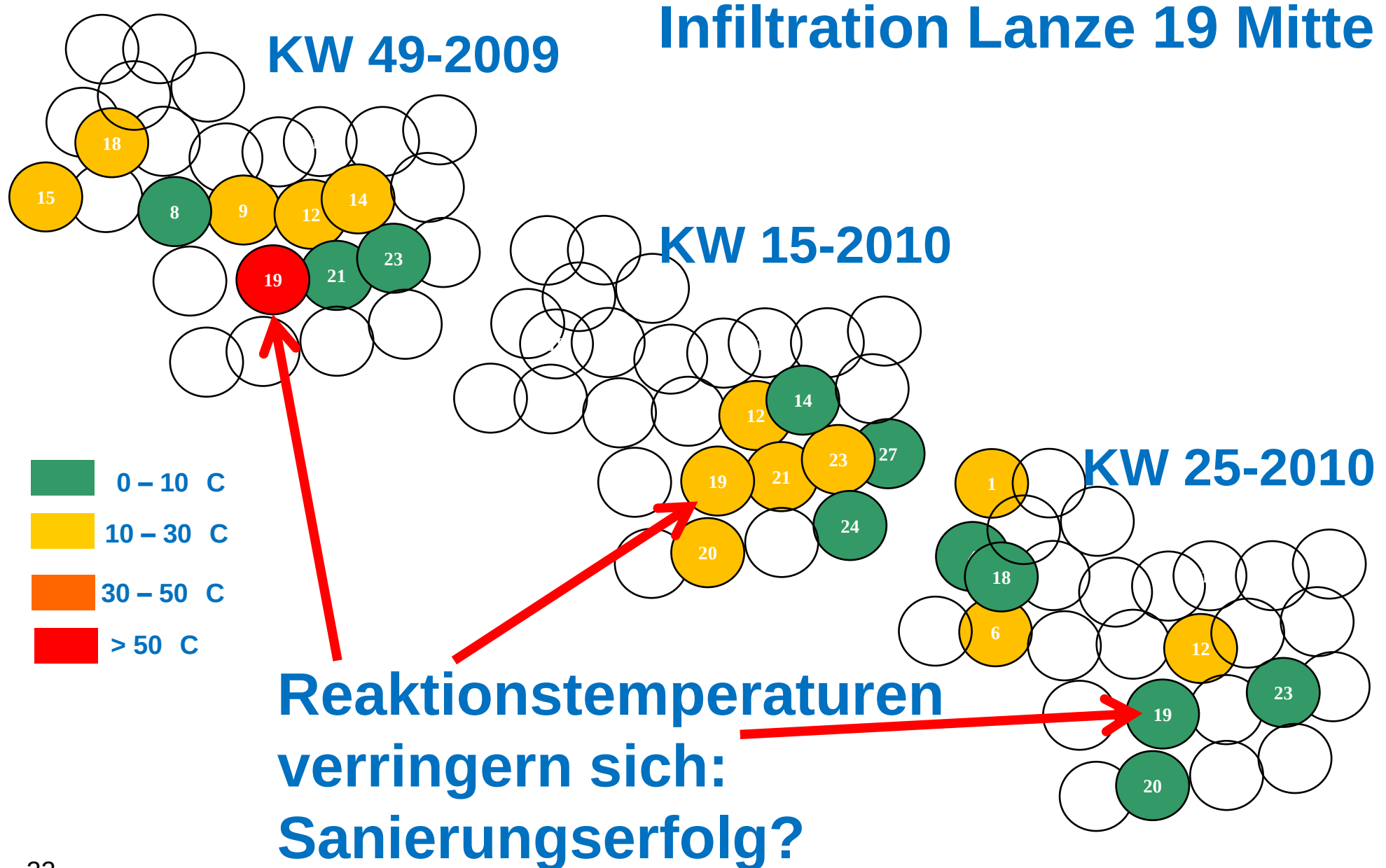
1. Infiltration KW 49-2009

Infiltrationsebene Mitte

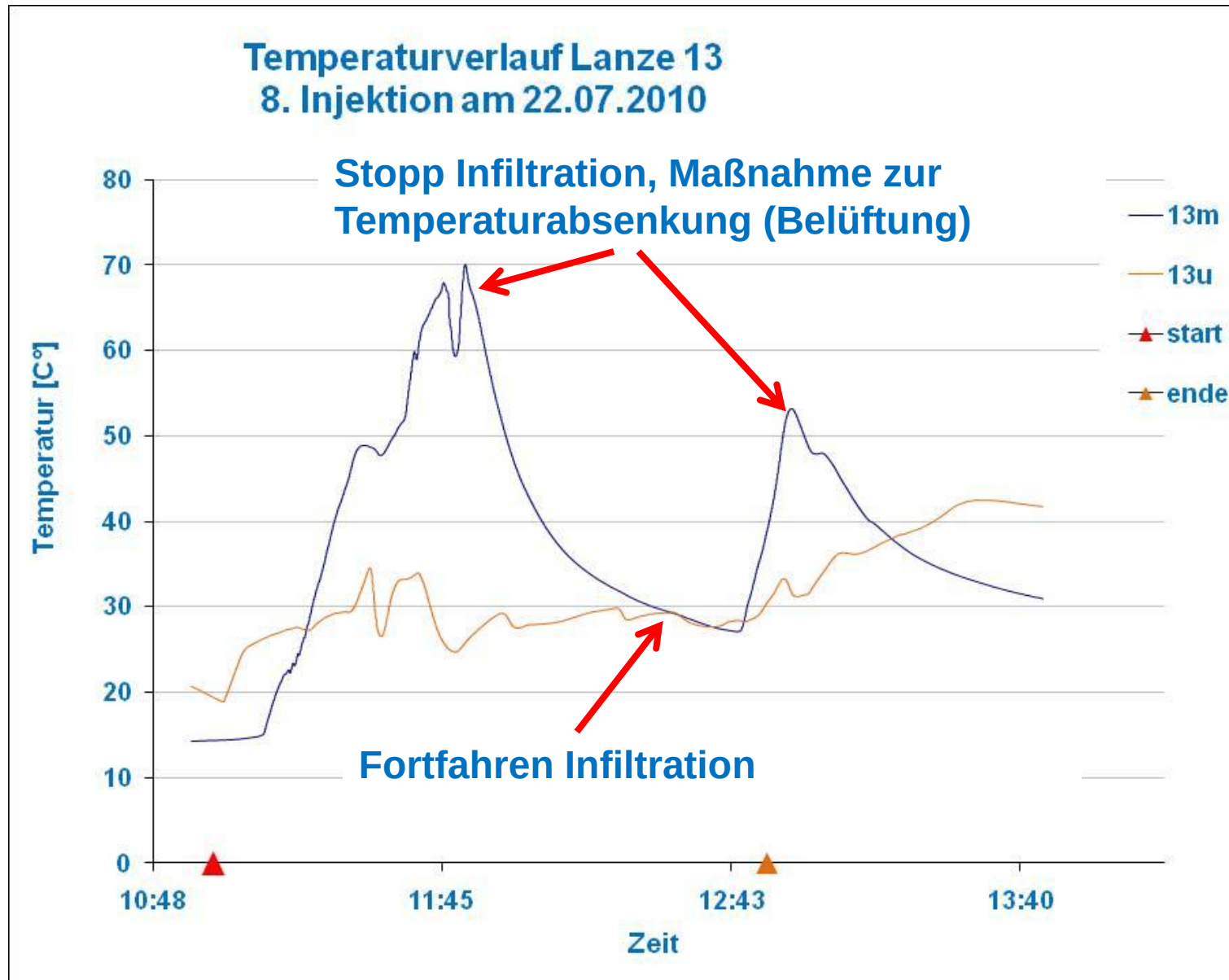


**Kaum vertikale
Verlagerung:
Gaspolster wirkt!**

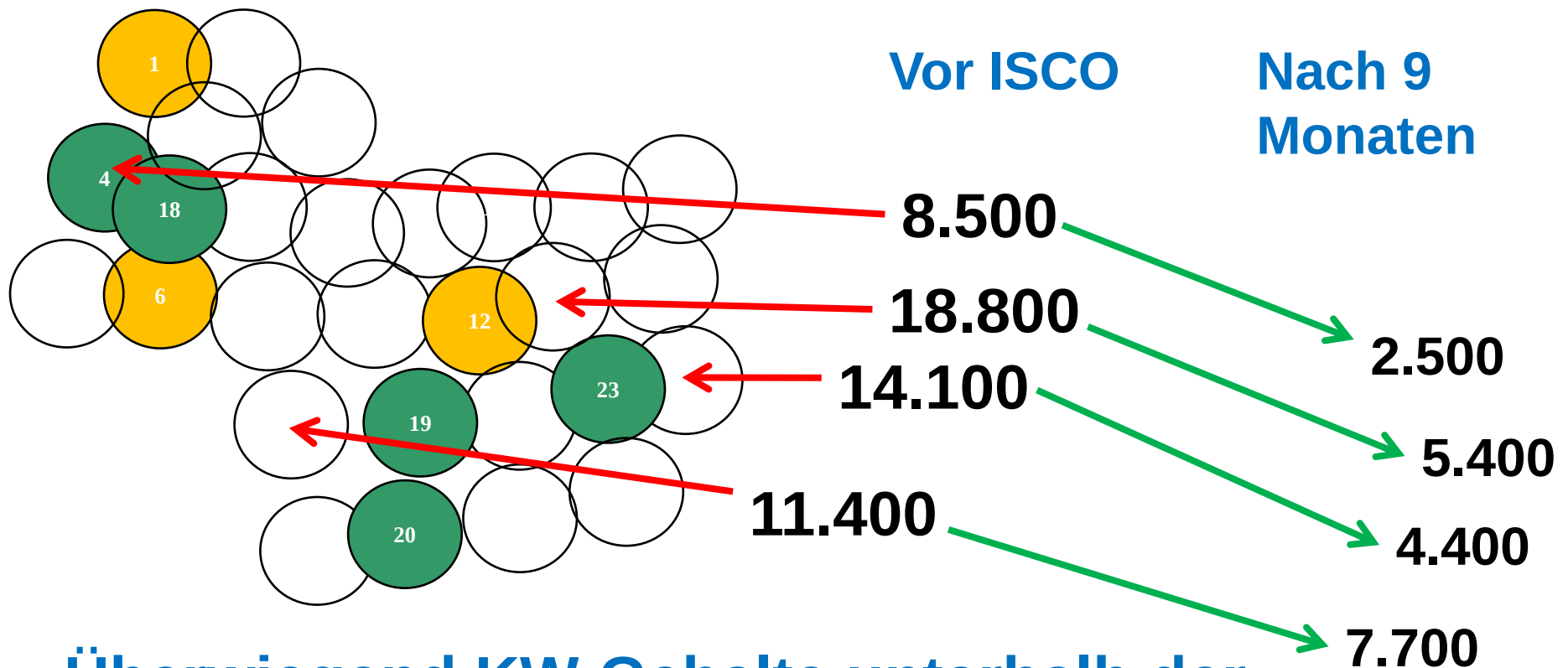
Projektbeispiel II: Ergebnisse



Beobachtung der Temperaturentwicklung



Entwicklung der MKW-Gehalte [mg/kg]:



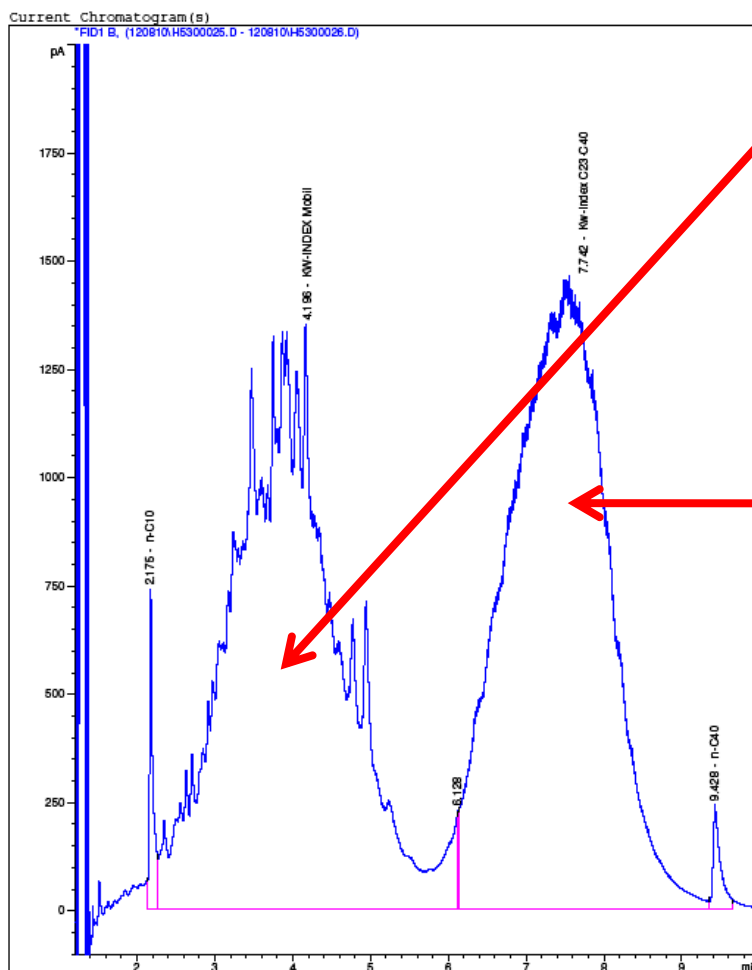
**Überwiegend KW-Gehalte unterhalb der
Residualsättigung des anstehenden Bodens
Gefährdungspotenzial für GW deutlich verringert!**

Projektbeispiel: Ergebnisse

Print of window 38: Current Chromatogram(s)

Chromatogramm

(Results are from a previously saved Batch)
Auswertung nach DIN EN 14039 / KW LAGA 04



**Erfolgreiche Autoxidation
der wasserlöslichen C₁₀-
C₂₂-Anteile**

**Dadurch relative Erhöhung
des immobilen Anteils C₂₃-
C₄₀**

**Gefährdungspotenzial für
GW deutlich verringert!**

Instrument 1 24.08.2010 12:46:17 CD

Page 1 of 1

- **MKW-Gehalte nach Sanierung deutlich unterhalb Residualsättigung**
- **Gefährdungspotenzial für das Grundwasser deutlich reduziert**
- **Erhöhung der Sauerstoffgehalte führt zu weiterem biol. Abbau**
- **Kosten mit ca. 490.000,- € (rund 85,- €/T) im Vergleich zu Aushub mit Spundung und Rückbau deutlich im Vorteil**

Schlussfolgerungen

Geeignet für Schadensfälle in der ungesättigten Bodenzone

- BTEX, CKW, MKW, PAK
- In der ungesättigten Bodenzone oberhalb eines Grundwasserleiters
- Alternative, wenn kein Aushub möglich wg. Thema Standsicherheit
- Alternative, wenn kein Aushub möglich wg. Überbauung

Verfahrensgrenzen/-risiken

- „Natürlicher“ Oxidationsmittelverbrauch des Untergrundes (Organik, Carbonate) zu hoch (vorher im Labor bei großen Projekten testen!)
- Sicherheitstechnische Anforderungen erlauben keinen Einsatz von Oxidationsmitteln
- Keine Sanierung auf „Null“ möglich; ggf. zukünftiges abfallrechtliches Problem
- Geringe Durchlässigkeiten
- Starke Inhomogenitäten sind limitierend, aber kein Ausschlußkriterium
- Arbeitssicherheit!

Verfahrenschancen

- Bei wechselnden Durchlässigkeiten wählt das Oxidationsmittel den Weg des Schadstoffes
- Zusätzlich zu der chemischen Oxidationsreaktion können physikalische Mobilisationseffekte durch die erhöhten Temperaturen und die entstehenden Druckgradienten genutzt werden (Phasenmobilisation)
- Zusätzlich zu der chemischen Oxidationsreaktion wird z. B. beim Einsatz von H_2O_2 in den Randbereichen Sauerstoff für mikrobielle Abbauprozesse bereit gestellt

Vielen Dank!