

# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

## Inhalt

Einleitung

Erkundungsmaßnahmen

Geologie

Bodenluft

Abbauversuche

Umsetzung der Sanierung

Beweissicherung und Ergebnisse

# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

Einleitung 1

7.3.2007

Bahnhof  
Gmunden

Verschub-  
unfall

60.000 kg  
Diesel  
versickert



# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

Einleitung 2

Sofort-  
maßnahmen

Fläche 50 x 20 m

Ausbau Gleise +  
Unterbau  
Aushub bis 3,2 m

5.000 kg Diesel  
entsorgt



# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

Einleitung 3

keine längere  
Gleissperre  
möglich

Wiederherstellung  
Gleiskörper

Beginn  
weiterführender  
Erkundungs-  
maßnahmen



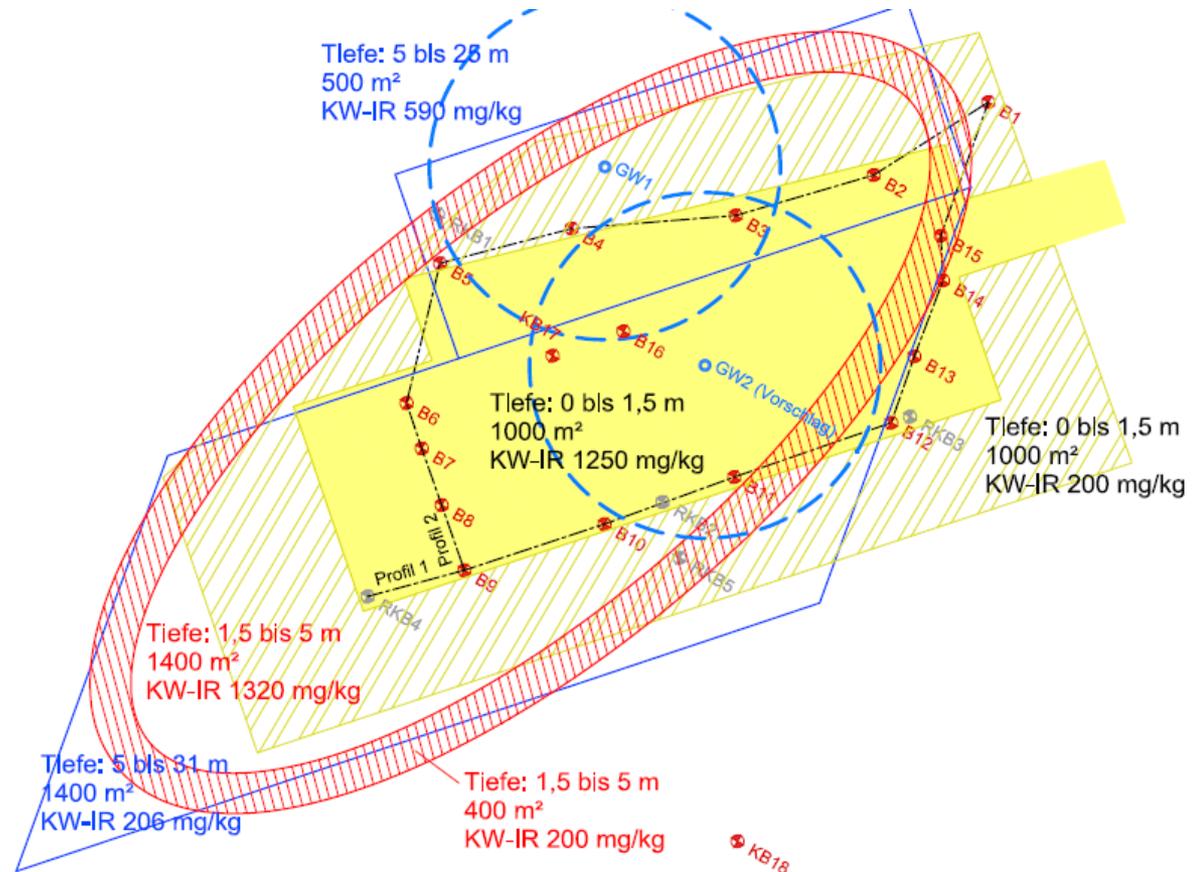
# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

## Erkundungsmaßnahmen 1

in mehreren  
Schritten 30  
Kernbohrungen  
bis 40 m Tiefe

3 Grundwasser-  
brunnen bis 75 m

Schadstoff-  
abgrenzung  
horizontal/vertikal



# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

Erkundungsmaßnahmen 2

## Bilanzierung Kohlenwasserstoffe

Tiefe [m]	innerer Bereich			äußerer Bereich		
	m <sup>2</sup>	mg	kg KW	m <sup>2</sup>	mg	kg KW
0 - 1,5	1.400	80	319	900	300	770
1,5 - 5	1.400	1.650	15.362	900	290	1.736
5 - 25	1.400	290	15.428	900	180	6.156
			31.109			8.661

					Entsorgung
kg KW gesamt			39.770		3.700
kg Diesel (1,4 * KW)			55.678		5.180
kg Diesel gesamt			60.858		

Unterhalb 25 m keine Schadstoffe!!!

# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

Geologie 1

Kernbohrungen  
bis 40m Tiefe

Tiefere  
Bohrungen für  
Brunnen als  
Hammerbohrung  
fortgeführt



eiszeitliche Ablagerungen  
zumeist dicht gelagerte Kiese  
und Sande, tw. konglomeriert,  
oberflächennah schluffige Linsen

# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

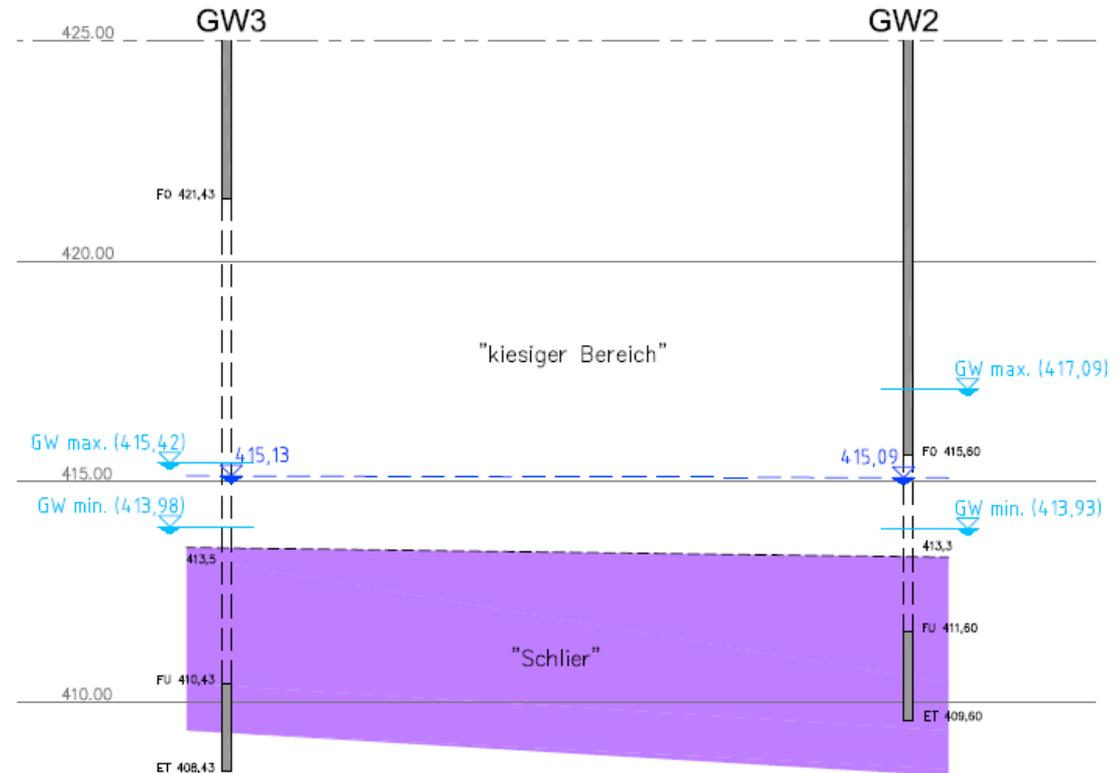
Geologie 2

Lockersedimente  
bis 65 m

darunter „Schlier“  
(neogene Mergel)

reliefierte  
Schlieroberfläche  
fungiert als  
Grundwasserstauer

$$K_f = 3 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$



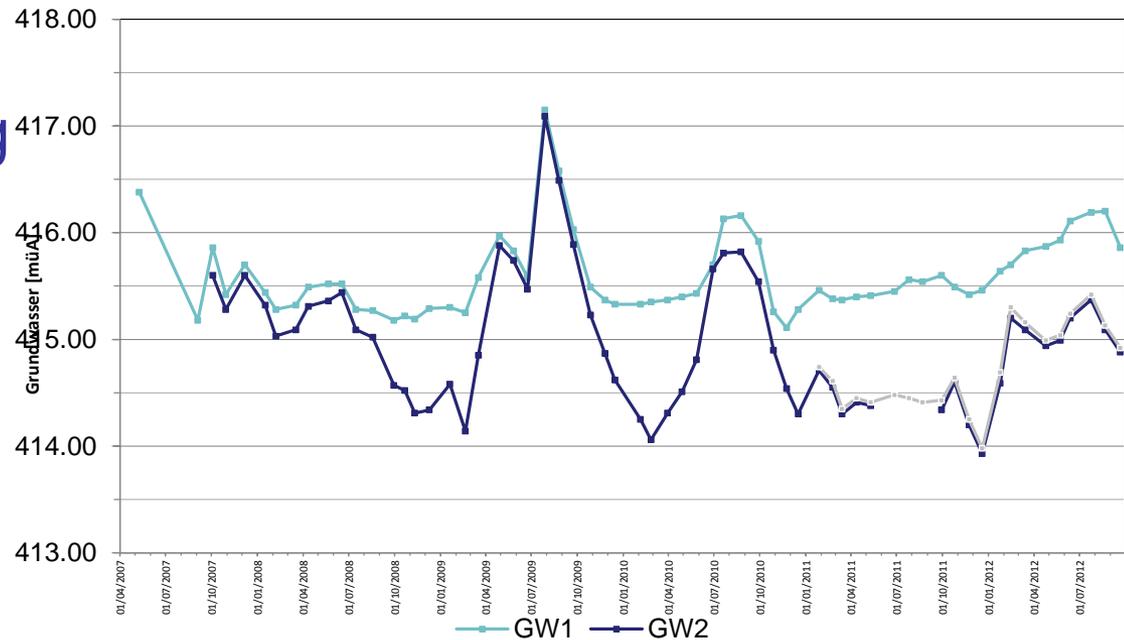
# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

Geologie 3

Großer Flurabstand  
und dichte Lagerung  
sehr positiv für  
Schadstoffrückhaltung

Monatliche Beprobung  
Grundwasser

Nach 8 Jahren keine KW im  
Grundwasser



# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

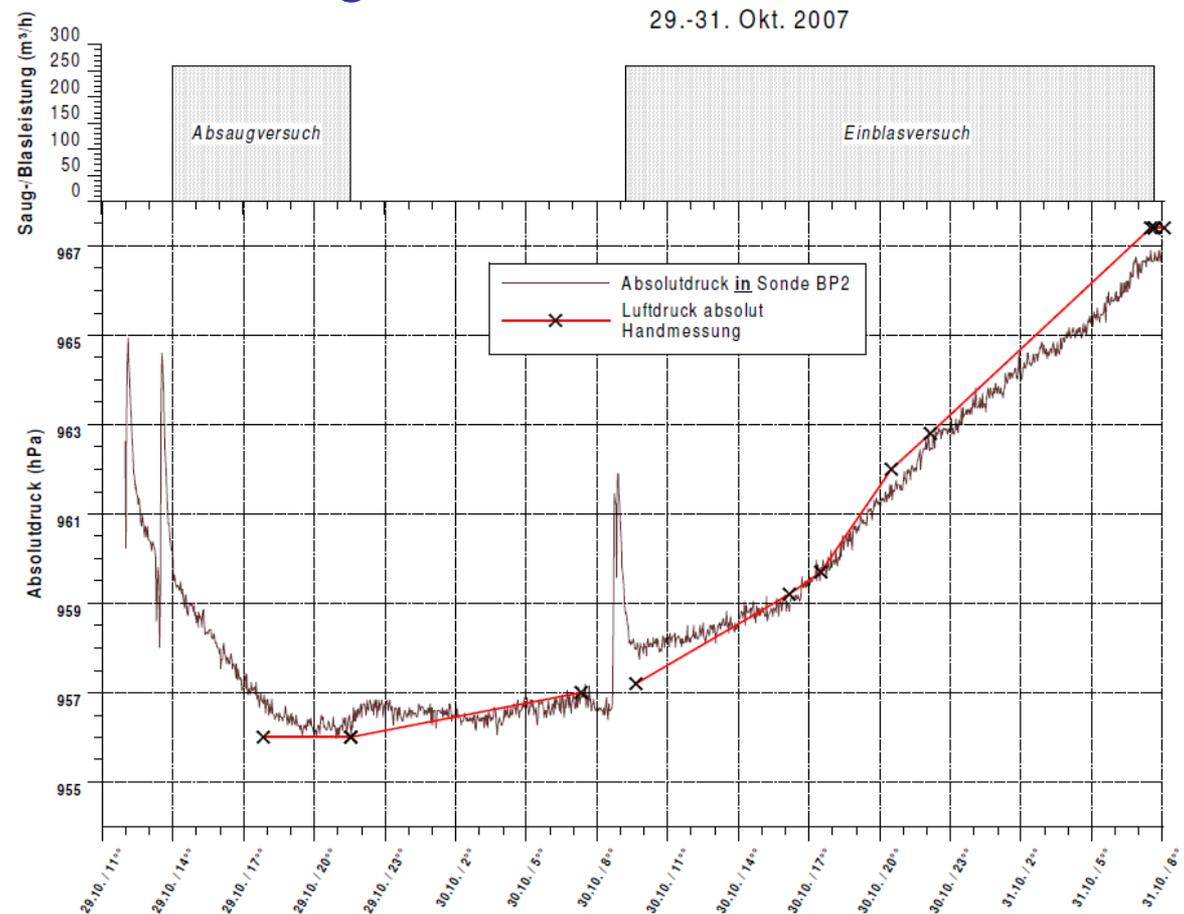
Bodenluft 1

## Bestimmung der Durchlässigkeit im Boden für Luft

Ergebnis  
Belüftungs- und  
Absaugversuche

Gute Reaktion bei  
Absaug- und  
Einblasversuch

Gewählter Pegel-  
abstand 15m  
bestätigt



# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

Abbauversuch 1

## Abklärung der Anwesenheit aktiver mikrobieller Population

### 3 Varianten

- |                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| • unbehandelte Probe        | kein Abbau     |
| • Probe mit Nährstoffzugabe | geringer Abbau |
| • abiotische Kontrolle      | kein Abbau     |

Versuchsdurchführung

ARC Austrian Research Centers jetzt

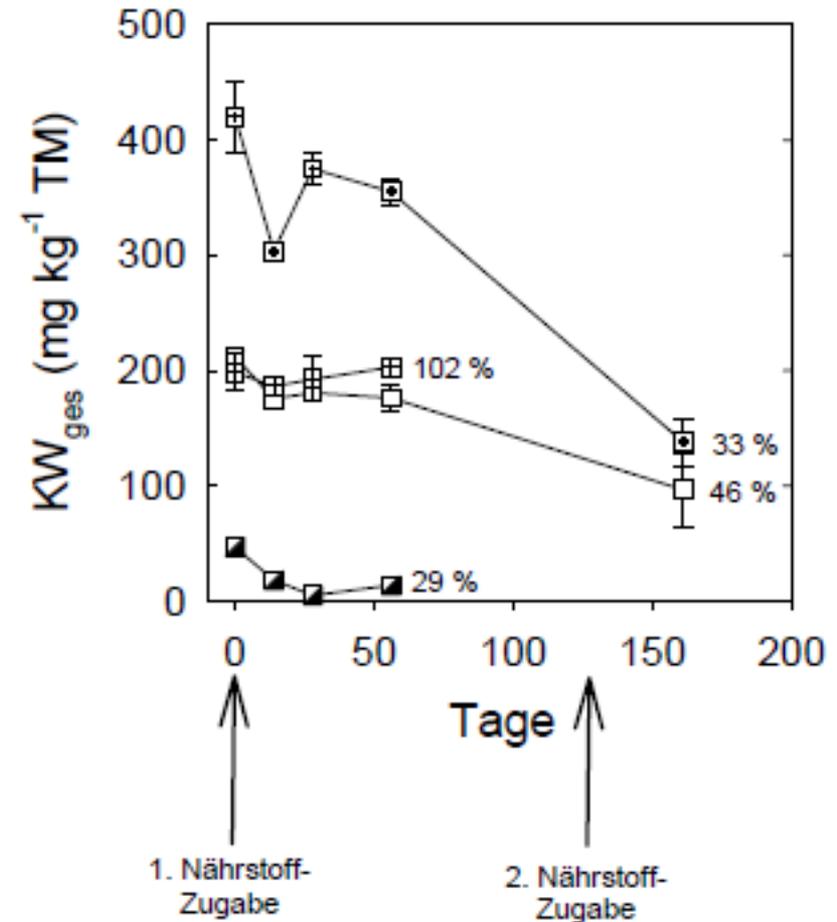
AIT Austrian Institute of Technology

# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

Abbauversuch 2

Nach 131 Tagen  
nochmalige  
Nährstoffzugabe (NPK)  
bei 5 Proben

Abnahme KW-Gehalt auf  
durchschnittlich  $86 \pm 7$  % der  
Ausgangskonzentration



# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

Umsetzung der Sanierung 1

## Prinzip der Belüftung

Belüftung liefert den erforderlichen  
Sauerstoff für biologische Umsetzung

Abbaubare Kohlenwasserstoffe  
werden in  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  umgesetzt  
und mit dem Luftstickstoff gasförmig  
ausgetragen

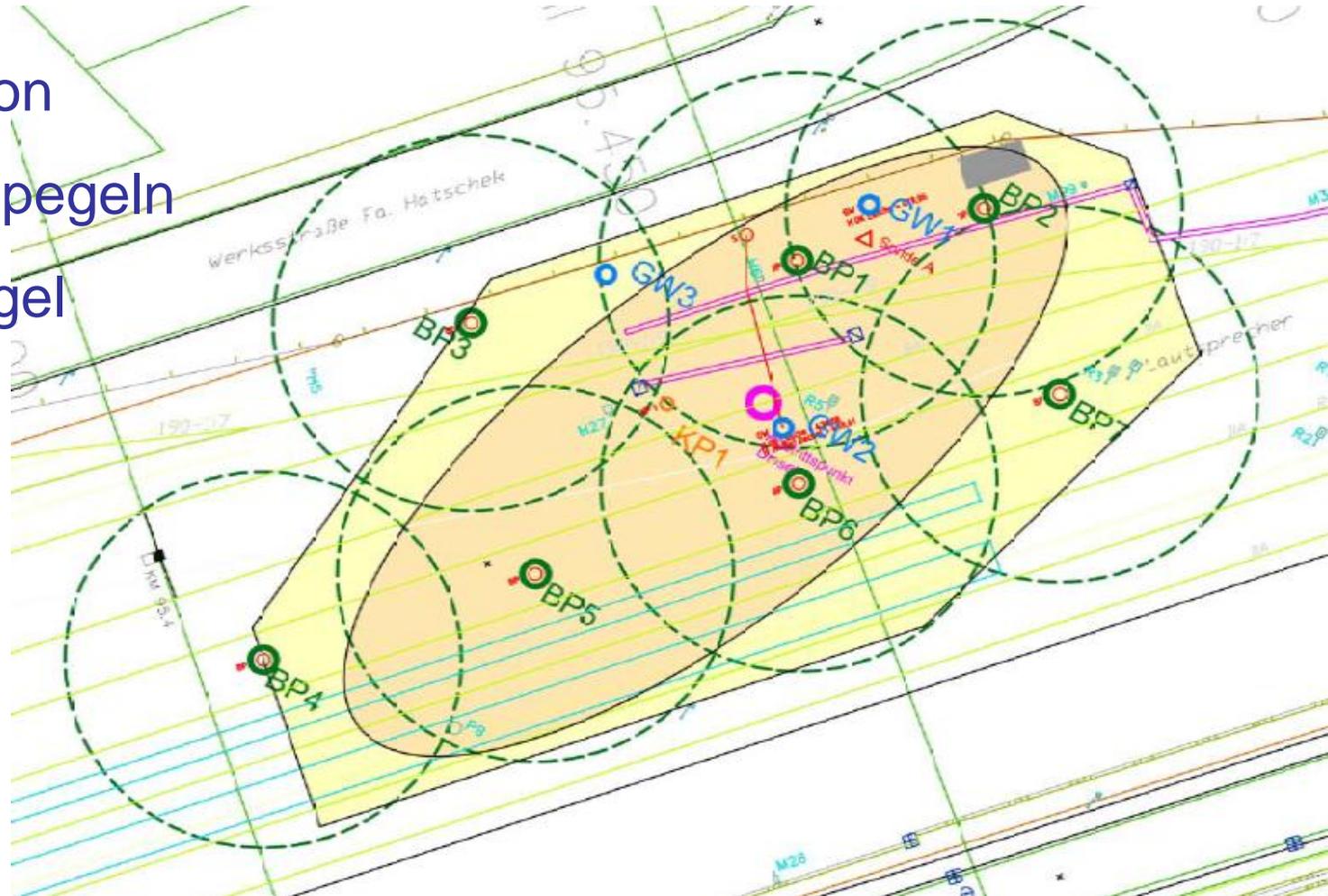
Modellierung und Planung der Belüftungsanlage  
erfolgte durch



# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

Umsetzung der Sanierung 2

Errichtung von  
7 Belüftungspegeln  
1 Kontrollpegel



# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

Umsetzung der Sanierung 3

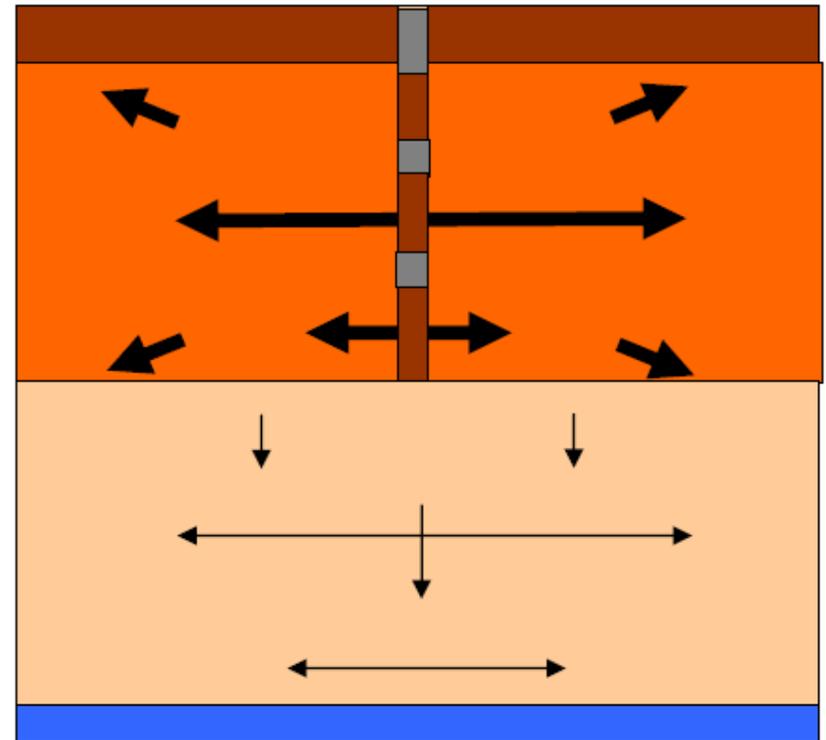
Je Belüftungspegel drei Belüftungsabschnitten

3 – 10 m, 11 – 18 m und 19 – 30 m

Volumenskonstante  
Luftzufuhr

direkte Belüftung jedes  
Belüftungsabschnitts

40 Kompressoren mit je  
10 m<sup>3</sup> Luftleistung/h



# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

Umsetzung der Sanierung 4

Kopf eines  
Belüftungspegels  
mit Zuleitung für  
3 Belüftungs-  
bereiche

Druckmessung  
ermöglicht  
Informationen  
über Durchlässig-  
keit im Boden



# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

Umsetzung der Sanierung 5

Kompressoren,  
Mess- und  
Regeltechnik,  
Datenspeicherung  
und -übertragung  
in einem  
Container situiert



# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

Umsetzung der Sanierung 6

Düngung mittels  
konventionellem NPK-  
Dünger in trockener,  
körniger Form

Wirkstoffmenge Betriebsjahr 1

- 125 g/m<sup>2</sup> N,
- sowie je 13 g/m<sup>2</sup> P und K

verteilt auf 4 Durchgänge



in den Folgejahren Menge  
um 25% reduziert.

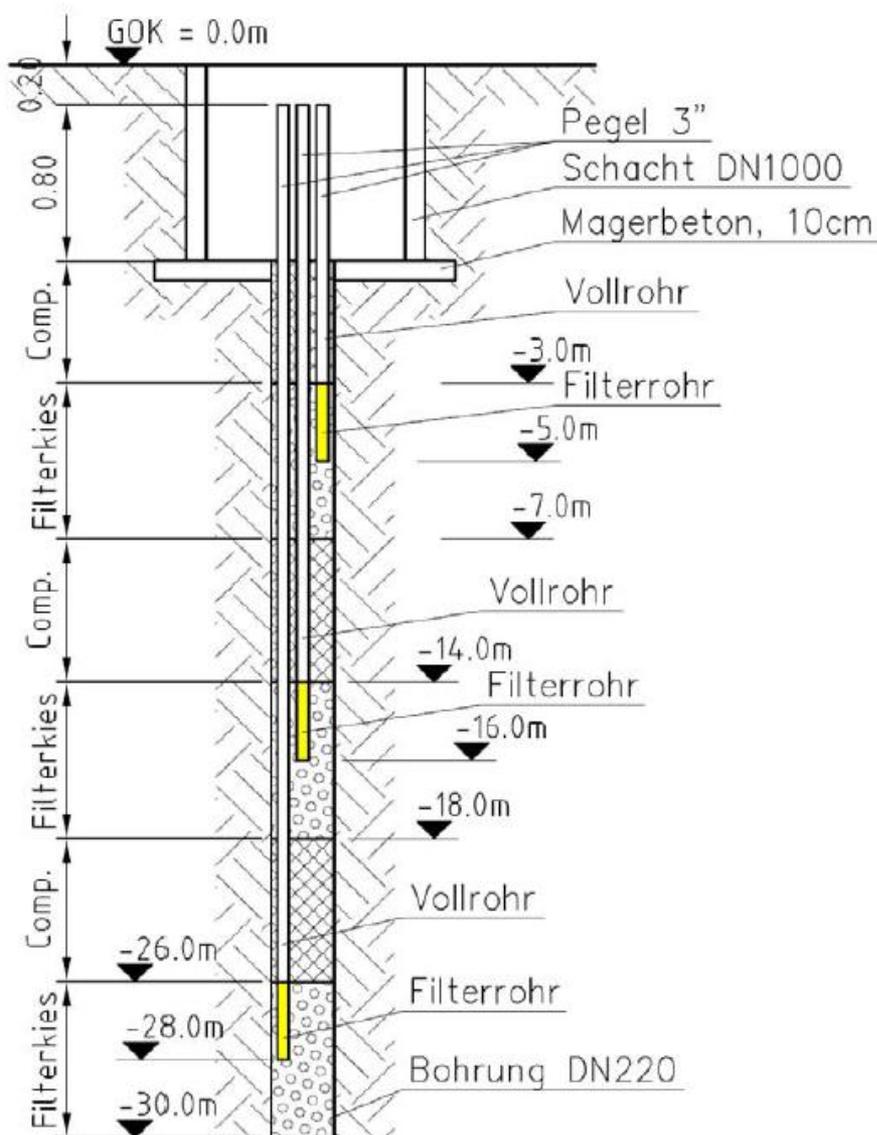
# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

Beweissicherung und Ergebnisse 1

Im Kontrollpegel  
werden in drei  
Tiefenstufen  $O_2$ ,  $CO_2$   
und KW erfasst

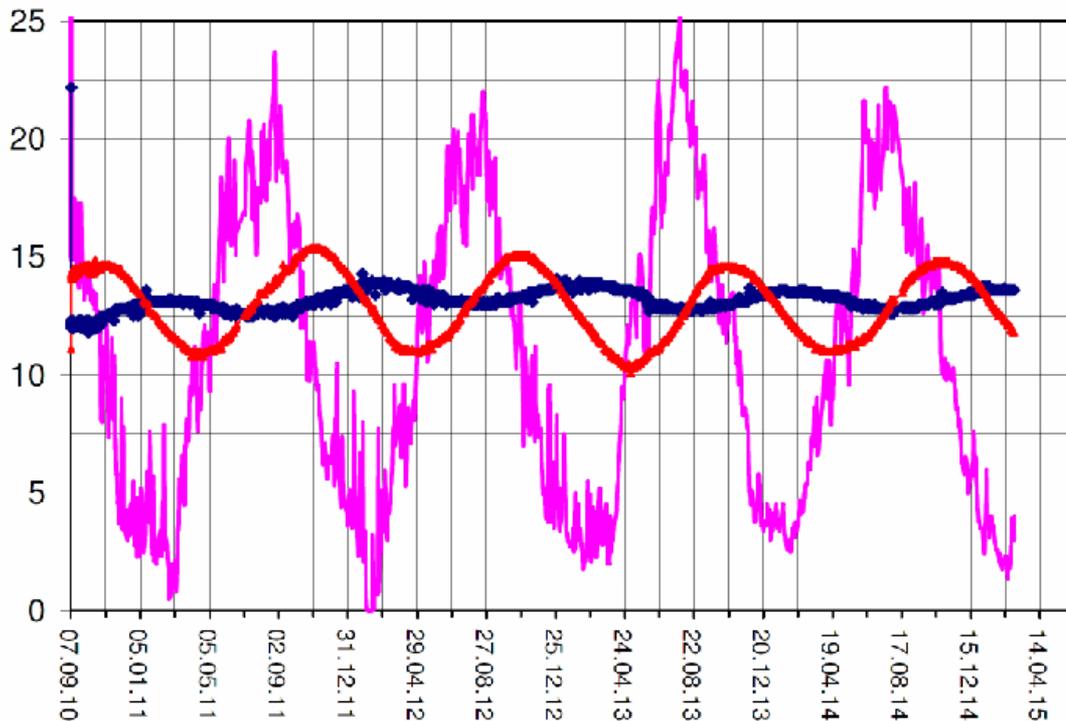
Vollautomatische  
Probenahme und  
Analytik (Fa. ExTox)

+ Temperatur  
+ Luftfeuchtigkeit  
im Boden



# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

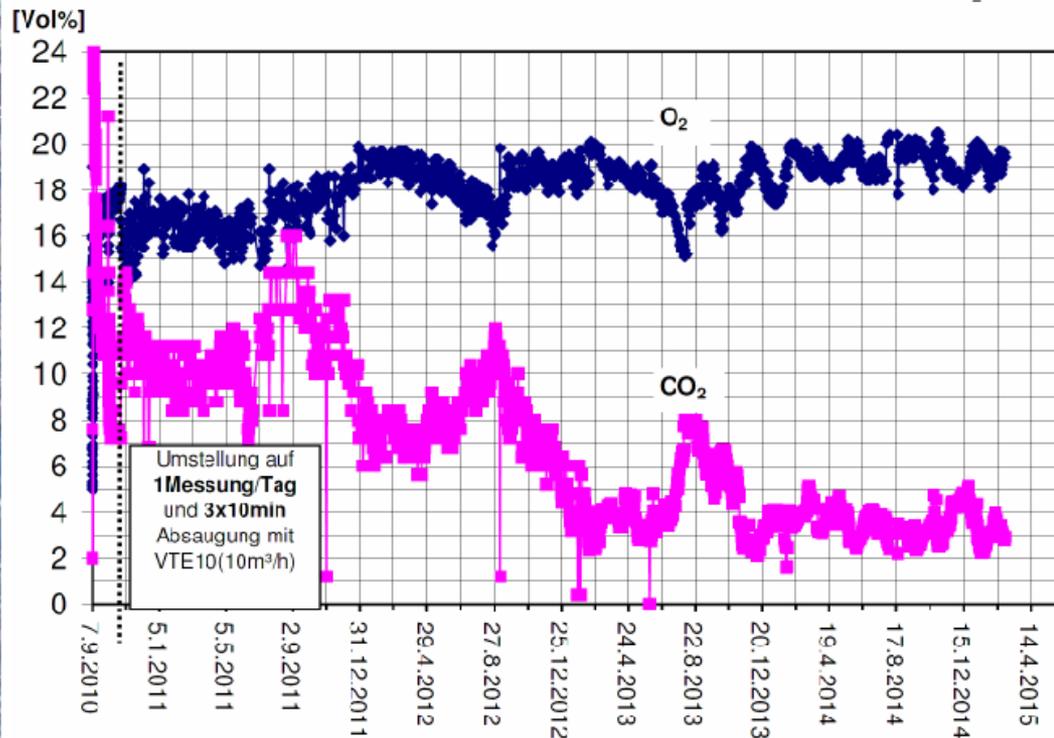
## Beweissicherung und Ergebnisse 2



Temperaturen  
zeigen je nach  
Horizont deutliche  
Unterschiede

# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

## Beweissicherung und Ergebnisse 3



Aus den gemessenen Anteilen von O<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub> in der Porenluft werden im Vergleich mit der bekannten Zusammensetzung der zugeführten Luft die Reaktionsanteile an Wasserstoff und Kohlenstoff ermittelt und bilanziert.

# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

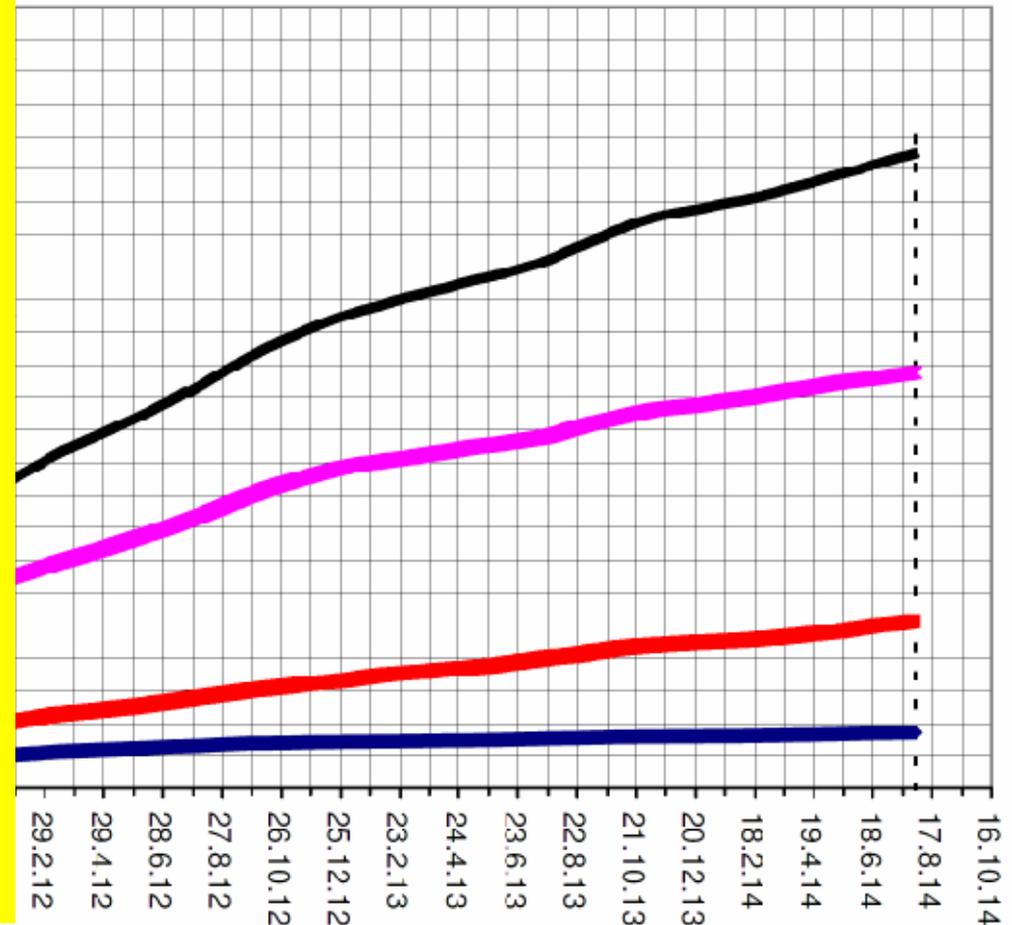
Beweissicherung und Ergebnisse 4

Bilanzierung ermöglicht  
Berechnung des  
Dieselumsatzes je  
Belüftungshorizont:

größte Aktivität im  
obersten Horizont

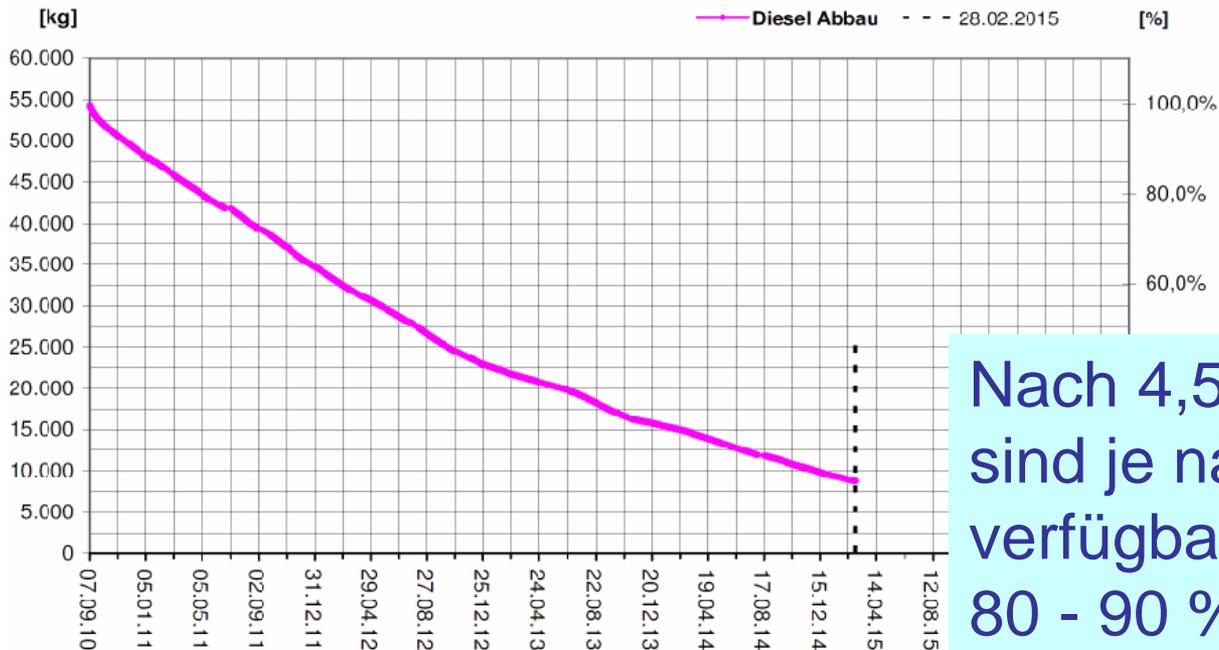
sehr geringe Aktivität in  
Tiefen >19 m:

Verschleppung nach  
unten wird unterbunden



# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

## Beweissicherung und Ergebnisse 5



Nach 4,5 Jahren Belüftung sind je nach Ansatz der verfügbaren Luftmenge 80 - 90 % der KW abgebaut.

Der **Energieverbrauch** für den Betrieb der Belüftung und Kühlung betrug in 4 Jahren 603 MWh.

Je kg Diesel errechnen sich 12 – 14 kWh

# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

Beweissicherung und Ergebnisse 6

Bodenbelüftung ermöglicht die erfolgreiche Sanierung von Kohlenwasserstoffbelastungen.

Die Belüftung von tiefen Horizonten unterhalb der eigentlichen Belastung reduziert das Risiko einer Verschleppung der Belastung in größere Tiefen.

Die In-Situ-Belüftung ist auch in intensiv genutzten Bereichen – wie zB im Gleisbereich eines Bahnhofs – umsetzbar.

# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

Für das Vertrauen in eine innovative Sanierung gilt der Dank an



Bezirkshauptmannschaft Gmunden und den  
Sachverständigen



ÖBB Infrastruktur AG



Finsterwalder Umwelttechnik GmbH & Co KG

# Sanierung eines Dieselschadens *in situ* durch Belüftung und Nährstoffoptimierung

- 
- 

...und Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit

- 
- 
- 
-