



**Hartwig Kraiger**

Passer: Grundlagen und Sanierungskonzeption

Kraiger: Umsetzung und erste Ergebnisse

Finsterwalder: Auswertung und Erfolgsnachweis

## Übersicht:

1. Konzept Belüftungsvorversuch (BVV)
2. Belüchtungsbrunnen + Bodenluftsonden
3. Vollflächige Belüftung (VFB)
4. Abfalluntersuchung
5. Grundwasserstände und Druckverteilung
6. Bodenluftkonzentrationen
7. Grundwasserbeweissicherung

# 1. Konzept Belüftungsvorversuch (BVV)

Nach Entscheidung für die Belüftungsvariante mussten technische Details festgelegt werden.

Grundlage waren u.a. die seitens Finsterwalder auf Basis der Voruntersuchungen durchgeführten Prognoseberechnungen.

Eingangsdaten für die Modellierung waren u.A.:

- Abfallzusammensetzung,
- geologische Verhältnisse,
- Grundwasserniveau,
- Emissionen,
- .....

## Wesentlichste Entscheidung

- Die Belüftung der Deponie erfolgt mittels Belüftungsbrunnen über die natürliche Deponiebasis aus Kiesen und Sanden und es erfolgt keine Absaugung

## Warum ??

Müll liegt teilweise im Grundwasserschwankungsbereich, teilweise darüber  
gewachsener Boden unter Müll zumeist gut durchlässiger Kies  
Dieser Kies eignet sich sehr gut zur flächigen Luftverteilung

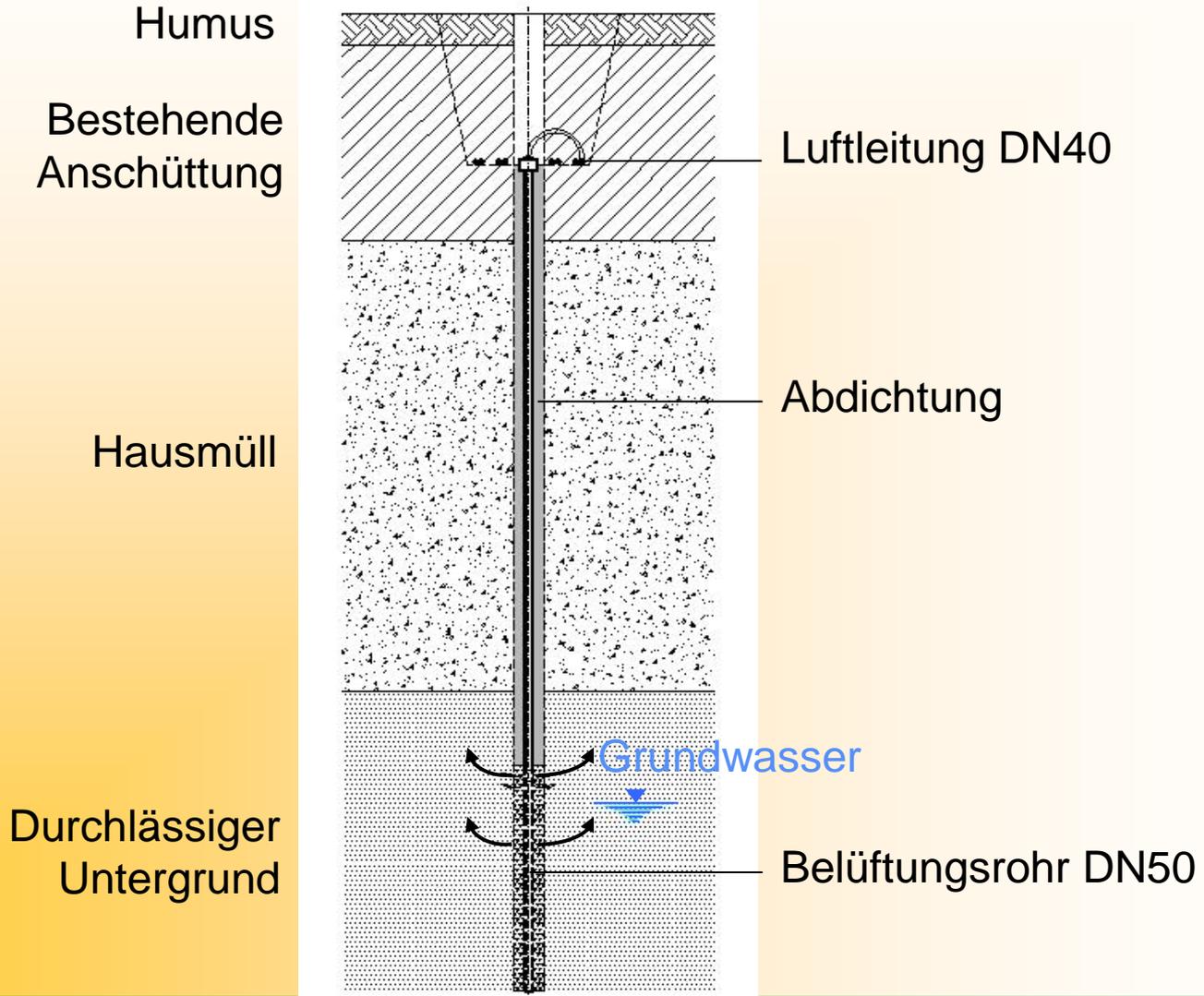
Geringe Müllstärke hätte sehr engen Raster von Saug- und Belüftungsbrunnen benötigt

## 2. Belüftungsbrunnen

Der Belüftungsbrunnen wird im oberen, aus Müll bestehenden Bereich **als Vollrohr** ausgebildet, der Ringraum wird mit Dämmmaterial vollkommen gedichtet.

Unterhalb der Müllunterkante - also im gewachsenen Boden - wird der Belüftungsbrunnen **mit Filterrohren** ausgebaut, der Ringraum wird mit Filterkies gefüllt. Länge des Filterrohres wird generell mit 3m festgelegt.

Die ungesättigte Bodenzone fungiert als Luftverteilungszone. Es bildet sich ein Druckkissen aus, von dem die Luft durch die Deponie abströmt.



## Belüftungsbrunnen

Volumenskonstante Einbringung von Luft: 10 m<sup>3</sup>/Stunde

Pro Belüftungsbrunnen steht 1 Kompressor zur Verfügung,

ausgenommen Randbereiche der Deponie, hier kann Luft seitlich abströmen, daher Verdopplung der Luftmenge, 2 Kompressoren je Belüftungsbrunnen

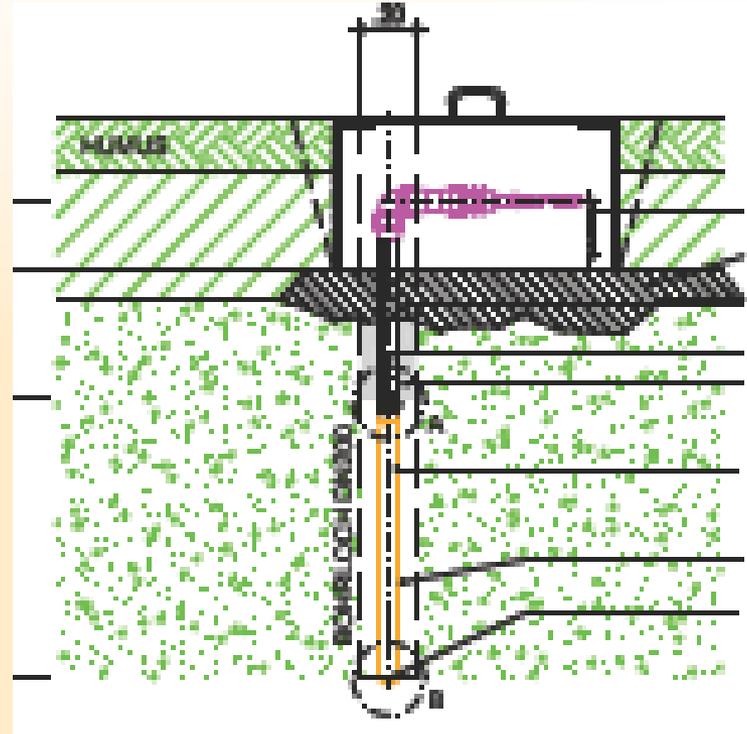
Diskussion: Wahl der Kompressorengröße

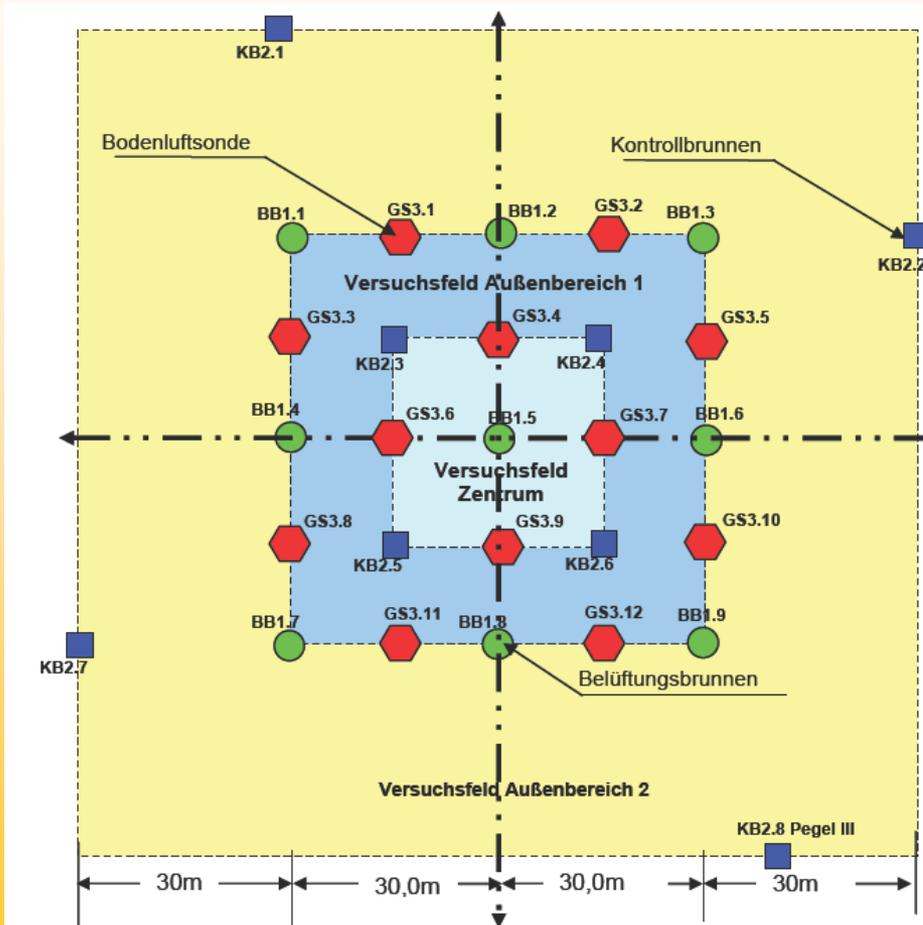
Vorteile einzelner kleiner Kompressoren:

Einfache Steuerung, bei Ausfall nur 1 Brunnen betroffen, zudem wesentlich kostengünstiger

## Bodenluftsonden

- Filterrohr PVC 1m, Vollrohr PE 1m
- Sondenkopf (Krümmer, Kupplung)
- Leitung PE10 zum Container
- On-Line Analysator Ex-Tox
- Online-Messung CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>

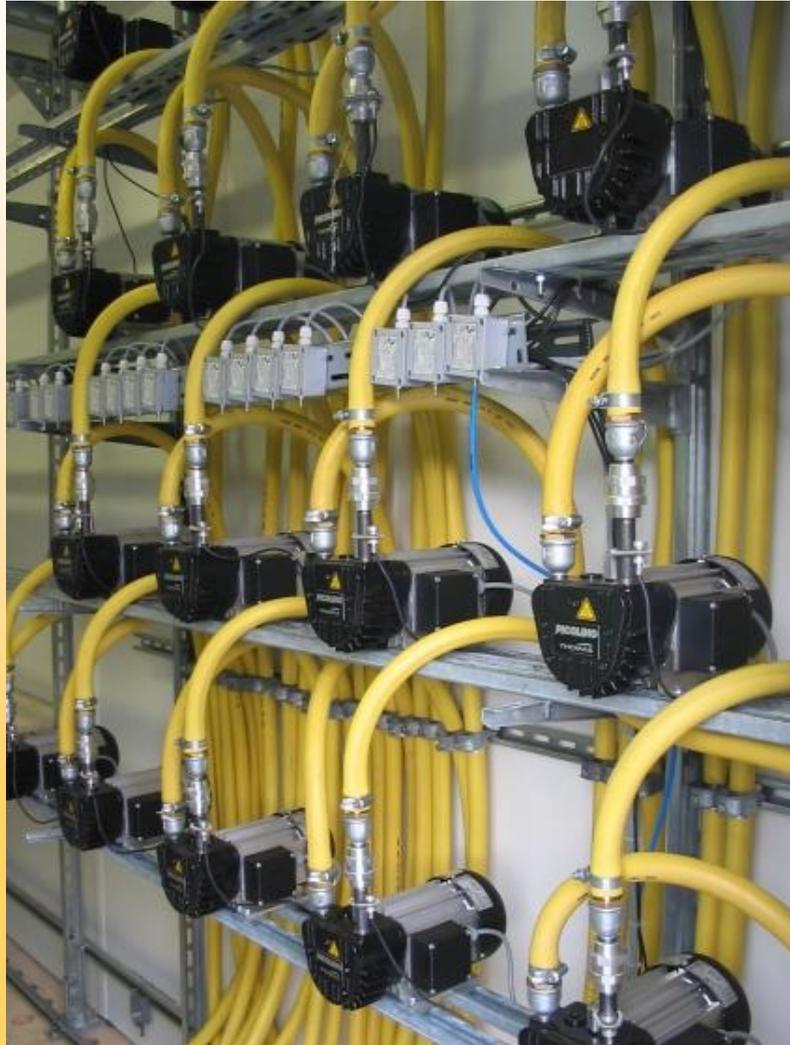




- 8 Kontrollbrunnen (Druckmessungen)  
KB 2.2/KB 2.7 auch GW-Sonden
- 9 Belüftungsbrunnen (Druck- und  
Temperaturmessungen im  
Container)
- ⬡ 12 Bodenluftsonden (Tiefe 2m) mit  
eigener Leitung zu Analytik-  
vorrichtung im Container

Rasterabstand  
Belüftungsbrunnen 30m







## Belüftungsvorversuch - Zielsetzungen:

- Überprüfung Funktionsweise und Zusammenspiel von
  - Anlagen-, Steuerungs- und Überwachungseinrichtungen
  - Einflüsse niedriger Temperaturen
- Erfassung der Druckverteilung unterhalb des Müllkörpers
- Abklärung der Wirkungsweise der Luftausbreitung
- Optimierung der Messintervalle
- Erstinformation über Ammoniumabbauraten im Abfall
- Erfassung der Veränderung der Bodenluft
- Erfassung lokaler Grundwasserverhältnisse

## Ergebnisse BVV sehr positiv

- Funktionsweise und Zusammenspiel von
  - Anlagen-, Steuerungs- und Überwachungseinrichtungen: OK
  - Einflüsse niedriger Temperaturen: kein Einfluss
- Druckverteilung unterhalb des Müllkörpers: entspricht Erwartungen, daher keine Messung im Endzustand
- Die Luftausbreitung im Randbereich entspricht Planungsansatz: Brunnenbeaufschlagung 20m<sup>3</sup>/h (2 Kompressoren)
- Optimierung der Messintervalle: eine Messung /Tag für die Einzelparameter ist ausreichend
- Ammoniumabbauraten im Abfall entsprechen der Planung
- **rasche Entscheidung zur vollflächigen Umsetzung !!!**

## Vollflächige Belüftung

- 208 Belüftungsbrunnen im 30m-Raster
- 4 Kompressorstationen mit 294 Einzelkompressoren
- 35 Bodenluftsonden
- Einbau aller Leitungen und Schächte unterflur:  
landwirtschaftliche Nutzung weiterhin möglich







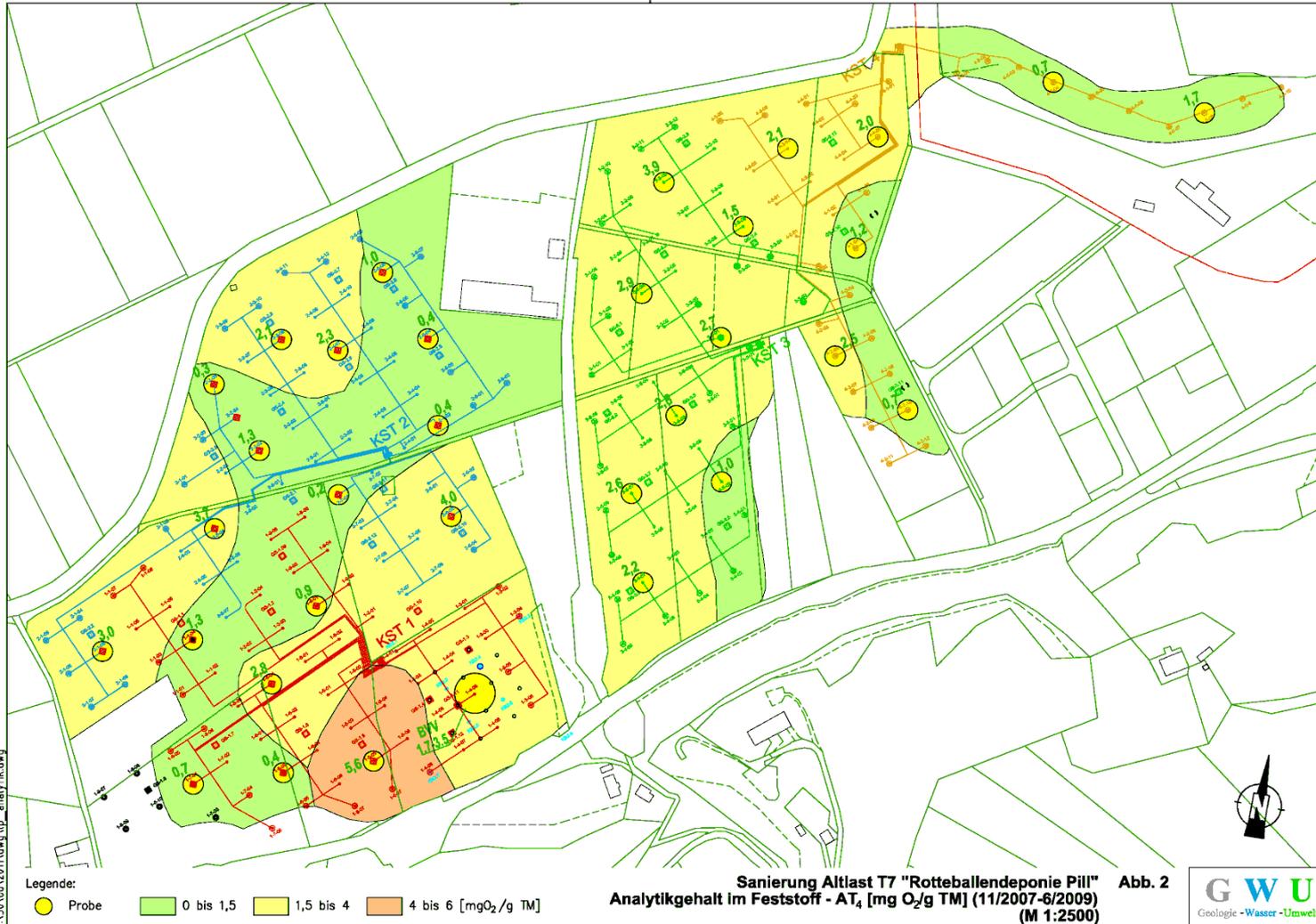
## Vollflächige Belüftung

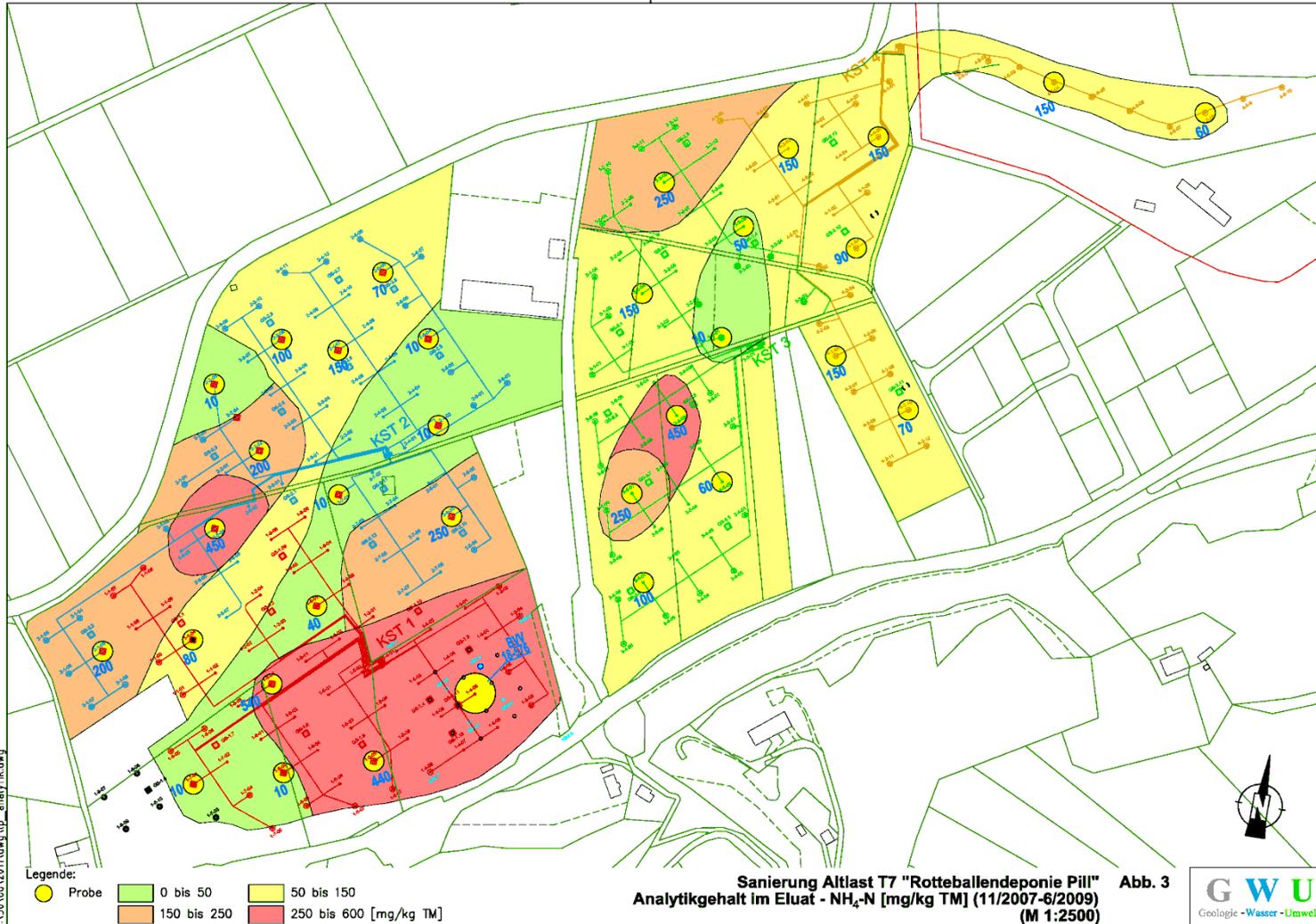
- Umsetzung in enger Zusammenarbeit vieler Beteiligter
- Projektsteuerung, örtliche Aufsicht, geologische Betreuung zur Festlegung des Brunnenausbaus, Abfallbeprobung, Beweissicherung
- Erdbau, Leitungsbau, Installateur, Elektriker, Montage Kompressoren und Gasanalytikgeräte, EDV

## Abfalluntersuchungen

- Enger Bohrraster liefert flächig Kenntnisse der Müllmächtigkeit und der Müllunterkante
- Ergebnisse Analytik Abfälle beispielhaft für
- TOC und  $AT_4$  im Feststoff
- $NH_4$ -N im Eluat







## Ergebnisse Abfallanalytik

- Teilweise noch relativ hohe TOC-Werte vermutlich auf schwer abbaubare Kunststoffkomponenten zurückzuführen
- relativ niedrige  $AT_4$ -Werte belegen vor Beginn der Belüftung sehr geringe biologische Aktivität
- $NH_4$ -N Konzentrationen belegen weit fortgeschrittenen Abbau

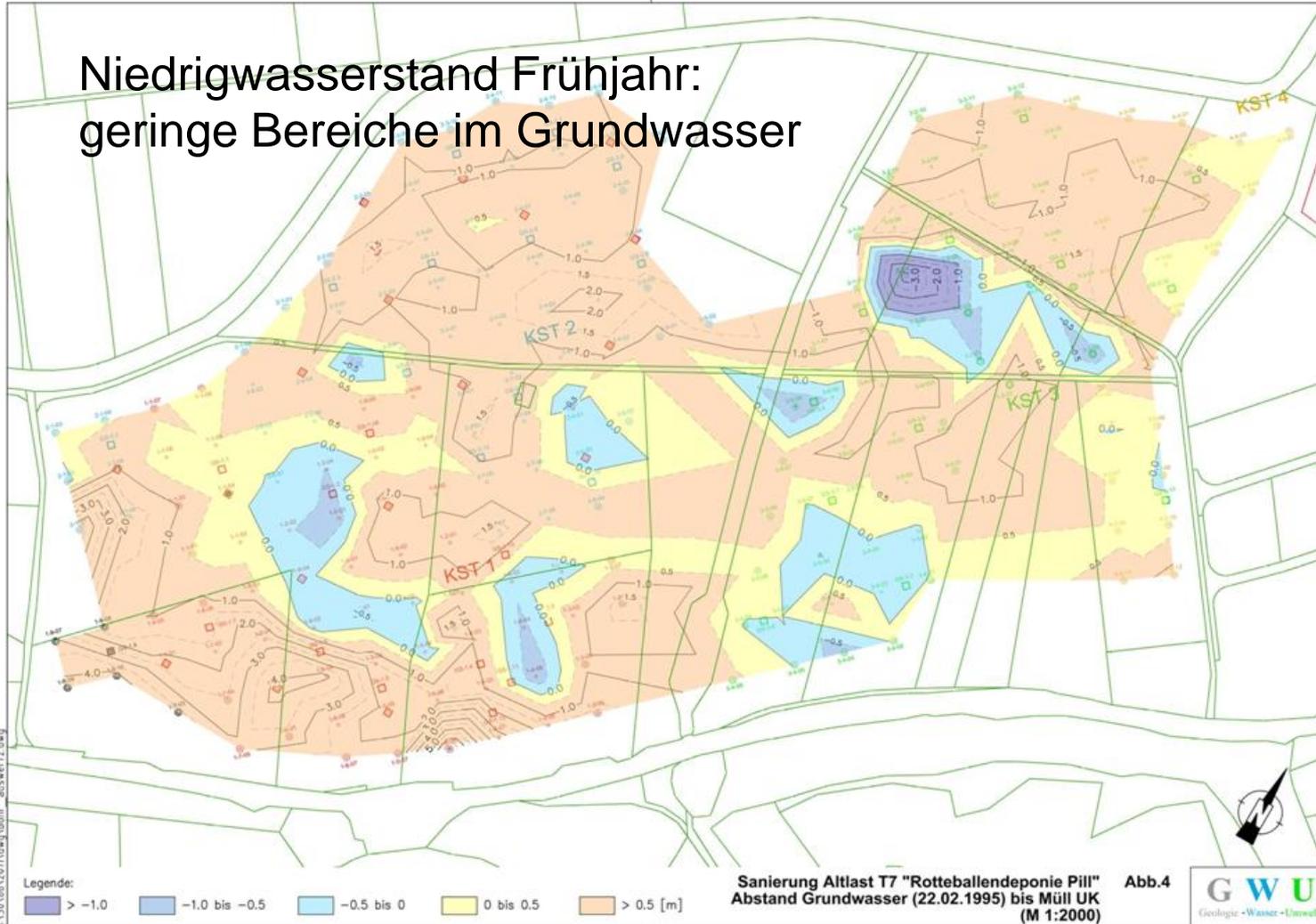
## Grundwasserstände und Druckverteilung

Im Lauf des Jahres markante Unterschiede bei gemessenen Drücken in den Belüftungsbrunnen. Warum?

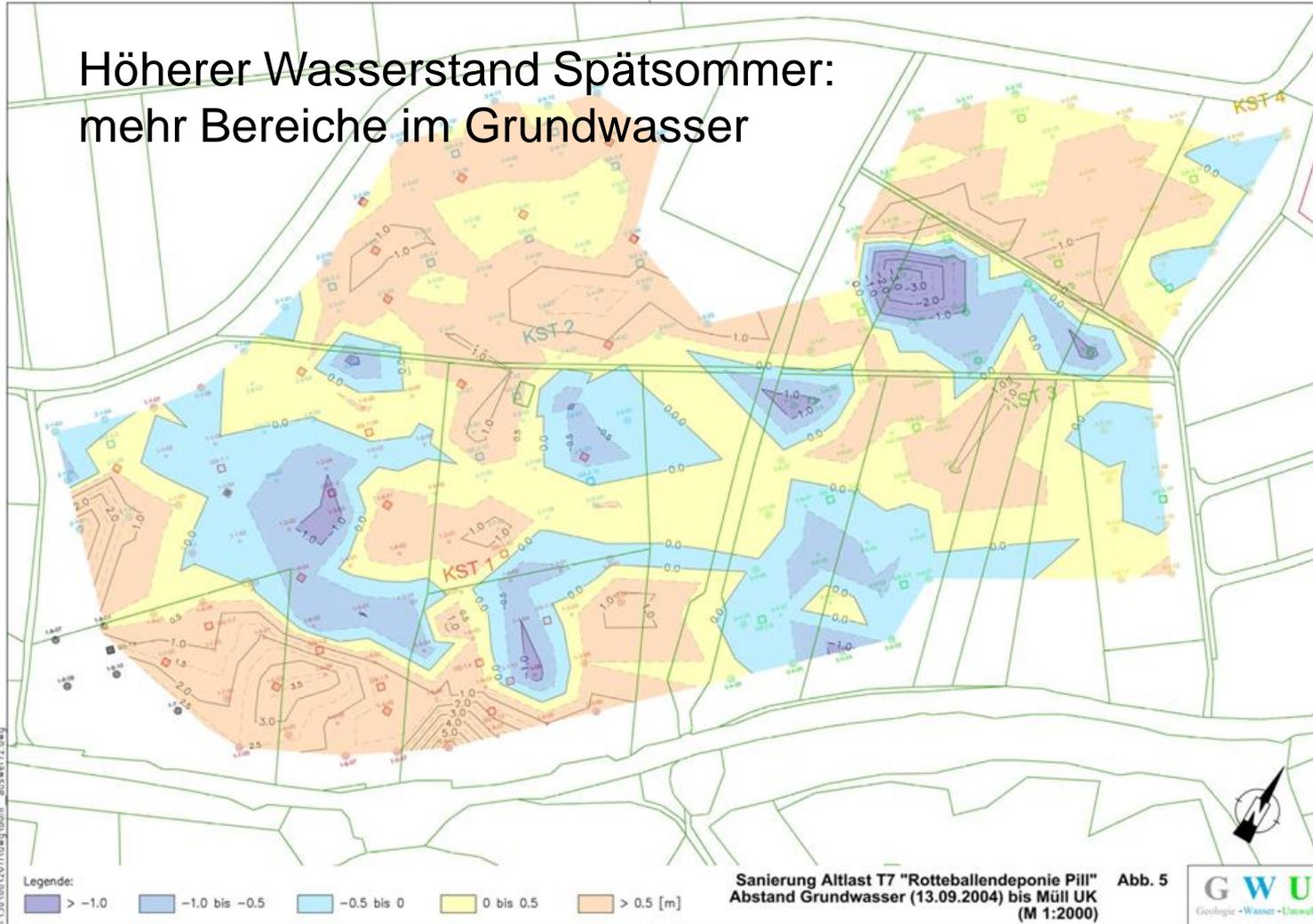
Ausgewertet wurden

- Abstände Grundwasser zur Müllunterkante (jeweils Frühjahr und Sommer)
- Verteilung Ergebnisse Druckmessungen in Belüftungsbrunnen (jeweils Frühjahr und Sommer)

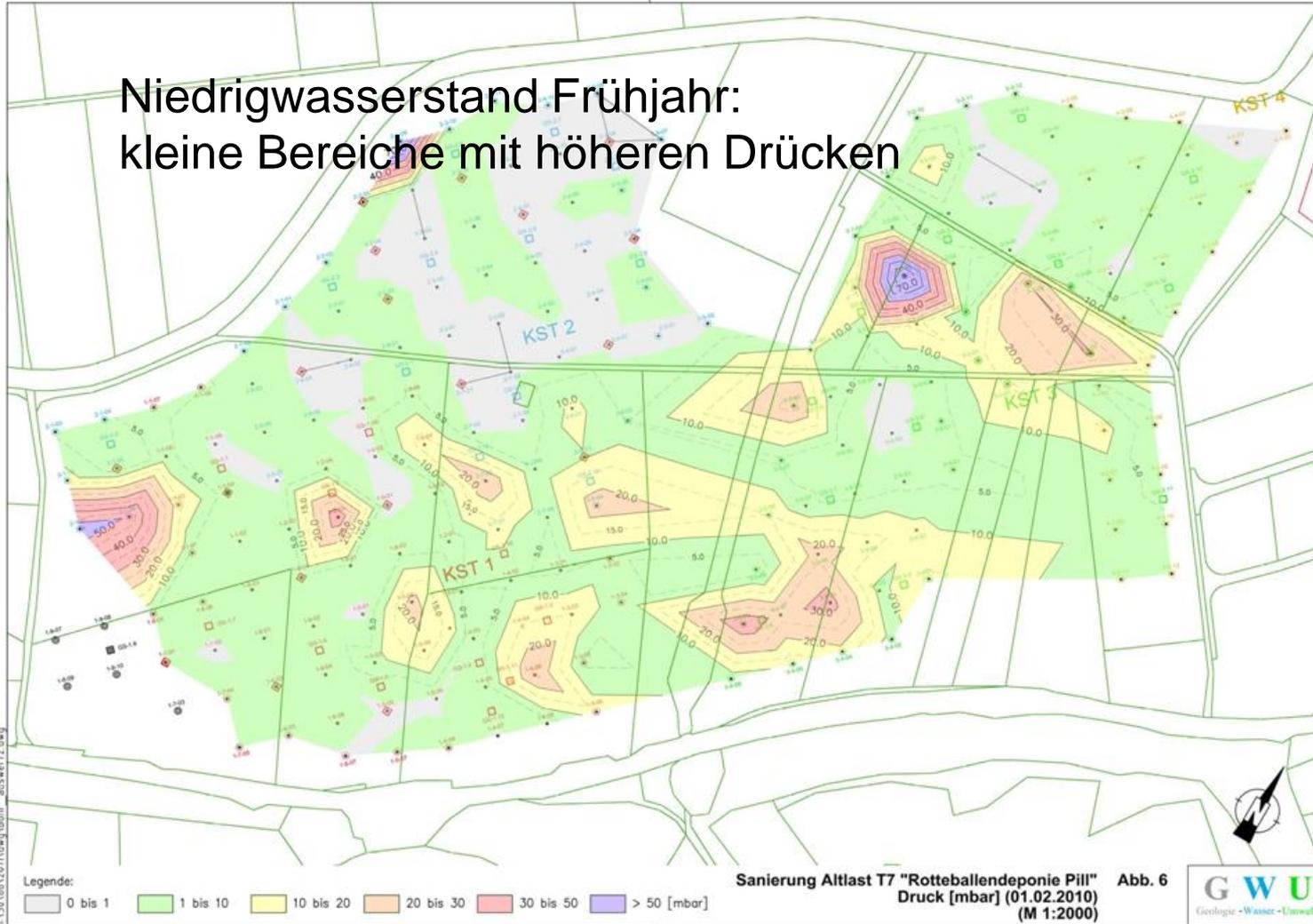
Niedrigwasserstand Frühjahr:  
geringe Bereiche im Grundwasser



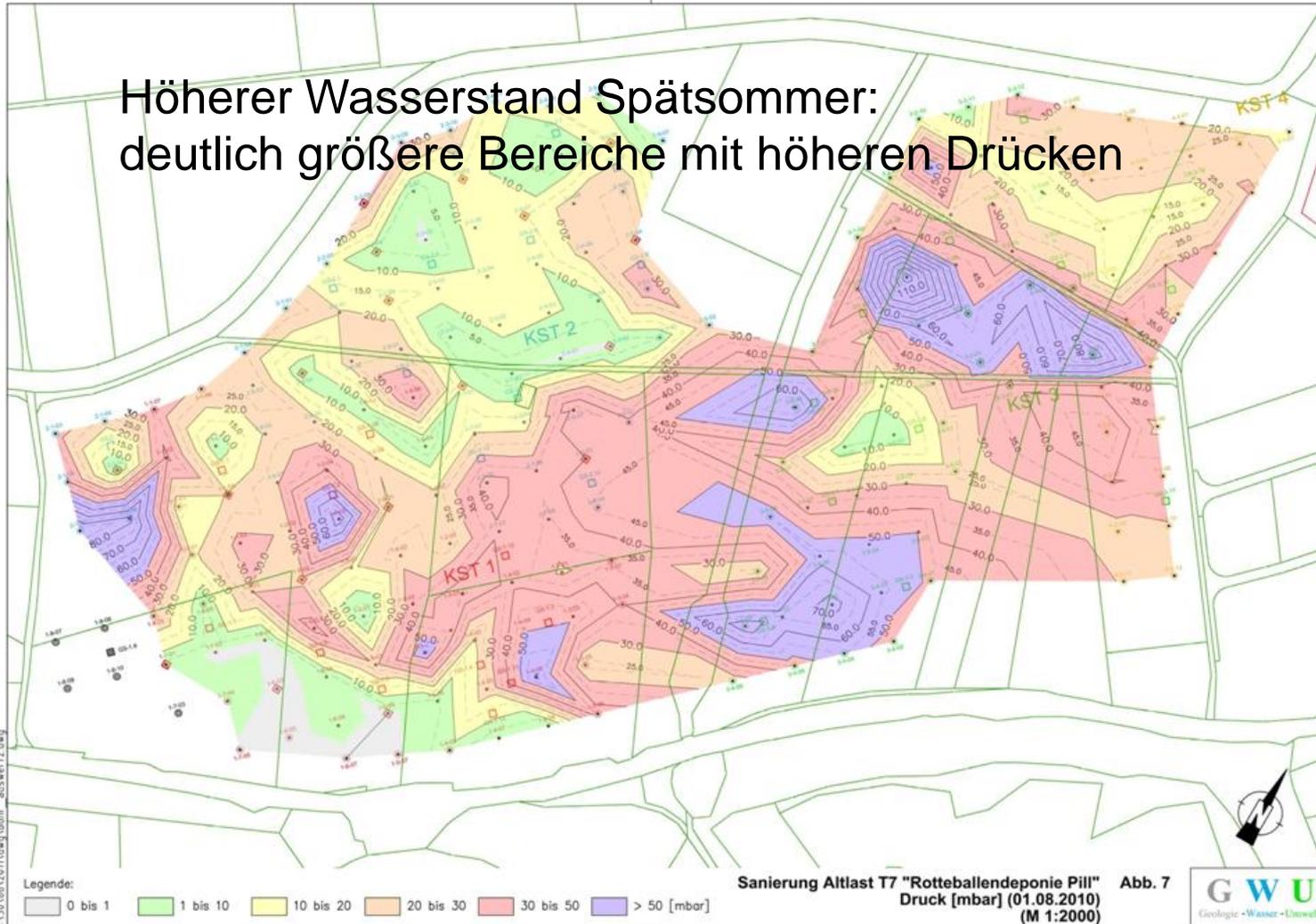
Höherer Wasserstand Spätsommer:  
mehr Bereiche im Grundwasser



Niedrigwasserstand Frühjahr:  
kleine Bereiche mit höheren Drücken



Höherer Wasserstand Spätsommer:  
deutlich größere Bereiche mit höheren Drücken



## Grundwasserstände und Druckverteilung

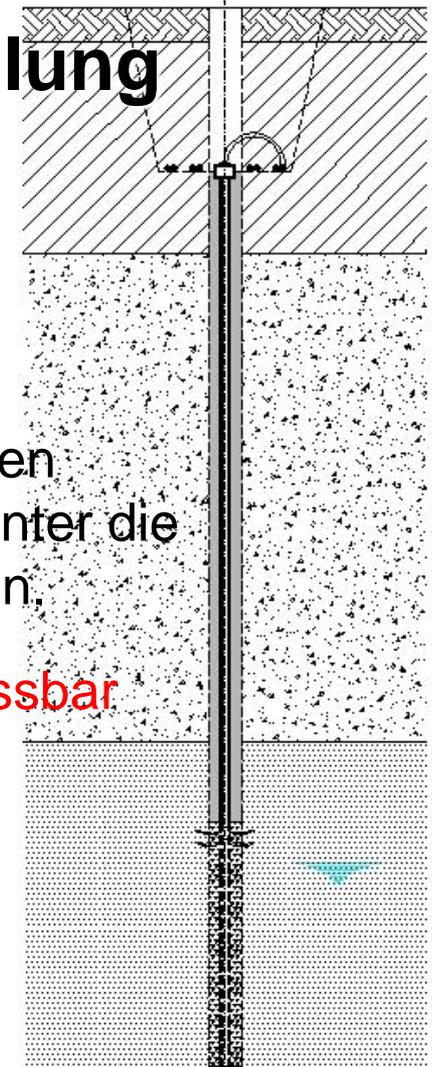
Zur Erinnerung:

Luftverteilung unterhalb Müll im gewachsenen Kies

Dichter Ausbau des Belüftungsbrunnens im Müllkörper

Bei hohem Grundwasserstand erreicht Wasser bis in den Vollrohrbereich. Die Luft muss erst das Grundwasser unter die Müllunterkante drücken um die Kiesschicht zu erreichen.

Daher bei Grundwasserhochstand höhere Drücke messbar

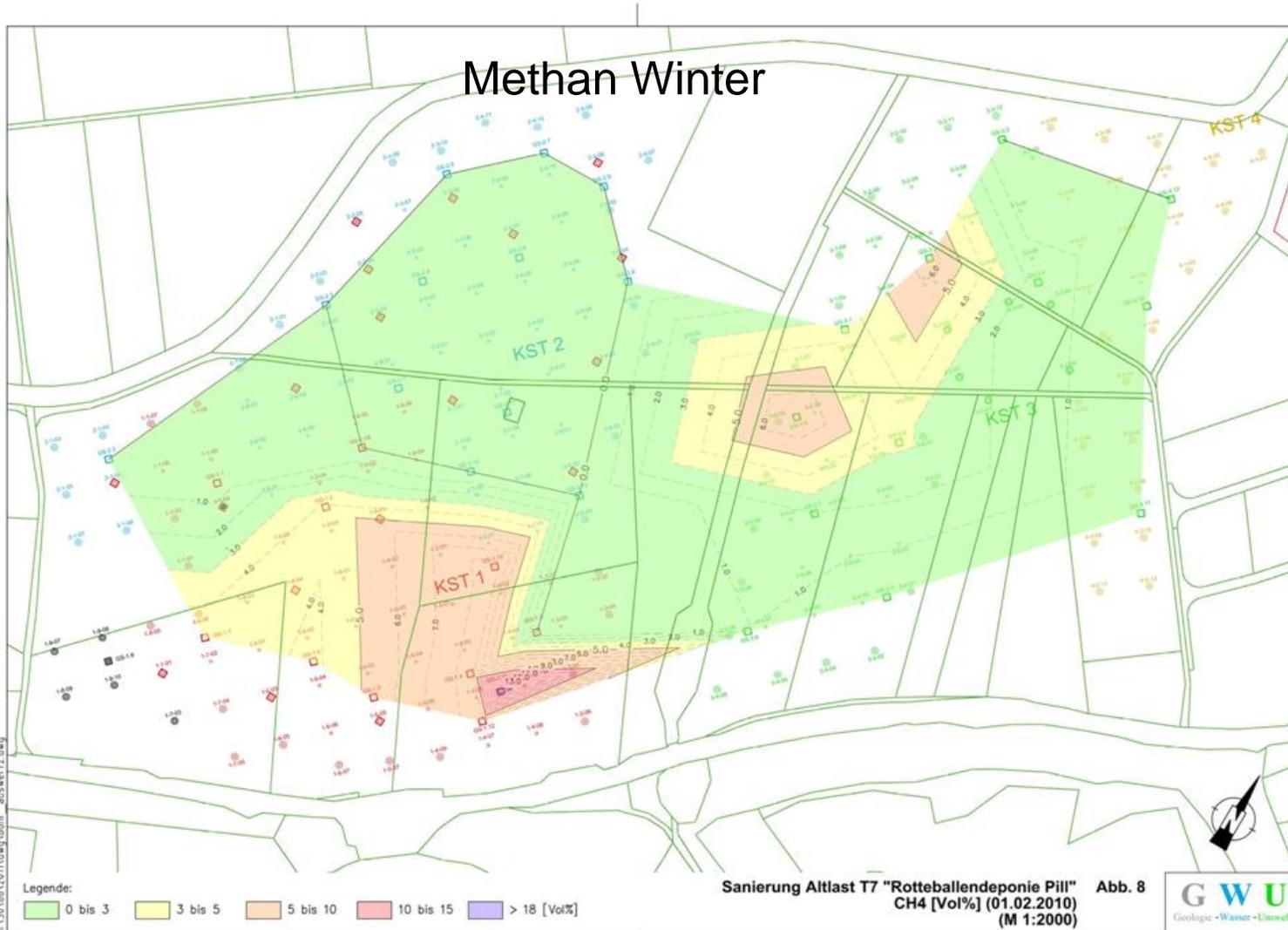


## Bodenluftkonzentrationen

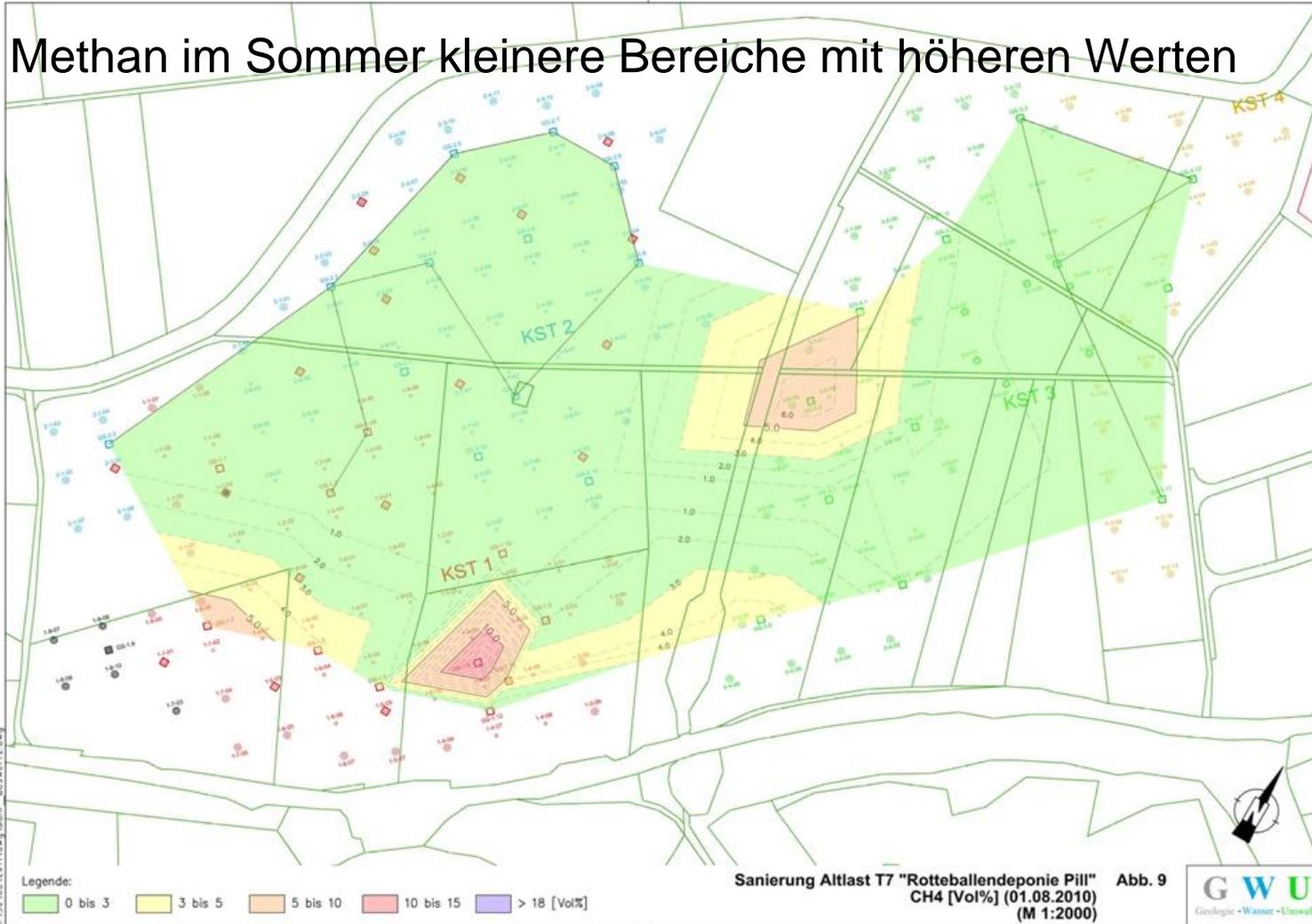
Auch bei den Ergebnissen der Bodenluftmessungen in den 35 Bodenluftsonden jahreszeitlich deutliche Unterschiede bei den Konzentrationen von Methan, O<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub>

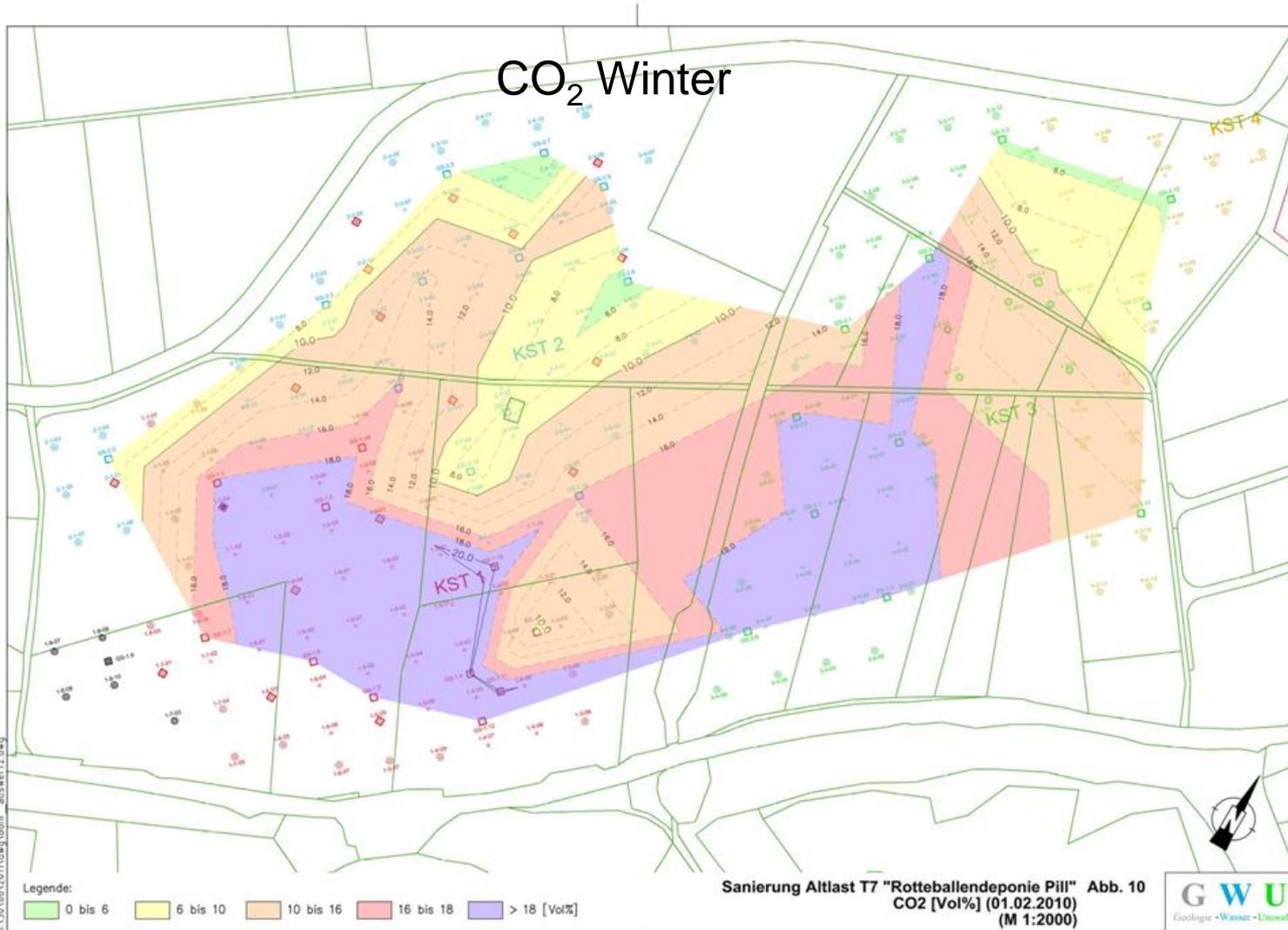
Ausgewertet wurden

- Verteilung der Methan-, O<sub>2</sub>- und CO<sub>2</sub>-Konzentrationen jeweils im Frühjahr und Sommer

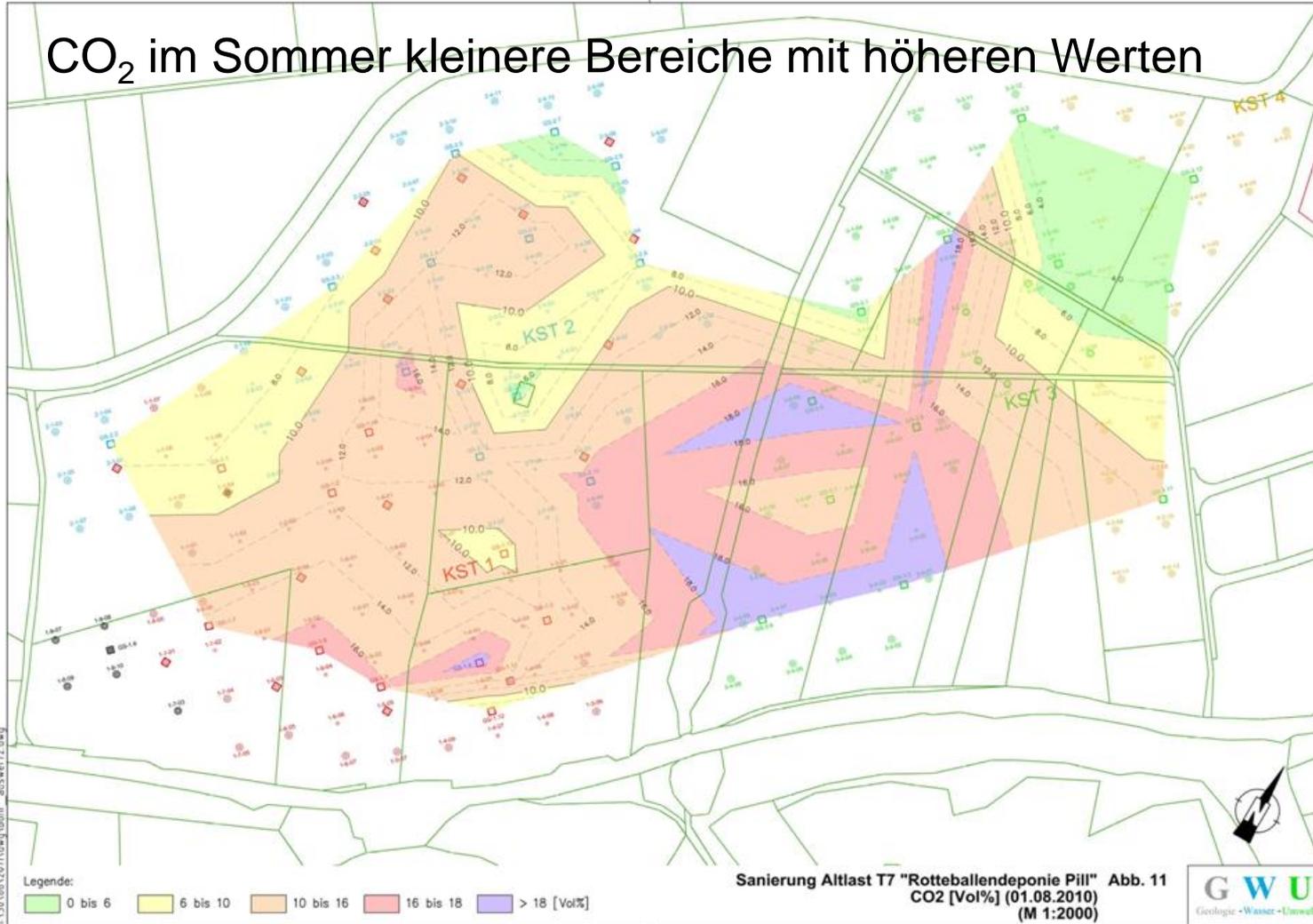


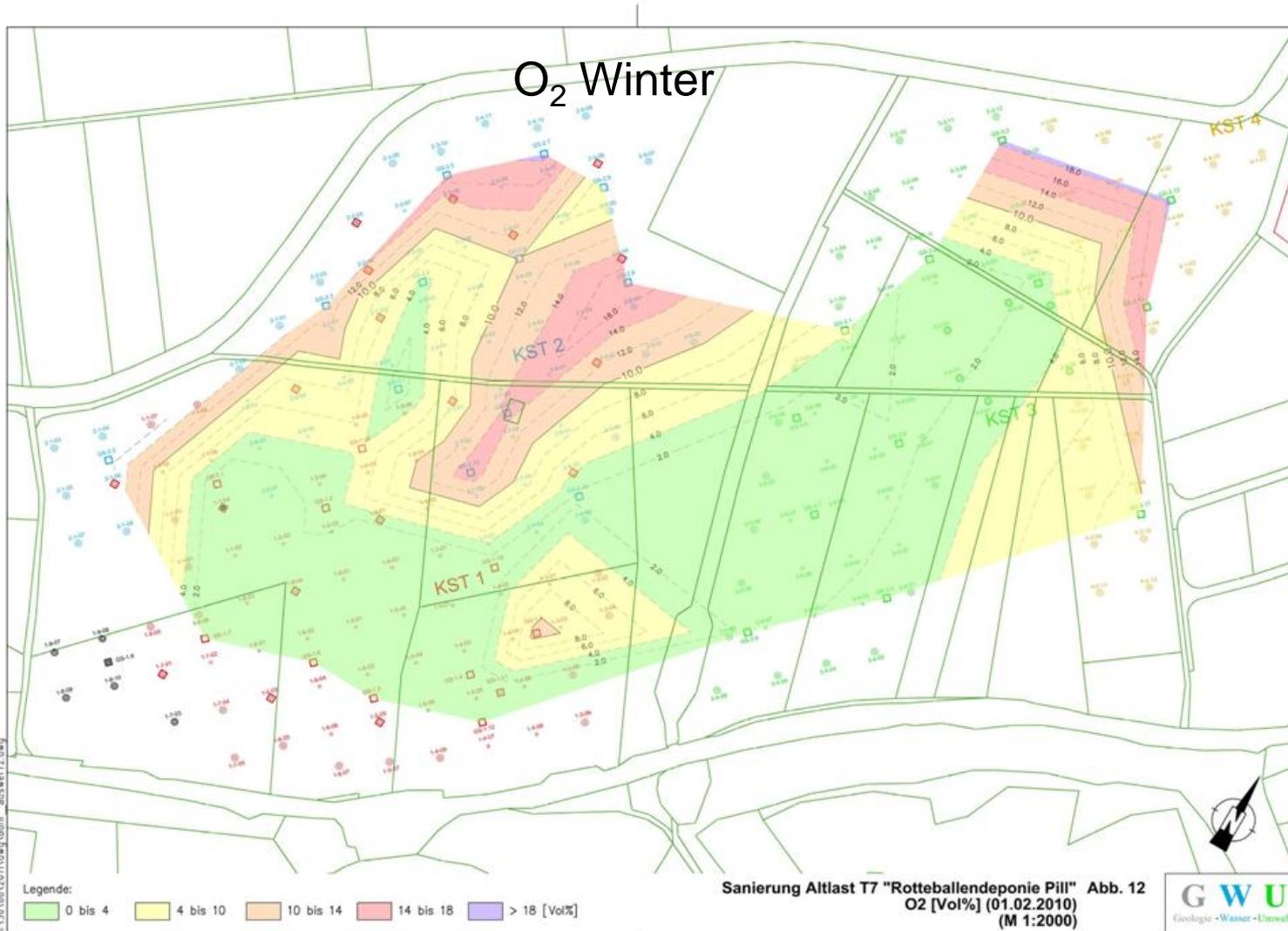
Methan im Sommer kleinere Bereiche mit höheren Werten



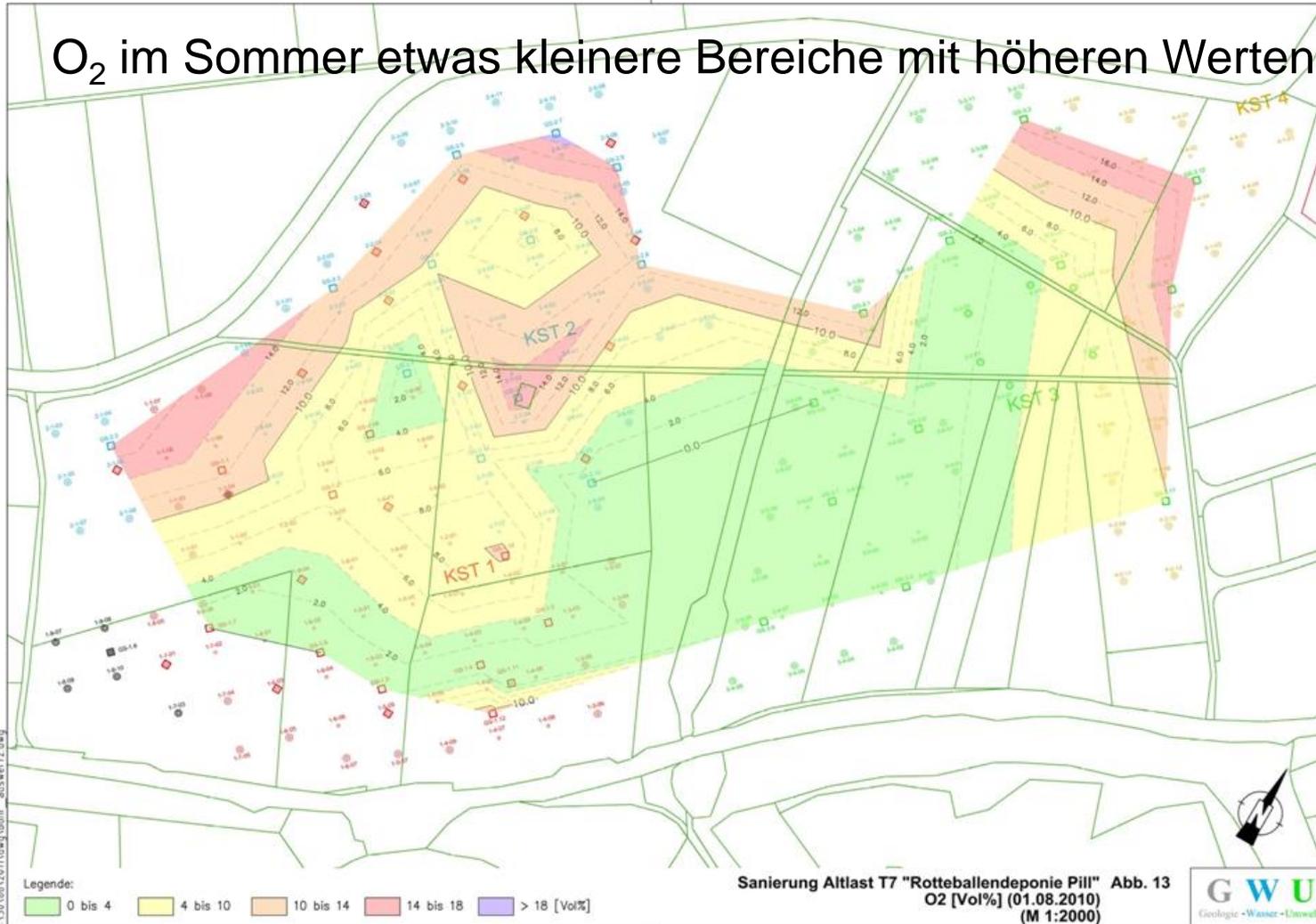


CO<sub>2</sub> im Sommer kleinere Bereiche mit höheren Werten





O<sub>2</sub> im Sommer etwas kleinere Bereiche mit höheren Werten



## Bodenluftkonzentrationen

Noch keine schlüssige Interpretation für Veränderungen möglich.

Weitere Beobachtungen der regelmäßigen (?) Veränderungen in den Folgejahren sollte Erklärung ermöglichen.

## Grundwasserbeweissicherung

Prognostiziert wurde aufgrund der Aerobisierung ein Rückgang der Ammonium- und ein Anstieg der Nitratkonzentrationen.

Die Analytik nach dem 1. Betriebsjahr der VFB zeigt die erwartete Entwicklung nur in Ansätzen.

Gründe dafür:

- Erhöhte Mobilisierung aufgrund des Leitungsbaus
- Langsame Grundwasser-Fließgeschwindigkeit

**Nach dem ersten Betriebsjahr erlauben die bisherigen Ergebnisse einen positiven Ausblick auf eine erfolgreiche Umsetzung der Sanierungsmaßnahme**

**Über die Auswertungen der Messdaten und den Erfolgsnachweis berichtet nun Herr Finsterwalder.**

