

BIOSAN

Erkenntnisse zum Bioventing für den Abbau von MKW in der ungesättigten Bodenzone

Bernhard Wimmer, Paul Kinner, Andrea Watzinger, Thomas G. Reichenauer

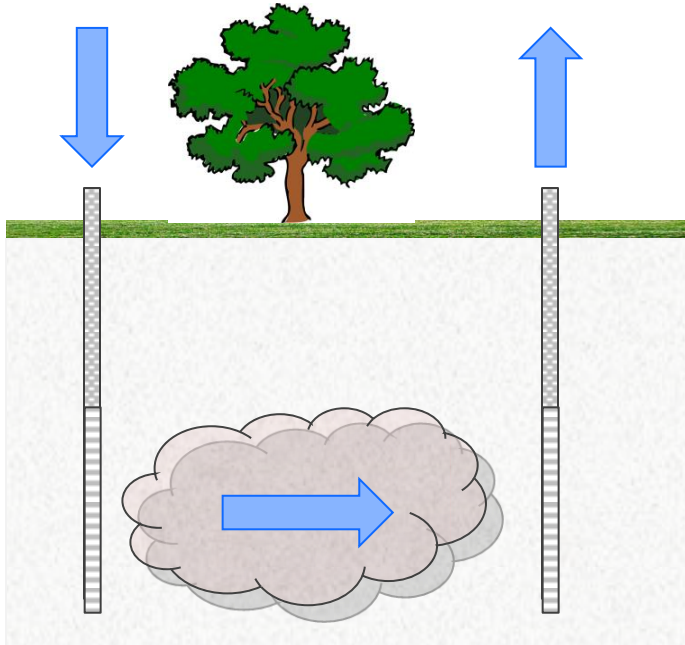


**MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWERTES
ÖSTERREICH**

funded by the Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management (BMLFUW); Management by Kommunalkredit Public Consulting GmbH



Bioventing vs. Bodenluftabsaugung

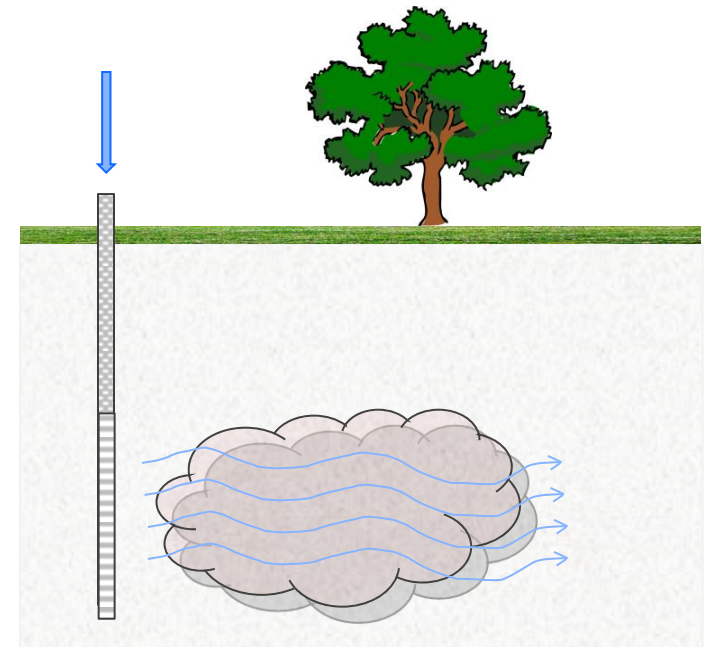


Bioventing

- Geringe Absaugraten bzw. Belüftungsraten
- Biostimulation des mikrobiellen Abbaus
- Keine Abluftreinigung notwendig
- Anlagentechnik weniger aufwändig

Bodenluftabsaugung (Soil vapor extraction):

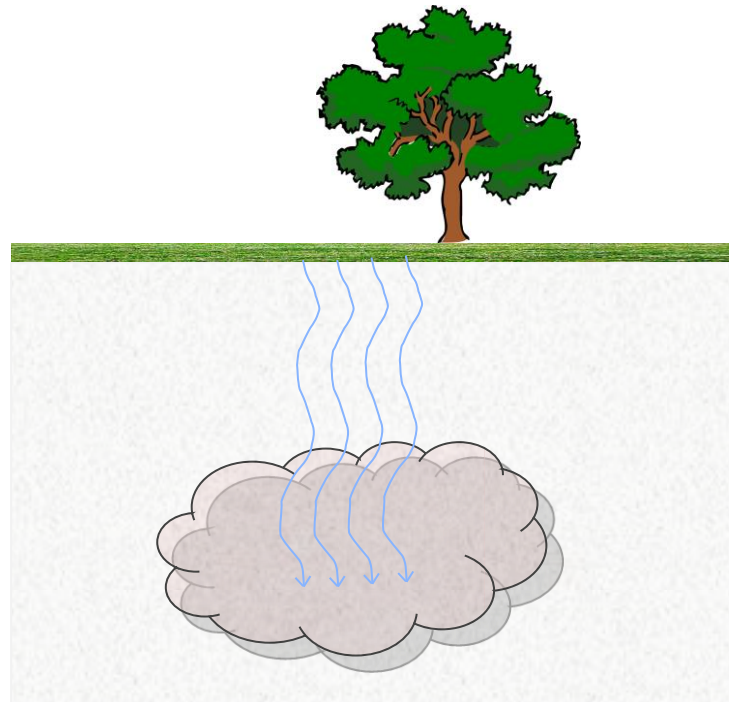
- Hohe Absaugraten bzw. Belüftungsraten
- Volatilisierung der Schadstoffe
- Abluftreinigung
- Aufwändigere Anlagentechnik



Passive Bioremediation

Sauerstoffdiffusion

- Eindringtiefe?
- Nährstoffaufbringung
- Monitoring
- Kostengünstig



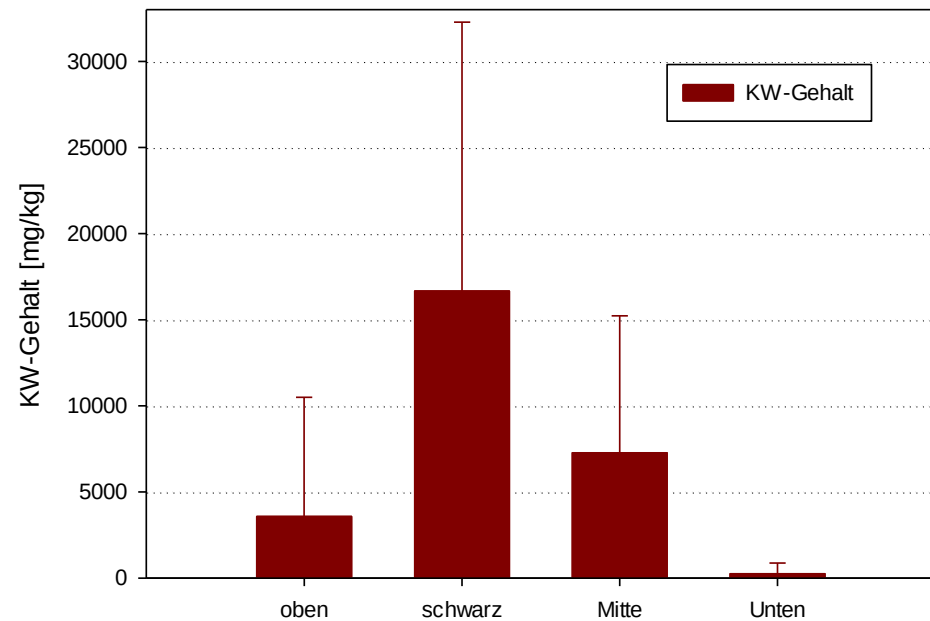
Vorerkundung Petroleumhof



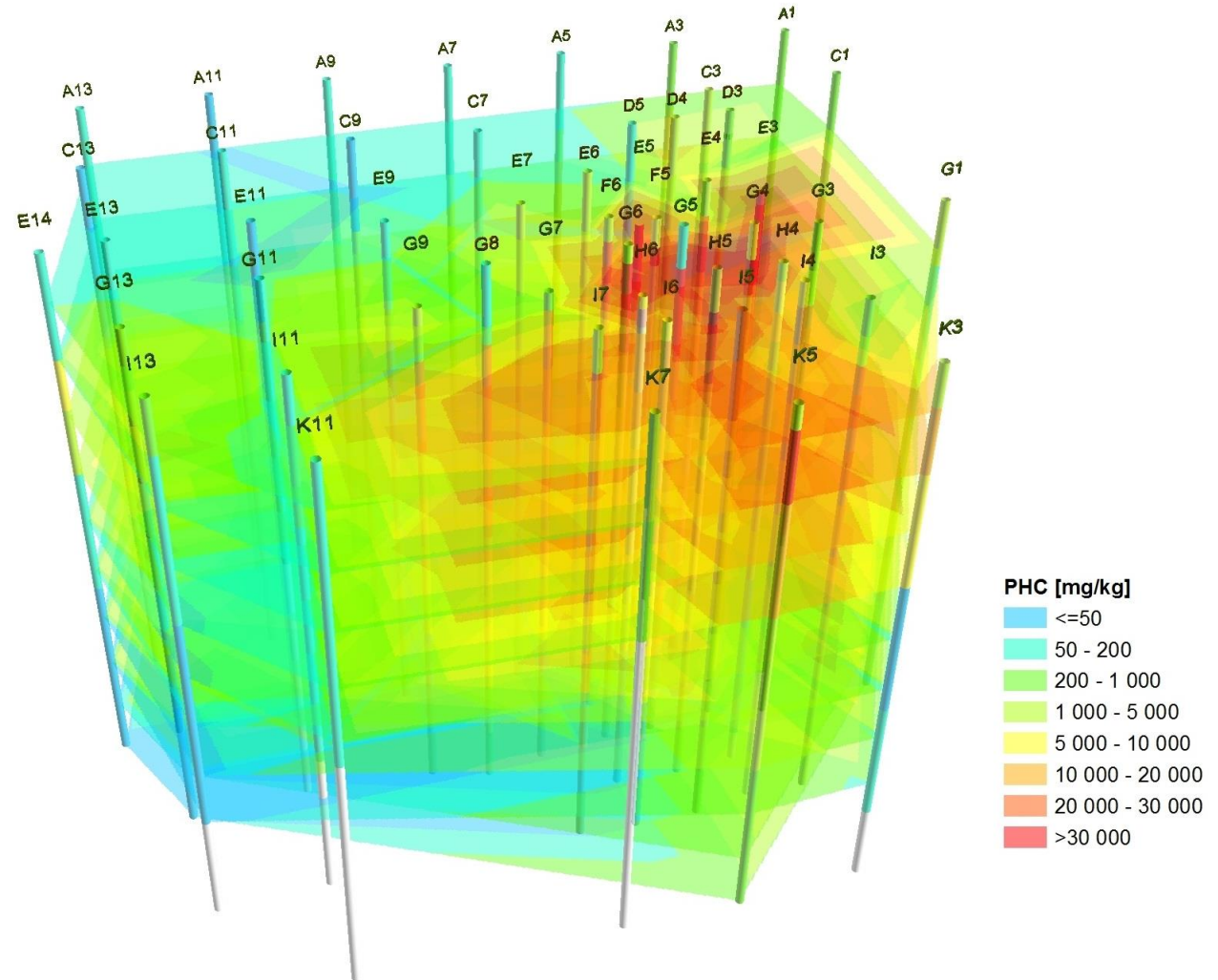
3D-Schadensbild der ungesättigten Zone



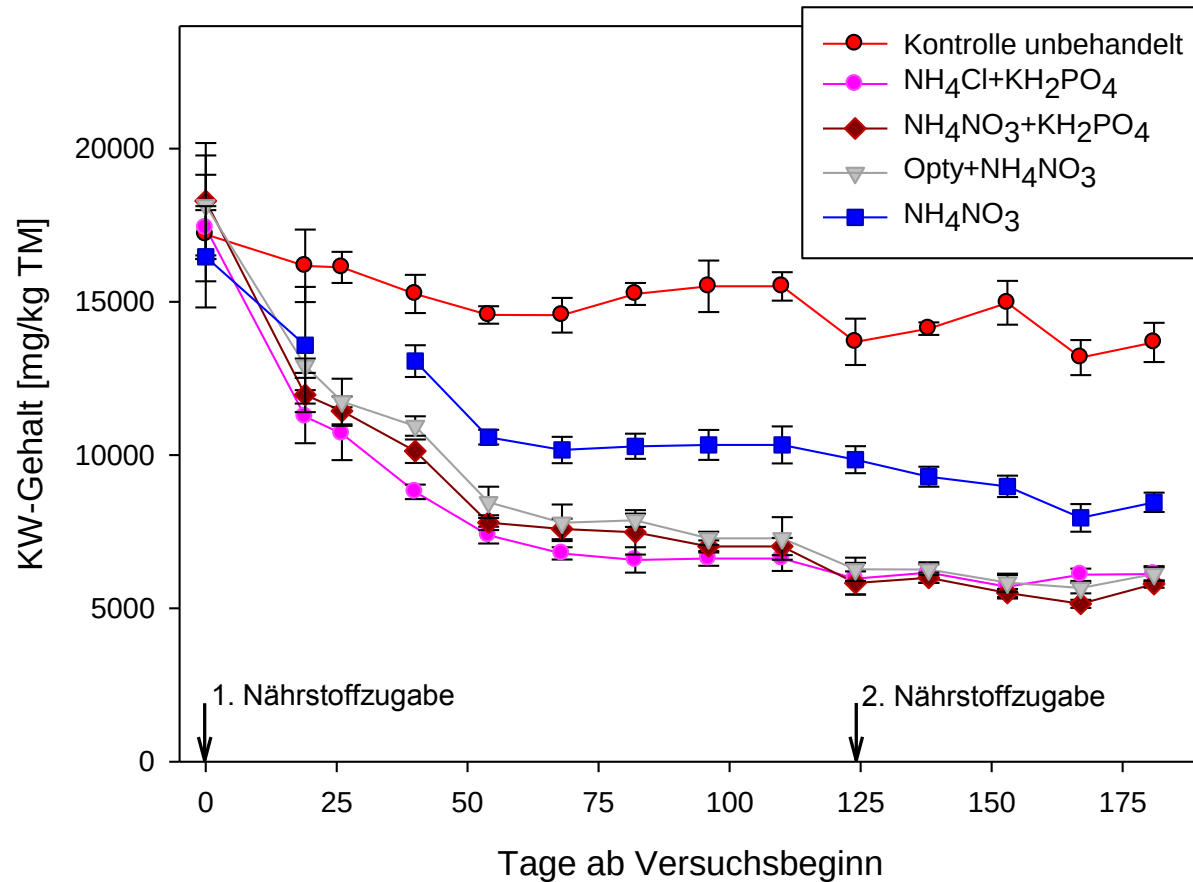
Schicht	Tiefe (ungefähr)
Beton	0-25 cm
oben	25-50 cm
Kohleschicht	50-100/120 cm
Mitte	100-300 cm
unten	300-500 cm



3D-Schadensbild der ungesättigten Zone

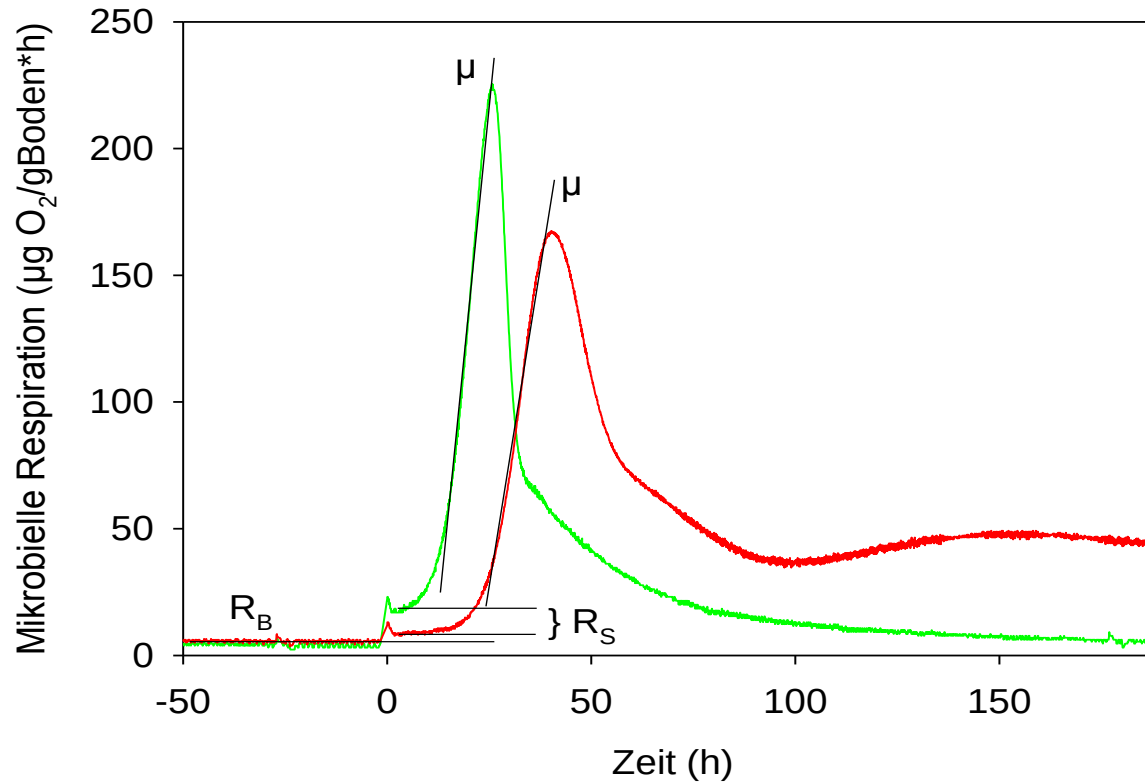


Voruntersuchungen: Abbauversuch im Labor



- Wasserhaltekapazität: 50 %
- Zugabe von unterschiedlichen Nährstoffen

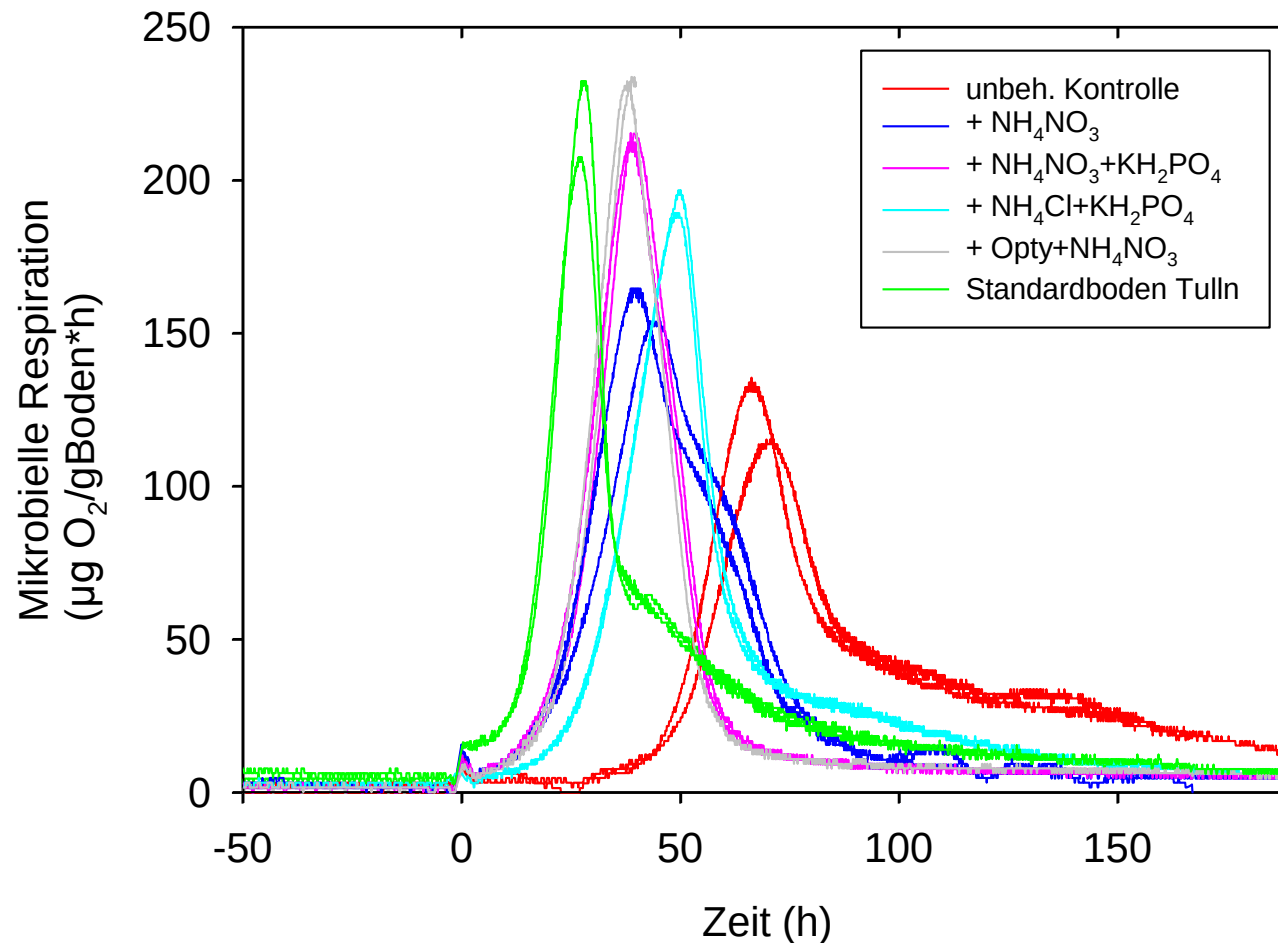
Voruntersuchungen: Respirationstest



Rot: MKW-kontaminierter Boden vom Standort Petroleumhof

Grün: Kontrollboden (Ackerboden Tulln)

Voruntersuchungen: Respirationstest



- Keine Anreicherung toxischer Abbauprodukte
- Limitierung der Bioverfügbarkeit

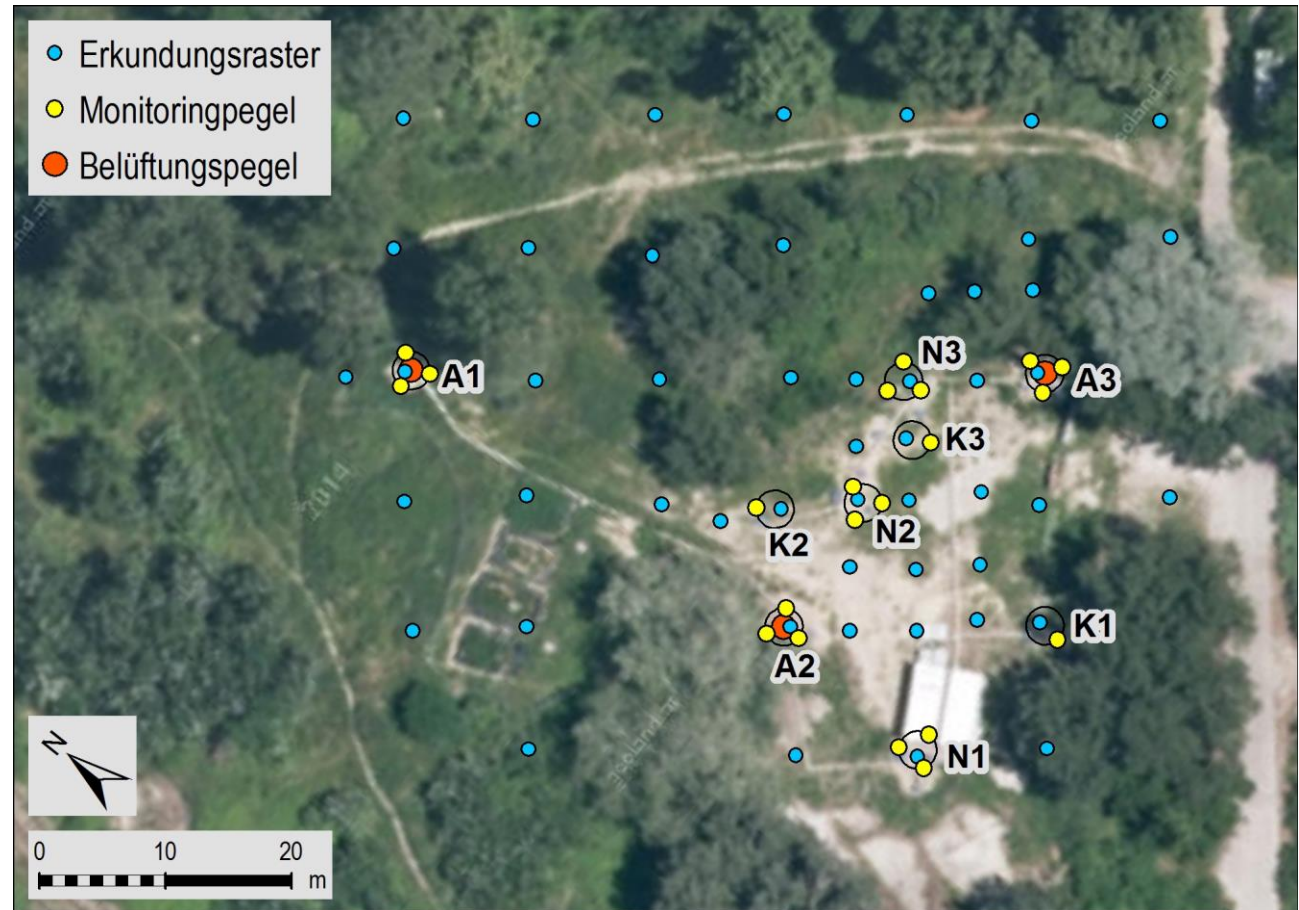
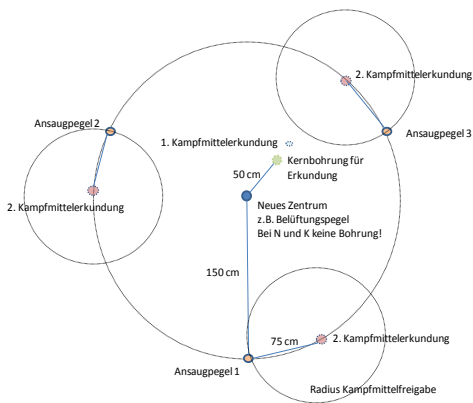
Versuchsanlage Bioventing

Versuchsvarianten:

A: belüftet+Nährstoffe

N: Nährstoffe

K: Kontrolle



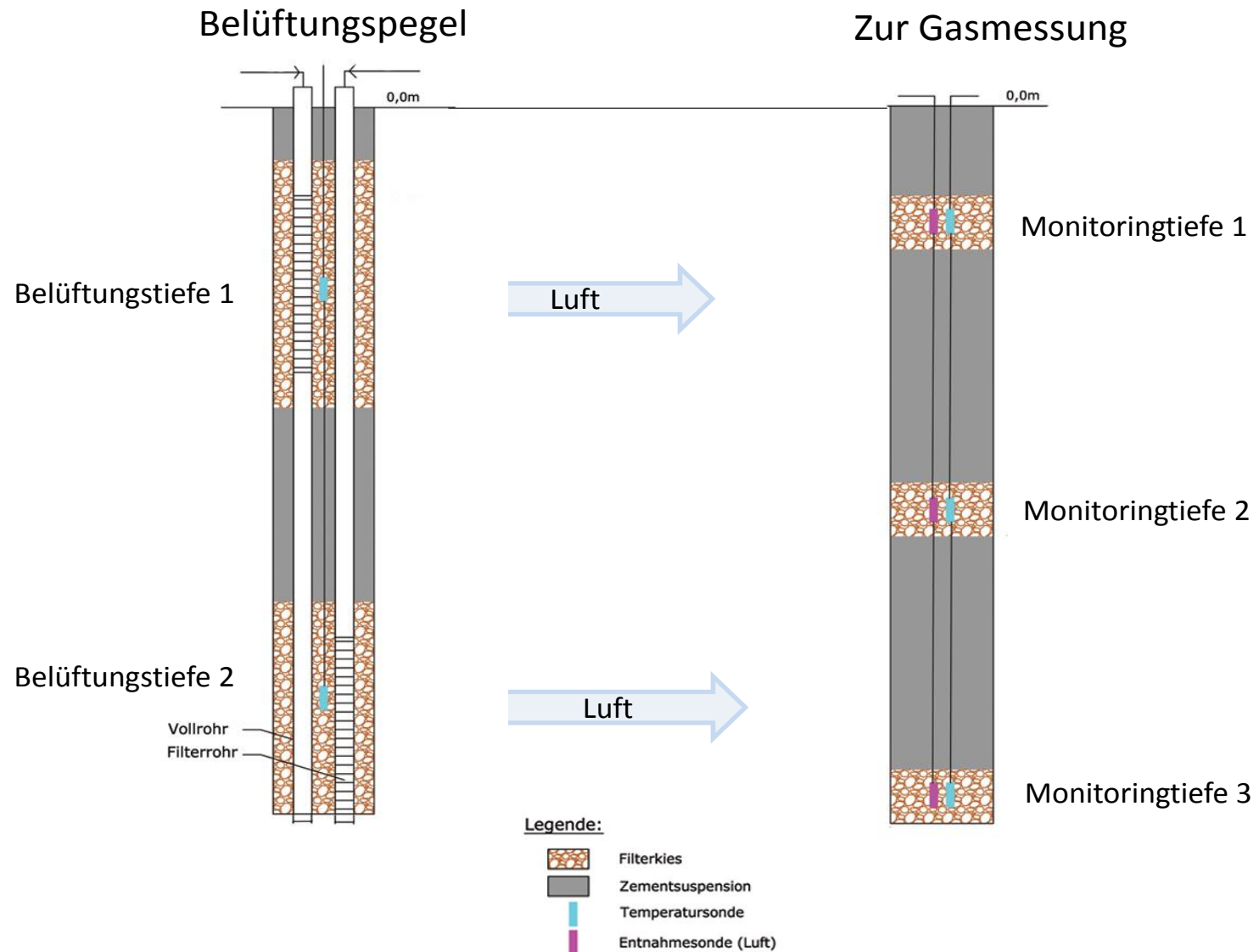
- A-Plots, N-Plots: je 3 Monitoringpegel (Abstand 1,5 m)
- K-Plots: 1 Monitoringpegel
- Wiederholungen pro Variante: 3

Mietensanierung

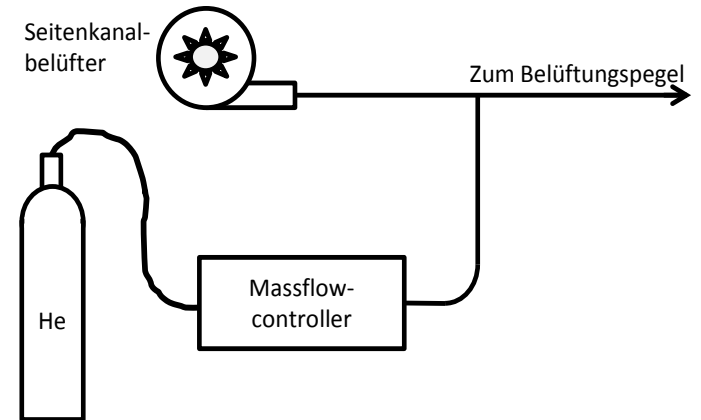
- Dreimalig Nährstoffzugabe + Bewässerung
- Boden gewendet mit Radlader



Belüftungspegel - Monitoringpegel



Container

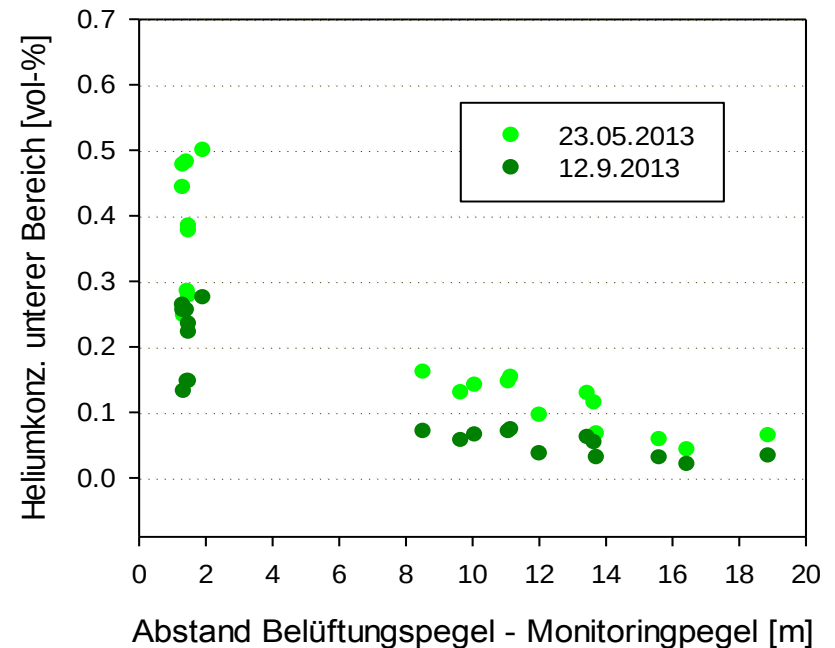
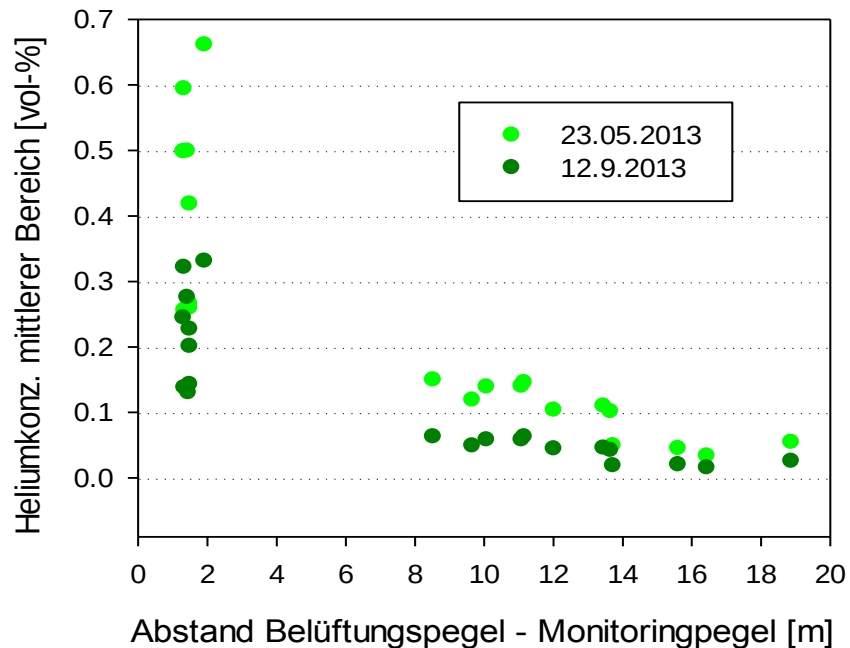


- Automatische Ventile zur Gasmessung
- Dotierung Helium als Tracergas
- Konzentration Helium: ca. 1,5 vol-%
- Eingebraachte Luft: im Schnitt 105 l/h pro Versuchsplot; in 2 Jahren ca. 2000 m³



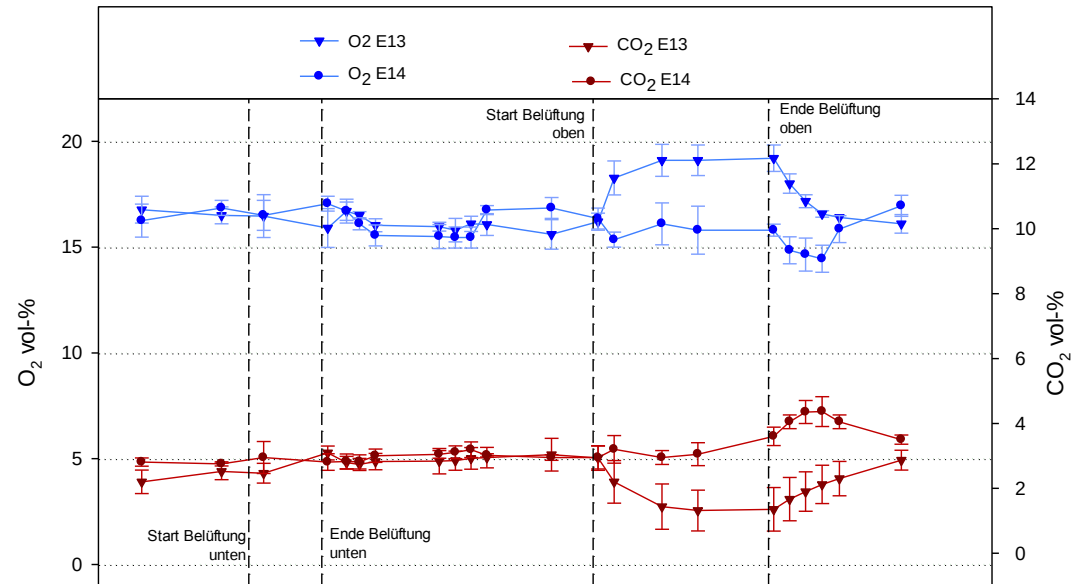
Heliumkonzentrationen in Abhängigkeit von der Entfernung zu den Belüftungspegeln

- Hintergrundkonzentration Helium: 5 ppm = 0,005 vol-%

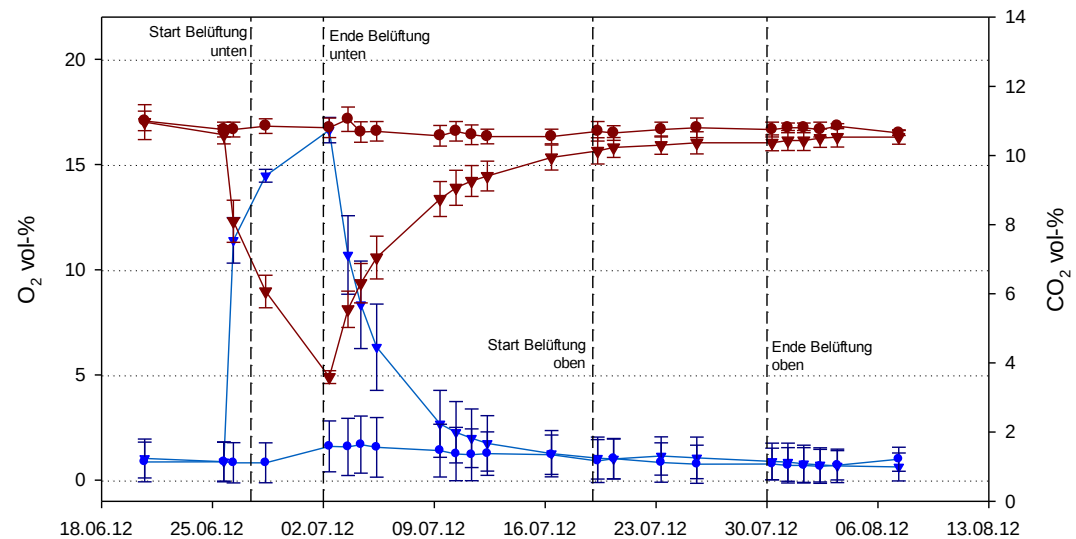


In-situ Respirationtest zu Versuchsbeginn

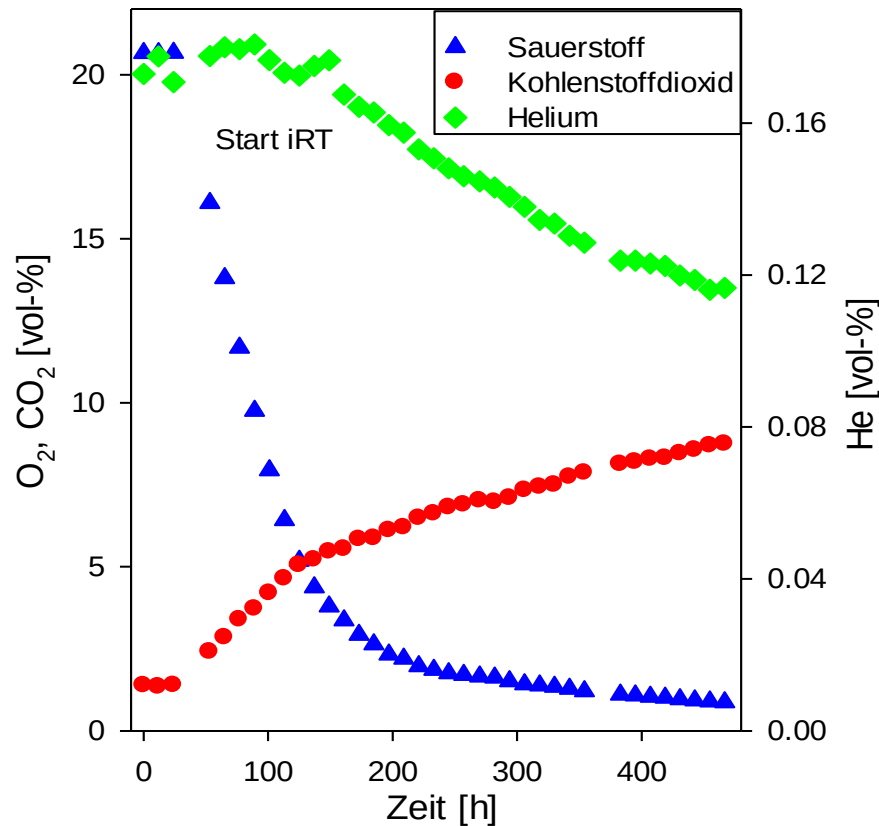
Oberer Horizont



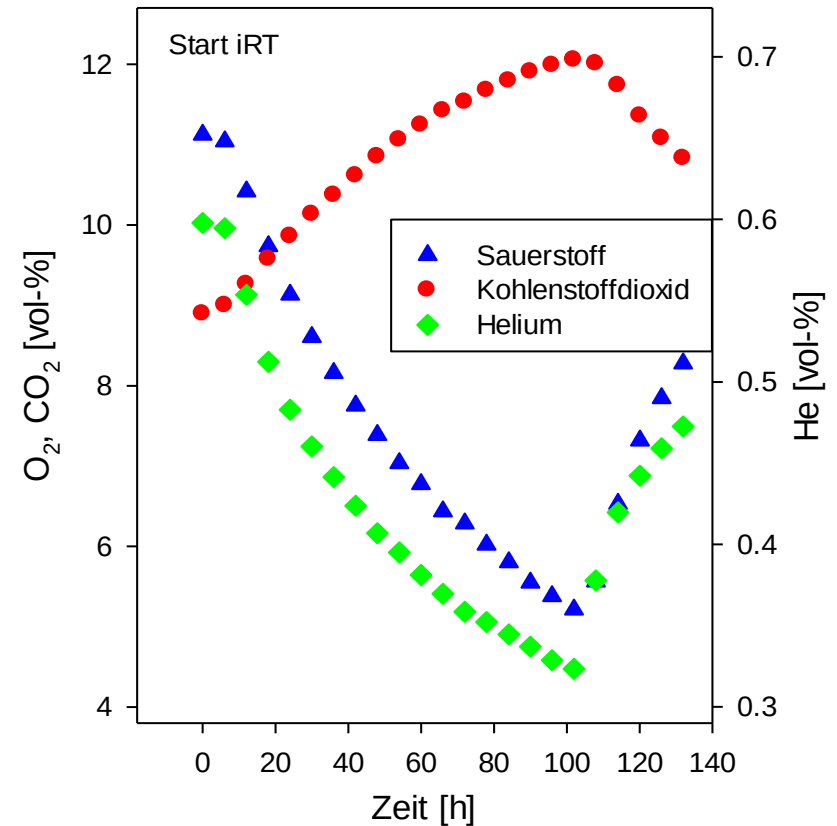
Unterer Horizont



In-situ Respiationsversuch während der Sanierung



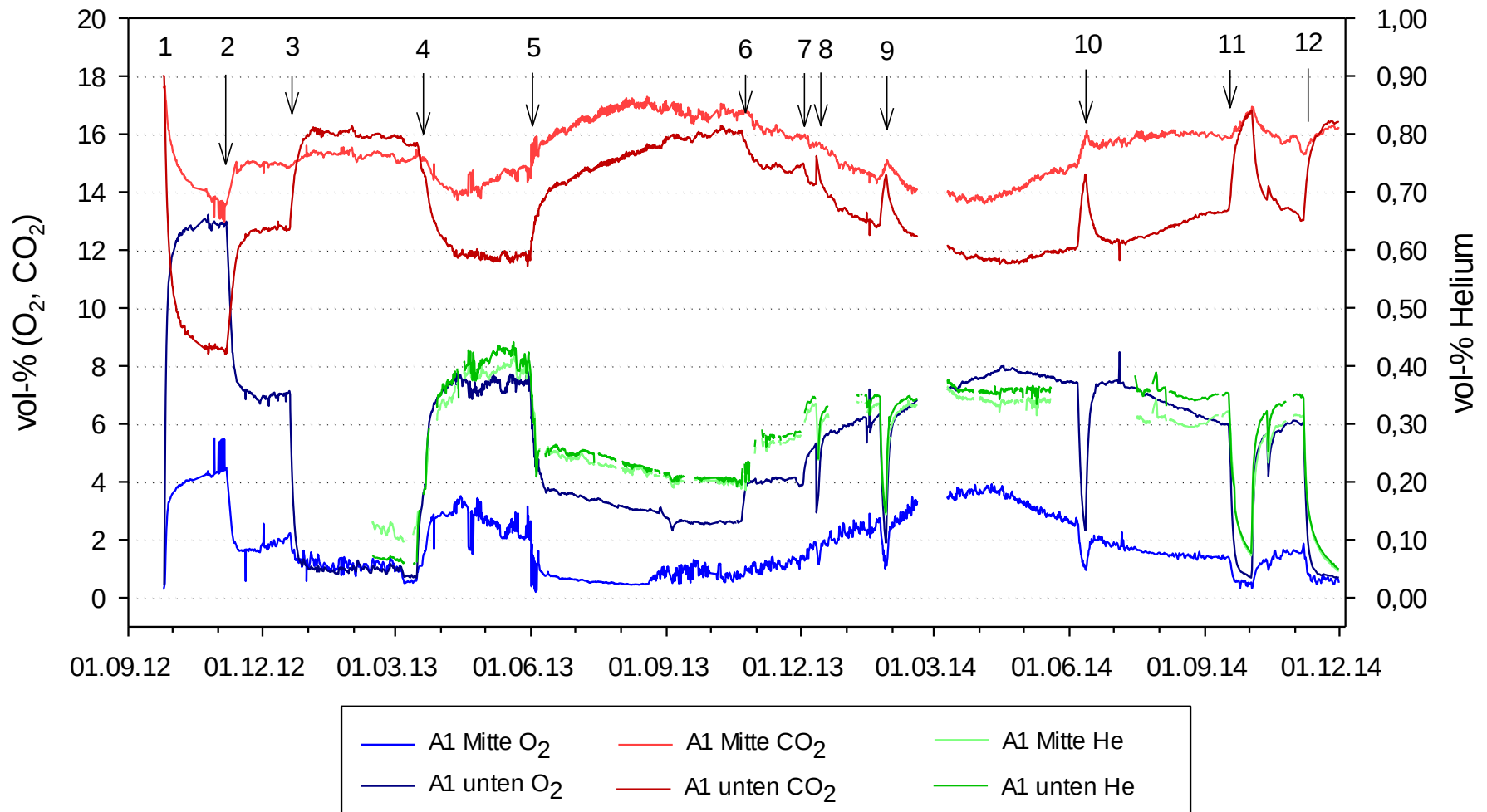
Hohe Belüftungsrate



Niedrige Belüftungsrate

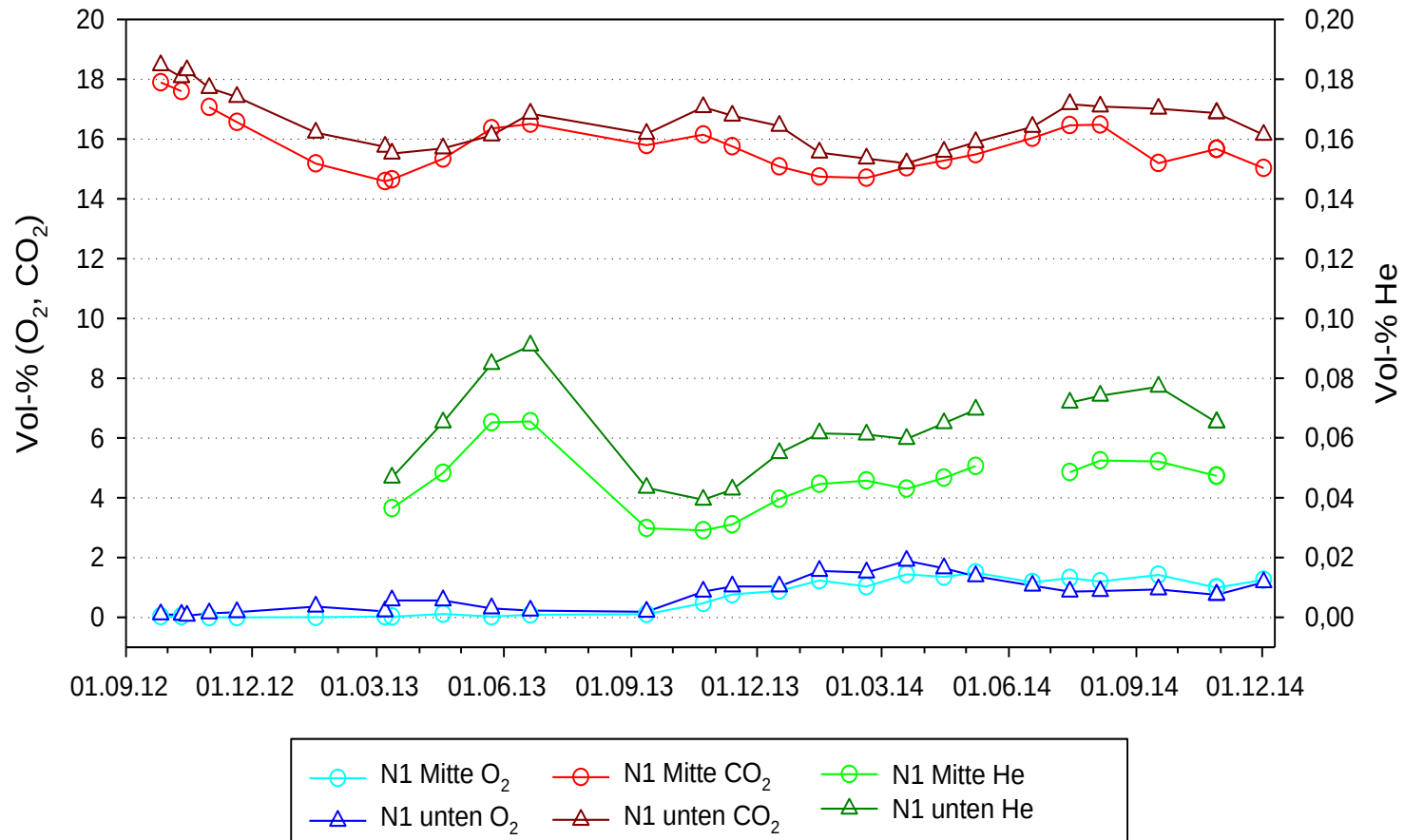
O₂- und Heliumkonzentrationen Versuchsplot A1

- Änderung der Belüftungsraten
- In-situ Respirationsversuche



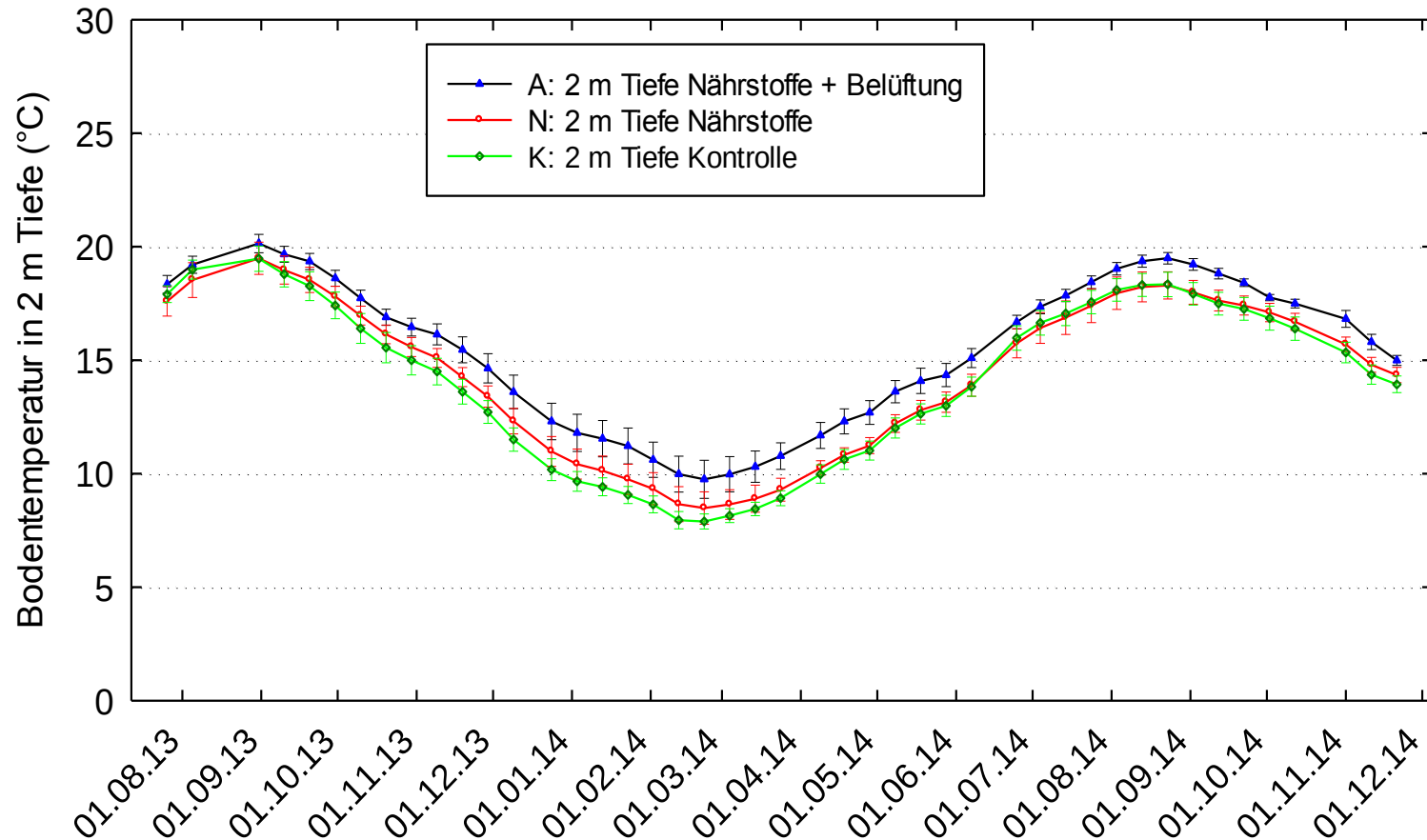
O₂- und Heliumkonzentrationen Versuchsplot N1

- Änderung der Belüftungsraten
- In-situ Respirationsversuche



Bodentemperatur

2 m Tiefe, 3 Sensoren je Variante

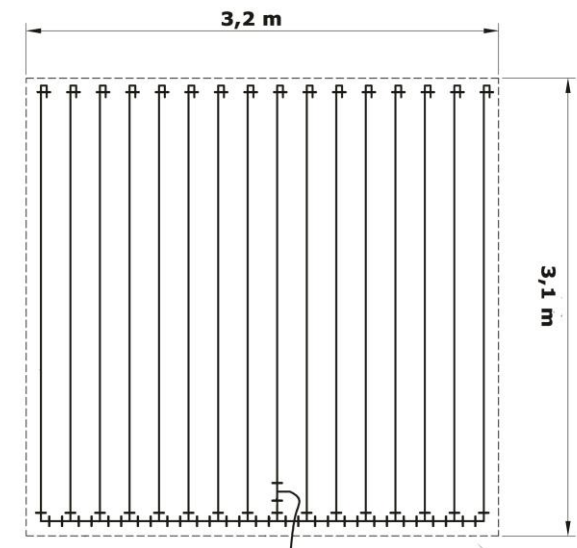


Nährstoffaufbringung

- Aufbringung von Stickstoff, Phosphor, Kalium in gelöster Form (ca. 10:1:1)
- Bewässerungsrechen (Sprühöffnungen: 20 x 20 cm)
- 6 Bewässerungsgaben in 2 Jahren
- Beregnungsmenge: 270 mm pro Gabe (ca. 1 Woche)
- Beregnungsintensität: ca. 5 mm/h
- Beregnung erfolgte während der Nachtstunden

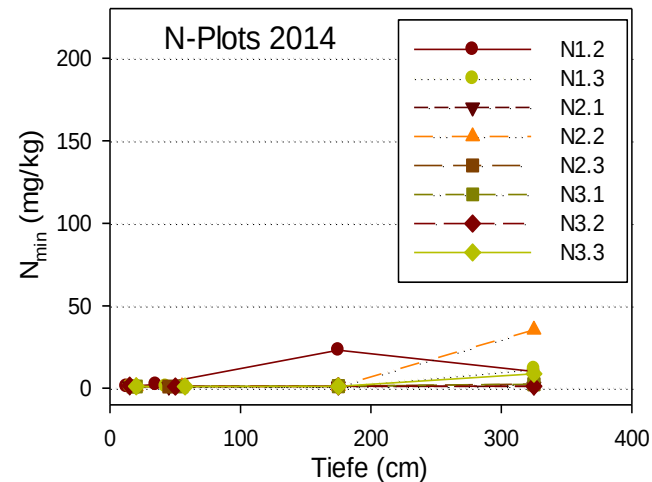
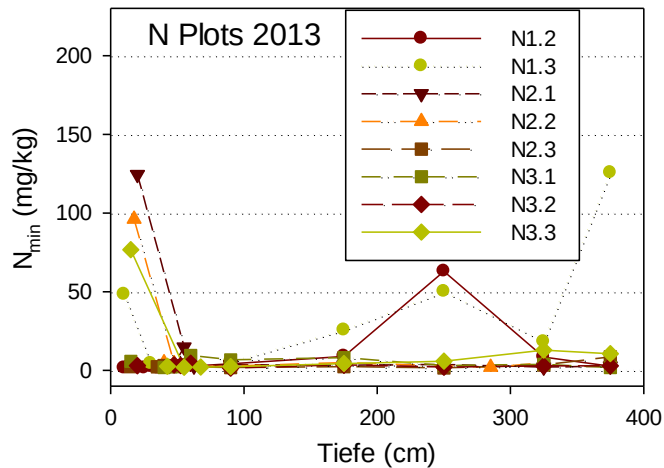
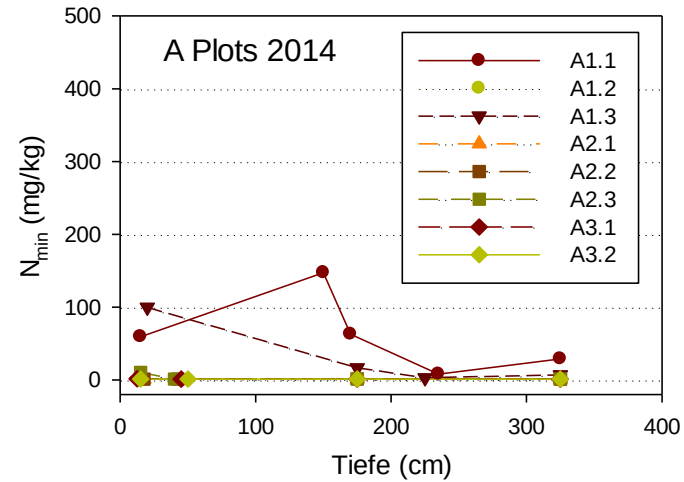
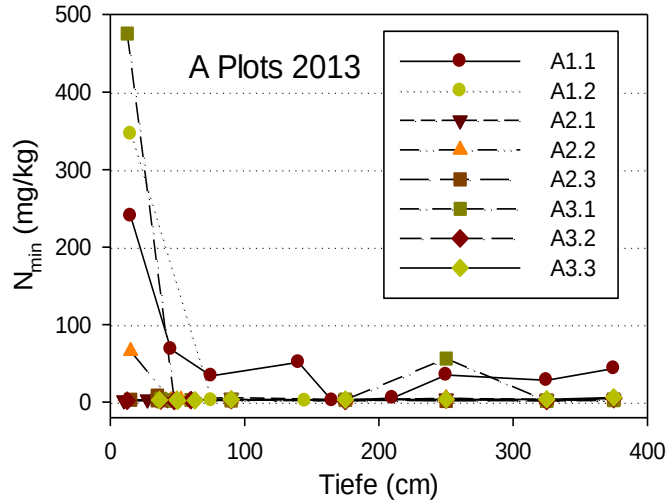
Element	kg/m ²	mg/kg Boden*
N	1,4	270
P	0,14	27
K	0,18	34

* Berechnet für 4 m Bodentiefe bei einer Lagerungsdichte von 1,3 kg/l

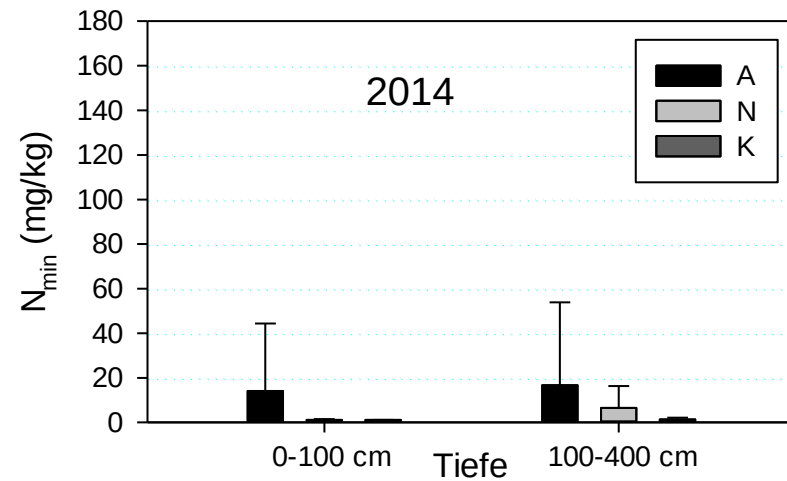
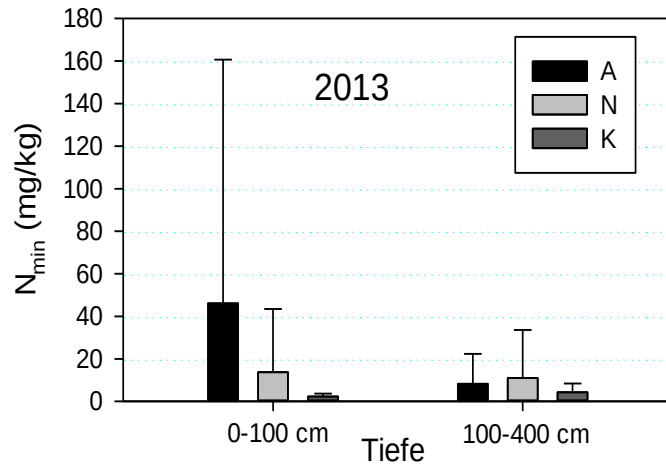


Nährstoffaufbringung

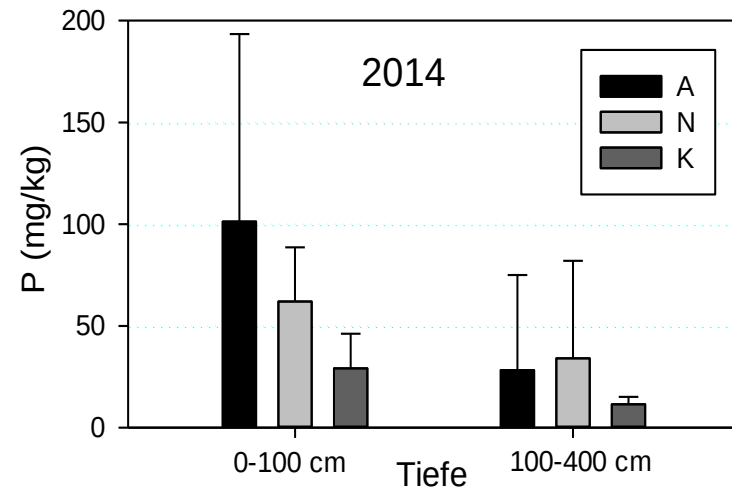
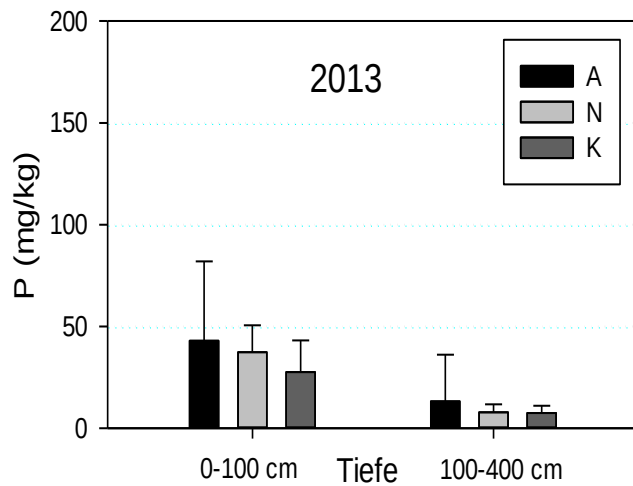
- Stickstoff ($N_{\min}$) in den Bohrprofilen



Stickstoff ($N_{\min}$)

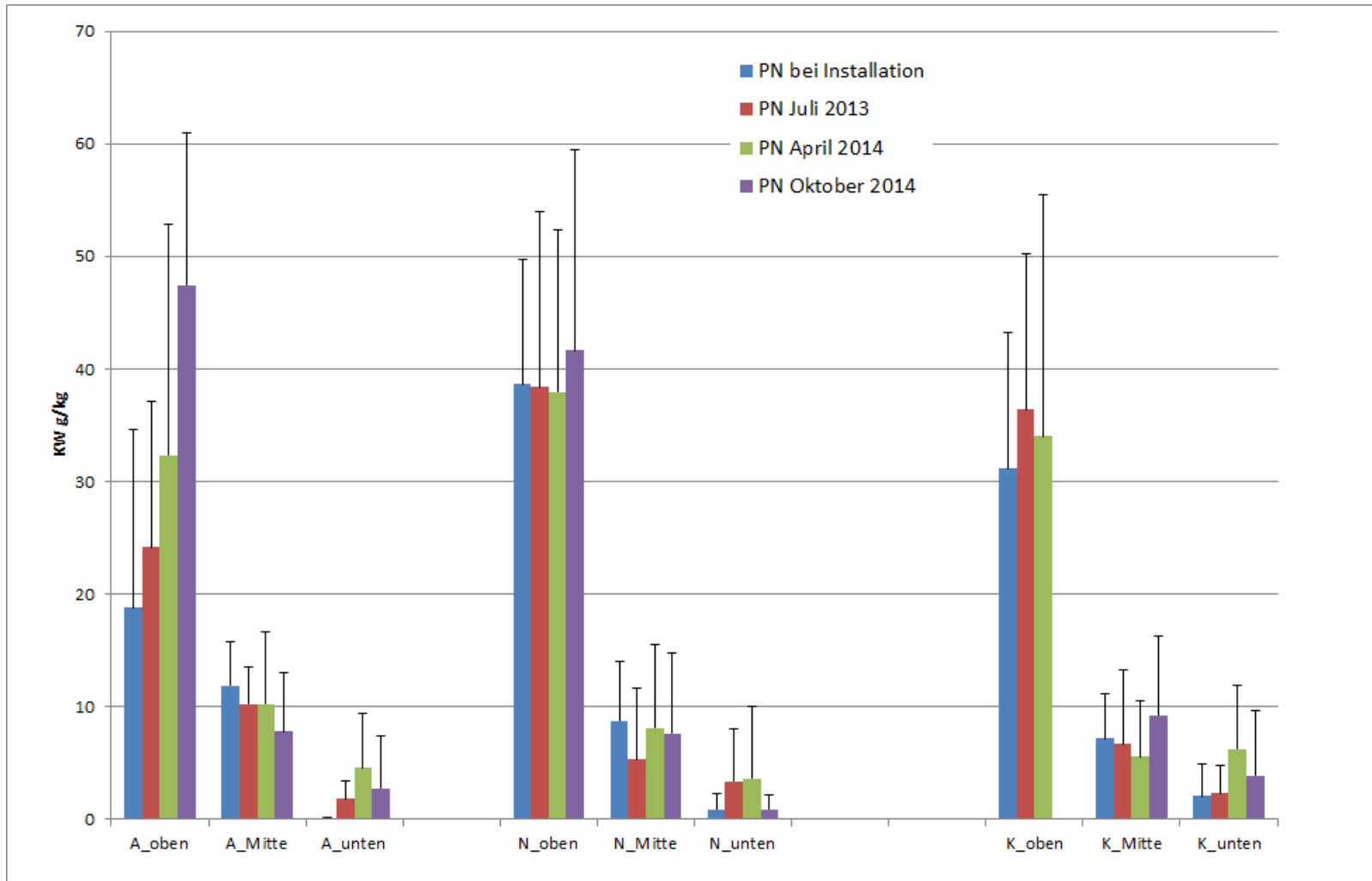


Phosphor (CAL-Extrakt)



MKW-Gehalte in den Versuchsplots

(3 Tiefenstufen, 1,5 m Entfernung vom Belüftungspegel)

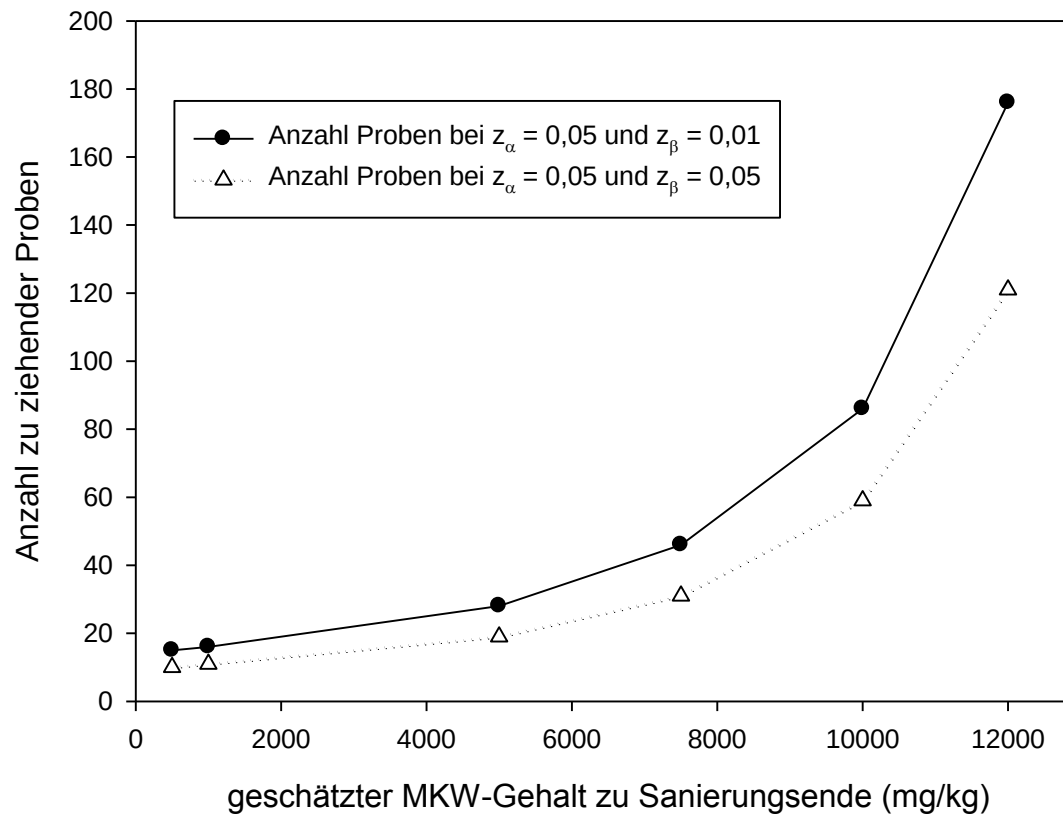


Nachweis eines statistisch signifikanten Sanierungserfolges

Erkundung Petroleumhof:

Mittelwert = 16 607 mg/kg

Standardabw. = 15 607 mg/kg



Vergleich Mietensanierung

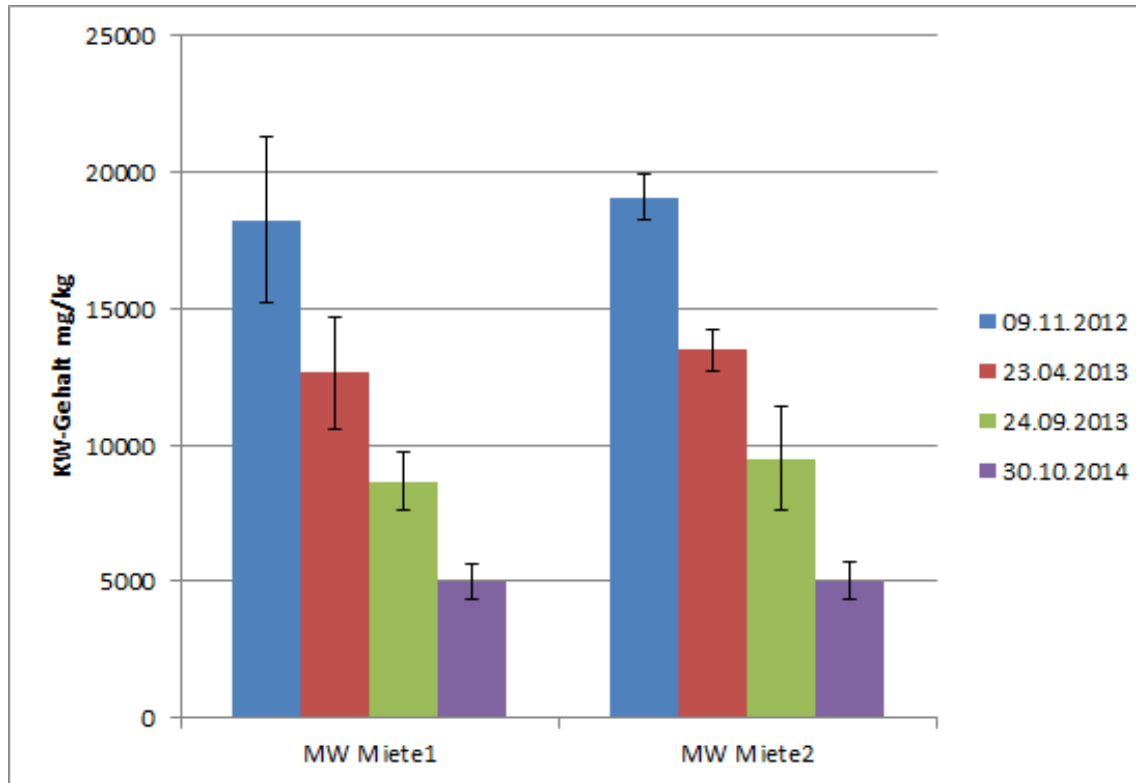


MKW-Abbau im Zuge der Mietensanierung

Lagerungsdauer: 2 Jahre

Aufbringung von Nährstoffen: N, P, K

- MKW-Abbau auf ca. 1/3 bis 1/4 der Ausgangskonzentration



Vergleich der unterschiedlichen MKW- Abbaugeschwindigkeiten

Versuch	MKW-Abbau mg/kg*d
Laborabbauversuch mit Nährstoffen	100
Respirationsversuch Basalatmung*	41
Mietensanierung	18
In-situ Respiration bei hoher Kontamination*	4
In-situ Respiration bei geringer Kontamination*	1

*Berechnet aus der Sauerstoffmenge zur Degradation von Hexan

- MKW am Petroleumhof zumindest teilweise abbaubar (Labortests, Mietensanierung), keine vollständige Bioverfügbarkeit
- In-situ Abbau von MKW am Standort Petroleumhof an Hand von Sauerstoffzehrung, in-situ Respirationstests und Temperaturunterschieden erkennbar, aber an Hand von Feststoffanalytik auf Grund der Inhomogenitäten nicht nachweisbar
- Nährstoffverteilung im Untergrund muss optimiert werden
- Messung von Helium als Tracer ist für die Interpretation der Sauerstoffzehrung notwendig, ansonsten ist eine Falschinterpretation der Sauerstoffzehrung möglich

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

- **Dr. Bernhard Wimmer**
Health & Environment Department
Environmental Resources & Technologies
- **AIT Austrian Institute of Technology GmbH**
Konrad-Lorenz-Straße 24 | 3430 Tulln | Austria
T +43(0) 50550-3544
bernhard.wimmer@ait.ac.at | <http://www.ait.ac.at>

Arbeiten wurden durchgeführt im Rahmen des Projektes: **BIOSAN** - Biostimulation und bepflanzte Bodenfilter zum Abbau von Mineralölkohlenwasserstoffen in Boden und Grundwasser

Finanziert vom **Ministerium für ein lebenswertes Österreich (BMLFUW)** und den **Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB)**



**MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWERTES
ÖSTERREICH**

