

Verschiedene Fallstudien zur *In-situ*-Sanierung von PFAS-Kontaminationen rund um die Welt



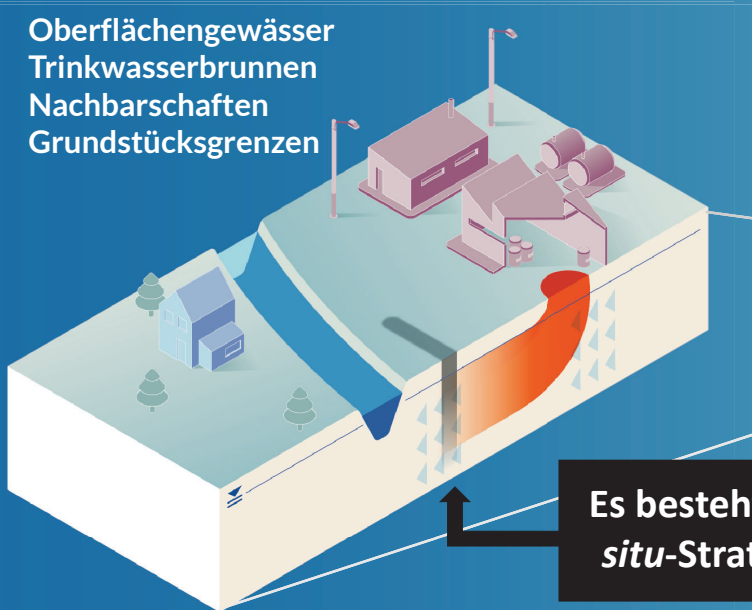
Symposium Altlasten Schweiz, 12. November 2019

Paul Erickson, Ph.D., Marcello Carboni, Aurélien Triger, Ph.D.,
Kristen Thoreson, Ph.D.



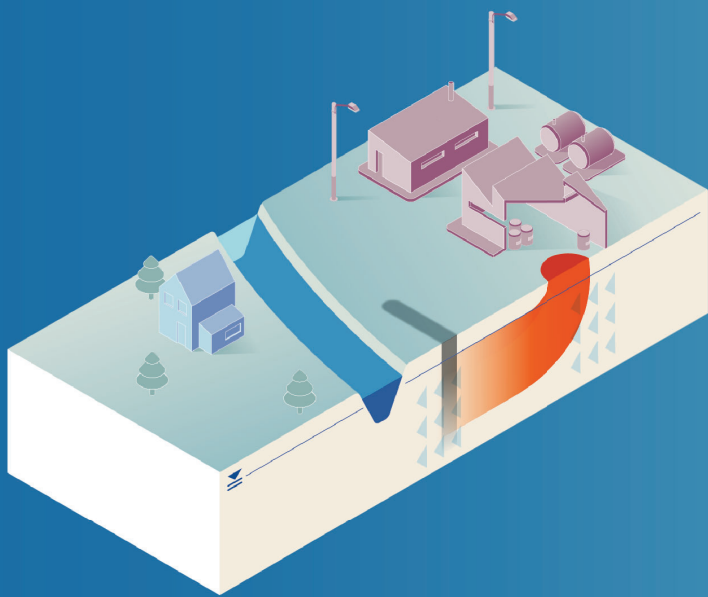
Empfindliche, gefährdete Rezeptoren

- Oberflächengewässer
- Trinkwasserbrunnen
- Nachbarschaften
- Grundstücksgrenzen



Es besteht Bedarf an einer flexiblen *In-situ*-Strategie zur Beseitigung von PFAS

Sanierungsstrategie: Risikomanagement

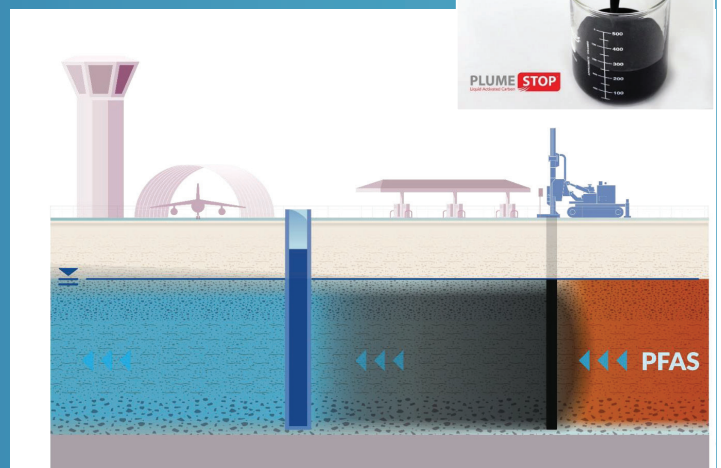


- Begrenzte Möglichkeiten des Abbaus
- *In-situ*-Sequestrierung
 - Verhindert Kontaminantenmigration
 - Beseitigt Exposition → Beseitigt das unmittelbare Risiko
- Beispiele:
 - Reduzierung von Cr(VI) zu weniger toxischem Cr(III)
 - Stabilisierung von PCB in Sedimenten

REGENESIS

PlumeStop: Kolloidale Aktivkohle (CAC)

- Aktivkohle, formuliert für eine breite Verteilung *in situ* unter Niederdruck
 - Grösse 1–2 Mikrometer
- Wirkungsweise bei PFAS:
 - **Dynamische Adsorption**
 - Keine dauerhafte Immobilisierung
 - **Wirkung: Erhöht die Retardierung einer PFAS-Fahne**
 - Natürliche Retardierungsfaktoren für PFAS: 3–20
 - Mit PlumeStop erreichbare Retardierungsfaktoren: 10.000
 - Jahrzehntelange Sequestrierung



REGENESIS

Schlüssel zum Erfolg von kolloidaler Aktivkohle

- Verteilungsbestätigung
 - „Errichtung eines unterirdischen Zauns“
- Langlebigkeit der Leistung
 - Abhängig von:
 - Art der Kontaminanten und anderer Spezies, die adsorbieren können
 - Konkurrenz zwischen Spezies
 - Kontaminantenfluss: Konzentrationen und Geschwindigkeit
 - Adsorbensdosis



Bodenbohrkerne aus Camp Grayling (Fallstudie Nr. 2)



Übersicht der Fallstudien

- Diese Standorte weisen gemischte Fahnen mit MKW oder LCKW auf
- Bereich der PFAS-Gesamtkonzentrationen: 100 ng/l bis 5.000 ng/l

1. Ehemaliges Möbelwerk, Ontario
2. US Army Guard Base, MI

 5 Abgeschlossene PFAS-Standorte

 8 Ausstehende PFAS-Standorte



FALLSTUDIE NR. 1

EHEMALIGES MÖBELWERK

ONTARIO, KANADA



Fallstudie Nr. 1 Hintergrund

Ursprünglicher Grund: Kohlenwasserstoffe

- Gemischte Kettenlängen, 100–5.000 µg/l

Formation

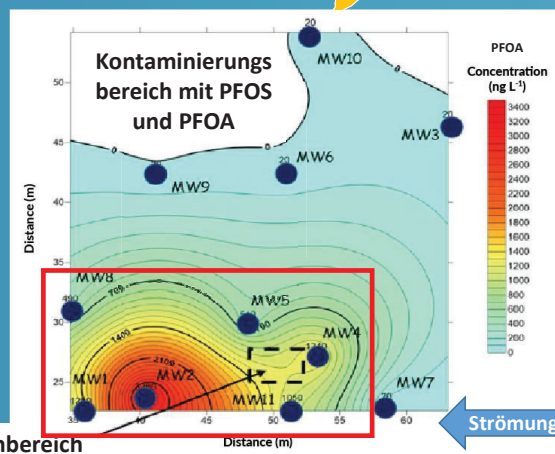
- GW-Geschwindigkeit: 0,6–0,9 m/Tag
- Schlicksand – Geschiebemergel mit Sandschichten
- Wasser bei 1–1,5 m unter der Oberfläche

Ehemaliger Brandschutzübungsplatz

- Frühere Möbelherstellung
- Auf PFAS untersucht und gefunden
 - 6 Brunnen von PFOS (300 bis 1.400 ng/l) und PFOA (400 bis 3.400 ng/l) betroffen

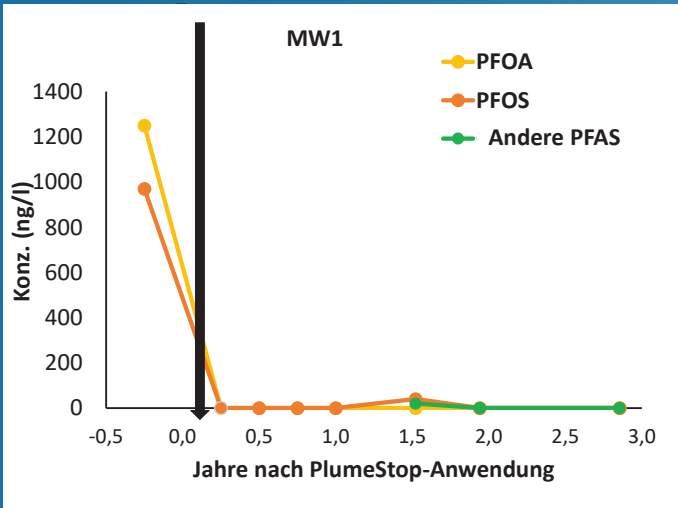
Sanierungsansatz

- Aerober Abbau von Kohlenwasserstoffen
- PlumeStop zur Verhinderung der Fahnenmigration aus dem Standort



Fallstudie Nr. 1 Überwachung und Ergebnisse

PLUME STOP
Liquid Activated Carbon



REGENESIS

Überwachungsereignisse:

- **PFOS + PFOA**
 - Grundlinie
 - 3, 6, 9, 12, 18, 24, 32 Monate
- **Erweiterte PFAS-Liste (12 weitere Analyte)**
 - 18, 24, 32 Monate
 - Keine Grundliniendaten verfügbar

Dargestellte Ergebnisse für MW1

- Nicht nachweisbar (typischerweise MG = 20 ng/l)
- Nur ein Treffer für PFOS nach 18 Monaten, knapp über Meldegrenze (MG)
- Die Daten sind für alle 6 Brunnen repräsentativ

Fallstudie Nr. 1 Unabhängige Forschung: Bewertung der Langlebigkeit

• Die Analyse umfasste:

- Generierung von PlumeStop-spezifischen Isothermen
- Numerische Modelle
 - Felddosis von PlumeStop, Isothermen
- Durchführung einer Sensitivitätsanalyse zur Berücksichtigung möglicher Störungen, die sich auf die Langlebigkeit auswirken

• Wichtigstes Ergebnis:

- Geschätzt 60 Jahre und mehr Behandlung von PFOS



Grant Carey, PhD

Porewater Solutions
Expertise • Experience • Innovation

Zusammen mit:

INSITU
REMEDIATION SERVICES



Carey, G., McGregor, R., Pham, A., Sleep, B, Hakimabadi, S. Evaluating the Longevity of a PFAS *in situ* colloidal activated carbon remedy. *Remediation*. 2019;29:17-31.

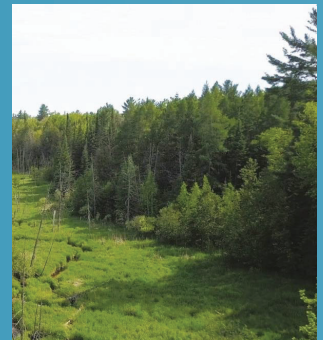
REGENESIS



FALLSTUDIE NR. 2

Grayling Army Airfield

Grayling, Michigan



Fallstudie Nr. 2: Pilotversuch



Kontaminantengehalt:

- 10 µg/l PCE
- 130 ng/l Gesamt-PFAS (PFOS, PFHxS)

Sanierungsstrategie:

- PlumeStop-Barriere
- Verhindert Migration von PFAS und PCE

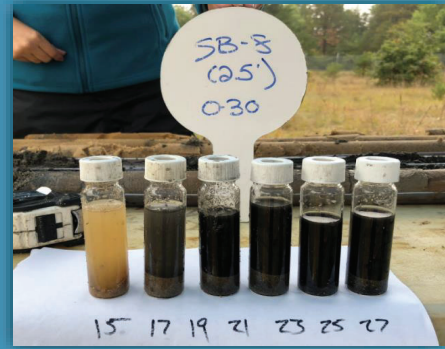


Standort ehemaliger Grosstanklager





CAC-Verteilungsbestätigung



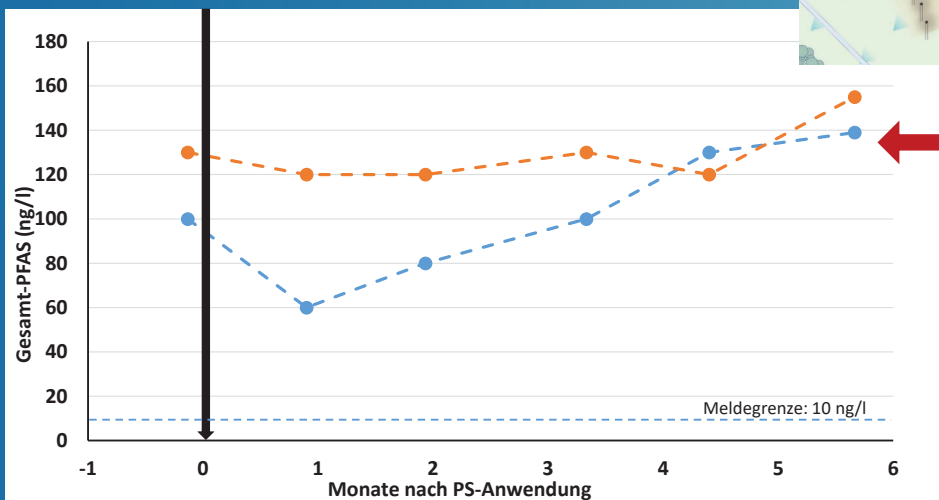
Schütteltests mit Bodenproben



Fallstudie Nr. 2 Ergebnisse



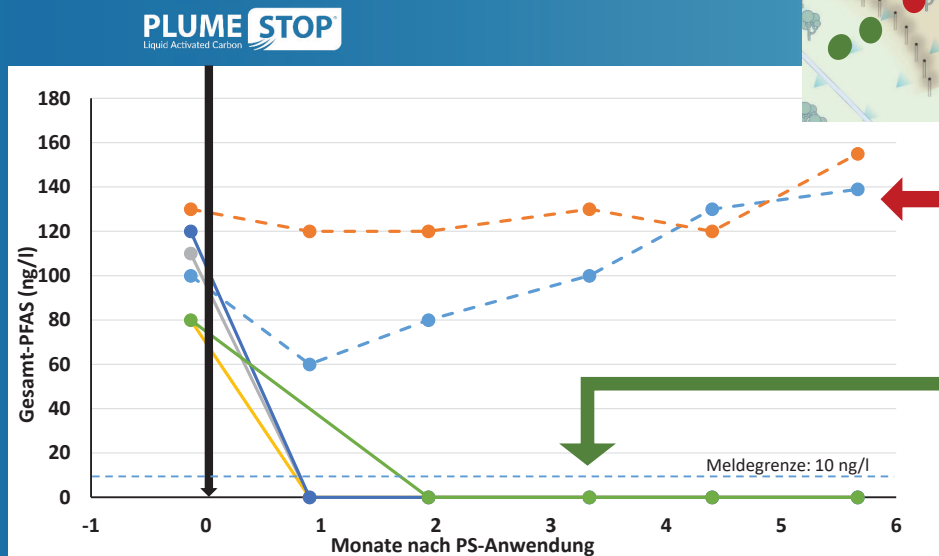
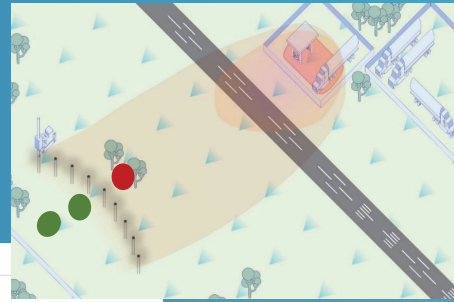
PLUME STOP
Liquid Activated Carbon



Brunnen zuströmig der PlumeStop-Barriere



Fallstudie Nr. 2 Ergebnisse



Brunnen zuströmig der PlumeStop-Barriere

Brunnen abströmig der PlumeStop-Barriere (2 und 5 m)



ZUSAMMENFASSUNG

- CAC bietet eine flexible, wirksame *In-situ*-Option zur Bekämpfung von PFAS
- Managt das RISIKO von PFAS im Grundwasser
- Daten aus Anwendungen sind vielversprechend
 - Weitere Standorte stehen an



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Paul Erickson, Ph.D.

Senior Research Scientist
San Clemente, CA USA

perickson@regenesis.com

Fragen?



Ir. Marcello Carboni

Regional Manager, Europe
Torino, Italy

mcarboni@regenesis.com

