

# Sanierung von PFAS-belasteten Böden

**Symposium Altlasten 19**  
Solothurn, 12.11.2019

Kurt Morgan

**arv** Baustoffrecycling Schweiz  
**asr** Recyclage des matériaux de construction Suisse  
Riciclaggio di materiali da costruzione Svizzera



Bild: Freiwillige Feuerwehr Pöllau bei Gleisdorf AT

## Inhaltsverzeichnis

- 1 Eigenschaften
- 2 Mögliche Verfahren
  - In-Situ
  - Off-Site
- 3 Situation in der Schweiz
- 4 Fazit Schweiz

Quelle: [chm.pops.int](http://chm.pops.int) > Portals > download

Symposium Altlasten, Sanierung von PFAS-belasteten Böden / Solothurn, 12.11.19 / KMo



Bild: Neue Osnabrücker Zeitung DE

# Eigenschaften PFAS



Bild: [www.sfsg.de](http://www.sfsg.de)

Symposium Altlasten, Sanierung von PFAS-belasteten Böden / Solothurn, 12.11.19 / KMo

Gut lösbar in **Wasser**

---

**Hitze** resistent

---

Reduzieren die **Oberflächenspannung**

---

Extrem stabile **C-F Bindung**

---

**Persistent** und **bioakkumulativ**

---

# Mögliche Verfahren

## In-Situ

- Pump-and-Treat
- Boden Spülung
- Oxidation
- Einkapselung

## Off-Site

- Deponierung
- Bodenwäsche
- Thermik

Symposium Altlasten, Sanierung von PFAS-belasteten Böden / Solothurn, 12.11.19 / KMo

In-Situ

## Pump-and-Treat



Bild: www.microc.com

Symposium Altlasten, Sanierung von PFAS-belasteten Böden / Solothurn, 12.11.19 / KMo

---

 Vakuum mehrphasen Extraktion
 

---



---

 Stripping
 

---



---

 Aktivkohle
 

---

- ✓ Ausbreitungs-Stopp
- ✓ Einfach
- ✓ Wasseraufbereitung
- ✗ Bodensorption
- ✗ Grosse Wassermenge
- ✗ Sanierungsdauer

In-Situ

## Boden Spülung



Bild: irsl.ca

Symposium Altlasten, Sanierung von PFAS-belasteten Böden / Solothurn, 12.11.19 / KMo

---

 Tenside
 

---



---

 Lösungsmittel
 

---



---

 Redox Mittel
 

---

- ✓ Grosse Mengen In-Situ
- ✓ Kürzere Dauer
- ✓ Optimierbar
- ✗ Bodensorption
- ✗ Unkontrollierte Ausbreitung
- ✗ Behandlung Extraktionsmittel

## In-Situ Oxidation



Bild: [www.insiteremediation.com](http://www.insiteremediation.com)

Symposium Altlasten, Sanierung von PFAS-belasteten Böden / Solothurn, 12.11.19 / KMo

Oxidationsmittel

Temperatur

Druck

- ✓ Keine Rücklaufbehandlung
- ✓ Schadstoffzerstörung
- ✓ Optimierbar
- ✗ Kontrolle Verteilung
- ✗ Zwischenprodukte
- ✗ Komplexität

## In-Situ Einkapselung



Bild: [www.depotec.de](http://www.depotec.de)

Symposium Altlasten, Sanierung von PFAS-belasteten Böden / Solothurn, 12.11.19 / KMo

Spundwände

Bohrpfahlwand

Jetting

- ✓ Schlechtem Zugang
- ✓ Begleitmassnahme
- ✓ Sofort wirksam
- ✗ Schadstoff bleiben vorhanden
- ✗ Überwachung
- ✗ Temporär

Off-Site

## Deponierung



Bild: zoechling.at

Symposium Altlasten, Sanierung von PFAS-belasteten Böden / Solothurn, 12.11.19 / KMo

Immobilisierung

Sickerwasser Behandlung

Weitere Behandlungen

- ✓ Schnelle Lösung
- ✓ Für StaO definitive Lösung
- ✓ Sofort wirksam
- ✗ Schadstoff bleiben vorhanden
- ✗ Überwachung
- ✗ Verlagerung des Problems

Off-Site

## Bodenwäsche



Bild: KIBAG RE Bodenrecycling

Symposium Altlasten, Sanierung von PFAS-belasteten Böden / Solothurn, 12.11.19 / KMo

Lösungsvermittler

Zersetzung der Schadstoffe

Klassierung/Sortierung

- ✓ Für StaO definitive Lösung
- ✓ Rückgewinnung Kies/Sand
- ✓ Konzentration der Schadstoffe
- ✗ Nachbehandlung Rückstände
- ✗ Desorption der Schadstoffe
- ✗ Verwertung der Komponenten

## Off-Site Thermik



Symposium Altlasten, Sanierung von PFAS-belasteten Böden / Solothurn, 12.11.19 / KMo

Verglasung

Plasma Verfahren

Mindesttemperatur

- ✓ Für StaO definitive Lösung
- ✓ Verwertung mineralische Frakt.
- ✓ Zerstörung der Schadstoffe
- ✗ Zersetzungsprodukte
- ✗ Abluftbehandlung
- ✗ Energiebedarf

## In-Situ Verfahren



### Pump-and-Treat

- Sorption an Organik im Boden verhindert Freisetzung
- Freisetzbare Anteile meistens schon ausgewaschen
- Rückgewinnung aus Wasser mit Aktivkohle sehr effektiv (>99%)



### Boden Spülung

- Anionische Tenside können PFOS mobilisieren
- Überkritische CO<sub>2</sub> Fluidextraktion mit Methanol ist ebenfalls denkbar



### Oxidierung

- Persulfat Oxydation funktioniert bei gewissen persistenten organischen Schadstoffen
- ARCADIS entwickelt eigenes Mittel unter Bezeichnung SCISOR
- Über Zersetzungsprodukte ist wenig bekannt

Symposium Altlasten, Sanierung von PFAS-belasteten Böden / Solothurn, 12.11.19 / KMo

## Off-Site Verfahren



### Deponierung

- Nur eine Zwischenlösung
- PFCs setzen sich über das Sickerwasser weiterhin frei
- Mit geeignete Massnahmen kann die Auswaschung der PFCs verringert/verzögert werden

### Bodenwäsche

- Gute Behandlungsmethode zur Aufkonzentrierung der Schadstoffe und Reduktion der Mengen
- Eine weitere Behandlung der Rückstände ist nötig

### Thermische Verfahren

- Bei genügend hoher Temperatur, Zerstörung der Schadstoffe
- Über Zwischenprodukte der Verbrennung ist noch wenig bekannt
- Energieintensives Verfahren, falls es nicht im Zementwerk erfolgt

Symposium Altlasten, Sanierung von PFAS-belasteten Böden / Solothurn, 12.11.19 / KMo

## Situation in der Schweiz

### Thermische Behandlung im Zementwerk

Bisher ohne Begleitung  
Aufwändiges Monitoring



### Deponierung gemäss VVEA

Keine allg. gültigen Grenzwerte  
Monitoring Sickerwasser



### In-Situ Massnahmen Grundwasser/Oxidation

Keine bekannten Fälle  
Problematik Grundwasserschutz



### Bodenwäsche

Pilot Kleinversuche  
Korngrössenverteilung  
Verwertung Komponenten



Symposium Altlasten, Sanierung von PFAS-belasteten Böden / Solothurn, 12.11.19 / KMo

---

## Fazit Schweiz

● Wenig untersuchte **Standorte**

---

● Labor **Analytik**

---

● Grenzwerte nur **Standortspezifisch**

---

● Nur einzelne **Sanierungen**

---

● Grenzwerte **Deponierung**

---

● Grenzwerte **Altlastenverordnung**

---

● **Koordination** zwischen den **Kantone**

---

● **Kenntnisstand** Sanierungsbranche

---

Symposium Altlasten, Sanierung von PFAS-belasteten Böden / Solothurn, 12.11.19 / KMo

---

## Danke für Ihre Aufmerksamkeit



Symposium Altlasten, Sanierung von PFAS-belasteten Böden / Solothurn, 12.11.19 / KMo