

Möglichkeiten, Vorteile und Limitierungen von In-situ-Technologien



Manfred Nahold

G.U.T GRUPPE UMWELT+TECHNIK GMBH
Plesching/Linz

16.06.2010

In-situ-Technologien: Übersichten

- **Technologiequicksan In-situ-Sanierungstechnologien**

Im Technologiequicksan werden ausgewählte innovative In-situ-Sanierungstechnologien unter Berücksichtigung ihres Entwicklungsstandes sowie verfügbarer, internationaler Anwendungserfahrungen vorgestellt.

[Dörrie, Längert-Mühlegger et al.,
Hrsg.: UBA, BMLFUW, ÖVA]

In-situ-Technologien: Übersichten

- **Arbeitshilfe "Innovative In-situ-Verfahren"**

[ITVA-Fachausschuss H1,- Ingenieurtechnischer Verband Altlasten e.V. - ITVA Deutschland]

In-situ-Technologien: Definition

- Durch die Anwendung von **In situ Sanierungsverfahren** sollen **Schadstoffe biologisch, chemisch oder physikalisch** aus dem Boden oder Grundwasser **entfernt** oder **in unschädliche Stoffe umgewandelt werden** oder **deren Ausbreitung** soll **langfristig verhindert** werden. Ein **wesentlicher Teil** der Anwendung erfolgt **im Untergrund**.
- **In situ Sanierungsverfahren** werden gegenübergestellt
 - **einem Aushub** (Behandlung, Deponie)
 - **einer langfristigen GW-Förderung**
 - **MNA** monitored natural attenuation

In-situ-Technologien: innovativ

- Ein **innovatives Sanierungsverfahren** ist ein Verfahren, das einen Entwicklungsstand erreicht hat, der seine **praktische Eignung** im Sinne einer **umweltverträglichen, effizienten Anwendung** gesichert erscheinen lässt, aber das **noch nicht dem Stand der Technik** und/oder den allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht.
[Koschitzky 2009, neue ITVA Arbeitshilfe]

In-situ-Technologien: Randbedingungen

Sanierungsstrategien sind abhängig von:

- Sanierungsziel, Schutzgut - Risikoanalyse
- Zeithorizont Schutz-/Sanierungsmaßnahmen
- Schadstoffinventar
- Boden/Aquifertyp
- Grundwasserströmungsbedingungen
- Umfang/Intensität der Kontamination
- Geologie/Hydrogeologie (örtlich und weitere Umgebung)
- Alter des Schadensfalls / der Kontamination
- Kostenrahmen
- Zugänglichkeit,

In-situ-Technologien: Randbedingungen

„Schadensbild“ an einem Beispiel

Erkundung und Sanierungsvariantenstudie
für die Altlast N16 Tuttendorfer Breite“
in Korneuburg

Kohlenwasserstoffe im Boden

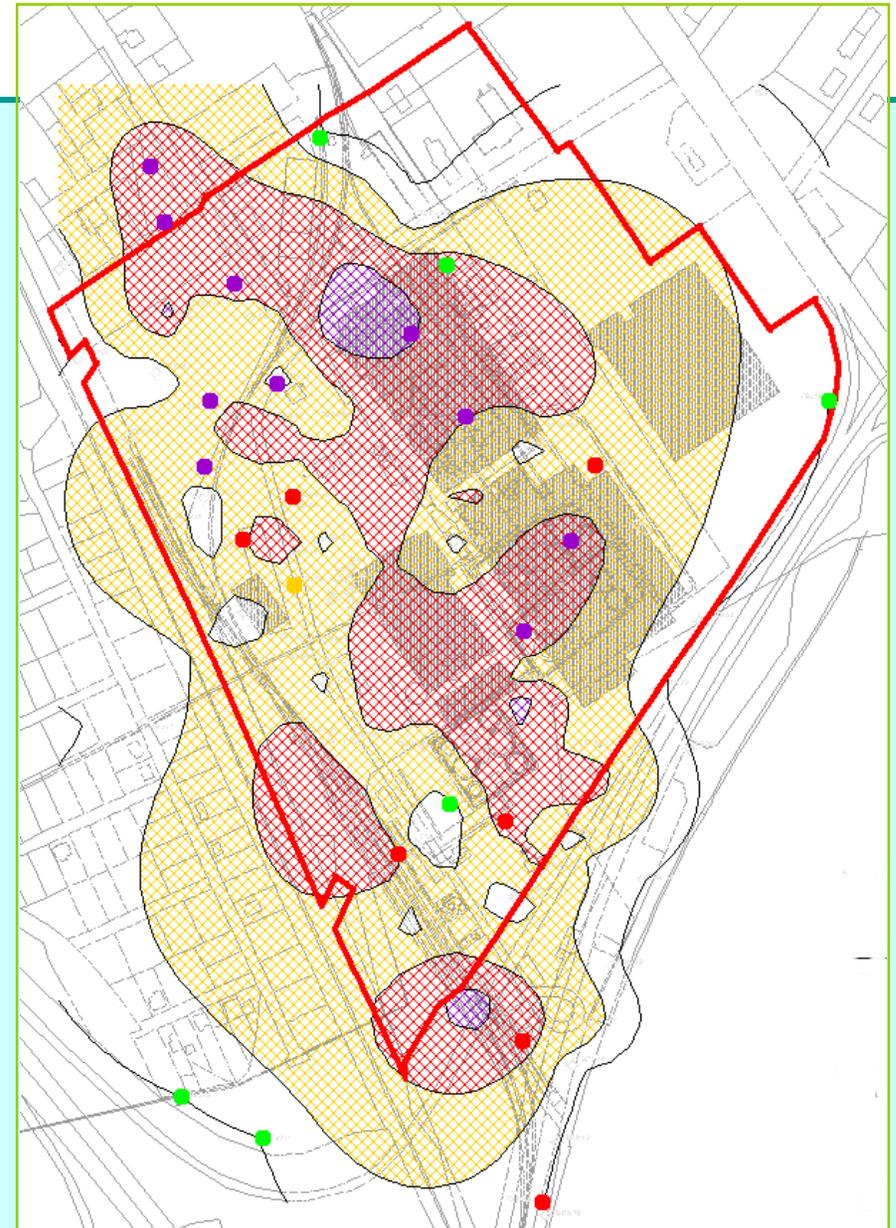
Tiefenstufe 2 - 4 m

Summe KW im Feststoff [mg/kg]

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------|
|  | unbelastet | - 100 |
|  | gering belastet | - 500 |
|  | belastet | - 5.000 |
|  | stark belastet | > 5.000 |

Organoleptische Beurteilung

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|  | stark |
|  | mittel |
|  | leicht |
|  | Kontamination nicht feststellbar |



Kohlenwasserstoffe im Boden

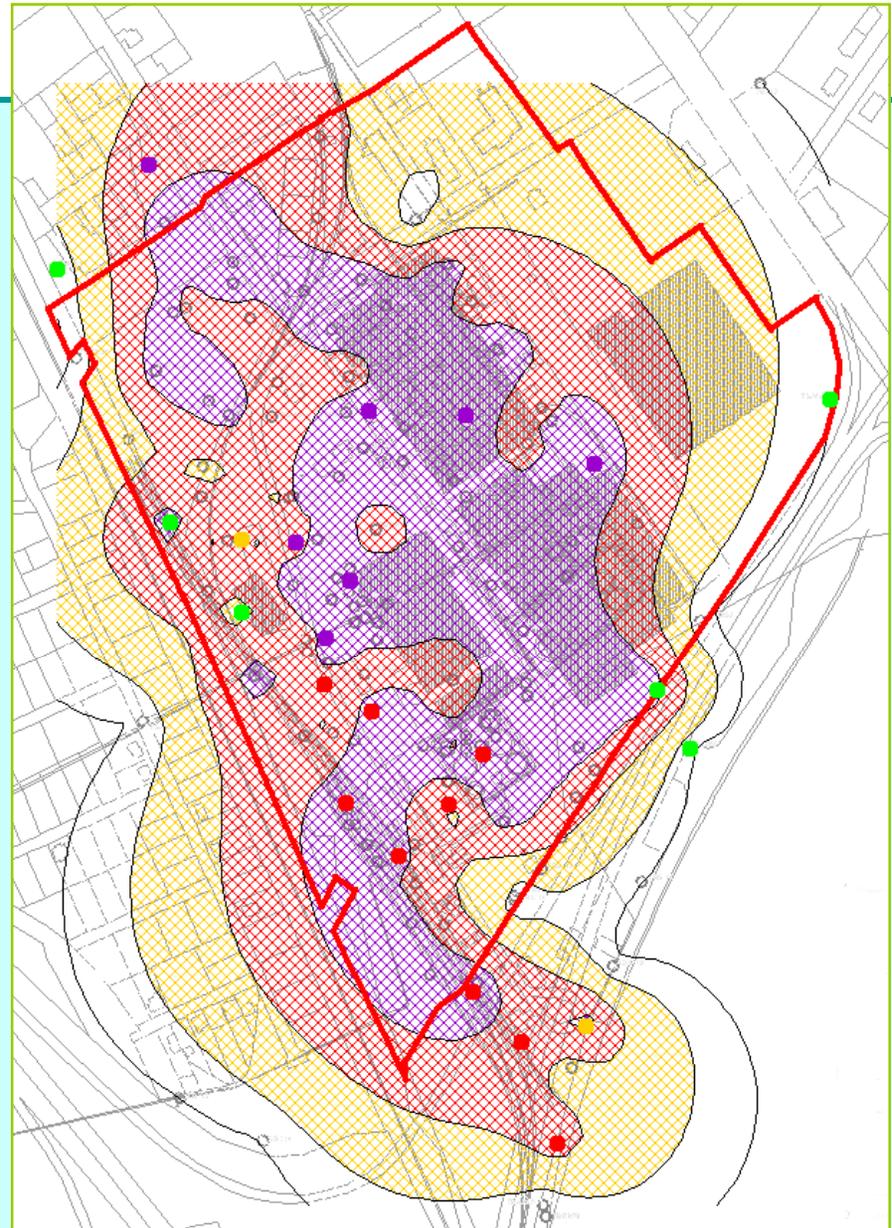
Tiefenstufe 4 - 6 m

Summe KW im Feststoff [mg/kg]

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------|
|  | unbelastet | - 100 |
|  | gering belastet | - 500 |
|  | belastet | - 5.000 |
|  | stark belastet | > 5.000 |

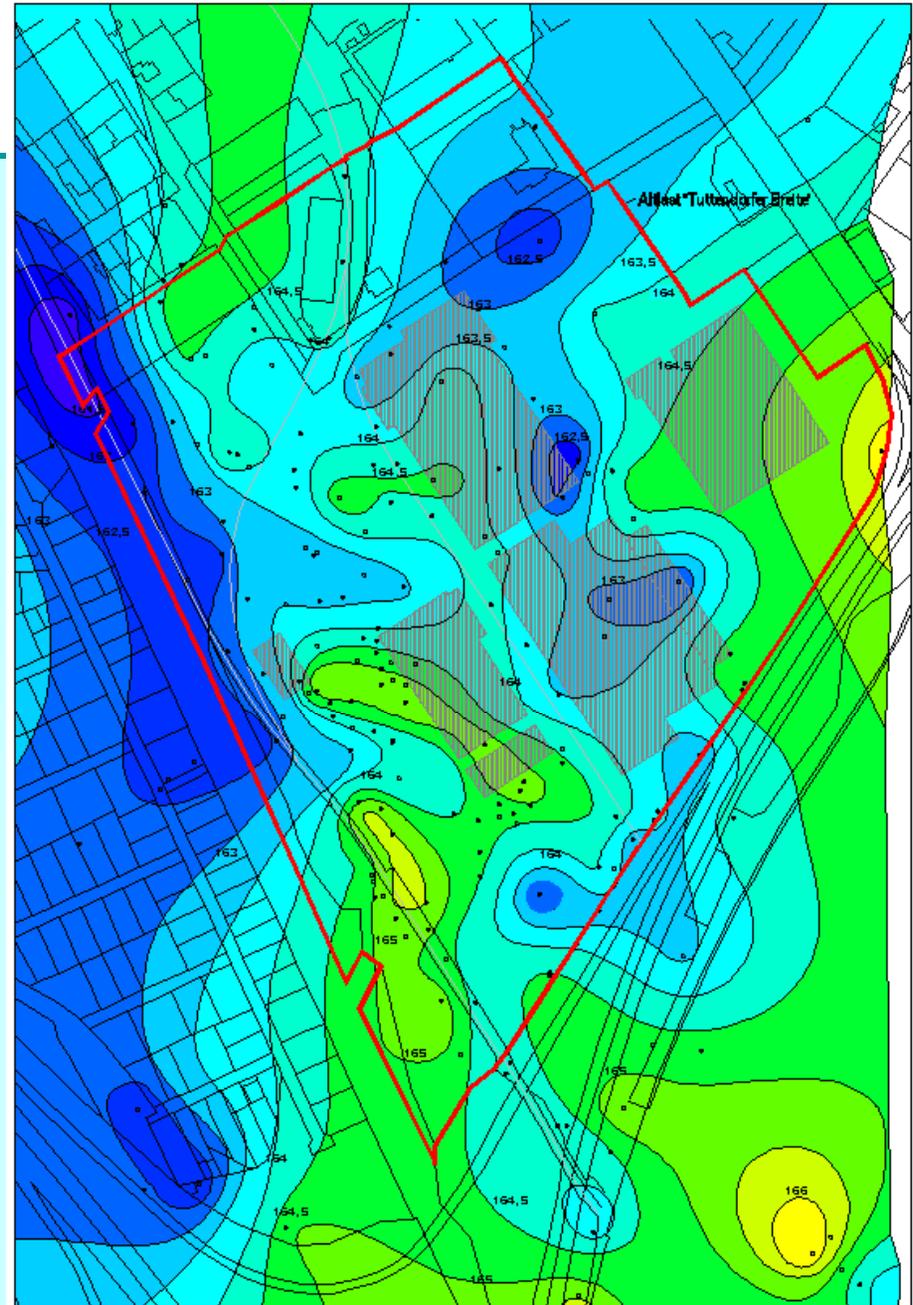
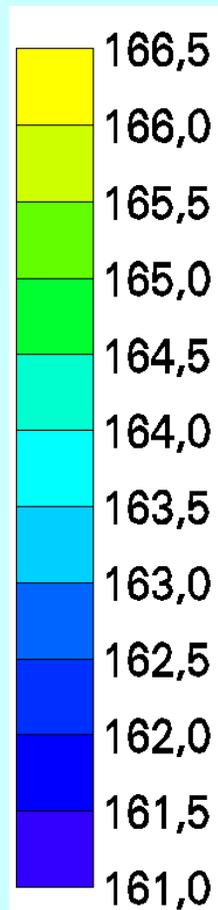
Organoleptische Beurteilung

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|  | stark |
|  | mittel |
|  | leicht |
|  | Kontamination nicht feststellbar |



Unterkante der Auelehm Deckschicht

in m über Adria



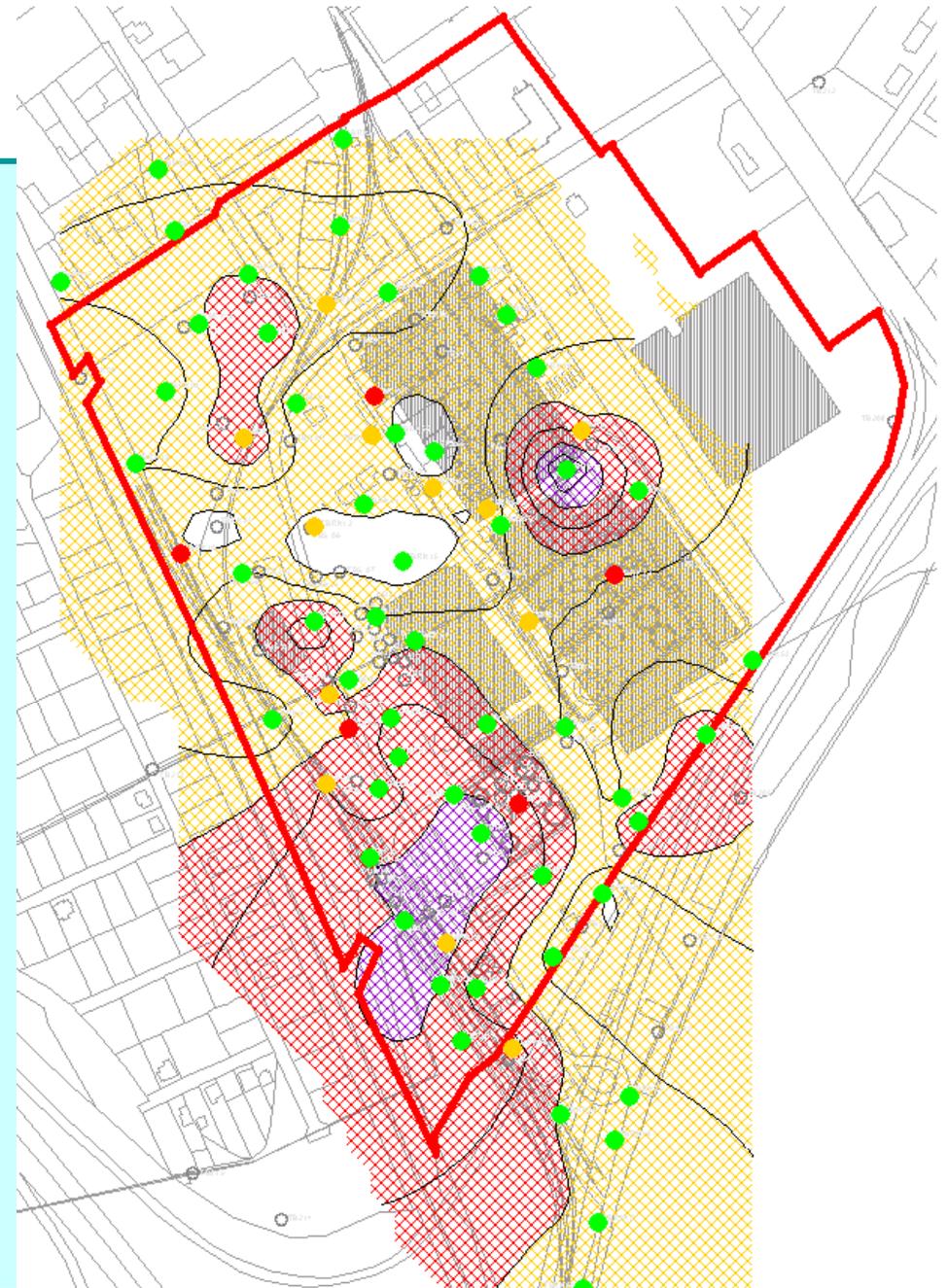
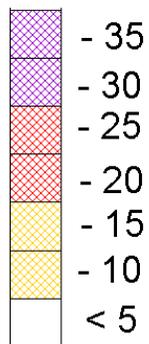
Altlast N16

Alkane (CH₄) und CO₂ in der Bodenluft

n-Alkane in der Bodenluft [mg/m³]

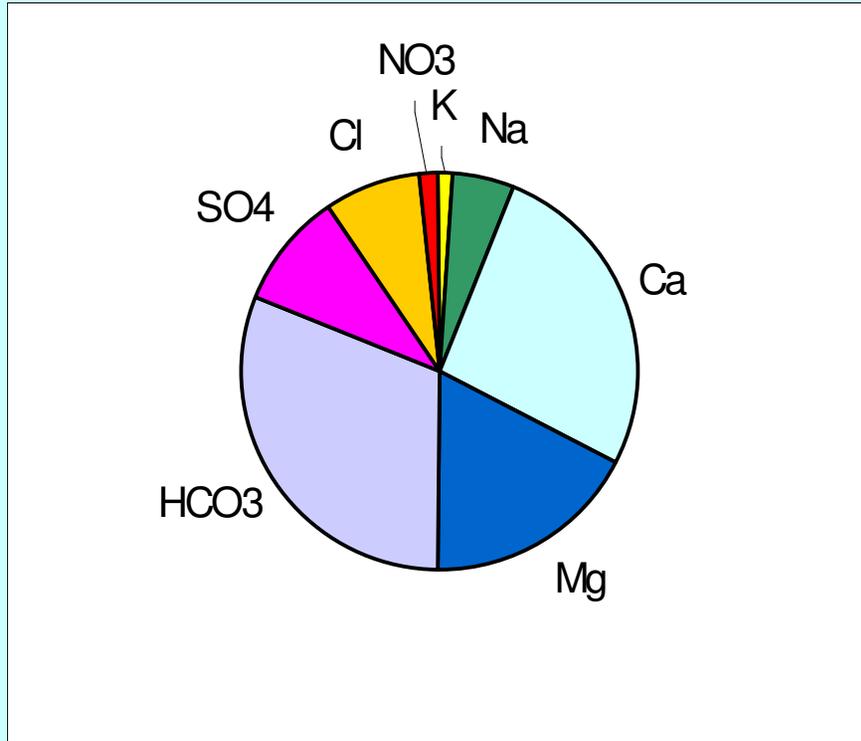
- unbelastet - 50
- belastet - 100
- stark belastet >100

CO₂ in der Bodenluft [Vol%]

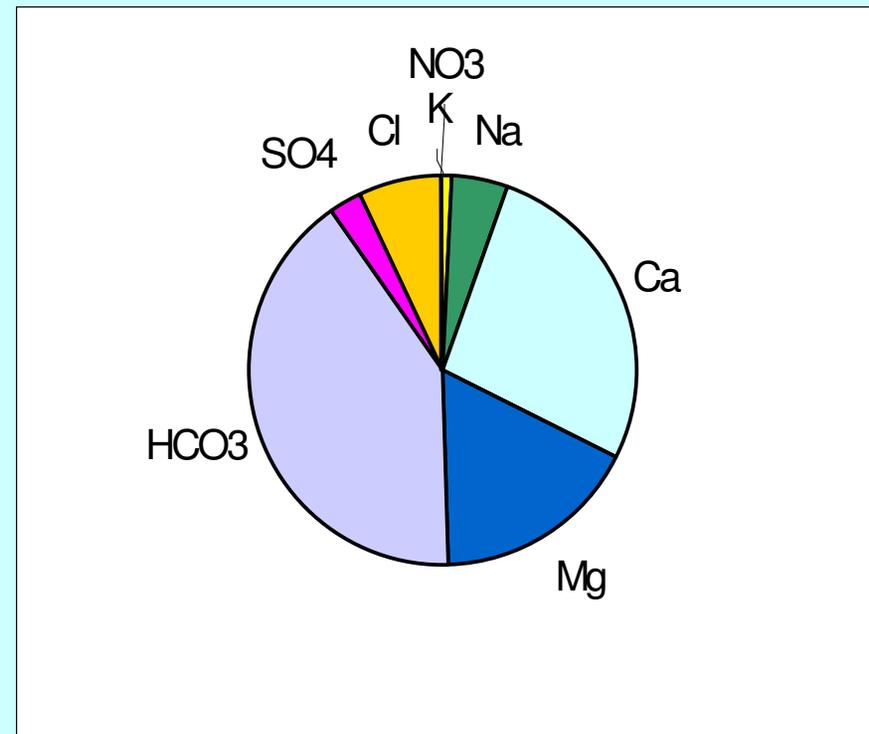


Altlast N16: Grundwasserchemismus

CM2 S3 tiefes GW



C GW3 S1 oberes GW



| | CM2 S3 | C GW3 S1 | | CM2 S3 | C GW3 S1 |
|-------------------------------|--------|----------|------------------|--------|----------|
| | [mg/l] | [mg/l] | | [mg/l] | [mg/l] |
| HCO ₃ ⁻ | 530 | 750 | K ⁺ | 11 | 9 |
| SO ₄ ²⁻ | 130 | 44 | Na ⁺ | 34 | 34 |
| Cl ⁻ | 79 | 73 | Ca ²⁺ | 147 | 160 |
| NO ₃ ⁻ | 25 | 0,2 | Mg ²⁺ | 60 | 64 |

In-situ-Technologien: Möglichkeiten

Anwendung zur **Sanierung und/oder** zur **Sicherung**

- Sanierung u./o. Sicherung am **Schadensherd**
Sanierung u./o. Sicherung der **Abstromfahne**
- Sanierung von Wasser an der **Entnahmestelle** Brunnen/Wasserwerk
- **Kombinationen**

In-situ-Technologien: Möglichkeiten

- **Kombinationen** unterschiedlicher Verfahren sind teils **unabdingbar** und teils unter bestimmten Bedingungen **sinnvoll**, jedoch **zumeist von Vorteil** in Bezug auf die Gesamtwirkung.

Beispiel: Beim (patentierten) Einsatz von Persulfat und Permanganat werden $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ und Na- oder KMnO_4 gleichzeitig oder hintereinander eingebracht. Danach folgt eine Phase mit natürlich-biologischem Schadstoffabbau.

In-situ-Technologien: Möglichkeiten

- **Unterschiedliche Anwendungen**
aktiv betriebener Sanierungsverfahren
oder
Installation passiv wirksamer Verfahren

Beispiel:

- „**funnel and gate**“ oder „**Reinigungswände**“
zur Standortsicherung und Abstromsanierung.
- langfristig wirksam
 - mit geringem Energieaufwand
 - nach Möglichkeit mit hoher Sicherheit

In-situ-Technologien: Vorteile

- **Hoher Schadstoffumsatz/Zeit (Abbau und/oder Mobilisierung) im Vergleich z.B. zur reinen Grundwasserförderung.**
- **Kein/weniger Aushub erforderlich (sofern die Restbelastung in Bezug auf mehrere Eigenschaften tolerierbar ist).**
- **Bedingt durch Reaktionen sind andere Stoffe (Zwischenprodukte, polare Abbauprodukte) zu berücksichtigen.**
- **Für den Bedarf eines sehr detaillierten Erkundungsumfanges (Schadensbild) ist das (Selbst-)Verständnis gewachsen im Vergleich zu traditionellen Verfahren.**

In-situ-Technologien: Limitierungen

- **Zumeist keine vollständige Schadstoffentfernung – Restbelastung.**
- **Mit der Einbringung neuer Stoffe in Boden/Grundwasser ist umzugehen, was aus Sicht des Wasserrechts teils noch ungelöst ist.**
- **In-situ Anwendungen können (ähnlich der alleinigen GW-Förderung) langwierig sein, sollen aber auch beschleunigend wirken!**
- **Nicht allorts bzw. nur limitiert (gezielt) einsetzbar.**
- **Geringere bzw. stark unterschiedliche Sicherheit bei Kalkulationen der zeitlichen und örtlichen Sanierungswirkung.**

In-situ-Technologien: Limitierungen

- **Höherer (wenig verbreiteter) Detailwissensstand erforderlich, geringe Zahl qualifizierter Anbieter, schwer vergleichbar.**
- **Bedingt durch Reaktionen sind andere Stoffe (Zwischenprodukte, z.B. polare Abbauprodukte höherer Mobilität) zu berücksichtigen (Beherrschbarkeit).**
- **Mobilisierung von Schadstoffen ist anfangs stark, hier muss unkontrollierten Verfrachtungen entgegengewirkt werden.**
- **Andere Risiken (brennbare Gase, Ex-Gefahr sind zu besorgen.**
- **Auch In-situ Anwendungen können (auch) unterschätzte Auswirkungen auf den Untergrund (Standicherheit von Gebäuden) bewirken.**

Verfügbarkeit der Schadstoffe

Die Bindung von Schadstoffen an die (organische) Bodensubstanz bewirkt mit zunehmender Kontaktzeit eine Limitierung der Verfügbarkeit (aber auch der Freisetzung).

(Vor-)Versuche mit frisch kontaminierten Materialien sind wenig bis nicht repräsentativ.

Transport anderer Stoffe

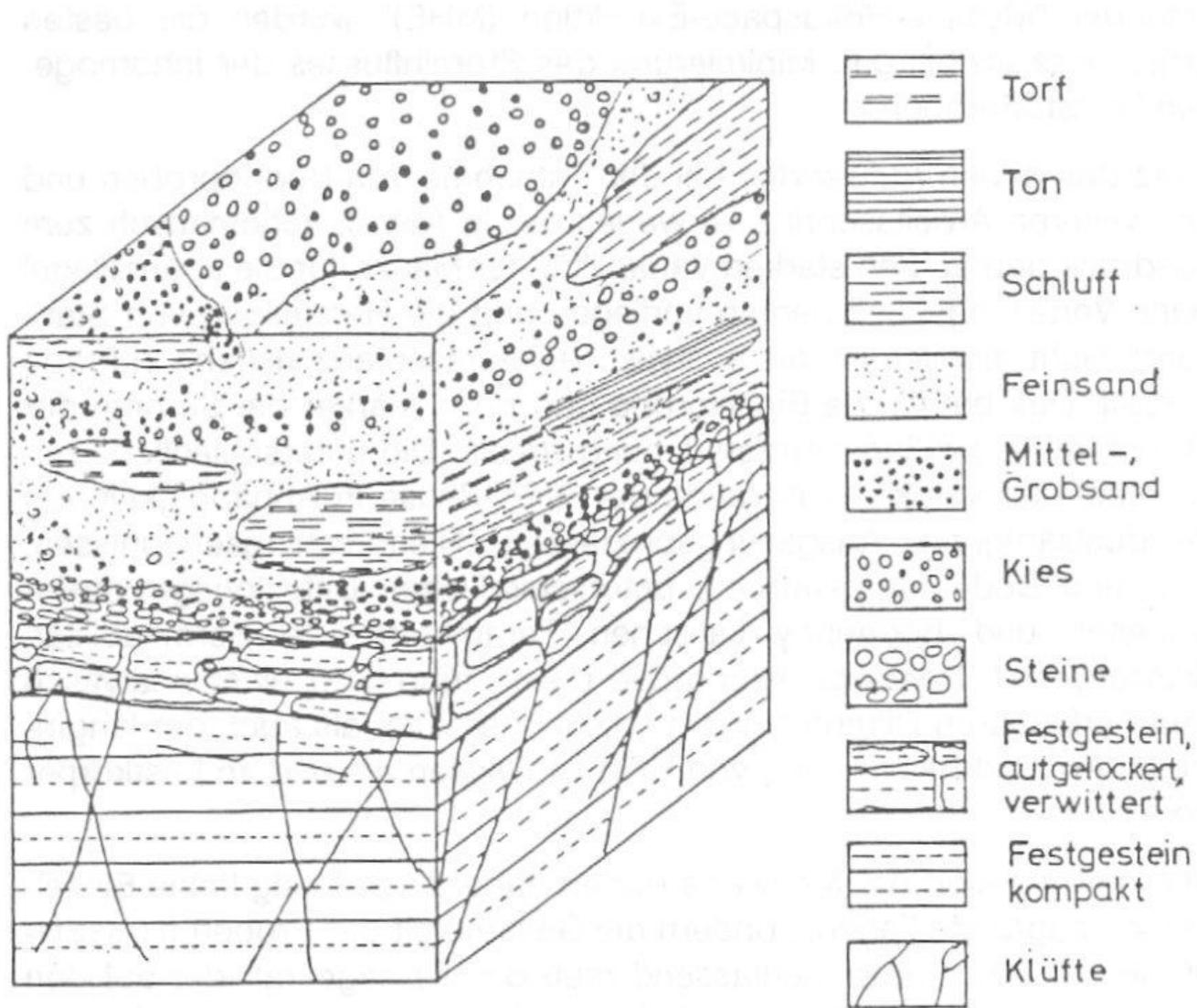
Die Versorgung der schadstoffbelasteten Zonen ist limitiert durch geogen bedingte Eigenschaften des Untergrundes.

Die Verteilung von Sauerstoff, Substraten oder von Reaktionsmittel zum Ort der gewünschten Wirkung ist beschränkt nach Zeit, Ort und Konzentration.

In-situ-Technologien: Limitierungen



In-situ-Technologien: Limitierungen



In-situ-Technologien: Entwicklungsbedarf

Das Wissen um innovative Verfahren und um Verfahrenskombinationen ist teils sehr **jung** und die **Verbreitung der Kenntnisse variiert stark**, die Erfahrung mit Anwendungen wächst langsam.

In-situ-Technologien: Entwicklungsbedarf

Die **wirksamen Prozesse** und andere Reaktionen und Effekte („**Nebenwirkungen**“) sind teils komplex.

Verständnis und Beherrschung zur erfolgreichen Anwendung sind zunehmend nur im **interdisziplinären Verbund** möglich.

In-situ-Technologien: Entwicklungsbedarf

Entwicklungsbedarf thematisiert:

- Erkundungsmethoden bzw. Anwendung neuer Verfahren zur **diskreteren Auflösung** des 3-D-Schadensbildes.
- Wissen um **Wirkungen** und **Nebenwirkungen**
- Kenntnis über **Reichweiten** der Anwendungen
- Verbesserung von Systemen und Anlagen zur **Verteilung von Wirkstoffen**
- Kenntnis um „**treatment trains**“
- **Verstärkung der Sicherheit im Umgang mit den Randbedingungen** (Limitierungen)
- Grundlagen für die **Kostenplanung**
- **Prognosesicherheit** in Bezug auf die Erreichung von Sanierungszielen
- **Online-Monitoring** durch bessere In-situ Meßsysteme
- Auswirkungen von **Verfahrenskombinationen**
-

Vorerkundung - Schadensbild

Die Erwägung der Anwendung von In-situ-Technologien hat die Akzeptanz für qualifizierte Vorerkundung verbessert, und auch deren Umfang anteilig stark erhöht.

Dies muss durch auf Einsatzdauer höheren Schadstoffaustrag, kürzere Sanierungszeit und/oder geringeren Energieeinsatz auf Gesamtdauer gerechtfertigt werden.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit !

Dr. Manfred Nahold
G.U.T GRUPPE UMWELT + TECHNIK GMBH

✉ 4040 Linz, Plesching 15

☎ 0732 / 71 39 82

✉ m.nahold@gutlinz.at

🌐 www.gutlinz.at

