

Praxishilfe Untersuchung von CKW-Belastungen



2. Fachtagung
2.9.2009, Solothurn

R. Philipp

- 1 Ausgangslage, Zielsetzung
- 2 Eigenschaften von CKW
- 3 Schadstoffverhalten im Untergrund

magma ag

Geologie Umwelt Planung
Josefstrasse 92 | 8005 Zürich
044 240 44 33 | info@magma-ag.ch | www.magma-ag.ch

Praxishilfe Untersuchung von CKW-Belastungen



Ausgangslage

Technische Untersuchung
von CKW-Belastungen:

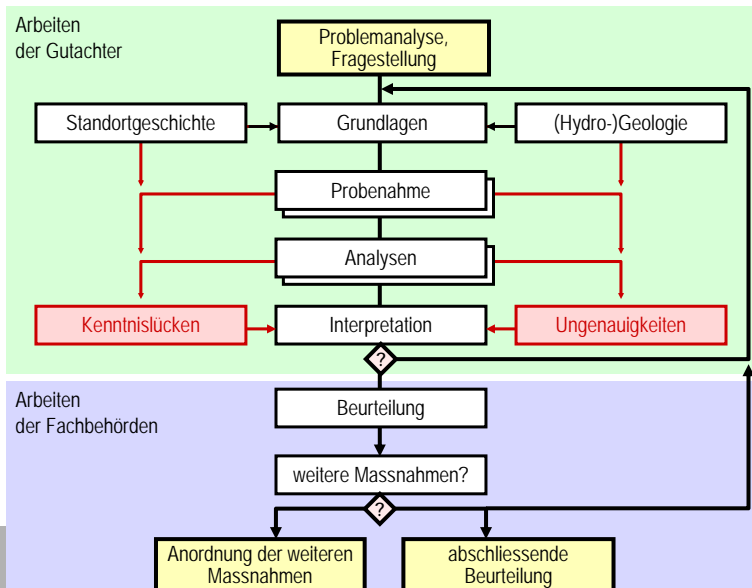
- unvermeidbare Ungenauigkeiten bei Probenahme- und Analysenmethoden


Arbeitsgruppe ChloroNet TP2:

- Erarbeitung einer **Praxishilfe** für die Untersuchung von CKW-Belastungen

- 1 Ausgangslage, Ziele
- 2 Eigenschaften von CKW
- 3 Verhalten im Untergrund

2



Praxishilfe Untersuchung von CKW-Belastungen 

Ziele der Praxishilfe


- aufzeigen, welche **Kenntnisse aus der HU** gewonnen werden können / sollen,
- aufzeigen, welche **Kenntnisse zur (Hydro-)Geologie** eines Standorts erforderlich sind,
- Einsatzmöglichkeiten und Grenzen verschiedener **Probenahmetechniken** und **Analytikmethoden** aufzeigen,
- minimale Anforderungen an die **Dokumentation** von Untersuchungsergebnissen festhalten,
- praxistaugliche **Arbeitshilfen** für die Erstellung von Berichten zur Verfügung stellen (Checklisten, Vorlagen)


Zielpublikum:

- **Gutachterbüros** → Untersuchungen planen / durchführen
Untersuchungsergebnisse beurteilen,
- **Fachbehörden** → Untersuchungsergebnisse beurteilen,
weitere Massnahmen anordnen.

1 Ausgangslage, Ziele
2 Eigenschaften von CKW
3 Verhalten im Untergrund

3


Geologie Umwelt Planung
Josefstrasse 92 | 8005 Zürich
044 240 44 33 | info@magma-ag.ch | www.magma-ag.ch

Praxishilfe Untersuchung von CKW-Belastungen 

Gliederung der Praxishilfe


1. Ausgangslage, Zielsetzung
2. Grundlagen
3. Schadstoffverhalten von CKW im Untergrund
4. Geologische und hydrogeologische Beschreibung
5. Historische Untersuchung
6. Pflichtenheft für die Technische Untersuchung
7. Technische Untersuchung
8. Interpretation der Messresultate
9. Dokumentation der Altlasten-Voruntersuchung

Beilagen: Checklisten, Leitfaden, Berichtsraster, Probenahmeprotokolle

1 Ausgangslage, Ziele
2 Eigenschaften von CKW
3 Verhalten im Untergrund

Begriff:
Die Praxishilfe beschränkt sich auf **leichtflüchtige** chlorierte KW.
Der Einfachheit halber als **CKW** bezeichnet.

4


Geologie Umwelt Planung
Josefstrasse 92 | 8005 Zürich
044 240 44 33 | info@magma-ag.ch | www.magma-ag.ch

Praxishilfe Untersuchung von CKW-Belastungen ChloroNet

Eigenschaften von CKW

Begriff:
Die Praxishilfe beschränkt sich auf **leichtflüchtige** chlorierte KW.
Der Einfachheit halber als **CKW** bezeichnet.

Eigenschaften von CKW:

- gut fettlösend, schwer entflammbar: Einsatz als Lösungs- und Reinigungsmittel
- hohe Dichte: TRI 1.465, PER 1.62
- geringe Viskosität: dünnflüssig
- hoher Dampfdruck, tiefe Siedetemperatur
- gute Löslichkeit in Wasser
- adsorbieren an Kornoberflächen

Weitere Angaben zu Eigenschaften von CKW:
→ ChloroNet-Leitfaden CKW, 2008 → www.bafu.admin.ch/chloronet

1 Ausgangslage, Ziele
2 **Eigenschaften von CKW**
3 Verhalten im Untergrund

5 magma ag
Geologie Umwelt Planung
Josefstrasse 92 | 8005 Zürich
044 240 44 33 | info@magma-ag.ch | www.magma-ag.ch

Praxishilfe Untersuchung von CKW-Belastungen ChloroNet

Stoffverteilung im ungesättigten Porenraum

CKW gelöst
CKW gasförmig
CKW in Phase:

- zusammenhängend (CKW-Pools)
- in Mikroporen (Residualsättigung)




1 Ausgangslage, Ziele
2 **Eigenschaften von CKW**
3 Verhalten im Untergrund

6 Foto: Winkler und Färber 2001

Praxishilfe Untersuchung von CKW-Belastungen

ChloroNet

Inhomogener Untergrund



1 Ausgangslage, Ziele
2 Eigenschaften von CKW
3 Verhalten im Untergrund

7

magma ag
Geologie Umwelt Planung
Josefstrasse 92 | 8005 Zürich
044 240 44 33 | info@magma-ag.ch | www.magma-ag.ch

Praxishilfe Untersuchung von CKW-Belastungen

ChloroNet

Ausbreitung von flüssigen CKW (CKW-Phase)


- versickert bedingt durch die Schwerkraft **primär vertikal**,
- kann an Schichtgrenzen **rückgestaut** resp. **seitlich abgelenkt** werden,
- Ablenkung von versickernder CKW-Phase durch anströmendes Grundwasser vernachlässigbar,
- an Stellen, an denen CKW-Phase gestaut / seitlich bewegt wird: **zusammenhängende CKW-Phase, CKW-Pools**,
- in besser durchlässigen Zonen mit vertikaler Migration: **isolierte Tropfen im Porenraum** (Residualsättigung),
- **drainiert** durch den Verlust der Kapillarkräfte bei der Auflockerung des Korngefüges (Sondierungen, Probenahmen).

Konsequenzen für die Untersuchung:

- Erhöhte CKW-Mengen vor allem in feinkörnigen Schichten,
- In grobkörnigen Schichten CKW relativ rasch gelöst und abtransportiert,
- Feststoffbeprobung ergibt nur Minimalwerte.

1 Ausgangslage, Ziele
2 Eigenschaften von CKW
3 Verhalten im Untergrund

8

Praxishilfe Untersuchung von CKW-Belastungen 

Ausbreitung CKW in der Gasphase


- in der Nähe von CKW-Phase in der ungesättigten Zone hohe Konzentrationen an gasförmigen CKW:
„Halo“ um den Schadensherd,
- Ausdehnung „Halo“ abhängig vom offenen Porenraum, von Luftströmungen
- Gasförmig belastete Zone >> Bereich mit CKW-Phase.


Konsequenzen für die Untersuchung:

- Nachweis des Schadensherds mit Porenluftmessungen oft einfacher als mit Feststoffproben aus dem Untergrund.
- gemessene Porenluftkonzentration und Grösse der gasförmig belasteten Zone können nicht mit der Menge der vorhandenen CKW-Phase in Bezug gesetzt werden.

1 Ausgangslage, Ziele
2 Eigenschaften von CKW
3 Verhalten im Untergrund

9

 magma ag
Geologie Umwelt Planung
Josefstrasse 92 | 8005 Zürich
044 240 44 33 | info@magma-ag.ch | www.magma-ag.ch

Praxishilfe Untersuchung von CKW-Belastungen 

Ausbreitung von gelösten CKW


- **maximale Löslichkeit** nur lokal in Zonen mit direktem Kontakt zwischen Wasserphase und CKW-Phase, nur wenn die Kontaktzeit genügend lang ist,
- **Verdünnung** im Abstrom des Schadensherds durch Mischung mit unbelastetem Grundwasser,
- Konzentration in Wasserproben: durch Probenpumpen in Grundwassermessstellen meist **unter der maximalen Löslichkeit**, selbst wenn CKW-Phase vorliegt.

Konsequenzen für die Untersuchung:

- Resultate der GW-Probenahme hängen vom Ausbau der Messstelle ab (Lage, Länge der Filterstrecke).
- Aus Konzentrationen << maximale Wasserlöslichkeit der CKW kann nicht abgeleitet werden, dass keine CKW-Phase vorliegt.

1 Ausgangslage, Ziele
2 Eigenschaften von CKW
3 Verhalten im Untergrund

10

 magma ag
Geologie Umwelt Planung
Josefstrasse 92 | 8005 Zürich
044 240 44 33 | info@magma-ag.ch | www.magma-ag.ch

Praxishilfe Untersuchung von CKW-Belastungen

Sorption CKW

- Sorption von CKW an Oberflächen des Korngerüsts
- Anlagerung an Feststoffphase nur temporär
- Bei abnehmenden Konzentrationen in der Gas- oder Wasserphase: Ablösung der sorbierten CKW von den Feststoffen.
- Sorption von CKW kann die Ausbreitung bremsen, aber nicht verhindern.

Größenordnung der Massenverteilung der CKW
(aufgrund des thermodynamischen Gleichgewichts grob geschätzt):

- CKW-Phase: Bei Residualsättigung: 10% des Porenraums, 1% bis 2% des Kontrollvolumens
- gelöst im Grundwasser: 0.1 bis 1 ppm des Kontrollvolumens
- verdunstet, Porenluft: 0.1 bis 1 ppm des Kontrollvolumens
- sorbiert an Feststoffen: 0.1 bis 1 ppm des Kontrollvolumens

Massenanteil CKW-Phase
>> Massenanteile gelöst, verdunstet und sorbiert.

1 Ausgangslage, Ziele
2 Eigenschaften von CKW
3 Verhalten im Untergrund

11

ChloroNet

magma ag

Geologie Umwelt Planung
Josefstrasse 92 | 8005 Zürich
044 240 44 33 | info@magma-ag.ch | www.magma-ag.ch

Praxishilfe Untersuchung von CKW-Belastungen

Typische Stoffverteilung im Untergrund

a)

CKW konnten nicht bis zum Grundwasser versickern

abgedichtet

CKW in Phase: niedere Sättigung
CKW in Phase: hohe Sättigung
CKW gasförmig: „Halo“

CKW gelöst im Grundwasser

feinkörnig ungesättigte Zone

grobkörnig Grundwasserleiter

feinkörnig Stauer

1 Ausgangslage, Ziele
2 Eigenschaften von CKW
3 Verhalten im Untergrund

12

ChloroNet

magma ag

Geologie Umwelt Planung
Josefstrasse 92 | 8005 Zürich
044 240 44 33 | info@magma-ag.ch | www.magma-ag.ch

