

ChloroForum

Arbeitshilfe «Probenahme und Analyse von Porenluft»

7.3.2012

Dr. Jürgen Abrecht
Geologe

www.geotest.ch

Arbeitshilfe
Probenahme und Analyse von Porenluft

Inhalt

1. Anlass, Rahmenbedingungen
2. Arbeitsgruppe, Vorgehen
3. Die Arbeitshilfe BUWAL 1998
4. Die Arbeitshilfe BAFU 2012
5. Neues und anderes. Ein Vergleich

Inhalt

1. Anlass, Rahmenbedingungen
2. Arbeitsgruppe, Vorgehen
3. Die Arbeitshilfe BUWAL 1998
4. Die Arbeitshilfe BAFU 2012
5. Neues und anderes. Ein Vergleich

Anlass, Rahmenbedingungen

- ChloroNet. In Praxishilfe «Untersuchung von CKW-Belastungen» kommt der Porenluftentnahme eine wesentliche Bedeutung zu. Die Methode ist heute allgemein anerkannt und entspricht dem Stand der Technik.
- In der AltIV existieren Konzentrationswerte für gasförmige Stoffe. Diese stützen sich auf die Porenluftmessungen.
- Die bestehende Arbeitshilfe von 1998 entspricht nicht mehr in allen Teilen den heutigen Anforderungen; es liegen Lücken vor und es soll eine etwas andere Gewichtung der behandelten Themen vorgenommen werden.
- Es besteht kein Bezug zur ChloroNet-Praxishilfe.

Inhalt

1. Anlass, Rahmenbedingungen
2. **Arbeitsgruppe, Vorgehen**
3. Die Arbeitshilfe BUWAL 1998
4. Die Arbeitshilfe BAFU 2012
5. Neues und anderes. Ein Vergleich

Arbeitsgruppe, Vorgehen

- Vorbesprechen: Inhalt, Schwerpunkte, Termine, Bildung der Arbeitsgruppe.
- Arbeitsgruppe:
 - Eckard Drewes, UmweltMess GmbH, Lützelflüh
 - Peter Steffen, SJ GeoTec AG, Wolfwil
 - Jürgen Abrecht, GEOTEST AG, Zollikofen
- Vorgehen:
 - Konzept, mit BAFU besprochen
 - Aufteilung der Sachgebiete, Arbeitssitzungen
 - Entwurf an BAFU, Rückmeldungen
 - Überarbeiten, Redaktion, Präsentation

Inhalt

1. Anlass, Rahmenbedingungen
2. Arbeitsgruppe, Vorgehen
3. **Die Arbeitshilfe BUWAL 1998**
4. Die Arbeitshilfe BAFU 2012
5. Neues und anderes. Ein Vergleich

Die Arbeitshilfe BUWAL 1998

➤ Autoren:

- U. Ziegler, Sektion Altlasten und Tankanlagen, BUWAL
- B. Schmid, BMG Engineering AG, Schlieren

➤ Begleitung durch Arbeitsgruppe «Voruntersuchung»:

- B. Bahrig, Arbeitsgemeinschaft Boden- und Grundwasserschutz, D-Konstanz
- M. Brehmer, Amt für Umweltschutz des Kantons Solothurn
- H. Burger, Baudepartement des Kantons Aargau
- P. Haldimann, Dr. H. Jäckli AG, Zürich
- P. Huggenberger, Kantonsgeologe des Kantons Basel-Stadt
- R. Philipp, magma AG, Zürich (Sekretariat)
- D. Reinker, Ecoswiss, Zürich
- D. Rossel, AB Conseil SA, Orbe
- B. Schmid, BMG Engineering AG, Schlieren
- M. von Allmen, Dr. Graf AG, Gerlafingen
- U. Ziegler, BUWAL (Vorsitz)

Die Arbeitshilfe BUWAL 1998

VORWORT	5
ZUSAMMENFASSUNG	6
EINLEITUNG	6
RECHTLICHE GRUNDLAGEN	7
WELCHE STOFFE KÖNNEN ERFASST WERDEN?	8
FESTLEGUNG DER PROBENAHMESTELLEN / PROBENAHMESTRATEGIE	9
PROBENAHME	10
1. Verfahren	10
2. Probenahmetiefe	10
3. Entnahme der Proben	10
ANALYTIK	12
1. Allgemeines	12
2. Probenaufbereitung	12
3. Kalibrierung	13
4. Durchführung der Analyse	13
ABSCHÄTZUNG DES SCHADSTOFFGESAMTGEHALTES UND DES GEHALTS IM SICKERWASSER	13
AUSGEHEND VON DEN SCHADSTOFFGEHALTEN IN DER PORENLUF	13
1. Abschätzung des Schadstoffgesamtgehaltes im Untergrund	13
2. Abschätzung des Schadstoffgehaltes im Sickerwasser	15
DARSTELLUNG DER RESULTATE	15
QUALITÄTSSICHERUNG	16
LITERATURLISTE	16
ANHANG I: LISTE DER KONZENTRATIONSWERTE GEMÄSS ALTLV	18
ANHANG II: AUSWAHL PHYSIKALISCH-CHEMISCHER EIGENSCHAFTEN VON ALTLASTEN-RELEVANTEN STOFFEN	19

Inhalt

1. Anlass, Rahmenbedingungen
2. Arbeitsgruppe, Vorgehen
3. Die Arbeitshilfe BUWAL 1998
4. Die Arbeitshilfe BAFU 2012
5. Neues und anderes. Ein Vergleich

Die Arbeitshilfe BAFU 2012

1.	EINLEITUNG	4
2.	RECHTLICHE GRUNDLAGEN	4
3.	EINFÜHRUNG	5
3.1	Einsatzgebiete	5
3.2	Stoffliste	6
3.3	Für Porenluftmessung ungeeignete Stoffe	6
4.	PROBENAHMESTRATEGIE	7
4.1	Grundsätzliches	7
4.2	Vorbereitungsarbeiten	7
4.3	Die Untersuchung von Ablagerungsstandorten auf Deponiegase	8
4.4	Die Untersuchung von Betriebsstandorten auf leichtflüchtige Organika	8
5.	PROBENAHMEVERFAHREN	10
5.1	Verfahren	10
5.2	Entnahmetechnik	10
5.2.1	Methodik	10
5.2.2	Durch Beprobung erfasstes Volumen	11
6.	ANALYTIK	12
6.1	Allgemeines	12
6.2	Analysenmethoden / Messunsicherheiten	12
6.3	Qualitätssicherung	12
7.	BEWERTUNG DER RESULTATE	13
7.1	Qualitätssicherung, Auswertung und Darstellung der Resultate	13
7.2	Interpretation und Bewertung	13
7.2.1	Die Porenluftkonzentration beeinflussende Faktoren	14
7.2.2	Natürliche Hintergrundbelastung durch flüchtige Stoffe	14
7.2.3	Altlastrechtliche Beurteilung	15
7.3	Rechnerische Abschätzung des Schadstoffgehalts im Sickerwasser und des Gesamtschadstoffgehalts aufgrund der Gaskonzentrationen in der Porenluft	15

Die Arbeitshilfe BAFU 2012

I	LITERATURLISTE	17
II	STOFFLISTE HEADSPACE, GC-FID/ECD	18
III	STOFFLISTE HEADSPACE, SPME, GC-MS RESP. ADSORPTION/DESORPTION, GC-MS	19
IV	LISTE DER KONZENTRATIONSWERTE GEMÄSS VERORDNUNG ÜBER DIE SÄNIERUNG VON BELASTETEN STANDORTEN (ALTLASTEN-VERORDNUNG, ALTLV)	20
V	AUSWAHL PHYSIKALISCH-CHEMISCHER EIGENSCHAFTEN VON FLÜCHTIGEN ALTLASTEN-RELEVANTEN STOFFEN	21
VI	DETAILLIERTE METHODIK UND BEISPIELE FÜR PROBENAHMESYSTEME	22
VII	DOKUMENTATION DER PROBENAHME	25

Inhalt

- Anlass, Rahmenbedingungen
- Arbeitsgruppe, Vorgehen
- Die Arbeitshilfe BUWAL 1998
- Die Arbeitshilfe BAFU 2012
- Neues und anderes. Ein Vergleich

Neues und anderes. Ein Vergleich

Vorwort		Vorwort	
Zusammenfassung		Zusammenfassung	
Einleitung	3.75	Einleitung	3
Rechtliche Grundlagen		Rechtliche Grundlagen	
		Einführung	
		Einsatzgebiete	1.25
Welche Stoffe können erfasst werden?	0.25	Stoffliste	0.5
		Für Porenluftmessung ungeeignete Stoffe	
Festlegung der Probenahmestellen / Probenahmestrategie	1	Probenahmestrategie	2.5
		Grundsätzliches	
		Vorbereitungsarbeiten	
		Die Untersuchung von Ablagerungsstandorten auf Deponiegase	
		Die Untersuchung von Betriebsstandorten auf leichtflüchtige Organika	
Probenahme		Probenahmeverfahren	1
Verfahren		Verfahren	
Probenahmetiefe	2.25	Entnahmetechnik	
Entnahme der Proben		Methodik	
		Durch Beprobung erfasstes Volumen	1
Analytik	1.25	Analytik	1
Allgemeines		Allgemeines	
Probenaufbereitung		Analysenmethoden / Messunsicherheiten	
Qualitätssicherung	0.5	Qualitätssicherung	

Neues und anderes. Ein Vergleich

Kalibrierung		Bewertung der Resultate	
Durchführung der Analyse		Qualitätssicherung, Auswertung und Darstellung der Resultate	
Darstellung der Resultate	0.25	Interpretation und Bewertung	2.75
		Die Porenluftkonzentration beeinflussende Faktoren	
		Natürliche Hintergrundbelastung durch flüchtige Stoffe	
		Altlastrechtliche Beurteilung	
Abschätzung des Schadstoffgesamtgehaltes und des Gehalts im Sickerwasser ausgehend von den Schadstoffgehalten in der Porenluft		Rechnerische Abschätzung des Schadstoffgehalts im Sickerwasser und des Gesamtschadstoffgehaltes aufgrund der Gaskonzentrationen in der Porenluft	0.75
Abschätzung des Schadstoffgesamtgehaltes im Untergrund	2		
Abschätzung des Schadstoffgehaltes im Sickerwasser			
Literaturliste	1.25	Literaturliste	1
Anhang I:		Stoffliste Headspace, GC-FID/ECD	1
		Stoffliste Headspace, SPME, GC-MS resp. Adsorption/Desorption, GC-MS	1
		Liste der Konzentrationswerte gemäss Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlasten-Verordnung, AltIV)	1
		Auswahl physikalisch-chemischer Eigenschaften von flüchtigen altlastenrelevanten Stoffen	1
		Detaillierte Methodik und Beispiele für Probenahmesysteme	3
		Dokumentation der Probenahme	1

Einsatzgebiete

Bedeutung heute. Generelle Einsatzmöglichkeiten und Anwendungsbereiche, Stärken, Limitierungen

- > **Betriebsstandorte:** leichtflüchtige Lösungsmittel, Betriebsstoffe (Benzin, Petrol, Diesel, Heizöl): Aliphaten, Aromaten, MTBE.
V.a Technische Untersuchungen (insbes. Voruntersuchung); Detailuntersuchungen: Eingrenzen belasteter Bereiche bzw. Schadenherde, Überprüfen des Sanierungserfolges in ungesättigter Zone (Bodenluftabsaugung)
- > **Altablagerungen:** Nachweis von Deponiegasen bei Vorhandensein von organischen Materialien (Methan, CO₂) oder als Folge von chemischen Reaktionen (z.B. H₂S, CO₂) Gefährdungsabklärungen bei Flächenrecyclingvorhaben.
- > Unfallstandorte: Havarien
- > Raumluftmessungen: Raumluftmessungen: zur Beurteilung des Sanierungsbedarfes, zur Klärung der direkten Gefährdung von Menschen in geschlossenen oder halboffenen Räumen.

Stoffliste

- **Anwendung** für leichtflüchtige und mittelflüchtige Stoffe mit einem Siedepunkt von bis zu rund 200°C.
 - Erfassen verschiedener Stoffgruppen in Abhängigkeit von der Analysenmethode (→ unterschiedlicher Bestimmungsgrenzen).
- **Headspace, GC-FID/ECD**
 - Stoffe, für die in Anhang 2 der AltIV Konzentrationswerte vorhanden sind (ausgenommen Kohlendioxid, Schwefelwasserstoff, Quecksilber, Naphthalin und Benzo(a)pyren: für Porenluft ungeeignete Stoffe), sowie Methyl-tert-butyl-Ether (MTBE) und die Freone 11, 12 und 113.
- **Analyse mittels Headspace, solid phase microextraction (SPME), GC-MS**
 - 61 flüchtige Verbindungen (inkl. Naphthalin) analog dem Purge-and-Trap-Verfahren für Wasser und Feststoffe.
- **Entnahme mittels Adsorptionsröhrchen, Desorption, GC-MS**
 - Dieselbe Stoffliste wie bei Headspace, SPME, GC-MS, aber Bestimmungsgrenze um rund einen Faktor 10 tiefer.

Probenahmestrategie

Hinweis: ChloroNet-Praxishilfe „Untersuchung von CKW-Belastungen. Kapitel mit Hinweisen zur Planung und Durchführung von Porenluftmessungen.

Hinweise und Empfehlungen sind weitgehend auch auf andere leichtflüchtige organische Stoffe anwendbar (aliphatische oder aromatische Kohlenwasserstoffe). → **leichtflüchtige Organika**.

- Bisher: Kaum äquivalente Angaben zu Fällen mit anderen Gasen als organische Verbindungen: neben Sauerstoff und Stickstoff die Deponiegase Methan (als Repräsentant für brennbare Gase), Kohlendioxid, Schwefelwasserstoff und Wasserstoff.
- VOC: vor allem als Schadstoffe auf Betriebsstandorten
- Deponiegase: typischerweise Produkte von biogenen Abbauvorgängen in Ablagerungsstandorten mit organischen Anteilen
- Von Gasen ausgehende Gefährdung betrifft unterschiedliche Schutzgüter.
VOC: v.a. Schutzgut Grundwasser, meist geringe Konzentrationen (ppm)
Deponiegase: betreffen den Menschen direkt (Erstickung, Vergiftung, Explosion etc.), an Orten, wo sich Menschen oder Tiere aufhalten (Kellerräume, Leitungskanäle und -gräben, Baugruben). Wenn hohe Konzentrationen (%)
- → unterschiedliche Probenahmestrategien.

Probenahmestrategie Deponiestandorte

Meist unbekannt, wo welche Materialien abgelagert wurden.

→ Rastermessung über mutmasslicher Deponiefläche.

= flächendeckendes Vorgehen.

Flächenrecycling, Gefährdungssituation bei Bauprojekten.

Probenahmestrategie Betriebsstandorte

In der Regel: Vorliegen von Kenntnissen über Standorte, wo welche Materialien gelagert/benutzt/umgefüllt wurden.

Deshalb wichtig: HU (siehe ChloroNet-Praxishilfe)

→ Vorgehensweise: standort- bzw. ereignisorientiert.

Rastermessungen nur beschränkt zweckmässig und möglich.

Häufig zweckmässig (z.B. Suche von Schadenherden):

- a) etappiertes Vorgehen mit Verdichtung der Messabstände in einem 2. Schritt oder
- b) den Einsatz eines mobilen Analytiklabors.

Weitere Einsatzmöglichkeiten

Erfassung und Eingrenzung von Schadstofffahnen im Grundwasser (CKW; Rückdiffusion in die Porenluft).

→ Vorgehensweise: flächenorientiert. Evtl. Rastermessungen

Vertikale Verteilung von leichtflüchtigen Organika:

Verschiedene Möglichkeiten:

- Entnahme von Gasproben auf vorgesehener Tiefe durch mehrmaliges Rammen (Kaskaden) (Weiterrammen der Sonde nach der Probenahme im gleichen Loch nicht möglich).
- Bei Sondierbohrungen auf vorgesehenen Tiefen im unverrohrten Abschnitt (z.B. Rückzug des Futterrohrs). Abdichtung mittels Packer.
- Erstellen von Mehrfachmessstellen, in unterschiedliche Tiefen, sind gegeneinander abgedichtet.
- Einsatz der Membrane Interface Probe (MIP).

Analysenmethoden / Messunsicherheiten

Analysenmethoden / Messunsicherheiten

- > Methodik
- > Unsicherheiten, auch für andere Messmethoden (PID)
- > Qualitätssicherung, Kontamination, Bestimmungsgrenzen

Probenahme

Detaillierte Methodik und Beispiele für Probenahmesysteme: Anhang

- > Detaillierte Beschreibung der Technik, Praxis in CH (2 Firmen)
- > Zusammenfassung: Tabellen im Anhang

Direct push-Verfahren, MIP

Kurzbeschreibung: Anhang

Bewertung der Resultate

- Interpretation und Bewertung
- Repräsentativität («was sagen uns die Ergebnisse?»)
- Porenluftkonzentration beeinflussende Faktoren
- Natürliche Hintergrundbelastung (CKW und Deponiegase, v.a. CO₂)
- Altlastrechtliche Beurteilung (AltIV, ChloroNet-Praxishilfe)

Rechnerische Abschätzungen

- Rechnerische Abschätzung des Schadstoffgehalts im Sickerwasser und des Gesamtschadstoffgehaltes aufgrund der Gaskonzentrationen in der Porenluft
- Hilfsmittel, keine Beurteilungsgrundlage