

E 1-2 Probennahmen zur Standortuntersuchung

Juli 2010

1 Allgemeines

Die Messstellenstandorte und Probenentnahmen müssen so gewählt werden, dass die im Zuge der Standorterkundung nach E 1-1 erforderlichen Untersuchungen durchgeführt werden können. Außerdem ist sicherzustellen, dass an einem kontaminationsverdächtigen Standort die Schadstoffausbreitung zuverlässig bestimmt werden kann.

Bei kontaminationsverdächtigen Standorten ist je nach den erwarteten oder festgestellten Schadstoffen die Probenentnahme und Probenbehandlung sowie gegebenenfalls der Arbeitsschutz in Abstimmung mit einem erfahrenen chemischen Untersuchungslabor festzulegen. E 2-5 gilt sinngemäß.

2 Entnahme von Wasserproben

2.1 Allgemeines

Zur Wasserprobenentnahme und deren Behandlung liegen folgende Normen, Richtlinien und Merkblätter vor:

DIN 38402-12:1985-06: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Allgemeine Angaben (Gruppe A); Probennahme aus stehenden Gewässern (A 12)

DIN 38402-13:1985-12: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Allgemeine Angaben (Gruppe A); Probennahme aus Grundwasserleitern (A 13)

DIN 38402-15:2010-04: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Allgemeine Angaben (Gruppe A) - Teil 15: Probennahme aus Fließgewässern (A 15)

BS 6068-6.12:1996-06-15 (früher DIN EN 25667-2-A 3, 1993): Wasserbeschaffenheit - Probennahme - Hinweise zur Probennahme von Sedimenten

DIN EN ISO 22475-1:2007-01: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen - Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung

DIN EN ISO 5667-1:2007-04: Wasserbeschaffenheit - Probennahme - Teil 1: Anleitung zur Erstellung von Probennahmeprogrammen und

Probennahmetechniken

ISO 5667-11:2009-04: Wasserbeschaffenheit - Probennahme - Teil 11: Hinweise zur Probennahme von Grundwasser

DVGW W 112, 2001-07: Entnahme von Wasserproben bei der Erschließung, Gewinnung und Überwachung von Grundwasser
Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches, Bonn

DVGW W 121, 2003-07: Bau und Ausbau von Grundwassermessstellen
Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches, Bonn

DVWK 128-1992: Entnahme und Untersuchungsumfang von Grundwasserproben
DVWK-Regeln zur Wasserwirtschaft, Heft 128
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, Hennef

DVWK 245-1997: Tiefenorientierte Probennahme aus Grundwassermessstellen
DVWK-Merkblatt 245
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, Hennef

LAGA WÜ 98, 2008: Teil 1: Deponien - Technische Regeln für die Überwachung von Grund-, Sicker- und Oberflächenwasser sowie oberirdische Gewässer bei Abfallentsorgungsanlagen
Mitteilung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 28, 1999, 2008 redaktionell überarbeitet, Berlin

LAWA, 1993: Grundwasserrichtlinie, Teil 3: Grundwasserbeschaffenheit
Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)

LAWA, 1995: AQS-Merkblatt P-8/2 Probennahme von Grundwasser
Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)
Merkblätter für die Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung

LWA NRW, 1989: Leitfaden zur Grundwasseruntersuchung bei Altablagerungen und Altstandorten
Landesamt für Umwelt, Natur- und Verbraucherschutz des Landes
Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf

Die Festlegung von Filterstrecken wird durch den qualifizierten geotechnischen Sachverständigen aufgrund der durchteuften Schichtenfolge bzw. nach erfolgter Bohrkernansprache und -aufnahme bzw. Bohrlochvermessung vorgenommen. Sind mehrere Aquifere vorhanden, so sind die Messstellen grundsätzlich so auszubauen, dass eine Beprobung aller relevanten Grundwasserstockwerke möglich ist. Dies gilt auch für die schichtgebundene Beprobung innerhalb eines Aquifers.

2.2 Entnahmegерäte und Vorgehensweise

Zur Wasserprobenentnahme sind nur Geräte zu verwenden, die möglichst keine Veränderung der Proben verursachen. Entnahmegерäte und Probenbehälter aus Messing, verchromtem und vernickeltem oder verzinktem Metall dürfen nicht verwendet werden, wenn auf Schwermetalle untersucht wird. Bei Untersuchung auf Eisen und Mangan sind Eisengeräte oder legierter Stahl unbedenklich.

Besondere Anforderungen an die Probenentnahme besteht bei flüchtigen organischen Stoffen und hochtoxischen Inhaltsstoffen mit sehr geringer Konzentration.

Die Probennahme an Grundwassermessstellen erfolgt in der Regel durch Abpumpen. Schöpfproben sind nur in seltenen Fällen bei speziellen Fragestellungen (z. B. Feststellung aufschwimmender Schadstoffe) zweckmäßig.

Das im Pegelrohr und im Ringraum der Messstelle anstehende Wasser kann eine qualitative Veränderung erfahren und muss daher vor der eigentlichen Probennahme abgepumpt werden. Für die erforderliche Abpumpmenge bzw. Abpumpzeit können nur sehr bedingt allgemeingültige Hinweise gegeben werden.

Nach DIN 38402, Teil 13 wird die Abpumpzeit durch ständiges Beobachten der elektrischen Leitfähigkeit, des pH-Wertes und der Temperatur im geförderten Wasser bestimmt. Die Probennahme soll bei Konstanz dieser Werte erfolgen.

In der Praxis reicht dies häufig nicht zur Festlegung des Probennahmezeitpunktes aus. Erfahrungsgemäß muss bis zur Parameterkonstanz bei Fe, Mn, NO₃ und HCO₃ häufig länger gepumpt werden als beispielsweise bei Ca, Mg, Cl oder SO₄ und insbesondere bis zur Konstanz der elektrischen Leitfähigkeit, des pH-Wertes und der Temperatur. Dies gilt besonders deshalb, weil die erstgenannte Stoffgruppe häufig ausgeprägte vertikale Konzentrationsprofile aufweist.

Besonders problematisch wird die Angabe von Abpumpzeiten auch bei Messstellen, in denen aufgrund der Inhomogenität des Aquifers vertikale Strömungen im Messstellenrohr oder im Ringraum auftreten und somit zwischen den Beprobungen ein ständiger Wasseraustausch (Infiltrationseffekte) innerhalb der Messstelle und im Nahbereich stattfindet.

Grundsätzlich ist deshalb anzustreben, für jede Messstelle einen Pumpversuch mit analytischer Verfolgung der Zusammensetzung des geförderten Wassers durchzuführen und das Ergebnis, d. h., die Abpumpdauer bei bestimmter Pumpenleistung bzw. die abgepumpte Wassermenge, zu dokumentieren.

Um in der Praxis die Abpumpzeiten annähernd messstellenspezifisch festzulegen, wird empfohlen, bei der ersten Beprobung zwei Wasserproben zu entnehmen:

| | | |
|----------------------------------|---------------------------|-------------------|
| 1. Probe nach Abpumpen von einem | Pegelrohrvolumen (PRV) | sofern Probe klar |
| 2. Probe nach Abpumpen von zwei | | |

Die Abpumpzeit bis zur Entfernung eines PRV lässt sich nach folgender Gleichung berechnen:

$$t = \frac{d^2 \cdot h}{764 \cdot Q} \quad (1)$$

| | | |
|-----|---------------------------------------|-------|
| mit | t = Abpumpdauer | [min] |
| | d = Durchmesser des Pegelrohres | [cm] |
| | h = Höhe der Wassersäule im Pegelrohr | [m] |
| | Q = Förderstrom | [l/s] |

Vor Entnahme der ersten Probe ist jedoch bis zur Konstanz der Leitfähigkeit, mindestens aber 10 Minuten, abzupumpen. Die Entnahme der zweiten Probe erfolgt frühestens nach 15 Minuten.

Im Labor werden vor der Durchführung der eigentlichen Analysen in beiden Proben die „Leitparameter“ NO₃, HCO₃, „Gesamthärte“ und Cl untersucht. Diese Parameter haben sich einerseits als geeignete Indikatoren einer evtl. Beeinflussung durch die Messstelle erwiesen und sind andererseits einfach nachzuweisen. Weisen die Analyseergebnisse der Leitparameter beider Proben keine nennenswerten Unterschiede auf, war das abgepumpte Volumen bis zur ersten Probe ausreichend, so dass diese zur vollständigen Untersuchung herangezogen werden kann. Falls nicht, ist die zweite Probe zu untersuchen. In diesem Fall muss bei den folgenden Beprobungen länger abgepumpt werden, z. B. 2 PRV und 4 PRV bei der ersten, und 4 PRV bzw. 8 PRV bei der zweiten Wiederholung. Treten bei Abpumpmengen von 4 bzw. 8 PRV noch erhebliche Unterschiede in den Leitparametern auf, sollte auf die Messstelle bei Routineuntersuchungen verzichtet werden.

Diese Vorgehensweise ermöglicht es, mit vertretbarem Mehraufwand messstellen-spezifische Probennahmekriterien zu erarbeiten, die eine weitgehend repräsentative Probennahme sicherstellen. Alternativ zur oben beschriebenen Vorgehensweise kann auch ein größeres Wasservolumen (mind. 1 ½ - faches PRV) bis zur Konstanz der Leitparameter „elektrische Leitfähigkeit“, pH-Wert und Temperatur abgepumpt werden. In diesem Fall ist die Entnahme nur einer Probe ausreichend.

Zum Abpumpen ist die Leistung der Pumpe so zu wählen, dass die Beprobung mit einem vertretbaren Zeitaufwand durchgeführt werden kann, die Wassersäule innerhalb des Beobachtungsrohrs jedoch nach Möglichkeit um nicht mehr als 1/3 abgesenkt wird.

Die Entnahmepumpe ist zwei Meter unterhalb des maximal abgesenkten Wasserspiegels anzuordnen.

Die Entnahme von geschöpften Grundwasserproben sollte nur in Ausnahmefällen vorgenommen werden, da die Verfälschungsgefahr zu groß ist und teufenabhängige Entnahmen nicht durchführbar sind. Sie können bei altlastenspezifischen Fragestellungen (z. B. aufschwimmende Schadstoffe) von Bedeutung sein, dürfen jedoch nur von erfahrenen Probenehmern durchgeführt werden.

Sämtliche Parameter, die während der Probennahme ermittelt werden und alle wesentlichen Rahmendaten sind in einem Protokoll zu dokumentieren..

2.3 Weitere Empfehlungen zur Probenentnahme und Behandlung

Hierzu wird auf die eingangs aufgelistete Literatur verwiesen, so dass nachfolgend nur wesentliche Kriterien zusammengefasst werden.

- Anordnung von Entnahmestellen im abströmenden Grundwasser, zusätzlich mindestens eine oberstromige Entnahmestelle
- Aus Vergleichsgründen Einrichtung von Entnahmestellen auch außerhalb erkannter kontaminierter Grundwasserbereiche
- In Bereichen geringer Grundwassermächtigkeit und größerer Strömungsgeschwindigkeit entsprechende Anpassung des Beprobungsabstandes

Zur Probenbehandlung sind zu beachten:

- Vorkehrungen zum Arbeitsschutz
- Kühle, frostfreie Probenlagerung
- Für Hauptanalysen sind generell Glasbehälter zu verwenden
- Ordnungsgemäße Entsorgung des beim Abpumpen der Messstellen anfallenden Wassers.

3 Entnahme von Bodenproben

3.1 Allgemeines

Zur Bodenprobenentnahme und deren Behandlung liegen folgende Normen, Richtlinien und Merkblätter vor:

Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden (BGR), 1996: Anleitung zur Entnahme von Bodenproben. Geologisches Jahrbuch, Reihe G, Band G 1, E. Schweizerbart, Stuttgart

DIN EN ISO 22475-1:2007-01: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen - Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung

DIN 4023:2006-02: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen

DIN 52101:2005-06: Prüfverfahren für Gesteinskörnungen – Probennahme

DIN ISO 10381-1:2003-08: Bodenbeschaffenheit - Probennahme - Teil 1: Anleitung zur Aufstellung von Probennahmeprogrammen (ISO 10381-1:2002)

DIN ISO 10381-2:2003-08: Bodenbeschaffenheit - Probennahme - Teil 2: Anleitung für Probennahmeverfahren

DIN ISO 10381-3:2002-08: Bodenbeschaffenheit - Probennahme - Teil 3: Anleitung zur Sicherheit

DIN ISO 10381-5:2007-02: Bodenbeschaffenheit - Probennahme - Teil 5: Anleitung für die Vorgehensweise bei der Untersuchung von Bodenkontaminationen auf urbanen und industriellen Standorten

DIN ISO 10381-6:2009-09: Bodenbeschaffenheit - Probennahme - Teil 6: Anleitung zur Entnahme, Behandlung und Lagerung von Boden unter aeroben Bedingungen für die Beurteilung mikrobiologischer Prozesse sowie der Biomasse und der Diversität unter Laboratoriumsbedingungen

ITVA, 1995-09: Arbeitshilfe F 2-1, Aufschlussverfahren zur Probengewinnung für die Untersuchung von Verdachtsflächen und Altlasten
Ingenieurtechnischer Verband Altlasten, Berlin

3.2 Vorgehensweise bei der Probennahme

Bei der Entnahme von Bodenproben unterscheidet man grundsätzlich gestörte und ungestörte Bodenproben. Wann welche Proben entnommen werden, muss bei der Aufstellung des Untersuchungsprogramms festgelegt werden, da sich die Entnahme der beiden Probenarten grundsätzlich voneinander unterscheiden und auch der Aufwand sehr unterschiedlich ist. Ferner richtet sich die Probennahmeart vor allem auch nach den zu untersuchenden bodenphysikalischen Parametern, die an den Proben untersucht werden sollen. So ist z. B. für die Ermittlung der natürlichen Lagerungsdichte eine ungestörte Bodenprobe notwendig, während für die Ermittlung der Korngrößenzusammensetzung eine gestörte Probe ausreichend ist.

Aus den oberflächennahen Bodenschichten können Bodenproben aus Schürftgruben, Gräben oder direkt an der Oberfläche entnommen werden. Zur Entnahme von Bodenproben aus dem tieferen Untergrund sind möglichst Trockenbohrungen durchzuführen. Die Geräte zur Probenentnahme sind sofort nach der Verwendung unter Beachtung des Arbeitsschutzes sorgfältig zu reinigen.

Probenentnahmen aus Bohrungen zur Standorterkundung beachten die Empfehlung E 1-1. In Verbindung mit den in der Empfehlung E 1-1 genannten Bohrverfahren werden verschiedene Entnahmegерäte verwendet. Die Wahl des Gerätes ist von den Boden- und Grundwasserverhältnissen und von dem Untersuchungsziel abhängig. Für Transport und Aufbewahrung von nichtkontaminierten Proben wird auf DIN EN ISO 22475-1 verwiesen.

Die Probenmenge richtet sich vor allem nach dem durchzuführenden Untersuchungsumfang. Für chemische und bodenphysikalische Routineuntersuchungen wird meist eine Probenmenge von ca. 1 kg Trockenmasse ausreichen. Bei grobkörnigen Böden kann eine entsprechend größere Probenmenge notwendig sein.

Proben aus kontaminierten Standorten und Altdeponien sind unverzüglich nach Entnahme dicht zu verschließen bzw. in dicht verschließbare Behälter so einzufüllen, dass ein möglichst geringes Luftvolumen im Behälter verbleibt. Die Proben sind dunkel und kühl, jedoch frostfrei aufzubewahren und kurzfristig in das chemische Untersuchungslabor einzuliefern.

Für die in Betracht kommenden Bohrverfahren, Entnahmetechniken, Probenbehandlung und Dokumentation wird auf die eingangs aufgelisteten Normen und Richtlinien verwiesen.

4 Entnahme von Bodenluftproben

4.1 Allgemeines

Für die Entnahme von Bodenluftproben liegen nur wenige Normen und Richtlinien vor:

VDI 3865 Blatt 2:1998-01: Messen organischer Bodenverunreinigungen - Techniken für die aktive Entnahme von Bodenluftproben
Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf

LfU/LfW Bayern, 2003: Merkblatt Probennahme von Boden und Bodenluft bei Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen für die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Gewässer, Merkblatt 3.8/4
Landesanstalt für Umweltschutz, Bayern, Augsburg

4.2 Vorgehensweise bei der Probennahme

Bodenluftentnahmen, meist aus der ungesättigten Bodenzone, dienen vor allem der Ortung und Abgrenzung von Kontaminationsherden und lassen Rückschlüsse auf belastetes Grundwasser zu. Die Entnahme erfolgt i. d. R. über Bohrlöcher, die mit Hilfe der Rammkernsondierung hergestellt werden.

Ein anderes Verfahren stellt das Einbringen einer Bodengassonde dar (Bild 1-2.1). Diese verfügen an der unteren Spitze über Schlitze oder Löcher, über die die Bodenluft angesaugt wird. Da diese Schlitze oder Löcher häufig durch den Vorgang des Eintreibens in den Untergrund verstopfen, haben sich Sonden mit „verlorenen Spitzen“ besser bewährt.

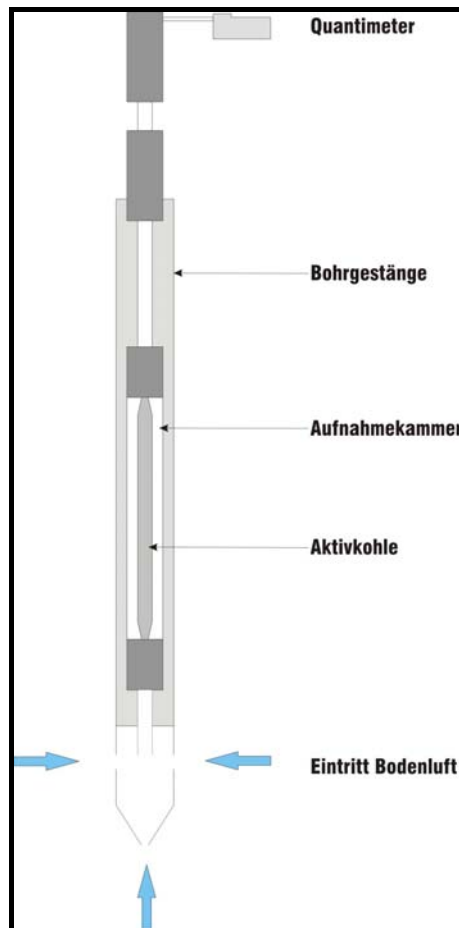


Bild 1-2.1: Prinzipskizze einer Bodengassonde (nach LfU Baden-Württemberg)

Je nach Aufgabenstellung erfolgt die Fassung der angesaugten Bodenluft direkt, d. h., die Luft wird in Glasampullen, Head-Space-Gläschen, Gasbeutel oder Gasmäusen aufgefangen. Hierbei haben sich Gasbeutel und Gasmäuse aufgrund ihres größeren Volumens besser bewährt.

Das zweite grundsätzliche Untersuchungsverfahren besteht in der indirekten Methode mit Hilfe von Anreicherungsverfahren. Hierbei wird die Bodenluft in der Sonde adsorbiert, wobei Aktivkohle, Tenax, XAD-Harze u. a. zum Einsatz kommen.

Die Untersuchung der Bodenluft auf die Permanentgase Methan, Kohlendioxid, Sauerstoff und Stickstoff kann im Labor oder auch direkt an der Sonde mit Hilfe eines Gaschromatographen durchgeführt werden.

Beispiele für die Durchführung der o. g. Probennahmetechniken finden sich in der VDI-Richtlinie 3865, Teil 2.

Analog zu den Entnahmetechniken der Grundwasser- und Bodenproben ist auch bei der Entnahme von Bodenluftproben zuvor ein Untersuchungsprogramm aufzustellen. Dieses beeinflusst nicht nur die grundsätzliche Entnahmetechnik, sondern erfordert auch die Beachtung von verschiedenen Randbedingungen, wie z. B. Tiefenlage, der Probennahme, Witterungsverhältnisse, Anwesenheit von Grundwasser.

Die Anzahl und Positionierung der Probennahmepunkte richtet sich nach der Aufgabenstellung, den geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen.

Die Probennahme ist mit sämtlichen Informationen zur Probennahme selber sowie den begleitenden Umständen zu dokumentieren. Hierzu zählen auch die Angabe der meteorologischen Daten zum Zeitpunkt der Probennahme sowie die eingesetzte Gerätschaften. Ein Beispiel für ein Probennahmeprotokoll gibt das Bayerische LfU, 2003.

Ansprechpartner: Dr. Uwe Hekel
HPC HARRESS PICKEL CONSULT AG
72108 Rottenburg am Neckar, uhekel@hpc-ag.de

Bearbeiter: Dr. U. Hekel, Rottenburg
Dipl.-Geol. T. Kolb, Bottrop
Dipl.-Geol. J. Kowalewski, Essen