

E 1-2 Probenahmen zur Standortuntersuchung

Stand: 06/ 2004

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 4020:2003-9 Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke
- DIN 4021 (1990): Baugrund; Aufschluss durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben. Berlin
- DIN 38 402, Teil 12 (1985): Deutsches Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Allgemeine Angaben (Gruppe A): Probenahme aus stehenden Gewässern. Berlin
- DIN 38 402, Teil 13 (1985): Deutsches Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Allgemeine Angaben (Gruppe A): Probenahme aus Grundwasserleitern. Berlin
- DIN 38 402, Teil 15 (1986): Deutsches Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Allgemeine Angaben (Gruppe A): Probenahme aus Fließgewässern. Berlin
- DIN EN 25667-2-A 3 (1993): Wasserbeschaffenheit; Probenahme – Teil 2: Anleitung zur Probenahmetechnik. Berlin
- DVGW-Merkblatt W 112 (1983): Entnahme von Wasserproben bei der Wassererschließung.
- DVGW (1988): Merkblatt W 121: Bau und Betrieb von Messstellen für Grundwasserstand und Grundwasserbeschaffenheit.
- DVGW (1983): Entnahme von Wasserproben bei der Wassererschließung

- DVWK (1982): Merkblatt zur Wasserwirtschaft: Entnahme von Proben für Hydrogeologische Grundwasseruntersuchungen.
- DVWK: Merkblatt 128 „Entnahme und Untersuchungsumfang von Grundwasserproben
- LAGA: Richtlinie PN 1/75: Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen und chemischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Beseitigung von Abfällen; Entnahme von Wasserproben.
- LWA (1984): Grundwasser, Richtlinien für Beobachtung und Auswertung, Teil 1 Grundwasser. Grundwasserrichtlinie 1/82. Essen
- LAWA (1995): AQS-Merkblatt P-8/2 (Probenahme aus Grundwasser).
- LWA NRW (1989): Leitfaden zur Grundwasseruntersuchung bei Altablagerungen und Altstandorten. Düsseldorf
- DIN EN ISO 5667-1 (1996): Wasserbeschaffenheit; Probenahme – Teil 1: Richtlinie für die Erstellung von Probenahmeprogrammen.
- DIN EN ISO 5667-11 (1993): Wasserbeschaffenheit; Probenahme – Teil 11: Hinweise zur Probenahme von Grundwasser.

Der Ausbau von Grundwassermessstellen erfolgt nach DIN 4021. Die Festlegung von Filterstrecken wird durch den Sachverständigen für Geotechnik (nach DIN 4020) 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 bestehen bei flüchtigen organischen Stoffen und hochtoxischen Inhaltsstoffen mit sehr geringer Konzentration.

Die Probenahme 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 Probenahme abgepumpt werden. Für die erforderliche Abpumpmenge bzw. Abpumpzeit können nur sehr bedingt allgemeingültige Hinweise gegeben werden.

Nach DIN 38 402, Teil 13 wird die Abpumpzeit „bestimmt durch ständiges Beobachten der elektrischen Leitfähigkeit, des pH-Wertes und der Temperatur im geförderten Wasser“. Die Probenahme soll bei Konstanz dieser Werte erfolgen.

In der Praxis reicht dies häufig nicht zur Festlegung des Probenahmezeitpunktes 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 unsicher 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:

$$t = \frac{d^2 \cdot H}{764 \cdot Q}$$

mit

t	= Abpumpdauer in	min
d	= Durchmesser des Pegelrohres in	cm
H	= Höhe der Wassersäule im Pegelrohr in	m
Q	= Förderstrom in	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“ NO_3 , HCO_3 , „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 und für die Beobachtung dieser Messstelle ein besonderes Programm festgelegt werden.

Diese Vorgehensweise ermöglicht es, mit vertretbarem Mehraufwand messstellenspezifische Probenahmekriterien zu erarbeiten, die eine weitgehend repräsentative Probenahme 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 Probenahme von Grundwasser soll gemäß dem Handbuch Hydrogeologie Baden- Württemberg 1989 durchgeführt werden. Wenn andere Richtlinien oder Merkblätter zu Grunde gelegt werden, ist dies im Probenahmeprotokoll zu vermerken. Sämtliche Parameter, die während der Probenahme ermittelt werden und alle wesentlichen Rahmendaten sind in einem Protokoll zu dokumentieren. Ein Beispiel für ein Probenahmeprotokoll hat die LfU Baden-Württemberg herausgegeben.

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 atlastenspezifischen Fragestellungen (z. B. aufschwimmende Schadstoffe) von Bedeutung sein, erfordern besondere Erfahrung und Sorgfalt.

2.3 Weitere Empfehlungen zur Probennahme 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 (1996): Anleitung zur Entnahme von Bodenproben. Hannover.

Bayerisches Geologisches Landesamt (1985): Merkblatt für die Entnahme und Aufbereitung von Bodenproben und für die Errichtung einer Bodenprobenbank. München.

DIN 4021 (1990): Baugrund; Aufschluss durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben. Berlin

DIN 4022, Teil 1 (1987): Baugrund und Grundwasser; Benennen und Beschreiben von Boden und Fels; Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben im Boden und im Fels. Berlin

DIN 4022, Teil 2 (1987): Baugrund und Grundwasser; Benennen und Beschreiben von Boden und Fels; Schichtenverzeichnis für Bohrungen im Fels (Festgestein). Berlin

DIN 4022, Teil 3 (1987): Baugrund und Grundwasser; Benennen und Beschreiben von Boden und Fels; Schichtenverzeichnis für Bohrungen mit durchgehender Gewinnung von gekernten Proben im Boden (Lockergestein). Berlin

DIN 4023 (1984): Baugrund- und Wasserbohrungen; Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse. Berlin

- DIN 52 101 (1988): Prüfungen von Naturstein und Gesteinskörnungen; Probenahme. Berlin
- DIN EN ISO 10 381, Teil 1 (1996): Bodenbeschaffenheit; Probenahme; Teil 1: Anleitung zur Aufstellung von Probenahmeprogrammen
- DIN EN ISO 10 381, Teil 2 (2002): Bodenbeschaffenheit; Probenahme; Teil 2: Anleitung für Probenahmeverfahren
- DIN EN ISO 10 381, Teil 3 (2002): Bodenbeschaffenheit; Probenahme; Teil 3: Anleitung zur Sicherheit. Berlin
- DIN EN ISO 10 381, Teil 5 (1998): Bodenbeschaffenheit; Probenahme; Teil 5: Anleitung für das Vorgehen bei der Untersuchung von Bodenkontaminationen auf urbanen und industriellen Standorten. Berlin
- DIN EN ISO 10 381, Teil 6 (1998): Bodenbeschaffenheit; Probenahme; Teil 6: Anleitung zur Entnahme, Behandlung und Lagerung von Boden für die Bestimmung aerober mikrobieller Prozesse unter Laboratoriumsbedingungen. Berlin
- ITVA (1995): Arbeitshilfe F 2-1: Aufschlussverfahren zur Probengewinnung für die Untersuchung von Verdachtsflächen und Altlasten.

3.2 Vorgehensweise bei der Probenahme

Bei der Entnahme von Bodenproben unterscheidet man Güteklassen 1 bis 5 nach DIN 4021, Tabelle 4. Wann welche Proben entnommen werden, muss bei der Aufstellung des Untersuchungsprogrammes festgelegt werden. Die Art der Probenahme richtet sich vor allem nach den zu untersuchenden bodenmechanischen Kenngrößen und Eigenschaften, 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 Schürfgruben, Gräben oder direkt an der Oberfläche entnommen werden.

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 4021 verwiesen.

Die Probenmenge richtet sich vor allem nach dem durchzuführenden Untersuchungsumfang. Hinweise werden hierzu im Grundbautaschenbuch, Teil I, Kapitel 1.4 Tabelle 1, gegeben. 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.

4 Entnahme von Bodenluftproben

4.1 Allgemeines

Für die Entnahme von Bodenluftproben liegen folgende Normen und Richtlinien vor:

- VDI 38 65, Teil 2 (1998): Messen organischer Bodenverunreinigungen; Techniken für die aktive Entnahme von Bodenluftproben. Berlin.
- VBG (1996): AA 300002-02 „Entnahme von Bodenluftproben“.

4.2 Vorgehensweise bei der Probenahme

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 verfügt 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 „verlorener Spitze“ besser bewährt.

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.

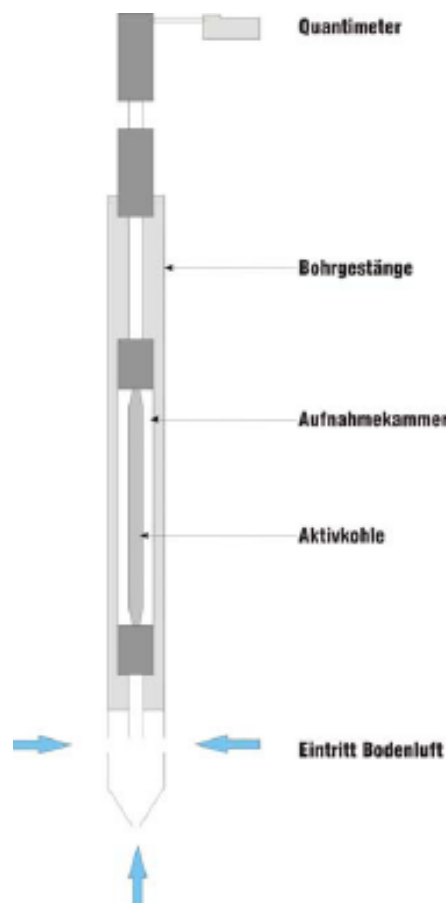


Bild 1-2.1: Prinzipskizze einer Bodenluftsonde (nach LfU Baden-Württemberg)

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. Probenahmetechniken 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 Probenahme, Witterungsverhältnisse, Anwesenheit von Grundwasser.

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

Die Probenahme ist mit sämtlichen Informationen zur Probenahme selber, sowie den begleitenden Umständen zu dokumentieren. Hierzu zählen auch die Angabe der meteorologischen Daten zum Zeitpunkt der Probenahme sowie die eingesetzte Geräte. Ein Beispiel für ein Probenahmeprotokoll gibt das Bayerische Landesamt für Wasserwirtschaft in seinem Merkblatt Nr. 3. 8/4 vom 14.03.2003.

Literatur zu E 1-2:

- [1] HANDBUCH HYDROGEOLOGIE BADEN-WÜRTTEMBERG
- [2] BEISPIEL FÜR EIN PROBENAHMEPROTOKOLL LFU BADEN-WÜRTTEMBERG
- [3] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT: Merkblatt Nr. 3. 8/4
vom 14.03.2003
- [4] VON SOSS, P.: Eigenschaften von Boden und Fels – Ihre Ermittlung im
Labor. In Smoltczyk (Hrsg.), Grundbautaschenbuch, 6. Auflage 2001.
Ernst & Sohn