

DWA- Regelwerk

Merkblatt DWA-M 905

Gewinnung von Bodenlösung –
Beprobungssysteme und Einflussgrößen

Mai 2012

VORSCHAU



Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.



VORSCHAU

DWA- Regelwerk

Merkblatt DWA-M 905

Gewinnung von Bodenlösung – Beprobungssysteme und Einflussgrößen

Mai 2012

VORSCHAU



Herausgabe und Vertrieb:
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef · Deutschland
Tel.: +49 2242 872-333 · Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: info@dwa.de · Internet: www.dwa.de

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasser- und Abfallwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Regelsetzung, Bildung und Information sowohl der Fachleute als auch der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14 000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

Impressum

Herausgeber und Vertrieb:

DWA Deutsche Vereinigung für
Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef, Deutschland

Tel.: +49 2242 872-333

Fax: +49 2242 872-100

E-Mail: info@dwa.de

Internet: www.dwa.de

Satz:

DWA

Druck:

Druckhaus Köthen

ISBN:

978-3-942964-21-0

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2012

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Merkblattes darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Vorwort

Der Boden ist endgültig seit Inkrafttreten des Bundes-Bodenschutzgesetzes von 1998 in Deutschland als schützenswertes Gut festgeschrieben. Ein historischer Rückblick von BLUME (2005) beschreibt zwar die Bodenkunde als junge wissenschaftliche Disziplin, jedoch lassen sich ihre Anfänge über 10 000 Jahre zurückverfolgen, denn der Boden war immer schon Grundlage allen Lebens.

Je nach Betrachtungsweise kann man den Boden sehr unterschiedlich beschreiben, und es ist äußerst schwierig, ihn anhand von Eigenschaften oder Methoden einheitlich zu charakterisieren. Grundsätzlich sind Böden sehr komplexe, dynamische Systeme, die aus einer festen, flüssigen und gasförmigen Phase bestehen. Die feste Phase setzt sich zusammen aus einem mineralischen Anteil, der sich in Größe, Form und chemischer Zusammensetzung unterscheidet und einem organischem Anteil, dem sogenannten Humus oder der organischen Substanz. Die flüssige Phase besteht aus Bodenwasser, das die Hohlräume des Bodens füllen kann. Das Bodenwasser kann Stoffe enthalten, die entweder von der Festphase des Bodens gelöst wurden und/oder Stoffe, die über die Bodenoberfläche eingetragen wurden. Auf das Wasser wirken Kräfte der Bodenmatrix ein, die in Abhängigkeit vom Verweilort des Wassers stark variieren. Der nicht vom Wasser gefüllte Porenbereich des Bodens wird durch die Gasphase ausgefüllt, wobei deren Zusammensetzung sich von der Luft außerhalb des Bodens deutlich unterscheiden kann. Die chemischen und physikalischen Wechselwirkungen dieser drei Phasen des Bodens werden auch durch die Faktoren Temperatur, Licht und Druck beeinflusst.

Der Boden ist ein Lebensraum für eine nicht vollständig beschriebene Flora und Fauna, wobei man der Bodenflora auch Bakterien, Strahlenpilze, Pilze, Flechten sowie Algen und der Bodenfauna Ein- und Mehrzeller zuordnet. Darüber hinaus bildet der Boden auch den Lebensraum für Viren, die in der Regel als intrazelluläre Parasiten anzusehen sind. Neben all diesen natürlichen Einflussgrößen wirkt auch der Mensch durch seine aktiven und passiven Eingriffe auf den Boden ein.

Diese Komplexität des Bodens bedingt ein sehr stark variierendes, heterogenes System und dieses besitzt entweder fließende oder auch scharf abgegrenzte Übergänge. In der Zusammensetzung des Bodenwassers spiegelt sich diese Heterogenität von Merkmalen und Prozessen wider. Aufgrund der Komplexität der auf das Bodenwasser einwirkenden Faktoren werden messtechnische Lösungen für ihre Erfassung immer wieder neu diskutiert, sodass sehr unterschiedliche Messsysteme entwickelt wurden. Die Diskussion über die sogenannte „richtige“ Probennahme hält bis zum heutigen Tage an. Ziel des Merkblattes ist es, wesentliche Methoden der *In-situ-Erfassung* des Bodenwassers mit ihren Möglichkeiten und Grenzen vorzustellen und zu bewerten.

Hinweis: Die Anwendung des vorliegenden Merkblattes hat für den Anwender keinerlei direkte Kosten- und/oder Umweltauswirkungen.

Abschließend wünschen wir Ihnen viel Erfolg bei der Durchführung Ihrer Versuche.

Frühere Ausgaben:

Entwurf DWA-M 905 (01/2008)

Verfasser

Das Merkblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe GB-7.3 „In-situ-Erfassung von Bodenlösungen“ im DWA-Fachausschuss GB-7 „Bodenschutz, Boden- und Grundwasserverunreinigungen“ erarbeitet. Dieser DWA-Arbeitsgruppe gehören folgende Mitglieder und Gäste an:

DEURER, Markus	Dr., HortResearch, PB 11030, Palmerston North, New Zealand
GÖTTLEIN, Axel	Prof. Dr. rer. silv. Dr. rer. nat. habil., Fachgebiet Waldernährung und Wasserhaushalt, TU München, Freising
KNOBLAUCH, Steffi	Dr. agr., Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena
PÜTZ, Thomas	Dr., Institut für Chemie und Dynamik der Geosphäre 4: Agrosphäre Forschungszentrum Jülich GmbH, Jülich (Sprecher)
RUPP, Holger	Dr., Helmholtzzentrum für Umweltforschung Leipzig-Halle (UFZ), Department Bodenphysik, Halle
SIEMENS, Jan	Dr., Fachgebiet Bodenkunde, TU Berlin
WEIHERMÜLLER, Lutz	Dr., Institut für Chemie und Dynamik der Geosphäre 4: Agrosphäre Forschungszentrum Jülich GmbH, Jülich

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

BARION, Dirk	Dipl.-Geogr., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft
--------------	--

VORSCHAU

Inhalt

Vorwort	3
Verfasser	4
Bilderverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	7
Benutzerhinweis	8
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	8
2 Begriffe	9
2.1 Definitionen	9
2.2 Abkürzungen und Symbole	10
3 Kriterien des Versuchsdesigns	10
3.1 Auswahl der Zielgröße	10
3.2 Einfluss der Variabilität auf das Versuchsdesign.....	10
3.3 Auswahl des geeigneten Beprobungssystems	12
4 Übersicht über die Beprobungssysteme	13
4.1 Saugkerze	13
4.1.1 Definition.....	13
4.1.2 Ziel.....	13
4.1.3 Beschreibung	13
4.1.4 Vorbereitung	13
4.1.5 Betrieb	14
4.2 Saugplatte.....	15
4.2.1 Definition.....	15
4.2.2 Ziel.....	15
4.2.3 Beschreibung	15
4.2.4 Vorbereitung	16
4.2.5 Betrieb	16
4.3 Trichterlysimeter.....	17
4.3.1 Definition.....	17
4.3.2 Ziel.....	17
4.3.3 Beschreibung	17
4.3.4 Vorbereitung	17
4.3.5 Betrieb	18
4.4 Dochtsammler.....	18
4.4.1 Definition.....	18
4.4.2 Ziel.....	18
4.4.3 Beschreibung	18
4.4.4 Vorbereitung	19
4.4.5 Betrieb	19
4.5 Austauschharzbox.....	19
4.5.1 Definition.....	19

4.5.2	Ziel.....	19
4.5.3	Beschreibung	20
4.5.4	Vorbereitung	20
4.5.5	Betrieb	20
4.6	Lysimeter	21
4.6.1	Definition.....	21
4.6.2	Ziel.....	21
4.6.3	Beschreibung	21
4.6.4	Vorbereitung.....	24
4.6.5	Betrieb	24
5	Stoffspezifische Anforderungen	25
5.1	Vorbemerkungen.....	25
5.2	Protonen (pH-Wert)	25
5.3	Makronährstoffe (N, P, K, S, Ca, Mg)	25
5.4	Spuremetalle (Al, Mn, Pb, Cr, Cu, Ni, Zn, Fe)	26
5.5	Organische Verbindungen (Pflanzenschutzmittel, organische Schadstoffe, gelöster organischer Kohlenstoff, organisch gebundene Nährstoffe).....	26
5.6	Kolloide und Mikroorganismen	27
5.7	Tracer	27
5.8	Probenbehandlung	27
6	Auswertung der Versuchsdaten.....	28
6.1	Mittelwertbildung	28
6.2	Einsatz geostatistischer Verfahren.....	28
6.3	Stoffverlagerung	28
7	Schlussbetrachtung	29
Anhang A Übersicht über mögliche Inhaltsstoffe in der Bodenlösung.....		30
Bundesrecht.....		32
Technische Regeln.....		32
Literatur		32

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Das Untersuchungsziel bestimmt das Beprobungssystem – Übersicht der möglichen Systeme im Bezug zur Zielgröße	11
Bild 2:	Entscheidungsdiagramm zur Auswahl eines Beprobungssystems	12
Bild 3:	Installation von Saugkerzen	14
Bild 4:	Querschnitt durch eine Saugplatte	15
Bild 5:	Querschnitt durch ein Trichterlysimeter	17
Bild 6:	Querschnitt durch einen Dochtsammler	18
Bild 7:	Schnitt durch eine Austauscherharzbox	20
Bild 8:	Querschnitt durch ein Lysimeter	22
Bild 9:	Querschnitt durch eine unterkellerte Lysimeteranlage	23

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Vor- und Nachteile von Saugkerzen bei der Sickerwassergewinnung	15
Tabelle 2:	Vor- und Nachteile von Saugplatten bei der Sickerwassergewinnung	16
Tabelle 3:	Vor- und Nachteile von Trichterlysimeter bei der Sickerwassergewinnung	18
Tabelle 4:	Vor- und Nachteile von Dochtsammlern bei der Sickerwassergewinnung	19
Tabelle 5:	Vor- und Nachteile von Austauscherharzboxen	20
Tabelle 6:	Vor- und Nachteile von Lysimeter	23
Tabelle A.1:	Beprobung wichtiger Inhaltsstoffe der Bodenlösung	30

Benutzerhinweis

Dieses Merkblatt ist das Ergebnis ehrenamtlicher, technisch-wissenschaftlicher/wirtschaftlicher Gemeinschaftsarbeit, das nach den hierfür geltenden Grundsätzen (Satzung, Geschäftsordnung der DWA und dem Arbeitsblatt DWA-A 400) zustande gekommen ist. Für dieses besteht nach der Rechtsprechung eine tatsächliche Vermutung, dass es inhaltlich und fachlich richtig ist.

Jedermann steht die Anwendung des Merkblattes frei. Eine Pflicht zur Anwendung kann sich aber aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Vertrag oder sonstigem Rechtsgrund ergeben.

Dieses Merkblatt ist eine wichtige, jedoch nicht die einzige Erkenntnisquelle für fachgerechte Lösungen. Durch seine Anwendung entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln oder für die richtige Anwendung im konkreten Fall; dies gilt insbesondere für den sachgerechten Umgang mit den im Merkblatt aufgezeigten Spielräumen.

Einleitung

Die ungesättigte Bodenzone beeinflusst entscheidend den Stoffhaushalt terrestrischer Ökosysteme. Da die meisten Reaktionen im Boden in der wässrigen Phase ablaufen, ist die *In-situ*-Erfassung von Bodenlösung unentbehrlicher Bestandteil der Bearbeitung vieler Fragen der Ökologie, der Wasserwirtschaft, der Landwirtschaft, der Forstwirtschaft und des Umweltschutzes. Das Ziel der Beprobungen ist die Bestimmung der in der Bodenlösung gelösten Stoffe vor dem Hintergrund der jeweiligen spezifischen Versuchsfragen. Die schnelle Weiterentwicklung der chemischen Analytik in den letzten Jahren ermöglicht eine umfassende qualitative und quantitative Dokumentation der im Wasser gelösten Stoffe, verlangt aber gleichzeitig optimierte Beprobungssysteme, um Artefakte auszuschließen, die auf systembürtige Kontaminationen und Veränderungen des Sickerwassers zurückzuführen sind. Zur Beprobung der Bodenlösung stehen zahlreiche Systeme zur Verfügung, die sowohl hinsichtlich der Anschaffungs- und Betriebskosten, als auch der Aussagequalität und der Einsatzbedingungen sehr unterschiedlich sind. Es gibt immer wieder die Forderungen nach Standardisierung der Bodenlösungsgewinnung. Allerdings verlangt eine solche Empfehlung ein optimales Versuchsdesign, das höchsten Ansprüchen genügen müsste. Dies führt dann zu Empfehlungen, die sehr kostenintensiv und aufwendig sein können, aber häufig dem Informationsbedarf nicht entsprechen. Generell sind aber auch die unterschiedlichen Techniken hinsichtlich ihrer Aussagen so heterogen, dass man sich auf ein System festlegen müsste, aber es blieben stets Aspekte unberücksichtigt. Generelle Empfehlungen bergen immer die Gefahr, den Versuchsansteller in einer trügerischen Gewissheit zu wiegen, ohne sich mit seinen Versuchsproblemen oder -zielen intensiv auseinanderzusetzen. Daher ist ein Systemverständnis des Bodens und des Wasserhaushalts eine grundlegende Voraussetzung für eine optimale Versuchsplanung.

Mit dem Merkblatt DVWK-M 217 (1990) existiert eine grundlegende Beschreibung des Saugkerzeneinsatzes mit konkreten Hilfestellungen zur Beprobung des Sickerwassers. Es wird gegenwärtig überarbeitet und bleibt bis dahin gültig. Da jedoch in den vergangenen Jahren neue Techniken zur Sickerwasserbeprobung entwickelt wurden, ist eine Erweiterung des Merkblattes notwendig geworden. Des Weiteren haben die Anforderungen an die Datenqualität für z. B. Monitoring bis hin zu Modellrechnungen zugenommen, die wiederum die Anforderungen an das Versuchsdesign wesentlich erhöht haben.

1 Anwendungsbereich

Dieses Merkblatt unterstützt die Planung von Versuchen, die eine *In-situ*-Erfassung der Zielgrößen Stoffkonzentration der Bodenlösung, Stofftransport und/oder Stoffbilanz im Boden einschließen, in dem es gängige Beprobungssysteme beschreibt. Es stellt keine Normung der einzelnen Methoden dar, sondern gibt einen Überblick über verfügbare Beprobungssysteme und ihre Eignung für Untersuchungen in der ungesättigten Zone bis in eine maximale Tiefe von ca. 2 m bis 3 m unter Geländeoberkante.

Neben der richtigen Wahl des Beprobungssystems hängt die Qualität jeder Untersuchung auch von der Planung und Auswertung der durchgeführten Versuche ab. Das Konzept der Beprobungsstrategie muss besonders die Repräsentativität der Probenahme, also die räumliche Heterogenität, wiedergeben (siehe Abschnitt 3.2).

VORSCHAU

Je nach Betrachtungsweise kann man Böden sehr unterschiedlich beschreiben, und es ist aufgrund der komplexen Eigenschaften eines Bodens vom Grundsatz her äußerst schwierig, ihn anhand von einzelnen Merkmalen oder mit einzelnen Methoden einheitlich vollständig zu charakterisieren. Böden stellen sehr komplexe, dynamische Systeme dar, die aus einer festen, flüssigen und gasförmigen Phase bestehen. Die flüssige Phase, das Bodenwasser, kann die Hohlräume des Bodens ganz oder teilweise ausfüllen. Es nimmt dabei Stoffe auf, die entweder von der Festphase des Bodens gelöst wurden oder/und über die Bodenoberfläche eingetragen wurden. Damit ist das Bodenwasser als integraler Bodenbestandteil für die dynamischen stofflichen Eigenschaften von Böden ein sehr wichtiger Indikator.

Aufgrund ihrer physikalischen/chemischen Charakteristika beeinflusst die ungesättigte Bodenzone entscheidend den Wasser- und Stoffhaushalt terrestrischer Ökosysteme. Da die meisten Reaktionen im Boden in der wässrigen Phase ablaufen, ist die In-situ-Erfassung von Bodenlösung unentbehrlicher Bestandteil der Bearbeitung vieler Fragen der Ökologie, der Wasserwirtschaft, der Landwirtschaft, der Forstwirtschaft und des Umweltschutzes. In diesem Rahmen werden Bodenwasserproben vor allem mit dem Ziel gewonnen, die in der Bodenlösung gelösten Stoffe vor dem Hintergrund der jeweiligen spezifischen Versuchsfragen zu quantifizieren.

Das vorliegende Merkblatt unterstützt Wissenschaftler oder Planer in Büros und Verwaltung sowie land- und forstwirtschaftliche Berater bei dem Entwurf geeigneter Versuche, die eine In-situ-Erfassung der Zielgrößen Stoffkonzentration der Bodenlösung, Stofftransport und/oder Stoffbilanz im Boden einschließen. Es werden hier gängige Beprobungssysteme beschrieben, jedoch wird keine Normung der einzelnen Methoden vorgenommen, sondern ein Überblick gegeben über verfügbare Beprobungssysteme und ihre Eignung für Untersuchungen in der ungesättigten Zone bis in eine maximale Tiefe von ca. 2 m bis 3 m unter Geländeoberkante.

VORSCHAU



ISBN Print 978-3-942964-21-0
ISBN E-Book 978-3-96862-441-9

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef · Deutschland
Tel.: +49 2242 872-333 · Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: info@dwa.de · Internet: www.dwa.de