

Sickerwasserprobennahme

Die UMEG setzt an den Sickerwassermessstellen Edelstahl- und/oder Duranglassaugkerzen zur Sickerwassergewinnung ein. Die Sickerwässer kommen desweiteren nur mit Teflon und Duranglas in Berührung. Die Saugsonden werden für den Boden störungsarm sowie frostsicher von Gräben aus horizontal bis schräg eingebaut. Wo es die Boden- und Feuchteverhältnisse zulassen, erfolgt die Probennahme tensionsgesteuert mit Offset und damit weitestgehend tiefentreu und in Näherung flussgerecht. Die Probenlagerung erfolgt bei Solarversorgung der Messstelle bei natürlichen Bodentemperaturen im Bodenbehälter oder Messschacht, bei Netzanschluss im beheizbaren Probenkühlschrank.

Unter dem Stichwort Sickerwassermesstechnik werden hier alle technischen Hilfsmittel und die zugehörigen Verfahrensweisen beschrieben, die bis zur Gewinnung von laborfertigen Sickerwassermischproben im Rahmen der Dauerbeobachtung Anwendung finden.

Die gewonnenen Sickerwässer werden anschließend im Untersuchungslabor auf ihre Gehalte hin untersucht. Es kann so das Bodenwasser stofflich charakterisiert und Stofffrachten berechnet werden.

Grundlagen

Um überhaupt Bodenwasser gewinnen zu können, muss die bodeneigene Saugspannung überwunden werden. Das geschieht durch Anlegen eines Unterdrucks. Damit aber beim Saugen statt Bodenluft Bodenwasser gefördert wird, ist eine Saugkerze notwendig. Sie besteht aus einem porösen Werkstoff, der bei den jeweils anliegenden Saugdrücken immer wassergesättigt ist und mit dem Porenwasser des Bodens in Kontakt steht.

Aus diesen prinzipiellen Erfordernissen heraus erwächst eine Schwierigkeit des Verfahrens, nämlich die Adsorption bzw. auch Desorption von Wasserinhaltsstoffen am Saugkerzenmaterial, was zu einer Beeinflussung der Gehalte der gewonnenen Proben führt. Diesem Problem kann nur minimierend begegnet werden, durch entsprechende Wahl des Saugkerzenmaterials



V4A-Edelstahl- und Duranglas-Saugkerze

Ziel in-situ Bodenwassergewinnung, tiefengetreu und mit geringer chemischer und physikalischer Beeinflussung

Kenndaten

Materialien - Saugkerzen aus Glas oder Edelstahl
- Plattenlysimeter mit Teflonkörper und Membran aus Nylon oder Edelstahl
- PTFE-Saugschläuche

Einbau - frostsicher
- störungsarm

Betrieb - Unterdruck tensionsgesteuert oder konstant
- 14 tägliche Probennahme
- Mischprobe horizontweise

QS ...

(ebenso der Schlauch- und Gefäßmaterialien) und der Bauformen der Saugkerzen.

Ein anderer Gesichtspunkt, der bei der Saugkerzenmethode bedacht werden muss, ist die Wahl des angelegten Saugdrucks.

Bodenwasser, das in verschiedenen großen Poren gebunden ist, wird sich in seiner Zusammensetzung unterscheiden, bedingt durch unterschiedliche Verweilzeiten. So kann allein die Wahl des angelegten Saugdrucks auf die Gehalte der gewonnenen Probe einwirken.

Des weiteren sind Bodenwasserkonzentrationen nur tiefenabhängig sinnvoll zu bewerten. Bei der Probengewinnung durch Saugkerzen ist deshalb darauf zu achten, dass das gewonnene Wasser auch einer bestimmten Probennahmetiefe zugeordnet werden kann. Saugt man in diesem Sinne beispielsweise zu stark, so kann mit einer Saugkerze in 30 cm Tiefe Wasser aus Null bis 60 cm Wasser gewonnen werden.

Der dritte Aspekt, der bei der Wahl des angelegten Unterdrucks eine Rolle spielt, ist im Hinblick auf die Berechnung von Frachten bedeutsam: damit die Sickerwasserprobe eines Beprobungsintervalls auch dessen flußgerechten Mittelwert entspricht muss die Probennahme auch flußgerecht stattfinden, d. h. die aktuell entnommene Sickerwassermenge sollte proportional zur aktuellen Sickerrate sein.

Saugkerzen und Saugplatten

Die verwendeten Saugsonden bestehen aus der jeweiligen Saugkerze (V4A oder Duranglas), einem Plexiglasschaft (20×3 mm), einem Verbindungsteil aus PVDF und Saugschläuchen aus Teflon (PTFE). Die Materialien, mit denen Probenlösungen in Kontakt kommen sind somit V4A-Edelstahl bzw. Duranglas, Teflon sowie das Duranglas der angeschlossenen Saugflaschen.

V4A-Saugkerzen:

Bei den V4A-Saugkerzen handelt es sich um Saugkerzen einer einzigen Herstellungsladung. Der Sinterkörper besteht aus V4A-Edelstahl-Granulat (Werkstoff-Nr. 1.4571) mit einer Länge von ca. 63 mm und ca. 20 mm Durchmesser.



Plattenlysimeter mit Teflonkörper und Nylon-Doppelmembran



Plattenlysimeter mit Teflonkörper und Saugplatte aus V2A-Edelstahl

Der Lufteintrittspunkt beträgt ca. 500 hPa (d. h. mit höheren Unterdrücken zu saugen lohnt nicht). Sie wurden mit 30 %-iger HNO_3 passiviert und mit H_2O dest. sowie Methanol gespült.

Duran-Glassinter-Saugkerzen:

Die Glassaugkerzen bestehen aus Duranglassinter mit gleichmäßiger 10 μm Porung des Korpus und einer Oberflächenbeschichtung mit 1 μm Porung. Der Lufteintrittspunkt liegt bei > 500 hPa. Die Baulänge variiert je nach Standort zwischen 110 und 60 mm bei einem Durchmesser von rund 20 mm.

Plattenlysimeter:

Zwei Varianten wurden bisher eingebaut (Abbildungen 3-2 und 3-3). Die Variante mit Edelstahlsinterplatte weist einen geringen Lufteintrittspunkt von ca 150 hPa auf und besteht aus V4A-Werkstoff sowie ausschließlich Teflon (PVDF). Die Variante mit Nylonmembran weist einen Lufteintrittspunkt von im Mittel 400 hPa auf. Sie besteht aus einer doppelten Nylonmembran von 0,1 mm Stärke, der Träger besteht aus Teflon, die Abdichtung erfolgt über einen Teflonummantelten Viton-O-Ring.

Einbauverfahren und Sondenordnung

Die Saugsonden werden frostsicher von ca 25 cm tiefen Gräben aus so weit wie möglich bodenstörungsarm horizontal bis schräg eingebaut. Es wird exakt vorgebohrt, um einen guten Sitz der Sonden zu erreichen. Auf diese Weise sind, je nach Bodenart, Einbautiefen bis 150 cm realisierbar. Um den Porenkontakt herzustellen wird gereinigtes Quarzschluffmehl verwendet.

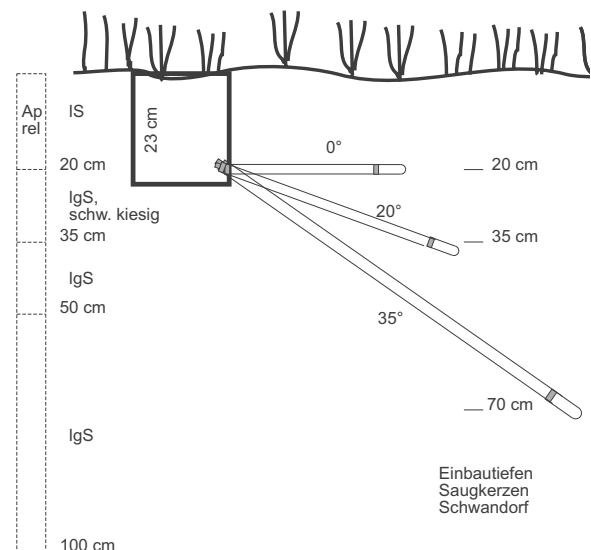
Die genaue räumlichen Anordnung der Sonden richtet sich nach Untersuchungsziel sowie Bodenverhältnissen und ist den jeweiligen Stationsbeschreibungen zu entnehmen (U32).

3.3 Unterdruckregelung

wie unter Grundlagen schon dargelegt, kann auch die Unterdruckregelung in gewissem Maße die Qualität des gewonnenen Sickerwassers beeinflussen. Quantifizierende Ergebnisse liegen darüber gegenwärtig noch nicht vor. Verschiedene Strategien werden angewendet, die sich zunächst noch mehr oder weniger auf das



Saugkerzeneinbau in 10 cm Tiefe an der Messstelle Forst



Prinzipische Skizze Saugkerzeneinbau

Gefühl des Anwenders stützen. Darüber hinaus spielen aber auch ganz einfache praktische Erwägungen eine Rolle wie z. B. wie robust oder wartungsfreundlich verschiedene Techniken sind.

Eine Möglichkeit ist die tensionsgesteuerte, kontinuierliche Probenentnahme mit konstantem Offset zu den mittleren gemessenen Tensionen in der betreffenden Tiefe. Sie ist technisch aufwendig und deshalb störungsanfälliger, bietet aber die Möglichkeit den Unterdruck automatisch nachzuführen. Eine einfacherere Methode ist das Anlegen eines über das Beprobungsintervall hinweg konstanten Unterdrucks. Eine Nachführung kann dann manuell z. B. 14-täglich durch den Probennehmer erfolgen.

Welche Art der Unterdruckführung im Hinblick auf die bei Stoffflussberechnungen geforderte flussgerechte Probennahme die beste ist, muss noch untersucht werden.

Plattenlysimeter sind in der Regel direkt unter der organischen Auflage platziert. Aufgrund der dort vorhandenen Grobporigkeit können sie ohnehin nur das frei perkolierende Sickerwasser erfassen, weshalb hier eine ereignisgesteuerte Unterdruckführung nach dem alls oder nichts Prinzip möglich ist. Ab einer bestimmten Niederschlagshöhe wird über einen bestimmten Zeitraum gesaugt (in Forst seit Sommer 2001).

Probenlagerung

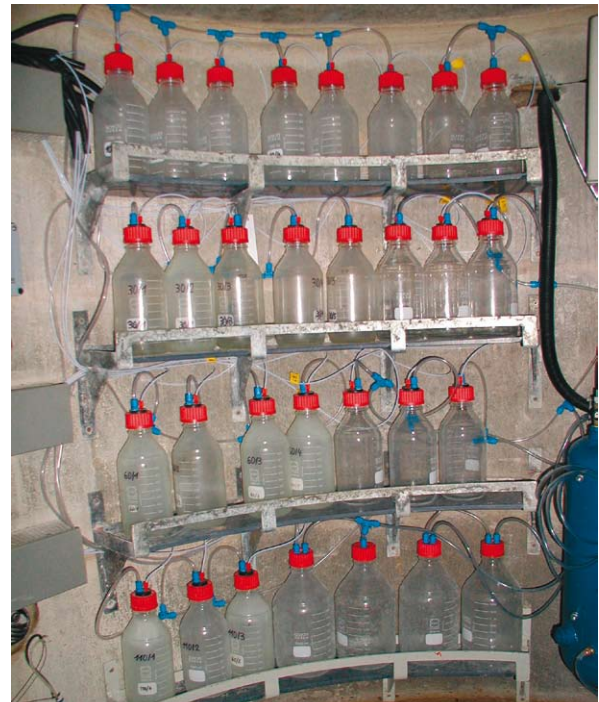
Saugflaschen wie auch Wasserfallen bestehen aus Levasint-beschichtetem Duranglas. Über einen PVC-Deckel sind die Teflonschläuche für das Bodenwasser sowie klare PVC-Schläuche zur Vakuumversorgung angeschlossen.

Beheizbarer Probenkühlschrank

Stromanschluss vorausgesetzt ist zur temperierten Lagerung der Bodenwasserproben und zur Aufnahme der Saugflaschen und Wasserfallen ein Umluftkühlschrank Marke Liebherr UKS 3650-11 eingebaut. Während Zeiten mit Außentemperaturen $> 0^\circ$ Celsius wird er wie ein normaler Haushaltskühlschrank betrieben. Bei Außentemperaturen $< 0^\circ$ Celsius wird die eingebaute Heizung eingeschaltet. Die Heizung



Unterdruckvorrat (blau) und Unterdrucksteuerung der Plattenlysimeter Messstelle Forst sowie Saugflaschen bei Schachtlösung



Probenlagerung bei Schachtlösung Forst

heizt auch die aus dem Kühlschrank zu den Saugsonden verlaufenden Teflonschläuche bis in eine Bodentiefe von ca. 30 cm.

Bodenbehälter

Bei allen solar-versorgten Messstellen werden die Proben sozusagen natürlich gekühlt in Bodenbehältern bzw. in den Messschächten selbst gelagert.

Probennahme

14-tägig werden horizontweise Mischproben aus den einzelnen Saugflaschen genommen, die gekühlt und lichtgeschützt an das LfU-Labor angeliefert wurden. Dazu wird pro Saugflasche 300 ml (Forst) bzw. 250 ml überführt, der Rest verworfen. Enthält eine Saugflasche weniger als 300 bzw. 250 ml, so wird ihr Inhalt vollständig übernommen.

Qualitätssicherung

Um die Möglichkeit der Kontamination der Bodenlösungen mit Schwermetallen durch Edelstahl-Saugkerzenmaterial zu untersuchen, wurde ein **Kontaminationstest** durchgeführt.

Dazu wurden eine Saugkerze sowie ein Plattenlysimeter im Labor über die Dauer eines Probennahmointervalls mit einer huminstoffreichen Lösung von pH 3,4 (Median 1996 in 0 cm Tiefe am Standort Wilhelmsfeld) umspült. Aus dem Vergleich der Gehalte dieser Lösung mit einer Nullprobe konnte so eine Maximalabschätzung der möglichen Kontaminationen der Bodenlösung durch das Saugkerzenmaterial gewonnen werden. Die Ergebnisse sind zusammen mit den 90. Perzentilen der Bodenwassergehalte in 0 cm Tiefe der Meßstelle Wilhelmsfeld in Tabelle 1.-1 dargestellt. Kontaminationen sind fett kursiv hervorgehoben.

Aufgrund der sehr komplexen elektrochemischen Verhältnisse beim Kontakt des Edelstahlmaterials mit der Bodenlösung bzw. mit der Testlösung, lassen sich keine Korrekturfunktionen für die Elementgehalte aufstellen, bei denen Kontamination festgestellt wurde. Die Testergebnisse lassen sich aber insofern zusammenfassen, als dass Kontamination bei folgenden



Probenlagerung im beheizbaren Kühlschrank

Ergebnisse des Saugkerzen-Kontaminationstests (Gehalte in µg/l, Bodenwasser = 90. Perzentil der Bodenwassergehalte 1996 in 0 cm Tiefe in Wilhelmsfeld)

	Null- probe	Saug- kerze	Platten- lysim.	Boden- wasser
Arsen	11	13	14	11
Blei	32	29	85	180
Cadmium	2,8	2,8	3,9	2,4
Chrom	7,7	87	484	77,4
Kobalt	49	69	166	16
Kupfer	42	55	110	1271
Mangan	12164	11936	13374	1003
Nickel	<10	439	145	220
Zink	650	626	1077	1844

Elementen ausgeschlossen werden kann:

bei den Saugkerzen bei Arsen, Blei, Cadmium, Mangan, Kupfer und Zink, bei den Plattenlysimitern bei Arsen, Cadmium und Mangan.

Der Unterschied zwischen Saugkerzen und Plattenlysimeter kann mit unterschiedlichen Materialchargen erklärt werden.

Literatur

DVWK 1990: DVWK Merkblatt 217/1990.
Gewinnung von Bodenwasserproben mit Hilfe der Saugkerzen-Methode

LAWA 2002: Sickerwasser. Richtlinie für Beobachtung und Auswertung. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser.

Impressum

Herausgeber	UMEG Zentrum für Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit Baden-Württemberg
Titel	Sickerwasserprobenahme
Ausgabe	November 2002
Kennung	U23-N021 (ehem. U2421-DBW01-de)
©	Nachdruck und Versand bei Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet
Bezug	ab Juni 2009 http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/91063/ ID Umweltbeobachtung U23-U65-N02