

Zusammenfassung des Workshops „Lysimeter - Anforderungen, Erfahrungen, Technische Konzepte“ vom 25.-26. September 2000 in Graz, Österreich

A. LEIS, H. THEURETZBACHER-FRITZ und G. VON UNOLD

Einleitung

Ende September veranstalteten die Österreichische Arbeitsgruppe Lysimeter und die Firma UMS Austria / UMS GmbH München in Graz gemeinsam einen Workshop mit dem Titel „Lysimeter - Anforderungen, Erfahrungen, Technische Konzepte“. Der Einladung nach Graz folgten ca. 40 Teilnehmer.

Im Mittelpunkt des als Erfahrungsaustausch zwischen Anwendern und Herstellern von Lysimetern konzipierten Workshops standen folgende thematische Schwerpunkte:

- Status quo der technischen Ausführung von Lysimetern in Abhängigkeit der jeweiligen Anwendungen (Wasserbewegung, Stoffdynamik, Stofftransport etc.)
- Aufzeigen der Möglichkeiten, Grenzen und methodischen Probleme beim Arbeiten mit Lysimetern
- Erarbeitung von neuen Lösungsansätzen in der bodenhydrologischen Messtechnik

Um der fachlichen Breite der Thematik Rechnung zu tragen, wurde der Workshop als zweitägige Veranstaltung durchgeführt. In elf eingeladenen Fachvorträgen wurden Probleme und Lösungsansätze vorgestellt und diskutiert. Eine Veröffentlichung der Arbeiten, auf die im folgenden Bezug genommen wird, ist in der Schriftreihe „Beiträge zur Hydrogeologie“ geplant. Im folgenden werden ausgewählte Ergebnisse des Workshops in stark verkürzter Form wiedergegeben.

Vorträge

G. EDER gab in seinem Beitrag einen Überblick über verschiedene österreichische Lysimeteranlagen und unternahm den Versuch, die im Einsatz befindlichen

Versuchsanlagen in fünf Typen einzuteilen.

Typ 1: Sickerwassersammler nach STENITZER

Typ 2: Monolithische Feldlysimeter nach dem System Petzenkirchen

Typ 3: Klassische Lysimeteranlagen

Typ 4: Virtuelle Lysimeter

Typ 5: Säulenversuche

Den Mittelpunkt des Vortrages bildete die detaillierte Darstellung des Aufbaus und Einsatzes dieser Lysimetertypen. Des weiteren berichtete er über ausgewählte Forschungsergebnisse an einzelnen Lysimeterstandorten in Österreich.

P. CEPUDER erläuterte in seinem Vortrag die unterschiedlichen Anforderungen an den Aufbau und die Instrumentierung eines Lysimeters in Abhängigkeit von den zu erfassenden Wasserbilanzgrößen und berichtete am Beispiel der Lysimeteranlage Groß-Enzersdorf über die Erfahrungen mit dem Praxiseinsatz von Kleinlysimetern und monolithischen Feldlysimetern bei der Ermittlung der Verdunstung bzw. der Bestimmung von Sickerwassermengen.

F. FEICHTINGER konzentrierte sich in seinen Ausführungen auf die Erfassung von Wasserinhaltsstoffen mittels Lysimeter. Diskutiert wurden die Erfahrungen zur Gewinnung von Sicker- und Bodenwasser aus Feldversuchen mit Lysimetern aus monolithischen Bodenkörpern, mit Sickerwassersammlern und mit Saugkerzen. Besondere Berücksichtigung fanden die Ergebnisse und Erfahrungen bei der Ermittlung von Nitratausträgen in Pettenbach/Pucking und in Petzenkirchen. Für beide Regionen konnte festgestellt werden, dass sowohl mit Lysimetern als auch mit Sickerwassersammlern und Saugkerzen Unter-

schiede in den Niveaus der Nitratausträge für verschiedene Bewirtschaftungsformen und differente Bodeneigenschaften aufgezeigt werden können. Ebenso wurde jedoch festgehalten, dass in Abhängigkeit von der Art der Sickerwassergewinnung merkbare Differenzen in den Nitratkonzentrationen feststellbar sind. Daher scheint es auch im Interesse eines verbesserten Prozessverständnisses angebracht, Wasseranteil-, Potential- und Konzentrationsmessungen in vertikaler Auflösung am Standort und mit mehreren Standortwiederholungen durchzuführen.

Ebenfalls wünschenswert erscheint eine Weiterentwicklung der Onlinemessung chemischer Parameter, welche auf minimalen Wasserentzug aus dem Boden bzw. nur auf Wasseraustausch abzielt und dabei einen integralen Messwert für den entwässernden Porenbereich liefert.

J. FANK stellte in seinem Beitrag die Erfahrungen des Einsatzes unterschiedlicher Lysimetertypen (Gefäß-, Monolith- und Kleinlysimeter) bei der Wasserfluss- und Nitratbilanzierung an der Forschungsstation Wagna vor. In der detaillierten Erörterung wurde besonders auf unterschiedliche Fehlermöglichkeiten beim Einbau verschiedener Lysimetertypen hingewiesen und ihre Auswirkungen auf die Wasserfluss- und Nitratbilanzierung diskutiert.

Aufgrund der Schwierigkeiten der Erfassung der Grundwasserneubildung in einer realen, maschinell bewirtschafteten Umgebung wird generell empfohlen, nach Möglichkeit mehrere, voneinander unabhängige Verfahren einzusetzen, da jegliche Quantifizierung des Stofftransportes auf einer korrekten Ermittlung der Wasserbewegung basiert.

Autoren: Dr. Albrecht LEIS, Joanneum Research, Institut für Hydrogeologie und Geothermie, Elisabethstraße 16/II, A-8010 GRAZ, Mag. Heimo THEURETZBACHER-FRITZ, Liebenauer Hauptstraße 95e, A-8041 GRAZ, Dipl.-Ing. Georg VON UNOLD, UMS GmbH München, Gmunder Straße 37, D-81379 MÜNCHEN

K. BÖHM gab einen Erfahrungsbericht über den Einsatz gestört befüllter Lysimeter im pflanzenbaulichen Versuchswesen. In diesem Beitrag wurde deutlich, dass bei großen Lysimeteranlagen der Beherrschung und rechtzeitigen Erkennung messtechnischer Probleme eine große Bedeutung zukommt, da diese sonst leicht zu schwer interpretierbaren Datensätzen führen können.

Eine interessante Lysimeteranwendung stellt das von H. HOLZMANN vorgestellte Flussbettlysimeter dar. Mit Hilfe dieses Lysimetertypes ist es möglich, die an der Fließgewässersohle über eine etwaige ungesättigte Zone stattfindende Infiltration von Oberflächenwasser ins Grundwasser unter unterschiedlichen hydrologischen Verhältnissen zu quantifizieren. Die Vorteile des Einsatzes einer Lysimeteranlage gegenüber herkömmlichen Verfahren sind vor allem die Beibehaltung ungestörter Verhältnisse an der Flusssohle sowie der Betrieb im benetzten Zustand.

T. PÜTZ gab in seinem Vortrag eine sehr informative Einführung über die vielfältigen Einsatzgebiete radioaktiver Stoffe in der Lysimetertechnik. Diese Form der Tracertechnik ist sowohl für die Untersuchung des Umweltverhaltens organischer Stoffe anthropogener oder natürlicher Herkunft als auch für das Prozessstudium im Bereich der Pflanzennährstoffe (Transfer Boden/Pflanze) geeignet. Aufgrund der Sicherheitsregeln im Umgang mit radioaktiven Stoffen ist diese innovative Technik jedoch nur in speziell dafür ausgerüsteten Forschungseinrichtungen einsetzbar.

J. SEEGER verglich in ihrem Vortrag Lysimeter unterschiedlichen Alters und verschiedener Bauart in Hinblick auf ihre Einsatzmöglichkeiten und Grenzen. Die Vergleiche zeigten, dass Altlysimeter trotz entwicklungsbedingter Einschränkungen für einen großen Teil der gegenwärtig bearbeiteten Fragestellungen durchaus ihre Daseinsberechtigung haben. Besonders wertvolle Ergebnisse liefern etablierte Langzeitversuche. Bei der Konzeption von Lysimeteranlagen für die Lösung neuer Problemstellungen sollten aber stets auch neue technologische Entwicklungen berücksichtigt werden. Vom Bau von Lysimeteranlagen mit nur einem Lysimetertyp bzw. der Umrüstung von Altanlagen wird abgeraten.

A. KRENN stellte die Anwendung der Lysimetertechnologie zur Gefährdungsabschätzung von Altlasten vor. Das Altlastenlysimeter Seibersdorf gestattet die Beobachtung der Wirkung von verschiedenen Sanierungsverfahren unter realitätsnahen Verhältnissen.

S. KNAPPE zeigte in seinem Beitrag einige wesentliche Probleme auf, die beim Einsatz von Lysimetern für die speziellen Fragestellungen von Bergbaufolgelandschaften ehemaliger Braunkohletagebaue auftreten. Besondere Probleme ergeben sich bei dieser Form des Lysimeteinsatzes einerseits aus der Heterogenität der Kippenböden selbst und andererseits aus der chemischen Zusammensetzung der Sickerwässer (hohe Mineralisierung, extrem niedrige pH-Werte) die sowohl an das Lysimetermaterial als auch an die Mess- und Probenahmetechnik besondere Anforderungen stellen.

G. VON UNOLD gab einen umfassenden Überblick über die grundsätzlichen Anforderungen an den Bau von Lysimetern und skizzierte verschiedene technische Lösungsansätze. Daneben wurden Qualitätsaspekte in der Lysimetrie und Fragen eines guten Projektmanagements diskutiert.

Ergebnisse der Abschlussdiskussion

In der Schlussdiskussion wurde versucht, aus den zahlreichen Inputs der Referate und der Kurzdiskussionen die wesentlichen Kriterien herauszuarbeiten, wie Lysimeter aufgebaut sein sollen. Dabei zeigte sich einmal mehr, dass die Festlegung einheitlicher Standards aufgrund der vielfältig verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten von Lysimetern praktisch nicht möglich ist. Sehr wohl konnten zahlreiche Einzelergebnisse festgehalten werden:

- Die Zylinderform wird heute generell für Lysimeterkörper bevorzugt, weil zylindrische Lysimeter Spannungen besser auffangen als Kastenlysimeter. Diese Spannungen werden durch Quellen und Schrumpfen des Bodens hervorgerufen; die auftretenden Insel- und Randeffekte wie auch Randspalten sind bei zylindrischen Lysimetern geringer.

- Der Einsatz von Monolithlysimetern ist generell gestört befüllten Lysimetern vorzuziehen, da erstere die natürliche Bodenbeschaffenheit besser repräsentieren. Eine Befüllung ist bei Sand- und gröbereren Böden legitim und meist notwendig; Monolithe sollen unbedingt eingesetzt werden, wenn Matrix- und Makroporenfluss beobachtet werden sollen.
- Sofern Lysimeter verfüllt werden, darf die Rückverdichtung nur durch natürliches Quellen und Schrumpfen erfolgen. Bei Rückverdichten mit Rüttlern treten an der jeweiligen Verdichtungsfläche extreme Dichten und Versiegelungseffekte auf, welche die Fließbedingungen natürlich gelagerter Böden stark verfälschen können.
- Um Oaseneffekte zu vermeiden, sind Lysimeter unbedingt in den umgebenden Pflanzenbestand einzubinden, wengleich unterschiedliche Wuchshöhen teilweise unvermeidbar sind.
- Im Ackerbau können Unterflurlysimeter bei voller, maschineller Bodenbewirtschaftung eingesetzt werden. Bei schweren Böden kann ein Umfließen des Lysimeters durch Anbringen eines Aufsatzringes nach der Aussaat verhindert werden (bereits eingesetzt vom Institut für Kulturtechnik Petzenkirchen).
- Ob Lysimeterwasser mittels Freilauf oder Unterdruck/Hängender Wassersäule gewonnen werden soll, ist in Abhängigkeit der Bodenart und der jeweiligen fachlichen Fragestellung zu entscheiden. Auch ist der Einsatz von Schwerkraftlysimetern selbst bei Tonböden denkbar.
- Der Einbau von Sonden in skelettreiche Böden soll generell zusammen mit dem aus den Bohrlöchern entnommenen Bodenmaterial erfolgen, wobei größere Steine vorher entfernt werden. Sonden einzuschlämmen ist problematisch, da eine nicht repräsentative Porosität künstlich geschaffen wird. TDR-Sonden reagieren besonders sensibel auf heterogene Böden, da ihre gemessenen Bodenvolumina sehr klein sind (Neutronensonde als Alternative). Tensiometer bringen auch bei heterogenen Böden gute Ergebnisse, da die gemessenen Wasserspannungen als Potentialfelder im Boden vorliegen.

- Der ausschließliche Einsatz von in den ungestörten Boden eingebrachten, tiefengestaffelten Sonden wurde im Workshop unter dem Schlagwort „Virtuelles Lysimeter“ mehrmals diskutiert, zumal ein Bodenwasserhaushalts-Messnetz des Hydrographischen Dienstes Österreichs auf Basis solcher Messstellen im Entstehen ist. Hier ist die Ermittlung der gefragten Parameter Grundwasserneubildung, aktuelle Evapotranspiration und gespeichertes Bodenwasser über Modelle durchzuführen, wobei diese an ebenen Gefäßlysimetern - vorzugsweise unter Grünland - zu kalibrieren sind. Zur Regionalisierung und Repräsentierung von Landschaften sind Daten aus der Österr. Bodenkarte, ergänzt um Informationen aus der Finanzbodenschätzung, sowie weitere flächenhafte Informationen heranzuziehen.
- Hinsichtlich der Qualitätssicherung in der Lysimeterforschung wurde die Durchführung von Ringversuchen angesprochen. Ein solcher wurde zwischen dem UFZ Leipzig und der GSF

Neuherberg bereits angedacht, aber weniger aus Zwecken der Qualitätskontrolle, als um hydrologische Effekte bei unterschiedlichen Lysimetertypen zu erfassen. Ringversuche im eigentlichen Sinne können generell nur unter vergleichbaren Bedingungen erfolgen und sind daher als Methode der Qualitätssicherung in der Lysimetrie nur eingeschränkt einsetzbar. Für ein umfassendes Qualitätsmanagement sind aber jedenfalls einerseits eine regelmäßige Überprüfung und Kalibrierung des Instrumentariums, andererseits die Überprüfung der auswertenden Labors erforderlich.

- Basierend auf Vorgaben der Europäischen Union, wonach die Sickerwasserqualität bereits vor der Bewirtschaftung vorhersagbar sein muss, stellte sich die Frage, ob Lysimeter wieder vermehrt als Prüfinstrumente eingesetzt würden. Hier werden zuerst 4-5 von der EU ausgewählte Modelle eingesetzt werden. Liefern sie Ergebnisse ohne Grenzwertüberschreitungen, dann ist keine Durchführung von Ly-

simeteruntersuchungen zu Prüfzwecken mehr notwendig.

Schlussfolgerungen

Im Prinzip muss jedes Lysimeterprojekt aufs neue durchdacht, auf die örtlichen Gegebenheiten abgestimmt und gezielt auf die fachlichen Anforderungen hin konzipiert werden. Daher sind der Erfolg und die Qualität von Lysimeterstudien wesentlich vom Erfahrungsaustausch und von der Zusammenarbeit zwischen den Anwendern untereinander sowie mit den Anbietern von Lysimetertechnologie von entscheidender Bedeutung. Lysimeterplanung, -errichtung und laufende Wartung brauchen neben einer angemessenen Budgetierung sowohl kompetente fachliche Betreuung als auch professionelle technische Betreuung.

Eine weitere Intensivierung der Zusammenarbeit und Verstärkung des Know-How-Transfers ist daher für das Vorankommender Lysimeter(entwicklung)forschung wünschenswert und notwendig.

