

Einfluss unterschiedlicher Kleinlysimeterarten auf den Bodenwasserhaushalt

Nikolaus Obojes^{1*}, Georg Leitinger², Christian Newesely², Georg Niedrist¹,
Erich Tasser¹ und Ulrike Tappeiner²

Zusammenfassung

Die Regulierung des Bodenwasserhaushalts entsprechend der natürlichen Verhältnisse in der Umgebung ist ein wichtiges Ziel moderner Lysimetersysteme und ist vor allem bei kleinen Lysimetervolumen von Bedeutung. Die Steuerung der unteren Randbedingung ist daher ein wichtiger Punkt bei der Entwicklung neuer Kleinlysimetersysteme in den letzten Jahren. In diesem Beitrag werden drei Kleinlysimeterstudien mit unterschiedlichen Lysimeterarten vom einfachen Sickerwassersammler bis zum komplexen Smart-Field-Lysimeter (UMS) in Hinblick auf den Bodenwasserhaushalt analysiert. Dazu werden der Verlauf von Bodenwassergehalt und wo vorhanden des Matrixpotentials innerhalb und außerhalb der Lysimeter während Austrocknungs- und Wiederbefeuchtungsphasen verglichen.

Schlagwörter: untere Randbedingung, Bodenwassergehalt, Matrixpotential, Typenvergleich

Summary

Regulating soil water flows within a lysimeter according to the outside conditions is an important aim for modern lysimeter system and is of special importance for lysimeters with small soil volume. Controlling the lower boundary condition has therefore been an important in the development of small lysimeter systems in recent years. In this contribution, we compare three types of lysimeters used in different projects ranging from simple deep seepage collectors to complex Smart-Field-Lysimeters (UMS) regarding soil water conditions. To this end, soil water content and if available matric potential will be compared within and outside the lysimeters during desiccation and rewetting periods.

Keywords: lower boundary condition, soil water content, matric potential, comparison of small lysimeter types

Einleitung

Im Gegensatz zu anderen Methoden bieten Lysimeter die Möglichkeit die Eigenschaften eines klar begrenzten Vegetations-Boden-Körpers zu beobachten und gegebenenfalls auch zu manipulieren. Wiegen Lysimeter bieten außerdem die Möglichkeit alle Komponenten der Wasserbilanz eines Ökosystems, also Niederschlag, Evapotranspiration, Versickerung und Änderungen im Bodenwassergehalt, separat zu messen. Diese Vorteile bringen aber auch die große Schwierigkeit mit sich, die Bedingungen im Lysimeter möglichst nahe an denen der Umgebung zu halten, sei es durch Inseleffekte in der Vegetation oder durch Beeinflussung der Bodenwasserflüsse durch das „Eintopfen“ des Bodenmonolithen. Diese Lysimeteffekte wirken sich umso stärker aus je kleiner das Lysimeter ist, konkret je größer das Verhältnis der Grenzfläche zum Volumen ist. Andererseits haben Kleinlysimeter auch Vorteile was das Handling, die Flexibilität und die Kosten betrifft, wodurch eine weitere Verbreitung oder eine höhere Anzahl von Wiederholungen bei Experimenten möglich wird. In flachgründigen Böden, wie zum Beispiel im Gebirge können Kleinlysimeter auch das gesamte Bodenprofil abbilden.

Material und Methodik

Für dieses Poster vergleichen wir drei Kleinlysimeterversuche die in den letzten Jahren am Institut für Ökologie der

Universität Innsbruck und am Institut für Alpine Umwelt der Europäischen Akademie Bozen mit Lysimetern unterschiedlich komplexer Bauweise durchgeführt wurden, insbesondere in Hinblick auf die Frage inwieweit die Bodenwasserhaushaltsgrößen wie Bodenwassergehalt und Matrixpotential innerhalb des Lysimeters sich von den Werten außerhalb unterscheiden.

Im ersten Experiment wurde auf der Kaserstattalm im Stubaital (Österreich) mit einfachen Sickerwassersammlern versucht, den Einfluss der pflanzlichen Biodiversität auf den Wasserhaushalt in der subalpinen Stufe zu bestimmen (Obojes et al. 2015). Als Lysimeter wurden dazu simple, oben offene und unten geschlossene Edelstahlzylinder mit 25 cm Durchmesser und 40 cm Höhe verwendet, in denen ein Lochgitter und ein Filterfließ den 30 cm hohen Bodenkörper oben von einem 10 cm hohen Sickerwassersammelraum unten trennten. Aufgrund der Bauweise der Kleinlysimeter war kein direktes Stechen der Lysimeter möglich, in der Praxis wurde ein möglichst tief mit einem passenden Metallrohr gestochener Bodenmonolith auf eine entsprechend hohe Schüttung auf lokalem Material gesetzt, die ersten Messungen erfolgten erst im Jahr nach der Installation um eine Setzung des Bodens während des Winters zu ermöglichen. Die Bestimmung des Sickerwassers erfolgte in ca. wöchentlichem Rhythmus händisch mittels Abpumpen mit einem portablen Vakuumpuffer (VK-lite, UMS) durch ein am Rand des Lysimeters angebrachtes Kunststoffrohr. Der Bodenwassergehalt wurde

¹ EURAC research Institut für Alpine Umwelt, Drususallee 1, I-39100 BOZEN

² Universität Innsbruck, Institut für Ökologie, Sternwartestraße 15, A-6020 INNSBRUCK

* Ansprechpartner: Nikolaus Obojes, nikolaus.obojes@eurac.edu



in und außerhalb der Lysimeter in den obersten 10 cm mit einem 30-minütigen Messintervall gemessen (ECH2O EC10, Decagon). Die mittlere Evapotranspiration zwischen den Abpumpterminen wurde aus der Differenz zwischen dem mit separaten Niederschlagswippen gemessenen Niederschlag, dem Sickerwasser und der Differenz des Bodenwassergehalts berechnet. Insgesamt wurden 86 dieser Kleinlysimeter mit 7 unterschiedlichen Vegetations-/Managementtypen in drei Versuchsgärten installiert, für die weitere Auswertung wurden hier nur die Lysimeter mit den jeweils lokalen Vegetationstypen im Bereich der Versuchsgärten verwendet.

Für den zweiten Versuch wurde ein in Zusammenarbeit mit der Firma UMS entwickelter Prototyp eines wägbaren Kleinlysimeters mit regulierbarer unterer Randbedingung verwendet um die Auswirkungen von extremen Trockenperioden auf den Wasserhaushalt und die Produktivität einer bewässerten Mähwiese auf 1500 m Seehöhe im Matscher Tal/Vinschgau in Südtirol/Italien (Obojes et al. 2014). Insgesamt wurden für dieses Projekt neun Kleinlysimeter installiert, diese wurden in drei Gruppen zu je drei Lysimetern unterschiedlichen Bedingungen ausgesetzt: (1) Kontrolle unter lokalen Bedingungen inklusive künstlicher Beregnung, (2) Dürreexperiment mit 6-8 wöchigen Trockenperioden mittels großflächigem Abdecken der Lysimetergruppe plus Umgebung mit einem Folientunnel, und (3) Kontrolle des „Zelteffekts“ (mögliche Änderungen des Mikroklimas durch den Folientunnel abgesehen von der erwünschten Niederschlagsreduktion) mit künstlicher Beregnung auf das lokale Niveau innerhalb eines Folientunnels. Für die Lysimeter wurden Bodenmonolithe direkt in Edelstahlrohre mit 30 cm Durchmesser und 30 cm Höhe gestochen. Der untere Rand der Lysimeter wurde mit einer Keramikplatte verschlossen, in Kombination mit einer Vakuumpumpe war somit eine Wasserentnahme allerdings keine Wasserzufuhr an der unteren Randbedingung möglich, die Steuerung könnte über fix vorgegebene Werte oder über außerhalb der Lysimeter in entsprechender Tiefe installierte Tensiometer erfolgen. Zur Kontrolle des Bodenwasserhaushalts wurden in 5 und 20 cm Tiefe Wassergehaltssensoren (ECH2O 10HS, Decagon/UMS) und Tensiometer (T4, UMS) installiert. Außerhalb der Lysimeter wurde der Wassergehalt mit ECH2O EC10 (Decagon) Sensoren und das Matrixpotential mit Tensiometern (T8, UMS) und da sich gerade während der künstlichen Trockenperiode zeigte, dass diese schnell an die Grenzen ihres Messbereichs kamen, auch mit Matrixpotentialensoren (MPS-2, Decagon) gemessen. Alle Messgrößen wurden in einem zehnminütigen Intervall gemessen.

Für die dritte Studie, in der in größerem Rahmen die Auswirkungen des Klimawandels (Erwärmung, Trockenperioden) auf Wasserhaushalt und Produktivität von Mähwiesen im Gebirge untersucht wurden (Frenck et al. 2014), verwendeten wir serienreife Smart-Field-Lysimeter (UMS) mit 30 cm Durchmesser und Tiefe. Insgesamt wurden hier 21 Lysimeter mit drei verschiedenen Vegetation-/Bodentypen (Mähwiese aus dem Stubaital, trockenheitsangepasste Mähwiese aus dem Matschertal, Standard-Saatmischung auf geschütteten Sandboden) in einem Versuchsgarten in Neustift/Stubaital installiert und drei unterschiedlichen Szenarien (durchschnittlicher Niederschlag, Trockenperiode, Trockenperiode plus Temperaturerhöhung) ausgesetzt. Die Vegetationstypen aus dem Stubai- und Matschertal wurden dabei direkt in den Lysimeter gestochen. In den SmartField-Lysimeter ist durch einen Saugrechen an unteren Rand und bidirektionale Pum-

pen sowohl eine Wasserentnahme als auch –zufuhr an der unteren Randbedingung möglich, diese kann manuell oder über ein Referenztensiometer (T8, UMS) gesteuert werden. Im Lysimeter wurden in 8, 15 und 25 cm Tiefe Wassergehalts- (5TE, Decagon) und Matrixpotentialensoren (MPS-6, Decagon), außerhalb in 8 und 25 cm Tiefe. Das Lysimetergewicht und die für die Kontrolle der unteren Randbedingung nötigen Variablen wurden jede Minute, alle weiteren in einem zehnminütigen Intervall gemessen.

Datenauswertung

Für den Vergleich der Bodenwasserverhältnisse werden die innerhalb und außerhalb der Lysimeter gemessenen Wassergehalte und falls vorhanden Matrixpotentiale während mehrerer natürlicher Austrocknungs- und Befeuchtungszyklen verglichen und die gegebenenfalls vorhandenen Abweichungen analysiert. Die künstlich herbeigeführten, extremen Trockenperioden und die anschließende Bewässerung in der zweiten und dritten Studie ermöglichen dabei eine Kontrolle von Bodenwassergehalt und Matrixpotential über einen sehr großen Feuchtebereich. Zu erwarten ist, dass durch die genauere Steuerung der unteren Randbedingung in den wägbaren Lysimetern, insbesondere der Smart-Field-Lysimeter, eine deutlich bessere Reproduktion der äußeren Bedingungen möglich war als in den einfachen Sickerwassersammlern. Ein Vergleich der für Kleinlysimeter gewonnenen Daten mit Großlysimetern ist geplant.

Schlussfolgerungen

Unabhängig von den detaillierten Ergebnissen ist festzuhalten, dass in der Versuchsplanung abzuwiegen ist, welchen Stellenwert eine möglichst genaue Abbildung des natürlichen Bodenwasserhaushalts für die Aufgabenstellung hat, dementsprechend sind insbesondere die Gewinnung der Bodenmonolithe und die Regelung der unteren Randbedingung zu gestalten. Geringere Kosten einfacher Lysimetertypen ermöglichen gegebenenfalls höhere Wiederholungszahlen, was für manche Fragestellungen wichtig sein kann. Prozessorientierte Untersuchungen erfordern hingegen eine möglichst genaue Abbildung der natürlichen Verhältnisse, hier wurden in den letzten Jahren auch für Kleinlysimeter große Fortschritte erreicht und eine Steuerung der unteren Randbedingung analog zu Großlysimetern ermöglicht.

Danksagung

Diese Untersuchung wurde teilweise mit Hilfe des Stenitzerpreises 2013 ermöglicht, das dritte erwähnte Projekt („Climagro“) wurde von der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol finanziert.

Literatur

- Frenck G., Leitinger G., Obojes N., Tappeiner U., Tasser E. (2014) ClimAgro - understanding the anthropogenic and natural drivers of water balance in changing alpine grasslands using a network of small-scale lysimeters. In: From Observation to Prediction in Terrestrial Systems - International Conference 2014, p. 236. Tereno Terrestrial Environmental Observatories.
- Obojes N., Leitinger G., Niedrist G., Tasser E., Tappeiner U. (2014) Effects of repeated droughts on the water balance and biomass production of irrigated mountain grassland. In: Geophysical Research Abstracts Vol. 16, p. EGU2014-6385. EGU General Assembly 2014.
- Obojes N., Bahn M., Tasser E. et al. (2015) Vegetation effects on the water balance of mountain grasslands depend on climatic conditions. *Ecology*, 8, 552-569.