

Das landwirtschaftliche Versuchsfeld Wagna und seine hydrometeorologischen Messeinrichtungen

Johann Fank^{1*}

Zusammenfassung

Die landwirtschaftliche Versuchfläche (4,2 ha) Wagna (Steiermark, Österreich) besteht aus 32 Feldern mit einer Ausdehnung von je 1000 m². Im Zentrum wurden zwei Felder mit je einem wägbaren Präzisionslysimeter und einem bodenhydrologischen Messprofil ausgestattet. Ein „Gras“-Referenz-Lysimeter befindet sich an der Grenze des Versuchsgeländes von Wagna. Wetterdaten werden an der teilautomatischen Wetterstation der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, die auch auf dem Versuchsfeld platziert ist, sowie an zwei weiteren Messplätzen im Versuchsgelände erfasst. Im Jahre 2007 wurden in Ergänzung zu den beiden existierenden Grundwasserpegeln zwei neu entwickelte Probenahmestellen unter den beiden Lysimeter-Versuchspartellen installiert. Hier wird die Grundwasserspiegellage gemessen und Wasserproben aus dem tieferen Teil der ungesättigten Zone, dem Kapillarsaum und dem Grundwasserspiegelschwankungsbereich gewonnen.

Schlagwörter: Lysimeter, Messtechnik, Hydrologie, Meteorologie

Summary

The agricultural test site (4.2 ha) in Wagna (Styria, Austria) consists of 32 test fields with an area of 1000 m² each. In the centre of the test site two of the test fields in 2004 have been equipped with weighable monolithic equilibrium suction field lysimeters and an accompanied soil hydrologic measuring profile. An additional grass reference lysimeter has been installed in 2006 at the southeast border of the test site. Weather data are acquired at a weather station of the “Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik” which is situated at the test site as well. Two further weather stations are situated close to the lysimeters. In 2007 at the lysimeter test fields two depth oriented sampling sites have been installed in addition to the existing groundwater wells. The depth oriented sampling sites allow the sampling of soil water in the saturated – unsaturated interface region.

Keywords: lysimeter, measurement, hydrology, meteorology

Einleitung

Im Jahr 1987 wurde in der Gemeinde Wagna (Steiermark, Österreich) ein Großparzellenversuch angelegt um unter ortsüblichen Bewirtschaftungsbedingungen die Auswirkung unterschiedlicher Kulturführungen und Düngeniveaus auf die Ertragssituation untersuchen zu können (FASTL und ROBIER 2008). Hinsichtlich der Bodenartenverteilung und auch der Gründigkeit ist das Versuchsfeld repräsentativ für große Teile der quartären Schotterterrassen des Murtales. Der Grundwasserspiegel des seichtliegenden gering mächtigen Aquifers liegt im Mittel in einer Tiefe von etwa 4 m und weist eine Spiegelschwankung von ca. 1,5 m auf. Der Grundwasserstauer in Form von sehr schlecht bis undurchlässigen Sedimenten des Neogen liegt in einer Tiefe von etwa 8 m.

Im Jahre 2004 wurde die Bewirtschaftung des Versuchsfeldes vollständig umgestellt. Ziel der derzeitigen Versuchsanlage ist es, einen Vergleich der Auswirkungen von ackerbaulichen Maßnahmen einer konventionellen Bewirtschaftung unter Befolgung der Maßnahmen des Gewässerschutzprogramms mit jenen der organisch biologischen Bewirtschaftung auf das Grundwasser unter dem Aspekt einer ökonomischen Verträglichkeit versuchstechnisch zu ermöglichen.

Messeinrichtungen zur Erfassung von Wasserkreislaufparametern und zur Probengewinnung am Versuchsfeld Wagna

In *Abbildung 1* ist das Versuchsfeld Wagna mit den 32 je etwa 1000 m² großen Versuchspartellen und die Lage der Messeinrichtungen zur Erfassung von Wasserkreislaufparametern und zur Grundwasser-Probennahme dargestellt. Die eingeblendeten Bilder a) bis f) zeigen Details der monolithischen Feldlysimeter sowie ein Detailbild (*Abbildung 1 g*) des Standardlysimeters HYDROLYS (UNOLD und FANK 2007) und der Erweiterung zur Erfassung der meteorologischen Messgrößen zur Berechnung der Gras-Referenzverdunstung (ALLEN et al. 1998).

Lysimeter zur Erfassung von Wasserkreislaufparametern

Zur Erfassung von Parametern der Wasserbilanzgleichung $P - ET - D - \Delta S = 0$ (P = Niederschlag, ET = Evapotranspiration, D = Grundwasserneubildung, ΔS = Änderung des im Boden gespeicherten Wasservolumens) werden schon seit langem Lysimeter eingesetzt. Üblicherweise dienen sie zur Ermittlung der Sickerwassermenge, sind sie wägbare kann

¹ Joanneum Research, Institute of Water Resources Management - Hydrogeology and Geophysics, Elisabethstraße 16/II, A-8010 GRAZ

* johann.fank@joanneum.at

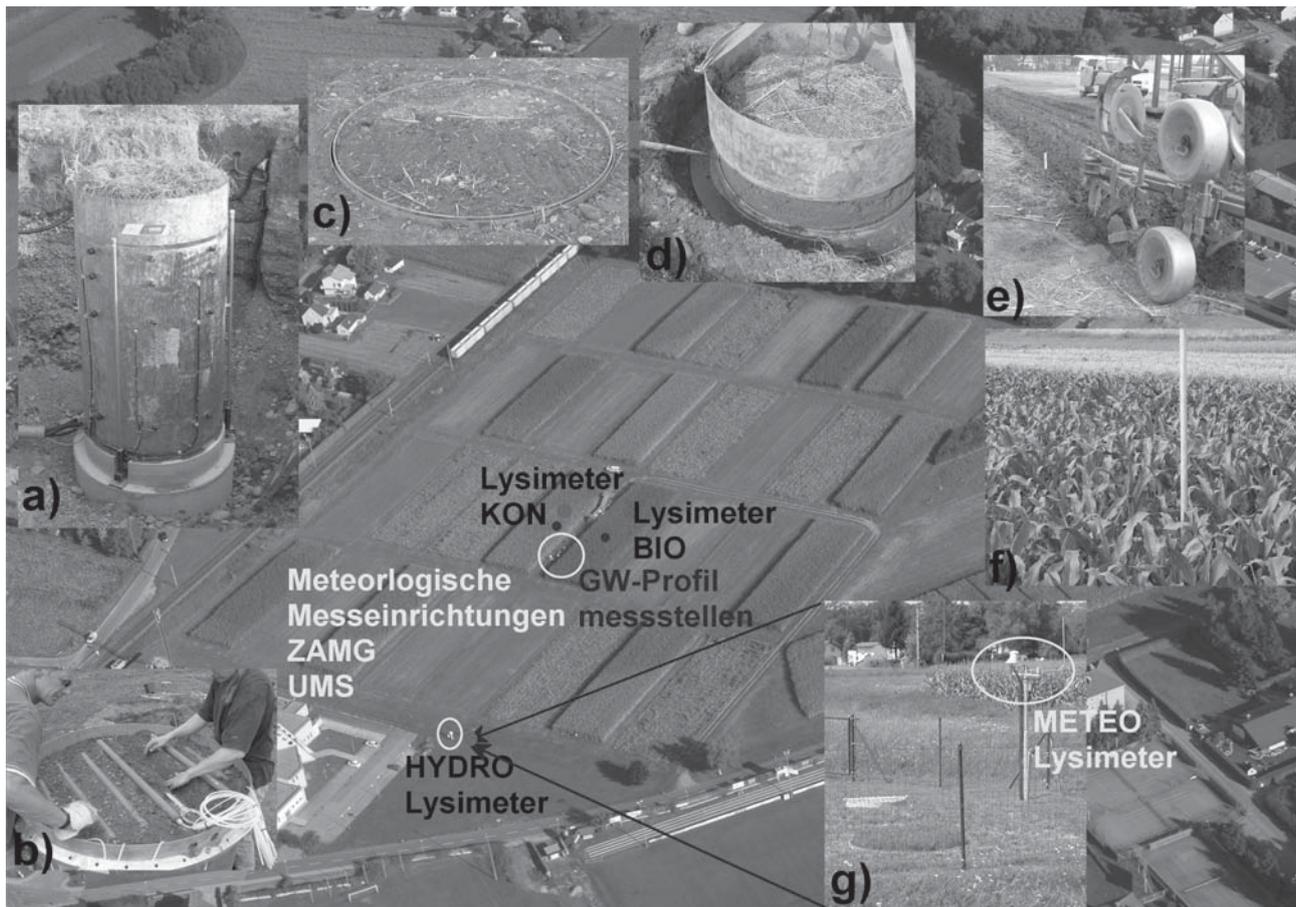


Abbildung 1: Hydro-meteorologische und bodenphysikalische Messeinrichtungen sowie Probenahmesysteme am landwirtschaftlichen Versuchsfeld in Wagna (FANK und UNOLD 2007 – verändert).

auch die Verdunstung und die Änderung des gespeicherten Bodenwassers gemessen werden.

Am Versuchsfeld Wagna wurden monolithisch gestochene wägbare Lysimeter in das Versuchsfeld direkt eingebaut um Oaseneffekte möglichst zu vermeiden (Abbildung 1 f). Um Messfehler aufgrund unterschiedlicher Bodenbearbeitungsart zu minimieren wurden die Lysimeter mit einem abnehmbaren Bewirtschaftungsring ausgestattet (Abbildung 1 d) wodurch die Bearbeitung mit ortsüblichen Geräten auf gewohnte Weise durchgeführt werden kann (Abbildung 1 e). Aufgrund des nur etwa 0.5 cm breiten Ringspalts (Abbildung 1 c) zwischen dem Lysimeterkörper und dem äußeren Lysimeterzylinder können atmosphärische Einflüsse auf die Bodentemperatur weitgehend vermieden werden. Üblicherweise verwendete Filterkörper an der Unterseite des Lysimeters verfälschen den natürlichen Wasserfluss in der ungesättigten Zone. Zur Vermeidung dieser Unsicherheiten wurde die Lysimeterunterseite in Form eines Saugkerzenreches (Abbildung 1 b) ausgebildet. An diese Saugkerzen wird der in einem ungestörten Bodenprofil gemessene Druck in seinem zeitlich variablen Verlauf als Saugspannung angelegt.

Die beiden im Versuchsfeld angelegten Lysimeter weisen bei einer Oberfläche von 1 m² eine Tiefe von 2 m auf. Die Unterkante des Lysimeters liegt damit bei den am Versuchsfeld Wagna herrschenden Verhältnissen deutlich

unterhalb der hydraulischen Wasserscheide. Dadurch ist gewährleistet, dass an dieser nur noch vertikale Flüsse in Richtung Grundwasser auftreten. Das HYDRO-Lysimeter im Grünlandbereich am Rande des Versuchsfeldes (Abbildung 1 g) weist nur eine Tiefe von 1 m auf. Um die hier möglicherweise auch vertikal nach oben gerichteten Flüsse abbilden zu können wird die Steuerung des angelegten Unterdruckes mittels einer bidirektionalen Vakuumpumpe durchgeführt, die bei höheren Saugspannungen im Lysimeter (im Vergleich zum Freiland) auch Wasser in das Lysimeter zurück fördern kann.

Die beiden Lysimeter auf den unterschiedlich ackerbaulich bewirtschafteten Versuchsflächen sind in Abstimmung mit den unterschiedlichen Bodenhorizonten mit zusätzlichen Sensoren zur Erfassung der Bodentemperatur, des Bodenwassergehaltes (TDR-Sonden) und des Matrixpotentials (Tensiometer und SIS-Sensoren) ausgestattet. Die gleichen Parameter werden in denselben Tiefen auch in einem bodenhydrologischen Messprofil im durch die Errichtung der Anlage ungestörten Bodenprofil erfasst (Abbildung 1 a).

Meteorologische Messeinrichtungen

Seit November 2003 betreibt die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) am Versuchsfeld Wagna eine teilautomatische Wetterstation. Zur Erfassung des Niederschlags ist neben der Niederschlagswippe der

ZAMG eine Niederschlagswaage des Hydrografischen Dienstes des Landes Steiermark, eine bodeneben eingerichtete Niederschlagswippe von JOANNEUM RESEARCH und ein Totalisator von Umweltanalytische Messsysteme GmbH (UMS) zur manuellen Kontrolle der automatisch registrierten Niederschlagsdaten sowie zur Niederschlagsbeprobung eingerichtet. In der Fahrgasse zwischen den beiden Lysimeterparzellen des Versuchsfeldes Wagna ist eine Wetterstation von UMS eingerichtet, an der die Lufttemperatur und relative Luftfeuchte in 2 m über Gelände und die Windgeschwindigkeit in 2 und 4 m über Gelände erfasst wird. Am METEO-Lysimeter werden die Parameter zur Berechnung der Gras-Referenzverdunstung nach Penman-Monteith – Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, Globalstrahlung, Windgeschwindigkeit - in einer Messhöhe von 2 m gemessen.

Probenahmesysteme zum Grundwassermonitoring

Am Versuchsfeld wurden bereits 1991 zwei Bohrungen niedergebracht und als 4" Grundwasserpegel ausgebaut. Der Pegel im Eingangsbereich ist seit 2007 auch im Monitoringnetz der österreichischen Grundwasserzustandsüberwachung (GZÜ) integriert. Aus der monatlichen Beprobung des Grundwassers und der hydrochemischen Analyse liegt eine inzwischen 15-jährige Reihe der Nitratbelastung des Grundwassers vor.

Die Auswertung von Modellberechnungen der Nitratverteilung im Grundwasser auf Basis einer sequentiellen Kopplung von Wasserfluss- und Stickstofftransportberechnung der ungesättigten Zone mit dem 2D Grundwassermodell zeigte Unterschiede zu den Grundwasser-Messwerten. Um die dafür möglichen Ursachen – notwendige Verbesserungen in der Modellkopplung oder detaillierte Messungen an der Schnittstelle ungesättigte und gesättigte Zone - experimentell abklären zu können, wurden im Oktober 2007 zwei Grundwasser – Profilmessstellen (*Abbildung 1*) errichtet. Durch diese Vorrichtung können im Bereich zwischen 2 m unter Gelände und dem Grundwasserstauer in Abständen von 11.5 cm Wasserproben zur hydrochemischen Analytik entnommen werden. Durch Anlegen eines Unterdrucks an die Saugkerzen können tiefenorientierte Proben aus den tieferen Bereichen der ungesättigten Zone, aus dem Grundwasserkapillarsaum, dem Grundwasserspiegel-Schwankungsbereich und dem dauernd wassergesättigten Bereich entnommen werden (WALTHER et al. 2009). Durch das am unteren Ende des Saugkerzenbaumes installierte Tensiome-

ter wird der darüber lagernde Wasserdruck registriert und dadurch die Grundwasserspiegellage und deren zeitliche Variabilität mit hoher Genauigkeit (0.1 cm) registriert. Dadurch ist gewährleistet, dass das Probenahmesystem in Abhängigkeit von der Änderung der Grundwasserspiegellage in der Zeit für eine etwaige Ereignisbeprobung in Betrieb genommen werden kann.

Diskussion und Schlussfolgerungen

Im Bereich der Lysimetertechnik wurde durch die Arbeiten am Versuchsfeld Wagna ein international anerkannter Standard zur Untersuchung von Wasser- und Stoffkreislaufparametern geschaffen. Diese neue Lysimetertechnologie liefert bei der Präzision von Laboruntersuchungen Grundlagen für die Regionalisierung von Wasserbilanzparametern und stellt damit ein Bindeglied zwischen der Labor- und der Feldskala dar (FANK 2008). Aufgrund seiner modularen Konzeption (UNOLD und FANK 2007) sind die entwickelten Lysimeter und die Einrichtung zur tiefengestaffelten Grundwasser-Probennahme kostengünstig für eine Vielzahl von Fragestellungen einsetzbar.

Literatur

- ALLEN, R.G., L.S. PEREIRA, D. RAES and M. Smith, 1998: Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56, 300 S.
- FANK, J., 2008: Monolithic field Lysimeter – a precise tool to close the gap between laboratory and field scaled investigations. Geophysical Research Abstracts, Vol. 10, EGU2008-A-04959, 2008 SRRef-ID: 1607-7962/gra/EGU2008-A-04959 EGU General Assembly 2008.
- FANK, J. and G. von UNOLD, 2007: High-precision weighable field Lysimeter – a tool to measure water and solute balance parameters. International Water & Irrigation, Vol. 27, No. 3, 28-32, Tel Aviv.
- FASTL, G. und J. ROBIER, 2008: Grundwasserverträgliche ackerbauliche Bewirtschaftungsformen über seichtliegenden gering mächtigen Grundwasserleitern/5.2. Der Großparzellenversuch Wagna und dessen Bewirtschaftung (1987 bis 2003). – In: Fank, J. & Ch. Lanthaler (Hrsg., 2008): Diffuse Einträge in das Grundwasser: Monitoring – Modellierung – Management. Landwirtschaft und Wasserwirtschaft im Fokus zu erwartender Herausforderungen. – Beiträge z. Hydrogeologie, 56, (in Druck), Graz.
- VON UNOLD, G. and J. FANK, 2008: Modular Design of Field Lysimeters for Specific Application Needs. Water Air Soil Pollut: Focus (2008) 8:233-242.
- WALTHER, M., J. FANK, Th. REIMAN und R. LIEDL, 2009: Messsystem zur Beprobung und Überwachung des gesamten Bereich der ungesättigten und gesättigten Zone einschließlich des Kapillarsaums. 13. Gumpensteiner Lysimetertagung 21.-22. April, Irtdning, in diesem Heft.