

# Wasser- und Stoffbilanzen aus den Lysimetern in Wagna

Johann Fank<sup>1\*</sup>

## Zusammenfassung

Die wägbaren, monolithischen Präzisions - Unterdrucklysimeter am Versuchsfeld Wagna erlauben die Ableitung der Wasserbilanzgrößen aus den Wiegedaten, sodass allein aufgrund der Lysimetermessungen die Erstellung geschlossener Wasserbilanzen möglich ist.

In Kombination mit der hydrochemischen Analyse der Sickerwässer auf die Hauptinhaltsstoffe ist es möglich, die Nährstofffrachten in Richtung Grundwasser für beliebige Zeiträume zu bilanzieren. Dabei sind aber jedenfalls die Wasser- und Stoffverweilzeit im Lysimeter zu berücksichtigen.

*Schlagwörter:* Lysimeter, Wasserbilanz, Stoffbilanz, Nährstoffaustrag

## Summary

Using measured data from the weighable monolithic equilibrium suction field lysimeters at test site Wagna closed water balances are established. Evaluating changing mass of the lysimeter, precipitation, evapotranspiration, and stored water volume are determined directly, amount of seepage water is measured separately.

Analyzing the nutrient content of the seepage water the nutrient load may be calculated by multiplying flow rates with solute concentration. Water and solute residence time in the lysimeter has to be taken into account.

*Keywords:* lysimeter, water balance, mass balance, nutrient leaching

## Einleitung

Im Sommer 2004 waren am Versuchsfeld in Wagna (Steiermark, Österreich) zwei wägbare, monolithische Präzisions - Unterdrucklysimeter (FANK und UNOLD 2007) in zwei unterschiedlich bewirtschaftete Versuchsflächen eingebaut worden, um die Auswirkung organisch-biologischer ackerbaulicher Bewirtschaftung und einer konventionellen Fruchtfolge mit standörtlich angepasstem Düngungsniveau auf die Grundwassersituation untersuchen zu können (KÖSTENBAUER 2008). In KÖSTENBAUER (2008) sind auch die Fruchtfolglieder der beiden Vergleichsvarianten dargestellt.

Erste Auswertungen der Wasser- und Stoffbilanzgrößen der Jahre 2005 bis 2008 werden in diesem Poster vorgestellt.

## Wasserbilanz

Zur Berechnung der Wasserbilanzgrößen in *Tabelle 1* wurden der Bestandsniederschlag aus den ansteigenden Teilen

und die aktuelle Evapotranspiration aus den fallenden Teilen der Lysimeter-Gewichtsganglinie (FANK 2006) auf Basis von Minutenaufzeichnungen berechnet und zu Jahreswerten aufsummiert. Daraus resultieren auch unterschiedliche Niederschlagsjahressummen für die beiden Lysimeter (*Tabelle 1*). Die Sickerwassermenge wurde an den Lysimetern als 10-Minutensumme erfasst und zu Jahreswerten aufaddiert. Die potentielle Verdunstung wurde als FAO-PM-Gras-Referenzverdunstung nach ALLEN et al. (2006) aus 10-minütigen Wetterdaten der angeschlossenen Wetterstation berechnet und zu Jahressummen aufaddiert. Der Vergleich der berechneten Gras-Referenzverdunstung nach Penman-Monteith mit der gemessenen Gras-Verdunstung an einem Präzisionslysimeter zeigte, dass v.a. an Tagen mit inhomogenen Wetterdaten (Einfluss von Gewittern etc.) die Berechnung aus kurzintervalligen Wetterdaten eine deutlich bessere Übereinstimmung mit den Messwerten ergab, als die Verwendung von Tageswerten (FANK 2008 a).

**Tabelle 1: Jahressummen der Wasserbilanzglieder für die beiden Präzisionslysimeter am Standort Wagna für die Jahre 2005 bis 2008 im Vergleich. Die Gras-Referenzverdunstung wurde auf Basis von 10' – Wetterdaten nach ALLEN et al. (2006) berechnet.**

	2005		2006		2007		2008	
ET <sub>0</sub> [mm] (ALLEN et al., 2006)	682		681		741		695	
	konventionell	organisch-biologisch	konventionell	organisch-biologisch	konventionell	organisch-biologisch	konventionell	organisch-biologisch
Niederschlag [mm]	943	959	907	866	925	973	974	928
Evapotranspiration [mm]	628	586	606	686	586	651	710	751
Sickerwasser [mm]	318	374	320	235	296	217	192	151
Speicheränderung [mm]	-3	-1	-19	-55	43	104	71	25

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

\* Ansprechpartner: johann.fank@joanneum.at

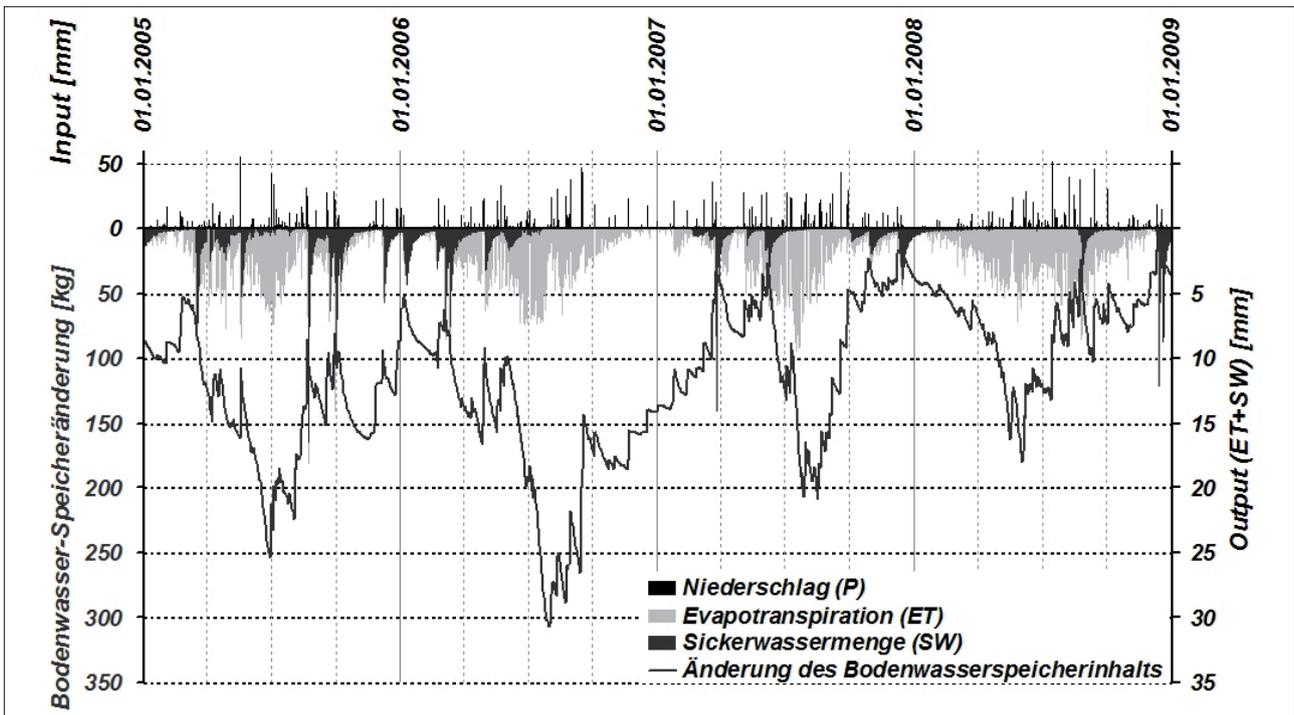


Abbildung 1: Tageswerte der Wasserbilanzglieder am organisch – biologisch bewirtschafteten Lysimeter des Versuchsfeldes Wagna.

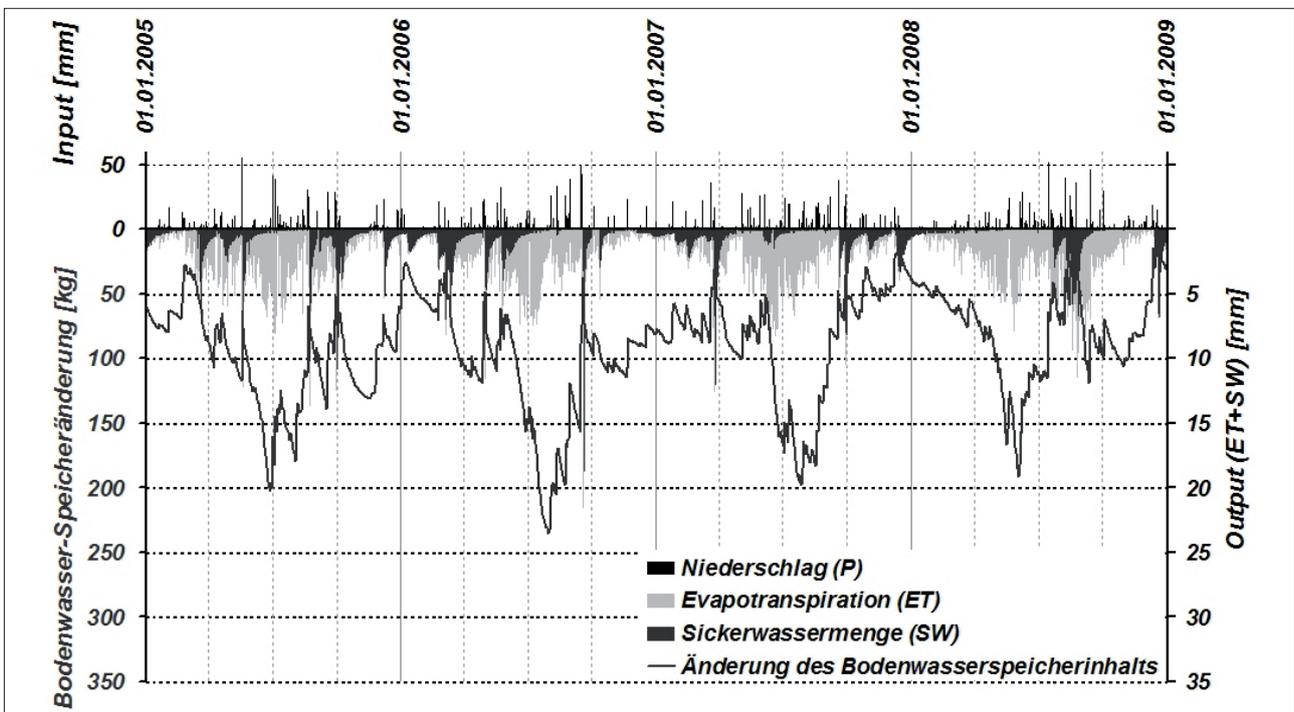


Abbildung 2: Tageswerte der Wasserbilanzglieder am konventionell bewirtschafteten Lysimeter des Versuchsfeldes Wagna.

Der Vergleich der Tageswerte der einzelnen Wasserbilanzglieder für das organisch-biologisch bewirtschaftete Lysimeter des Versuchsfeldes Wagna ist in *Abbildung 1*, für das konventionell bewirtschaftete in *Abbildung 2* dargestellt. Deutlich erkennbar ist aus den beiden Darstellungen, dass die Evapotranspiration in den Sommermonaten das we-

sentlichste Exportglied darstellt. Die Sickerwasserbildung ist naturgemäß an Niederschlagsereignisse gekoppelt, tritt aber nur dann auf, wenn der Bodenwassergehalt ausreichend hoch ist. Dabei ist auch die unterschiedliche Kulturführung auf den beiden Lysimetern zu berücksichtigen (KÖSTENBAUER 2008).

**Tabelle 2: Nährstoffauswaschung und mittlere Nährstoffkonzentrationen im Sickerwasser der beiden Lysimeter am Versuchsfeld Wagna.**

Parameter	Einheit	01.04.2006 - 05.11.2008	
		Konventionelle Bewirtschaftung	Organisch - biologische Bewirtschaftung
Sickerwassermenge	mm	631	357
Mittelwert el. Leitfähigkeit	$\mu\text{S cm}^{-1}$	302	366
Mittelwert pH-Wert	-	7.14	7.44
<b>Auswaschung</b>			
Natrium	$\text{kg ha}^{-1}$	46.76	17.65
Kalium	$\text{kg ha}^{-1}$	4.97	1.66
Magnesium	$\text{kg ha}^{-1}$	26.87	14.45
Kalzium	$\text{kg ha}^{-1}$	318.30	229.39
Chlorid	$\text{kg ha}^{-1}$	52.78	5.41
Nitrat	$\text{kg ha}^{-1}$	243.03	77.21
Sulfat	$\text{kg ha}^{-1}$	206.42	114.73
<b>Mittlere Konzentrationen</b>			
Natrium	$\text{mg l}^{-1}$	7.54	5.31
Kalium	$\text{mg l}^{-1}$	0.81	0.52
Magnesium	$\text{mg l}^{-1}$	4.16	4.23
Kalzium	$\text{mg l}^{-1}$	48.35	67.00
Chlorid	$\text{mg l}^{-1}$	8.54	1.72
Nitrat	$\text{mg l}^{-1}$	40.18	22.42
Sulfat	$\text{mg l}^{-1}$	33.00	31.07

Deutlich erkennbar sind auch die unterschiedlichen Bodenwasserspeichervermögen in den beiden Lysimetern: während im organisch-biologischen Lysimeter mit einer Feinbodenmächtigkeit von etwa 110 cm die maximale Bodenwasserausschöpfung im Sommer 2006 mit etwa 300 mm erreicht wurde, stehen am konventionell bewirtschafteten Lysimeter (Feinbodenmächtigkeit ~70 cm) nur etwa 230 mm an Bodenwasser für den Pflanzenaufwuchs zur Verfügung.

## Stoffbilanz

Zur Erstellung der Stoffbilanz der Lysimeter wurde das anfallende Sickerwasser üblicherweise in wöchentlichem Rhythmus hydrochemisch analysiert und die wesentlichsten Nährstoffe bestimmt. Durch Multiplikation der gemessenen Konzentrationen mit den im Probenahmeintervall anfallenden Sickerwassermengen wurden die Nährstoff-Austragsfrachten in Richtung Grundwasser bestimmt. Ein Vergleich der berechneten Stickstoffausträge von Oktober 2005 bis Mai 2006 mit den Ergebnissen von Markierungsversuchen (FANK 2008 b) belegt, dass die anfänglich extrem hohe Auswaschung eine Folge des Einbaus der Lysimeter und der dabei erforderlichen Bodenbearbeitung (Pflug) im August mit daran gekoppelter Mineralisierung von Nitratstickstoff im Boden ist. Für die Bewertung der Nährstoffausträge aus den unterschiedlich bewirtschafteten Lysimetern wird daher der Zeitraum ab April 2006 herangezogen.

Aus den Darstellungen der Ergebnisse in *Tabelle 2* wird klar, dass im bisherigen Beobachtungszeitraum, der in etwa die ersten drei Jahre einer vierschlägigen Fruchtfolge umfasst, sowohl die konventionelle, als auch die organisch-biologische Bewirtschaftung grundwasserverträglich sind: die mittlere Konzentration des kritischen Parameters Nitrat im Sickerwasser liegt in beiden Fällen deutlich unter dem Grundwasserschwellenwert von  $45 \text{ mg l}^{-1}$ . Aufgrund der

unterschiedlichen Fruchtfolge liegt im dargestellten Zeitraum (01.04.2006 bis 05.11.2008) die Sickerwassermenge am organisch-biologischen Lysimeter deutlich unter derjenigen des konventionell bewirtschafteten. Betrachtet man diesbezüglich die Jahre 2005 bis 2007 (*Tabelle 1*) so sind die Unterschiede wesentlich geringer (827 zu 934 mm). Diese Daten belegen andererseits auch deutlich, dass diese ersten Auswertungen auf einer jedenfalls noch zu kurzen Beobachtungsdauer basieren. Zuverlässige Auswertungen hinsichtlich eines Vergleiches der Bewirtschaftungsformen sind erst nach vollständiger Untersuchung der vierschlägigen Fruchtfolge und einer Nachlaufzeit von 2 Jahren ab etwa 2010 zu erwarten.

## Literatur

- ALLEN, R.G., W.O. PRUITT, J.L. WRIGHT, T.A. HOWELL, F. VENTURA, R. SNYDER, D. ITENFISU, P. STEDUTO, J. BERENGENA, J.B. YRISARRY, M. SMITH, L.S. PEREIRA, D. RAES, A. PERRIER, I. ALVES, I. WALTER and R. ELLIOTT, 2006: A recommendation on standardized surface resistance for hourly calculation of reference  $\text{ET}_0$  by the FAO56 Penman-Monteith method. *Agricultural Water Management* 81, 1-22, Elsevier.
- FANK, J., 2006: Monolithic field lysimeters for precise weighing – a basis for balancing water flow. *Proceedings of the international Symposium "Soil physics and rural water management – Progress needs and challenges"*, September 28-29, 2006, 89-92, Vienna / Austria.
- FANK, J., 2008 a: Comparison of calculated  $\text{ET}_0$  to measured Lysimeter grass  $\text{ET}$ . *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 10, EGU2008-A-12046, 2008 SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU2008-A-12046 EGU General Assembly 2008.
- FANK, J., 2008 b: Die Auswirkung der Anwendung der „sachgerechten Düngung“ am Versuchsfeld Wagna auf die Sicker- und Grundwasserqualität. Bericht zum Umweltökologischen Symposium am 04. und 05. 03. 2008 in Raumberg - Gumpenstein, 29-34.
- FANK, J. and G. v. 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.

KÖSTENBAUER, H., 2008: Grundwasserverträgliche ackerbauliche Bewirtschaftungsformen über seichtliegenden gering mächtigen Grundwasserleitern/5.3. Der organisch-biologische Ackerbau und dessen versuchstechnische Umsetzung im Vergleich zur konventionellen ackerbaulichen Bewirtschaftung am Versuchsfeld Wagna.– 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.