

# Erste Trends aus dem lysimeterbegleiteten Umweltversuch Winklhof bei Hallein

W. HEIN

## Abstract

At the most western branch of the Federal Research Institute for Alpine Regions at Winklhof near Hallein a field trial is carried out which deals with different crops and fertilization. To get more data lysimeters were installed for measuring the leaching losses to groundwater. In this field trial three different levels of intensity for fertilization are given to a crop rotation with six crops. The seepage water is collected in disturbed filled lysimeters and ceramic suction cups where samples are taken periodically every two weeks. Winklhof is characterized by much rainfall so there can be collected much seepage water.

In this publication the first data of this lysimeters are presented but they only can show a first trend. The amount of seepage water of the year 2002 coming from the lysimeters is about 1000 mm at a precipitation of 1683 mm. The year 2003 was very dry, even in Winklhof, so the amount of seepage water of the lysimeters reached about 600 mm at a precipitation of 1000 mm. The nitrate concentration was analysed as well; this value was high at the beginning of measuring, but decreased until the end of the year 2002.

The data of the lysimeters can be used to give the farmers advice with fertilization and all further measures in the plant production.

## Einleitung

Die Bundesanstalt Gumpenstein betreibt seit 1998 an der landwirtschaftlichen Fachschule Winklhof eine Außenstelle, direkt am Schnittpunkt der beiden Hauptproduktionsgebiete Hochalpen und Voralpengebiet gelegen. Dort werden pflanzenbauliche Exaktversuche im Grünland und Ackerbau durchgeführt. Verschiedene Fragen zur Grünlandbewirtschaftung, wie Düngung und Nut-

zung werden bearbeitet sowie verschiedene Grünlandmischungen geprüft. Auf dem Gebiet des Ackerbaus werden bei den Kulturarten Sommergerste, Kartoffeln und Silomais verschiedene Sorten im Hinblick auf Ertrag und Qualität miteinander verglichen.

Zusätzlich wurde seit 2001 das Forschungsprojekt "Umweltökologische Auswirkungen einer Fruchtfolge bei unterschiedlicher Düngung und Bewirtschaftung" durchgeführt, das gleichzeitig Teil eines EU-Projektes (MIDAIR) war. Dieses Projekt ist ein kombinierter Düngungs-Fruchtfolgeversuch, in dem innerhalb einer sechsschlägigen Fruchtfolge zwei verschiedene Düngeintensitäten miteinander verglichen werden. Außerdem wird in diesem Versuch ein Vergleich von konventioneller und biologischer Bewirtschaftung vorgenommen. Neben der Ertrags- und Qualitätsbestimmung geht es um die Untersuchung verschiedener umweltrelevanter Parameter; dazu zählt auch das Sickerwasser, das mittels Lysimetern aufgefangen wird und später einer chemischen Analyse zugeführt werden kann. Jener Teil, der dem EU-Projekt zuzuordnen ist, umfasst Messungen von Lachgas - als Treibhausgas - während eines ganzen Jahres bei verschiedenen Fruchtfolgegliedern innerhalb der verschiedenen Düngevarianten. Als Dünge-system wurde Stallmist mit Jauche ausgewählt; die Intensitätsstufen betragen 1,0 GVE/ha/Jahr im Vergleich zu 1,8 GVE/ha/Jahr. Der Düngung liegen die Grundlagen für die sachgerechte Düngung des Fachbeirates für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz zugrunde. Das oben angeführte Projekt lief Ende 2003 aus, daraus liegen aber noch nicht alle Daten vor. Damit aber die sechsschlägige Fruchtfolge in ihrer Gesamtheit erfasst werden kann, wird das Nachfolgeprojekt "Einfluss von Düngung und Bewirtschaftung auf Ertrag und Qualität der Ernteprodukte in-

nerhalb einer Fruchtfolge sowie ihre umweltökologischen Auswirkungen im Biolandbau" eingereicht und beantragt.

## Standort

Das Gebiet ist gekennzeichnet durch hohe Niederschläge, die über das ganze Jahr eher gleichmäßig verteilt sind. Die Temperaturen sind wesentlich milder als im alpinen Raum. Nachdem sich die nächstgelegene offizielle Messstelle der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik am Flughafen Salzburg befindet, müssen für die Charakterisierung der klimatischen Bedingungen in Winklhof diese Werte herangezogen werden. Dabei handelt es sich um eine durchschnittliche Lufttemperatur von 9,0°C bei einer jährlichen Niederschlagsmenge von 1169 mm, verteilt auf 142 Tage. Durch die räumliche Entfernung von rund 25 km zum Flughafen Salzburg kann man diese Wetterdaten nicht vollständig auf die Situation in Winklhof umlegen. Niederschlag fällt in Winklhof deutlich mehr als am Flughafen, wie mit der dort errichteten Wetterstation gezeigt werden konnte. Eine geschlossene Schneedecke wurde im langjährigen Mittel nur für 60 Tage beobachtet. Eine Sonnenscheindauer von 1707 Stunden sowie 43 heitere Tage im Vergleich zu 153 trüben Tagen pro Jahr geben ein doch deutliches Bild der Witterungsbedingungen am Standort Winklhof.

Was den Boden der Versuchsfläche betrifft, ergab eine Profilbeschreibung des Institutes für Bodenwirtschaft, Außenstelle Graz, eine post-würmeiszeitliche angelegte fluviale Flur nördlich von Hallein zwischen Oberalm und Puch, etwa 8 bis 10 m über dem jetzigen Hauptalboden der Salzach. Als vorherrschende Bodenform wurde eine entkalkte Loker-sediment-Braunerde mit mäßig trockenen Wasserverhältnissen beschrieben. Der Ap-Horizont geht von 0-25 cm und setzt sich großteils aus lehmigem Schluff

**Autor:** Dipl.-Ing. Waltraud HEIN, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Altirdning 11, A-8952 IRDNING

mit geringem Grobanteil zusammen, während der Horizont AB die Tiefe von 25.45 cm umfasst, ebenfalls aus lehmigem Schluff mit hohem Grobanteil besteht. Unterhalb des AB-Horizontes beginnt der BC-Horizont, welcher sich aus sandigem Lehm bei vorherrschendem Grobanteil (Kies und Schotter bis 15 cm) zusammensetzt. Gerade die dort vorherrschende Bodenstruktur mit einem relativ hohen Grobanteil ist für die Errichtung einer derartigen Lysimeteranlage gut geeignet.

## Material und Methoden

Die Lysimeteranlage selbst wurde von den Spezialisten des Institutes für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt in Petzenkirchen geplant und eingebaut (MURER und HEIN, 2002). Die gesamte Anlage umfasst 6 Lysimeter und 6 Saugkerzenanlagen, somit verfügen 12 Parzellen des gesamten Feldversuches über derartige Messinstrumente.

## Lysimeter

Die errichteten Lysimeter zählen zum Typ "verfüllte Schwerkraft-Lysimeter" und haben sich bisher als relativ kostengünstig in der Errichtung und Betreuung erwiesen; außerdem eignen sie sich bestens für praxisbezogene Felduntersuchungen unter den vorherrschenden Bodenverhältnissen.

Das Lysimeter selbst besteht aus einem Kunststoffbehälter mit einer kreisrunden Oberfläche von 1 m<sup>2</sup> und einer Höhe von 111 cm. Um die praxisübliche Bewirtschaftung nicht zu beeinträchtigen, wurde das Lysimeter so eingebaut, dass der Behälter mit seiner Oberkante bis 30 cm unter die Geländeoberkante reicht. Der Lysimeterbehälter wurde zwar gestört, aber in seinem ursprünglichen Bodenaufbau horizontweise befüllt. Die Gewinnung des Sickerwassers erfolgt in einer Tiefe von 140 cm (siehe *Abbildung 1*).

## Saugkerzenanlage

Eine derartige Saugkerzenanlage besteht jeweils aus zwei keramischen Saugkerzen, die getrennt zu einem Sammelgefäß geführt werden. Hier beträgt die Einbautiefe 140 cm und wurde im ungestörten Boden ausgeführt. Mittels einer Vakuumpumpe wird ein kontinuierlicher

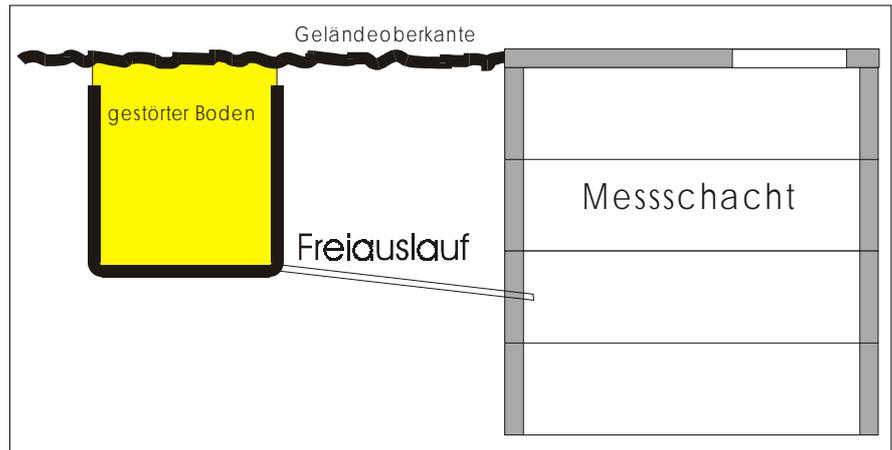


Abbildung 1: Schematischer Schnitt durch die Lysimeteranlage

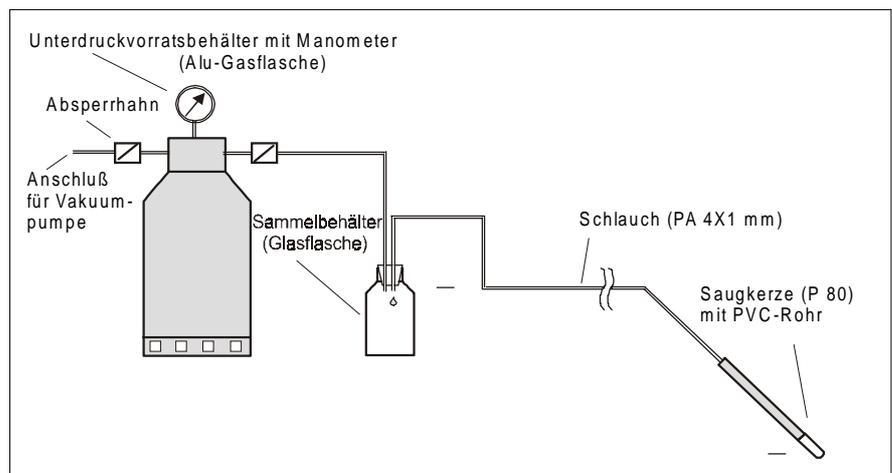


Abbildung 2: Schematische Darstellung einer Saugkerzenanlage

Unterdruck an die Saugkerzen in der Größenordnung der Feldkapazität angelegt. Mit den Saugkerzen soll "freies" Bodenwasser (Sickerwasser) entnommen werden (*Abbildung 2*).

In der Lysimeteranlage Winklhof werden die Auswaschungsverluste der Hauptnährstoffe Stickstoff, Phosphor und Kalium bei den unterschiedlichen Düngervarianten für einzelne Fruchtfolgeglieder unter Praxisbedingungen gemessen. Zusätzlich bietet diese Anlage die Möglichkeit, Unterschiede einerseits zwischen biologischer und konventioneller Bewirtschaftung und andererseits zwischen verschiedenen Düngereintensitäten zu untersuchen. Gerade bei einem Feldversuch mit verschiedenen Fruchtfolgegliedern bei unterschiedlicher Bewirtschaftung ist es wichtig, die Auswaschungsverluste zu kennen, die durch eventuelle Fehler bei der Ausbringung der wirtschaftseigenen Dünger oder bei der Bodenbearbeitung entstehen. Jede

Lysimeteranlage kann mit ihren Ergebnissen dazu beitragen, jede einzelne Bearbeitungsmaßnahme noch sorgfältiger und überlegter durchzuführen. FEICHTINGER (2002) bringt eine Übersicht, welche Art von Lysimeter für welche Erfassung von Wasserinhaltsstoffen geeignet ist.

## Ergebnisse

Nach der Errichtung der Lysimeteranlage im Herbst 2001 wurden ab dem Beginn des Jahres 2002 regelmäßig Messungen der Sickerwässer sowie deren chemische Analyse vorgenommen. Eine ebenfalls im Herbst 2001 errichtete Wetterstation ergänzt die notwendigen Niederschlagsdaten.

Trotzdem muss bei der Betrachtung der Ergebnisse bedacht werden, dass gerade bei den Lysimetern die ersten beiden Jahre nur einen Trend angeben können und noch keine endgültigen Aussagen zulassen.

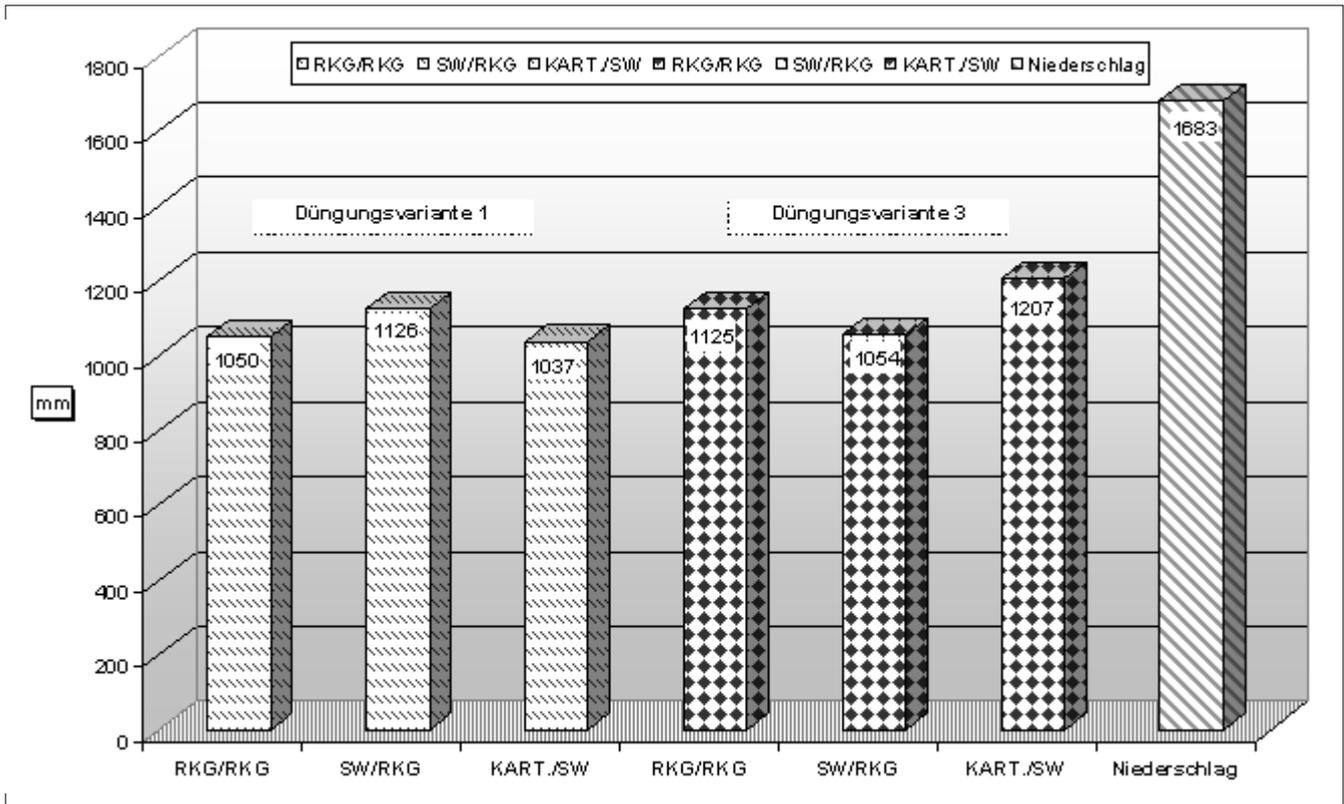


Abbildung 3: Niederschlag und Sickerwassermengen der Lysimeter im Jahre 2002

### Sickerwasser

Bei der Entnahme von Sickerwasser ist zu beachten, dass grundsätzlich alle 14 Tage ein Probenahmeterrin vorgesehen ist. Bei starken Niederschlägen, wie das im Jahr 2002 einige Male der Fall war, wurden die Proben wesentlich öfter genommen. Manchmal kann es aber auch vorkommen, dass auf Grund anhaltender Trockenheit und eines gesteigerten Wasserverbrauches einzelner Kulturarten kein Sickerwasser anfällt.

Die Werte für das Jahr 2002 sind in *Abbildung 3* dargestellt. Grundsätzlich liefert die Anlage - bedingt durch die hohen Niederschlagswerte - auch sehr hohe Sickerwassermengen, wobei die einzelnen Lysimetervarianten durchaus vergleichbare Werte liefern. Das Jahr 2002 war gekennzeichnet durch extrem hohe Niederschläge, die durch sintflutartige Starkregen im August und im Spätherbst wesentlich über den Werten sogenannter Normaljahre lagen. Zu Jahresende weist der Niederschlagswert 1683 mm auf, daher darf es auch nicht verwundern, wenn die Sickerwassermengen sehr hoch sind. Diese Werte bewegen sich zwischen 1000 und 1200 mm, je nach Fruchtfolgevariante. Von den Kulturarten,

aber mit unterschiedlicher Düngungsintensität, entsprechen einander jeweils Lysimeter 1 und 4, Lysimeter 2 und 5 sowie Lysimeter 3 und 6. Dabei zeigt Lysimeter 6 die höchsten Sickerwassermengen; die Kulturart war zunächst Kartoffeln, nach der relativ späten Ernte wurde dieser Schlag nicht begrünt. In der geringeren Düngungsstufe war die Sickerwassermenge nicht so hoch, auch wenn alle anderen Maßnahmen bei der Kartoffel gleich wie in der höheren Düngungsstufe durchgeführt wurden.

Die Sickerwassermengen aus den Saugkerzen sind in *Abbildung 4* dargestellt, allerdings sind die Mengen in ml angegeben, weil sie nicht auf eine bestimmte Fläche berechnet werden können. Auch hier gibt es Varianten, die in ihren Werten deutlich über jenen der anderen liegen, wie die Variante mit der Kulturart Sommergerste, und zwar in beiden Düngungsintensitäten. Gerade bei der höheren Düngungsvariante zeigen die beiden Getreidekulturen enorm hohe Sickerwassermengen im Vergleich zum Klee gras. Diese Tatsache kann dadurch erklärt werden, dass nach der Reife nur wenig Wasser verbraucht wird. Die Gelbreife

des Getreides erfolgt - je nach Witterung - Anfang bis Mitte August, wobei kurz danach geerntet wird. Durch anhaltende Regenfälle kann dieser Termin wesentlich hinausgezögert werden, wie im Jahr 2002. Allerdings ist auch ein Erntetermin Mitte August für den erfolgreichen Anbau einer Zwischenfrucht fast zu spät.

Das Jahr 2003 war ein sehr trockenes, sogar auf dem sonst eher feuchten Standort regnete es deutlich weniger als im langjährigen Mittel. Der Niederschlag liegt bei 1014 mm, die höchste Sickerwassermenge bei 708 mm bei Lysimeter 4, das war die Variante mit Rotklee gras und anschließendem Winterweizen. Äußerst günstig im Hinblick auf die Sickerwasserbildung ist die Variante mit dem Lysimeter 5, Rotklee gras, das über zwei volle Jahre genutzt wird. Hier erfolgt keine Bearbeitung des Ackers, erst im darauffolgenden Herbst wird diese Parzelle umgebrochen. In *Abbildung 5* werden die Sickerwassermengen der sechs Lysimeter mit der Niederschlags summe dargestellt.

Die dazugehörigen Sickerwässer der Saugkerzenanlagen werden in *Abbildung 6* präsentiert, und zwar werden die Werte wieder in ml angegeben. Auch bei den

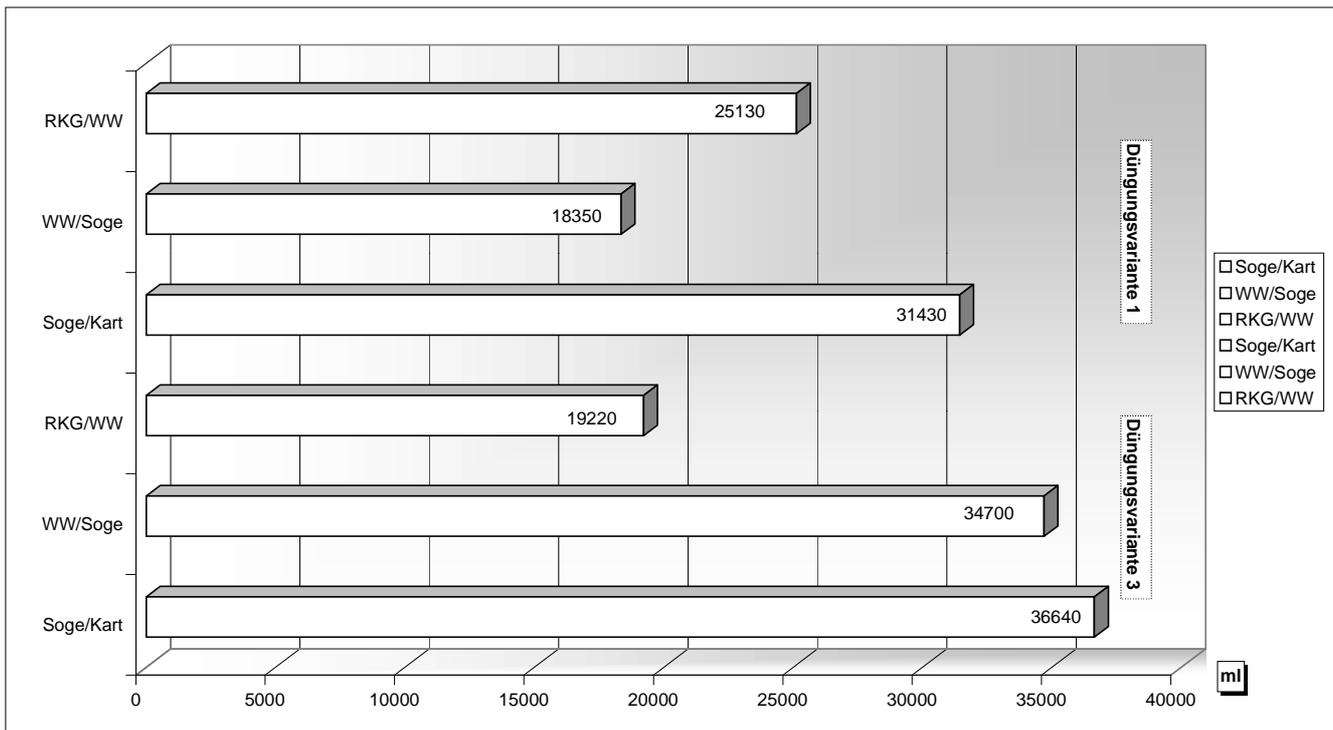


Abbildung 4: Sickerwassermengen der Saugkerzenanlage im Jahre 2002

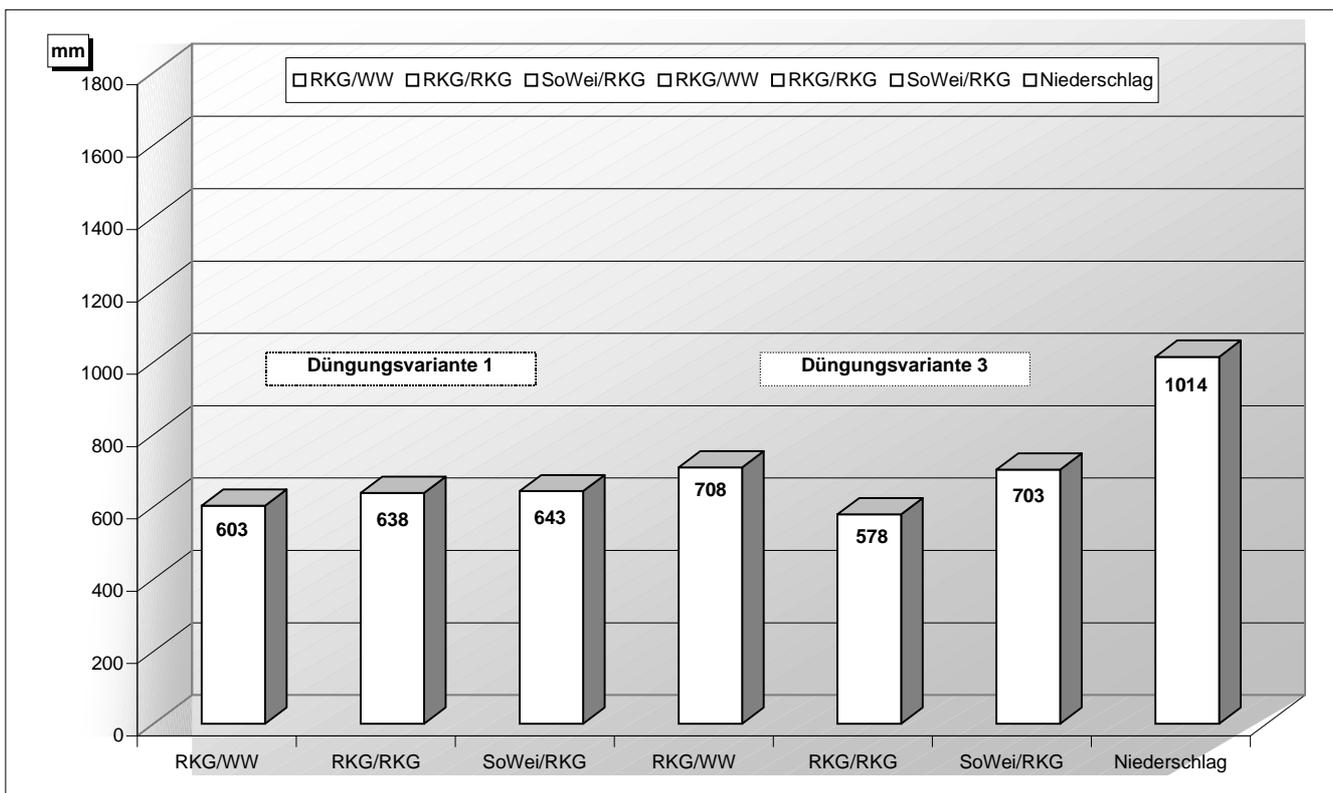


Abbildung 5: Niederschlag und Sickerwassermengen der Lysimeter im Jahre 2003

Sickerwassermengen des Jahres 2003 sind die geringeren Niederschlagsmengen zu erkennen. Hier sind es die Varianten mit Kartoffeln, die in beiden Düngevarianten die höchsten Mengen an Sickerwasser hervorrufen. Besonders

hohe Werte zeigen wieder die beiden Saugkerzenanlagen 5 und 6, wie schon im Jahr davor.

### Chemische Analysen

Bei den im chemischen Labor der BAL

Gumpenstein durchgeführten Wasseranalysen wurden folgende Parameter untersucht: pH-Wert, NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, Gesamt-P, K, Ca, Mg, Na, NO<sub>2</sub>-N, und elektrische Leitfähigkeit. Bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind nur die Analy-

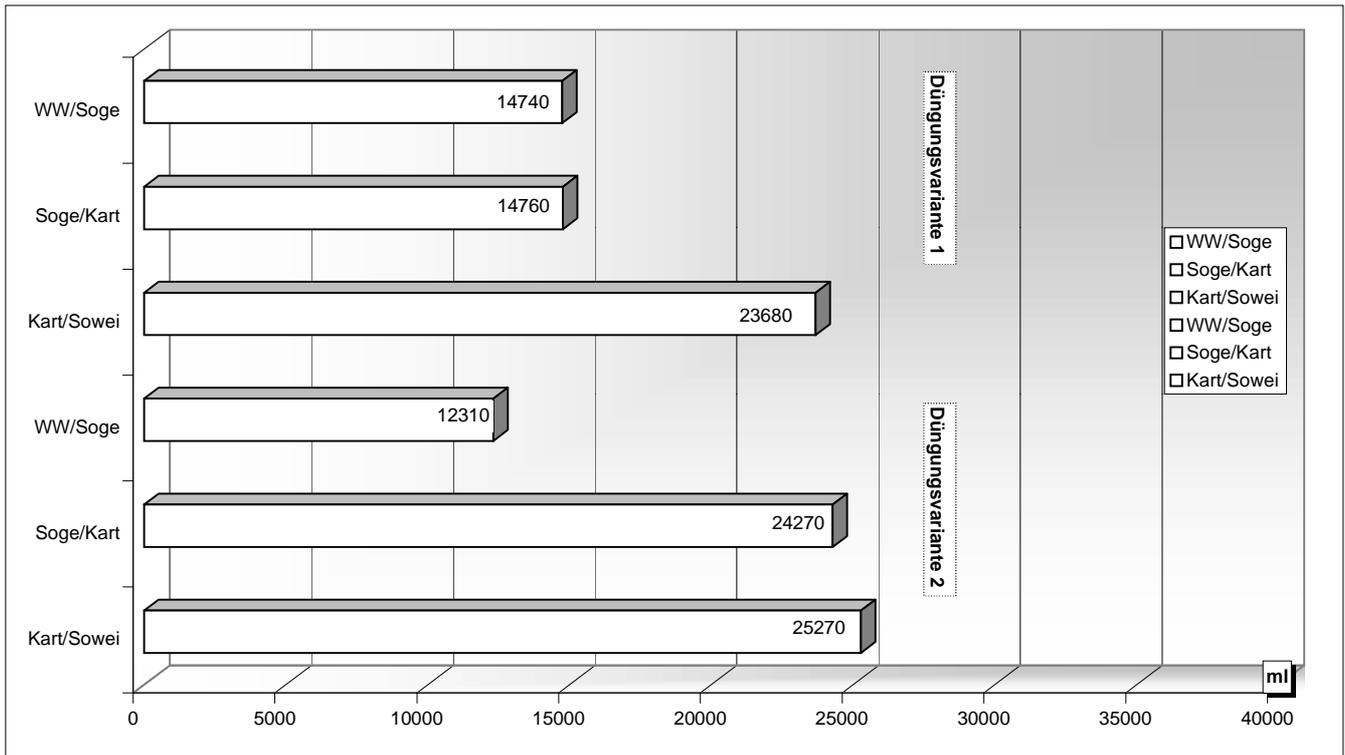


Abbildung 6: Sickerwassermengen der Saugkerzenanlage im Jahre 2003

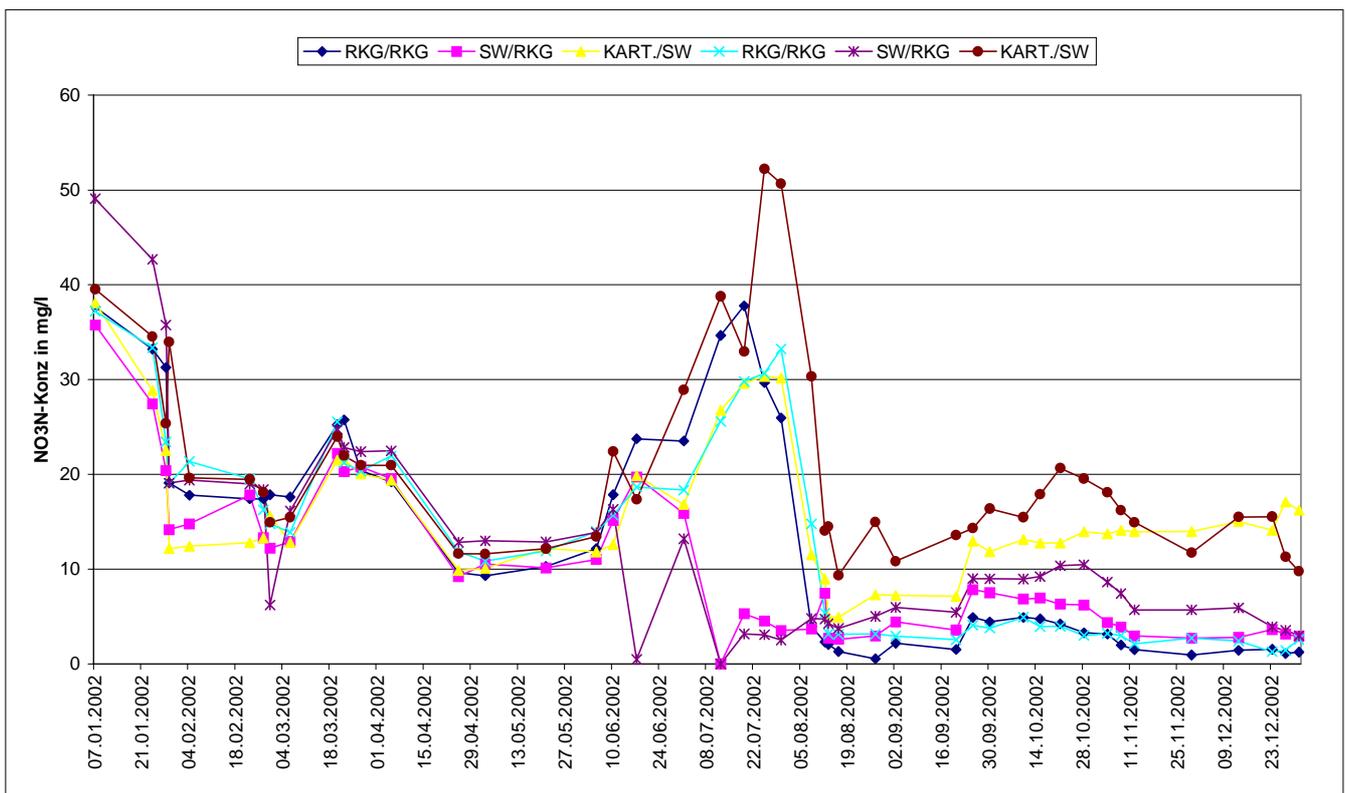


Abbildung 7: NO<sub>3</sub>-N-Konzentration der Lysimeter

sen aus dem Jahr 2002 fertig gestellt und können für diese Veröffentlichung verwendet werden.

Der wichtigste Parameter für die Fragestellung des Projektes ist die Auswa-

schung von Stickstoff, und zwar in Form von Nitrat. Ein deutliches Bild über den Verlauf der Nitratkonzentrationen im Sickerwasser gibt *Abbildung 7*, hier von der Lysimeteranlage. Allerdings müssen

die Werte immer unter der Voraussetzung gesehen werden, dass 2002 das erste Jahr nach dem Einbau der Lysimeteranlage war und natürlich diese Zahlen nur einen ersten Trend vermitteln kön-

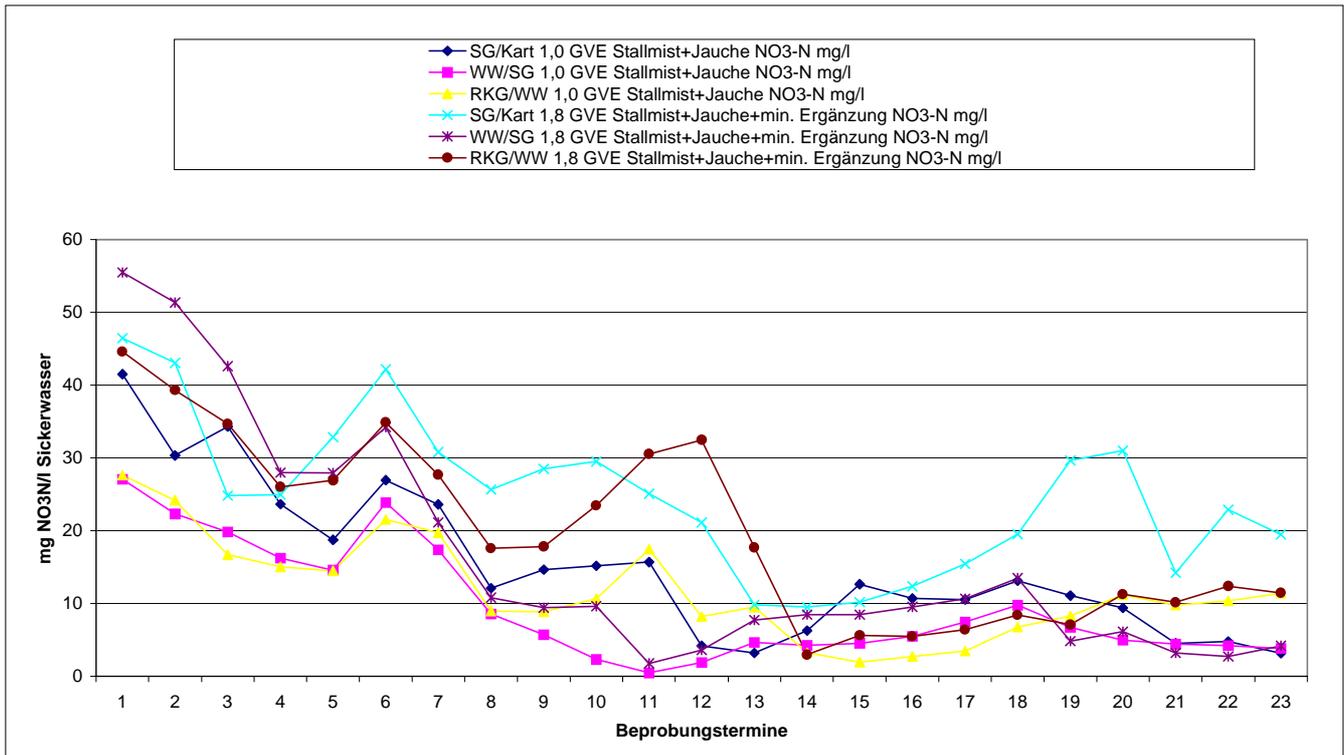


Abbildung 8:  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Konzentration der Saugkerzen

nen. Die zu Jahresbeginn sehr hohen Werte sind durch den Einbau und die dadurch bedingte starke Mineralisation zu erklären. Im Jahresverlauf sinken die Nitratkonzentrationen, allerdings bei den einzelnen Kulturarten unterschiedlich, auch je nach Bearbeitungsintensität. Gerade die Kartoffel ist eine Kulturart, die bei biologischem Anbau ein mehrmaliges Anhäufeln erfordert, was jedes Mal zu einer Durchlüftung und damit zu einer Mineralisation führt. Die dazugehörigen Nitratkonzentrationen sind - etwas zeitversetzt - deutlich wieder zu finden. Besonders stark zeigt sich dieser Umstand bei der höheren Düngungsintensität, aber auch in der geringeren Düngungsstufe sind diese natürlichen Prozesse zu erkennen. Durch die hohen Niederschläge Mitte August sinken die Nitratkonzentrationen auf einen sehr geringen Wert, und zwar bei allen Varianten und steigen im Herbst wieder an. Allerdings bleiben sie damit weit unter dem Schwellenwert für Nitrat von  $45 \text{ mg NO}_3\text{/l}$ , der in der Grundwasserschwellenwertverordnung (BGBl. Nr. 502/91) ab 1.7.1992 festgelegt ist (TOMEK, 1999). Auch für die Saugkerzen kann die Nitratkonzentration angegeben werden.

Abbildung 8 bringt diese Werte für das Jahr 2002, wobei der Zahlenverlauf hier jenem der Lysimeter ähnlich ist. Einzig die Variante Sommergerste in der höheren Düngungsstufe sticht durch besonders hohe Nitratkonzentrationen heraus, wobei in diesem Fall die relativ frühe Ernte eine Rolle spielt und die Tatsache, dass hinterher aus technischen Gründen keine Begrünung erfolgt.

Interessant wird die ständige Beobachtung der Nitratkonzentrationen im Laufe des Vegetationsjahres und über einen längeren Zeitraum, also die gesamte Dauer des Forschungsprojektes, sein.

### Schlussfolgerungen

Aus den ersten Daten der Lysimeteranlage Winklhof lässt sich ein Trend erkennen, welche Mengen an Sickerwasser in einem sehr niederschlagsreichen Gebiet zu erwarten sind. Außerdem geben die Daten darüber Auskunft, welche Unterschiede es bei verschiedenen Düngungsvarianten im Bereich der Nitratkonzentration bei den einzelnen Kulturarten gibt, bzw. welche Kulturmaßnahmen sich in welcher Weise auswirken. Über die anderen Pflanzennährstoffe wie

Phosphor und Kalium soll in dieser ersten Veröffentlichung noch nicht berichtet werden, das erfolgt in Zusammenschau mit den Analyseergebnissen des Jahres 2003.

Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass die Lysimeteranlage einwandfrei funktioniert und in allen Varianten relativ gleichmäßige Ergebnisse liefert. Nachdem die Anlage Winklhof jene mit den größten Niederschlagsmengen in Österreich handelt, sind die hier gewonnenen Daten äußerst wertvoll und können als Beratungsgrundlage für verschiedene Einsatzgebiete verwendet werden.

### Literatur

- FEICHTINGER, F., 2002: Erfassung von Wasserinhaltsstoffen mittels Lysimeter. Beiträge zur Hydrogeologie. Hrsg. Joanneum Research u. Österreichische Vereinigung für Hydrogeologie, Graz, 53, 128-132.
- MURER, E. und W. HEIN, 2002: Wozu Lysimeteranlagen in Pflanzenbau-Versuchen? Blick ins Land, 37 (3), 41-42.
- TOMEK, H., 1999: Strategien gegen erhöhte Nitratbelastung im Grundwasser. Bericht über die 8. Lysimetertagung: "Stoffflüsse und ihre regionale Bedeutung für die Landwirtschaft", BAL Gumpenstein, 23-25.