



BUNDESANSTALT FÜR ALPENLÄNDISCHE  
LANDWIRTSCHAFT GUMPENSTEIN

Abteilung Bodenkunde

## ***Abschlußbericht***

---

Projektnummer:

**BAL 992212**

Titel des Projektes:

### **ERFASSEN VON STOFFFLÜSSEN IN DER UNGESÄTTIG- TEN ZONE MITTELS MONOLITHISCHER FELDLYSIMETER**



---

Projektleiter:

**Dr. Gerfried EDER**

Stichworte:

**Lysimeter, Monolithlysimeter, Sickerwasser, Nitrataus-  
waschung**

Laufzeit:

**1999 - 2001**

Kooperationspartner:

**Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und  
Bodenwasserhaushalt, Petzenkirchen**

---

**Impressum:**

Herausgeber:	Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A-8952 Irdning des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasser- wirtschaft Wien
Direktor:	HR Dipl.-Ing. Dr. Kurt Chytil
für den Inhalt verantwortlich:	Dr. Gerfried EDER unter Mitarbeit von Dr. Elmar STENITZER vom IKT in Petzenkirchen
Gestaltung:	Brigitte Marold

© Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Irdning, 2002

Das Projekt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft finanziert.

---

## ABSCHLUSSBERICHT

über das Projekt

### ERFASSEN VON STOFFFLÜSSEN IN DER UNGESÄTTIGTEN ZONE MITTELS MONOLITHISCHER FELDLYSIMETER

#### PROBLEM-/AUFGABENSTELLUNG

Monolithisch gewonnene Feldlysimeter, wie sie vom Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt in Petzenkirchen (IKT) vertrieben werden, stellen laut Aussage dieses Institutes den derzeit letzten Stand der Wissenschaft auf diesem Gebiet dar.

Sie brauchen um nur einige Vorzüge anzuführen, keine Konsolidierungsphase wie befüllte Lysimeter, weisen keine Oaseneffekte auf und erlauben eine orts- und praxisübliche Bewirtschaftung. Ein Erfassen des Sickerwassers nach Menge und Zusammensetzung in 1,50 m unter Geländeoberkante ist mit ihnen möglich.

An der BAL Gumpenstein existieren nun eine Reihe von pflanzenbaulichen Exaktversuchen, sowohl auf Grün- als auch auf Ackerland. Mittels Einbau von monolithischen Feldlysimetern in diese vorhandenen Feldversuche sollen wichtige Erkenntnisse über den Stoffaustrag aus der ungesättigten Zone gewonnen werden. Dies besonders für Stickstoff und Phosphor.

Da neue Methoden meist neue Erkenntnisse bringen, verspricht man sich von diesen monolithischen Feldlysimetern eine deutliche Verfeinerung beim Messen von Stoffflüssen in der ungesättigten Zone und dem Stoffaustrag ins Grundwasser.

Ziel dieses Projektes ist es nun, mit monolithischen Lysimetern im Feldeinsatz aus fünf unterschiedlich gedüngten und bewirtschafteten Parzellen eines pflanzenbaulichen Exaktversuches an der BAL Gumpenstein (siehe *Abbildung 1*) Sickerwässer in quantitativer und qualitativer Hinsicht zu erhalten.

Da diese Lysimetertypen vom IKT entworfen und in den Feldversuchspartellen in Gumpenstein eingebaut wurden, besteht dort ein großes Interesse an einer fachlichen Begleitung dieses Forschungsprojektes. Die hier im Versuchsbetrieb gewonnenen Erfahrungen können im IKT aufgearbeitet werden und der Weiterentwicklung praxistauglicher Feldlysimeter dienen. Darüber hinaus besteht der Bedarf, die in Gumpenstein gewonnenen Meßwerte für die Eichung der im IKT verwendeten Simulationsmodelle SIMWASER und STOTRASIM heranzuziehen.

#### PROJEKTDURCHFÜHRUNG

Im Frühjahr 1999 erfolgte die Fertigung der 5 Stahlzylinder aus Nirostablechen, der Bodenplatten und der sonstigen Montage Teile, wie den Aufsatzringen, durch das Institut für Kulturtechnik in Petzenkirchen. Im Sommer wurde der Großteil der gefertigten Teile nach Gum-

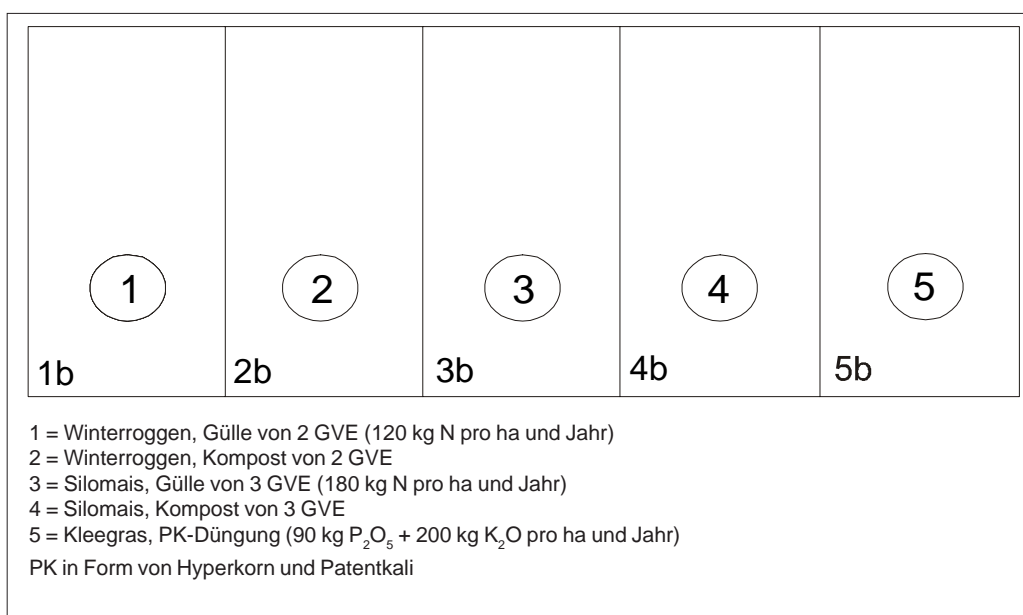


Abbildung 1: Versuchsanlage

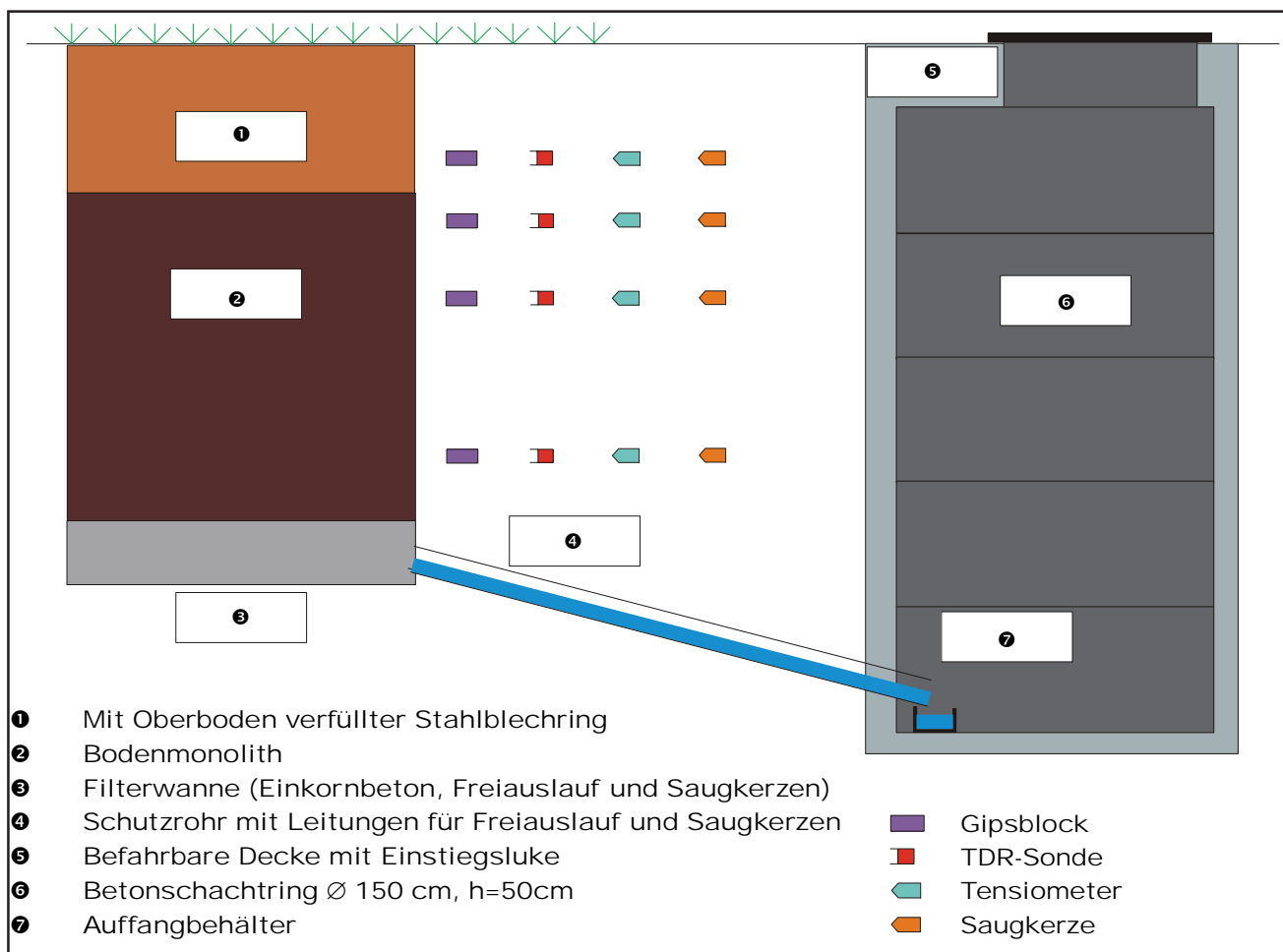


Abbildung 2: Schematischer Aufbau einer monolithischen Lysimeteranlage aus Petzenkirchen (System Murer)

penstein gebracht. Anschließend erfolgten die Markierungen für den Einbau in die Parzellen und ein Nivellement der Versuchsfläche.

Am Montag, den 6. September 1999 wurde mit dem Eintreiben des ersten Zylindermantels in den Versuchsboden begonnen. Am Mittwoch, den 15. September 1999 waren alle Einbauarbeiten, samt Versetzen des Messschachtes und der Verrohrung der Kabelstränge fertiggestellt und das Team von Petzenkirchen reiste ab.

Alle diese Arbeiten wurden vom Filmteam der BAL Gumpenstein in ihren wesentlichen Phasen per Videokamera festgehalten und daraus im Jahre 2000 ein 18-minütiger Videofilm hergestellt, der sowohl an der BAL als auch am IKT aufliegt, um interessierten Besuchergruppen vorgeführt zu werden. Des weiteren wurden diese Einbauarbeiten von einer Redakteurin der „Kleinen Zeitung“ besucht, die darüber in der Steiermarkausgabe berichtete, sowie auch von einem Filmreporter des ORF Landesstudios Steiermark.

Nach dem Lysimetereinbau wurde von den Mitarbeitern der BAL Gumpenstein der restliche Boden um die

Lysimetersäulen aufgebracht und verdichtet, sowie die Winterungen angebaut.

Die Anlage auf dem Versuchsfeld der BAL in Gumpenstein bei Irdning befindet sich auf einer mit 5% nach NNW geneigten Hangterrasse in 700 m Seehöhe. Die Sickerwässer dieser 5 Monolithe werden in einem zentralen Schacht welcher begehbar ist, gesammelt. In diesen Schacht führen auch die Messleitungen der in jedem Lysimeter in 30, 60, 90 und 120 cm Tiefe eingebauten Tensiometer und TDR-Sensoren (Abbildung 2). Die Lysimeter sind derart ausgeführt, dass der oberste, 30 cm tiefe Teil der Zylinderwandung während der Bodenbearbeitung der Parzellen (Grundbodenbearbeitung, Saatbeetbereitung und Ansaat) entfernt und nach dem Abschluss dieser Arbeiten wieder eingebaut werden kann. Somit ist Gewähr gegeben, dass die Lysimeteroberfläche praxiskonform bewirtschaftet wird.

Mit 3.1.2000 wurde mit der täglichen Wiegung der Auffanggefäße für die Sickerwässer begonnen, da die Lysimetersäulen bereits Sickerwässer lieferten.

Doch die Freude währte nicht lange. In der Nacht vom

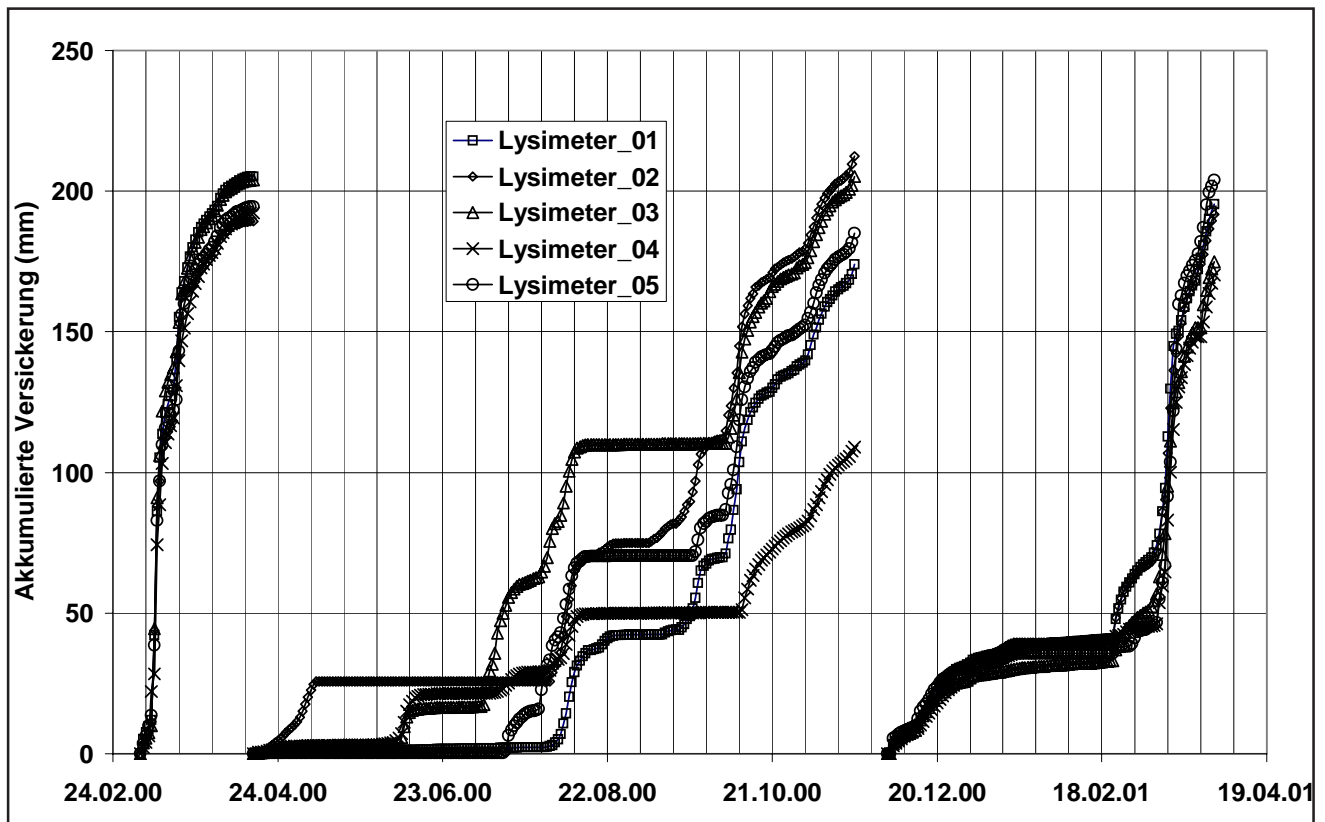


Abbildung 3: Auswertbare Perioden der Sickerwassermessung

17. auf den 18. Jänner 2000 kam es zu einem massiven Föhnwettereinbruch, verbunden mit starkem Temperaturanstieg, Regen (22 mm) in die geschlossene Schneedecke und Sturm. Da sich in den vergangenen Wochen das Erdreich um den 3-er Lysimeter leicht gesetzt hatte und die Niederschläge zu einem starken Oberflächenabfluss unterhalb der schmelzenden Schneedecke führten, schoss dieses Oberflächenwasser in diese Vertiefung, suchte sich den Weg durch das Kabelsammelrohr ins Innere des Messschachtes und brachte alle Sammelgefäße zum Aufschwimmen und schlussendlich zum Kippen. Die im Messschacht installierte Unterwasserpumpe war zu schwach, um diesen massiven Wasseranbruch verkraften zu können.

Am Sonntag, dem 30.1.2000 kam es wiederum zu einem ähnlichen Ereignis. Als „Ergebnis“ erhielten wir im 1. Jahresquartal 2000 vom Lysimeter 3 bei einer Niederschlagssumme von 358 mm insgesamt 360 mm Sickerwasser. Außerdem mussten 2 Saugkerzen gebrochen sein, da plötzlich zuerst erdbräune Sickerwässer kamen und anschließend dunkelschwarzbraun gefärbte, die nicht einmal nach Durchlauf durch ein Tierkohlefilter entfärbt werden konnten.

Im April trafen dann die Ergebnisse der bodenphysikalischen Untersuchungen ein, die in Petzenkirchen durchgeführt wurden. Es waren das die Korngrößenverteilung

gen im Grob- und Feinboden, sowie die Bestimmung der ungesättigten Wasserleitfähigkeit.

Auch in einer zweiten Lysimetersäule kam es zu ähnlichen Farbreaktionen in den Sickerwässern wie vorhin beschrieben, sodass dann im November 2000 die defekten Saugkerzen samt Umgebung, also mit der ganzen ursprünglichen Bodenplatte, ausgetauscht wurden.

Seither sind keine Gebrechen aufgetaucht, sodass mit 2. Jänner 2001 wieder mit ordnungsgemäßem Bestimmen der täglichen Sickerwassermengen mittels Wiegung begonnen werden konnte, sowie auch mit den chemischen Wasseruntersuchungen.

### PLAUSIBILITÄTSPRÜFUNG

Wegen der erst mit 13. Mai 2002 begonnenen Bodenfeuchtemessungen kann die Plausibilitätsprüfung der bis dato angefallenen Sickerwasser-Messungen (und damit der Funktionsfähigkeit der Lysimeter) nur eingeschränkt durchgeführt werden. Zunächst kann für Phasen mit Sickerwasseranfall und vergleichbaren oberirdischen Verhältnissen auf den Lysimetern untersucht werden, wie weit die in dieser Zeit anfallenden Sickerwassermengen sich voneinander unterscheiden. Systematische Abweichungen in Menge und im zeitlichen Verlauf würden auf Fehler in der Anlage hinweisen. Eine solche Vergleichsperiode ist im Winterhalbjahr



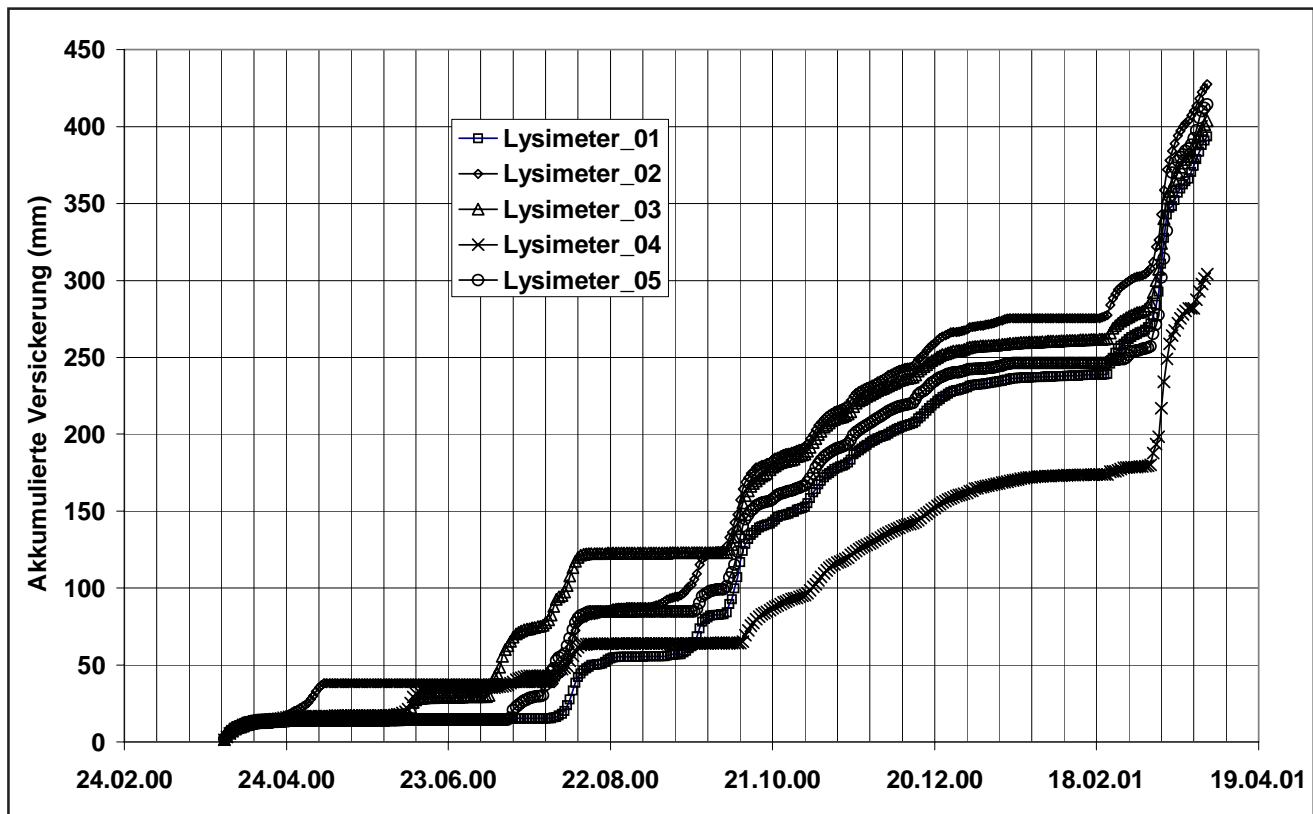


Abbildung 4: Sickerwassersumme vom 1. April 2000 bis 31. März 2001

gegeben, wenn die Lysimeter entweder keinen oder nur einen gering entwickelten Pflanzenbestand aufweisen, oder aber durch die Schneedecke die Verdunstung von allen Lysimetern gleichermassen eingeschränkt ist.

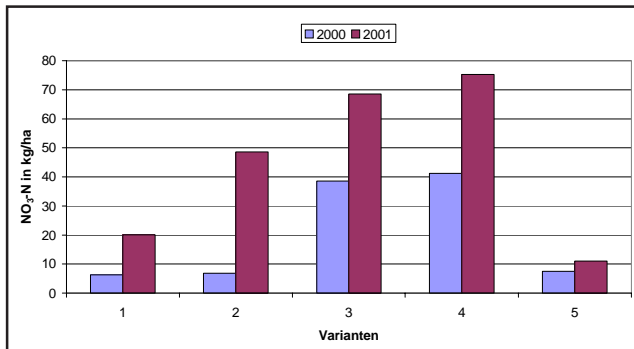
Eine weitere Plausibilitätsprüfung besteht im Vergleich der gemessenen aktuellen Evapotranspiration mit der aus Wetterdaten abgeleiteten potentiellen Verdunstung einer „Referenzfrucht“ oder den Messwerten der Wannenverdunstung. In beiden Fällen muss dabei jedoch der Pflanzenbestand auf dem jeweiligen Lysimeter und dessen Entwicklungsstand berücksichtigt werden. Die Ermittlung der aktuellen Evapotranspiration durch eine Bilanzierung der Niederschläge mit den Sickerwassermengen ohne Berücksichtigung der Bodenspeicheränderung ist nur für Perioden möglich, bei welchen die Anfangswerte und die Endwerte des Wassergehaltes im Boden die gleiche Grösse aufweisen, also die Wassergehaltsänderung im Boden vernachlässigt werden kann. In *Abbildung 3* sind die aus den o. g. Gründen auswertbaren Zeitabschnitte erkennbar, nämlich die beiden Winter-Perioden (März -15. April 2000 und November 2000 bis März 2001) und die Vegetationsperiode zwischen 15. April und 20. November 2000. Zu letzterem Termin waren die Lysimeter kurzfristig ausgebaut und mit einem chemisch neutralen Lysimeterboden bestückt worden. Daher lagen für den Zeitraum vom 20. Nov. - 4.

Dezember 2000 keine auswertbaren Sickerwassermessungen vor.

Da die Lysimeter sowohl vor als auch nach dieser Umbauphase laufend Sickerwasser lieferten, wurde angenommen, dass der während dieser Zeit gefallene Niederschlag in der Höhe von 11 mm wegen der zu dieser Jahreszeit vernachlässigbar geringen Verdunstung zur Gänze als Sickerwasser gemessen worden wäre. Mit dieser Annahme wurde die Sickerwassermessreihe ergänzt, sodass eine vollständige Jahressumme ermittelt werden konnte (*Abbildung 4*). Hier ist eine schöne Übereinstimmung der einzelnen Lysimeter betreffs Sickerwasserspenden zu sehen, mit Ausnahme des Lysimeters Nr. 4, der hier hinter dem anderen deutlich zurück bleibt. Eine Erklärung dieses Phänomens wird erst nach Vorliegen einer Meßreihe über mehrere Monate, erzielt mit den TDR-Sonden, möglich sein.

### NITRAT- UND PHOSPHORAUSTRÄGE

In *Abbildung 5* sind die  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Frachten in Kilogramm pro Hektar für die Jahre 2000 und 2001 dargestellt. Die Werte für das Jahr 2000 sind mit besonderer Vorsicht zu betrachten, da im Herbst dieses Jahres, wie schon vorhin erwähnt, die Bodenplatten ausgewechselt wurden. Außerdem wurde vom Herbst 2000 auf Frühjahr 2001 ein Fruchtwechsel durchgeführt, was die Interpretation zusätzlich erschwert. Aber das eindeutig höhere Auswa-

Abbildung 5: Monolithlysimeter: NO<sub>3</sub>-N-Frachten in kg/ha

schungspotential an Nitrat aus Ackerland im Vergleich zum Klee gras kommt dennoch deutlich heraus.

In *Abbildung 6* sind die Phosphorfrachten, ausgedrückt in Gramm pro Hektar und Jahr, zu sehen. Bei der Interpretation ist die selbe Vorsicht geboten, wie schon bei den Nitratwerten. Auch hier wird deutlich, dass der Phosphoraustrag aus Grünland, genau aus einer Klee-grasfläche, den Austrägen aus Ackerland um nichts nachsteht.

## ZUSAMMENFASSUNG UND NUTZANWENDUNG

Für eine verlässliche Beurteilung der Brauchbarkeit von monolithischen Feldlysimetern des IKT nach dem System Murer, wie sie hier in Gumpenstein in bestehende Feldversuche eingebaut wurden, ist bei all den Komplikationen, die in diesen zwei Jahren und vier Monaten Versuchsdauer auftraten, diese Zeitspanne viel zu kurz. Nach Behebung der "Kinderkrankheiten" am Ende des Jahres 2000 und dem klaglosen Funktionieren ab 2001, sind unbedingt noch mehrere Monate Versuchsdauer notwendig. Die mit diesem Projekt begonnene engere Zusammenarbeit zwischen dem IKT Petzenkirchen und der BAL Gumpenstein hat sich jedoch für beide Teile als vorteilhaft und befruchtend erwiesen, sodass sie unbedingt fortgesetzt werden soll.

Die Sickerwassermengen der monolithischen Lysimetersäulen zeigen eine gute Übereinstimmung mit Ausnahme des Lysimeters Nr. 4. Den Grund des Abweichens dieses Lysimeters hoffen wir nach nun begonnenen Messungen mit TDR-Sonden aufklären zu können. Jedenfalls zeichnet es sich ab, dass diese Art von monolithischen Feldlysimetern bei dementsprechend pflichtbewußter Betreuung gut brauchbare Forschungsinstrumente zur Erfassung von Stoffflüssen in der ungesättigten Zone sind.

## ABSTRACT

As the title of this investigation project "Measuring of Solute Transports in the Unsaturated Zone by Mono-

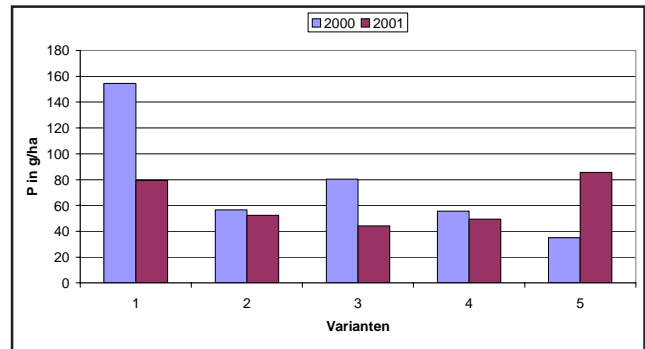


Abbildung 6: Monolithlysimeter: P-Frachten in g/ha

lithic Field Lysimeters" already expresses, in this project we were trying to measure seepage water amounts and nutrient loads with this new type of lysimeters, created at the Institute for Land and Water Management Research (IKT) at Petzenkirchen in Austria. This kind of monolithic field lysimeter described in *figure 2* can be installed in every field, is easy in handling and has nearly no oasis effects. Because of its removable ring on its uppermost part, the farmers can cultivate his field with the implanted lysimeter as usual and we are getting results under practical conditions.

Here at the Federal Research Station for Agriculture in Alpine Regions at Gumpenstein we are using five monolithic field lysimeters, having implanted these lysimeters in our exact field trials. These lysimeters are 1,5 m deep and have a surface of 1 m<sup>2</sup>.

Our field trial (see *figure 1*) consists of five plots. Plot one is winter rye, fertilized with cattle slurry of 2 livestock units (120 kg N.ha<sup>-1</sup>.a<sup>-1</sup>), plot two is winter rye, fertilized with composted farm yard measure of 2 LU. Plot three and four are silage maize, plot three fertilized with cattle slurry from 3 LU (180 kg N.ha<sup>-1</sup>.a<sup>-1</sup>) and plot four with composted farm yard manure from 3 LU. Plot five is a permanent grass-clover mixture, only fertilized with mineral P and K.

The lysimeters were installed in September 1999. Because of high rainfall during January 2000 in the snow covered field we got a severe ingress of surface water into the shaft with the whole electronic equipment and the water collectors. Then problems with broken suction cups in the lysimeters occurred and finally we had to exchange the plates at the bottom of the lysimeter columns, because the material inside the plates started to make chemical reactions with the seepage water.

With the beginning of the year 2001 the lysimeters worked without any problems. So we have only one year of reliable results and this is not enough to come to an entire opinion about the use of these lysimeters and the trust worthiness of the results. So the investigation period has to be prolonged for two more years.