

Ein Vergleich von herkömmlichen Kammerlysometern mit monolithischen Feldlysometern

G. EDER und E. STENITZER

Abstract

At the Federal Research Centre for Agriculture in Alpine Regions a comparison between two lysimeters, already existing here for three years, is made. One lysimeter group consists of five monolithic lysimeters and the other one of five concrete lysimeter chambers. The monoliths have a depth of 1,5 m and a surface of 1 m². The chamber lysimeters are of a depth of 1 m and a surface of 1 m². Each of this lysimeter group consists of two lysimeters cultivated with winter rye, two lysimeters with silage maize and one lysimeter with a grass-clover mixture. Each one of the winter rye and maize plots is dressed with cattle slurry while the other one is treated with composted farm yard manure. The grass clover mixture only gets mineral P and K fertilizer. Comparison of both systems shows much higher seepage rates of the monolithic lysimeters, which may be the result of the high evapotranspiration of the exposed concrete chamber lysimeters. The Nitrogen loads (NO₃-N and NH₄-N) are higher too, but this is an effect of the different treatments (fertilization and rotation) the soils got during the years before the field experiment started in 1992.

1. Einleitung und Fragestellung

An der Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft befinden sich zwei Lysimeteranlagen, die in gleicher Weise bewirtschaftet werden. Die eine Lysimeteranlage besteht aus betonierten Kammern und die zweite aus monolithisch gewonnenen, zylindrischen Lysimetersäulen. Es sollen die mit diesen beiden unterschiedlichen Lysimetertypen gewonnenen Ergebnisse verglichen werden, um so Hinweise auf die durch die unterschiedlichen Lysimetertypen möglicher-

weise beeinflussten Versuchsergebnisse zu bekommen, damit diese typenabhängigen Unterschiede dann bei der Ergebnisinterpretation berücksichtigt werden können.

2. Material und Methoden

2.1 Kammerlysimeter

Diese Lysimeteranlage besteht aus neun betonierten Kammern, von denen fünf zum Vergleich herangezogen werden. Diese Lysimeterkammern wurden an der Innenseite mit Silolack ausgekleidet und anschließend im Jahre 1992 mit Boden in gestörtem Zustand befüllt. Die Befüllung geschah in der Weise, dass der Boden an seinem Standort in Horizonten von zehn zu zehn Zentimetern abgehoben wurde, um anschließend wieder horisontal und unter manueller Verdichtung in die Lysimeterkammern eingefüllt zu werden.

Die Kammertiefe beträgt 1 m, die quadratische Kammeroberfläche 1 m². Somit befindet sich in jeder Kammer ein Kubikmeter Boden. Es sind das grundwasserfreie Schwerkraftlysimeter, ohne künstlich angelegten Unterdruck. Die durch die Bodensäulen hindurchtretenden Sickerwässer werden vom Boden der Kammern in Plastikgefäße abgeleitet und durch Wiegung mengenmäßig erfasst.

Die Ansaat der landwirtschaftlichen Kulturen auf diesen Schwerkraftlysimetern erfolgte im April 1993. Gleichzeitig wurde mit einem Feldversuch begonnen, der die selben landwirtschaftlichen Kulturen wie die Lysimeteranlage in vierfacher Wiederholung umfasste.

2.2 Monolith-Lysimeter

Die zweite für diesen Vergleich herangezogene Lysimeteranlage wurde vom Institut für Kulturtechnik in Petzenkirchen innerhalb dieses Versuchsfeldes

errichtet. Sie besteht aus fünf monolithisch gewonnenen Lysimetern in Zylinderform und dem dazugehörigen begehbaren Sammelschacht, in dem die Leitungen für die Freiausläufe und die Messkabel zusammenlaufen. Diese Monolithen wurden in der Form gewonnen, dass im Jahre 1999 in eine Serie des bestehenden Feldversuches in alle fünf Bewirtschaftungsvarianten je ein Zylinder aus rostfreiem Stahlblech eingetrieben wurde. Diese Zylinder sind 1,50 m lang und haben wie die Kammerlysimeter eine Oberfläche von 1 m². Nach dem Eindrücken in den natürlich gewachsenen Boden wurden die nunmehr mit Bodenmonolithen gefüllten Zylinder am unteren Ende durch eine Stahlplatte vom Boden abgeschert, herausgehoben und mit einer Bodenplatte versehen. Die so erhaltenen zylindrischen Lysimetergefäße wurden anschließend wieder an der Entnahmestelle eingesetzt und die Schläuche für die Freiausläufe und die Kabelstränge für die Messsonden zum Sammelschacht verbunden. Die Oberfläche dieser Lysimetergefäße hat, da in einer Hangterrasse eingebaut, ein Gefälle von 5 % zum Unterschied von den Oberflächen der Kammerlysimeter, die eben sind.

2.3 Boden und Niederschläge

Der verwendete Boden ist vom Typ her eine kalkfreie Lockersedimentbraunerde aus fluvioglazialen Sedimenten mit einem pH-Wert von 5,8 und einem Humusgehalt von 3,4 %. Die Bodenart ist sandiger Schluff mit 30 % Sand, 63 % Schluff und 7 % Ton.

Die langjährige mittlere Jahresniederschlagssumme beträgt für Gumpenstein 1018 mm. Das Jahr 2000 lag mit 1190 mm Jahresniederschlag um 17 % über dem langjährigen Mittelwert, das Jahr 2001 mit 977 mm um 4 % darunter und das Jahr 2002 mit insgesamt 1371 mm Niederschlagssumme um 35 % darüber.

Autoren: Dr. Gerfried EDER, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Altirdning 11, A-8952 IRDNING; Dr. Elmar STENITZER, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Pollnbergstraße 1, A-3252 PETZENKIRCHEN

Also deutliche Differenzen in den Niederschlagssummen der drei Vergleichsjahre. Zwischen dem Jahr 2001 und 2002 beträgt diese 394 mm.

2.4 Bewirtschaftung

An landwirtschaftlichen Kulturarten werden Ackerland und Grünland verwendet. Die Varianten Ackerland umfassen die Feldfrucht Mais, je eine Maisvariante mit Rindergülle und eine mit kompostiertem Stallmist gedüngt und die Feldfrucht Winterroggen, ebenfalls je eine Roggenvariante mit Rindergülle und eine mit kompostiertem Stallmist gedüngt. Die einzige Grünlandvariante ist eine Klee-Grasmischung, die nur mineralische Phosphor- und Kaliumdünger bekommt.

Da in diesen Ausführungen die beiden Lysimetersysteme verglichen werden sollen und nicht die Nährstoffverluste der einzelnen Kultur- und Düngerarten im Vordergrund stehen, sei zur Düngung nur kurz das Nachfolgende erwähnt.

Die Düngermenge für die Ackerkultur Mais wurde am Niveau von 3 DGVE gehalten, das entspricht einer Stickstoffmenge von 180 kg N pro Hektar und Jahr, wie sie in der österreichischen Wasserrechtsgesetznovelle 1990 definiert ist.

Die Düngermenge für den Winterroggen beträgt 120 kg N pro Hektar und Jahr, liegt also auf einem Niveau von 2 DGVE.

Die Stickstoffmengen, welche auf die Kompostvarianten aufgebracht wurden, sind dementsprechend geringer, da bei der Kompostierung des Stallmistes teils beachtliche Stickstoffverluste auftraten.

Die Lysimeter 1 und 2 waren im Jahr 2000 mit Winterroggen bepflanzt, die Lysimeter 3 und 4 mit Silomais und das Lysimeter 5 mit Klee-Gras. Wegen des Fruchtwechsels wurde im Herbst 2000 auf den Lysimetern 3 und 4 Winterroggen angebaut und im Frühjahr 2001 auf den Lysimetern 1 und 2 Silomais. Genauso wurde es im Jahr 2002 gehalten, Silomais auf den Lysimetern 1 und 2, Winterroggen auf den Lysimetern 3 und 4 und Klee-Gras blieb am Lysimeter 5. Die geraden Nummern erhielten die Gülle und die ungeraden den kompostierten Stallmist. Der Roggen erhielt immer die gesamte Düngermenge zum Anbau, der Mais jeweils 2/3 des Düngers zum Anbau und das restliche Drittel dann spä-

ter in den aufwachsenden Bestand, als Kopfdüngung.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Sickerwässer

Die in den drei Beobachtungsjahren erhaltenen Sickerwassermengen aus den Monolithlysimetern sind in *Abbildung 1* dargestellt. Die Parallelität zum Verhalten der Jahresniederschläge, nämlich 2000 über, 2001 unter und 2002 stark über dem langjährigen Durchschnitt ist nur bei den Lysimetersäulen drei, vier und fünf festzustellen. Die Lysimetersäulen eins und zwei weichen im Jahr 2001, dem Jahr mit dem geringsten Niederschlag, davon ab. Sie haben in diesem

Jahr höhere Sickerwasserspendsen zu verzeichnen als im Jahr davor. Eine mögliche Erklärung dafür ist die Tatsache, dass diese Lysimeter mit Winterroggen bewachsen waren, der zu Vegetationsbeginn einen höheren Wasserverbrauch hatte als der Mais.

Die Sickerwassermengen, welche aus den Kammerlysimetern erhalten wurden, sind der *Abbildung 2* zu entnehmen. Hier ist der Gleichgang der Sickerwassermengen zum Verlauf der Jahresniederschläge nur bei der Kammer 1 angedeutet und bei der Kammer 5 deutlich ersichtlich, bei den restlichen drei Kammern nicht. Kammer 3 und Kammer 4 weisen sogar eine deutliche Steigerung ihrer Sickerwasserspendsen im Jahr 2001 gegenüber 2000 auf, obwohl 2001 um 213 mm we-

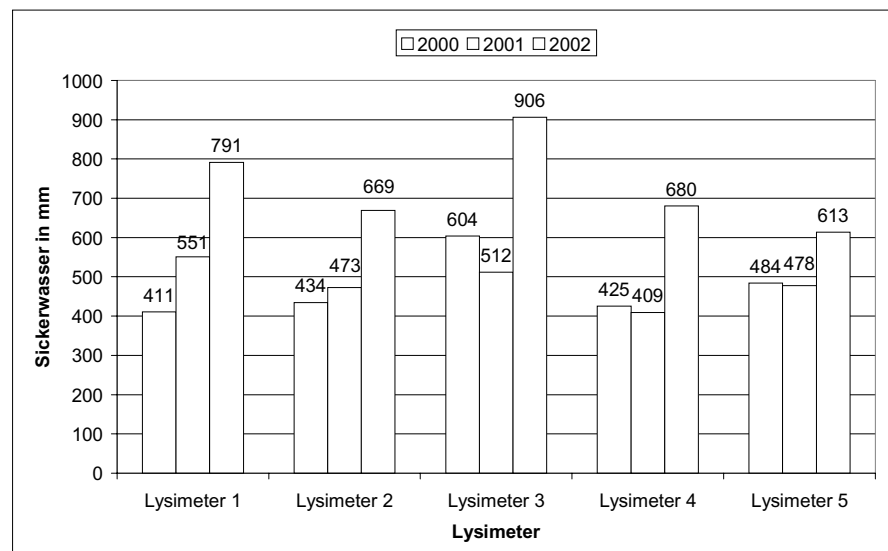


Abbildung 1: Sickerwassermengen in mm, Monolithlysimeter Gumpenstein

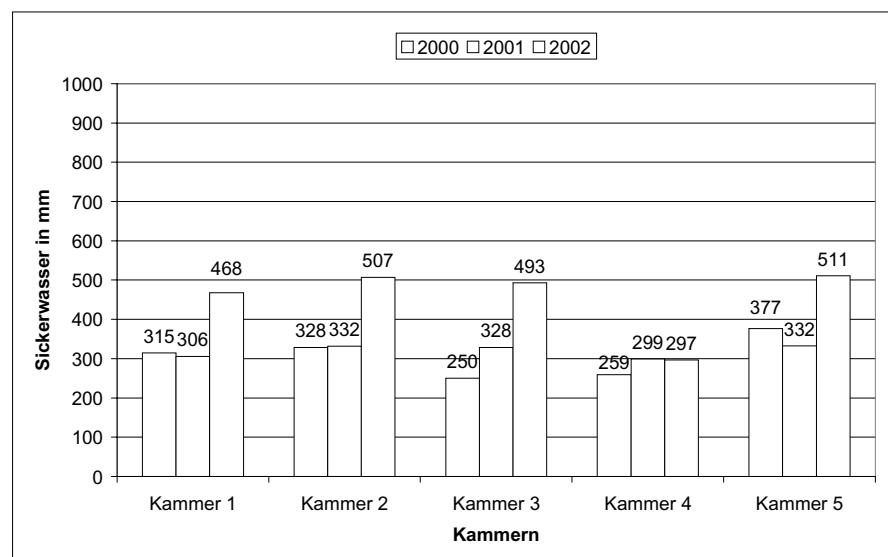


Abbildung 2: Sickerwassermengen in mm, Kammerlysimeter Gumpenstein

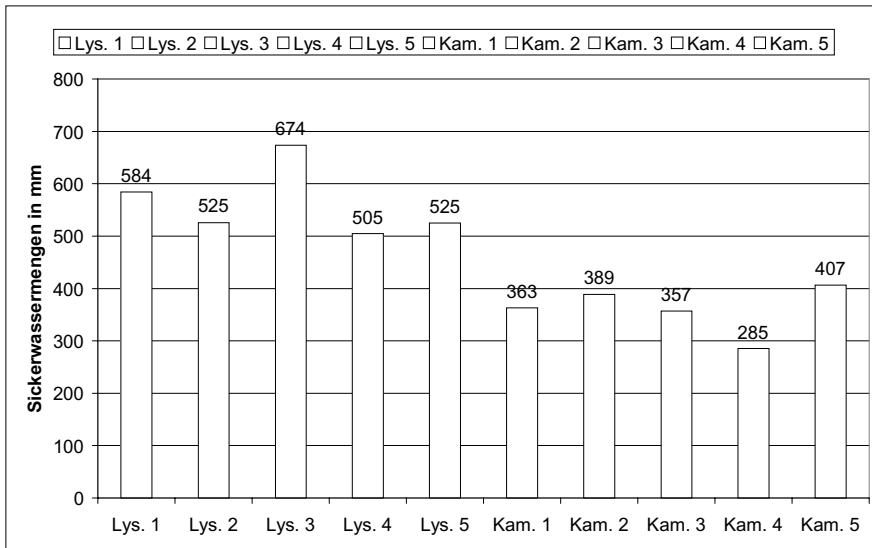


Abbildung 3: Durchschnittliche Sickerwassermengen in mm aus den Jahren 2000, 2001 und 2002, Gumpensteiner Monolith- und Kammerlysimeter

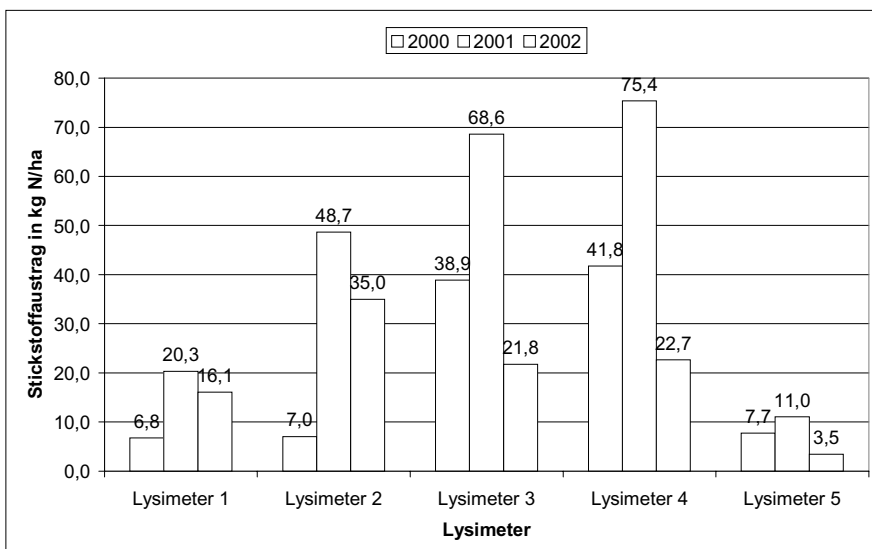


Abbildung 4: Stickstoffaustrag (NO₃ und NH₄) in kg N/ha, Monolithlysimeter Gumpenstein

niger Niederschlag fiel. Dies ist im Jahre 2000 auf den erhöhten Wasserverbrauch der freistehenden Maispflanzen zurückzuführen. Auffallend sind auch die insgesamt deutlich zurückbleibenden Sickerwassermengen der Kammer 4 im Jahre 2002. Der Grund dafür war ein starker Beikrautbewuchs, der nach der Roggenernte auf dieser (mit Kompost gedüngten) Kammer auftrat und bis zur Neuaussaat im Herbst eine weitaus höhere Verdunstung aufwies als das Stopfeld auf Kammer 3.

In *Abbildung 3* ist eine Gegenüberstellung der durchschnittlichen Sickerwassermengen beider Lysoimeteranlagen aus den drei Beobachtungsjahren zu sehen. Die Sickerwassermengen der Monolith-

lysimeter sind in dieser Darstellung deutlich höher als die, welche die Kammerlysimeter liefern. Die Monolithlysimeter liegen alle im Bereich über 500 mm, während von den Kammerlysimetern die Lysoimeterkammer 5, die mit Klee gras bewachsene Kammer, welche die höchsten Sickerwassermengen liefert, knapp über 400 mm kommt, genau auf 407 mm. Der wesentliche Grund dafür dürfte bei den in exponierter Lage angelegten Kammerlysimetern auftretende Oaseneffekt gewesen sein. Diese besitzen zur Abgrenzung der Kammeroberfläche eine Blechschürze, die zur Temperaturerhöhung und somit zu einer erhöhten Evapotranspiration führt.

3.2 Stickstoffausträge

Die Stickstoffausträge, welche mit beiden Lysoimetertypen gemessen wurden, sind die Summe von Nitrat- und Ammoniumstickstoff; die Angaben sind in kg Reinstickstoff pro Hektar und Jahr. Den mit Abstand größten Anteil von über 98 % innerhalb dieser beiden Stickstofffraktionen hatte dabei der Nitratstickstoff, wie zu erwarten war.

In *Abbildung 4* sind die Stickstoffausträge der Monolithlysimeter graphisch dargestellt. Hier fällt auf, dass im Jahr 2001 ein deutlich höherer Stickstoffverlust durch Auswaschung aufgetreten war als in den beiden anderen Jahren. Der in allen drei Jahren deutlich geringere N-Austrag aus dem mit Klee gras bewachsenen Lysoimeter 5 im Gegensatz zu den mit Ackerfrüchten bewachsenen Lysoimetern kommt ebenfalls deutlich zum Vorschein. Das entspricht der bekannten Tatsache, dass unter Grünland deutlich weniger Stickstoff ausgewaschen wird als unter Ackerland. Weshalb aus Lysoimeter 1 weniger Stickstoff ausgetragen wurde als aus den übrigen drei mit Ackerfrüchten bestellten Lysoimetern kann wegen der dafür zu kurzen Versuchsdauer bisher nicht eindeutig interpretiert werden. Eine mögliche Erklärung könnte darin liegen, dass diese Parzelle (und damit der sich darin befindliche Lysoimetermonolith) wegen der vor Versuchsbeginn jahrelang erhaltenen Stallmistgaben einen hohen Anteil an Ton-Humus-Komplexen aufgebaut hat, die bekanntlich sehr dauerhafte und nur langsam fließende Stickstoffquellen darstellen. *Abbildung 5* stellt die Stickstoffausträge aus den Kammerlysimetern dar. Hier stechen sofort die hohen Austräge im Jahr 2002 ins Auge. Es war das jenes Jahr mit den höchsten Sickerwassermengen und gleichzeitig auch höchsten Nitratkonzentrationen (bis zu 48 ppm NO₃ im Jahresdurchschnitt), was als Produkt dann zu diesen hohen N-Austrägen führte. Diese hohen Nitratkonzentrationen in den Böden der Kammerlysimeter sind darauf zurückzuführen, dass sie in dem warmen Jahr 2002 wegen ihrer schlechten Abschirmung gegen die Lufttemperaturen höhere Bodentemperaturen und somit auch deutlich höhere Mineralisierungsraten als die Monolithlysimeter hatten. Die Jahre 2000 und 2001 weisen keine beängstigenden Stickstofffrachten

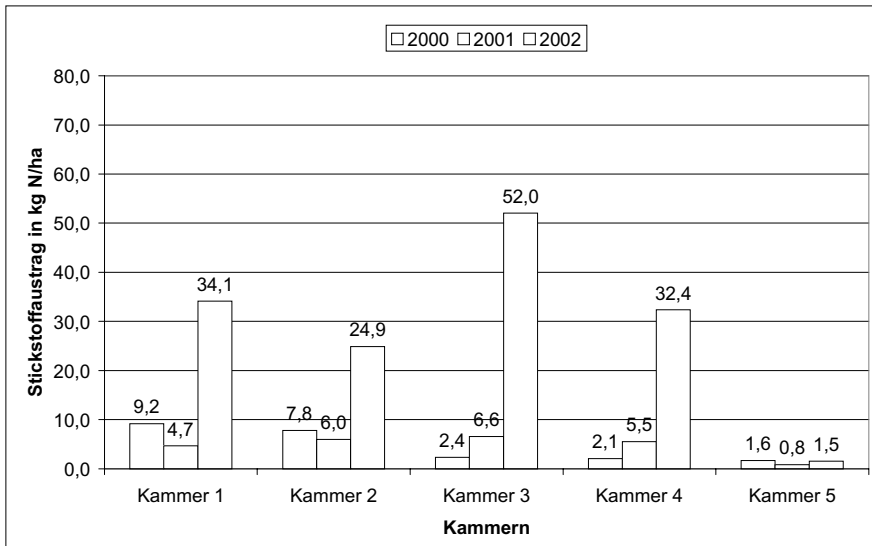


Abbildung 5: Stickstoffaustrag (NO_3 und NH_4) in kg N/ha, Kammerlysimeter Gumpenstein

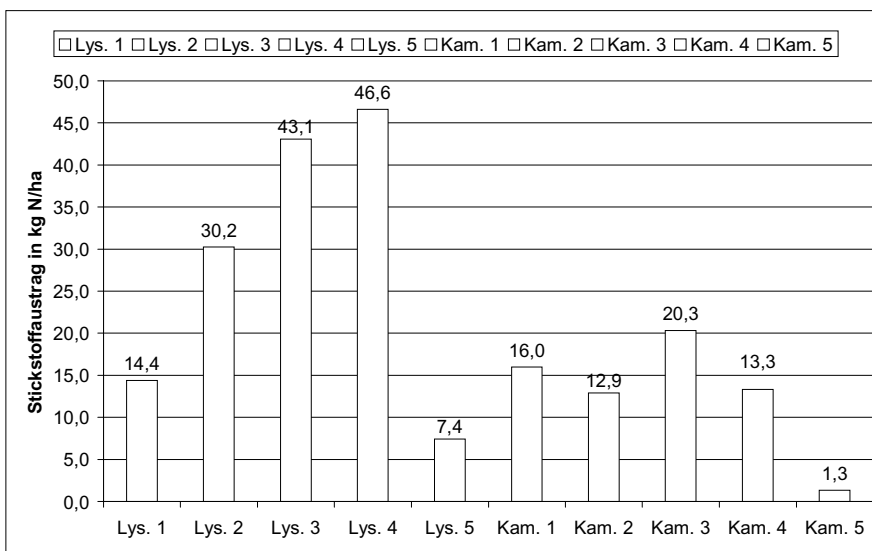


Abbildung 6: Durchschnittliche Stickstoffauswaschung (NO_3 und NH_4) in kg N/ha der Jahre 2000, 2001 und 2002, Gumpensteiner Monolith- und Kammerlysimeter

auf und auch die durchschnittlichen Nitratkonzentrationen der Sickerwässer sind 2001 nie über 17 ppm NO_3 geklettert.

In *Abbildung 6* sind die durchschnittlichen N-Austräge beider Lysimeteranlagen einander gegenübergestellt. Wie

beim Vergleich der Sickerwassermengen sind auch hier die N-Austräge aus den Monolithlysimetern deutlich höher als die N-Austräge aus den Kammerlysimetern. Diese Erscheinung ist durch die unterschiedliche Vorgeschichte beider Lysimeterböden zu erklären. Die Böden

in den Monolithlysimetern waren vor Anlage des Feldversuches (1992) jahrelang intensiv gedüngtes und bewirtschaftetes Dauergrünland. Sie besitzen daher dementsprechend hohe Stickstoffreserven. Die Böden in den Kammerlysimetern hingegen entstammen einem nur extensiv bewirtschafteten Obstgarten, der neben dem Hauptversuchsfeld gelegen war. Während die N-Frachten aus den Monolithen von Lysimeter 1 bis 4 kontinuierlich und in klaren Schritten ansteigen, ist dies bei den N-Frachten aus den Kammerlysimetern nicht der Fall. Die Frachten korrespondieren nicht miteinander. Eine Ausnahme bilden nur die Stickstoffausträge aus den mit Klee gras bewachsenen Lysimetern, die sowohl bei den Monolithlysimetern als auch bei den Kammerlysimetern die mit Abstand kleinsten sind.

4. Zusammenfassung

Abschließend kann gesagt werden, dass die sich am selben Standort befindenden und mit gleichem Bodentyp ausgestatteten Lysimeteranlagen deutlich voneinander abweichende Ergebnisse liefern. Sowohl die gemessenen Sickerwassermengen als auch die Stickstofffrachten waren bei den monolithischen Lysimetern höher als bei den Kammerlysimetern. Die geringeren Sickerwassermengen der Kammerlysimeter lassen sich zu einem guten Teil aus der höheren Evapotranspirationsrate erklären, die dieser Lysimetertyp durch seinen verstärkten Oaseneffekt aufweist. Die höheren N-Frachten der Monolithlysimeter können auf die unterschiedlichen Bewirtschaftungsweisen beider Böden vor Beginn des Feld- bzw. Kammerlysimeter-Versuches zurückgeführt werden. Die in den Monolithlysimeter befindlichen Böden entstammen nämlich einem Feldversuch mit hohen N-Gaben auf Dauergrünland.