

Sickerwassermengen in monolithischen Feldlysimetern anhand von Isotopenuntersuchungen

G. EDER, W. STICHLER, E. STENITZER, A. BOHNER und M. KANDOLF

Zusammenfassung

Die Niederschlags-, Sickerwasser- und Isotopen-Messungen in den Jahren 2002 und 2003 zeigen, dass zur Zeit der Schneeschmelze bei den mit Ackerkulturen bewachsenen Lysimetern ein zeitlicher Wasserzufluss auftritt. Ursache dafür dürfte darin liegen, dass nach Abschluss der Bodenbearbeitung die Aufsatzringe, welche fünf Zentimeter über die Bodenoberkante hinausragen und 30 cm tief sind, nicht mehr ordnungsgemäß angebracht wurden bzw. an der Stelle, an der sie auf dem restlichen Lysimeterkörper aufsitzen, nicht hinreichend abgedichtet wurden. Im Vergleich monolithischer Feldlysimeter mit Sickerwassersammlern (Krumenlysimeter) kam durch die Isotopenuntersuchungen deutlich heraus, dass bei so hohen Sickerwassermengen, wie sie am Standort Gumpenstein anfallen, in den Sickerwassersammlern stets unterschiedliche Mengen von Restwässern zurückbleiben. Da diese nicht genügend schnell abgesaugt werden können, kann es zu einer Vermischung mit den Wässern einer neuerlichen Sickerwasserfront kommen, was dann verfälschte Werte ergibt.

Bei den Stofffrachten zeigen die Monolithlysimeter deutlich den Unterschied zwischen hohen Stickstoffausträgen aus den Ackerkulturen im Vergleich zu den auffallend niedrigen aus der Klee-grasvariante auf, während die Phosphoraus-träge bei allen Kulturen in etwa vergleichbar sind.

1. Einleitung

Dieser Beitrag soll aufzeigen, welche Bedeutung Messungen der stabilen Isotope ^2H und ^{18}O für die Interpretation der Sickerwasserbewegung in der ungesättigten Zone hinsichtlich der Menge und des zeitlichen Verhaltens, insbesondere

bei der Ermittlung von Fehlerquellen der Gumpensteiner monolithischen Feldlysimeter haben.

2. Methoden

In den Jahren 1999 und 2000 wurden vom Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt in Petzenkirchen an der Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein fünf monolithisch gewonnene Feldlysimeter in bestehenden Feldversuchen eingebaut. Diese Lysimetertypen brauchen keine Konsolidierungsphase wie gestört befüllte Lysimeter, weisen keine Oaseneffekte auf und erlauben eine orts- und praxisübliche Bewirtschaftung mit landwirtschaftlichen Maschinen und Geräten. Mit diesen Lysimetern sollen Erkenntnisse über den Stoffaustrag aus der ungesättigten Zone bei Acker- und Grünland gewonnen werden. Dies besonders bei Stickstoff- und Phosphorfrachten. Hierbei soll die Ausbringung unterschiedlicher Arten von Wirtschaftsdüngern, nämlich Rindergülle und kompostiertem Stallmist aus Anbindehaltung berücksichtigt werden.

Die gesamte hier eingesetzte Lysimeteranlage besteht aus den fünf monolithisch gewonnenen Lysimetern in Zylinderform und dem dazugehörigen, begehbaren Sammelschacht, in dem die Leitungen für die Freiausläufe und die Messkabel zusammenlaufen. Die Monolithe wurden in der Form gewonnen, dass im Jahre 1999 die fünf Zylinder aus rostfreiem Stahlblech mit einer Oberfläche von 1 m^2 und $1,50\text{ m}$ Länge, in den natürlich gewachsenen Boden eingetrieben wurden. Nach dem Eindringen in den Boden wurden die befüllten Zylinder mittels einer Stahlplatte am unteren Ende abgeschert, herausgehoben, mit einer Bodenplatte, die den Freiauslauf erhielt,

versehen und wieder an die Entnahmestelle zurückversetzt. Danach wurden die Schläuche für die Freiausläufe und die Kabelstränge für die Messsonden an den Sammelschacht angeschlossen. Die Oberfläche der Lysimeter hat, da in einer Hangterrasse eingebaut, ein Gefälle von 5 %. Der Boden ist 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 2002 erbrachte 1371 mm Niederschlag, also 135 % des langjährigen Mittels. 862 mm waren es im Jahr 2003, was nur 63 % des langjährigen Mittels bedeutet.

Die Lysimeter 01 und 02 waren mit Silomais bepflanzt, wobei der Mais auf Lysimeter 01 mit Rindergülle in einer Aufwandsmenge von $180\text{ kg N pro Hektar}$ (3 GVE) gedüngt wurde. Der Mais auf Lysimeter 02 wurde mit kompostiertem Stallmist von 3 GVE bedacht. Diese Variante bekam wegen der Stickstoffverluste, die bei der Kompostierung auftraten, entsprechend weniger N. Lysimeter 03 und 04 waren mit Winterroggen bestellt, wobei Lysimeter 03 mit Rindergülle von 2 GVE ($120\text{ kg pro ha und Jahr}$) und Lysimeter 04 mit kompostiertem Stallmist aus Anbindehaltung von ebenfalls 2 GVE gedüngt wurde. Lysimeter 05 ist mit Klee-gras bewachsen und erhält als Düngung nur eine mineralische Phosphor- und Kaliumdüngung. Die anfallenden Sickerwässer wurden durch Wiegung bestimmt und eine Probe dem Sammelgefäß entnommen und ins Labor zur chemischen Analyse gebracht bzw. wöchentlich Sammelproben zur Isotopenbestimmung nach München geschickt.

Autoren: Dr. Gerfried EDER, Dr. Andreas BOHNER, Matthias KANDOLF, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Altdrining 11, A-8952 IRDNING; Dipl.-Phys. Willibald STICHLER, GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Ingolstädter Landstraße 1, D-85764 NEUHERBERG; Dr. Elmar STENITZER, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Bundesamt für Wasserwirtschaft, Pollnbergstraße 1, A-3252 PETZENKIRCHEN

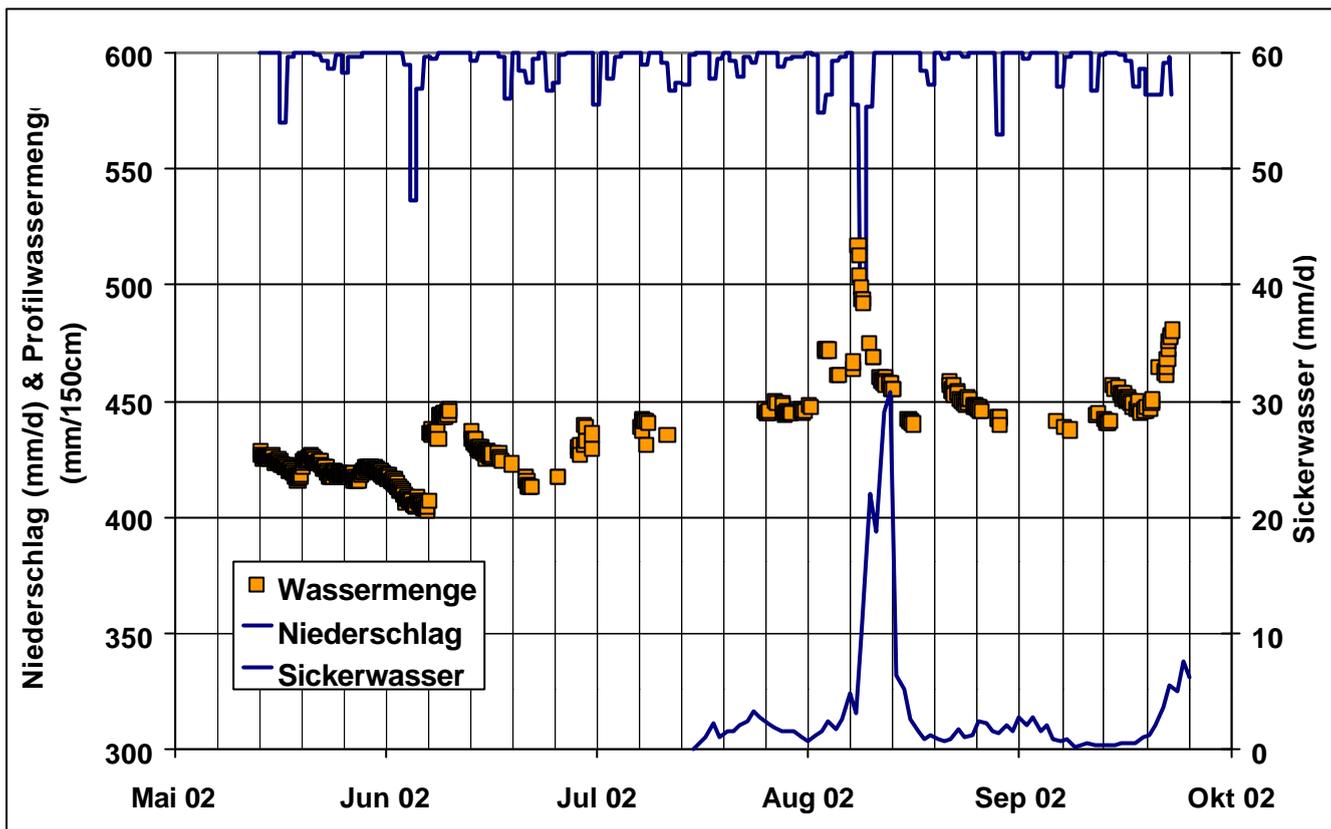


Abbildung 1: Zeitlicher Verlauf der Niederschläge, der Bodenfeuchte und des Sickerwasseranfalls bei Lysimeter 04 (Winterroggen)

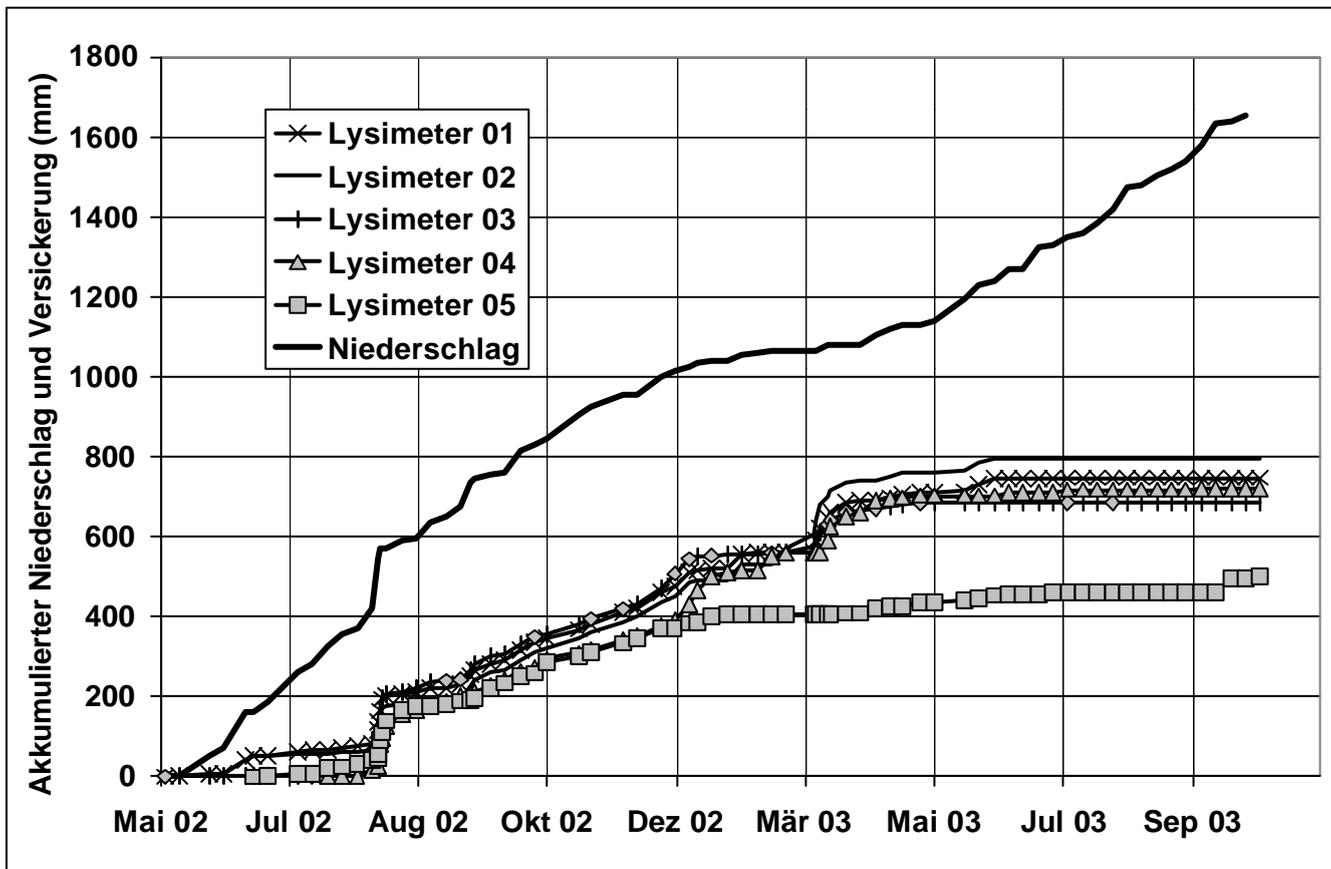


Abbildung 2: Sickerwasseranfall

3. Ergebnisse und Interpretation

3.1 Bodenwasserhaushalt und Sickerwasseranfall

Wegen messtechnischer Schwierigkeiten bei den Bodenfeuchtemessungen mit dem TRASE-System kann der Bodenfeuchteverlauf in den Lysimeterböden zur Zeit nur für das Lysimeter 04 angegeben werden. Die vorhandenen Messungen (*Abbildung 1*) zeigen jedoch, dass diese für eine Überprüfung der Plausibilität der Sickerwassermessungen eine wertvolle Hilfe darstellen. Bei den Sickerwassermessungen fällt die Abweichung zwischen dem Lysimeter 05 (Grünland) und den übrigen, mit Ackerkulturen bewachsenen Lysimetern auf (*Abbildung 2*): von Mai 2002 bis Juli 2003 versickern beim Grünland-Lysimeter rund 450 mm, während bei den Acker-Lysimetern etwa 700-800 mm Sickerwasser anfallen. Vergleicht man die rechnerische Verdunstung, die sich aus der vereinfachten Wasserbilanz zwischen Niederschlag und Versickerung ergibt (*Abbildung 3*), so kann festgestellt werden, dass diese Bilanz bei Lysimeter 04 bereits im Dezember 2002 und bei den übrigen Acker-Lysimetern im März

2003 negativ wird, was auf einen Fremdwasserzufluss durch Schmelzwasser zurückzuführen ist. Dieser seitliche Zufluss von Schmelzwasser ist auch anhand der Isotopenmarkierungen nachweisbar.

3.2 Stoffaustag

Abbildung 4 zeigt die Nitratfrachten in kg pro Hektar für die Jahre 2002 und 2003, sowie die Phosphorausträge in Gramm pro Hektar. Bei den Nitratfrachten tritt der große Unterschied zwischen Klee gras und den Ackervarianten deutlich hervor. Die stets durch einen geschlossenen Pflanzenbestand bedeckte Klee grasvariante ist ganzjährig bewachsen und bekommt auch keine Stickstoffgaben, da sie sich durch das Stickstoffangebot über Leguminosen selbst mit N versorgt. Mais und Winterroggen hingegen weisen längere Bracheperioden auf, in denen mangels vorhandener aufnahmebereiter Pflanzenwurzeln verstärkt Nitrat austräge vorkommen können.

Die deutlichen Unterschiede zwischen Klee gras und Ackerkulturen sind bei den Phosphorfrachten in *Abbildung 5* nicht zu erkennen. Da Phosphor im Sickerwasser nur in Konzentrationen von Mikrogramm pro Liter auftritt, bewegen sich

die jährlichen Frachten im Bereich von Gramm pro Hektar.

4. Diskussion

Die Feldlysimeter in Gumpenstein liefern im derzeitigen Ausbauzustand bereits wertvolle Daten zur Erfassung der Sickerwasserbewegung; es konnte jedoch gezeigt werden, dass es zur Zeit der Schneeschmelze zu einem seitlichen Wasserzufluss bei den Acker-Lysimetern kommen kann, wenn die Aufsatzringe nach Abschluss der Bodenbearbeitung nicht ordnungsgemäß angebracht bzw. abgedichtet werden. Weiters ist unbedingt die vollständige messtechnische Erfassung des Wassergehalts sicherzustellen und eine automatisierte Sickerwasser-Mengenmessung anzustreben. Die Freilaufäufe dieser Lysimeter funktionieren bei den hohen Jahresniederschlägen am Standort Gumpenstein sehr gut, sodass sowohl die Sickerwassermengen als auch die Nährstofffrachten (N, P und K) gut bestimmt werden können. Die systematischen Isotopen-Untersuchungen haben sich als wertvolle Ergänzung der Sickerwassermessungen erwiesen, die sowohl zur Plausibilitätskontrolle als auch zur Eichung von Stofftransportmodellen herangezogen werden können.

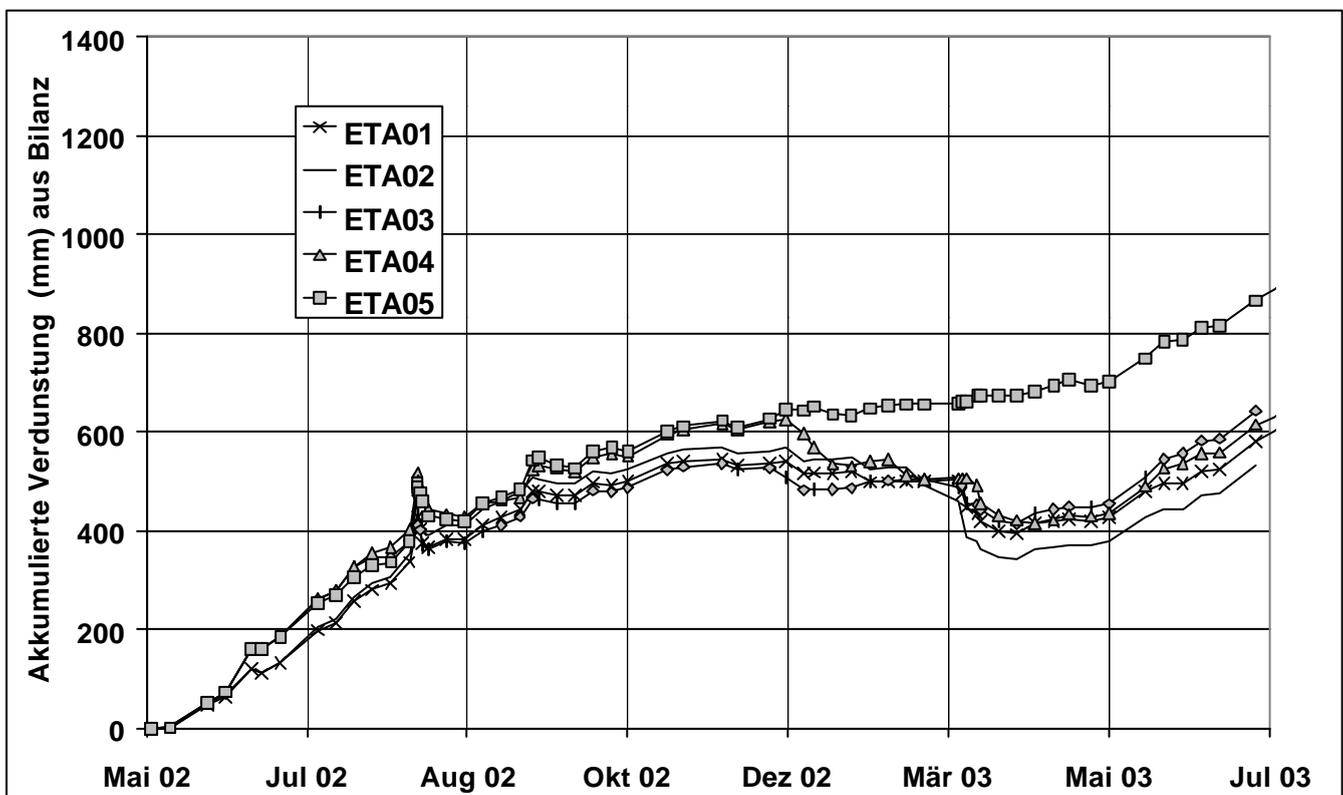


Abbildung 3: Rechnerische Verdunstung aus Bilanz zwischen Niederschlag und Versickerung

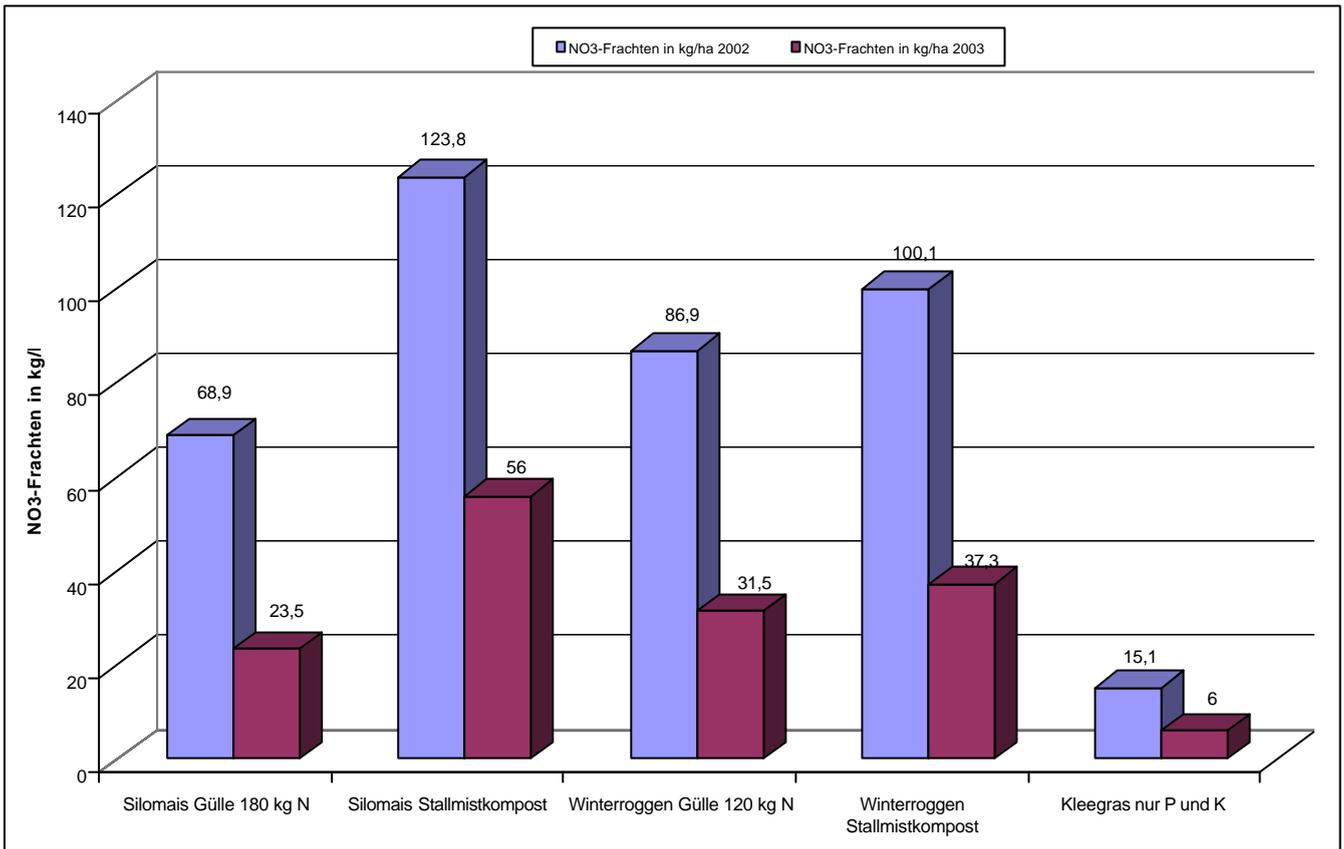


Abbildung 4: Jährliche Nitratfrachten, bestimmt mit monolithischen Feldlysimetern

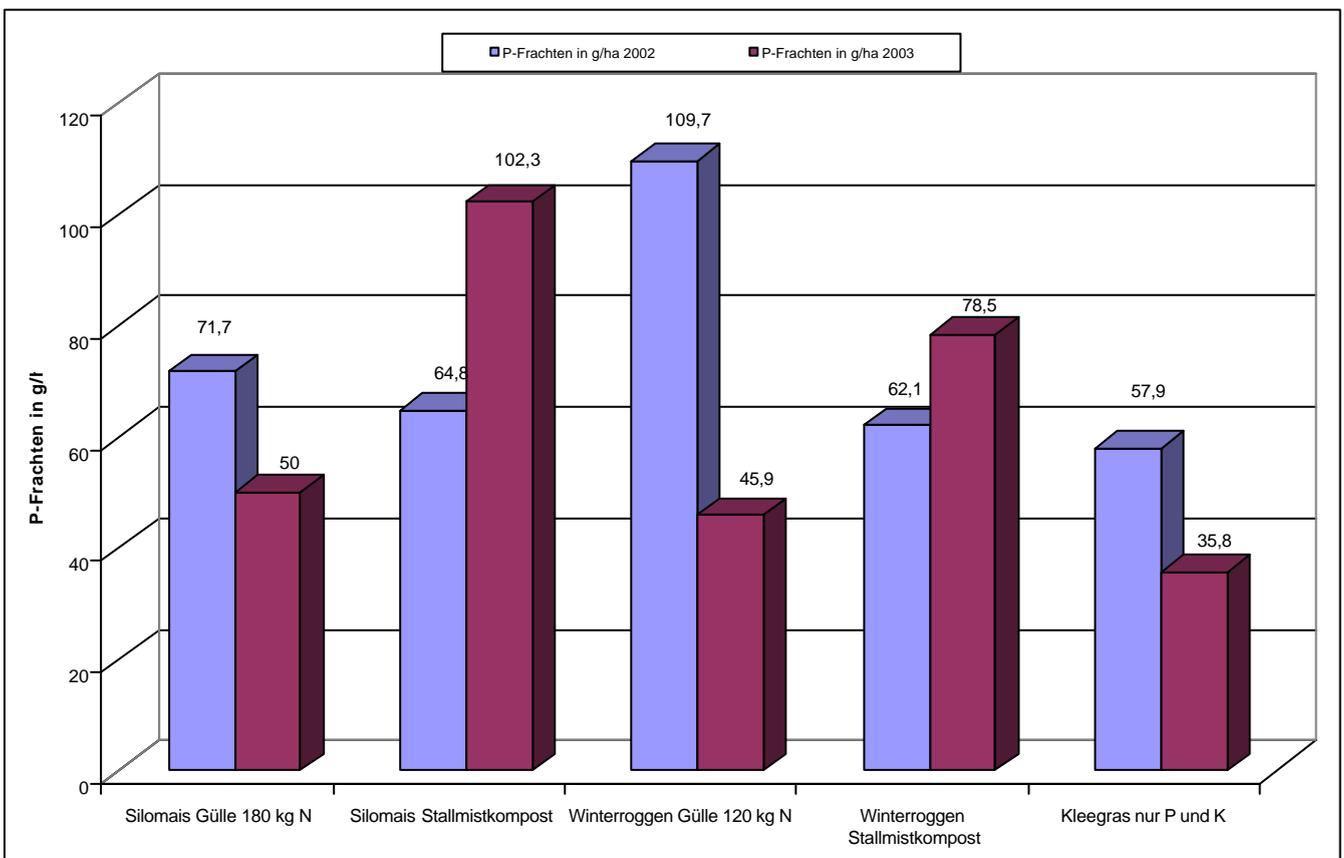


Abbildung 5: Jährliche Phosphorfrachten, bestimmt mit monolithischen Feldlysimetern