

Sickerwasser und Nitratauswaschung - erste Ergebnisse der neuen Lysimeteranlage Zürich-Reckenholz

Volker Prasuhn^{1*}, Ernst Spiess¹ und Clay Humphrys¹

Zusammenfassung

Die 24 Lysimeterversuche auf der neuen Lysimeteranlage in Zürich-Reckenholz sind im Frühjahr 2009 planmäßig angelaufen. Die Resultate aus dem ersten Versuchsjahr erlauben noch keine allgemeingültigen Aussagen. Zum Einen sind alle Versuche als Langzeitversuche angelegt, zum anderen scheinen gewisse Effekte der Vornutzung der Böden die Resultate des ersten Jahres zu beeinflussen. Die gemessenen mittleren Nitratkonzentrationen waren mit 1 bis 33 mg/l NO₃ überwiegend sehr niedrig, die berechneten Nitratauswaschungsfrachten mit 0,5-15 kg/ha NO₃-N ebenfalls. Die Sickerwassermengen unterschieden sich dagegen bei den verschiedenen Verfahren und Böden erwartungsgemäß. Erst die folgenden Jahre werden zeigen, wann und wie stark die Nitratkonzentrationen steigen werden.

Schlagwörter: Nitrat, Anbauverfahren, Sickerwassermenge, Düngung

Einleitung

Im Herbst/Winter 2008 wurde in Zürich-Reckenholz eine neue Lysimeteranlage mit 72 Lysimetern gebaut (PRASUHN et al. 2009). Die als Monolithe gefrästen Ackerböden wurden im Frühjahr 2009 mit verschiedenen Kulturen erstmals für diverse Versuchsfragen bewirtschaftet. Die Versuchsfragen orientieren sich primär an praxisrelevanten Problemen bezüglich Nitratauswaschung. Nach der ersten Vegetationsperiode und anschließender Winternutzung sollen erste ausgewählte Ergebnisse zu Sickerwassermengen und Nitratauswaschung präsentiert werden.

Material und Methoden

Die Anlage umfasst 72 Lysimeter mit einer Oberfläche von 1 m² und einer Tiefe von 1,50 m. 12 Lysimeter sind wägbar, 60 Lysimeter sind nicht wägbar. Bei letzteren wird nur die Sickerwassermenge erfasst (PRASUHN et al. 2009). Drei verschiedene, typische Ackerböden der Schweiz wurden monolithisch entnommen (48 mal Braunerde (Boden A), 12 mal pseudovergleyte Braunerde (Boden B) und 12 mal Parabraunerde (Boden C)). 16 Verfahren zu fünf verschiedenen Hauptfragestellungen wurden in dreifacher Wiederholung auf Boden A angelegt. Vier dieser Verfahren werden zusätzlich auf den Böden B und C durchgeführt. Alle Böden wurden ackerbaulich genutzt. Vorkultur war auf Boden A zwei Jahre lang eine extensive Wiese, auf Boden B ein Jahr lang eine Kleeegrasmischung und auf Boden C ein Jahr lang

Getreidestoppelbrache und anschließend ein halbes Jahr lang eine Kleeegrasmischung. Die Bewirtschaftung wird von Hand durchgeführt. Alle Versuche sind als Fruchtfolgeversuche über mehrere Jahre konzipiert. Die Sickerwassermenge wird über Kippwaagen mit 100 ml Fassungsvermögen automatisch erfasst. Nitrat wird 14-tägig aus Mischproben analysiert. Die Niederschlagsdaten stammen aus der 20 m entfernten offiziellen Meteostation. Es werden die Ergebnisse des ersten Jahres bzw. für die erste Hauptkultur und Nachkultur (01.04.2009 bis 31.03.2010) präsentiert.

• Fragestellung 1:

Einfluss der Höhe der Stickstoff-Düngung und der Düngungstechnik (0%, 70%, 100%, 130% der empfohlenen Stickstoff-Normdüngung sowie CULTAN-Düngung)

15 Lysimeter, alle Boden A, (**Dü0; Dü70; Dü100; Dü130; DüCu**)

• Fragestellung 2:

Einfluss verschiedener Bodenbearbeitungsverfahren (Mulchsaat, Pflug)

18 Lysimeter, je 6 mit Boden A,B,C, (**BBMuA; BBPfa; BBMuB; BBPfb; BBMuC; BBPfc**)

• Fragestellung 3:

Vergleich des BIO-Landbaus mit IP-Anbau (in der Schweiz Ökologischer Leistungsnachweis ÖLN), 2 Fruchtfolgen, eine intensiver und zeitversetzt doppelt geführt, eine extensivere nur Bio

18 Lysimeter, je 6 mit Boden A, B, C, (**Bio1A; ÖLN1A; Bio1B; ÖLN1B; Bio1C; ÖLN1C**)

6 Lysimeter, alle Boden A, (**Bio2; ÖLN2**)

3 Lysimeter, alle Boden A, (**BioEx1**)

• Fragestellung 4:

Einfluss des Umbruchtermins einer Zwischenkultur (**ZKNov; ZKMärz**)

6 Lysimeter, alle Boden A

• Fragestellung 5:

Einfluss einer Gülledüngung im Winter auf Grasland (1 Güllegabe bei günstigen Bedingungen im Winter + 3 Güllegaben im Sommer versus 4 Güllegaben im Sommer),

6 Lysimeter, alle Boden A, (**GüWi; GüSo**)

Ergebnisse

Die Untersuchungsperiode lag mit 950 mm Jahresniederschlag knapp 10% unter dem langjährigen Mittel (1961-

¹ Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstraße 191, CH-8046 ZÜRICH

* Ansprechpartner: Dr. Volker Prasuhn, volker.prasuhn@art.admin.ch

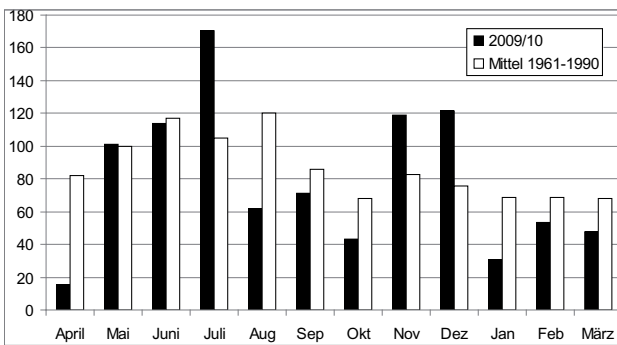


Abbildung 1: Monatsniederschläge (mm) der Station Zürich-Reckenholz für das Jahr 2009/10 und das langjährige Mittel (1961-1990)

1990) dieser Messstation von 1042 mm (Abbildung 1). Einem extrem trockenen April und ausgeglichenen Mai und Juni folgte ein sehr feuchter Juli. Mit 50 mm wurde am 17.7.2009 ein sehr hoher Tagesniederschlag gemessen. August, September und Oktober waren deutlich zu trocken, November und Dezember zu nass und Januar, Februar und März dann wieder zu trocken. Den Verlauf der Tagesniederschlagssummen zeigt Abbildung 2 Mitte. An 131 Tagen wurde eine Tagesniederschlagsmenge >1 mm gemessen, an 9 Tagen >20 mm.

Der Verlauf der täglichen Sickerwassermengen ist am Beispiel eines Lysimeters (Verfahren Dü130, Silomais-Wintergerste) dargestellt (Abbildung 2 unten). Bis zum 27.5.2009, einem Tag mit über 40 mm Tagesniederschlag, gab es kaum Sickerwasser. Die nächsten markanten Ta-

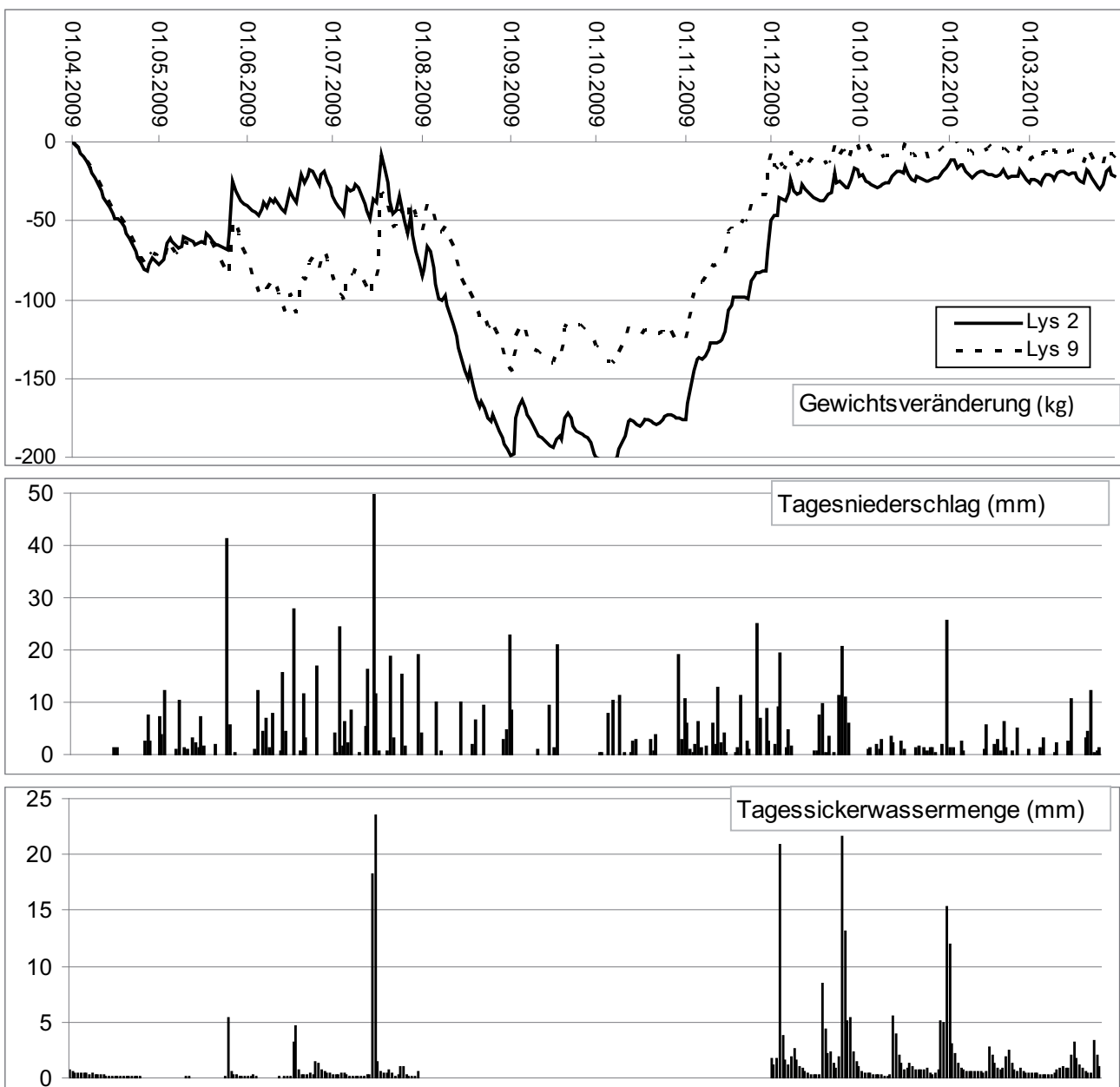


Abbildung 2: Gewichtsveränderung zweier ausgewählter Lysimeter (oben), Tagesniederschläge (Mitte) und Tagessickerwassermenge von Lysimeter 2 (unten) für die Untersuchungsperiode vom 1.4.2009 bis 31.03.2010

gessickerwassermengen ergaben sich am 17./18.7.2009 mit insgesamt 42 mm nach Niederschlägen von 62 mm auf bereits feuchten Boden. Dies ist eine eher außergewöhnlich hohe Sickerwassermenge zu einem Zeitpunkt, an dem mit hoher Evapotranspiration und hoher Wasserspeicherfähigkeit des Bodens zu rechnen ist. In den folgenden vier Monaten fand fast keine Sickerwasserbildung statt. Selbst die überdurchschnittlich hohen Niederschläge im November wurden noch vollständig vom Boden aufgenommen. Erst im Dezember waren die Böden vollständig aufgesättigt und fast sämtlicher Niederschlag der Folgemonate ging als Sickerwasser verloren.

Der Verlauf der Gewichtsveränderung der Lysimeter wird am Beispiel von zwei unterschiedlichen Verfahren bzw. Kulturen (Lys2 = Dü130 mit Silomais-Wintergerste und Lys9 = ÖLN1 mit Klee graswiese-Winterweizen) in *Abbildung 2 oben*, dargestellt. 1 kg Gewichtsveränderung entspricht dabei 1 mm Wassergehaltsänderung. Am 1.4.2009 waren beide Lysimeter nahezu aufgesättigt. Im niederschlagsarmen April verloren beide Lysimeter rund 80 mm Wasser. Ab dem 20.5.2009 verlaufen die beiden Kurven unterschiedlich. Die Wiese verdunstete mehr Wasser als der junge Mais. Der hohe Tagesniederschlag vom 26.5.2009 führte bei beiden zu einer markanten Gewichtszunahme, die Wiese verdunstete dann aber wieder deutlich mehr Wasser als der Mais. Am 14.6.2009 erreichte die Wiese einen ersten Tiefpunkt mit 108 kg Gewichtsabnahme seit Versuchsbeginn und hatte zu diesem Zeitpunkt fast 70 mm mehr Wasser verdunstet als der Mais. Der Starkregen vom 18.7.2009 konnte vom Mais nicht vollständig aufgenommen werden. Der Boden erreichte wieder fast das Ausgangsgewicht und bildete 42 mm Sickerwasser. Die Wiese konnte dagegen die gesamten 62 mm Niederschlag aufnehmen. Ab dem 19.7.2009 ver-

dunstet der Mais mit bis zu 10 mm pro Tag deutlich mehr Wasser als die Kunstwiese. Am 26.7.2009 wogen beide Böden wieder gleich viel, ab dann trocknete der Boden unter Mais stärker aus als unter Wiese. Am 7.10.2009 erreichte der Boden mit Mais mit 202 kg Gewichtsverlust seinen trockensten Zustand und hatte zu diesem Zeitpunkt rund 65 kg weniger Gewicht als die Wiese. Bis zum 1.12.2009 konnte die Klee graswiese sämtliche Niederschläge aufnehmen, der Mais sogar noch etwa 8 Tage länger.

Die Jahressickerwassermengen schwankten zwischen 153 und 391 mm, je nach Boden und Kultur. Bei 950 mm Niederschlag und einer Bodenwassergehaltsänderung von um die 20 mm resultiert daraus eine Evapotranspiration von etwa 600 - 800 mm. Boden A zeigte die höchsten Sickerwassermengen. Der Einfluss der Anbaukulturen betrug bei Boden A maximal 140 mm (391 mm bei Silomais-Zwischenfutter gegenüber 251 mm bei Sommerweizen-Gründüngung). Die mittleren Nitratkonzentrationen waren generell niedrig. Bei Boden A lagen sie zwischen 1 und 15 mg/l NO₃, bei Boden B zwischen 5 und 29 mg/l NO₃ und bei Boden C zwischen 12 und 32 mg/l NO₃. Die resultierenden Nitratfrachten waren ebenfalls gering und lagen zwischen 0,5 und 10 kg/ha NO₃-N bei Boden A, 3 und 10 kg NO₃-N bei Boden B und 8 und 15 kg/ha NO₃-N bei Boden C.

Diskussion

Die 24 Lysimeterversuche auf der neuen Lysimeteranlage in Zürich-Reckenholz sind im Frühjahr 2009 planmäßig angelaufen. Die Resultate nach einem Jahr lassen nur bedingt Interpretationen und Rückschlüsse zu. Zum Einen sind alle Versuche als Langzeitversuche über 6 bis 7 Jahre mit unterschiedlichen Kulturen und Witterungsbedingungen angelegt. Zum anderen scheinen gewisse Effekte der

Tabelle 1: Zusammenstellung der Jahreswerte (1.4.2009-31.3.2010) von Sickerwasser und Nitrat für alle Lysimeterverfahren (Mittelwerte der 3 Wiederholungen)

| Fragestellung | Boden | Verfahren | Kulturen 2009/2010 | Sickerwasser (mm) | Nitratkonzentration (mg/l NO ₃) | Stickstofffracht (kg/ha NO ₃ -N) |
|---------------|-------|-----------|-------------------------------|-------------------|---|---|
| 1 | A | Dü0 | Silomais-Wintergerste | 380 | 2.4 | 2.0 |
| 1 | A | Dü70 | Silomais-Wintergerste | 334 | 5.4 | 4.1 |
| 1 | A | Dü100 | Silomais-Wintergerste | 310 | 5.3 | 3.7 |
| 1 | A | Dü130 | Silomais-Wintergerste | 291 | 5.5 | 3.6 |
| 1 | A | DüCu | Silomais-Wintergerste | 310 | 1.6 | 1.1 |
| 2 | A | BBMuA | Körnermais-Winterweizen | 312 | 6.2 | 4.3 |
| 2 | A | BBPfA | Körnermais-Winterweizen | 320 | 5.9 | 4.3 |
| 2 | B | BBMuB | Körnermais-Winterweizen | 290 | 4.5 | 3.0 |
| 2 | B | BBPfB | Körnermais-Winterweizen | 233 | 9.3 | 4.9 |
| 2 | C | BBMuC | Körnermais-Winterweizen | 341 | 17.1 | 13.2 |
| 2 | C | BBPfC | Körnermais-Winterweizen | 292 | 12.4 | 8.2 |
| 3 | A | Bio1A | Klee graswiese-Winterweizen | 253 | 15.3 | 8.7 |
| 3 | A | ÖLN1A | Klee graswiese-Winterweizen | 272 | 14.3 | 8.8 |
| 3 | B | Bio1B | Klee graswiese-Winterweizen | 153 | 27.9 | 9.6 |
| 3 | B | ÖLN1B | Klee graswiese-Winterweizen | 159 | 28.5 | 10.2 |
| 3 | C | Bio1C | Klee graswiese-Winterweizen | 190 | 32.5 | 13.9 |
| 3 | C | ÖLN1C | Klee graswiese-Winterweizen | 204 | 33.1 | 15.3 |
| 3 | A | BioIn2 | Silomais-Zwischenfutter | 375 | 12.1 | 10.3 |
| 3 | A | ÖLN2 | Silomais-Zwischenfutter | 391 | 10.2 | 9.0 |
| 3 | A | BioEx1 | Silomais-Dinkel | 266 | 15.4 | 9.3 |
| 4 | A | ZKNov | Sommerweizen-Gründüngung | 251 | 8.8 | 5.0 |
| 4 | A | ZKMärz | Sommerweizen-Gründüngung | 265 | 0.7 | 0.4 |
| 5 | A | GüWi | Klee graswiese-Klee graswiese | 329 | 6.4 | 4.8 |
| 5 | A | GüSo | Klee graswiese-Klee graswiese | 329 | 5.6 | 4.1 |

Vornutzung der Böden die Resultate des ersten Jahres zu beeinflussen. So war auf dem Boden A als Vornutzung zwei Jahre eine extensive Wiese, die im Frühjahr 2009 umgebrochen wurde, und auf Boden B ein Jahr lang eine Klee graswiese. Die niedrigen Nitratkonzentrationen sind vermutlich auf diese Vornutzung zurückzuführen. Boden C, der ein Jahr lang als verunkrautetes Stoppelfeld brach lag und anschließend ein halbes Jahr lang eine Klee graswiese hatte, zeigt dagegen leicht höhere Nitratkonzentrationen. Die Sickerwassermengen unterscheiden sich dagegen bei

den verschiedenen Verfahren und Böden erwartungsgemäß. Die Auswertungen der folgenden Jahre werden zeigen, wann und wie stark die Nitratkonzentrationen steigen werden. Erst dann werden detailliertere Auswertungen möglich sein.

Literatur

PRASUHN, V., E. SPIESS und M. SEYFARTH, 2009: Die neue Lysimeteranlage Zürich-Reckenholz. 13. Gumpensteiner Lysimeter tagung, Irdning, 11-16.