

Einfluss des Bodens auf die Nitratauswaschung unter Silomais

W. STAUFFER und E. SPIESS

Abstract

Yields of a silage maize monoculture and nitrate leaching were measured in a lysimeter trial on three soils differing in soil texture and humus content. On a calcareous cambisol not only crop yield and N offtake were highest, but also the amount of nitrate leached. In contrast leachate volume was in the same order of magnitude as from a eutric fluvisol and an orthic luvisol.

Zusammenfassung

Die Erträge einer Silomais-Monokultur und die Nitratauswaschung wurden in einem Lysimeterversuch mit drei Böden, welche sich in Textur und Humusgehalt unterschieden, ermittelt. Auf der Kalkbraunerde waren nicht nur Pflanzenertrag und N-Entzug am höchsten, sondern auch die ausgewaschene Nitratmenge. Dagegen lag die Sickerwassermenge in der gleichen Grössenordnung wie unter dem Fluvisol und der Parabraunerde.

Einleitung

Der Boden hat einen bedeutenden Einfluss auf die Sickerwasserbildung und die Nitratauswaschung. Die Bodenart und die Gründigkeit beeinflussen zum Beispiel die Sickerwasserbildung über das Wasserspeichervermögen des Bodens (AMBERGER und SCHWEIGER, 1973; FURRER, 1978). Der Humusgehalt wiederum beeinflusst nicht nur das Wasserspeichervermögen des Bodens (AG Boden, 1994; FREI, 1971), sondern über das Mineralisierungspotential auch die ausgewaschene Nitratmenge (DRESSEL, 1992). Die Quantifizierung der Auswirkungen dieser Faktoren ist schwierig, aber notwendig, damit die Nitratauswaschung in Gebieten mit unterschiedlichen Böden mittels Modellen zuverlässig berechnet werden kann.

Tabelle 1: Eigenschaften der drei Böden (0-40 cm Tiefe) zu Versuchsbeginn.

| Bodentyp | Ton | Schluff | Sand | pH | C _{org} | N _{tot} |
|---------------|-----|---------|------|-----|------------------|------------------|
| Fluvisol | 9% | 11% | 80% | 7.9 | 2.2% | 0.13% |
| Parabraunerde | 17% | 26% | 57% | 7.5 | 1.7% | 0.15% |
| Kalkbraunerde | 40% | 33% | 27% | 7.6 | 3.1% | 0.22% |

Tabelle 2: Ertrag, N-Gehalt und N-Entzug von Silomais auf drei Böden sowie Niederschlag, Sickerwassermenge, Nitratgehalt und ausgewaschene Nitratmenge (Mittelwerte von fünf Jahren).

| | Fluvisol | Parabraunerde | Kalkbraunerde |
|--------------------------------------|----------|---------------|---------------|
| Ertrag (dt TS/ha) | 135 | 184 | 214 |
| N-Gehalt (g N/kg TS) | 7.4 | 9.6 | 10.5 |
| N-Entzug (kg N/ha) | 100 | 176 | 225 |
| Niederschlag (mm) | | 1 121 | |
| Sickerwassermenge (mm) | | 631 | 660 |
| Nitratgehalt (mg NO ₃ /l) | | 58 | 92 |
| Nitratauswaschung (kg N/ha) | | 82 | 132 |

Material und Methoden

Auf der Lysimeteranlage Bern-Liebefeld wurde ein sechsjähriger Versuch mit einer Silomais-Monokultur (mit Winterbrache) durchgeführt. Drei unterschiedliche Böden (Tabelle 1) wurden in zweifacher Wiederholung in die Lysimetergefässe (1 m² Oberfläche und 1,50 m Tiefe) gefüllt. Alle Verfahren wurden abschliesslich mit Rindergülle gedüngt und erhielten jedes Jahr mit vier GÜllegaben von je 30 m³ die gleiche Nährstoffmenge (227 kg N_{tot}/ha, 121 kg NH₄-N/ha, 48 kg P/ha, 299 kg K/ha im Durchschnitt aller Jahre). Da dieser Versuch die Simulation der Verhältnisse auf einem intensiven Rindviehmastbetrieb mit zu wenig Güllelagerkapazität zum Ziel hatte, wurde je eine Gabe im Winter, vor der Saat, im Juni und nach der Ernte ausgebracht (STAUFFER, 1993). In die Auswertung wurden nur die fünf letzten Versuchsjahre einbezogen.

Resultate und Diskussion

Der Silomais-Ertrag fiel im Durchschnitt aller Jahre mit 214 dt TS/ha auf der Kalkbraunerde am höchsten aus, während er

auf dem Fluvisol fast 40% geringer war (Tabelle 2). Die Parabraunerde nahm eine Mittelstellung ein. Im Laufe des Versuchs gingen die Erträge auf allen Böden infolge der geringeren Düngung zurück (Abbildung 1). Zwar wurde jeweils die gleiche Güllemenge ausgebracht, aber die Nährstoffgehalte sanken während des Versuchs beträchtlich, was auf eine stärkere Verdünnung der Gülle mit Wasser zurückzuführen ist. Der N-Gehalt und der N-Entzug der Maispflanzen waren ebenfalls auf der Kalkbraunerde am höchsten und auf dem Fluvisol am geringsten. Der N-Gehalt der Pflanzen war vermutlich stark von der N-Mineralisierung abhängig, denn die Kalkbraunerde wies den höchsten N_{tot}-Gehalt aller Böden auf.

Die Sickerwassermengen fielen in allen Verfahren ähnlich hoch aus (Tabelle 2). Aufgrund des Bodenprofils wäre für den Fluvisol mit einem hohen Sandanteil im Unterboden und der dadurch geringen nutzbaren Feldkapazität eine höhere Sickerwasserbildung erwartet worden. Zudem dürfte auf diesem Boden infolge der geringen Erträge auch die Transpi-

Autoren: Dr. Werner STAUFFER und DI Ernst SPIESS, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART % ALP, CH-3003 BERN, werner.stauffer@art.admin.ch

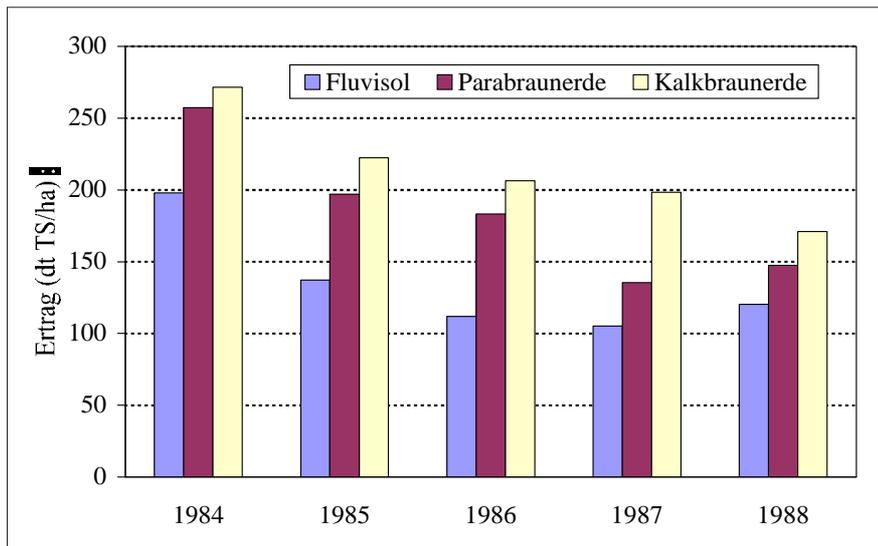


Abbildung 1: Silomais-Erträge in den fünf Untersuchungsjahren.

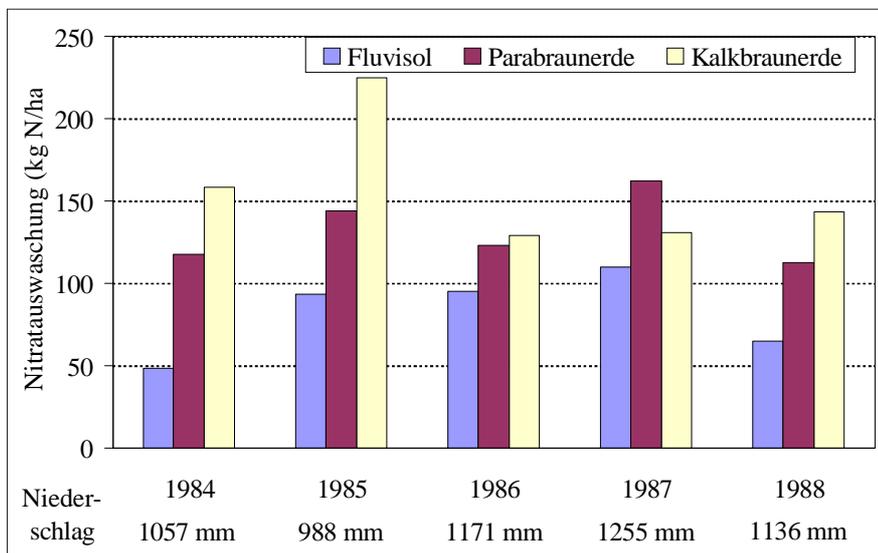


Abbildung 2: Nitratauswaschung unter drei Böden und Niederschlagsmenge in fünf Untersuchungsjahren.

ration niedriger ausgefallen sein. Die vorliegenden Ergebnisse widersprechen denjenigen von AMBERGER und SCHWEIGER (1973) und MEISSNER et al. (1995), bestätigen aber diejenigen von KÖHNLEIN und WEICHBRODT (1971), die unter sandigen Böden ebenfalls nicht mehr Sickerwasser als bei schwereren Böden gemessen haben.

Der durchschnittliche Nitratgehalt lag in allen Verfahren über dem schweizerischen Toleranzwert von 40 mg NO₃/l (Tabelle 2). Die ausgewaschenen Nitratmengen fielen infolge der Mais-Monokultur, der langen Winterbrache und den beiden Güllegaben im Herbst und im Winter sehr hoch aus. Zudem wurden alle Böden in den letzten Jahren vor Ver-

suchsbeginn als Grasland genutzt und wiesen somit gegenüber Ackerböden höhere Humusgehalte auf. Wenn Dauerwiesen oder mehrjährige Ansaatwiesen umgepflügt werden, ist dies in den ersten Jahren nach dem Umbruch mit einer höheren N-Mineralisierung verbunden (JOHNSTON et al., 1994). Angesichts der hohen Niederschläge und Sickerwassermengen (Tabelle 2) muss davon ausgegangen werden, dass das Nitrat während des Winters fast vollständig ausgewaschen wurde. Unter der Kalkbraunerde wurde fast doppelt so viel Nitrat wie unter dem Fluvisol ausgewaschen. Da auf der Kalkbraunerde die höchsten Erträge und N-Entzüge erzielt wurden und die Sickerwassermenge nur leicht höher war, kann dieses Ergebnis

nur mit dem im Vergleich zu den anderen Verfahren um 45% (Parabraunerde) bzw. 70% (Fluvisol) höheren N_{tot}-Gehalt des Oberbodens (Tabelle 1) und der dadurch verstärkten N-Mineralisierung erklärt werden. Die zeitliche Entwicklung der ausgewaschenen Nitratmengen lässt keinen eindeutigen Trend erkennen (Abbildung 2). Einerseits war in den ersten Versuchsjahren die N-Mineralisierung infolge der Umwandlung von Gras in Ackerland höher, andererseits wurden in den Jahren 1986-88 überdurchschnittliche Niederschlags- und Sickerwassermengen beobachtet.

Literatur

- AG BODEN, 1994: Bodenkundliche Kartieranleitung. 4. verbesserte und erweiterte Auflage. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 392 pp.
- AMBERGER, A. und P. SCHWEIGER, 1973: Wanderung der Pflanzennährstoffe im Boden und deren Bedeutung in einer umweltbewussten Landwirtschaft. Die Bodenkultur 24, 211-235.
- DRESSEL, J., 1992: Ergebnisse langjähriger Lysimeterversuche zur Stickstoffversickerung bei verschiedenen Anbausystemen und unterschiedlicher Düngung. In: Praktische Ergebnisse aus der Arbeit mit Lysimetern. Bericht über die 2. Lysimetertagung. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Irnding, 1-12.
- FREI, E., 1971: Der Einfluss der organischen Dünger und der Vegetation auf den Humuszustand des Bodens. Schweiz. Landw. Fo. 10, 352-373.
- FURRER, O.J., 1978: Abschwemmung und Auswaschung von Nährstoffen. In: FAC-Informationstagung "Landwirtschaft und Gewässerschutz", 27.10.78, Bern, 31-52.
- JOHNSTON, A.E., J. McEWEN, P.W. LANE, M.V. HEWITT, P.R. POULTON and D.P. YEOMAN, 1994: Effects of one to six year old ryegrass-clover leys on soil nitrogen and on the subsequent yields and fertilizer nitrogen requirements of the arable sequence winter wheat, potatoes, winter wheat, winter beans (*Vicia faba*) grown on a sandy loam soil. J. agric. Sci., Camb. 122, 73-89.
- KÖHNLEIN, J. und H.-H. WEICHBRODT, 1971: Die Nährstoffauswaschung aus der Ackerkrume in den Unterboden und ihr Einfluss auf die Nährstoffbilanz. Z. Acker- und Pflanzenbau 134, 50-82.
- MEISSNER, R., H. RUPP, J. SEEGER und P. SCHONERT, 1995: Langjährige Lysimeterversuchsergebnisse über den Einfluss einer gestaffelten Minereraldüngung auf den Nährstoffaustrag. Arch. Acker- Pflanzenbau Bodenk. 39, 197-219.
- STAUFFER, W., 1993: Einfluss von Bepflanzung, Gülleanwendung und Güllegrubengröße auf die Nitratauswaschung in einem Lysimeterversuch. Schweiz. Landw. Fo. 32, 229-234.