

# Beschreibung des Wasser- und Stoffhaushaltes im Kleineinzugsgebiet „Schaugraben“ auf der Grundlage von Lysimeterdaten und mittels Modellsimulation

J. SEEGER, R. MEISSNER und U. FRANKO

## Abstract

In this paper a comparison for the calculation of the amount of seepage water and nitrogen leaching losses based on lysimeter studies and model simulations with CANDY (Carbon and Nitrogen Dynamics) is given. The differences for both parameters are relatively small. The available data and methods are not suitable to calculate the impact of further intensity of land use management on accelerate nitrogen leaching losses in the catchment scale.

## Einleitung

Bestärkt durch die seit Beginn der 90er Jahre wachsende Forderung, Forschungsarbeiten nicht mehr nur auf das "Lysimeter" an sich zu beschränken, sondern verallgemeinerungsfähige Aussagen für repräsentative Gebiete zu erarbeiten, werden auf den differenzierten Maßstabebenen Lysimeter - Feld - Einzugsgebiet Untersuchungen zur Aufklärung der Beziehungen zwischen der in einem Flusseinzugsgebiet stattfindenden Landnutzung und deren Auswirkungen auf den Wasser- und Stoffhaushalt vorgenommen. Die in der UFZ-Lysimeterstation Falkenberg etablierten Versuche bilden dabei für die im Referenzgebiet "Schaugraben" angetroffene Landnutzung eine unmittelbare Bezugsgröße und ermöglichen durch die Realisierung typischer Landnutzungsszenarien in relativ kurzer Zeit Aussagen über die Stoffverlagerung in der ungesättigten Bodenzone (MEISSNER et al., 1998). Um das Ziel zu realisieren, häufig fehlende Gebietsdaten durch Erkenntnisse aus Lysimeterversuchen zu ersetzen und so eine Datenbasis für Szenarioberechnungen und Modellierungsarbeiten zu schaffen, wurde eine erste Gegenüberstellung des sickerwassergebundenen Stickstoff(N)-

Austrages, einmal ermittelt auf der Grundlage von Hochrechnungen aus Lysimeterergebnissen und zum anderen durch Simulation mit dem dynamischen Modell CANDY, durchgeführt (FRANKO, 1996). Neben dem direkten Vergleich der unabhängig voneinander ermittelten Kennzahlen war auch von Interesse, ob die vorliegenden Ergebnisse bzw. Methoden ausreichen, um signifikante Beziehungen zwischen der Intensität der Landnutzung und der N-Auswaschung auf der Teileinzugsgebietskala nachweisen zu können.

## Material und Methoden

Der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte Vergleich des sickerwassergebundenen N-Austrages erfolgte in 4 Teileinzugsgebieten (FE) des Kleineinzugsgebietes "Schaugraben" mit einer Gesamtfläche von 2414 ha. Die Größen der einzelnen FE und der jeweiligen Acker-, Grünland- und Waldnutzungsareale sind in *Tabelle 1* zusammengestellt. Zusätzlich ist das Ergebnis von Erhebungen im Zeitraum zwischen 1990 und 1997 aufgeführt, die die auf die reine Ackerfläche bezogenen Anteile an den Hauptanbaufrüchten Getreide und Mais sowie den Stilllegungsanteil zeigen. Diese Informationen als Ausdruck für die Bewirtschaftungsintensität im Untersuchungsgebiet bilden die Grundlage für beide Berechnungsmethoden.

**Tabelle 1: Größe der Teileinzugsgebiete (FE) des Untersuchungsgebietes "Schaugraben", der anteiligen Flächennutzung und die Schwankungsbreite der auf der Ackerfläche angebauten Hauptfruchtarten bzw. des Stilllegungsanteils**

	Größe (ha)	anteilige Flächennutzung (%)			anteilige Ackerflächennutzung sowie Schwankungsbreite (%)		
		Acker	Grünl.	Wald	Getreide	Mais	Stilllegung
FE1	612	55	2	42	<b>40</b> (23-51)	<b>18</b> (6-39)	<b>23</b> (8-50)
FE2	799	79	14	7	<b>48</b> (36-66)	<b>22</b> (13-36)	<b>11</b> (0-18)
FE3	793	56	36	8	<b>47</b> (39-53)	<b>16</b> (0-54)	<b>9</b> (0-26)
FE4	210	98	0	2	<b>72</b> (29-100)	<b>5</b> (0-20)	<b>2</b> (0-8)

Über die Ermittlung von jährlichen sickerwassergebundenen N-Austragswerten aus dem Gebiet auf der Basis der Kopplung der zuvor dargestellten landwirtschaftlichen Flächennutzung mit gemessenen N-Austrägen aus weitgehend pedologisch vergleichbaren und identisch bewirtschafteten Lysimetern wurde bereits von MEISSNER et al. (1999a, b) berichtet. Für die Modellsimulation standen neben den schlaggenauen Bewirtschaftungsdaten auch zusätzliche Informationen für die im Gebiet angetroffenen Hauptbodenarten durch spezielle bodenphysikalische Untersuchungen im Einzugsgebiet zur Verfügung.

## Ergebnisse

Aus den in *Tabelle 2* zunächst nur für die ackerbaulich genutzten Flächen dargestellten Ergebnissen ist ersichtlich, dass sowohl bei der Sickerwassermenge als auch der mittleren N-Auswaschung prinzipiell eine hohe Übereinstimmung zwischen Lysimetermesswerten und Simulationsberechnungen festgestellt werden konnte. Während bezogen auf das gesamte Einzugsgebiet für die Sickerwassermengen die Differenzen im Mittel bei nur 3 mm lagen, wurden die N-Austräge bei der Simulation um durchschnittlich 11 kg/ha unterschätzt.

Ein von der Intensität der Landnutzung auf den ackerbaulich genutzten Flächen

**Autoren:** Juliane SEEGER und Ralph MEISSNER, Lysimeterstation Falkenberg, Dorfstraße 55, D-39615 FALKENBERG; Uwe FRANKO, UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Sektion Bodenforschung, Theodor-Lieser-Straße 4, D-06120 HALLE

**Tabelle 2: Vergleich der durch unterschiedliche Methoden ermittelten mittleren Sickerwassermengen und des mittleren N-Austrages aus den Ackerflächen der Teileinzugsgebiete des Kleineinzugsgebietes "Schaugraben" (Mittelwerte aus dem Versuchszeitraum 1990 bis 1997)**

	mittl. Sickerwassermenge (mm)		mittl. N-Austrag (kg/ha)	
	aus Lysimetern	aus Simulation	aus Lysimetern	aus Simulation
FE1	98	89	33	18
FE2	101	89	33	21
FE3	83	88	28	23
FE4	98	98	30	18

**Tabelle 3: Vergleich der durch unterschiedliche Methoden ermittelten jährlichen Sickerwassermengen in Abhängigkeit vom Niederschlagsdargebot**

Versuchsjahr	Sickerwasser (mm)								Niederschlag (mm)
	FE1		FE2		FE3		FE4		
	Lysimeter	Modell	Lysimeter	Modell	Lysimeter	Modell	Lysimeter	Modell	
1994	317	252	324	235	221	237	303	259	743
1995	150	117	146	121	148	120	142	114	480
1996	7	0	6	4	4	1	3	5	446
1997	15	3	27	2	15	0	30	6	452

abhängiger Trend bezüglich der N-Auswaschungshöhe wurde weder durch die Übertragung der Lysimeterergebnisse noch durch die Simulation mit dem Modell CANDY nachgewiesen. Als Ursache hierfür wird vor allem die hohe Variabilität des natürlichen Niederschlagsdargebotes in den Einzeljahren angesehen, wie die in *Tabelle 3* enthaltenen Gegenüberstellungen belegen.

Der ausgewählte vierjährige Darstellungszeitraum mit z.T. gravierenden Unterschieden in der gemessenen Niederschlagsmenge spiegelt für beide Methoden in einheitlicher Tendenz die hohen Niveauunterschiede der daraus resultierenden Sickerwasserhöhen in den Einzeljahren wider.

Ähnlich wie bei früheren Auswertungen, die mit Hilfe von Clusteranalysen zur Separierung von Einflussfaktoren durchgeführt wurden, zeigte sich auch hier, dass der Nachweis zwischen zunehmen-

der Intensivierung auf der Fläche und deren Auswirkungen im Sicker- und Grundwasser kompliziert ist.

Die auf der Basis von Lysimetermessungen vorgenommene Berücksichtigung aller im Einzugsgebiet vorhandenen Acker-, Grünland- und Waldflächen führte dagegen im betrachteten siebenjährigen Versuchszeitraum zu einer plausiblen Differenzierung der mittleren Sickerwasserhöhen und der daran gebundenen N-Austräge in den Teileinzugsgebieten. So ist trotz der zu verzeichnenden großen Niveauunterschiede in den Einzeljahren die nachweislich geringere Grundwasserneubildung unter Waldnutzung für die niedrigeren sickerwassergebundenen N-Austräge in FE1 verantwortlich, und die hohen Ackerflächenanteile in FE2 und FE4 haben vermehrte N-Austräge zur Folge (*Abbildung 1*). Die auf diese Weise bestimmten mittleren Werte der Sickerwassermengenbil-

dung - für FE1 = 56 mm, für FE2 = 93 mm, für FE3 = 78 mm und für FE4 = 96 mm - korrespondieren gut mit den im Zeitraum von 1993 bis 1999 durch Pegelmessungen ermittelten Gebietsabflüssen von im Mittel 95 mm.

### Schlussfolgerungen

- Die gute Vergleichbarkeit der auf der Basis der Hochrechnung von Lysimeterergebnissen und durch Simulation mit dem Modell CANDY ermittelten Sickerwassermengen und N-Austräge aus einem Kleineinzugsgebiet bestätigt die Eignung von Lysimeterergebnissen als Datenbasis für Szenario-rechnungen.
- Aufgrund der hohen Variabilität des natürlichen Niederschlagsdargebotes konnte weder mit der Lysimeter- noch mit der Simulationsmethode eine signifikante Beziehung zwischen erhöhter Intensität der Bodennutzung und zunehmender N-Auswaschung nachgewiesen werden.
- Auf der Grundlage von Lysimeterergebnissen lassen sich plausible Abschätzungen über die Höhe der Sickerwassermenge und den N-Austrag für differenziert genutzte Teileinzugsgebiete vornehmen.

### Literatur

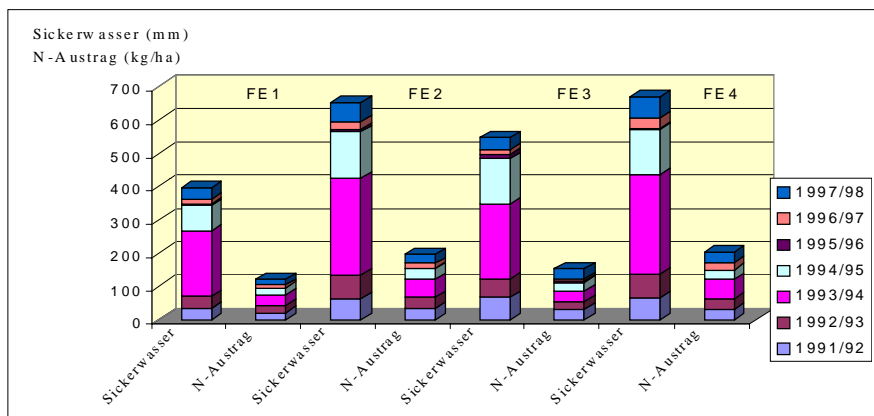
FRANKO, U. (1996): Modelling approaches of soil organic matter turnover within the CANDY System. In: D.S. Powlson, P. Smith and J.U. Smith (Ed.) Evaluation of soil organic matter models using existing long term datasets. Springer, Berlin Heidelberg, pp. 247-254

MEISSNER, R., J. SEEGER, H. RUPP, (1998): Lysimeter studies in East Germany concerning the influence of set aside of intensively farmed land on the seepage water quality. In: Agriculture, Ecosystems and Environment 67, pp. 161-173

MEISSNER, R., J. SEEGER, H. RUPP und H. BALLA, (1999a): Ermittlung von N-Exportkoeffizienten im Kleineinzugsgebiet "Schaugraben". In: Bericht über die 8. Lysimetertagung: Stoffflüsse und ihre regionale Bedeutung für die Landwirtschaft. BAL Gumpenstein vom 13. und 14. April 1999, S. 169-171

MEISSNER, R., J. SEEGER, H. RUPP und H. BALLA, (1999b): Assessing the impact of land use changes on water quality. In: Wat. Sci. Tech., 40, No. 2, pp. 1-10

MEISSNER, R. et al. (2000): Quantifizierung von diffusen Stoffausträgen aus der landwirtschaftlichen Flächennutzung in den Einzugsgebieten von Oka und Elbe. In: UFZ-Bericht Nr. 13/2000, 103 S



**Abbildung 1: Vergleich der Sickerwassermengenbildung und der N-Austräge in den Teileinzugsgebieten des Kleineinzugsgebietes "Schaugraben" (basierend auf Lysimetermessungen)**