

# Einfluss der Landnutzung auf die Nitrat-Konzentration im Sickerwasser

T. SCHMIDT, U. FRANKO und M. VOLK

## Abstract

Das Vorgehen bei der Modellierung des Einflusses der Landnutzung auf die Nitratkonzentration des Sickerwassers wird stark von der Verfügbarkeit der Daten und den auf dieser Basis anwendbaren Simulationsmodulen geprägt. Die vorhandene Datengrundlage im Untersuchungsgebiet hat dazu geführt, dass die Grundwasserbildung mit dem Abflussbildungsmodell ABIMO und die Stickstoffauswaschungsraten unter Ackerland mit dem Simulationssystem CANDY ermittelt wurden. Die Austragsraten aus den Landschaftseinheiten Grünland und Forstgebiete wurden von Literaturangaben abgeleitet. Die Kombination der Flächenanteile mit den Simulationsergebnissen bzw. Literaturdaten erlaubt eine fundierte Gesamtaussage, die sich ausschließlich auf Statistikdaten und Kartenwerke gründet.

The approach to model the impact of land use on the nitrate-concentration of seepage water depends on the availability of data and the usage of models. The available data for the analysed catchment was the reason to use the model ABIMO for groundwater recharge simulation and the model CANDY for simulation of nitrate losses on arable land. Nitrate losses of forestry and grassland are derived from literature values. The percentage of the areas in combination with simulation results resp. literature values allows general statements, which are based on statistics and maps.

## 1. Problemstellung

Vielfältige Informationsquellen stellen die Grundlage einer flächenhaften Bewertung der Landnutzung dar. Die Wahl der Methodik, wie diese unscharfen Daten für eine detaillierte Aussage über die Grundwasserqualität genutzt werden können, ist im Kontext zum relativen Aufwand zu sehen. Sowohl die Datenrecherche als auch die inhaltliche Bearbeitung kann nur in Relation zur Größe

des Bewertungsraums erfolgen. Die Ableitung einer Methodik zur Erzeugung der Modell-Inputs auf der Basis relativ unscharfer Eingangsdaten ist deshalb eine ebenso wichtige Zielstellung, wie die Quantifizierung der Stickstoffausträge selbst (FRANKO et al. 2001).

## 2. Spezifikation: Wald, Grünland, Ackerland

Für die Bewertung der Landnutzung im Untersuchungsgebiet wurden die drei Hauptnutzungsvarianten Wald, Grünland und Ackerland ausgewählt. Urbane Flächen und Gewässer wurden nicht berücksichtigt.

Zur Identifikation aller relevanten Untersuchungsobjekte wurden Gemeinde- und Kreisstatistiken zur Flächennutzung, Anbauverhältnisse von Kulturarten und zum Viehbesatz ausgewertet. Bodenkarten und Klimadaten ergänzen den Satz von Eingangsdaten.

Zur Bewertung der Untersuchungsobjekte erfolgen neben einer detaillierten Simulation ackerbaulicher Standorte ver-

gleichsweise grobe Abschätzungen der Stickstoffausträge unter Wald und Grünlandflächen, die einer Literaturrecherche zugrunde liegen.

Die Grundwasserbildung (GWB) wurde flächendeckend mit dem Abflussbildungsmodell ABIMO vorgenommen. Eingangsgrößen hierfür waren die Rasterdaten zum mittleren Jahresniederschlag, diverse Bodenparameter und die Flächennutzung (VOLK et al. 2001). Ergebnisse aus dieser Analyse werden gemeinsam mit den N-Austragsraten am Ende jeden Abschnitts aufgeführt.

### 2.1 Wald

Stickstoffausträge mit dem Sickerwasser aus forstwirtschaftlich genutzten Flächen unterliegen einer hohen Variabilität. Studien zur Waldökosystemforschung beschreiben die Spannweite der N-Austräge mit 1 bis 62 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (DVWK 1990, UBA 1994).

In Anlehnung an WENDLAND et al. (1993), dass 50 % des atmosphärischen Inputs das Grundwasser erreicht wird der NO<sub>3</sub>-Austrag auf 30 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> geschätzt

**Tabelle 1: Nitrat auswaschung und Grundwasserneubildung unter Wald**

Raumkategorien	Wald			
	Grundwasserneubildung		Nitrat auswaschung	
	TWSG	kein TWSG	TWSG	kein TWSG
Elbtal	89 mm	89 mm	30 kg/ha*a	30 kg/ha*a
Heide	104 mm	104 mm	30 kg/ha*a	30 kg/ha*a

**Tabelle 2: Nitrat auswaschung und Grundwasserneubildung unter Grünland**

Raumkategorien	Grünland			
	Grundwasserneubildung		Nitrat auswaschung	
	TWSG	kein TWSG	TWSG	kein TWSG
Elbtal	144 mm	144 mm	5 kg/ha*a	8,7 kg/ha*a
Heide	168 mm	168 mm	5 kg/ha*a	8,7 kg/ha*a

**Tabelle 3: Nitrat auswaschung und Grundwasserneubildung unter Ackerland**

Raumkategorien	Ackerland			
	Grundwasserneubildung		Nitrat auswaschung	
	TWSG	kein TWSG	TWSG	kein TWSG
Elbtal	123 mm	123 mm	12 kg/ha*a	19 kg/ha*a
Heide	176 mm	176 mm	44 kg/ha*a	62 kg/ha*a

**Autoren:** Thomas SCHMIDT und Dr. Uwe FRANKO, Sektion Bodenforschung, Martin VOLK, Sektion Angewandte Landschaftsökologie, Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Theodor-Lieser-Straße 5, D-06120 HALLE/SAALE

Tabelle 4: Flächenanteile der verschiedenen Raumkategorien

Raumkategorie	Wald		Grünland				Ackerland					
	TWSG [%]	[mg/l]	kein TWSG [%]	[mg/l]	TWSG [%]	[mg/l]	kein TWSG [%]	[mg/l]	TWSG [%]	[mg/l]	kein TWSG [%]	[mg/l]
Elbtal	3	149	5	149	4	15	2	27	11	43	10	68
Heide	6	128	18	128	1	13	7	23	5	111	28	156

(Schätzung des Gesamteintrages: 60 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>, nach KREUTZER 1993), GWB wurde mit ABIMO ermittelt.

## 2.2 Grünland

Aufgrund von Restriktionen im Trinkwasserschutzgebiet bzw. Maßnahmen im Rahmen des Kulturlandschaftsprogrammes (KULAP) des Sächsischen Ministeriums für Umwelt und Landwirtschaft wurden in Anlehnung an Behrendt (1995) folgende Nitrat-Auswaschungsraten geschätzt bzw. die GWB mit ABIMO ermittelt (siehe Tabelle 2).

## 2.3 Ackerland

Die Stickstoffauswaschung unter ackerbaulich genutzten Böden wurde hier mit dem Simulationssystem CANDY (FRANKO et al. 1994) berechnet. Um die landwirtschaftlichen Aktivitäten zu charakterisieren und Simulationsobjekte zu generieren wurde die Region zunächst in 4 Bereiche unterteilt, die sich in der ackerbaulichen Nutzung grundlegend unterscheiden: Die erste Untergliederung wurde im Bereich der Landschaftsformen Elbaue und Heide vorgenommen. Die Elbaue weist grundsätzlich ertragreiche Böden mit der Leitbodenform Vega auf. In den Heiden dominieren leichte Böden wie z.B. die Sand-Braunerde mit 60 % Anteil am gesamten Ackerland. Insgesamt wurden die 9 wichtigsten Bodenformen berücksichtigt.

Eine weitere grundlegende Differenzierung wurde in Bezug auf Trinkwasserschutzgebiete (TWSG) vorgenommen, so dass insgesamt 4 Teilregionen zu definieren sind: Elbaue innerhalb und außerhalb des TWSGs, bzw. Heide innerhalb und außerhalb des TWSGs.

Im Bereich dieser 4 Einheiten wurden für das Simulationssystem CANDY jeweils 10 typische Betriebsformen definiert, die für ökologischen, integrierten (3 Stufen) und konventionellen Landbau je einen Marktfruchtbetrieb und einen Viehbetrieb ausweisen.

Aus der Kombination aller Einflussfaktoren können 360 Simulationsobjekte abgebildet werden.

Als Datengrundlage zum Anbauverhältnis, Ertragszahlen und Viehbesatz wurden die Kreis und Gemeindestatistiken des Landkreises Torgau-Oschatz für das Jahr 1997 ausgewertet.

Die Klimadaten wurden von Messwerten der Klimastation des Deutschen Wetterdienstes in Oschatz abgeleitet. Die Bodenparameter wurden auf der Grundlage der Mittelmaßstäbigen Kartieranleitung und Beschreibungen nach Kundler (1989), sowie eigenen Bodenansprachen und Laboruntersuchungen festgelegt.

Die Bewirtschaftungsszenarien wurden über einen Zeitraum von 100 Jahren berechnet. Aufgrund des Zeitverhaltens der Böden in Bezug auf die Humusdynamik wurden nur die letzten 50 Jahre ausgewertet, die im Gleichgewichtszustand (steady-state) ein konstantes Humusniveau aufweisen. Die Gewichtung der verschiedenen Betriebsformen und Anbauintensitäten ergibt folgende Mittelwerte (siehe Tabelle 3).

## 3. Regionalisierte Aussagen zur Nitratkonzentration im Sickerwasser

Tabelle 4 zeigt die prozentualen Flächenanteile [%] im Untersuchungsgebiet und die Nitratkonzentrationen im Sickerwasser [mg/l].

Aus der Kombination von GW-Neubildung und Nitrataustrag, bezogen auf die Flächenanteile der einzelnen Raumkategorien, errechnet sich eine mittlere Nitratkonzentration von **106 mg l<sup>-1</sup>** für das Gesamtgebiet.

## 4. Schlussfolgerung

Die Ermittlung der durchschnittlichen Nitratkonzentration im Sickerwasser ist im wesentlichen von den mehr oder weniger detaillierten Kartengrundlagen und Statistikdaten abhängig.

Diese relativ unscharfen Daten müssen flächendeckend und kontinuierlich vorliegen. Probleme beim Generieren von Simulationsobjekten bestehen noch darin, wie die Verteilung, z.B. des organi-

schen Düngers, auf einer Flächeneinheit (Gemeinde) realisiert wird und wie eine Differenzierung von Waldflächen und deren Austragsraten erfolgt.

Die errechnete Nitratkonzentration von 106 mg l<sup>-1</sup> liegt weit über dem Wert des zur Zeit geförderten Rohwassers. Jedoch ist ein Nitratdurchbruch zu erwarten, wenn die Waldböden stickstoffgesättigt sind und das Denitrifikationspotential im Aquifer aufgebraucht ist.

## Literatur

- DVWK, 1990: Stoffeintrag und Stoffaustrag in bewaldeten Einzugsgebieten, Schriftenreihe des DVWK, Heft 91, Parey, Hamburg, Berlin.
- FRANKO, U., B. OELSCHLÄGEL und S. SCHENK, 1994: Simulation of temperature-, water- and nitrogen-dynamics using the model CANDY. Ecological Modelling 81, 213-222.
- FRANKO, U., T. SCHMIDT und M. VOLK, 2001: Modellierung des Einflusses von Landnutzungsänderungen auf die Nitratkonzentration im Sickerwasser. In: Horsch, H., Ring, I., Herzog, F.: Nachhaltige Wasserbewirtschaftung und Landnutzung - Methoden und Instrumente der Entscheidungsfindung und Umsetzung (in Vorbereitung).
- KREUTZER, K., 1993: Immissionen atmosphärischer Stickstoffverbindungen aus Landwirtschaft und Verkehr. In: Wissenschafts-Pressekonferenz Hintergrundpapier vom 2.2.93, Bonn.
- KUNDLER, P., 1989: Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit, Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- BEHRENDT, A., 1995: Nährstoffdynamik hydro-morpher Böden Nordostdeutschlands am Beispiel langjähriger Nährstoffbilanzen. In: Gumpensteiner Lysimetertagung 1995 „Stofftransport und Stoffbilanz in der ungesättigten Zone“, BAL Gumpenstein, S. 51-54.
- UBA, 1994: Wirkungskomplex Stickstoff und Wald, IMA-Querschnittsseminar 21./22. November 1994, Umweltbundesamt, Berlin.
- VOLK, M., F. HERZOG und T. SCHMIDT, 2001: Modellierung des Einflusses von Landnutzungsänderungen auf die Grundwasserneubildung. In: Horsch, H., Ring, I., Herzog, F.: Nachhaltige Wasserbewirtschaftung und Landnutzung - Methoden und Instrumente der Entscheidungsfindung und Umsetzung (in Vorbereitung).
- WENDLAND, F., H. ALBERT, M. BACH und R. SCHMIDT, [Hrsg.] 1993: Atlas zum Nitratstrom in der Bundesrepublik Deutschland. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.