Wasser- und Stickstoffdynamik stillgelegter landwirtschaftlicher Flächen[1]

K.C. KERSEBAUM, Müncheberg
W. MIRSCHEL, Müncheberg
K.-O. WENKEL, Müncheberg

Abstract

In the context of the EC set aside program, the effects of different annual set aside practices on nitrogen and water budgets was investigated using time series measurements. These measurements were used to develop and calibrate a simple simulation model. The model is capable of adequately predicting the trends in water and nitrogen budgets for a number of cover crops. Simulated nitrate leaching were higher for most of the chosen cover crops than for normal grain crops. The lowest nitrate loads occurred in those fields allowed to reseed naturally. In general fields should be kept in continuous crop cover as long as possible to achieve the best reduction in nitrate leaching. Leguminous cover-crops should not be used especially on sandy soils.

1 Einleitung

Ziel des Flächenstillegungsprogramms ist die Extensivierung der landwirtschaftlichen Produktion zum Abbau von Überschußprodukten in der Europäischen Gemeinschaft. Obwohl der Zweck in erster Linie markwirtschaftlicher Natur ist, soll auch ökologischen Aspekten Rechnung getragen werden. Anhand von ausgewählten Beispielen von Feldmeßreihen und Simulationsläufen unterschiedlicher Stillegungsvarianten soll im folgenden dargestellt werden, wie unterschiedliche Stillegungsvarianten aus der Sicht der Grundwasserneubildung und des Nitrataustrags zu beurteilen sind. Bei den untersuchten Varianten handelt es sich ausschließlich um Rotationsbrachen, die nach Maßgabe der 5-Jahres-Stillegungsrichtlinie aus der Produktion genommen wurden. Änderungen in den Stillegungsrichtlinien, die im Zuge der EG-Agrarreform erstmals 1993 zur Wirkung kommen ("konjunkturelle Stillegung"), sind in den Untersuchungen und Szenarien noch nicht berücksichtigt.

2 Material und Methoden

Es wurden Zeitreihenuntersuchungen zum Wasser- und N_{min}-Gehalt sowie zum Pflanzenwachstum (TM und N-Aufnahme) im wesentlichen auf sandigen Böden in Niedersachsen und Brandenburg durchgeführt. Dabei wurden auf zuvor einheitlich bewirtschafteten Schlägen

[1] Die Untersuchungen wurden vom Umweltbundesamt in einem FE-Projekt gefördert.

Versuchsparzellen mit verschiedenen Stillegungsbegrünungen sowie eine konventionelle Getreidefruchtfolge als Kontrollfläche untersucht. Als Stillegungsvarianten wurden eine Selbstbegrünung, eine Leguminosenreinsaat (Weißklee), ein Kruziferen-Leguminosen-Gemenge (Winterwicke/Senf) sowie auf einem Lößstandort eine Frühjahrsbegrünung (Ölrettich) untersucht.

Die Meßdaten dienten zur Kalibrierung eines Simulationsmodells, welches Wasserhaushalt, N-Dynamik und Pflanzenwachstum für die betreffenden Stillegungsarten beschreibt. Die Grundlagen des Modells sind bei KERSEBAUM (1989) beschrieben. Als wesentliche Modifikationen dieses Basisansatzes wurden Ansätze zur Berücksichtigung von Denitrifikation, der N_2-Fixierung und des kapillaren Aufstiegs aus dem Grundwasser eingebaut. Zur Abbildung der unterschiedlichen Begrünungsarten wurde das ursprünglich integrierte Winterweizenmodell derart geändert, daß über eine externe Datei pflanzenspezifische Parameter zu Wachstum und Pflanzenentwicklung in das Modell eingespeist werden. Die im Modell simulierte N-Aufnahme der Pflanzen fließt zum Ende der Vegetation je nach Nutzung des Aufwuchses ganz oder teilweise (z.B. bei Ernte der konventionellen Fruchtfolge) den verschiedenen Mineralisationspotentialen zu, so daß eine Simulation über mehrere Jahre und ganze Fruchtfolgen ohne Neustart möglich ist. Eine detaillierte Beschreibung des Ansatzes ist bei KERSEBAUM et al. (1993) zu finden.

3 Ergebnisse und Diskussion

Die Abb. 1 zeigt beispielhaft einen Vergleich zwischen simulierten und gemessenen Zeitverläufen der Wasser- bzw. N_{min}-Gehalte für eine Rotationsbrache mit Weißkleebegrünung. Die Simulation beschreibt die gemessenen Verläufe befriedigend. Die zu 2 Terminen bestimmte N-Aufnahme der Stillegungsbegrünung in der Periode 1989/90 wird durch die Simulation ebenfalls gut wiedergegeben.

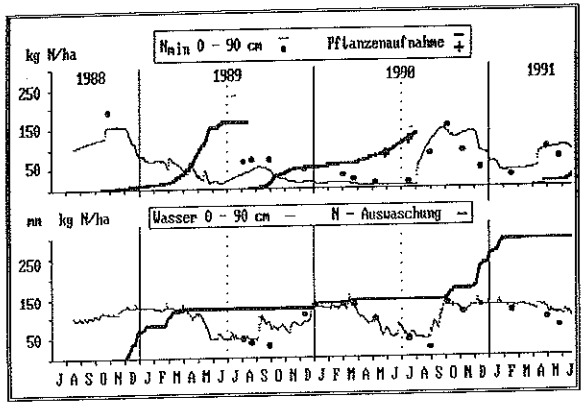

Abb.1: Simulierter (Linien) und gemessener (Punkte) Verlauf von N_{min}-Gehalten, Wassergehalten und N im oberirdischen Aufwuchs einer Fruchtfolge mit Rotationsbrache (1988/89: W.-Roggen, 1989/90: Weißklee, 1991: Hafer) eines Sandstandorts

Während die N-Auswaschung während der Begrünungsdauer im Vergleich zur konventionellen Getreidefruchtfolge geringer ist, baut sich nach Einarbeitung des Weißklees ein sehr hoher N_{min}-Gehalt im Herbst auf, der während der Winterperiode zum großen Teil ausgewaschen wird. Die im Modell simulierte N_2-Fixierung der Weißkleevariante schwankt für die untersuchten Flächen zwischen 80 und 150 kg N/ha.

Zur Abschätzung der Auswirkungen verschiedener Stillegungsvarianten wurden für unterschiedliche Boden- und Witterungsverhältnisse einige Stillegungsszenarios simuliert. Das Schema der Stillegungsszenarios ist in Abb. 2 dargestellt.

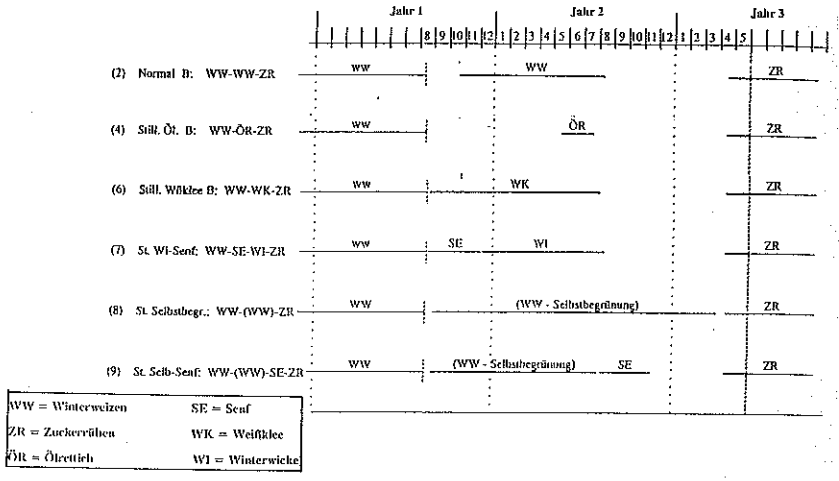

Abb. 2: Schema der Simulationsszenarios

In Abb. 3 sind beispielhaft für 2 ausgewählte Böden (Jahresniederschlag ca. 700 mm) die simulierte Nitratauswaschung im Stillegungsjahr und im Folgejahr der Stillegung für die einzelnen Szenarios dargestellt.

Im Stillegungsjahr zeigen die Varianten mit Herbstbegrünung durch die vorwinterliche N-Aufnahme einen positiven Effekt bezüglich des N-Austrags, während die Variante mit Winterbrache und anschließender Frühjahrsbegrünung hohe Austräge zeigt. Im Folgejahr der Stillegung treten Probleme durch die vollständige Einarbeitung der Begrünungen auf. Vor allem die leicht mineralisierbaren Leguminosenbegrünungen zeigen hohe Austräge.

Nimmt man das Stillegungsjahr und das Folgejahr zusammen, so zeigt sich, daß speziell auf den leichten Böden die Varianten mit Leguminosen gegenüber der Kontrollvariante deutlich höhere Nitratfrachten bewirken. Am günstigsten schneidet die Selbstbegrünung mit nachfolgender Zwischenfrucht ab. Da diese Variante aber auch den höchsten Wasserverbrauch bzw. die geringste Grundwasserneubildung aufweist, kann sie in besonders trockenen Lagen zu Problemen bei der Nachfrucht führen.

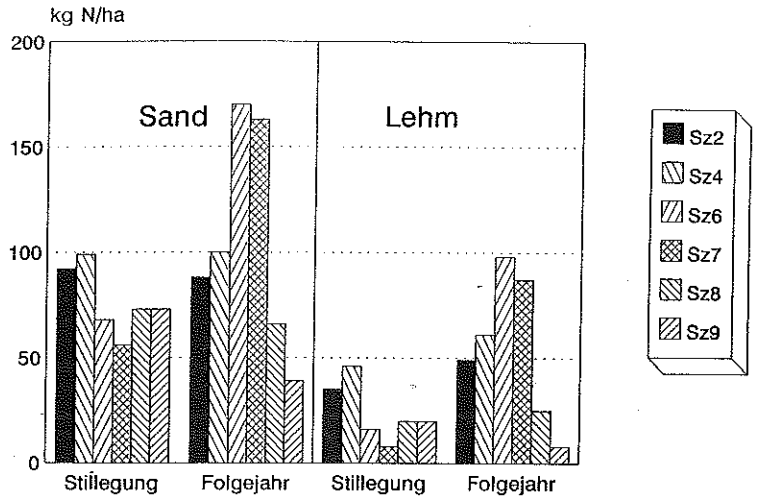

Abb. 3: Simulierte Nitratausträge (1 m Tiefe) für unterschiedliche Stillegungsvarianten Stillegungsjahr sowie im Folgejahr der Stillegung

Das Modell konnte die gemessenen N_{min}-Gehalte und Wassergehalte auf den untersuchten Standorten weitgehend befriedigend abbilden. Insbesondere bei der Abbildung des Wachstums der unterschiedlichen Bedeckungspflanzen sowie beim Ansatz für die N_2-Bindung muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß die verwendeten Ansätze nur ein grobes Bild liefern und die benutzten Parameter als erste Annahmen zu verstehen sind. Hier sind vertiefte Untersuchungen zur Weiterentwicklung notwendig.

Literatur

KERSEBAUM, K.C. (1989): Die Simulation der Stickstoff-Dynamik in Ackerböden. Dissertation Universität Hannover.

KERSEBAUM, K.C.; FILIUS, A.; STRECK, T.; MCVOY, C.; RICHTER, J. (1993): Stoffdynamik stillgelegter landwirtschaftlicher Flächen - Risikoabschätzung im Vergleich zur intensiven Nutzung aus der Sicht des Bodenschutzes. Abschlußbericht zum FE-Vorhaben 107 02 004/03 Umweltbundesamt, Berlin.