

Ergebnisse des Modellvorhabens für eine grundwasserschonende Landwirtschaft

ST. KREMB, H. SCHAUPP, U. HEGE und J. MANGELSDORF

Summary

Since 1993 in seven water catchment areas in Bavaria an investigation for a ground water protecting agriculture is done. Measures in this research project are the nutrient balance, the nitrogen advising system, nitrogen monitoring areas, soil cover and extensivisation programs.

After five years in six of the seven model areas the nitrate content in the ground water decreased about 6 - 10 mg NO₃/l.

Der Einfluß der Landwirtschaft auf die Gewässergüte ist durch einschlägige Untersuchungen vielfach belegt. 1992 wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten beschlossen, in Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, ein Konzept zur grundwasserschonenden Landwirtschaft zu erarbeiten und in der Praxis zu erproben. Der Forschungsauftrag wurde in enger Kooperation zwischen der Landwirtschafts- und der Wasserwirtschaftsverwaltung bearbeitet. Die bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (LBP) wurde beauftragt, das Gesamtkonzept sowie den acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmenkatalog zu erarbeiten und in Zusammenarbeit mit den zuständigen Ämtern für Landwirtschaft und Ernährung (ÄfLuE) die notwendigen Daten zu erheben sowie die in den Modellgebieten wirtschaftenden Landwirte zu beraten. Das Landesamt für Wasserwirtschaft (LfW) übernahm in Zusammenarbeit mit dem zuständigen Wasserwirtschaftsamt (WWA) die hydrologische Abgrenzung der Modellgebiete und die Untersuchung der Wasserproben auf verschiedene Kationen und Anionen sowie Pflanzenschutzmittelwirkstoffe.

Ziel des Forschungsauftrages war, in ausgewählten Modellgebieten zu prüfen, inwieweit Düngung nach guter fachlicher Praxis und Extensivierungsmaßnahmen

den Nitratgehalt im Grund- und Trinkwasser beeinflussen.

Folgende Erhebungen und Maßnahmen der guten fachlichen Praxis zur Verminderung der Nitratauswaschung wurden umgesetzt:

- Kartierung der Boden und Ackernutzung
- Nährstoffsaldierung der landwirtschaftlichen Betriebe
- Einsatz des Düngeberatungssystems Stickstoff (DSN)
- Einrichtung von Stickstoffmonitoringflächen
- Verbesserung des Güllemanagements
- Optimierung des Zwischenfruchtanbaus
- Einzelbetriebs- und Gruppenberatung

In den Extensivierungsmodellgebieten wurden die Landwirte zusätzlich hinsichtlich der staatlichen Extensivierungsprogramme (Kulturlandschaftsprogramm KuLaP, Brache) sowie weiterer extensiver Bewirtschaftungsmöglichkeiten in Absprache mit dem zuständigen Wasserversorger beraten.

Der Nitratgehalt wurde monatlich, sowie vierteljährig auch der Gehalt an ausgewählten Pflanzenschutzmitteln im Grund-

wasser gemessen, sowie einmalig eine Einzugsgebietsbestimmung und eine Grundwasseraltersbestimmung durchgeführt.

In den 7 Modellgebieten wurden in den ausgewählten Ansatzpunkten folgende Ergebnisse erzielt:

Boden- und Ackernutzung

In drei Modellgebieten (Alladorf, Heuchelheim und Hiltenfingen) ist aufgrund des hohen Ackeranteils bei der Bodennutzung die potentielle Gefahr einer erhöhten Nitratauswaschung am höchsten.

Das Fruchtartenverhältnis in den Modellgebieten ist in der Regel sehr ausgewogen. Es kommen meist drei- bis viergliedrige Fruchtfolgen vor. In den Extensivierungs-Modellgebieten ist der Fruchtartenanteil mit geringer N-Intensität relativ hoch.

Nährstoffsaldo

Der Überhang im N-Saldo verminderte sich bei 108 landwirtschaftlichen Betrieben in den Modellgebieten zwischen 1993 und 1997 um 19 kg/ha. Die P- und K-Salden verringerten sich gleichzeitig um ca. 24 kg/ha (Tabelle 1 und 2).

Insgesamt wiesen bei der dritten Datenerhebung ca. 60 % der Betriebe einen ge-

Tabelle 1: Vergleich der Nährstoffsalden, der N-Düngung und des Viehbesatzes im Mittel der landwirtschaftlichen Betriebe bei drei Nährstoffsaldierungen (n = 108 Betriebe/Erhebung)

	N-Saldo (kg/ha)	N-Düngung (kg/ha)		Viehbesatz (GV/ha)	P-Saldo (kg P ₂ O ₅ /ha)	K-Saldo (kg K ₂ O/ha)
		mineralisch	organisch			
1. Erhebung (1993/94)	37,4	104,2	85,4	1,18	37,5	45,1
2. Erhebung (1995/96)	26,4	94,5	82,5	1,18	19,9	25,5
3. Erhebung (1996/97)	18,4	90,6	82,1	1,12	13,4	21,6
Differenz:						
2. Erhebung - 1. Erhebung	-11,0	-9,7	-2,9	0,00	-17,6	-19,6
Differenz:						
3. Erhebung - 1. Erhebung	-19,0	-13,6	-3,3	-0,06	-24,1	-23,5

Autoren: Dr. Stefan KREMB, Dr. Heino SCHAUPP und LD Ulrich HEGE, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Postfach 1641, D-85316 FREISING; Dipl.-Ing. Joachim MANGELSDORF, Wasserwirtschaft, München

Tabelle 2: Höhe der Stickstoffzufuhr über mineralische und organische Düngung in den einzelnen N-Saldoklassen im Mittel aller Nährstoffsalden (n = 324 Salden)

	Mittel der Salden	Abweichung des N-Saldos (kg/ha) vom Optimalbereich			
		keine < 20	mittlere 20-40	hohe 41-80	hohe > 80
Mineralische Düngung (kg/ha)	97,5	76,0	95,4	124,4	160,6
Organische Düngung (kg/ha)	84,2	77,4	87,3	86,1	110,0
Gesamt-Düngung (kg/ha)	181,7	153,4	182,7	210,5	270,6
Viehbesatz (GV/ha)	1,18	1,08	1,23	1,22	1,55

ringeren N-Überhang auf als zu Beginn des Forschungsauftrages. Zurückzuführen war dies auf die Verminderung der mineralischen Düngung, insbesondere bei viehstärkeren Betrieben und bei Betrieben, für die zu Beginn des Forschungsauftrages sehr hohe N-Überhänge berechnet wurden.

Düngeberatungssystem Stickstoff (DSN)

Die Landwirte beteiligten sich am DSN sehr rege, so daß im Mittel der Jahre und der Modellgebiete für ca. 37 % der Schläge Düngeempfehlungen ausgesprochen wurden. Dabei erhielt jeder Landwirt in den Modellgebieten ca. 2 Düngeempfehlungen/Jahr. Die DSN-Empfehlungen wurden bevorzugt für die Fruchtarten Sommergerste, Winterweizen, Wintergerste und Silomais gegeben. Die Düngeempfehlungen wurden von den Landwirten bei den Fruchtarten Winterweizen, Wintergerste, Winterraps und Zuckerrüben gut umgesetzt. Bei Sommergerste wurde deutlich weniger gedüngt als empfohlen, dagegen bei Silomais die empfohlenen Düngemengen meist deutlich überschritten.

N-Monitoringflächen

Die N_{\min} -Gehalte der N-Monitoringflächen innerhalb der Modellgebiete waren im Mittel ca. 20-30 kg/ha geringer als auf den N-Monitoringflächen außerhalb. Ursache könnte eine gezieltere N-Düngung und ein verstärkter Zwischenfruchtanbau sein.

Es gab keinen gesicherten Unterschied bei den N_{\min} -Gehalten zu Vegetationsende zwischen den Modellgebieten mit Beratungsschwerpunkt gute fachliche Praxis und Extensivierung.

Die N_{\min} -Gehalte unter Dauerbrache lagen unter den Werten bewirtschafteter Ackerflächen. Bei Dauerbracheflächen ist zu Vegetationsende ein geringes Verlagerungspotential für eine Verminderung des Nitrataustrages gegeben.

Tabelle 3: Veränderung der Nitratgehalte im Grund- und Trinkwasser in den 7 Modellgebieten 1993-1997 (n = 33-54)

Modellgebiet	Meßstelle	Zeitraum	Ausgangswert (mg/l)	jährliche Veränderung (mg/l)*	Veränderung der Nitratgehalte im Zeitraum (mg/l)*
Gute fachliche Praxis					
Heuchelheim	Quelle 1	Januar 1993 - Juni 1997	64,9	0,2	0,9
	Quelle 2	Januar 1993 - Juni 1997	78,0	-0,5	-1,7
	Mittel	Januar 1993 - Juni 1997	71,4	-0,1	-0,4
Weihenzell	Quelle	Januar 1993 - Juni 1997	69,8	-2,1	-9,4
Oberwald-behrungen	Brunnen	Januar 1993 - Juni 1997	51,9	-1,3	-5,9
Hiltentfingen	Vorfeld	Oktober 1993 - Juni 1996	50,5	-1,4	-3,8
	Nachfeld	Oktober 1994 - Juni 1997	54,6	-3,5	-9,7
	Differenz: Nachfeld-Vorfeld				
Extensivierung					
Alladorf	Quelle	Januar 1994 - Juni 1997	53,6	-2,6	-9,3
Grüb	Quellen 1-3	Januar 1993 - Juni 1997	70,9	-2,4	-10,7
Bastheim	Brunnen 1	Januar 1993 - Juni 1997	51,3	-1,7	-7,7
	Brunnen 2	Januar 1993 - Juni 1997	53,3	-2,0	-9,2
	Mittel	Januar 1993 - Juni 1997	52,3	-1,9	-8,4

* negative Werte = Verminderung, positive Werte = Erhöhung der Nitratwerte im Grund- bzw. Trinkwasser gegenüber dem Ausgangswert

Organische Düngung

Die Empfehlungen zur Gülledüngung wurden in ca. 60 % der Fälle umgesetzt. Mangelnde Lagerkapazität stellte den Hauptfaktor für eine nicht umweltgerechte Gülledüngung dar. Die Landwirte verminderten die Ausbringung in der vegetationslosen Zeit und verbanden die Gülledüngung nach der Ernte zunehmend mit dem Anbau von Zwischenfrüchten. Allerdings wurde die Güllemenge bei der Einzelgabe insbesondere bei Grünland deutlich erhöht.

Zwischenfruchtanbau

Der Anbau von Zwischenfrüchten wurde in einigen Modellgebieten nur sehr zögerlich umgesetzt. Ursachen sind der hohe Anteil an Winterfrüchten, die für Zwischenfrüchte wenig Raum lassen sowie Standortgegebenheiten. Wird der Zwischenfruchtanbau mit dem Ziel der Futternutzung durchgeführt und ist, wie

Tabelle 4: Veränderung der Nitratgehalte im Grundwasser der Modellgebiete 1993-1997 in Abhängigkeit von der mittleren Verweildauer des Grundwassers

	Veränderung der Nitratkonzentration im Grundwasser 1993-1997	mittlere Verweilzeit des Grundwassers	Wirkung der pflanzenbaulichen Maßnahmen auf die Nitratgehalte im Grundwasser
Alladorf	Verminderung	2 Jahre	nachgewiesen
Heuchelheim	keine Veränderung	5 Jahre	Auswirkungen der pflanzenbaulichen Maßnahmen konnten noch nicht wirken; lange Verweilzeit des Grundwassers
Grüb	Verminderung	5-10 Jahre	Meßergebnisse müssen überprüft werden
Weihenzell	Verminderung	8-10 Jahre	Meßergebnisse müssen überprüft werden
Bastheim	Verminderung	2-3 Jahre	nachgewiesen
Oberwaldbehungen	Verminderung	2-3 Jahre	nachgewiesen
Hiltentfingen	Verminderung	1-2 Jahre	nachgewiesen

im Modellgebiet Hiltentfingen, mit genügend Sommerniederschlägen zu rechnen, könnte der Zwischenfruchtanbau auf über 30 % der Ackerfläche ausgeweitet werden. Zu einer Verlegung des Umbruchtermines der Zwischenfrüchte in den Winter bzw. ins Frühjahr konnten nur wenige Landwirte bewegt werden. Werden Leguminosen als Zwischenfrüchte angebaut, so werden diese fast ausschließlich verfüttert. Der Nettostickstoffeintrag durch die N-Fixierung ist daher gering.

Extensivierung

Durch eine gezielte Beratung konnte die Extensivierungsfläche deutlich erhöht werden. Dabei können sich staatliche Extensivierungsmaßnahmen (KuLaP, Kulturpflanzenregelung) und freiwillige Kooperationen gegenseitig gut ergänzen. Der finanzielle Ausgleich zur Einschränkung der Düngung wurde von den Landwirten generell als zu gering angesehen. Der Verzicht auf Mineraldünger (KuLaP A II 2.2b, 2.2c) fand daher bei den Landwirten nur geringe Akzeptanz.

Erfolgskontrolle

Zu Beginn der Laufzeit des Forschungsauftrages lagen die **Nitratwerte im**

Grund- und Trinkwasser in allen Modellgebieten über dem EU-Grenzwert von 50 mg NO₃/l. Durch die Umsetzung der acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen kam es während der Laufzeit des Modellvorhabens, mit Ausnahme des Modellgebietes Heuchelheim, zu einer Verminderung der Nitratwerte. Die jährliche Abnahme schwankte dabei zwischen 1,3-2,6 mg NO₃/l und führte zu einer Verringerung der Nitratwerte von 5,9-10,7 mg NO₃/l innerhalb der Untersuchungszeit (Tabelle 3). Die Nitratwerte der Modellgebiete Alladorf, Bastheim, Oberwaldbehungen und Hiltentfingen liegen derzeit unter dem EU-Grenzwert. Die Ursachen der nicht veränderten Nitratwerte im Modellgebiet Heuchelheim sind wahrscheinlich in der langen Verweilzeit des Grundwassers zu suchen. In den Extensivierungs-Modellgebieten wurden die Nitratgehalte im Grund- und Trinkwasser tendenziell deutlicher reduziert.

In den Modellgebieten wurden isotopehydrologische Untersuchungen des Grundwassers durchgeführt und dadurch die **mittlere Verweilzeit des Grundwassers** ermittelt (Tabelle 4). Dies ist ein Indikator für die natürliche Geschwindigkeit des Grundwasservorkommens und

eröffnet die Möglichkeit die Veränderung der Nitratgehalte im Grundwasser in Zusammenhang zu den durchgeführten pflanzenbaulichen Maßnahmen zu setzen.

Die Verminderung der Nitratgehalte im Grundwasser der Modellgebiete Alladorf, Bastheim, Oberwaldbehungen und Hiltentfingen in diesem kurzen Zeitraum können somit durch die geringen Verweilzeiten des Grundwassers auf die dort durchgeführten pflanzenbaulichen Maßnahmen zurückgeführt werden. In Heuchelheim deutet die längere Verweilzeit des Grundwassers von ca. 5 Jahren darauf hin, daß die Auswirkungen der pflanzenbaulichen Maßnahmen noch nicht nachweisbar waren und so nicht zu einer Verminderung der Nitratgehalte führen konnten. Nicht schlüssig ist die Verminderung der Nitratgehalte im Grundwasser in den Modellgebieten Weihenzell und Grüb mit den langen Verweilzeiten des Grundwassers von 5-10 Jahren. Allerdings bedürfen die isotopehydrologischen Untersuchungen in Weihenzell aufgrund unterschiedlicher Ergebnisse an den Meßstellen im Modellgebiet einer weiteren Überprüfung.

Erleichtert wurde das Forschungsprogramm durch die motivierte Mitarbeit der Landwirte. Diese waren sehr interessiert und beteiligten sich rege an den durchgeführten Maßnahmen zur Verminderung des Nitrataustrages.

Generell kann gesagt werden, daß sowohl über die Maßnahmen der guten fachlichen Praxis als auch über Extensivierung die Nitratgehalte im Grundwasser vermindert werden konnten. Entscheidend für die Verminderung der Nitratgehalte im Grund- und Trinkwasser war die Verminderung von produktionstechnischen Fehlern und die Sensibilisierung der Landwirte hinsichtlich des Grundwasserschutzes. Für den Erfolg von zukünftigen Grundwassersanierungsprojekten ist es daher entscheidend, einen standortangepaßten Maßnahmenkatalog zusammenzustellen, dessen Umsetzung kontrolliert werden kann und dafür Sorge zu tragen, daß genügend Beratungskapazität zur Verfügung steht.

