



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search  
<http://ageconsearch.umn.edu>  
[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

---

Streicher, M.: Fallstudie zur Einkommenswirkung verschiedener Grundwasserschutzmaßnahmen. In: von Urff, W., Zapf, R.: Landwirtschaft und Umwelt – Fragen und Antworten aus der Sicht der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 23, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (1987), S. 193-201.

---



FALLSTUDIE ZUR EINKOMMENSWIRKUNG VERSCHIEDENER  
GRUNDWASSERSCHUTZMASSNAHMEN

von

Monika S T R E I C H E R, Stuttgart-Hohenheim

---

## 1. Einleitung

Die Intensivierung der Agrarökosysteme führte nicht nur zu höheren Pflanzenerträgen, sondern zwangsläufig auch zu höheren Verlusten im Stickstoffkreislauf. Mit dem Sickerwasser aus dem Wurzelraum ausgewaschen findet sich ein Teil dieses Stickstoffs im Grundwasser wieder und führt zu stetig steigenden Nitratwerten im geförderten Trinkwasser.

Viele Böden und Grundwasserleiter verfügen bisher noch über ein beachtliches Nitrat-Reduktionsvermögen, das die Nitratbelastung vermindert. Es ist aber noch nicht geklärt, ob mit dieser entlastenden Wirkung auch in Zukunft gerechnet werden kann. Das Vorsorgeprinzip verlangt daher Maßnahmen, die ein weiteres Ansteigen der Nitratinträge verhindern. Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Einkommenswirkung solcher Maßnahmen.

## 2. Maßnahmen zur Nitratverminderung im Trinkwasser

Die Nitratauswaschung wird im wesentlichen von zwei Faktorengruppen beeinflusst:

- die über die Bewirtschaftung nur indirekt beeinflussbaren, natürlichen Standortfaktoren Boden und Klima und
- die durch den Landwirt bestimmte Bodennutzung und Düngung.

An den Faktoren Bodennutzung und Düngung setzen die landwirtschaftlichen Maßnahmen zur Verminderung der Nitratauswaschung an. Neben diesem Ansatz direkt an der Verschmutzungsquelle kann auch erst im Wasserwerk über wasserwirtschaftliche und aufbereitungstechnische Maßnahmen der Nitratgehalt im Trinkwasser reduziert werden.

Der Beratung kommt die wichtige Aufgabe zu, die Landwirte zu informieren, wie sie durch entsprechende Bodenbewirtschaftung und Düngung die Nitratverluste an das Grundwasser vermeiden können. Die Landwirte werden aber kaum bereit sein, grundwasserschonende Maßnahmen zu übernehmen, die zu deutlichen Gewinneinbußen führen, so daß auf ergänzende agrarpolitische Maßnahmen kaum verzichtet werden kann.

Eine Einschränkung der landwirtschaftlich verursachten Nitratauswaschung ist mit globalen und gebietsbezogenen Maßnahmen möglich. Gebietsbezogene Maßnahmen haben den Vorteil, daß natürliche Standortfaktoren wie die Sorptionsfähigkeit und die Nitratpersistenzrate der Böden besser berücksichtigt und die Nutzung darauf abgestimmt werden kann. Denn die wasserwirtschaftlich tolerierbare Düngungshöhe variiert je nach Standort sehr stark. Schlagbezogene bzw. fruchtspezifische Bewirtschaftungsnormen sind aber nur mit hohem Verwaltungsaufwand kontrollierbar. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU, 7) befürwortet deshalb außer Betreiberpflichten indirekte Anreize zum reduzierten und sorgfältigeren Einsatz von Stickstoffdüngern und schlägt eine Verteuerung von mineralischem Stickstoff vor.

Alarmierend hohe Nitratgehalte im Grundwasser werden häufig dort festgestellt, wo Sonderkulturen oder Intensivkulturen angebaut werden. Vor allem bei Wein und Spargel sollte die Stickstoffdüngung reduziert werden. Darüber hinaus ist eine Einschränkung des Anbaus in Landschaften mit besonders durchlässigen Böden zu erwägen.

Dasselbe gilt auch für Mais, der als vielseitige Futterpflanze zusätzlich eine hohe Gülleverträglichkeit aufweist und deshalb eng mit intensiver Tierhaltung verbunden ist. Dauergrünland oder Grasanbau können 400 - 500 kg Stickstoff unter Umständen in Proteinertrag umsetzen, nicht aber der Mais (KAHNT, 4). Eine Anbauförderung von Grünland zu Lasten des Maisanbaus könnte daher das Auswaschungsrisiko vermindern und würde gleichzeitig eine produktive Verwertung hoher Güllemengen ermöglichen.

### 3. Einkommenswirkungen landwirtschaftlicher Maßnahmen

Die einzelbetrieblichen Einkommenseffekte wurden für ausgewählte landwirtschaftliche Betriebe, die Flächen in einem Wassereinzugsgebiet in Oberschwaben bewirtschaften, ermittelt. In diesem Gebiet hat sich die

Intensivierung der Moorböden besonders nachteilig auf das Grundwasser ausgewirkt. Der hohe Viehbesatz mit hohem Nährstoffanfall und das überdurchschnittliche Mineralisierungspotential der Böden übersteigt bei weitem die pflanzlichen Verwertungsmöglichkeiten und führt zu hohen Nitratverlusten an das Grundwasser. Zusätzlich verschärfen die silomaisreichen Fruchtfolgen das Auswaschungsproblem. An diesen Verhältnissen setzen die Grundwasserschutzmaßnahmen an. Untersucht wurden:

- der Neubau von Güllelagerraum
- die zeitliche Begrenzung der Gülleausbringung
- die Begrenzung des Viehbesatzes und
- die Verteuerung von Stickstoff.

Die Bewertung der Maßnahmen erfolgte im mit/ohne Vergleich in komparativ statischen Einzelbetriebsmodellen. Der Einfluß maßnahmenspezifischer Restriktionen auf die optimale Organisation und das Einkommen der untersuchten Betriebsmodelle wurden mit Hilfe der Linearen Programmierung berechnet. In Bilanzgleichungen werden die zugeführten Mengen an Stickstoff in Form von Mineraldünger, Gülle, Jauche und Stallmist mit den Entzügen durch Erntepflanzen verrechnet. Die gasförmigen N-Verluste, die bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern auftreten, sind mit 10 % direkt in der Bilanz berücksichtigt.<sup>1)</sup>

Geht man von der Annahme aus,

- daß die Bodenvorratsänderung bei der Betrachtung größerer Zeiträume relativ klein wird
- die Denitrifikations- und Erosionsverluste etwa so hoch sind wie die Einträge aus Niederschlägen, asymbiontische N-Bindung und durch das Saatgut,

dann ermöglicht dieser Ansatz die Abschätzung der potentiellen Grundwasserbelastung mit Nitrat aus den in der Regel positiven Bilanzüberschüssen. Durch Vergleich aus Bilanzwerten berechneter und gemessener Nitratkonzentration des Sickerwassers konnte v.d.Ploeg (6) nachweisen, daß die Nitrat Auswaschung durch Bilanzwerte überschätzt wird. Da aber einfache,

---

<sup>1</sup> Vgl. dazu die Untersuchungen von DÖHLER und ALDOG (2).

auf wenige Bestimmungsgrößen beschränkte Schätzverfahren der Nitratauswaschung fehlen, ist man bei der Beurteilung des potentiellen Nitrataustrages aus der Wurzelzone auf eine vereinfachte N-Bilanz angewiesen (BACH, 1).

Die N-Bilanzüberschüsse in Tabelle 1 zeigen, daß der Grünlandanteil in den untersuchten Betrieben eine entscheidende Rolle spielt. Die Betriebe 2 und 3 mit Milchviehhaltung zeichnen sich durch geringe N-Überschüsse je

Tabelle 1: Ausgangsorganisation - Einkommensniveau, Düngung und N-Bilanz der Modellbetriebe

Betrieb		1	2	3	4
Ackerfläche	ha	34,0	15,7	17,5	37,7
Grünland	ha		14,9	24,5	2,8
Milchkühe			44	43	
Färsen			20	19	
Bullen		162	13	53	44
Zuchtsauen				13	70
Jungsauen/eber				35	30
Mastschweine					758
geschätztes Einkommensniveau	DM	98831	93239	148731	114197
DM/ha	LF	2907	3047	3541	2820
Gesamtdüngung	kgN/haLF	333	309	333	309
dav. N-org.	kgN/haLF	291	219	220	214
Ausn.Gülle-N	%	47,3	58,6	53,9	49,5
N-Bilanz	kgN/haLF	124	47	42	106

Hektar aus. Dies ist zum einen auf die hohen Entzüge durch häufige Schnittnutzung und zum anderen auf die hohe Stickstoffausnutzung der auf Grünland ausgebrachten Gülle zurückzuführen. Dasselbe gilt auch für Gras- bzw. Kleegrasanbau auf Ackerflächen. Die symbiotische N-Bindung durch Leguminosen wurde vernachlässigt, da sie auf intensiv bewirtschafteten Gras- und Klee grasflächen als gering einzustufen ist.<sup>1)</sup>

1 Vgl. dazu RIEDER (8) und die dort angeführte Literatur.

Die Auswirkungen der Grundwasserschutzmaßnahmen auf Einkommen und N-Bilanz sind in Tabelle 2 und 3 aufgeführt. Betrieb 1 und Betrieb 3 verfügen mit

Tabelle 2: Auswirkungen verschiedener Grundwasserschutzmaßnahmen

Betrieb	Maßnahmen	A	B	C	D
1	Einkommensdifferenz DM	-1506	-3181	-40537	-54118
	DM/ha	-44	-94	-1192	-1592
	Veränd. N-Bilanz kgN/ha	-10	-11	-76	-93
	Eink.diff. je kg N-Bilanzveränd. DM/kgN	4,4	8,5	15,7	17,1
2	Einkommensdifferenz DM	-1800	0	-13781	-38885
	DM/ha	-59		-450	-1271
	Veränd. N-Bilanz kgN/ha	-4	0	-24	-45
	Eink.diff. je kg N-Bilanzveränd. DM/kgN	14,8	0	18,8	28,2
3	Einkommensdifferenz DM	-1605	-2478	-21861	-56592
	DM/ha	-38	-59	-520	-1347
	Veränd. N-Bilanz kgN/ha	-6	-10	-22	-29
	Eink.diff. je kg N-Bilanzveränd. DM/kgN	6,3	5,9	23,6	46,4
4	Einkommensdifferenz DM	-2041	-1235	-20382	-42169
	DM/ha	-50	-31	-503	-1041
	Veränd. N-Bilanz kgN/ha	0	-3	-27	-42
	Eink.diff. je kg N-Bilanzveränd. DM/kgN	-	10,3	18,6	24,8
A = Neubau eines Güllebehälters mit 300 m <sup>3</sup> und 2070 DM jährlichen Kosten (RUPPERT et al.,9);					
B = Ausbringungsbegrenzung von Gülle auf die Vegetationszeit;					
C = Viehbesatzbegrenzung auf 2 DGV/ha;					
D = Viehbesatzbegrenzung auf 1,5 DGV/ha.					

einer maximalen Lagerzeit der Gülle von 3,6 und 2,7 Monaten über zu wenig Lagerkapazität. Der Neubau eines Güllebehälters mit 300 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen verbessert in diesen Betrieben die Stickstoffausnutzung der Gülle und reduziert die Bilanzüberschüsse um 10 bzw. 6 kg N/ha (vgl. Tabelle 2). Die Einsparung an mineralischen Düngemitteln reicht in diesen Betrieben aber nicht aus, um die Baukosten kompensieren zu können. Erst ab einem Zuschuß von mindestens 75 % der Kosten wird die Kapazitätserweiterung einzelbetrieblich rentabel.



Tabelle 3: Auswirkungen der Verteuerung von Stickstoff auf einen Futterbaubetrieb (guter Standort)

Ausgangsorganisation		1,50 DM/kg N	
Einkommensniveau	DM	92 959	
	DM/ha	2 656	
N-Bilanz	kgN/ha	59	
Erhöhung auf ... DM/kg N		3,0	4,0
Einkommensdifferenz	DM	-4003	-5989
	DM/ha	-114	-171
Veränd. N-Bilanz	kgN/ha	-27	-36
Eink.diff. je kg			
N-Bilanzveränd.	DM/kgN	4,2	4,8

Eine zeitliche Begrenzung der Gülledüngung auf die Vegetationszeit zwingt beide Betriebe, einen neuen Güllebehälter zu bauen. Die Bilanzwerte vermindern sich um 11 bzw. 10 kg N/ha, und es entstehen Einkommensverluste von 94 bzw. 59 DM/ha. Betrieb 2 hat durch diese Maßnahme keine Einkommensverluste hinzunehmen. Seine Lagerkapazität reicht aus, um die anfallende Gülle in den verbleibenden Zeiträumen bei gleicher Ausnutzung auf die bisher angebauten Fruchtarten zu verteilen. Betrieb 4 muß mit 31 DM/ha Einkommensausfall rechnen. Seine N-Bilanz wird um 3 kg N/ha entlastet.

Die Begrenzung des Viehbesatzes ist - gemessen an der Einkommenswirkung - die teuerste Maßnahme. Die Betriebseinkommen sinken bei einer Begrenzung auf 1,5 DGV/ha um 37 - 55 %, das entspricht 1000 - 1600 DM/ha. Die reduzierte Güllemenge und die hohe Stickstoffausnutzung der Gülle sorgen für eine Entlastung der Bilanzüberschüsse um 29 - 93 kg N/ha. Sind 2 DGV/ha erlaubt, liegt der Einkommensverlust zwischen 450 und 1200 DM/ha. Die Bilanzentlastung ist etwas niedriger als bei 1,5 DGV/ha.

Die Auswirkungen einer Verteuerung von Stickstoff wurde modellexogen untersucht, da der Aufwand für die Schätzung und Erweiterung der Betriebsmodelle in Anbetracht der bisher veröffentlichten Arbeiten über die Wirkungen dieser Maßnahme nicht gerechtfertigt erscheint. Die Entwicklung zuverlässiger Produktionsfunktionen, die auch Veränderungen im Nährstoffpotential der Böden berücksichtigen und die Abschätzung der Ertragswir-

kungen einer ausschließlich auf Gülle beruhenden Düngung stellen dabei schwierige Problemkreise dar.

Als Grundlage dienten die umfassenden Berechnungen von Gebhard (3), die verschiedene Betriebstypen und natürliche Standortqualitäten einbeziehen. Mit den Verhältnissen im Untersuchungsgebiet sehr gut vergleichbar ist der Typ Futterbaubetrieb auf gutem Standort. Die errechneten Stickstoffbilanzen sind der Tabelle 3 zu entnehmen. Für die Ausgangsorganisation ergibt sich bei einem Stickstoffpreis von 1,50 DM je kg ein Bilanzüberschuß von 59 kg N/ha. Bei einer Verdopplung des Stickstoffpreises wird die Bilanz um 27 kg N/ha entlastet und der Einkommensverlust beträgt 114 DM/ha. Erhöht sich der Stickstoffpreis auf 4,50 DM, wird die Bilanz um 36 kg N/ha vermindert und der Einkommensausfall steigt auf 171 DM/ha.

#### 4. Effizienz der Maßnahmen

Für die Bewertung der Maßnahmen sind die Einkommensverluste auf 1 kg Stickstoff bezogen, um das die Maßnahme den Bilanzüberschuß vermindert (Tabelle 2 und 3). Tabelle 4 zeigt die Berechnung der Aufbereitungskosten des Trinkwassers für 1 kg Stickstoff, das mit dem Sickerwasser aus der Wurzelzone ausgewaschen wurde. Die ermittelten Ergebnisse solcher Berechnungen können nur Anhaltspunkte für die Beurteilung der verschiedenen Maßnahmenalternativen liefern, da mit der Bilanzierung von Stickstoff nur ungenaue Angaben über die Auswaschungsmenge möglich sind und über die Kosten einer Denitrifizierung in großtechnischen Anlagen noch keine Erfahrungen vorliegen.

Tabelle 4: Berechnung der Denitrifizierungskosten

920 mm Niederschlag	=	3067 m <sup>3</sup> Sickerwasser/ha
1 kg N/ha	=	1,44 mg NO <sub>3</sub> /l Sickerwasser

Bei 0,004 DM/m<sup>3</sup> je mg/l Reduktion (O'HARA, 5) ergeben sich Denitrifizierungskosten von 17,60 DM für 1 kg/ha ausgewaschenen Stickstoff (unberücksichtigt: Denitrifizierung und Verdünnungsvorgänge zwischen Wurzelzone und Wasserentnahme).

Die Schaffung zusätzlicher Lagerkapazität für die Betriebe 1, 2 und 3 - diese Betriebe verfügen in der Ausgangsorganisation über weniger als 6 Monate Lagerzeit - sowie die Auflage, die nur in der Vegetationszeit die Gülleausbringung erlaubt, sind mit Einkommensverlusten unter 15 DM je kg Bilanzverminderung als relativ günstig einzustufen. Auch die Verteuerung mineralischer Stickstoffdüngemittel ist mit einem Einkommensausfall zwischen 4 und 5 DM je kg Bilanzverminderung sehr effizient. Der Vergleich mit den Denitrifizierungskosten von 17,60 DM je kg ausgewaschenen Stickstoff, ergibt für diese Maßnahmen geringere Kosten als sie durch die Aufbereitung des Trinkwassers entstehen würden.

Dagegen ist dies für die Viehbesatzbegrenzung nur zum Teil der Fall. Bei einer Höchstgrenze von 2 DGV/ha bewegt sich der Einkommensverlust zwischen 15 und 24 DM je kg Bilanzverminderung, während bei 1,5 DGV/ha die Einkommen um 17 - 47 DM sinken. Andere Möglichkeiten überschüssige Gülle umweltgerecht zu entsorgen wie der Transport in Gebiete geringerer Viehdichte oder die Aufbereitung durch Separierung sind deshalb in die Überlegungen einzubeziehen. Langfristig können sich aber bei der DGV-Begrenzung die Einkommensverluste deutlich verringern, wenn die freigesetzte Arbeitskapazität alternativ eingesetzt werden kann.

## 5. Zusammenfassung

In Baden-Württemberg sollen verschärfte Auflagen in Wasserschutzgebieten dem weiteren Ansteigen der Nitratgehalte im Trinkwasser entgegenwirken. Um die Existenz der Landwirte nicht zu gefährden, wurde der Anspruch auf angemessenen Einkommensausgleich für wirtschaftliche Nachteile aufgrund von Nutzungsbeschränkungen gesetzlich geregelt.

Auflagen, die nur für bestimmte Zonen gültig sind, haben allerdings den Nachteil, daß sie Nitratprobleme nach Außen verlagern, so daß Schutzauflagen für immer größere Gebiete erforderlich werden. Räumt man dem Vorsorgeprinzip den Vorrang ein, so sind generelle Maßnahmen wie die Stickstoffsteuer vorzuziehen. Diese können zwar nicht natürliche Standortfaktoren wie Sorptionsfähigkeit und Nitratpersistenzrate der Böden berücksichtigen, sind dafür aber mit geringem Verwaltungsaufwand kontrollierbar. In besonders gefährdeten Regionen mit durchlässigen Böden ist zusätzlich die Erhaltung und Neuansaat von Grünland zu fördern.

Die Berechnung der maßnahmenbedingten Einkommensverluste erfolgte im mit/ohne Vergleich in komparativ statischen Einzelbetriebsmodellen mit Hilfe der Linearen Programmierung. Die einzelbetrieblichen Einkommensverluste werden als maßnahmenpezifische Kosten über ihre Wirkung auf die Bilanzüberschüsse mit der Nitrat auswaschung in Beziehung gesetzt und mit den Kosten einer nachträglichen Grundwasserdenitrifizierung verglichen.

Es ergaben sich für die Verteuerung von mineralischen Düngemitteln, die Erweiterung des Lagerraums und für die zeitliche Ausbringungsbegrenzung geringere Kosten als sie durch die Aufbereitung des Trinkwassers entstehen würden. Bei einer Viehbesatzbegrenzung ist dies nur zum Teil der Fall.

#### L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

1. BACH, M., Stickstoff-Bilanzen der Kreise der Bundesrepublik Deutschland als Grundlage einer Abschätzung der möglichen Nitratbelastung des Grundwassers durch die Landwirtschaft. In: Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, Heft 43/II, 1985.
2. DÖHLER, H. und ALDAG, R., Mittags gibt es die höchsten Verluste. In: DLG-Mitteilungen, Heft 6, 1986.
3. GEBHARD, H.J., Anpassungsmöglichkeiten landwirtschaftlicher Betriebe in Baden-Württemberg an eine Begrenzung des Einsatzes ertragssteigernder und ertragssichernder Produktionsmittel. In: Agrarwirtschaft, Sonderheft 108, 1986.
4. KAHNT, G., Probleme der Bodennutzung angesichts fortschreitender Maisexpansion und Güllezufuhr. In: Gülle-Mais-Bodenfruchtbarkeit; Referate, Ergebnisse und Materialien einer wissenschaftlichen Informationstagung am 15. und 16. Dezember 1983 in Osnabrück.
5. O'HARA, S., Externe Effekte der Stickstoffdüngung. Probleme ihrer Bewertung und Ansätze zu ihrer Verminderung aus ökonomischer und ökologischer Sicht. In: Landwirtschaft und Umwelt, Schriften zur Umweltökonomik, Band 1, 1984.
6. v.d.PLOEG, R.R., 2. Zwischenbericht Forschungsprojekt "Nitrat im Grundwasser", 1986.
7. RAT VON SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN, Umweltprobleme der Landwirtschaft, Sondergutachten, 1984.
8. RIEDER, J.B., Dauergrünland, 1983.
9. RUPPERT, W., u.a., Daten und Informationen zum Gülleeinsatz in der Landwirtschaft. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch, Heft 8, 1985.