Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 83 (1985)

Heft: 6

Artikel: Gewässerschutz und Landwirtschaft

Autor: Furrer, O.J. / Stauffer, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-232595

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 22.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

synthétiques de l'aménagement, sont essentiels pour la conduite politique du territoire.
La carte est une information qui accroît la sécurité au sens large du terme et c'est pourquoi on consent pour son élaboration des coûts importants. La carte est un moyen de faire une plus-value informationnelle et finalement tout pouvoir cherche à faire une plus-value de ce type. Plus nous avançons et plus le pouvoir est informationnel. Pourquoi? Parce que l'information mise à jour et jouissant d'un degré élevé de précision est le moyen de valoriser l'énergie, sensu lato, à disposition. Ce n'est pas un hasard si les superpuissances se sont dotées de satellites de reconnaissance, de surveillance océanique, d'alerte, de communication, de navigation et météorologiques, pour ne citer que quelques exemples.
Le pouvoir cherche à disposer de l'information adéquate pour décider de la manière la plus efficace. Avec les moyens dont on dispose aujourd'hui, nous sommes certainement entrés dans une seconde révolution cartographique dont nous ne mesurons pas encore toutes les possibilités... ni tous les dangers. Avec la télédétection, nous allons vers un renversement de la formule, la carte n'est pas le territoire: la carte est en passe de devenir le territoire. Or c'est une révolution au sens propre car cela donne un pouvoir énorme: le territoire est sous enregistrement constant. Mais alors la sécurité pourrait se transformer en insécurité, à moins que...

Bibliographie sommaire

Cartes et figures de la terre (1980): Centre Georges Pompidou, Paris.

Foucault M. (1976): Histoire de la sexualité, I. La volonté de savoir, Paris.

Kish G. (1980): La carte, image des civilisations, Paris.

Lefebvre H. (1977): De l'Etat, 3. Le mode de production étatique, Paris.

Raffestin C. (1989): Pour une géographie du pouvoir, Paris.

Adresse de l'auteur:
Prof. Claude Raffestin
Université de Genève
Département de Géographie
Route des Acacias, 18
CH-1227 Les Acacias-Genève

Gewässerschutz und Landwirtschaft

O. J. Furrer, W. Stauffer

Unsachgemässe Düngung und Bodennutzung können die Gewässer belasten. Durch Bodenerosion, Abschwemmung und Oberflächenabfluss von Flüssigdüngern können Phosphate, organische Stoffe und Ammoniak in Oberflächengewässer gelangen und Eutrophierung und Fischsterben verursachen. Durch Auswaschung von Nitrat kann das Grundwasser belastet werden, wenn nach Ernte und Umbruch keine Pflanzen vorhanden sind, die das im Boden durch Mineralisation und Nitrifikation laufend gebildete Nitrat aufnehmen können.

Une fumure et une exploitation des sols inappropriées peuvent polluer les eaux. Par érosion des sols et par emportement des fumures liquides par ruistellement superficiel, les phosphates, les substances organiques et l'ammoniaque peuvent s'écouler dans les eaux de surface causant ainsi une eutrophisation et la mort des poissons. Après les récoltes et par retournement des sols on ne trouve plus de plantes qui prélèvent les nitrates formés par la minéralisation et la nitrification. Ce phénomène peut entraîner la pollution de la nappe phréatique par lessivage des nitrates.

1. Einleitung

Die Landwirtschaft verwendet riesige Mengen an Stoffen (Hof- und Handelsdünger, Klärschlamm, Pestizide usw.), die die Gewässer belasten können. Unsorgfältiger Umgang mit Düngern und Pflanzenschutzmitteln und unsachgemässe Bodennutzung können zu Erosion und Abschwemmung von Pestiziden, Phosphat, organischen Stoffen und Ammoniak und zur Auswaschung von Nitrat führen. Der Bauer trägt somit eine grosse Verantwortung und benötigt umfassendes Wissen und Können, um Gewässerverschmutzungen zu vermeiden. Im folgenden sind die wichtigsten Massnahmen zum Schutze der Gewässer anhand von Versuchsergebnissen dargelegt. Es werden vor allem Resultate schweizerischer Untersuchungen berücksichtigt, welche unter unsern Klimabedingungen entstanden.

2. Abschwemmung, Oberflächenabfluss

Der Boden ist ein ausgezeichneter Filter. Viele Stoffe werden von ihm sehr gut festgehalten. Sie werden nicht ausgewaschen und so vom Grundwasser ferngehalten. Organische Substanzen, Ammonium und Phosphate gehören zu diesen Stoffen, die in der Landwirtschaft in grossen Mengen umgesetzt werden. Die folgende Aufstellung zeigt die Grössenordnung im Vergleich zu Abwasser:

Die organische Substanz (OS) ist für den Boden ein ausgezeichnetes Mittel zur Verbesserung der biologischen Aktivität und der Struktur. Im Wasser ist die organische Substanz jedoch sehr gefährlich. Beim mikrobiellen Abbau wird der Sauerstoffvorrat des Wassers sehr rasch verbraucht. Sauerstoffmangel hat auf die Wasserqualität und die Fische katastrophale Auswirkungen. Neben Hofdüngern sind Silosäfte sehr reich an organischen Stoffen. Ammoniak, eine N-Verbindung, ein gefährliches Fischgift, ist in Gülle in grosser Menge vorhanden. Ammoniakvergiftungen durch Gülle sind eine der häufigsten Ursachen von Fischsterben. Im Boden wird Ammoniak gut festgehalten und kaum ausgewaschen. Zum Schutze der Gewässer vor Ammoniak muss unbedingt das Abfliessen von Gülle und Silosäften auf der Bodenoberfläche oder direkt in Bäche verhindert werden. Phosphate sind eine weitere, sehr wichtige Gefahr für die Gewässer. Besonders in Seen bewirkten sie eine starke Steigerung des Algenwachstums (Eutrophierung). Im sauberen See ist das Algenwachstum wegen P-Mangel sehr beschränkt. Viele Algen bedeuten

kt pro Jahr	OS	N	P	K
Hofdünger	3000	150	30	200
Handelsdünger	–	60	20	50
Abwasser (ohne Industrie)	250	30	25	15
Klärschlamm in Landwirtschaft	40	4	3	0.3

für den See auch viel organische Substanz und bei deren Abbau grossen Sauerstoffverbrauch mit all den üblen Folgen: Sauerstoffmangel, trübe Wässer, üble Gerüche, Verschwinden der Edelfische.

Phosphate werden im Boden sehr stark gebunden, so dass auch nach kräftiger P-Düngung im Sickerwasser keine erhöhten P-Gehalte festgestellt werden können. Eine P-Überdüngung bewirkt jedoch eine starke P-Anreicherung der obersten Bodenschicht. Wird dieser Boden durch Erosion in die Gewässer weggeschwemmt, kann dadurch viel Phosphat ins Wasser gelangen. Obwohl dieses Phosphat wenig löslich ist, kann es dennoch eine bedeutende Ursache für die Eutrophierung sein. Viel schlimmer noch ist das direkte Abschwemmen von Klärschlamm, Gülle und Mist in die Gewässer: undichte Güllegruben und Gülleleitungen, Abfliessen von Mistwasser vom Miststock, Verluste auf Strassen und Plätzen, Abfliessen und Abschwemmen von Hanglagen, von verdichteten (Mais-)Äckern, von vernässten oder gefrorenen Böden, bei Schneeschmelze.

Da Phosphate für unsere Seen eine starke Gefährdung (Eutrophierung, Algenbildung) bedeuten, ist mit P-Düngung (auch Klärschlamm ist ein P-Dünger!) besonders sorgfältig umzugehen, um jedes Abschwemmen (Oberflächeabfluss) in die Gewässer zu verhindern. Aber auch P-Überdüngung ist zu vermeiden. 1 kg P im See ermöglicht das Wachstum von über 1000 kg Algen (100 kg Trockenmasse). Die Mineralisierung dieser Algen benötigt den gesamten in 10 000 m^3 Wasser gelösten Sauerstoff.

Gerechterweise muss aber gesagt werden, dass nicht die Landwirtschaft die Hauptschuld an der Phosphatbelastung der Seen trägt. Vielmehr sind das Abwasser, das durch die Kanalisation vom reinigenden Kontakt mit dem Boden ferngehalten wird, und die grossen Phosphatmengen in den Waschmitteln die Hauptsünder.

3. Auswaschung von Nitrat

Der Nitratgehalt im Grundwasser unter landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen hat in den letzten 20 bis 30 Jahren in vielen Gebieten der Schweiz stetig zugenommen. Wohl ist die Lage im allgemeinen noch nicht dramatisch, bedenklich ist jedoch die laufende Zunahme, der unbedingt entgegengewirkt werden muss. Berichte über die Bildung kanzerogener Nitrosamine nach Nitrataufnahme führten in den letzten Jahren zu leidenschaftlichen Diskussionen mit scharfen Angriffen auf die landwirtschaftliche Düngungspraxis.

Nitrat ist ein sehr wertvoller und lebenswichtiger Nährstoff für die Pflanzen. Mensch und Tier jedoch vertragen Nitrat nicht gut. Es muss also ein Weg gefunden werden, die Pflanzen optimal mit Nitrat zu versorgen, ohne gleichzeitig das Grundwasser mit Nitrat zu stark zu belasten.

Gülle, Mist und Klärschlamm enthalten kein Nitrat. Überhaupt düngen wir wenig Nitrat. Im Boden wird aber aus organischen N-Verbindungen und aus Ammonium leicht Nitrat gebildet. Auch die im Humus reichlich vorhandenen N-

Verfahren	N-Gabe (kg N/ha) 1974	1975	1976	N-Auswaschung 1974	1975	1976	N-Entzüge kg N/ha ø	Sickerwasser mm ø
mit Gras								
O	0	0	0	1	1	61	122	459
AS	250	250	0	1	1	53	297	313
SG-4	456	456	99	1	1	91	325	281
KS-12	707	707	403	2	1	113	410	272
SG-8	912	912	198	4	1	72	586	251
SG-12	1368	1368	297	131	1	92	786	235
ohne Pflanzen								
O	0	0	0	117	117	298	–	632
AS	250	250	0	246	175	170	–	633
SG-8	912	912	198	686	266	211	–	666

Tab. 1 Einfluss der N-Düngung (AS = Ammonsalpeter, SG = Schweinegülle, KS = Klärschlamm) auf die Nitratauswaschung (kg/ha) bei mit Gras bepflanzten und unbepflanzten Lysimetern.

Jahr		1974	1975	1976
N-Gabe	kg N/ha	456	456	99
N-Auswaschung (g N/ha)	Januar	40	50	20
	Februar	60	30	50
	März	10	30	20
	April	–	50	–
	Mai	–	–	900
	Juni	–	–	2 330
	Juli	–	–	84 610
	August	–	–	2 460
	September	–	–	–
	Oktober	80	10	–
	November	90	10	120
	Dezember	40	30	410
	Total	320	310	90 920

Tab. 2 Monatliche Nitratauswaschung (g N/ha) aus mit Gras bepflanzten und mit Schweinegülle gedüngten Lysimetern (SG-4).

Eingerahmte Zahlen: durch Neuansaat (Zwischenbrache) verursachte Nitratauswaschung.

Kultur	N-Düngung kg N/ha		N-Auswaschung (kg N/ha) 1978	1979	1980	1981	1982	ø
sandiger Lehmboden:								
Brache	–	–	135	165	95	75*	31*	100
Gras	–	–	19	5	2	4	3	7
Klee	–	–	44	71	230	63	107	103
Rotation	min	120	49	89	55	67	103	73
Rot. + Raps	min	160	33	14	7	64	15	26
Gras	min	250	25	4	3	3	4	8
Gras	KS	424	15	4	9	3	2	7
Gras	SG	689	21	4	2	4	6	7
lehmiger Sandboden:								
Brache	–	–	120	170	104	174	266	167
Gras	–	–	12	5	3	5	4	6
Klee	–	–	24	86	6	30	56	40
Rotation	min	120	33	32	43	62	163	66
Rot. + Raps	min	160	15	13	9	29	22	18
Gras	min	250	19	5	15	3	5	9
Gras	KS	424	14	8	24	3	6	11
Gras	SG	689	13	4	2	2	2	5

Tab. 3 Nitratauswaschung bei unterschiedlicher Bepflanzung:
Rotation = Gerste–Mais
KS = Klärschlamm, SG = Schweinegülle (Furrer 1984)
* Dentrifikationsverluste, da häufig Staunässe.

Verbindungen werden langsam in Nitrat umgewandelt. Der Boden kann Nitrat nicht festhalten, es bleibt im Bodenwasser gelöst. Dagegen nehmen die Pflanzenwurzeln Nitrat aus dem Boden sehr rasch auf, so dass unter einer intakten Pflanzendecke nur geringe Nitratmengen zu finden sind.

3.1 Lysimeterversuche

Anhand von einigen Versuchsergebnissen sollen im folgenden die Ursachen der Nitratauswaschung und die notwendigen Massnahmen zu deren Verminderung aufgezeigt werden. Lysimeter sind ein wertvolles Mittel, um die Auswaschung von Nährstoffen zu messen. Unsere neuen Lysimeter bestehen aus runden, mit Boden gefüllten Gefässen aus Polyester mit einer Einrichtung zur Messung des Sickerwassers und zur Entnahme von Wasserproben. Grösse: 113 cm Durchmesser, 150 cm Tiefe, 1 m^2 Oberfläche, 1,5 m^3 Bodenvolumen.

In Tabelle 1 sind Resultate eines Versuches mit verschiedenen Düngerarten (Ammonsalpeter, Klärschlamm, Schweinegülle) zusammengestellt. Zu Gras verabreicht, bewirkten Gaben bis zu 700 kg N/ha keine Erhöhung der Nitratauswaschung.

Im zweiten Versuchsjahr, nachdem sich der Grasbestand voll entwickelt hatte, verursachte auch eine extreme Gabe von über 1300 kg N/ha in Form von Schweinegülle keine Nitratauswaschung. 1976 wurde das Gras neu angesät und in dieser Zeit die N-Düngung stark reduziert. Trotzdem führte die durch die Neuansaat bedingte und die Trockenheit verlängerte Teilbrache zu hohen Nitratverlusten. Die Auswaschung war um so grösser, je höher die Gaben an organisch gebundenem Stickstoff in den Vorjahren war. Die Tabelle 2 zeigt, dass diese Nitratauswaschung in den Sommermonaten erfolgte, wo sonst keine Auswaschung festzustellen ist.

Ganz massiv sind die Nitratverluste bei unbepflanztem Boden. Auch wenn keine Düngung erfolgte, betrug sie über 100 kg N/ha pro Jahr. Wenn die brach gehaltenen Lysimeter noch gedüngt wurden, stiegen die Verluste logischerweise stark an.

In einem weitern Lysimeterversuch wurde vor allem der Einfluss der Bepflanzung geprüft. Die wichtigsten Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Das Fehlen einer Pflanzendecke erwies sich als weitaus wichtigste Ursache der Nitratauswaschung. Je lückenloser der Pflanzenbestand, je kürzer die Brachperioden, um so geringer die Auswaschung. Zur Illustration die mineralisch gedüngten Verfahren (aus Tab. 3) nach abnehmendem Bracheanteil geordnet:

Düngung kg N/ha		0	120	160	250
Auswaschung:	Boden 2	100	72	27	8
(kg N/ha)	Boden 3	167	60	24	9
Kultur		Brache	Rotation	Rot. + Raps	Gras
Bracheanteil		100%	viel	wenig	0%

Der Einfluss der Bepflanzung ist derart entscheidend, dass mit abnehmendem Bracheanteil trotz zunehmender N-Düngung die Nitratauswaschung zurückgeht.

Bei einer wohlentwickelten Pflanzendecke verursacht eine Steigerung der N-Düngung über einen weiten Bereich keine Zunahme der Nitratauswaschung. Zur Illustration die mit Gras bepflanzten Verfahren aus Tabelle 4:

N-Gabe kg/ha	0	250	424	689
N-Auswaschung:				
Lehmboden (2)	7	8	7	7
Sandboden (3)	6	9	11	5

Klee führt zu höherer Nitratauswaschung. Besonders beim Umbruch von Kleebeständen werden grosse Nitratmengen freigesetzt, die ausgewaschen werden können. Abbildung 1 zeigt ein Beispiel, wo im Lysimeter die Neuansaat von Klee eine Nitratauswaschung von 200 kg N/ha in den Sommermonaten bewirkte.

Eine wirksame Massnahme zur Reduktion der Nitratauswaschung ist die Saat von Zwischenfutter oder Gründüngung. In der Fruchtfolge: Gerste-Mais-Gerste-Mais brachte die Rapszwischensaat eine starke Verminderung der Nitrataus-

Bodenart		sandiger Lehm		lehmiger Sand		
Zwischensaat		O	Raps	O	Raps	
1980	Okt.	21,8	1,2	16,2	2,0	
	Nov.	8,1	0,3	9,8	0,5	
	Dez.	10,1	0,4	7,2	0,7	
1981	Jan.	5,5	2,1	5,7	1,0	
	Febr.	2,5	1,0	2,2	0,3	
	März	11,1	9,2	7,7	5,9	
	April	2,7	2,5	1,0	1,1	Mais
	Mai	23,0	38,0	7,6	9,6	Mais
	Juni	2,6	3,7	0,1	0,9	Mais
	Juli	–	–	–	–	
	Aug.	–	–	–	–	
	Sept.	–	–	–	–	
	Okt.	4,2	2,9	–	–	
	Nov.	0,8	0,4	20,9	0,4	
	Dez.	14,3	4,6	16,4	10,3	
1982	Jan.	6,5	3,2	4,7	4,6	
	Febr.	0,6	0,2	0,3	0,2	
	März	6,1	0,5	3,9	4,2	
	April	0,4	0,2	0,2	–	Gerste
	Mai	–	–	–	–	Gerste
	Juni	–	–	–	–	Gerste
	Juli	–	–	–	–	
	Aug.	21,7	8,7	18,8	7,9	
	Sept.	10,6	0,6	5,4	0,5	
	Okt.	33,6	1,0	22,7	2,6	
	Nov.	11,1	0,4	41,3	0,3	
	Dez.	11,5	0,6	68,5	1,5	
1983	Jan.	6,6	0,4	18,3	0,6	
	Febr.	2,9	0,2	3,6	0,3	
	März	6,4	0,7	4,2	0,5	
	April	16,0	6,8	4,8	1,5	Mais
	Mai	21,0	31,0	20,0	15,1	Mais
	Juni	2,9	4,0	–	–	Mais
	Juli	–	–	–	–	
	Aug.	–	–	–	–	
	Sept.	2,2	3,2	0,5	–	
	Okt.	1,1	0,5	4,1	2,7*	
	Nov.	5,3	0,5	4,6	9,2*	
	Dez.	11,8	0,4	3,6	13,6*	Raps erkrankt

Tab. 4 Einfluss einer Rapszwischensaat in der Fruchtfolge: Gerste-Mais-Gerste-Mais auf die Nitratauswaschung (kg N/ha)

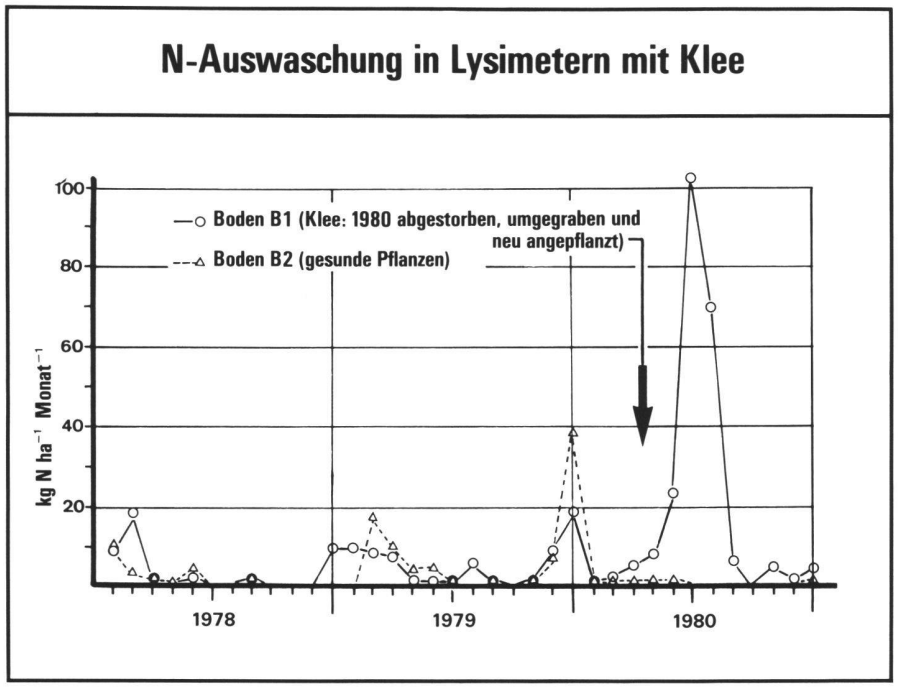

Abb. 1 Nitratauswaschung bei Klee. Auswirkung von Kleeumbruch 1980.

waschung, besonders vor Gerste (gerade Jahre). Vor Mais wurde mit der Rapseinsaat ebenfalls eine starke Reduktion in den Wintermonaten erreicht. Hingegen wurde die für Mais typische Nitratspitze im Mai durch den vor der Maissaat eingepflügten Raps eher noch verstärkt (eingerahmte Periode in Tab. 4). Im Mittel betrug die Nitratauswaschung im Winter und Frühjahr
vor Gerste: 40/16 kg N/ha ohne/mit Rapseinsaat (0,3/0,1 kg April–Juni)
vor Mais: 124/41 kg N/ha ohne/mit Rapseinsaat (25/29 kg April–Juni)
Um die unter Mais im Mai oft massive Nitratauswaschung zu vermeiden, eignet sich Winterroggen als Zwischensaat. Dieser wird dann vor der Maisansaat grün geschnitten. Für den Mais wird der Boden in 15 cm breiten Bändern gelockert. Zwischen den Maisreihen wird der Roggen erst gegen Ende Mai mit einer normalen Herbizidbehandlung abgetötet. Auf diese Weise kann auch gleichzeitig die Bodenerosion wirksam bekämpft und die Tragfähigkeit des Bodens für die schweren Erntemaschinen wesentlich verbessert werden.

3.2 Feldmessungen an Drainagen und im Boden

Als Ergänzung zu den Lysimeterversuchen wurden praxisnahe, grossflächige Untersuchungen an Einzugsgebieten durchgeführt.
In Schwanden wurden an einem voll ackerbaulich genutzten, 7 ha grossen Drainage-Einzugsgebiet (Maulwurfdrainage kombiniert mit Röhrendrains) Abflussmessungen und Wasseranalysen durchgeführt. Wie aus Abb. 2 ersichtlich ist, bewirkten die Brachperioden auch hier im Feld regelmässig hohe Nitratauswaschungen.
Wertvolle Hinweise auf mögliche Nitratauswaschung geben auch Nitratbestimmungen im Boden. In Tabelle 5 sind Nitratgehalte der Bodenschicht 0–90 cm bei verschiedenen Kulturen, gemessen in monatlichen Intervallen (1984), aufgeführt. Deutlich zeigt sich der Einfluss des Pflügens in einem raschen Anstieg des Nitratgehaltes. Unter Mais erreichte der Nitratgehalt im Juni fast 500 kg N/ha und war auch Ende September noch nicht aufgebraucht. Solche Werte sind typisch für Mais und weisen darauf hin, dass bei der Maissaat keine Flächen-, sondern nur eine N-Düngung in der Saatreihe erfolgen sollte.
Der Nitratgehalt im Boden kann auch beobachtet werden, indem mit porösen Saugköpfen Bodenwasserproben entnommen und analysiert werden. In Abb. 3 sind solche Daten von drei

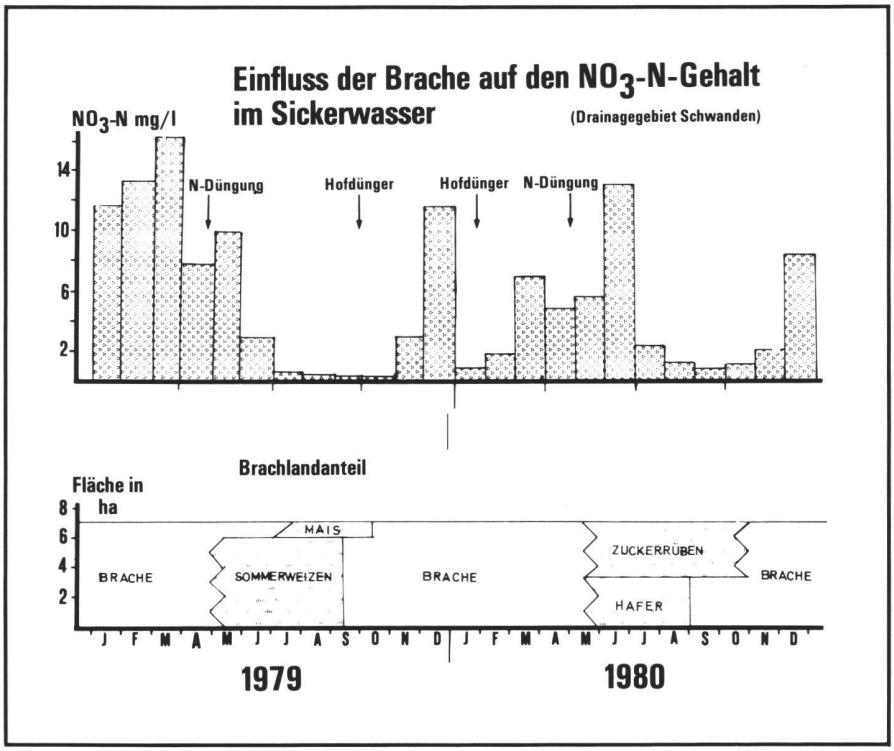

Abb. 2 Nitratgehalt des Sickerwassers in Abhängigkeit des Brachlandanteiles.

Bepflanzung	Pflügen	Nitratgehalt (kg N/ha) Ende Monat						
		März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.
Weizen/Raps	Aug.	32	89	46	27	12	39	25
Wiese/Kartoffeln	Juni	30	25	16	143	189	74	31
Wiese/Kartoffeln	April	19	136	139	107	82	91	35
Raps/Randen	März	40	247	273	272	164	78	53
Raps/Mais	April	17	89	447	489	391	294	108

Tab. 5 Nitratgehalt im Boden (0–90 cm) 1984 in Praxisbetrieben in monatlichen Intervallen gemessen.
Unterstrichene Werte: Auswirkung des Pflügens.

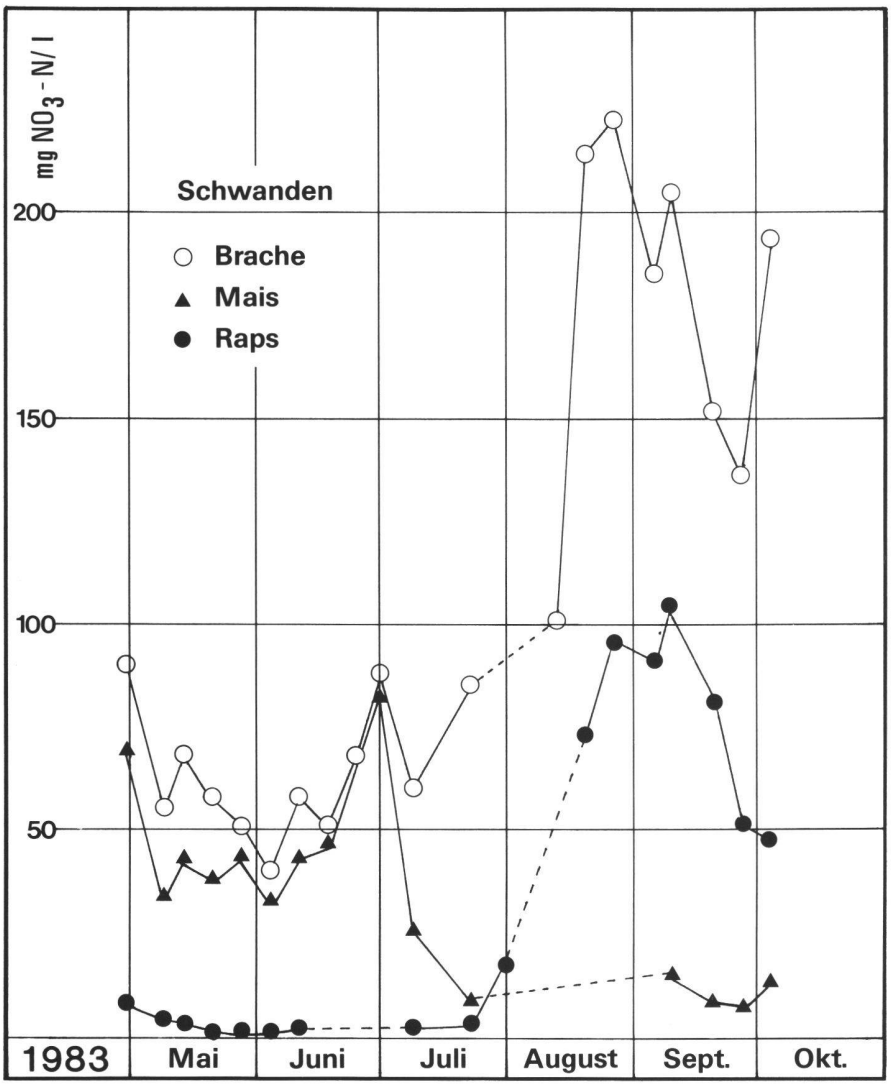

Abb. 3 Nitratgehalt im Bodenwasser (mg N/l) unter Brache, Mais und Raps in einer Tiefe von 75 cm.

benachbarten Parzellen aufgetragen. Unter Raps blieb der Nitratgehalt bis zur Ernte sehr tief, stieg nachher aber rasch an und führte im September bereits zu Nitrat-Auswaschverlusten. Bei Mais war der Nitratgehalt im Bodenwasser bis Mitte Juli hoch. In der unbepflanzten Parzelle war der Nitratgehalt dauernd hoch. Aufgrund der N-Mobilisierung im Boden sollte er kontinuierlich steigen (Stadelmann et al., 1981 und 1983). Kräftige Niederschläge im Mai und Juni haben jedoch hier, wie auch beim Mais, eine beträchtliche Nitratauswaschung bewirkt.

3.3 Schlussfolgerungen – Massnahmen

Alle Versuche haben gezeigt, dass die wichtigste, wirksamste und dringendste Massnahme zur Vermeidung von Nitratverlusten im Grundwasser eine möglichst lückenlose Begrünung des Bodens ist. Wenn im Boden ein dichtes, tiefreichendes und funktionstüchtiges Wurzelwerk vorhanden ist, sind auch bei kräftiger Düngung keine Nitratverluste von Bedeutung zu befürchten. Eine lückenlose Begrünung zwischen Ackerkulturen ist mit Aufwand an Zeit und Mitteln verbunden. Es darf aber nicht übersehen werden, dass die lückenlose Begrünung keineswegs nur im Hinblick auf die Nitratauswaschung sehr wichtig ist, sondern sich auch günstig auf den Boden auswirkt (Humusgehalt, Bodenstruktur, Erosion, biologische Aktivität).

Zeitgerecht muss die N-Düngung erfolgen, um Auswaschverluste zu vermeiden. Bei Handelsdüngern bietet dies meist keine Schwierigkeiten. Einzig bei Mais und andern langsam startenden Kulturen ist die übliche N-Gabe bei der Saat oft zu früh und zu reichlich. Bei Hofdüngern und Klärschlamm bereitet die zeitgerechte Anwendung mehr Mühe. Mangels Stapelraum muss oft auch ausserhalb des optimalen Zeitpunktes Dünger ausgefahren werden. Wenn im August auf abgeerntete Getreidefelder Gülle ausgebracht wird, ohne dass gleichzeitig begrünt wird, akkumulieren sich im Boden bis zum Winteranfang enorme Nitratmengen, die dann im Winter ausgewaschen werden können. Aus diesem Grunde schreibt die Schweizerische Klärschlammverordnung (1981) vor: ‹Klärschlamm darf nur ausgebracht werden, wenn der Boden bewachsen ist oder unmittelbar danach bepflanzt oder besät wird.› Ein ähnliches Verbot für das Ausbringen von Gülle auf Brachflächen in den Monaten August bis Oktober erscheint gerechtfertigt.

Nitratanreicherungen im Grundwasser sind auch zu beobachten in Gebieten mit sehr intensiver Tierhaltung. Ein besonderes Risiko besteht in Betrieben mit industrieller Tierhaltung, in denen viel zu wenig Land vorhanden ist, um Mist und Gülle in günstiger Weise zu verwerten.

Literatur

Furrer, O.J., Stadelmann, F.X. und Stauffer, W.: Grundwasserqualität und Landwirtschaft. Wiener Mitteilungen: Wasser – Abwasser – Gewässer Bd. 51 1983, X 1–33.

Furrer, O.J.: Einfluss der Klärschlämme auf das Abschwemmen und Auswaschen von Nährstoffen. Gewässerschutz – Wasser – Abwasser (16. Essener Tagung 1983), Bd. 65 1984, S. 663–678.

Furrer, O.J. und Candinas, T.: Art, Menge und Wirksamkeit des Stickstoffs im Klärschlamm. Gewässerschutz – Wasser – Abwasser (16. Essener Tagung 1983), Bd. 65 1984, S. 519–547.

Furrer, O.J. und Stauffer, W.: Einfluss von Schweinegülle und Hühnermist auf Pflanzen, Boden und Sickerwasser in Lysimeterversuchen. Bericht über die 7. Arbeitstagung ‹Fragen der Güllerei› (Okt. 1981), Gumpenstein Bd. III 1984, S. 659–675.

Stadelmann, F.X., Furrer, O.J. und Stauffer, W.: Einfluss von Stickstoffmobilisierung, Nitrifikation und Düngung auf die Nitratauswaschung ins Grundwasser. Tagung ‹Nitrat in Gemüsebau und Landwirtschaft›, vom 23.11.1981 am Gottlieb Duttweiler-Institut, Rüschlikon (Schweiz) 1981, S. 49–84.

Stadelmann, F.X., Furrer, O.J., Gupta, S.K. und Lischer, P.: Einfluss von Bodeneigenschaften, Bodennutzung und Bodentemperatur auf die N-Mobilisierung von Kulturböden. Pflanzenernährung und Bodenkunde Bd. 146 1983, S. 228–242.

Stauffer, W. und Furrer, O.J.: Nitratauswaschung aus landwirtschaftlich genutzten Gebieten. Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz. Bulletin Bd. 6 1982, S. 57–62.

Stauffer, W. und Furrer, O.J.: Auswaschung von Pflanzennährstoffen aus ganz und teilweise bewaldeten Gebieten. Schweiz. Landw. Forschung Bd. 23 (3) 1984, S. 285–293.

Tremp, E.: Die Belastung der Schweizer Bevölkerung mit Nitraten in der Nahrung. Mitteilungen auf dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene Bd. 71 1980, S. 182–194.

Adresse der Verfasser:
Dr. Otto J. Furrer, W. Stauffer
Eidg. Forschungsanstalt für
Agrikulturchemie und Umwelthygiene
CH-3097 Liebefeld