

Nitrat im Grundwasser muß nicht sein

Ursachen und Ausmaß der Nitratbelastung in Wasserschutzgebieten

Von Hans-Georg Frede, Martin Bach und Stefan Gäth

Durch eine Vielzahl gesetzlicher Vorgaben und Empfehlungen wird versucht, die Nitratbelastung des Grundwassers durch die Landwirtschaft zu verringern. Diese Maßnahmen zeigen aber häufig nicht den erwünschten Erfolg. Die Gründe hierfür sind vielschichtig: So kann beispielsweise die falsche Strategie zur Reduzierung der Nitratbelastung gewählt worden sein. Es kann aber auch trotz grundsätzlich richtiger Vorgehensweise der angestrebte Nitratrückgang nicht feststellbar sein, weil komplexe Prozesse im Boden und Grundwasser die Wirkung überdecken. Diese Situation kann z. B. vorliegen, wenn aufgrund langer Passagezeiten der Nährstoffe von der Bodenoberfläche durch den Grundwasserleiter bis zu einer Wasserfassung der zeitliche und räumliche Zusammenhang zwischen Düngungsmaßnahmen und Nitratbelastung des Wassers nicht mehr hergestellt werden kann. Wenn die bodenkundlichen und hydrologischen Verhältnisse jedoch eine eindeutige Zuordnung von landwirtschaftlicher Nutzung und Belastung zulassen, kann die Wirksamkeit von getroffenen Maßnahmen ohne weiteres beurteilt werden.

Im Mittelpunkt der Untersuchungen, über die hier berichtet wird, steht die Frage, welche Möglichkeiten der Landwirtschaft zur Verfügung stehen, um Beeinträchtigungen des Grundwassers zu vermeiden. Mit dem Konzept der Stickstoff-Bilanzierung wird dazu eine einfache Methodik vorgestellt, mit deren Hilfe landwirtschaftliche Problemflächen und -betriebe sehr leicht erkannt werden können und die gleichzeitig einen wirkungsvollen Ansatz zur Reduzierung des Nitratreintrages bietet.

Die Zusammenhänge zwischen Bodennutzung und Nitratbelastung werden für die 115 Wasserschutzgebiete eines osthessischen Landkreises dargestellt. Die vorherrschende geologische Formation in dieser Region ist der Buntsandstein, der zu den bedeutendsten Grundwasserleitern in Hessen zählt. Darauf haben sich relativ flachgründige Braunerden ausgebildet, die mit weniger als 60 mm Feldkapazität im Wurzelraum als sehr speicherarm einzustufen sind. Bei durchschnittlich 740 mm Jahresniederschlag ergibt sich daraus eine hohe Auswaschungsgefährdung für diese Standorte. Die Oberböden werden im Winter häufig zwei- bis dreimal durchspült; eine Speicherung von auswaschungsgefährdeten Nährstoffen in der Wurzelzone über den Winter hinweg scheidet somit aus.

In der untersuchten Region befinden sich 81 rechtskräftig ausgewiesene Wasserschutzgebiete, die 22 Prozent der Kreisfläche umfassen. Hinzu kommen 34 Wassergewinnungsanlagen, die noch nicht ausgewiesen sind.

Die Struktur der Landwirtschaft soll mit wenigen Zahlen umrissen werden: Das insgesamt

dünn besiedelte Gebiet hat einen hohen Waldanteil von 46 Prozent und eine landwirtschaftliche Nutzfläche von 42 Prozent, die zu 36 Prozent als Grünland genutzt wird. Auf der Ackerfläche wurde 1989 neun Prozent Raps und sieben Prozent Silomais angebaut. Annähernd 70 Prozent der Betriebe sind unter

zehn Hektar groß und werden im Nebenerwerb bewirtschaftet. Der Viehbesatz ist mit 0,8 Dungeinheiten (DE) pro Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche, wobei eine Kuh als 1 DE gilt, im Mittel aller Betriebe als gering einzustufen, so daß das Belastungspotential aus dieser Quelle als niedrig anzusehen ist.

Situation der Nitratbelastung

Insgesamt wurden im Kreisgebiet 58 Quellen und 57 Tiefbrunnen auf die derzeitigen Nitratgehalte und die Entwicklung dieser Werte in den vergangenen Jahren untersucht. Grundsätzlich kann gesagt werden, daß Quellen infolge der kurzen Passagezeiten den Zusammenhang zwischen Landnutzung und Grundwasserqualität deutlicher widerspiegeln als Tiefbrunnen. Auf die Situation in den Quellwässern wird deshalb auch nachfolgend näher eingegangen.

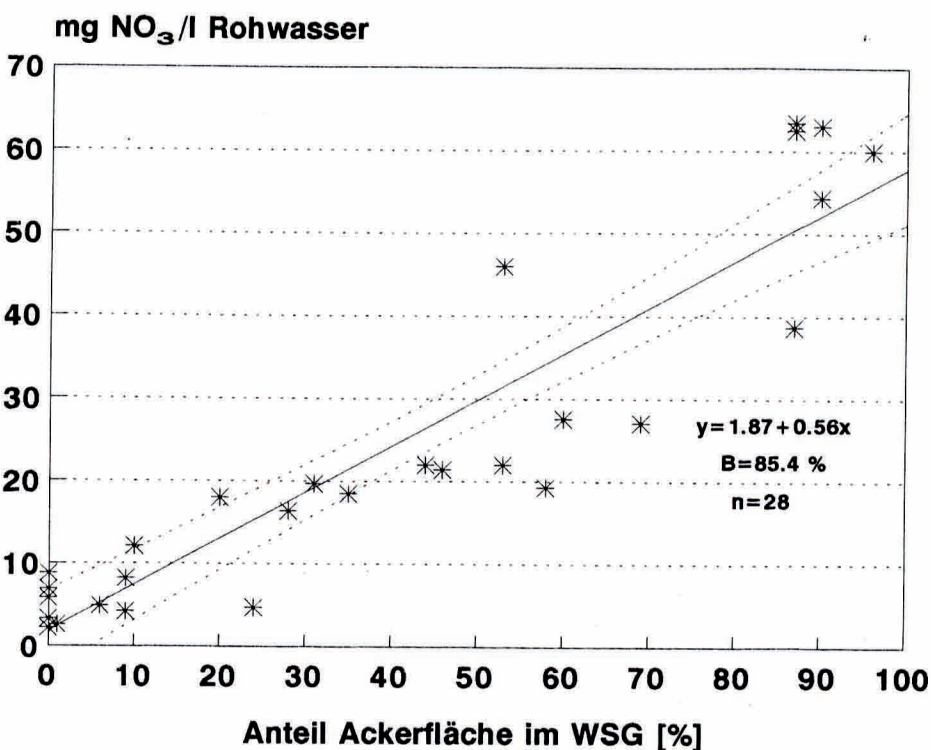


Abb. 1: Nitratkonzentration im Rohwasser von Quellen in Abhängigkeit vom Anteil Ackerfläche im Wasserschutzgebiet.

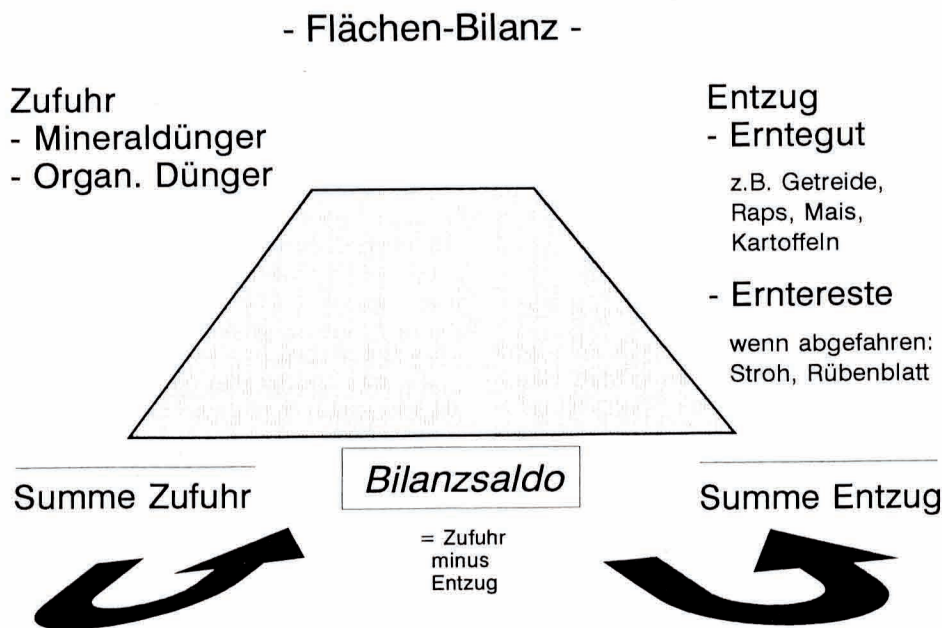


Abb. 2: Schaubild Flächenbilanzierung.

Abbildung 1 zeigt die enge Beziehung zwischen den Nitratgehalten im Quellwasser und dem Flächenanteil des Ackerlandes im zugehörigen Einzugsgebiet. Da die Hydrogeologie dieser Gebiete vergleichbar ist, wird die Höhe der Nitratbelastung offensichtlich ausschließlich durch den Anteil der landwirtschaftlichen Ackernutzung bestimmt.

Nur in Einzugsgebieten ohne Landwirtschaftsflächen, die vollständig waldbedeckt sind, liegen die Nitratwerte bei 5 bis 10 mg/l, d. h. auf ihrem natürlichen Ausgangsniveau.

Die Mehrzahl sowohl der Quellen als auch der Tiefbrunnen weisen in den letzten Jahren steigende Nitratgehalte auf. Das Rohwasser über-

schreitet derzeit zwar nur in wenigen Fassungen den Grenzwert von 50 mg Nitrat pro Liter, der Anstieg gibt aber vor allem bei den Tiefbrunnen zur Besorgnis Anlaß. Während die Quellen in den vergangenen 20 Jahren nur noch eine geringe jährliche Steigerung verzeichnen, wird für die Nitrat-Konzentrationen in den Tiefbrunnen eine Anstiegsrate von zum Teil mehr als 2 mg Nitrat pro Liter (NO_3/l) und Jahr registriert.

Wo sind die Ursachen zu suchen?

Die enge Beziehung zwischen dem Anteil landwirtschaftlicher Fläche und dem Gehalt an NO_3 im Quellwasser läßt keinen anderen Schluß zu, als die Ursachen der Grundwasserbelastung in der landwirtschaftlichen Bodennutzung zu suchen. Da die Bewirtschaftung in der Gesamtregion insgesamt als relativ extensiv anzusehen ist, sind pauschale Ansätze zur Lösung des Problems wenig zweckdienlich. Es müssen vielmehr diejenigen Betriebe und/oder Flächen identifiziert werden, von denen offensichtlich überproportionale Einträge ausgehen.

Es stellt sich die Frage, mit welcher Methode eine derartige einzelbetriebliche bzw. flächenspezifische Erfassung und Bewertung des Belastungsanteils vorgenommen werden kann. Vielfältige Erfahrungen bestätigen, daß die Stickstoff-Bilanzierung dafür ein geeignetes und einfach zu handhabendes Instrument bietet. Die Kalkulation von Hof-, Stall- oder Flächen-Bilanzüberschüssen stellt mittlerweile eine bewährte Methode dar, um das Gefährdungspotential für Nährstoffausträge aus der Landwirtschaft abzuschätzen. Für Zwecke des Grundwasserschutzes können die besten Informationen aus flächenbezogenen N-Bilanzen gewonnen werden. Abbildung 2 verdeutlicht die Vorgehensweise bei der Flächenbilanzierung.

Eine sinnvolle Bilanzierung setzt voraus, daß der Betrieb wichtige Kenngrößen, wie z. B. Bodenbearbeitung, Fruchtfolge und Viehzahl über eine längere Periode nicht wesentlich verändert. Unter diesen Bedingungen bleibt der Humus- und damit Stickstoffvorrat im Boden langfristig konstant, so daß zugeführte Nährstoffe auch nicht über einen längeren Zeitraum gespeichert werden. Daraus ergeben sich zwei Konsequenzen:

- Alle zugeführten N-Mengen müssen zu 100 Prozent in die Bilanzierung einbezogen werden, unabhängig davon, ob sie als organischer oder mineralischer Stickstoff erfolgen.

- Die verbleibenden Überschüsse können entweder nur gasförmig entbunden werden (Denitrifikation, NH_3 -Entgasung), oder sie gelang-

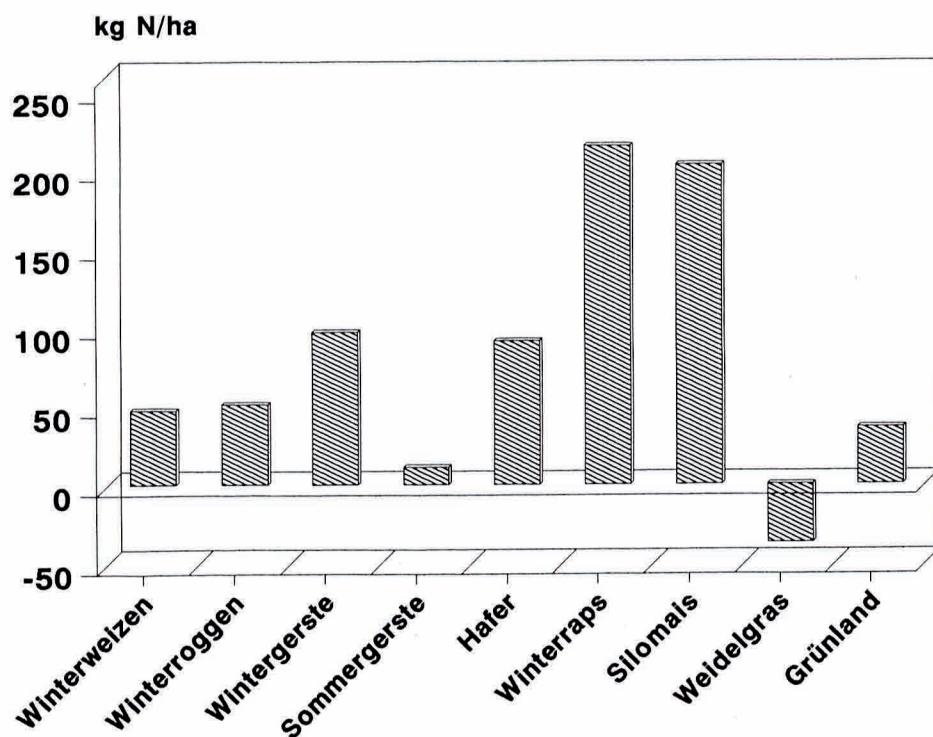


Abb. 3: Mittlere N-Flächenbilanzsalden landwirtschaftlicher Kulturen im Wasserschutzgebiet.

gen als Nitrat ins Grundwasser. Weniger bedeutsame Formen des Verlustes über Erosion etc. werden bei dieser Betrachtung nicht berücksichtigt.

Durch Befragungen der Landwirte wurden Flächenbilanzen in ausgewählten Wasserschutzgebieten des untersuchten Kreises erstellt. Die gasförmigen Verluste können bei der gewählten Vorgehensweise ebenso wie die Einträge aus der Atmosphäre nur geschätzt werden; in den vorliegenden Berechnungen sind beide Größen nicht berücksichtigt worden.

In Abbildung 3 sind die Bilanzüberschüsse für verschiedene Kulturen im Mittel aller Flächen aufgeführt. Es wird deutlich, daß vor allem der Anbau von Silomais und Winterraps mit erheblichen N-Überschüssen einhergeht, die anderen Kulturen weisen nur vergleichsweise geringe N-Überschüsse auf.

Die Überschüsse beim Mais sind durchweg auf die überhöhte, nicht pflanzenbedarfsgerechte organische Düngung zurückzuführen. Beim Raps sind die Gründe zwar ebenfalls in zu hohen Gesamt-N-Gaben zu suchen, die im Gegensatz zum Mais jedoch in den meisten Fällen dem Bedarf der Pflanze angemessen sind. Mit der Ernte der Rapskörner wird aber nur der kleinere Teil des Stickstoffs von der Fläche abtransportiert, in den Pflanzenresten verbleibt der größere Teil auf der Fläche. Daraus resultieren die hohen N-Bilanzüberschüsse, die sich dann auch in Form hoher Nitrat-Stickstoff-Gehalte (N_{min}) im Oberboden wiederfinden lassen. Der Anbau von Raps muß aus dieser Sicht generell als problematisch in Wasserschutzgebieten angesehen werden.

Aber auch auf der Betrachtungsebene der Feldfrüchte erweist es sich als sinnvoll, weiter zu differenzieren, was die Abbildungen 4 a) und b) verdeutlichen.

Alle Betriebe, die Winterroggen nicht organisch düngen, zeigen eine nahezu ausgeglichene N-Bilanz. Am Beispiel der drei Betriebe mit organischer Düngung ist abzulesen, daß auch bei einer Kulturart, deren N-Überschuß zunächst im Mittel aller Ackerflächen als unbedenklich erscheint, immer dann mit einem hohen Nitrat-Belastungspotential zu rechnen ist, wenn der organische Stickstoff in der Düngungsplanung nicht berücksichtigt wird.

Die Notwendigkeit einer differenzierten Bewertung wird nochmals unterstrichen, wenn man die Flächenbilanz der Einzelbetriebe für Raps untersucht (Abb. 4 b). Zunächst sind die bei allen Betrieben gleich hohen Entzüge (siehe Abb. 2) auffällig, die unabhängig von der Höhe der Düngung ca. 100 kg N/ha ausmachen. Die hohen bis sehr hohen Bilanzüberschüsse werden in ihrer Größenordnung von der Höhe der organischen Düngung bestimmt, die von 120 bis 280 kg N/ha reichen.

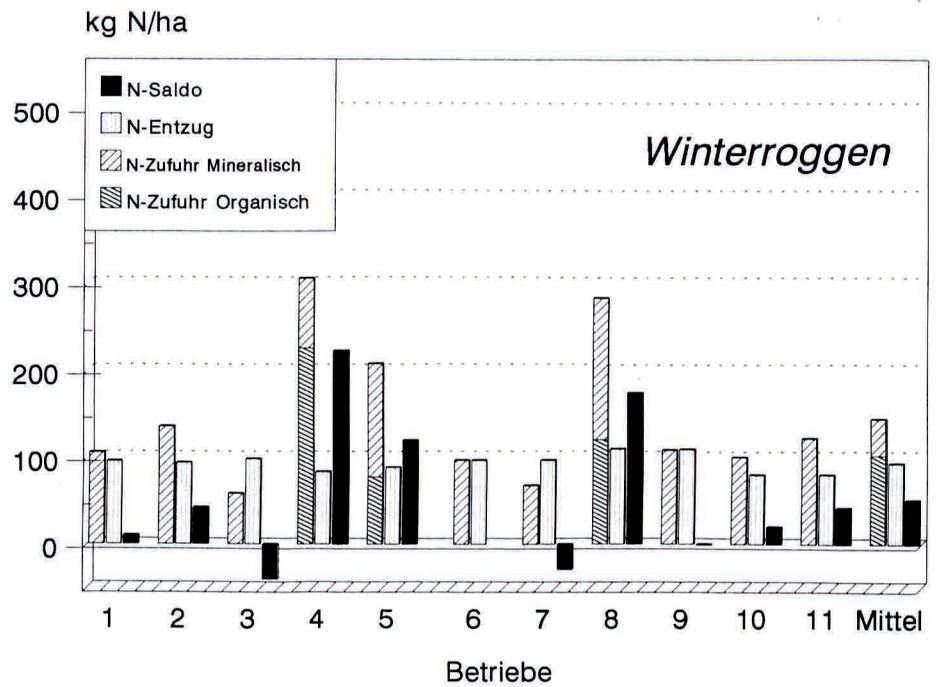


Abb. 4a: N-Bilanzen für Winterroggen im Mittel der Ackerflächen von einzelnen Betrieben.

Weiterhin kann an diesem Beispiel verdeutlicht werden, daß die Festlegung bestimmter Grenzen für den Viehbesatz solange nicht wirksam sein kann, wie nicht gewährleistet ist, daß diese Mengen auch auf die insgesamt zugrunde gelegte Fläche gleichmäßig verteilt

werden. So ist z. B. in einem ausgewählten Schutzgebiet der Anfall organischer Düngung mit durchschnittlich 1.4 DE/ha als gering einzustufen. Bezogen auf die Flächen, die tatsächlich organisch gedüngt worden sind, entspricht der ausgebrachte organische Dünger

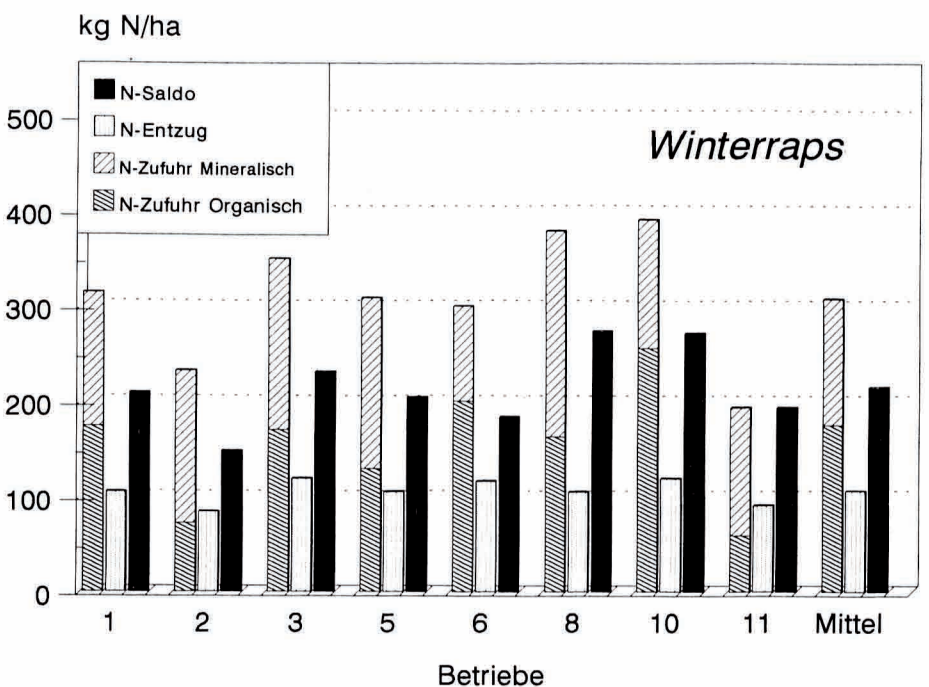


Abb. 4b: N-Bilanzen für Winterraps im Mittel der Ackerflächen von einzelnen Betrieben.

im Extremfall jedoch bis zu 5.6 DE/ha. Das entspricht einer Stickstoffmenge aus organischem Dünger von 5.6 DE x 80 kg N/DE pro Hektar.

Die tatsächliche Einschätzung der im organischen Dünger enthaltenen Nährstoffe wird aus Abbildung 5 deutlich, in der die Höhe der N-Bilanzüberschüsse der einzelnen Ackerkulturen in Abhängigkeit vom Anfall organischer Düngung dargestellt ist. Aus der Steigung der Geraden ist abzulesen, daß der Stickstoff aus organischer Düngung im Mittel nur zu zehn Prozent (!) in der Düngungsplanung angerechnet wird. Offensichtlich wird der organisch gebundene Stickstoff von diesen Landwirten vornehmlich als Abfallprodukt betrachtet.

Schlußfolgerungen

● Ziel einer grundwasserschonenden Landwirtschaft muß es sein, Überschüsse in der Stickstoff-Versorgung zu vermeiden. Solche Überschüsse können am besten mittels einer flächenbezogenen N-Bilanzierung erkannt werden. Erfolgversprechende Ansätze zur Sanierung von Nitratbelastungen sind vorrangig in einer kooperativen Strategie zu suchen, die sich die umfassende Beratung der landwirtschaftlichen Betriebe in einem Wasserschutzgebiet zum Ziel setzt. Mit der Größe „N-Überschuß“ wird dabei sowohl das flächen- als auch das betriebsspezifische Nitrat-Belastungspotential erfaßt und bewertet. Die N-Bilanzierung ist einfach zu erstellen und liefert

Informationen, die sowohl der Ursachenerkennung dienen als auch gleichzeitig die Grundlage für eine gezielte Beratung darstellen. Davon ausgehend können diejenigen Betriebe, Kulturen bzw. Ackerflächen identifiziert werden, bei denen Sanierungsmaßnahmen zuerst ansetzen müssen.

● Es bleibt zu fragen, ob ein N-Überschuß – und wenn ja, in welcher Höhe – in der Bilanz toleriert werden kann. Bei vorsichtiger Abschätzung aller Einflußfaktoren, insbesondere der gasförmigen N-Verluste und der Einträge mit dem Niederschlag, erscheint als erster Orientierungswert ein Überschuß in der Flächenbilanz von 40 bis 50 kg N/ha und Jahr als akzeptabel. Dabei bleibt zu prüfen, in welchem Ausmaß diese Größe in Abhängigkeit von Witterung, Standort und Bewirtschaftungssystem zu variieren wäre.

● Das Fehlverhalten im Umgang mit wirtschaftseigenen Düngern kann wohl kaum über gesetzliche Maßnahmen abgestellt werden. Hier hilft allein eine intensivere Beratung, deren Anreiz für die Landwirtschaft darin bestehen muß, daß die Betriebe durch die bessere Einbeziehung wirtschaftseigener Düngung in die Düngungsplanung auch Kosten einsparen können. Damit wäre das Problem der hohen Bilanzüberschüsse beim Silomaisanbau behoben.

● Schwieriger wird es bei der Reduzierung von N-Überschüssen, die aus einem hohen N-Bedarf der Pflanzen entstehen, wobei die Stickstoffmengen in der Pflanze nicht komplett mit dem Erntegut von der Fläche abgefahren werden. Hierzu gehören neben dem Raps auch andere Kulturen, wie z. B. Stärkekartoffeln und Zuckerrüben ohne Blatternte. Möglicherweise muß auf den Anbau derartiger Kulturen in Wasserschutzgebieten völlig verzichtet werden, was den betroffenen Betrieben dann durch entsprechende Ausgleichszahlungen zu honorieren ist.

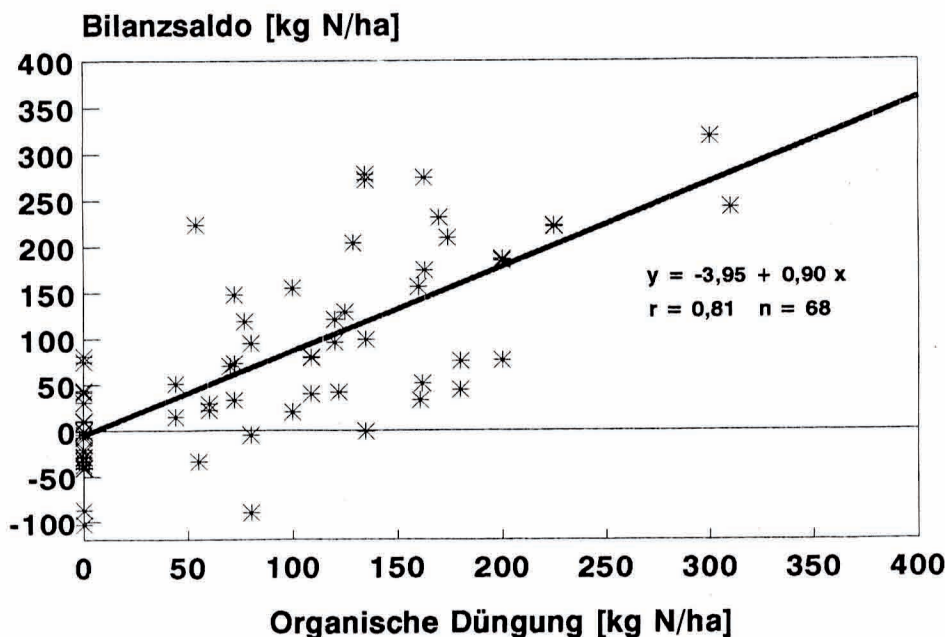


Abb. 5: Höhe des Bilanzüberschusses der Ackerkulturen in Abhängigkeit vom N-Anfall aus der organischen Düngung.

Zu den Autoren:



Prof. Dr. Hans-Georg Frede, Jahrgang 1947, studierte in Göttingen Agrarwissenschaften; 1973: Diplom, 1975: Promotion am Institut für Bodenkunde der Universität Göttingen über „Denitrifikation in landwirtschaftlich genutzten Böden“. Von 1975 bis 1988 war er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Bodenkunde der Universität Göttingen tätig. 1985 habilitierte er sich mit einer Arbeit zum Thema „Der Gashaushalt des Bodens“. 1988 folgte er einem Ruf auf die Professur für Landeskultur an der Universität Gießen. Er betreut zahlreiche Auslandsprojekte u. a. in Tunesien, Ägypten und der Türkei. Seine Arbeitsschwerpunkte sind: Erosionsforschung, Bodenstruktur in Abhängigkeit von Belastungsparametern, Beschreibung von Fließvorgängen in Böden, Interaktionen zwischen Landnutzung und Gewässerbelastung und die Entwicklung von landschaftsbeschreibenden Modellen.

Dr. Stefan Gäth, 32 Jahre, geboren in Berlin, von 1979 bis 1984 Studium der Agrarwissenschaften in Göttingen, 1987 Promotion am Institut für Bodenkunde in Göttingen. Von 1987 bis 1989 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Ökologie an der TU Berlin. Seit 1989 ist er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landeskultur der Universität Gießen tätig. Arbeitsschwerpunkte: Landbewirtschaftung und Gewässerqualität und -quantität (Hydrologie), Simulation der Nährstoffanlieferung im Wurzelraum und Prozesse der Wassererosion.

Dr. Martin Bach, 34 Jahre, geboren in Darmstadt, agrarwissenschaftliches Studium an der Universität Göttingen, 1987 Promotion (Bodenkunde), anschließend Auslandstätigkeit. Seit 1989 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landeskultur der Universität Gießen. Arbeitsschwerpunkte: Lahn-Projekt, Landnutzung und Gewässerbelastung.