

Guido Haas, Martin Bach, Corinna Zerger

Landwirtschaftsbürtige Stickstoff- und Phosphor-Bilanzsalden

Nährstoffbilanzsalden der Landkreise Nordrhein-Westfalens

Nordrhein-Westfalen (NRW) weist eine vielfältige naturräumliche Ausstattung und regionalräumlich unterschiedliche Agrarstruktur auf. In den Mittelgebirgen im Süden, im Rheinland bis zum Niederrhein und im Münsterland haben die landwirtschaftlichen Betriebe in den letzten Jahrzehnten verschiedene Wege der Intensivierung und Spezialisierung verfolgt. Die aktuellen Flächenbilanzsalden für Stickstoff und Phosphor spiegeln die Auswirkungen vorherrschender Produktionsstrukturen in den Regionen wider. Ziel dieses Beitrages ist die flächendeckende Darstellung der Flächenbilanzsalden für Stickstoff und Phosphor in den Landkreisen Nordrhein-Westfalens.

Stickstoff und Phosphor sind im Landbau wesentliche Hauptnährstoffe, um hohe Erträge und Produktqualitäten zu erreichen. Werden aber langjährig mehr Nährstoffe zu- als abgeführt, führen überschüssige Nährstoffmengen zur Eutrophierung und belasten den Naturhaushalt. Die Eutrophierung (Nährstoffübersorgung) betrifft Boden, Grund- und Oberflächenwasser, Vegetation und Tierwelt. Zum Beispiel breiten sich stickstoffliebende Pflanzen immer mehr aus und verändern die Zusammensetzung der Pflanzenbestände und damit auch die der Fauna vieler Kultur- und Naturbiotope. Durch Eutrophierung werden Standortbedingungen vereinheitlicht und damit die biologische Vielfalt reduziert. Ein anderes Beispiel als Folge von Eutrophierung sind auftretende Großalgentepiche im artenreichen Wattenmeer sowie Sauerstoffdefizit, Fischsterben und allergische Reaktionen bei Badenden. Derartige Folgen finden sich auch im Binnenland in belasteten Seen und anderen stehenden Gewässern (UBA 1994, 2004). Eutrophierte Talsperren und Grundwasserleiter mit hohen Nitratgehalten als Folge zu hoher Stickstoffzufuhr haben hohe Kompensationskosten zum Beispiel für Trinkwasseraufbereitung zur Folge. Grund genug, sich in Nordrhein-Westfalen einen Überblick über die landwirtschaftsbürtigen Stickstoff- und Phosphor-Überschüsse zu verschaffen.

Nährstoffbilanzierung

Zur Berechnung des Flächenbilanzüberschusses für Stickstoff (N) und Phosphor (P) werden die Nährstoff-Zufuhren (im wesentlichen Mineraldünger und Wirtschaftsdünger, bei N zusätzlich auch atmosphärische Deposition sowie N-Fixierung durch Leguminosen) und die Nährstoff-Abfuhr (mit der Ernteabfuhr) für die Landwirtschaftsfläche saldiert. Die erforderlichen Angaben zur Bodennutzung (land-



Bild 1: Gülledüngung im Übermaß ausgebracht führt zur Nährstoffübersorgung.

Foto: P. Schütz

wirtschaftlich genutzte Fläche nach Kulturarten; Anbau auf dem Ackerland nach Fruchtarten), Viehhaltung (gehaltene Tiere nach Tierarten) und Erntemengen (nach Fruchtarten) in den Kreisen und kreisfreien Städten in Nordrhein-Westfalen in 1999 wurden der Datenbank „Statistik Regional“ des Statistischen Bundesamtes entnommen. Die Daten zur Agrarstruktur stammen vom Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik (LDS 2000). Die Untersuchung wurde in NORDRHEIN-WESTFALEN auf der Ebene von 34 Landkreisen durchgeführt. Aus Gründen der Praktikabilität wurden kreisfreie Städte benachbarten oder sie umgebenden Kreisen zugeordnet. Im Ruhrgebiet wurden kreisfreie Städte zusammengefasst (vgl. ZERGER & HAAS 2003, S. 2f.).

Die N- und P-Zufuhr mit Wirtschaftsdüngern wird über den Viehbestand in den Kreisen geschätzt. Ein methodisches Prob-

lem bei der regionalisierten Flächenbilanzierung auf der Ebene der Bundesländer oder Landkreise stellt die Mineraldüngung dar, weil für diese regionalen Einheiten unterhalb der nationalen Ebene („Deutschland insgesamt“) keine belastbaren statistischen Daten über die Absatzbeziehungsweise Verbrauchsmengen von Mineraldüngern in der Landwirtschaft existieren. Die Höhe der N- und P-Mineraldüngung wird deshalb berechnet. Ausgangspunkt ist dabei der N- und P-Bedarf der angebauten Kulturarten. Davon abgezogen werden die Nährstoffmengen, die bereits durch wirtschaftseigene Düngung (unter Berücksichtigung von Verlusten) beziehungsweise durch N-Fixierung zugeführt werden, wobei die N- und P-Mengen im Wirtschaftsdünger nur teilweise auf den Düngungsbedarf angerechnet werden. Mit diesem Ansatz wird versucht, die praxisübliche Vorgehensweise der Betriebsleiter bei ihrer

Nährstoffbilanzen

Düngerbemessung nachzubilden. Die resultierende Differenz entspricht schließlich dem N- beziehungsweise P-Restbedarf, der durch Mineraldünger gedeckt wird. Einzelheiten zur Methodik der N- und P-Bilanzierung sowie Ergebnisse für Deutschland insgesamt und weitere Bundesländer werden von BACH & FREDE (1998, 2000, 2004), BACH et al. (2003) sowie BEHRENDT et al. (2002) ausführlich dargestellt. Die nachfolgend aufgeführten Korrelationskoeffizienten wurden nach PEARSON berechnet. Die Signifikanz des Korrelationskoeffizienten (r) wird bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha \leq 0,001$, 0,01 und 0,05 mit ***, ** beziehungsweise * gekennzeichnet.

Phosphorbilanz

Der Flächensaldo für Phosphor (P) betrug im Jahr 1999 im Landesdurchschnitt Nordrhein-Westfalens 5,5 kg P/ha, während im Jahr 1995 ein Saldo von 5,2 kg P/ha errechnet wurde. Es wird damit jedes Jahr etwa 5 kg je Hektar (ha) mehr gedüngt als mit der Ernte entzogen wird. Der Saldo im Jahr 1999 resultiert aus einer P-Zufuhr über Mineral-, Wirtschafts- und Sekundärrohstoffdünger in Höhe von 6,7, 20,4 und 1,4 kg P/ha und einer P-Abfuhr (Ernte) von 23,0 kg/ha. Die mit Abstand höchsten jährlichen P-Flächenbilanz-Überschüsse weisen mit Werten von über 10 kg/ha die nördlichen Landkreise im Münsterland auf (Abb. 1). Der Orientierungswert von maximal 5 kg P/ha (DVWK 1995) wird hier weit überschritten.

Den höchsten Saldo von 20 kg P/ha weist bei gleichzeitig höchster Viehbesatzdichte (2,4 GV/ha) der Landkreis Borken auf. Etwa die Hälfte aller Kreise in NORDRHEIN-WESTFALEN hat einen unproblematischen P-Überschuss von weniger als 2,5 kg/ha.

Ähnliche Salden wurden auch von der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe nach Auswertungen von Daten landwirtschaftlicher Betriebe berechnet. Ohne Berücksichtigung mineralischer P-Dünger wird in den Kreisen Borken, Coesfeld und Münster bereits ein P-Bilanzüberschuss von 10,5, 7,0 beziehungsweise 5,7 kg/ha erreicht (LKWL 2000, S. 143). Aber selbst in viehstarken Betrieben (2,5 Dungvieheinheiten) wird bei Mais in aller Regel eine zusätzliche mineralische P-Unterfußdüngung durchgeführt. Nach Auswertung der Schlagkarteien von 100 Betrieben wurde für die viehstarken Betriebe im Münsterland im Zeitraum 1997 bis 1999 eine zusätzliche mineralische P-Düngung in Höhe von 6 kg/ha ermittelt (LKWL 2000, S. 145), die damit zusätzlich den P-Überschuss erhöht.

Die Menge an überschüssigen Nährstoffen, die mit den Wirtschaftsdüngern auf die landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht werden, korreliert mit dem Viehbesatz. Die

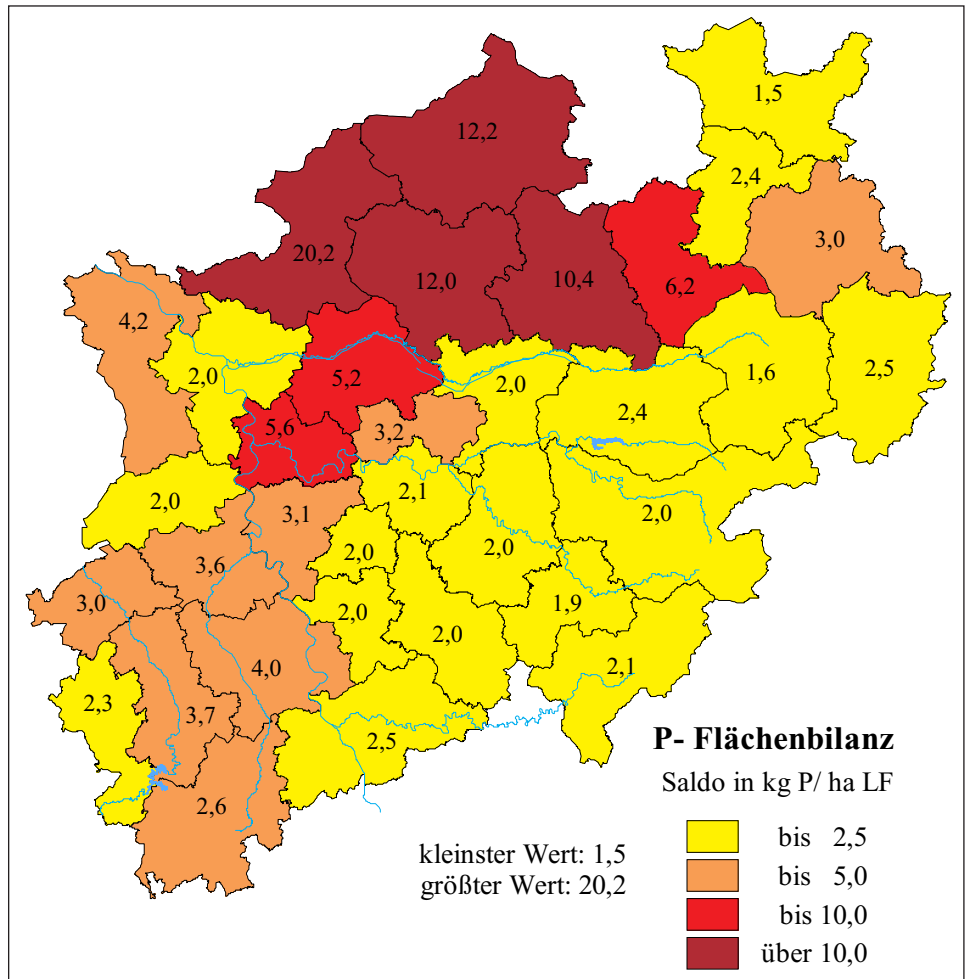


Abb. 1: Phosphor-Flächenbilanzsaldo in den Landkreisen NRWs im Jahr 1999. (Daten: Bach & Frede 2001/2002)

Beziehung zwischen Viehbesatz (alle Tierarten) und P-Saldo ist in den Landkreisen Nordrhein-Westfalens vergleichsweise eng ($r = 0,60^{***}$). Noch enger ist die Beziehung zwischen Schweinebesatz und P-Saldo ($r = 0,70^{***}$). Aber bis zu einer Dichte von 600 Schweinen je 100 ha (dies entspricht etwa 1 GV/ha, je 500 kg Lebendgewicht 1 Großvieheinheit) ist der P-Saldo von max. 6 kg/ha weitgehend unabhängig vom Schweinebesatz (Abb. 2). Erst bei hoher Schweinedichte werden sehr hohe P-Salden erreicht.

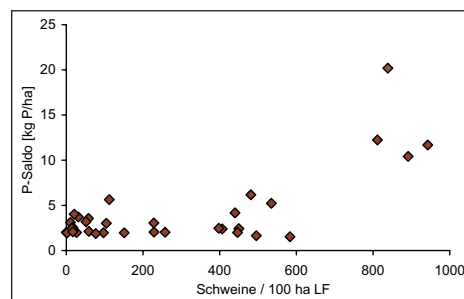


Abb. 2: Beziehung zwischen Schweinebesatz und Phosphorbilanzsaldo im Jahr 1999 auf Kreisebene in NRW ($n=34$).

Verbleib Phosphorüberschuss

Der überschüssige Eintrag von Phosphor (P) verursacht die Eutrophierung von Böden und Gewässer und stört damit das ökologische Gleichgewicht der terrestrischen und aquatischen Lebensgemeinschaften. Der Anteil der Landwirtschaft an den diffusen P-Einleitungen in die Gewässer in Deutschland wird auf etwa 89 Prozent geschätzt. An den Einträgen insgesamt ist ein Anteil von etwa 45 Prozent landwirtschaftsbürtig (MOHAUPT et al. 1996, VDLUFA 2002).

Infolge der dargestellten P-Überschüsse, die seit Jahren festgestellt werden, sind die Böden im nordwestlichen Teil Nordrhein-Westfalens überdurchschnittlich hoch mit Phosphat versorgt (BRENK & WERNER 1997). Eine besonders hohe P-Versorgung ist mit 29 bis 32 mg P_2O_5 je 100 g Boden in Gemeinden der Landkreise Viersen, Kleve, Wesel, Borken und Gütersloh festzustellen. Alle Bodenphosphatgehalte liegen auf Kreisebene in NORDRHEIN-WESTFALEN im Bereich der Bodenversorgungsstufen C und D. Hoch mit Phosphor versorgte Böden können zu P-Austrägen durch Bodenerosion (vor allem Oberflächen-Abschwemmung) aber auch zu

Versickerung und Austrag in Grund- und Dränwasser in die Gewässer führen mit den eingangs geschilderten Folgen.

Handlungsbedarf Phosphor

Es ist demnach allenfalls eine Erhaltungsdüngung durchzuführen und auf die mineralische Zusatzdüngung gänzlich zu verzichten. Für einige Standorte ist eine mehrjährige Abreicherung (mehr Ernteentzug als Düngierzufuhr) der P-Gehalte überversorgter Böden ohne jegliche Dünger-P-Zufuhr zu empfehlen (VDLUF 2002). Insbesondere in den Landkreisen des Münsterlandes mit 70 bis 80 Prozent der Böden in den Versorgungsstufen D und E (LKWL 2000, Anhang S. 177) ist dies dringend anzuraten.

Während die hohen P-Gehalte im Boden Resultat der langjährigen Überdüngung sind, weisen die aktuell zumeist vergleichsweise geringen P-Flächensalden in Landkreisen mit hohem Marktfrucht- und Gartenbauanteil im Rheinland auf eine Rückführung des Düngungslevels mit mineralischen P-Düngern hin (s. o.). Bundesweit waren nach BACH et al. (1999) seit Beginn der 80er Jahre bis 1995 die P- und Kaliumüberschüsse allgemein stark rückläufig, ein Sachverhalt der mit gleichermaßen rückläufigen Mineraldüngeraufwendungen einher ging.

Stickstoffbilanz

Die Verteilung der Flächenbilanzsalden von Stickstoff (N) ist nicht deckungsgleich mit der Verteilung der P-Salden (Abb. 3). Zwar weisen erneut die nördlichen Kreise mit hoher Viehdichte die höchsten N-Überschüsse auf, aber auch am Niederrhein und im Bergischen Land werden den Flächen rechnerisch jährlich über 100 kg N/ha mittels Gülle, Stallmist und Mineraldünger in großen Mengen mehr zugeführt als ihnen mit dem Pflanzenenertrag entzogen wird. In nur drei Landkreisen (u.a. Köln-Aachener Bucht) wird der Orientierungswert von maximal 50 kg N/ha (DVWK 1995) unterschritten. Auf durchlässigen Böden sollten sogar Überschüsse von mehr als 20 bis 40 kg N/ha nicht überschritten werden (BMU 1998).

Der N-Saldo betrug für das Jahr 1999 in NORDRHEIN-WESTFALEN 111,1 kg/ha. Im Jahre 1999 wurden über Mineral- und Wirtschaftsdünger (112,0 beziehungsweise 77,5 kg N/ha) sowie Leguminosen, atmosphärische Deposition und Sekundärrohstoffdünger (9,1, 30,1 bzw. 4,0 kg N/ha) in der Summe 232,7 kg N/ha zu- und nur 121,5 kg N/ha abgeführt. Seit den 50er Jahren stiegen in NORDRHEIN-WESTFALEN die Flächenbilanzüberschüsse für Stickstoff massiv an (Abb. 4). Im Mittel der 80er Jahre wurde mit einem Flächen-saldo von 136 kg N/ha der maximale N-Überschuss erreicht, während in den 90er Jahren ein kontinuierlicher Rückgang fest-

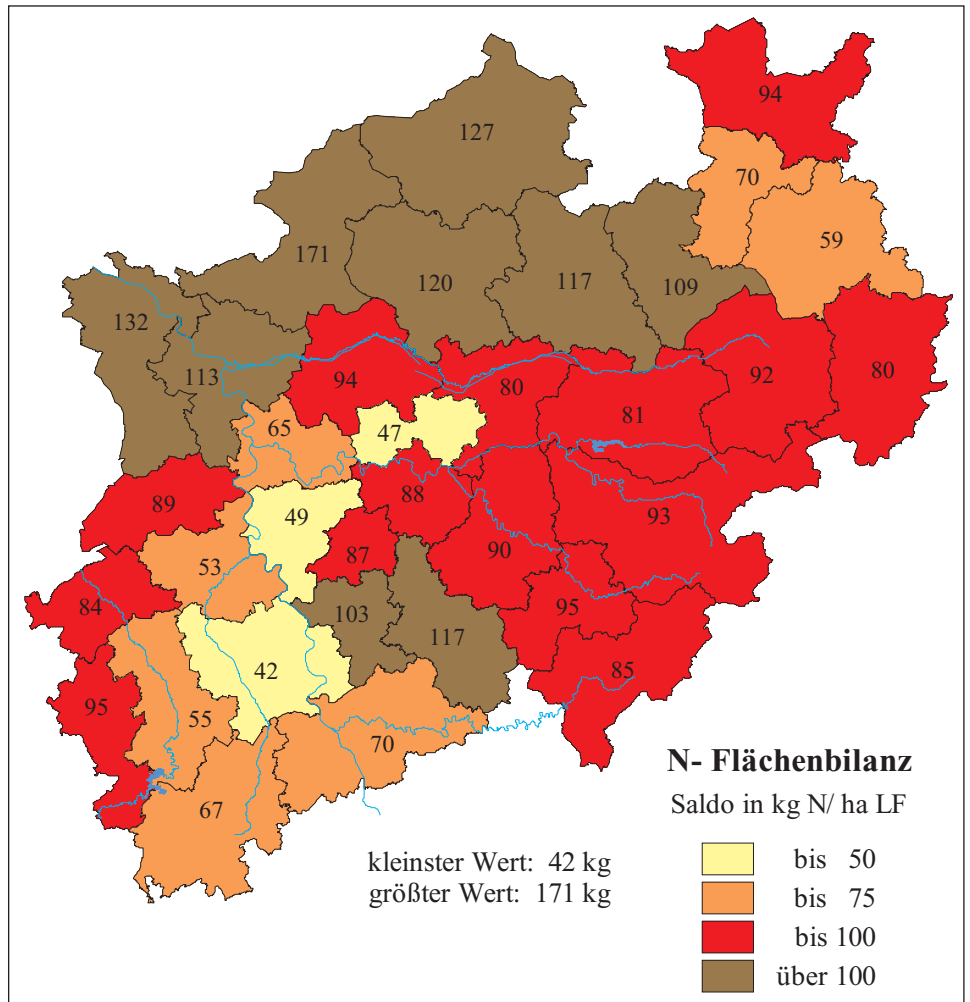


Abb. 3: Stickstoff-Flächenbilanzsaldo in den Landkreisen NRW im Jahr 1999. (Daten: Bach & Frede 2001/2002)

zustellen war. Der Einbruch des N-Saldos für Deutschland im Jahr 1989 ist auf die infolge der Wiedervereinigung gravierende Abstockung der Tierbestände in Ostdeutschland zurückzuführen.

Der N-Überschuss in NORDRHEIN-WESTFALEN lag im Jahr 1999 rd. 23 kg/ha über dem Durchschnitt für Deutschland von 88 kg/ha (BACH & FREDE 2001/2002/2004, BEHRENDT et al. 2002). Der Gesamtbilanzsaldo („Hofort-Bilanzüberschuss“) betrug für Deutschland 126 kg N/ha.

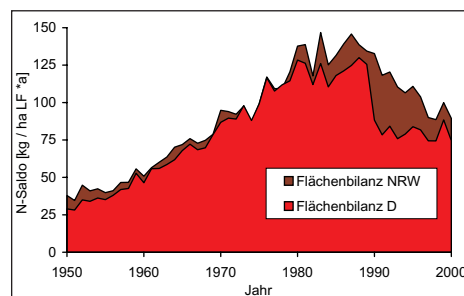


Abb. 4: Stickstoff-Flächenbilanzüberschüsse in NRW im Zeitraum 1950 bis 1999. (Daten: Bach & Frede 2002)

Im Gegensatz zum Phosphorsaldo ist der Zusammenhang zwischen N-Saldo und Großviehbesatz in den Landkreisen wesentlich enger ($r = 0,95^{***}$; Abb. 5). Die Beziehung von N-Saldo und Schweinedichte ist demgegenüber geringer ($r = 0,62^{***}$). Der Kreis Borken und der Erftkreis erreichen mit dem höchsten beziehungsweise geringsten Viehbesatz (2,4 beziehungsweise 0,17 GV/ha) auch den höchsten beziehungsweise geringsten N-Saldo (171 bzw. 42 kg N/ha).

Analog der Viehdichte und der Anzahl Tiere ist in NORDRHEIN-WESTFALEN die Verteilung des Maisanbaus. Die Anzahl Großvieheinheiten weist eine enge Beziehung zur jeweiligen Maisfläche in den Landkreisen auf (Abb. 6). Mais ist eine zentrale Futterpflanze in der Tierhaltung konventioneller Betriebe.

Verbleib Stickstoffüberschuss

Die diffusen N-Einträge in die Gewässer Deutschlands werden zu schätzungsweise 67 Prozent durch die Landwirtschaft infolge hoher N-Überschüsse verursacht. Die Landwirtschaft stellt mit ihrem Anteil von 38 Prozent an den gesamten N-Einlei-

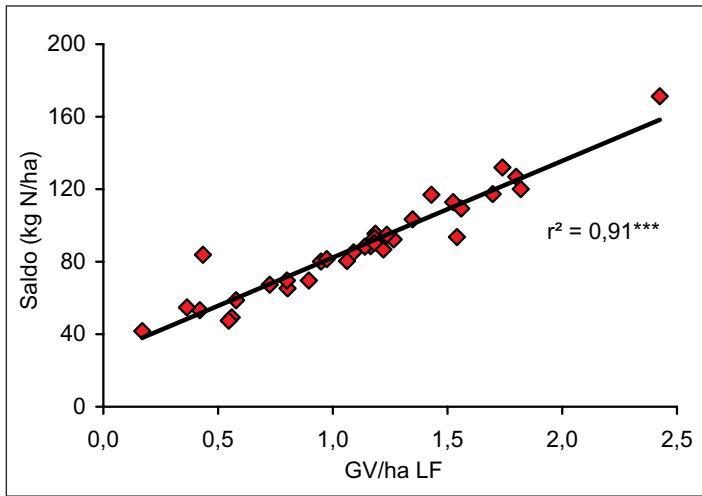


Abb. 5: Beziehung zwischen Viehbesatz und Stickstoff-Flächenbilanzsaldo im Jahr 1999 in den Landkreisen NRWs (n=34).

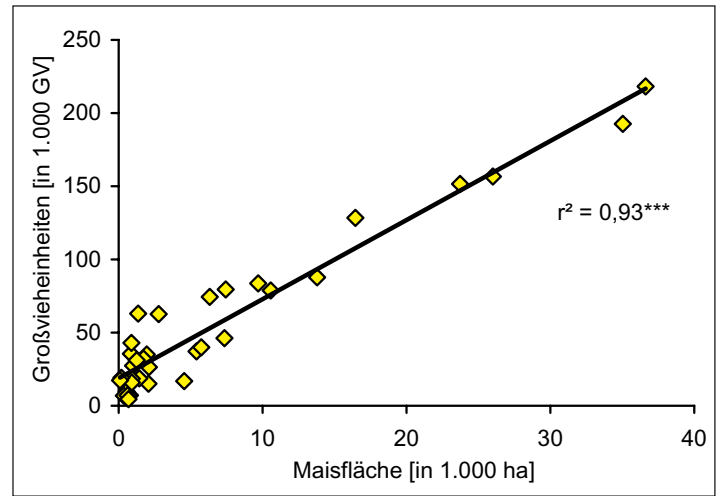


Abb. 6: Beziehung zwischen Maisanbaufläche und Anzahl Großvieheinheiten in den Landkreisen NRWs (n=34).

tungen den Hauptbelastungsfaktor dar (MOHAUPT et al. 1996, UBA 2004), wie unter anderem an den anorganischen N-Gehalten der Flüsse Deutschlands sichtbar ist. Im Vergleich zum natürlichen Zustand mit einem N-Gehalt von etwa 0,4 mg/l werden in allen Flüssen Konzentrationen gemessen, die ein Vielfaches dieses Referenzwertes betragen. In allen Bundesländern stellt die Landwirtschaft die wesentliche Ursache für erhöhte Nitratgehalte dar, insbesondere wenn Nitratkonzentrationen im Wasser über dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 50 mg/l gemessen werden (LAWA 1995).

Neben dem Nitratreintrag in die Gewässer findet eine Reduzierung der Nitratgehalte in Boden, Sickerwasser und Grundwasser durch den mikrobiologischen Prozess der Denitrifikation statt (Abbau von Nitrat/Nitrit zu molekularem Stickstoff und Stickoxiden). Endprodukt der Denitrifizierung von Nitrat ist molekularer Luftstickstoff (N₂). Als wichtiges Nebenprodukt entsteht Lachgas (chemisch: Distickstoffoxid, N₂O). In Deutschland verursacht die landwirtschaftliche Bodennutzung etwa 34 Prozent der Emission dieses extrem klimarelevanten Spurengases mit einer sehr langen Verweildauer in der Atmosphäre von 132 Jahren, welches auch den Ozonabbau in der Stratosphäre mit verursacht.

Im „Grundwasserbericht Nordrhein-Westfalen 2000“ werden landesweit für den Zeitraum 1993 bis 1997 die Nitratgehalte von 2.229 Grund- und Rohwasser-Messstellen im obersten Grundwasserstockwerk dargestellt (MUNLV & LUA 2002, S. 57f.). Mit zum Teil deutlich über dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 50 mg Nitrat je Liter Wasser stark belastet war das Grundwasser von 17 Prozent der Messstellen. Mittel bis stark belastet (25 und 50 mg/l) waren 26 Prozent der Messstellen (MUNLV & LUA 2002, S. 61). Stark belastet sind Grundwasservor-

kommen am linken Niederrhein, entlang der Grenze zu den Niederlanden, im Köln-Bonner und Aachener Raum, in der nördlichen Voreifel, in Bereichen des Münsterlandes und in der Region südlich von Bielefeld. Nur 32 Prozent der Messstellen waren unbelastet bis gering belastet (< 10 mg/l). Der Eintrag von Nitrat in das Grundwasser wird nahezu ausschließlich durch die Landwirtschaft verursacht.

Schlussfolgerung – Handlungsbedarf

Nordrhein-Westfalen lässt sich in drei landwirtschaftliche Schwerpunktregionen einteilen. Das Münsterland (Landkreise Borken, Steinfurt, Coesfeld, Warendorf, Gütersloh) und teilweise der Niederrhein (Landkreise Kleve und Wesel) im Norden sind durch hohe Anteile von Veredlungs-

betrieben mit hohem Viehbesatz und umfangreichem Maisanbau geprägt. Die Region im Osten Ostwestfalens ähnelt teilweise der des Münsterlandes, wenngleich in abgeschwächter Form. Hohe Nährstoffüberschüsse an Stickstoff und Phosphor sind hier zu verzeichnen, die vor allem die Eutrophierung von Böden und Gewässern zur Folge haben. Der Handlungsbedarf zur Reduzierung der Nährstoffzufuhr über Düngemittel ist nach wie vor hoch.

In der Großregion Mittelgebirge („Süderbergland“) mit Bergischem Land, Sauer- und Siegerland im Südosten wird zwar vergleichsweise extensiv gewirtschaftet. Der Grünlandanteil an der landwirtschaftlichen Nutzfläche ist wie der Anteil Rinderhaltung hoch. Gleichwohl sind auch hier zu hohe N-Überschüsse festzustellen. Günstig sind demgegenüber die landesweit geringsten Phosphorüberschüsse.



Bild 2: Artenreicher Grünlandaufwuchs: Aufgrund zu hoher Düngung ein heute seltener Anblick. Foto: F. Wetterich



Bild 3: Gemeiner Frauenspiegel (NRW Rote Liste-Art) am stickstoffärmeren Standort Wiesengut, Versuchsbetrieb für Organischen Landbau. Foto: F. Täufer

In der Großregion im Westen von der Köln-Aachener Bucht bis zum Niederrhein wird in den Landkreisen Viersen, Neuss, Heinsberg, Düren und dem Erftkreis schwerpunktmäßig intensiver Marktfruchtbau (Getreide, Zuckerrüben, Kartoffeln, Feldgemüse) betrieben. Ähnliche Strukturen weisen im Süden der Landkreis Euskirchen und der Rhein-Sieg-Kreis auf, die allerdings teilweise schon mit den Ausläufern der Mittelgebirge durchsetzt sind. Die Nitratbelastung des Grundwassers ist in diesen Regionen vergleichsweise hoch, während die aktuellen Nährstoffüberschüsse zumeist vergleichsweise gering sind. Ein zukünftiger Rückgang der Nitratgehalte in den Grundwasserleitern ist deshalb anzunehmen.

Die Intensivierung der Landwirtschaft bei gleichzeitiger regionalräumlicher Differenzierung hat zu einer Entkopplung vormals auf betrieblicher oder lokaler Ebene geschlossener Nährstoffkreisläufe geführt. Heute wird ein Großteil der Ackerfläche in den Marktfruchtregionen für den Anbau von Futtergetreide verwendet, welches in die sogenannten Veredlungsregionen (intensive Tierhaltung) exportiert wird. Es erfolgt aber kein Rücktransport an Nährstoffen beziehungsweise Wirtschaftsdüngern (v.a. Gülle). Die zu hohen nicht verwertbaren Nährstoffmengen reichern sich in der Veredlungsregion an und führen u.a. zur Eutrophierung. Die wirksame und nachhaltige Reduktion der hohen Nährstoffüberschüsse liegt deshalb in der Reintegration der heute entkoppelten Stoffkreisläufe. Diese würde eine höhere Nährstoffausnutzung (Düngeeffizienz) der organischen Wirtschaftsdünger ergeben und die benötigte Menge an mineralischen Düngern verringern. Hierbei handelt es sich um eine von Seiten der Wissenschaft seit Jahren wiederholt erhobene Forderung. Es bedarf geeigneter agrarpolitischer Rahmenbedingungen, um die einzelbetrieblichen, lokalen und regionalen Nährstoffkreisläufe der Landwirtschaft wieder ausgeglichener zu gestalten.

Literatur

- Bach, M.; Frede, H.-G. 1998: Agricultural nitrogen, phosphorus and potassium balances in Germany – Methodology and trends 1970 to 1995. *Z. Pflanzenernähr. Bodenkunde* 161, 385–393.
- Bach M.; Frede H.G. 2000: Methodische Probleme nationaler Stoffbilanzen am Beispiel des Stickstoffs. In: Aktuelle Probleme der umweltfreundlichen Nährstoffversorgung. *VDLUFA-Schriftenreihe* 56/2000, Darmstadt, 115–126
- Bach, M.; Frede, H.-G. 2001/2002/2004: Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement, Univ. Gießen, schriftliche Mitteilungen v. 12.11.2001, 26.11.2002 und 3.11.2004.
- Bach M.; Frede H.G. 2004: Assessment of Agricultural Nitrogen Balances for Municipalities – Example Baden-Wuerttemberg (Germany). *EWA online*.
- Bach, M.; Grimm, M., Frede, H.-G. 2003: Berechnung von Stickstoff-Flächenbilanzen für Gemeinden – Beispiel Hessen. *Wasser & Boden* 55, 120–126.
- Behrendt, H.; Bach, M.; Kunkel, R. et al. 2002: Quantifizierung der Nährstoffeinträge der Flussgebiete Deutschlands auf der Grundlage eines harmonisierten Vorgehens. *UBA-Texte* 82/03, Berlin, 201 S.
- Brenk, C.; Werner, W. 1997: Regionalisierte und einzelbetriebliche Nährstoffbilanzierung als Informationsgrundlage zur gezielten Quantifizierung der Wirkungspotentiale von Maßnahmen zur Vermeidung auftretender Überschüsse. *Lehr- und Forschungsschwerpunkt „Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft“*, Landwirtschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Forschungsbericht, Heft 46.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt) 1998: Nachhaltige Entwicklung in Deutschland – Entwurf eines umweltpolitischen Schwerpunktprogramms. *Eigenverlag*, Bonn.
- DVWK 1995 (Dachverband Wissenschaftlicher Gesellschaften der Agrar-, Forst-, Ernährungs-, Veterinär- und Umweltforschung, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (DVWK), Deutsche Gesellschaft für Limnologie und Fachgruppe Wasserchemie der Gesellschaft Deutscher Chemiker) 1995: Standpunkte der wissenschaftlichen Gesellschaften und Verbände des Agrar- und des Wasserfaches: Maßnahmen zum verstärkten Gewässerschutz im Verursacherbereich Landwirtschaft – Position zur notwendigen politischen Initiative „Landwirtschaft und Gewässerschutz“. *DVWK-Materialien* 2/1995. *Eigenverlag*, Bonn.
- Haas, G.; Berg, M.; Köpke, U. 1998: Grundwasserschonende Landnutzung – Vergleich der Ackernutzungsformen Konventioneller, Integrierter und Organischer Landbau, Vergleich der Landnutzungsformen Ackerbau, Grünland (Wiese) und Forst (Aufforstung). *Untersuchungen und Feldversuche im Kreis Neuss*. Verlag Dr. Köster, Berlin.
- Haas, G. 2005: Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen: Empirische Analyse und Bestimmungsgründe der heterogenen räumlichen Verteilung. *Agrarwirtschaft* 52/2, 119–127.
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) 1995: Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit Nitrat. *Stuttgart*, *Eigenverlag*
- LDS (Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik Nordrhein-Westfalen, Hrsg.) (2000):

Statistisches Jahrbuch Nordrhein-Westfalen 2000. 42. Jahrgang, *Eigenverlag*, Düsseldorf.

LKW (Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe) 2000: Nachhaltige Sicherung des Veredlungsstandortes Westfalen-Lippe. *Landwirtschaftsverlag*, Münster-Hiltrup.

Mohaupt, V.; Behrendt, H.; Feldwisch, N. 1996: Die aktuelle Nährstoffbelastung der Gewässer in Deutschland und der Stand der Belastungsvermeidung in den Kommunen und der Landwirtschaft. *Deutsche Gesellschaft für Limnologie, Krefeld, Tagungsbericht Berlin 1995*, 376–383.

MUNLV & LUA (Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen; Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen; Hrsg.) 2002: Grundwasserbericht 2000 Nordrhein-Westfalen. *Eigenverlag*, Düsseldorf.

UBA (Umweltbundesamt, Projektgruppe „Nährstoffeinträge in die Nordsee“) 1994: Stoffliche Belastung der Gewässer durch die Landwirtschaft und Maßnahmen zu ihrer Verringerung. *Berichte Umweltbundesamt* 2/94, Erich Schmidt Verlag, Berlin.

UBA (Umweltbundesamt) 2004: Umwelt-Barometer Gewässer. www.umweltbundesamt.de/dux/wa-inf.htm, Stand Dez. 2004.

VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungsanstalten, Hrsg.) 2002: Mögliche ökologische Folgen hoher Phosphatgehalte im Boden und Wege zu ihrer Verminderung. In: *Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft*, Band 98, 75–80.

Zerger, C.; Haas, G. 2003: Ökologischer Landbau und Agrarstruktur in Nordrhein-Westfalen: Atlas und Analyse. *Verlag Dr. Köster*, Berlin, 90 S.

Zusammenfassung

Es wurden flächendeckend die Flächenbilanzsalden für Stickstoff und Phosphor der Landkreise Nordrhein-Westfalens dargestellt und analysiert. Die in den Regionen zum Teil sehr hohen Nährstoffüberschüsse sind auf die in den letzten Jahrzehnten unterschiedliche Intensivierung und Spezialisierung der Landwirtschaft zurückzuführen. Der aufgrund der Umweltbelastung resultierende Handlungsbedarf wird aufgezeigt.

Anschrift der Verfasser

PD Dr. agr. Guido Haas,
Dipl. Ing. agr. Corinna Zerger
Institut für Organischen Landbau –
Universität Bonn
Katzenburgweg 3, D-53115 Bonn
Tel. 0228/735616, Fax 0228/735617
E-Mail: iol@uni-bonn.de
Internet: www.iol.uni-bonn.de

Dr. Martin Bach
Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement – Universität Gießen
Heinrich-Buff-Ring 26–32,
D-35392 Gießen
Tel. 0641/99-37376, Fax 0641/99-37389
E-Mail: landeskultur@agr.uni-giessen.de
Internet: www.uni-giessen.de/ilr/frede