

Dennis Otten und Herman Van den Weghe

# Nachhaltigkeit von Nährstoffströmen in der intensiven Schweineproduktion

Am Beispiel von Schweine haltenden Betrieben konzentriert sich die Studie auf die besonderen Gegebenheiten, die aus einer intensiven Tierhaltungsregion (ILA = Intensive Livestock Area) und deren dynamischen Entwicklungen für die betrieblichen Stoffströme resultieren. Auf Basis einer detaillierten Bilanzrechnung des betrieblichen Stoffhaushaltes von Stickstoff (N) und Phosphor (P) werden die treibenden Kräfte für vor- und nachteilige Auswirkungen des Managements in einer ILA für die Stoffströme beschrieben. Die Studie stellt mögliche Umwelteinwirkungen einer zunehmend regional und betrieblich konzentrierten Schweinehaltung dar und hebt positive Aspekte einer intensiven Tierhaltung im Stoffstrommanagement hervor.

## Schlüsselwörter

Stickstoff- und Phosphorströme, intensive Tierhaltungsregionen

## Keywords

Nitrogen and phosphor flow, intensive Livestock Areas (ILA)

## Abstract

Otten, Dennis and Van den Weghe, Herman

## Sustainability of nutrient flow in intensive pig production

Landtechnik 66 (2011), no. 5, pp. 342–344, 3 figures, 11 references

Using the example of pig production, the study analyses the specific circumstances of an Intensive Livestock Area (ILA) and its dynamic development for the corporate material flows. Based on a detailed material balance of nitrogen (N) and phosphorus (P), the study is particularly focused on the advantages and disadvantages of management in an ILA. The study describes potential environmental impacts on growing regional and operationally focused pig production and demonstrates positive aspects of intensive animal husbandry on the material flow management.

Die Schweinehaltung in ILAs zeichnet sich durch eine erhebliche Tierdichte und sehr hohe betriebliche Stoffströme aus und stellt deshalb bezüglich einer nachhaltigen Entwicklung hohe Anforderungen an das Management der Stoffströme. Außerdem muss insbesondere in ILAs das Stoffstrommanagement hinsichtlich der vorherrschenden Produktionsbedingungen gesehen werden [6, 7, 8].

Sowohl der dynamische Anstieg regionaler Konzentrationsprozesse als auch die zunehmenden Ansprüche an eine nachhaltige Erzeugung machen es erforderlich, die Nachhaltigkeit der derzeitigen Entwicklung vor dem Hintergrund des Stoffstromhaushaltes in ILAs zu prüfen. In dieser Studie werden mögliche Umweltrisiken der Schweinehaltung in intensiven Tierhaltungsregionen aufgezeigt und betriebliche Unterschiede für einen nachhaltigen Umgang und das Management mit N und P vorgestellt.

## Material und Methoden

In sechs Schweine haltenden Betrieben wurde der Nährstofffluss von N und P analysiert. Die Studie wurde in Nordwestdeutschland durchgeführt, wo eine sehr hohe regionale und betriebliche Dichte in der Schweinehaltung existiert [9]. Die Betriebsfläche betrug im Durchschnitt der Betriebe 68,41 ha. Der Pflanzenbau bestand vor allem aus wechselnden Anteilen von Getreide- (ø 36,32 ha), Mais- (ø 25,68 ha) und geringen Mengen Rapsanbau (ø 5,34 ha) u. a. (ø 1,09 ha) mit sandigen oder anlehmigen Böden mäßiger Qualität (18–35 Bodenpunkte). Sowohl die Anzahl der gehaltenen Tiere der untersuchten Betriebe (ø 329 Sauen – Ferkelerzeuger (FE) und Kombibetriebe (K), ø 784 Mastplätze – Mastbetriebe (M) und K) als auch die Konzentration der Tierdichte je Flächeneinheit (Betriebe ø 2,73 GVE/ha, Region ø 2,98 GVE/ha) entsprechen den regionalen Gegebenheiten. Das Leistungsspektrum lag mit 21,9 abgesetzten Ferkeln/Sau und Jahr (FE und K) und 707 g Tageszunahmen in der Mast (M und K) im Mittelmaß.

■ Verschiedenste Autoren befassten sich bereits mit der Bedeutung regionaler Konzentrationsprozesse für den Stoffstromhaushalt [1, 2, 3]. Auch die Bedeutung intensiver Haltungssysteme der Schweinehaltung fand vor diesem Hintergrund bereits Einzug in unterschiedliche Wissenschaftsdisziplinen [4, 5].

Der Tierverkehr wurde nach GfE [10] bilanziert. Die N-Depositionswerte wurden anderweitigen Studien entnommen [11]. Aufgrund der für die Fragestellung hohen Bedeutung des Wirtschaftsdüngers für ein nachhaltiges Stoffstrommanagement, wurde hierauf besonders eingegangen. Um die Einschätzung des Landwirtes über den eingesetzten Wirtschaftsdünger und deren Düngewirkung mit der tatsächlich bilanzierten Nährstoffmenge zu vergleichen, wurden die Nährstoffgehalte des Wirtschaftsdüngers in den Analysebetrieben beprobt. Durch Multiplikation der Angaben des Landwirtes von Düngemengen der einzelnen Kulturen wurde die geschätzte Jahresmenge an Wirtschaftsdünger ermittelt. Diese Angaben wurden dem tatsächlich bilanzierten Nährstoffanfall im Betrieb gegenübergestellt.

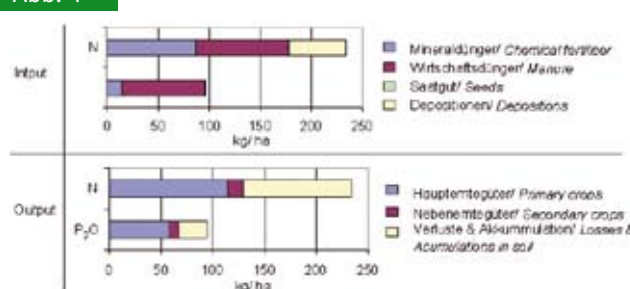
Der Untersuchungszeitraum betrug vier Jahre. Insgesamt wurden der Stoffinput, die innerbetrieblichen Transformationsprozesse und der Stoffoutput von allen betrieblichen Gütern bilanziert. Die Berechnungsperiode entsprach einem deutschen Buchführungsjahr (jeweils vom 1.7.–30.6. eines Jahres) in der Nutztierhaltung. Im Pflanzenbau wurde die angebaute Frucht bilanziert. Ebenso sind Bodenuntersuchungen für einen Zeitraum von fünfzehn Jahren herangezogen worden.

## Ergebnisse

Die untersuchten Böden zeigen, dass Mitte der neunziger Jahre mit der Intensivierung der Produktion und einer damit einhergehenden nicht fachgerechten Wirtschaftsweise im Pflanzenbau, eine hohe Akkumulation von P im Boden verbunden war (1995–2005: 22,7 [±21,3] mg/100 g Boden). Bis heute haben sich die Werte dem Optimum (6–12 mg/100 g Boden) wieder angenähert (2005–2009: 12,7 [±6,9] mg/100 g Boden). Neben der Abnahme der durchschnittlichen Flächenbelastungen, ist ebenso eine stark rückläufige Streuung der durchschnittlichen Belastungszustände der Flächenbasis zu beobachten, sodass sich die Flächen in einer einheitlicheren Versorgungsstufe befinden. Aus Korrelationen der Versorgungsstufen der Böden mit der Entfernung der Flächen vom Betrieb wurde ersichtlich, dass für die P-Versorgung der Böden auch die Verteilgenauigkeit auf Betriebsebene in den 90er-Jahren eine wichtige Rolle eingenommen hat.

**Abbildung 1** stellt die derzeitigen Stoffkomponenten im Pflanzenbau dar. Aktuell liegt im Pflanzenbau der gesamte Stoffumsatz im Durchschnitt der Betriebe bei 233,6 kg N/ha und 96 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, wobei Effizienzen von 0,55 (kg Output/kg Input) bei N und 0,69 bei P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg Output/kg Input) erreicht werden. Der Input über den Mineraldünger beträgt 86,9 kg N und 14,2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Über den Wirtschaftsdünger werden durchschnittlich 90,3 kg N und 81,4 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> zugeführt. Es wird ebenso deutlich, dass der Eintrag über Depositionen einen erheblichen Anteil einnimmt. Regionale Werte im Untersuchungsgebiet lagen im Mittel bei 55 kg [11]. Im Pflanzenbau liegen die Defizite durch Auswaschung und Akkumulation insgesamt bei 104,5 kg N und 26,7 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> je Hektar. Die Stoffeffizienz wird sowohl durch die Input- als auch durch die Outputvariablen beeinflusst. Die Düngemittelgaben haben jedoch einen größeren Einfluss. Während bei der

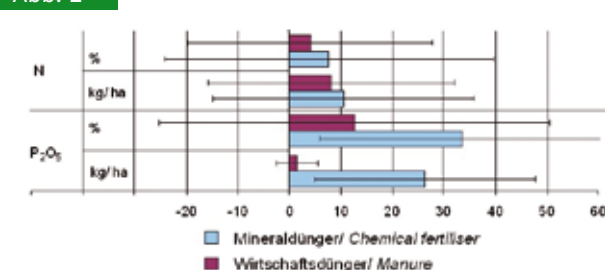
Abb. 1



Bilanzierte Komponenten im Pflanzenbau

Fig. 1: Balanced elements in the crop production

Abb. 2



Differenz zwischen der geschätzten und der tatsächlich ausgebrachten Düngemenge

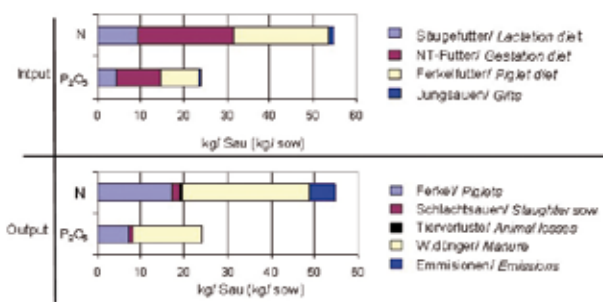
Fig. 2: Difference between the perception of the fertilizer volume and the effective fertilized volume

N-Effizienz der Mineraldünger die größere Bedeutung hat, wird die P-Effizienz stark vom Wirtschaftsdünger beeinflusst.

Bei den Düngemitteln ist eine hohe Differenz zwischen der Schätzung der ausgebrachten Düngemengen und der tatsächlich gedüngten Menge zu beobachten (**Abbildung 2**). Die Daten der Betriebe wurden über den gesamten Untersuchungszeitraum zusammengefasst. Es wird deutlich, dass insbesondere bei P die Düngemengen unterschätzt werden. Diese liegen beim Wirtschaftsdünger bei 33,6 % der gedüngten Menge und beim Mineraldünger bei 12,7 %. Die hohen Standardabweichungen zeigen, dass sehr hohe jährliche Schwankungen bestehen und verdeutlichen das Verbesserungspotenzial. **Abbildung 3** stellt die bilanzierten Komponenten in der Ferkelerzeugung dar. Hier liegt der jährliche durchschnittliche Stoffumsatz je Sau für N bei 54,7 (FE) bis 54,9 kg (K) und für P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bei 24,0 (FE) bis 24,2 kg (K). In der Schweinemast liegt dieser bei 17,7 N (K) bis 18,0 kg N (M) und bei P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bei 7,7 (M) bis 7,9 kg (K) je Stallplatz. Verlustpfade stellen Outputs durch Tierverluste, Emissionen und Wirtschaftsdünger dar. Die Bilanzierung ergibt einen jährlichen Wirtschaftsdüngeranfall je Stallplatz zwischen 29,3–29,6 kg N und 15,6–15,9 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in der Ferkelerzeugung sowie 7,2–7,6 kg N und 4,6–5,1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in der Schweinemast. In der Ferkelerzeugung liegt die Effizienz (FE: N = 0,35, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,34; K: N = 0,34, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,33) verfahrenstechnisch bedingt unter der Mastschweinehaltung (M: N = 0,39, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,39; K: N = 0,36, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,34).

In der Ferkelerzeugung werden über das Futter im Mittel 84,93 g N/kg produziertes Ferkel (±4,20 g) und 38,26 g

Abb. 3



Bilanzierte Komponenten in der Ferkelerzeugung  
 Fig. 3: *Balanced elements by breeding sows*

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg Ferkel ( $\pm 1,76$  g) zugeführt. Sowohl bei der N-Effizienz als auch bei P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> hat das Sauenfutter den größten Einfluss. Im Mittel führten die Betriebe 50,03 g N ( $\pm 4,5$  g) und 23,06 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ( $\pm 1,8$ ) je kg Output zu (Ferkelfutter 35,04 g N, 15,20 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Neben der Ausnutzung des genetischen Leistungspotenzials (19,9–25,87 abgesetzte Ferkel je Sau und Jahr) ist bei weitgehend gleichen Gehalten der verwendeten Futtermittel (Säugetierfutter:  $\bar{\sigma}$  26,6 g N/kg,  $\bar{\sigma}$  12,5 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg, NT-Futter:  $\bar{\sigma}$  22,7 g N/kg,  $\bar{\sigma}$  10,4 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg, Ferkelfutter:  $\bar{\sigma}$  27,9 g N/kg,  $\bar{\sigma}$  12,1 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg) die anteilmäßige Verwendung zu den jeweiligen Leistungsstadien (Niedertragend- und Säugetierfutter, Ferkelaufzuchtfutter 1 und 2) für differenzierte Inputdaten ausschlaggebend.

In der Schweinemast werden für N-Effizienzen von  $\bar{\sigma}$  0,39 ( $\pm 0,17$ ) (kg Output/kg Input)  $\bar{\sigma}$  73,30 g N Futter/kg Zuwachs benötigt ( $\pm 5,03$ ). Für eine P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Effizienz von  $\bar{\sigma}$  0,38 ( $\pm 0,14$ ) (kg Output/kg Input) sind  $\bar{\sigma}$  31,93 g N/kg Zuwachs ( $\pm 1,97$ ) nötig. Bei einem Futterverbrauch von  $\bar{\sigma}$  2,88 kg/kg Zuwachs ( $\pm 0,1$ ) setzt sich der Futterinput aus Gehalten von N = 25,5 g/kg ( $\pm 1,4$ ) und P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 11,1 g/kg ( $\pm 0,5$ ) zusammen. Die Umsatzraten ergeben sich aus Tageszunahmen von 610–798 g.

### Schlussfolgerungen

Die Studie zeigt, dass intensive Tierhaltungsregionen die Anforderungen an eine umweltverträgliche und nachhaltige Stoffstromwirtschaft erfüllen können. In der Nutztierhaltung wirkt sich die intensive Wirtschaftsweise positiv auf die Stoffeffizienz aus. Neben den betriebsstrukturell (FE, M, K) bedingten Unterschieden in der Ausnutzung der Stoffinputs, ist insbesondere eine differenzierte Ausnutzung des genetischen Leistungsspektrums der Tiere ausschlaggebend. Im Pflanzenbau ist weniger eine differenzierte Ausnutzung des Leistungspotenzials – der Ertrag – bedeutend, hier ist in erster Linie der zugeführte Stoffinput für die Effizienz verantwortlich. Sowohl beim Stoffinput durch Handelsdünger als auch beim Wirtschaftsdünger bestehen beachtliche Unterschiede.

Die globalen Spezifika regionaler Differenzierungen der Betriebstypen intensiver Tierhaltungs- und Ackerbauregionen scheinen sich zum Teil auch innerbetrieblich abzuzeichnen. Insbesondere der Beitrag der Nutztierhaltung für die Nährstoffversorgung im Pflanzenbau wird beim Mineraldüngerinput

nicht genügend berücksichtigt. Die Differenzen der geschätzten Menge an ausgebrachtem Dünger gegenüber dem tatsächlich ausgebrachten Dünger unterstreichen dies.

Für eine nachhaltige Entwicklung ist es erforderlich, dass die Intensivierung der Nutztierhaltung nicht zu einer Desintegration des Pflanzenbaus im Management führt. Für eine nachhaltige Entwicklung darf sich die hohe Produktivität in der Nutztierhaltung nicht zulasten der Stall-Flächen-Beziehung auswirken. Die Nachhaltigkeit der Erzeugung in ILAs kann vor dem Hintergrund der Strukturen und Produktionsbedingungen nicht a priori als negativ deklariert werden, sondern ist als Ergebnis der Reaktion des Landwirtes auf die vorherrschenden Bedingungen zu bewerten.

### Literatur

- [1] Oenema, O. (2004): Governmental policies and measures regulating nitrogen and phosphorus from animal manure in European agriculture. *Journal of Animal Science* 82, p. 196–206
- [2] Jongbloed, A. W.; Poulsen, H. D.; Dourmad, J. Y.; van der Peet-Schwering, C. M. C. (1999): Environmental and legislative aspects of pig production in The Netherlands, France and Denmark. *Livestock Production Science* 58 (3), p. 243–249
- [3] Williams, P. E. V. (1995): Animal production and European pollution problems. *Animal Feed Science and Technology* 53(2), p. 135–144
- [4] Aarnink, A. J. A.; Verstegen, M. W. A. (2007): Nutrition, key factor to reduce environmental load from pig production. *Livestock Science* 109 (1-3), p. 194–203
- [5] Sharpley, A.; Tunney, H. (2000): Phosphorus research strategies to meet agricultural and environmental challenges of the 21st century. *Journal of environmental quality* 29(1), p. 176–181
- [6] Koelsch, R.; Lesoin, G. (1999): Nutrient Balance on Nebraska Livestock Confinement Systems. *Journal of Animal Science* 77, p. 63–71
- [7] Bosshard, A. (2000): A methodology and terminologie of sustainability assesment and its perspectives for rural planing. *Agriculture Ecosystem & Environment* 77, p. 29–41
- [8] Fleischer, E. (1998): Nutztierhaltung und Nährstoffbilanzen in der Landwirtschaft. *Angewandte Umweltforschung* Bd 10. Analytica
- [9] Windhorst, H.-W.; Grabkowsky, B. (2009): Die Bedeutung der Ernährungswirtschaft in Niedersachsen. [http://www.ernaehrungswirtschaft.de/index.php?con\\_cat=33&con\\_lang=1](http://www.ernaehrungswirtschaft.de/index.php?con_cat=33&con_lang=1), Zugriff am 25.8.2009
- [10] Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) (2006): Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. DLG-Verlag
- [11] Builtes, P. et al. (2011): Erfassung, Prognose und Bewertung von Stoffeinträgen und deren Wirkung in Deutschland (MAPESI Modelling of Air Pollutants and Ecosystem Impacts). [http://gis.uba.de/website/depo\\_gk3/index.htm](http://gis.uba.de/website/depo_gk3/index.htm), Zugriff am 4.4.2011

### Autoren

**Dennis Otten** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter des Departments für Nutztierwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen, Abteilung Verfahrenstechnik in der Veredelungswirtschaft in Vechta, Universitätsstr. 7, 49377 Vechta, E-Mail: dennisotten@uni-goettingen.de

**Prof. Dr. Ir. Herman Van den Weghe** ist Lehrstuhlinhaber der Abteilung Verfahrenstechnik in der Veredelungswirtschaft und Leiter der Außenstelle Vechta, Department für Nutztierwissenschaften, Fakultät für Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen.

### Danksagung

Dieses Forschungsvorhaben wurde im Rahmen des vom Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur geförderten Forschungsverband Agrar- und Ernährungswirtschaften Niedersachsen (FAEN) angefertigt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren. Die Autoren danken dem Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur für die Unterstützung.