

Stickstoffeffizienz in der Schweinemast

Edith Sollberger¹, Annelies Bracher^{1,2}, Christine Burren¹ und Peter Spring¹

¹Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, 3052 Zollikofen, Schweiz

²Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 1725 Posieux, Schweiz

Auskünfte: Peter Spring, E-Mail: peter.spring@bfh.ch, Tel. +41 31 910 21 61



Gesunde Tiere sind Voraussetzung für eine hohe Stickstoffeffizienz.

Einleitung

In tierdichten Regionen werden die sogenannten Import/Exportbilanzen (IMPEX) als Hilfsmittel benutzt, um auf Stufe Einzelbetrieb den Einsatz von N- und P-reduziertem Futter (NPr-Futter) nachzuweisen und einen vom Standardwert abweichenden Nährstoffanfall geltend zu machen (Agridea 2010). Die IMPEX-Bilanzen liefern Informationen über die N-Flüsse auf den Betrieben und erlauben die Berechnung der Stickstoffeffizienz. Die Stickstoffeffizienz drückt aus, wie viel vom Futter-Stickstoff (Rohprotein) im tierischen Körper als Protein angesetzt

wird. Das nicht angesetzte Protein wird über Harn und Kot ausgeschieden, ein Teil davon entweicht im Stall sowie während der Güllelagerung und -ausbringung als Ammoniak in die Atmosphäre (Canh *et al.*, 1998, Jongbloed *et al.*, 2007). Um das Reduktionspotenzial von N-Input, N-Anfall (Ausscheidungen) und Ammoniakemissionen über die Schweinefütterung zu untersuchen, wurde eine Bestandsaufnahme der aktuellen Fütterungspraxis in der Schweiz gemacht. Dazu wurden Daten aus der Futtermittelindustrie und IMPEX-Daten des Kantons Luzern erhoben und ausgewertet. Die vorliegende Publikation fasst die Information aus den IMPEX-Daten zusammen.

Material und Methoden

Die erhobenen Daten beziehen sich auf das Jahr 2008. Darin werden die Nährstoffimporte über das zugekaufte Mischfutter sowie die verfütterten Nebenprodukte, die Tierzukäufe und die Nährstoffexporte über Tieraushänge erfasst. Pro Kilogramm Lebendgewicht werden 24,6 g N (<60 kg LG) beziehungsweise 22,2 g N (>60 kg LG) angerechnet. Die Daten von 1665 Betrieben aus dem Kanton Luzern wurden datenbankmässig erfasst. Durch die Aufschlüsselung nach Betriebstyp, Tierkategorie, Futtertyp und Fütterungsstrategie können differenzierte Aussagen zur Rationengestaltung gemacht werden. Daraus wurde die N-Effizienz (N-Export/N-Import) auf Betriebsstufe abgeleitet. In den gemischten Betrieben mit Zucht und Mast konnte die Futterzuordnung zu definierten Tierkategorien nicht immer eindeutig gemacht werden. So wurde der N-Anfall pro Standardmastschwein nur in den reinen Mastbetrieben (n=899) berechnet. Die Mast eines Standardmastschweines beinhaltet den Gewichtsbereich 26 bis 108 kg LG und einen N-Export von 1,758 kg N (als Differenz N-Mastenendgewicht – N-Eininstallgewicht). Die Daten für verschiedene Tierkategorien werden mittels deskriptiver Statistik beschrieben.

Resultate und Diskussion

Gute Übereinstimmung der Gehaltsdaten

Die Auswertung der IMPEX-Bilanzen hat ergeben, dass über alle Betriebstypen gesehen, der Anteil Alleinfutter am Gesamtfutterverbrauch 73 % der Trockensubstanz beträgt. Art und Ausmass des Nebenprodukteinsatzes variiert je nach Betriebstyp. In den Mastbetrieben überwiegt die Molke, die im Mittel 10 % der Ration (TS) ausmacht, während in Zuchtbetrieben Raufutter in Form von Heu, Gras- oder Maissilage den wichtigsten Stellenwert hat (Abb. 1).

Die Gehalte der Gesamtrationen und N-Effizienz (N-Export/N-Import) sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Mit Ausnahme der selbstmischenden Mastbetriebe liegt der durchschnittliche Gehalt an Rohprotein (RP) der Ration sämtlicher Betriebstypen unter 170 g/kg. Es ist zu bedenken, dass diese Daten aus einer tierdichten Region stammen, welche primär NPr-Futter (NPr = stickstoff- und phosphorreduziert) einsetzten. Die Daten dürfen daher nicht als schweizerischer Standard interpretiert werden. Eine Studie, welche im gleichen Zeitrahmen basierend auf Daten der Futtermittelindustrie gemacht wurde (Bracher und Spring, 2011) zeigt für NPr-Mastfutter mit durchschnittlich 13,72 MJ VES Energiegehalt

Zusammenfassung In tierdichten Regionen werden die sogenannten Import/Export Bilanzen als Hilfsmittel benutzt, um auf Stufe Einzelbetrieb den Einsatz von phosphor- und stickstoffreduziertem Futter nachzuweisen und einen vom Standardwert abweichenden Nährstoffanfall geltend zu machen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden von 1665 Schweinehaltungsbetrieben des Kantons Luzern die Import/Export Bilanz für das Jahr 2008 in einer eigens erstellten Accessdatenbank erfasst. Die 899 reinen Mastbetriebe wurden einer genaueren Analyse unterzogen. Die durchschnittliche Stickstoffeffizienz (N-Export/N-Import) dieser Mastbetriebe beträgt bei einem durchschnittlichen Rohproteingehalt von 159 g pro kg Gesamtration (13,74 MJ VES) 32 %. Die Auswertung zeigt einen grundsätzlich grossen Betriebseinfluss auf die Effizienz und den Anfall von Stickstoff, selbst bei vergleichbarer Fütterung. Offensichtlich besteht ein erhebliches Optimierungspotenzial im Bereich Produktionstechnik, Gesundheitsstatus und Management. Die Stickstoffeffizienz in Mastbetrieben wäre ein guter Indikator, um die Wirkung von Massnahmen der guten landwirtschaftlichen Praxis zu messen. Leider lässt sich diese in der Praxis in kombinierten Zucht-Mast-Betrieben für die Mast allein nur schwer schätzen.

einen RP-Gehalt von 158 g/kg. Auch die Daten der anderen Futtermittelkategorien zeigen eine sehr gute Übereinstimmung mit den entsprechenden NPr-Futter. Die RP-Gehalte für säugende Sauen und Ferkel entsprechen den Normen. Bei reiner Ferkelproduktion wird eine N-Effizienz von 47 % erreicht (in Einzelfällen 56 %), während in Betrieben mit nur trächtigen Sauen (Galtsauen) eine N-Effizienz von lediglich 15 % resultiert. Die Nährstoffgehalte im Mischfutter für Galtsauen übersteigen im Mittel die Fütterungsnormen für Rohprotein (10 g/MJ VES) und Lysin (0,48 g/MJ VES). Es gilt jedoch zu berücksichtigen, dass die Norm von 10 g/MJ VES ein theoretischer Wert ist, welcher in der Praxis überschritten werden muss, um sicherzustellen, dass alle essenziellen Aminosäuren (insbesondere Isoleucin) zu einem marktverträglichen Preis gedeckt sind.

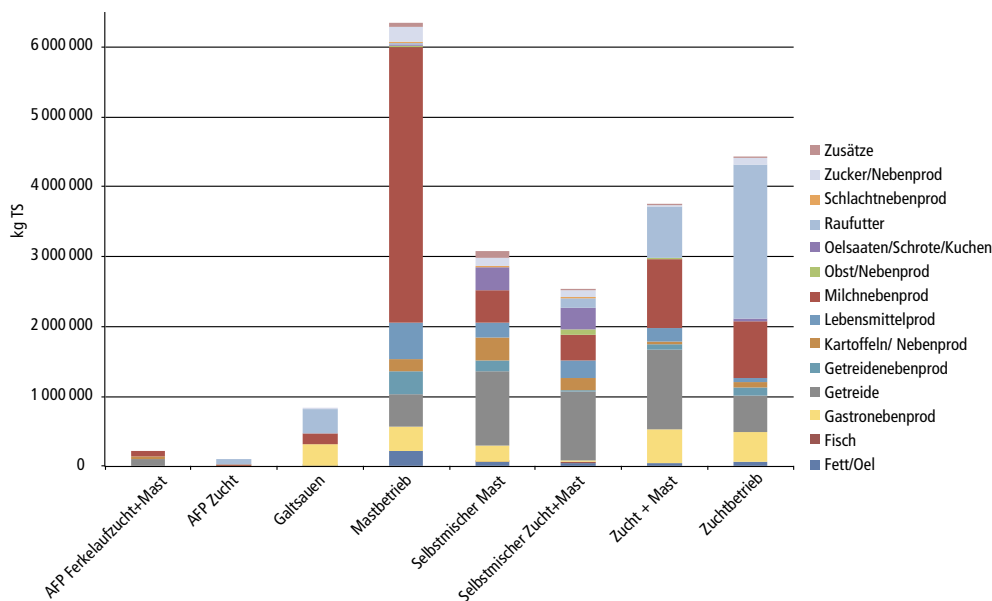


Abb. 1 | Einsatz von Nebenprodukten und Rohkomponenten innerhalb Betriebstyp. (IMPEX Daten Luzern 2008)

Kaum Einfluss der Fütterungsstrategie

Die 887 reinen Mastbetriebe (exkl. Selbstmischer) wurden nach verschiedenen Fütterungsstrategien gegliedert und die Variationsbreite der Rationszusammensetzung sowie mögliche Variationsursachen der N-Effizienz differenziert analysiert. Dabei zeigten sich im Mittel keine grossen Unterschiede bezüglich der RP-Gehalte der Gesamtrationen oder der N-Effizienz (Tab. 2). Allerdings ist eine leichte Überlegenheit der Mastbetriebe mit Molke als Nebenprodukt hervorgetreten. In Betrieben mit Molkebeifütterung beträgt die N-Effizienz 33 % gegenüber 31–32 % in den andern Untergruppen. Betriebe, welche

Schotte einsetzen, weisen tendenziell einen etwas tieferen RP-Gehalt in der Gesamtration auf. Dies hängt unter anderem damit zusammen, dass diese Betriebe oft Alleinfutter einsetzen. Durch den Einsatz des Energiefutters Schotte kommt der RP-Gehalt der Gesamtration etwas tiefer zu liegen. Auch sollte die leicht höhere Effizienz nicht überbewertet werden, da die Erfassung der Schottenmengen, im Vergleich zu Alleinfutter ungenauer ist und wahrscheinlich eher unterschätzt wird. In Betrieben mit mehreren Nebenprodukten fällt die höhere Streuung sowohl bei der N-Effizienz als auch beim RP-Gehalt der Gesamtration auf.

Tab. 1 | Gewichtete Gehalte der Gesamtration und N-Effizienz nach Betriebstyp

Betriebstyp (n)	VES MJ/kg	RP g/kg	P g/kg	g RP/MJ VES	N-Effizienz %
AFP Ferkel Alleinfutter (15)	13,78	163,7	4,99	11,88	46,9
AFP Ferkel + Mast AF (7)	13,63	162,4	4,47	11,01	36,3
AFP Ferkel + Mast mit NP (3)	13,30	161,8	4,55	12,16	35,9
AFP Zucht Alleinfutter	13,78	169,9	5,07	12,33	35,7
AFP Zucht mit NP	13,29	163,7	4,99	12,32	34,7
Galtsauenbetriebe AF (10)	12,43	141,4	4,37	11,38	14,4
Galtsauenbetriebe mit NP (34)	12,45	143,3	4,66	11,51	15,9
Mastbetriebe AF (626)	13,75	159,7	4,16	11,62	31,6
Mastbetriebe mit NP (261)	13,74	158,3	4,39	11,52	32,6
Zuchtbetriebe AF (69)	13,51	164,8	4,87	12,20	32,7
Zuchtbetriebe mit NP (373)	13,06	159,1	4,79	12,19	29,3
Zucht + Mast AF (20)	13,58	160,9	4,50	11,85	31,9
Zucht + Mast mit NP (138)	13,38	161,2	4,65	12,05	30,5
Selbstmischer Mast mit NP (11)	13,90	172,3	4,42	12,40	30,4
Selbstmischer Z+M mit NP (9)	13,68	165,3	4,57	12,08	30,2

AFP = arbeitsteilige Ferkelproduktion, AF = Alleinfutter, NP = Nebenprodukt, VES = verdauliche Energie Schwein, RP = Rohprotein, P = Phosphor

Tab. 2 | Übersicht N-Effizienz und RP-Gehalte aller Mastbetriebe

	Anzahl n	N-Effizienz %	RP Gehalt g/kg
Alle Mastbetriebe (exkl. Selbstmischer)	887	31,97 ± 2,34	158,8 ± 6,9
Durchmast mit Alleinfutter	134	31,37 ± 2,40	158,3 ± 5,5
Einstell-/Ferkelfutter plus Durchmast mit Alleinfutter	343	31,83 ± 2,03	159,2 ± 5,9
Phasenfütterung	149	31,40 ± 2,15	160,7 ± 4,8
Schotte als einziges Nebenprodukt und Ergnzer	191	33,04 ± 2,19	155,6 ± 5,8
Nebenprodukte (nicht nur Schotte) und Ergnzer	70	32,08 ± 3,33	162,6 ± 13,4

Erstaunlich ist, dass Betriebe mit Phasenfütterung einen höheren durchschnittlichen RP-Gehalt aufweisen als Betriebe mit Durchmaststrategie. Eine Auswertung von Futtermittelindustriedaten (Bracher und Spring, 2011) zeigt, dass die Absenkung des RP-Gehaltes in der Ausmast im Durchschnitt nur 2 g/kg (Alleinfutter: 158 g RP / kg vs. Ausmastfutter: 156 g RP / kg) beträgt. Ausmastfutter sind bezüglich RP über den Normwerten formuliert. Auch ist es wahrscheinlich, dass Betriebe mit Phasenfütterung durch die bessere Proteinversorgung während der Vormast leicht höhere Werte des Magerfleischanteils erreichen und dadurch mehr Stickstoff über den Tierverkauf exportieren. Dieser mögliche Mehrexport wird in der Bilanz mit fixem N-Gehalt von 22, 2 g N/kg LG beim Verkauf nicht berücksichtigt (Agridea 2010). Die Frage nach der Gröszenordnung und Variationbreite des N-Gehaltes im Ganzkörper wird in einem laufenden Forschungsprojekt von Agroscope bearbeitet. Ob sich eine Anpassung des Fixwertes aufdrängt, wird sich in naher Zukunft zeigen.

Grosse Streuung innerhalb der Fütterungsstrategie

Betriebe, die Nebenprodukte einsetzen, unterscheiden sich im Mittelwert nicht von Alleinfutterbetrieben (Tab. 2), aber die Streuungen im Energie- und Rohprote-

ingehalt der Gesamtration werden grösser (Abb. 2). Selbstmischende Betriebe sind zwar nicht häufig, aber da es sich um überdurchschnittlich grosse Betriebe handelt und der mittlere Proteingehalt um mehr als 10 g/kg über dem Niveau der andern Mastbetriebe liegt, sind sie in Bezug auf Emissionen nicht zu vernachlässigen. Insgesamt kommen RP-Gehalte von über 180 g/kg Ration nur in Einzelfällen vor. Dabei handelt es sich um Betriebe, die kein NPr-Futter einsetzen oder deren Ergnzungsfütterung noch optimiert werden könnte. Der hohe Energiegehalt von 15,5 MJ VES ist auf einen hohen Anteil an Restaurationsabfällen in der Ration zurückzuführen.

Die in den Mastbetrieben erzielte N-Effizienz (N-Export/N-Import) zeigt eine Abhängigkeit ($R^2 = 0,23 - 0,49$, je nach Fütterungsstrategie) zum energiebezogenen Proteingehalt der Ration, aber die Beziehungen sind zum Teil nicht sehr eng (Abb. 3). Die schwache Beziehung kann daher rühren, dass die Betriebe in einem engen RP-Bereich liegen und dass die N-Effizienz durch andere Faktoren als die RP-Zufuhr beeinflusst wird. Die Effekte von Rationstypen und Fütterungsstrategien werden durch den offensichtlich grossen Betriebs-einfluss überdeckt. Insgesamt sind die Steigungsmasse der Regressionsgeraden alle in einem ähnlichen Bereich. ➤

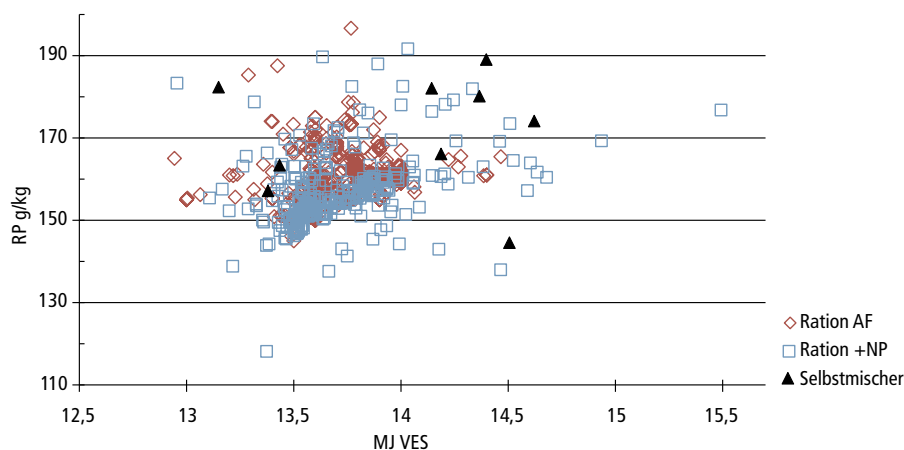


Abb. 2 | Energie- und Rohproteingehalte der Gesamtration von Mastbetrieben (n = 899) mit oder ohne Nebenprodukten (AF = Alleinfutter, NP = Nebenprodukt).

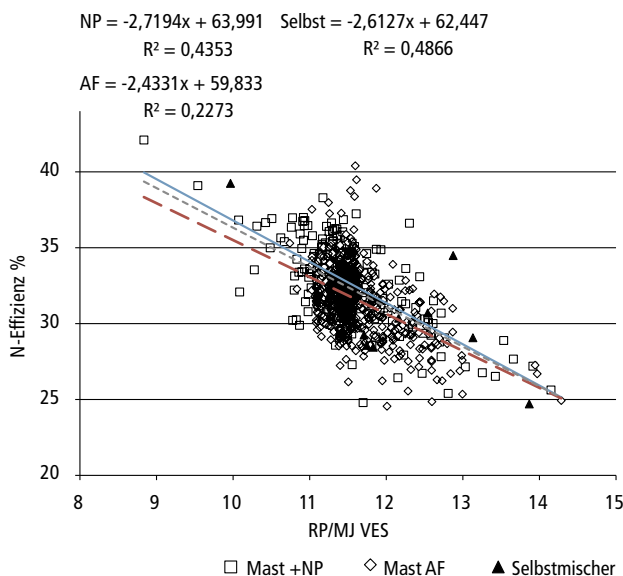


Abb. 3 | N-Effizienz in Mastbetrieben (n = 899) mit und ohne Nebenprodukte in Abhängigkeit des RP-Gehaltes pro MJ VES (AF = Alleinfutter, NP = Nebenprodukt).

Der N-(Dünger)Anfall pro Mastschwein lässt sich aus der Differenz zwischen dem N-Input über das Futter und dem N-Ansatz pro produziertes Schwein ableiten. Bei über 60 kg LG wird ein N-Gehalt von 22,2 g N/kg LG unterstellt. Dies bewirkt eine gewisse Standardisierung und der berechnete N-Anfall bezieht sich daher auf die N-Menge, die bei der Mast eines Standardmastschweines ausgeschieden wird und steht dadurch in engem Zusammenhang mit der N-Effizienz. Es besteht eine grundsätzlich positive Beziehung zwischen N-(Dünger) Anfall und RP-Gehalt der Ration bei allerdings grosser Reststreuung (Abb. 4). Unter Praxisbedingungen einer Region mit hohem NPr-Futteranteil variiert der N-Anfall pro Mastschwein zwischen 2,4 kg N bis 5,4 kg N. In den Alleinfutterbetrieben beläuft sich der Mittelwert auf 3,83 kg N ± 0,38, in den Mastbetrieben mit Nebenprodukten auf 3,64 kg N ± 0,44 und bei Selbstmischern auf 4,06 kg N ± 0,70. Bei einer Umtriebszahl von 3,3 pro Jahr fällt auf dem Betrieb mit 2,4 kg N Anfall pro Mastschwein, pro Mastplatz und Jahr 7,92 kg N an. Dieser Wert liegt knapp unter den Minimalausscheidungswerten, welche momentan in den Vorgaben der IMPEX festgelegt sind. Sowohl N-Effizienz, wie auch N-Ausscheidung hängen neben den Futtergehalten massgeblich von weiteren Faktoren ab. Wahrscheinlich spielen dabei Leistungs-niveau, Tiergenetik, Abstimmung der Fütterung auf das N-Ansatzvermögen in Verläufe der Mast, Betriebshygiene, Gesundheitsstatus (Holck *et al.* 1998), Produktionstechnik und Management eine entscheidende Rolle. Durch die Optimierung der Produktionstechnik sind

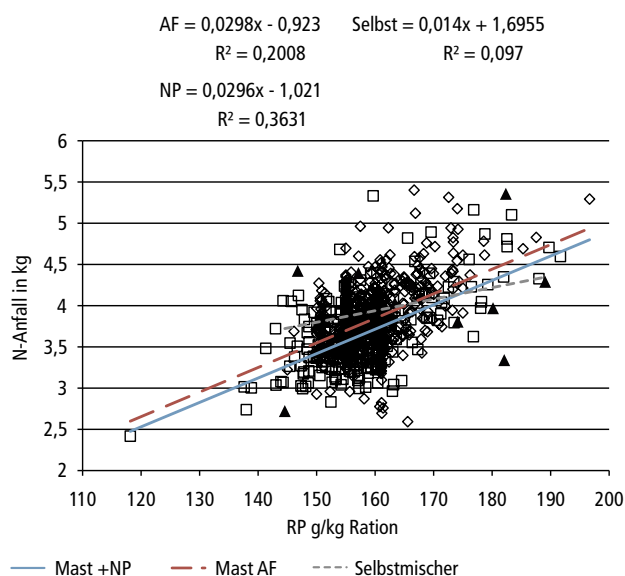


Abb. 4 | N-(Dünger) Anfall pro produziertes Standardmastschwein (26 – 108 kg LG) in Abhängigkeit des RP-Gehaltes der Gesamtration in reinen Mastbetrieben (n = 899).

Emissionsminderungen zu erzielen. Der Einfluss der verschiedenen Faktoren sollte näher untersucht werden, um die Variationsursachen genauer definieren und gezielte Verbesserungsmaßnahmen implementieren zu können.

Schlussfolgerungen

- Stickstoff- und phosphorreduzierte Futter haben in tierdichten Regionen eine grosse Verbreitung gefunden. Weiteres Einsparpotenzial im N-Input kann über die konsequente Umsetzung der Phasenfütterung sowohl bei den Mastschweinen wie den trächtigen Sauen realisiert werden.
- Die Auswertung von 1665 einzelbetrieblichen Import/Exportbilanzen belegt einen grundsätzlich grossen Betriebseinfluss auf die N-Effizienz und den N-(Dünger)Anfall selbst bei vergleichbarer Fütterung. Offensichtlich besteht ein erhebliches Optimierungspotenzial im Bereich Produktionstechnik, Gesundheitsstatus und Management.
- Die N-Effizienz könnte als Indikator verwendet werden, an dem die Wirkung von Massnahmen der guten landwirtschaftlichen Praxis gemessen werden kann.
- Der N-Anfall pro Mastschwein als Ausgangspunkt von Ammoniak-Emissionsberechnungen lässt sich nur ungenügend über Standardwerte charakterisieren.
- Eine Überprüfung des N-Gehaltes des Ganzkörpers ist mittels Ganzkörperanalysen von Schweinen auf den Stand der aktuellen Tiergenetik zu bringen. ■

Riassunto

L'efficacia dell'azoto nell'ingrasso di maiali

Nelle regioni a elevata densità di animali, il bilancio import/export è utilizzato come strumento per monitorare l'uso di foraggio impoverito in fosforo e azoto a livello di singola azienda agricola e rilevare i rifiuti di fertilizzanti diversi dal valore standard. Nell'ambito del presente lavoro si è analizzato i bilanci import/export di 1665 aziende con allevamento di suini del canton Lucerna per l'anno 2008 registrandoli in una banca dati Acces creata appositamente. Le 899 aziende d'ingrasso sono state sottomesse a un'analisi dettagliata. L'efficacia media dell'azoto (export/import N) di queste aziende raggiunge il 32 % per un tenore medio in materia azotata di 159 g per kg di razione totale (13,74 MJ EDP). Le valutazioni rilevano un'influenza importante e fondamentale delle aziende sull'efficacia e i rifiuti di azoto, anche a foraggiamento simile. Vi è chiaramente un notevole potenziale di ottimizzazione delle tecniche di produzione, della salute e della gestione. L'efficacia dell'azoto nelle aziende da ingrasso potrebbe servire come indicatore per quantificare gli effetti delle misure di buone pratiche agricole. Purtroppo, nelle aziende miste allevamento/ingrasso sembra essere difficile stimare unicamente questo indice per l'ingrasso.

Literatur

- Agridea, 2010. Import/Export Bilanz. Zugang: <http://www.agridea-lindau.ch/index.php?id=187&L=0> [27.12.2010].
- Canh T. T., Aarninka A. J. A., Schutte J. B., Sutton A., Langhout D. J. & Verstegen M. W. A., 1998. Dietary protein affects nitrogen excretion and ammonia emission from slurry of growing-finishing pigs. *Livestock Production Science* **56**, 181–191.
- Bracher A. & Spring P., 2011. Rohproteingehalte in Schweinefutter: Bestandesaufnahme 2008. *Agrarforschung* **2** (6), 244–251.

Summary

N-Efficacy in fattening pigs

In regions with high density of animal production, Import/Export-balances (IMPEX) are used to monitor the use of diets with reduced P- and N- concentrations. Based on the IMPEX data, the farms can claim a reduction in waste nutrients. The aim of the presentment study was to analyze 1165 IMPEX-balances from pig farms in the state of Lucerne (Switzerland). All data were from 2008. The data from 899 grower/finisher farms were analyzed in more detail and N-efficiencies (N-Export/N-import) estimated. The average N-efficiency for grower/finisher farms was 32 % with an average dietary crude protein (CP) concentration of 159 g/kg (13,74 MJ DE). The between farm comparison showed a large farm effect on both, N-efficiency and N-output as manure. Only a minor portion of this variation could be explained by feeding strategy. The data suggest that a large optimization potential for N-efficiency exists with respect to production technique, animal health and overall farm management. The N-efficiency in grower/finisher farm is a good indicator for the evaluation of good farm practices. However, in farrow-to finish operations, it is very difficult to evaluate the N-efficiency for different production phases.

Key words: pig nutrition, protein, ammonia, nitrogen efficiency.

- Jongbloed A. W., Aarnink A. J. A. & van der Peet-Schwering C.M. C., 2007. Nutritional options to reduce ammonia emission from excreta of pigs. In: Ammonia emissions in agriculture. Gert-Jan Monteny and Eberhard Hartung (Eds.), Wageningen Academic Publishers, 403 S.
- Holck J. T., Schinkel A. P., J. L. Coleman, Wilt V.M., Senn M. K., Thacker B. J., Thacker E. L. & Grant A. L., 1998. The influence of environment on the growth of commercial finisher pigs. *Swine Health and Production* **6** (4), 141–149.