

# Emissionen von N und P aus der Schweinehaltung in Bayern

**Hermann Lindermayer**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft – Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Grub

## Einleitung

Die Zusammenhänge liegen auf der Hand. Die Tierproduktion und der Tierbestand eines schweinehaltenden Betriebes bestimmen die Höhe der N- und P-Emissionen – pro Betrieb und Jahr und pro Flächeneinheit. Welche Frachten davon in die Luft, als Ammoniak oder Lachgas, bzw. in den Boden, Stichwort Nitrat im Grundwasser, Eutrophierung der Gewässer, gelangen und wie hoch der Umweltschaden ist, soll hier nicht betrachtet werden. Klar ist, dass die N- und P-Mengen, die bei gleicher Erzeugungsmenge an Schweineprodukten erst gar nicht in den Betriebskreislauf kommen, die Umwelt auch nicht belasten können! Diese Erkenntnis und ein entsprechendes Fütterungshandeln daraus sind umso wichtiger, je mehr gesetzliche Auflagen vorliegen/kommen und je teurer der alles begrenzende Faktor „Fläche“ ist.

[Anmerkung: In der aktuellen Diskussion sind Verschärfungen zur EU-Nitratrichtlinie/DüngeVO (niedrigere N-Obergrenze/Bilanzüberschüsse, weniger gasförmige Abzüge aus der Lagerung, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Düngung nach Entzug bei hoher Versorgungsstufe) und die Reduzierung der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft (neue NEC-Richtlinie 2014: bis 2030 EU –27 %, D –39 % weniger NH<sub>3</sub>-Emission gegenüber dem Basisjahr 2005). Zitat: „Aktuelles aus Brüssel 2014“: „Bei der Klimakonferenz 2015 (Paris) wird der Agrarsektor Maßnahmen festlegen müssen.“]

Im Mittelpunkt steht dabei die Art und Weise der Schweinefütterung. Von entscheidender Bedeutung sind die Rohprotein (N)- und P-Gehalte der verschiedenen Futtertypen. Je näher am Bedarf (Stichwort „N/P-reduzierte Phasenfütterung“) gefüttert wird, desto geringer sind dann auch die N- und P-Ausscheidungen. Unabhängig davon, ob das Futter zugekauft oder selbst erzeugt wurde, wird die Schweinefütterung mit weniger Anteilen an teuren Futtermitteln bzw. Inhaltsstoffen (Eiweißfutter; P) auch billiger/wirtschaftlicher und die Stoffwechselbelastung nimmt ab. Damit sichert sich der Landwirt zusätzlich mehr Spielraum für die Düngung auf dem Feld – er hat „Luft“ zur 170 kg N-Obergrenze aus der DüngeVO bzw. zu den tolerierbaren N- und P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Überschüssen im mehrjährigen Nährstoffvergleich. Damit macht der Landwirt seinen Betrieb auch zukunftsfähiger, wenn er z.B. bei Wachstumschritten die Baugenehmigung mit weniger Zupachtflächenbedarf oder weniger Gülleabgabemenge bekommt, wenn er keine/weniger Gewässerschutzauflagen bewältigen muss oder weniger Güllelagerung braucht, wenn er bei entsprechenden Felderträgen fehlende Nährstoffmengen weit billiger über Mineraldünger als über den Fütterungsweg Eiweiß- und Mineralfutter zu Gülle decken kann.

Es gibt also genügend Gründe für den Landwirt, die Fütterung besonders im Hinblick auf die N- und P-Ausscheidungen über die Gülle aus eigenem Antrieb zu optimieren. Die Gesamtschau Feld (Nährstoffabfuhr) und Stall (Gülle – Nährstoffanfall) und damit der ausgeglichene Gullenährstoffkreislauf sind wichtig. Es ist sowohl für den Einzelbetrieb und das einzelbetriebliche Handeln als auch für die bayerische Schweinehaltung und den politischen Verhandlungsspielraum wichtig zu wissen: Wo stehen wir? Geht der „Bayerische Kreislauf“ auf? Haben wir noch Optimierungspotential?

## N- und P-Emissionen – Wo stehen wir?

Zur Beantwortung dieser Frage kann das sogenannte Bayer. Emissionsinventar genutzt werden. Darin finden sich seit 1990 gemäß Vorgabe des Weltklimarahmenabkommens (Kyoto, 1990) und des Genfer Luftreinhalteabkommens die Bayer. Berichtsdaten über alle anfallenden Emissionen (z.B. Treibhausgase, Schwebstaub). Für das Zieljahr 2010 hatte sich Deutschland zu einem Grenzwertausstoß an Ammoniak von 550 Kilotonnen verpflichtet. Von besonderem Interesse ist auch der Lachgasanfall (N<sub>2</sub>O). Die zentralen Eingangsgrößen sind immer die verbrauchten N- und P-Mengen, folglich kann anhand der Tierzahlen (Invekosdaten für Zuchtsauen, aufgezogene Ferkel, erzeugte Mastschweine) und der Tierzuwächse (LKV-Jahresberichte), den jeweils verbrauchten Futtermengen und den Rohprotein- und P-Gehalten der Rationen (Futterlabor-Grub) eine Zeitreihe der N- und P-Emissionen von 1990 bis 2013 aufgestellt werden.

Tabelle 1: Leistungsvergleich 1990 - 2013

Jahr		1990	2014
<b>Tierzahlen/Leistung</b>			
Zuchtsauen	n	398.445	252.089
Aufgez. Ferkel/Sau/Jahr	n	18,0	22,9
Erz. Mastschweine	n	5.692.023	6.301.270
Tägl. Zunahmen (Mast)	g	661	779
<b>„Bayern Ration“</b>			
Futtermenge	kg/kg	3,06	2,90
ME	MJ	12,77	13,12
Stickstoff	g/kg	28,83	26,78
Phosphor	g/kg	5,65	4,57

Die Entwicklungen (Tabelle 1, Abbildung 1) lassen einen drastischen Rückgang der Zuchtsauen (-37 %) und einen verhaltenen Bestandszuwachs (+10 %) bei den Mastschweinen erkennen. Die Leistungen sind in dem langen Betrachtungszeitraum natürlich besser geworden (27 % mehr aufgezogene Ferkel/Sau/Jahr, 18 % höhere Zunahmen). Die gewichtete „Bayerische Ration“ wurde energiereicher (+3 %), sie enthält nun weniger Rohprotein (-8 %) und weit weniger Phosphor (-24 %). Für 1 kg Zuwachs (Zuchtsau+Ferkel+Mastschwein) braucht man heute 4,3 % weniger Futter – obwohl die Saugengewichte (+35 Kg LM) und die Zuwächse in der Mast (+12,7 kg LM) stark anstiegen. Es wurden also Fortschritte sowohl in der Leistung (weniger Futtermenge bzw. bessere Futtermengeverwertung) als auch in der Fütterung, sprich Rationsgestaltung erzielt. Besonders bemerkenswert trotz „Hofmischung“ ist der stetige Anstieg der Mehrphasenfütterung bei den Mastschweinen und der 2-Phasenfütterung bei den Zuchtsauen – hier kommt der Einfluss der größeren Bestände zum Tragen. Demnach müsste Bayern den N- und P- Ausstoß aus der Schweinehaltung in den letzten 20 Jahren stark zurückgefahren haben?

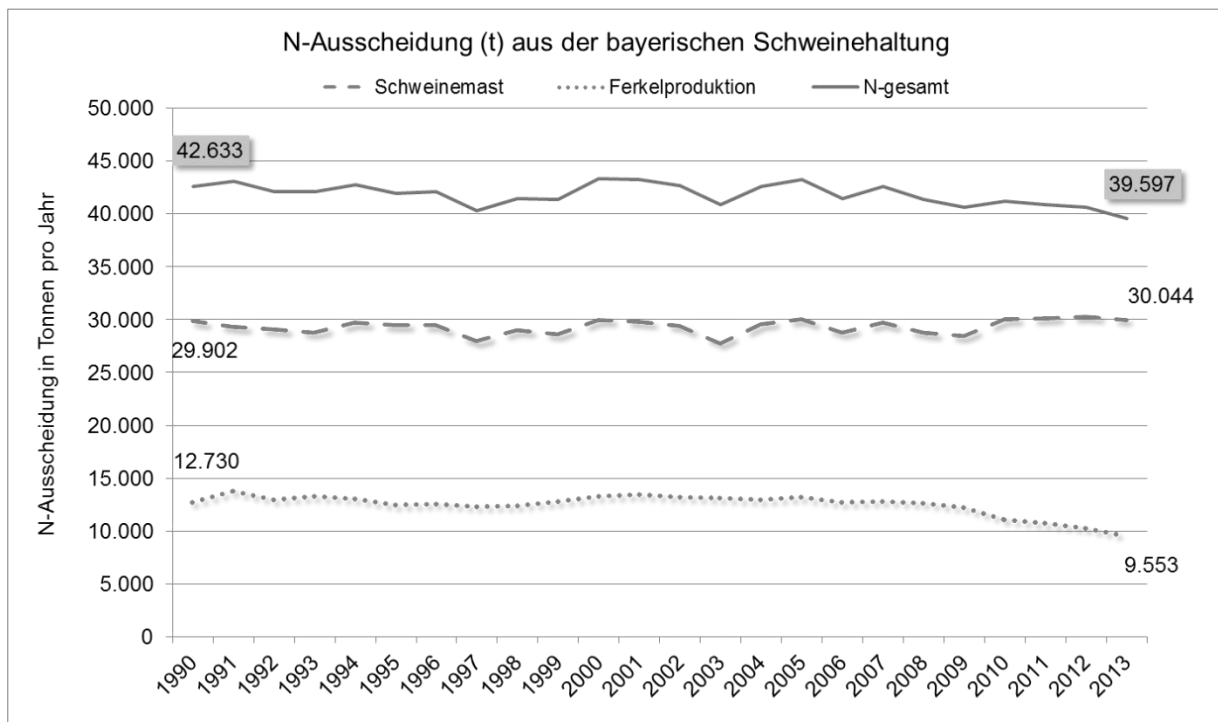


Abbildung 1: Brutto-N-Ausscheidung aus der bayer. Schweinehaltung (1990 – 2013)

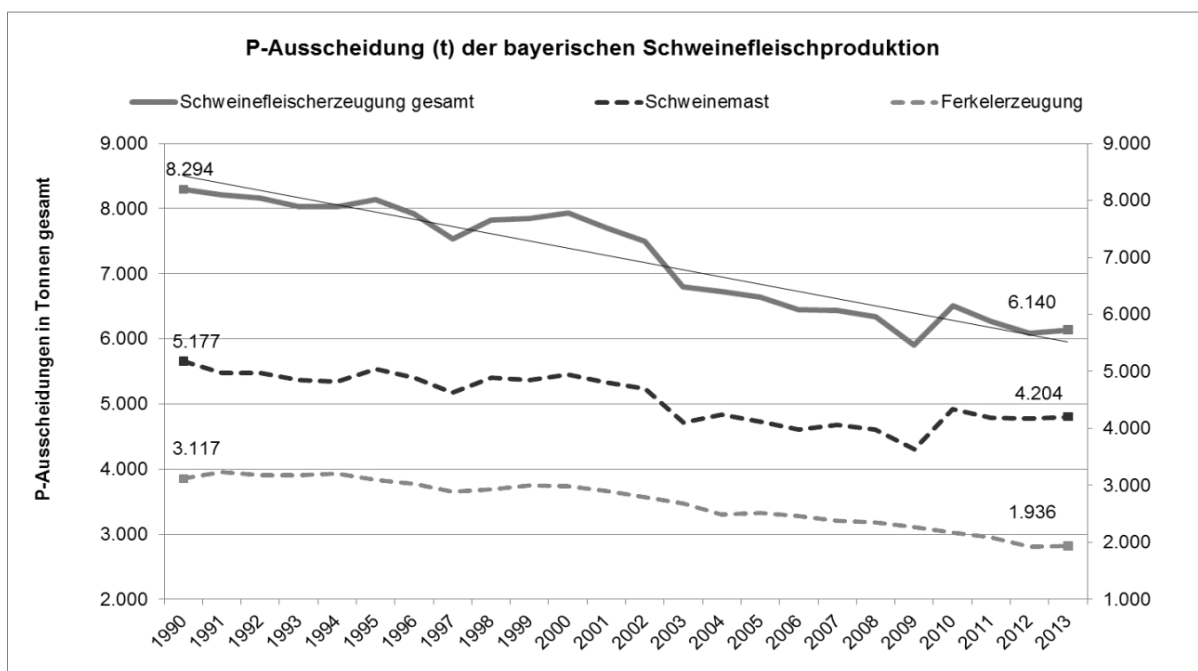


Abbildung 2: Brutto-P-Ausscheidung aus der bayer. Schweinehaltung (1990 – 2013)

Leider ist das bei N (Abbildung 2) nur bedingt der Fall: minus 3000 t (1990 zu 2013: -7 %) weniger N-Jahresaustrag über die Gülle sind nicht gerade viel. Hier wiegen die gestiegenen Erzeugungsmengen in der Mast (+2 % mehr Plätze, +4 % mehr Umtriebe/Jahr) die N-Einsparungen aus der Fütterung (-7 % bzw. 0,35 kg/Tier oder -2 % bzw. 0,2 kg/Platz) wieder auf. Die rückläufigen Zuchtsauen-

bestände und die Fütterungsfortschritte bei den Sauen und in der Ferkelaufzucht bringen obige Entlastung, obwohl der N-Austrag pro Zuchtsau inkl. Ferkel um ca. 5 kg bzw. 15 % anstieg.

Beim P (Abbildung 3) schaut die Entwicklung ganz anders aus: bayernweit wurden 2013 2150 t (26 %) weniger ausgeschieden als noch vor 23 Jahren – sowohl in der Mast (–19 %) als auch in der Ferkelerzeugung (–37 %) waren die P-Einsparungen enorm. Pro Mastschwein ging die P-Ausscheidung um 0,23 kg bzw. 26 % zurück und pro Mastplatz um 0,53 kg bzw. 22 %. Für die Zuchtsauen errechnen sich P-Einsparungen pro Sau und Jahr von 0,22 kg bzw. 3 % – hier wirkten folglich v.a. die Einbrüche bei der Zuchtsauenzahl.

In der Zusammenschau beschreiben die Ausscheidungen pro kg LM-Zuwachs (Abbildung 4) die Entwicklung der N- und P-Emissionen aus der Schweinehaltung in Bayern am besten: minus 13 g (–20 %) bei N bzw. minus 2 g P (–36 %) beim P für jedes kg Zuwachs belegen eine deutliche Effizienzsteigerung im Lauf der Jahre. Beim N stammen die Verbesserungen zu  $\frac{2}{3}$  aus Fütterungsoptimierungen (weniger Rohprotein in der mittleren Ration, mehr Energie pro kg Futter) und zu  $\frac{1}{3}$  aus Leistungssteigerungen (weniger Futteraufwand/Erhaltungsbedarf, mehr Ferkel pro Sau). Beim P gehen  $\frac{3}{4}$  des Effizienzfortschritts auf weniger P im Futter (P-ärmere Futter, Phytase-Zulagen) zurück. Die Ferkelerzeugung übertrifft sogar die Mastschweine, weil sie von einer sehr hohen Ausgangslage in den 90er Jahren kommend, mehr Spielraum zum P-Reduzieren hatte.

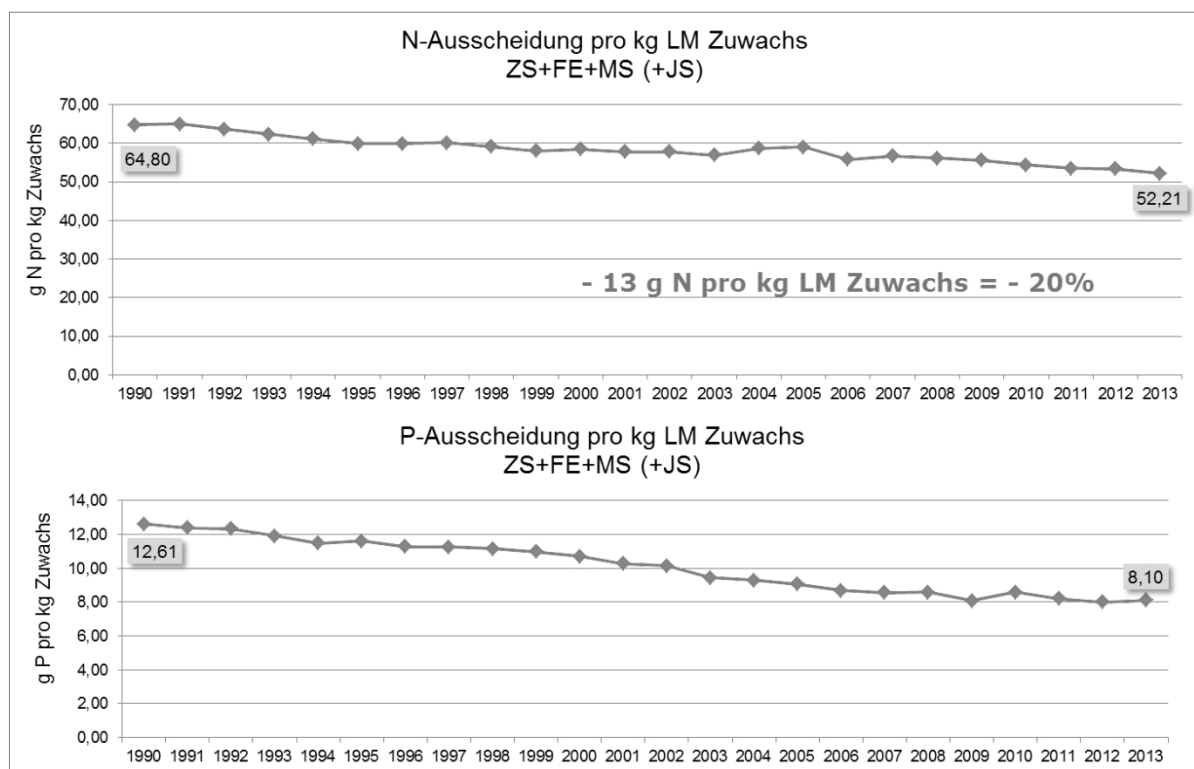


Abbildung 3: N- und P-Ausscheidungen pro 1 kg LM-Zuwachs auf der Zeitschiene

Vergleichsrechnungen zwischen der Situation 1990 und 2013 unter ceteris paribus-Bedingungen zeigen auf, wie die N- und P-Ausscheidungen heute aussehen würden – ohne Bestandsveränderungen (Szenario 1) oder ohne Leistungssteigerungen (Szenario 2) oder ohne Verbesserungen in der Fütterung (Szenario 3) (Tabelle 2). Der Bestand von damals würde mit heutigen Leistungen und Fütterungen ca. 5400 t mehr N und ca. 1100 t mehr P über die Gülle abgeben – ausschließliche Verursacher sind die 146.000 mehr Sauen in 1990 mit knapp 5 Ferkeln/Jahr weniger. Ohne Leistungssteigerung

ergibt sich die ca. 10 %ige N- und P-Ersparnis beim Fleischzuwachs aus der um 100.000 t geringeren Produktionsmenge in 1990. Die Futterrationen von 1990 würden bei heutigem Leistungsniveau und heutiger Erzeugungsmenge 7000 t mehr N und 2700 t mehr P abgeben – wenn man damit überhaupt die modernen Schweine bedarfsgerecht und tierwohlgerecht füttern könnte.

Tabelle 2: N- und P-Ausscheidungen gesamt (1990 zu 2013) und heute mit den Tierzahlen, Leistungen, Futterrationen von damals

<b>Ausscheidung (t/Jahr)</b>	<b>N gesamt</b>	<b>N (%) (1990 =100)</b>	<b>P gesamt</b>	<b>P (%) (1990 =100)</b>
<b>1990</b>	42.633	100	8.294	100
<b>2013</b>	39.597	93	6.140	74
<b>Was wäre 2013 wenn</b>	<b>Δ N (t)</b>	<b>Δ N (%)</b>	<b>Δ P (t)</b>	<b>Δ P (%)</b>
<b>Bestand (1990)</b>	+ 5405	+ 13	+ 1104	+ 18
<b>Zuwachsleistung (1990)</b>	- 4732	- 12	- 637	- 10
<b>Fütterung (1990)</b>	+ 7002	+ 18	+ 2693	+ 44

Zwischenstand 1:

- Die N- bzw. P-Gesamtausscheidungen aus der bayer. Schweinehaltung gingen von 1990 bis 2013 um 3000 t (7 %) bzw. 2150 t (26 %) zurück – trotz Erhöhung der Lebendmasseerzeugung (Zuwächse) um 100.000 t.
- Obige N- und P-Einsparungen konnten nur realisiert werden, weil sich gleichzeitig der N- und P-Aufwand pro kg Zuwachs um 20 % (N) bzw. 36 % (P) verringerten – die Schweinefleischerzeugung ist heute weit effizienter als noch vor 20 Jahren.
- Ca.  $\frac{2}{3}$  (N) bzw.  $\frac{3}{4}$  (P) des Fortschritts wurden durch die N- und P-reduzierte Phasenfütterung erreicht, ca.  $\frac{1}{3}$  (N) bzw.  $\frac{1}{4}$  (P) durch Leistungssteigerungen.
- Es wurden hohe N- und P-Einsparungen erreicht, aber die politischen Ziele klar verfehlt. Sind die gesetzten Emissionsziele aus den Weltumweltkonferenzen zu hoch angesetzt?

## Geht der „Bayerische Kreislauf“ auf?

Die verschärften Umweltforderungen der Umweltverbände und der EU-Kommission in 2014 sind für die Schweineproduktion weder realistisch noch realisierbar. Es droht die Gefahr von sich gegenseitig „pushenden“ Mehrfachregulierungen mit potenzierten Auflagen für die Betriebe. Die bayer. Schweinefleischproduktion im jetzigen Umfang (80 % Selbstversorgungsgrad in Bayern) wird so in Frage gestellt – auch wenn der Nährstoffkreislauf vielleicht prima aufgeht?! oder die Emissionen einfach unvermeidbar sind?! oder weitere Deckelungen der Tierhaltung die Umweltbelastungen sogar erhöhen?!

Bei gegebenen N- und P-Ausscheidungen (Tabelle 2) würden je nach Nährstoffabfuhr vom Feld (kg N/ha bzw. kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) für die bayerische Schweineproduktion bei aktuellem Umfang folgende Futterflächen (Tabellen 3 und 4) benötigt:

- 85 dt/ha Ertrag – hier würden bei ausgeglichenem Güllesaldo für N (70%) 203.180 ha und für P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 206.123 ha benötigt. Der Getreideertrag passt zum Futtergetreidedarf! Ca. 2 SchweineGV stünden auf 1 ha, 10 % der bayer. Ackerfläche wären gebunden und der Güllekreislauf ausgeglichen. Hier ist die Welt in Ordnung! Tatsächlich beträgt der durchschnittliche GV-Besatz in der bayer. Schweinehaltung ca. 1,5 GV/ha – mit großen Streuungen – im Schnitt geht der „Bayer. N- und P-Kreislauf“ auf.

- Reizt man die aktuellen Vorgaben der DüngeVO (170 kg Gülle-N/ha, 70 %-Regel) und 20 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Überschuß/ha im mehrjährigen Abgleich aus, dann bräuchte Bayern´s Schweineproduktion ca. 165.000 ha entsprechend 2,35 GV/ha. Hier müssten ca. 300.000 t Futtergetreide zugekauft werden.
- Nimmt man alle Deckelungswünsche zur DüngeVO (max. 160 kg N/ha, max. 20 % N-Lagerverluste, keine 20 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Überschuß), dann sind laut N 198.000 ha, nach P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 206.000 ha passend.

Tabelle 3: Flächenbedarf für eine ausgeglichene N- und P-Güllebilanz

N- Ausscheidung (t)		100%	80%	70%
		39.597	31.677	27.718
Getreideertrag	N-Abfuhr	Benötigte Fläche		
dt/ha	kg/ha	ha		
50	80	494.959	395.967	346.471
56	90	439.964	351.971	307.975
63	100	395.967	316.774	277.177
69	110	359.970	287.976	251.979
75	120	329.973	263.978	230.981
81	130	304.590	243.672	213.213
85	136	290.257	232.205	203.180
88	140	282.834	226.267	197.984
94	150	263.978	211.183	184.785
100	160	247.480	197.984	173.236
106	170	232.922	186.338	163.045

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - Ausscheidung (t)		100%
		14.060
Getreideertrag	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Abfuhr	Benötigte Fläche
dt/ha	kg/ha	ha
50	40	351.490
56	45	312.436
63	50	281.192
69	55	255.629
75	60	234.327
81	65	216.302
85	68	206.123
88	70	200.852
94	75	187.461
100	80	175.745
106	85	165.407

N- Ausscheidung (t)		100%	80%	70%
		39.597	31.677	27.718
Getreideertrag	N-Abfuhr	GV-Besatz pro ha		
dt/ha	kg/ha			
50	80	0,78	0,98	1,12
56	90	0,88	1,10	1,26
63	100	0,98	1,22	1,40
69	110	1,07	1,34	1,54
75	120	1,17	1,47	1,68
81	130	1,27	1,59	1,81
85	136	1,33	1,67	1,90
88	140	1,37	1,71	1,95
94	150	1,47	1,83	2,09
100	160	1,56	1,95	2,23
106	170	1,66	2,08	2,37

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - Ausscheidung (t)		100%
		14.060
Getreideertrag	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Abfuhr	GV-Besatz pro ha
dt/ha	kg/ha	
50	40	1,10
56	45	1,24
63	50	1,38
69	55	1,51
75	60	1,65
81	65	1,79
85	68	1,88
88	70	1,93
94	75	2,06
100	80	2,20
106	85	2,34

Dann wäre noch die Nec-Forderung von 39 % weniger Ammoniakemissionen bis 2030 im Raum. Die Zurücknahme der Schweinefleischerzeugung in dieser Größenordnung ist der einfache Weg. Dann verlagern wir die Wertschöpfung halt woanders hin – mit deutlich weniger Flächenerträgen und Effizienz in der Produktion?

Die Alternative ist, N und P in der Fütterung einsparen: die Rationen um noch mehr N und P zu optimieren, die Futterverluste zu verringern (< 2 %) und den N- und P-Futtermittelverbrauch zu senken. Die „Bayerische Durchschnittsration“ 2013 (Abbildung 4) deutet folgende Reserven an:

- Sowohl beim Eiweißfutter (minus 10 % Einsparpotenzial) als auch beim Mineralfutter (minus 15 % Einsparpotenzial) wäre bei besserer Nutzung der Phasenfütterung noch genügend Spielraum zur Futterkostensenkung, Umweltentlastung und Ressourcenschonung. Im Gegenzug könnte/müsste der Getreideanteil in der Ration erhöht werden.
- Innerhalb der Mineralfuttergruppe bieten sich Verschiebungen in Richtung weniger konzentrierter Typen und Futterkostensparnis an – das Tragemineral müsste mengenmäßig weit mehr als das Säugemineral ausmachen, der Anteil des Endmastminerals bei den Mastrationen ist noch stark ausbaufähig.

- Der durchschnittliche Rohproteingehalt der mittleren Ration ließe sich von 167 g/kg realistisch auf 145 g/kg senken, der P-Gehalt von 4,6 g/kg auf 4,3 g/kg. Das wären dann 15 % weniger N- und 10 % weniger P-Ausstoß ab Basisjahr 2013. Darunter zu kommen ist schwierig – hoher Tierbesatz/N-Düngung bedeuten oft mehr als 120 g Rp/kg Getreide, heimische Eiweißfutter steigern den N- und P-Eintrag, viele Nebenprodukte bringen mehr N oder/und P ins Futter, energiearme Eiweißfutter bedeuten höheren Futteraufwand oder teure Ölzulagen, „hintere“ Aminosäuren verteuern die Fütterung oder werden nicht berücksichtigt (Leistungseinbußen) usw.
- N- und P-Reserven finden sich v.a. in der Zuchtsauenfütterung (Tragefutter), im Ferkelfutter II und in der Mittel-/Endmast. Die Unterschiede zwischen den Regionen in Bayern sind auffallend, zwischen den Betrieben können bei gleicher Leistung „Welten“ liegen.

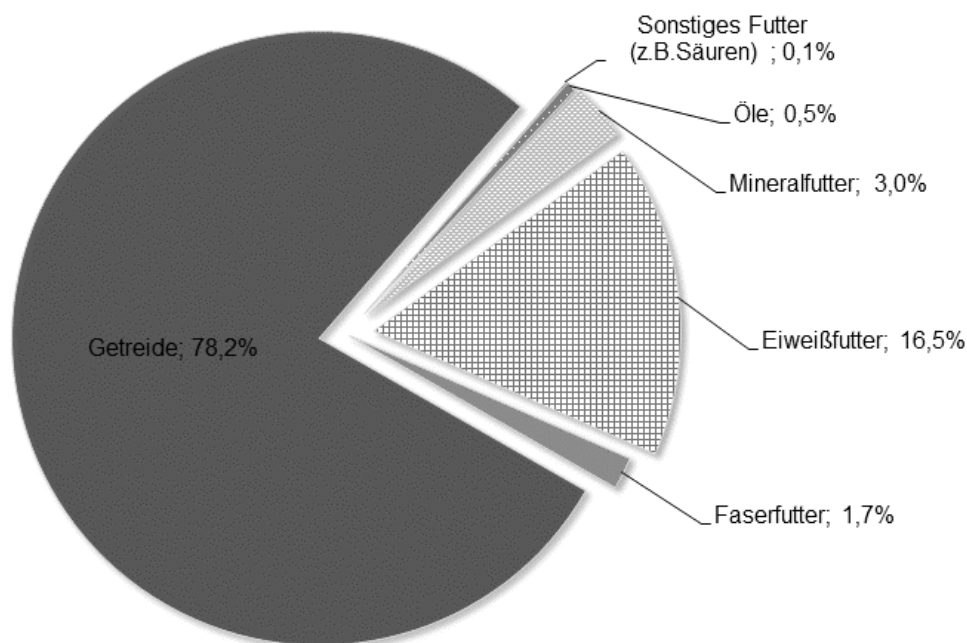


Abbildung 4: Die Bayerische Ration 2013 (Futtermengen von 457 Ringbetrieben, gewichtet nach Futterverbrauch)

#### Zwischenstand 2:

- Die aus der bayerischen Schweinehaltung über die Gülle anfallenden N- und P-Mengen sowie die abgefahrenen Futtergetreidemengen bzw. N- und P-Mengen vom Feld passen bis ca. 2 GV Schweinebesatz/ha sehr gut zusammen. Der Produktionsstandard ist hoch, ohne die Produktionstechnik oder die Produktionsstabilität zu überreizen. Der „Bayer. Kreislauf“ (Feld/Stall-Bilanz) geht auf.
- Es sind noch N- und P-Fütterungsreserven in der Größenordnung von 10 bis 15 % in der Praxis realisierbar, bei Einzelbetrieben weit mehr.

### Haben wir noch Optimierungspotential?

Hier muss die Beratung ansetzen – die Fragen werden immer diffiziler und komplexer. Als Handwerkszeug wurde das „Stärken/Schwächen-Profil“ zur Optimierung der einzelbetrieblichen Fütterung, des Betriebskreislaufs, des Futter- und Fütterungsmanagements und der Futterkosten entwickelt. Damit

lässt sich das gesamte Geschehen rund um die Fütterung vom Futteranbau/-zukauf bis hin zum Nährstoffanfall überwachen, bewerten und optimieren. Die nachgewiesenen Stärken eines Betriebes lassen sich auch „amtlich“ nutzen – z.B. bei Wasserauflagen/Flächenproblemen und für die Baugenehmigung, die Schwächen in der Fütterung kosten immer Geld oder Mehrarbeit oder Entwicklungseinengungen. Das System lebt von der betriebsindividuellen Datenqualität und von der Bereitschaft zur Teilnahme. Erst das Messen mit gleichgelagerten Betrieben zeigt den Handlungsspielraum auf.

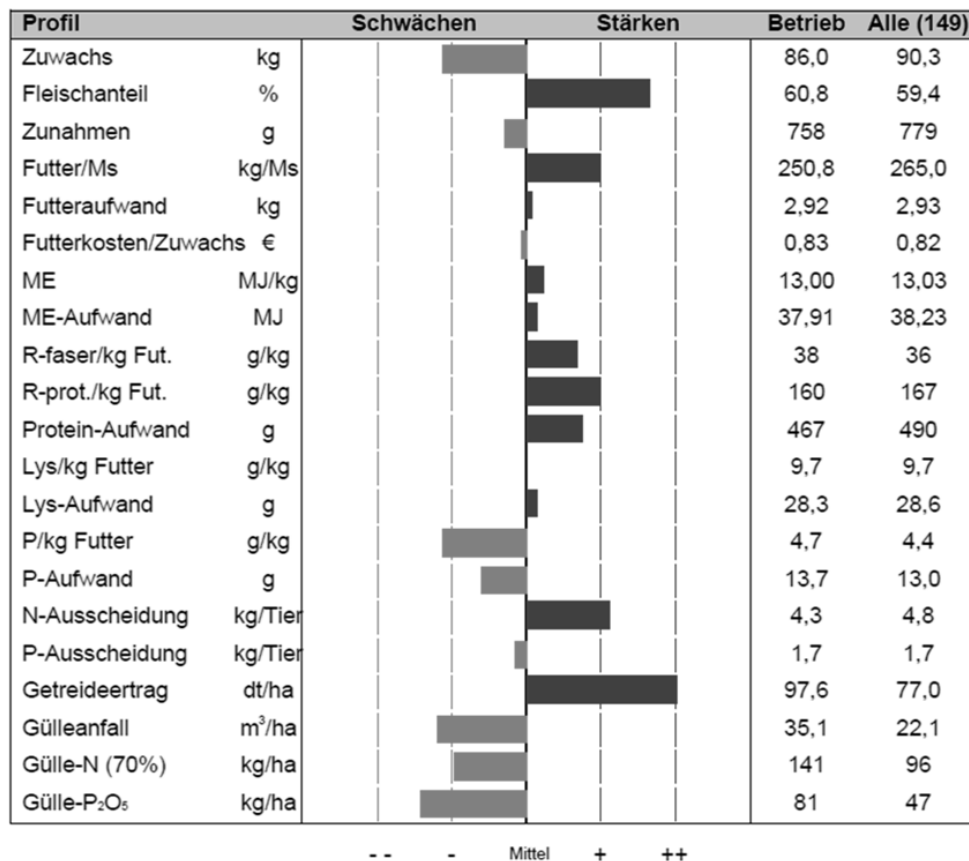


Abbildung 5: Beispiel „Stärken/Schwächen-Profil“ Mast

Zwischenstand 3:

- Im Stärken/Schwächen-Profil wird die Fütterung eines Betriebes sehr breit durchleuchtet. Hier finden sich betriebsindividuelle Ansatzpunkte und Spielräume zur Reduzierung der N- und P-Emissionen.
- Mit dem „Stärken/Schwächen-Profil“ kann sich die Beratung gerade gegenüber den anspruchsvollen Betriebsleitern profilieren und die Fütterung weiter entwickeln helfen. Das Ganze ist nicht einfach, es kostet Arbeit bei der Erhebung aber noch mehr bei der Aussprache und Lösungsfindung mit dem Beratungsklienten.

## Schlußfolgerung

Die N- und P-Gesamtausscheidungen aus der Schweinehaltung in Bayern wurden in den letzten 20 Jahren trotz Ausweitung der Erzeugungsmengen reduziert. Die N- und P-Minderungen wurden v.a. durch die N- und P-reduzierte Phasenfütterung erreicht, aber auch durch die Leistungssteigerungen.



Der Feld-Stall-Abgleich (Nährstoffkreislauf) geht für die Bayer. Schweinehaltung bis zu einem Tierbesatz von 2 GV/ha auf. Weitere N- und P-Einsparpotentiale in der Größenordnung von 15 % werden gesehen. Der Spielraum für große Fortschritte ist in Betrieben mit guter fachlicher Praxis klein. Alle Betriebe sollten das neue Beratungswerkzeug „Stärken/Schwächen-Profil“ zur Steuerung der Fütterung und der N- und P-Bilanzen nutzen. Die gesteckten Emissionsziele der EU-Kommission sind überzogen und ohne Tierabstockung nicht umsetzbar. Sie ignorieren unvermeidbare Verluste bei der Landbewirtschaftung und Tierproduktion und naturgegebene Grenzen genauso wie die ressourcenschonende und kreislaufneutrale Verwertung von Nebenprodukten (mit mehr N und P).

## Literatur:

- Krüsken, B., 2014, EU-Vorschlag zur Verringerung der Ammoniak-Emissionen nicht realistisch, <http://www.bauernverband.de/eu-vorschlag>
- Umweltbundesamt, 2014, Beurteilung und Kontrolle der Luftreinhaltung in der EU, <http://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/regelungen-strategien/>
- Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz, Basisdaten zur Umsetzung der DüngerVO, <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/>
- Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz, Nährstoffbilanz Bayern, <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/>
- Lindermayer, H., Brunlehner, Eva, 2014, Das steckt in der Ration, BLW 32, 48-49
- Lindermayer, H., Brunlehner, Eva, Schäffler, M., 2014, Licht und Schatten in der Fütterung – Stärken-Schwächen-Profil, BLW 26, 51
- Lindermayer, H., 2011, Was geht alles in die Luft – Schweinehalter zur Emissionsberichterstattung verpflichtet, BLW 37, 27

Autorenanschrift  
Dr. Hermann Lindermayer  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft  
Prof. Dürrwaechter Platz 3  
85586 Poing  
[Hermann.Lindermayer@lfl.bayern.de](mailto:Hermann.Lindermayer@lfl.bayern.de)