

ABSCHLUSSBERICHT

Überprüfung eines Optimierungspotenzials in der Schweinefütterung zur Verbesserung der Ressourcenschonung und der Effizienz des Futtermiteinsatzes

Umsetzung der stark N-/P-reduzierten Fütterung in MV



IMPRESSUM

Titel

Überprüfung eines Optimierungspotenzials in der Schweinefütterung zur Verbesserung der Ressourcenschonung und der Effizienz des Futtermitelesinsatzes - Umsetzung der stark N-/P-reduzierten Fütterung in MV

Forschungs-Nr.

1/44

Berichtszeitraum

2021-2024

Herausgeber

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern

Dorfplatz 1/OT Gülzow • 18276 Gülzow-Prüzen

Telefon: 0385/588 60-001

Fax: 0385/588 60-011

poststelle@lfa.mvnet.de

www.lfamv.de

Autoren

Dr. Antje Priepke • 0385-588-60327

Titelfoto

Dr. Antje Priepke

Dummerstorf, 29.11.2024

INHALT

1	Zusammenfassung	5
2	Einleitung	5
3	Aufgabenstellung.....	7
4	Bisherige Untersuchungen zur stark bis sehr stark N-/P-reduzierten Fütterung.....	7
5	Erhebungen in MV	11
5.1	Stoffstrombilanzen	11
5.2	Stallbilanzen.....	11
6	Schlussfolgerungen.....	17

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Unterstellte Nährstoffgehalte im Futter bei einer unterschiedlich stark N-/P-reduzierten Fütterung von Schweinen (je kg Futter, 88 % TS, DLG-Merkblatt 418, 2019)	12
Tabelle 2:	Anzahl ausgewerteter Stallbilanzen und durchschnittlicher mittlerer Jahresbestand	13

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Stallsaldierung für die TA Luft mit dem LfL-Programm	12
Abbildung 2:	Einhaltung der DLG-Vorgaben für eine stark N-/P-reduzierte Fütterung (%) ...	13
Abbildung 3:	P-Gehalt verschiedener Futtermittel nach DLG-Futterwerttabelle (g/kg TM) ..	15
Abbildung 4:	Einhaltung der maximal zulässigen N- und P-Ausscheidungen nach TA Luft (%)	16

VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN

a	Jahr (annus)
BVT	Beste verfügbare Techniken
Ca	Kalzium
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
EM	Endmast
FAZ	Ferkelaufzucht
GfE	Gesellschaft für Ernährungsphysiologie
GVE	Großvieheinheit
ha	Hektar
Hef-Faktor	Human-edible fraction (potenziell vom Menschen verzehrbarer Anteil)
JS	Jungsau
kg	Kilogramm
KG	Kontrollgruppe
l	Liter
LF	Landwirtschaftlich genutzte Fläche
LfL	Landesanstalt für Landwirtschaft Bayern
LM	Lebendmasse
mg	Milligramm
MM	Mittelmast
MV	Mecklenburg-Vorpommern
N	Stickstoff
N ₂ O	Distickstoffmonoxid (Lachgas)
NEC-RL	National Emission Ceilings Directive (RL über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe; Nationales Luftreinhalteprogramm)
NH ₃	Ammoniak
pcv	praecaecal verdaulich (dünndarmverdaulich)
P	Phosphor
P ₂ O ₅	Phosphat (Phosphorpentoxid)
RAM	Ursprünglich: rohprotein- und phosphorarmes Mastfutter, früheres N-/P-reduziertes Fut- terkonzept aus NI
RL	Richtlinie
t	Tonnen
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
THG	Treibhausgas
TM	Trockenmasse
TZ	Tageszunahme
VFT	Verein Futtermitteltest e.V.
VG	Versuchsgruppe
VO	Verordnung
VM	Vormast
XP	Rohprotein

1 Zusammenfassung

Die stark N-/P-reduzierte Schweinefütterung ist vor dem Hintergrund einer sich immer mehr verschärfenden Umwelt- und Düngegesetzgebung ein wichtiger Ansatzpunkt zur Reduzierung der N- und P-Belastung der Umwelt. Im Rahmen der TA Luft gilt sie als neuer Standard. Ihre Umsetzbarkeit wurde in zahlreichen Fütterungsversuchen bestätigt. Eine Auswertung von 154 Stallbilanzen aus den Jahren 2021 - 2023 hat jedoch gezeigt, dass sich die stark N-/P-reduzierte Schweinefütterung in MV noch nicht als Standardverfahren etabliert hat. Besonders deutlich wird das Problem beim Phosphor und hier häufig bei hohen Anteilen an Nebenprodukten. Der Rationsgestaltung muss daher in Zukunft mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden. Mehr Phasen mit angepassten Mineralfuttermitteln, Nutzung von freien Aminosäuren und eine Rationsoptimierung auf Basis aktueller Futteranalysen sowie der praecaecal verdaulichen Aminosäuren und des verdaulichen Phosphors können hier einen Beitrag leisten. Zudem sollten Nebenprodukte, die im Sinne geringer hef-Werte erwünscht sind, im Rahmen der Bilanzierung eine andere Bewertung erfahren. Es zeigte sich aber auch, dass die im Rahmen der Stallbilanzierung angewandten Standards bei schnelleren Wachstumsprozessen und kürzeren Servicezeiten zu Überschreitungen der maximal zulässigen Ausscheidungswerte führen können. Hier scheinen Anpassungen der Bewertungsmaßstäbe notwendig.

2 Einleitung

Kulturpflanzen benötigen für hohe Erträge und eine gute Qualität ausreichend Nährstoffe, welche in Form von mineralischen und organischen Düngern dem Boden zugefügt werden. Eine besondere Bedeutung haben hier die Nährstoffe Stickstoff (N) und Phosphor (P). Ein Zuviel dieser Nährstoffe ist jedoch zu vermeiden, da dies zu zahlreichen negativen Wirkungen auf die Umwelt führt. So ist eine übermäßige Phosphat-Düngung v. a. für Oberflächengewässer problematisch, weil Phosphat-Einträge zur Eutrophierung von Bächen, Flüssen und Seen führen. Da Phosphor (P) global gesehen ein knapper, für die Landwirtschaft essenzieller Rohstoff ist, ist die sparsame Verwendung von P auch aus Gründen der Ressourceneffizienz notwendig. Auch N-Überschüsse belasten Gewässer, minimieren die Artenvielfalt und beeinträchtigen die Qualität des Grundwassers. Zudem ist das Klima betroffen: hohe Ammoniakemissionen beeinträchtigen nicht nur die Luftqualität, sondern mit der Freisetzung von Lachgas aus N-Überschüssen entweicht ein Treibhausgas in die Atmosphäre, das deutlich klimawirksamer als CO₂ ist. Im Jahr 2023 war laut UMWELTBUNDESAMT (2024) die Landwirtschaft für schätzungsweise 7,7 % der gesamten Treibhausgasemissionen in Deutschland verantwortlich (CO₂, N₂O, CH₄). Die Lachgas- und Methan-Emissionen in Deutschland stammten im Jahr 2022 jedoch zum überwiegenden Teil (67 bzw. 76 %) aus der Landwirtschaft. Laut Klimaschutzplan 2050 soll die Landwirtschaft bis 2030 gegenüber 2014 jährlich 11 - 14 Millionen t CO₂-Äquivalente einsparen (ZORNBACH, 2018). Deshalb müssen neben Methanemissionen auch Stickstoffüberschüsse, Nitratauswaschungen und Ammoniakausgasung so niedrig wie möglich gehalten werden.

Der Druck steigt durch die sich verschärfende Umwelt- und Düngegesetzgebung. Durch die europäische und deutsche Umweltpolitik wurden in den letzten Jahren umfangreiche Ziele und Maßnahmen zur Reduzierung von N- und P-Belastungen der Umwelt festgelegt. Zu nennen sind die Bereiche Wasserschutz (Nitrat-RL, Wasserrahmen-RL, Meeresstrategie-Rahmen-RL; Reduzierung N- und P-Einträge), die Luftreinhaltung (NEC-RL, Reduzierung NH₃-Emissionen), Klimaschutz (Minderung THG-Emissionen) und Biodiversität (Verringerung N-Überschüsse) (OSTERBURG, 2020). Allein zur Stickstoffproblematik wurden in der neuen Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie von 2016 verschiedene Ziele und Indikatoren definiert: Verringerung der N-Überschüsse der Gesamtbilanz auf 70 kg/ha LF im Mittel für die Jahre 2028-2032, Reduzierung der Emissionen von Luftschadstoffen (Reduzierung der Indizes für fünf Luftschadstoffe, u.a. NH₃, um 45 % bis 2030 ausgehend von 2005), Einhaltung des Schwellenwertes von 50 mg/l Nitrat im Grundwasser an allen Messstellen, Begrenzung der Nährstoffeinträge in Küsten- und Meeresgewässer und Schutz vor Eutrophierung der Ökosysteme.

Die Landwirtschaft steht damit bis 2030 in verschiedenen umweltpolitischen Handlungsfeldern vor enormen Herausforderungen. Zahlreiche Landwirte sehen sich in ihrer Existenz gefährdet, beispielsweise durch die Ausweisung der „roten Gebiete“ (SCHNEIDER, 2020). So stieg mit der Neuausweisung der „roten Gebiete“ (Düngelandsverordnung MV, 2023) in MV die Gesamtfläche auf 429.218 ha, einem Anstieg von 13,5 auf 32,0 %. OSTERBURG (2020) betont, dass die deutsche Landwirtschaft mit hohen Produktivitäten seit 1990 kontinuierlich die N-Ausnutzung verbessert und THG-Emissionen vermindert hat, wobei im Bereich der NH_3 -Emissionen neue Emissionsquellen dazu gekommen sind (pflanzliche Gärreste, die jetzt anzurechnen sind). Dennoch bestehe bis 2030 ein erheblicher Minderungsbedarf. Die Nährstoffausscheidungen in der Nutztierhaltung sind dabei die Ansatzstelle für die Reduzierung von N- und P-Belastungen der Umwelt. Sie werden über verschiedene Gesetze und Verordnungen (VO) reglementiert. Dabei nimmt der Gesetzgeber immer stärker Einfluss unmittelbar auf die Fütterung, da die Nährstoffausscheidungen und damit auch die Fütterung eine wichtige Ansatzstelle zur Verringerung der N- und P-Belastungen der Umwelt sind. Als Wichtigste sind zu nennen die Dünge-VO (DüV), die Stoffstrombilanz-VO sowie die TA Luft.

Eine Erläuterung zur Bedeutung der Fütterung in der DüV findet sich bei OSTERBURG (2020) und SCHNEIDER (2020). Die DüV (2020) begrenzt die N-Düngung in der Landwirtschaft v.a. über verbindliche Vorgaben zur Düngplanung und Aufzeichnungen zur tatsächlichen Düngung, eine höhere Anrechnung von N aus flüssigem Wirtschaftsdünger, der Reduzierung der erlaubten N-Düngung um 20 % unter ermittelten Bedarf in ausgewiesenen nitratbelasteten Gebieten und der begrenzten Ausbringung von organischem und organisch-mineralischem N-Dünger auf 170 kg N/ha. Auch wenn mit Anpassung der DüV vom Mai 2020 der Nährstoffvergleich und dessen Bewertung durch den Kontrollwert (Flächenbilanz für N und P) entfiel, blieb die Obergrenze von 170 kg N/ha/Jahr erhalten. Zur Ableitung des rechnerischen Nährstoffanfalls und des somit notwendigen Flächenbedarfs zur Einhaltung der 170 kg-Regelung aus Wirtschaftsdünger werden schweinehaltende Betriebe nach biologischer Leistung und dem verwendeten Fütterungsverfahren (DLG 2014: Standard, N-/P-reduziert, stark N-/P-reduziert) kategorisiert (SCHNEIDER, 2020). Die Erstellung einer Stoffstrombilanz war gemäß der Stoffstrombilanz-VO für einige Betriebe bereits seit Januar 2018 verpflichtend, seit 2023 nahezu für alle Betriebe (> 20 ha oder > 50 GVE/Betrieb oder kleiner bei Zuführung betriebsfremder Wirtschaftsdünger bzw. Betriebe mit Biogasanlage bei Aufnahme von betriebsfremden Wirtschaftsdüngern). Ziel ist es, Nährstoffflüsse in landwirtschaftlichen Betrieben transparent und überprüfbar abzubilden. OSTERBURG (2020) führt aus, dass der zulässige, aber auch immer wieder als zu hoch diskutierte Bilanzwert von 175 kg N/ha und Jahr für die meisten Betriebe gut einzuhalten sei, es jedoch bei hoher Viehdichte und Betrieben ohne Fläche problematisch werden könne. Für Deutschland wurde durch die deutsche Nachhaltigkeitsstrategie (2016) ein Zielwert von 70 kg N/ha*a für das gleitende 5-Jahresmittel von 2028-2032 verankert. Daher werden derzeit eine Verschärfung der Stoffstrombilanz, gleichzeitig aber auch die Abschaffung als Beitrag zum Bürokratieabbau diskutiert. Jedoch ist davon auszugehen, dass es auch weiterhin eine Form der betrieblichen Nährstoffbilanzierung geben wird. Das Thema Futter und Fütterung wird dabei im Fokus bleiben, da jeglicher Futterzukauf den N- bzw. P-Saldo des Betriebes direkt erhöht.

Auch die Novelle der TA Luft, die nach vielen Jahren der Diskussion und Überarbeitung am 01.12.2021 in Kraft trat, ist mit höheren Auflagen beim Emissionsschutz verbunden. Die BVT-Anforderungen (beste verfügbare Techniken zur Begrenzung der Nährstoffausscheidungen) gelten für alle nach BImSchG genehmigungspflichtigen Anlagen (G- oder V-Anlagen). Dazu zählen z.B. Schweineanlagen mit > 1.500 Mastplätzen. Die enthaltenen naturschutzrechtlichen Anforderungen sind darüber hinaus auch für nach Baurecht genehmigungspflichtige Anlagen zu prüfen und einzuhalten. Neben baulichen Anforderungen an Stallgebäude und Lagerstätten für Wirtschaftsdünger sind technische Maßnahmen (z.B. Kot-Harn-Trennung, Kühlung oder Ansäuerung von Gülle oder Filteranlagen) sowie nährstoffreduzierte Fütterungsverfahren verankert und werden gleichwertig zur Emissionsminderung angesehen (SCHNEIDER, 2020). Dabei hat der Gesetzgeber für Sauen, Ferkel und Mastschweine die Eckwerte des DLG-Fütterungsverfahrens „stark N-/P-reduziert“ als neuen Standard und Obergrenze für die N- und P-Ausscheidungen definiert (Tabelle 1), womit wiederum

unmittelbar Einfluss auf die Fütterung genommen wird. Für Jungsauen und Zuchteber ist eine N-/P-reduzierte Fütterung vorgeschrieben.

3 Aufgabenstellung

In vielen Praxisbetrieben in MV gibt es nach wie vor große Vorbehalte gegenüber den Vorgaben zur stark N-/P-reduzierten Fütterung. Andere sind überzeugt, schon immer (stark) N-/P-reduziert zu füttern. Dabei gab es für MV bisher keine Übersicht über den Status Quo der betrieblichen Nährstoffsalden bzw. der Umsetzung einer stark N- und P-reduzierten Fütterung in der Schweinehaltung. In der vorliegenden Arbeit sollte daher anhand einer Literaturlauswertung geprüft werden, wo die Grenzen einer N-/P-Reduzierung liegen. Zudem sollte erarbeitet werden, in welchem Umfang die stark N-/P-reduzierte Fütterung in MV bereits umgesetzt wurde und wo noch Reserven liegen.

4 Bisherige Untersuchungen zur stark bis sehr stark N-/P-reduzierten Fütterung

Die Reduzierung der N- und P-Ausscheidungen über eine angepasste Fütterung ist seit längerem ein Thema in der Schweinefütterung. So beinhaltete das LfL- Projekt "demonstration farms" (2017-2021) eine gesamtbetriebliche Betrachtung einer nährstoffangepassten Schweinefütterung. Bei Auswertung der Stoffstrombilanzen zeigte sich, dass mit 56 % die Fütterung für den größten Anteil des N-Inputs verantwortlich war. Am Ende des Projektes konnte der N-Überschuss der beteiligten Projektbetriebe um 21 kg (17 %) auf durchschnittlich 106 kg N pro Hektar gesenkt werden (SCHNEIDER et al., 2021). Im Folgeprojekt "Operatives Rahmenziel – Praktische Umsetzung einer nährstoffangepassten Fütterung in Bayern" ist es gelungen, den Gehalt an Rohprotein (XP) in den mittleren Mastmischungen der beteiligten Betriebe von 167 g/kg (2015) auf 149 g/kg (2023) zu reduzieren, was einer Ersparnis von 11 % XP bzw. ca. 17 % N-Emissionen entspricht. Beim P wurde eine Absenkung von 4,82 auf 4,26 g/kg Futter erreicht - eine Einsparung von 12 %. Trotz der Absenkung war die Mast- und Schlachtleistung nicht negativ beeinflusst. Es wurde festgehalten, dass eine N-/P-Reduzierung auch in der Praxis und nicht nur im Versuch funktioniert (PUNTIGAM et al., 2022).

Im ebenfalls bayerischen Projekt „Adapted feeding“ (2020 bis 2024) wurde sämtlicher In- und Output an Stickstoff und Phosphor am Beispiel des Ausbildungs- und Versuchszentrums des Staatsguts Schwarzenau erfasst und mit neuesten Methoden analysiert (PREISSINGER, 2024). Es wurde festgestellt, dass sich durch eine nährstoffangepasste Fütterung der Gehalt von Stickstoff und Phosphor in der Gülle von Mastschweinen deutlich reduzieren lässt. Im Vergleich zu einem exakt zehn Jahre zuvor durchgeführten Projekt in Schwarzenau hat sich in der Gülle von Mastschweinen der Gehalt von Stickstoff um fast 30 %, von Ammoniumstickstoff um knapp 40 % und von Phosphor um rund 20 % verringert. Während vor rund zehn Jahren die Gülle von Mastschweinen im Mittel 5,8 kg Gesamtstickstoff, 4,7 kg Ammoniumstickstoff und 2,7 kg Phosphat pro Kubikmeter aufwies, waren es im Projektzeitraum nur noch 4,2 kg Gesamtstickstoff, 2,9 kg Ammoniumstickstoff und 2,2 kg Phosphat. Seit Ende 2018 wird in Schwarzenau eine sehr stark stickstoff- und phosphorreduzierte Fütterung umgesetzt. Dabei zeigten sich durch die Nährstoffanpassung keine negativen Wirkungen auf die Leistungen der Mastschweine, im Gegenteil, die nährstoffangepasste Fütterungsstrategie konnte dem züchterischen Fortschritt standhalten.

Darüber hinaus liegen Ergebnisse aus zahlreichen Fütterungsversuchen zur N- und P- reduzierten Fütterung von Schweinen vor. WEBER und MÜLLER (2015) untersuchten u.a. eine Proteinreduzierung auf 15,6 % (Anfangsmast) bzw. 14,8 % (Endmast ab 70 kg) bei Aminosäureausgleich bis zum Valin. Diese hatte keinen Einfluss auf die Mast- und Schlachtleistung, die N-Ausscheidung war um 14 % reduziert. Gleichzeitig wurden 42 % Sojaextraktionsschrot eingespart und durch geringere Futterkosten die Erlöse je Mastschwein verbessert.

In einem Folgeversuch wurde vergleichend zu den DLG-Standardempfehlungen eine stärkere Rohproteinreduzierung (15,4/13,4/11,3 % in der Vor-/Mittel-/Endmast ab 25/60/90 kg) bei gleichzeitig sehr starker P-Reduzierung (0,43/0,39/0,36 % ohne mineralischem Zusatz ab der Mittelmast) geprüft (WEBER und MÜLLER, 2016). Auch hier kam es bei den Leistungsparametern zu keinen Einbußen. Dagegen konnten die Ausscheidungen um 30 % (N) bzw. 35 % (P) gesenkt werden, zudem wurden 65 % des Sojaextraktionsschrotes eingespart.

DUSEL et al. (2014) untersuchten in der Schweinemast fünf Varianten einer vierphasigen Fütterung mit unterschiedlich starken Absenkungen an XP bei Aminosäureausgleich und Rationskalkulation auf Basis der standardisiert verdaulichen Aminosäuren. Selbst bei der stärksten Absenkung auf 16,9 % (VM) - 12,4 % (EM) wurden keine Auswirkungen auf die Mast- und Schlachtleistung sowie auf die N-Retention ermittelt, dafür konnte eine deutlich reduzierte N-Ausscheidung nachgewiesen werden. Der Einfluss einer N- und P-reduzierten Fütterung auf die N- und P-Retention sowie die chemische Körperzusammensetzung wurde zudem von BECKMÜLLER et al. (2024) untersucht. Auch hier konnten keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden.

MEYER und VOIGT (2015) untersuchten mittels einer 4phasigen Fütterung eine starke Reduzierung des Rohproteingehaltes auf 12,0 % ab 100 kg bei Aminosäureausgleich bis zum Valin. Dabei wurde bis auf eine reduzierte Schlachtausbeute kein Einfluss auf die Mast- und Schlachtleistung festgestellt, dagegen waren die N- und P₂O₅-Ausscheidungen um 10 bzw. 6 % reduziert. Die Futterkosten stiegen nur unwesentlich. Im Folgejahr wurden Ergebnisse zu einer weiteren Rohproteinreduzierung ab 90 kg bei Verzicht auf Sojaextraktionsschrot vorgestellt (MEYER und VOIGT, 2016). Hier zeigten sich weder Unterschiede bei den Tageszunahmen, den Futteraufnahmen noch bei den Indexpunkten. Wird ab 90 kg der Proteingehalt auf 12 % gesenkt, gleichzeitig aber auch die Aminosäuren reduziert (0,75 % Lysin statt 0,90 % bei entsprechender Reduzierung der weiteren Aminosäure), können gleiche Mastleistungen, auch in der Endmast, erzielt werden (MEYER und VOIGT, 2021). Lediglich im Fleischmaß gab es Einbußen.

Bei einer noch früheren XP-Reduzierung sah dies anders aus: bei Einstellung des Rohproteingehaltes auf 12 % bereits ab 80 kg reagierten die Schweine zwar nicht mit verminderten Tageszunahmen, aber mit einem höheren Futteraufwand, d.h. die Tiere haben mehr gefressen (MEYER und VOIGT 2018a). Gleiches galt für einen Versuch mit einer Rohproteinreduzierung auf 11 % ab 100 kg bei vollständigem Verzicht auf Eiweißfuttermittel in der Endmast und gleichzeitiger P-Reduzierung (MEYER und VOIGT, 2018b). Einen vollständigen Verzicht auf Eiweißfuttermittel in der Endmast ab 100 kg untersuchten zudem PREISSINGER et al. (2024a), wobei hier vergleichend eine Endmastvariante ab 90 kg mit einem Sojaextraktionsschrotanteil von 6 % geprüft wurde. Auch hier reagierten die Tiere mit einem erhöhten Futteraufwand, wodurch es trotz geringerer Mischfutterkosten zu höheren Futterkosten pro kg Zuwachs kam.

Ein Vergleich der DLG-Vorgaben (DLG, 2019) für eine stark bzw. sehr stark N-/P-reduzierte Fütterung -jeweils zu der früher in NI üblichen zweiphasigen N-/P-reduzierten RAM-Fütterung - wurde durch MEYER und VOIGT vorgenommen (2017 und 2019a). Bei der stark N-/P-reduzierten Fütterung konnten vergleichend zur RAM-Fütterung zwar gleiche Tageszunahmen erzielt werden, jedoch war auch hier der Futteraufwand/kg Zuwachs aufgrund einer erhöhten Futteraufnahme signifikant erhöht, während die Schlachtkörperqualität nicht beeinflusst war. Auch bei der sehr stark N-/P-reduzierten war der Futteraufwand erhöht, hier bei gleicher Futteraufnahme, aber geringerer Zuwachsleistung. In beiden Versuchen wurde ein insgesamt sehr hohes Zunahmenniveau erreicht.

In Reaktion auf einzelne Praxiserprobungen mit „extremer“ XP-Reduktion, also unterhalb der Empfehlungen für eine stark N-/P-reduzierte Fütterung, stellten sich MEYER und VOIGT (2019b) die Frage, wo die Grenzen für eine N-/P-Reduzierung liegen. Mittels einer 2- bzw. 3-Phasenmast wurden extreme N-/P-Reduktionen im Vergleich zur stark N-/P-reduzierten Fütterung nach DLG (2019) untersucht. Dabei wurde in zwei Versuchsgruppen der N-/P-Gehalt entweder ab Mastbeginn oder ab 50 kg der N-/P-Gehalt auf Grundlage einer Firmenempfehlung extrem reduziert (KG 16,5/15,5/14,0 % XP und 0,45/0,42/0,42 % P; VG 1: 13,5/10,5 % XP,

0,32/0,29 % P; VG 2: 16,5/13,0/10,5 % XP, 0,45/0,35/0,30 % P). In allen Varianten wurde ein außerordentlich hohes Zunahmeniveau erreicht. Bei extremer Reduktion bereits ab Mastbeginn wurde eine geringere Mastleistung bei gleichzeitig verbesserter Schlachtausbeute erzielt. Die Indexpunkte/kg Schlachtkörper waren in beiden Versuchsgruppen tendenziell verringert. Es konnten enorme Einsparungen bei den N-/P-Ausscheidungen nachgewiesen werden (30 bzw. 24 % N, 53 bzw. 40 % P), jedoch waren die Futterkosten/kg Zuwachs deutlich erhöht. Der Versuch zeigte, dass es noch Reserven, aber auch Grenzen in der Nährstoffreduzierung gibt.

Auch von STALLJOHANN et al. (2019) wurde ein entsprechender Versuch mit extremer Nährstoffreduzierung unterhalb der DLG-Empfehlungen für eine sehr stark N-/P-reduzierte Fütterung durchgeführt (Teilprojekt I). Anders als in den Untersuchungen von MEYER und VOIGT (2019b) führte die Absenkung des XP-Gehalts auf 13,0 bzw. 10,5 % (ab 50 kg LM) bei fast vollständigem Sojaverzicht in der Endmast nicht zu einer Beeinflussung der Futteraufnahme, jedoch zu verminderten Zunahmen und schlechteren Schlachtkörperbewertungen.

Weitere Ergebnisse zu Fütterungsvarianten unterhalb der Empfehlungen für eine starke N-/P-Reduktion sind bei PREISSINGER et al. (2018) zu finden. Hier wurden vergleichend zu einer stark N-reduzierten Variante drei Versuchsgruppen getestet: sehr starke, extreme und maximale N-Reduktion. Die XP-Gehalte der Anfangs-, Mittelmast- und Endmastfutter (ab 30/60/90 kg) lagen hier bei 17/16/15 % (KG), 16/15/14 % (VG 1), 15/14/12 % (VG 2) bzw. 15/14/11 % (VG 3). Den Rationen wurden bis zu sieben Aminosäuren zugesetzt. In den VG 2 und 3 wurden gegenüber der KG signifikant verminderte Zuwachseleistungen ermittelt, wogegen die Schlachtleistung unbeeinflusst war. In der Endmast der VG 3 mit gänzlichem Verzicht auf Sojaextraktionschrot wurde eine signifikant verminderte Futteraufnahme festgestellt.

KRIEG et al. (2023) schlussfolgerten aus ihren Untersuchungen zur weiteren N-/P-Reduzierung unterhalb der Empfehlungen für eine sehr stark N-/P-reduzierte Fütterung ab 70 kg mit gezielter Aminosäureergänzung bis hin zum Histidin, dass v.a. der Zeitpunkt für eine stärkere N-Reduzierung in der Endmast entscheidend ist. In ihren Untersuchungen im Endmastbereich ab 70 kg wurde im Futter der Versuchsgruppe ein Rohproteingehalt von 11,5 % und ein P-Gehalt von 0,29 % realisiert, während für die Kontrollgruppe Gehalte von 13,1 % bzw. 0,38 % analysiert wurden. Der Sojaeinsatz wurde von 7,9 auf 2,1 kg minimiert. Es wurden bei keinem der Leistungsparameter signifikante Unterschiede ermittelt, jedoch waren die Indexpunkte erhöht, was zu einer Erhöhung der Schlachterlöse führte. Die höheren Futterkosten wurden beim Überschuss über die Futterkosten dadurch wieder ausgeglichen. Zudem konnte eine rechnerisch um 12,5 % reduzierte N-Ausscheidung abgeleitet werden, was sich aber nicht in den durchgeführten Abluftmessungen widerspiegelte. KRIEG et al. (2022) schlussfolgern, dass in Abhängigkeit vom Preis und der Verfügbarkeit der freien Aminosäuren dargestellte Versuchsmischungen auch in der Praxis durchsetzbar sind.

In Fortführung der Untersuchungen von STALLJOHANN et al. (2019, Teilprojekt I) wurde im Teilprojekt II (STALLJOHANN et al., 2020) zunächst eine stark bzw. sehr stark N-/P-reduzierte Mastschweinefütterung sowohl in Reihen- als auch in Gruppenaufstallung vergleichend untersucht. In beiden Varianten wurden keine Effekte auf die Mast- und Schlachtleistung ermittelt, wobei die Futterpreise in der stark N-/P-reduzierten Variante geringfügig höher ausfielen. Teilversuch III beinhaltete eine Untersuchung, in der vergleichend zu einer stark N-/P-reduzierten Fütterung im Endmastfutter der Versuchsgruppe ab 95 kg weitgehend auf Soja verzichtet wurde (3 statt 13 kg) und eine Ergänzung mit höheren Anteilen an freien Aminosäuren erfolgte. Dadurch wurde eine weitere N-Reduktion unterhalb der Vorgaben für „stark N-/P-reduziert“ nach DLG-Vorgabe erreicht. Auch die P-Gehalte lagen unterhalb der entsprechenden Werte. Die Mastleistung und der Futteraufwand waren in beiden Gruppen nahezu gleich, jedoch zeigten sich v.a. bei der Schlachtkörperbewertung der geprüften Eber tendenziell geringere Indexpunkte. Ob Eber grundsätzlich einen etwas höheren Lysinbedarf haben, konnte nicht beantwortet werden.

Auch zur alleinigen Phosphorreduzierung gab es gezielte Untersuchungen. NÜSSEIN et al. (2018) untersuchten die Reduzierung des mineralischen Phosphors im Mastverlauf. Während in der Kontrollgruppe durchgehend ein Mineralfutter mit einem P-Gehalt von 2,5 % eingesetzt wurde, wurde dieses in den Versuchsgruppen stufenweise durch ein Mineralfutter mit 0,1 % P ersetzt. Dadurch wurde der P-Gehalt von im Mittel 4,0 auf 3,3 g/kg reduziert. Die Reduktion des mineralischen P beeinflusste weder die Mast- noch die Schlachtleistung. Auch in der Fundamentbeurteilung sowie im Aschegehalt der Oberarmknochen zeigten sich keine Unterschiede. Es wurde geschlussfolgert, dass bei ausreichend hohem P-Gehalt im Getreide und Zulage von Phytase ab ca. 60 kg auf mineralischen P verzichtet werden kann. Der Einfluss einer deutlich geringeren P-Zufuhr wurde durch RIEGER et al. (2021) geprüft. Hier wurden Schweine der KG mit mineralischem Phosphor sowie Phytase versorgt, während in den beiden VG kein mineralischer Phosphor, in einem Fall jedoch Phytase zugefügt wurde. Der P-Gehalt der KG lag bei 0,48 und 0,42 %; in den VG bei 0,31 bzw. 0,27 % und somit unterhalb der Empfehlungen einer sehr stark reduzierten Fütterung. Ohne Ergänzung von mineralischem Phosphor wurde in allen untersuchten Knochen ein deutlich verringerter Rohaschegehalt ermittelt, v.a. wenn gleichzeitig auch der Phytasezusatz fehlte. SCHULZ et al. (2024) untersuchten Knochenparameter von Tieren aus drei Praxisbetrieben mit unterschiedlicher N- und P-Versorgung der Tiere. Die P-Gehalte der mittleren Mastmischungen lagen in den Betrieben bei 0,45, 0,43 bzw. 0,39 %. Die höchste Knochendichte wurde bei dem höchsten P-Gehalt in der Ration ermittelt. Im dem Betrieb mit geringster P-Zufuhr zeigte sich eine tendenziell geringere Knochendichte und der geringste Rohaschegehalt im Knochen, was eventuell im Zusammenhang mit einem unzureichend mitabgesenkten Calciumgehalt zu interpretieren ist.

MEYER und VOIGT (2018c) untersuchten mittels zweiphasiger RAM-Fütterung (Endmast ab 70 kg) eine sehr starke Phosphorreduktion unter erhöhter Phytasezulage. Die P-Gehalte lagen in der KG bei 0,50/0,45 %, in der VG waren sie auf 0,42/0,37 % reduziert. Im Vergleich zur KG wurden eine verminderte Lebendmassezunahme und ein erhöhter Futteraufwand ermittelt, die P-Ausscheidungen konnten jedoch um 24 % gesenkt werden. In einem früheren Versuch von NETHE et al. (2013) wurde der Einfluss eines sehr stark abgesenkten P-Gehaltes bei gleichzeitiger Verdopplung der Phytasesupplementierung in der Ferkelaufzucht und anschließenden Mast untersucht. Dabei wurden weder Unterschiede bei den Leistungsparametern noch in der Schlachtkörperbewertung festgestellt. Hinsichtlich des Knochenabbaumarkers β -Crosslaps wurde kein Unterschied ermittelt, die Bruchfestigkeit der Knochen war sogar tendenziell gesteigert. Auch in Untersuchungen von BECKMÜLLER et al. (2024) zum Einfluss einer stark N- und P-reduzierten Fütterung wurden bei reduzierten Gehalten weder Effekte auf die chemische Körperzusammensetzung noch auf die N- und P-Retention ermittelt (XP-Gehalt 168/157/138 g/kg vs. 144/127/114 g/kg; P-Gehalt 5,5/5,5/4,3 g/kg vs. 4,6/4,9/3,8 g/kg).

Aufgrund anhaltender Skepsis in der Praxis wurde ein bundesweiter Ringversuch mehrerer Landesanstalten und Landwirtschaftskammern mit unterschiedlicher P-Versorgung von Ferkeln und Mastschweinen durchgeführt (STALLJOHANN et al., 2021; KRIEG et al., 2023). Auch hier zeigte sich, dass eine stark P-reduzierte Fütterung unabhängig von Stall und Genetik umsetzbar ist und eine P-Versorgung über das Niveau einer sehr stark P-reduzierten Fütterung zu keiner Verbesserung der Leistung führt. Auch bei einer Absenkung des P-Gehalts auf ein Niveau unter der sehr stark P-reduzierten Fütterung (entsprechend der GfE-Vorgaben zur Versorgung mit verdaulichem P, GfE 2006) bei gleichzeitiger Phytasesupplementierung wurde eine ausreichende P-Versorgung der Tiere sichergestellt. Zudem konnte gezeigt werden, dass die P-Absenkung zu einer starken Reduktion der rechnerischen P-Ausscheidungen führt und bei entsprechender Phytasedosierung möglich ist. Die Befürchtung gesundheitlicher Probleme und unzureichender Knochenmineralisierung konnte durch ergänzende Untersuchungen von OSTER et al. (2021) ausgeräumt werden.

Die Möglichkeit der Reduzierung der N-/P-Ausscheidungen durch den Einsatz von Enzymen wurde zudem durch DUSEL et al. (2022) aufgezeigt. Anhand von einer Studie zum Einsatz von Phytase (1000 FTU Natuphos E/kg) im Vergleich zur DLG-Standardfütterung oder einer N/P-reduzierten Variante konnte gezeigt werden, dass sich durch die Phytase-Supplementierung die Zunahmen sowohl in der Ferkelaufzucht als auch in der

Mast signifikant verbesserten. Die höchste Futteraufnahme und Zunahme wurde beim Phytasezusatz in Kombination mit einer organischen Säure (partiell gepufferte Ameisensäure) ermittelt. Durch die Phytasezulage wurde die P-Ausscheidung erwartungsgemäß reduziert: in der Ferkelaufzucht bis zu 62 %, in der Mast bis zu 38 %.

Weniger Untersuchungen gibt es bisher zur N- und P-Reduzierung in der Fütterung von Sauen. Fütterungsstrategien für säugende Sauen mit reduziertem Sojaanteil (10 statt 18 %) und XP-Gehalt (13,6 statt 16,5 %) wurden von STALLJOHANN et al. (2015) geprüft. Unter Zulage von freien Aminosäuren war eine entsprechende Absenkung ohne Leistungseinbußen möglich. Jüngste Untersuchungen zu tragenden und laktierenden Sauen zeigen, dass sogar eine sehr stark stickstoff- und phosphorreduzierte Fütterung keine Nachteile hat. Die Geburtsgewichte der Ferkel sowie Anzahl der abgesetzten Ferkel waren sogar signifikant erhöht (PREISSINGER et al., 2024b).

Dass die stark N-/P-reduzierte Fütterung nicht nur zum Umweltschutz beitragen kann, sondern auch zur Ressourcenschonung, wurde von PUNTIGAM et al. (2024) am Beispiel der Sojareduzierung in N-reduzierten Rationen durch adäquate Supplementierung kristalliner Aminosäuren aufgezeigt. Als Richtwert kann je 1 % XP-Einsparung im Futter eine Reduzierung der NH_3 -Emission von 10 % angesetzt werden. Für die P-Bilanz macht jedes Zehntel g P weniger im Futter etwa 10 % weniger Gülle-P aus (WENDLAND und SCHNEIDER, 2018).

Zudem sinkt mit einer reduzierten Eiweißversorgung auch der Gülleanfall, da weniger überschüssiges Rohprotein über die Leber entgiftet werden muss, der Stoffwechsel entlastet wird und dadurch die Wasseraufnahme sinkt. In Untersuchungen von VOIGT und MEYER (2024) führte die Reduzierung von 1 % Rohprotein im Futter zu einem verringerten Gülleanfall von 3,7 %.

5 Erhebungen in MV

5.1 Stoffstrombilanzen

Der ursprüngliche Ansatz der Untersuchungen war, sowohl Stoffstrombilanzen als auch Stallbilanzen von Praxisbetrieben in MV über die Jahre 2021 - 2023 zu erfassen und auszuwerten. Allerdings wurden nur von wenigen Betrieben Stoffstrombilanzen zur Verfügung gestellt, teilweise aber über 6 Jahre. Die nicht repräsentative Auswertung ergab, dass der zulässige N-Saldo von 175 kg N/ha in keinem Fall überschritten wurde. Im Mittel lag der N-Bilanzwert bei 75 kg/ha bei einer Variation zwischen 28 und 147 kg. Beim P lag der Saldo im Mittel im negativen Bereich (-7, Variation zwischen -20 bis 30), eine fachliche Bewertung ist für P aber noch nicht vorgesehen. Der Anteil der Nährstoffzufuhr über das Futter an der gesamten betrieblichen Nährstoffzufuhr lag im Mittel bei 31 % (N) und 58 % (P). Der N- und P-Gehalt des Futters hat zwar wesentlichen Einfluss auf die N- und P-Salden im Rahmen der Stoffstrombilanzen, dennoch wird hier kein Fütterungsregime vorgeschrieben. Es liegt in der Hand des Landwirtes, Optimierungspotenziale bei der Düngung und/oder der Fütterung herauszufinden und umzusetzen. Die vorliegenden Stoffstrombilanzen gaben den betreffenden Landwirten keinen Anlass, an der Fütterung etwas zu ändern. Dies sah bei den Stallbilanzen anders aus.

5.2 Stallbilanzen

Die 2021 in Kraft getretene novellierte Fassung der TA Luft bringt höhere Auflagen zum Emissionsschutz für landwirtschaftliche Betriebe mit sich, u.a. die nährstoffangepasste Fütterung im Bereich der Geflügel- und Schweineernährung. Diese beinhaltet zum einen eine Mehrphasenfütterung sowie die Einhaltung maximal zulässiger Ausscheidewerte für N und P bzw. P_2O_5 auf Basis der DLG-Broschüre 199 (2014). Diese sollen in der Sauen-, Ferkel- und Mastschweinehaltung durch Anwendung der stark N-/P-reduzierten Fütterung (DLG, 2019) erreicht werden, wodurch die Ammoniakemissionen um 20 % reduziert werden können. Ein weiteres Minderungspotenzial bietet die sehr stark N-/P-reduzierte Fütterung, wodurch der Einsatz technischer Maßnahmen zur Emissionsminderung reduziert werden kann.

Überprüfung eines Optimierungspotenzials in der Schweinefütterung zur Verbesserung der Ressourcenschonung und der Effizienz des Futtermiteinsatzes

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die unterstellten Nährstoffgehalte bei unterschiedlich stark N-/P-reduzierten Verfahren. Von einer stark N-/P-reduzierten Fütterung von Mastschweinen kann ausgegangen werden, wenn das Futter folgende Werte aufweist: Vormastfutter ab 28 kg LM $\leq 17,5$ % XP und $\leq 0,47$ % P, Anfangsmastfutter ab 40 kg LM $\leq 16,5$ % XP und $\leq 0,45$ % P, Mittel-/Endmastfutter ab 65 kg: $\leq 15,5$ % XP und $\leq 0,42$ % P, Endmastfutter ab 90 kg LM $\leq 14,0$ % XP und $\leq 0,42$ % P. Sollten Einsatzzeiträume und Anzahl der Phasen davon abweichen, ist darauf zu achten, dass die mittleren XP- und P-Gehalte eingehalten werden. In den Leistungsklassen ≥ 850 g TZ dürfen 153,5 g XP/kg und 4,3 g P/kg nicht überschritten werden.

Tabelle 1: Unterstellte Nährstoffgehalte im Futter bei einer unterschiedlich stark N-/P-reduzierten Fütterung von Schweinen (je kg Futter, 88 % TS, DLG-Merkblatt 418, 2019)

	N-/P-reduziert		Stark N-/P-reduziert		Sehr stark N-/P-reduziert	
	XP	P	XP	P	XP	P
Sauen, laktierend	170	5,5	165	5,0	160	4,8
Sauen, tragend	140	4,5	135	4,3	130	4,1
FAZ I bis 15 kg	185	5,5	180	5,3	175	5,1
FAZ II ab 15 kg	180	5,3	175	5,0	170	4,8
Mast 28-40 kg LM	175	5,0	175	4,7	165	4,4
Mast >40-65 kg LM	170	4,5	165	4,5	155	4,2
Mast >65-90 kg LM	160	4,5	155	4,2	140	4,0
Mast >90-118 kg LM			140	4,2	135	4,0
Mittlere Mast > 850 g TZ			153	4,3	144	4,1

Betriebe benötigen eine entsprechende Dokumentation zu Plausibilisierung, um die Einhaltung der Obergrenzen für die N- und P-Ausscheidungen durch Anwendung entsprechender Fütterungsverfahren nachvollziehbar zu machen. Die sogenannte Stallsaldierung erfolgt mittels Massenbilanzierung:

Nährstoffausscheidung = Nährstoffinput (Futter) – Nährstoffansatz

Nährstoffaufnahme = Futtermenge (kg) x Gehalt im Futter (g/kg)

Nährstoffansatz = Zuwachs (kg, z.B. 28-118 kg: 90 kg) x Gehalt im Produkt (g/kg).

Dabei werden je kg Zuwachs 25,6 g N und 5,1 g P angesetzt.

Da sich die Ausscheidungen immer auf die jeweilige Produktionsstufe beziehen, sind für verschiedene Anlagen und Produktionsstufen Einzelnachweise zu erstellen. Ein entsprechendes Programm wurde von der LfL erstellt, welches auch in MV Anwendung findet (Abbildung 1).

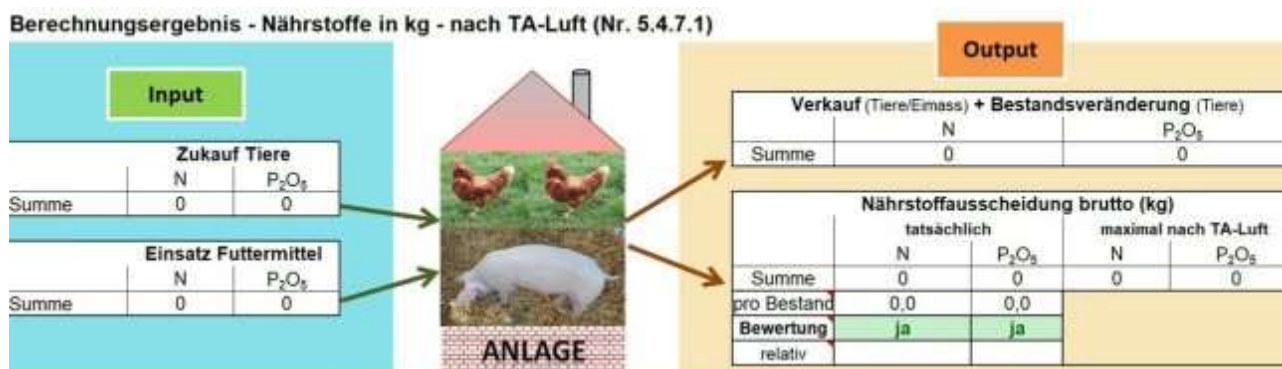


Abbildung 1: Stallsaldierung für die TA Luft mit dem LfL-Programm

Überprüfung eines Optimierungspotenzials in der Schweinefütterung zur Verbesserung der Ressourcenschonung und der Effizienz des Futtermitelesatzes

Um zu prüfen, wie stark die Vorgaben einer stark N-/P-reduzierten Fütterung inzwischen in MV etabliert sind, wurden mit freundlicher Unterstützung des SKBR MV insgesamt 154 Stallbilanzen (nach TA Luft) aus den Jahren 2021 - 2023, die anonymisiert zur Verfügung gestellt wurden, ausgewertet (Tabelle 2).

Tabelle 2: Anzahl ausgewerteter Stallbilanzen und durchschnittlicher mittlerer Jahresbestand

	Jungsauen	Sauen	Ferkel	Mast
Ausgewertete Stallbilanzen (n)	23	39	42	50
Mittlerer Jahresbestand	308	1.522	3.935	4.259

Diese unterteilten sich in 23 Bilanzen für die Jungsauenaufzucht/-eingliederung, 39 Bilanzen für die Sauenhaltung, 42 Bilanzen für die Ferkelaufzucht und 50 Bilanzen für die Mast. Im Mittel verfügten die Betriebe über 308 Jungsauen, 1.522 produktive Zuchtsauen, 3.935 Ferkel bzw. 4.259 Mastschweine im mittleren Jahresbestand. Der Mast- bzw. Sauenhaltung wurde in den Betrieben teilweise die Jungsauenaufzucht zugeordnet, diese konnte daher nicht immer gesondert ausgewertet werden.

Zunächst wurde die Umsetzung der stark N-/P-reduzierten Fütterung, ohne Bezug auf die zulässigen Ausscheidewerte, geprüft. Dazu wurden aus den jeweiligen Stallbilanzen die Mengen aller betrieblich verwendeten Futterkomponenten mit deren XP- und P-Gehalten verrechnet, um sogenannte "Mittlere Mastmischungen" zu erhalten. Diese wurden dann mit den Vorgaben der DLG (2019) für die jeweilige Leistungsklasse verglichen und die Einhaltung überprüft (Kennzeichnung mit "ja/nein"). Wie in Abbildung 2 zu sehen, entsprachen 66 % der "Mittleren Mastmischungen" den DLG-Vorgaben für eine starke N-Reduzierung, beim P wurden nur bei 37 % die Vorgaben erreicht. Bei den Jungsauen ist die Zuordnung nicht ganz einfach, da in den Betrieben die Aufzucht und die Eingliederung in der Regel nicht getrennt dargestellt werden. Für den Abgleich wurde daher aus den drei Phasen der DLG für die Jungsauenfütterung eine "Mittlere Mastmischung" mit 15,6 % XP und 0,55 % P als Vergleichsbasis kalkuliert.

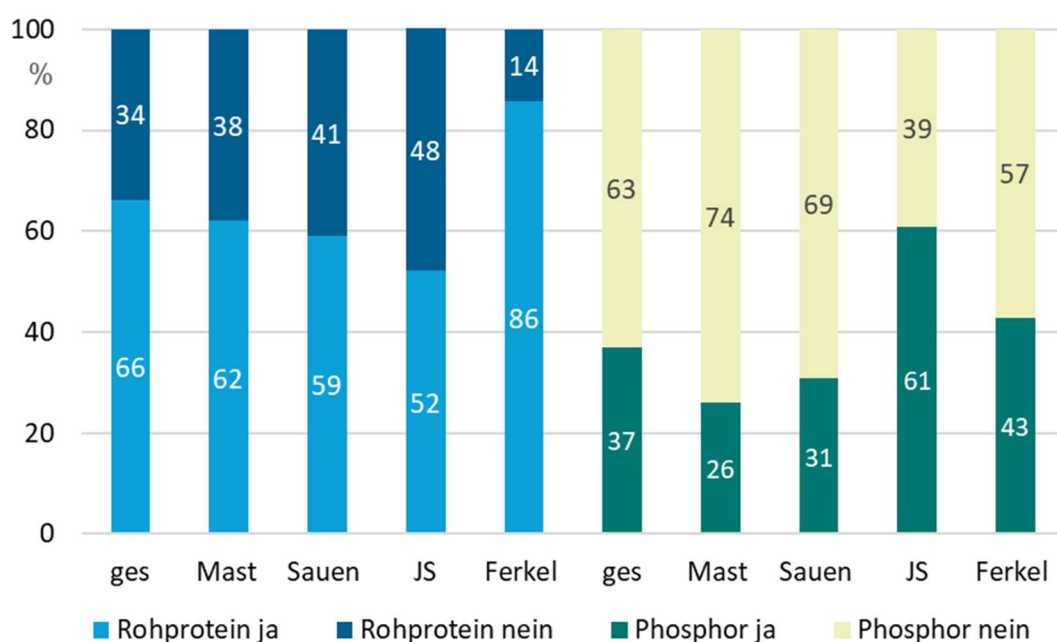


Abbildung 2: Einhaltung der DLG-Vorgaben für eine stark N-/P-reduzierte Fütterung (%)

Anders als von vielen angenommen war die stark N-/P-reduzierte Fütterung in MV bis zum Auswertejahr 2023 noch kein in der Praxis durchgesetztes Standardverfahren. Vor allem beim Phosphor zeigt sich die Problematik.

Dies bestätigt die Ergebnisse von VFT-Tests, die in den letzten Jahren für MV ausgewertet wurden. So lagen in VFT-Tests für Mastfutter aus den Jahren 2021-2022 die P-Gehalte trotz Phytasezusatz zwischen 0,40 und 0,56 %, während zeitgleich in Futtern aus NRW geringere P-Werte zwischen 0,40 und 0,43 % ausgewiesen waren. In den Jahren 2023 – 2024 scheint sich eine Tendenz zu verminderten P-Gehalten in den Mastfuttern anzudeuten: die Gehalte der geprüften Futter lagen zwischen 0,39 und 0,48 %.

Aufgrund der zahlreichen Abweichungen von den Vorgaben für eine stark N-/P-reduzierte Fütterung müssen sich selbst Betriebe, die aufgrund ihrer hohen Flächenausstattung in ihren betrieblichen Stoffstrombilanzen noch gut dastehen, im Rahmen der TA Luft Gedanken über ihre Fütterungsverfahren machen. Das Verfahren der stark N-/P-reduzierten Fütterung beinhaltet zum einen die Reduktion der XP- und P-Gehalte in den einzelnen Futtermischungen als auch eine Mehrphasenfütterung, so dass am Ende die "Mittlere Mastmischung" entscheidend bei der Bewertung ist. Der Deklarationshinweis für einzelne Alleinfutter "entspricht den Vorgaben zur stark N-/P-reduzierten Fütterung" reicht darum nicht aus, am Ende zählt immer die Gesamtbilanz. In einigen Betrieben sind über die Jahre 2021 bis 2023 deutliche Bemühungen zu erkennen, die Rationen anzupassen. Einen großen Effekt kann z. B. die Einführung eines zusätzlichen Endmastfutters ab 90 kg bringen. Schwierig gestaltet sich z. T. die Rationsgestaltung in Betrieben mit sehr hohen Anteilen an Nebenprodukten der Lebensmittelverarbeitung wie Molke oder Schlempe, da diese häufig hohe P-Gehalte aufweisen (siehe Abbildung 3). In einem Betrieb nahm der P-Anteil aus Nebenprodukten an der gesamten "Mittleren Mastmischung" 25 % ein, so dass die Vorgaben nicht erreicht wurden, obwohl die Ergänzungsfutter stark N-/P-reduziert bilanziert waren und im Endmastfutter kein mineralischer P enthalten war. Hier ist zu prüfen, ob eine Mineralstoffanpassung im Vor-/Mittelmastbereich möglich ist. Auch sollte die Deklaration der Trockenmasse, des XP und des P Standard sein. Häufig werden Nebenprodukte im Handel ohne entsprechende aktuelle Angaben abgegeben. Werden dann Tabellenwerte genutzt, kann es nicht nur zu einer Unter- oder Überversorgung kommen, sondern auch zu einer Fehleinschätzung im Rahmen der Stoffstrom- und Stallbilanzen.

Der Verzicht auf Nebenprodukte sollte nicht die Konsequenz sein, um den P-Gehalt in den Rationen zu drücken, solange die betrieblichen Stoffstrombilanzen in Ordnung sind. Die Reglementierung des Futter-P über die TA Luft wird auch in Fachkreisen z.T. kritisch diskutiert. Grundsätzlich ist es vor dem Hintergrund der „Teller-Trog-Diskussion“ ein Nachhaltigkeitsziel, eine möglichst geringe Nahrungsmittelkonkurrenz und damit geringe hef-Werte (human edible fractions) in der Fütterung zu erzielen. Mit dem hef-Faktor wird der Anteil des Futtermittels abgebildet, der potenziell von Menschen verzehrt werden kann. Futtermittel mit geringen hef-Werten wie Weizenkleie (10) oder sogar Hef-Werten von 0 (Trockenschlempe, Bierhefe) sind als besonders nachhaltig einzuschätzen. Prof. WINDISCH verwies bei den 29. Hülseberger Gesprächen (2024) auf die Verknappung der verfügbaren Ackerfläche und die Notwendigkeit, nicht-essbare Biomasse in den landwirtschaftlichen Stoffkreislauf zurückzuführen, wobei nur über Nutztiere daraus zusätzliche Nahrung erzeugt werden könne. Derzeitig läuft an der LfL Bayern das Projekt „Non-food for feed“, welches Strategien zur Steigerung des Einsatzes von Nebenprodukten in der Schweinefütterung entwickeln soll.

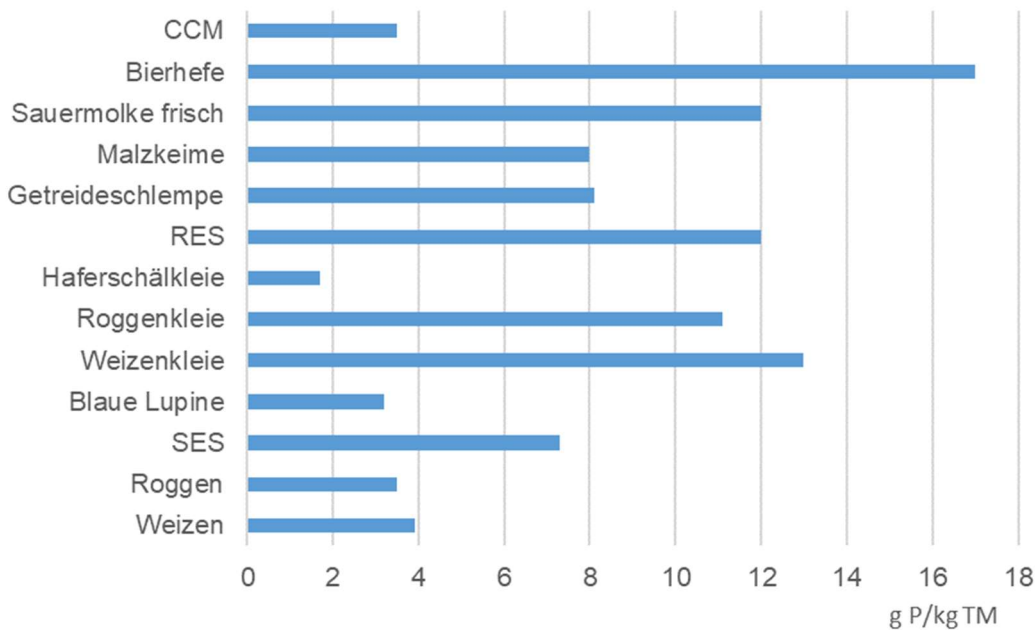


Abbildung 3: P-Gehalt verschiedener Futtermittel nach DLG-Futterwerttabelle (g/kg TM)

Im 2. Teil der Auswertung wurden die Ergebnisse der Stallbilanzen betrachtet, um die Einhaltung der maximal zulässigen N- und P-Ausscheidungen nach TA Luft zu überprüfen. Abbildung 4 zeigt, dass die zuvor für die Mittleren Mastmischungen dargestellte Problematik bei den Ausscheidungen noch größer wird: nur 38 % der Bilanzen halten die XP-Vorgaben ein, beim P sind es nur 23 %. Die größten Probleme gibt es hier bei den Sauen und Jungsauen. Eine einfache Interpretation der Bilanzen ist schwierig, hier muss im Detail nach den Ursachen geschaut werden. Bei den Jungsauen wurden in zwei Fällen extrem hohe Werte >200 % festgestellt. Dies hängt u. a. damit zusammen, dass für Jungsauen häufig nur ein Futter vorgesehen ist und die Kategorie "Mast" angesetzt wird, da eine Unterteilung nach Aufzucht und Eingliederung nicht praktikabel erscheint.

Aber auch sehr geringe Bilanzwerte müssen in Frage gestellt werden, denn selbst mit einer sehr stark N-/P-reduzierten Fütterung ist mit maximal weiteren 10 % N-Einsparung zu rechnen.

Die Ursachen für die Diskrepanz zwischen den beiden Auswertungen "Mittlere Mastmischung - Einhaltung der DLG-Vorgaben für eine stark N-/P-reduzierte Fütterung" und "Stallbilanzen - Einhaltung der maximal zulässigen N- und P-Ausscheidungen" sind nicht einfach darstellbar. Hierzu muss u. a. im Detail geprüft werden, ob die angegebenen Tierzahlen und Futtermengen stimmig sind. Des Weiteren kann ein höherer Futteraufwand als von der DLG angenommen Ursache dafür sein. Auch höhere Leistungen als im Stallsaldierungsprogramm hinterlegt können mit einer höheren Futteraufnahme und entsprechend höheren Ausscheidungen verbunden sein. Notwendig ist daher z.B. die Aufnahme der DLG-Daten für 34 verkaufte Ferkel und für höhere Masttagszunahmen, um die höheren Futtermengen und Ausscheidungen entsprechend zu berücksichtigen.

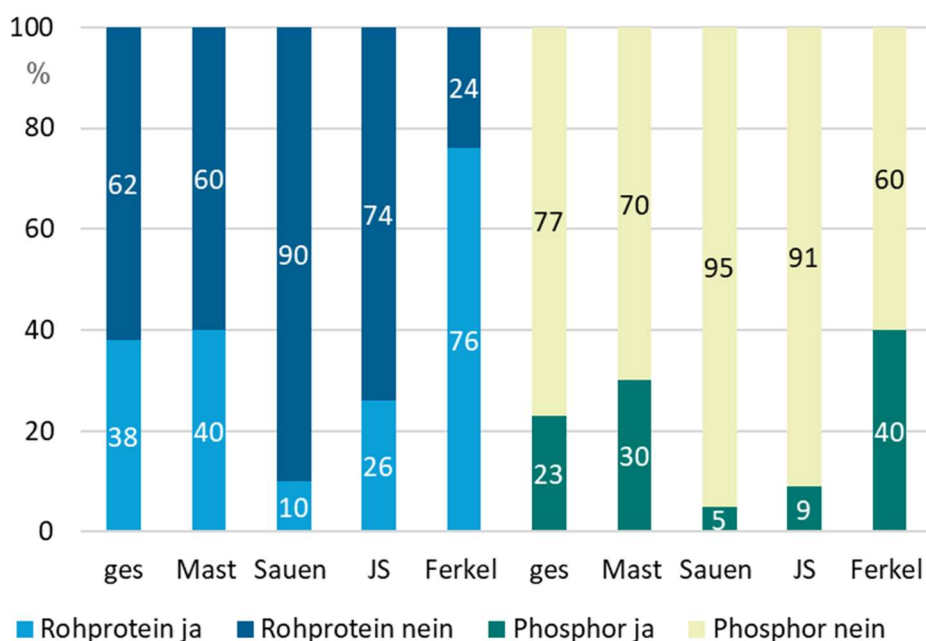


Abbildung 4: Einhaltung der maximal zulässigen N- und P-Ausscheidungen nach TA Luft (%)

Stimmen die "Mittleren Mastmischungen" sehr gut, nicht aber die Ausscheidewerte der Stallbilanz, dann können unter Umständen neben einem zu hohen Futteraufwand auch die von der TA Luft übernommenen DLG-Standardverfahren die Ursache sein, welche nicht sämtliche praktische Gegebenheiten darstellen können. So können höhere Zuwächse und kürzere Servicezeiten als von der DLG angesetzt zu höheren Durchgangszahlen und in Folge dessen auch zu höheren N- und P-Ausscheidungen führen.

Im Merkblatt DLG Kompakt Nr. 3/2024 wurde anschaulich ein Beispiel für eine Mast mit 850 g Tageszunahme dargestellt, um die Auswirkungen einer stark bzw. sehr stark N-/P-reduzierten Fütterung zu demonstrieren. Die erzielten Ausscheidewerte lagen im Vergleich zu den zulässigen Ausscheidewerten nach TA Luft bei 90 bzw. 85 % beim N und 93 bzw. 78 % beim P. In diesem Beispiel überstieg das Potenzial zur Reduzierung von N- und P-Emissionen die gesetzlichen Vorgaben im Hinblick auf Futter und Fütterung. Hier wurden ein Zuwachs von 95 kg (28 - 123 kg) in 112 Masttagen sowie eine verkürzte Serviceperiode von nur 14 Tagen angesetzt.

Werden jedoch im Vergleich zum DLG-Standard für 950 g Masttagszunahme (90 kg Zuwachs, 28 Tage Servicezeit, 2,97 Durchgänge/Jahr) die durchschnittlichen Daten der BZA Mast 2023 (SKBR, 2024) für die 25 % oberen Betriebe aus MV verwendet, ergibt sich ein anderes Bild. Hier müsste nicht nur ein höherer Zuwachs angesetzt werden (960 g/d MTZ, 98,6 kg Zuwachs (25,7-124,3 kg), Mastdauer 103 d), sondern auch eine verringerte Servicezeit von ca. 14 d. Damit lassen sich 3,13 Durchgänge/Jahr statt der angenommenen 2,97 realisieren. Daraus ergeben sich theoretische N- und P-Ausscheidungen pro Mastplatz, die 15 % über den nach den DLG-Annahmen für 950 g Masttagszunahme kalkulierten Werten liegen. Die Vorgaben nach TA Luft könnten somit nicht eingehalten werden, auch wenn der Betrieb richtig füttert.

Hieraus ergibt sich im Rahmen der Bilanzierung die Notwendigkeit, die Datengrundlage bezüglich höherer realisierbarer Zuwachsraten, verkürzter Servicezeiten und entsprechend angepasster Ausscheidewerte zu ergänzen und anzupassen. Die DLG-Verfahren, die als Grundlage für die Bewertung im Rahmen der TA Luft dienen, werden daher immer wieder geprüft und aktualisiert.

6 Schlussfolgerungen

Im Rahmen einer nachhaltigen Schweineproduktion spielt der ausgewogene Nährstoffeinsatz eine wichtige Rolle. Es gilt, den Stoffwechsel der Tiere nicht unnötig durch hohe Proteingehalte zu belasten, zum anderen kann mit der stark N-/P-reduzierten Fütterung ein wesentlicher Beitrag zum Ressourcen- und Umweltschutz geleistet werden. Auch das Stallklima lässt sich durch verringerte Ammoniakemissionen verbessern.

Die damit verbundene Verringerung von Sicherheitszuschlägen bedeutet, dass die Rationsgestaltung sehr genau ins Visier genommen werden muss und die „Fütterung auf den Punkt“ unerlässlich ist. Auch bei der stark und sehr stark reduzierten Fütterung ist die Bedarfsdeckung der Tiere das Ziel.

Basis für die Rationskalkulation muss die bestmögliche nährstoffliche Charakterisierung der eingesetzten Futterkomponenten sein. Dazu gehören engmaschige Analysen der eingesetzten Komponenten. Für die Absenkung der XP- und P-Gehalte im Futter, ohne Gesundheit und Wohlbefinden zu gefährden, müssen die Inhaltsstoffe der Komponenten bekannt sein. Dabei werden gerade beim Phosphor häufig Daten aus Futterwerttabellen genutzt. Eine Auswertung der VzF GmbH Uelzen aus der Getreideernte 2018 (VzF, 2019) zeigte jedoch teilweise eine deutliche Diskrepanz zu den DLG-Futterwerttabellen. Im Schnitt der Proben blieben alle getesteten Getreidearten (Gerste, Weizen, Triticale, Roggen) deutlich hinter den Tabellenwerten zurück, wobei der Roggen erwartungsgemäß die geringsten P-Gehalte aufwies. Gleichzeitig wurden sehr hohe Spannbreiten festgestellt, insbesondere bei Gerste und Roggen. Dies kann gerade in getreidelastigen Rationen gravierende Folgen haben. So kann eine Gerste-betonte Ration mit niedrigen P-Gehalten im Getreide nur 1,6 g P/kg aufweisen, bei hohen Gehalten im Getreide kann die selbe Ration 3,2 g P/kg enthalten. Dies unterstreicht die Bedeutung regelmäßiger Untersuchungen des eingesetzten Getreides. Auch MEYER (2022) verweist auf sinkende Rohprotein- und Phosphorgehalte im Getreide aufgrund der veränderten Düngung und auf große Schwankungen in den Nährstoffgehalten. Zudem sollten die im bayerischen Stallsaldierungsprogramm vorgestellten Gehaltswerte von Futtermitteln in MV nur in Ausnahmefällen genutzt werden, da davon auszugehen ist, dass sich die Inhaltsstoffe der Futtermittel in den jeweiligen Regionen unterscheiden.

Die Notwendigkeit von Analysen zeigt sich auch im Bereich der Nebenprodukte. Häufig werden diese im Handel ohne Angaben zum aktuellen Trockenmasse-, Rohprotein- und P-Gehalt abgegeben. Werden dann Tabellenwerte genutzt, kann es nicht nur zu einer Unter- oder Überversorgung kommen, sondern auch zu einer Fehleinschätzung im Rahmen der Stoffstrom- und Stallbilanzen.

Da Schweine je nach Getreideart nur 45 bis 65 % des nativen Phosphors nutzen können, ist der Einsatz von mikrobiellen Phytasen zur Erhöhung der P-Verdaulichkeit in der konventionellen Fütterung inzwischen Standard. Im Rahmen der Rationskalkulation muss sich die Verwendung des verdaulichen Phosphors anstatt des Brutto-P-Gehaltes weiter durchsetzen, um das Lieferungsvermögen genauer einschätzen zu können. Zudem ist auf ein ausgewogenes Verhältnis von Calcium zum verdaulichen Phosphor zu achten. Regelmäßig sollten zur Kontrolle auch Analysen der Futtermischungen erfolgen. SCHULZ et al. (2024) stellten in Untersuchungen von Schweinefutterproben aus Praxisbetrieben z.T. hohe Variationen der analysierten Werte im Vergleich zur Deklaration fest. Beim Rohprotein betrug sie -18 % bis + 12 %, -16 bis + 16 % beim P sowie -26 % bis +30 % beim Calcium. Praxisberichte, laut denen es durch die N-/P-reduzierte Fütterung zu Problemen mit dem Bewegungsapparat kam, basieren häufig auf einem zu hohen Calciumgehalt der Futterkomponenten, einem nicht ausreichend mitabgesenkten Calciumgehalt oder einem nicht ausreichenden Phytasezusatz.

Im Hinblick auf eine Senkung der Proteingehalte muss das Augenmerk verstärkt auf eine ausreichende Versorgung mit Aminosäuren und hier auf die pcv Aminosäuren gelegt werden. Der Einsatz freier Aminosäuren geht dabei mit stärkerer XP-Absenkung über das Lysin bis Threonin hinaus. Da in der ökologischen Tierhaltung der Einsatz von Phytase und freien Aminosäuren nicht gestattet ist, ist das Verfahren einer stark N-/P-reduzierten Fütterung hier nicht umsetzbar. Jedoch kann auch hier die Forderung nach einer Mehrphasenfütterung umgesetzt werden, wozu teilweise noch entsprechende technische Voraussetzungen zu schaffen sind. In der konventionellen Fütterung ist in diesem Zuge eine Absenkung des Anteils an Eiweißfuttermitteln

sowie an mineralischem P bei Einsatz von Mineralfutterkonzepten mit hochwertiger Aminosäure- und Phytaseausstattung umzusetzen. Hierzu sind die Verwendung mehrerer angepasster Mineralfutter oder Ergänzungen im Mastverlauf sowie der Einsatz kristalliner Aminosäuren und die Anpassung der Futterkurven notwendig. Ein hohes Einsparpotenzial liegt insbesondere in der Endmast. Über die Vermeidung von Futterverlusten lassen sich die Stallbilanzen ebenfalls positiv beeinflussen.

Darüber hinaus gibt es weitere Möglichkeiten, die Nährstoff- und Mineralstoffverdaulichkeit zu verbessern und den Futteraufwand zu reduzieren. Dazu zählen der Einsatz von Enzymen sowie die hydrothermische Behandlung von Futtermitteln oder Fermentationskonzepte. Auch ein gesunder Darm führt dazu, dass Inhaltsstoffe des Futters besser verdaut werden, weshalb die Versorgung mit Faserbestandteilen eine immer größere Rolle spielt. Der damit verbundene reduzierte Futteraufwand kann sich in den Stallbilanzen positiv niederschlagen, eine pauschale Anrechnung für die Wirksamkeit ist jedoch nicht vorgesehen. Auch die äußeren Bedingungen in Haltung, Fütterung und Tiergesundheit müssen stimmen, da z.B. Hygiene und der Gesundheitsstatus den Futteraufwand beeinflussen.

Im Rahmen der DLG-Standardfütterungsverfahren sowie im Stallbilanzierungsprogramm nach TA Luft erscheinen Ergänzungen und Anpassungen, z.B. für Betriebe mit höherer Leistung und verkürzter Servicezeit, notwendig. Nebenprodukte sollten bezüglich der P-Salden eine andere Berücksichtigung erfahren.

Literaturquellen

Beckmüller, E., Kluess, J., Hüther, L., Kersten, S., Kölln, M., Visscher, C., Dänicke, S., Grümpel-Schlüter, A. (2024). Influences of dietary-reduced nitrogen (N) and phosphorus (P) on chemical body composition, N and P retention and health traits of contemporary barrows. *Archives of Animal Nutrition*, 78(1), 78–94. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2024.2321709>

DLG (2014): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. Band 199, DLG-Verlag, Frankfurt am Main

DLG (2019): Merkblatt 418 - Leitfaden zur nachvollziehbaren Umsetzung stark N-/P-reduzierter Fütterungsverfahren bei Schweinen, DLG-Verlag, Frankfurt am Main

DLG (2024): DLG Kompakt Nr. 3/2024, Stallsaldierung leicht gemacht. Nährstoffangepasste Fütterung bei Schwein und Geflügel plausibilisieren.

Dusel, G., J. Trautwein, J.K. Htoo (2014): Effekt von rohproteinreduzierten Rationen auf Mast- und Schlachtleistungsparameter bei Mastschweinen. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 01./02.04.2014, S. 154-156

Dusel, G., K. Schuh, J. Trautwein, D. Feuerstein (2022): Reduzierung der N/P-Ausscheidung durch den Einsatz von Enzymen. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 03.-04.05.2022, S. 204-208

GfE (2006): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. 2. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main

Krieg J., Stalljohann G., Oster M., Pfuhl R., Reckels B., Preissinger W., Weber M., Meyer A., Feuerstein D., Schneider S. (2023): Stepwise Reduction of Dietary Phosphorus in Diets for Piglets and Fattening Pigs of Different Genetic Origin Housed under Various Station Environments-A Ringtest. *Animals (Basel)*. 2023 May 26;13(11):1774. doi: 10.3390/ani13111774 . PMID: 37889737 ; PMCID: PMC10251985.

Meyer, A. und W. Voigt (2015): Stark proteinreduzierte Fütterung in der Endmast. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 14.-15.04.2015, S. 205-207

- Meyer, A. und W. Voigt (2016): Wie stark kann die Proteinversorgung in der Endmast reduziert werden? Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 12.-13.04.2016, S. 172-174
- Meyer, A. und W. Voigt (2017): Welche Leistungen sind mit einer stark N-/P-reduzierten Mastschweinefütterung nach DLG-Vorgaben erzielbar? Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 21.-22.03.2017, S. 153-154
- Meyer, A. und W. Voigt (2018a): Mastfutter mit 12 % Rohprotein ab 80 kg Lebendgewicht. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 10.-11.04.2018, S. 146-148
- Meyer, A. und W. Voigt (2018b): Ab 100 kg ohne Eiweißfutter? Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 10.-11.04.2018, S. 144-148
- Meyer, A. und W. Voigt (2018c): Starke Phosphorreduzierung in der Schweinemast. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 10.-11.04.2018, S. 153-155
- Meyer, A. und W. Voigt (2019a): Welche Leistungen sind mit einer sehr stark N-/P-reduzierten Mastschweinefütterung nach DLG-Vorgaben zu erzielen? Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 02.-03.04.2019, S. 181-182
- Meyer, A. und W. Voigt (2019b): Mastleistungen bei extrem niedrigen Nährstoffgehalten. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 02.-03.04.2019, S. 183-186
- Meyer, A. und W. Voigt (2021): Geringere Aminosäuregehalte bei gleichzeitig sehr starker Proteinreduzierung in der Endmast. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 27.-28.04.2021 S. 136-138
- Meyer A. (2022): Web-Seminar Futterinhaltsstoffe im Wandel der Zeit und die Konsequenzen, VILOFOSS® Fachgespräch 24.11.2022, <https://www.vilofoss.com/de/Unser-Wissen/Vortragsreihe/2022-12-Webinare-Schweine-online>
- Nethe, L., S. Patzelt, C. Norda, D. Feuerstein, G. Stalljohann, B. Walgern, H. Tönhardt (2013): Einfluss abgesenkter Phosphorgehalte in der Ferkelaufzucht und Mast auf Leistung und Knochenparameter bei Mastschweinen. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 09.-10.04.2013, S. 130-134
- Nüsslein, A., W. Preißinger, L. Durst, G. Propstmeier, S. Scherb (2018): Unterschiedliche Gehalte an mineralischem Phosphor für Schweine – Auswirkungen auf zootechnische Parameter, Knochenzusammensetzung und Exterieur. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 10.-11.04.2018, S. 149-152
- Oster, M., B. Reckels, G. Stalljohann, J. Krieg, R. Pfuhl, K. Wimmers, C. Visscher, A. Meyer, W. Preissinger, S. Schneider, M. Weber (2021): P-Ringversuch - begleitende Gewebeuntersuchungen an Schlachtschweinen mit unterschiedlicher Phosphor-Versorgung, Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 27.-28.04.2021, S. 159-163
- Osterburg (2020): Umweltpolitische Anforderungen an Fütterung und Nährstoffausscheidungen. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 29.-30.09.2020, Soest, S.142
- Preissinger, W. Propstmeier, g., Scherb, S., Htoo, J, Müller, M. (2018): Minimierung des Sojaeinsatzes in der Mast von Schweinen. https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ite/dateien/157718_versuchsbericht.pdf
- Preissinger, W. (2024): Adapted feeding: Input-Output von Stickstoff und Phosphor am Ausbildungs- und Versuchszentrum des Staatsguts Schwarzenau. Projektinformation. <https://www.lfl.bayern.de/ite/schwein/254543/index.php>
- Preissinger, W., F. Ahrens, S. Scherb (2024a): Endmastfutter von Schweinen ohne Eiweißkomponente. https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ite/dateien/s169__versuchsbericht_sojaered_beitrag_359445.pdf

Preissinger, W., S. Scherb, G. Propstmeier (2024b): Sehr stark stickstoff- und phosphorreduzierte Fütterung von Zuchtsauen – Ergebnisse aus einem Langzeitversuch.

<https://www.proteinmarkt.de/aktuelles/details/news/sehr-stark-stickstoff-und-phosphorreduzierte-fuetterung-von-zuchtsauen-ergebnisse-aus-einem-langzeitversuch-1>

Puntigam, R., E.-M. Brunlehner, J. Kraft, S. Schneider (2022): Das operative Rahmenziel - die praktische Umsetzung der nährstoffangepassten Mastschweinefütterung in Bayern. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 03.-04.05.2022 S. 198-203

Puntigam, R., J. Slama, S. Hörtenhuber, W. Wetscherek (2024): Die Reduktion an Sojaextraktionsschrot in der Schweinemast: Ein wertvoller Beitrag zum Umwelt- und Ressourcenschutz. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 23.-24.04.2024 S. 137-140

Rieger, H., Ratert, C., Wendt, M., Schwennen, C., Kamphues, J. (2021): Comparative study on the chemical composition of different bones/parts of bones in growing pigs differently supplied with inorganic phosphorus and phytase. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 105 (Suppl.2): 106-118, <https://doi.org/10.1111/jpn.13636>

Schneider, S. (2020): Umsetzung der N- und P-reduzierten Beratungskonzepte. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 29.-30.09.2020, Soest, S. 147-151

Schneider, S., E.-M. Brunlehner, H. Spiekens (2021): Nährstoffkreislauf in Schweinebetrieben: Ergebnisse und gesamtbetriebliche Beratungsansätze aus dem Verbundprojekt "demonstration farms". Züchtungskunde, 93, (1), S. 19-41, ISSN 0044-5401

Schulz, J., J. Kästner, B. Dosch, M.R. Wilkens (2024): Nitrogen and phosphorus reduced feeding of fattening pigs – bone parameters of animals from three different farms. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 33 (2024), 95

SKBR (2024): Ergebnisse BZA Mast 01.01.2023-31.12.2023, SKBR-Rundschreiben Januar/Februar/März 2024

Stalljohann, G., R. Schulte-Sutrum, V. Rist (2015): Fütterungsstrategien für säugende Sauen zur Verbesserung von Kondition und Leistung – bei verringerten Sojaschrotanteilen in Futtermischungen. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 14.-15.04.2015, S. 193-196

Stalljohann, G., F. Austermann, T. Scholz, C. Norda, L. Bütfering, H. Cielejewski, J. Bunge (2019): Mastschweinefütterung mit extrem niedrigen Eiweißgehalten. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Soest, 02.-03.04.2019, S. 187-191

Stalljohann, G., T. Scholz, C. Norda, H. Cielejewski (2020): Biologische Leistungen sowie N- und P-Anfall bei stark bzw. sehr stark N-/P-reduzierter Fütterung von Schweinen unterschiedlichen Geschlechts und mit Improvac geimpften Tieren, Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Soest, 29.-30.09.2020, S. 172-180

Stalljohann, G., J. Krieg, A. Meyer, W. Preissinger, S. Schneider, M. Weber (2021): Bundesweiter P-Ringversuch - Einfluss einer P-reduzierten Fütterung bei gleichzeitiger Phytasesupplementierung in der Ferkelaufzucht und Schweinemast. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 27.-28.04.2021 S. 154-158

Umweltbundesamt (2024): Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhausgas-Emissionen. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/beitrag-der-landwirtschaft-zu-den-treibhausgas#klimagase-aus-der-viehhaltung>

Voigt, W. und A. Meyer (2024): Wieviel Gülle produzieren Mastschweine? Proteinmarkt. <https://www.proteinmarkt.de/aktuelles/fachbeitrag/details/news/wie-viel-guelle-produzieren-mastschweine>

VzF (2019): Spezialberatung Schwein und Rind, Ergebnisse und Auswertungen 2019, Untersuchungen der Getreideproben, S. 40-43

https://www.vzf-gmbh.de/images/download/010_jahresbericht/VzF_Jahresbericht_2019.pdf

Weber, M. und M. Müller (2015): Optimierung der Eiweißversorgung von Mastschweinen. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 14.-15.04.2015, S. 201-204

Weber, M. und M. Müller (2016): Einfluss einer Rohprotein- und Phosphorreduzierung im Futter auf die Mast- und Schlachtleistung. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 12.-13.04.2016, S. 168-171

Wendland, M. und S. Schneider (2018): Nährstoffkreisläufe in tierhaltenden Betrieben, 100 Jahre Kompetenzzentrum für Nutztiere Grub, www.lfl.bayern.de

Windisch, W. (2024): Landwirtschaftliche Nutztierhaltung heute und morgen – grundsätzliche Entwicklungen. 29. Hülseberger Gespräche

Zornbach, W. (2018): Deutsches Klimaschutzgesetz- Konsequenzen für die Landwirtschaft, BMEL, https://www.lwk-niedersachsen.de/lwk/news/34509_Fachtagung_Klimaschutz_Was_kann_die_Landwirtschaft_tun

ABSCHLUSSBERICHT

Überprüfung eines Optimierungspotenzials in der Schweinefütterung zur Verbesserung der Ressourcenschonung und der Effizienz des Futtermiteinsatzes

Umsetzung der stark N-/P-reduzierten Fütterung in MV



IMPRESSUM

Titel

Überprüfung eines Optimierungspotenzials in der Schweinefütterung zur Verbesserung der Ressourcenschonung und der Effizienz des Futtermitelesinsatzes - Umsetzung der stark N-/P-reduzierten Fütterung in MV

Forschungs-Nr.

1/44

Berichtszeitraum

2021-2024

Herausgeber

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern

Dorfplatz 1/OT Gülzow • 18276 Gülzow-Prüzen

Telefon: 0385/588 60-001

Fax: 0385/588 60-011

poststelle@lfa.mvnet.de

www.lfamv.de

Autoren

Dr. Antje Priepke • 0385-588-60327

Titelfoto

Dr. Antje Priepke

Dummerstorf, 29.11.2024

INHALT

1	Zusammenfassung	5
2	Einleitung	5
3	Aufgabenstellung.....	7
4	Bisherige Untersuchungen zur stark bis sehr stark N-/P-reduzierten Fütterung.....	7
5	Erhebungen in MV	11
5.1	Stoffstrombilanzen	11
5.2	Stallbilanzen.....	11
6	Schlussfolgerungen.....	17

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Unterstellte Nährstoffgehalte im Futter bei einer unterschiedlich stark N-/P-reduzierten Fütterung von Schweinen (je kg Futter, 88 % TS, DLG-Merkblatt 418, 2019)	12
Tabelle 2:	Anzahl ausgewerteter Stallbilanzen und durchschnittlicher mittlerer Jahresbestand	13

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Stallsaldierung für die TA Luft mit dem LfL-Programm	12
Abbildung 2:	Einhaltung der DLG-Vorgaben für eine stark N-/P-reduzierte Fütterung (%) ...	13
Abbildung 3:	P-Gehalt verschiedener Futtermittel nach DLG-Futterwerttabelle (g/kg TM) ..	15
Abbildung 4:	Einhaltung der maximal zulässigen N- und P-Ausscheidungen nach TA Luft (%)	16

VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN

a	Jahr (annus)
BVT	Beste verfügbare Techniken
Ca	Kalzium
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
EM	Endmast
FAZ	Ferkelaufzucht
GfE	Gesellschaft für Ernährungsphysiologie
GVE	Großvieheinheit
ha	Hektar
Hef-Faktor	Human-edible fraction (potenziell vom Menschen verzehrbarer Anteil)
JS	Jungsau
kg	Kilogramm
KG	Kontrollgruppe
l	Liter
LF	Landwirtschaftlich genutzte Fläche
LfL	Landesanstalt für Landwirtschaft Bayern
LM	Lebendmasse
mg	Milligramm
MM	Mittelmast
MV	Mecklenburg-Vorpommern
N	Stickstoff
N ₂ O	Distickstoffmonoxid (Lachgas)
NEC-RL	National Emission Ceilings Directive (RL über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe; Nationales Luftreinhalteprogramm)
NH ₃	Ammoniak
pcv	praecaecal verdaulich (dünndarmverdaulich)
P	Phosphor
P ₂ O ₅	Phosphat (Phosphorpentoxid)
RAM	Ursprünglich: rohprotein- und phosphorarmes Mastfutter, früheres N-/P-reduziertes Fut- terkonzept aus NI
RL	Richtlinie
t	Tonnen
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
THG	Treibhausgas
TM	Trockenmasse
TZ	Tageszunahme
VFT	Verein Futtermitteltest e.V.
VG	Versuchsgruppe
VO	Verordnung
VM	Vormast
XP	Rohprotein

1 Zusammenfassung

Die stark N-/P-reduzierte Schweinefütterung ist vor dem Hintergrund einer sich immer mehr verschärfenden Umwelt- und Düngegesetzgebung ein wichtiger Ansatzpunkt zur Reduzierung der N- und P-Belastung der Umwelt. Im Rahmen der TA Luft gilt sie als neuer Standard. Ihre Umsetzbarkeit wurde in zahlreichen Fütterungsversuchen bestätigt. Eine Auswertung von 154 Stallbilanzen aus den Jahren 2021 - 2023 hat jedoch gezeigt, dass sich die stark N-/P-reduzierte Schweinefütterung in MV noch nicht als Standardverfahren etabliert hat. Besonders deutlich wird das Problem beim Phosphor und hier häufig bei hohen Anteilen an Nebenprodukten. Der Rationsgestaltung muss daher in Zukunft mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden. Mehr Phasen mit angepassten Mineralfuttermitteln, Nutzung von freien Aminosäuren und eine Rationsoptimierung auf Basis aktueller Futteranalysen sowie der praecaecal verdaulichen Aminosäuren und des verdaulichen Phosphors können hier einen Beitrag leisten. Zudem sollten Nebenprodukte, die im Sinne geringer hef-Werte erwünscht sind, im Rahmen der Bilanzierung eine andere Bewertung erfahren. Es zeigte sich aber auch, dass die im Rahmen der Stallbilanzierung angewandten Standards bei schnelleren Wachstumsprozessen und kürzeren Servicezeiten zu Überschreitungen der maximal zulässigen Ausscheidungswerte führen können. Hier scheinen Anpassungen der Bewertungsmaßstäbe notwendig.

2 Einleitung

Kulturpflanzen benötigen für hohe Erträge und eine gute Qualität ausreichend Nährstoffe, welche in Form von mineralischen und organischen Düngern dem Boden zugefügt werden. Eine besondere Bedeutung haben hier die Nährstoffe Stickstoff (N) und Phosphor (P). Ein Zuviel dieser Nährstoffe ist jedoch zu vermeiden, da dies zu zahlreichen negativen Wirkungen auf die Umwelt führt. So ist eine übermäßige Phosphat-Düngung v. a. für Oberflächengewässer problematisch, weil Phosphat-Einträge zur Eutrophierung von Bächen, Flüssen und Seen führen. Da Phosphor (P) global gesehen ein knapper, für die Landwirtschaft essenzieller Rohstoff ist, ist die sparsame Verwendung von P auch aus Gründen der Ressourceneffizienz notwendig. Auch N-Überschüsse belasten Gewässer, minimieren die Artenvielfalt und beeinträchtigen die Qualität des Grundwassers. Zudem ist das Klima betroffen: hohe Ammoniakemissionen beeinträchtigen nicht nur die Luftqualität, sondern mit der Freisetzung von Lachgas aus N-Überschüssen entweicht ein Treibhausgas in die Atmosphäre, das deutlich klimawirksamer als CO₂ ist. Im Jahr 2023 war laut UMWELTBUNDESAMT (2024) die Landwirtschaft für schätzungsweise 7,7 % der gesamten Treibhausgasemissionen in Deutschland verantwortlich (CO₂, N₂O, CH₄). Die Lachgas- und Methan-Emissionen in Deutschland stammten im Jahr 2022 jedoch zum überwiegenden Teil (67 bzw. 76 %) aus der Landwirtschaft. Laut Klimaschutzplan 2050 soll die Landwirtschaft bis 2030 gegenüber 2014 jährlich 11 - 14 Millionen t CO₂-Äquivalente einsparen (ZORNBAACH, 2018). Deshalb müssen neben Methanemissionen auch Stickstoffüberschüsse, Nitratauswaschungen und Ammoniakausgasung so niedrig wie möglich gehalten werden.

Der Druck steigt durch die sich verschärfende Umwelt- und Düngegesetzgebung. Durch die europäische und deutsche Umweltpolitik wurden in den letzten Jahren umfangreiche Ziele und Maßnahmen zur Reduzierung von N- und P-Belastungen der Umwelt festgelegt. Zu nennen sind die Bereiche Wasserschutz (Nitrat-RL, Wasserrahmen-RL, Meeresstrategie-Rahmen-RL; Reduzierung N- und P-Einträge), die Luftreinhaltung (NEC-RL, Reduzierung NH₃-Emissionen), Klimaschutz (Minderung THG-Emissionen) und Biodiversität (Verringerung N-Überschüsse) (OSTERBURG, 2020). Allein zur Stickstoffproblematik wurden in der neuen Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie von 2016 verschiedene Ziele und Indikatoren definiert: Verringerung der N-Überschüsse der Gesamtbilanz auf 70 kg/ha LF im Mittel für die Jahre 2028-2032, Reduzierung der Emissionen von Luftschadstoffen (Reduzierung der Indizes für fünf Luftschadstoffe, u.a. NH₃, um 45 % bis 2030 ausgehend von 2005), Einhaltung des Schwellenwertes von 50 mg/l Nitrat im Grundwasser an allen Messstellen, Begrenzung der Nährstoffeinträge in Küsten- und Meeresgewässer und Schutz vor Eutrophierung der Ökosysteme.

Die Landwirtschaft steht damit bis 2030 in verschiedenen umweltpolitischen Handlungsfeldern vor enormen Herausforderungen. Zahlreiche Landwirte sehen sich in ihrer Existenz gefährdet, beispielsweise durch die Ausweisung der „roten Gebiete“ (SCHNEIDER, 2020). So stieg mit der Neuausweisung der „roten Gebiete“ (Düngelandsverordnung MV, 2023) in MV die Gesamtfläche auf 429.218 ha, einem Anstieg von 13,5 auf 32,0 %. OSTERBURG (2020) betont, dass die deutsche Landwirtschaft mit hohen Produktivitäten seit 1990 kontinuierlich die N-Ausnutzung verbessert und THG-Emissionen vermindert hat, wobei im Bereich der NH_3 -Emissionen neue Emissionsquellen dazu gekommen sind (pflanzliche Gärreste, die jetzt anzurechnen sind). Dennoch bestehe bis 2030 ein erheblicher Minderungsbedarf. Die Nährstoffausscheidungen in der Nutztierhaltung sind dabei die Ansatzstelle für die Reduzierung von N- und P-Belastungen der Umwelt. Sie werden über verschiedene Gesetze und Verordnungen (VO) reglementiert. Dabei nimmt der Gesetzgeber immer stärker Einfluss unmittelbar auf die Fütterung, da die Nährstoffausscheidungen und damit auch die Fütterung eine wichtige Ansatzstelle zur Verringerung der N- und P-Belastungen der Umwelt sind. Als Wichtigste sind zu nennen die Dünge-VO (DüV), die Stoffstrombilanz-VO sowie die TA Luft.

Eine Erläuterung zur Bedeutung der Fütterung in der DüV findet sich bei OSTERBURG (2020) und SCHNEIDER (2020). Die DüV (2020) begrenzt die N-Düngung in der Landwirtschaft v.a. über verbindliche Vorgaben zur Düngplanung und Aufzeichnungen zur tatsächlichen Düngung, eine höhere Anrechnung von N aus flüssigem Wirtschaftsdünger, der Reduzierung der erlaubten N-Düngung um 20 % unter ermittelten Bedarf in ausgewiesenen nitratbelasteten Gebieten und der begrenzten Ausbringung von organischem und organisch-mineralischem N-Dünger auf 170 kg N/ha. Auch wenn mit Anpassung der DüV vom Mai 2020 der Nährstoffvergleich und dessen Bewertung durch den Kontrollwert (Flächenbilanz für N und P) entfiel, blieb die Obergrenze von 170 kg N/ha/Jahr erhalten. Zur Ableitung des rechnerischen Nährstoffanfalls und des somit notwendigen Flächenbedarfs zur Einhaltung der 170 kg-Regelung aus Wirtschaftsdünger werden schweinehaltende Betriebe nach biologischer Leistung und dem verwendeten Fütterungsverfahren (DLG 2014: Standard, N-/P-reduziert, stark N-/P-reduziert) kategorisiert (SCHNEIDER, 2020). Die Erstellung einer Stoffstrombilanz war gemäß der Stoffstrombilanz-VO für einige Betriebe bereits seit Januar 2018 verpflichtend, seit 2023 nahezu für alle Betriebe (> 20 ha oder > 50 GVE/Betrieb oder kleiner bei Zuführung betriebsfremder Wirtschaftsdünger bzw. Betriebe mit Biogasanlage bei Aufnahme von betriebsfremden Wirtschaftsdüngern). Ziel ist es, Nährstoffflüsse in landwirtschaftlichen Betrieben transparent und überprüfbar abzubilden. OSTERBURG (2020) führt aus, dass der zulässige, aber auch immer wieder als zu hoch diskutierte Bilanzwert von 175 kg N/ha und Jahr für die meisten Betriebe gut einzuhalten sei, es jedoch bei hoher Viehdichte und Betrieben ohne Fläche problematisch werden könne. Für Deutschland wurde durch die deutsche Nachhaltigkeitsstrategie (2016) ein Zielwert von 70 kg N/ha*a für das gleitende 5-Jahresmittel von 2028-2032 verankert. Daher werden derzeit eine Verschärfung der Stoffstrombilanz, gleichzeitig aber auch die Abschaffung als Beitrag zum Bürokratieabbau diskutiert. Jedoch ist davon auszugehen, dass es auch weiterhin eine Form der betrieblichen Nährstoffbilanzierung geben wird. Das Thema Futter und Fütterung wird dabei im Fokus bleiben, da jeglicher Futterzukauf den N- bzw. P-Saldo des Betriebes direkt erhöht.

Auch die Novelle der TA Luft, die nach vielen Jahren der Diskussion und Überarbeitung am 01.12.2021 in Kraft trat, ist mit höheren Auflagen beim Emissionsschutz verbunden. Die BVT-Anforderungen (beste verfügbare Techniken zur Begrenzung der Nährstoffausscheidungen) gelten für alle nach BImSchG genehmigungspflichtigen Anlagen (G- oder V-Anlagen). Dazu zählen z.B. Schweineanlagen mit > 1.500 Mastplätzen. Die enthaltenen naturschutzrechtlichen Anforderungen sind darüber hinaus auch für nach Baurecht genehmigungspflichtige Anlagen zu prüfen und einzuhalten. Neben baulichen Anforderungen an Stallgebäude und Lagerstätten für Wirtschaftsdünger sind technische Maßnahmen (z.B. Kot-Harn-Trennung, Kühlung oder Ansäuerung von Gülle oder Filteranlagen) sowie nährstoffreduzierte Fütterungsverfahren verankert und werden gleichwertig zur Emissionsminderung angesehen (SCHNEIDER, 2020). Dabei hat der Gesetzgeber für Sauen, Ferkel und Mastschweine die Eckwerte des DLG-Fütterungsverfahrens „stark N-/P-reduziert“ als neuen Standard und Obergrenze für die N- und P-Ausscheidungen definiert (Tabelle 1), womit wiederum

unmittelbar Einfluss auf die Fütterung genommen wird. Für Jungsauen und Zuchteber ist eine N-/P-reduzierte Fütterung vorgeschrieben.

3 Aufgabenstellung

In vielen Praxisbetrieben in MV gibt es nach wie vor große Vorbehalte gegenüber den Vorgaben zur stark N-/P-reduzierten Fütterung. Andere sind überzeugt, schon immer (stark) N-/P-reduziert zu füttern. Dabei gab es für MV bisher keine Übersicht über den Status Quo der betrieblichen Nährstoffsalden bzw. der Umsetzung einer stark N- und P-reduzierten Fütterung in der Schweinehaltung. In der vorliegenden Arbeit sollte daher anhand einer Literaturschau geprüft werden, wo die Grenzen einer N-/P-Reduzierung liegen. Zudem sollte erarbeitet werden, in welchem Umfang die stark N-/P-reduzierte Fütterung in MV bereits umgesetzt wurde und wo noch Reserven liegen.

4 Bisherige Untersuchungen zur stark bis sehr stark N-/P-reduzierten Fütterung

Die Reduzierung der N- und P-Ausscheidungen über eine angepasste Fütterung ist seit längerem ein Thema in der Schweinefütterung. So beinhaltete das LfL- Projekt "demonstration farms" (2017-2021) eine gesamtbetriebliche Betrachtung einer nährstoffangepassten Schweinefütterung. Bei Auswertung der Stoffstrombilanzen zeigte sich, dass mit 56 % die Fütterung für den größten Anteil des N-Inputs verantwortlich war. Am Ende des Projektes konnte der N-Überschuss der beteiligten Projektbetriebe um 21 kg (17 %) auf durchschnittlich 106 kg N pro Hektar gesenkt werden (SCHNEIDER et al., 2021). Im Folgeprojekt "Operatives Rahmenziel – Praktische Umsetzung einer nährstoffangepassten Fütterung in Bayern" ist es gelungen, den Gehalt an Rohprotein (XP) in den mittleren Mastmischungen der beteiligten Betriebe von 167 g/kg (2015) auf 149 g/kg (2023) zu reduzieren, was einer Ersparnis von 11 % XP bzw. ca. 17 % N-Emissionen entspricht. Beim P wurde eine Absenkung von 4,82 auf 4,26 g/kg Futter erreicht - eine Einsparung von 12 %. Trotz der Absenkung war die Mast- und Schlachtleistung nicht negativ beeinflusst. Es wurde festgehalten, dass eine N-/P-Reduzierung auch in der Praxis und nicht nur im Versuch funktioniert (PUNTIGAM et al., 2022).

Im ebenfalls bayerischen Projekt „Adapted feeding“ (2020 bis 2024) wurde sämtlicher In- und Output an Stickstoff und Phosphor am Beispiel des Ausbildungs- und Versuchszentrums des Staatsguts Schwarzenau erfasst und mit neuesten Methoden analysiert (PREISSINGER, 2024). Es wurde festgestellt, dass sich durch eine nährstoffangepasste Fütterung der Gehalt von Stickstoff und Phosphor in der Gülle von Mastschweinen deutlich reduzieren lässt. Im Vergleich zu einem exakt zehn Jahre zuvor durchgeführten Projekt in Schwarzenau hat sich in der Gülle von Mastschweinen der Gehalt von Stickstoff um fast 30 %, von Ammoniumstickstoff um knapp 40 % und von Phosphor um rund 20 % verringert. Während vor rund zehn Jahren die Gülle von Mastschweinen im Mittel 5,8 kg Gesamtstickstoff, 4,7 kg Ammoniumstickstoff und 2,7 kg Phosphat pro Kubikmeter aufwies, waren es im Projektzeitraum nur noch 4,2 kg Gesamtstickstoff, 2,9 kg Ammoniumstickstoff und 2,2 kg Phosphat. Seit Ende 2018 wird in Schwarzenau eine sehr stark stickstoff- und phosphorreduzierte Fütterung umgesetzt. Dabei zeigten sich durch die Nährstoffanpassung keine negativen Wirkungen auf die Leistungen der Mastschweine, im Gegenteil, die nährstoffangepasste Fütterungsstrategie konnte dem züchterischen Fortschritt standhalten.

Darüber hinaus liegen Ergebnisse aus zahlreichen Fütterungsversuchen zur N- und P- reduzierten Fütterung von Schweinen vor. WEBER und MÜLLER (2015) untersuchten u.a. eine Proteinreduzierung auf 15,6 % (Anfangsmast) bzw. 14,8 % (Endmast ab 70 kg) bei Aminosäureausgleich bis zum Valin. Diese hatte keinen Einfluss auf die Mast- und Schlachtleistung, die N-Ausscheidung war um 14 % reduziert. Gleichzeitig wurden 42 % Sojaextraktionsschrot eingespart und durch geringere Futterkosten die Erlöse je Mastschwein verbessert.

In einem Folgeversuch wurde vergleichend zu den DLG-Standardempfehlungen eine stärkere Rohproteinreduzierung (15,4/13,4/11,3 % in der Vor-/Mittel-/Endmast ab 25/60/90 kg) bei gleichzeitig sehr starker P-Reduzierung (0,43/0,39/0,36 % ohne mineralischem Zusatz ab der Mittelmast) geprüft (WEBER und MÜLLER, 2016). Auch hier kam es bei den Leistungsparametern zu keinen Einbußen. Dagegen konnten die Ausscheidungen um 30 % (N) bzw. 35 % (P) gesenkt werden, zudem wurden 65 % des Sojaextraktionsschrotes eingespart.

DUSEL et al. (2014) untersuchten in der Schweinemast fünf Varianten einer vierphasigen Fütterung mit unterschiedlich starken Absenkungen an XP bei Aminosäureausgleich und Rationskalkulation auf Basis der standardisiert verdaulichen Aminosäuren. Selbst bei der stärksten Absenkung auf 16,9 % (VM) - 12,4 % (EM) wurden keine Auswirkungen auf die Mast- und Schlachtleistung sowie auf die N-Retention ermittelt, dafür konnte eine deutlich reduzierte N-Ausscheidung nachgewiesen werden. Der Einfluss einer N- und P-reduzierten Fütterung auf die N- und P-Retention sowie die chemische Körperzusammensetzung wurde zudem von BECKMÜLLER et al. (2024) untersucht. Auch hier konnten keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden.

MEYER und VOIGT (2015) untersuchten mittels einer 4phasigen Fütterung eine starke Reduzierung des Rohproteingehaltes auf 12,0 % ab 100 kg bei Aminosäureausgleich bis zum Valin. Dabei wurde bis auf eine reduzierte Schlachtausbeute kein Einfluss auf die Mast- und Schlachtleistung festgestellt, dagegen waren die N- und P_2O_5 -Ausscheidungen um 10 bzw. 6 % reduziert. Die Futterkosten stiegen nur unwesentlich. Im Folgejahr wurden Ergebnisse zu einer weiteren Rohproteinreduzierung ab 90 kg bei Verzicht auf Sojaextraktionsschrot vorgestellt (MEYER und VOIGT, 2016). Hier zeigten sich weder Unterschiede bei den Tageszunahmen, den Futteraufnahmen noch bei den Indexpunkten. Wird ab 90 kg der Proteingehalt auf 12 % gesenkt, gleichzeitig aber auch die Aminosäuren reduziert (0,75 % Lysin statt 0,90 % bei entsprechender Reduzierung der weiteren Aminosäure), können gleiche Mastleistungen, auch in der Endmast, erzielt werden (MEYER und VOIGT, 2021). Lediglich im Fleischmaß gab es Einbußen.

Bei einer noch früheren XP-Reduzierung sah dies anders aus: bei Einstellung des Rohproteingehaltes auf 12 % bereits ab 80 kg reagierten die Schweine zwar nicht mit verminderten Tageszunahmen, aber mit einem höheren Futteraufwand, d.h. die Tiere haben mehr gefressen (MEYER und VOIGT 2018a). Gleiches galt für einen Versuch mit einer Rohproteinreduzierung auf 11 % ab 100 kg bei vollständigem Verzicht auf Eiweißfuttermittel in der Endmast und gleichzeitiger P-Reduzierung (MEYER und VOIGT, 2018b). Einen vollständigen Verzicht auf Eiweißfuttermittel in der Endmast ab 100 kg untersuchten zudem PREISSINGER et al. (2024a), wobei hier vergleichend eine Endmastvariante ab 90 kg mit einem Sojaextraktionsschrotanteil von 6 % geprüft wurde. Auch hier reagierten die Tiere mit einem erhöhten Futteraufwand, wodurch es trotz geringerer Mischfutterkosten zu höheren Futterkosten pro kg Zuwachs kam.

Ein Vergleich der DLG-Vorgaben (DLG, 2019) für eine stark bzw. sehr stark N-/P-reduzierte Fütterung -jeweils zu der früher in NI üblichen zweiphasigen N-/P-reduzierten RAM-Fütterung - wurde durch MEYER und VOIGT vorgenommen (2017 und 2019a). Bei der stark N-/P-reduzierten Fütterung konnten vergleichend zur RAM-Fütterung zwar gleiche Tageszunahmen erzielt werden, jedoch war auch hier der Futteraufwand/kg Zuwachs aufgrund einer erhöhten Futteraufnahme signifikant erhöht, während die Schlachtkörperqualität nicht beeinflusst war. Auch bei der sehr stark N-/P-reduzierten war der Futteraufwand erhöht, hier bei gleicher Futteraufnahme, aber geringerer Zuwachsleistung. In beiden Versuchen wurde ein insgesamt sehr hohes Zunahmenniveau erreicht.

In Reaktion auf einzelne Praxiserprobungen mit „extremer“ XP-Reduktion, also unterhalb der Empfehlungen für eine stark N-/P-reduzierte Fütterung, stellten sich MEYER und VOIGT (2019b) die Frage, wo die Grenzen für eine N-/P-Reduzierung liegen. Mittels einer 2- bzw. 3-Phasenmast wurden extreme N-/P-Reduktionen im Vergleich zur stark N-/P-reduzierten Fütterung nach DLG (2019) untersucht. Dabei wurde in zwei Versuchsgruppen der N-/P-Gehalt entweder ab Mastbeginn oder ab 50 kg der N-/P-Gehalt auf Grundlage einer Firmenempfehlung extrem reduziert (KG 16,5/15,5/14,0 % XP und 0,45/0,42/0,42 % P; VG 1: 13,5/10,5 % XP,

0,32/0,29 % P; VG 2: 16,5/13,0/10,5 % XP, 0,45/0,35/0,30 % P). In allen Varianten wurde ein außerordentlich hohes Zunahmeniveau erreicht. Bei extremer Reduktion bereits ab Mastbeginn wurde eine geringere Mastleistung bei gleichzeitig verbesserter Schlachtausbeute erzielt. Die Indexpunkte/kg Schlachtkörper waren in beiden Versuchsgruppen tendenziell verringert. Es konnten enorme Einsparungen bei den N-/P-Ausscheidungen nachgewiesen werden (30 bzw. 24 % N, 53 bzw. 40 % P), jedoch waren die Futterkosten/kg Zuwachs deutlich erhöht. Der Versuch zeigte, dass es noch Reserven, aber auch Grenzen in der Nährstoffreduzierung gibt.

Auch von STALLJOHANN et al. (2019) wurde ein entsprechender Versuch mit extremer Nährstoffreduzierung unterhalb der DLG-Empfehlungen für eine sehr stark N-/P-reduzierte Fütterung durchgeführt (Teilprojekt I). Anders als in den Untersuchungen von MEYER und VOIGT (2019b) führte die Absenkung des XP-Gehalts auf 13,0 bzw. 10,5 % (ab 50 kg LM) bei fast vollständigem Sojaverzicht in der Endmast nicht zu einer Beeinflussung der Futteraufnahme, jedoch zu verminderten Zunahmen und schlechteren Schlachtkörperbewertungen.

Weitere Ergebnisse zu Fütterungsvarianten unterhalb der Empfehlungen für eine starke N-/P-Reduktion sind bei PREISSINGER et al. (2018) zu finden. Hier wurden vergleichend zu einer stark N-reduzierten Variante drei Versuchsgruppen getestet: sehr starke, extreme und maximale N-Reduktion. Die XP-Gehalte der Anfangs-, Mittelmast- und Endmastfutter (ab 30/60/90 kg) lagen hier bei 17/16/15 % (KG), 16/15/14 % (VG 1), 15/14/12 % (VG 2) bzw. 15/14/11 % (VG 3). Den Rationen wurden bis zu sieben Aminosäuren zugesetzt. In den VG 2 und 3 wurden gegenüber der KG signifikant verminderte Zuwachseleistungen ermittelt, wogegen die Schlachtleistung unbeeinflusst war. In der Endmast der VG 3 mit gänzlichem Verzicht auf Sojaextraktionschrot wurde eine signifikant verminderte Futteraufnahme festgestellt.

KRIEG et al. (2023) schlussfolgerten aus ihren Untersuchungen zur weiteren N-/P-Reduzierung unterhalb der Empfehlungen für eine sehr stark N-/P-reduzierte Fütterung ab 70 kg mit gezielter Aminosäureergänzung bis hin zum Histidin, dass v.a. der Zeitpunkt für eine stärkere N-Reduzierung in der Endmast entscheidend ist. In ihren Untersuchungen im Endmastbereich ab 70 kg wurde im Futter der Versuchsgruppe ein Rohproteingehalt von 11,5 % und ein P-Gehalt von 0,29 % realisiert, während für die Kontrollgruppe Gehalte von 13,1 % bzw. 0,38 % analysiert wurden. Der Sojaeinsatz wurde von 7,9 auf 2,1 kg minimiert. Es wurden bei keinem der Leistungsparameter signifikante Unterschiede ermittelt, jedoch waren die Indexpunkte erhöht, was zu einer Erhöhung der Schlachterlöse führte. Die höheren Futterkosten wurden beim Überschuss über die Futterkosten dadurch wieder ausgeglichen. Zudem konnte eine rechnerisch um 12,5 % reduzierte N-Ausscheidung abgeleitet werden, was sich aber nicht in den durchgeführten Abluftmessungen widerspiegelte. KRIEG et al. (2022) schlussfolgern, dass in Abhängigkeit vom Preis und der Verfügbarkeit der freien Aminosäuren dargestellte Versuchsmischungen auch in der Praxis durchsetzbar sind.

In Fortführung der Untersuchungen von STALLJOHANN et al. (2019, Teilprojekt I) wurde im Teilprojekt II (STALLJOHANN et al., 2020) zunächst eine stark bzw. sehr stark N-/P-reduzierte Mastschweinefütterung sowohl in Reihen- als auch in Gruppenaufstallung vergleichend untersucht. In beiden Varianten wurden keine Effekte auf die Mast- und Schlachtleistung ermittelt, wobei die Futterpreise in der stark N-/P-reduzierten Variante geringfügig höher ausfielen. Teilversuch III beinhaltete eine Untersuchung, in der vergleichend zu einer stark N-/P-reduzierten Fütterung im Endmastfutter der Versuchsgruppe ab 95 kg weitgehend auf Soja verzichtet wurde (3 statt 13 kg) und eine Ergänzung mit höheren Anteilen an freien Aminosäuren erfolgte. Dadurch wurde eine weitere N-Reduktion unterhalb der Vorgaben für „stark N-/P-reduziert“ nach DLG-Vorgabe erreicht. Auch die P-Gehalte lagen unterhalb der entsprechenden Werte. Die Mastleistung und der Futteraufwand waren in beiden Gruppen nahezu gleich, jedoch zeigten sich v.a. bei der Schlachtkörperbewertung der geprüften Eber tendenziell geringere Indexpunkte. Ob Eber grundsätzlich einen etwas höheren Lysinbedarf haben, konnte nicht beantwortet werden.

Auch zur alleinigen Phosphorreduzierung gab es gezielte Untersuchungen. NÜSSEIN et al. (2018) untersuchten die Reduzierung des mineralischen Phosphors im Mastverlauf. Während in der Kontrollgruppe durchgehend ein Mineralfutter mit einem P-Gehalt von 2,5 % eingesetzt wurde, wurde dieses in den Versuchsgruppen stufenweise durch ein Mineralfutter mit 0,1 % P ersetzt. Dadurch wurde der P-Gehalt von im Mittel 4,0 auf 3,3 g/kg reduziert. Die Reduktion des mineralischen P beeinflusste weder die Mast- noch die Schlachtleistung. Auch in der Fundamentbeurteilung sowie im Aschegehalt der Oberarmknochen zeigten sich keine Unterschiede. Es wurde geschlussfolgert, dass bei ausreichend hohem P-Gehalt im Getreide und Zulage von Phytase ab ca. 60 kg auf mineralischen P verzichtet werden kann. Der Einfluss einer deutlich geringeren P-Zufuhr wurde durch RIEGER et al. (2021) geprüft. Hier wurden Schweine der KG mit mineralischem Phosphor sowie Phytase versorgt, während in den beiden VG kein mineralischer Phosphor, in einem Fall jedoch Phytase zugefügt wurde. Der P-Gehalt der KG lag bei 0,48 und 0,42 %; in den VG bei 0,31 bzw. 0,27 % und somit unterhalb der Empfehlungen einer sehr stark reduzierten Fütterung. Ohne Ergänzung von mineralischem Phosphor wurde in allen untersuchten Knochen ein deutlich verringerter Rohaschegehalt ermittelt, v.a. wenn gleichzeitig auch der Phytasezusatz fehlte. SCHULZ et al. (2024) untersuchten Knochenparameter von Tieren aus drei Praxisbetrieben mit unterschiedlicher N- und P-Versorgung der Tiere. Die P-Gehalte der mittleren Mastmischungen lagen in den Betrieben bei 0,45, 0,43 bzw. 0,39 %. Die höchste Knochendichte wurde bei dem höchsten P-Gehalt in der Ration ermittelt. Im dem Betrieb mit geringster P-Zufuhr zeigte sich eine tendenziell geringere Knochendichte und der geringste Rohaschegehalt im Knochen, was eventuell im Zusammenhang mit einem unzureichend mitabgesenkten Calciumgehalt zu interpretieren ist.

MEYER und VOIGT (2018c) untersuchten mittels zweiphasiger RAM-Fütterung (Endmast ab 70 kg) eine sehr starke Phosphorreduktion unter erhöhter Phytasezulage. Die P-Gehalte lagen in der KG bei 0,50/0,45 %, in der VG waren sie auf 0,42/0,37 % reduziert. Im Vergleich zur KG wurden eine verminderte Lebendmassezunahme und ein erhöhter Futteraufwand ermittelt, die P-Ausscheidungen konnten jedoch um 24 % gesenkt werden. In einem früheren Versuch von NETHE et al. (2013) wurde der Einfluss eines sehr stark abgesenkten P-Gehaltes bei gleichzeitiger Verdopplung der Phytasesupplementierung in der Ferkelaufzucht und anschließenden Mast untersucht. Dabei wurden weder Unterschiede bei den Leistungsparametern noch in der Schlachtkörperbewertung festgestellt. Hinsichtlich des Knochenabbaumarkers β -Crosslaps wurde kein Unterschied ermittelt, die Bruchfestigkeit der Knochen war sogar tendenziell gesteigert. Auch in Untersuchungen von BECKMÜLLER et al. (2024) zum Einfluss einer stark N- und P-reduzierten Fütterung wurden bei reduzierten Gehalten weder Effekte auf die chemische Körperzusammensetzung noch auf die N- und P-Retention ermittelt (XP-Gehalt 168/157/138 g/kg vs. 144/127/114 g/kg; P-Gehalt 5,5/5,5/4,3 g/kg vs. 4,6/4,9/3,8 g/kg).

Aufgrund anhaltender Skepsis in der Praxis wurde ein bundesweiter Ringversuch mehrerer Landesanstalten und Landwirtschaftskammern mit unterschiedlicher P-Versorgung von Ferkeln und Mastschweinen durchgeführt (STALLJOHANN et al., 2021; KRIEG et al., 2023). Auch hier zeigte sich, dass eine stark P-reduzierte Fütterung unabhängig von Stall und Genetik umsetzbar ist und eine P-Versorgung über das Niveau einer sehr stark P-reduzierten Fütterung zu keiner Verbesserung der Leistung führt. Auch bei einer Absenkung des P-Gehalts auf ein Niveau unter der sehr stark P-reduzierten Fütterung (entsprechend der GfE-Vorgaben zur Versorgung mit verdaulichem P, GfE 2006) bei gleichzeitiger Phytasesupplementierung wurde eine ausreichende P-Versorgung der Tiere sichergestellt. Zudem konnte gezeigt werden, dass die P-Absenkung zu einer starken Reduktion der rechnerischen P-Ausscheidungen führt und bei entsprechender Phytasedosierung möglich ist. Die Befürchtung gesundheitlicher Probleme und unzureichender Knochenmineralisierung konnte durch ergänzende Untersuchungen von OSTER et al. (2021) ausgeräumt werden.

Die Möglichkeit der Reduzierung der N-/P-Ausscheidungen durch den Einsatz von Enzymen wurde zudem durch DUSEL et al. (2022) aufgezeigt. Anhand von einer Studie zum Einsatz von Phytase (1000 FTU Natuphos E/kg) im Vergleich zur DLG-Standardfütterung oder einer N/P-reduzierten Variante konnte gezeigt werden, dass sich durch die Phytase-Supplementierung die Zunahmen sowohl in der Ferkelaufzucht als auch in der

Mast signifikant verbesserten. Die höchste Futteraufnahme und Zunahme wurde beim Phytasezusatz in Kombination mit einer organischen Säure (partiell gepufferte Ameisensäure) ermittelt. Durch die Phytasezulage wurde die P-Ausscheidung erwartungsgemäß reduziert: in der Ferkelaufzucht bis zu 62 %, in der Mast bis zu 38 %.

Weniger Untersuchungen gibt es bisher zur N- und P-Reduzierung in der Fütterung von Sauen. Fütterungsstrategien für säugende Sauen mit reduziertem Sojaanteil (10 statt 18 %) und XP-Gehalt (13,6 statt 16,5 %) wurden von STALLJOHANN et al. (2015) geprüft. Unter Zulage von freien Aminosäuren war eine entsprechende Absenkung ohne Leistungseinbußen möglich. Jüngste Untersuchungen zu tragenden und laktierenden Sauen zeigen, dass sogar eine sehr stark stickstoff- und phosphorreduzierte Fütterung keine Nachteile hat. Die Geburtsgewichte der Ferkel sowie Anzahl der abgesetzten Ferkel waren sogar signifikant erhöht (PREISSINGER et al., 2024b).

Dass die stark N-/P-reduzierte Fütterung nicht nur zum Umweltschutz beitragen kann, sondern auch zur Ressourcenschonung, wurde von PUNTIGAM et al. (2024) am Beispiel der Sojareduzierung in N-reduzierten Rationen durch adäquate Supplementierung kristalliner Aminosäuren aufgezeigt. Als Richtwert kann je 1 % XP-Einsparung im Futter eine Reduzierung der NH_3 -Emission von 10 % angesetzt werden. Für die P-Bilanz macht jedes Zehntel g P weniger im Futter etwa 10 % weniger Gülle-P aus (WENDLAND und SCHNEIDER, 2018).

Zudem sinkt mit einer reduzierten Eiweißversorgung auch der Gülleanfall, da weniger überschüssiges Rohprotein über die Leber entgiftet werden muss, der Stoffwechsel entlastet wird und dadurch die Wasseraufnahme sinkt. In Untersuchungen von VOIGT und MEYER (2024) führte die Reduzierung von 1 % Rohprotein im Futter zu einem verringerten Gülleanfall von 3,7 %.

5 Erhebungen in MV

5.1 Stoffstrombilanzen

Der ursprüngliche Ansatz der Untersuchungen war, sowohl Stoffstrombilanzen als auch Stallbilanzen von Praxisbetrieben in MV über die Jahre 2021 - 2023 zu erfassen und auszuwerten. Allerdings wurden nur von wenigen Betrieben Stoffstrombilanzen zur Verfügung gestellt, teilweise aber über 6 Jahre. Die nicht repräsentative Auswertung ergab, dass der zulässige N-Saldo von 175 kg N/ha in keinem Fall überschritten wurde. Im Mittel lag der N-Bilanzwert bei 75 kg/ha bei einer Variation zwischen 28 und 147 kg. Beim P lag der Saldo im Mittel im negativen Bereich (-7, Variation zwischen -20 bis 30), eine fachliche Bewertung ist für P aber noch nicht vorgesehen. Der Anteil der Nährstoffzufuhr über das Futter an der gesamten betrieblichen Nährstoffzufuhr lag im Mittel bei 31 % (N) und 58 % (P). Der N- und P-Gehalt des Futters hat zwar wesentlichen Einfluss auf die N- und P-Salden im Rahmen der Stoffstrombilanzen, dennoch wird hier kein Fütterungsregime vorgeschrieben. Es liegt in der Hand des Landwirtes, Optimierungspotenziale bei der Düngung und/oder der Fütterung herauszufinden und umzusetzen. Die vorliegenden Stoffstrombilanzen gaben den betreffenden Landwirten keinen Anlass, an der Fütterung etwas zu ändern. Dies sah bei den Stallbilanzen anders aus.

5.2 Stallbilanzen

Die 2021 in Kraft getretene novellierte Fassung der TA Luft bringt höhere Auflagen zum Emissionsschutz für landwirtschaftliche Betriebe mit sich, u.a. die nährstoffangepasste Fütterung im Bereich der Geflügel- und Schweineernährung. Diese beinhaltet zum einen eine Mehrphasenfütterung sowie die Einhaltung maximal zulässiger Ausscheidewerte für N und P bzw. P_2O_5 auf Basis der DLG-Broschüre 199 (2014). Diese sollen in der Sauen-, Ferkel- und Mastschweinehaltung durch Anwendung der stark N-/P-reduzierten Fütterung (DLG, 2019) erreicht werden, wodurch die Ammoniakemissionen um 20 % reduziert werden können. Ein weiteres Minderungspotenzial bietet die sehr stark N-/P-reduzierte Fütterung, wodurch der Einsatz technischer Maßnahmen zur Emissionsminderung reduziert werden kann.

Überprüfung eines Optimierungspotenzials in der Schweinefütterung zur Verbesserung der Ressourcenschonung und der Effizienz des Futtermiteinsatzes

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die unterstellten Nährstoffgehalte bei unterschiedlich stark N-/P-reduzierten Verfahren. Von einer stark N-/P-reduzierten Fütterung von Mastschweinen kann ausgegangen werden, wenn das Futter folgende Werte aufweist: Vormastfutter ab 28 kg LM $\leq 17,5$ % XP und $\leq 0,47$ % P, Anfangsmastfutter ab 40 kg LM $\leq 16,5$ % XP und $\leq 0,45$ % P, Mittel-/Endmastfutter ab 65 kg: $\leq 15,5$ % XP und $\leq 0,42$ % P, Endmastfutter ab 90 kg LM $\leq 14,0$ % XP und $\leq 0,42$ % P. Sollten Einsatzzeiträume und Anzahl der Phasen davon abweichen, ist darauf zu achten, dass die mittleren XP- und P-Gehalte eingehalten werden. In den Leistungsklassen ≥ 850 g TZ dürfen 153,5 g XP/kg und 4,3 g P/kg nicht überschritten werden.

Tabelle 1: Unterstellte Nährstoffgehalte im Futter bei einer unterschiedlich stark N-/P-reduzierten Fütterung von Schweinen (je kg Futter, 88 % TS, DLG-Merkblatt 418, 2019)

	N-/P-reduziert		Stark N-/P-reduziert		Sehr stark N-/P-reduziert	
	XP	P	XP	P	XP	P
Sauen, laktierend	170	5,5	165	5,0	160	4,8
Sauen, tragend	140	4,5	135	4,3	130	4,1
FAZ I bis 15 kg	185	5,5	180	5,3	175	5,1
FAZ II ab 15 kg	180	5,3	175	5,0	170	4,8
Mast 28-40 kg LM	175	5,0	175	4,7	165	4,4
Mast >40-65 kg LM	170	4,5	165	4,5	155	4,2
Mast >65-90 kg LM	160	4,5	155	4,2	140	4,0
Mast >90-118 kg LM			140	4,2	135	4,0
Mittlere Mast > 850 g TZ			153	4,3	144	4,1

Betriebe benötigen eine entsprechende Dokumentation zu Plausibilisierung, um die Einhaltung der Obergrenzen für die N- und P-Ausscheidungen durch Anwendung entsprechender Fütterungsverfahren nachvollziehbar zu machen. Die sogenannte Stallsaldierung erfolgt mittels Massenbilanzierung:

Nährstoffausscheidung = Nährstoffinput (Futter) – Nährstoffansatz

Nährstoffaufnahme = Futtermenge (kg) x Gehalt im Futter (g/kg)

Nährstoffansatz = Zuwachs (kg, z.B. 28-118 kg: 90 kg) x Gehalt im Produkt (g/kg).

Dabei werden je kg Zuwachs 25,6 g N und 5,1 g P angesetzt.

Da sich die Ausscheidungen immer auf die jeweilige Produktionsstufe beziehen, sind für verschiedene Anlagen und Produktionsstufen Einzelnachweise zu erstellen. Ein entsprechendes Programm wurde von der LfL erstellt, welches auch in MV Anwendung findet (Abbildung 1).

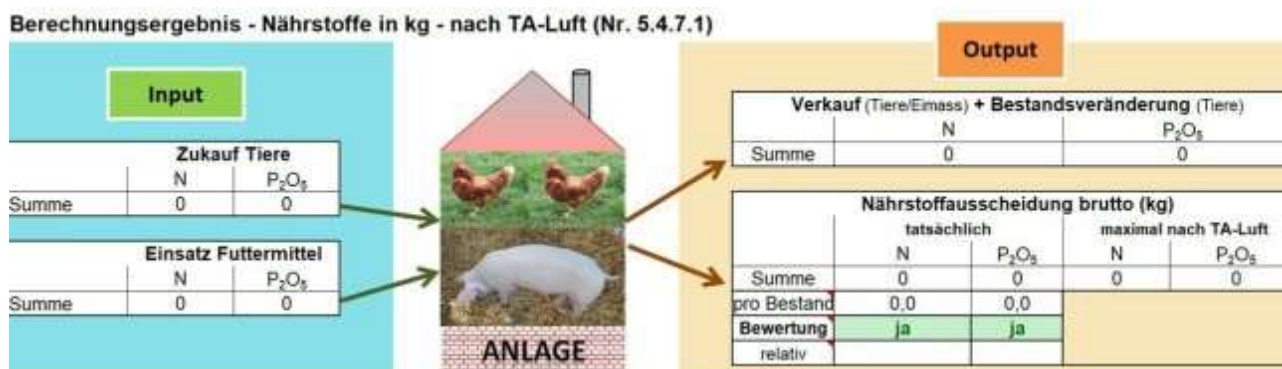


Abbildung 1: Stallsaldierung für die TA Luft mit dem LfL-Programm

Überprüfung eines Optimierungspotenzials in der Schweinefütterung zur Verbesserung der Ressourcenschonung und der Effizienz des Futtermitelesatzes

Um zu prüfen, wie stark die Vorgaben einer stark N-/P-reduzierten Fütterung inzwischen in MV etabliert sind, wurden mit freundlicher Unterstützung des SKBR MV insgesamt 154 Stallbilanzen (nach TA Luft) aus den Jahren 2021 - 2023, die anonymisiert zur Verfügung gestellt wurden, ausgewertet (Tabelle 2).

Tabelle 2: Anzahl ausgewerteter Stallbilanzen und durchschnittlicher mittlerer Jahresbestand

	Jungsauen	Sauen	Ferkel	Mast
Ausgewertete Stallbilanzen (n)	23	39	42	50
Mittlerer Jahresbestand	308	1.522	3.935	4.259

Diese unterteilten sich in 23 Bilanzen für die Jungsauenaufzucht/-eingliederung, 39 Bilanzen für die Sauenhaltung, 42 Bilanzen für die Ferkelaufzucht und 50 Bilanzen für die Mast. Im Mittel verfügten die Betriebe über 308 Jungsauen, 1.522 produktive Zuchtsauen, 3.935 Ferkel bzw. 4.259 Mastschweine im mittleren Jahresbestand. Der Mast- bzw. Sauenhaltung wurde in den Betrieben teilweise die Jungsauenaufzucht zugeordnet, diese konnte daher nicht immer gesondert ausgewertet werden.

Zunächst wurde die Umsetzung der stark N-/P-reduzierten Fütterung, ohne Bezug auf die zulässigen Ausscheidewerte, geprüft. Dazu wurden aus den jeweiligen Stallbilanzen die Mengen aller betrieblich verwendeten Futterkomponenten mit deren XP- und P-Gehalten verrechnet, um sogenannte "Mittlere Mastmischungen" zu erhalten. Diese wurden dann mit den Vorgaben der DLG (2019) für die jeweilige Leistungsklasse verglichen und die Einhaltung überprüft (Kennzeichnung mit "ja/nein"). Wie in Abbildung 2 zu sehen, entsprachen 66 % der "Mittleren Mastmischungen" den DLG-Vorgaben für eine starke N-Reduzierung, beim P wurden nur bei 37 % die Vorgaben erreicht. Bei den Jungsauen ist die Zuordnung nicht ganz einfach, da in den Betrieben die Aufzucht und die Eingliederung in der Regel nicht getrennt dargestellt werden. Für den Abgleich wurde daher aus den drei Phasen der DLG für die Jungsauenfütterung eine "Mittlere Mastmischung" mit 15,6 % XP und 0,55 % P als Vergleichsbasis kalkuliert.

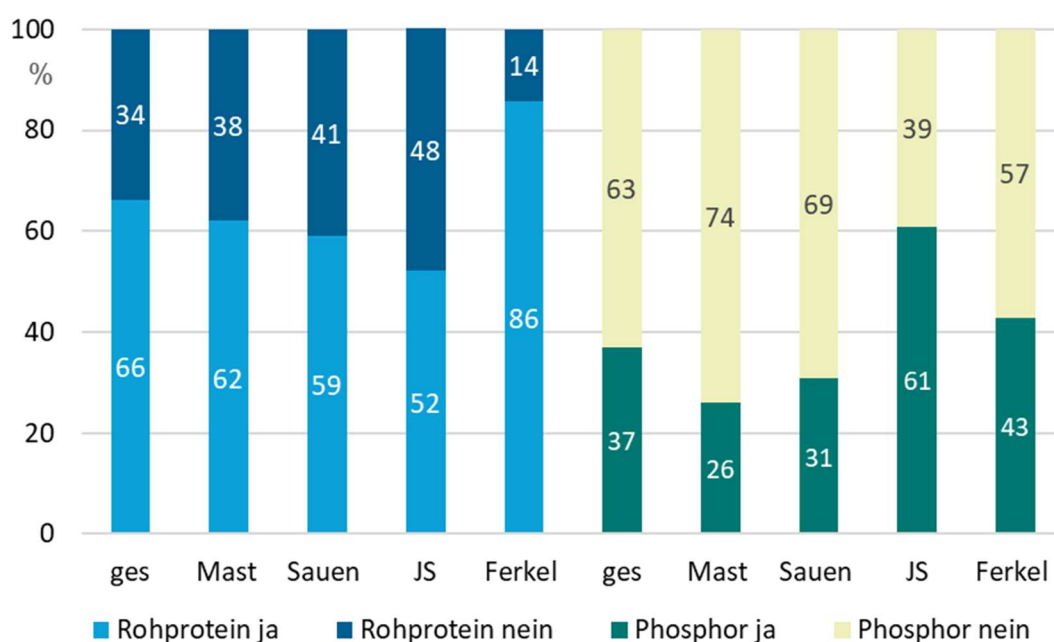


Abbildung 2: Einhaltung der DLG-Vorgaben für eine stark N-/P-reduzierte Fütterung (%)

Anders als von vielen angenommen war die stark N-/P-reduzierte Fütterung in MV bis zum Auswertejahr 2023 noch kein in der Praxis durchgesetztes Standardverfahren. Vor allem beim Phosphor zeigt sich die Problematik.

Dies bestätigt die Ergebnisse von VFT-Tests, die in den letzten Jahren für MV ausgewertet wurden. So lagen in VFT-Tests für Mastfutter aus den Jahren 2021-2022 die P-Gehalte trotz Phytasezusatz zwischen 0,40 und 0,56 %, während zeitgleich in Futtern aus NRW geringere P-Werte zwischen 0,40 und 0,43 % ausgewiesen waren. In den Jahren 2023 – 2024 scheint sich eine Tendenz zu verminderten P-Gehalten in den Mastfuttern anzudeuten: die Gehalte der geprüften Futter lagen zwischen 0,39 und 0,48 %.

Aufgrund der zahlreichen Abweichungen von den Vorgaben für eine stark N-/P-reduzierte Fütterung müssen sich selbst Betriebe, die aufgrund ihrer hohen Flächenausstattung in ihren betrieblichen Stoffstrombilanzen noch gut dastehen, im Rahmen der TA Luft Gedanken über ihre Fütterungsverfahren machen. Das Verfahren der stark N-/P-reduzierten Fütterung beinhaltet zum einen die Reduktion der XP- und P-Gehalte in den einzelnen Futtermischungen als auch eine Mehrphasenfütterung, so dass am Ende die "Mittlere Mastmischung" entscheidend bei der Bewertung ist. Der Deklarationshinweis für einzelne Alleinfutter "entspricht den Vorgaben zur stark N-/P-reduzierten Fütterung" reicht darum nicht aus, am Ende zählt immer die Gesamtbilanz. In einigen Betrieben sind über die Jahre 2021 bis 2023 deutliche Bemühungen zu erkennen, die Rationen anzupassen. Einen großen Effekt kann z. B. die Einführung eines zusätzlichen Endmastfutters ab 90 kg bringen. Schwierig gestaltet sich z. T. die Rationsgestaltung in Betrieben mit sehr hohen Anteilen an Nebenprodukten der Lebensmittelverarbeitung wie Molke oder Schlempe, da diese häufig hohe P-Gehalte aufweisen (siehe Abbildung 3). In einem Betrieb nahm der P-Anteil aus Nebenprodukten an der gesamten "Mittleren Mastmischung" 25 % ein, so dass die Vorgaben nicht erreicht wurden, obwohl die Ergänzungsfutter stark N-/P-reduziert bilanziert waren und im Endmastfutter kein mineralischer P enthalten war. Hier ist zu prüfen, ob eine Mineralstoffanpassung im Vor-/Mittelmastbereich möglich ist. Auch sollte die Deklaration der Trockenmasse, des XP und des P Standard sein. Häufig werden Nebenprodukte im Handel ohne entsprechende aktuelle Angaben abgegeben. Werden dann Tabellenwerte genutzt, kann es nicht nur zu einer Unter- oder Überversorgung kommen, sondern auch zu einer Fehleinschätzung im Rahmen der Stoffstrom- und Stallbilanzen.

Der Verzicht auf Nebenprodukte sollte nicht die Konsequenz sein, um den P-Gehalt in den Rationen zu drücken, solange die betrieblichen Stoffstrombilanzen in Ordnung sind. Die Reglementierung des Futter-P über die TA Luft wird auch in Fachkreisen z.T. kritisch diskutiert. Grundsätzlich ist es vor dem Hintergrund der „Teller-Trog-Diskussion“ ein Nachhaltigkeitsziel, eine möglichst geringe Nahrungsmittelkonkurrenz und damit geringe hef-Werte (human edible fractions) in der Fütterung zu erzielen. Mit dem hef-Faktor wird der Anteil des Futtermittels abgebildet, der potenziell von Menschen verzehrt werden kann. Futtermittel mit geringen hef-Werten wie Weizenkleie (10) oder sogar Hef-Werten von 0 (Trockenschlempe, Bierhefe) sind als besonders nachhaltig einzuschätzen. Prof. WINDISCH verwies bei den 29. Hülseberger Gesprächen (2024) auf die Verknappung der verfügbaren Ackerfläche und die Notwendigkeit, nicht-essbare Biomasse in den landwirtschaftlichen Stoffkreislauf zurückzuführen, wobei nur über Nutztiere daraus zusätzliche Nahrung erzeugt werden könne. Derzeitig läuft an der LfL Bayern das Projekt „Non-food for feed“, welches Strategien zur Steigerung des Einsatzes von Nebenprodukten in der Schweinefütterung entwickeln soll.

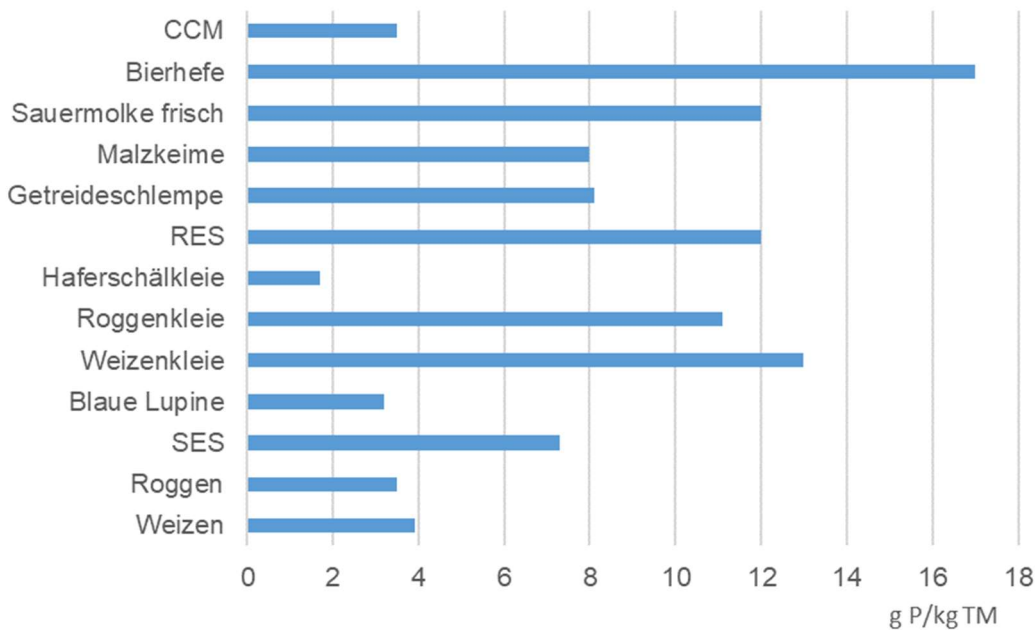


Abbildung 3: P-Gehalt verschiedener Futtermittel nach DLG-Futterwerttabelle (g/kg TM)

Im 2. Teil der Auswertung wurden die Ergebnisse der Stallbilanzen betrachtet, um die Einhaltung der maximal zulässigen N- und P-Ausscheidungen nach TA Luft zu überprüfen. Abbildung 4 zeigt, dass die zuvor für die Mittleren Mastmischungen dargestellte Problematik bei den Ausscheidungen noch größer wird: nur 38 % der Bilanzen halten die XP-Vorgaben ein, beim P sind es nur 23 %. Die größten Probleme gibt es hier bei den Sauen und Jungsauen. Eine einfache Interpretation der Bilanzen ist schwierig, hier muss im Detail nach den Ursachen geschaut werden. Bei den Jungsauen wurden in zwei Fällen extrem hohe Werte >200 % festgestellt. Dies hängt u. a. damit zusammen, dass für Jungsauen häufig nur ein Futter vorgesehen ist und die Kategorie "Mast" angesetzt wird, da eine Unterteilung nach Aufzucht und Eingliederung nicht praktikabel erscheint.

Aber auch sehr geringe Bilanzwerte müssen in Frage gestellt werden, denn selbst mit einer sehr stark N-/P-reduzierten Fütterung ist mit maximal weiteren 10 % N-Einsparung zu rechnen.

Die Ursachen für die Diskrepanz zwischen den beiden Auswertungen "Mittlere Mastmischung - Einhaltung der DLG-Vorgaben für eine stark N-/P-reduzierte Fütterung" und "Stallbilanzen - Einhaltung der maximal zulässigen N- und P-Ausscheidungen" sind nicht einfach darstellbar. Hierzu muss u. a. im Detail geprüft werden, ob die angegebenen Tierzahlen und Futtermengen stimmig sind. Des Weiteren kann ein höherer Futteraufwand als von der DLG angenommen Ursache dafür sein. Auch höhere Leistungen als im Stallsaldierungsprogramm hinterlegt können mit einer höheren Futteraufnahme und entsprechend höheren Ausscheidungen verbunden sein. Notwendig ist daher z.B. die Aufnahme der DLG-Daten für 34 verkaufte Ferkel und für höhere Masttagszunahmen, um die höheren Futtermengen und Ausscheidungen entsprechend zu berücksichtigen.

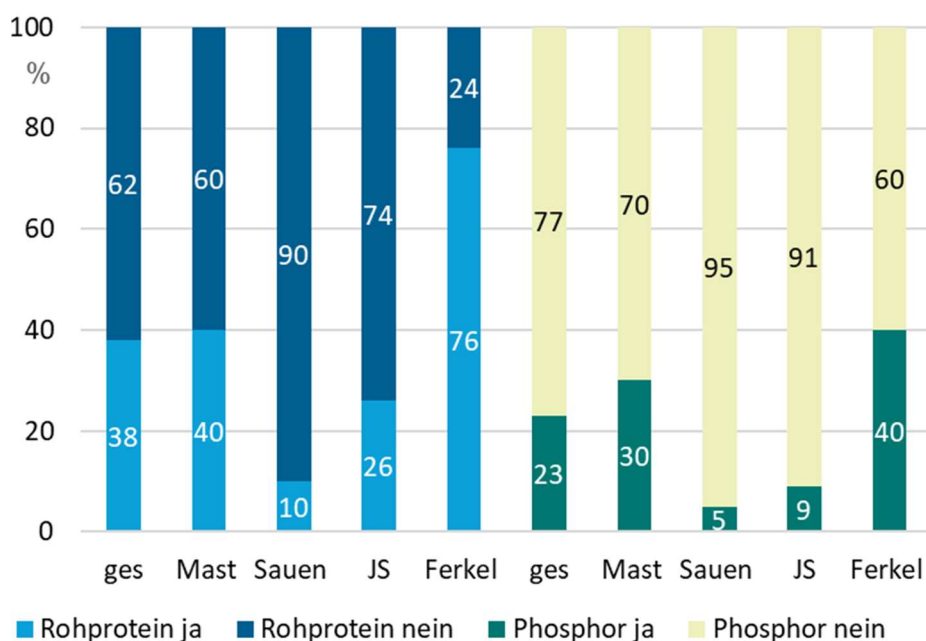


Abbildung 4: Einhaltung der maximal zulässigen N- und P-Ausscheidungen nach TA Luft (%)

Stimmen die "Mittleren Mastmischungen" sehr gut, nicht aber die Ausscheidewerte der Stallbilanz, dann können unter Umständen neben einem zu hohen Futteraufwand auch die von der TA Luft übernommenen DLG-Standardverfahren die Ursache sein, welche nicht sämtliche praktische Gegebenheiten darstellen können. So können höhere Zuwächse und kürzere Servicezeiten als von der DLG angesetzt zu höheren Durchgangszahlen und in Folge dessen auch zu höheren N- und P-Ausscheidungen führen.

Im Merkblatt DLG Kompakt Nr. 3/2024 wurde anschaulich ein Beispiel für eine Mast mit 850 g Tageszunahme dargestellt, um die Auswirkungen einer stark bzw. sehr stark N-/P-reduzierten Fütterung zu demonstrieren. Die erzielten Ausscheidewerte lagen im Vergleich zu den zulässigen Ausscheidewerten nach TA Luft bei 90 bzw. 85 % beim N und 93 bzw. 78 % beim P. In diesem Beispiel überstieg das Potenzial zur Reduzierung von N- und P-Emissionen die gesetzlichen Vorgaben im Hinblick auf Futter und Fütterung. Hier wurden ein Zuwachs von 95 kg (28 - 123 kg) in 112 Masttagen sowie eine verkürzte Serviceperiode von nur 14 Tagen angesetzt.

Werden jedoch im Vergleich zum DLG-Standard für 950 g Masttagszunahme (90 kg Zuwachs, 28 Tage Servicezeit, 2,97 Durchgänge/Jahr) die durchschnittlichen Daten der BZA Mast 2023 (SKBR, 2024) für die 25 % oberen Betriebe aus MV verwendet, ergibt sich ein anderes Bild. Hier müsste nicht nur ein höherer Zuwachs angesetzt werden (960 g/d MTZ, 98,6 kg Zuwachs (25,7-124,3 kg), Mastdauer 103 d), sondern auch eine verringerte Servicezeit von ca. 14 d. Damit lassen sich 3,13 Durchgänge/Jahr statt der angenommenen 2,97 realisieren. Daraus ergeben sich theoretische N- und P-Ausscheidungen pro Mastplatz, die 15 % über den nach den DLG-Annahmen für 950 g Masttagszunahme kalkulierten Werten liegen. Die Vorgaben nach TA Luft könnten somit nicht eingehalten werden, auch wenn der Betrieb richtig füttert.

Hieraus ergibt sich im Rahmen der Bilanzierung die Notwendigkeit, die Datengrundlage bezüglich höherer realisierbarer Zuwachsraten, verkürzter Servicezeiten und entsprechend angepasster Ausscheidewerte zu ergänzen und anzupassen. Die DLG-Verfahren, die als Grundlage für die Bewertung im Rahmen der TA Luft dienen, werden daher immer wieder geprüft und aktualisiert.

6 Schlussfolgerungen

Im Rahmen einer nachhaltigen Schweineproduktion spielt der ausgewogene Nährstoffeinsatz eine wichtige Rolle. Es gilt, den Stoffwechsel der Tiere nicht unnötig durch hohe Proteingehalte zu belasten, zum anderen kann mit der stark N-/P-reduzierten Fütterung ein wesentlicher Beitrag zum Ressourcen- und Umweltschutz geleistet werden. Auch das Stallklima lässt sich durch verringerte Ammoniakemissionen verbessern.

Die damit verbundene Verringerung von Sicherheitszuschlägen bedeutet, dass die Rationsgestaltung sehr genau ins Visier genommen werden muss und die „Fütterung auf den Punkt“ unerlässlich ist. Auch bei der stark und sehr stark reduzierten Fütterung ist die Bedarfsdeckung der Tiere das Ziel.

Basis für die Rationskalkulation muss die bestmögliche nährstoffliche Charakterisierung der eingesetzten Futterkomponenten sein. Dazu gehören engmaschige Analysen der eingesetzten Komponenten. Für die Absenkung der XP- und P-Gehalte im Futter, ohne Gesundheit und Wohlbefinden zu gefährden, müssen die Inhaltsstoffe der Komponenten bekannt sein. Dabei werden gerade beim Phosphor häufig Daten aus Futterwerttabellen genutzt. Eine Auswertung der VzF GmbH Uelzen aus der Getreideernte 2018 (VzF, 2019) zeigte jedoch teilweise eine deutliche Diskrepanz zu den DLG-Futterwerttabellen. Im Schnitt der Proben blieben alle getesteten Getreidearten (Gerste, Weizen, Triticale, Roggen) deutlich hinter den Tabellenwerten zurück, wobei der Roggen erwartungsgemäß die geringsten P-Gehalte aufwies. Gleichzeitig wurden sehr hohe Spannbreiten festgestellt, insbesondere bei Gerste und Roggen. Dies kann gerade in getreidelastigen Rationen gravierende Folgen haben. So kann eine Gerste-betonte Ration mit niedrigen P-Gehalten im Getreide nur 1,6 g P/kg aufweisen, bei hohen Gehalten im Getreide kann die selbe Ration 3,2 g P/kg enthalten. Dies unterstreicht die Bedeutung regelmäßiger Untersuchungen des eingesetzten Getreides. Auch MEYER (2022) verweist auf sinkende Rohprotein- und Phosphorgehalte im Getreide aufgrund der veränderten Düngung und auf große Schwankungen in den Nährstoffgehalten. Zudem sollten die im bayerischen Stallsaldierungsprogramm vorgestellten Gehaltswerte von Futtermitteln in MV nur in Ausnahmefällen genutzt werden, da davon auszugehen ist, dass sich die Inhaltsstoffe der Futtermittel in den jeweiligen Regionen unterscheiden.

Die Notwendigkeit von Analysen zeigt sich auch im Bereich der Nebenprodukte. Häufig werden diese im Handel ohne Angaben zum aktuellen Trockenmasse-, Rohprotein- und P-Gehalt abgegeben. Werden dann Tabellenwerte genutzt, kann es nicht nur zu einer Unter- oder Überversorgung kommen, sondern auch zu einer Fehleinschätzung im Rahmen der Stoffstrom- und Stallbilanzen.

Da Schweine je nach Getreideart nur 45 bis 65 % des nativen Phosphors nutzen können, ist der Einsatz von mikrobiellen Phytasen zur Erhöhung der P-Verdaulichkeit in der konventionellen Fütterung inzwischen Standard. Im Rahmen der Rationskalkulation muss sich die Verwendung des verdaulichen Phosphors anstatt des Brutto-P-Gehaltes weiter durchsetzen, um das Lieferungsvermögen genauer einschätzen zu können. Zudem ist auf ein ausgewogenes Verhältnis von Calcium zum verdaulichen Phosphor zu achten. Regelmäßig sollten zur Kontrolle auch Analysen der Futtermischungen erfolgen. SCHULZ et al. (2024) stellten in Untersuchungen von Schweinefutterproben aus Praxisbetrieben z.T. hohe Variationen der analysierten Werte im Vergleich zur Deklaration fest. Beim Rohprotein betrug sie -18 % bis + 12 %, -16 bis + 16 % beim P sowie -26 % bis +30 % beim Calcium. Praxisberichte, laut denen es durch die N-/P-reduzierte Fütterung zu Problemen mit dem Bewegungsapparat kam, basieren häufig auf einem zu hohen Calciumgehalt der Futterkomponenten, einem nicht ausreichend mitabgesenkten Calciumgehalt oder einem nicht ausreichenden Phytasezusatz.

Im Hinblick auf eine Senkung der Proteingehalte muss das Augenmerk verstärkt auf eine ausreichende Versorgung mit Aminosäuren und hier auf die pcv Aminosäuren gelegt werden. Der Einsatz freier Aminosäuren geht dabei mit stärkerer XP-Absenkung über das Lysin bis Threonin hinaus. Da in der ökologischen Tierhaltung der Einsatz von Phytase und freien Aminosäuren nicht gestattet ist, ist das Verfahren einer stark N-/P-reduzierten Fütterung hier nicht umsetzbar. Jedoch kann auch hier die Forderung nach einer Mehrphasenfütterung umgesetzt werden, wozu teilweise noch entsprechende technische Voraussetzungen zu schaffen sind. In der konventionellen Fütterung ist in diesem Zuge eine Absenkung des Anteils an Eiweißfuttermitteln

sowie an mineralischem P bei Einsatz von Mineralfutterkonzepten mit hochwertiger Aminosäure- und Phytaseausstattung umzusetzen. Hierzu sind die Verwendung mehrerer angepasster Mineralfutter oder Ergänzungen im Mastverlauf sowie der Einsatz kristalliner Aminosäuren und die Anpassung der Futterkurven notwendig. Ein hohes Einsparpotenzial liegt insbesondere in der Endmast. Über die Vermeidung von Futterverlusten lassen sich die Stallbilanzen ebenfalls positiv beeinflussen.

Darüber hinaus gibt es weitere Möglichkeiten, die Nährstoff- und Mineralstoffverdaulichkeit zu verbessern und den Futteraufwand zu reduzieren. Dazu zählen der Einsatz von Enzymen sowie die hydrothermische Behandlung von Futtermitteln oder Fermentationskonzepte. Auch ein gesunder Darm führt dazu, dass Inhaltsstoffe des Futters besser verdaut werden, weshalb die Versorgung mit Faserbestandteilen eine immer größere Rolle spielt. Der damit verbundene reduzierte Futteraufwand kann sich in den Stallbilanzen positiv niederschlagen, eine pauschale Anrechnung für die Wirksamkeit ist jedoch nicht vorgesehen. Auch die äußeren Bedingungen in Haltung, Fütterung und Tiergesundheit müssen stimmen, da z.B. Hygiene und der Gesundheitsstatus den Futteraufwand beeinflussen.

Im Rahmen der DLG-Standardfütterungsverfahren sowie im Stallbilanzierungsprogramm nach TA Luft erscheinen Ergänzungen und Anpassungen, z.B. für Betriebe mit höherer Leistung und verkürzter Servicezeit, notwendig. Nebenprodukte sollten bezüglich der P-Salden eine andere Berücksichtigung erfahren.

Literaturquellen

Beckmüller, E., Kluess, J., Hüther, L., Kersten, S., Kölln, M., Visscher, C., Dänicke, S., Grümpel-Schlüter, A. (2024). Influences of dietary-reduced nitrogen (N) and phosphorus (P) on chemical body composition, N and P retention and health traits of contemporary barrows. *Archives of Animal Nutrition*, 78(1), 78–94. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2024.2321709>

DLG (2014): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. Band 199, DLG-Verlag, Frankfurt am Main

DLG (2019): Merkblatt 418 - Leitfaden zur nachvollziehbaren Umsetzung stark N-/P-reduzierter Fütterungsverfahren bei Schweinen, DLG-Verlag, Frankfurt am Main

DLG (2024): DLG Kompakt Nr. 3/2024, Stallsaldierung leicht gemacht. Nährstoffangepasste Fütterung bei Schwein und Geflügel plausibilisieren.

Dusel, G., J. Trautwein, J.K. Htoo (2014): Effekt von rohproteinreduzierten Rationen auf Mast- und Schlachtleistungsparameter bei Mastschweinen. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 01./02.04.2014, S. 154-156

Dusel, G., K. Schuh, J. Trautwein, D. Feuerstein (2022): Reduzierung der N/P-Ausscheidung durch den Einsatz von Enzymen. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 03.-04.05.2022, S. 204-208

GfE (2006): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. 2. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main

Krieg J., Stalljohann G., Oster M., Pfuhl R., Reckels B., Preissinger W., Weber M., Meyer A., Feuerstein D., Schneider S. (2023): Stepwise Reduction of Dietary Phosphorus in Diets for Piglets and Fattening Pigs of Different Genetic Origin Housed under Various Station Environments-A Ringtest. *Animals (Basel)*. 2023 May 26;13(11):1774. doi: 10.3390/ani13111774 . PMID: 37889737 ; PMCID: PMC10251985.

Meyer, A. und W. Voigt (2015): Stark proteinreduzierte Fütterung in der Endmast. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 14.-15.04.2015, S. 205-207

- Meyer, A. und W. Voigt (2016): Wie stark kann die Proteinversorgung in der Endmast reduziert werden? Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 12.-13.04.2016, S. 172-174
- Meyer, A. und W. Voigt (2017): Welche Leistungen sind mit einer stark N-/P-reduzierten Mastschweinefütterung nach DLG-Vorgaben erzielbar? Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 21.-22.03.2017, S. 153-154
- Meyer, A. und W. Voigt (2018a): Mastfutter mit 12 % Rohprotein ab 80 kg Lebendgewicht. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 10.-11.04.2018, S. 146-148
- Meyer, A. und W. Voigt (2018b): Ab 100 kg ohne Eiweißfutter? Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 10.-11.04.2018, S. 144-148
- Meyer, A. und W. Voigt (2018c): Starke Phosphorreduzierung in der Schweinemast. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 10.-11.04.2018, S. 153-155
- Meyer, A. und W. Voigt (2019a): Welche Leistungen sind mit einer sehr stark N-/P-reduzierten Mastschweinefütterung nach DLG-Vorgaben zu erzielen? Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 02.-03.04.2019, S. 181-182
- Meyer, A. und W. Voigt (2019b): Mastleistungen bei extrem niedrigen Nährstoffgehalten. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 02.-03.04.2019, S. 183-186
- Meyer, A. und W. Voigt (2021): Geringere Aminosäuregehalte bei gleichzeitig sehr starker Proteinreduzierung in der Endmast. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 27.-28.04.2021 S. 136-138
- Meyer A. (2022): Web-Seminar Futterinhaltsstoffe im Wandel der Zeit und die Konsequenzen, VILOFOSS® Fachgespräch 24.11.2022, <https://www.vilofoss.com/de/Unser-Wissen/Vortragsreihe/2022-12-Webinare-Schweine-online>
- Nethe, L., S. Patzelt, C. Norda, D. Feuerstein, G. Stalljohann, B. Walgern, H. Tönhardt (2013): Einfluss abgesenkter Phosphorgehalte in der Ferkelaufzucht und Mast auf Leistung und Knochenparameter bei Mastschweinen. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 09.-10.04.2013, S. 130-134
- Nüsslein, A., W. Preißinger, L. Durst, G. Propstmeier, S. Scherb (2018): Unterschiedliche Gehalte an mineralischem Phosphor für Schweine – Auswirkungen auf zootechnische Parameter, Knochenzusammensetzung und Exterieur. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 10.-11.04.2018, S. 149-152
- Oster, M., B. Reckels, G. Stalljohann, J. Krieg, R. Pfuhl, K. Wimmers, C. Visscher, A. Meyer, W. Preissinger, S. Schneider, M. Weber (2021): P-Ringversuch - begleitende Gewebeuntersuchungen an Schlachtschweinen mit unterschiedlicher Phosphor-Versorgung, Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 27.-28.04.2021, S. 159-163
- Osterburg (2020): Umweltpolitische Anforderungen an Fütterung und Nährstoffausscheidungen. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 29.-30.09.2020, Soest, S.142
- Preissinger, W. Propstmeier, g., Scherb, S., Htoo, J, Müller, M. (2018): Minimierung des Sojaeinsatzes in der Mast von Schweinen. https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ite/dateien/157718_versuchsbericht.pdf
- Preissinger, W. (2024): Adapted feeding: Input-Output von Stickstoff und Phosphor am Ausbildungs- und Versuchszentrum des Staatsguts Schwarzenau. Projektinformation. <https://www.lfl.bayern.de/ite/schwein/254543/index.php>
- Preissinger, W., F. Ahrens, S. Scherb (2024a): Endmastfutter von Schweinen ohne Eiweißkomponente. https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ite/dateien/s169__versuchsbericht_sojaered_beitrag_359445.pdf

Preissinger, W., S. Scherb, G. Propstmeier (2024b): Sehr stark stickstoff- und phosphorreduzierte Fütterung von Zuchtsauen – Ergebnisse aus einem Langzeitversuch.

<https://www.proteinmarkt.de/aktuelles/details/news/sehr-stark-stickstoff-und-phosphorreduzierte-fuetterung-von-zuchtsauen-ergebnisse-aus-einem-langzeitversuch-1>

Puntigam, R., E.-M. Brunlehner, J. Kraft, S. Schneider (2022): Das operative Rahmenziel - die praktische Umsetzung der nährstoffangepassten Mastschweinefütterung in Bayern. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 03.-04.05.2022 S. 198-203

Puntigam, R., J. Slama, S. Hörtenhuber, W. Wetscherek (2024): Die Reduktion an Sojaextraktionsschrot in der Schweinemast: Ein wertvoller Beitrag zum Umwelt- und Ressourcenschutz. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 23.-24.04.2024 S. 137-140

Rieger, H., Ratert, C., Wendt, M., Schwennen, C., Kamphues, J. (2021): Comparative study on the chemical composition of different bones/parts of bones in growing pigs differently supplied with inorganic phosphorus and phytase. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 105 (Suppl.2): 106-118, <https://doi.org/10.1111/jpn.13636>

Schneider, S. (2020): Umsetzung der N- und P-reduzierten Beratungskonzepte. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 29.-30.09.2020, Soest, S. 147-151

Schneider, S., E.-M. Brunlehner, H. Spiekers (2021): Nährstoffkreislauf in Schweinebetrieben: Ergebnisse und gesamtbetriebliche Beratungsansätze aus dem Verbundprojekt "demonstration farms". Züchtungskunde, 93, (1), S. 19-41, ISSN 0044-5401

Schulz, J., J. Kästner, B. Dosch, M.R. Wilkens (2024): Nitrogen and phosphorus reduced feeding of fattening pigs – bone parameters of animals from three different farms. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 33 (2024), 95

SKBR (2024): Ergebnisse BZA Mast 01.01.2023-31.12.2023, SKBR-Rundschreiben Januar/Februar/März 2024

Stalljohann, G., R. Schulte-Sutrum, V. Rist (2015): Fütterungsstrategien für säugende Sauen zur Verbesserung von Kondition und Leistung – bei verringerten Sojaschrotanteilen in Futtermischungen. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 14.-15.04.2015, S. 193-196

Stalljohann, G., F. Austermann, T. Scholz, C. Norda, L. Bütfering, H. Cielejewski, J. Bunge (2019): Mastschweinefütterung mit extrem niedrigen Eiweißgehalten. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Soest, 02.-03.04.2019, S. 187-191

Stalljohann, G., T. Scholz, C. Norda, H. Cielejewski (2020): Biologische Leistungen sowie N- und P-Anfall bei stark bzw. sehr stark N-/P-reduzierter Fütterung von Schweinen unterschiedlichen Geschlechts und mit Improvac geimpften Tieren, Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Soest, 29.-30.09.2020, S. 172-180

Stalljohann, G., J. Krieg, A. Meyer, W. Preissinger, S. Schneider, M. Weber (2021): Bundesweiter P-Ringversuch - Einfluss einer P-reduzierten Fütterung bei gleichzeitiger Phytasesupplementierung in der Ferkelaufzucht und Schweinemast. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 27.-28.04.2021 S. 154-158

Umweltbundesamt (2024): Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhausgas-Emissionen. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/beitrag-der-landwirtschaft-zu-den-treibhausgas#klimagase-aus-der-viehhaltung>

Voigt, W. und A. Meyer (2024): Wieviel Gülle produzieren Mastschweine? Proteinmarkt. <https://www.proteinmarkt.de/aktuelles/fachbeitrag/details/news/wie-viel-guelle-produzieren-mastschweine>

VzF (2019): Spezialberatung Schwein und Rind, Ergebnisse und Auswertungen 2019, Untersuchungen der Getreideproben, S. 40-43

https://www.vzf-gmbh.de/images/download/010_jahresbericht/VzF_Jahresbericht_2019.pdf

Weber, M. und M. Müller (2015): Optimierung der Eiweißversorgung von Mastschweinen. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 14.-15.04.2015, S. 201-204

Weber, M. und M. Müller (2016): Einfluss einer Rohprotein- und Phosphorreduzierung im Futter auf die Mast- und Schlachtleistung. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 12.-13.04.2016, S. 168-171

Wendland, M. und S. Schneider (2018): Nährstoffkreisläufe in tierhaltenden Betrieben, 100 Jahre Kompetenzzentrum für Nutztiere Grub, www.lfl.bayern.de

Windisch, W. (2024): Landwirtschaftliche Nutztierhaltung heute und morgen – grundsätzliche Entwicklungen. 29. Hülseberger Gespräche

Zornbach, W. (2018): Deutsches Klimaschutzgesetz- Konsequenzen für die Landwirtschaft, BMEL, https://www.lwk-niedersachsen.de/lwk/news/34509_Fachtagung_Klimaschutz_Was_kann_die_Landwirtschaft_tun

ABSCHLUSSBERICHT

Überprüfung eines Optimierungspotenzials in der Schweinefütterung zur Verbesserung der Ressourcenschonung und der Effizienz des Futtermiteinsatzes

Umsetzung der stark N-/P-reduzierten Fütterung in MV



IMPRESSUM

Titel

Überprüfung eines Optimierungspotenzials in der Schweinefütterung zur Verbesserung der Ressourcenschonung und der Effizienz des Futtermitelesinsatzes - Umsetzung der stark N-/P-reduzierten Fütterung in MV

Forschungs-Nr.

1/44

Berichtszeitraum

2021-2024

Herausgeber

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern

Dorfplatz 1/OT Gülzow • 18276 Gülzow-Prüzen

Telefon: 0385/588 60-001

Fax: 0385/588 60-011

poststelle@lfa.mvnet.de

www.lfamv.de

Autoren

Dr. Antje Priepke • 0385-588-60327

Titelfoto

Dr. Antje Priepke

Dummerstorf, 29.11.2024

INHALT

1	Zusammenfassung	5
2	Einleitung	5
3	Aufgabenstellung.....	7
4	Bisherige Untersuchungen zur stark bis sehr stark N-/P-reduzierten Fütterung.....	7
5	Erhebungen in MV	11
5.1	Stoffstrombilanzen	11
5.2	Stallbilanzen.....	11
6	Schlussfolgerungen.....	17

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Unterstellte Nährstoffgehalte im Futter bei einer unterschiedlich stark N-/P-reduzierten Fütterung von Schweinen (je kg Futter, 88 % TS, DLG-Merkblatt 418, 2019)	12
Tabelle 2:	Anzahl ausgewerteter Stallbilanzen und durchschnittlicher mittlerer Jahresbestand	13

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Stallsaldierung für die TA Luft mit dem LfL-Programm	12
Abbildung 2:	Einhaltung der DLG-Vorgaben für eine stark N-/P-reduzierte Fütterung (%) ...	13
Abbildung 3:	P-Gehalt verschiedener Futtermittel nach DLG-Futterwerttabelle (g/kg TM) ..	15
Abbildung 4:	Einhaltung der maximal zulässigen N- und P-Ausscheidungen nach TA Luft (%)	16

VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN

a	Jahr (annus)
BVT	Beste verfügbare Techniken
Ca	Kalzium
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
EM	Endmast
FAZ	Ferkelaufzucht
GfE	Gesellschaft für Ernährungsphysiologie
GVE	Großvieheinheit
ha	Hektar
Hef-Faktor	Human-edible fraction (potenziell vom Menschen verzehrbarer Anteil)
JS	Jungsau
kg	Kilogramm
KG	Kontrollgruppe
l	Liter
LF	Landwirtschaftlich genutzte Fläche
LfL	Landesanstalt für Landwirtschaft Bayern
LM	Lebendmasse
mg	Milligramm
MM	Mittelmast
MV	Mecklenburg-Vorpommern
N	Stickstoff
N ₂ O	Distickstoffmonoxid (Lachgas)
NEC-RL	National Emission Ceilings Directive (RL über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe; Nationales Luftreinhalteprogramm)
NH ₃	Ammoniak
pcv	praecaecal verdaulich (dünndarmverdaulich)
P	Phosphor
P ₂ O ₅	Phosphat (Phosphorpentoxid)
RAM	Ursprünglich: rohprotein- und phosphorarmes Mastfutter, früheres N-/P-reduziertes Fut- terkonzept aus NI
RL	Richtlinie
t	Tonnen
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
THG	Treibhausgas
TM	Trockenmasse
TZ	Tageszunahme
VFT	Verein Futtermitteltest e.V.
VG	Versuchsgruppe
VO	Verordnung
VM	Vormast
XP	Rohprotein

1 Zusammenfassung

Die stark N-/P-reduzierte Schweinefütterung ist vor dem Hintergrund einer sich immer mehr verschärfenden Umwelt- und Düngegesetzgebung ein wichtiger Ansatzpunkt zur Reduzierung der N- und P-Belastung der Umwelt. Im Rahmen der TA Luft gilt sie als neuer Standard. Ihre Umsetzbarkeit wurde in zahlreichen Fütterungsversuchen bestätigt. Eine Auswertung von 154 Stallbilanzen aus den Jahren 2021 - 2023 hat jedoch gezeigt, dass sich die stark N-/P-reduzierte Schweinefütterung in MV noch nicht als Standardverfahren etabliert hat. Besonders deutlich wird das Problem beim Phosphor und hier häufig bei hohen Anteilen an Nebenprodukten. Der Rationsgestaltung muss daher in Zukunft mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden. Mehr Phasen mit angepassten Mineralfuttermitteln, Nutzung von freien Aminosäuren und eine Rationsoptimierung auf Basis aktueller Futteranalysen sowie der praecaecal verdaulichen Aminosäuren und des verdaulichen Phosphors können hier einen Beitrag leisten. Zudem sollten Nebenprodukte, die im Sinne geringer hef-Werte erwünscht sind, im Rahmen der Bilanzierung eine andere Bewertung erfahren. Es zeigte sich aber auch, dass die im Rahmen der Stallbilanzierung angewandten Standards bei schnelleren Wachstumsprozessen und kürzeren Servicezeiten zu Überschreitungen der maximal zulässigen Ausscheidungswerte führen können. Hier scheinen Anpassungen der Bewertungsmaßstäbe notwendig.

2 Einleitung

Kulturpflanzen benötigen für hohe Erträge und eine gute Qualität ausreichend Nährstoffe, welche in Form von mineralischen und organischen Düngern dem Boden zugefügt werden. Eine besondere Bedeutung haben hier die Nährstoffe Stickstoff (N) und Phosphor (P). Ein Zuviel dieser Nährstoffe ist jedoch zu vermeiden, da dies zu zahlreichen negativen Wirkungen auf die Umwelt führt. So ist eine übermäßige Phosphat-Düngung v. a. für Oberflächengewässer problematisch, weil Phosphat-Einträge zur Eutrophierung von Bächen, Flüssen und Seen führen. Da Phosphor (P) global gesehen ein knapper, für die Landwirtschaft essenzieller Rohstoff ist, ist die sparsame Verwendung von P auch aus Gründen der Ressourceneffizienz notwendig. Auch N-Überschüsse belasten Gewässer, minimieren die Artenvielfalt und beeinträchtigen die Qualität des Grundwassers. Zudem ist das Klima betroffen: hohe Ammoniakemissionen beeinträchtigen nicht nur die Luftqualität, sondern mit der Freisetzung von Lachgas aus N-Überschüssen entweicht ein Treibhausgas in die Atmosphäre, das deutlich klimawirksamer als CO₂ ist. Im Jahr 2023 war laut UMWELTBUNDESAMT (2024) die Landwirtschaft für schätzungsweise 7,7 % der gesamten Treibhausgasemissionen in Deutschland verantwortlich (CO₂, N₂O, CH₄). Die Lachgas- und Methan-Emissionen in Deutschland stammten im Jahr 2022 jedoch zum überwiegenden Teil (67 bzw. 76 %) aus der Landwirtschaft. Laut Klimaschutzplan 2050 soll die Landwirtschaft bis 2030 gegenüber 2014 jährlich 11 - 14 Millionen t CO₂-Äquivalente einsparen (ZORNBACH, 2018). Deshalb müssen neben Methanemissionen auch Stickstoffüberschüsse, Nitratauswaschungen und Ammoniakausgasung so niedrig wie möglich gehalten werden.

Der Druck steigt durch die sich verschärfende Umwelt- und Düngegesetzgebung. Durch die europäische und deutsche Umweltpolitik wurden in den letzten Jahren umfangreiche Ziele und Maßnahmen zur Reduzierung von N- und P-Belastungen der Umwelt festgelegt. Zu nennen sind die Bereiche Wasserschutz (Nitrat-RL, Wasserrahmen-RL, Meeresstrategie-Rahmen-RL; Reduzierung N- und P-Einträge), die Luftreinhaltung (NEC-RL, Reduzierung NH₃-Emissionen), Klimaschutz (Minderung THG-Emissionen) und Biodiversität (Verringerung N-Überschüsse) (OSTERBURG, 2020). Allein zur Stickstoffproblematik wurden in der neuen Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie von 2016 verschiedene Ziele und Indikatoren definiert: Verringerung der N-Überschüsse der Gesamtbilanz auf 70 kg/ha LF im Mittel für die Jahre 2028-2032, Reduzierung der Emissionen von Luftschadstoffen (Reduzierung der Indizes für fünf Luftschadstoffe, u.a. NH₃, um 45 % bis 2030 ausgehend von 2005), Einhaltung des Schwellenwertes von 50 mg/l Nitrat im Grundwasser an allen Messstellen, Begrenzung der Nährstoffeinträge in Küsten- und Meeresgewässer und Schutz vor Eutrophierung der Ökosysteme.

Die Landwirtschaft steht damit bis 2030 in verschiedenen umweltpolitischen Handlungsfeldern vor enormen Herausforderungen. Zahlreiche Landwirte sehen sich in ihrer Existenz gefährdet, beispielsweise durch die Ausweisung der „roten Gebiete“ (SCHNEIDER, 2020). So stieg mit der Neuausweisung der „roten Gebiete“ (Düngelandsverordnung MV, 2023) in MV die Gesamtfläche auf 429.218 ha, einem Anstieg von 13,5 auf 32,0 %. OSTERBURG (2020) betont, dass die deutsche Landwirtschaft mit hohen Produktivitäten seit 1990 kontinuierlich die N-Ausnutzung verbessert und THG-Emissionen vermindert hat, wobei im Bereich der NH_3 -Emissionen neue Emissionsquellen dazu gekommen sind (pflanzliche Gärreste, die jetzt anzurechnen sind). Dennoch bestehe bis 2030 ein erheblicher Minderungsbedarf. Die Nährstoffausscheidungen in der Nutztierhaltung sind dabei die Ansatzstelle für die Reduzierung von N- und P-Belastungen der Umwelt. Sie werden über verschiedene Gesetze und Verordnungen (VO) reglementiert. Dabei nimmt der Gesetzgeber immer stärker Einfluss unmittelbar auf die Fütterung, da die Nährstoffausscheidungen und damit auch die Fütterung eine wichtige Ansatzstelle zur Verringerung der N- und P-Belastungen der Umwelt sind. Als Wichtigste sind zu nennen die Dünge-VO (DüV), die Stoffstrombilanz-VO sowie die TA Luft.

Eine Erläuterung zur Bedeutung der Fütterung in der DüV findet sich bei OSTERBURG (2020) und SCHNEIDER (2020). Die DüV (2020) begrenzt die N-Düngung in der Landwirtschaft v.a. über verbindliche Vorgaben zur Düngplanung und Aufzeichnungen zur tatsächlichen Düngung, eine höhere Anrechnung von N aus flüssigem Wirtschaftsdünger, der Reduzierung der erlaubten N-Düngung um 20 % unter ermittelten Bedarf in ausgewiesenen nitratbelasteten Gebieten und der begrenzten Ausbringung von organischem und organisch-mineralischem N-Dünger auf 170 kg N/ha. Auch wenn mit Anpassung der DüV vom Mai 2020 der Nährstoffvergleich und dessen Bewertung durch den Kontrollwert (Flächenbilanz für N und P) entfiel, blieb die Obergrenze von 170 kg N/ha/Jahr erhalten. Zur Ableitung des rechnerischen Nährstoffanfalls und des somit notwendigen Flächenbedarfs zur Einhaltung der 170 kg-Regelung aus Wirtschaftsdünger werden schweinehaltende Betriebe nach biologischer Leistung und dem verwendeten Fütterungsverfahren (DLG 2014: Standard, N-/P-reduziert, stark N-/P-reduziert) kategorisiert (SCHNEIDER, 2020). Die Erstellung einer Stoffstrombilanz war gemäß der Stoffstrombilanz-VO für einige Betriebe bereits seit Januar 2018 verpflichtend, seit 2023 nahezu für alle Betriebe (> 20 ha oder > 50 GVE/Betrieb oder kleiner bei Zuführung betriebsfremder Wirtschaftsdünger bzw. Betriebe mit Biogasanlage bei Aufnahme von betriebsfremden Wirtschaftsdüngern). Ziel ist es, Nährstoffflüsse in landwirtschaftlichen Betrieben transparent und überprüfbar abzubilden. OSTERBURG (2020) führt aus, dass der zulässige, aber auch immer wieder als zu hoch diskutierte Bilanzwert von 175 kg N/ha und Jahr für die meisten Betriebe gut einzuhalten sei, es jedoch bei hoher Viehdichte und Betrieben ohne Fläche problematisch werden könne. Für Deutschland wurde durch die deutsche Nachhaltigkeitsstrategie (2016) ein Zielwert von 70 kg N/ha*a für das gleitende 5-Jahresmittel von 2028-2032 verankert. Daher werden derzeit eine Verschärfung der Stoffstrombilanz, gleichzeitig aber auch die Abschaffung als Beitrag zum Bürokratieabbau diskutiert. Jedoch ist davon auszugehen, dass es auch weiterhin eine Form der betrieblichen Nährstoffbilanzierung geben wird. Das Thema Futter und Fütterung wird dabei im Fokus bleiben, da jeglicher Futterzukauf den N- bzw. P-Saldo des Betriebes direkt erhöht.

Auch die Novelle der TA Luft, die nach vielen Jahren der Diskussion und Überarbeitung am 01.12.2021 in Kraft trat, ist mit höheren Auflagen beim Emissionsschutz verbunden. Die BVT-Anforderungen (beste verfügbare Techniken zur Begrenzung der Nährstoffausscheidungen) gelten für alle nach BImSchG genehmigungspflichtigen Anlagen (G- oder V-Anlagen). Dazu zählen z.B. Schweineanlagen mit > 1.500 Mastplätzen. Die enthaltenen naturschutzrechtlichen Anforderungen sind darüber hinaus auch für nach Baurecht genehmigungspflichtige Anlagen zu prüfen und einzuhalten. Neben baulichen Anforderungen an Stallgebäude und Lagerstätten für Wirtschaftsdünger sind technische Maßnahmen (z.B. Kot-Harn-Trennung, Kühlung oder Ansäuerung von Gülle oder Filteranlagen) sowie nährstoffreduzierte Fütterungsverfahren verankert und werden gleichwertig zur Emissionsminderung angesehen (SCHNEIDER, 2020). Dabei hat der Gesetzgeber für Sauen, Ferkel und Mastschweine die Eckwerte des DLG-Fütterungsverfahrens „stark N-/P-reduziert“ als neuen Standard und Obergrenze für die N- und P-Ausscheidungen definiert (Tabelle 1), womit wiederum

unmittelbar Einfluss auf die Fütterung genommen wird. Für Jungsauen und Zuchteber ist eine N-/P-reduzierte Fütterung vorgeschrieben.

3 Aufgabenstellung

In vielen Praxisbetrieben in MV gibt es nach wie vor große Vorbehalte gegenüber den Vorgaben zur stark N-/P-reduzierten Fütterung. Andere sind überzeugt, schon immer (stark) N-/P-reduziert zu füttern. Dabei gab es für MV bisher keine Übersicht über den Status Quo der betrieblichen Nährstoffsalden bzw. der Umsetzung einer stark N- und P-reduzierten Fütterung in der Schweinehaltung. In der vorliegenden Arbeit sollte daher anhand einer Literaturschau geprüft werden, wo die Grenzen einer N-/P-Reduzierung liegen. Zudem sollte erarbeitet werden, in welchem Umfang die stark N-/P-reduzierte Fütterung in MV bereits umgesetzt wurde und wo noch Reserven liegen.

4 Bisherige Untersuchungen zur stark bis sehr stark N-/P-reduzierten Fütterung

Die Reduzierung der N- und P-Ausscheidungen über eine angepasste Fütterung ist seit längerem ein Thema in der Schweinefütterung. So beinhaltete das LfL- Projekt "demonstration farms" (2017-2021) eine gesamtbetriebliche Betrachtung einer nährstoffangepassten Schweinefütterung. Bei Auswertung der Stoffstrombilanzen zeigte sich, dass mit 56 % die Fütterung für den größten Anteil des N-Inputs verantwortlich war. Am Ende des Projektes konnte der N-Überschuss der beteiligten Projektbetriebe um 21 kg (17 %) auf durchschnittlich 106 kg N pro Hektar gesenkt werden (SCHNEIDER et al., 2021). Im Folgeprojekt "Operatives Rahmenziel – Praktische Umsetzung einer nährstoffangepassten Fütterung in Bayern" ist es gelungen, den Gehalt an Rohprotein (XP) in den mittleren Mastmischungen der beteiligten Betriebe von 167 g/kg (2015) auf 149 g/kg (2023) zu reduzieren, was einer Ersparnis von 11 % XP bzw. ca. 17 % N-Emissionen entspricht. Beim P wurde eine Absenkung von 4,82 auf 4,26 g/kg Futter erreicht - eine Einsparung von 12 %. Trotz der Absenkung war die Mast- und Schlachtleistung nicht negativ beeinflusst. Es wurde festgehalten, dass eine N-/P-Reduzierung auch in der Praxis und nicht nur im Versuch funktioniert (PUNTIGAM et al., 2022).

Im ebenfalls bayerischen Projekt „Adapted feeding“ (2020 bis 2024) wurde sämtlicher In- und Output an Stickstoff und Phosphor am Beispiel des Ausbildungs- und Versuchszentrums des Staatsguts Schwarzenau erfasst und mit neuesten Methoden analysiert (PREISSINGER, 2024). Es wurde festgestellt, dass sich durch eine nährstoffangepasste Fütterung der Gehalt von Stickstoff und Phosphor in der Gülle von Mastschweinen deutlich reduzieren lässt. Im Vergleich zu einem exakt zehn Jahre zuvor durchgeführten Projekt in Schwarzenau hat sich in der Gülle von Mastschweinen der Gehalt von Stickstoff um fast 30 %, von Ammoniumstickstoff um knapp 40 % und von Phosphor um rund 20 % verringert. Während vor rund zehn Jahren die Gülle von Mastschweinen im Mittel 5,8 kg Gesamtstickstoff, 4,7 kg Ammoniumstickstoff und 2,7 kg Phosphat pro Kubikmeter aufwies, waren es im Projektzeitraum nur noch 4,2 kg Gesamtstickstoff, 2,9 kg Ammoniumstickstoff und 2,2 kg Phosphat. Seit Ende 2018 wird in Schwarzenau eine sehr stark stickstoff- und phosphorreduzierte Fütterung umgesetzt. Dabei zeigten sich durch die Nährstoffanpassung keine negativen Wirkungen auf die Leistungen der Mastschweine, im Gegenteil, die nährstoffangepasste Fütterungsstrategie konnte dem züchterischen Fortschritt standhalten.

Darüber hinaus liegen Ergebnisse aus zahlreichen Fütterungsversuchen zur N- und P-reduzierten Fütterung von Schweinen vor. WEBER und MÜLLER (2015) untersuchten u.a. eine Proteinreduzierung auf 15,6 % (Anfangsmast) bzw. 14,8 % (Endmast ab 70 kg) bei Aminosäureausgleich bis zum Valin. Diese hatte keinen Einfluss auf die Mast- und Schlachtleistung, die N-Ausscheidung war um 14 % reduziert. Gleichzeitig wurden 42 % Sojaextraktionsschrot eingespart und durch geringere Futterkosten die Erlöse je Mastschwein verbessert.

In einem Folgeversuch wurde vergleichend zu den DLG-Standardempfehlungen eine stärkere Rohproteinreduzierung (15,4/13,4/11,3 % in der Vor-/Mittel-/Endmast ab 25/60/90 kg) bei gleichzeitig sehr starker P-Reduzierung (0,43/0,39/0,36 % ohne mineralischem Zusatz ab der Mittelmast) geprüft (WEBER und MÜLLER, 2016). Auch hier kam es bei den Leistungsparametern zu keinen Einbußen. Dagegen konnten die Ausscheidungen um 30 % (N) bzw. 35 % (P) gesenkt werden, zudem wurden 65 % des Sojaextraktionsschrotes eingespart.

DUSEL et al. (2014) untersuchten in der Schweinemast fünf Varianten einer vierphasigen Fütterung mit unterschiedlich starken Absenkungen an XP bei Aminosäureausgleich und Rationskalkulation auf Basis der standardisiert verdaulichen Aminosäuren. Selbst bei der stärksten Absenkung auf 16,9 % (VM) - 12,4 % (EM) wurden keine Auswirkungen auf die Mast- und Schlachtleistung sowie auf die N-Retention ermittelt, dafür konnte eine deutlich reduzierte N-Ausscheidung nachgewiesen werden. Der Einfluss einer N- und P-reduzierten Fütterung auf die N- und P-Retention sowie die chemische Körperzusammensetzung wurde zudem von BECKMÜLLER et al. (2024) untersucht. Auch hier konnten keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden.

MEYER und VOIGT (2015) untersuchten mittels einer 4phasigen Fütterung eine starke Reduzierung des Rohproteingehaltes auf 12,0 % ab 100 kg bei Aminosäureausgleich bis zum Valin. Dabei wurde bis auf eine reduzierte Schlachtausbeute kein Einfluss auf die Mast- und Schlachtleistung festgestellt, dagegen waren die N- und P_2O_5 -Ausscheidungen um 10 bzw. 6 % reduziert. Die Futterkosten stiegen nur unwesentlich. Im Folgejahr wurden Ergebnisse zu einer weiteren Rohproteinreduzierung ab 90 kg bei Verzicht auf Sojaextraktionsschrot vorgestellt (MEYER und VOIGT, 2016). Hier zeigten sich weder Unterschiede bei den Tageszunahmen, den Futteraufnahmen noch bei den Indexpunkten. Wird ab 90 kg der Proteingehalt auf 12 % gesenkt, gleichzeitig aber auch die Aminosäuren reduziert (0,75 % Lysin statt 0,90 % bei entsprechender Reduzierung der weiteren Aminosäure), können gleiche Mastleistungen, auch in der Endmast, erzielt werden (MEYER und VOIGT, 2021). Lediglich im Fleischmaß gab es Einbußen.

Bei einer noch früheren XP-Reduzierung sah dies anders aus: bei Einstellung des Rohproteingehaltes auf 12 % bereits ab 80 kg reagierten die Schweine zwar nicht mit verminderten Tageszunahmen, aber mit einem höheren Futteraufwand, d.h. die Tiere haben mehr gefressen (MEYER und VOIGT 2018a). Gleiches galt für einen Versuch mit einer Rohproteinreduzierung auf 11 % ab 100 kg bei vollständigem Verzicht auf Eiweißfuttermittel in der Endmast und gleichzeitiger P-Reduzierung (MEYER und VOIGT, 2018b). Einen vollständigen Verzicht auf Eiweißfuttermittel in der Endmast ab 100 kg untersuchten zudem PREISSINGER et al. (2024a), wobei hier vergleichend eine Endmastvariante ab 90 kg mit einem Sojaextraktionsschrotanteil von 6 % geprüft wurde. Auch hier reagierten die Tiere mit einem erhöhten Futteraufwand, wodurch es trotz geringerer Mischfutterkosten zu höheren Futterkosten pro kg Zuwachs kam.

Ein Vergleich der DLG-Vorgaben (DLG, 2019) für eine stark bzw. sehr stark N-/P-reduzierte Fütterung -jeweils zu der früher in NI üblichen zweiphasigen N-/P-reduzierten RAM-Fütterung - wurde durch MEYER und VOIGT vorgenommen (2017 und 2019a). Bei der stark N-/P-reduzierten Fütterung konnten vergleichend zur RAM-Fütterung zwar gleiche Tageszunahmen erzielt werden, jedoch war auch hier der Futteraufwand/kg Zuwachs aufgrund einer erhöhten Futteraufnahme signifikant erhöht, während die Schlachtkörperqualität nicht beeinflusst war. Auch bei der sehr stark N-/P-reduzierten war der Futteraufwand erhöht, hier bei gleicher Futteraufnahme, aber geringerer Zuwachsleistung. In beiden Versuchen wurde ein insgesamt sehr hohes Zunahmenniveau erreicht.

In Reaktion auf einzelne Praxiserprobungen mit „extremer“ XP-Reduktion, also unterhalb der Empfehlungen für eine stark N-/P-reduzierte Fütterung, stellten sich MEYER und VOIGT (2019b) die Frage, wo die Grenzen für eine N-/P-Reduzierung liegen. Mittels einer 2- bzw. 3-Phasenmast wurden extreme N-/P-Reduktionen im Vergleich zur stark N-/P-reduzierten Fütterung nach DLG (2019) untersucht. Dabei wurde in zwei Versuchsgruppen der N-/P-Gehalt entweder ab Mastbeginn oder ab 50 kg der N-/P-Gehalt auf Grundlage einer Firmenempfehlung extrem reduziert (KG 16,5/15,5/14,0 % XP und 0,45/0,42/0,42 % P; VG 1: 13,5/10,5 % XP,

0,32/0,29 % P; VG 2: 16,5/13,0/10,5 % XP, 0,45/0,35/0,30 % P). In allen Varianten wurde ein außerordentlich hohes Zunahmeniveau erreicht. Bei extremer Reduktion bereits ab Mastbeginn wurde eine geringere Mastleistung bei gleichzeitig verbesserter Schlachtausbeute erzielt. Die Indexpunkte/kg Schlachtkörper waren in beiden Versuchsgruppen tendenziell verringert. Es konnten enorme Einsparungen bei den N-/P-Ausscheidungen nachgewiesen werden (30 bzw. 24 % N, 53 bzw. 40 % P), jedoch waren die Futterkosten/kg Zuwachs deutlich erhöht. Der Versuch zeigte, dass es noch Reserven, aber auch Grenzen in der Nährstoffreduzierung gibt.

Auch von STALLJOHANN et al. (2019) wurde ein entsprechender Versuch mit extremer Nährstoffreduzierung unterhalb der DLG-Empfehlungen für eine sehr stark N-/P-reduzierte Fütterung durchgeführt (Teilprojekt I). Anders als in den Untersuchungen von MEYER und VOIGT (2019b) führte die Absenkung des XP-Gehalts auf 13,0 bzw. 10,5 % (ab 50 kg LM) bei fast vollständigem Sojaverzicht in der Endmast nicht zu einer Beeinflussung der Futteraufnahme, jedoch zu verminderten Zunahmen und schlechteren Schlachtkörperbewertungen.

Weitere Ergebnisse zu Fütterungsvarianten unterhalb der Empfehlungen für eine starke N-/P-Reduktion sind bei PREISSINGER et al. (2018) zu finden. Hier wurden vergleichend zu einer stark N-reduzierten Variante drei Versuchsgruppen getestet: sehr starke, extreme und maximale N-Reduktion. Die XP-Gehalte der Anfangs-, Mittelmast- und Endmastfutter (ab 30/60/90 kg) lagen hier bei 17/16/15 % (KG), 16/15/14 % (VG 1), 15/14/12 % (VG 2) bzw. 15/14/11 % (VG 3). Den Rationen wurden bis zu sieben Aminosäuren zugesetzt. In den VG 2 und 3 wurden gegenüber der KG signifikant verminderte Zuwachseleistungen ermittelt, wogegen die Schlachtleistung unbeeinflusst war. In der Endmast der VG 3 mit gänzlichem Verzicht auf Sojaextraktionschrot wurde eine signifikant verminderte Futteraufnahme festgestellt.

KRIEG et al. (2023) schlussfolgerten aus ihren Untersuchungen zur weiteren N-/P-Reduzierung unterhalb der Empfehlungen für eine sehr stark N-/P-reduzierte Fütterung ab 70 kg mit gezielter Aminosäureergänzung bis hin zum Histidin, dass v.a. der Zeitpunkt für eine stärkere N-Reduzierung in der Endmast entscheidend ist. In ihren Untersuchungen im Endmastbereich ab 70 kg wurde im Futter der Versuchsgruppe ein Rohproteingehalt von 11,5 % und ein P-Gehalt von 0,29 % realisiert, während für die Kontrollgruppe Gehalte von 13,1 % bzw. 0,38 % analysiert wurden. Der Sojaeinsatz wurde von 7,9 auf 2,1 kg minimiert. Es wurden bei keinem der Leistungsparameter signifikante Unterschiede ermittelt, jedoch waren die Indexpunkte erhöht, was zu einer Erhöhung der Schlachterlöse führte. Die höheren Futterkosten wurden beim Überschuss über die Futterkosten dadurch wieder ausgeglichen. Zudem konnte eine rechnerisch um 12,5 % reduzierte N-Ausscheidung abgeleitet werden, was sich aber nicht in den durchgeführten Abluftmessungen widerspiegelte. KRIEG et al. (2022) schlussfolgern, dass in Abhängigkeit vom Preis und der Verfügbarkeit der freien Aminosäuren dargestellte Versuchsmischungen auch in der Praxis durchsetzbar sind.

In Fortführung der Untersuchungen von STALLJOHANN et al. (2019, Teilprojekt I) wurde im Teilprojekt II (STALLJOHANN et al., 2020) zunächst eine stark bzw. sehr stark N-/P-reduzierte Mastschweinefütterung sowohl in Reihen- als auch in Gruppenaufstallung vergleichend untersucht. In beiden Varianten wurden keine Effekte auf die Mast- und Schlachtleistung ermittelt, wobei die Futterpreise in der stark N-/P-reduzierten Variante geringfügig höher ausfielen. Teilversuch III beinhaltete eine Untersuchung, in der vergleichend zu einer stark N-/P-reduzierten Fütterung im Endmastfutter der Versuchsgruppe ab 95 kg weitgehend auf Soja verzichtet wurde (3 statt 13 kg) und eine Ergänzung mit höheren Anteilen an freien Aminosäuren erfolgte. Dadurch wurde eine weitere N-Reduktion unterhalb der Vorgaben für „stark N-/P-reduziert“ nach DLG-Vorgabe erreicht. Auch die P-Gehalte lagen unterhalb der entsprechenden Werte. Die Mastleistung und der Futteraufwand waren in beiden Gruppen nahezu gleich, jedoch zeigten sich v.a. bei der Schlachtkörperbewertung der geprüften Eber tendenziell geringere Indexpunkte. Ob Eber grundsätzlich einen etwas höheren Lysinbedarf haben, konnte nicht beantwortet werden.

Auch zur alleinigen Phosphorreduzierung gab es gezielte Untersuchungen. NÜSSEIN et al. (2018) untersuchten die Reduzierung des mineralischen Phosphors im Mastverlauf. Während in der Kontrollgruppe durchgehend ein Mineralfutter mit einem P-Gehalt von 2,5 % eingesetzt wurde, wurde dieses in den Versuchsgruppen stufenweise durch ein Mineralfutter mit 0,1 % P ersetzt. Dadurch wurde der P-Gehalt von im Mittel 4,0 auf 3,3 g/kg reduziert. Die Reduktion des mineralischen P beeinflusste weder die Mast- noch die Schlachtleistung. Auch in der Fundamentbeurteilung sowie im Aschegehalt der Oberarmknochen zeigten sich keine Unterschiede. Es wurde geschlussfolgert, dass bei ausreichend hohem P-Gehalt im Getreide und Zulage von Phytase ab ca. 60 kg auf mineralischen P verzichtet werden kann. Der Einfluss einer deutlich geringeren P-Zufuhr wurde durch RIEGER et al. (2021) geprüft. Hier wurden Schweine der KG mit mineralischem Phosphor sowie Phytase versorgt, während in den beiden VG kein mineralischer Phosphor, in einem Fall jedoch Phytase zugefügt wurde. Der P-Gehalt der KG lag bei 0,48 und 0,42 %; in den VG bei 0,31 bzw. 0,27 % und somit unterhalb der Empfehlungen einer sehr stark reduzierten Fütterung. Ohne Ergänzung von mineralischem Phosphor wurde in allen untersuchten Knochen ein deutlich verringerter Rohaschegehalt ermittelt, v.a. wenn gleichzeitig auch der Phytasezusatz fehlte. SCHULZ et al. (2024) untersuchten Knochenparameter von Tieren aus drei Praxisbetrieben mit unterschiedlicher N- und P-Versorgung der Tiere. Die P-Gehalte der mittleren Mastmischungen lagen in den Betrieben bei 0,45, 0,43 bzw. 0,39 %. Die höchste Knochendichte wurde bei dem höchsten P-Gehalt in der Ration ermittelt. Im dem Betrieb mit geringster P-Zufuhr zeigte sich eine tendenziell geringere Knochendichte und der geringste Rohaschegehalt im Knochen, was eventuell im Zusammenhang mit einem unzureichend mitabgesenkten Calciumgehalt zu interpretieren ist.

MEYER und VOIGT (2018c) untersuchten mittels zweiphasiger RAM-Fütterung (Endmast ab 70 kg) eine sehr starke Phosphorreduktion unter erhöhter Phytasezulage. Die P-Gehalte lagen in der KG bei 0,50/0,45 %, in der VG waren sie auf 0,42/0,37 % reduziert. Im Vergleich zur KG wurden eine verminderte Lebendmassezunahme und ein erhöhter Futteraufwand ermittelt, die P-Ausscheidungen konnten jedoch um 24 % gesenkt werden. In einem früheren Versuch von NETHE et al. (2013) wurde der Einfluss eines sehr stark abgesenkten P-Gehaltes bei gleichzeitiger Verdopplung der Phytasesupplementierung in der Ferkelaufzucht und anschließenden Mast untersucht. Dabei wurden weder Unterschiede bei den Leistungsparametern noch in der Schlachtkörperbewertung festgestellt. Hinsichtlich des Knochenabbaumarkers β -Crosslaps wurde kein Unterschied ermittelt, die Bruchfestigkeit der Knochen war sogar tendenziell gesteigert. Auch in Untersuchungen von BECKMÜLLER et al. (2024) zum Einfluss einer stark N- und P-reduzierten Fütterung wurden bei reduzierten Gehalten weder Effekte auf die chemische Körperzusammensetzung noch auf die N- und P-Retention ermittelt (XP-Gehalt 168/157/138 g/kg vs. 144/127/114 g/kg; P-Gehalt 5,5/5,5/4,3 g/kg vs. 4,6/4,9/3,8 g/kg).

Aufgrund anhaltender Skepsis in der Praxis wurde ein bundesweiter Ringversuch mehrerer Landesanstalten und Landwirtschaftskammern mit unterschiedlicher P-Versorgung von Ferkeln und Mastschweinen durchgeführt (STALLJOHANN et al., 2021; KRIEG et al., 2023). Auch hier zeigte sich, dass eine stark P-reduzierte Fütterung unabhängig von Stall und Genetik umsetzbar ist und eine P-Versorgung über das Niveau einer sehr stark P-reduzierten Fütterung zu keiner Verbesserung der Leistung führt. Auch bei einer Absenkung des P-Gehalts auf ein Niveau unter der sehr stark P-reduzierten Fütterung (entsprechend der GfE-Vorgaben zur Versorgung mit verdaulichem P, GfE 2006) bei gleichzeitiger Phytasesupplementierung wurde eine ausreichende P-Versorgung der Tiere sichergestellt. Zudem konnte gezeigt werden, dass die P-Absenkung zu einer starken Reduktion der rechnerischen P-Ausscheidungen führt und bei entsprechender Phytasedosierung möglich ist. Die Befürchtung gesundheitlicher Probleme und unzureichender Knochenmineralisierung konnte durch ergänzende Untersuchungen von OSTER et al. (2021) ausgeräumt werden.

Die Möglichkeit der Reduzierung der N-/P-Ausscheidungen durch den Einsatz von Enzymen wurde zudem durch DUSEL et al. (2022) aufgezeigt. Anhand von einer Studie zum Einsatz von Phytase (1000 FTU Natuphos E/kg) im Vergleich zur DLG-Standardfütterung oder einer N/P-reduzierten Variante konnte gezeigt werden, dass sich durch die Phytase-Supplementierung die Zunahmen sowohl in der Ferkelaufzucht als auch in der

Mast signifikant verbesserten. Die höchste Futteraufnahme und Zunahme wurde beim Phytasezusatz in Kombination mit einer organischen Säure (partiell gepufferte Ameisensäure) ermittelt. Durch die Phytasezulage wurde die P-Ausscheidung erwartungsgemäß reduziert: in der Ferkelaufzucht bis zu 62 %, in der Mast bis zu 38 %.

Weniger Untersuchungen gibt es bisher zur N- und P-Reduzierung in der Fütterung von Sauen. Fütterungsstrategien für säugende Sauen mit reduziertem Sojaanteil (10 statt 18 %) und XP-Gehalt (13,6 statt 16,5 %) wurden von STALLJOHANN et al. (2015) geprüft. Unter Zulage von freien Aminosäuren war eine entsprechende Absenkung ohne Leistungseinbußen möglich. Jüngste Untersuchungen zu tragenden und laktierenden Sauen zeigen, dass sogar eine sehr stark stickstoff- und phosphorreduzierte Fütterung keine Nachteile hat. Die Geburtsgewichte der Ferkel sowie Anzahl der abgesetzten Ferkel waren sogar signifikant erhöht (PREISSINGER et al., 2024b).

Dass die stark N-/P-reduzierte Fütterung nicht nur zum Umweltschutz beitragen kann, sondern auch zur Ressourcenschonung, wurde von PUNTIGAM et al. (2024) am Beispiel der Sojareduzierung in N-reduzierten Rationen durch adäquate Supplementierung kristalliner Aminosäuren aufgezeigt. Als Richtwert kann je 1 % XP-Einsparung im Futter eine Reduzierung der NH_3 -Emission von 10 % angesetzt werden. Für die P-Bilanz macht jedes Zehntel g P weniger im Futter etwa 10 % weniger Gülle-P aus (WENDLAND und SCHNEIDER, 2018).

Zudem sinkt mit einer reduzierten Eiweißversorgung auch der Gülleanfall, da weniger überschüssiges Rohprotein über die Leber entgiftet werden muss, der Stoffwechsel entlastet wird und dadurch die Wasseraufnahme sinkt. In Untersuchungen von VOIGT und MEYER (2024) führte die Reduzierung von 1 % Rohprotein im Futter zu einem verringerten Gülleanfall von 3,7 %.

5 Erhebungen in MV

5.1 Stoffstrombilanzen

Der ursprüngliche Ansatz der Untersuchungen war, sowohl Stoffstrombilanzen als auch Stallbilanzen von Praxisbetrieben in MV über die Jahre 2021 - 2023 zu erfassen und auszuwerten. Allerdings wurden nur von wenigen Betrieben Stoffstrombilanzen zur Verfügung gestellt, teilweise aber über 6 Jahre. Die nicht repräsentative Auswertung ergab, dass der zulässige N-Saldo von 175 kg N/ha in keinem Fall überschritten wurde. Im Mittel lag der N-Bilanzwert bei 75 kg/ha bei einer Variation zwischen 28 und 147 kg. Beim P lag der Saldo im Mittel im negativen Bereich (-7, Variation zwischen -20 bis 30), eine fachliche Bewertung ist für P aber noch nicht vorgesehen. Der Anteil der Nährstoffzufuhr über das Futter an der gesamten betrieblichen Nährstoffzufuhr lag im Mittel bei 31 % (N) und 58 % (P). Der N- und P-Gehalt des Futters hat zwar wesentlichen Einfluss auf die N- und P-Salden im Rahmen der Stoffstrombilanzen, dennoch wird hier kein Fütterungsregime vorgeschrieben. Es liegt in der Hand des Landwirtes, Optimierungspotenziale bei der Düngung und/oder der Fütterung herauszufinden und umzusetzen. Die vorliegenden Stoffstrombilanzen gaben den betreffenden Landwirten keinen Anlass, an der Fütterung etwas zu ändern. Dies sah bei den Stallbilanzen anders aus.

5.2 Stallbilanzen

Die 2021 in Kraft getretene novellierte Fassung der TA Luft bringt höhere Auflagen zum Emissionsschutz für landwirtschaftliche Betriebe mit sich, u.a. die nährstoffangepasste Fütterung im Bereich der Geflügel- und Schweineernährung. Diese beinhaltet zum einen eine Mehrphasenfütterung sowie die Einhaltung maximal zulässiger Ausscheidewerte für N und P bzw. P_2O_5 auf Basis der DLG-Broschüre 199 (2014). Diese sollen in der Sauen-, Ferkel- und Mastschweinehaltung durch Anwendung der stark N-/P-reduzierten Fütterung (DLG, 2019) erreicht werden, wodurch die Ammoniakemissionen um 20 % reduziert werden können. Ein weiteres Minderungspotenzial bietet die sehr stark N-/P-reduzierte Fütterung, wodurch der Einsatz technischer Maßnahmen zur Emissionsminderung reduziert werden kann.

Überprüfung eines Optimierungspotenzials in der Schweinefütterung zur Verbesserung der Ressourcenschonung und der Effizienz des Futtermiteinsatzes

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die unterstellten Nährstoffgehalte bei unterschiedlich stark N-/P-reduzierten Verfahren. Von einer stark N-/P-reduzierten Fütterung von Mastschweinen kann ausgegangen werden, wenn das Futter folgende Werte aufweist: Vormastfutter ab 28 kg LM $\leq 17,5$ % XP und $\leq 0,47$ % P, Anfangsmastfutter ab 40 kg LM $\leq 16,5$ % XP und $\leq 0,45$ % P, Mittel-/Endmastfutter ab 65 kg: $\leq 15,5$ % XP und $\leq 0,42$ % P, Endmastfutter ab 90 kg LM $\leq 14,0$ % XP und $\leq 0,42$ % P. Sollten Einsatzzeiträume und Anzahl der Phasen davon abweichen, ist darauf zu achten, dass die mittleren XP- und P-Gehalte eingehalten werden. In den Leistungsklassen ≥ 850 g TZ dürfen 153,5 g XP/kg und 4,3 g P/kg nicht überschritten werden.

Tabelle 1: Unterstellte Nährstoffgehalte im Futter bei einer unterschiedlich stark N-/P-reduzierten Fütterung von Schweinen (je kg Futter, 88 % TS, DLG-Merkblatt 418, 2019)

	N-/P-reduziert		Stark N-/P-reduziert		Sehr stark N-/P-reduziert	
	XP	P	XP	P	XP	P
Sauen, laktierend	170	5,5	165	5,0	160	4,8
Sauen, tragend	140	4,5	135	4,3	130	4,1
FAZ I bis 15 kg	185	5,5	180	5,3	175	5,1
FAZ II ab 15 kg	180	5,3	175	5,0	170	4,8
Mast 28-40 kg LM	175	5,0	175	4,7	165	4,4
Mast >40-65 kg LM	170	4,5	165	4,5	155	4,2
Mast >65-90 kg LM	160	4,5	155	4,2	140	4,0
Mast >90-118 kg LM			140	4,2	135	4,0
Mittlere Mast > 850 g TZ			153	4,3	144	4,1

Betriebe benötigen eine entsprechende Dokumentation zu Plausibilisierung, um die Einhaltung der Obergrenzen für die N- und P-Ausscheidungen durch Anwendung entsprechender Fütterungsverfahren nachvollziehbar zu machen. Die sogenannte Stallsaldierung erfolgt mittels Massenbilanzierung:

Nährstoffausscheidung = Nährstoffinput (Futter) – Nährstoffansatz

Nährstoffaufnahme = Futtermenge (kg) x Gehalt im Futter (g/kg)

Nährstoffansatz = Zuwachs (kg, z.B. 28-118 kg: 90 kg) x Gehalt im Produkt (g/kg).

Dabei werden je kg Zuwachs 25,6 g N und 5,1 g P angesetzt.

Da sich die Ausscheidungen immer auf die jeweilige Produktionsstufe beziehen, sind für verschiedene Anlagen und Produktionsstufen Einzelnachweise zu erstellen. Ein entsprechendes Programm wurde von der LfL erstellt, welches auch in MV Anwendung findet (Abbildung 1).

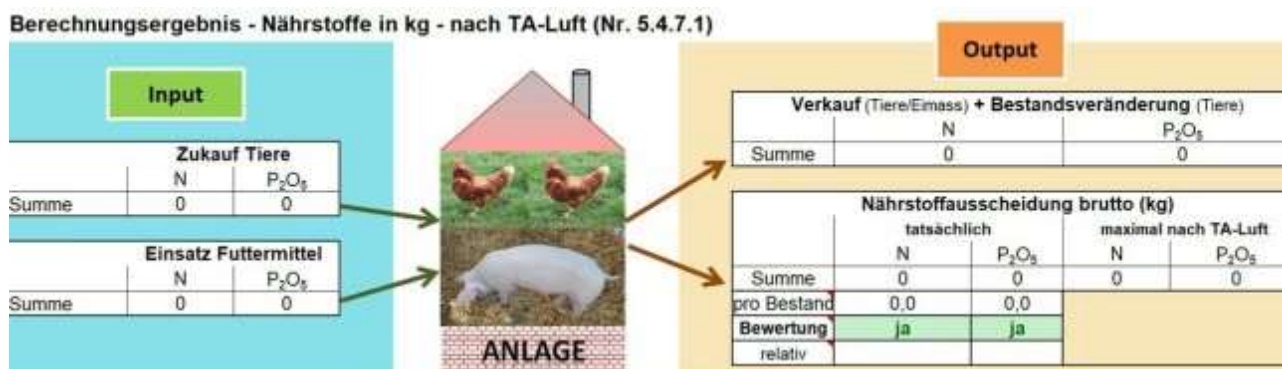


Abbildung 1: Stallsaldierung für die TA Luft mit dem LfL-Programm

Überprüfung eines Optimierungspotenzials in der Schweinefütterung zur Verbesserung der Ressourcenschonung und der Effizienz des Futtermitelesatzes

Um zu prüfen, wie stark die Vorgaben einer stark N-/P-reduzierten Fütterung inzwischen in MV etabliert sind, wurden mit freundlicher Unterstützung des SKBR MV insgesamt 154 Stallbilanzen (nach TA Luft) aus den Jahren 2021 - 2023, die anonymisiert zur Verfügung gestellt wurden, ausgewertet (Tabelle 2).

Tabelle 2: Anzahl ausgewerteter Stallbilanzen und durchschnittlicher mittlerer Jahresbestand

	Jungsauen	Sauen	Ferkel	Mast
Ausgewertete Stallbilanzen (n)	23	39	42	50
Mittlerer Jahresbestand	308	1.522	3.935	4.259

Diese unterteilten sich in 23 Bilanzen für die Jungsauenaufzucht/-eingliederung, 39 Bilanzen für die Sauenhaltung, 42 Bilanzen für die Ferkelaufzucht und 50 Bilanzen für die Mast. Im Mittel verfügten die Betriebe über 308 Jungsauen, 1.522 produktive Zuchtsauen, 3.935 Ferkel bzw. 4.259 Mastschweine im mittleren Jahresbestand. Der Mast- bzw. Sauenhaltung wurde in den Betrieben teilweise die Jungsauenaufzucht zugeordnet, diese konnte daher nicht immer gesondert ausgewertet werden.

Zunächst wurde die Umsetzung der stark N-/P-reduzierten Fütterung, ohne Bezug auf die zulässigen Ausscheidewerte, geprüft. Dazu wurden aus den jeweiligen Stallbilanzen die Mengen aller betrieblich verwendeten Futterkomponenten mit deren XP- und P-Gehalten verrechnet, um sogenannte "Mittlere Mastmischungen" zu erhalten. Diese wurden dann mit den Vorgaben der DLG (2019) für die jeweilige Leistungsklasse verglichen und die Einhaltung überprüft (Kennzeichnung mit "ja/nein"). Wie in Abbildung 2 zu sehen, entsprachen 66 % der "Mittleren Mastmischungen" den DLG-Vorgaben für eine starke N-Reduzierung, beim P wurden nur bei 37 % die Vorgaben erreicht. Bei den Jungsauen ist die Zuordnung nicht ganz einfach, da in den Betrieben die Aufzucht und die Eingliederung in der Regel nicht getrennt dargestellt werden. Für den Abgleich wurde daher aus den drei Phasen der DLG für die Jungsauenfütterung eine "Mittlere Mastmischung" mit 15,6 % XP und 0,55 % P als Vergleichsbasis kalkuliert.

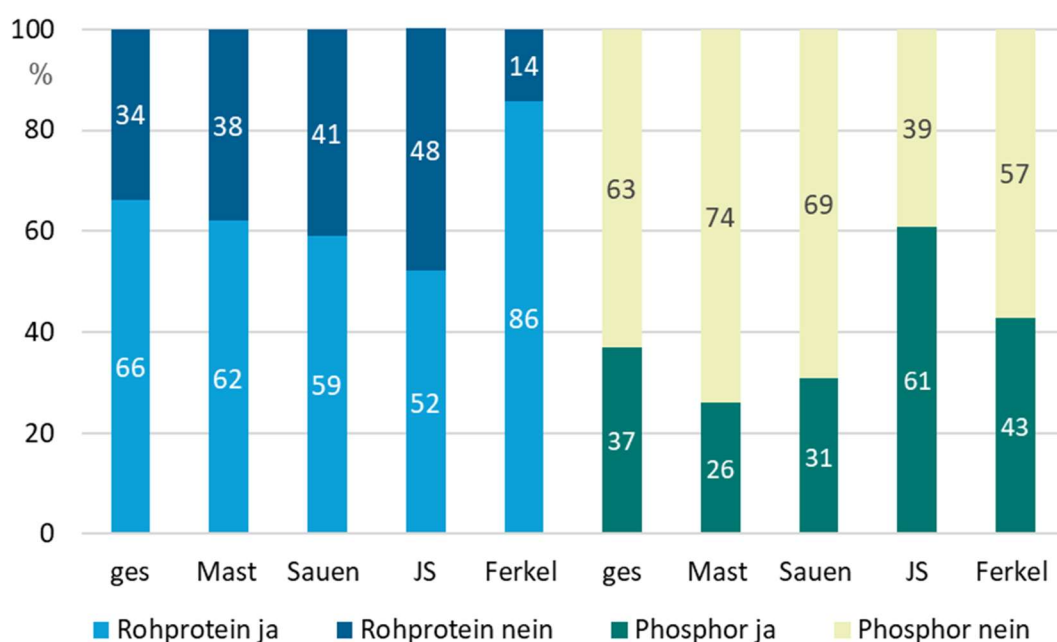


Abbildung 2: Einhaltung der DLG-Vorgaben für eine stark N-/P-reduzierte Fütterung (%)

Anders als von vielen angenommen war die stark N-/P-reduzierte Fütterung in MV bis zum Auswertejahr 2023 noch kein in der Praxis durchgesetztes Standardverfahren. Vor allem beim Phosphor zeigt sich die Problematik.

Dies bestätigt die Ergebnisse von VFT-Tests, die in den letzten Jahren für MV ausgewertet wurden. So lagen in VFT-Tests für Mastfutter aus den Jahren 2021-2022 die P-Gehalte trotz Phytasezusatz zwischen 0,40 und 0,56 %, während zeitgleich in Futtern aus NRW geringere P-Werte zwischen 0,40 und 0,43 % ausgewiesen waren. In den Jahren 2023 – 2024 scheint sich eine Tendenz zu verminderten P-Gehalten in den Mastfuttern anzudeuten: die Gehalte der geprüften Futter lagen zwischen 0,39 und 0,48 %.

Aufgrund der zahlreichen Abweichungen von den Vorgaben für eine stark N-/P-reduzierte Fütterung müssen sich selbst Betriebe, die aufgrund ihrer hohen Flächenausstattung in ihren betrieblichen Stoffstrombilanzen noch gut dastehen, im Rahmen der TA Luft Gedanken über ihre Fütterungsverfahren machen. Das Verfahren der stark N-/P-reduzierten Fütterung beinhaltet zum einen die Reduktion der XP- und P-Gehalte in den einzelnen Futtermischungen als auch eine Mehrphasenfütterung, so dass am Ende die "Mittlere Mastmischung" entscheidend bei der Bewertung ist. Der Deklarationshinweis für einzelne Alleinfutter "entspricht den Vorgaben zur stark N-/P-reduzierten Fütterung" reicht darum nicht aus, am Ende zählt immer die Gesamtbilanz. In einigen Betrieben sind über die Jahre 2021 bis 2023 deutliche Bemühungen zu erkennen, die Rationen anzupassen. Einen großen Effekt kann z. B. die Einführung eines zusätzlichen Endmastfutters ab 90 kg bringen. Schwierig gestaltet sich z. T. die Rationsgestaltung in Betrieben mit sehr hohen Anteilen an Nebenprodukten der Lebensmittelverarbeitung wie Molke oder Schlempe, da diese häufig hohe P-Gehalte aufweisen (siehe Abbildung 3). In einem Betrieb nahm der P-Anteil aus Nebenprodukten an der gesamten "Mittleren Mastmischung" 25 % ein, so dass die Vorgaben nicht erreicht wurden, obwohl die Ergänzungsfutter stark N-/P-reduziert bilanziert waren und im Endmastfutter kein mineralischer P enthalten war. Hier ist zu prüfen, ob eine Mineralstoffanpassung im Vor-/Mittelmastbereich möglich ist. Auch sollte die Deklaration der Trockenmasse, des XP und des P Standard sein. Häufig werden Nebenprodukte im Handel ohne entsprechende aktuelle Angaben abgegeben. Werden dann Tabellenwerte genutzt, kann es nicht nur zu einer Unter- oder Überversorgung kommen, sondern auch zu einer Fehleinschätzung im Rahmen der Stoffstrom- und Stallbilanzen.

Der Verzicht auf Nebenprodukte sollte nicht die Konsequenz sein, um den P-Gehalt in den Rationen zu drücken, solange die betrieblichen Stoffstrombilanzen in Ordnung sind. Die Reglementierung des Futter-P über die TA Luft wird auch in Fachkreisen z.T. kritisch diskutiert. Grundsätzlich ist es vor dem Hintergrund der „Teller-Trog-Diskussion“ ein Nachhaltigkeitsziel, eine möglichst geringe Nahrungsmittelkonkurrenz und damit geringe hef-Werte (human edible fractions) in der Fütterung zu erzielen. Mit dem hef-Faktor wird der Anteil des Futtermittels abgebildet, der potenziell von Menschen verzehrt werden kann. Futtermittel mit geringen hef-Werten wie Weizenkleie (10) oder sogar Hef-Werten von 0 (Trockenschlempe, Bierhefe) sind als besonders nachhaltig einzuschätzen. Prof. WINDISCH verwies bei den 29. Hülseberger Gesprächen (2024) auf die Verknappung der verfügbaren Ackerfläche und die Notwendigkeit, nicht-essbare Biomasse in den landwirtschaftlichen Stoffkreislauf zurückzuführen, wobei nur über Nutztiere daraus zusätzliche Nahrung erzeugt werden könne. Derzeitig läuft an der LfL Bayern das Projekt „Non-food for feed“, welches Strategien zur Steigerung des Einsatzes von Nebenprodukten in der Schweinefütterung entwickeln soll.

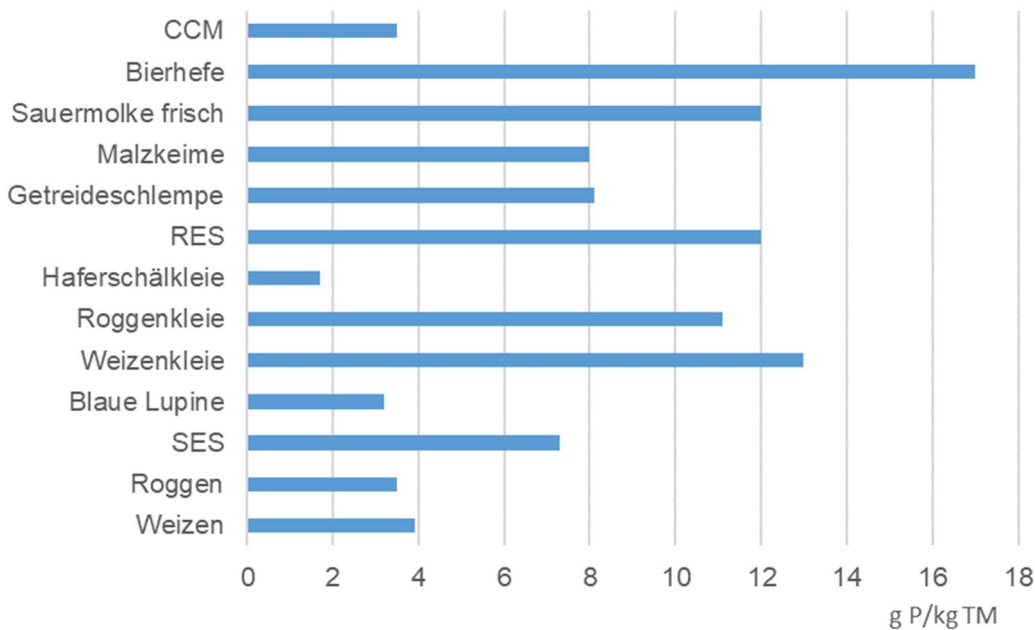


Abbildung 3: P-Gehalt verschiedener Futtermittel nach DLG-Futterwerttabelle (g/kg TM)

Im 2. Teil der Auswertung wurden die Ergebnisse der Stallbilanzen betrachtet, um die Einhaltung der maximal zulässigen N- und P-Ausscheidungen nach TA Luft zu überprüfen. Abbildung 4 zeigt, dass die zuvor für die Mittleren Mastmischungen dargestellte Problematik bei den Ausscheidungen noch größer wird: nur 38 % der Bilanzen halten die XP-Vorgaben ein, beim P sind es nur 23 %. Die größten Probleme gibt es hier bei den Sauen und Jungsauen. Eine einfache Interpretation der Bilanzen ist schwierig, hier muss im Detail nach den Ursachen geschaut werden. Bei den Jungsauen wurden in zwei Fällen extrem hohe Werte >200 % festgestellt. Dies hängt u. a. damit zusammen, dass für Jungsauen häufig nur ein Futter vorgesehen ist und die Kategorie "Mast" angesetzt wird, da eine Unterteilung nach Aufzucht und Eingliederung nicht praktikabel erscheint.

Aber auch sehr geringe Bilanzwerte müssen in Frage gestellt werden, denn selbst mit einer sehr stark N-/P-reduzierten Fütterung ist mit maximal weiteren 10 % N-Einsparung zu rechnen.

Die Ursachen für die Diskrepanz zwischen den beiden Auswertungen "Mittlere Mastmischung - Einhaltung der DLG-Vorgaben für eine stark N-/P-reduzierte Fütterung" und "Stallbilanzen - Einhaltung der maximal zulässigen N- und P-Ausscheidungen" sind nicht einfach darstellbar. Hierzu muss u. a. im Detail geprüft werden, ob die angegebenen Tierzahlen und Futtermengen stimmig sind. Des Weiteren kann ein höherer Futteraufwand als von der DLG angenommen Ursache dafür sein. Auch höhere Leistungen als im Stallsaldierungsprogramm hinterlegt können mit einer höheren Futteraufnahme und entsprechend höheren Ausscheidungen verbunden sein. Notwendig ist daher z.B. die Aufnahme der DLG-Daten für 34 verkaufte Ferkel und für höhere Masttagszunahmen, um die höheren Futtermengen und Ausscheidungen entsprechend zu berücksichtigen.

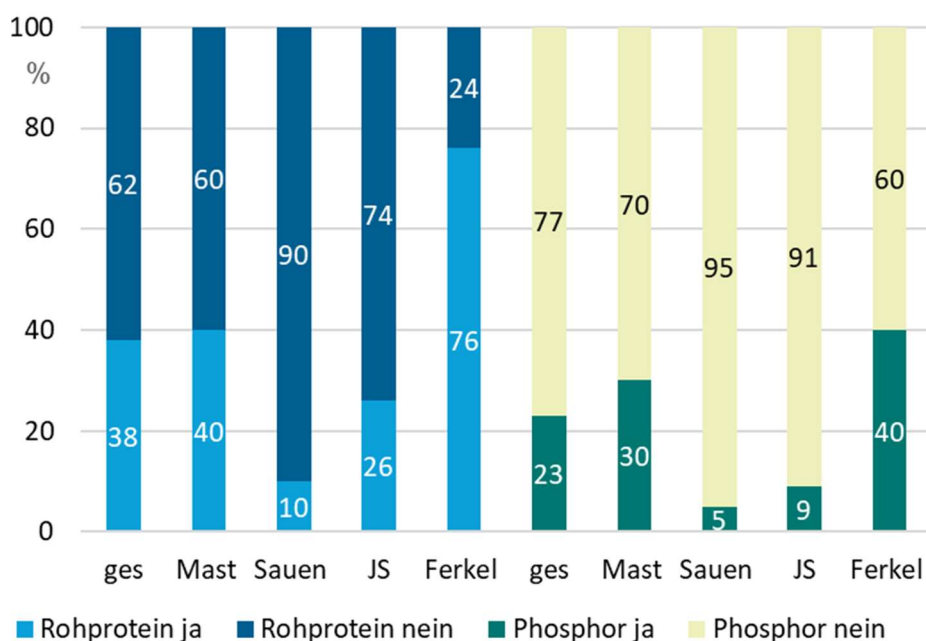


Abbildung 4: Einhaltung der maximal zulässigen N- und P-Ausscheidungen nach TA Luft (%)

Stimmen die "Mittleren Mastmischungen" sehr gut, nicht aber die Ausscheidewerte der Stallbilanz, dann können unter Umständen neben einem zu hohen Futteraufwand auch die von der TA Luft übernommenen DLG-Standardverfahren die Ursache sein, welche nicht sämtliche praktische Gegebenheiten darstellen können. So können höhere Zuwächse und kürzere Servicezeiten als von der DLG angesetzt zu höheren Durchgangszahlen und in Folge dessen auch zu höheren N- und P-Ausscheidungen führen.

Im Merkblatt DLG Kompakt Nr. 3/2024 wurde anschaulich ein Beispiel für eine Mast mit 850 g Tageszunahme dargestellt, um die Auswirkungen einer stark bzw. sehr stark N-/P-reduzierten Fütterung zu demonstrieren. Die erzielten Ausscheidewerte lagen im Vergleich zu den zulässigen Ausscheidewerten nach TA Luft bei 90 bzw. 85 % beim N und 93 bzw. 78 % beim P. In diesem Beispiel überstieg das Potenzial zur Reduzierung von N- und P-Emissionen die gesetzlichen Vorgaben im Hinblick auf Futter und Fütterung. Hier wurden ein Zuwachs von 95 kg (28 - 123 kg) in 112 Masttagen sowie eine verkürzte Serviceperiode von nur 14 Tagen angesetzt.

Werden jedoch im Vergleich zum DLG-Standard für 950 g Masttagszunahme (90 kg Zuwachs, 28 Tage Servicezeit, 2,97 Durchgänge/Jahr) die durchschnittlichen Daten der BZA Mast 2023 (SKBR, 2024) für die 25 % oberen Betriebe aus MV verwendet, ergibt sich ein anderes Bild. Hier müsste nicht nur ein höherer Zuwachs angesetzt werden (960 g/d MTZ, 98,6 kg Zuwachs (25,7-124,3 kg), Mastdauer 103 d), sondern auch eine verringerte Servicezeit von ca. 14 d. Damit lassen sich 3,13 Durchgänge/Jahr statt der angenommenen 2,97 realisieren. Daraus ergeben sich theoretische N- und P-Ausscheidungen pro Mastplatz, die 15 % über den nach den DLG-Annahmen für 950 g Masttagszunahme kalkulierten Werten liegen. Die Vorgaben nach TA Luft könnten somit nicht eingehalten werden, auch wenn der Betrieb richtig füttert.

Hieraus ergibt sich im Rahmen der Bilanzierung die Notwendigkeit, die Datengrundlage bezüglich höherer realisierbarer Zuwachsraten, verkürzter Servicezeiten und entsprechend angepasster Ausscheidewerte zu ergänzen und anzupassen. Die DLG-Verfahren, die als Grundlage für die Bewertung im Rahmen der TA Luft dienen, werden daher immer wieder geprüft und aktualisiert.

6 Schlussfolgerungen

Im Rahmen einer nachhaltigen Schweineproduktion spielt der ausgewogene Nährstoffeinsatz eine wichtige Rolle. Es gilt, den Stoffwechsel der Tiere nicht unnötig durch hohe Proteingehalte zu belasten, zum anderen kann mit der stark N-/P-reduzierten Fütterung ein wesentlicher Beitrag zum Ressourcen- und Umweltschutz geleistet werden. Auch das Stallklima lässt sich durch verringerte Ammoniakemissionen verbessern.

Die damit verbundene Verringerung von Sicherheitszuschlägen bedeutet, dass die Rationsgestaltung sehr genau ins Visier genommen werden muss und die „Fütterung auf den Punkt“ unerlässlich ist. Auch bei der stark und sehr stark reduzierten Fütterung ist die Bedarfsdeckung der Tiere das Ziel.

Basis für die Rationskalkulation muss die bestmögliche nährstoffliche Charakterisierung der eingesetzten Futterkomponenten sein. Dazu gehören engmaschige Analysen der eingesetzten Komponenten. Für die Absenkung der XP- und P-Gehalte im Futter, ohne Gesundheit und Wohlbefinden zu gefährden, müssen die Inhaltsstoffe der Komponenten bekannt sein. Dabei werden gerade beim Phosphor häufig Daten aus Futterwerttabellen genutzt. Eine Auswertung der VzF GmbH Uelzen aus der Getreideernte 2018 (VzF, 2019) zeigte jedoch teilweise eine deutliche Diskrepanz zu den DLG-Futterwerttabellen. Im Schnitt der Proben blieben alle getesteten Getreidearten (Gerste, Weizen, Triticale, Roggen) deutlich hinter den Tabellenwerten zurück, wobei der Roggen erwartungsgemäß die geringsten P-Gehalte aufwies. Gleichzeitig wurden sehr hohe Spannbreiten festgestellt, insbesondere bei Gerste und Roggen. Dies kann gerade in getreidelastigen Rationen gravierende Folgen haben. So kann eine Gerste-betonte Ration mit niedrigen P-Gehalten im Getreide nur 1,6 g P/kg aufweisen, bei hohen Gehalten im Getreide kann die selbe Ration 3,2 g P/kg enthalten. Dies unterstreicht die Bedeutung regelmäßiger Untersuchungen des eingesetzten Getreides. Auch MEYER (2022) verweist auf sinkende Rohprotein- und Phosphorgehalte im Getreide aufgrund der veränderten Düngung und auf große Schwankungen in den Nährstoffgehalten. Zudem sollten die im bayerischen Stallsaldierungsprogramm vorgestellten Gehaltswerte von Futtermitteln in MV nur in Ausnahmefällen genutzt werden, da davon auszugehen ist, dass sich die Inhaltsstoffe der Futtermittel in den jeweiligen Regionen unterscheiden.

Die Notwendigkeit von Analysen zeigt sich auch im Bereich der Nebenprodukte. Häufig werden diese im Handel ohne Angaben zum aktuellen Trockenmasse-, Rohprotein- und P-Gehalt abgegeben. Werden dann Tabellenwerte genutzt, kann es nicht nur zu einer Unter- oder Überversorgung kommen, sondern auch zu einer Fehleinschätzung im Rahmen der Stoffstrom- und Stallbilanzen.

Da Schweine je nach Getreideart nur 45 bis 65 % des nativen Phosphors nutzen können, ist der Einsatz von mikrobiellen Phytasen zur Erhöhung der P-Verdaulichkeit in der konventionellen Fütterung inzwischen Standard. Im Rahmen der Rationskalkulation muss sich die Verwendung des verdaulichen Phosphors anstatt des Brutto-P-Gehaltes weiter durchsetzen, um das Lieferungsvermögen genauer einschätzen zu können. Zudem ist auf ein ausgewogenes Verhältnis von Calcium zum verdaulichen Phosphor zu achten. Regelmäßig sollten zur Kontrolle auch Analysen der Futtermischungen erfolgen. SCHULZ et al. (2024) stellten in Untersuchungen von Schweinefutterproben aus Praxisbetrieben z.T. hohe Variationen der analysierten Werte im Vergleich zur Deklaration fest. Beim Rohprotein betrug sie -18 % bis + 12 %, -16 bis + 16 % beim P sowie -26 % bis +30 % beim Calcium. Praxisberichte, laut denen es durch die N-/P-reduzierte Fütterung zu Problemen mit dem Bewegungsapparat kam, basieren häufig auf einem zu hohen Calciumgehalt der Futterkomponenten, einem nicht ausreichend mitabgesenkten Calciumgehalt oder einem nicht ausreichenden Phytasezusatz.

Im Hinblick auf eine Senkung der Proteingehalte muss das Augenmerk verstärkt auf eine ausreichende Versorgung mit Aminosäuren und hier auf die pcv Aminosäuren gelegt werden. Der Einsatz freier Aminosäuren geht dabei mit stärkerer XP-Absenkung über das Lysin bis Threonin hinaus. Da in der ökologischen Tierhaltung der Einsatz von Phytase und freien Aminosäuren nicht gestattet ist, ist das Verfahren einer stark N-/P-reduzierten Fütterung hier nicht umsetzbar. Jedoch kann auch hier die Forderung nach einer Mehrphasenfütterung umgesetzt werden, wozu teilweise noch entsprechende technische Voraussetzungen zu schaffen sind. In der konventionellen Fütterung ist in diesem Zuge eine Absenkung des Anteils an Eiweißfuttermitteln

sowie an mineralischem P bei Einsatz von Mineralfutterkonzepten mit hochwertiger Aminosäure- und Phytaseausstattung umzusetzen. Hierzu sind die Verwendung mehrerer angepasster Mineralfutter oder Ergänzungen im Mastverlauf sowie der Einsatz kristalliner Aminosäuren und die Anpassung der Futterkurven notwendig. Ein hohes Einsparpotenzial liegt insbesondere in der Endmast. Über die Vermeidung von Futterverlusten lassen sich die Stallbilanzen ebenfalls positiv beeinflussen.

Darüber hinaus gibt es weitere Möglichkeiten, die Nährstoff- und Mineralstoffverdaulichkeit zu verbessern und den Futteraufwand zu reduzieren. Dazu zählen der Einsatz von Enzymen sowie die hydrothermische Behandlung von Futtermitteln oder Fermentationskonzepte. Auch ein gesunder Darm führt dazu, dass Inhaltsstoffe des Futters besser verdaut werden, weshalb die Versorgung mit Faserbestandteilen eine immer größere Rolle spielt. Der damit verbundene reduzierte Futteraufwand kann sich in den Stallbilanzen positiv niederschlagen, eine pauschale Anrechnung für die Wirksamkeit ist jedoch nicht vorgesehen. Auch die äußeren Bedingungen in Haltung, Fütterung und Tiergesundheit müssen stimmen, da z.B. Hygiene und der Gesundheitsstatus den Futteraufwand beeinflussen.

Im Rahmen der DLG-Standardfütterungsverfahren sowie im Stallbilanzierungsprogramm nach TA Luft erscheinen Ergänzungen und Anpassungen, z.B. für Betriebe mit höherer Leistung und verkürzter Servicezeit, notwendig. Nebenprodukte sollten bezüglich der P-Salden eine andere Berücksichtigung erfahren.

Literaturquellen

Beckmüller, E., Kluess, J., Hüther, L., Kersten, S., Kölln, M., Visscher, C., Dänicke, S., Grümpel-Schlüter, A. (2024). Influences of dietary-reduced nitrogen (N) and phosphorus (P) on chemical body composition, N and P retention and health traits of contemporary barrows. *Archives of Animal Nutrition*, 78(1), 78–94. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2024.2321709>

DLG (2014): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. Band 199, DLG-Verlag, Frankfurt am Main

DLG (2019): Merkblatt 418 - Leitfaden zur nachvollziehbaren Umsetzung stark N-/P-reduzierter Fütterungsverfahren bei Schweinen, DLG-Verlag, Frankfurt am Main

DLG (2024): DLG Kompakt Nr. 3/2024, Stallsaldierung leicht gemacht. Nährstoffangepasste Fütterung bei Schwein und Geflügel plausibilisieren.

Dusel, G., J. Trautwein, J.K. Htoo (2014): Effekt von rohproteinreduzierten Rationen auf Mast- und Schlachtleistungsparameter bei Mastschweinen. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 01./02.04.2014, S. 154-156

Dusel, G., K. Schuh, J. Trautwein, D. Feuerstein (2022): Reduzierung der N/P-Ausscheidung durch den Einsatz von Enzymen. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 03.-04.05.2022, S. 204-208

GfE (2006): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. 2. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main

Krieg J., Stalljohann G., Oster M., Pfuhl R., Reckels B., Preissinger W., Weber M., Meyer A., Feuerstein D., Schneider S. (2023): Stepwise Reduction of Dietary Phosphorus in Diets for Piglets and Fattening Pigs of Different Genetic Origin Housed under Various Station Environments-A Ringtest. *Animals (Basel)*. 2023 May 26;13(11):1774. doi: 10.3390/ani13111774 . PMID: 37889737 ; PMCID: PMC10251985.

Meyer, A. und W. Voigt (2015): Stark proteinreduzierte Fütterung in der Endmast. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 14.-15.04.2015, S. 205-207

- Meyer, A. und W. Voigt (2016): Wie stark kann die Proteinversorgung in der Endmast reduziert werden? Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 12.-13.04.2016, S. 172-174
- Meyer, A. und W. Voigt (2017): Welche Leistungen sind mit einer stark N-/P-reduzierten Mastschweinefütterung nach DLG-Vorgaben erzielbar? Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 21.-22.03.2017, S. 153-154
- Meyer, A. und W. Voigt (2018a): Mastfutter mit 12 % Rohprotein ab 80 kg Lebendgewicht. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 10.-11.04.2018, S. 146-148
- Meyer, A. und W. Voigt (2018b): Ab 100 kg ohne Eiweißfutter? Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 10.-11.04.2018, S. 144-148
- Meyer, A. und W. Voigt (2018c): Starke Phosphorreduzierung in der Schweinemast. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 10.-11.04.2018, S. 153-155
- Meyer, A. und W. Voigt (2019a): Welche Leistungen sind mit einer sehr stark N-/P-reduzierten Mastschweinefütterung nach DLG-Vorgaben zu erzielen? Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 02.-03.04.2019, S. 181-182
- Meyer, A. und W. Voigt (2019b): Mastleistungen bei extrem niedrigen Nährstoffgehalten. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 02.-03.04.2019, S. 183-186
- Meyer, A. und W. Voigt (2021): Geringere Aminosäuregehalte bei gleichzeitig sehr starker Proteinreduzierung in der Endmast. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 27.-28.04.2021 S. 136-138
- Meyer A. (2022): Web-Seminar Futterinhaltsstoffe im Wandel der Zeit und die Konsequenzen, VILOFOSS® Fachgespräch 24.11.2022, <https://www.vilofoss.com/de/Unser-Wissen/Vortragsreihe/2022-12-Webinare-Schweine-online>
- Nethe, L., S. Patzelt, C. Norda, D. Feuerstein, G. Stalljohann, B. Walgern, H. Tönhardt (2013): Einfluss abgesenkter Phosphorgehalte in der Ferkelaufzucht und Mast auf Leistung und Knochenparameter bei Mastschweinen. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 09.-10.04.2013, S. 130-134
- Nüsslein, A., W. Preißinger, L. Durst, G. Propstmeier, S. Scherb (2018): Unterschiedliche Gehalte an mineralischem Phosphor für Schweine – Auswirkungen auf zootechnische Parameter, Knochenzusammensetzung und Exterieur. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 10.-11.04.2018, S. 149-152
- Oster, M., B. Reckels, G. Stalljohann, J. Krieg, R. Pfuhl, K. Wimmers, C. Visscher, A. Meyer, W. Preissinger, S. Schneider, M. Weber (2021): P-Ringversuch - begleitende Gewebeuntersuchungen an Schlachtschweinen mit unterschiedlicher Phosphor-Versorgung, Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 27.-28.04.2021, S. 159-163
- Osterburg (2020): Umweltpolitische Anforderungen an Fütterung und Nährstoffausscheidungen. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 29.-30.09.2020, Soest, S.142
- Preissinger, W. Propstmeier, g., Scherb, S., Htoo, J, Müller, M. (2018): Minimierung des Sojaeinsatzes in der Mast von Schweinen. https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ite/dateien/157718_versuchsbericht.pdf
- Preissinger, W. (2024): Adapted feeding: Input-Output von Stickstoff und Phosphor am Ausbildungs- und Versuchszentrum des Staatsguts Schwarzenau. Projektinformation. <https://www.lfl.bayern.de/ite/schwein/254543/index.php>
- Preissinger, W., F. Ahrens, S. Scherb (2024a): Endmastfutter von Schweinen ohne Eiweißkomponente. https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ite/dateien/s169__versuchsbericht_sojaered_beitrag_359445.pdf

Preissinger, W., S. Scherb, G. Propstmeier (2024b): Sehr stark stickstoff- und phosphorreduzierte Fütterung von Zuchtsauen – Ergebnisse aus einem Langzeitversuch.

<https://www.proteinmarkt.de/aktuelles/details/news/sehr-stark-stickstoff-und-phosphorreduzierte-fuetterung-von-zuchtsauen-ergebnisse-aus-einem-langzeitversuch-1>

Puntigam, R., E.-M. Brunlehner, J. Kraft, S. Schneider (2022): Das operative Rahmenziel - die praktische Umsetzung der nährstoffangepassten Mastschweinefütterung in Bayern. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 03.-04.05.2022 S. 198-203

Puntigam, R., J. Slama, S. Hörtenhuber, W. Wetscherek (2024): Die Reduktion an Sojaextraktionsschrot in der Schweinemast: Ein wertvoller Beitrag zum Umwelt- und Ressourcenschutz. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 23.-24.04.2024 S. 137-140

Rieger, H., Ratert, C., Wendt, M., Schwennen, C., Kamphues, J. (2021): Comparative study on the chemical composition of different bones/parts of bones in growing pigs differently supplied with inorganic phosphorus and phytase. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 105 (Suppl.2): 106-118, <https://doi.org/10.1111/jpn.13636>

Schneider, S. (2020): Umsetzung der N- und P-reduzierten Beratungskonzepte. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 29.-30.09.2020, Soest, S. 147-151

Schneider, S., E.-M. Brunlehner, H. Spiekens (2021): Nährstoffkreislauf in Schweinebetrieben: Ergebnisse und gesamtbetriebliche Beratungsansätze aus dem Verbundprojekt "demonstration farms". Züchtungskunde, 93, (1), S. 19-41, ISSN 0044-5401

Schulz, J., J. Kästner, B. Dosch, M.R. Wilkens (2024): Nitrogen and phosphorus reduced feeding of fattening pigs – bone parameters of animals from three different farms. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 33 (2024), 95

SKBR (2024): Ergebnisse BZA Mast 01.01.2023-31.12.2023, SKBR-Rundschreiben Januar/Februar/März 2024

Stalljohann, G., R. Schulte-Sutrum, V. Rist (2015): Fütterungsstrategien für säugende Sauen zur Verbesserung von Kondition und Leistung – bei verringerten Sojaschrotanteilen in Futtermischungen. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 14.-15.04.2015, S. 193-196

Stalljohann, G., F. Austermann, T. Scholz, C. Norda, L. Bütfering, H. Cielejewski, J. Bunge (2019): Mastschweinefütterung mit extrem niedrigen Eiweißgehalten. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Soest, 02.-03.04.2019, S. 187-191

Stalljohann, G., T. Scholz, C. Norda, H. Cielejewski (2020): Biologische Leistungen sowie N- und P-Anfall bei stark bzw. sehr stark N-/P-reduzierter Fütterung von Schweinen unterschiedlichen Geschlechts und mit Improvac geimpften Tieren, Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Soest, 29.-30.09.2020, S. 172-180

Stalljohann, G., J. Krieg, A. Meyer, W. Preissinger, S. Schneider, M. Weber (2021): Bundesweiter P-Ringversuch - Einfluss einer P-reduzierten Fütterung bei gleichzeitiger Phytasesupplementierung in der Ferkelaufzucht und Schweinemast. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 27.-28.04.2021 S. 154-158

Umweltbundesamt (2024): Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhausgas-Emissionen. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/beitrag-der-landwirtschaft-zu-den-treibhausgas#klimagase-aus-der-viehhaltung>

Voigt, W. und A. Meyer (2024): Wieviel Gülle produzieren Mastschweine? Proteinmarkt. <https://www.proteinmarkt.de/aktuelles/fachbeitrag/details/news/wie-viel-guelle-produzieren-mastschweine>

VzF (2019): Spezialberatung Schwein und Rind, Ergebnisse und Auswertungen 2019, Untersuchungen der Getreideproben, S. 40-43

https://www.vzf-gmbh.de/images/download/010_jahresbericht/VzF_Jahresbericht_2019.pdf

Weber, M. und M. Müller (2015): Optimierung der Eiweißversorgung von Mastschweinen. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 14.-15.04.2015, S. 201-204

Weber, M. und M. Müller (2016): Einfluss einer Rohprotein- und Phosphorreduzierung im Futter auf die Mast- und Schlachtleistung. Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 12.-13.04.2016, S. 168-171

Wendland, M. und S. Schneider (2018): Nährstoffkreisläufe in tierhaltenden Betrieben, 100 Jahre Kompetenzzentrum für Nutztiere Grub, www.lfl.bayern.de

Windisch, W. (2024): Landwirtschaftliche Nutztierhaltung heute und morgen – grundsätzliche Entwicklungen. 29. Hülseberger Gespräche

Zornbach, W. (2018): Deutsches Klimaschutzgesetz- Konsequenzen für die Landwirtschaft, BMEL, https://www.lwk-niedersachsen.de/lwk/news/34509_Fachtagung_Klimaschutz_Was_kann_die_Landwirtschaft_tun