

# Proteinernährung des Schweins basierend auf verdaulichen Aminosäuren mit begrenztem Stickstoffeintrag

**Autoren:** Marion Girard, Marion Lautrou, Patrick Schlegel

**Version:** 1 / September 2024

Die Schweineproduktion kann dazu beitragen, die Stickstoff(N)-Bilanz der Schweizer Landwirtschaft (Eintrag minus Austrag) zu verbessern, indem der Eintrag von Futter-Proteinquellen minimiert wird. Im Jahr 2020 wurden rund 28 000 t N über Ölextraktionsschrote und Stärkenebenprodukte verfüttert, die 64 % des Futter-N-Eintrags von 44 000 t N entsprechen. In diesem Merkblatt werden Massnahmen beschrieben, um den Eintrag von diesen Proteinquellen in das Schweizer Landwirtschaftssystem zu begrenzen und gleichzeitig eine adäquate Zufuhr an verdaulichen Aminosäuren in jedem physiologischen Stadium der Schweine zu gewährleisten.

Tabelle 1: Eckdaten der Massnahme

<b>Anwendungsgebiet</b>	Schweine
<b>Umsetzungsebene</b>	Mischfutterhersteller, Beratung, Landwirte/-innen
<b>Wirkungsebene</b>	Betrieb
<b>Wirtschaftlichkeit</b>	Variabel/ungewiss, keine allgemeingültige Aussage möglich
<b>Wirkungsziel</b>	Massnahme hat Auswirkung auf Stickstoff (N)
<b>Unterkategorie Wirkungsziel</b>	-
<b>Wirkungszeitraum</b>	Kurzfristig (< 1 Jahr)
<b>Wirkung/Reduktionspotenzial</b>	Mittel: 100–1000 t N

## Wirkungsprinzip

Der Bedarf an Protein (oder Rohprotein: **RP**) des Schweins hängt von Körpergewicht und Leistung ab (z. B. Gewichtszunahme, Anzahl Saugferkel). Er wird in Aminosäuren (**AS**) ausgedrückt; diese bilden die Grundbausteine der Proteine (Agroscope, 2004). Dabei gilt folgende Unterscheidung:

- Die essentiellen AS werden vom Schwein nicht synthetisiert und müssen deshalb komplett über das Futter aufgenommen werden. Dazu gehören Lysin (**Lys**), Methionin (**Met**), Tryptophan (**Trp**), Threonin (**Thr**), Valin, Leucin, Isoleucin, Phenylalanin, und Histidin und Arginin (bei Ferkeln).
- Die nicht essentiellen AS können vom Schwein aus anderen AS synthetisiert werden; sie werden auch über das Futter zugeführt.

Unter der Einwirkung der Verdauungsenzyme werden die Proteine in Peptide und AS gespalten, die im Dünndarm absorbiert werden. Ungespaltene Proteine können im Dickdarm fermentiert und mit dem Kot ausgeschieden werden. Sie liefern dem Tier aber keine AS. Die empfohlene AS-Zufuhr wird auf der Basis der scheinbaren idealen Verdaulichkeit und im Verhältnis zum Bedarf an verdaulicher Energie (**VES**) in g/MJ VES angegeben (Tabelle 2). Beim Schwein ist Lysin die erstlimitierende AS.

Der Proteingehalt ( $MA = N \times 6.25$ ) des Futters ergibt sich aus der Formulierung ausgehend von verdaulichen AS und ist daher für die Schweinefütterung kaum relevant. Trotzdem darf eine bestimmte Schwelle nicht unterschritten werden, damit der Bedarf an nicht essentiellen AS gedeckt ist. Dabei sollte die Zufuhr an nicht essentiellen AS 4,9-mal grösser sein als jene an essentiellen AS (GfE, 2006).



Der RP-Gehalt des Futters ist jedoch für die N-Ausscheidung von Bedeutung (N-Aufnahme – N-Retention in Körper, Fötus und Milchproduktion). Ein RP-Überschuss in der Ration führt zu einer erhöhten N-Ausscheidung (0,6 bis 1,2 % ausgeschiedenes N pro zusätzliches g RP in der Ration, Menzi *et al.*, 2016). Dies führt auch zu einer erhöhten Ausscheidung des vom Schwein nicht absorbierten N im Kot, sowie von N im Urin in Form von Harnstoff, einem Vorläufer von Ammoniak (NH<sub>3</sub>).

Tabelle 2: Bedarf an verdaulichen Aminosäuren je nach Produktionsphase.

	TZ g/Tag	LG kg	VES MJ/Tag	vLys g/VES	vMet+vCys* g/VES	vThr* g/VES	vTrp* g/VES
Ferkel	161	10	3.9	0.76	0.22	0.42	0.12
	536	20	13.1	0.73	0.21	0.41	0.12
Mastschweine (900 g Tageszuwachs in 88 Tagen)	739	30	18.5	0.66	0.37	0.38	0.11
	882	40	23.3	0.61	0.34	0.35	0.10
	950	50	27.3	0.56	0.31	0.32	0.09
	973	60	30.8	0.51	0.29	0.30	0.08
	974	70	33.7	0.48	0.27	0.28	0.08
	969	80	36.1	0.46	0.26	0.27	0.08
	966	90	38.1	0.44	0.25	0.26	0.07
	970	100	39.7	0.43	0.24	0.25	0.07
Jungsauenauzucht		24–95	14.4–33.1	0.70–0.44	0.39–0.24	0.49–0.31	0.14–0.09
		95–115	30	0.43	0.27	0.29	0.09
Trächtigkeit Jungsauen	1.–12. Woche		28–30	0.43	0.24	0.3	0.09
	ab 13. Woche		36–41	0.43	0.24	0.3	0.09
Trächtigkeit Altsauen	1.–12. Woche		33–34	0.43	0.24	0.3	0.09
	ab 13. Woche		41–43	0.43	0.24	0.3	0.09
Säugende Zuchtsauen (mit 13 Ferkeln)			116	0.68	0.35	0.41	0.13
Leerzeit			43	0.43	0.24	0.3	0.09

verdauliche (v) Lysin (Lys), Methionine+Cystine (Mét+Cys), Threonie (Thr), Tryptophan (Trp)

\* Optimiert mit einem verdaulichen Aminosäurenprofil nach NRC (2012)

TZ: Tageszuwachs; LG: Lebendgewicht

Die Gehalte an verdaulichen AS in Einzelfuttermitteln sind in der Referenzwerttabelle ([Agroscope, 2019](#)) oder in der Futtermittelbank von Agroscope zu finden ([www.feedbase.ch](http://www.feedbase.ch)). Tabelle 3 enthält Empfehlungen zum Gehalt in Alleinfutter.

Tabelle 3: Empfehlungen zum Gehalt an verdaulichen Aminosäuren in Alleinfutter, je nach Produktionsphase

Produktionsphase	Futtergehalte, pro kg (88% TS)				
	VES, MJ	vLys, g	vMeth + vCys, g	vThr, g	vTrp, g
Absetzferkel, bis 20-25 kg LG <sup>†</sup>	14.0	10.2	3.0	5.7	1.6
Mast, 20 - 45 kg LG <sup>†</sup> *	13.7	8.9	5.0	5.1	1.5
Mast, 45 - 75 kg LG <sup>†</sup> *	13.7	7.0	4.0	4.1	1.2
Mast, 75 - 105 kg LG <sup>†</sup> *	13.7	6.1	3.5	3.6	1.0
Aufzucht (100 kg LG - Belegung) und Galtphase	12.1	5.2	2.9	3.6	1.1
Laktation**	14.1	9.6	4.9	5.8	1.8

verdauliche (v) Lysin (Lys), Methionine+Cystine (Mét+Cys), Threonie (Thr), Tryptophan (Trp)

<sup>†</sup> Optimiert mit einem verdaulichen Aminosäurenprofil nach NRC (2012)

\*Mastkurve von 900 g/T angenommen;

\*\*13 säugende Ferkel

### Vorteile/Synergien

- Eine an den – je nach Gewicht und Produktionsphase variierenden – Bedarf an verdaulichen essentiellen AS angepasste Fütterung limitiert den Eintrag von Proteinquellen in die Schweizer Landwirtschaft und reduziert die NH<sub>3</sub>-Bildung.

### Nachteile/Limitierungen/Zielkonflikte

- Die notwendigen Fütterungssysteme und/oder die Bildung von Tiergruppen hängen von den Einrichtungen im Betrieb ab.
- In einigen Produktionsprogrammen (z. B. in der biologischen Landwirtschaft) ist der Einsatz von synthetischen AS als Futtermittelzusatzstoffe nicht erlaubt, sodass der Eintrag von Proteinquellen in die Schweizer Landwirtschaft nur begrenzt reduziert werden kann ist.
- Düngung: Eine Änderung des N/P-Verhältnisses im Hofdünger muss in der Düngungsplanung berücksichtigt werden, um eine effektive Reduktionswirkung im landwirtschaftlichen Kreislauf zu erzielen (eine reduzierte P-Ausscheidung könnte zu mehr N Düngung führen!).

### Umsetzung: Aufwand/Ablauf/Anwendung/Durchführbarkeit

Die Durchführbarkeit auf Betriebsebene wird als hoch eingeschätzt, sofern die nötigen Installationen (z. B. genügend Futtersilos; separate Tiergruppen; Tierwaage) vorhanden sind oder darin investiert wird.

### Voraussetzungen/Bedingungen

- Umstellung von Durchmast- auf Mehrphasenfütterung auf der Basis des physiologischen Stadiums und des Gewichts der Tiere.
- Regelmässiges Wiegen der Schweine und Anpassung der Wachstumskurven in den Futterautomaten.
- Auf verdaulichen AS (nicht auf RP) basierende Futtermittelrezepturen.
- Einige synthetische AS sind verfügbar und können dem Futter zugesetzt werden (ausser in der biologischen Landwirtschaft).
- Die Kompensation einer eventuell reduzierten N-Ausscheidung muss in der Düngungsplanung mit Hofdünger berücksichtigt werden!

### Bewertungen

Die Auswirkungen (Kosten, N-Eintrag und N-Ausscheidung) der Verwendung eines marktüblichen Durchmastfutters wurden mit denjenigen von Zwei- und Dreiphasenfutter in konventionellen und biologischen Mastprogrammen verglichen. Bei den Sauen wurden verschiedene Szenarien der Zweiphasenfütterung verglichen. Dazu wurden unter Berücksichtigung der spezifischen Anforderungen der Schweinefütterung Grenzen für den Einsatz von der Schweizer Landwirtschaft nicht-produzierten Proteinquellen (z. B. Extraktionsschrot, Kartoffelprotein) und von P-Quellen (mineralisches Phosphat) definiert. Ausserdem sollte der RP- und P-Gehalt der Ration gegenüber marktüblichen Futtermitteln nicht erhöht werden, um die N- und P-Ausscheidungen nicht zu steigern. Siehe entsprechendes Merkblatt Agroscope Nr. 213 «Phosphorernährung des Schweins nach Empfehlung, mit minimalem Einsatz von Phosphaten» für die P-Thematik.

Bei Mast Schweinen (Tab. 4) ermöglicht die Phasenfütterung entsprechend dem Bedarf an verdaulichen AA gegenüber der Durchmastfütterung eine Reduktion des N-Eintrags um 9–29 % in der konventionellen Produktion und um 37–45 % in der biologischen Produktion. Die N-Ausscheidung wird in der konventionellen Produktion um 6–10 % pro Schwein reduziert; in der biologischen Produktion ändert sie sich nur unerheblich. Bei Sauen (Tab. 4) lässt sich der N-Eintrag gegenüber dem auf dem Markt erhältlichen Galt- und Laktationsfutter kaum weiter reduzieren.

Tabelle 4: Auswirkungen der Mehrphasenfütterung in der Mast und bei Sauen auf den Eintrag von Proteinquellen, die Stickstoffausscheidung und die Futterkosten

Fütterungsphasen	Gewicht/Produktionsphase		Nährwert und Gehalte der Ration					Aufnahme pro Tier				N-Ausscheidung pro Tier <sup>2)</sup>	
	Bereich kg LG	Optimiert kg LG	VES MJ/kg	RP g/kg	RP/VES	vLys g/kg	Lys g/kg	Futter Menge kg	Futter Kosten %	N-Input <sup>1)</sup> kg	N kg		
Mast Schweine	Durchmast GRUD 2017	25 - 105	13.7	173	12.6	-	-	215	-	-	5.95	3.87	
	<b>Durchmast Markt</b>	<b>25 - 105</b>	<b>13.7</b>	<b>150</b>	<b>10.9</b>	<b>-</b>	<b>10</b>	<b>215</b>	<b>100%</b>	<b>0.947</b>	<b>5.16</b>	<b>3.08</b>	
	Konventionell	2-Phasen	25 - 60 60 - 105	13.7	160	11.7	8.3	90		0.861	2.30	2.88	
				13.7	133	9.7	6.2	125	100%	0.000	2.66	94%	
	3-Phasen	20 - 45	32.5	13.7	160	11.7	8.9	50		0.422	1.28		
		45 - 75	60.0	13.7	143	10.4	7.0	70		0.248	1.60	2.77	
		75 - 105	87.5	13.7	129	9.4	6.1	95	102%	0.000	1.97	90%	
	<b>Durchmast Markt</b>	<b>25 - 105</b>		<b>13.4</b>	<b>170</b>	<b>12.7</b>	<b>-</b>	<b>8.5</b>	<b>215</b>	<b>100%</b>	<b>3.426</b>	<b>5.85</b>	<b>3.77</b>
	Bio	2-Phasen	25 - 60 60 - 105	13.4	190	14.2	8.1	90		1.277	2.74	3.76	
				13.4	155	11.6	6.1	125	100%	0.892	3.10	100%	
					12.7				63%	100%	100%		
3-Phasen	20 - 45 45 - 75 75 - 105	32.5 60.0 87.5	13.4	196	14.7	8.7	50		0.714	1.57			
			13.4	167	12.5	6.9	70		0.745	1.87	3.69		
			13.4	153	11.4	5.9	95	97%	0.441	2.33	98%		
Sauen	2-Phasen GRUD 2017	Galt	12.1	145	12.0			330			1.95	13.3	
		Laktation	14.1	179	12.7			220			1.30		
	2-Phasen Markt	Galt	12.1	131	10.8		6.8	330	100%	0.259	6.92	10.6	
		Laktation	14.1	169	12.0		10.5	220		3.280	5.96		
	2-Phasen	Galt	12.1	130	10.7	5.0		330		0.235	6.86	10.5	
		Laktation	14.1	169	12.0	9.6		220	102%	3.369	5.96	100%	

Durchmast/2-Phasen GRUD 2017: Durchmastfutter/Galt und Laktationsfutter nach GRUD 2017 (Menzi et al., 2016)

Durchmast Markt: Durchmastfutter/Galt und Laktationsfutter des Marktes (von Wyl et al., 2023; Agroscope Versuchsstation LU)

Konventionelle Fütterung: mit synthetischen Aminosäuren (Methionin, Lysin, Threonin) und mit 500 FTU/kg Phytase

Bio-Fütterung: ohne synthetische Aminosäuren und ohne zugesetzte Phytase

<sup>1)</sup> N-Input aus Proteinquellen (Extraktionsschrot, Kartoffelprotein)

<sup>2)</sup> Mast Schweine: N-Ausscheidung (Pro Tier) = Nährstoffaufnahme - Körperretention (26 g N pro kg LG Zuwachs)

Sauen: P-Ausscheidung (pro Tier und Zyklus) = Nährstoffaufnahme - Körperretention Wurf bis Absetzen (2.28 kg N)

## Wirtschaftlichkeit

Die wirtschaftliche Bewertung der Massnahme ist qualitativ. Aufgrund der entscheidenden Rolle der Mischfuttermittelhersteller für die erfolgreiche Umsetzung der Massnahme wird die Bewertung aus der Sicht der landwirtschaftlichen Betriebe und auch aus jener der Mischfutterhersteller durchgeführt.

Mischfutterhersteller: Mehrphasen-Fütterungssysteme existieren bereits auf dem Markt. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass eine Weiterentwicklung dieser Systeme keine zusätzlichen Investitionen (Kapitalkosten) nach sich ziehen würde. Landwirtschaftliche Betriebe: Eventuell sind Investitionen für die Umstellung auf die Mehrphasenfütterung notwendig. Die Kaufkosten der Mischfutter hängen stark von den Vermarktungspreisen ab. Bei einer Mehrphasenfütterung hat eine abnehmende Menge pro Lieferung womöglich geringere Mengenrabatte zur Folge. Der generell reduzierte RP-Gehalt der Lösungen in Tabelle 4 kann zu einer mengenmässigen Reduktion der Hofdüngerabgabe (Hoduflu) und damit zu geringeren Kosten führen.

## Reduktionspotenzial

Die jährliche Produktion von Mastfutter beträgt 581 000 t (53 % Durchmastfutter und 47 % Mehrphasenfutter), davon 1,7 % für die biologische Landwirtschaft. Die Produktion von Galt- und Laktationsfutter beläuft sich auf 145 000 t. Dazu werden etwa 2500 t N für Mastfutter und 950 t N für Galt- und Laktationsfutter benötigt, welche über Ölnebenprodukte (hauptsächlich Sojaextraktionsschrot) und Stärkenebenprodukte (z. B. Kartoffelprotein, Kleber) in die Schweizer Landwirtschaft eingetragen werden. Diese insgesamt 3450 t N machen 12 % des Stickstoffeintrags über diese Futtermittel aus (28 000 t/Jahr). Mit der vollständigen Umstellung der Mast auf Zwei- oder Dreiphasenfutter könnten jährlich 110 bis 650 t N-Eintrag eingespart werden.

Bei einem Bestand von 2,7 Millionen Mastschweinen und 0,12 Millionen Sauen werden jährlich etwa 11 000 t N ausgeschieden. Mit einer vollständigen Umstellung der Mast auf Zwei- oder Dreiphasenfutter könnte der N-Anfall um 300 bis 600 t / Jahr reduziert werden.

Der potenzielle Beitrag zur Verbesserung der N-Bilanz der Schweizer Landwirtschaft beträgt somit zwischen 0,3–1,5 % des Gesamteintrages von 44 000 t N infolge des reduzierten Eintrags von Proteinträgern und zwischen 0,2–0,5 % infolge der reduzierten N-Ausscheidung der insgesamt 131 000 t N in Hofdüngern. Sofern die Reduktion der N-Ausscheidungen nicht durch Mineraldünger, sondern durch den Zu- und Verkauf von Hofdünger kompensiert wird, entspricht das Gesamtpotenzial von 430–1300 t N etwa 3–9 % des Reduktionsziels von 14 250 t N aus dem Überschuss von 95 000 t (Spiess und Liebisch, 2023).

Durch Änderungen der Restriktionen innerhalb der Futteroptimierung (z. B. P-, RP-Gehalt, Proteinquellen etc.) kann der Eintrag von Proteinquellen durchaus noch stärker gesenkt werden, wobei damit Auswirkungen auf die N- und P-Ausscheidung der Tiere und auf die Futterkosten erwartet werden. Diesem Thema ist das Merkblatt Agroscope Nr. 214 gewidmet: «Optimierung von Mischfutter: je nach Ziel eine andere Auswirkung auf N- und P-Input und deren Ausscheidung durch Nutztiere».

## Erfolgs-/Qualitätskriterien

Quantifizierbar auf Niveau Schweizer Landwirtschaftssystem: jährlicher Eintrag an Futter-Proteinquellen, die in das Schweizer Landwirtschaftssystem gelangen (OSPAR). Quantifizierbar für die Schweinebranche: Änderung des RP-Gehalts und Reihenfolge der Futtermittel auf den Etiketten der vermarkteten Mischfutter, und betriebliche IMPEX-Berechnungen (Suisse-Bilanz), wobei wie beschrieben eine Reduktion des RP-Eintrags nicht unbedingt den RP-Gehalt des Futters reduziert.

## Stakeholder-Perspektiven

Für die Betriebe ist es entscheidend, die verdaulichen AS oder zumindest die AS – nicht die RP – zum Massstab zu nehmen. Zudem sollte beachtet werden, dass ein RP-Überschuss, z. B. bei nicht an die Produktionsphase angepassten Rationen, die Stickstoffausscheidung, aber nicht die Mastleistung erhöht. Für die Mischfutterhersteller ist ein Überdenken der Preispolitik (z. B. Mengenrabatte) und der Kommunikation auf Basis der verdaulichen AS wünschenswert.

## Fazit

Die Rationen sollten entsprechend dem Gehalt an verdaulichen AS optimiert und an die spezifischen Bedürfnisse der einzelnen Schweine angepasst werden. Idealerweise sollte das Futter für eine Mehrphasenfütterung formuliert sein und auf eine maximale Verwendung von in der Schweiz produzierten Proteinquellen sowie auf einen minimalen RP-Gehalt abzielen. Die Schweinebranche kann über die Fütterung einen Beitrag leisten, um den Eintrag von N in die landwirtschaftlichen Nährstoffflüsse der Schweiz zu verringern.

## Weitere Informationen

### Literatur

- Agroscope (2004). Fütterungsempfehlungen für Schweine. <https://www.agroscope.ch/gelbes-buch>
- Agroscope (2019). Referenzwerte Einzelfutter. <https://www.agroscope.ch/gelbes-buch>
- Agroscope (2022). Futtermitteldatenbank. [www.feedbase.ch](http://www.feedbase.ch)
- Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) (2006). Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- Menzi H., Stoll P. & Schlegel P. (2016). Neue Ausscheidungsrichtwerte für Schweine. Agrarforschung Schweiz 7, 484–489. <https://www.agrarforschungschweiz.ch/2016/11/neue-ausscheidungsrichtwerte-fuer-schweine/>
- National Research Council (NRC) (2012). Nutrient Requirements of Swine. 11<sup>th</sup> Edition, National Academies Press, Washington DC.
- Spiess E., Liebisch F. (2023). Nährstoffbilanz der schweizerischen Landwirtschaft für die Jahre 1975 bis 2021. Agroscope Science 170, 1–22. <https://ira.agroscope.ch/de-CH/Page/Publikation/Index/54678>
- Von Wyl H., Küng T., Kupper T. und Spring P. (2023). Rohproteingehalte in Schweinefutter: Bestandesaufnahme 2021. Agrarforschung Schweiz, 14, 116-121. <https://www.agrarforschungschweiz.ch/2023/06/proteingehalte-im-schweinefutter-senken/>

### Impressum

Herausgeber	Agroscope Rte de la Tioleyre 4, case postale 64 1725 Posieux <a href="http://www.agroscope.ch">www.agroscope.ch</a>
Series Editor	Frank Liebisch
Download	<a href="http://www.agroscope.ch/naehrstoffverluste">www.agroscope.ch/naehrstoffverluste</a>
Copyright	© Agroscope 2024

### Haftungsausschluss

Agroscope schliesst jede Haftung im Zusammenhang mit der Umsetzung der hier aufgeführten Informationen aus. Die aktuelle Schweizer Rechtsprechung ist anwendbar.