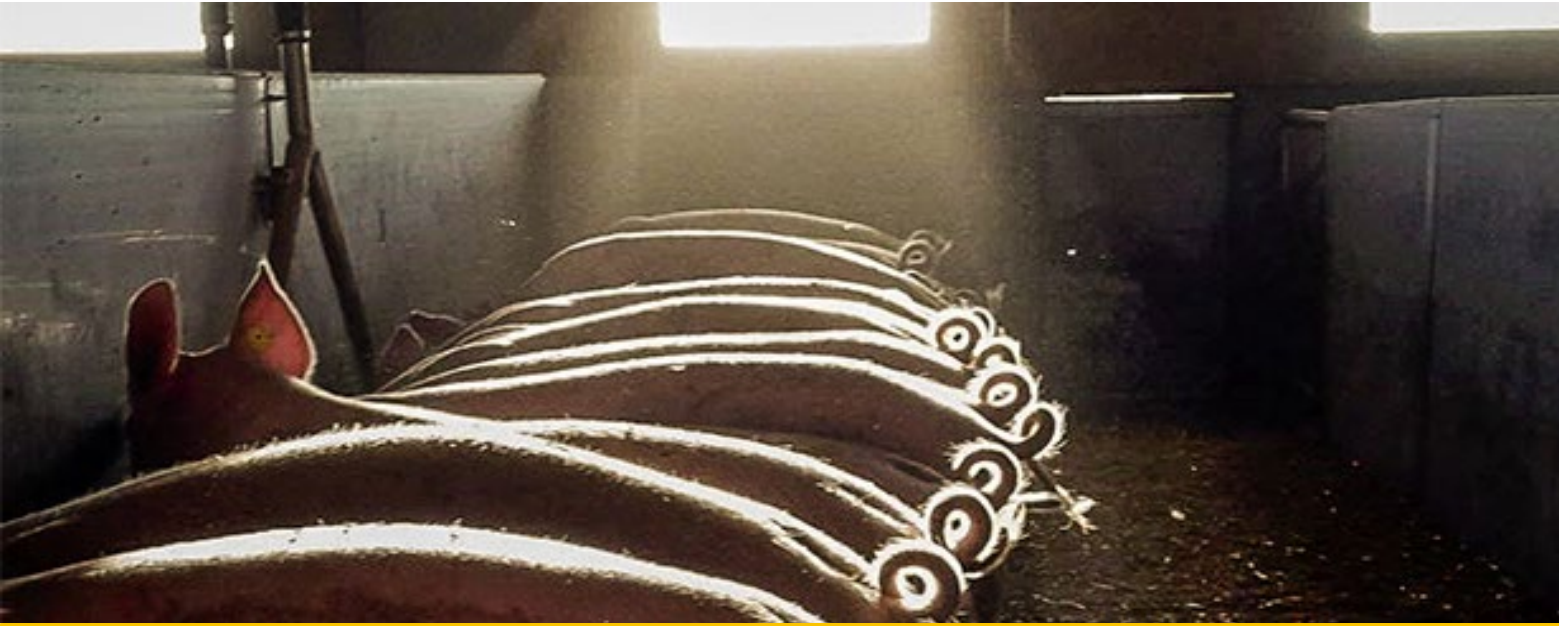




Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences



N-Reduktion in der Schweinemast

Prof. Dr. Peter Spring
BFH-HAFL

Schweizer Agrarpolitikforum 2021 - Hofer, BLW es bleiben Herausforderungen

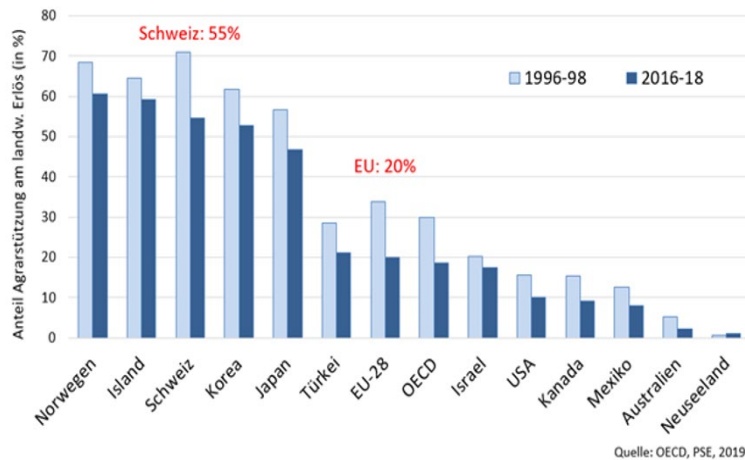
Hohe Proteineffizienz ->

Tiefere Produktionskosten

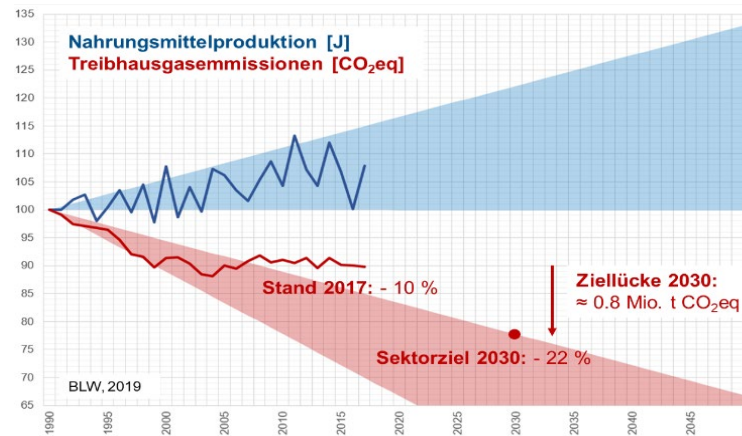
Tiefere Treibhausgasemissionen

Tiefere Ammonial-emissionen

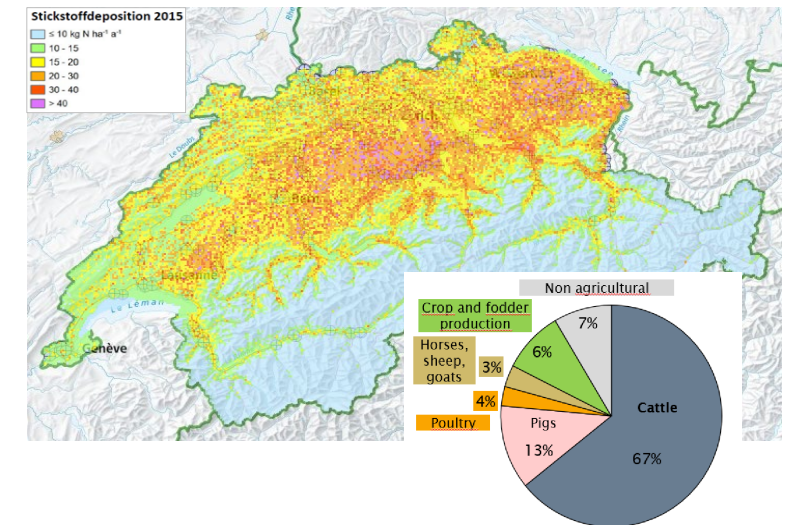
Gesamtstützung der Landwirtschaft im OECD-Vergleich



Treibhausgasemissionen Landwirtschaft



Stickstoffbelastung



N der nicht ins System gelangt, geht nicht verloren

«begin of pipe" Massnahme



Wo entlang der Kette ansetzen?

Ausscheidungen



Stall/Laufhof



Lagerung



Ausbringung



Boden



"end of pipe« Massnahme

Kupper *et al.*, Atmospheric Environment 103, 215 – 221

Wo sind die grössten Hebel



➤ Saugferkel 1 kg



➤ Absetzferkel 26 kg ($\Delta 17 \text{ kg} \times 1.5$)



➤ Mast **220 kg** ($\Delta 88 \text{ kg} \times 2.5$)

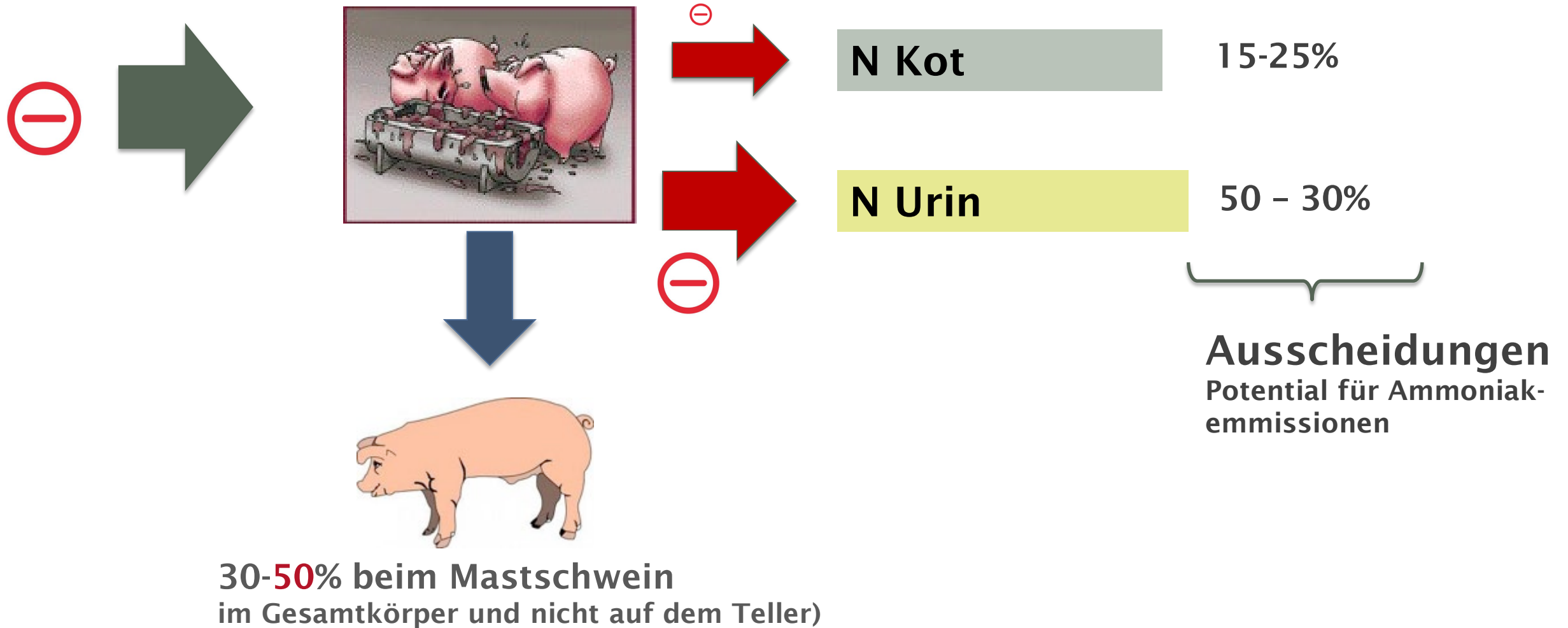


➤ Galtsau **38 kg** ($1300 \text{ kg} * 0.7 / 27$)



➤ Säugende Sau 16 kg ($1300 \text{ kg} * 0.3 / 27$)

Ziel der Reduktion



Proteineffizienz im Vergleich: Umwandlung von Futterprotein in essbares Protein

25 %



14 %

6 %



25 %

5 %



23 %

Knapp 20% Proteineffizienz

Tierkategorie Catégorie d'animaux	Futtermenge, kg Aliment, kg	Proteingehalt, % Teneurs de MA, %	Protein, kg MA, kg
Muttersau; Truie	1300	14.2 %	185
26 Ferkel, porcelets	26 x 17 x 1.5 = 587	16.5 %	97
25 Mastschweine, Porcs à l'engrais	25 x 84 x 2.6 = 5460	14.5%	792
Total			1074

1074 kg Protein : 25 Schweine = **43 kg Protein pro Schwein**

109 kg LG -> 49 kg verkaufsfertiges Fleisch (davon 10 %
Koch- und Ess-Verluste) -> à 18 % Protein = **7.9 kg Protein**

18 - 19 %

Bedarf des Mastschweins an verdaulichen Aminosäuren (in g/MJ VES)

LG, kg	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
vLys, dLys	0.74	0.72	0.66	0.61	0.56	0.51	0.48	0.46	0.44	0.43
vMet, dMet	0.24	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14
vMet + vCys	0.47	0.46	0.43	0.39	0.36	0.33	0.31	0.29	0.28	0.27
vThr, dThr	0.50	0.49	0.45	0.41	0.38	0.35	0.33	0.31	0.30	0.29
vTrp, dTrp	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09
vIle, dIle	0.46	0.44	0.41	0.38	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.27
vLeu, dLeu	0.74	0.72	0.66	0.61	0.56	0.51	0.48	0.46	0.44	0.43
vPhe, dPhe	0.44	0.43	0.40	0.36	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.26
vPhe + vTyr	0.71	0.69	0.64	0.58	0.53	0.49	0.46	0.44	0.42	0.41
vVal, dVal	0.52	0.50	0.46	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.31	0.30
vArg, dArg	0.29	0.29	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18	0.18	0.17
vHis, dHis	0.24	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14

v = verdaulich; d= digestible

<https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/services/dienste/futtermittel/fuetterungsempfehlungen-schweine.html>

Gehalte von Vormast und Ausmastfutter basierend auf dem Gelben Buch

	<u>Vormastfutter (Jager)</u> <i>Aliment de croissance (goret)</i>		<u>Ausmastfutter</u> <i>Aliment de finition</i>	
	g/MJ VES <i>g/MJ EDP</i>	g/kg Futter <i>g/ kg aliment</i>	g/MJ VES <i>g/MJ EDP</i>	g/kg Futter <i>g/kg aliment</i>
Energie, MJ VES(EDP) /kg		14.0*	--	14.0*
RP/ MA	12.0	168.0	10.6	148.4
<u>vLys/ dLys</u>	0.61	8.5	0.46	6.4
<u>vMet & vCys/ dMet & dCys</u>	0.39	5.5	0.29	4.1
<u>vThr/ dThr</u>	0.41	5.7	0.31	4.3
<u>vTrp/ dTrp</u>	0.12	1.7	0.09	1.3
<u>PMI_{max}/ IPM_{max}*</u>	1.80	25.2**	1.8	25.2**
Ca	0.60	8.4	0.49	6.9
<u>Ca bei Phytaseeinsatz</u> <u>Ca avec ajout de phytase</u>	--	7.4	--	5.9
VDP/ PDP	0.21	2.9	0.16	2.2
P	1.5 x <u>VDP;PDP</u>	4.4	1.5 x <u>VDP;PDP</u>	3.4
<u>Na</u>	0.09	1.3	0.08	1.1

REB-Rohproteingrenzwerte für die Schweinefütterung

Direktzahlung:
Ressourceneffizienzbeiträge REB Beitragsdauer 1.1.2023 – 31.12.2026

Stickstoffreduzierte Phasenfütterung bei Schweinen

Schweine haben je nach Wachstums- und Produktionsphase einen unterschiedlichen Bedarf an Rohprotein. Ziel ist es, den Rohprotein-gehalt des Futters an den Rohproteinbedarf der Schweine in der jeweiligen Wachstums- und Produktionsphase anzupassen. Der ausgeschiedene Stickstoff (N) im Harn und in geringem Umfang im Kot wird so reduziert. Es gelangt weniger Stickstoff in den landwirtschaftlichen Kreislauf. Dies verringert die Ammoniakverluste.

Beiträge für die stickstoffreduzierte Phasenfütterung von Schweinen
Für die stickstoffreduzierte Phasenfütterung von Schweinen wird ab dem 1.1.2023 bis und mit 2026 ein jährlicher Betrag pro GVE (Mastschweine, Zuchtschweine, abgesetzte Ferkel, Remonten) ausgerichtet. Grundlage ist die Direktzahlungsverordnung (DZV) Art. 82b und c, Art. 115g sowie Anhang 6a. Danach ist geplant, die Massnahme in den ÖLN aufzunehmen.

Die Bewirtschafter/-innen passen je nach Wachstums- und Produktionsphase der Tiere den Nährwert der Futtermittel an den Bedarf der Schweine an. Dafür werden während vier Jahren Beiträge ausbezahlt.



	Grenzwert in g RP pro MJ VES Valeurs limites en g MA par MJ EDP	
	Konventioneller Betrieb	Bio-Betriebe
Säugende Sauen, truies allaitantes	12.0	14.7
Galtsauen, truies en gestation	10.8	11.4
Eber, verrats	10.8	11.4
Abgesetzte Ferkel, porcelets sevrés	11.8	14.2
Remonte und Mastschweine Remontes et porcs à l'engrais	10.5	12.7

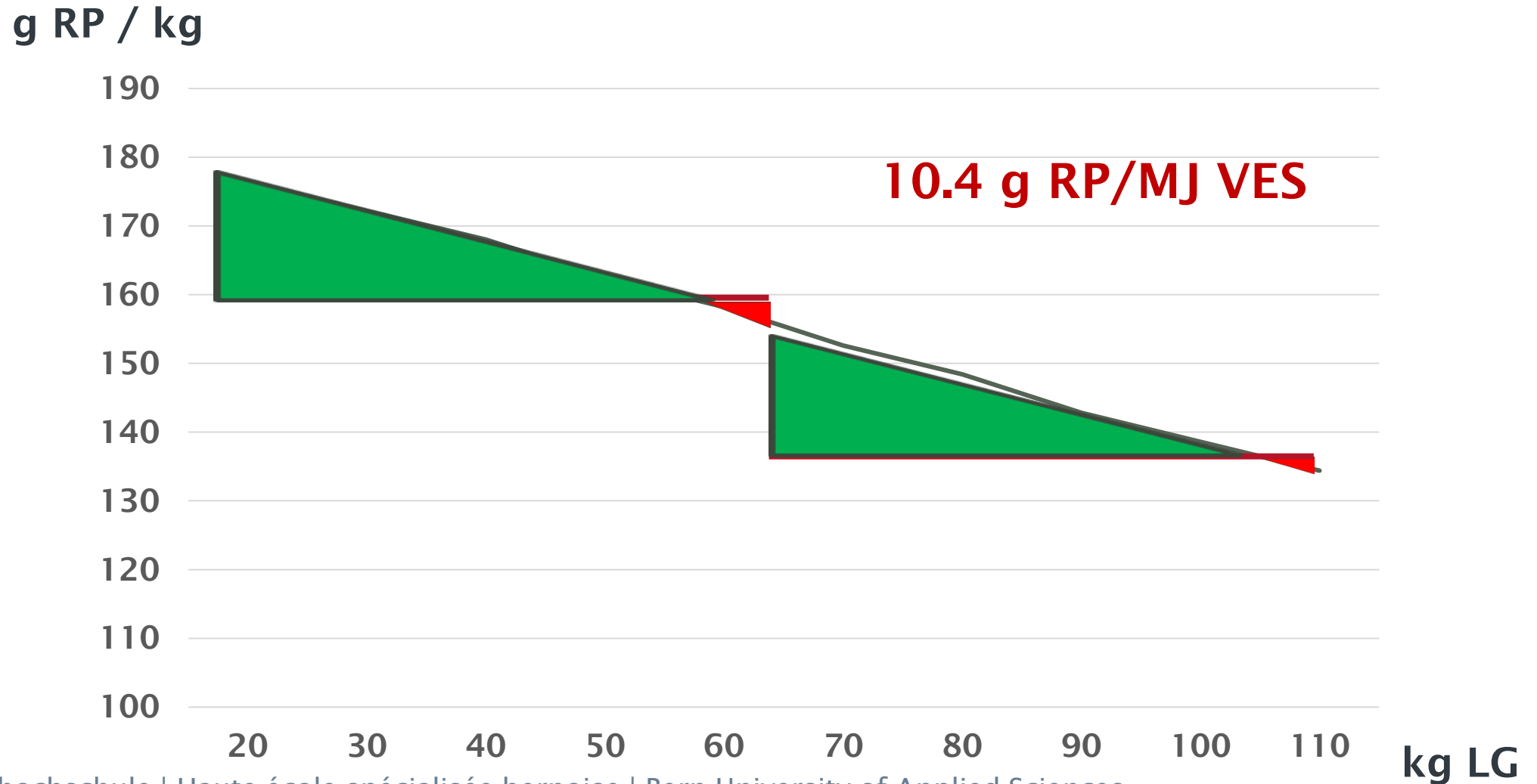
40% Vormast- und 60% Ausmastfutter

	Gelbes Buch	Linear	Fokus auf Ausmast
	Programm 1 Gelbes Buch	Programm 2	Programm 3
Vormast, MJ VES/kg	14.0	14.0	14.0
Vormast, g RP/kg	168	156	162
Vormast, g RP/MJ VES	12.00	11.16	11.57
Finition, MJ EDP/kg	14.0	14.0	14.0
Finition, g MA/kg	148	139	135
Finition, g MA/MJ EDP	10.57	9.83	9.64
Programm, g PR/MJ VES	11.14	10.36	10.41

Nutrient concentrations of Swiss fattening diets based on requirement tables

	<u>Vormastfutter (Jager)</u> <i>Aliment de croissance (goret)</i>		<u>Ausmastfutter</u> <i>Aliment de finition</i>	
	g/MJ VES <i>g/MJ EDP</i>	g/kg Futter <i>g/ kg aliment</i>	g/MJ VES <i>g/MJ EDP</i>	g/kg Futter <i>g/kg aliment</i>
Energie, MJ VES(EDP) /kg		14.0*	--	14.0*
RP/ MA	12.0	168.0	10.6	148.4
<u>vLys/ dLys</u>	0.61	8.5	0.46	6.4
<u>vMet & vCys/ dMet & dCys</u>	0.39	5.5	0.29	4.1
<u>vThr/ dThr</u>	0.41	5.7	0.31	4.3
<u>vTrp/ dTrp</u>	0.12	1.7	0.09	1.3
<u>PMI_{max}/ IPM_{max}*</u>	1.80	25.2**	1.8	25.2**
Ca	0.60	8.4	0.49	6.9
<u>Ca bei Phytaseinsatz</u> <u>Ca avec ajout de phytase</u>	--	7.4	--	5.9
VDP/ PDP	0.21	2.9	0.16	2.2
P	1.5 x <u>VDP;PDP</u>	4.4	1.5 x <u>VDP;PDP</u>	3.4
<u>Na</u>	0.09	1.3	0.08	1.1

Angepasste Phasenfütterung: 14.0 MJ VES, 160/135 g RP



Proteinbedarf des Schweins

Rohprotein

Lysin

Methionin

Methionin et Cystin

Threonin

Tryptophan

Valin

Isoleucin

Leucin

Phenylalanin

Phenylalanin et Tyrosin

Arginin (essentiel pour jeunes animaux)

Histidin (essentiel pour jeunes animaux)

Genau berechnet und über reine Aminosäuren ausgeglichen

Bedarf für die verschiedenen Getreide und Eisweissträger gedeckt.

Ideales Protein

	Gelbes Buch	PIC	DanBred	Topigs Norsvin
Lysin	100	100	100	100
Methionin	32	x	30	30
Methionin + Cystein	64	58	58	62
Threonin	68	65	65	67
Tryptophan	20	18	20	19
Isoleucin	62	56	53	54
Leucin	100	101	99	100
Phenylalanin	60	x	54	50
Phenylalanin + Tyrosin	96	94	100	x
Valin	70	68	67	68
Arginin	40	x	x	42
Histidin	32	34	32	32

Entwicklung der Futtergehalte

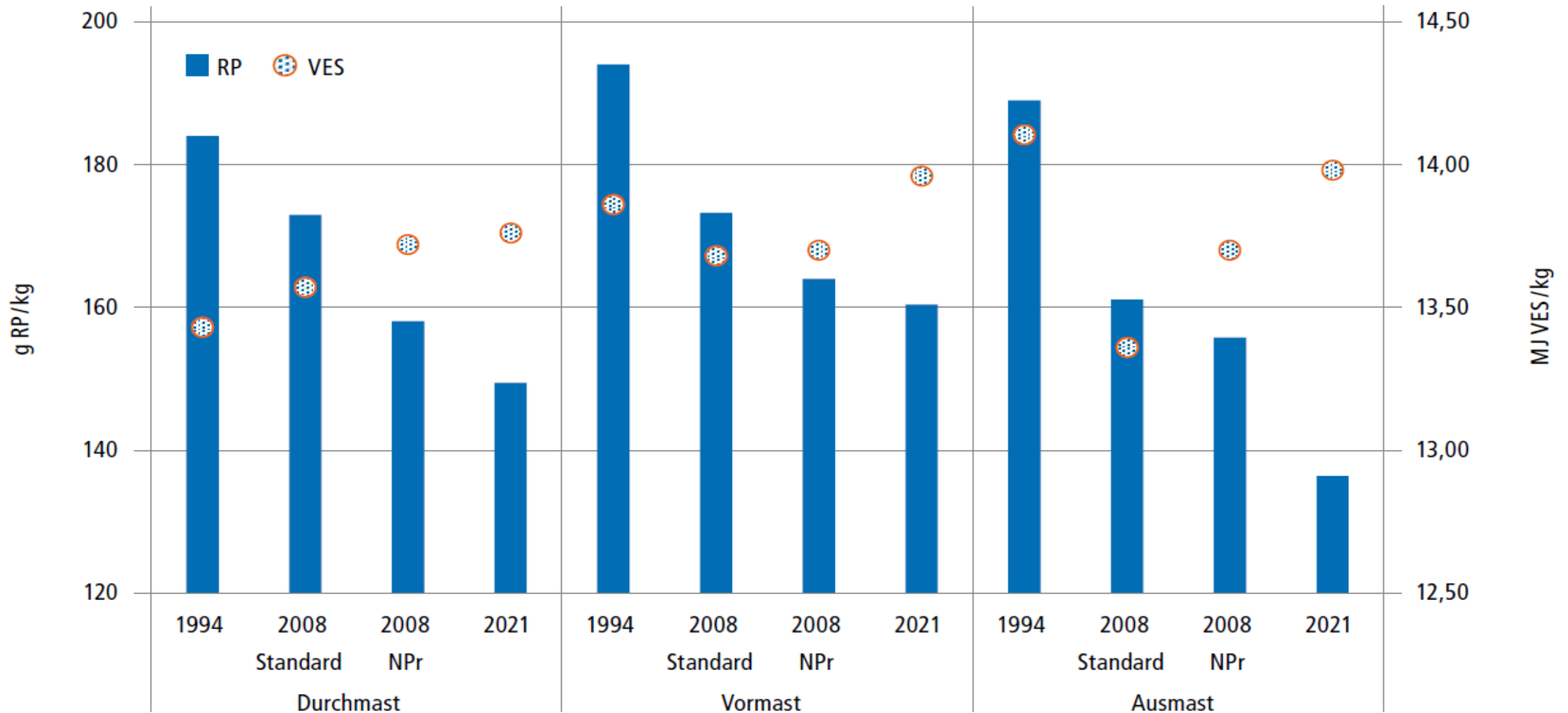


Abb. 1 | Vergleich der Mischfuttergehalte für Mastschweine von 1994, 2008 und der Erhebung 2021.

(Kessler *et al.*, 1994; Bracher und Spring, 2011)

Enorme Effizienzsteigerung

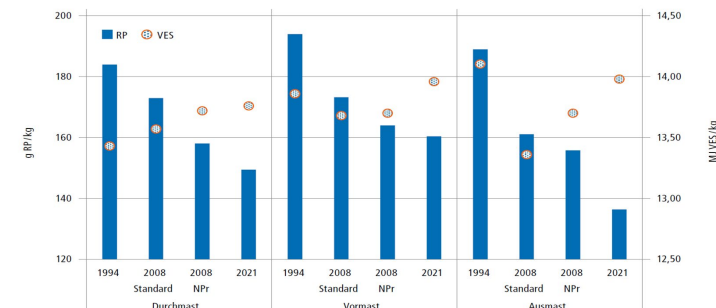


Abb. 1 | Vergleich der Mischfuttergehalte für Mastschweine von 1994, 2008 und der Erhebung 2021. (Kessler et al., 1994; Bracher und Spring, 2011)

	1970	1990	2020	2035
FV, kg/kg	~3.5	~ 3.1**	2.5	2.0
MJ VES / kg Futter	13.2	13.4	14	14
g RP/ kg Futter	(190)	185	145	135*
MJ VES / kg LG	46.2	41.5	35	28
g RP/ kg LG	665	574	363	270

*150 g PR in VM und 125 g RP in Ausmast

** 2.7 in der Stationsprüfung

156 g RP / kg LG (25 g N pro kg LG)

74 g RP essbar pro kg LG (110 kg LG 50 kg verkaufsfertiges Fleisch davon 10 % Koch- und Ess-Verluste 45 kg à 18 % Protein = 8.1 kg Protein)

Tabelle 1 | Nährwertgehalte von Durchmast-, Vormast- und Ausmastfutter

Durchmast		VES (MJ/kg)	RP (g/kg)	Lys (g/kg)	P (g/kg)	RP/ MJ VES	Lys/ MJ VES	P/ MJ VES
Durchmastfutter								
(n=35)	X	13,91	150,28	10,11	4,09	10,80	0,73	0,29
	min	13,30	142,00	9,50	3,90	10,35	0,67	0,28
	max	14,40	180,00	11,30	5,50	12,50	0,78	0,41
	sd	0,26	6,50	0,36	0,44	0,39	0,03	0,03
	gX	13,84	151,60	10,14	4,23	10,95	0,73	0,31
zu Schotte								
(n=18)	X	13,88	155,37	10,48	4,07	11,20	0,76	0,29
	min	13,50	145,00	9,8	3,70	10,56	0,72	0,27
	max	14,20	160,00	10,80	5,00	11,48	0,79	0,36
	sd	0,21	4,63	0,28	0,36	0,34	0,02	0,03
	gX	13,81	153,00	10,28	4,08	11,08	0,74	0,30
gesamt								
(n=53)	X	13,90	151,00	10,16	4,08	10,86	0,73	0,29
Vormast								
(n=36)	X	13,96	160,41	11,13	4,42	11,49	0,80	0,32
	min	13,50	145,00	9,80	3,70	10,71	0,73	0,26
	max	14,20	165,00	13,14	6,50	12,04	0,95	0,47
	sd	0,19	4,45	0,58	0,47	0,30	0,04	0,03
	gX	13,87	159,42	10,99	4,40	11,49	0,79	0,32
Ausmast								
(n=33)	X	13,98	136,35	8,93	3,84	9,75	0,64	0,27
	min	13,40	120,00	6,90	3,60	9,29	0,49	0,26
	max	14,40	150,00	10,20	4,30	11,19	0,73	0,31
	sd	0,22	7,65	0,75	0,15	0,55	0,05	0,01
	gX	13,92	138,67	8,97	3,88	9,96	0,64	0,28

X Mittelwert

gX gewichteter Mittelwert, basierend auf geschätzten Marktanteilen

4-Phasenfütterung mit teilweise starker RP-Absenkung

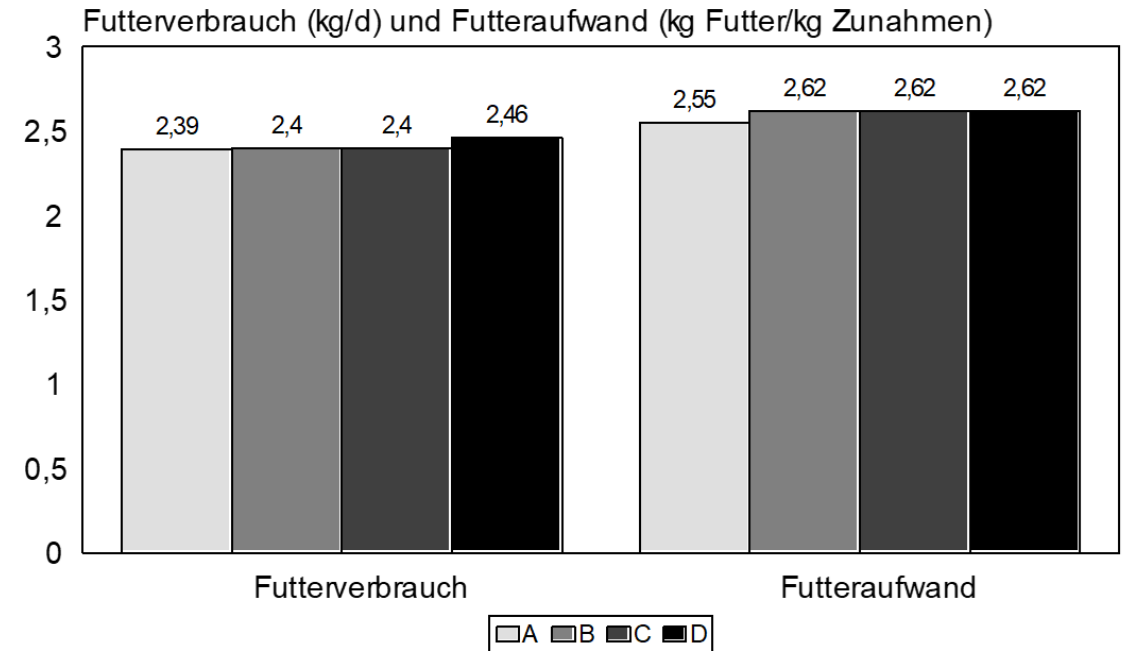
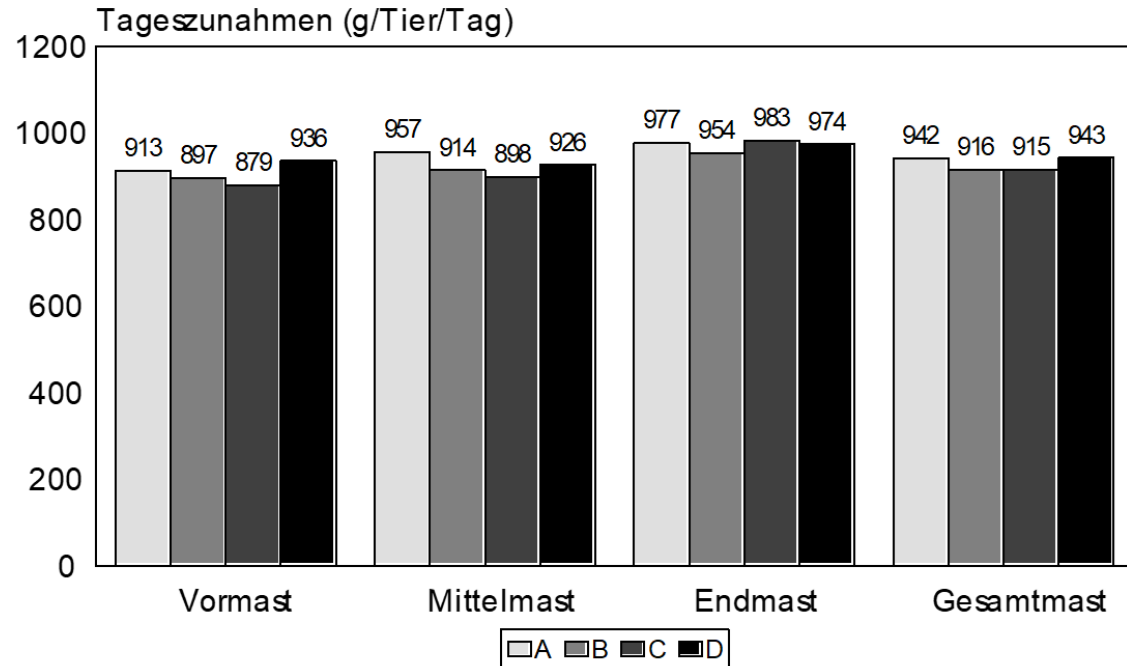
		Vormast				Mittelmast				<u>Endmast</u>			
		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Energie	MJ ME*	13,7	13,8	13,7	13,7	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,2	13,2	13,2
Energie	MJ NE**	10,3	10,5	10,5	10,3	10,0	10,2	10,2	10,2	10,0	10,2	10,2	10,2
Rohprotein	%	18,5	16,9	16,1	18,5	16,0	13,8	13,6	13,6	15,0	12,3	12,3	12,3
Rohfaser	%	3,0	4,1	3,4	3,0	3,6	3,5	3,4	3,4	3,8	3,5	3,5	3,5
Lys	%	1,07	1,10	1,06	1,07	0,91	0,89	0,88	0,88	0,77	0,73	0,73	0,73
<u>pcv</u> Lys	%	0,95	0,95	0,95	0,95	0,79	0,79	0,79	0,79	0,65	0,65	0,65	0,65
Met	%	0,32	0,32	0,30	0,32	0,28	0,28	0,29	0,29	0,25	0,25	0,25	0,25
<u>Thr</u>	%	0,73	0,74	0,72	0,73	0,59	0,57	0,56	0,56	0,53	0,49	0,49	0,49
<u>Trp</u>	%	0,23	0,21	0,20	0,23	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18	0,15	0,15	0,15
Ca	%	0,70	0,70	0,70	0,70	0,60	0,60	0,60	0,60	0,55	0,55	0,55	0,55
P	%	0,43	0,43	0,43	0,43	0,35	0,34	0,33	0,33	0,35	0,33	0,33	0,33

* nach GfE 2006; ** nach Noblet et al. 1994

Auswirkung auf Futterzusammensetzung

		Vormast	Endmast
RP-Gehalt		161	123
Weizen	g	45,75	17,5
Mais	g	15	15
Gerste	g	10	54,75
Triticale	g	10	10
Soja, HP	g	6,5	0
Rapsschrot	g	7,5	0
Ackerbohne	g	0	0
Sojaöl	g	1,7	0,3
Futterkalk	g	1,065	0,89
MCP	g	0,455	0
Viehsalz	g	0,35	0,23
Premix	g	0,5	0,5
AA-Vormischung	g	1,225	0,854

Zunahmen und Futterverwertung in den einzelnen Mastabschnitten



Schlachtleistungsdaten

	A n = 44		B n = 46		C n = 42		D n = 46		p
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	
<u>Schlachtgew.</u> (kg)	96,8	3,1	96,5	3,0	96,4	3,8	97,3	2,6	>0,05
Ausschlachtung (%)	80,2	1,9	79,9	1,3	80,2	1,5	80,6	1,2	>0,05
MFA (BF) (%)	60,6	2,7	59,1	3,1	59,7	3,4	60,2	3,0	>0,05
Fleisch-Fett-Verh.	0,27	0,07	0,30	0,09	0,29	0,1	0,28	0,08	>0,05
<u>Fleischfläsche</u> (cm ²)	58,3a	5,8	54,9b	5,2	56,4ab	6,6	59,0a	6,2	>0,005
Fettfläche (cm ²)	15,2	3,0	16,3	3,6	16,0	3,5	15,8	3,3	>0,05

Auswertung Praxisbetrieb

- ▶ 92 Tiere beim 1. Mal Einstallen
- ▶ 46 Tiere beim 2. Mal Einstallen
- ▶ 23 Tiere pro Gruppe
- ▶ 138 Tiere zum Start im Versuch
- ▶ 128 Tiere zum Schluss im Versuch
- ▶ 1 Abgang, 9 Untergewichtige Tiere

Versuchsaufbau

- ▶ **Vormastfutter: 13.6 MJ* VES, 16% RP**
- ▶ **Endmast Kontrollfutter: 13.9 MJ* VES, 13.3% RP**
- ▶ **Endmast Versuchsfutter: 14.4 MJ* VES, 11.3% RP (Planung 12.0%)**
- ▶ **Eingesetzte künstliche AS: Lysin, Methionin, Cystin, Threonin, Tryptophan, Isoleucin, Valin**

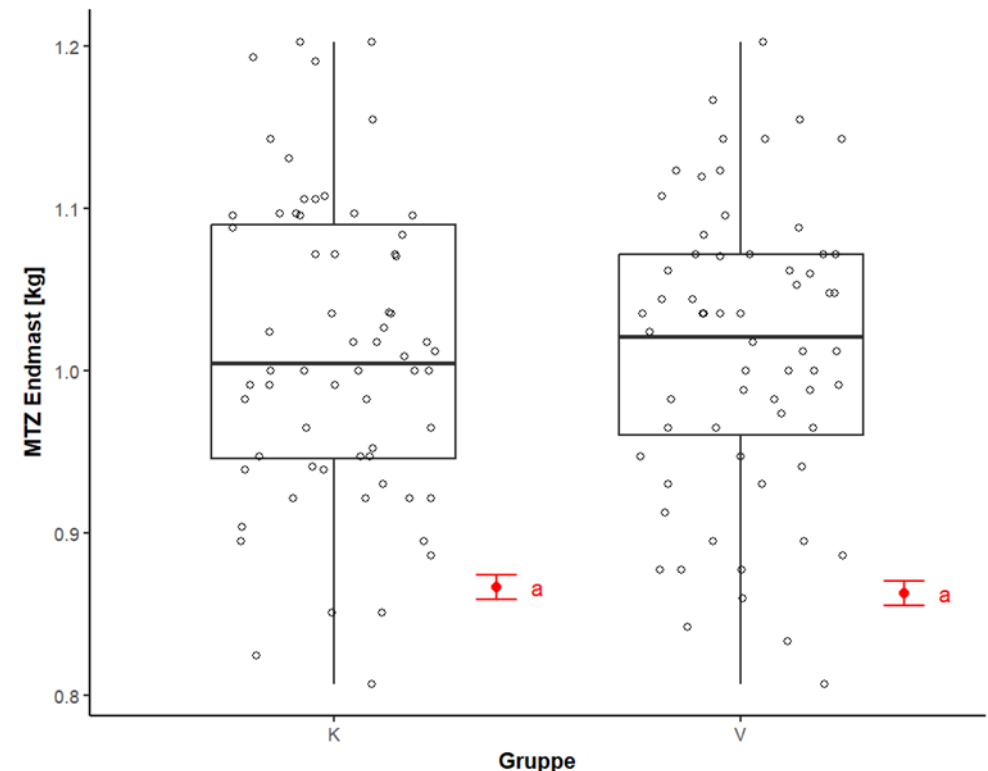
... Futterpreis/100 kg knapp +1 Fr.

* Analyse ... Planung war gleich bei 14 MJ

Ergebnisse MTZ Endmast

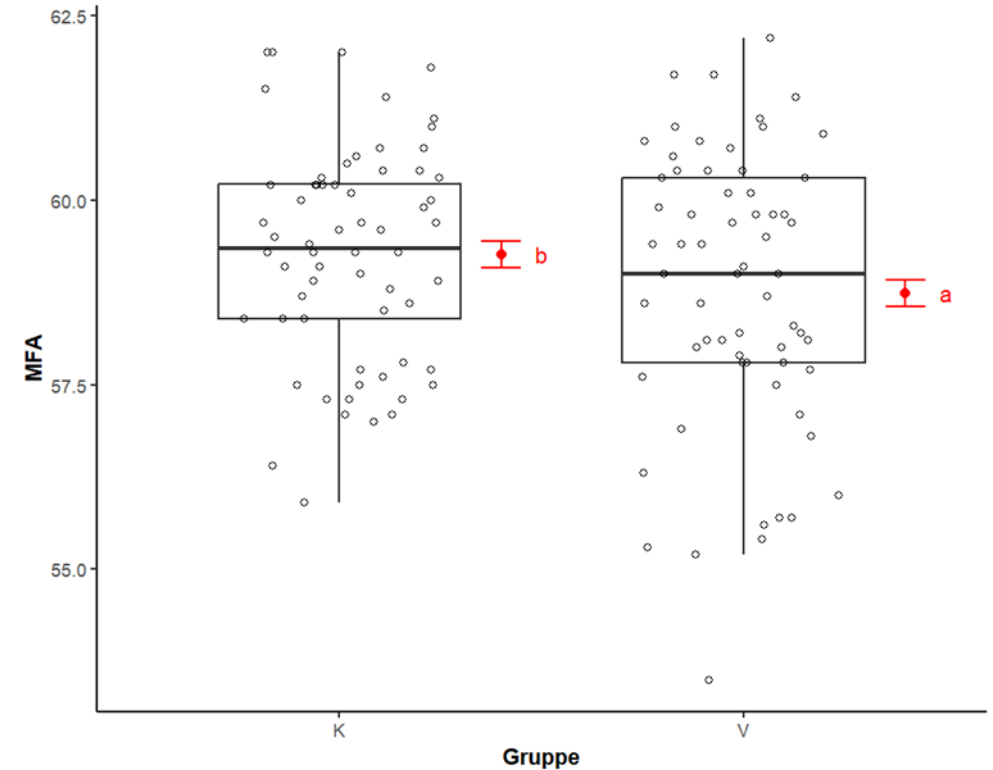
- ▶ Kontrollgruppe 1.01 kg
- ▶ Versuchsgruppe 1.01 kg
- ▶ Keine Veränderung in der Futterverwertung

Tierbeobachtung ergab bei einer Kontrollgruppe vereinzelt Schwanzbeissen, sonst keine sichtbaren Unterschiede.

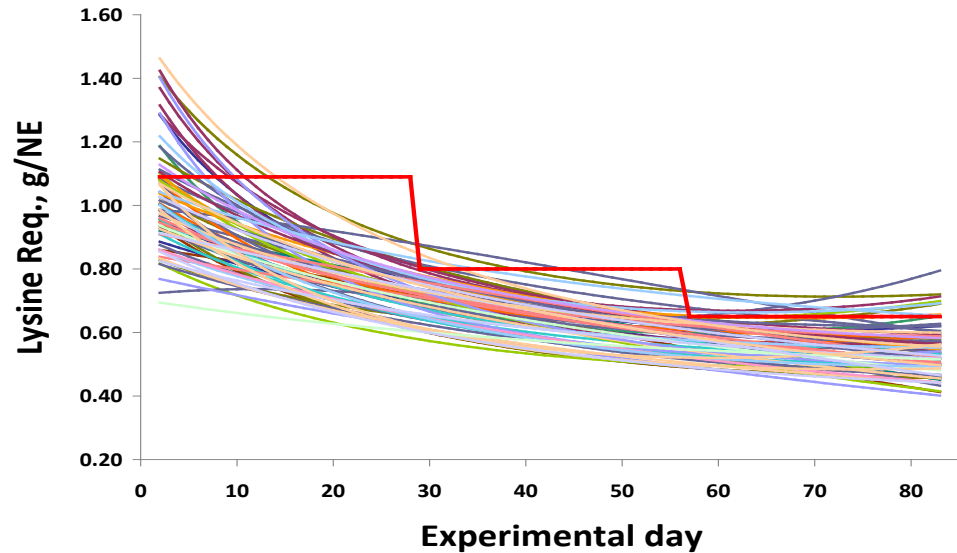


Ergebnisse MFA

- ▶ **Kontrollgruppe 59.3%**
- ▶ **Versuchsgruppe 58.7%**
- ▶ **Signifikante Abnahme von 0.6%**



Precision-Feeding bei Mastschweinen



Da Schweine in Gruppen gehalten werden und es grosse, individuelle Unterschiede zwischen den Tieren gibt, gelangen konventionelle Produktionssysteme bezüglich Nährstoffeffizienz an ihre Limiten.



RP-Verzehr: - 16%

Lysin-Verzehr: - 26%

N-Ausscheidung: - 26%

Rohproteingehalte in der Geflügelmast

		Konventionell (ROSS 308)			Bio	
		Starter	Grower	Finisher	Vormast	Ausmast
UEG	MJ/kg	12.6	13.0	13.2	12.4	12.8
RP	g/kg	200-210	185-195	175-180	230	195
Lys	g/kg	12.7-13.0	11.4-12.0	10.5-10.9	10.9	9.2
vLys	g/kg	11.4-11.7	10.3-10.8	9.4-9.8	9.2	7.8
VMet&vCys	g/kg	8.0-8.2	7.2-7.6	6.6-6.9	6.4	5.5
Ca	g/kg	7.0-9.0	6.5-7.0	6.0-7.0	8.0	7.0
VDP	g/kg	4.0	3.2	2.9-3.2	3.3	2.7
Na	g/kg	1.4-1.6	1.4-1.5	1.4-1.5	1.5	1.5

		Starter	Grower	Finisher
Age Fed	days	0 - 10	11 - 24	25 - market
Energy per kg	kcal	2975	3050	3100
	MJ	12.4	12.8	13.0
DIGESTIBLE AMINO ACIDS¹				
Lysine	%	1.32	1.18	1.08
Crude Protein ²	%	23.0	21.5	19.5



Weltweites Interesse an weiterer Proteinabsenkung

		Kontrolle	-1%	-2%	-3%
Grower	g RP/kg	208	198	<u>188</u>	178
Finisher	g RP/kg	198	188	<u>178</u>	168

	Control CP	CP-1%	CP-2%	CP-3%	F-prob.	LSD
<i>Calculated CP content grower phase (in g/kg)</i>	208	198	188	178		
<i>Calculated CP content finisher phase (in g/kg)</i>	198	188	178	168		
<i>0-35 days</i>						
Body weight d35 (g)	2416	2431	2447	2448	0.595	53.4
Body weight gain (g/d)	68.0	68.4	68.8	68.9	0.595	1.53
Mortality (%)	6.0	5.8	2.5	6.3	0.324	4.72
Feed conversion ratio (g/g)	1.549 ^a	1.542 ^{ab}	1.505 ^c	1.510 ^{bc}	0.002	0.0265
Crude protein conversion (CPC) ¹	0.3178 ^a	0.3023 ^b	0.2814 ^c	0.2685 ^d	<.001	0.0051
Feed intake (g/d)	105.2	105.4	103.6	103.9	0.147	1.93
European Production Efficiency Factor (EPEF) ²	413 ^b	417 ^b	447 ^a	428 ^{ab}	0.035	24.5
Footpad score (FPS) ³	143 ^a	110 ^b	79 ^c	39 ^d	<.001	28.1



Entwicklung der Futtergehalte

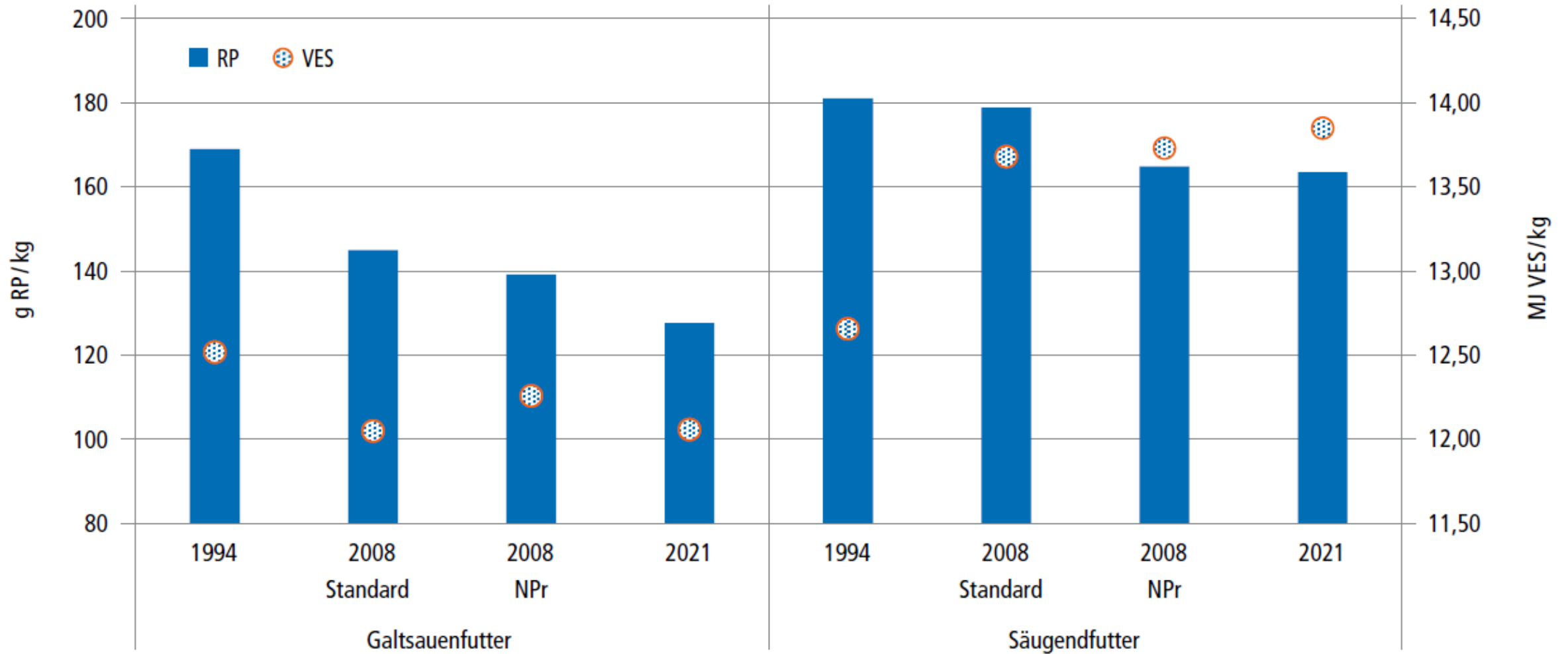


Abb. 2 | Vergleich der Mischfuttergehalte für Galt- und säugende Sauen von 1994, 2008 und der Erhebung 2021.

(Kessler *et al.*, 1994; Bracher und Spring, 2011)

Futterbedarf von zirka 1300 kg pro Jahr für .?. Ferkel

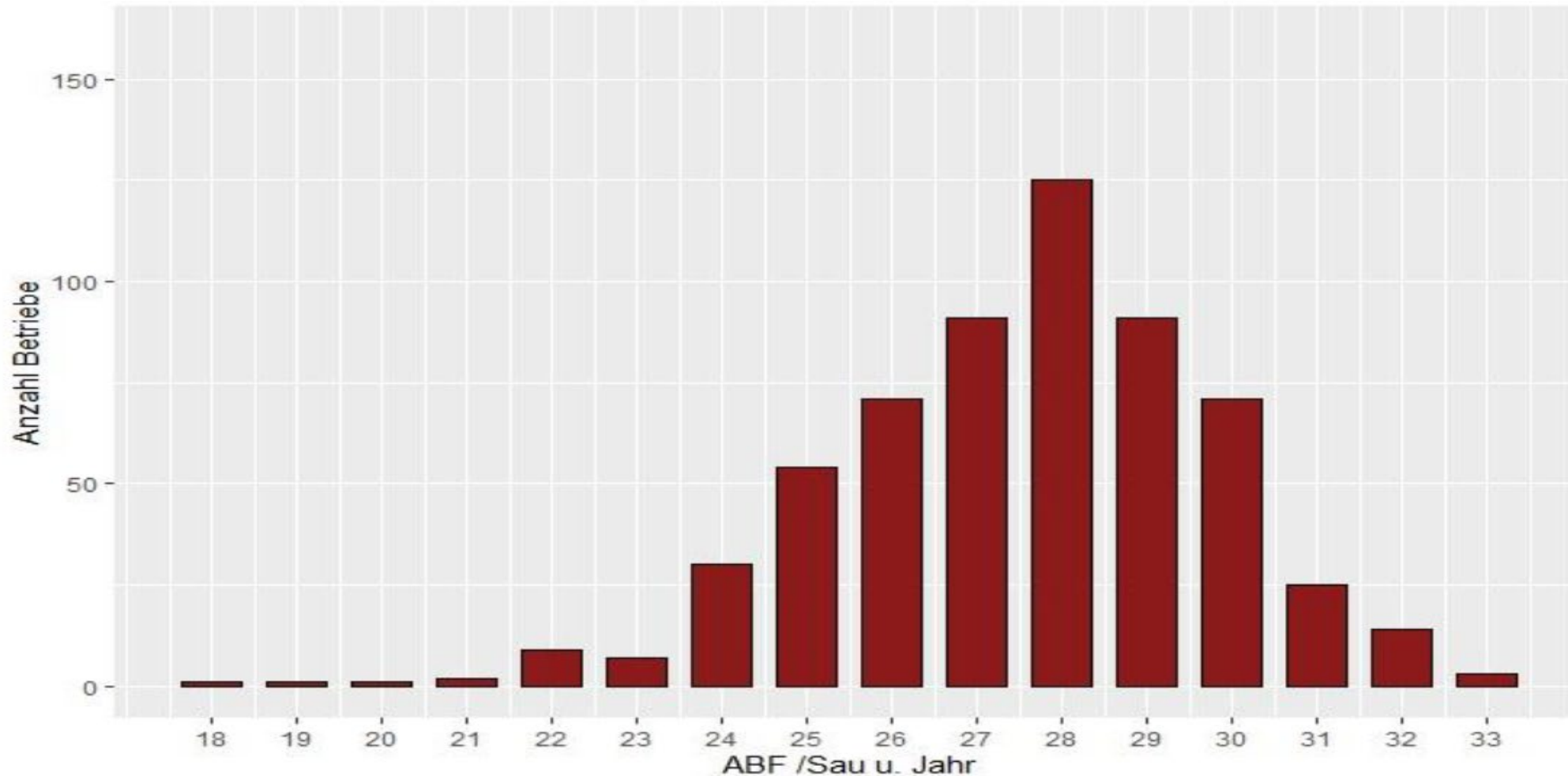


Abbildung 9 Häufigkeitsverteilung von 596 Betrieben bezüglich abgesetzter Ferkel/Sau/Jahr

Phasenfütterung bei Galtswauen: Proteinbedarf steigt im Verlaufe der Trächtigkeit viel stärker als Energiebedarf

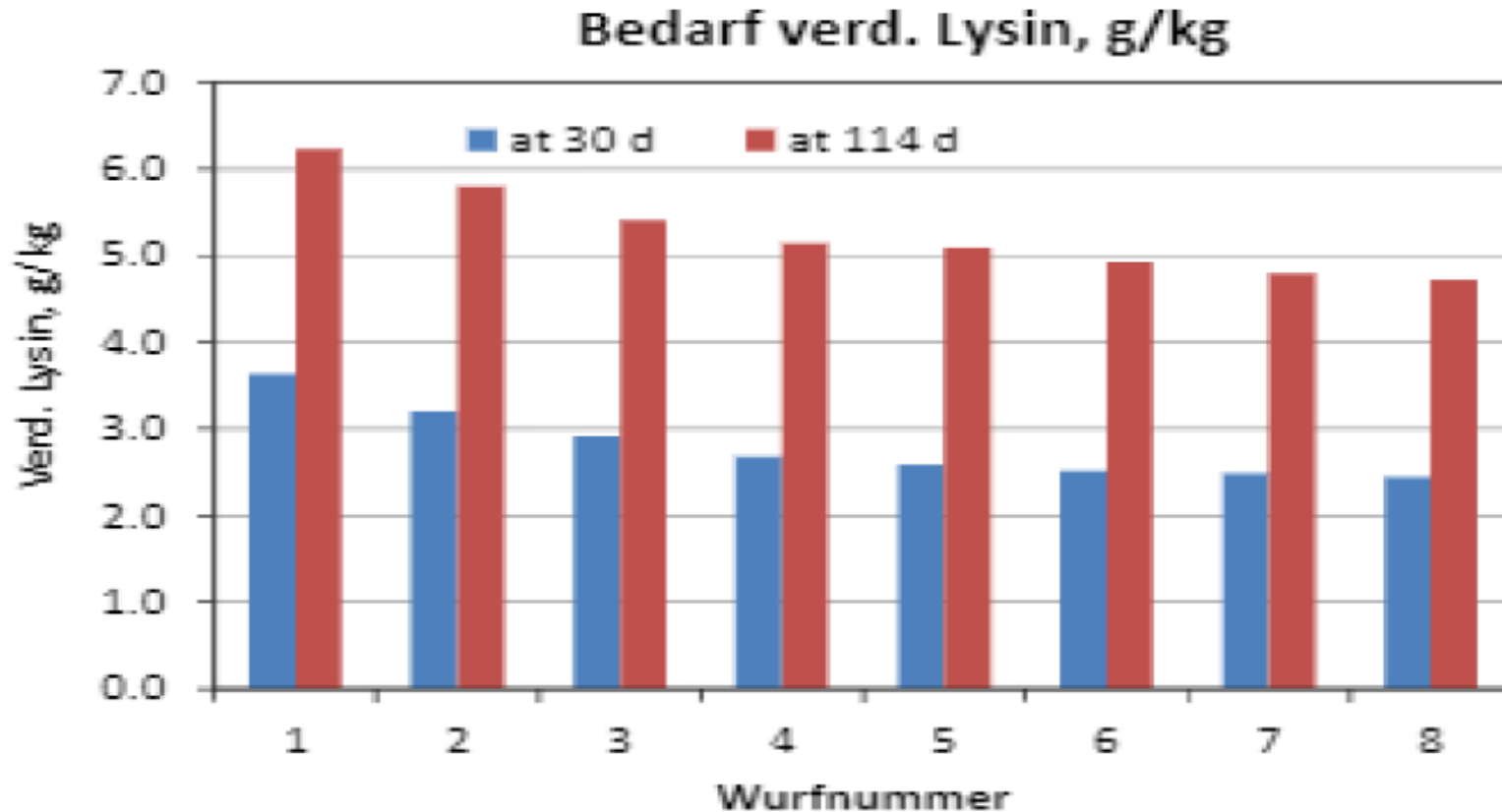


Abbildung 2 Durchschnittlicher Bedarf an vLys nach Wurfnummer
(Quelle: Dourmad und Gauthier 2018)

Tagesration – Phasenfütterung

Basisfutter:

11.8 MJ VES/kg

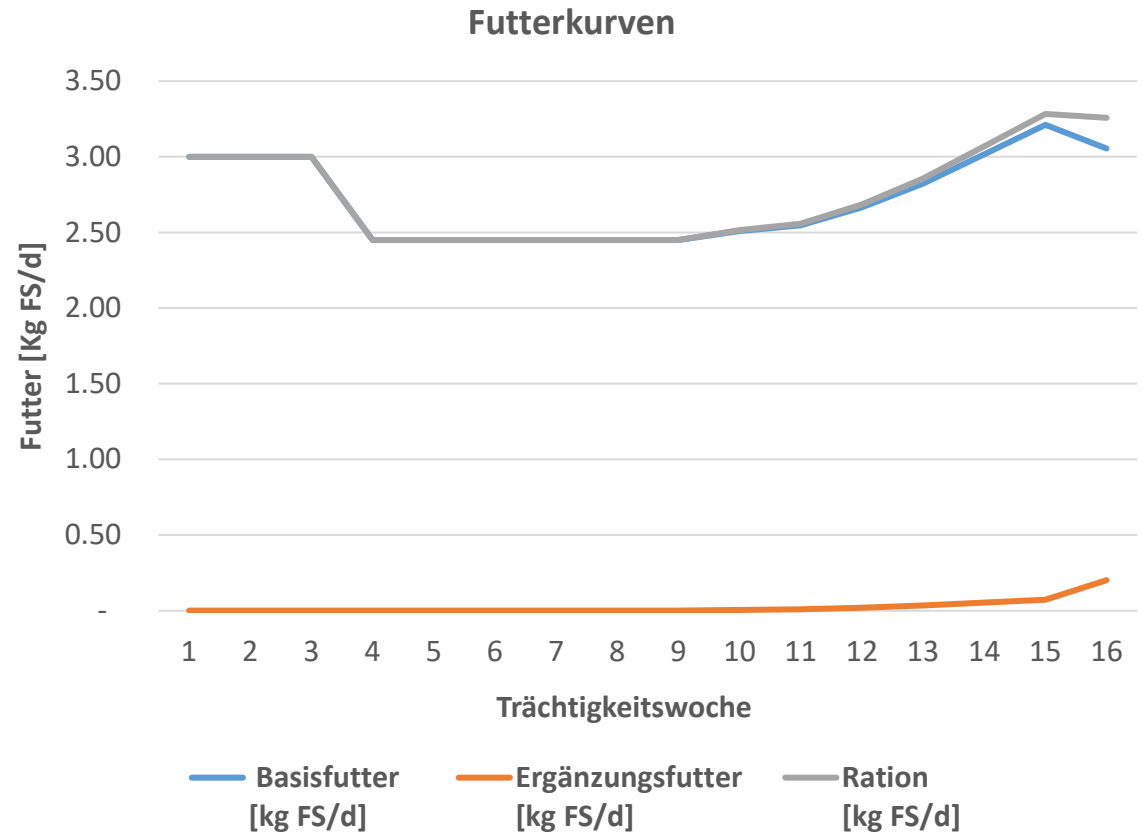
93 g RP/ kg

4.0 g v Lys

Ergänzungsfutter:

Sojaextraktionsschrot mit 46% RP

Phasenfütterung mit Proteinkonzentrat



Schlussfolgerungen



- ▶ **Weiteres N-Effizienzpotential ist vorhanden**
- ▶ **Leistung muss dabei mindestens hochgehalten und Tiergesundheit weiter verbessert werden**
- ▶ **N-Gehalt kann nicht beliebig reduziert werden**
- ▶ **Der grösste Hebel zur Verbesserung der Proteineffizienz liegt in der Ausmast**
- ▶ **Verfügbarkeit und Preise der freien Aminosäuren beeinflussen die Entwicklung**
- ▶ **Risiken einer Unterversorgung sind hoch zu gewichten**
- ▶ **Ein negativer Einfluss auf das Tierwohl durch Proteinabsenkung darf nicht in Kauf genommen werden (Nutzungsdauer, Schwanzbeissen,)**
- ▶ **Minimalwerte in der Bilanzierungstools müssen mit der Zeit gehen und progressive Produzent*innen belohnen ... aber dabei trotzdem «Unfug» verhindern**