

# Einsatz von Dinkelspelzen als Faserergänzung beim Ferkel

(Schweinefütterungsversuch S 172)

W. Preißinger, F. Ahrens und S. Scherb

## 1 Einleitung

Aufgrund der verstärkten Nachfrage nach Dinkelmehl steigt die Anbaufläche von Dinkel in Deutschland kontinuierlich an. Wurden in Deutschland 2014 noch rund 55.000 ha angebaut, so lag die Anbaufläche ein Jahr später schon bei ca. 100.000 ha (Siedler 2015). Nach Angaben des Thüringer Landesamtes für Landwirtschaft und Ländlicher Raum (TLLR) wurden 2021 in Deutschland ca. 150.000 ha Dinkel angebaut. In Bayern belief sich 2023 die Anbaufläche von Dinkel auf rund 36.000 ha (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2024).

Dinkel, der auch als Spelzweizen bezeichnet wird, benötigt im Gegensatz zum freidreschenden Weich- und Hartweizen zur weiteren Verarbeitung einen zusätzlichen Arbeitsgang (Rellen bzw. Schälung), um die Körner von der Hüllspelze zu trennen. Wie Emmer und Einkorn wird Dinkel im Spelz geerntet.

Je nach Sorte bewegt sich der Spelzenanteil zwischen 20 und 30 % (Urbatzka und Cais, 2011). Bei der Entspelzung von Dinkel fallen etwa 65–70 % Körner und 25–30 % Hüllspelzen an. Diese können in der Schweinefütterung als Faserträger eingesetzt werden (Sommerfeld et al., 2020). In einem Fütterungsversuch mit Ferkeln wurden Dinkelspelzen als Faserträger getestet.

## 2 Versuchsdurchführung

Der Fütterungsversuch mit Dinkelspelzen wurde von März bis Mai 2023 am Ausbildungs- und Versuchszentrum des Staatsguts Schwarzenau der Bayerischen Staatsgüter (BaySG) durchgeführt. Dazu wurden 192 schwanzkupierte Ferkel der Rasse Pi x (DL x DE) nach Lebendmasse (LM), Abstammung und Geschlecht ausgewählt und gleichmäßig auf folgende Gruppen aufgeteilt.

- Kontrollgruppe: 2% Fasermix in der Ration
- Dinkelgruppe: 2% Dinkelspelzen in der Ration

Zu Versuchsbeginn waren die Ferkel im Mittel 28 Tage alt und wogen ca. 8,3 kg. Der Versuch gliederte sich in zwei Fütterungsabschnitte von jeweils drei Wochen Dauer. In den einzelnen Phasen wurden Ferkelaufzuchtfutter (FAF) mit unterschiedlichen Rohprotein- und Aminosäuregehalten eingesetzt (s. Tabelle 1). Die Ferkel wurden in 16 Buchten zu je 12 Tieren auf Kunststoffspalten ohne Einstreu gehalten. Da es sich um einen Versuch zur Faserversorgung handelte, dienten Baumwoll- und Sisalstricke als Beschäftigungsmaterialien gemäß Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung. Die Ermittlung des Futtermittelsverbrauchs erfolgte täglich für jede Bucht über eine Spotmix Waage- und Transporteinheit (Spotmix Vista 3W, Schauer Agrotronic GmbH). Die LM der Ferkel wurden wöchentlich immer zur gleichen Zeit am Einzeltier erfasst und zur Berechnung der täglichen Zunahmen genutzt. Während des Versuchs wurde der Kot einmal in der Woche bonitiert (Note 1 = hart bis 4 = wässrig). Die Futtermischungen wurden mit dem Programm Zifo2 (Zielwert-Futter-Optimierung) der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

berechnet, in der Versuchsmahl- und Mischanlage Schwarzenau hergestellt und im Labor der Abteilung Laboranalytik (AL) der LfL in Grub nach Methoden des VDLUFA (2012) analysiert. Analyisierte und kalkulierte Nährstoffgehalte wurden anhand ihrer Analysenspielräume (ASR) abgeglichen (VDLUFA, 2022). Die Schätzung der umsetzbaren Energie (ME) erfolgte anhand Gleichung 2 der GfE aus 2008. Die Stickstoff (N)- und Phosphor (P)-Saldierung wurde nach den Vorgaben der DLG von 2014 durchgeführt.

## 2.1 Rationen und eingesetzte Futtermittel

### 2.1.1 Ferkelaufzuchtfutter

Die FAF beider Gruppen basierten auf Getreide, Sojaextraktionsschrot (SES), Mineralfutter, Sojaöl und Fumarsäure (siehe Tabelle 1). Die Rationen unterschieden sich lediglich in Bezug auf die Faserergänzung. Während die Ration der Kontrollgruppe 2 % Fasermix enthielt, wurden in der Dinkelgruppe 2 % Dinkelspelzen in die Ration gegeben.

Der Fasermix setzte sich aus jeweils 30 % Apfeltrester und Zuckerrübenschnitzpellets, 24,5 % Sojabohnenschalen, 15 % Weizenkleie sowie 0,5 % Pflanzenöl zusammen. Laut Deklaration enthielt dieser pro kg 247 g Rohfaser, 87 g Rohprotein, 43 g Rohfett, 56 g Rohasche, 4,1 g Kalzium, 3,0 g Phosphor, 4,6 g Natrium, 1,9 g Magnesium sowie 5,6 g Lysin. Analysiert wurden 237 g Rohfaser, 109 g Rohprotein, 29 g Rohfett, 49 g Rohasche, 4,9 g Kalzium, 3,3 g Phosphor, 1,7 g Natrium, 1,9 g Magnesium sowie 5,3 g Lysin pro kg bei 88 % TM. Darüber hinaus wurden noch 1,4 g Methionin, 4,2 g Threonin sowie 1,3 g Tryptophan pro kg bei 88 % TM ermittelt.

Tabelle 1: Zusammensetzung und mit Zifo 2 kalkulierte Nährstoffgehalte der Versuchsrationen (Angaben pro kg bei 88 % TM)

		Ferkelaufzuchtfutter I		Ferkelaufzuchtfutter II	
		Kontrolle	Dinkelspelzen	Kontrolle	Dinkelspelzen
Weizen	%	43,5	43,5	42,0	42,0
Gerste (	%	25,0	25,0	30,0	30,0
Sojaextraktionsschrot 44	%	23,0	23,0	19,5	19,5
Dinkelspelzen	%	--	2,0	--	2,0
Fasermix	%	2,0	--	2,0	--
Fumarsäure	%	1,0	1,0	1,0	1,0
Sojaöl	%	1,5	1,5	1,5	1,5
Mineralfutter <sup>1</sup>	%	4,0	4,0	4,0	4,0
ME	MJ	12,9	12,8	12,9	12,8
Rohfaser,	g	51	53	49	51
Rohprotein	g	170	169	159	158
Lysin (dvd Lysin)	g	12,3 (10,8)	12,3 (10,8)	11,6 (10,2)	11,6 (10,1)
Methionin (Met)	g	3,5	3,5	3,4	3,4
Cystin (Cys)	g	3,0	3,0	2,8	2,8
Met+Cys (dvd Met + Cys)	g	6,5 (5,6)	6,5 (5,6)	6,2 (5,4)	6,2 (5,4)
Threonin (dvd Threonin)	g	7,4 (6,4)	7,4 (6,4)	7,1 (6,0)	7,0 (6,0)
Tryptophan (dvd Tryptophan)	g	2,3 (1,9)	2,2 (1,9)	2,1 (1,8)	2,1 (1,8)
Kalzium	g	7,1	7,0	7,0	6,9
Phosphor	g	4,9	4,9	4,8	4,8

<sup>1</sup>) 11,0 % Lysin, 3,0 % Methionin, 4,5 % Threonin, 0,5 % Tryptophan, 15,0 % Kalzium, 3,0 % Phosphor  
dvd =dünndarmverdaulich nach Berechnung mit Zifo 2

## **2.2 Medikamentöse Behandlungen**

Während des Versuchs wurden ein Tier der Kontroll- und neun Tiere der Dinkelgruppe medikamentös behandelt. Hauptursachen waren Hüft- bzw. Schulterprobleme sowie Ferkelruß. Wegen des Ferkelrußes musste jeweils eine komplette Bucht (12 Tiere) der Kontroll- und Dinkelgruppe behandelt werden. Insgesamt ein Tier der Kontroll- und vier Tiere der Dinkelgruppe fielen vor Versuchsende aus. Schwanzbeißen wurde in keiner der 16 Buchten beobachtet.

## **2.3 Statistische Auswertung**

Die statistische Auswertung wurde mit Hilfe des Statistikprogramms SAS® Studio (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) mit der Prozedur GLM durchgeführt. Im Modell wurden als fixe Effekte bei den Leistungsparametern die Behandlung, das Geschlecht und die Abstammung sowie die Interaktion von Behandlung und Geschlecht berücksichtigt. Aufgrund der Gruppenfütterung konnte beim Futterverbrauch, Futteraufwand sowie der Stickstoff- und Phosphoraufnahme nur die Behandlung berücksichtigt werden.

# **3 Ergebnisse**

## **3.1 Futteranalysen**

Die analysierten Nährstoffgehalte und die Gehalte an ME der eingesetzten Futtermischungen sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden diese auf Trockenfutter mit 88 % TM korrigiert.

Insgesamt zeigten sich gegenüber der Kalkulation keine größeren Unterschiede bzw. Abweichungen bei den analysierten Inhaltsstoffen zwischen dem Futter der Kontroll- und der Dinkelgruppe. Im FAF I lag der Rohfasergehalt der Kontrollgruppe knapp unterhalb des ASR. Auch im FAF II passte die Mehrzahl der analysierten Inhaltsstoffe im Rahmen der jeweiligen ASR gut zur Kalkulation. Einzig der Methioningehalt der Kontrollgruppe lag knapp unterhalb des ASR. In beiden Gruppen wurden zudem höhere und außerhalb des ASR liegende Kalziumgehalte analysiert. Aus Tabelle 2 gehen außerdem die analysierten Inhaltsstoffe der eingesetzten Dinkelspelzen hervor.

Tabelle 2: *Analysierte Nährstoffgehalte der Dinkelspelzen und der Versuchsrationen (Angaben pro kg bei 88 % TM)*

		<b>Dinkel- spelzen</b>		<b>Ferkelaufzuchtfutter I</b>		<b>Ferkelaufzuchtfutter II</b>	
			Kontrolle	Dinkelspelzen	Kontrolle	Dinkelspelzen	
TM	%	93,7	90,2	89,6	89,6	89,5	
ME	MJ	5,6	13,2	12,7	13,2	12,9	
Rohasche	g	47	54	53	52	49	
Rohfett	g	9	36	34	36	35	
Stärke	g	2	426	398	433	432	
Zucker	g	10	24	25	23	21	
Rohfaser	g	361	39	51	39	47	
aNDFom	g	n.a.	114	135	118	126	
ADFom	g	n.a.	55	68	56	60	
Rohprotein	g	30	165	166	156	151	
Lysin	g	1,2	11,9	13,1	12,3	12,0	
Methionin	g	0,5	3,0	3,3	2,6	3,1	
Cystin	g	n.a.	2,8	2,8	2,9	2,9	
Threonin	g	1,0	7,1	7,6	7,6	7,4	
Tryptophan	g	0,3	2,1	2,3	2,2	2,1	
Kalzium	g	0,7	8,1	7,8	8,1	7,0	
Phosphor	g	1,9	4,8	4,7	4,8	4,7	
Natrium	g	0	2,4	2,4	2,4	2,2	
Magnesium	g	0,5	2,2	2,2	2,3	2,2	
Kalium	g	4,8	7,7	8,0	7,4	7,3	
Schwefel	g	0,7	2,0	2,0	2,0	1,9	
Eisen	mg	44	351	357	338	324	
Kupfer	mg	19	119	129	119	115	
Zink	mg	8	126	142	130	131	
Mangan	mg	34	97	100	110	110	

n.a. = nicht analysiert

### 3.2 Aufzuchtleistungen

In Tabelle 3 sind die LM-Entwicklung, die täglichen Zunahmen, der Futterverbrauch, die kalkulierten Aufnahmen an ME, die daraus errechneten Futter- und Energieeffizienzkennzahlen sowie die N- und P-Saldierung dargestellt.

Tabelle 3: LM-Entwicklung, tägliche Zunahmen, Futter- und ME-Verbrauch, Futter- und ME-Effizienz sowie Stickstoff- und Phosphorsaldierung (LS-Means)

			Kontrolle	Dinkelspelzen	p-Wert <sup>1)</sup>
Tiere (ausgewertet)		n	95	92	
Lebendmasse	Beginn	kg	8,3	8,3	0,899
	nach 7 Tagen	kg	9,1	9,0	0,373
	nach 14 Tagen	kg	11,6	11,3	0,097
	nach 21 Tagen	kg	15,0 <sup>a</sup>	14,4 <sup>b</sup>	0,022
	nach 28 Tagen	kg	18,8 <sup>a</sup>	17,9 <sup>b</sup>	0,007
	nach 35 Tagen	kg	23,6 <sup>a</sup>	22,4 <sup>b</sup>	0,005
	<b>Ende</b>	<b>kg</b>	<b>29,1</b>	<b>28,3</b>	<b>0,128</b>
Tägliche Zunahmen	Phase I	g	317 <sup>a</sup>	290 <sup>b</sup>	0,005
	Phase II	g	705	696	0,556
	<b>gesamt</b>	<b>g</b>	<b>506</b>	<b>488</b>	<b>0,097</b>
Futtermittelverbrauch pro Tier, Tag	Phase I	g	467 <sup>a</sup>	390 <sup>b</sup>	0,011
	Phase II	g	1164	1083	0,124
	<b>gesamt</b>	<b>g</b>	<b>807<sup>a</sup></b>	<b>728<sup>b</sup></b>	<b>0,048</b>
Verbrauch an ME pro Tier, Tag	Phase I	MJ	6,3 <sup>a</sup>	5,0 <sup>b</sup>	0,004
	Phase II	MJ	15,6	14,3	0,077
	<b>gesamt</b>	<b>MJ</b>	<b>10,8<sup>a</sup></b>	<b>9,6<sup>b</sup></b>	<b>0,023</b>
Futtermittelaufwand pro kg Zuwachs	Phase I	kg	1,46 <sup>a</sup>	1,34 <sup>b</sup>	0,006
	Phase II	kg	1,65 <sup>a</sup>	1,56 <sup>b</sup>	0,004
	<b>gesamt</b>	<b>kg</b>	<b>1,59<sup>a</sup></b>	<b>1,49<sup>b</sup></b>	<b>0,001</b>
Aufwand an ME pro kg Zuwachs	Phase I	MJ	19,6 <sup>a</sup>	17,4 <sup>b</sup>	<0,000
	Phase II	MJ	22,1 <sup>a</sup>	20,6 <sup>b</sup>	0,001
	<b>gesamt</b>	<b>MJ</b>	<b>21,3<sup>a</sup></b>	<b>19,6<sup>b</sup></b>	<b>&lt;0,001</b>
Stickstoffsaldierung pro Tier	Aufnahme	g	877 <sup>a</sup>	728 <sup>b</sup>	0,002
	Ansatz	g	532	513	0,348
	Ausscheidung	g	345 <sup>a</sup>	215 <sup>b</sup>	<0,001
Phosphorsaldierung pro Tier	Aufnahme	g	156 <sup>a</sup>	141 <sup>b</sup>	0,047
	Ansatz	g	106	102	0,348
	Ausscheidung	g	50 <sup>a</sup>	39 <sup>b</sup>	0,004

1) Irrtumswahrscheinlichkeit; Werte mit unterschiedlichen Hochbuchstaben unterscheiden sich signifikant ( $p < 0,05$ ).

Wie Abbildung 1 veranschaulicht, bewegten sich die LM der beiden Futtergruppen zwischen der 3. und 5. Versuchswoche auf signifikant verschiedenen Niveaus, wobei die Kontrolltiere während des ganzen Versuchs eine höhere LM aufwiesen. Am Versuchsende unterschieden sich die LM mit 28,3 kg (Dinkelspelzen) und 29,1 kg (Kontrolle) nur noch numerisch voneinander.

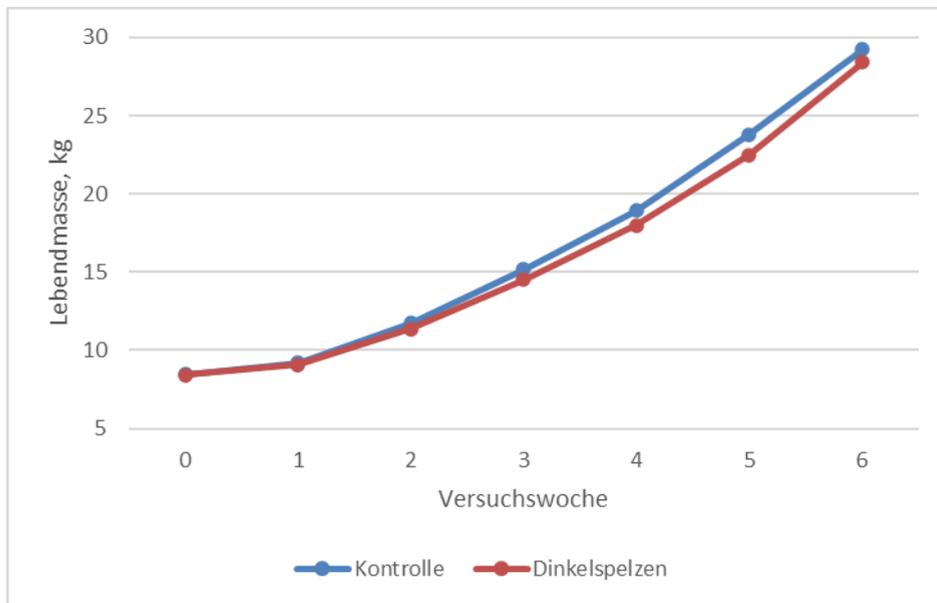


Abbildung 1: Verlauf der LM-Entwicklung der Ferkel während des Versuchs

In den ersten drei Wochen nach dem Absetzen zeigte sich in der Dinkelgruppe mit 390 g bzw. 5,0 MJ gegenüber 467 g bzw. 6,3 MJ in der Kontrollgruppe ein signifikant verminderter Futterverbrauch bzw. eine signifikant verminderte Aufnahme an ME pro Tier und Tag. Auch in der 2. Versuchshälfte lag der Futterverbrauch bzw. die Aufnahme an ME beim Einsatz von Dinkelspelzen niedriger, wenn auch statistisch nicht absicherbar. In dieser Phase belief sich der Futterverbrauch bzw. die Aufnahme an ME pro Tier und Tag auf 1083 g bzw. auf 14,3 MJ in der Dinkel- und auf 1164 g bzw. auf 15,6 MJ in der Kontrollgruppe. Im Mittel des Versuchs wurde mit 728 g bzw. 9,6 MJ pro Tier und Tag in der Dinkelgruppe signifikant weniger Futter verbraucht bzw. weniger an ME aufgenommen als in der Kontrollgruppe mit 807 g bzw. 10,8 MJ.

Auch die täglichen Zunahmen lagen in den ersten drei Wochen nach dem Absetzen in der Dinkelgruppe mit 290 g gegenüber 317 g in der Kontrolle signifikant niedriger. In der 2. Versuchshälfte und im Mittel der Aufzucht lagen die täglichen Zunahmen in der Kontrollgruppe ebenfalls höher, wenn auch nicht signifikant. In der 2. Phase wurden tägliche Zunahmen von 705 g in der Kontroll- und von 696 g in der Dinkelgruppe erzielt. Im Mittel der Aufzucht wurden zwischen 488 g (Dinkelgruppe) und 506 g (Kontrolle) an täglichen Zunahmen erreicht.

Abbildung 2 veranschaulicht den Futterverbrauch der beiden Versuchsgruppen vom Absetzen bis zur Aufstallung in die Mast.

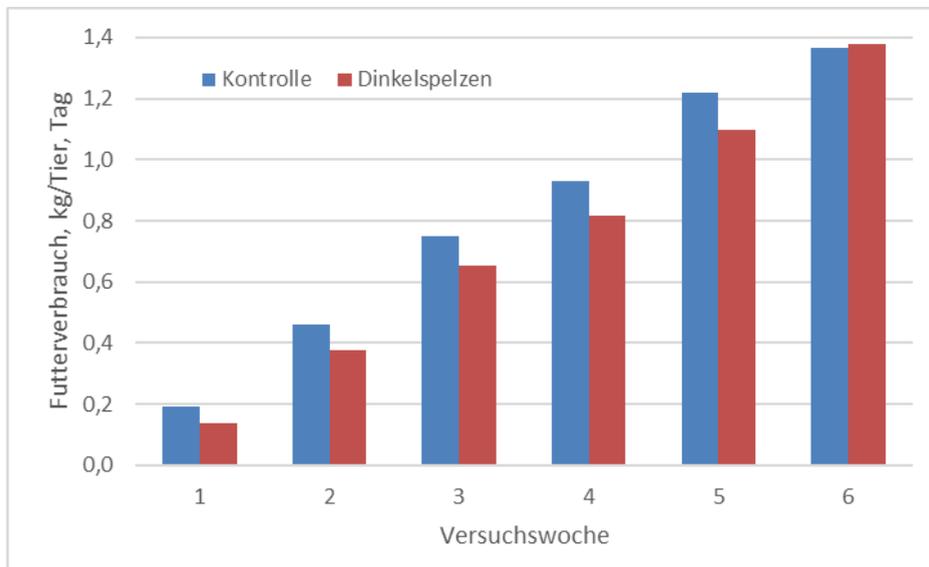


Abbildung 2: Futterverbrauch der Ferkel in den einzelnen Versuchswochen

Der Futter- bzw. ME-Aufwand pro kg Zuwachs war in beiden Phasen und im Mittel des Versuchs in der Dinkelgruppe signifikant niedriger. In der 1. Phase belief sich der Futteraufwand bzw. der Aufwand an ME pro kg Zuwachs auf 1,46 kg bzw. auf 19,6 MJ in der Kontroll- und auf 1,34 kg bzw. auf 17,4 MJ in der Dinkelgruppe. In der 2. Phase betragen die Werte 1,46 kg bzw. 19,6 MJ in der Kontroll- und 1,34 kg bzw. 17,4 MJ in der Dinkelgruppe.

Im Mittel der Aufzucht belief sich der Futteraufwand bzw. der Aufwand an ME pro kg Zuwachs in der Kontrollgruppe auf 1,59 kg bzw. auf 21,3 MJ und in der Dinkelgruppe auf 1,49 kg bzw. auf 19,6 MJ.

### 3.3 Stickstoff- und Phosphorsaldierung

Im Mittel wurde in der Kontrollgruppe mit 877 g signifikant mehr N pro Tier aufgenommen als von der Dinkelgruppe (728 g). Demgegenüber war der N-Ansatz pro Tier in beiden Gruppen auf ähnlichem Niveau. Daraus errechnete sich eine signifikant unterschiedliche N-Ausscheidung von 345 g in der Kontroll- und von 215 g in der Dinkelgruppe.

Auch die P-Aufnahme unterschied sich mit 156 g bzw. 141 g zwischen den Gruppen auf signifikantem Niveau, wobei der P-Ansatz mit 106 zu 102 g nahezu identisch war. Daraus errechnete sich eine P-Ausscheidung von 50 g in der Kontroll- und von 39 g in der Dinkelgruppe. Dieser Unterschied ließ sich statistisch absichern. Ein Überblick über die N- und P-Saldierung ist in Tabelle 3 dargestellt.

### 3.4 Kotkonsistenz

Keinen Effekt zeigte die Fütterung von Dinkelspelzen auf die Kotbeschaffenheit (siehe Tabelle 4). Der Kot der Ferkel wurde in beiden Versuchsgruppen im Mittel mit 2,4 (Kontrolle) bzw. mit 2,5 (Dinkelspelzen) als „normal“ bzw. „unauffällig“ bewertet. Besonders in der ersten Versuchswoche zeigte sich in beiden Gruppen eine weiche bis wässrige Kotkonsistenz, die sich ab Versuchswoche 2 wieder normalisierte.

Tabelle 4: Bonitur des Kotes (1=hart bis 4=wässrig) in den einzelnen Buchten der Kontroll- und Dinkelgruppe

Bucht	nach Woche					Ø	
	1	2	3	4	5		
Kontrolle	1	3,5	2	2	2	2	2,4
	2	3,5	2	2	2	2	
	3	4	2	2	2	2	
	4	4	2	2	2	2	
	5	3	3	3	2	2	
	6	3,5	2	2	2	2	
	7	4	2	2	2	2	
	8	3,5	2	2	2	2	
Dinkelspelzen	1	3	2	2	2	2	2,5
	2	3,5	2	2	2	2	
	3	3,5	2	2	2	3	
	4	3	3	3	3	3	
	5	4	2	2	2	2	
	6	4	2	2	2	3	
	7	4	2	2	2	2	
	8	3,5	2	2	2	2	

## 4 Zusammenfassung/Fazit

In der 1. Fütterungsphase und im Mittel des Versuchs wurde beim Einsatz von Dinkelspelzen ein signifikant niedrigerer Futtermittelverbrauch und eine signifikant verminderte Aufnahme an umsetzbarer Energie festgestellt. In Fütterungsphase II ab ca. 15 kg LM ergaben sich keine Unterschiede mehr.

Die täglichen Zunahmen waren in der Dinkelgruppe ebenfalls etwas niedriger. Die Unterschiede ließen sich allerdings nur in Fütterungsphase I bis ca. 15 kg LM statistisch absichern.

Im Mittel des Versuchs und in beiden Fütterungsphasen ergab sich in der Kontrollgruppe gegenüber der Dinkelgruppe sowohl ein signifikant höherer Futteraufwand als auch ein signifikant höherer Aufwand an umsetzbarer Energie pro kg Zuwachs. Statistisch absichern ließ sich zudem die signifikant niedrigeren N- und P-Aufnahmen und damit auch Ausscheidungen in der Dinkelgruppe gegenüber der Kontrollgruppe.

Zur Erhöhung des Fasergehaltes von Ferkelfutter sind Dinkelspelzen bei entsprechend niedriger Einsatzhöhe (2 %) somit durchaus eine Alternative. Zu beachten ist der etwas schwierigere Einsatz von Dinkelspelzen (Aufschwimmen) aufgrund ihrer niedrigen Dichte. Darüber hinaus ist für den Einsatz in der Schweinefütterung auch die Faserqualität von Dinkelspelzen in weiteren Versuchen noch zu prüfen.

## 5 Literatur

DLG (2014): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere, Arbeiten der DLG, Band 199, 2. Auflage DLG e.V., DLG-Verlag Frankfurt a. Main

GfE (2008): Prediction of Metabolisable Energy of compound feeds for pigs. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 17, 199-204.

LfL, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (2024): Spelzweizen. <https://www.lfl.bayern.de/ipz/getreide/023066/index.php> (Abruf 15.03.2024)

Siedler, H. (2015): Dinkelanbau von der Sortenwahl bis zur Vermarktung )Power-Point-Präsentation [https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ipz/dateien/dink15\\_votr\\_siedler.pdf](https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ipz/dateien/dink15_votr_siedler.pdf) (Abruf 15.03.2024)

TLLR [Thüringer Landesamtes für Landwirtschaft und Ländlicher Raum] (2021): Dinkel (*Triticum aestivum* ssp. *Spelta*) Anbau- und Verarbeitungshinweise [https://www.tllr.de/www/daten/publikationen/anbautelegramm/at\\_dinkel.pdf](https://www.tllr.de/www/daten/publikationen/anbautelegramm/at_dinkel.pdf) (Abruf 15.03.2024)

Sommerfeld, V., Steingaß, H., Longin, C. F. H., Rodehutsord, M. (2020). Investigation on the variation of chemical composition and in vitro nutritive value of spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) for ruminants. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 104(2), 470-482.

Urbatzka, P; Cais, K. (2011): Eine Alternative zum Weizen: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 36, 36-37

VDLUFA (2012): Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch), Bd III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, VDLUFA-Verlag Darmstadt.

VDLUFA (2022): Analysenspielräume (ASR), Version 13 (2022)