

## **Einsatz rohproteinreduzierter Alleinfuttermischungen für langsam wachsende Masthühner unter ökologischen Fütterungsbedingungen**

### **1. Einleitung**

Durch die Reduktion der Rohprotein-(CP)-Konzentration in Masthühnerrationen können die Stickstoff-(N)-Ausscheidungen und die damit verbundenen Ammoniak-Emissionen in der Masthühnerhaltung wirksam reduziert werden (Bregendahl et al., 2002; Hofmann et al., 2020b). Dies trägt dazu bei, düngerechtliche Vorgaben einzuhalten. Zudem kann eine CP-Reduktion im Futter die Gesundheit der Fußballen und damit einhergehend das Tierwohl von Masthühnern erhöhen (Lemme et al., 2019). Zahlreiche Untersuchungen haben bereits gezeigt, dass der CP-Gehalt in konventionellen Futtermischungen ohne Reduzierung der Leistung von Masthühnern abgesenkt werden kann, wenn der Bedarf an Aminosäuren (AA) gedeckt ist (Siegert und Rodehutsord, 2019). Dies wird in den meisten Fällen durch den Einsatz freier AA erreicht.

Im Gegensatz zu konventionellen Futtermischungen ist bei ökokonformen Rationen nach Verordnung (EU) 2018/848 der Einsatz freier AA nicht erlaubt. Daher ist eine CP-Reduktion in ökokonformen Rationen nur eingeschränkt möglich. Allerdings werden in der ökologischen Hühnermast für gewöhnlich langsam wachsende Herkünfte eingesetzt, die im Vergleich zu schnell wachsenden Linien ein geringeres Zunahmenniveau aufweisen. Während für schnell wachsende Herkünfte umfangreiche Erkenntnisse zur optimalen Nährstoffversorgung vorliegen, bestehen für langsam wachsende Herkünfte weiterhin Wissenslücken, wie eine CP-Absenkung ohne Reduzierung der Leistung ermöglicht werden könnte (Rezaei et al., 2018).

Das Ziel der vorliegenden Studie war es zu untersuchen, in welchem Ausmaß der CP-Gehalt in ökokonformen Alleinfuttermischungen für langsam wachsende Masthühner reduziert werden kann, ohne die Mast- und Schlachtleistung zu beeinträchtigen. Zudem wurde die Auswirkung der CP-Reduktion auf die N- und Phosphor-(P)-Ausscheidungen sowie die N- und P-Nutzungseffizienz rechnerisch bilanziert.

### **2. Material und Methoden**

Für die Untersuchung standen 1.056 langsam wachsende Masthühner der Herkunft Hubbard JA57 x ColorYield (Lebendgewicht:  $33,7 \pm 0,26$  g) gemischtgeschlechtlich (50 % männlich / 50 % weiblich) in 24 Abteilen mit je 44 Tieren zur Verfügung. Die Haltung erfolgte am Versuchs- und Bildungszentrum Geflügel, Staatsgut Kitzingen, unter Einhaltung der bei ökologischer Haltung maximal erlaubten Besatzdichte von 21 kg/m<sup>2</sup>. Jedes Abteil hatte eine Grundfläche von 5 m<sup>2</sup> und wurde mit Strohpellets (1,9 kg/m<sup>2</sup>) eingestreut.

Die Fütterung erfolgte zweiphasig, wobei in eine Starter- (bis Tag 21) und eine Mastphase (Tag 21 bis 55) unterschieden wurde. Es wurden je Phase drei ökokonforme Rationen mit unterschiedlichen CP-Gehalten eingesetzt (Tabelle 1). Die Kontrollvarianten wurden so kalkuliert, dass praxisübliche CP-Gehalte von 21,3 % (Starter) bzw. 20,0 % (Mast) erreicht wurden. Die CP-Gehalte in den übrigen Rationen waren stufenweise reduziert, sodass kalkulierte Gehalte von 20,4 % bzw. 19,4 % CP (Starter) sowie 19,4 % bzw. 18,6 % CP (Mast) erreicht wurden. Die AA-Gehalte waren entsprechend reduziert, da keine freien AA verwendet wurden. Es ergaben sich somit folgende Varianten: K: Kontrolle, CP-: CP-reduziert, CP--: stärker CP-reduziert. Je Futtervariante standen acht Wiederholungen zur Verfügung.

Die Futtermischungen (hergestellt und geliefert von einer Öko-Futtermühle) wurden den Tieren in pelletierter Form *ad libitum* angeboten. Wasser war ebenfalls frei verfügbar. Die Tiere wurden täglich durch geschultes Personal kontrolliert und etwaige Abgänge wurden erfasst und gewogen.

**Tabelle 1: Zusammensetzung der Futtermischungen sowie kalkulierte Nährstoffgehalte.**

Futtermittel, % FM	Starter-Phase (Tag 1-21)			Mast-Phase (Tag 21-55)		
	K	CP -	CP --	K	CP -	CP --
Weizen	20,5	21,0	21,4	26,3	26,0	27,6
Mais	20,4	21,0	21,4	15,5	16,0	17,0
Sojakuchen	19,0	19,8	21,6	19,1	18,4	17,7
Weizenkleie	10,5	10,1	10,2	7,85	9,35	9,65
Sonnenblumenkuchen	8,00	11,0	13,0	11,5	11,0	8,50
Sonnenblumenkuchen aus teilgeschälter Saat	7,50	3,50	-	-	-	2,00
Vormischung <sup>1</sup>	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Kartoffeleiweiß, konventionell	2,50	2,50	1,25	1,25	1,25	1,25
Zuckerrübenmelasse,	2,30	2,30	2,30	2,50	2,50	2,50
Erbsen	-	-	-	3,40	3,50	3,40
Maiskleber, konventionell	2,10	1,30	1,20	3,35	2,50	1,00
Hafer				3,00	3,00	3,00
Calciumcarbonat	1,70	1,65	1,60	1,25	1,30	1,30
Bierhefe, getrocknet	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Monocalciumphosphat	1,50	1,60	1,70	1,00	0,95	0,95
Sojaöl	-	0,25	0,40	-	0,25	0,15
<b>Kalkulierte Nährstoffgehalte, % in 88 % TM, sofern nicht anders hinterlegt</b>						
Rohprotein	21,3	20,4	19,4	20,0	19,4	18,6
Lysin	1,00	0,98	0,92	0,93	0,90	0,88
Methionin	0,39	0,35	0,32	0,35	0,32	0,30
Methionin + Cystein	0,74	0,69	0,64	0,67	0,66	0,63
AMEN, MJ/kg	11,2	11,2	11,2	11,3	11,3	11,3

<sup>1</sup> Liefert pro kg Futtermischung: 7.650 I.E. Vitamin A; 4.614 I.E. Vitamin D<sub>3</sub>; 60 mg Vitamin E; 3 mg Vitamin K<sub>3</sub>; 4,5 mg Vitamin B<sub>1</sub>; 12 mg Vitamin B<sub>2</sub>; 6,8 mg Vitamin B<sub>6</sub>; 0,05 mg Vitamin B<sub>12</sub>; 80,3 mg Vitamin C; 60 mg Nicotinsäure; 12 mg Pantothenensäure; 1,1 mg Folsäure; 0,38 mg Biotin; 82,6 mg Eisensulfat Monohydrat; 75 mg Manganoxid; 75 mg Zinkoxid; 10,5 mg Kupfersulfat Pentahydrat; 0,49 mg Jod als Calciumjodat und 0,36 mg Selen als Natriumselenit; 536 mg Betain; 375 mg Cholinchlorid; 110 U 1,4-β-glucanase; 96 U 1,3 (4)-β-glucanase; 372 U 1,4-β-xylanase  
FM: Frischmasse; TM: Trockenmasse

Zum Start der Untersuchung, zum Ende der Starterphase an Tag 21, an Tag 42 sowie zum Ende der Mastphase an Tag 55 erfolgte die Wiegung aller Tiere und der Restfuttermengen. An Tag 55 wurden pro Abteil jeweils drei männliche und drei weibliche Tiere ausgewählt, die dem durchschnittlichen Tiergewicht des jeweiligen Abteils am nächsten kamen. Diese Tiere wurden genüchtert, an Tag 56 geschlachtet und anschließend zur Erfassung der wertvollen Teilstücke zerlegt. An Tag 42 wurden die Fußballen von jeweils 10 Tieren pro Abteil (je 5 männliche und 5 weibliche Tiere) bonitiert (Skala von 0 = intakter Fußballen bis 4 = hochgradige Pododermatitis, Tabelle 2; Abbildung 1). Bei den geschlachteten Tieren wurden ebenfalls die Fußballen bonitiert.

Die statistische Auswertung der aufbereiteten Daten erfolgte mit Hilfe des Statistikprogramms SAS (Version 9.4, Cary, NC, USA). Die Mastleistungsmerkmale wurden mittels einfaktorieller Varianzanalyse ausgewertet, die Schlachtkmerkmale und die Fußballen-Scores mit zweifaktorieller Varianzanalyse unter Berücksichtigung von Futtermitteldesign und Geschlecht. Als

Signifikanzniveau wurde ein  $p$ -Wert von  $<0,05$  festgelegt. Bei Vorliegen von signifikanten Unterschieden wurde ein zweiseitiger  $t$ -Test zur Darstellung von Mittelwertsdifferenzen durchgeführt. Die Ergebnisse werden im Folgenden als LS-Means ausgewiesen.

**Tabelle 2: Schema zur Beurteilung von Pododermatitis auf Basis von Welfare Quality (Butterworth, 2013). Definition der Scores in Anlehnung an Olschewsky (2021)**

Score	Definition
0 intakter Fußballen	- keine Läsionen der Fuß-/Zehenballen
1 geringgradige Pododermatitis	- oberflächliche Abnutzungserscheinungen, Hornhautpapillen sind separiert <i>und/oder</i> - leichte Schwellung des Fußballens <i>und/oder</i> - kleine, punktförmige Nekrosen am Fußballen
2 geringgradige Pododermatitis	- Schwellung des Fuß-/Zehenballens <i>und</i> - Nekrosen am Fußballen $\leq 25\%$ <i>und/oder</i> - Nekrosen am Zehenballen punktförmig
3 Mittelgradige Pododermatitis	- deutliche Schwellung des Fuß-/Zehenballens <i>und</i> - Nekrosen am Fußballen $> 25\%$ und $\leq 50\%$ <i>und/oder</i> - Nekrosen am Zehenballen $>$ punktförmig
4 hochgradige Pododermatitis	- sehr starke Schwellung des Fußballens <i>und/oder</i> - Nekrosen am Fußballen $> 50\%$ - Nekrosen am Zehenballen $>$ punktförmig ( $\geq 2$ befallene Zehenglieder)



**Abbildung 1: Score für Fußballenveränderungen (v.l.n.r.): Score 0-4 (Butterworth, 2013)**

### 3. Ergebnisse

#### Rationen

Die analysierten CP-Gehalte lagen bis zu 1,6 %-Punkte unter den kalkulierten Werten (Tabelle 3). Dementsprechend waren die analysierten AA-Gehalte ebenfalls niedriger. Dennoch wurde die angestrebte abgestufte CP-Reduktion erreicht.

**Tabelle 3: Analysierte Nährstoffgehalte in Phase 1 und 2, % in 88 % TM**

	Starter-Phase (Tag 1-21)			Mast-Phase (Tag 21-55)		
	K	CP-	CP--	K	CP-	CP--
Rohfett	7,41	8,73	8,54	7,53	7,25	7,48
Rohfaser	6,04	5,89	5,49	6,08	6,00	5,34
Rohasche	8,19	8,14	8,54	7,33	7,16	7,67
Stärke	29,0	30,5	30,9	31,8	31,8	33,5
Zucker	5,17	4,91	4,91	4,92	5,13	4,95
AME <sub>N</sub> , MJ/kg	11,1	11,8	11,6	11,5	11,3	11,5
Rohprotein	19,7	19,3	18,1	19,1	18,1	17,4
Alanin	0,96	0,90	0,84	0,96	0,87	0,83
Arginin	1,29	1,18	1,13	1,16	1,15	1,14
Asparaginsäure	1,85	1,73	1,62	1,70	1,67	1,62
Cystein	0,32	0,31	0,29	0,31	0,29	0,29
Glutaminsäure	3,83	3,59	3,38	3,67	3,50	3,37
Glycin	0,92	0,86	0,79	0,83	0,81	0,80
Histidin	0,48	0,45	0,43	0,45	0,44	0,43
Isoleucin	0,84	0,77	0,73	0,76	0,74	0,71
Leucin	1,56	1,49	1,40	1,57	1,45	1,34
Lysin	0,94	0,88	0,85	0,87	0,88	0,85
Methionin	0,35	0,33	0,28	0,30	0,29	0,29
Methionin+Cystein	0,67	0,65	0,58	0,61	0,58	0,58
Phenylalanin	0,94	0,87	0,74	0,91	0,84	0,81
Prolin	1,11	1,06	1,06	1,12	1,09	1,00
Serin	0,93	0,89	0,84	0,92	0,88	0,85
Threonin	0,76	0,73	0,65	0,70	0,69	0,67
Tryptophan	0,22	0,23	0,22	0,21	0,20	0,20
Tyrosin	0,58	0,55	0,62	0,56	0,57	0,53
Valin	0,96	0,87	0,86	0,86	0,84	0,86
Calcium	1,42	1,50	1,50	1,08	1,18	1,20
Phosphor	0,82	0,79	0,82	0,70	0,68	0,67
Natrium	0,15	0,18	0,17	0,15	0,17	0,17
Magnesium	0,29	0,30	0,28	0,28	0,29	0,28
Kalium	0,93	0,95	0,93	0,92	0,92	0,89

#### Mastleistung

In Tabelle 4 sind die Ergebnisse der Mastleistung, N- sowie P-Bilanz dargestellt. Nach der Starterphase lag das Tiergewicht bei K noch unter den Leistungszielen des Zuchtunternehmens (384 g vs. 504 g), übertraf aber am Ende der Mastphase (Tag 55) die Zielgröße (2.090 g vs. 2.001 g). Nach der Starterphase an Tag 21 unterschied sich die Körpermasse analog zur CP-Reduktion signifikant zwischen den drei Gruppen ( $p < 0,001$ ). Während bei K 384 g/Tier festgestellt wurden, wogen die Tiere von CP- 375 g/Tier und jene von CP-- 350 g/Tier. Am Ende der Mastphase an Tag 55 waren die Tiergewichte zwischen CP - (1.964 g/Tier) und

CP--(1.920 g/Tier) vergleichbar ( $p=0,137$ ), während die Tiere von K mit 2.090 g/Tier höhere Gewichte zeigten ( $p<0,001$ ). Variante K zeigte über die gesamte Mastdauer hinweg die höchsten täglichen Gewichtszunahmen und Futtermittelverbräuche ( $p<0,004$ ). Während sich die täglichen Zunahmen von CP - und CP -- in der Mastphase und insgesamt auf einem ähnlichen Niveau bewegten ( $p>0,509$ ), unterschied sich der tägliche Futtermittelverbrauch in der Mastphase und insgesamt zwischen allen drei Varianten ( $p<0,014$ ). Daraus resultiert über den gesamten Versuchszeitraum gesehen mit 2,29 kg/kg ein niedrigerer Futtermittelaufwand bei K im Vergleich zu den anderen Varianten ( $p<0,048$ ). Der Futtermittelaufwand von CP - und CP -- war vergleichbar (2,35 bzw. 2,33 kg/kg;  $p=0,366$ ). Während sich der tägliche Wasserverbrauch im Starter signifikant zwischen CP- und CP-- unterschied ( $p<0,039$ ), war dieser Effekt in den anderen betrachteten Zeiträumen nicht mehr festzustellen. Das Wasser-Futter-Verhältnis war bei den CP-reduzierten Varianten in der Mastphase und auf die gesamte Mast gesehen signifikant höher als in der Kontrollgruppe ( $p\leq 0,044$ ). Bei CP -- wurden mit über 4 % höhere Mortalitätsraten festgestellt als bei den anderen Varianten (1,42 % bzw. 1,71 %;  $p<0,001$ ), wobei die meisten Verluste während der Starterphase auftraten.

Die rechnerisch bilanzierte N-Nutzungseffizienz unterschied sich zwischen den drei Futtermittelvarianten ( $p<0,003$ ). Die N-Nutzungseffizienz war bei CP -- mit 49,3 % am höchsten, gefolgt von CP - mit 46,7 % und K mit 45,4 %. Auch die rechnerische P-Nutzungseffizienz war bei CP-- am höchsten und bei K am geringsten.

**Tabelle 4: Einfluss der Futtermittelvarianten auf die Mastleistung sowie die kalkulierten N- und P-Effizienz**

	K	CP-	CP--	Pooled SEM	p-Wert
<b>Körpermasse, g/Tier</b>					
Tag 1	33,8	33,7	33,7	0,13	0,744
Tag 21	384 <sup>a</sup>	375 <sup>b</sup>	350 <sup>c</sup>	5,12	<0,001
Tag 42	1498 <sup>a</sup>	1457 <sup>b</sup>	1373 <sup>c</sup>	19,9	<0,001
Tag 55	2090 <sup>a</sup>	1964 <sup>b</sup>	1920 <sup>b</sup>	34,1	<0,001
<b>Tägliche Gewichtszunahme, g/Tier</b>					
Tag 1-21	16,6 <sup>a</sup>	16,2 <sup>b</sup>	14,9 <sup>c</sup>	0,24	<0,001
Tag 22-55	50,2 <sup>a</sup>	46,7 <sup>b</sup>	46,1 <sup>b</sup>	0,90	0,001
Gesamt	37,3 <sup>a</sup>	35,1 <sup>b</sup>	34,1 <sup>b</sup>	0,64	<0,001
<b>Tägliche Futtermittelaufnahme, g/Tier</b>					
Tag 1-21	27,3	26,7	26,3	0,43	0,137
Tag 22-55	122 <sup>a</sup>	117 <sup>b</sup>	113 <sup>c</sup>	1,21	<0,001
Gesamt	85,5 <sup>a</sup>	82,3 <sup>b</sup>	79,4 <sup>c</sup>	0,89	<0,001
<b>Futtermittelaufwand, kg/kg</b>					
Tag 1-21	1,64 <sup>b</sup>	1,65 <sup>b</sup>	1,76 <sup>a</sup>	0,015	<0,001
Tag 22-55	2,43 <sup>b</sup>	2,50 <sup>a</sup>	2,45 <sup>b</sup>	0,026	0,012
Gesamt	2,29 <sup>b</sup>	2,35 <sup>a</sup>	2,33 <sup>a</sup>	0,021	0,020
<b>Täglicher Wasserverbrauch, ml/Tier</b>					
Tag 1-21	73,5 <sup>ab</sup>	74,6 <sup>a</sup>	70,4 <sup>b</sup>	1,60	0,039
Tag 22-55	253	253	248	4,24	0,536
Gesamt	185	185	179	2,93	0,261
<b>Wasser-Futter-Verhältnis, l/kg</b>					
Tag 1-21	2,69	2,80	2,68	0,044	0,134
Tag 22-55	2,08 <sup>b</sup>	2,17 <sup>a</sup>	2,20 <sup>a</sup>	0,028	0,024
Gesamt	2,16 <sup>b</sup>	2,25 <sup>a</sup>	2,26 <sup>a</sup>	0,027	0,044
<b>Mortalität, %</b>					
Tag 1-21	1,42 <sup>b</sup>	1,71 <sup>b</sup>	3,41 <sup>a</sup>	0,432	0,002
Tag 22-55	0,00 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	0,85 <sup>a</sup>	0,367	0,075
Gesamt	1,42 <sup>b</sup>	1,71 <sup>b</sup>	4,26 <sup>a</sup>	0,534	0,001

**N-Bilanzierung<sup>1</sup>, g/Tier, sofern nicht anders dargestellt**

N-Aufnahme	150 <sup>a</sup>	136 <sup>b</sup>	126 <sup>c</sup>	1,45	<0,001
N-Ansatz <sup>1</sup>	67,8 <sup>a</sup>	63,7 <sup>b</sup>	62,1 <sup>b</sup>	1,14	<0,001
N-Ausscheidung	81,7 <sup>a</sup>	72,8 <sup>b</sup>	63,9 <sup>c</sup>	0,69	<0,001
N-Nutzungseffizienz, %	45,4 <sup>c</sup>	46,7 <sup>b</sup>	49,3 <sup>a</sup>	0,43	<0,001

**P-Bilanzierung<sup>1</sup>, g/Tier, sofern nicht anders dargestellt**

P-Aufnahme	35,0 <sup>a</sup>	32,3 <sup>b</sup>	31,1 <sup>c</sup>	0,35	<0,001
P-Ansatz <sup>1</sup>	10,1 <sup>a</sup>	9,45 <sup>b</sup>	9,22 <sup>b</sup>	0,17	<0,001
P-Ausscheidung	24,9 <sup>a</sup>	22,9 <sup>b</sup>	21,9 <sup>c</sup>	0,20	<0,001
P-Nutzungseffizienz, %	28,8 <sup>b</sup>	29,3 <sup>ab</sup>	29,7 <sup>a</sup>	0,26	0,006

<sup>a-c</sup> Unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Futtermitteln; Irrtumswahrscheinlichkeit  $p < 0,05$ .

<sup>1</sup> Bilanziert nach DLG (2014) mit angenommenem N-Ansatz von 33 g/kg Zuwachs und P-Ansatz von 4,9 g/kg Zuwachs für langsam wachsende Masthühner nach Meyer et al. (2023).

K: Kontrolle; CP-: Rohprotein-reduziert; CP--: stärker Rohprotein-reduziert

**Schlachtleistung und Fußballen**

In Tabelle 6 werden die Ergebnisse der Schlachtkörpermerkmale am 56. Tag dargestellt. Die Körpermassen lagen entsprechend der Wiegung am Tag vor der Schlachtung bei K am höchsten, gefolgt von CP - und CP --. Somit waren die an Tag 55 zur Schlachtung ausgewählten Tiere repräsentativ für die jeweilige Futtermittelvariante.

Die zweifaktorielle Auswertung ergab bis auf das Flügel- und Brusthautgewicht keine signifikanten Interaktionen ( $p \geq 0,057$ ). Die männlichen Tiere wiesen höhere Brust-, Flügel-, und Schenkelgewichte auf als die weiblichen Tiere ( $p < 0,001$ ). Bei der Ausschachtung, dem Anteil der Brust sowie dem Anteil an Abdominalfett und Muskelmagen zeigten die weiblichen Tiere höhere Werte als die männlichen ( $p \leq 0,007$ ).

Analog zur Körpermasse reduzierte sich das Schlachtkörpergewicht mit zunehmender CP-Reduktion. Die Ausschachtung lag bei K um 0,7 %- bis 0,9 %-Punkte höher als bei den anderen Varianten ( $p \leq 0,011$ ). Die Gewichte von Brust und Schenkel sanken stufenweise mit zunehmender CP-Reduktion ab ( $p \leq 0,013$ ). Bezogen auf ihren Anteil am Schlachtkörpergewicht war bei diesen Merkmalen kein Unterschied zwischen den Futtermitteln zu erkennen. Der Anteil der Leber am Lebendgewicht war bei CP -- höher als bei den anderen Varianten.

Die Fußballen der Tiere befanden sich insgesamt in einem guten Zustand. Die Tiere von K erhielten den niedrigsten und somit besten Score (Tabelle 5). Die Fußballen der beiden anderen Gruppen zeigten höhere Scores. Der Zustand der Fußballen war vom Geschlecht nicht beeinflusst.

**Tabelle 5: Einfluss der Futtermittelnvarianten auf die Fußballengesundheit<sup>1</sup>**

	K	CP-	CP--	Pooled SEM	p-Wert Variante	p-Wert Geschlecht	p-Wert Variante x Geschlecht
Tag 42	0,47 <sup>b</sup>	0,81 <sup>a</sup>	0,77 <sup>a</sup>	0,074	0,002	0,906	0,307
Tag 56	0,67 <sup>b</sup>	1,35 <sup>a</sup>	1,59 <sup>a</sup>	0,159	<0,001	0,276	0,990

<sup>1</sup> Skala von 0 bis 4: 0= intakter Fußballen; 1= geringgradige Pododermatitis (punktförmige Nekrosen am Fußballen); 2= geringgradige Pododermatitis (Nekrosen am Fußballen >25%); 3= mittelgradige Pododermatitis; 4= hochgradige Pododermatitis

K: Kontrolle; CP-: Rohprotein reduziert; CP--: stärker Rohprotein reduziert

**Tabelle 6: Einfluss der Futtermittelformen auf die Schlachtleistung am 56. Masttag**

	Haupteffekt Futtermittelform				Haupteffekt Geschlecht			p-Wert Variante	p-Wert Geschlecht	p-Wert Variante x Geschlecht
	K	CP-	CP--	Pooled SEM	Männlich	Weiblich	Pooled SEM			
<b>g/Tier</b>										
Lebendgewicht	2071 <sup>a</sup>	1944 <sup>b</sup>	1886 <sup>c</sup>	24,2	2121 <sup>a</sup>	1813 <sup>b</sup>	23,4	<0,001	<0,001	0,518
Schlachtkörpergewicht	1515 <sup>a</sup>	1409 <sup>b</sup>	1364 <sup>c</sup>	20,0	1535 <sup>a</sup>	1323 <sup>b</sup>	19,3	<0,001	<0,001	0,617
Karkasse	390 <sup>a</sup>	363 <sup>b</sup>	355 <sup>b</sup>	8,0	393 <sup>a</sup>	345 <sup>b</sup>	7,5	<0,001	<0,001	0,119
Brust mit Haut	350 <sup>a</sup>	324 <sup>b</sup>	308 <sup>c</sup>	4,8	345 <sup>a</sup>	310 <sup>b</sup>	4,2	<0,001	<0,001	0,896
Brust ohne Haut	321 <sup>a</sup>	298 <sup>b</sup>	282 <sup>c</sup>	4,4	315 <sup>a</sup>	285 <sup>b</sup>	3,9	<0,001	<0,001	0,837
Brusthaut	28,7	26,4	26,3	0,90	29,5 <sup>a</sup>	24,8 <sup>b</sup>	0,74	0,096	<0,001	0,045
Flügel	182 <sup>a</sup>	171 <sup>b</sup>	164 <sup>c</sup>	2,1	187 <sup>a</sup>	159 <sup>b</sup>	2,0	<0,001	<0,001	0,039
Schenkel	460 <sup>a</sup>	427 <sup>b</sup>	413 <sup>c</sup>	5,0	478 <sup>a</sup>	388 <sup>b</sup>	4,5	<0,001	<0,001	0,478
Abdominalfett	32,9	29,6	32,2	1,17	31,1	32,1	0,95	0,119	0,484	0,594
Hals ohne Haut	57,6 <sup>a</sup>	54,0 <sup>b</sup>	53,6 <sup>b</sup>	0,79	59,8 <sup>a</sup>	50,4 <sup>b</sup>	0,69	<0,001	<0,001	0,856
Muskelmagen	27,7	26,5	27,0	0,63	28,1 <sup>a</sup>	26,0 <sup>b</sup>	0,52	0,386	0,003	0,471
Leber	40,9 <sup>a</sup>	38,8 <sup>b</sup>	38,9 <sup>b</sup>	1,37	43,7 <sup>a</sup>	35,4 <sup>b</sup>	1,34	0,007	<0,001	0,158
Herz	6,87	7,21	7,34	0,199	7,73 <sup>a</sup>	6,55 <sup>b</sup>	0,169	0,186	<0,001	0,853
<b>Anteil am Schlachtkörpergewicht, %</b>										
Ausschlachtung	73,2 <sup>a</sup>	72,5 <sup>b</sup>	72,3 <sup>b</sup>	0,28	72,4 <sup>b</sup>	72,9 <sup>a</sup>	0,26	0,004	0,007	0,804
Karkasse	25,8	25,7	26,0	0,28	25,6	26,1	0,23	0,732	0,171	0,215
Brust mit Haut	23,1	23,1	22,6	0,22	22,4 <sup>b</sup>	23,4 <sup>a</sup>	0,18	0,136	<0,001	0,792
Brust ohne Haut	21,3	21,2	20,7	0,20	20,5 <sup>b</sup>	21,6 <sup>a</sup>	0,17	0,055	<0,001	0,987
Brusthaut	1,88	1,88	1,93	0,061	1,92	1,88	0,049	0,809	0,611	0,055
Flügel	12,0	12,2	12,1	0,09	12,2	12,0	0,07	0,517	0,137	0,057
Schenkel	30,3	30,2	30,2	0,21	31,2 <sup>a</sup>	29,3 <sup>b</sup>	0,20	0,986	<0,001	0,077
Abdominalfett	2,18	2,12	2,37	0,078	2,03 <sup>b</sup>	2,42 <sup>a</sup>	0,064	0,058	<0,001	0,731
Hals ohne Haut	3,80	3,83	3,93	0,057	3,90	3,81	0,052	0,085	0,092	0,895
<b>Anteil am Lebendgewicht, %</b>										
Muskelmagen	1,34 <sup>b</sup>	1,37 <sup>ab</sup>	1,44 <sup>a</sup>	0,041	1,33 <sup>b</sup>	1,44 <sup>a</sup>	0,037	0,048	0,001	0,321
Leber	1,97 <sup>b</sup>	2,00 <sup>ab</sup>	2,06 <sup>a</sup>	0,057	2,06 <sup>a</sup>	1,96 <sup>b</sup>	0,055	0,045	<0,001	0,072
Herz	0,33 <sup>b</sup>	0,37 <sup>a</sup>	0,39 <sup>a</sup>	0,009	0,37	0,36	0,008	<0,001	0,746	0,793

<sup>a-c</sup> Unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Futtermittelformen; Irrtumswahrscheinlichkeit p<0,05  
K: Kontrolle; CP-: Rohprotein reduziert; CP--: stärker Rohprotein reduziert

## Ökonomie

Die Futterkosten bei den CP-abgesenkten Rationen waren jeweils um 0,02 (CP-) bzw. 0,04 (CP--) €/kg günstiger als in der Kontrollration (K). Dennoch war der Futterkostenüberschuss (IOFC) bei K (2,67 €/Tier) höher als bei CP - (2,49 €/Tier) ( $p=0,006$ ). Der Europäische Produktionsindex (EPI) war bei K mit 161 Punkten/Tier höher als bei den beiden CP-reduzierten Gruppen ( $p<0,001$ , Tabelle 7).

**Tabelle 7: Einfluss der Futtervarianten auf die Wirtschaftlichkeit**

Parameter	K	CP-	CP--	Pooled SEM	p-Wert Variante
IOFC <sup>1</sup>	2,67 <sup>a</sup>	2,49 <sup>b</sup>	2,56 <sup>ab</sup>	0,074	0,020
EPI <sup>2</sup>	161 <sup>a</sup>	147 <sup>b</sup>	140 <sup>b</sup>	4,4	<0,001

<sup>a-b</sup> Unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Futtervarianten; Irrtumswahrscheinlichkeit  $p<0,05$ .

<sup>1</sup> IOFC: Income over feed cost mit folgenden Annahmen berechnet: Schlachterlös: 3,15 €/kg Lebendgewicht; Futterkosten: K: 0,87 €/kg (Starterphase) und 0,83 €/kg (Mastphase); CP-: 0,85 €/kg (Starterphase) und 0,81 €/kg (Mastphase); CP --: 0,83 €/kg (Starterphase) und 0,79 €/kg (Mastphase).

<sup>2</sup> EPI: Europäischer Produktionsindex= ((Überlebensrate (%) \* tgl. Zunahmen (g)) / Futteraufwand (kg Futter pro kg Zuwachs)) \* 10. K: Kontrolle, CP -: Rohprotein reduziert, CP --: Stärker Rohprotein reduziert

## 4. Diskussion

Die Fütterung ökokonformer Alleinfuttermischungen mit CP-Gehalten von 19,7 % (Starterphase) bzw. 19,1 % (Mastphase) führte bei langsam wachsenden Masthühnern am Ende der Mast zu Gewichten, die den Angaben des Zuchtunternehmens entsprachen. Die CP-Reduktion um mindestens 0,4 (Starterphase) bzw. 1 (Mastphase) %-Punkte bei gleichzeitiger Absenkung der AA-Gehalte führte jedoch zu einer Reduzierung der Mast- und Schlachtleistung. Das geringere Wachstum bei Verfütterung der CP-reduzierten Rationen deutet darauf hin, dass mindestens eine AA das Wachstum limitiert hat. Aus den vorliegenden Ergebnissen kann jedoch nicht abgeleitet werden, welche AA das Wachstum limitierte(n). Darüber hinaus ist es möglich, dass die Verdaulichkeit der AA in diesen Rationen reduziert war, was die geringeren Leistungen erklären könnte. Im Zuge der CP-Reduzierung wurden die Anteile an höher verdaulichen Eiweißkomponenten reduziert (Sonnenblumenkuchen aus geschälter Saat, konventioneller Maiskleber, konventionelles Kartoffeleiweiß) und der Anteil von Komponenten mit geringerer Verdaulichkeit erhöht (Sonnenblumenkuchen aus teilgeschälter Saat). Möglicherweise wäre die CP-Reduktion ohne Reduzierung der Leistung möglich gewesen, wenn erst ab der Mastphase die CP-Konzentration reduziert worden wäre. Die Einführung einer weiteren Fütterungsphase könnte ebenfalls eine differenziertere CP-Reduktion bei ökologisch gefütterten Masthühnern ermöglichen.

Entgegen der in der Literatur beschriebenen positiven Effekte einer Proteinreduktion auf die Fußballengesundheit (z. B. Lemme et al., 2019) verschlechterten sich die Scores in den CP-reduzierten Gruppen. Dies könnte durch das erhöhte Wasser-Futter-Verhältnis der CP-reduzierten Gruppen in der Mastphase erklärt werden.

Die Reduzierung der CP-Gehalte führte zu einer Erhöhung der N-Nutzungseffizienz. Dies ist in Übereinstimmung mit Studien, die mit schnell wachsenden Masthühnern unter konventionellen Fütterungsbedingungen durchgeführt wurden (Hofmann et al. 2019; Hofmann et al. 2020a). Allerdings lag das Niveau der N- Nutzungseffizienz auf einem deutlich niedrigeren Niveau als bei konventionell gefütterten Masthühnern. Hier werden bei N-reduzierter Fütterung und einem Mastendgewicht von 2.100 g Werte von ca. 63 % N-Nutzungseffizienz bilanziert (DLG, 2023). Die P-Nutzungseffizienz lag im Mittel über alle Gruppen bei ca. 29,2 %. Auch dieser Wert liegt deutlich unter 51 % - dem Wert, der für schnell wachsende Masthühner mit einem Mastendgewicht von 2.100 g bilanziert wird (DLG, 2023). Dies verdeutlicht die Unterschiede in der Nährstoffeffizienz zwischen konventionell und ökologisch gefütterten Masthühnern, die vor allem auf die

höheren CP- und P-Gehalte in ökokonformen Futtermitteln zurückzuführen sind, da der Zusatz freier AA und mikrobieller Phytase nicht erlaubt sind. Zudem trägt ein höherer Futterraufwand bei gleichzeitig längerer Mastdauer dazu bei, dass die Nutzungseffizienz von N und P in der ökologischen im Vergleich zur konventionellen Haltung deutlich niedriger ausfällt.

Die geringeren Futterkosten in Folge der CP-Reduktion spiegeln sich nicht in einem höheren Futterkostenüberschuss wider. Im Gegenteil: der Futterkostenüberschuss verringerte sich in Folge der CP-Absenkung, was durch den höheren Futterraufwand erklärt werden kann.

## **5. Schlussfolgerungen**

Eine Reduktion des CP-Gehalts in ökokonformen Rationen um mindestens 0,4 %-Punkte in der Starterphase und 1 %-Punkt in der Mastphase, ohne den Zusatz freier AA, führte bei langsam wachsenden Masthühnern zu einer Verringerung der Mast- und Schlachtleistung sowie der Wirtschaftlichkeit. Zwar stieg die N- und P-Nutzungseffizienz durch die CP-Reduktion, das Niveau war jedoch im Vergleich zu konventionell gefütterten Masthühnern deutlich geringer.

Möglicherweise ist eine Reduzierung der CP-Gehalte bei ökologisch gefütterten Masthühnern ohne Reduzierung der Leistung möglich, wenn mehr als zwei Phasen gefüttert werden und/oder die Reduktion erst in den späteren Fütterungsabschnitten vorgenommen wird.

## **6. Zusammenfassung**

In der Studie wurde untersucht, wie stark der Rohprotein-(CP)-Gehalt in ökokonformen Rationen für langsam wachsende Masthühner ohne den Einsatz freier Aminosäuren abgesenkt werden kann. Drei Futtermittellösungen mit reduzierten CP-Konzentrationen wurden in zwei Phasen an langsam wachsende Masthühner der Herkunft Hubbard JA57 x ColorYield bis Tag 56 verfüttert.

Die CP-Reduktion führte zu signifikant geringeren Körpermassen, niedrigeren täglichen Gewichtszunahmen und einem höheren Futterraufwand. Die absoluten Teilstückgewichte nahmen mit sinkender CP-Konzentration ab, während die anteiligen Teilstückgewichte am Schlachtgewicht von der Fütterung nicht beeinflusst waren.

Durch die CP-Absenkung erhöhten sich sowohl die Stickstoff- als auch die Phosphor-Nutzungseffizienz. Ökonomisch betrachtet konnte der geringere Futterpreis die Leistungseinbußen durch die CP-Reduktion nicht ausgleichen.

Insgesamt zeigte sich, dass eine deutliche CP-Reduktion unter ökologischen Fütterungsbedingungen zwar Vorteile bei der Nährstoffeffizienz bietet, jedoch mit Einbußen in Leistung und Wirtschaftlichkeit verbunden ist.

## **7. Literatur**

Bartelt, J. 2004. Rohproteinreduzierung im Geflügelfutter–Möglichkeiten und Grenzen. Aktuelle Themen der Tierernährung und Veredelungswirtschaft, LAH, 33-43.

Bregendahl, K., J. L. Sell und D. R. Zimmerman. 2002. Effect of low-protein diets on growth performance and body composition of broiler chicks. Poult. Sci. 81:1156–1167.

Butterworth, A. 2013. On-farm broiler welfare assessment and associated training. Braz. J. Poult. Sci 15 (2). (11.12.2023)

DLG – Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft e.V. 2014. Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. 2. Auflage. Arbeiten der DLG, Band 199. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

DLG – Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft e.V. 2023. Berücksichtigung N- und P-reduzierter Fütterungsverfahren bei den Nährstoffausscheidungen von Masthühnern, Jung- und Legehennen, DLG-Merkblatt 457, DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

Hofmann, P. 2020b. Investigations on factors influencing the response of broiler chickens to low crude protein diets with specific regard to nonessential amino acids. Dissertation Universität Hohenheim.

Hofmann, P., Krieg, J., Francesch, M., Feuerstein, D., Rodehutsord, M. 2022. Effects of added phytase on growth performance, carcass traits, and tibia ash of broiler chickens fed diets with reduced amino acid, crude protein, and phosphorus concentration. *Journal of Applied Poultry Research*, 31(3), 100258.

Hofmann, P., W. Siegert, Á. Kenéz, V.D. Naranjo und M. Rodehutsord. 2019. Very low crude protein and varying glycine concentrations in the diet affect growth performance, characteristics of nitrogen excretion, and the blood metabolome of broiler chickens. *J. Nutr.* 149: 1122-1132.

Hofmann, P., W. Siegert, V.D. Naranjo und M. Rodehutsord. 2020a. Effects of supplemented nonessential amino acids and nonprotein nitrogen on growth and nitrogen excretion characteristics of broiler chickens fed diets with very low crude protein concentrations. *Poult. Sci.* 99: 6848-6858.

Lemme, A., P. Hiller, M. Klahsen, V. Taube, J. Stegemann und I. Simon. 2019. Reduction of dietary protein in broiler diets not only reduces n-emissions but is also accompanied by several further benefits. *J. Appl. Poult. Res.* 28:867–880.

Meyer, A., P. Hiller, K. Schemmann, J. Klüß und M. Kölln. 2023. Ganzkörperanalysen von langsam wachsenden Mastherkünften und Bruderhähnen. 16. Tagung Schweine- und Geflügelernährung Wittenberg. Tagungsband Seite 42 bis 44.

Olschewsky, A., Riehn, K., Knierim, U. 2021: Suitability of Slower Growing Commercial Turkey Strains for Organic Husbandry in Terms of Animal Welfare and Performance. *Frontiers in Veterinary Science*. DOI: 10.3389/fvets.2020.600846

Rezaei, M., J. Yngvesson, S. Gunnarsson, L. Jönsson und A. Wallenbeck. 2018. Feed efficiency, growth performance, and carcass characteristics of a fast- and a slower-growing broiler hybrid fed low- or high-protein organic diets. *Org. Agr.* 8, 121-128.

Siegert, W. und M. Rodehutsord. 2019. The relevance of glycine and serine in poultry nutrition: a review. *Br. Poult. Sci.* 60(5): 579-588.

VDLUFA (2022): Analysenspielräume (ASR), Version 13 2022. URL: [https://www.vdlufa.de/wp-content/uploads/2022/04/ASR-eASR-Version-13\\_2022.pdf](https://www.vdlufa.de/wp-content/uploads/2022/04/ASR-eASR-Version-13_2022.pdf) (31.10.2023)