



Schätzung der emissionsmindernden Wirkung der Reduktion des Rohproteingehalts von Legehennenfutter

1 Grundlagen

Die Reduktion des Gehalts an Rohprotein (RP) in den Rationen von Nutztieren bewirkt eine Reduktion der Stickstoff (N) Ausscheidungen von Nutztieren und dadurch eine Verminderung von Ammoniakemissionen in der Hofdüngerkette (vgl. Meta-Analyse von Sajeev et al. (2018) für Rindvieh und Schweine). Es liegen Untersuchungen vor, welche diesen Zusammenhang auch für Geflügel gefunden haben (Cappelaere et al., 2021; Nahm, 2007; van Emous et al., 2019).

Der Kanton Zürich möchte Futter mit reduziertem RP-Gehalt (N-reduziertes Futter) bei Legenennen als Massnahme in den Massnahmenplan Ammoniak aufnehmen. Ein Betrieb im Ressourcenprojekt N-Effizienz Kanton ZH setzt diese Massnahme um. Im vorliegenden Bericht wird abgeschätzt, welche Auswirkungen der reduzierte RP-Gehalt auf die N-Ausscheidungen und die Ammoniakemissionen hat. Weiter wird ein Vorschlag zur Anrechnung einer Emissionsreduktion im Rahmen von Emissionsrechnungen mit dem Modell Agrammon (www.agrammon.ch) erarbeitet.

2 Methodisches Vorgehen

Für die Schätzung der N-Ausscheidung wurden die folgenden Grundlagen verwendet:

- RP-Gehalt des N-reduzierten Futters: 160 g RP pro kg Futter gemäss Tabelle 1
- RP-Gehalt von Standardfutter: 170 g RP pro kg Futter (schriftliche Mitteilung J. Emmenegger, UFA, Herzogenbuchsee). Dabei handelt es sich um einen mittleren Wert für die ganze Legeperiode. Für Legehennen wird Phasenfütterung praktiziert mit RP-Gehalten im Bereich zwischen 180 und 155 g RP pro kg Futter (mündliche Mitteilung J. Emmenegger, UFA, Herzogenbuchsee)¹.
- Berechnung von Futtermittelverzehr und N-Aufnahme gemäss Tabelle 2. Basierend auf Kim und Kang (2022) wurde angenommen, dass sich der Futtermittelverzehr zwischen N-reduziertem und Standardfutter nicht unterscheidet: sie fanden keinen Unterschied im Futtermittelverzehr bei Gehalten von Rationen mit 145 g bzw. 165 g RP pro kg Futter. Legehennen passen ihre Futteraufnahme im Allgemeinen an ihren Energiebedarf an (Kim, Kang, 2022; vgl. auch Fussnote²). Standardfutter enthält 11.7 MJ UEG pro kg Futter¹.

¹ Vgl. auch <https://www.ufa.ch/fuetterungskonzept/ufa-gefluegelkonzept> (09.12.2023).

Andere Firmen geben höhere Futtergehalte an, z.B. im Bereich zwischen 190 bis 170 g RP pro kg Futter; mittlerer Wert für die ganze Legeperiode: 180 g RP pro kg Futter.

https://www.granovit.ch/wp-content/uploads/2023/02/granovit_futter_huhner_legehennen_neu-1.pdf (09.12.2023).

² Bayerische Staatsgüter, 2017. Legehennenfütterung. https://www.baysg.bayern.de/mam/cms16/zentren/kitzingen/dateien/legehennenfuetterung_baysg-publikation.pdf (21.01.2023): «Legehennen passen ihren Futtermittelverzehr vorwiegend dem Energiegehalt des Futters an, da das Sättigungsgefühl vor allem durch die aufgenommene Energie gesteuert wird.»

Die Gehalte an Energie des N-reduzierten Futters liegen gemäss Tabelle 1 in einem ähnlichen Bereich.

- Berechnung der N-Menge im Ei gemäss Tabelle 3.

Legehennen weisen zu Beginn der Legeperiode ein gewisses Wachstum auf (ca. 500 g; mündl. Mitteilung J. Kocher, Aviforum Zollikofen). Die Zusammensetzung des Zuwachses ist nicht bekannt. Bei einem Mastpoulets sind in 1 kg Zuwachs ca. 14.8 g N enthalten (Bornholdt et al., 2023). Der Zuwachs ist hier nicht eingerechnet. Das Resultat der Berechnungen würde sich auch bei einer Einrechnung kaum ändern.

Tabelle 1: Angaben zum verwendeten N-reduzierten Futter des Betriebs von 2018 bis 2021/22. Angegeben sind über die ganze Legeperiode gemittelte Gehalte

	2018	2019	2019/20	2020/21	2021/22
Futtermenge in kg	753'090	636'380	664'330	737'830	603'430
TS %	88	88	88	88	88
UEG* in MJ pro kg Futter	11.35	11.35	11.34	11.75	11.87
RP in g pro kg Futter	174	169	165	157	160
P in g pro kg Futter	4.81	4.81	4.61	4.61	4.72

* UEG: Umsetzbare Energie Geflügel

Tabelle 2: Berechnung von Futtermittelverzehr und N-Aufnahme. Angaben pro Tier. Angabe der N-Aufnahme pro Legehennen und Jahr

Nr	Parameter		Quelle/Berechnung
1	Futtermittelverzehr Woche 1 und 2 (Vorperiode) in g pro Tag	86	*
2	Futtermittelverzehr Woche 3 bis 50 2 (Legephase) in g pro Tag	119	*
3	Leerzeit pro Umtrieb (Anzahl Wochen)	2	*
4	Futtermittelaufnahme in g pro Jahr	41188	$86 \times 7 \times 2 + 119 \times 7 \times 48$
5	Proteinaufnahme bei 160 g RP pro kg in g pro Jahr	6590	$\text{Nr } 4 \times 160 / 1000$
6	Proteinaufnahme bei 170 g RP pro kg in g pro Jahr	7002	$\text{Nr } 4 \times 170 / 1000$
7	N-Aufnahme bei 160 g RP pro kg in g pro Jahr	1054	$\text{Nr } 5 / 6.25^{**}$
8	N-Aufnahme bei 170 g RP pro kg in g pro Jahr	1120	$\text{Nr } 6 / 6.25^{**}$

*Aviforum, Zahlen und Fakten CH-Geflügelwirtschaft, 2.1, Modellrechnung 12'000 weisse Legehennen, RAUS, S.15³

**Umrechnungsfaktor Rohprotein in Stickstoff

³ https://www.aviforum.ch/Portaldaten/1/Resources/wissen/betriebliches/de/FB_21_Betriebszweig_Gefluegel_22.pdf (21.01.2023)

Tabelle 3: Berechnung der N-Menge im Ei pro Legehenne und Jahr

Nr	Parameter		Quelle/Berechnung
9	Eier pro Tier und Jahr (Anzahl)	312	3626018/11604*
10	Eigewicht bei 160 g RP pro kg inkl. Schale in g	61.2	**
11	Eigewicht bei 170 g RP pro kg inkl. Schale in g	62.0	**
12	Anteil Schale	9.5%	9-10% von Ei***
13	Gewicht Ei bei 160 g RP pro kg exkl. Schale	55.4	Nr 10xNr12
14	Gewicht Ei bei 170 g RP pro kg exkl. Schale	56.1	Nr 11xNr12
15	Menge RP pro Ei bei 160 g RP pro kg in g	6.98	Nr. 13/100x12.6#
16	Menge RP pro Ei bei 170 g RP pro kg in g	7.07	Nr. 14/100x12.6#
17	Menge N pro Ei bei 160 g RP pro kg in g	1.12	Nr 15/6.25##
18	Menge N pro Ei bei 170 g RP pro kg in g	1.13	Nr 16/6.25##
19	N in Ei pro Jahr bei 160 g RP pro kg in g	349	Nr 17xNr 9
20	N in Ei pro Jahr bei 170 g RP pro kg in g	353	Nr 18xNr 9

* Eierproduktion von 3626018 Stück pro Jahr bei einem mittleren Bestand von 11604 Legehennen für einen 12000er Stall (Anfangsbelegung: 12000 Tiere) unter Einrechnung der Abgänge; aus Aviforum. Zahlen und Fakten CH-Geflügelwirtschaft, 2.1, Modellrechnung 12'000 Weisse Legehennen, RAUS, S.15³

**<https://lohmann-deutschland.de/legehennenrassen/konventionell/lohmann-isl-classic/> (19.01.2023)

Die Verteilung der Eigrößen gemäss Modellrechnung des Dokuments angegeben in Fussnote 2 ergibt ebenfalls rund 62 g Eigewicht. Bei einer Reduktion von 170 g RP auf 160 g RP ist eine Abnahme des Eigewichts um ca. 0.8 g zu erwarten (schriftliche Mitteilung J. Emmenegger, UFA, Herzogenbuchsee)

***Aviforum: Geflügelhaltung, Edition LMZ, Kap. B7-V Die Qualität der Produkte sichern S.16 (21.01.2023)

#12.6 g Protein pro 100 g Ei. Quelle: die Schweizer Nährwertdatenbank: <https://naehrwertdaten.ch/de/> (21.01.2023). Dabei wird angenommen, dass die Proteinmenge in der Schale vernachlässigbar ist.

##Umrechnungsfaktor Rohprotein in Stickstoff.

3 Reduktion der N-Ausscheidung

Basierend auf den Angaben aus Tabelle 2 und Tabelle 3 lässt sich die N-Ausscheidung bei Verwendung von Futter mit einem Gehalt von 160 bzw. 170 g RP pro kg berechnen. Die berechnete N-Ausscheidung bei 170 g RP pro kg beträgt 767 g N pro Jahr, was mit dem Ausscheidungswert der GRUD von 800 g (Richner et al., 2017) gut übereinstimmt. Bei 160 g RP pro kg liegt die N-Ausscheidung bei 706 g N pro Jahr. Dies entspricht einer Reduktion um 8.0% im Vergleich zum Standardfutter (Tabelle 4). Die Faustregel, nach der eine Reduktion von 10 g RP pro kg Futter zu einer Reduktion der N-Ausscheidung von 10% führt, stimmt mit der vorliegenden Berechnung relativ gut überein. Cappelaere et al. (2021) geben für Mastpoulets eine Reduktion der N-Ausscheidung von 9% bei einer Absenkung von 10 g RP pro kg Futter an.

Gemäss Erfahrungen des Betriebs gab es keine Leistungseinbussen oder Gesundheitsprobleme bei den Tieren mit Verwendung des N-reduzierten Futters mit einem Gehalt von 160 g RP pro kg. Im Vergleich dazu geben Veens et al. (2009) an, dass bei RP-Gehalten von <140 – 150 g RP pro kg Futter Probleme auftreten.

Tabelle 4: Berechnung der N-Ausscheidung pro Legehennen und Jahr

Nr	Parameter		Quelle/Berechnung
7	N-Aufnahme bei 160 g RP pro kg in g pro Jahr	1054	Nr 7 in Tabelle 2
8	N-Aufnahme bei 170 g RP pro kg in g pro Jahr	1120	Nr 8 in Tabelle 2
19	N in Ei pro Jahr in g pro Jahr	349	Nr 19 in Tabelle 3
20	N in Ei pro Jahr in g pro Jahr	353	Nr 20 in Tabelle 3
21	N-Ausscheidung bei 160 g RP pro kg in g pro Jahr	706	Nr 7 – Nr 19
22	N-Ausscheidung bei 170 g RP pro kg in g pro Jahr	767	Nr 8 – Nr 20
	Reduktion der N-Ausscheidung in Prozent	8.0%	(Nr 22-Nr 21)/Nr 22

4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Für Berechnungen mit dem Modell Agrammon (www.agrammon.ch) wird empfohlen, die N-Ausscheidung um 8% gegenüber dem Standardwert von 0.8 kg N pro Jahr zu reduzieren (d.h. Eingabe von 0.736 kg N pro Jahr⁴ unter 'N Ausscheidung' anstelle von 'Standard') bei Absenkung des mittleren RP-Gehalts um 10 g pro kg Futter (z.B. von 170 auf 160 g RP pro kg), womit eine Reduktion der gesamten Ammoniakemissionen von Legehennen um 8% resultiert. Generell ist es auch möglich, die N-Ausscheidung um 0.8% bei Absenkung des mittleren RP-Gehalts um 1 g pro kg Futter gegenüber dem Standardwert von 0.8 kg N pro Jahr zu reduzieren.

Es wird empfohlen, die Massnahme N-reduziertes Futter (im Mittel der Legeperiode: 160 g RP pro kg Futter) umzusetzen, sofern die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Der Nährstoffbedarf der Legehennen kann gedeckt werden. Insbesondere ist die Versorgung mit essentiellen Aminosäuren sichergestellt.
- Leistungseinbussen, Gesundheitsprobleme oder Verhaltensstörungen wie Zehen- und Federpicken bzw. Kannibalismus treten nicht auf.

Dabei ist zu beachten, dass verschiedene Rassen unterschiedliche Anforderungen bezüglich des minimalen RP-Gehalts im Futter haben. Weiter dürfen in der Bioproduktion keine synthetischen Aminosäuren eingesetzt werden, was eine Reduktion des Rohproteingehalts in der Ration stark einschränkt oder verunmöglicht.

Verdankungen

Wir danken Jan Kocher und Andreas Gloor (Aviforum Zollikofen) für Gegenlesen und Kommentierung sowie für die Überprüfung der Berechnungen. Bei Jacques Emmenegger (UFA, Herzogenbuchsee) bedanken wir uns für die Lieferung von Daten und für die Überprüfung der Berechnungen.

Thomas Kupper, Peter Spring
Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL
Zollikofen, 04.01.2024

⁴ 0.800 kg N pro Jahr × (1-0.08) = 0.736 kg N pro Jahr

5 Literatur

- Bornholdt, U., Brüning, C., Damme, K., Emthaus, C., Hartmann, J., Icking, H., Kampf, D., Kluth, H., Krafeld, A., Krieg, J., Lübbe, H., Meyer, A., Patzelt, S., Stalljohann, G., Stevens, A., 2023. Berücksichtigung N- und P-reduzierter Fütterungsverfahren bei den Nährstoffausscheidungen von Masthähnchen, Jung- und Legehennen. DLG-Merkblatt 457. DLG, Frankfurt/Main, Frankfurt/Main.
- Cappelaere, L., Grandmaison, J.L., Martin, N., Lambert, W. 2021. Amino acid supplementation to reduce environmental impacts of broiler and pig production: a review. *Front. Vet. Sci.* 8: 14.
- Kim, C.H., Kang, H.K. 2022. Effects of energy and protein levels on laying performance, egg quality, blood parameters, blood biochemistry, and apparent total tract digestibility on laying hens in an aviary system. *Animals* 12(24).
- Naum, K.H. 2007. Feed formulations to reduce N excretion and ammonia emission from poultry manure. *Bioresour. Technol.* 98(12): 2282-2300.
- Richner, W., Flisch, R., Mayer, J., Schlegel, P., Zähler, M., Menzi, H., 2017. 4/ Eigenschaften und Anwendung von Düngern, in: Richner, W., Sinaj, S. (Eds.), *Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz / GRUD 2017. Agrarforschung Schweiz* 8 (6) Spezialpublikation, pp. 4/1-4/24.
- Sajeev, E.P.M., Amon, B., Ammon, C., Zollitsch, W., Winiwarter, W. 2018. Evaluating the potential of dietary crude protein manipulation in reducing ammonia emissions from cattle and pig manure: A meta-analysis. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 110(1): 161-175.
- van Emous, R.A., Winkel, A., Aarnink, A.J.A. 2019. Effects of dietary crude protein levels on ammonia emission, litter and manure composition, N losses, and water intake in broiler breeders. *Poultry Sci.* 98(12): 6618-6625.
- Veens, T., Namkung, H., Leeson, S. 2009. Limits to protein in layer diets relative to mitigating ammonia emission. *Avian Biol. Res.* 2(3): 143-150.