



Nationale Drehscheibe  
Ammoniak

Beurteilung von emissionsmindernden Massnahmen im Rahmen der Drehscheibe Ammoniak

## Massnahme 37

### Einstreupellets ImproBed®

Version: 02

Datum: 26.08.2026

Autoren/-innen\*:

Thomas Kupper<sup>1</sup>, Markus Bucheli<sup>2</sup>, Kilian Appert<sup>3</sup>, Edith Paradis<sup>4</sup>, Patrick Burren<sup>5</sup>, Michel Fischler<sup>6</sup>, Barbara Steiner<sup>7</sup>, Annelies Uebersax<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, Zollikofen

<sup>2</sup>Berufsbildungszentrum Natur und Ernährung, Hohenrain

<sup>3</sup>Arenenberg, Salenstein

<sup>4</sup>Landwirtschaftliches Institut des Kantons Freiburg, Posieux

<sup>5</sup>Landwirtschaftliches Zentrum Liebegg, Gränichen

<sup>6</sup>mf k&p, Zürich

<sup>7</sup>Agrofutura, Brugg

\*Unterstützung durch David Zumkehr, Simon Ineichen (Aviforum, Zollikofen); Daten von B. Thesing (GRILLO Chemicals GmbH) zur Plausibilisierung der Schwefelfrachten.

### 1. Definition

Thema/Bezeichnung: Einstreumaterial für Geflügel

Anwendungsbereich: Stall

Tierkategorie: Mastpoulets

Hersteller: GRILLO-Werke AG, D-47169 Duisburg

Kurzbeschreibung: Strohpellets angereichert mit einem Zusatz zur Reduktion des pH-Werts in der Einstreu.

### 2. Beschreibung des Systems

Das Produkt ImproBed® ist ein Einstreumaterial aus Strohpellets, welchem ein Zusatzstoff bestehend aus Natriumhydrogensulfat (=Natriumbisulfat) beigemischt wird, der den pH-Wert der Einstreu in Kontakt mit Feuchtigkeit reduziert (ca. pH 2). Die Gewichtsanteile Stroh:Zusatzstoff betragen 80:20 gemäss Herstellerangaben.

### 3. Prinzip der Emissionsminderung

Durch den niedrigen pH-Wert der Einstreu (ca. pH 2) wird der mikrobielle Abbau von Harnsäure zu Ammoniak im Gemisch bestehend aus den Einstreupellets und den Ausscheidungen der Tiere reduziert. Stickstoff wird in Form von Ammoniumsulfat gebunden (DLG, 2024).

#### **4. Hinweise zur Emissionsminderung (Messungen unter Praxisbedingungen)**

Emissionsmessungen: Nachweis einer Emissionsreduktion auf zwei Praxisbetrieben mit Mastpoulets mittels Emissionsmessung von je 3 vollständigen Umtrieben im Winter, in der Übergangszeit und im Sommer (Fall-Kontroll-Ansatz) von durchschnittlich 58% (DLG, 2024; weitere Informationen zu den Messungen im Anhang 1).

VERA Prüferklärung: nicht verfügbar

Listung in Umweltverordnung NL<sup>1</sup> oder Umweltbundesamt DK<sup>2</sup>: nicht vorhanden

Teil eines laufenden Messprogramms: weitere Messungen nach VERA Prüfprotokoll (VERA Sekretariat, 2018) sind im Gange (Broer et al., 2023).

#### **5. Nachweis der Emissionsreduktion (Messungen im Labor- oder Pilotmassstab) oder Einschätzung aufgrund von Wirkungsprinzipien**

Für Natriumhydrogensulfat oder ähnliche Zusätze, die eine Absenkung des pH-Werts in der Einstreu bewirken, wurde in verschiedenen Studien mehrheitlich eine Emissionsreduktion festgestellt (vgl. Anhang 2).

#### **6. Umsetzungsempfehlungen oder Praxiserfahrungen**

ImproBed® wird mittels herkömmlicher Verfahren ausgebracht. Der Hersteller empfiehlt für Mastpoulets eine Einstreumenge von 1.5 kg pro m<sup>2</sup> Stallfläche. In einem Untersuchungsbetrieb der DLG-Prüfung wurde im Umtrieb im Winter und beim anderen Betrieb in allen 3 Umtrieben (Winter, Übergangszeit, Sommer) zusätzlich ca. 0.56-0.59 kg pro m<sup>2</sup> Stallfläche nachgestreut, also total rund 2.1 kg pro m<sup>2</sup>. Die Haltbarkeit von ImproBed® wird mit 12 Monaten angegeben (DLG, 2024).

Beim Ausbringen der Einstreu im Stall kann sich je nach Stalltemperatur und Lüftung Staub bilden. Der Staub hat einen niedrigen pH-Wert (ca. pH 2). Die vom Hersteller empfohlenen Massnahmen beim Einstreuen (Stosslüften, FFP2-Maske) sind einzuhalten. Untersuchungen des Herstellers nach dem Einbringen von ImproBed® im Stall bestätigten die Unbedenklichkeit für Mensch und Tier (DLG, 2024).

Das Aviforum hat ImproBed® im Rahmen von zwei Mastumtrieben hinsichtlich Tiergesundheit, Stallklima und Mastleistungen getestet sowie die Anwendung, den Arbeitsschutz und die Auswirkungen auf Einrichtungen beobachtet. Dabei wurde das Produkt als geeignet und gleichwertig mit anderen Einstreumaterialien bewertet. Negative Auswirkungen liessen sich nicht feststellen. Das Aviforum empfiehlt während dem Einstreuen nebst der vom Hersteller empfohlenen Verwendung von FFP2-Masken einen zusätzlichen Schutz vor unangenehmen Gerüchen (z.B. auf Basis Aktivkohleschicht; Zumkehr, Schwab, 2025).

#### **7. Angaben zum Betrieb des Systems**

Der pH-Wert des Kot-Einstreu-Gemischs steigt im Lauf der Mastphase an, da ein zunehmender Anteil des Stickstoffs als Ammoniumsulfat gebunden wird. Sehr niedrige pH-Werte von weniger als 3 wurden unter Praxisbedingungen nur in den ersten 8 Tagen festgestellt. Am Ende der Mastphase war der pH-Wert des Kot-Einstreu-Gemischs ähnlich wie derjenige der unbehandelten Kontrolle (Toppel et al., 2019). Im Übrigen: siehe Kap. 6.

---

<sup>1</sup> [https://wetten.overheid.nl/BWBR0045528/20\\*\\*-\\*\\*-\\*\\*#BijlageV](https://wetten.overheid.nl/BWBR0045528/20**-**-**#BijlageV) (26.08.2026). Früher Rav Liste; diese ist seit dem 01.01.2024 nicht mehr gültig. <https://www.infomil.nl/onderwerpen/landbouw/ammoniak/rav-0/emissie-factoren-per/> (08.08.2025).

<sup>2</sup> <https://eng.mst.dk/industry/agriculture/environmental-technologies-for-livestock-holdings/list-of-environmental-technologies/livestock-housing-system> (05.04.2024)

## 8. Angaben zur Installation des Systems

Dieses System kann sowohl bei bestehenden Ställen wie auch Neubauten angewendet werden.

Laut Hersteller wurden die Auswirkungen eines Kot-Einstreu Gemischs auf Betonprüflinge verschiedener Güteklassen durch eine unabhängige Untersuchungsstelle untersucht. Nach der Simulation von mehreren Mastdurchgängen zeigten sich keine negativen Auswirkungen von ImproBed® auf die Beschaffenheit des Betons (mündl. Mitteilung B. Thesing, GRILLO-Werke, Duisburg). Das Aviforum hat bei der Anwendung des Produkts keine Schäden beim Stallboden und den Einrichtungen festgestellt (Zumkehr, Schwab, 2025).

## 9. Beurteilung der Emissionsreduktion aufgrund der vorliegenden Daten

Im Rahmen einer Messkampagne im Praxismassstab, die international anerkannten Richtlinien (DLG, 2023; VERA Sekretariat, 2018; Winkel et al., 2024) entspricht, wurde eine durchschnittliche Emissionsreduktion von 58% für Mastpoulets gefunden (DLG, 2024). Bei einer Einstreumenge von ImproBed® wie angewendet in den Messungen der DLG-Prüfung (1.5 kg pro m<sup>2</sup> Stallfläche) kann man für Mastpoulets bei einer Mastdauer von ca. 36 Tagen, wie in der Schweiz üblich (Aviforum, 2025), eine Emissionsreduktion ähnlich wie in den Messungen gemäss DLG (2024) annehmen<sup>3</sup>.

Die Emissionsreduktion dürfte weitgehend aufgrund der Absenkung des pH-Werts in der Einstreu erfolgen (Bist et al., 2023). Dies wurde auch in weiteren Studien gefunden, welche andere Produkte untersucht haben, die den pH-Wert der Einstreu absenken (vgl. Studien in Anhang 2). Den Effekt einer Emissionsreduktion bei einer Reduktion des pH-Werts in der Einstreu kann man demnach als gut abgesichert betrachten.

## 10. Tierwohl

Das Produkt hatte auf den beiden Praxisbetrieben der DLG-Prüfung keine negativen Auswirkungen auf die Tiergesundheit: die Mortalitätsraten lagen auf beiden Betrieben bei rund 2%, die Futterverwertung bei rund 1.5 kg Gewichtszunahme pro kg Futter. Unterschiede zwischen dem Verfahren mit Verwendung des Produkts und der Referenz ohne Produkt lagen nicht vor (DLG, 2024).

Die Auswirkungen von Natriumhydrogensulfat in der Einstreu auf das Tierwohl mit Fokus auf Fussballengesundheit wurden unter Praxisbedingungen bei Mastpoulets untersucht. Dabei war die Menge von Natriumhydrogensulfat pro m<sup>2</sup> Stallfläche praktisch identisch wie bei der Anwendung von ImproBed® gemäss Herstellerangaben (Toppel et al., 2019). In dieser Untersuchung wurden keine negativen Auswirkungen bzw. tendenziell ein positiver Effekt auf die Fussballengesundheit festgestellt. Diese Ergebnisse lassen sich auf ImproBed® übertragen (pers. Mitteilung K. Toppel, Hochschule Osnabrück).

Das Aviforum hat keine negativen Auswirkungen hinsichtlich Tierwohl- bzw. gesundheitsrelevanter Kriterien und im Besonderen der Füsse, Fussballen und Fersen festgestellt. Die Mastleistungen (u.a. Futterverwertung, Lebendgewicht am Mastende) entsprachen den aktuellen Normleistungen (Zumkehr, Schwab, 2025).

---

<sup>3</sup> In der Untersuchung der DLG (DLG, 2024) betrug die Einstreumenge total 2.1 kg pro m<sup>2</sup> Stallfläche. Die Besatzdichte war um rund einen Faktor von 1.5 höher und die Mastdauer um 7 Tage länger als unter den Bedingungen der Schweiz. Da gegen Ende der Mastperiode der Kotanfall und damit die Emissionen überproportional zunehmen, kann man davon ausgehen, dass unter Schweizer Bedingungen auch mit einer Einstreumenge von 1.5 kg pro m<sup>2</sup> Stallfläche bzw. ohne Nachstreuen eine Emissionsreduktion ähnlich wie bei den Messungen gemäss DLG (2024) erreicht werden kann.

## 11. Anmerkungen/Einschränkungen

Durch die Verwendung von ImproBed® nimmt der Schwefelgehalt im Mist von ca. 0.8 kg S pro t auf rund 6 kg S pro t zu<sup>4</sup>. Je nach Ausbringungsart ist ImproBed® ein Zusatz zu Dünger, der gemäss Art. 20 der Düngeverordnung (DüV)<sup>5</sup> bewilligungspflichtig ist. Eine Bewilligung des BLW liegt vor. ImproBed® enthält Natriumhydrogensulfat, das in der Lebens- und Futtermittelindustrie als Konservierungsstoff zugelassen ist (DLG, 2024; EFSA, 2024).

Die Verwendung von Einstreumaterialien ist in der Regel durch die Produzentenorganisation vorgegeben. Eine Verwendung von ImproBed® müsste daher in Absprache mit dieser erfolgen.

Bei der Ausbringung des Mists ist die erhöhte Schwefelmenge im Vergleich zu Mist ohne Verwendung von ImproBed® zu berücksichtigen. Dies bedeutet, dass die Ausbringmenge an den Schwefelbedarf der Kulturen angepasst werden muss, was zu einer Begrenzung der Ausbringmenge auf 3 bis 6 t pro ha und Jahr führt.

Durch die Verwendung von ImproBed® nimmt auch der Natriumgehalt im Mist zu (von ca. 1.4 kg Na pro t auf rund 5 kg Na pro t). Eine überhöhte Zufuhr von Natrium in den Boden kann langfristig zu einer Versalzung des Bodens führen. Bei einer Begrenzung der Ausbringmenge von Mist auf 3 bis 6 t pro ha und Jahr sind negative Auswirkungen infolge der Zufuhr von Natrium in den Boden wenig wahrscheinlich.

Weitere Informationen zu den Frachten von Schwefel und Natrium in den Boden aufgrund der Verwendung von ImproBed® sind im Anhang 3 aufgeführt.

Betriebe, welche den Mist an eine Biogasanlage abgeben, müssen den Betreiber über die Verwendung von ImproBed® informieren, damit dieser die Abnehmer des Gärguts über die erhöhten Gehalte von Schwefel und Natrium in Kenntnis setzen kann. Einschränkungen hinsichtlich Biogasertrag sind bei Vergärung des Mists in einer Biogasanlage nicht zu erwarten (DLG, 2024).

Landwirtschaftsbetriebe, die ImproBed® verwenden und den Geflügelmist in einem Zuströmbereich oder in der Nähe eines Zuströmbereiches ausbringen, müssen die Betreiber der Grundwasserfassung darüber informieren, da Sulfat auswaschbar ist. Für Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist, gilt ein Grenzwert für Sulfat von 40 mg/l. Dieser Wert darf nicht überschritten werden. Ausserdem dürfen die Konzentrationen von Stoffen, für die quantitative Anforderungen festgelegt sind, im Grundwasser nicht kontinuierlich ansteigen (Anhang 2, GSchV; Schweizerischer Bundesrat, 2025).

---

<sup>4</sup> Einstreumenge von ImproBed® pro Umtrieb von 1.5 kg pro m<sup>2</sup> Stallfläche und 8.3 Umtrieben pro Jahr.

<sup>5</sup> <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2023/711/de?version=20240101> (19.06.2025).

## 12. Referenzen

- Aviforum. 2025. Zahlen und Fakten CH-Geflügelwirtschaft. 2.1 Geflügelhaltung als Betriebszweig. CH-Zollikofen.
- Bist, R.B., Subedi, S., Chai, L., Yang, X. 2023. Ammonia emissions, impacts, and mitigation strategies for poultry production: A critical review. J. Environ. Manage. 328: 116919.
- Broer, L., Markus, J., Toppel, K. 2023. Qualitätsgesicherte Untersuchungen eines Einstreuadditivs zur Ammoniakminderung in der Hähnchenmast. KTBL Tagung Emissionen in der Tierhaltung 2023 - erheben, beurteilen, mindern. Tagungsband, S.16-19.
- DLG. 2023. Überblick über den DLG-Prüfrahmen „verfahrensintegrierte Maßnahmen zur Emissionsminderung (InDoor-Verfahren)“ (Stand: November 2023). D-64823 Groß-Umstadt: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, DLG TestService GmbH ([https://www.dlg-testservice.com/fileadmin/Redaktion/downloads/landwirtschaft/flyer/DLG-Pruefrahmen\\_InDoor.pdf](https://www.dlg-testservice.com/fileadmin/Redaktion/downloads/landwirtschaft/flyer/DLG-Pruefrahmen_InDoor.pdf), 20.06.2024).
- DLG. 2024. ImproBed® Emissionsminderung Ammoniak. DLG-Prüfbericht 7449. D-64823 Groß-Umstadt: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, DLG TestService GmbH (<https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/tests/pruefberichte/innenwirtschaft/test-einstreu-grillo-improbed>, 15.06.2024).
- EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP). 2024. Safety and efficacy of a feed additive consisting of sodium bisulphate for all animal species except aquatic animals (Grillo Werke AG & Jones-Hamilton Co.). EFSA J. 22(3): e8644.
- Schweizerischer Bundesrat. 2025. Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 (Stand am 1. August 2025).
- Toppel, K., Kaufmann, F., Schön, H., Gauly, M., Andersson, R. 2019. Effect of pH-lowering litter amendment on animal-based welfare indicators and litter quality in a European commercial broiler husbandry. Poult. Sci. 98(3): 1181-1189.
- VERA Sekretariat. 2018. VERA-Prüfprotokoll für Tierhaltungs- und Management-Systeme Version 3:2018-07. 2920 Charlottenlund, DK: Internationales VERA Sekretariat.
- Winkel, A., Brusselman, E., Hensen, A., Otten, G., Vonk, J., Laanen, L., Verfaillie, A., van Dinther, D., Mosquera Losada, J., Ogink, N.W.M. 2024. Richtlijnen voor het bepalen van emissies uit veestallen (versie 2). Rapport 1525. Wageningen: Wageningen Livestock Research.
- Zumkehr, D. Schwab, M. 2025. ImproBed®. Erfahrungsbericht. Aviforum, 3052 Zollikofen CH.

## Anhang 1

Die wichtigsten Punkte zur Emissionsmessung der DLG-Prüfung (DLG, 2024) werden in der Folge aufgeführt: die Messungen wurden zwischen Januar bis August 2023 auf zwei Praxisbetrieben in Niedersachsen durchgeführt. Beide Betriebe hielten Mastpoulets auf Bodenhaltung in geschlossenen Ställen mit Zwangsbelüftung. Die Küken wurden mit einem Gewicht von ca. 40 g zugekauft. Die durchschnittliche Mastdauer betrug 42 bis 43 Tage. Beide Betriebe entnahmen ca. 25% der eingestellten Tiere um den 30. Masttag und weitere ca. 20% um den 35. Masttag (Vorfang). Die Tiere erreichten in den Untersuchungen Mastendgewichte von durchschnittlich 2.8 kg pro Tier und 3.0 kg pro Tier. Die Tiergewichte zum Zeitpunkt des ersten bzw. zweiten Vorfangs betrugen 1.5-1.6 kg pro Tier bzw. 2.1-2.3 kg pro Tier. Beide Betriebe hatten eine N- und P-reduzierte Fütterung. Die Ausstattung der Ställe war wie folgt: Tunnellüftung mit aktiver Unterdruckregelung, keine Fussbodenheizung oder -dämmung. Die Ställe hatten je 8 Tränkelinien (Cup Tränken) und 4 Futterlinien.

Die Messungen erfolgten auf den Betrieben in je zwei Ställen à je 41'800 Mastplätze bzw. 36'500 Mastplätze und einer Nutzfläche je Stall von 1800 m<sup>2</sup> bzw. 1686 m<sup>2</sup>. Referenz- und Versuchsstall waren jeweils identisch ausgerüstet und das Management während der Messphasen war vergleichbar. Die Messungen erfolgten gemäss Fall-Kontroll-Ansatz. Auf den Betrieben wurden die Ställe für die Referenz und den Versuch nach jedem Durchgang miteinander getauscht, so dass jeder Stall mindestens einmal eine Messung mit den ImproBed® Einstreupellets umfasste. Die Versuchsanordnung entspricht damit international anerkannten Richtlinien (z.B. gemäss VERA Prüfprotokoll; VERA Sekretariat, 2018; Winkel et al., 2024).

Die Menge Einstreupellets im Stall mit ImproBed® betrug 1.5 kg/m<sup>2</sup> und diejenige im Referenzstall 1.1 kg/m<sup>2</sup> Strohpellets; Nachstreumenge 800 kg Strohpellets bzw. ImproBed®-Einstreupellets: 1000 kg im Winter in beiden Betrieben und in Übergangszeit Sommer nur auf Betrieb 2. Der Betrieb 1 (kein Nachstreuen in Übergangszeit und Sommer) erreichte eine vergleichbare Emissionsreduktion wie Betrieb 2 (mit Nachstreuen in Übergangszeit und Sommer).

Emissionsfaktoren (Emission in kg NH<sub>3</sub> pro Tierplatz und Jahr) der beiden Betriebe für das Verfahren mit ImproBed® (Versuch) und mit Strohpellet (Referenz)

|                               | Emissionsfaktor Versuch                   | Emissionsfaktor Referenz |
|-------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------|
|                               | kg NH <sub>3</sub> pro Tierplatz und Jahr |                          |
| Betrieb 1                     | 0.0090                                    | 0.0209                   |
| Betrieb 2                     | 0.0068                                    | 0.0164                   |
| Mittelwert Betrieb 1 und 2    | 0.0079                                    | 0.0186                   |
| Mittelwert Emissionsreduktion | 58.2%                                     |                          |

## Anhang 2

Liste von Studien, die eine Emissionsreduktion von Ammoniak in der Geflügelhaltung aufgrund einer Absenkung des pH-Werts in der Einstreu gefunden haben. Die Liste zeigt ausgewählte Studien und ist nicht abschliessend.

| Typ Studie                    | Produkt               | Anwendungsmenge                     | Reduktion pH Wert*                | Emissionsreduktion* | Quelle                  |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------------|
| Review                        | Diverse**             | Diverse                             | Reduktion bestätigt               |                     | de Toledo et al. (2020) |
| Labor                         | Natriumhydrogensulfat | 0.18 kg und 0.37 pro m <sup>2</sup> | 0.93<br>1.33                      | 0-55%<br>14-65%     | Li et al. (2013)        |
| Versuchsstall; Fall-Kontrolle |                       | 0.24 kg pro m <sup>2</sup>          | 0.15                              | 52%                 |                         |
| Labor                         | Diverse***            | 0.36 kg pro m <sup>2</sup>          | Reduktion teilweise bestätigt**** |                     | Moore et al. (1996)     |
| Praxis; Fall-Kontrolle        | Natriumhydrogensulfat | 0.95-1.46 kg pro m <sup>2</sup>     | 1.32                              | 27%                 | Shah et al. (2014)      |
|                               |                       | 0.73 kg pro m <sup>2</sup>          | 1.32                              | 14%                 |                         |
|                               |                       | 0.37-0.49 kg pro m <sup>2</sup>     | 1.32                              | 7%                  |                         |

\* Reduktion des pH Werts in der Einstreu und die Emissionsreduktion im Vergleich zur Kontrolle (d.h. ohne Anwendung des Produkts)

\*\* Aluminiumsulfat, Natriumhydrogensulfat, Kaliumpermanganat, Aluminiumchlorid, Eisensulfat, gesäuerter Ton, Alaun, Salzsäure-Zitronensäure-Phosphorsäure

\*\*\* Aluminiumsulfat, Natriumhydrogensulfat, Eisensulfat, Ca-Fe Silikat behandelt mit Phosphorsäure, Phosphorsäure

\*\*\*\* Reduktion bestätigt für Aluminiumsulfat, Eisensulfat, Ca-Fe Silikat behandelt mit Phosphorsäure, Phosphorsäure, Reduktion nicht bestätigt für Natriumhydrogensulfat, Ca-Fe Silikat behandelt mit Phosphorsäure

## Referenzen

de Toledo, T.D., Roll, A.A.P., Rutz, F., Dallmann, H.M., Prá, M.A.D., Leite, F.P.L., Roll, V.F.B. 2020. An assessment of the impacts of litter treatments on the litter quality and broiler performance: A systematic review and meta-analysis. PLoS One 15(5): 26.

Li, H., Lin, C.Y., Collier, S., Brown, W., White-Hansen, S. 2013. Assessment of frequent litter amendment application on ammonia emission from broilers operations. J. Air Waste Manage. Assoc. 63(4): 442-452.

Moore, P.A., Daniel, T.C., Edwards, D.R., Miller, D.M. 1996. Evaluation of chemical amendments to reduce ammonia volatilization from poultry litter. Poult. Sci. 75(3): 315-320.

Pereira, J.L.S., Ferreira, S., Pinheiro, V., Trindade, H. 2019. Effect of magnesium sulphate addition to broiler litter on the ammonia, nitrous oxide, carbon dioxide and methane emissions from housing. Atmos. Pollut. Res. 10(4): 1284-1290.

Shah, S.B., Grimes, J.L., Oviedo-Rondon, E.O., Westerman, P.W. 2014. Acidifier application rate impacts on ammonia emissions from US roaster chicken houses. Atmos. Environ. 92: 576-583.

## Anhang 3

Frachten von Schwefel und Natrium in den Boden aufgrund der Verwendung von ImproBed® bei einer Einstreumenge von ImproBed® pro Umtrieb von 1.5 kg pro m<sup>2</sup> Stallfläche und 8.3 Umtrieben pro Jahr

| Ausbringmenge Mist<br>(t pro ha und Jahr) | Fracht S<br>(kg pro ha und Jahr) | Fracht Na<br>(kg pro ha und Jahr) |
|-------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 3                                         | 19                               | 16                                |
| 6                                         | 38                               | 33                                |
| 12                                        | 77                               | 65                                |

Bei höheren Einstreumengen ist dementsprechend mit höheren Schwefelfrachten zu rechnen.

Zur Einordnung der oben aufgeführten Frachten:

Übliche Ausbringmengen von Geflügelmist sind bezogen auf eine einzelne Gabe kleiner als 15 t pro ha<sup>6</sup>.

Vor 1980 wurden in der Schweiz aufgrund der Verbrennung von Kohle und Erdölprodukten rund 30 bis 50 kg S pro ha und Jahr in die Böden eingetragen. In der Umgebung von städtischen Gebieten konnten die Frachten rund 100 kg S pro ha und Jahr erreichen. Der Schwefelbedarf für wenig bedürftige Kulturen wie Weizen oder Kartoffeln beträgt 20 kg S pro ha und Jahr und für stark bedürftige Kulturen wie Raps liegt dieser bei 80 kg S pro ha und Jahr (Sinaj et al., 2017).

Für Natrium gibt es keine Düngungsempfehlungen. Ein Eintrag in die Böden kann hauptsächlich über Dünger oder Bewässerungswasser erfolgen. Dünger wie Suplesan oder Nitroplus enthalten 2 bzw. 3 Einheiten Natrium bei 20 Einheiten N<sup>7</sup>. Eine Düngung von 160 kg N mit Suplesan oder Nitroplus würde eine Fracht von ca. 15-25 kg Na pro ha und Jahr verursachen. Die Fracht von Natrium, die mit Bewässerungswasser in den Boden gelangen kann, beträgt ca. 5-25 kg Na pro ha und Jahr<sup>8</sup>.

## Referenzen

- Kupper, T., Häni, C., Bretscher, D., Zaucker, F. 2022. Ammoniakemissionen der schweizerischen Landwirtschaft 1990 bis 2020. Berner Fachhochschule. Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften, Zollikofen.
- Sinaj, S., Charles, R., Baux, A., Dupuis, B., Hiltbrunner, J., Levy, L., Pellet, D., Blanchet, G., Jeangros, B. 2017. 8/ Düngung von Ackerkulturen. In: Richner, W., Sinaj, S. (Eds.). Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz / GRUD 2017. Agrarforschung Schweiz 8 (6) Spezialpublikation. pp 8/1-8/46.
- Wanner, C., Camesi, L., Waber, H.N. 2023. Hintergrundwerte in oberflächennahen Grundwasservorkommen der Schweiz. Institut für Geologie, Universität Bern.  
[https://www.researchgate.net/publication/376352994\\_Hintergrundwerte\\_in\\_oberflachennahen\\_Grundwasservorkommen\\_der\\_Schweiz](https://www.researchgate.net/publication/376352994_Hintergrundwerte_in_oberflachennahen_Grundwasservorkommen_der_Schweiz) (02.07.2025).

<sup>6</sup> Quelle: Umfrage zur Abschätzung von Ammoniak-Verlusten, welche die Grundlage bildet zur Erstellung des schweizerischen Ammoniakemissionsinventars (Kupper et al., 2022).

<sup>7</sup> <https://www.landor.ch/sortiment> (02.07.2025).

<sup>8</sup> Natriumgehalt von Bewässerungswasser: der Natrium Gehalt von Grundwasser liegt im Bereich von ca. 5 bis 20 mg/L (Wanner et al., 2023).

Übliche bzw. mittlere Bewässerungsmengen betragen ca. 1000-1200 m<sup>3</sup> pro ha und Jahr; Herleitung basierend auf <https://www.bfs.admin.ch/bfs/rm/home.assetdetail.33026282.html> (02.07.2025).