

ABT15 – Luftreinhaltung

Geruchsemissionen aus der Tierhaltung

Bericht Nr. Lu-01-2021



Das Land
Steiermark

Geruchsemissionen aus der Tierhaltung

Autoren und Projektleitung

Mag. Dr. Dietmar Öttl, Amt d. Stmk. LR, A15
Michael Kropsch, BMA, HBLFA Raumberg-Gumpenstein
Ing. Eduard Zentner, HBLFA Raumberg-Gumpenstein
Mag. Dr. Gerhard Bachler, Amt d. Stmk. LR, A15
Ing. Alfred Pollet, Amt d. Stmk. LR, A15
Dr. Robert Schlacher, Amt d. Stmk. LR, A15



Für Layout und Inhalt verantwortlich:
Abteilung 15 – Energie, Wohnbau, Technik
Referat Luftreinhaltung

<http://www.umwelt.steiermark.at>

Herausgeber
Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Abteilung 15 – Energie, Wohnbau, Technik
Landhausgasse 7
8010 Graz

Telefon: +43/(0)316/877-2931
Fax: +43/(0)316/877-4569
E-Mail: luft@stmk.gv.at

© Februar 2021

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
2. Zusammenfassung	4
3. Schweinehaltung	5
4. Hühnerhaltung	6
5. Minderungsfaktoren	7
5.1. Zwei- und mehrphasige Fütterung.....	7
5.2. Futterzusätze	7
5.3. Fensterlüftung.....	7
5.4. Außenklimaställe, Offenfrontställe.....	7
5.5. Trennung Kot/Harn	8
5.6. Güllekühlung bzw. Begrenzung von Emissionsflächen.....	8
5.7. Zuluftkühlung	8
6. Literatur	9

1. Einleitung

Die landwirtschaftliche Tierhaltung unterliegt aufgrund äußerer (z. B. Marktanforderungen) und innerer (z. B. Optimierungen im Betriebsablauf) Anforderungen einem stetigen Wandel. Damit gehen auch potenzielle Veränderungen in den Geruchsemissionen einher. Die Motivation dieser Untersuchungen lag vor allem darin, für in Österreich übliche Haltungsformungen und Stalltechniken möglichst realitätsnahe Emissionsfaktoren zu erarbeiten. Die auf Basis eigener Untersuchungen sowie aus Literaturrecherchen gewonnenen Emissionsfaktoren stellen eine Empfehlung für die Geruchsbeurteilung im Sachverständigendienst dar. Für Tierarten und Haltungsformen, die nicht explizit in diesem Bericht aufgelistet werden, sind nach wie vor die Emissionsfaktoren der VDI 3894-1 als Stand der Technik anzusehen.

Die in diesem Bericht angeführten Emissionsfaktoren werden laufend an den Stand der Technik, möglichst basierend auf olfaktometrischen Emissionsmessungen an österreichischen Tierställen, angepasst. Neu ermittelte Faktoren werden zeitnah auf der Internetseite des Landes Steiermark im LUIS-Portal unter <http://www.umwelt.steiermark.at/cms/ziel/19222537/DE/> publiziert.

2. Zusammenfassung

In Tab. 1 und Tab. 2 sind die empfohlenen Emissionsfaktoren für Geruch sowie Minderungsfaktoren für verschiedene Fütterungs- und Stalltechniken angeführt. Beispielsweise ergibt sich für Masthühner mit dreiphasiger Fütterung in einem Außenklimastall ein Emissionsfaktor von $200 \times 0,8 \times 0,8 = 128 \text{ GE/s/GVE}$.

Die Emissionsfaktoren sind als mittlere Emissionsfaktoren ohne Leerzeiten zu verstehen, d.h. Leerzeiten reduzieren die Emissionen und sind in Ausbreitungsrechnungen extra zu berücksichtigen. Die ansteigenden Geruchsfrachten (MGE/h), und die Zeiten niedriger Emissionen, über einen Mastzyklus gesehen, sollten in Modellrechnungen zur Beurteilung von Geruchsimmissionen explizit Berücksichtigung finden.

Tab. 1 Empfohlene Emissionsfaktoren für Geruch

Tierart	Entmistung	Fütterung	Stalltechnik	GE/s/GVE
Mastschweine	Flüssigmist	einphasig	Vollspalten	140
Sauen mit Ferkel	Flüssigmist	einphasig	Vollspalten	50
Sauen ohne Ferkel	Flüssigmist	einphasig	Vollspalten	50
Ferkel bis 25 kg	Flüssigmist	einphasig	Vollspalten	200
Legehennen	Festmist	einphasig		100
Masthühner	Festmist	einphasig		200

Tab. 2 Empfohlene Minderungsfaktoren

Tierart	Technik	Minderungsfaktor
Mastschweine	zweiphasig	0.9
Mastschweine	drei- und mehrphasig	0.8
Mastschweine	begrenzte Emissionsflächen unter den Spalten	0.7
Mastschweine	Gülle Kühlung	0.7
Mastschweine	Außenklima, Offenfrontstall	0.8
Mastschweine	geschlossen, planbefestigt, Fensterlüftung	0.5
Mastschweine	geschlossen, Spaltenböden, Fensterlüftung	1.0
Mastschweine	Trennung Kot/Harn	0.25
Mast- und Zuchtschweine	Zuluftkühlung	0.9
Masthühner	drei- und mehrphasig	0.8
Masthühner	Außenklima, Wintergarten	0.8
Masthühner	Futterzusatz APC	0.75
Masthühner	Futterzusatz IPUSagro F & Einstreumittel IPUS H800 & IPUS Sagro B120	0.75
Masthühner	Futterzusatz Jadis Additiva	0.90
Mastschweine	Futterzusatz Delacon	0.75
Mastschweine	Futterzusatz APC	0.75
Mastschweine	Futterzusatz Biomin	0.75

3. Schweinehaltung

Für die Haltung von Mastschweinen im Flüssigmistverfahren wird seitens der VDI 3894-1 ein Emissionsfaktor von 50 GE/GVE/s vorgeschlagen. Der Faktor basiert auf Publikationen von Oldenburg (1989), Martinec et al. (1998) und einer nicht mehr verfügbaren Internetpublikation aus Holland. Vermutlich handelt es sich um Messungen, die bereits vor 1990 durchgeführt wurden.

Messungen durch die HBLFA Raumberg-Gumpenstein an einem Mastschweinestall mit Vollspaltenboden und einem darunterliegenden Güllekeller sowie einphasiger Fütterung ergaben einen durchschnittlichen Emissionsfaktor (insgesamt 72 Einzelmessungen) von 139 GE/GVE/s (Öttl et al., 2018). Mösenbacher et al. (2011) fanden einen mittleren Emissionsfaktor von 128 GE/GVE/s (eigene Auswertung auf Basis der Berichtsdaten) für die ehemalige Schweinehaltung im Mehrzweck-Versuchsstall der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, der mit einem Vollspaltenboden ausgerüstet war. Während der Messungen wurde eine zweiphasige Fütterung vorgenommen.

Eigene Auswertungen zahlreicher DLG Prüfberichte (<https://www.dlg.org/de/>) ergaben für Mastschweine mit Flüssigmistverfahren rohgasseitig einen mittleren Emissionsfaktor von 85 GE/GVE/s. Genauere Angaben bzgl. Fütterungstechnik oder Stalltechnik sind in den entsprechenden DLG Prüfberichten jedoch nicht enthalten.

Aus Messungen in der Schweiz (Brunner, 2010) konnte ein mittlerer Emissionsfaktor von 288 GE/GVE/s ermittelt werden. Genauere Angaben zu den untersuchten Tierställen sind dem Bericht jedoch nicht zu entnehmen.

In Holland (z. B. Brunner, 2010, Anhang D) wird ein Emissionsfaktor für Mastschweine von 177 GE/GVE/s, in Dänemark von 225 GE/GVE/s, in Irland von 173 GE/GVE/s, in Belgien 195 GE/GVE/s und in Großbritannien von 112 GE/GVE/s empfohlen (z. B. Power et al., 2001; VERA, 2011).

Mielcarek und Rzeznik (2015) führten eine Literaturrecherche durch und ermittelten einen durchschnittlichen Emissionsfaktor von 89 GE/GVE/s für Mastschweine. Hill et al. (2014) verwenden im Emissions- und Immissionsmodell SCAIL einen Emissionsfaktor für Mastschweine von 200 GE/GVE/s.

Auf Basis eigener Messungen an österreichischen Stallungen sowie im internationalen Literatur-Vergleich zeigt sich, dass der VDI Emissionsfaktor deutlich niedriger liegt und mit hoher Sicherheit keine realistische Abschätzung der Geruchsemissionen aus Mastschweineställen in Österreich zulässt.

4. Hühnerhaltung

Der Emissionsfaktor nach VDI 3894-1 für Legehennen (Kotband) liegt bei 30 GE/GVE/s, jener für Legehennen in Bodenhaltung bei 42 GE/GVE/s und jener für Masthühner bei 60 GE/GVE/s.

Eigene Messungen an einem modernen Masthühnerstall mit dreiphasiger Fütterung und Bodenheizung ergaben einen durchschnittlichen Emissionsfaktor über zwei Mastperioden von 167 GE/GVE/s. Weitere Messungen am Forschungsstall für Masthühner der HBLFA Raumberg-Gumpenstein erbrachten mittlere Emissionsfaktoren bei dreiphasiger Fütterung von 165 und 156 GE/GVE/s.

Messungen von Gärtner et al. (2009) an einem Masthühnerstall in Deutschland zeigten ähnlich hohe Messwerte von 180 GE/GVE/s. Erwähnenswert ist der Hinweis in Gärtner et al. (2009), dass der VDI Faktor von 60 GE/GVE/s auf einer veralteten (Oldenburg, 1989) und unzureichenden Datenlage basiert. Aus welchen Gründen die Erkenntnisse aus den Untersuchungen von Gärtner et al. (2009) keinen Niederschlag in den im Jahr 2011 aktualisierten VDI Emissionsfaktoren gefunden haben ist momentan noch unklar.

Der aus dem DLG Prüfbericht 6212 ermittelte mittlere Emissionsfaktor für Masthühner beträgt 113 GE/GVE/s. In Holland wird dagegen ein Emissionsfaktor von 160 GE/GVE/s und in Dänemark von 200 GE/GVE/s empfohlen (z. B. VERA, 2011). Hill et al. (2014) verwenden für das Modell SCAIL einen Emissionsfaktor für Masthühner von 333 GE/GVE/s. Mielcarek und Rzeznik (2015) geben, aufbauend auf Literaturrecherchen, einen mittleren Wert von 178 GE/GVE/s an. Hayes et al. (2006) ermittelten einen durchschnittlichen Emissionsfaktor von 275 GE/GVE/s bei irischen Masthühnerställen.

Deutlich weniger Messungen und Literaturwerte stehen im Legehennenbereich zur Verfügung. In Holland wird ein Emissionsfaktor von 100 GE/GVE/s und in Dänemark von 200 GE/GVE/s empfohlen (z. B. VERA, 2011). Hayes et al. (2014) geben einen Faktor von 150 GE/GVE/s an, während der Emissionsfaktor auf Basis des DLG Prüfberichts 6379 einen deutlich niedrigeren Faktor von 28 GE/GVE/s ergibt. Mielcarek und Rzeznik (2015) geben einen mittleren Emissionsfaktor von

141 GE/GVE/s an und Hill et al. (2014) verwenden für das Modell SCAIL 309 GE/GVE/s.

Übereinstimmend mit Gärtner et al. (2009) kann festgestellt werden, dass die VDI-Faktoren für Hühnerhaltung im internationalen Vergleich, und im Vergleich zu aktuellen Messergebnissen an österreichischen Ställen, deutlich zu niedrig angesetzt sind.

5. Minderungsfaktoren

5.1. Zwei- und mehrphasige Fütterung

Die Minderungsfaktoren für zwei- und dreiphasige Fütterung im Mastbereich basieren auf dem Vergleich von olfaktometrischen Messungen von Öttl et al. (2018), Mösenbacher et al. (2011), Untersuchungen von Le et al. (2007) und den NH₃-Minderungsangaben in VDI 3894-1, unter der Annahme, dass die entsprechenden Geruchsminderungen nur die Hälfte der entsprechenden NH₃-Reduktionen betragen. Wie beispielsweise Vergleichsmessungen von Geruchs- und NH₃ Minderungen bei Futtermittelzusätzen (z. B. Mösenbacher et al., 2011; Zentner et al., 2010) zeigt, dürfte diese Annahme tatsächlich zu konservativ sein.

5.2. Futterzusätze

Die Minderungsfaktoren für diverse Futtermittelzusätze basieren auf entsprechenden olfaktometrischen Messungen durch die HBLFA Raumberg-Gumpenstein (Mösenbacher et al., 2011; Zentner et al., 2010; Zentner et al., 2012; Zentner et al., 2013).

5.3. Fensterlüftung

Aufgrund der geringeren Lüftungsraten bei Fensterlüftung im Vergleich zu einem mechanisch belüfteten Stall sind die Emissionsraten deutlich verringert (KTBL, 2012, S 63). Untersuchungen von Schauburger et al. (2012) haben gezeigt, dass für Geruch folgender empirischer Zusammenhang zw. Emission und Volumenstrom gegeben ist: $e = e_0 V^{0,32}$, wobei e_0 der normierte Emissionsfaktor, V der normierte Volumenstrom und e der resultierende Emissionsfaktor ist. Unter der Annahme, dass ein planbefestigter Stall mit freier Lüftung um etwa 90 % geringere Lüftungsraten aufweist als ein vergleichbarer Stall mit mechanischer Lüftung, ergibt sich eine Reduktion der Emissionsfracht um ca. 50 %. Anzuwenden ist dieser Minderungsfaktor jedoch nur im Bereich der Schweine- und Hühnerhaltung. Aufgrund der stärkeren Durchlüftung kann auch für Offenfrontställe keine derartige Minderung angesetzt werden.

5.4. Außenklimaställe, Offenfrontställe

Schweinehaltung mit Auslauf bzw. in Außenklimaställen reduziert allgemein das Emissionsausmaß eines Tierbestandes. In Bezug auf Ammoniak wird die Reduktion des Emissionsfaktors mit bis zu 33 % im Vergleich zu zwangsbelüfteten Stallungen angesetzt (Eurich-Menden et al 2011, VDI 3894-1). Beim Geruch ist das Reduktionspotential geringer. Die HBLFA Raumberg-Gumpenstein schätzt auf Basis eigener Versuche, dass die Reduktion im Bereich von 20-25 % liegt. Aktuell laufen olfaktometrische Untersuchungen an einem Außenklimastall in Oberösterreich. In der Steiermark sollen ähnliche Untersuchungen in naher Zukunft durchgeführt werden.

5.5. Trennung Kot/Harn

Eine mechanische Trennung von Kot und Harn, sowie eine regelmäßige Reinigung durch Schieber, erbringen gegenüber konventionellen Mastschweineeställen mit Vollspaltenböden und einem darunterliegenden Güllelager, Reduktionen von mehr als 50 % für NH_3 , wie wissenschaftliche Untersuchungen in Frankreich belegen (Lous-souarn et al., 2014).

Feldbegehungen und Modellrechnungen durch den TÜV Austria (2018) an einem Offenfrontstall mit Multiphasenfütterung, permanenter Entmistung sowie Kot-Harn Trennung erbrachten einen mittleren Emissionsfaktor von 20 GE/GVE/s. Dieser deutlich niedrigere Wert wird vor allem auf die Kot-Harn Trennung zurückzuführen sein.

Insgesamt ist die Datenlage hierzu aber noch relativ gering.

5.6. Güllekühlung bzw. Begrenzung von Emissionsflächen

Auf Basis der Untersuchungen von Ogink und Lens (2001) werden in Holland für die Güllekühlung unter Spaltenböden bzw. auch bei begrenzten Emissionsflächen ein Minderungspotenzial von etwa 50 % angegeben.

5.7. Zuluftkühlung

Jede Minderung der Temperaturen im Tierbereich geht mit einer Emissionsminderung einher. Zusätzlich haben hohe Stalltemperaturen negativen Einfluss auf die Leistung von Nutztieren und deren Gesundheit. Um diesen negativen Aspekten entgegen zu wirken, werden zunehmend Techniken zur Kühlung der Zuluft installiert. Maßnahmen im unmittelbaren Tierbereich, welche eine Erhöhung der relativen Luftfeuchte bewirken, können hier nicht positiv einwirken.

Wird die Zuluft über Schotter-, Erd-, Rohrregisterspeicher oder Cool Pads in den Tierbereich geführt, dann lässt sich daraus nicht nur eine verminderte Temperatur im Tierbereich, sondern auch eine Emissionsminderung für Geruch und Ammoniak ableiten. Laut der aktuellen DIN18910 sind unter Zuhilfenahme dieser Techniken auch die notwendigen Luftraten um bis zu 40 % zu reduzieren.

6. Literatur

- Brunner, K. (2010): Abluftreinigungsverfahren zur Minderung von Ammoniak- und Geruchsemissionen aus Intensivtierställen – Erfahrungen in der Schweiz und Perspektiven. KBO Oekologie + Managementsysteme, St. Gallen, Schweiz, 68 S
- BMLFUW (2017): Richtlinie zur Beurteilung von Geruchsimmissionen aus der Nutztierhaltung in Stallungen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 40 S
- DIN 18910 (2017): Wärmeschutz geschlossener Ställe – Wärmedämmung und Lüftung – Planungs- und Berechnungsgrundlagen für geschlossene zwangsbelüftete Ställe.
- Eurich-Menden, B., H. Döhler, H. Van den Weghe (2011): Ammoniakemissionsfaktoren im landwirtschaftlichen Emissionsinventaren – Teil 2: Geflügel und Mastschweine. Landtechnik, 66, 60 - 63
- Gärnter, A., A. Gessner, F. Müller, R. Both (2009): Ermittlung der Geruchsemissionen einer Hähnchenmastanlage. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 69, 5 S
- Hayes, E.T., Th. Curran, V.A. Dodd (2006): Odour and ammonia emissions from intensive poultry units in Ireland. Bioresource Technology, 97, 933-939
- Hill, R., B. Bealey, C. Johnson, A. Ball, K. Simpson, A. Smith, M. Theobald, Ch. Braban, I. Magaz, T. Curran (2014): Scail – Agriculture update. Sniffer ER26: Final Report. 162 pp
- KTBL (2012) Emissionen und Immissionen von Tierhaltungsanlagen – Handhabung der Richtlinie VDI 3894-1. KTBL Schrift 494, Darmstadt, 216 S
- Le, P.D., A.J.A. Aarnink, A.W. Jongloed, C.M.C. Van der Peet-Schwering, N.W.M. Ogink, and M.W.A. Verstegen (2007): Effects of dietary crude protein level on odour from pig manure. Animal, 1, 734-744
- Loussouarn, A., S. Lagadec, P. Robin, M. Hassouna (2014): V-shaped scraper: environmental and technical assessment for seven years in the Guernévez experimental farm. Journées Recherche Porcine, 46, 199-204
- Martinec, M., E. Hartung, Th. Jungbluth (1998): Daten zu Geruchsstoffemissionen aus der Tierhaltung. KTBL-Arbeitspapier 260, Darmstadt
- Mielcarek, P., W. Rzeznik (2015): Odor Emission Factors from Livestock Production. Pol. J. Environ. Stud., 24, 27-35
- Mösenbacher, I., G. Huber, J. Gasteiner, Ch. Bachler, M. Mayer, J. Zainer, S. Brettschuh, B. Rudorfer, A. Schauer, R. Kitzer, J. Kaufmann, B. Steiner (2011): Untersuchung eines Futtermittelzusatzes im Hinblick auf Emissionsminderung und Leistungsdaten unter Berücksichtigung der IEP (IPPC)-Richtlinie. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 3594, 32 S
- Ogink, N.W.M., P.N. Lens (2001): Odour emissions from livestock operations (original title: Geuremissie uit de veehouderij. Overzichtsrapportage van geurmetingen in

de vakrenshoudrij, pluimveehouderij en rundveehouderij). Institute for agricultural and Environmental Engineering IMAG-DLO, Netherlands

- Oldenburg, J. (1989): Geruchs- und Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung. KTBL-Schrift 333, Darmstadt
- Öttl, D., M. Kropsch, and M. Mandl (2018): Odour assessment in the vicinity of a pig-fattening farm using field inspections (EN 16841-1) and dispersion modelling. *Atmos Environ*, 181, 54-60
- Power, V., D. Maguire, B. Cantrell, T. Stafford, B. Rooney, D. Lynott (2001): Odour impacts and odour emission control measures for intensive agriculture. EPA Ireland, Environmental Research No. 14, 145 pp
- Schauberger, G., T.T. Lim, J.Q. Ni, D.S. Bundy, B.L. Haymore, C.A. Diehl, R.K. Duggirala, A.J. Heber (2012): Empirical model of odor emission from deep-pit swine finishing barns to derive a standardized odor emission factor. *Atmos Environ*, 84-90
- TÜV Austria (2018): Geruchsbegehungen und Ausbreitungsrechnungen am Außenklima-Schweinestall Langdorf 3, 4714 Meggenhofen. Bericht Nr. 17-IN-AT-UW-WE-EX-267, 97 S
- VDI 3894-1: Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen. Haltingsverfahren und Emissionen Schweine, Rinder, Geflügel, Pferde. Düsseldorf (2009) S 46
- VERA (2011): Test Protocol for Livestock Housing and Management Systems. Charlottenlund, Denmark, www.veracert.eu, 55 pp
- Zentner, E., G. Huber, I. Mösenbacher-Molterer, J. Gasteiner, Ch. Bachler, S. Brettschuh, M. Mayer, J. Zainer, Th. Guggenberger, A. Leithold, A. Schauer, M. Urdl, M. Velik, J. Kaufmann, B. Steiner, R. Kitzer (2010): Abschlussbericht Biomin Futterzusatz. Untersuchung eines Futtermittelzusatzes im Hinblick auf Emissionsminderung und Leistungsdaten. LFZ Raumberg-Gumpenstein, 27 S
- Zentner, E., I. Mösenbacher-Molterer, Ch. Bachler, G. Huber, S. Brettschuh, J. Gasteiner, M. Mayer, B. Steiner, J. Kaufmann, R. Kitzer, A. Schauer, M. Velik, B. Heidinger (2012): Kurzbericht zu DG 9-10 Geflügel Emission. Einflüsse unterschiedlicher Futtermittelrationen auf Emissionen aus der Geflügelhaltung – APC. LFZ Raumberg-Gumpenstein, 8 S
- Zentner, E., I. Mösenbacher-Molterer, Ch. Bachler, G. Huber, S. Brettschuh, Ch. Knapp, J. Gasteiner, J. B. Steiner, J. Kaufmann, R. Kitzer, A. Schauer, M. Velik (2013): Abschlussbericht DG 15-16 Geflügel Emission. Einflüsse unterschiedlicher Futtermittelrationen auf Emissionen aus der Geflügelhaltung - IPUS LFZ Raumberg-Gumpenstein, 64 S



Das Land
Steiermark

→ Energie, Wohnbau, Technik