

Jochen Hahne

Dynamik und Höhe von Emissionen aus der Hühnerhaltung

Von 2009 bis 2012 wurden die Emissionen relevanter Spurengase aus zwei Hühnerställen mit Kleingruppenhaltung gemessen. Die Emissionen unterlagen erheblichen Schwankungen und waren beim Ammoniak vor allem von den Entmistungsintervallen abhängig. Zwischen diesen stieg die NH_3 -Emission täglich um bis zu 120%. Bei einem konstanten Stallmanagement ließen sich die Spurengas- und Staubemissionen mit dem Luftvolumenstrom korrelieren. Während die Emissionen von Methan mit $9 \pm 7 \text{ g}/(\text{TP a})$, von Lachgas mit $7 \pm 2 \text{ g}/(\text{TP a})$ und von Schwefelwasserstoff mit $4 \pm 1 \text{ g}/(\text{TP a})$ bei Luftwechselraten von $8,2 \pm 1,4 \text{ m}^3/(\text{TP h})$ gering waren, lagen die Ammoniakemissionen mit $148 \pm 29 \text{ g}/(\text{TP a})$ in der bekannten Größenordnung für dieses Haltungsverfahren. Die CO_2 -Emissionen übertrafen mit $46 \pm 7 \text{ kg}/(\text{TP a})$ die NH_3 -Emissionen um das 311-Fache. Die Geruchsemissionen variierten mit 15–84 GE/(s GV) erheblich und lagen im Mittel ($n = 10$) bei 43 GE/(s GV).

Schlüsselwörter

Hühnerhaltung, Ammoniak, Spurengase, Emissionen, Emissionsfaktoren

Keywords

Poultry keeping, ammonia, trace gases, emissions, emission factors

Abstract

Hahne, Jochen

Dynamic and range of emissions from poultry keeping

Landtechnik 68(5), 2013, pp. 306–309, 4 figures, 2 tables, 3 references

Relevant trace gas emissions from two chicken houses in small group housing were measured from 2009 to 2012. The emissions were varying widely and, in case of ammonia, depending on the dung removal rates. Between those the ammonia emission increased daily up to 120%. The trace gas and particulate matter emissions as well could be correlated with the volume flow at a constant stable management. While methane, nitrous oxide and hydrogen sulfide emissions were low with 9 ± 7 , 7 ± 2 and $4 \pm 1 \text{ g}$ per head and year at specific air flow rates of $8.2 \pm 1.4 \text{ m}^3$ per head and hour, ammonia emission for this housing system was in a common

range with $148 \pm 29 \text{ g}$ per head and year. The carbon dioxide emission exceeded with 46 kg per head and year the ammonia emission by a factor of 311. Specific odor emissions varied with 15–84 odor units (OU) per second (s) and livestock unit (LU). In mean the odor emission was $43 \text{ OU s}^{-1} \text{ LU}^{-1}$.

Die Versuche zur Erfassung der Emissionen aus zwei Hühnerställen liefen von 2009 bis 2012. Eine direkte Zuordnung des Haltungsverfahrens zum Nationalen Bewertungsrahmen [1] und der VDI-RL [2] ist wegen des Versuchscharakters der Ställe nicht möglich. Am ehesten entsprach das Haltungsverfahren einer Kleingruppenhaltung (Verfahren H/LH0412). Die geschlossenen, wärmegeprägten Ställe mit einem jährlich leicht schwankenden Tierbesatz von 450 bis 600 Tieren je Stall wurden zwangsbelüftet. Die Entmistung erfolgte über Kotbänder, die im Bedarfsfall belüftet werden konnten. Zur Erfassung der Emissionen wurden überwiegend Online-Messsysteme mit automatischer Kalibrierung eingesetzt (**Tabelle 1**). Alle Spurengaskonzentrationen wurden um die Außenluftwerte korrigiert, stellen also Netto-Emissionswerte dar.

Die olfaktometrischen Messungen zur Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration wurden von einer akkreditierten Messstelle durchgeführt (Braunschweiger Umwelt-Biotechnologie GmbH).

Ergebnisse

Die Temperaturen in der Abluft des untersuchten Stalls lagen im Jahr 2011 bei $21,2 \pm 1,8 \text{ °C}$ ($n = 2885$, 2-h-Mittelwerte). Bedingt durch hohe Außentemperaturen wurden kurzfristig auch

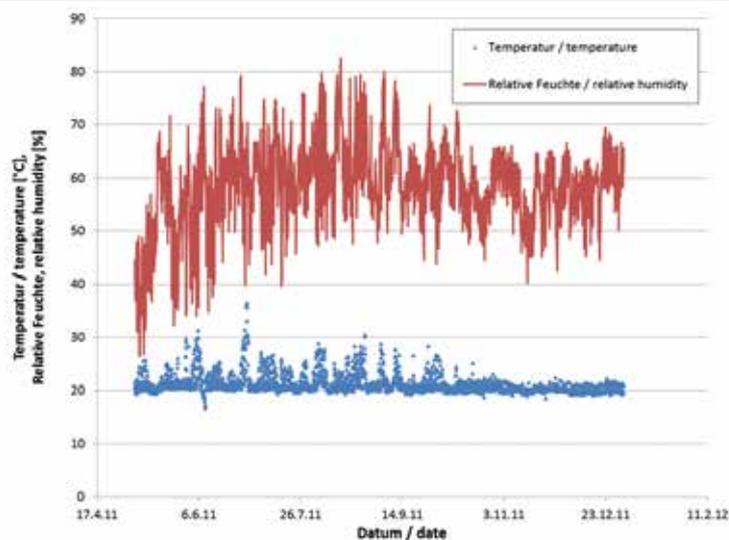
Tab. 1

Messgrößen und eingesetzte Geräte zur Bestimmung der Abluftzusammensetzung

Table 1: Measurement categories and analyzers for exhaust air determination

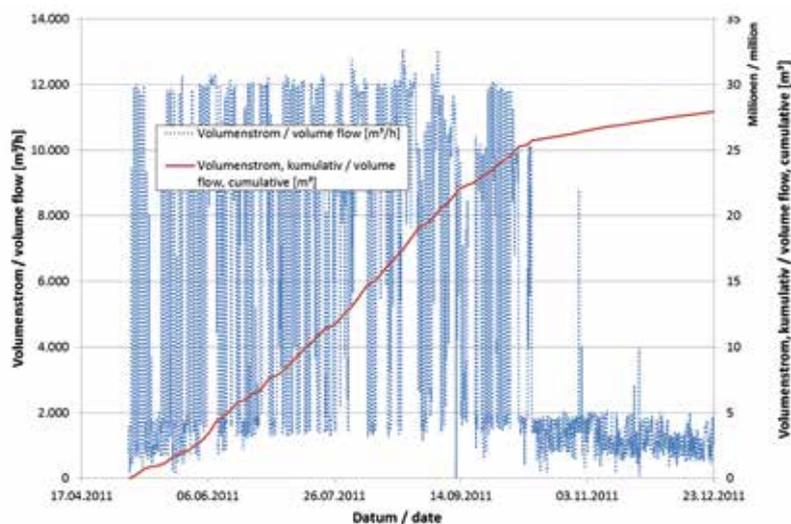
Parameter/Parameter	Gerät/Measurement equipment
Ammoniak /Ammonia	FT-IR Cx 4000, Ansyco, Karlsruhe
Distickstoffoxid/Nitrous oxide	FT-IR Cx 4000, Ansyco, Karlsruhe
Kohlenstoffdioxid/Carbon dioxide	FT-IR Cx 4000, Ansyco, Karlsruhe
Schwefelwasserstoff/Hydrogen sulphide	Limas 11 AO 2020, ABB, Frankfurt
Volumenstrom/Volume flow	Thies Ultrasonic Anemometer, Göttingen
Temperatur/Temperature	Vaisala HUMICAP HMT 330, Helsinki
Gesamtstaub/Total dust	Sick FW 100, Reute
Partikelgröße/Particle size	Grimm 1.109, Ainring
Relative Feuchte/Relative humidity	Vaisala HUMICAP HMT 330, Helsinki

Abb. 1



Beispiel für den zeitlichen Verlauf von Temperatur und relativer Feuchte in der Abluft des Hühnerstalls
 Fig. 1: Example of temperature and humidity course in the exhaust air of the chicken house

Abb. 2



Beispiel für tages- und jahreszeitliche Schwankungen des Volumenstromes in einem Hühnerstall sowie die Entwicklung des Gesamtvolumenstromes
 Fig. 2: Example for daily and annual volume flow fluctuations in a chicken house and the development of total volume flow as well

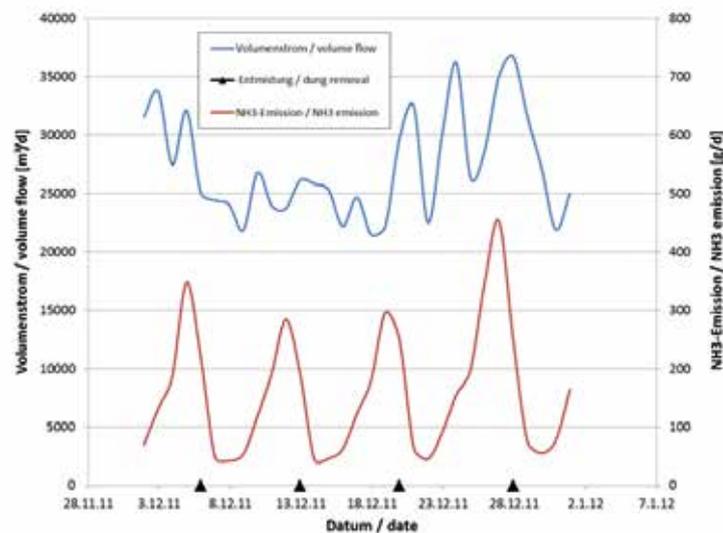
Werte von bis zu 36,3 °C gemessen (**Abbildung 1**). Im gleichen Zeitraum bewegten sich die Feuchtwerte bei $58,5 \pm 7,9$ %. Die maximale Feuchte betrug 82,4 %.

Die Volumenströme in Höhe von 4903 ± 4378 m³/h (n = 2850, 2-h-Mittelwerte) in der Hühnerhaltung waren erheblichen tages- und jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen (**Abbildung 2**). Insbesondere in der Sommerzeit traten dynamische Änderungen des Volumenstromes zwischen Tag und Nacht auf. Bezogen auf eine Maximalluftrate von ca. 12300 m³/h betrug die mittlere Luftrate 40 %. Bedingt durch deutlich fallende Außentemperaturen ging der Volumenstrom ab Oktober stark zurück.

Die täglichen NH₃-Emissionen zeigten keinen relevanten Zusammenhang mit dem Volumenstrom (**Abbildung 3**). Vielmehr hingen sie in starkem Maße von der Zeit ab, die seit der letzten Entmistung vergangen war. Auf diesen Zusammenhang wurde bereits früher hingewiesen [3]. Demzufolge stellt die Verkürzung der Entmistungsintervalle eine wesentliche Maßnahme zur Minderung der Ammoniakemissionen dar, wie es auch im Nationalen Bewertungsrahmen empfohlen wird [1].

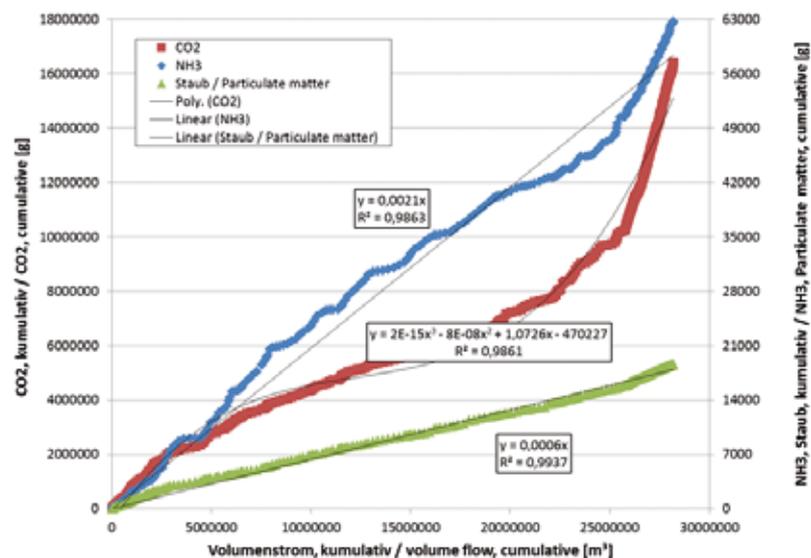
Die täglichen NH₃-Emissionen bewegten sich im Dezember 2011 bei einem Tierbestand von 454 Tieren zwischen 42 und 453 g/d (Mittelwert = 157 g/d). Im Juni lagen sie bei vergleichbarem Tierbestand zwischen 33 und 909 g/d

Abb. 3



Zeitlicher Verlauf von Entmistung, Volumenstrom und Ammoniakemissionen im untersuchten Hühnerstall
Fig. 3: Course of dung removal, volume flow and ammonia emission in the tested chicken house

Abb. 4



Zusammenhang zwischen Luftvolumenstrom und Emissionen an NH₃, CO₂ und Staub bei konstantem Stallmanagement
Fig. 4: Correlation between volume flow and emission of NH₃, CO₂ and particulate matter at a constant stable management

Tab. 2

Spezifische Spurengasemissionen der untersuchten Hühnerställe
 Table 2: Specific trace gas emission of the tested chicken houses

Parameter/Parameter	Einheit/Unit	Minimum	Maximum	Mittel/Mean	SA/SD ¹⁾
Spez. Luftvolumenstrom Specific air flow rate	m ³ /(TP h) m ³ /(AP h)	6,1	10	8,2	1,4
H ₂ S	g/(TP a) g/(AP a)	3,5	4,3	4	1
CH ₄	g/(TP a) g/(AP a)	1,8	21,9	9	7
CO ₂	kg/(TP a) kg/(AP a)	38	55	46	7
N ₂ O	g/(TP a) g/(AP a)	5,3	10	7	2
NH ₃	g/(TP a) g/(AP a)	121	201	148	29

¹⁾ SA: Standardabweichung/SD: standard deviation.

²⁾ TP: Tierplatz/AP: animal place.

(Mittelwert = 458 g/d). Insofern waren die NH₃-Emissionen im Juni im Mittel um den Faktor 3 höher als im Dezember. Das im Juni durchgesetzte Luftvolumen lag mit 5 133 400 m³ um den Faktor 6 höher als im Dezember.

Bei einem festgelegten und damit konstanten Betriebsmanagement ließen sich die Emissionen an Staub, Ammoniak und CO₂ gut mit dem Volumenstrom korrelieren. Bei einem Luftdurchsatz von insgesamt 28 205 546 m³ in der Zeit vom 5.5.2011 bis zum 31.12.2011 wurden 62 726 g NH₃, 18 579 g Staub und 16 401,5 kg CO₂ emittiert (**Abbildung 4**). Die CO₂-Emissionen ergaben sich im Wesentlichen aus der Respiration der Tiere und hingen somit nur indirekt mit dem Volumenstrom zusammen. Da die Staubmessung nicht am Abluftkamin des Stalles, sondern nach einer Umlenkung am Eingang der Versuchsanlagen zur Reinigung der Abluft erfolgte, wurde hier der Grobstaubanteil wahrscheinlich nicht erfasst. Die Staubmesswerte können somit nicht als Emissionsdaten gewertet werden.

Die Volumenströme und Emissionen der beiden Hühnerställe wurden teilweise über mehrere Jahre gemessen. Die Messwerte der beiden Ställe wurden aufgrund einer vergleichbaren Betriebsweise zusammengefasst und zu spezifischen Emissionsdaten, bezogen auf eine ganzjährige Stallbelegung, umgerechnet (**Tabelle 2**). Wie erwartet, waren die Emissionen an N₂O mit 7 ± 2 g/(TP a), H₂S mit 4 ± 1 g/(TP a) sowie CH₄ mit 9 ± 7 g/(TP a) aus der Hühnerhaltung gering. Die CH₄-Emissionen sanken mit steigendem Gesamtluftdurchsatz. Der spezifische Luftdurchsatz war relativ hoch und entsprach mit $8,2 \pm 1$ m³/(TP h) eher einer Sommerluftfrate. Die Ammoniakemissionen von 148 ± 29 g/(TP a) waren vergleichbar mit den Emissionsfaktoren, die für die Kleingruppenhaltung mit wöchentlicher Entmistung und unbelüftetem Kotband in Höhe von 150 g/(TP a) angegeben werden [2]. Die von der Braunschweiger Umwelt-Biotechnologie GmbH durchgeführten Geruchsmessungen (n = 10) ergaben im Mittel eine Geruchsemission von 43 GE/(s GV)

± 22 GE/(s GV), allerdings bei einer Schwankungsbreite von 15 bis 84 GE/(s GV). Diese Werte lagen insofern etwas höher als die 30 GE/(s GV), die in der VDI-RL für die Kleingruppenhaltung angesetzt werden [2].

Schlussfolgerungen

Die Emission von Spurengasen (NH₃, CO₂, N₂O) und Staub aus der Hühnerhaltung kann bei konstantem Stallmanagement durch die Reduzierung der Volumenströme vermindert werden. Bei den sehr geringen CH₄-Emissionen ist in diesem Fall nur mit einem moderaten Anstieg zu rechnen. Um die Emissionsminderung über die Absenkung der Volumenströme erreichen zu können, muss jedoch eine Zuluftkonditionierung oder eine gezielte Wärmeabfuhr erfolgen. Für eine Reduzierung der Ammoniakemissionen ist vor allem eine Verkürzung der Entmistungsintervalle maßgeblich. Wenn zur Emissionsminderung von Hühnerställen Abluftreinigungsanlagen eingesetzt werden, sollten diese modular aufgebaut sein und eine hohe Elastizität aufweisen, um auch bei sich schnell ändernden Betriebszuständen eine wirksame Emissionsminderung gewährleisten zu können.

Literatur

- [1] KTBL (2006): Nationaler Bewertungsrahmen. KTBL-Schrift 446, Darmstadt
- [2] VDI-Richtlinie 3894 Blatt 1(2011): Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen. Ausgabe 2011-09, Berlin, Beuth Verlag
- [3] Hahne, J. (2010): Mehrstufige Abluftreinigung für die Geflügelhaltung. Landtechnik 65(5), S. 334–337

Autor

Dr. rer. nat. Jochen Hahne ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Thünen-Institut für Agrartechnologie, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, E-Mail: jochen.hahne@ti.bund.de