

Jochen Hahne

Abluftreinigung für die Geflügelhaltung – bislang nur ein Teilerfolg

Über einen Zeitraum von acht Monaten wurden zwei verschiedene Versuchsanlagen zur Reinigung von Abluft aus zwei Hühnerställen betrieben. Die Abluft wurde zunächst über einen Staubfilter entstaubt und anschließend mit einer angesäuerten Waschlösung gewaschen. Volumenstrom, Kohlenstoffdioxid, Schwefelwasserstoff sowie Ammoniak wurden quasi kontinuierlich erfasst, die Partikelabscheidung an 45 und die Geruchstoffabscheidung an 3 Messtagen bestimmt. Bei Filterflächenbelastungen von 2 300–2 600 m³/(m² · h) wurde eine Ammoniakabscheidung von bis zu 88 % erzielt, sofern die Abluftwäsche mit einem pH-Wert unter 5 betrieben wurde. Partikel wurden mit einem Wirkungsgrad von mehr als 73 % (Partikeldurchmesser 1,3–1,6 µm) bzw. 99 % (Partikeldurchmesser > 5 µm) abgeschieden. Selbst bei dieser guten Ammoniak- und Partikelabscheidung konnte mit rechnerisch 16–37 % keine relevante Geruchsminderung erzielt werden. Auch prozesstypische Gerüche konnten nicht beseitigt werden.

Schlüsselwörter

Abluftreinigung, Geflügelhaltung, Ammoniak, Partikel, Geruch

Keywords

Exhaust air treatment, poultry farming, ammonia, particulate matter, odor

Abstract

Hahne, Jochen

Exhaust air treatment for poultry facilities – only a partial success to date

Landtechnik 67(2012), no. 3, pp. 208–211, 4 figures, 3 tables, 9 references

Two different test facilities were operated over a period of eight months to clean exhaust air from two chicken stables. The exhaust air was initially cleaned by a dry working dust filter and subsequently scrubbed with an acidified washing solution. Volumetric flow, carbon dioxide, hydrogen sulfide as well as ammonia were measured quasi continuously. The particulate matter reduction was detected 45 times and the odor reduction three times over the measuring period. At filter loads between 2 300 and 2 600 m³/(m² · h) an overall ammonia mass reduction up to 88 % was achieved, if the scrubbing was operated with a pH value below 5. The

particulate matter reduction was 73 % (particle size range 1.3–1.6 µm) and 99 % (particle size range > 5.0 µm), respectively. In spite of a good ammonia and particulate matter reduction the calculated odor reduction was insufficient with 16–37 %. The typical odor perception from a chicken house could also not be eliminated.

■ Die Geflügelhaltung in Deutschland ist ein wichtiger und wachsender Wirtschaftsfaktor. Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes [1] ist die Geflügelfleischerzeugung von 822 716,7 Tonnen (2001) auf 1 379 700,8 Tonnen (2010) gestiegen (+ 68 %). Im gleichen Zeitraum hat sich die Erzeugung von Jungmasthühnern um 91 % auf 802 861,5 Tonnen erhöht. Der Bestand an Masthähnchen stieg von 59 221 711 (Mai 2007) auf 67 531 078 (Mai 2010) (+ 14 %) [2]. Auch die Zahl der Legehennen hat seit 2009 wieder um 27 % auf knapp 34 Mio. Tiere zugenommen [3]. Im Jahr 2010 entfielen von den mehr als 36,7 Mio. Haltungsplätzen 23,0 Mio. auf die Bodenhaltung, 67 % davon befanden sich in Betrieben mit mehr als 50 000 Plätzen [1]. Neben den einzelbetrieblich hohen Tierbestandszahlen ist die Geflügelhaltung auch regional stark konzentriert. Mehr als 12,5 Mio. Haltungsplätze befanden sich 2010 in Niedersachsen. Mit großem Abstand folgte Nordrhein-Westfalen mit 3,8 Mio. Tierplätzen [1]. Circa 30 % des gesamten Geflügelbestandes in Deutschland wurde 2010 in den Landkreisen Vechta, Cloppenburg und Oldenburg gehalten. Der Verbrauch an Geflügelfleisch ist von 1950 mit 1,2 kg je Kopf und Jahr bis zum Jahr 2007/2008 auf 18,8 kg je Kopf und Jahr gestiegen (+ 1567 %) [5]. Für das Jahr 2010 wird der Verbrauch mit 19,3 kg je Kopf

und Jahr angegeben [6]. Die vorliegenden Zahlen lassen einen weiteren Anstieg des Verbrauchs an Geflügelfleisch vermuten, da dieses verbrauchsgerecht und vergleichsweise preiswert angeboten wird. Es wird wegen seines geringen Fettgehaltes ernährungsphysiologisch als wertvoll eingestuft und ist mit keinerlei religiösen Tabus belegt. Der massive Ausbau der Geflügelhaltung hat einen deutlichen Anstieg der Umweltwirkungen zur Folge. Die Ammoniakemissionen aus der Geflügelhaltung werden nach den Prognosen auf ca. 71 100 Tonnen im Jahr 2020 steigen (+ 63 % gegenüber 1990) [7]. Auch bei den Feinstaubemissionen aus der Geflügelhaltung (PM_{10}) wird ein Anstieg auf 7 900 Tonnen im Jahr 2020 prognostiziert. Dann würden 36 % des Feinstaubes aus der Tierhaltung auf die Geflügelhaltung entfallen [8]. Hinsichtlich der Geruchsemissionen aus der Geflügelhaltung lassen sich in der Literatur unterschiedliche Werte für die einzelnen Tier- und Haltungsverfahren finden. Für Masthähnchen werden beispielsweise Spannen von 60–170 GE/(GV·s) angegeben [9]. Gegen Ende der Mast können jedoch auch noch höhere Geruchsemissionen auftreten. Die Bedeutung der Freisetzung von Mikroorganismen aus den Tierhaltungsanlagen und deren Umweltwirkung werden gegenwärtig intensiv untersucht.

Zur Reinigung von Abluft aus Geflügelhaltungen stehen kaum geeignete Techniken zur Verfügung. Es gibt bislang nur ein Verfahren zur Reinigung von Abluft aus der Hähnchen-Kurzmast, das von der DLG zertifiziert wurde [4]. Das Verfahren gewährleistet eine Staubabscheidung von mehr als 72 % und eine Ammoniakabscheidung von mehr als 70 %, jedoch keine wirksame Geruchsminderung.

Vor diesem Hintergrund ist die Entwicklung geeigneter Verfahren zur Reinigung von Abluft aus Geflügelhaltungen vordringlich.

Tab. 1

Messgrößen und eingesetzte Geräte zur Bestimmung der Luft- und Wasserzusammensetzung

Table 1: Measurement category and used analyzers for air and water determination

Parameter Parameter	Gerät Measurement equipment
Ammoniak /Ammonia	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	FLAWSICK 600, Reute
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
pH-Wert /pH value	PRONOVA, Schott AL 90, Bad Klosterlausnitz
Leitfähigkeit /Electric conductivity	PRONOVA, LF 120201, Bad Klosterlausnitz

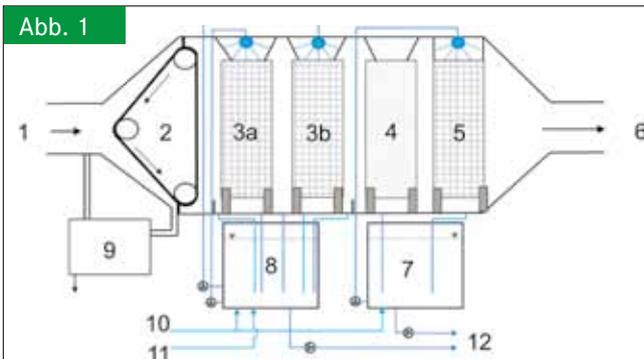
Material und Methoden

Die Versuche zur Reinigung von Abluft aus Geflügelhaltungen wurden an einem Hühnerstall mit Elterntierhaltung von Mai bis Dezember 2011 durchgeführt. Zur Bestimmung der Luft- und Waschwasserzusammensetzung wurden die in **Tabelle 1** aufgeführten Geräte eingesetzt.

Die Olfaktometrie zur Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration wurde von einer akkreditierten Messstelle durchgeführt (Braunschweiger Umweltbiotechnologie GmbH).

Für die Versuche wurden zwei verschiedene Versuchsanlagen eingesetzt (**Abbildungen 1** und **2**). Beide wurden mit einer

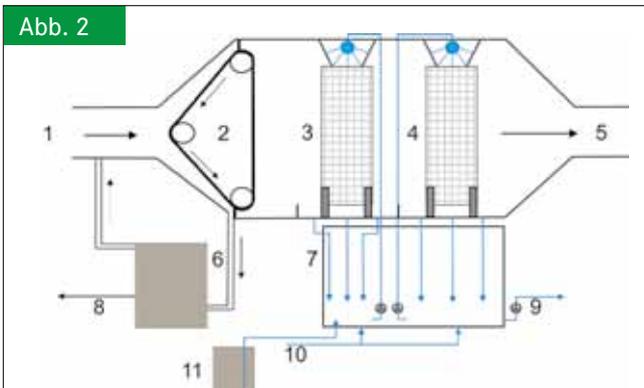
Abb. 1



Versuchsanlage 1 zur Reinigung von Abluft aus Geflügelhaltungen (1: Rohgas, 2: Staubfilter mit regenerierbarem Filtervlies, 3a: Waschwand 1, 3b: Waschwand 2, 4: Geruchsfilterwand, 5: Waschwand 3, 6: Reingas, 7: Speichertank 2, 8: Speichertank 1, 9: Staubabsaugung mit Staubentnahme, 10: Frischwassereinspeisung, 11: Schwefelsäuredosierung, 12: Abschlammung)

Fig. 1: Test facility 1 for poultry exhaust air cleaning (1: raw gas, 2: dust filter with reclaimable filter pad, 3a: scrubbing unit 1, 3b: scrubbing unit 2, 4: odor reduction unit, 5: scrubbing unit 3, 6: clean gas, 7: reservoir 2, 8: reservoir 1, 9: dust exhaustion and removal, 10: fresh water supply, 11: sulfuric acid supply, 12: waste water discharge)

Abb. 2



Versuchsanlage 2 zur Reinigung von Abluft aus Geflügelhaltungen (1: Rohgas, 2: Staubfilter mit regenerierbarem Filtervlies, 3: Waschwand 1, 4: Waschwand 2, 5: Reingas, 6: Vliesabsaugung, 7: Speichertank, 8: Staubentnahme, 9: Abschlammung, 10: Frischwassereinspeisung, 11: Schwefelsäuredosierung)

Fig. 2: Test facility 2 for poultry exhaust air cleaning (1: raw gas, 2: dust filter with reclaimable filter pad, 3: scrubbing unit 1, 4: scrubbing unit 2, 5: clean gas, 6: filter pad exhaustion, 7: reservoir, 8: dust removal, 9: waste water discharge, 10: fresh water supply, 11: sulfuric acid supply)

Tab. 2

Zusammensetzung und Schwankungsbreite des Rohgases für die Versuchsanlagen 1 und 2; Tagesmittelwerte, Gesamtmittelwerte in Klammern

Table 2: Raw gas compositions and range for the test facilities 1 and 2; daily means, total average in brackets

Rohgaszusammensetzung Raw gas composition	Versuchsanlage 1 Test facility 1 n = 210	Versuchsanlage 2 Test facility 2 n = 210
Temperatur Temperature [°C]	17,4–25,8 (20,9)	19,1–28,6 (21,3)
Relative Feuchte Relative humidity [%]	32–78 (59)	36–78 (58)
Ammoniak Ammonia [ppm]	0,1–25,4 (4,3)	0,3–21,2 (4,2)
Gesamtstaub Total dust [mg/m ³]	0,15–2,61 (0,77)	0,28–2,84 (0,80)
Kohlenstoffdioxid Carbon dioxide [ppm]	436–2 565 (1022)	461–2 156 (975)
Schwefelwasserstoff Hydrogen sulfide [ppm]	0–2,1 (0,9)	0–2,9 (0,9)

nahezu baugleichen Vorentstaubung betrieben, die drucküberwacht war. Nach der Entstaubung erfolgte in beiden Versuchsanlagen eine Abluftwäsche mit unterschiedlich angesäuertem Wasser, das zur Ammoniakabsorption diente. Als Waschwand dienten Schüttungen aus Raschigringen mit Schichtdicken von jeweils 150 mm. Die Versuchsanlage 1 wurde mit einem pH-Wert unter 5 in der sauren Stufe betrieben, die Versuchsanlage 2 seit August 2011 mit einem pH-Wert unter 6. Bei der Versuchsanlage 1 wurden darüber hinaus noch zwei weitere Verfahrensstufen eingesetzt: Eine Geruchsfilterwand aus leicht abbaubaren Pappelholzplatten und eine abschließende Abluftwäsche mit Wasser. Die Filterflächenbelastungen lagen im Mittel bei 2320 m³/(m² · h) in der Versuchsanlage 1 und

2640 m³/(m² · h) in der Versuchsanlage 2. Die Berieselungsdichte betrug bei beiden Versuchsanlagen 2 x 4 m³/(m² · h). Die Wasserwäsche in Versuchsanlage 1 wurde nur intermittierend betrieben.

Die Abluft aus dem Hühnerstall 1 wurde in der Versuchsanlage 1 und die Abluft aus Hühnerstall 2 in der Versuchsanlage 2 gereinigt. Die Zusammensetzung der Abluft des jeweiligen Stalles ist in **Tabelle 2** dargestellt.

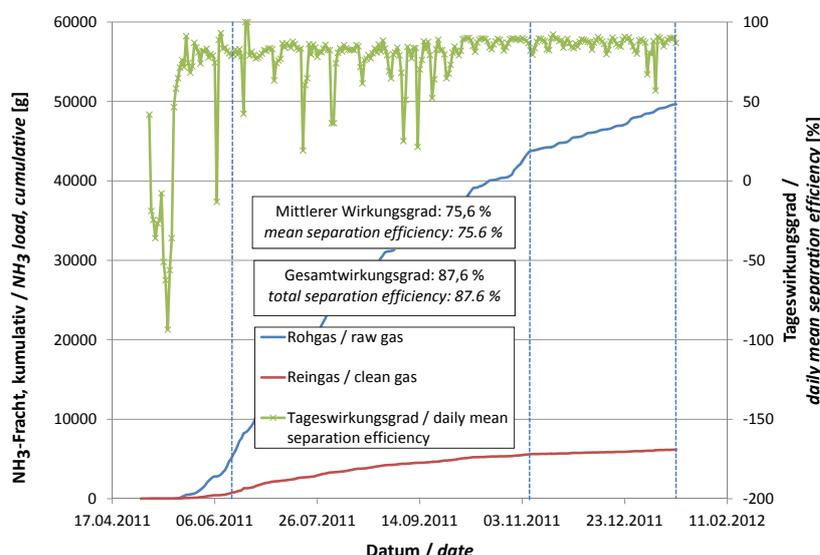
Ergebnisse

Die Ammoniakkonzentrationen im Rohgas aus Stall 1 unterlagen aufgrund der Lüftungssteuerung und der Entmistungintervalle erheblichen Schwankungen (0–25 ppm).

In der Versuchsanlage 1 wurde Ammoniak mit einem Gesamt-Wirkungsgrad von 87,6 % bezogen auf den kumulativen Massenstrom über den gesamten Versuchszeitraum abgeschieden (**Abbildung 3**). Die kurzfristig auftretenden geringen Wirkungsgrade sind im Wesentlichen auf Zeiträume nach einer Entmistung zurückzuführen, in denen die Rohgaskonzentrationen weniger als 1 ppm betragen. Die gestrichelten Linien zeigen die Tage an, an denen Geruchsprobenahmen erfolgten. Aufgrund dieser Betriebsbedingungen lag der mittlere Abscheidegrad für NH₃ nur bei 75,6 %.

In der Versuchsanlage 2, die mit einem pH-Wert von 6 betrieben wurde, betrug der Gesamtwirkungsgrad nur 47,5 % und der mittlere Abscheidegrad lediglich 32 %. Die Partikelabscheidung wurde nur bei der Versuchsanlage 1 untersucht (**Abbildung 4**). Wie erwartet stieg der Abscheidegrad bei den insgesamt 45 Messungen mit dem Partikeldurchmesser an. Während bei einem Partikeldurchmesser von 1,3 bis 1,6 µm der mittlere Abscheidegrad bei 73,2 % lag, stieg dieser auf über 99 % für Partikel mit einem Durchmesser von 5 bis 6,5 µm. Im Rohgas sind Partikelfraktionen zwischen 2 und 6,5 µm vorherrschend. Im Reingas dominieren eher Partikelgrößen zwischen 0,3 und 0,4 µm sowie

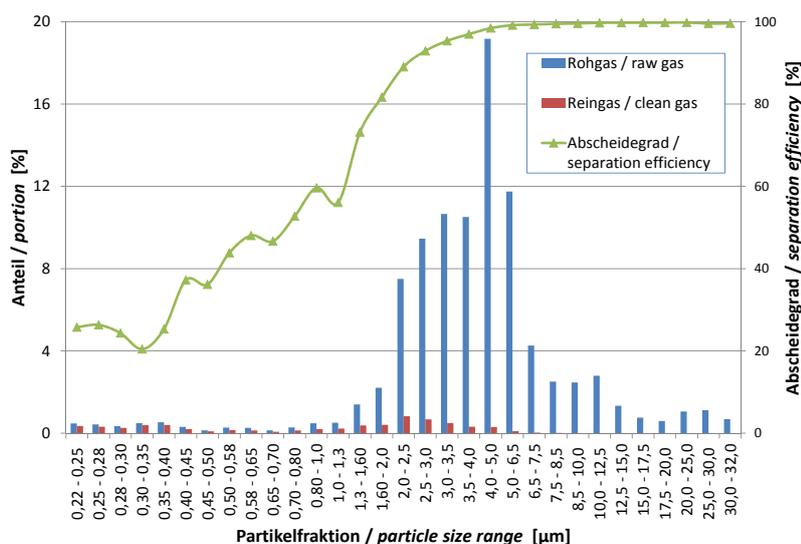
Abb. 3



NH₃-Abscheidung durch die Versuchsanlage 1

Fig. 3: Ammonia separation by test facility 1

Abb. 4



Partikelabscheidung durch die Versuchsanlage 1, Mittelwerte aus 45 Einzelmessungen

Fig. 4: Particle separation efficiency by test facility 1, means from 45 single measurements

Tab. 3

Geruchsstoffabscheidung durch die Versuchsanlagen

Table 3: Odor reduction by test facilities

Versuchs-anlage Test facility	Datum Date	Geruchskonzentration Rohgas [GE/m ³] ¹⁾ Odor concentration raw gas [OU/m ³] ¹⁾	Geruchskonzentration Reingas [GE/m ³] Odor concentration clean gas [OU/m ³]
1	14.6.2011	38	32
	7.11.2011	95	63
	16.1.2012	143	113
2	14.6.2011	38	24
	7.11.2011	107	76
	16.1.2012	135	101

¹⁾ GE: Geruchseinheit; Die Geruchsstoffkonzentration an der Wahrnehmungsschwelle beträgt per Definition 1 GE/m³/OU: Odor unit; The odor concentration is 1 OU/m³ at the odor detection threshold by definition.

zwischen 2 und 3,5 µm. Trotz der beachtlichen Minderung von Ammoniak und Partikeln ist die Geruchsabscheidung der untersuchten Versuchsanlagen unbefriedigend, wie **Tabelle 3** zeigt. Es wurden insgesamt drei Geruchsmessungen durchgeführt. Bei auffallend geringen Geruchsstoffkonzentrationen im Rohgas wurden rechnerisch lediglich Abscheidegrade von 16 bis 34 % bei Versuchsanlage 1 und 25 bis 37 % bei Versuchsanlage 2 ermittelt. Erschwerend kommt hinzu, dass die Probanden bei der Bewertung des Reingases nahezu durchgehend Rohgasgeruch wahrgenommen haben. Mit den untersuchten Verfahren ist es also weder gelungen, die Geruchsstoffkonzentration deutlich zu reduzieren noch den prozesstypischen Geruch zu beseitigen.

Schlussfolgerungen

Trotz einer guten Staub- und Ammoniakabscheidung konnte keine zufriedenstellende Geruchsminderung bei der Reinigung von Abluft aus Geflügelhaltungen erzielt werden. Dies ist das

Ergebnis der Langzeitmessungen an zwei unterschiedlich aufgebauten Versuchsanlagen, die mit Filterflächenbelastungen zwischen 2300 und 2700 m³/m² · h durchgeführt wurden. Auch rohgastypische Gerüche konnten nicht eliminiert werden. Die geruchsrelevanten Stoffe liegen offensichtlich nur in geringer Konzentration vor, sind schlecht wasserlöslich und kaum an Partikel gebunden. Daher ist die Entwicklung anderer praxistauglicher Techniken zur Geruchsminderung in der Geflügelhaltung dringend erforderlich.

Literatur

- [1] Statistisches Bundesamt (2011): Fachserie 3, Reihe 4.2.3.: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Geflügel 2010, Wiesbaden
- [2] Statistisches Bundesamt Deutschland: Viehbestand, Betriebe mit Geflügel und Geflügelbestand, <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaft/Viehbestand/Tabellen/BetriebeGefluegelBestand.html>, Zugriff am 21.3.2012
- [3] Statistisches Bundesamt: Pressemitteilung vom 23. Februar 2012 – 62/12: Legehennenbestand im Jahr 2011 deutlich gestiegen http://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2012/02/PD12_062_413.html, Zugriff am 21.3.2012
- [4] DLG e.V. – Testzentrum Technik und Betriebsmittel (2010): DLG-Prüfbericht 5952, Big Dutchman GmbH, Abluftreinigungssystem MagixX-B, Groß-Umstadt
- [5] Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2012): Zeitreihe Pro-Kopf-Verbrauch ausgewählter Nahrungsmittel seit 1935, www.bmelv-statistik.de, Zugriff am 21.3.2012
- [6] Bundesverband der Deutschen Fleischindustrie e.V. (2012): Fleischverbrauch und Fleischverzehr je Kopf der Bevölkerung, www.bvdf.de/in_zahlen/tab_06/, Zugriff am 21.3.2012
- [7] Osterburg, B.; Rösemann, C.; Dämmgen, U. (2008): Minderung von Ammoniakemissionen des deutschen Agrarsektors. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Braunschweig
- [8] Dämmgen, U. et al. (2007): Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung, UFO-Plan-Vorhaben 206 43 200/01
- [9] KTBL (2006): Nationaler Bewertungsrahmen Tierhaltungsverfahren. KTBL-Schrift 446, Darmstadt

Autor

Dr. rer. nat. Jochen Hahne ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik des Bundesforschungsinstitutes für ländliche Räume, Wald und Fischerei (von Thünen-Institut), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, E-Mail: jochen.hahne@vti.bund.de