

Jochen Hahne

Mehrstufige Abluftreinigung für die Geflügelhaltung

Eine mehrstufige Versuchsanlage zur Reinigung von Stallabluft aus Geflügelställen gewährleistete trotz stark schwankender Betriebsbedingungen eine gute und betriebsstabile Partikelabscheidung. Sie war ausgestattet mit einer trockenen Vorentstaubung, einer sauren Waschstufe und einer nachgeschalteten Wasserwäsche. Bei Flächenbelastungen von 1 800 bis 3 600 m³/(m² · h) wurden mittlere Partikelabscheidegrade (n = 149) von mindestens 57 % (PM 2,0–2,5 µm) und mehr als 98 % (PM 6,5–7,5 µm) nachgewiesen (PM = particulate matter; Feinstaub). Mit der Versuchsanlage wurden ferner 72 % des Stickstoffs in verwertbarer Form aus der Abluft abgetrennt, wie eine Bilanzierung über 6 Monate ergab. Die stark schwankenden Ammoniakemissionen aus dem untersuchten Stall standen in einem auffälligen Zusammenhang mit dem Entmistungsintervall.

Schlüsselwörter

Abluftreinigung, Geflügelhaltung, Ammoniak, Partikel

Keywords

Exhaust air treatment, poultry farming, ammonia, particulate matter

Abstract

Hahne, Jochen

Multistage exhaust air treatment for poultry farming

Landtechnik 65 (2010), no. 5, pp. 334-337, 4 figures, 1 table, 6 references

In spite of considerable fluctuating operation conditions a multi-stage test facility for the treatment of poultry exhaust air secured a good and reliable particulate matter reduction. It was equipped with an initial dry dedusting unit, an acidic and a subsequent water scrubber unit. At filter loads between 1 800 and 3 600 m³/(m² · h) a mean particle reduction efficiency (n = 149) of at least 57 % was verified for a particle diameter between 2.0 and 2.5 µm and more than 98 % for a particle diameter between 6.5 and 7.5 µm. Also 72 % of the nitrogen was separated in a useable form from the raw gas as a nitrogen balance over

six month of operation showed. The considerable fluctuating ammonia emissions from the tested animal house offered a noticeable correlation with the dung removal interval.

■ Der Masthähnchenbestand in Deutschland hat in den vergangenen Jahren deutlich zugenommen: von ca. 54,6 (2003) auf ca. 59,2 Mio. Tiere (2007) [1]. Außerdem ist der Pro-Kopf-Verbrauch an Hähnchenfleisch von 9,2 (2004) auf 11,2 kg (2008) gestiegen [2]. Diese Eckdaten lassen die wirtschaftliche Bedeutung dieses Sektors erkennen. Auch das Entwicklungspotenzial ist enorm, wenn man den Pro-Kopf-Verbrauch der EU 27 mit 17,1 und den von Nordamerika mit 44 kg gegenüberstellt [3]. Diese erfreuliche wirtschaftliche Entwicklung ist jedoch auch mit wachsenden Umweltbelastungen verbunden, da Geflügelställe erhebliche Staub-, Ammoniak- und Geruchsemissionen verursachen. Letztere werden möglicherweise erheblich unterschätzt, wie aktuelle Untersuchungen zeigen [4]. Der Anteil der Geflügelhaltung an den Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung für 2010 wird auf 15 % geschätzt. Der entsprechende Anteil für PM10 und PM 2,5 wird mit 29 bzw. 18 % angegeben [5].

Während es für die Schweinehaltung eine Reihe von eigenungsgeprüften Abluftreinigungsverfahren verschiedener Hersteller gibt [6], fehlen entsprechende Verfahren für die Geflügelhaltung bis heute (Stand Mai 2010). Für die Geflügelhaltung ist daher die Entwicklung entsprechender Verfahren dringend notwendig, um diesem Wirtschaftszweig auch in Zukunft Entwicklungsmöglichkeiten in Deutschland zu erhalten.

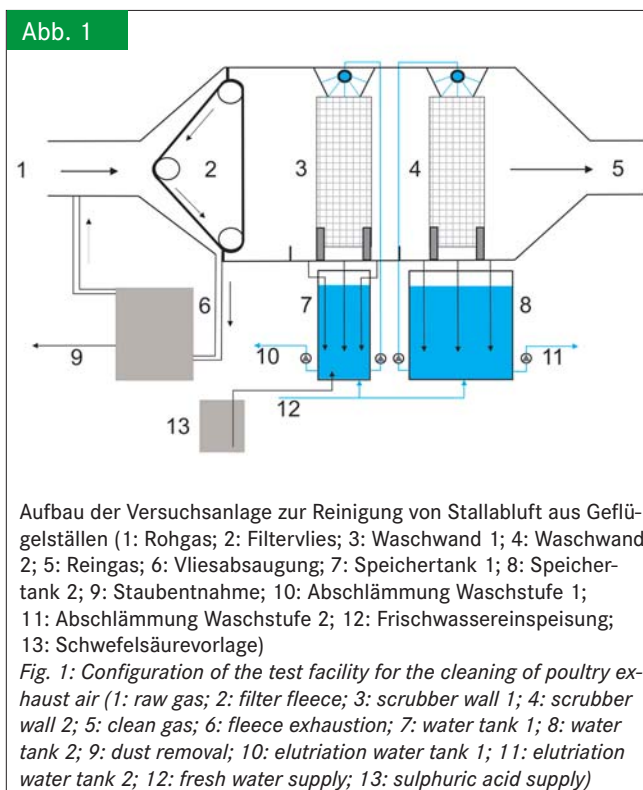
Ziel der im Folgenden vorgestellten Arbeit ist die Entwicklung von Abluftreinigungsanlagen für die Geflügelwirtschaft. Als Mindestanforderungen werden in Analogie zu den Anforderungen des DLG-Signum-Tests für Gesamtstaub und PM10 Abscheidegrade von 70 % angestrebt, auch für Ammoniak soll die Abscheidung mindestens 70 % betragen.

Material und Methoden

Die Versuche wurden in einem Hühnerstall mit Elterntierhaltung in der Zeit von Juni bis Dezember 2009 durchgeführt. Die Tiere wurden in der 18. Lebenswoche Ende Februar eingestallt und bis zum Jahresende gehalten. Die Fütterung erfolgte mit Legehennenfutter ad libitum. Wasser stand über Nippeltränken zur Verfügung. Die Entmistung erfolgte einmal wöchentlich über Kotbänder. Die Abluft des Hühnerstalls wurde unmittelbar am Stallventilator und ohne weitere Vorbehandlung als Rohgas für die Versuchsanlage angesaugt.

Die Versuchsanlage bestand aus einer trocken betriebenen Entstaubungseinrichtung und zwei nachgeschalteten Waschstufen (**Abbildung 1**). Das Rohgas (1) wurde über ein regenerierbares Staubfiltervlies (Typ HS 15, HS-Luftfilterbau GmbH, Kiel) von grobem Staub befreit (2). Durch die Staubabscheidung und den sich bildenden Filterkuchen stieg der Druckverlust des Filtervlieses an. Oberhalb eines einstellbaren Wertes (hier 80 Pa) erfolgte die Vliesregeneration über einen externen Staubsauger (6), an dem das Vlies vorbeigezogen wurde. Die Reingluft des Staubsaugers wurde in den Rohgasstrom zurückgeführt, der Staub in Beuteln gesammelt (9). Die weitgehend staubfreie Luft wurde dann in der Waschstufe 1 (3) (Schichtdicke 150 mm) mit saurer Waschlösung gewaschen. Als Füllkörper kamen 25 mm-Hiflow-Ringe zum Einsatz (Rauschert, Steinwiesen). Zur pH-Wertregelung diente 96 %ige Schwefelsäure aus einer Vorlage (13). Die Waschstufe 1 wurde aus einem separaten Speichertank (7) versorgt, aus dem auch die Abschlammung erfolgte (10). Der pH-Wert der Waschstufe 1 wurde mit konzentrierter Schwefelsäure bei < 5 gehalten. Daran schloss sich eine zweite, baugleiche Waschstufe 2 an (4), die mit Wasser aus einer separaten Vorlage (8) betrieben wurde und gleichfalls mit einer Abschlammung (11) ausgestattet war. Die Berieselungsdichte betrug $4,0 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ für die Waschstufe 1 und $3,2 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ für die Waschstufe 2. Die Frischwassereinspeisung (12) erfolgte über Füllstandssteuerungen automatisch für beide Speichertanks. Nach Passage der Waschstufe 2 verlässt das Reingas (5) die Versuchsanlage. Die durchschnittliche Filterflächenbelastung betrug $2880 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$.

Zur Bestimmung des Partikelabscheidegrades kamen zwei baugleiche Aerosolspektrometer zum Einsatz (Grimm, Ainring). Ammoniak wurde quasi-online mit einem FT-IR-Spektrometer (Ansyco, Karlsruhe), Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid wurden ebenfalls quasi-online mit einem Environment Chemolumineszenz-Detektor gemessen (Ansyco, Karlsruhe). Zur Bestimmung des Volumenstromes wurde



ein Ultraschall-Durchflussmessgerät eingesetzt (Sick, Reute). Zur Analyse des Waschwassers wurde Ammonium destillativ nach DIN 38406 Teil 5 und Nitrit sowie Nitrat über die HPLC bei 210 nm bestimmt.

Ergebnisse

Die Zusammensetzung der Abluft aus dem Hühnerstall unterlag erheblichen Schwankungen (**Tabelle 1**). Hohe Ammoniakkonzentrationen wurden vorübergehend im März und ab Oktober festgestellt. In der Zeit von Juli bis September lagen die Tagesmittelwerte im Rohgas hingegen fast durchgehend unter 5 ppm. Die NH_3 -Emissionen zeigten einen auffälligen Zusammenhang mit den wöchentlichen Entmistungsintervallen (**Abbildung 2**): Nach der Entmistung waren die NH_3 -Emissionen sehr gering, stiegen aber dann bis zur erneuten Entmistung wieder deutlich an.

Die mittlere Partikelabscheidung mit der beschriebenen Versuchsanlage wurde anhand von insgesamt 149 Messungen über jeweils mindestens 30 Minuten mit zwei baugleichen Aerosolspektrometern parallel in Roh- und Reingas ermittelt. Anhand der Ergebnisse wird deutlich, dass das Verfahren bei Flächenbelastungen von $1\,800\text{--}3\,600 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ für die Partikelfraktion $2,0\text{--}2,5 \mu\text{m}$ mittlere Abscheidegrade von mindestens 57 % und für die Partikelfraktion $6,5\text{--}7,5 \mu\text{m}$ Abscheidegrade von mindestens 98 % aufwies (**Abbildung 3**). Sofern im Rohgas größere Partikel auftraten, wurden sie praktisch vollständig abgetrennt. Die Ergebnisse zeigen auch einen gewissen Einfluss der Anströmgeschwindigkeit auf die Partikelabscheidung. Bei geringen Anströmgeschwindigkeiten sank der Abscheidegrad geringfügig.

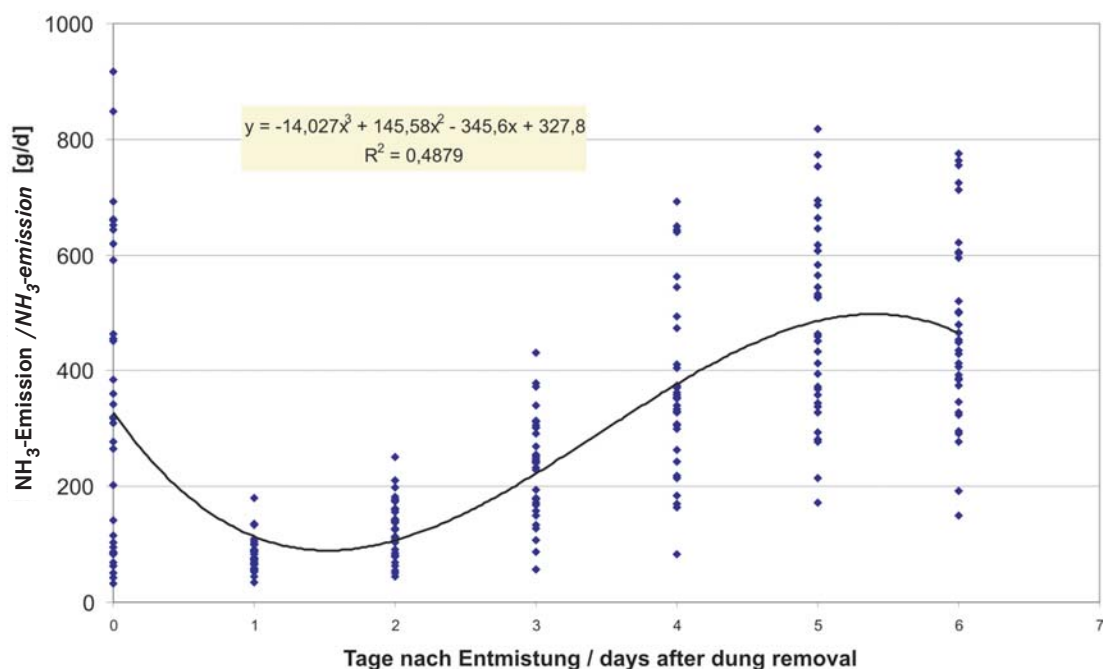
Tab. 1

Mittlere Zusammensetzung (n = 1 707) und Schwankungsbreite der Abluft aus dem Hühnerstall in der Zeit von Juni bis Dezember 2009
 Table 1: Mean composition (n = 1 707) and fluctuation range of the chicken house exhaust air in the time period from June to December 2009

Parameter Parameter	Mittelwert Mean	Minimum Minimum	Maximum Maximum
Temperatur / Temperature [°C]	21,2	18,4	33,7
Relative Feuchte / Relative humidity [%]	57,9	33,5	78,2
Schwefelwasserstoff / Hydrogen sulfide [ppm]	1,0	0	4,9
Methan / Methane [ppm]	3,2	1,1	7,2
Gesamt org. Kohlenstoff / Total organic carbon [ppm]	2,7	1,5	5,5
Kohlenmonoxid / Carbon monoxide [ppm]	0	0	0,2
Ammoniak / Ammonia [ppm]	5,7	0	30,0
Kohlenstoffdioxid / Carbon dioxide [ppm]	1 055	266	3 227
Stickstoffmonoxid / Nitrogen monoxide [ppm]	0	0	0,1
Gesamt-Staub / Total dust [mg/m ³] ¹⁾	0,8	0,1	13,3

1) Laseroptisches Verfahren nach Sick / Laser optical Sick method.

Abb. 2

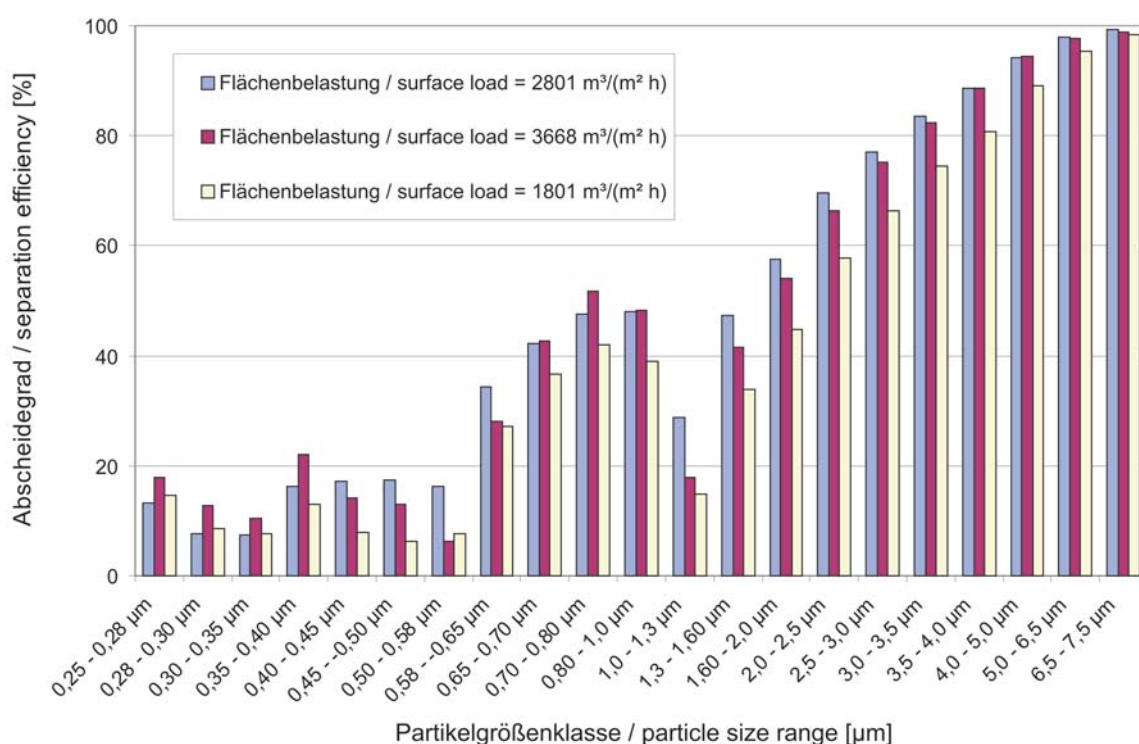


Ammoniakemissionen aus dem Hühnerstall in Abhängigkeit vom Entmistungsintervall
 Fig. 2: Ammonia emissions of the chicken house against the dung removal interval

Eine Stickstoffbilanzierung über den Zeitraum von Juni bis Dezember 2009, bei der alle Stickstoffein- und Stickstoffausträge mit Ausnahme des N₂O (Analytik war noch nicht verfügbar) und des N-Anteils im Staub berücksichtigt wurden, zeigt einen Abscheidegrad von knapp 72 % (**Abbildung 4**). In der Waschstufe 1 wurden 64,8 % des Stickstoffs und in der Waschstufe 2

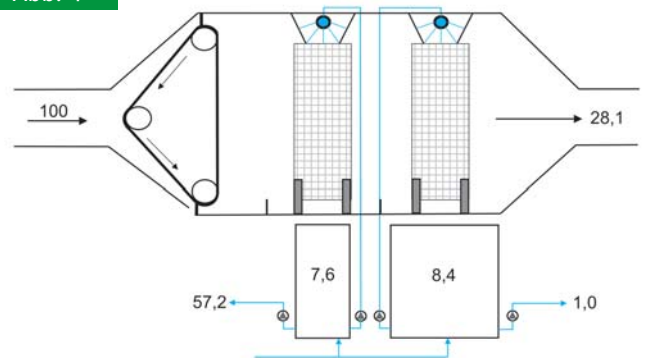
weitere 9,4 % gebunden. Der bei einer durchschnittlichen Flächenbelastung von 2 880 m³/(m² · h) erzielte Wirkungsgrad von knapp 72 % soll durch weitere Maßnahmen noch verbessert werden.

Abb. 3



Partikelabscheidegrad der Versuchsanlage in Abhängigkeit von der Partikelgrößenklasse und der Flächenbelastung
 Fig. 3: Particulate matter separation efficiency of the test facility against particle size range and surface load

Abb. 4



Stickstofffluss in der Versuchsanlage zur Reinigung von Abluft aus Geflügelställen (Zahlenangaben in Prozent)

Fig. 4: Nitrogen flow in the test facility for the cleaning of poultry exhaust air (expressed as a percentage)

Literatur

- [1] Entwicklung der deutschen Landwirtschaft (2009). In: Landwirtschaft in Deutschland und der Europäischen Union 2009, Hg. Statistisches Bundesamt Wiesbaden
- [2] Schierhold, S. (2009): Jetzt noch einsteigen? DLG-Mitteilungen 124 (12), S. 26-30
- [3] Hähnchenfleisch: Europäischer Markt knapp versorgt - Weltweit steigender Verbrauch in 2009 (2009). www.animal-health-online.de, Zugriff am 12.11.2009
- [4] Gärtner, A.; Gessner, A.; Müller, F. und R. Both (2009): Ermittlung der Geruchsemissionen einer Hähnchenmastanlage. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft 69, S. 485-489
- [5] Dämmgen, U. et al. (2008): Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung, UFO-Plan-Vorhaben 206 43 200/01, unveröffentlichter Projektbericht für das UBA
- [6] Abluftreinigungsanlagen (z. B. Biofilter) in der Tierhaltung (2010). Hg. Landkreis Cloppenburg, Kreisverwaltung, www.lclp.de/2_kreisverwaltung/kv_bauen_abluftreinigungsanlagen.shtml, Zugriff am 28.07.2010

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

Schlussfolgerungen

Bei Filterflächenbelastungen von 1800 bis 3600 m³/(m² · h) kann mit dem beschriebenen, mehrstufigen Verfahren eine wirksame Partikelabscheidung von mindestens 57% (PM 2,0–2,5 µm) bzw. 98% (PM 6,5–7,5 µm) gewährleistet werden. Eine N-Bilanzierung über einen Zeitraum von 6 Monaten ergab eine Abscheidung von 72%.