

# Sind Abluftwäscher zur Minderung von Ammoniakemissionen geeignet?

Ein zweistufiger, mit Wasser betriebener Füllkörperwäscher wurde zur Bestimmung des Ammoniakabscheidegrades aus Abluft von konventionellen Schweineställen untersucht. Bei laufender Nitrifikation war eine durchschnittliche Ammoniakminderung von 60 % festzustellen. Die Lachgasemissionen beliefen sich auf 3 % der eingetragenen Ammoniakfracht. Eine Stickstoffbilanzierung des Wäschers ergab insgesamt eine Minderung von lediglich 46 %. Denitrifikationsverluste würden bei der Lagerung des Waschwassers zusammen mit der Gülle die Stickstoffeffizienz auf letztendlich 20 % vermindern.

Dr. rer.nat. Jochen Hahne (e-mail: [jochen.hahne@fal.de](mailto:jochen.hahne@fal.de)) ist als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Technologie und Biosystemtechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, tätig. Prof. Dr. Klaus-Dieter Vorlop ist geschäftsführender Institutsleiter.

## Schlüsselwörter

Abluftwäscher, Ammoniak, Tierhaltung

## Keywords

Waste air scrubber, ammonia, animal husbandry

## Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 04203 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Die Erweiterung von Betrieben in Ortslage führt häufig zur Unterschreitung von Mindestabständen, so dass von den Genehmigungsbehörden Abluftreinigungsanlagen gefordert werden. Durch die Verschärfung gesetzlicher Auflagen (BImSchG, TA-Luft) müssen neu zu errichtende Tierhaltungsanlagen wegen der Ammoniakemissionen einen Mindestabstand von 150 m zu empfindlichen Ökosystemen (stickstoffempfindliche Pflanzen, Wald) einhalten. Darüber hinaus müssen Betreiber von Tierhaltungsanlagen mit mehr als 50 Großvieheinheiten (GV) in Regionen mit einer Viehdichte über 2 GV/ha ab 2007 schärfere Umweltauflagen erfüllen, zu denen die Abluftreinigung gehören kann. Ist für das geplante Vorhaben eine Abluftreinigung erforderlich, stellt sich für den Betreiber eine Fülle von Fragen. Welches Verfahren erfüllt die Genehmigungsaufgaben dauerhaft zu vertretbaren Investitions- und Betriebskosten? Welcher Wartungsaufwand ist erforderlich und kann der Reinigungsprozess einfach gesteuert und geregelt werden? Gibt es ausreichende Betriebserfahrungen mit dem geplanten System? Zur Klärung der Frage, was mit Wasser betriebene Abluftwäscher in Hinblick auf eine sichere und dauerhafte Ammoniakabscheidung leisten, wurde ein 2-stufiger Abluftwäscher über einen Zeitraum von 259 Tagen untersucht und eine Stickstoffbilanzierung durchgeführt.

## Versuchsbeschreibung und Methodik

Zur Reinigung der Abluft aus einem konventionellen Mastschweinestall wurde ein 2-stufiger Füllkörperwäscher mit getrennten Waschstufen ohne Regelung des pH-Wertes eingesetzt (Bild 3). Als Füllkörper wurden Envipac-2-Schüttungen ( $2 \cdot 0,25 \text{ m}^3$ ) verwendet. Die Gasbeladung betrug durchschnittlich  $1920 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$ , die Volumenbelastung  $1080 \text{ m}^3/(\text{m}^3 \text{ h})$ . Zur Berieselung der Füllkörper mit Waschwasser kam ein Drehsprenger (Stufe 1) und eine Spiraldüse (Stufe 2) mit Berieselungsdichten von je  $10,6 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$  zum Einsatz. Die Berieselung erfolgte aus getrennten Sumpfwasservorlagen mit einem Volumen von je  $0,56 \text{ m}^3$ . Als Tropfenabscheider wurde Kunststoffvlies mit einer Schichtdicke von 20 cm verwendet. Das Waschwasser wurde über die gesamte Versuchsdauer im Kreislauf gefahren, Der Ausgleich von Verdunstungsverlusten erfolgte über automatisch arbeitende Schwimmerschaltungen mit Frischwasser. Die roh- und reingasseitigen Gasanalysen (Ammoniak, Stickoxide, Lachgas) wurden nach den in [1] beschriebenen Verfahren durchgeführt. Die Bestimmung des Ammoniums im Waschwasser erfolgte destillativ nach DIN 38406-E5-2, Nitrit und Nitrat wurde über die Ionenaenchromatographie bei einer Wellenlänge von 210 nm bestimmt [2].

Bild 1: Zeitlicher Verlauf akkumulierter  $\text{NH}_3\text{-N}$ -Ein- und Austräge sowie Lachgasproduktion bei der Reinigung von Abluft aus Schweineställen mit einem zweistufigen, mit Wasser betriebenen Abluftwäscher

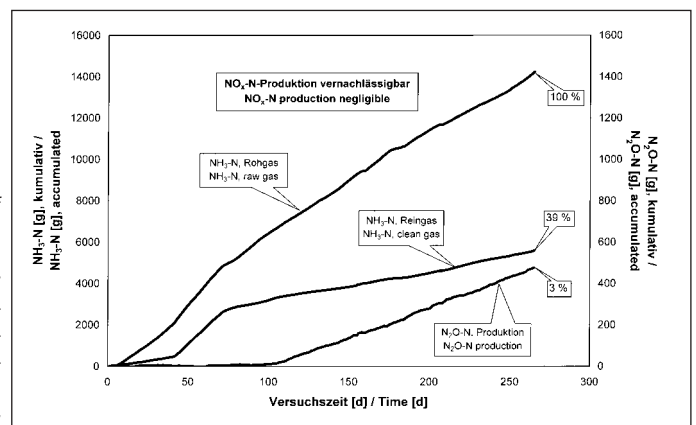


Fig. 1: Time dependent course of accumulated  $\text{NH}_3\text{-N}$  input and output as well as nitrous oxide production during cleaning of waste air from piggeries with a two-stage scrubber operating with water

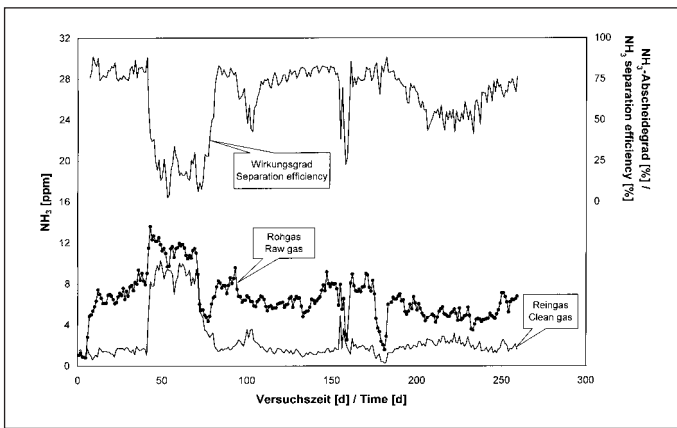


Bild 2: Zeitlicher Verlauf der  $\text{NH}_3$ -Konzentrationen im Roh- und Reingas sowie Abscheidegrad bei der Reinigung von Abluft aus Schweinställen mit einem zweistufigen, mit Wasser betriebenen Abluftwäscher

Fig. 2: Time dependent course of ammonia input and output concentrations as well as separating efficiency during cleaning of waste air from piggeries with a two-stage scrubber operating with water

## Ergebnisse

Die über den gesamten Versuchszeitraum von 259 Tagen durchgeführten roh- und rein-gasseitigen Gasanalysen wurden auf Massenströme umgerechnet und aufsummiert (Bild 1). Die Ergebnisse zeigen, dass 61 % des eingetragenen Ammoniak-Stickstoffs ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) aus der Abluft abgetrennt wurden. Darüber hinaus trat eine um die Zuluftfracht bereinigte Netto-Produktion von Lachgas-Stickstoff ( $\text{N}_2\text{O-N}$ ) in Höhe von 3 % des eingetragenen  $\text{NH}_3\text{-N}$  auf. Die Lachgasbildung setzte nach etwa 100 Tagen ein. Demgegenüber wurde keine Netto-Produktion von Stickoxiden festgestellt. Der Ammoniak-Abscheidegrad schwankte im Versuchszeitraum erheblich (Bild 2). Bis zum 41ten Tag betrug er etwa 80 %, wobei die pH-Werte im Waschwasser im Mittel bei 8,3 (Stufe 1) und 8,4 (Stufe 2) lagen. Mit der Ammoniaksättigung des Waschwassers sank der Abscheidegrad auf durchschnittlich 24 % bei kaum geänderten pH-Werten. Die Ammoniumstickstoff-Konzentrationen ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) im Waschwasser beider Waschstufen lagen bis zum 80ten Tag unter 0,5 g/kg. Ab Tag 76 setzte eine starke Nitrifikation in der Waschstufe 2 ein, die zu Nitritstickstoff-Konzentrationen ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) von mehr als 1,6 g/kg führte. Parallel dazu sank der pH-Wert in dieser Stufe bis auf 6,2. Dies führte zu einem Wiederanstieg des  $\text{NH}_3\text{-N}$ -Abscheidegrades aus der Abluft auf Werte von durchschnittlich 69 % (Zeitraum Tag 81 bis 259), mit der Folge, dass auch die  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentrationen im Waschwasser deutlich anstiegen. Die pH-Werte änderten sich bis zu Versuchsende nur noch geringfügig. In der Stufe 1 lag er im Mittel bei 7,2 und in der Stufe 2 bei 6,7. In der Waschstufe 1 setzte die Nitrifikation zeitverzögert etwa am Tag 100 ein. Die Nitrifikation führte zwischenzeitlich zu sehr hohen und stark schwankenden  $\text{NO}_2\text{-N}$ -Konzentrationen von 1,66 g/kg (Stufe 2, 104 d) und 2,96 g/kg (Stufe 1, 150 d). Auch gegen Versuchsende wurden noch 0,48 g/kg in der Stufe 2 und 0,96 g/kg in der Stufe 1 nachgewiesen. Die Nitratstickstoff-Konzentrationen ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) im Waschwasser

stiegen nach Einsetzen der Nitrifikation tendenziell an und erreichten zwischenzeitlich Werte von 4,2 g/kg (Stufe 2, 162 d) und 2,7 g/kg (Stufe 1, 234 d). Für den Einsatz von Abluftwäschern zur Minderung von Ammoniakemissionen aus Tierhaltungen bedeuten diese Ergebnisse, dass befriedigende Abscheidegrade entweder nur bei stark verdünntem Waschwasser mit entsprechend großem Abwasseranfall oder bei laufender Nitrifikation zu erzielen sind. Die Nitrifikation im Waschwasser führt unter den beschriebenen Bedingungen allerdings zur Freisetzung sekundärer und klimarelevanter Spurengase in Form von Lachgas. Die Bedeutung der Lachgasbildung für die Stickstoffabscheidung insgesamt wird ersichtlich, wenn eine Stickstoffbilanzierung der Abluftwäsche durchgeführt wird (Bild 3). Von dem im Versuchszeitraum in den Wäscher eingetragenen Stickstoff (100 % als Summe aus  $\text{NH}_3\text{-N}$ ,  $\text{NO}_x\text{-N}$  und  $\text{N}_2\text{O-N}$ ) wurden 54 % mit der Gasphase aus dem System ausgetragen. Dies entspricht einem Abscheidegrad von lediglich 46 % für Stickstoff, während dieser für Ammoniak mit knapp 61 % deutlich günstiger erscheint. Mit der ausschließlichen Bestimmung des  $\text{NH}_3$ -Abscheidegrades wird demzufolge die Stickstoffeffizienz des Verfahrens überschätzt. Dieses Verfahren ist hinsichtlich einer nachhaltigen Stick-

stoffverwertung noch ungünstiger zu bewerten, wenn das Sumpfwasser - wie üblich - in die Güllegrube geleitet wird. Im Sumpfwasser wurden 43 % des in den Wäscher eingetragenen Stickstoffs zurückgewonnen, wobei mehr als 52 % dieser Menge als oxidiertes Stickstoff in Form von Nitrit und Nitrat vorlagen. Dieser geht durch Denitrifikationsvorgänge während der Lagerung als atmosphärischer Stickstoff ( $\text{N}_2$ ) verloren. Insgesamt würden in dem durchgeführten Versuch nur 20 % des eingetragenen Stickstoffs als  $\text{NH}_4\text{-N}$  und damit verwertbare Stickstoffkomponente zurückgewonnen werden. Soll der Stickstoff als Düngekomponente verwendet und nicht beseitigt werden, wäre eine von der Güllelagerung getrennte Waschwasserspeicherung notwendig. Eine wesentlich effizientere Methode wäre diesbezüglich aber die Abluftwäsche mit einer verdünnten Säure bei einem pH-Wert von 3,5, bei über 90 % des Ammoniaks aus der Abluft abgetrennt und überwiegend als gelöstes Ammoniumsalz zurückgewonnen werden kann [3].

## Fazit

Durch den Einsatz 2-stufiger Füllkörper-Abluftwäscher ohne pH-Wertregelung können bei laufender Nitrifikation durchschnittlich 60 % des Ammoniaks aus der Abluft konventioneller Schweinehaltungen abgetrennt werden. Bedingt durch die Nitrifikation, kommt es zur Freisetzung sekundärer Spurengase, die die Stickstoffeffizienz des Verfahrens nachteilig beeinflussen. Bei der üblichen Einleitung des Waschwassers in Güllebehälter geht ein großer Teil des abgetrennten Stickstoffs über die Denitrifikation verloren, so dass die Stickstoffeffizienz des Gesamtverfahrens auf 20 % sinkt. Daher ist der Einsatz von Abluftwäschern zur Abtrennung und Rückgewinnung von Ammoniak kritisch zu beurteilen.

Bild 3: Stickstoffbilanz eines mit Wasser betriebenen 2-stufigen Abluftwäschers zur Reinigung von Abluft aus Schweinställen

Fig. 3: Nitrogen balance of a two-stage, water-operated scrubber used for the cleaning of waste air from piggeries

