

Gunnar Brehme, Reuden

Richtig messen mit „Innova“

Vor dem Bewerten kommt das Messen. Um richtig messen zu können, bedarf es vorheriger Erfahrungen, Überlegungen und geeigneter Messtechnik. Erfahrungen während 20 Monaten Langzeitmessungen in der Praxis wurden mit einem photoakustischen Gasmessgerät gesammelt. Die wichtigsten Erkenntnisse daraus werden in diesem Beitrag vorgestellt.

Die Datengrundlage für die emissionsseitige Beurteilung einer Nutztierart ist insbesondere im Geflügelbereich mangelhaft. Neben den vorhandenen Tag-Nacht-Schwankungen, vor allem der Ammoniakkonzentration, haben die Jahreszeiten sowie der Wachstumszyklus bei Geflügel einen erheblichen Einfluss auf das durchschnittliche Emissionsverhalten. Es macht einen Unterschied, ob im Frühjahr oder Sommer, zu Beginn oder am Ende einer Aufzuchtperiode gemessen wird. Mehrtägige oder gar stündliche Untersuchungen weisen hier ein zu hohes Fehler- und Zufallspotenzial auf. Das reale Jahresemissionsgeschehen kann nur unzureichend widerspiegelt werden.

Der Monitor 1312 arbeitet in Verbindung mit dem Multiplexer 1309, der die Probenahme an bis zu zwölf Messpunkten regelt. In zeitlichen Abständen von etwa zwei Minuten werden Messwerte beispielsweise für die Gase Ammoniak, Methan, Lachgas, Kohlendioxid und Wasser gewonnen.

Ammoniak ist ein Gas, dessen Moleküle permanent adhäsieren. Insbesondere bei Vorhandensein von Wassermolekülen wird dieser Anhaftungseffekt zusätzlich verstärkt. Als Materialien für die NH₃-Messungen werden nach [1] rostfreier Stahl, goldnickel-beschichteter Stahl, Teflon Polytetrafluorethylen (PTFE) und Teflon Perfluoroxid (PFA) eingesetzt. Aufgrund der Anlagerung von NH₃-Molekülen in der Metallschicht, scheidet rostfreier Stahl aus. Goldbeschichteter Stahl weist nur wenig Adhäsion für Ammoniak auf, ist aber sehr aufwändig in der Herstellung und verursacht hohe Materialkosten.

Selbst unter Verwendung von PTFE/PFA-Materialien ist es nicht möglich, die theoretische NH₃-Konzentration einer definierten Probe (etwa zertifizierte) Gasflasche zu reproduzieren. Dieser Sachverhalt ist vor allem dann von großer Bedeutung, wenn es um die Kalibrierung von Ammoniakmessgeräten geht. Die auf Eichflaschen ausgewiesenen Gaskonzentrationsgehalte sind bei der praktischen Kalibrierung nicht vollständig nachzuweisen. Adhäsionseffekte treten selbst an trockenen Gefäß- oder Schlauchwänden auf, wenn beispielsweise Stickstoff (N₂) verwendet wird. In der Realität ist aber stets eine gewisse (Luft)Feuchtigkeit vorhanden, so dass ein Mindestmaß an Adhäsion der NH₃-Moleküle an den Wandungen angenommen werden muss. Durch den Einsatz von PTFE/PFA-Materialien lässt sich dieses Mindestmaß an Adhäsion auf ein Minimum reduzieren.

Ergebnisse

Die sieben wichtigsten Erkenntnisse, welche im bisherigen Verlauf der Untersuchungen gewonnen wurden, lauten:

1. „Warmlaufen“

Zu Beginn einer Messung weist ein Messgerät erfahrungsgemäß die größten Schwankungsbreiten auf. Mit zunehmender Mess-

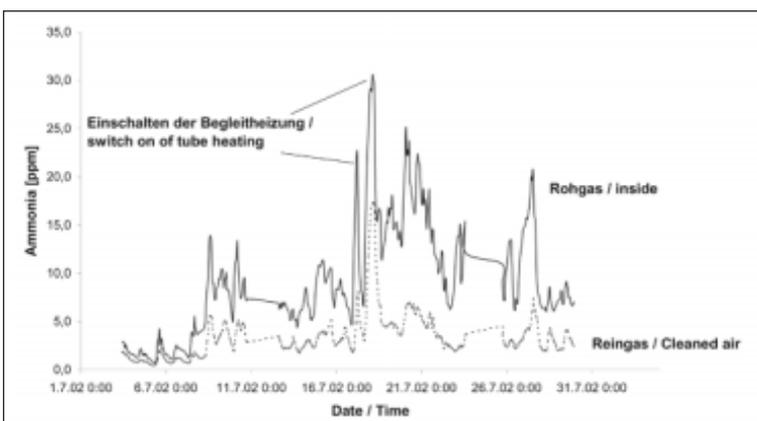


Bild 1: Mittlere Ammoniakkonzentration im Enten-Maststall

Fig. 1: Mean ammonia concentration in a duck fattening house

Material und Methoden

Ein geeignetes Messgerät zur Erfassung der Ammoniakgaskonzentration sollte im Bereich zwischen 1 ppb und 100 ppm detektieren. Das Zeitintervall zwischen zwei Probenahmen sollte unter fünf Minuten liegen. Erst dann kann eine Messung als kontinuierlich betrachtet werden. Durch den Einsatz des photoakustischen Gasmonitors 1312 der Firma Innova Airtech Instruments (ehemals Brüel & Kjær) wird die genannte Anforderung erfüllt. Das Gerät wird seit mehr als zehn Jahren von einer Vielzahl landwirtschaftlicher Universitäten und Forschungseinrichtungen sowie staatlicher Institutionen eingesetzt. Alle diese Einrichtungen messen vornehmlich in landwirtschaftlichen Nutztierställen, so dass der Gasmonitor 1312 quasi als „genormt“ für Messungen in Tierställen angesehen werden kann. Ferner hat der Monitor auch in der Industri eine starke Verbreitung. Viele Unternehmen verwenden ihn als Eichgerät für andere Messgeräte.

Dr. sc. agr. Gunnar Brehme ist BImSch/Umweltbeauftragter und wissenschaftlicher Leiter der BBSK Produktions- und Verwaltungs GmbH & Co.KG, Reudener Straße 10, 39264 Reuden; e-mail: kgbrehme@t-online.de

Schlüsselwörter

Geflügelhaltung, Messtechnik, Gasmonitor

Keywords

Poultry management, measuring technology, gas monitor

Literatur

- [1] Rooth, R.A., A.J.L. Verhage and L.W. Wouters: Photoacoustic measurement of ammonia in the atmosphere: influence of water vapor and carbon dioxide. Applied Optics, 29 (1990), no. 25, pp. 3643-3653

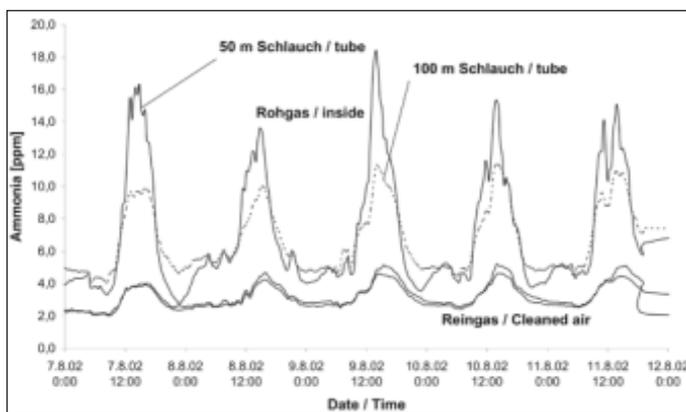


Bild 2: Einfluss der Schlauchlänge auf den Ammoniaknachweis

Fig. 2: Effect of hose length on proofing ammonia

dauer arbeitet die Messtechnik stabil. Das bedeutet, dass die Bestimmung der Gaskonzentration einer Vorlaufzeit bedarf, bevor die eigentliche Messung beginnen kann.

Bei alleiniger Verwendung des Gasmonitors 1312 beträgt die Anlaufphase zehn bis 30 Minuten. Es kann nur ein Messpunkt untersucht werden. Bei Verwendung des Gasmonitors 1312 in Verbindung mit dem Multiplexer 1309 und der Analyse der Luftproben von zwölf Messpunkten werden drei bis vier Stunden benötigt. Messungen in der genannten Konstellation über wenige Stunden sind unbrauchbar.

2. Anfangswert

Unabhängig von der Notwendigkeit des „Warmlaufens“ ist der erste Messwert einer Luftprobe stets der höchste und damit am meisten ungeeignet. Ein Grund liegt in der Verwendung von (langen) Schläuchen. Die nachfolgenden Messwerte desselben Messpunktes sind (gleich bleibendes Ammoniakpotenzial für diesen Zeitraum vorausgesetzt) niedriger. Ab drittem Messwert in Folge ist das Absinken nur noch gering und ab dem zehnten völlig verschwunden

3. Wiederholung

Diese Erkenntnis ergibt sich zwangsläufig aus dem vorherigen Punkt. Bei Verwendung des Multiplexers werden die Messpunkte in der Regel abwechselnd angesteuert. Bei vier Messpunkten in der Reihenfolge Messpunkt 1, 2, 3 sowie 4. Dieser Zyklus wiederholt sich sodann bis zum Abbruch der Messung oder Ablauf eines eingestellten Messintervalls. Um einen realistischen Messwert für einen Messpunkt zu erhalten ist es erforderlich, diesen mehrmals hintereinander anzu-steuern. Ideal sind zehn aufeinander folgende Messungen, da der Effekt der Messwertverringering ab dem zehnten Messwert in Folge nicht mehr auftritt.

Allerdings verfügt die Software 7300 zum Gasmonitor 1312 + Multiplexer 1309 nur über 40 Sequenzen, es sind also maximal 40 Mehrfachmessungen an einem Messpunkt möglich. Bei zwölf Messpunkten können maximal drei Wiederholungen ($12 \cdot 3 = 36$) getätigt werden. Die ideale Wiederholungsrate wird damit nicht erreicht, wohl aber ein realistischerer Wert als dies bei einer einfachen Messung der Fall wäre.

Im Rahmen der Auswertung der eigenen Ergebnisse werden die ersten beiden Messwerte verworfen und nur der dritte verwendet. Das führt einerseits zu einer 66%igen „Datenvernichtung“, hat andererseits aber zur Folge, dass 33% weitaus realistischere Messwerte zur weiteren Emissionsmassenstromberechnung herangezogen werden.

4. Schlauchlänge

Die interne Pumpe des 1312 hat eine Förderleistung von 3 l/min bei Verwendung von PTFE-Schläuchen mit 4 mm Innendurchmesser. Diese Pumpe saugt etwa zehn Sekunden die Probe an. In dieser Zeit ist sie in der Lage, 1 m Schlauchinhalt auszuwerten. Die verwendeten Schlauchlängen betragen mindestens 20 m und höchstens 100 m. Zur repräsentativen Probenahme war es daher erforderlich, eine zusätzliche, externe Pumpe zu verwenden. Diese externe Pumpe hat eine Förderleistung von 7 l/min. Damit können etwa 30 cm Schlauchinhalt pro Sekunde befördert werden. Der Vorteil besteht darin, dass während der Auswertungszeit (2 min) der Probe im 1312 die nächste Luftprobe durch die externe Pumpe angesaugt wird. In zwei Minuten können so Luftproben aus Schläuchen mit einer Länge bis zu 36 m gezogen werden. Damit entstammt der errechnete Messwert tatsächlich der Stallluft.

Wie oben erwähnt, fanden Schlauchlängen > 36 m Anwendung. Hier reichte die Pumpleistung nicht aus, die Messwerte stammten also von Luftproben aus dem Schlauch. Durch das dreimalige, aufeinander folgende Messen an einem Messpunkt wurde sichergestellt, dass auch bei Schlauchlängen von 100 m zumindest der dritte Messwert verwendet werden konnte.

Als eine sehr wichtige Erkenntnis stellte sich heraus, dass bei Verwendung mehrerer Messpunkte und in Verbindung mit Schläuchen > 50 m zu geringe Werte für Ammoniak und unsinnige Ergebnisse für Lachgas und Methan auftraten. Bei Verwendung von zwölf Schläuchen und dreimaliger Wiederholung beträgt die Wartezeit zwischen den Ansteuerungen rund eine Stunde. Innerhalb dieser Zeitspanne muss es zu Veränderungen der Luftprobe in Bezug auf Methan und Lachgas in langen Schläuchen gekommen sein. Die Ursachen hierfür konnten bislang nicht vollständig aufgeklärt werden.

5. Begleitheizung

Eine Begleitheizung dient der Verhinderung von Kondensat in den Probennahmeschläuchen. Die im Rahmen der Untersuchungen eingesetzte Begleitheizung kann stufenlos von 1 bis 100°C mittels Steuereinheit geregelt werden. Dabei ist es unerheblich, ob die Temperatur 10°C oder 20°C beträgt. Wichtig ist, dass die Temperatur der Begleitheizung größer ist als die Temperatur der Probe, um Kondensatbildung in den PTFE-Schläuchen zu verhindern. Das bedeutet für die Sommermonate unter Umständen eine Erhöhung der Begleitheizungstemperatur.

Der entscheidende Faktor ist die Notwendigkeit einer vorherigen Aufheizung der Heizschläuche und damit der Ansaugschläuche. Wird die Begleitheizung während einer laufenden Messung zugeschaltet, so führt dies zu einer sprunghaften Erhöhung der Ammoniakkonzentrationswerte. Dieser Einmal-Effekt tritt nur zu Beginn der Heizung auf und normalisiert sich nach etwa acht Stunden. Das bedeutet für Tagesmessungen, dass die Messgeräte und insbesondere die Begleitheizung am Vortag eingeschaltet werden müssen.

6. Filter

Als Schutzfilter für Staub werden Einwegfilter verwendet. Es genügt, die Filter monatlich auszutauschen, da der Verschmutzungsgrad des Filters keinen Einfluss auf die Messwerte hatte.

7. Zuverlässigkeit

Die eingesetzte Gasmesstechnik war äußerst zuverlässig. Allerdings hat sich im Laufe der ersten Messungen bestätigt, dass grundlegende Gegebenheiten wie eine dauerhafte Stromversorgung sichergestellt und Eingriffe Unbefugter in die laufende Messtechnik unterbunden werden müssen.

Fazit

Anhand der gewonnenen Erkenntnisse sind folgende Schlussfolgerungen zu ziehen:

Für einen Messpunkt:

- Einschaltung der Begleitheizung am Tag vor der eigentlichen Messung
- Ohne Begleitheizung 30 Minuten „Warmlaufphase“ erforderlich
- Verwerfen der ersten zehn Messwerte
- Schlauchlänge bis 150 m

Für mehrere Messpunkte:

- Einschaltung der Begleitheizung am Tag vor der eigentlichen Messung
- Ohne Begleitheizung vier Stunden „Warmlaufphase“ erforderlich
- Mehrmaliges Messen an einem Messpunkt
- Verwerfen der ersten beiden Messwerte
- Schlauchlänge maximal 50 m