

Jochen Hahne, Wilfried Asendorf und Klaus-Dieter Vorlop, Braunschweig

# Online-Geruchsmessung bei Abluftreinigungsanlagen

Mit einem Gassensorgerät, das mit Metalloxidsensoren ausgestattet ist, können nach einer Kalibrierung mit der Olfaktometrie Geruchsstoffkonzentrationen über 120 GE/m<sup>3</sup> online gemessen und quantifiziert werden. Die errechneten Geruchsstoffkonzentrationen entsprechen in der Tendenz den Intensitätseinstufungen zufällig ausgewählter Testpersonen. Das Gerät ermöglicht ferner die Anlage von typischen Geruchsmustern, deren sachgerechte Interpretation jedoch umfassende Kenntnisse voraussetzt.

Dipl. Biol. Jochen Hahne (e-mail: jochen.hahne@fal.de) ist als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Wilfried Asendorf als Techniker am Institut für Technologie und Biosystemtechnik, Abteilung Technologie der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, tätig. Prof. Dr. Klaus-Dieter Vorlop ist Leiter der Abteilung Technologie.

## Schlüsselwörter

Gassensoren, Geruchsmuster, Abluftbehandlung, Schweinemast

## Keywords

Gas sensors, odour patterns, waste air treatment, pig fattening

## Literatur

[1] Hahne, J., K.-D. Vorlop, R. Hübner und D. Müller: Gassensorgerät. Landtechnik 54 (1999), H. 6, S. 350 – 351

Die Olfaktometrie zur Bestimmung von Geruchsstoffkonzentrationen ist kostenintensiv und methodenbedingt nicht zur online-Messung geeignet. Zur Überwachung von geruchsintensiven Prozessen oder zur Kontrolle von Abgasreinigungsanlagen wäre eine online-Erfassung von Geruchskonzentrationen aber vorteilhaft. Auch zur Klärung von Beschwerden über Geruchsemissionen durch Tierhaltungsbetriebe wären online-Geruchsmessungen aufgrund ihres objektiven Charakters sehr hilfreich. Gassensorgeräte bieten neben diesem Vorteil auch die Möglichkeit der Geruchsmustererkennung. Dies kann für die Identifikation von Emissionsquellen von Bedeutung sein. Der vorliegende Beitrag beschreibt Ergebnisse von Geruchsmessungen, die mit einem Gassensorgerät an der FAL-Anlage zur Reinigung von Abluft aus Mastschweineeställen gewonnen wurden.

## Beschreibung des Gassensorgerätes

Für die online-Geruchsmessung wurde ein Gassensorgerät (OMD 1.10) der Fa. Dr. Födisch Umweltmesstechnik GmbH eingesetzt. Bei diesem Messgerät wird das zu messende Gas über eine Entnahmesonde aus dem Abluftstrom entnommen, über eine beheizte Messgasleitung zu einem Kühler gepumpt und auf einen Taupunkt von 4 °C abgekühlt. Danach wird das Messgas einem Sensorarray aus fünf verschiedenen Metalloxidsensoren zugeführt und vermessen. Parallel erfolgt die Regeneration des zweiten, identischen Sensorarrays mit Um-

gebungsluft, die zusätzlich über Aktivkohle gereinigt wird. Bei einem Messstellenwechsel nach Ablauf einer einstellbaren Zeit erfolgt auch eine Umschaltung auf das regenerierte Sensorarray. Das Gerät wurde mit Hilfe von olfaktometrischen Untersuchungen für das zu messende Abgas kalibriert und entsprechende Kalibrierfunktionen wurden eingegeben [1]. Sie decken einen Geruchskonzentrationsbereich von 120 bis 660 GE/m<sup>3</sup> (Reingas) und 1360 bis 2860 GE/m<sup>3</sup> (Rohgas) ab und sind streng genommen nur für diese Bereiche gültig. Unterhalb von 120 GE/m<sup>3</sup> ist eine Quantifizierung der Ergebnisse wegen der Art der Nullluftaufbereitung, Sensorunterschieden zwischen den Messkammern sowie des Ansprechverhaltens der einzelnen Sensoren nicht mehr sinnvoll.

## Ergebnisse

Das Gassensorgerät wurde zur Überwachung der FAL-Versuchsanlage zur Reinigung von Abluft aus Schweinemastanlagen über den Zeitraum einer Mastperiode eingesetzt. Die mit dem Gassensorgerät ermittelten Geruchskonzentrationswerte (Bild 1) stellen Tagesmittelwerte dar, die aus durchschnittlich zwölf Einzelmessungen bestehen, die im Abstand von 2 h über jeweils 30 Minuten gemittelt wurden. Die auf diese Weise ermittelten Rohgaskonzentrationen bewegten sich zwischen 962 und 1625 GE/m<sup>3</sup> und beliefen sich im Mittel auf 1327 GE/m<sup>3</sup>. Die Geruchskonzentrationen stiegen mit der Mastdauer an. Da das Rohgas aus fünf Testabteilen unterschiedlicher Belegung und Luftabsaugung gemischt wurde, um eine repräsentative Abluftzusammensetzung zu gewährleisten, konnten keine tier-spezifischen Emissionsdaten ermittelt werden. Bei Gasbelastungen des Wäschers von 2650 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> h) wurden im Wäscher-ausgang 129 bis 1010 GE/m<sup>3</sup> oder 554 GE/m<sup>3</sup> im Mittel errechnet. Im Biofilterausgang ergaben sich bei Filterflächenbelastungen von 85 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> h) Geruchskonzentrationen von 354

Tab. 1: Beurteilung der Intensität und der Geruchsempfindung im Rohgas, Wäscherreingas (Gasbelastung: 2650 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> h) und Biofilterreingas (Filterflächenbelastung: 85 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> h)) durch 83 zufällig ausgewählte Testpersonen bei der Reinigung von Abluft aus Mastschweineeställen, Angaben in Zahl der Personen

Table 1: Assessing the intensity and odour perception in raw gas, scrubber outlet gas (loading rate: 2650 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> h)) and biofilter outlet gas (filter loading rate: 85 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> h)) by 83 randomly selected test persons, data in number of persons

Geruchsintensität	Rohgas	Wäscherreingas	Biofilterreingas
Sehr stark	24	2	0
Stark	38	16	3
Schwach	21	56	7
Kaum wahrnehmbar	0	8	48
Nicht wahrnehmbar	0	1	25
<b>Geruchsempfindung</b>			
Extrem unangenehm	7	0	0
Sehr unangenehm	29	2	1
Unangenehm	41	58	1
Neutral	3	13	67
Angenehm	3	10	14

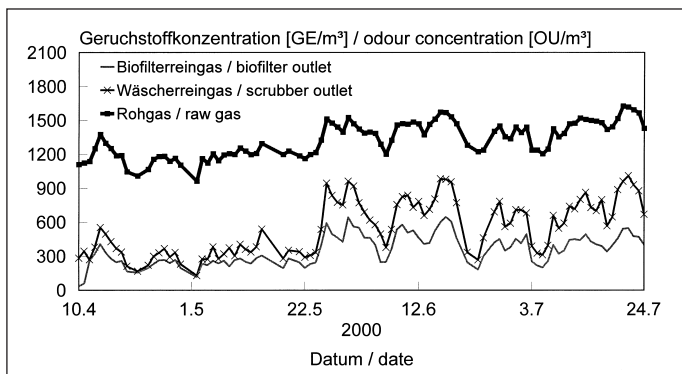


Bild 1: Zeitlicher Verlauf der mit dem Gassensorgerät errechneten Geruchstoffkonzentrationen im Rohgas, Wäscherreingas (Gasbeladung: 2650 m³/(m² h)) und Biofilterreingas (Filterflächenbelastung: 85 m³/(m² h))

Fig. 1: Temporal course of odour concentrations calculated from the odour measuring device in the raw gas, scrubber outlet gas (scrubber loading rate: 2650 m³/(m² h)) and biofilter outlet gas (filter loading rate: 85 m³/(m² h))

GE/m³ im Mittel mit Schwankungen von 35 bis 642 GE/m³. Der mit Hilfe des Gassensorgerätes über die gesamte Mastperiode gemittelte Geruchsminderungsgrad der Wäsche betrug 58 %, der des Gesamtverfahrens 73 %. Bei diesen Ergebnissen ist zu berücksichtigen, dass geruchloses Methan im Mastverlauf in zunehmenden Konzentrationen in der Abluft vorliegt, ein Sensorsignal hervorruft, aber im Rahmen der Abluftreinigung – im Gegensatz zu anderen Komponenten – bislang nicht abgebaut werden kann. Diese Konstellation offenbart bei geringen Geruchstoffkonzentrationen (nach der Biofiltration), aber konstant hohen Methankonzentrationen die Leistungsgrenzen des Messgerätes. Ähnliches gilt für den Abbau von Stoffen mit einer vergleichsweise hohen Geruchsschwelle. Ihr Abbau führt zu einer Signalschwächung und damit rechnerisch zu einer Geruchsminderung, ohne dass diese wirklich erreicht wurde.

Im Rahmen dieser Messungen wurden am 25. Juni 2000 (Tag der offenen Tür der FAL) 83 zufällig ausgewählte Personen gebeten, die Geruchsintensität sowie die hedonische Wirkung des Rohgases (Stallabluft), Wäscherreingas sowie des Biofilterreingas anhand von vorgegebenen Skalen zu beurteilen. Hinsichtlich der Geruchsintensität stuft die Mehrzahl der Probanden die Geruchsintensität des Rohgases als „stark“ und seine hedonische Wirkung als „unangenehm“ ein (Tab. 1). Das Wäscherreingas wurde mehrheitlich als „schwach“ riechend, aber „unangenehm“ empfunden. Erst nach der Biofiltration beurteilte die Mehrheit der Probanden die Probeluft als „kaum wahrnehmbar“ und „neutral“ hinsichtlich der hedonischen Wirkung. Die Ergebnisse des Geruchsmessgerätes ergaben zu dieser Zeit Geruchstoffkonzentrationen von 1319 GE/m³ (Rohgas), 576 GE/m³ (Wäscherreingas) und 360 GE/m³ (Biofilterreingas). Der mit den Ergebnissen des Geruchsmessgerätes ermittelte Geruchsminderungsgrad betrug demnach 73,7 %. Hinsichtlich der Geruchsintensität zeigen diese ersten Ergebnisse, dass das Geruchsmessgerät nach einer entsprechenden Kalibrierung durch die Olfaktometrie in der Tendenz zu vergleichbaren Ergebnissen führt wie Bewertungen durch eine größere

Zahl von zufällig ausgewählten Testpersonen. Darüber hinaus ergeben die Bewertungen durch die Testpersonen eine deutliche Veränderung der Geruchsqualität, allerdings nicht nach der Wäsche, sondern erst nach der Biofiltration (Tab. 1). Dieser Effekt kann von dem eingesetzten Gassensorgerät jedoch nicht abgebildet werden, wie auch die Darstellung des Geruchsmusters bestätigt (Bild 2). Das dargestellte Pentagramm zeigt die Signalstärke jedes einzelnen der fünf Sensoren über eine Skala von 0 bis 1 Skalenteilen an den drei verschiedenen Messstellen Rohgas, Wäscherreingas und Biofilterreingas. Werden die Intensitätswerte der einzelnen Sensoren miteinander verbunden, entsteht ein Pentagramm, ein typisches Geruchsmuster. Bild 2 zeigt, dass die Signalstärke und damit die Geruchsintensität besonders stark durch die Wäsche abnahm. Das Geruchsmuster erfuh durch die Abluftwäsche darüber hinaus eine Deformation, die im Wesentlichen auf die Intensitätsänderung des Sensors 5 zurückzuführen war (Auswaschung wasserlöslicher und alkalischer Stoffe durch die Wäsche mit verdünnter Schwefelsäure). Trotz verändertem Geruchsmuster wurde von den Testpersonen mehrheitlich sowohl das Rohgas als auch das Wäscherreingas als gleichermaßen „unangenehm“ beschrieben. Demgegenüber stellten die Testpersonen eine deutliche Verbesserung des Geruchscharakters des Biofilterreingas fest, das sie ganz überwiegend als „neutral“ bis „angenehm“ einstufen, obwohl das Geruchsmuster des Biofilterreingas kaum von dem des Wäscherreingas abwich. Die mit dem beschriebenen Gassensorgerät gewonnenen Geruchsmuster sind nach den vorliegenden Ergebnissen nur in Kenntnis der Rahmenbedingungen und der Sensorausstattung sinnvoll zu interpretieren. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass bestimmte Gase wie Methan geruchlos sind, aber ein Sensorsignal hervorgerufen. Die Entfernung bestimmter Stoffe aus der Abluft verändert die Signalstärke einzelner Sensoren deutlich (und damit das Geruchsmuster), ohne dass sich die Geruchsempfindung durch den Menschen ändert. Dennoch ergaben sich bei der seit April 2000 laufenden Untersuchung „typische“ Geruchsmuster für die Abluft aus

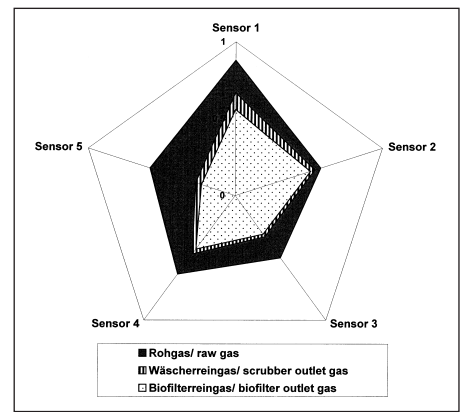


Bild 2: Veränderung der Geruchsmuster bei der Behandlung der Abluft aus Mastschweinställen

Fig. 2: Change of odour patterns during treatment of waste gas from pig houses

Mastschweinställen (Bild 3). Das Pentagramm zeigt die im April/Mai und Oktober/November ermittelten Geruchsmuster, die auffallende Ähnlichkeiten aufweisen und sich im Wesentlichen nur durch die Signalstärke unterscheiden. Messungen vom Juni/ Juli entsprechen diesem Muster (nicht dargestellt).

## Fazit

Das beschriebene Gassensorgerät ist nach einer Kalibrierung durch die Olfaktometrie zur online-Kontrolle der Geruchsemissionen sowie der Geruchsminderung bei der Behandlung von Abluft aus Mastschweinställen geeignet. Die Ergebnisse entsprechen in Hinblick auf die Geruchsintensität den mehrheitlichen Einstufungen zufällig ausgewählter Testpersonen. Die hedonische Wirkung von Gerüchen kann im vorliegenden Fall anhand der Geruchsmuster nicht abgebildet werden. Dies zeigt der Vergleich der (ähnlichen) Geruchsmuster bei der Abluftwäsche und der Biofiltration, die in ihrer hedonischen Wirkung sehr unterschiedlich beurteilt wurden. Eine selektive Messung und Bewertung des Methans könnte die Aussagekraft der Ergebnisse deutlich verbessern.

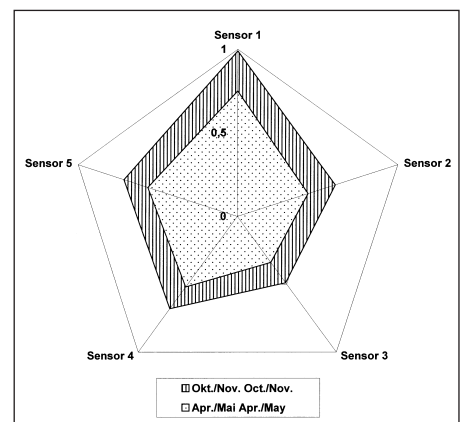


Bild 3: Ausbildung charakteristischer Geruchsmuster von der Abluft aus Schweinställen

Fig. 3: Formation of characteristic odour patterns from the waste air of pig houses