

Jochen Hahne, Klaus-Dieter Vorlop, Renate Hübner, Braunschweig, und Dietmar Müller, Markranstädt

Gassensorgerät

Einsatz zur Kontrolle der Geruchsminderung bei der Abluftbehandlung

Geruchsemissionen aus der Schweinemast können durch Abluftbehandlung weitgehend vermieden werden. Hierzu werden Messergebnisse bei unterschiedlichen Belastungen der FAL-Abluftbehandlungsanlage vorgestellt. Sie zeigen, dass eine 90%ige Geruchsminderung auch bei hoher Wäscherbelastung und hoher Biofilterflächenbelastung erreichbar ist. Zudem werden Ergebnisse einer erfolgreichen Vergleichsmessung zwischen dem olfaktometrischen Verfahren nach VDI 3881 und einem kontinuierlich arbeitenden Geruchsmessgerät beschrieben.

Dipl. Biol. Jochen Hahne ist wissenschaftlicher Mitarbeiter des Institutes für Technologie der FAL, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, e-mail: jochen.hahne@fal.de. Prof. Dr. Klaus-Dieter Vorlop ist Leiter des Institutes.
Dipl.-Ing. Renate Hübner ist geschäftsführende Gesellschafterin der Fa. Braunschweiger Umwelt-Biotechnologie GmbH, Dipl.-Ing. Dietmar Müller ist Mitarbeiter der Dr. Födisch Umweltmesstechnik GmbH.

Schlüsselwörter

Abluftbehandlung, Geruch, Gassensoren, Schweinemast

Keywords

Waste air treatment, odour, gas sensors, pig fattening

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 99608 erhältlich oder über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Bei der Haltung von Schweinen treten grundsätzlich Emissionen auf. Zur Verringerung dieser Emissionen wurde vom Institut für Technologie der FAL ein abwasser- und abfallfreies Abluftbehandlungsverfahren entwickelt, das neben einer Ammoniakabtrennung und -rückgewinnung auch eine Minderung der Geruchsemissionen gewährleistet [1, 2]. Die seit Februar 1998 laufende Anlage wurde in Hinblick auf die Geruchsminderung bei unterschiedlichen Verfahrenseinstellungen mehrfach untersucht. Darüber hinaus kam bei einer Untersuchung parallel zur olfaktometrischen Messung ein kontinuierlich arbeitendes Geruchsmessgerät zum Einsatz.

Betriebsergebnisse der Abluftreinigungsanlage

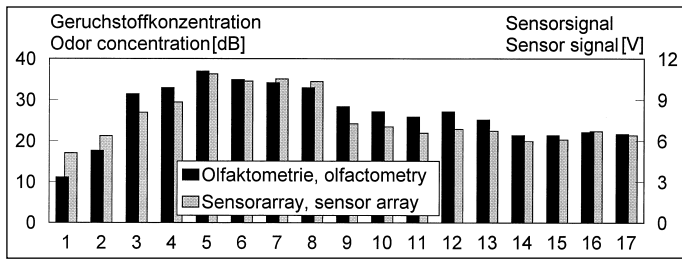
Bedingt durch jahreszeitliche und haltungstechnische Einflüsse kann die Geruchstoffkonzentration in der Rohluft Schwankungen unterliegen. Bei den Testmessungen schwankte sie zwischen 688 und 2187 GE/m³ (Tab. 1). Die schwefelsaure Wäsche mit einem Füllkörperwäscher führte zu einer deutlichen Minderung der Geruchstoffkonzentration. Die Wirkungsgrade bewegten sich zwischen 33 und 74%. Dabei ist hervorzuheben, dass die Waschflüssigkeit bis zur Gewinnung einer gesättigten Ammoniumsulfat-Lösung in einem geschlossenen Kreislauf gehalten wurde und zwischenzeitlich keine Abschlammung stattfand. Der Wäscherwirkungsgrad hängt in erster Linie von der Rohluftzusammensetzung (Ammoniak, Staub, Schwefelwasserstoff) ab, die stark schwanken kann. Bei hohen Staub-, Ammoniak-, aber geringen Schwefelwasserstoffkonzentrationen sind höhere Wirkungsgrade erreichbar als im umgekehrten Fall. Die Querschnittsbelastung des Wäschers ergab in dem getesteten Bereich keinen Zusammenhang mit der Geruchsminderung. Trotz der Minderung der Geruchstoffkonzentration wies das Wäscherreingas in allen Fällen noch eine stalltypische Geruchsqualität auf. Durch die anschließende Biofiltration der im Aufstrom betriebenen Biofilter, die mit organischem Trägermaterial (Rindenmulch/Wurzelholz) gefüllt sind, wurde die Geruchstoffkonzentration in allen Fällen nochmals reduziert. Die Wirkungsgrade der Biofiltration schwankten je nach Konzentration und Zusammensetzung des Wäscherreingases, des Biofilterzustandes und der Biofilterflächenbelastung zwischen 35 und 95%. In der Tendenz wurden hohe Wirkungsgrade bei hohen Geruchstoffkonzentrationen und Filterflächenbelastungen bis 85 Nm³/m²·h erzielt. Bei Filterflächenbelastungen von 164 bis 222 Nm³/m²·h wiesen die Ergebnisse mit Wirkungsgraden von 35 bis 83% starke Streuungen auf. Der Gesamtwirkungsgrad der Abluftreinigungsanlage lag jedoch mit nur einer Ausnahme generell über 80% (Tab.1). Lediglich bei geringen Geruchskonzentrationen in der Rohluft (688 GE/m³) fiel er, nicht zuletzt bedingt durch den Eigengeruch des Biofiltermaterials, auf 71% zurück. Insbesondere bei den Proben, wo der Gesamtwirkungsgrad unter 90% sank, wird die Geruchsqualität des Bio-

niak, Staub, Schwefelwasserstoff) ab, die stark schwanken kann. Bei hohen Staub-, Ammoniak-, aber geringen Schwefelwasserstoffkonzentrationen sind höhere Wirkungsgrade erreichbar als im umgekehrten Fall. Die Querschnittsbelastung des Wäschers ergab in dem getesteten Bereich keinen Zusammenhang mit der Geruchsminderung. Trotz der Minderung der Geruchstoffkonzentration wies das Wäscherreingas in allen Fällen noch eine stalltypische Geruchsqualität auf. Durch die anschließende Biofiltration der im Aufstrom betriebenen Biofilter, die mit organischem Trägermaterial (Rindenmulch/Wurzelholz) gefüllt sind, wurde die Geruchstoffkonzentration in allen Fällen nochmals reduziert. Die Wirkungsgrade der Biofiltration schwankten je nach Konzentration und Zusammensetzung des Wäscherreingases, des Biofilterzustandes und der Biofilterflächenbelastung zwischen 35 und 95%. In der Tendenz wurden hohe Wirkungsgrade bei hohen Geruchstoffkonzentrationen und Filterflächenbelastungen bis 85 Nm³/m²·h erzielt. Bei Filterflächenbelastungen von 164 bis 222 Nm³/m²·h wiesen die Ergebnisse mit Wirkungsgraden von 35 bis 83% starke Streuungen auf. Der Gesamtwirkungsgrad der Abluftreinigungsanlage lag jedoch mit nur einer Ausnahme generell über 80% (Tab.1). Lediglich bei geringen Geruchskonzentrationen in der Rohluft (688 GE/m³) fiel er, nicht zuletzt bedingt durch den Eigengeruch des Biofiltermaterials, auf 71% zurück. Insbesondere bei den Proben, wo der Gesamtwirkungsgrad unter 90% sank, wird die Geruchsqualität des Bio-

Tab. 1: Geruchsminderung durch die zweistufige Abluftbehandlungsanlage bei verschiedenen Belastungen

Table 1: Odour reduction of a two-stage waste air treatment plant by different loading rates

Datum	Rohluft [GE/m ³]	Wäscherreingas [GE/m ³]	Querschnittsbelastung [Nm ³ /m ² h]	Biofilterreingas [GE/m ³]	Filterflächenbelastung [Nm ³ /m ² h]	Gesamtwirkungsgrad [%]
5.10.98	1960	1302	2709	66	85	97
7.12.98	915	504	3852	87	220	90
7.12.98	915	504	3852	47	42	95
10.5.99	688	356	3760	201	164	71
24.8.99	2187	569	4608	368	222	83
24.8.99	2187	569	4608	138	28	94
24.8.99	2187	569	4608	109	37	95



Probe	Messpunkt	Probe	Messpunkt
1	Außenluft	10	Wäscherreingas 2
2	Stallumgebung	11	Biofilter 1, Reingas
3	Rohgas 1	12	Biofilter 1, Reingas
4	Rohgas 2	13	Biofilter 1, Reingas
5	Rohgas 3	14	Biofilter 2, Reingas
6	Rohgas 4	15	Biofilter 2, Reingas
7	Rohgas 5	16	Biofilter 3, Reingas
8	Rohgas 6	17	Biofilter 3, Reingas
9	Wäscherreingas 1		

filterreingases als leicht gülleartig und leicht moorig beschrieben, während sie bei den anderen Proben als biofilterartig, erdig und neutral bewertet wurde. Um die Zusammenhänge zwischen Geruchsminderungsgrad, Filterflächenbelastung, Rohgaskonzentration und Biofilterzustand im Detail aufklären zu können, wäre eine online Geruchsmessung von wesentlicher Bedeutung.

Anforderungen an eine online Geruchsmessung

Die Abluft aus Schweineställen enthält neben den Hauptkomponenten Sauerstoff, Stickstoff, Wasserdampf, Kohlendioxid, Ammoniak, Methan und Schwefelwasserstoff eine Vielzahl von chemischen Substanzen in unterschiedlicher und schwankender Konzentration. Darüber hinaus enthält sie variierende Konzentrationen an Staub. Die menschliche Wahrnehmungsschwelle für einzelne Abluftinhaltsstoffe kann in weiten Bereichen schwanken. Für Indol, einem mikrobiellen Abbauprodukt der Aminosäure Tryptophan, liegt sie bei $0,00015 \text{ mg/m}^3$, bei Ammoniak um 4 mg/m^3 . Dementsprechend können kleinste Konzentrationen bestimmter Substanzen zu einer deutlichen Geruchswahrnehmung beitragen. Die „Summe“ aller in der Abluft enthaltenen Substanzen führt letztendlich zu einer Geruchswahrnehmung. Einen umfassenden Überblick über Geruch, Geruchswahrnehmung, Messung und Beseitigung liefert [3].

Vor diesem Hintergrund sollte ein online Geruchsmessgerät folgende Eigenschaften aufweisen:

- hohe Empfindlichkeit und geringe Selektivität
- keine Querempfindlichkeiten zu Wasserdampf, beziehungsweise effektive Wasservorabscheidung
- effektive Entstaubung
- Sensoren müssen langzeitstabil sein und möglichst kurze Ansprechzeiten aufweisen

Geruchsmessgerät OMD 1.10

Die Geruchsmessung mit dem OMD 1.10 basiert auf der Auswertung von Signalen verschiedener Metalloxidsensoren. Eine stationäre, kontinuierlich arbeitende Probenahmeinheit entnimmt an bis zu vier Messstellen Probenluft. Gleichzeitig wird Umgebungsluft angesaugt und geräteintern zu Nullluft aufbereitet. Probenluft und Nullluft gelangen in eine Konditionierungseinheit und danach in je eine Sensorkammer. In beiden Kammern ist je ein Array aus fünf Sensoren angeordnet. Je eine Kammer wird mit Nullluft, die andere mit Probenluft beaufschlagt. Nach jedem Messvorgang erfolgt ein Nullpunktgleich durch Umschalten der Messkammern, wobei die Taktzeit der Umschaltung variierbar ist. Die Ausgangssignale der Sensoren ergeben bei Gasbeaufschlagung typische Geruchsmuster, wobei sich deren Größe proportional zur Geruchsstoffkonzentration verhält [4].

Ergebnisse der Vergleichsmessungen

Für die Vergleichsmessungen wurden an verschiedenen Messpunkten der Abluftbehandlungsanlage und zu verschiedenen Zeitpunkten zeitgleich Proben für die olfaktometrische Bestimmung nach der VDI-Richtlinie 3881 und für das Geruchsmessgerät OMD 1.10 entnommen. Alle Proben wurden sofort analysiert. Ein Vergleich zwischen den Ergebnissen des Sensorarrays und der

Bild 2: Lineare Anpassung und Bestimmtheitsmaß von Ergebnissen des Sensorarrays und der Olfaktometrie

Fig. 2: Linear fit and coefficient of determination of results from the sensor array and the olfactometric method

Bild 1: Vergleich zwischen den olfaktometrisch ermittelten Ergebnissen und den Sensorarray-Signalen an verschiedenen Messpunkten

Fig. 1: Comparing odour concentration measurements between the olfactometric method and the sensor array signals at various measuring points

Olfaktometrie ergab einen klaren Zusammenhang (Bild 1). Die olfaktometrisch ermittelten Ergebnisse sind in Analogie des menschlichen Geruchsempfindens als Logarithmus der Geruchsstoffkonzentration in $\text{GE/m}^3 \cdot 10$ dargestellt.

Durch die Logarithmierung können darüber hinaus jeweils für das Rohgas und die Reingase Kalibrierfunktionen aufgestellt werden (Bild 2). Für die Beurteilung der Güte der Kalibrierfunktionen ist zu berücksichtigen, dass weder die Wahl der Sensoren noch die mögliche Einstellung ihrer Empfindlichkeit speziell auf den hier beschriebenen Anwendungsfall hin optimiert waren. Durch die Aufnahme weiterer Vergleichsmessungen, insbesondere bei mangelhaft arbeitenden Biofiltern und gering belasteten Rohgasen dürften sich die Kalibrierfunktionen noch verbessern lassen. Die Ergebnisse zeigen jedoch auch, dass für verschiedene Messpunkte (Rohgas, Reingas) auch unterschiedliche Kalibrierfunktionen aufgestellt werden müssen. Dies ist unter anderem auf die wäscherbedingte Abreinigung von alkalischen Verbindungen (Ammoniak, Amine) zurückzuführen. In diesem Zusammenhang müssen zukünftige Untersuchungen zeigen, ob eine für einen Messpunkt bestimmte Kalibrierfunktion auch mittel- oder langfristig einsetzbar ist.

Fazit

Die vorgestellten Ergebnisse in Hinblick auf die Geruchsminderung bei einer zweistufigen Abluftbehandlungsanlage mit schwefelsaurer Wäsche und nachgeschalteter Biofiltration zeigen, dass selbst bei hohen Belastungen der Anlage Geruchsminderungsgrade von 90% erreichbar sind.

Allerdings treten bei hohen Biofilterflächenbelastungen erhebliche Wirkungsgrad-Schwankungen auf, die bislang nicht eindeutig erklärt werden können. Für die Aufklärung dieser Zusammenhänge ist ein online Geruchsmessgerät von großem Vorteil. Erste Vergleichsmessungen zwischen der Olfaktometrie und dem Geruchsmessgerät OMD 1.10 haben dessen prinzipielle Eignung für diesen Einsatzfall bestätigt.

