

Jochen Hahne

Abbau von Staub in Abluftwäschern

Staub kann durch Abluftwäscher weitestgehend aus der Abluft von Tierhaltungsanlagen abgetrennt werden. Allerdings stellt sich dann die Frage nach dem Verbleib des abgetrennten Staubes. Laborversuche zeigten, dass bei einem angenommenen Abscheidegrad von 90 % etwa 27 % der Staubmasse gelöst wurde, während 63 % kaum löslich war und damit als Feststoff auch auf den Füllkörpern abgelagert werden könnte. Die Feststoffe unterlagen einer starken Quellung, die zu einer erheblichen Gewichtszunahme der Füllkörper und auch zu einer Verringerung ihrer lichten Kanalweite führen könnte. Beide Aspekte müssen bei der Dimensionierung von Abluftwäschern berücksichtigt werden.

Schlüsselwörter

Abluftreinigung, Staub, Abbau, Quellung

Keywords

Waste air treatment, dust, degradation, bulking

Abstract

Hahne, Jochen

Degradation of dust in waste air scrubbers

Landtechnik 64 (2009), no. 2, pp. 95 - 97, 3 figures, 1 table, 4 references

Dust from waste air of animal husbandries can be separated to a very large extent by scrubbers. But this arises the question according to the disposition of the separated dust. Lab scale results showed for an estimated dust separation efficiency of 90 % that approximately 23 % of dust mass was dissolved, while 63 % was scarcely soluble and therefore it could also be deposited as solid matter on the packing material. The solids were subject to a heavy bulking, which could result in a considerable weight increase of the packing material and a decline of its clear diameter. Both aspects have to be accounted for the dimensioning of waste air scrubbers.

■ Abluft aus der Schweinehaltung enthält neben Geruchsstoffen, Ammoniak und anderen Spurengasen auch Staub. Die Staubkonzentrationen in Schweineställen werden für Nord-europa mit durchschnittlich 2,19 mg/m³ für einatembaren Staub und mit 0,23 mg/m³ für lungengängigen Staub angegeben [1]. Eigene Gesamtstaubmessungen an einer Mast-schweineanlage ergaben Werte von 0,32 bis 11,66 mg/m³ bzw. 2,41 mg/m³ im Mittel (n = 44) [2].

Ist die Tierhaltungsanlage an einen sachgerecht ausgelegten

und ordnungsgemäß betriebenen Abluftwäscher angeschlossen, werden nach den Erfahrungen der DLG-Prüfungen mindestens 90, teilweise auch bis zu 98 % des Gesamtstaubes abgetrennt [3, 4]. Angesichts dieser guten Emissionsminderung stellt sich jedoch die Frage nach dem Verbleib des abgeschiedenen Staubes.

Ziele

Ziel der Arbeiten war es, anhand labortechnischer Versuche Aussagen über die Zusammensetzung des Staubes sowie über sein Verhalten in der Abluftreinigungsanlage zu gewinnen.

Ergebnisse

Staub aus einer Mastschweinehaltungsanlage lässt sich als ein Gemisch einer wasserlöslichen, leicht abbaubaren Fraktion und einem kaum löslichen und daher schwer abbaubaren Anteil charakterisieren (**Tabelle 1**).

Die in Wasser schnell lösliche Fraktion des abgeschiedenen Staubes machte 27 % der Staubmasse aus und verursachte etwa 25 % des Sauerstoffbedarfs, der zur Oxidation der gesamten Staubmenge erforderlich wäre. Der lösliche Anteil konnte von den im Waschwasser lebenden Mikroorganismen innerhalb von 5 Tagen zu mehr als 87 % abgebaut werden, wie das BSB₅/CSB_z-Verhältnis belegt.

Knapp 7 % der Staubmasse war organisch gebundener Stickstoff und 1,7 % der Staubmasse bestand aus Phosphor. Wurde Staub in deionisiertem Wasser suspendiert, reagierte er leicht alkalisch (pH 7,7), setzte aber nur wenig Salze frei, wie Leitfähigkeitsmessungen ergaben. Bei Suspendierung von 1g Staub/l stieg die Leitfähigkeit im Wasser um durchschnittlich 0,06 mS/cm.

Der mikrobiologische Abbau von Staub kann anhand des biochemischen Sauerstoffbedarfes (BSB₅) gemessen werden. Entsprechende Messungen mit adaptierter Biomasse aus einem Rieselbettreaktor zur Reinigung von Stallabluft aus der Mastschweinehaltung ergaben einen streng logarithmischen Zusammenhang zwischen O₂-Verbrauch und Inkubationszeit

Tab. 1

Zusammensetzung von Staub aus einer Mastschweinehaltungsanlage
 Table 1: Composition of dust from a pig fattening

Parameter	Einheit	Messwert
Schüttdichte	[g/l]	365
Wasseraufnahme	[g/g TR]	2,2
Trockenrückstand TR	[%]	98,8
NH ₄ -N	[mg/g TR]	1,4
N, organisch	[mg/g TR]	67,3
P, gelöst	[mg/g TR]	6,8
P, gesamt	[mg/g TR]	16,7
Biochemischer Sauerstoffbedarf in fünf Tagen (BSB ₅)	[mg O ₂ /g TR]	314
Chemischer Sauerstoffbedarf, zentrifugiert (CSB ₂)	[mg O ₂ /g TR]	359
Chemischer Sauerstoffbedarf, gesamt (CSB)	[mg O ₂ /g TR]	1410

(r² = 0,99, n = 10). Die Abbaurrate sank nach 7 d bereits unter 2%/d und nach 13 d unter 1 %/d (**Abbildung 1**). Nach den vorliegenden Daten würde der Abbaugrad selbst nach 50 d Inkubationszeit ohne weitere Staubzufuhr noch unter 50 % liegen. Für die Praxis bedeuten diese Ergebnisse, dass der in die Abluftreinigungsanlage eingetragene Staub mit Ausnahme eines kleinen, schnell löslichen und abbaubaren Anteils überwiegend schlecht abbaubar ist.

Nach den vorliegenden Ergebnissen kann von einer 90 %igen Staubabscheidung bei ordnungsgemäß betriebenen Abluftwäschern ausgegangen werden. Ein kleinerer Anteil des abgeschiedenen Staubes wird schnell gelöst (27 %), der größere Anteil (63 %) jedoch im Waschwasser suspendiert oder auf den Füllkörpern abgelagert (**Abbildung 2**).

Laborversuche zeigten, dass nicht lösliche Staubanteile einer erheblichen Quellung unterliegen, wobei die Wasseraufnahme des getesteten, trockenen Staubes 2,2 g/g Staub betrug. Hierdurch kann es zu einer starken Gewichtszunahme der Füllkörper kommen, die bei der Anlagendimensionierung unbedingt berücksichtigt werden muss, wie die nachfolgende Überschlagsrechnung zeigt.

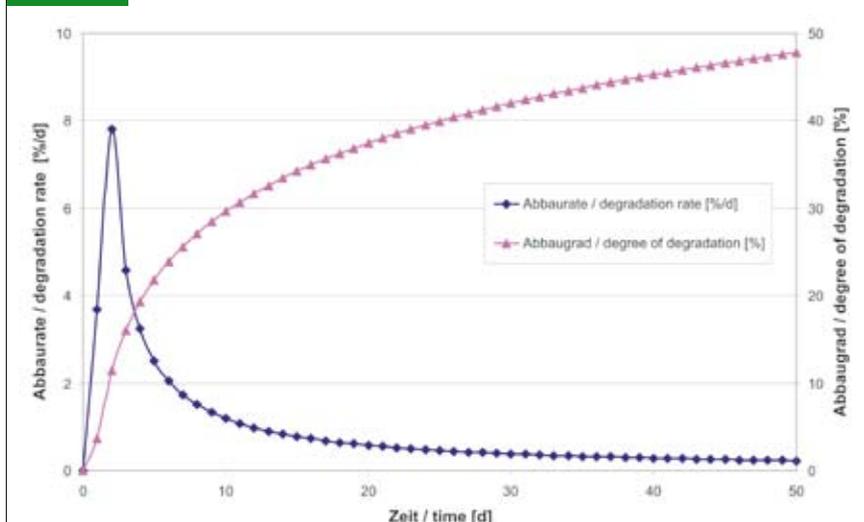
Unter Zugrundelegung einer Staubkonzentration von 2,2 mg/m³ und einer durchschnittlichen Filtervolumenbelastung von 2500 m³/m³ h würden je Kubikmeter Füllkörper 132 g/d Staub eingetragen werden. Während ca. 13,2 g/d mit dem Reingas wieder emittiert werden würden, würden 118,8 g/d abgeschieden werden, wobei 35,6 g/d davon gelöst und abgebaut und 83,2 g/d abgelagert oder suspendiert werden. Letzterer Anteil unterliegt einer erheblichen Quellung, die zu einer Verdreifachung der Masse führen kann. Demzufolge kann das Gewicht eines Füllkörperpakets

von einem m³ Volumen innerhalb von 100 d allein durch die Ablagerung von Staub und dessen Quellung um ca. 27 kg zunehmen. Die Quellung kann auch zu einer deutlichen Verringerung der Kanalweiten von den Füllkörperpackungen führen und damit zu erhöhten Druckverlusten beitragen.

Voraussetzung für einen mikrobiologischen Abbau von Staub ist die Lösung von zunächst unlöslichen Anteilen im Wasser. Hier zeigten Laborversuche, dass der Anteil oxidierbarer Stoffe (messbar als Chemischer Sauerstoffbedarf, CSB) in der wässrigen Phase bei Anhebung des pH-Wertes durch Zugabe von Natronlauge (NaOH) stieg (**Abbildung 3**).

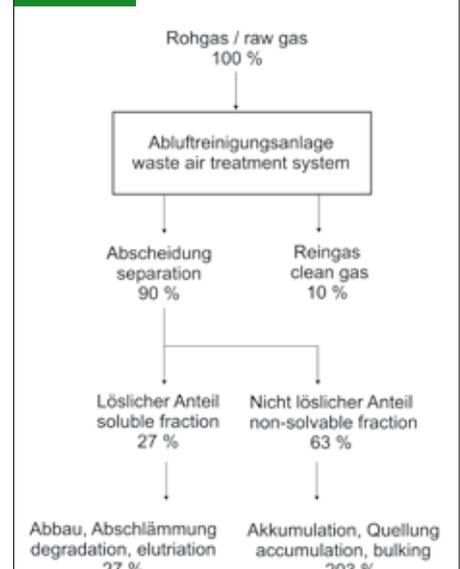
Wurde beispielsweise der pH-Wert von ca. 8 (unbehandelte Staubsuspension in Wasser) mit NaOH auf 9 angehoben, stieg der Anteil des gelösten CSB um ca. 26,5 %. Bei pH-Werten um 12 stieg der lösliche CSB, bezogen auf den Ausgangswert, um mehr als 110 %. Dies kann für eventuelle Reinigungsarbeiten von Nutzen sein. Ergänzende Laborversuche zeigten, dass nach einer

Abb. 1



Mikrobiologischer Abbau von Staub aus der Mastschweinehaltung mit adaptierter Biomasse
 Fig. 1: Microbiological degradation of dust from a fattening pig stable with adapted biomass

Abb. 2



Fließschema zur Abscheidung und Verbleib von Staub bei biologischen Abluftwäschern in der Schweinemast
 Fig. 2: Flow sheet regarding the separation and disposition of dust in biological waste air scrubbers at the pig fattening

Alkalisierung der pH-Wert wieder innerhalb von 2 d von 10,3 auf 6,7 bzw. von 11,9 auf 7,7 in 6 d fiel.

Dies beruht sowohl auf der Absorption von Kohlenstoffdioxid als auch auf dem wiederauflebenden mikrobiologischen Staubabbau.

Zusammenfassung

Staub wird durch ordnungsgemäß betriebene biologische Abluftwäscher weitestgehend aus der Abluft abgetrennt. Etwa 27 % des abgetrennten Staubes werden im Waschwasser gelöst, abgebaut und mit der Abschlammung ausgetragen, während ca. 63 % kaum löslich sind und daher im Waschwasser suspendiert oder auf den Füllkörpern abgelagert werden. Auf und in Füllkörpern abgelagerter Staub kann infolge der Quellung einerseits zu einer starken Gewichtszunahme der Füllkörperpakete führen und andererseits zur Verstopfung der Füllkörper beitragen, so dass bei der Dimensionierung auf ausreichende Kanalweiten und mechanische Stabilität zu achten ist. Laborversuche zeigen, dass Staub mit steigendem pH-Wert (pH-Bereich 8-12) besser aufgelöst werden kann. Dies kann auch für eventuelle Reinigungsarbeiten von Nutzen sein.

Literatur

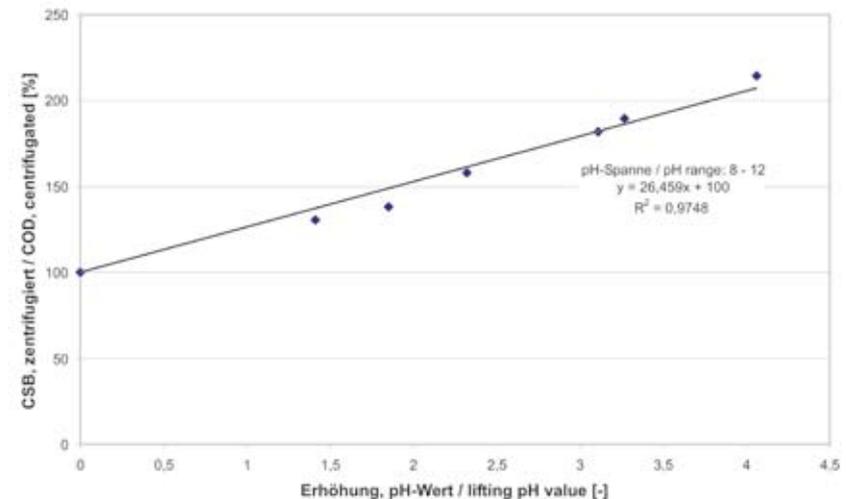
[1] Takai, H.; Seedorf, J.; Pedersen, S. (1999): Dust and endotoxin concentrations in livestock buildings in Northern Europe. Proceedings of Int. Symposium on Dust Control in Animal Production Facilities. Scandinavian Congress Center, Aarhus, Denmark, ISBN: 87-88976-35-1

- [2] Hahne, J.; Asendorf, W. Sind Abluftwäscher zur Minderung von Staubemissionen geeignet? Landtechnik 61 (2006), H. 2, S. 88-89
- [3] DLG e.V.-Testzentrum Technik und Betriebsmittel: Abluftreinigungsanlage „Dorset-Rieselbettfilter“. DLG-Prüfbericht 5702, Groß-Umstadt 2006
- [4] DLG e.V.-Testzentrum Technik und Betriebsmittel: Abluftreinigungsanlage „Zweistufige Abluftreinigungsanlage Chemowäscher (+)“. DLG-Prüfbericht 5629, Groß-Umstadt 2006

Autor

Dr. rer. nat. Jochen Hahne ist als wissenschaftlicher Mitarbeiter tätig am Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik des Bundesforschungsinstitutes für ländliche Räume, Wald und Fischerei (Johann Heinrich von Thünen-Institut), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig. E-Mail: jochen.hahne@vti-bund.de

Abb. 3



Erhöhung des gelösten CSB durch Anhebung des pH-Wertes in einer wässrigen Staubsuspension

Fig. 3: Increase of dissolved COD by lifting the pH value in an aqueous dust suspension