

Christoph Nannen und Wolfgang Büscher, Bonn

# Einfluss der Tieraktivität auf Staubfreisetzung und Partikelemissionen

## Untersuchungen in Mastschweine-Ställen

*Im Bereich der Tieraktivitätsmessung gibt es einige Untersuchungen, die sich auf den Gesamtstaubgehalt der Abluft beziehen. Durch den Einsatz geeigneter Messgeräte, die einen Aufschluss über die Größenverteilung der Partikel in der Abluft geben, lassen sich jedoch neue Erkenntnisse im Zusammenhang mit der Tieraktivität gewinnen. Erste Ergebnisse eines anlaufenden Projektes werden im Folgenden dargestellt. Mit zunehmender Partikelgröße wird bei relativ konstantem Luftvolumenstrom der Zusammenhang zwischen Tieraktivität und Quellemission enger.*

Dipl.-Ing. agr. Christoph Nannen ist wissenschaftlicher Mitarbeiter, Prof. Dr. Wolfgang Büscher Leiter der Abteilung „Verfahrenstechnik der Tierischen Erzeugung“ am Institut für Landtechnik der Universität Bonn, Nussallee 5, 53115 Bonn; e-mail: c.nannen@uni-bonn.de

### Schlüsselwörter

Staub, Tieraktivität, Luftvolumenstrom, Staubquellen, Partikelgröße, Mastschweine

### Keywords

Dust, animal activity, air volume flow, dust sources, particle size, fattening pigs

### Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 06106 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Der erstmals durch [1] 1993 belegte Zusammenhang zwischen Tieraktivität und Staubgehalt ( $r = 0,87$  bis  $r = 0,66$ ) in der Stallluft hat einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Staubemission von Tierställen. Auch Messungen von [2] im Jahr 1996 zeigten vergleichbare Ergebnisse. Hier wurde zur Aktivitätsmessung statt PIDs (passive Infrarotsensoren) eine Infrarotvideotechnik angewendet, um das Verhaltensmuster der Tiere zu untersuchen. In den bisherigen Untersuchungen wird jedoch lediglich ein Zusammenhang zwischen Tieraktivität und Gesamtstaubkonzentration im Stall hergestellt ohne eine detaillierte Größenbetrachtung der Abluft und damit Auswirkungen auf die Emission zu untersuchen. Nach [3] bestehen Unterschiede in der Größenzusammensetzung zwischen Staubkonzentration im Stall und in der Abluft. Ziel der eigenen Untersuchungen sollte sein, weitere Aspekte des Zusammenhanges zwischen Aktivität und Staub zu analysieren. Im Folgenden wird von ersten Ergebnissen berichtet, die im Verlauf des Projektes weiter verfolgt werden müssen.

### Methode

In den Untersuchungen wurden drei Tagesgänge mit jeweils den Parametern Tieraktivität, Partikelkonzentration und Luftvolumenstrom bei unterschiedlicher Witterung erfasst, um eine Aussage über Zusammen-

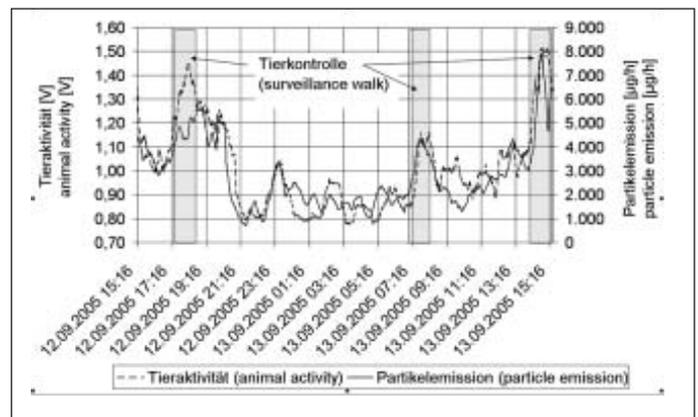
hänge zwischen Tieraktivität und Partikelemission treffen zu können. Als zu untersuchender Stall diente ein Schweinemastabteil eines zweiseitigen Kammstalles mit 112 Tierplätzen, Trockenfütterung (ad libitum) und Futtergang-Lüftung.

### Aktivitätserfassung

Die in dieser Untersuchung verwendeten Sensoren sind handelsübliche passive Infrarotsensoren, die für diese Anwendung modifiziert wurden. Die integrierte Relaissteuerung zur Vermeidung von Störungen wurde deaktiviert und stattdessen eine Spannung direkt am Sensor abgegriffen, die ein zur aufgenommenen Bewegung analoges Signal abbildet. Das Signal ist differenziell, eine schnelle Erwärmung oder Abkühlung vor dem Sensor erzeugt einen höheren positiven oder negativen Wert als eine langsame Änderung der Temperatur. Die Amplitude des Impulses ist somit proportional zur Stärke der Änderung der Temperatur. Eine „verschiffene“ Impulsform bewirkt, dass langsame Temperaturveränderungen kein Signal liefern. Zur Weiterverarbeitung des Signals wird dieses zunächst gleichgerichtet. Dadurch wird nicht mehr zwischen Erwärmung und Abkühlung unterschieden. Das eingehende Signal wird dann durch eine Halteschaltung geleitet mit der Folge, dass die kurzen Impulse künstlich um eine am Sensor einstellbare Zeit verlängert werden. Somit kann ein Datenlogger 2590-9 (Fa.

Bild 1: Tagesgang von Tieraktivität und Partikelemission

Fig. 1: Daily animal activity and particle emission



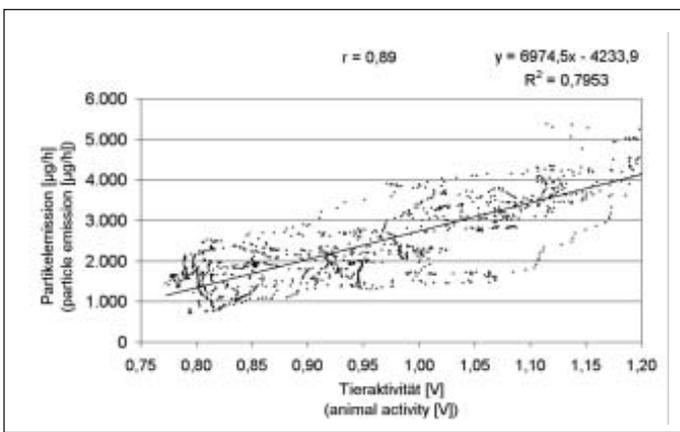


Bild 2: Zusammenhang zwischen Tieraktivität und Partikelemission

Fig 2: Animal activity versus particle emission

Ahlborn, Holzkirchen) der alle sechs Sekunden die anliegende Spannung aufzeichnet, auch kurze Bewegungen erfassen. Die Messwerte wurden zunächst über eine Minute gemittelt. Dann erfolgte die Bildung von gleitenden Halbstunden-Mittelwerten aus den Minuten-Werten.

#### Partikelkonzentrationserfassung

Bei der kontinuierlichen Messung der Partikel wurde nach standardisierten Messvorschriften für den Arbeitsschutz vorgegangen [4, 5]. Die Erfassung der Partikelkonzentration erfolgt mit einem Aerosolspektrometer, Modell 1.105 (Fa. GRIMM-Aerosoltechnik, Aining). Die isokinetische Probenahme im Abluftstrom wurde saugseitig vorgenommen. Das Messintervall betrug eine Minute.

#### Luftvolumenstromerfassung

Ein kalibrierter Messventilator mit angeschlossenem Datenlogger (wie oben) zur Aufzeichnung der Frequenz diente der Erfassung des Luftvolumenstroms. Auch hier wurde ein Messintervall von einer Minute eingehalten. Der Messventilator war druckseitig auf dem Abluftschacht positioniert.

#### Partikelemission

Die Partikelemission ( $\mu\text{g}/\text{h}$ ) ergibt sich aus der Partikelmasse multipliziert mit dem Luftvolumenstrom. Für die Berechnung der Korrelationen wurden die Minuten-Werte in gleitende Halbstunden-Werte umgewandelt. Der Luftvolumenstrom hat einen Einfluss auf die Größenverteilung der Partikel. Je höher der Luftvolumenstrom ist, desto höher ist der Anteil von Partikeln mit größeren Äquivalentdurchmessern. Da in der vorliegenden Untersuchung lediglich eine Differenz von Nacht- und Tagestemperatur von drei K vorlag und der Luftvolumenstrom nur minimale Änderungen aufwies, konnte der beschriebene Einfluss bei Betrachtung der verschiedenen Größenklassen vernachlässigt werden.

#### Ergebnisse

Die Ergebnisse der Messungen von [1] und [2] werden durch eigene Messungen bestätigt. Am Tagesgang 1 in Bild 1 ist exem-

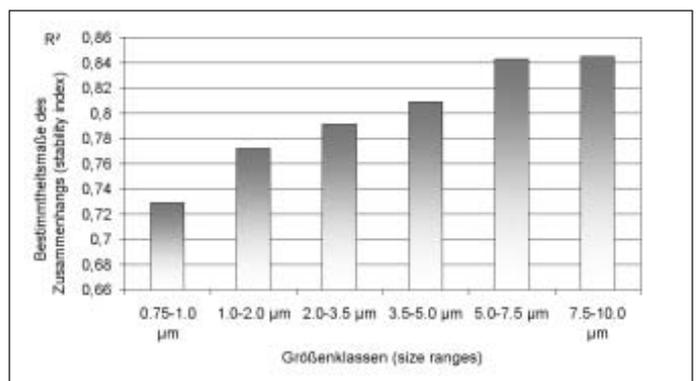
plarisch zu erkennen, dass vor allem die Tierkontrolle mit hoher Tieraktivität und daraus resultierender hoher Partikelemission verbunden ist. Während der Behälterfüllzeiten verweilt die Tieraktivität auf einem relativ konstanten Niveau. Als Grund dafür kann die ad libitum Trockenfütterung angegeben werden, bei der die Tiere durch einsetzende Fütterungszeit kaum eine Verhaltensänderung zeigen. Unabhängig von der Tierkontrolle kann der „Biorhythmus“ der Tiere nachvollzogen werden. Durch die vorgeschriebene Nachtbeleuchtung in den Mastabteilen verringert sich die Aktivität der Tiere nur in einem geringen Maße ( $\rightarrow$  Schwein als Dämmerungstier).

Es stellt sich die Frage, in welchem Maße die Tieraktivität mit der Partikelemission korreliert ist. Bild 2 zeigt die Punktwolke der Korrelation. Das berechnete Bestimmtheitsmaß über alle Größenklassen ( $R^2 = 0,8$ ) zeigt den erwarteten hohen Zusammenhang zwischen Tieraktivität und Partikelemission. Die anderen Tagesgänge lagen bei  $R^2 = 0,63$  und  $0,71$ . Die Ergebnisse bestätigen den erwarteten Zusammenhang.

Ein neuer Aspekt ist in dieser ersten Untersuchung bei der Betrachtung der Größenklassen gefunden worden. In Bild 3 wird hier exemplarisch für alle Tagesgänge ein stetiger Anstieg der Bestimmtheitsmaße mit den Größenklassen erkennbar. Je größer die Partikel sind, desto enger ist der Zusammenhang zur Tieraktivität. Für die Ermittlung dieser Bestimmtheitsmaße wurden die Halbstunden-Mittelwerte der Tieraktivitätsmessung mit den Halbstundenmittelwerten des Aerosolspektrometers in den jeweiligen Größenklassen verglichen.

Bild 3: Ermittelte Bestimmtheitsmaße für den Zusammenhang zwischen Tieraktivität und Partikelemission in verschiedenen Größenklassen

Fig 3: Calculated coefficients of determination between animal activity and particle emission in various size ranges



#### Diskussion

Durch höhere Tieraktivität gelangen mehr größere Staubpartikel in die Stallluft, die sonst aufgrund ihres Sedimentationsverhaltens am Boden oder auf Einrichtungsgegenständen des Stallabteils verblieben wären. Die Gesamtpartikelanzahlkonzentration [ $1/\text{m}^3$ ] steigt nur unwesentlich an, der Partikelmassenstrom dagegen schon, da diese größeren Partikel einen Großteil der Masse ausmachen. Auch ohne Tieraktivität befindet sich dagegen ein relativ konstanter Anteil an kleinen Partikeln in der Stallluft. Da mit steigender Tieraktivität erhöhte Staubemissionen zu verzeichnen sind, sollten unnötige Aktivitätsspitzen vermieden werden.

Der gute Korrelationskoeffizient am gezeigten Tagesgang kommt vor allem durch die zu vernachlässigende Änderung des Luftvolumenstroms zustande. Da dieser bei den beiden weiteren Tagesgängen durch niedrige Nacht- und hohe Tagestemperaturen größeren Schwankungen unterworfen war, liegen die Bestimmtheitsmaße nicht auf vergleichbarem Niveau. [6] nahmen in ihren Untersuchungen an, dass bei angenommener homogener Verteilung der Partikel in der Abluft dieselbe Staubkonzentration auch im Stallinnenraum vorherrschen müsste. Die Untersuchungen zeigten jedoch, dass genau dies nicht der Fall ist. Je höher der Luftvolumenstrom, desto geringer ist die Staubkonzentration und desto besser stimmen Stallinnenluft- und Abluftkonzentration überein.

#### Fazit und Ausblick

Die Höhe von Tieraktivität und Partikelemission sind eng miteinander korreliert. Gerade während der Aktivitätsphasen steigt die Emission stark an. Der steigende Anteil größerer Partikel an der Gesamtpartikelanzahl ist ein Grund für diese Tatsache. Mit weiteren Untersuchungen in diesem Projekt sollen diese ersten Untersuchungsergebnisse unterstützt und bestätigt werden. Emissionsmindernde Maßnahmen können nur dann bewertet werden, wenn Quelle und Ursache der erhöhten Emission bekannt sind.