

Torsten Hinz, Braunschweig

Messung luftgetragener Partikel in und aus der Geflügelhaltung

Partikel werden hauptsächlich in der Geflügelproduktion freigesetzt. Im Folgenden wird über Messungen in Hühner- und Putenställen und in der Abluft zwangsbelüfteter Anlagen berichtet. Für ein Beispiel eines natürlich belüfteten Putenstalles werden PM-10 Konzentrationen innerhalb und außerhalb des Gebäudes verglichen.

Dr.-Ing. Torsten Hinz ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Technologie und Biosystemtechnik (Leiter: Prof. Dr.-Ing. Axel Munack und Prof. Dr. K.-D. Vorlop) der FAL in 38116 Braunschweig, Bundesallee 50; e-mail: torsten.hinz@fal.de

Schlüsselwörter

PM-Konzentration, Stallluft, Emissionen, Umgebung, Geflügel

Keywords

PM-concentration, interior air, emission, environment, poultry

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 05224 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Die Freisetzung von luftgetragenen Partikeln in Ställen stellt ein vielschichtiges Problem dar und ist unter unterschiedlichen Gesichtspunkten zu betrachten. Partikel sind ein Teil der Stallluftqualität mit möglichen Auswirkungen auf die Gesundheit und das Wohlbefinden von Mensch und Tier. Dieser Frage nachzugehen, war in der Vergangenheit die hauptsächliche Aufgabe von Staubkonzentrationsmessungen in Tierställen.

Ein weiterer Aspekt im Problembereich Tierhaltung und Partikel sind die Emissionen aus den Ställen in die Umwelt. National wird eine Begrenzung von Partikel (Staub)emissionen durch die TA-Luft 2002 geregelt. International sind Partikelemissionen Teil grenzüberschreitender Strategien zur Luftreinhaltung. Dementsprechend werden sie auch in den Emissionsinventaren der Genfer Konvention über den weiträumigen Transport von Luftverunreinigungen (LTRAP) berücksichtigt [1].

Dies geschieht durch die Angabe der jährlich emittierten Mengen, die aus den Tierbestandszahlen und spezifischen Emissionsfaktoren, also unter Berücksichtigung der einzelnen Tierarten, berechnet werden. Hier fehlen belastbare Daten, insbesondere wenn berücksichtigt wird, dass sich die Emissionsfaktoren nicht auf den Gesamtstaub, sondern auf bestimmte Fraktionen beziehen. Derzeit wird PM10 gefordert, aber es ist anzunehmen, dass auch im Rahmen des CAFE Programms (clean air for Europe) die feineren Fraktionen PM2.5 und PM1 folgen werden.

Definitionen

Abhängig von Wirkung und Zielsetzung sind zum Beispiel von CEN, ISO oder US EPA verschiedene Partikelgrößenfraktionen definiert, die vom Gesamtstaub bis hin zu dem ultra feinen PM0.1 reichen.

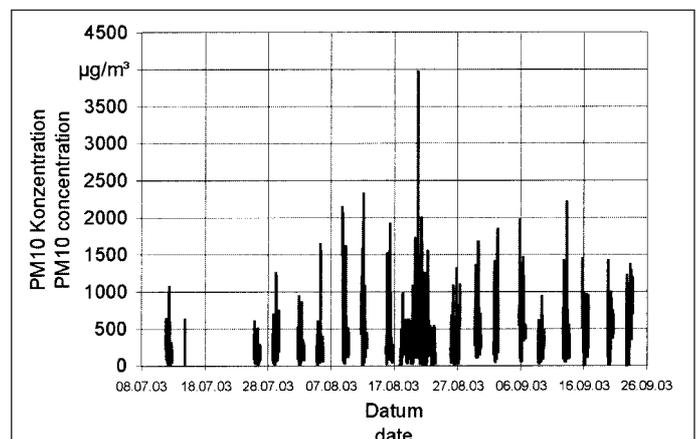
Die Wirkung von Partikeln auf Individuen hängt wesentlich von der Partikelgröße ab. Sie bestimmt die Wahrscheinlichkeit des Einatmens und der Deposition im Atemtrakt. In Konventionen werden dementsprechend verschiedene gesundheitsbezogene Partikelgrößenfraktionen festgelegt. Diese beschreiben massebezogene Trennfunktionen und sind als Spezifikation für Probenahme und Konzentrationsbestimmung zu verstehen [2].

Mit Bezug auf die Umwelt stammen von der US EPA [3] die Definitionen für PM10 und PM2.5. Die Indizes legen die Partikelgröße mit dem 50 % -Wert der Trennfunktion eines Abscheiders fest.

Ein Vergleich von Fraktionen unterschiedlicher Konventionen zeigt zum Teil gleiche 50 % Durchmesser, wie etwa PM10 und die thorakale Fraktion. Die zugehörigen Trennfunktionen verlaufen jedoch unterschiedlich. Die thorakale Fraktion berücksichtigt aerodynamische Durchmesser bis zu 40 µm, während PM10 bei 15 µm endet. Die Abscheidecharakteristik sollte stets mit angegeben werden. Ein Vergleich von Messergebnissen ist sonst nicht möglich.

Bild 1: PM10-Konzentration im Verlauf eines Mastdurchganges bei Puten

Fig. 1: PM10 concentration during a fattening period for turkey



Messmethode

Zur Bestimmung des Staubgehaltes wurden gravimetrische Methoden eingesetzt. Bei Messungen im Stall wird ortsfest eine zentrale Messstelle genutzt, um langfristig Einflüsse im Stall erkennen zu können. Personengetragene Messgeräte, die eine arbeitsplatzbezogene Ermittlung von Quellstärken ermöglichen, kamen nicht zum Einsatz. Die Ansauggeschwindigkeit bei der Probennahme beträgt 1,25 m/s bei einer Messhöhe über dem Boden von $1\text{ m} \pm 0,2\text{ m}$. Durch den Einsatz eines quasi online arbeitenden Staubmonitors vom Typ R&P TEOM 1400a ist die Aufnahme von Tagesgängen oder längeren Messperioden möglich. Durch die Verwendung von Vorabscheidern werden direkt die Fraktionen PM10 oder PM2.5 gemessen.

Diese Methode wird im Stall, aber auch zur Messung einer Immissionskonzentration in Stallnähe eingesetzt.

Der Emissionsstrom aus einem Stall wird durch die simultane Messung von Konzentration und Volumenstrom bestimmt. Die isokinetische Probennahme und die Auswahl der Messorte im Abluftkanal erfolgen in Anlehnung an standardisierte Verfahren [4].

Die lokale Strömungsgeschwindigkeit am Ort der Probennahme wird per Hitzdraht- oder Flügelradanemometer ermittelt. Durch die Auswahl des Sondendurchmessers und des einstellbaren Volumenstroms wird die isokinetische Bedingung eingestellt.

Zur Partikelabscheidung werden Glasfaserfilter zur Mengenbestimmung und Membranfilter, die einer nachfolgenden Partikelgrößenanalyse unterliegen [5], eingesetzt.

Zur Bestimmung des Partikelaustrages der betrachteten Anlage werden die Messungen an allen durchströmten Abluftschächten durchgeführt. Die Ventilatoren sind dabei verriegelt, so dass sich die Strömungsgeschwindigkeit nicht ändert. Mit der Annahme stationärer Zustände während des Messzeitraumes werden die Abluftkanäle nacheinander und nicht parallel vermessen.

In der Literatur sind Angaben über Emissionen zu finden, die auf Konzentrationsmessungen in der Stallluft basieren. Um diese Werte besser einschätzen zu können, wird zeitgleich mit den Emissionen an einer Referenzstelle im Stall die Konzentration ermittelt.

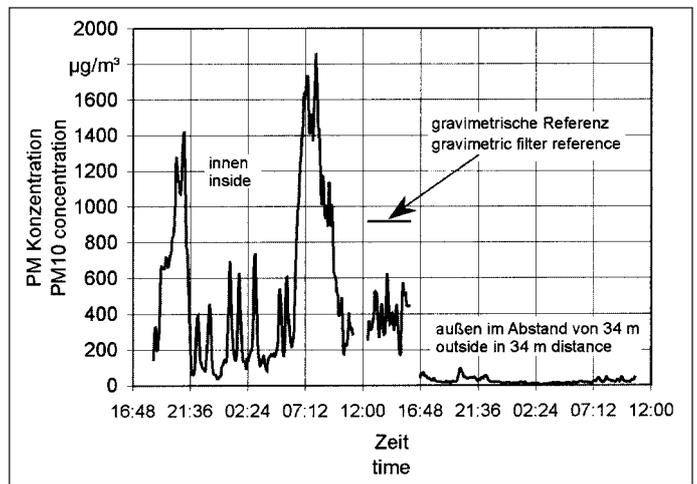
Tab. 1: Ergebnisse von Emissionsmessungen in der Geflügelhaltung

Tierart	Cab [mg/m ³]	r	E ₁ [mg/(h•Tier)]	E ₂ [g/(h•GV)]
Broiler 1	4,8 - 7,2	0,71 - 1,06		3,3
Broiler 2	9 - 15	0,94 - 1,6		1,23
Legehennen	1,3	1,8 - 2,1	1,25	
Pute	0,5 - 4,7	~1		2 - 8

Cab Konzentration in der Abluft E Emissionsfaktor
r Konzentrationsverhältnis zwischen Cab und der Innenkonzentration

Bild 2: PM10 innerhalb und außerhalb des natürlich belüfteten Putenstalls

Fig. 2: PM10 concentration inside and around a naturally ventilated turkey house



Untersuchte Ställe

Die Emissionen wurden bei den Puten in einem zwangsbelüfteten Putenmaststall gemessen, der als Versuchsstall zwar eine der Praxis angepasste Besatzdichte, aber nur eine geringe Anzahl von Tieren aufwies.

Die Bestimmung der Konzentration in der Stallluft erfolgte in dem Versuchsstall und in einem landwirtschaftlichen Betrieb mit einem alternativen, natürlich belüfteten Stall mit rund 3600 Hähnen. Hier fand auch die Immissionsmessung von PM10 statt.

Der untersuchte Broilerstall vom Louisiana-Typ beherbergte rund 16000 Tiere und wurde über mehrere Mastperioden beprobt.

In zwei zwangsbelüfteten Broilerställen mit 5000 und mit 9000 Tieren sowie in einem Legehennenstall mit 8000 Tieren in Käfigen wurden an jeweils einem Tag die Emissionen gemessen.

Ergebnisse

Für den Louisianastall mit Broilern liegt die Konzentration des Gesamtstaubes zwischen 1 und 14 mg/m³. Es besteht eine Proportionalität zwischen Konzentration und durchschnittlichem Tiergewicht. In Winterdurchgängen sind die Werte höher als im Sommer. Dies gilt auch für den Anstieg.

Auch bei den Puten herrscht im Winter im Stall höhere Partikelkonzentrationen. Allerdings werden nicht so hohe Werte erreicht wie bei den Broilern. In beiden Ställen werden selten und nur kurzfristig Werte von mehr als 6 mg/m³ gemessen. Eine Abhängigkeit der Partikelkonzentration vom Lebensalter der Tiere ist nicht eindeutig feststellbar. Dies gilt auch für den Verlauf von PM10, der in Bild 1 von der 9. bis zur 20. Woche über

jeweils zwei 24 h-Messungen pro Woche dargestellt ist. Für die gesamte Messperiode ergibt sich ein Mittelwert von etwa 0,4 mg/m³. Im Gegensatz zu den Daten im Stall sind die Emissionsdaten als Stichproben mit orientierendem Charakter anzusehen.

Tabelle 1 gibt die Ergebnisse der Emissionsmessungen wieder. Angegeben sind die Konzentrationswerte in den Abluftschächten, deren Verhältnis zur Konzentration an der Referenzstelle im Stall und Emissionsfaktoren bezüglich Anzahl Legehennen und GV Mastgeflügel.

Diese direkt gemessenen Werte bestätigen für die Hühner die Ergebnisse aus Messungen, bei denen die messtechnischen Grundforderungen nicht exakt erfüllt wurden [6]. Der mögliche Fehler wird durch das Verhältnis der Konzentration in der Abluft und im Stall verdeutlicht. Werte zwischen 0,7 und 2,1 wurden ermittelt.

Die angegebenen Werte beziehen sich auf den Gesamtstaub. Aus einer Partikelgrößenanalyse folgt die Information über den Anteil einzelner Fraktionen wie etwa PM10. Dieser wurde bei den Puten zu 25 % bestimmt. Für Broiler werden Werte von 40 % genannt.

Die eigentlichen Zielgrößen sind der Transport und die Verteilung von Stoffen in der Umwelt. In diesem Sinne ist PM10 als grobe Fraktion anzusehen, deren Konzentration rasch mit dem Abstand von der Quelle abnimmt. Um hierüber einen Eindruck zu gewinnen, wurde im Abstand von 34 m zum Stall in Windrichtung gemessen. Die Konzentration sinkt im Vergleich mit den Werten im Stall nach dieser relativ kurzen Transportdistanz bereits drastisch (Bild 2).

Fazit

Messungen der Partikelkonzentration innerhalb von Ställen zeigen für die Broilerhaltung höhere Werte als bei Mastputen. Die Emissionsfaktoren sind insgesamt niedrig.

Das Heranziehen von Konzentrationswerten, die im Stall gemessen wurden, kann zu deutlichen Fehlern führen, gibt aber die Größenordnung richtig wieder. Für Messungen mit Grenzwerten sind direkte Messungen in den Abluftschächten zu fordern.