

Felix Garlipp, Engel F. Hessel und Herman Van den Weghe

# Schwebstaubgenerierung aus Krippenfuttermitteln für Pferde in Abhängigkeit von der Art und Aufbereitung des Futters

Ziel der vorliegenden Studie war es, unterschiedliche Allein- und Mischfuttermittel für Pferde, auf deren Schwebstaubgenerierung unter Technikumsbedingungen zu analysieren. Zur Schwebstaubdifferenzierung wurden vier verschiedene Partikelfractionen analysiert:  $PM_{20}$  ( $< 20\mu m$ ),  $PM_{10}$  ( $< 10\mu m$ ),  $PM_{2,5}$  ( $< 2,5\mu m$ ) und  $PM_{1,0}$  ( $< 1\mu m$ ). Die Messungen zeigten, dass das Reinigen der Futtermittel (Hafer und Gerste) zu einer Reduktion der Schwebstaubgenerierung um bis zu 80% führte. Bei den verschiedenen industriell hergestellten Futtermitteln (Pellet und Müsli) traten in den Partikelfractionen  $PM_{20}$  und  $PM_{10}$  die signifikant geringsten Schwebstaubkonzentrationen auf. In der Partikelfraction  $PM_{1,0}$  konnte hingegen in einem Müsli-Futtermittel die höchste Schwebstaubkonzentration festgestellt werden.

## Schlüsselwörter

Pferdehaltung, Futtermittel, Schwebstaubpartikel

## Keywords

Horse husbandry, feed, airborne particles

## Abstract

Garlipp, Felix; Hessel, Engel F. and Van den Weghe, Herman

Airborne particle generation from horse feeds depending on type and processing

Landtechnik 64 (2009), no. 4, pp. 242 - 245, 3 figures, 1 table, 8 references

Aim of the study was to analyze and compare the generation of different airborne particle fractions of diverse feed types and feed processing techniques under standardized laboratory conditions. All measurements of airborne particle generation have been effected under standardized conditions in a closed chamber (1 x 1 x 1.5 m). The airborne particle concentration has been detected in four different particle fractions using four different sampling inlets:  $PM_{20}$  ( $< 20\mu m$ ),  $PM_{10}$  ( $< 10\mu m$ ),  $PM_{2,5}$  ( $< 2.5\mu m$ ) and  $PM_{1,0}$  ( $< 1\mu m$ ). It could

be shown that cleaning of oats and barley breed to a reduction in the  $PM_{20}$  and  $PM_{10}$  particle fraction concentration of 80%. The different compound feeds (Pellets, Mix) generated the significantly lowest concentration of  $PM_{20}$  and  $PM_{10}$  particle fraction. However in particle fraction  $PM_{1,0}$  the highest concentration could be analyzed in one of the mixes.

■ Häufig resultieren nicht infektiöse respiratorische Erkrankungen beim Pferd wie COPD oder Rhinitis aus erhöhten Schwebstaubkonzentrationen in der Stallluft [1]. Luftgetragene Partikel sind neben den Gehalten an Gasen insbesondere Ammoniak und Kohlenstoffdioxid ein bedeutender Faktor für die Stallluftqualität [2; 3]. Neben den unbelebten Bestandteilen können Staubpartikel auch Träger von Mikroorganismen, Pilzen und Endotoxinen darstellen, welche eine Vielzahl von Atemwegserkrankungen auslösen können [1; 4]. Dementsprechend ist die Qualität des Stallklimas einer der wichtigsten Faktoren zum Erhalt der Gesundheit und Leistungsfähigkeit eines Pferdes [1; 3]. Als Quellen für Schwebstaub in Pferdeställen konnten Einstreu sowie Raufutter in diversen Studien zweifelsfrei nachgewiesen werden [5; 6; 7]. Die Schwebstaubgenerierung aus Krippenfuttermitteln wird oftmals vernachlässigt, wobei diese im direkten Einatmungsbereich des Pferdes beim Füttern stattfindet und beim Fressen inhaliert wird. Derzeit gibt es keine Angaben darüber, wie hoch die Schwebstaubgenerierung [ $mg/m^3$ ] verschiedener Partikelfractionen ausgehend

Tab. 1

Futtermittel, welche in dieser Studie untersucht wurden  
 Table 1: Feeds used in the experiment

Futtermittel	Bearbeitungsweise
<b>Herkömmliche Kraftfuttermittel</b> <i>Straights</i>	
Hafer <i>Oats</i>	ungequetscht, ungereinigt <i>whole, uncleaned</i>
	gequetscht, ungereinigt <i>rolled, uncleaned</i>
	ungequetscht, gereinigt <i>whole, cleaned</i>
	gequetscht, gereinigt <i>rolled, cleaned</i>
Gerste <i>Barley</i>	ungequetscht, ungereinigt <i>whole, uncleaned</i>
	gequetscht, ungereinigt <i>rolled, uncleaned</i>
	ungequetscht, gereinigt <i>whole, cleaned</i>
	gequetscht, gereinigt <i>rolled, cleaned</i>
	geflockt <i>flaked</i>
<b>industriell hergestellte Kraftfuttermittel</b> <i>Compound feeds</i>	
	Pellet 5mm <i>pellets 5mm</i>
	Pellet 10mm <i>pellets 10mm</i>
	Müsli 1 (strukturarm) <i>mix 1 (poor in texture)</i>
	Müsli 2 (strukturreich) <i>mix 2 (rich in texture)</i>

von Krippenfuttermitteln ist. Ziel der vorliegenden Studie war es daher, verschiedene Allein- und Mischfuttermittel in Abhängigkeit von der Verarbeitung (Reinigung, Quetschen, industrielle Herstellung), in Bezug auf die Höhe ihrer Schwebstaubgenerierung ( $PM_{20}$ ,  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$ ,  $PM_{1,0}$ ), unter standardisierten Bedingungen zu analysieren.

### Material und Methode

Für die Untersuchungen wurden insgesamt 13 Futtermittel ausgewählt. Hierbei wurde zwischen herkömmlichen (Hafer und Gerste unterschiedlicher Bearbeitungsweise) und industriell hergestellten Kraftfuttermitteln unterschieden (Tabelle 1).

Das Reinigen der Futtermittel Hafer und Gerste erfolgte im Vorfeld der Untersuchungen mithilfe des Aspirateur Optima 2002 NA (Zuther GmbH, Karwitz). Durch eine Verteilschnecke im Einlaufbehälter gelangen die Materialien in die Maschine. Durch einen kontinuierlichen Luftvolumenstrom werden die Grobteile abgesaugt. Anschließend wird das Getreide volummäßig aufgeteilt und läuft über acht Feinkornsiebe. Wenn sie verlassen werden, wird das Getreide erneut durch einen Luftstrom gereinigt.

Das Quetschen der jeweiligen Futtermittel wurde mithilfe der Quetsche „Universal“ (Sommer Maschinenbau, Osnabrück) durchgeführt. Dafür wird das Getreide durch zwei Hartstoffwalzen (Quetschwalzen) in einem Abstand von 1mm gequetscht.

Die Gersteflocken, Pellet- und Müsli Futtermittel wurden von einem zertifizierten Futtermittelunternehmen hergestellt und zur Verfügung gestellt. Für die Herstellung von Flocken, Pellet- oder Müsli Futtermitteln wird das Rohmaterial vor der Verarbeitung in einem Wasserbad gereinigt. Unter hohem Druck und Temperaturen von bis zu 105°C werden die Materialien aufgeschlossen, bevor diese dann gemischt, geflockt oder pelletiert werden.

Vor Beginn der Schwebstaubmessungen wurde von jedem Futtermittel der Trockenmassegehalt (TM in %) analysiert. Zusätzlich wurde durch Sieben der jeweiligen Futtermittel die Partikelzusammensetzung in fünf Fraktionen (9,9mm, 5mm, 2mm, 1mm, < 1mm) bestimmt.

Mithilfe des gravimetrisch messenden Online-Schwebstaubmessgerätes TEOM 1400a (Rupprecht und Patashnick Company, USA) wurde von jedem Futtermittel die Schwebstaubgenerierung [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] über 60 Minuten analysiert (pro Minute ein Messwert). Dieses wurde in eine eigens für diese Studie entwickelte Staubkammer (1,5m x 1m x 1m) integriert. 2kg von jedem Futtermittel wurden standardisiert über einen Einfüllbehälter mit Schiebevorrichtung der Kammer zugeführt. Zur Schwebstaubdifferenzierung wurden vier verschiedene Messköpfe, in drei Wiederholungen pro Futtermittel, nacheinander verwendet (n = 156):

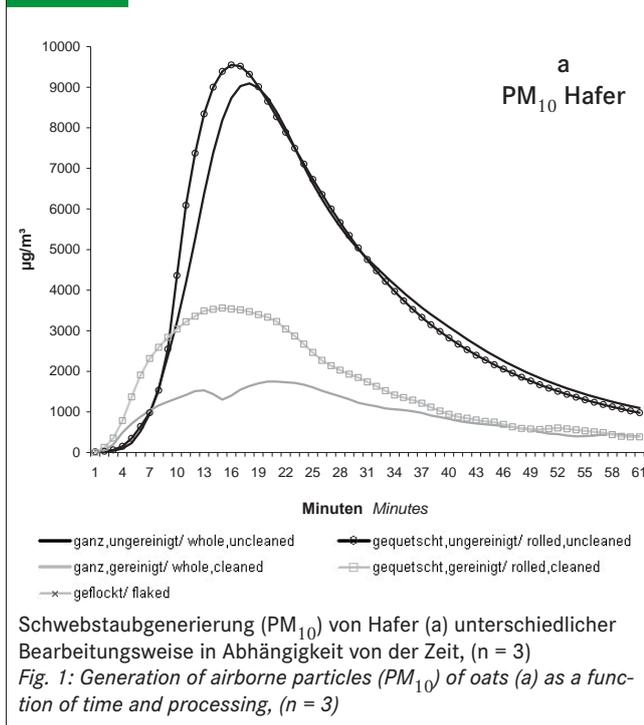
- $PM_{20} \leq 20\mu\text{m}$  (Gesamtschwebstaub)
- $PM_{10} < 10\mu\text{m}$  (thoraxgängiger Schwebstaubanteil)
- $PM_{2,5} < 2,5\mu\text{m}$  (alveolargängiger Schwebstaubanteil)
- $PM_{1,0} < 1,0\mu\text{m}$  (alveolargängiger Schwebstaubanteil).

Alle Messungen fanden unter standardisierten Bedingungen (relative Luftfeuchte = 45% Temperatur = 18°C) statt. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mithilfe des Programms SAS 9.1 (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA). Für die Auswertung der einzelnen Partikelfraktionen wurde jeweils die mittlere Maximalschwebstaubkonzentration ( $C_{\text{max}}$  [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]) und die mittlere 60-Minuten-Schwebstaubkonzentration ( $C$  [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]) mit dazugehöriger Standardabweichung (SD [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]) ermittelt. Mithilfe des t-Tests wurden signifikante Unterschiede ( $P \leq 0,05$ ) zwischen den jeweiligen Futtermitteln ermittelt.

### Ergebnisse und Diskussion

**Trockenmassebestimmung und Partikelzusammensetzung.** Die Bestimmung der Trockenmasse der einzelnen Futtermittel ergab Werte im Bereich von 84,9% bis 90%. Die höchste Trockenmasse (90%) wies das Pellet (5mm) auf und die niedrigste (84,9%) das Müsli 1. In Bezug auf die Partikelzusammensetzung der jeweiligen Futtermittel zeigten Müsli 1 (17,9%) und die gequetschte nicht gereinigte Gerste (13,7%) den höchsten Anteil an Partikeln der Größe < 2mm. Im Vergleich dazu hatten die Futtermittel Hafer (gereinigt und gequetscht, gereinigt),

Abb. 1

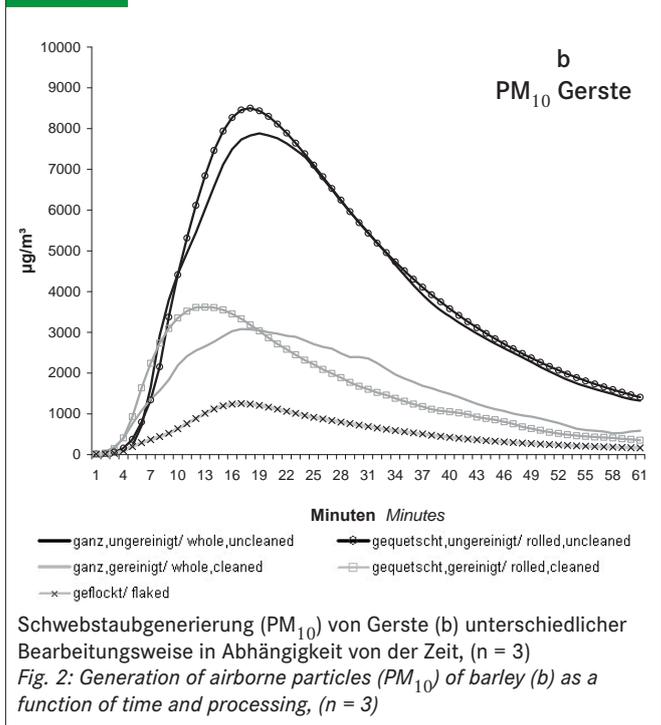


beide Pelletsorten und Müsli 2 einen Anteil von weniger als 1% der Partikelfraktion < 2mm.

**Schwebstaubmessungen der herkömmlichen Kraftfuttermittel am Beispiel Hafer.** Ungereinigter Hafer (ganz und gequetscht) wies im Gegensatz zu gereinigtem Hafer signifikant höhere PM<sub>20</sub>, PM<sub>10</sub> und PM<sub>1,0</sub> Partikelkonzentrationen auf. Das Reinigen führte zu einer Reduktion der PM<sub>20</sub>- und PM<sub>10</sub>-Staubfraktionen um ca. 80% und PM<sub>2,5</sub>- und PM<sub>1,0</sub>-Staubfraktionen um ca. 30-50%. Dieser Trend konnte auch in einer weiteren Praxisuntersuchung nachgewiesen werden, dort führte die Reinigung des Hafers zu einer etwa 84,4% geringeren Schwebstaubbelastung in der Stallluft [8]. Das Quetschen von Hafer (gereinigt und nicht gereinigt) führte in der vorliegenden Arbeit zu einem signifikanten Anstieg der mittleren maximalen Schwebstaubbelastung um 20% (PM<sub>20</sub> und PM<sub>10</sub>) im Vergleich zum nicht gequetschten Hafer. Dies konnte jedoch für die alveolargängigen Partikelfraktionen PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>1,0</sub> nicht festgestellt werden. Dort ging die signifikant höchste Schwebstaubkonzentration von ungereinigtem, nicht gequetschtem Hafer aus.

**Schwebstaubmessungen der herkömmlichen Kraftfuttermittel am Beispiel Gerste.** Die ungereinigte, gequetschte Gerste generierte die signifikant höchsten PM<sub>20</sub>-Schwebstaubkonzentrationen. In der PM<sub>10</sub>-Fraktion konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen nicht gereinigter, gequetschter und nicht gereinigter, nicht gequetschter Gerste analysiert werden. Signifikante Unterschiede konnten jedoch zwischen gereinigter, gequetschter und gereinigter, nicht gequetschter Gerste gemessen werden. Die gereinigte, gequetschte Gerste generierte signifikant höhere Schwebstaubkonzentrationen. Die

Abb. 2



geringste Schwebstaubgenerierung wies die geflockte Gerste auf. Der Effekt des Reinigens stellte sich ähnlich wie beim Hafer dar. Im Vergleich zum Hafer konnte die signifikant höchste Schwebstaubkonzentration der alveolargängigen Partikelfraktion (PM<sub>2,5</sub>) bei der nicht gereinigten, gequetschten Gerste nachgewiesen werden. **Abbildung 1** und **Abbildung 2** stellen den mittleren 60-Minuten-Schwebstaubkonzentrationsverlauf der Partikelfraktion PM<sub>10</sub> von Hafer (a) und Gerste (b) unterschiedlicher Bearbeitungsweisen dar.

**Schwebstaubmessungen der industriell hergestellten Kraftfuttermittel am Beispiel Pellet- und Müsli-futtermittel.** In den Partikelfraktionen PM<sub>20</sub> und PM<sub>10</sub> generierten beide Müsliarten bis zu 20% niedrigere Schwebstaubkonzentrationen im Vergleich zu beiden Pelletsorten. Bezüglich der alveolargängigen Partikelfraktionen PM<sub>2,5</sub> und PM<sub>1,0</sub> wies Müsli 1 eine der höchsten mittleren 60-Minuten-Schwebstaubkonzentrationen auf, welche annähernd mit der von ungereinigtem, nicht gequetschtem Hafer zu vergleichen ist. Die Ursache dafür könnte der hohe Gehalt an geschroteten sowie getrockneten Bestandteilen des Müsli-futtermittels sein. Der Vergleich der Pelletsorten, in Abhängigkeit von der Größe (5mm und 10mm), ergab keine signifikanten Unterschiede in der Höhe der Schwebstaubgenerierung in allen Partikelfraktionen. Die industriell hergestellten Futtermittel weisen im Vergleich zu den herkömmlichen Futtermitteln bis zu 80% niedrigere mittlere 60-Minuten-Schwebstaubkonzentrationen (C<sub>mean</sub> [µg/m<sup>3</sup>]) der Partikelfraktionen PM<sub>20</sub>, PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> auf. **Abbildung 2** stellt vergleichend die Unterschiede in der Schwebstaubgenerierung (PM<sub>10</sub>) der industriell hergestellten Futtermittel gegenüber Hafer

unterschiedlicher Bearbeitungsweisen graphisch dar.

### Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen, dass es sinnvoll ist, herkömmliche Futtermittel wie Hafer und Gerste zu reinigen. Der Einsatz von industriell hergestellten Futtermitteln führt zu einer signifikant niedrigeren Schwebstaubbelastung innerhalb der Partikelfraktion  $PM_{20}$  und  $PM_{10}$ . Die Zusammensetzung des Müslifuttermittels könnte einen Einfluss auf die erhöhten Schwebstaubkonzentrationen der alveolargängigen Partikelfraktionen haben.

### Literatur

- [1] Seedorf, J. und Hartung, J.: Stäube und Mikroorganismen in der Tierhaltung. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., (Hrsg.), KTBL-Schrift 393, KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster, 2002, ISBN 978-3784321455
- [2] Woods, P.S., Robinson, N.E., Swanson, M.C., Reed, C.E., Broadstone, R.V., Derksen, F.J.: Airborne dust and aeroallergen concentration in a horse stable under two different management systems. *Equine Veterinary Journal* 25 (3), (1993), pp. 172-174
- [3] Meyer, H. und Coenen, M.: Pferdefütterung – 4. Erweiterte und aktualisierte Auflage. Parey Buchverlag, Berlin, 2002, ISBN 978-3830440215
- [4] Zeitler-Feicht, M.H.: Handbuch Pferdeverhalten, 2. Auflage. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 2008, ISBN 978-3-80001-5579-8
- [5] Zeitler, M.H.: Staub-, Keim- und Schadgasgehalt in der Pferdestallluft, unter besonderer Berücksichtigung der FLH (Farmer's lung hay) Antigene. *Tierärztl. Umschau* 41, (1986), S. 839-845

Tierärztl. Umschau 41, (1986), S. 839-845

- [6] Bartz, J.: Staubmessungen im direkten Einatmungsbereich eines Pferdes mit Hilfe eines „personal samplers“. Diss. Tierärztliche Hochschule Hannover (1992)
- [7] Fleming, K., Hessel, E.F., Van den Weghe, H.F.A.: Evaluation of factors influencing the generation of ammonia in different bedding materials used for horse keeping. *Journal of Equine Veterinary Science* 28 (4), (2008), pp. 223-231
- [8] Haake, B.: Felduntersuchungen zum Einfluss von Einstreu und Futterart auf die Luftqualität in freigelüfteten Boxen in einem Reitstall. Diss. Tierärztliche Hochschule Hannover (1992)

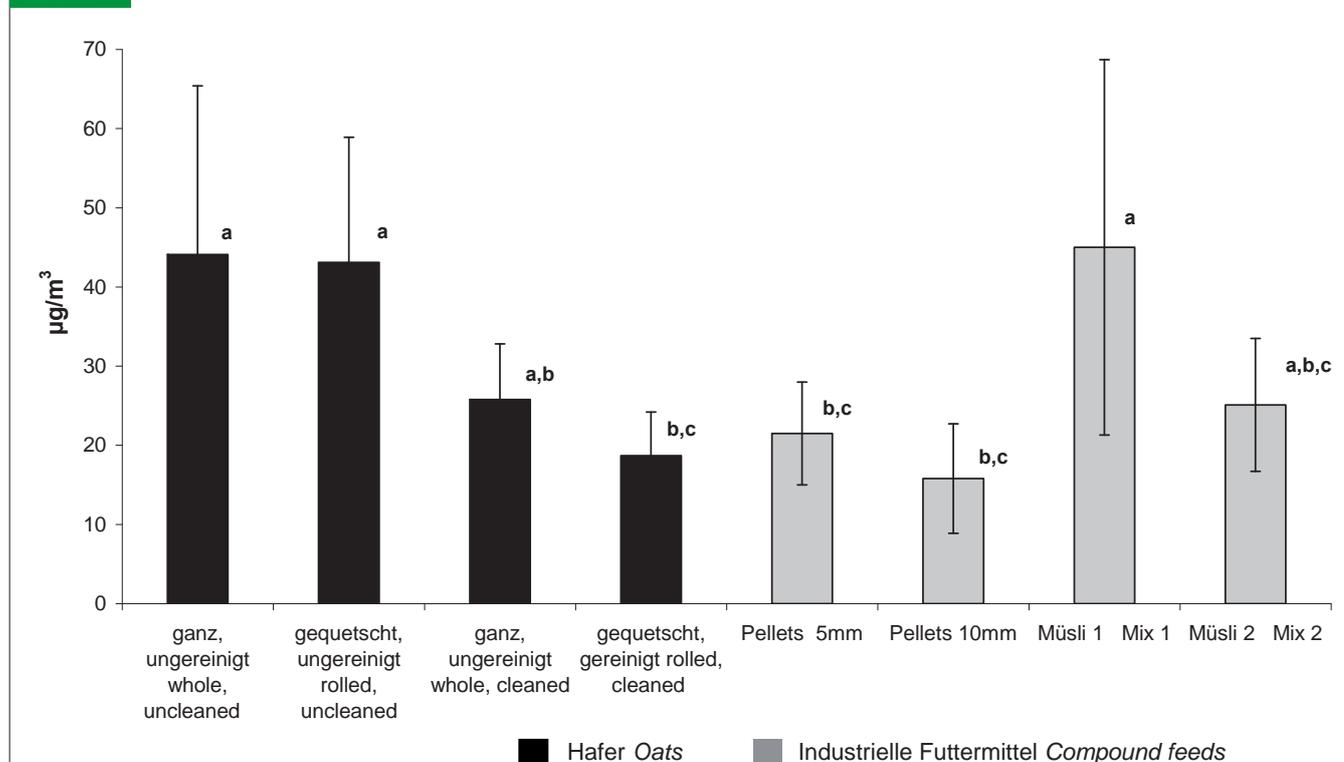
### Autoren

**M.Sc. agr. Felix Garlipp** ist Doktorand in der Abteilung Verfahrenstechnik in der Veredelungswirtschaft des Departments für Nutztierwissenschaften der Fakultät für Agrarwissenschaften an der Georg-August-Universität Göttingen in Vechta, Universitätsstr. 7, 49377 Vechta; E-Mail: fgarlip@uni-goettingen.de

**PD Dr. agr. Engel F. Hessel** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin der Abteilung Verfahrenstechnik in der Veredelungswirtschaft des Departments für Nutztierwissenschaften der Fakultät für Agrarwissenschaften an der Georg-August-Universität Göttingen in Vechta E-Mail: earkena@gwdg.de

**Prof. Dr. Ir. Herman F. A. Van den Weghe** ist Leiter der Abteilung Verfahrenstechnik in der Veredelungswirtschaft des Departments für Nutztierwissenschaften in der Fakultät für Agrarwissenschaften an der Georg-August-Universität Göttingen. E-Mail: herman.vandenweghe@agr.uni-goettingen.de

Abb. 3



Mittelwerte ( $n = 3$ ) der 60-Minuten-Schwebstaubkonzentrationen ( $C_{\text{mean}}$  [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]) der Partikelfraktion  $PM_{1,0}$  von Hafer unterschiedlicher Bearbeitungsweise und den industriell hergestellten Futtermitteln; a,b,c = Werte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant voneinander ( $P \leq 0,05$ )

Fig. 3: Means ( $n = 3$ ) of total 60-minute  $PM_{1,0}$  particle fraction concentration ( $C_{\text{mean}}$  [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]) within oats after different processing and compound feeds; a,b,c = means without a common letter differ significantly ( $P \leq 0.05$ )