

E. ZUSAMMENFASSUNG

Staubmessungen in Pferdeställen werden bislang mit Hilfe *stationärer* Meßgeräte in der Tierumgebung durchgeführt. Diese Vorgehensweise ermöglicht nur bedingt eine Aussage über die Staubkonzentrationen im *unmittelbaren Einatmungsbereich* der Tiere.

In dieser Arbeit wird geprüft, ob der Staubgehalt im unmittelbaren Einatmungsbereich eines Pferdes höher ist als in der Umgebung, und welchen Einfluß die Haltungform auf die Staubkonzentrationen der unmittelbaren Einatemungsluft des Pferdes hat.

Dazu wurden zwei in der Arbeitsplatzüberwachung benutzte Vorrichtungen zur Staubmessung am Menschen (*personal sampler*) umgestaltet und unter verschiedenen Stallhaltungsbedingungen an einem Pferd eingesetzt.

Der "personal sampler am Pferd" besitzt zwei Meßköpfe, die mit aufladbaren kleinen Pumpen betrieben werden. Die Meßköpfe werden rechts und links des Nasenbereichs am Halfter des Pferdes angebracht und stellen keine Belästigung des Tieres dar. Die Pumpen sind leicht in kleinen Satteltaschen auf dem Rücken des Tieres zu befestigen. Ihre Laufzeit kann bis 12 Stunden betragen.

Die *Meßköpfe* sind unterschiedlich aufgebaut. Meßkopf 1 ist ein IOM-Gesamtstaubfilter. Er enthält eine Filterscheibe aus PVC mit der Porengröße $5,0 \mu\text{m}$ und erfaßt den *Grobstaub*. Der zweite Filterkopf ist ein Zyklonfilter. Er scheidet den Grobstaub ab und erfaßt nur den verbleibenden *Feinstaub*. Dazu wird eine Cellulose-Filterscheibe der Porengröße $0,8 \mu\text{m}$ benutzt.

Die Filter werden vor dem Einsatz in einem Raum mit definierter Temperatur und relativer Luftfeuchte konditioniert. Das gleiche Verfahren wird nach der Probennahme vor der Gewichtsbestimmung durchgeführt. Die Staubkonzentration (in mg/m^3 Luft) ergibt sich aus der Kenntnis von Staubgewicht und Luftvolumen. Durch Addition der Gewichte des Grobstaubes und Feinstaubes wird der *Gesamtstaubgehalt* ermittelt.

Die gleiche Meßeinrichtung wurde parallel bei den Versuchen stationär im Stall über die gleiche Versuchszeit eingesetzt. Die Versuchszeit betrug an jedem Versuchstag sechs Stunden, gleichbleibend in der Zeit von 7⁰⁰ bis 13⁰⁰ Uhr.

Begleitend wurde jeweils zu Beginn eines Meßtages eine Bestimmung des *Ammoniakgehaltes* der Stallluft mit einem Gasspürgerät und Prüfröhrchen durchgeführt. Außerdem wurde der *Keimgehalt* der Stallluft täglich zweimal

sowohl mit dem Reuter-Centrifugal-Sammler auf drei Selektivnährmedien (Gesamtkeimzahl, Hefen und Schimmelpilze, coliforme und andere Enterobakteriazeen) als auch über das Koch'sche Plattenabsetzverfahren mit zwei Selektivnährböden (Gesamtkeimzahl, Hefen und Schimmelpilze) erfaßt. *Lufttemperatur und Feuchtigkeit* zeichnete ein Thermohygrograph jeweils für die Stallluft und für die Außenluft kontinuierlich auf. Der *Sedimentationsstaub* wurde über jeweils sechs Tage in den Ställen erfaßt und auf seinen *Endotoxingehalt* untersucht.

Die Versuche wurden unter vier verschiedenen Haltungsbedingungen (Versuchsabschnitte, auch als Phasen bezeichnet) durchgeführt. Für den *ersten Versuchsabschnitt* wurde eine *offene Box* benutzt, in der das Pferd über die offenstehende Tür direkten Luftkontakt zur Umgebung hatte. Es wurde trockenes Heu gefüttert und Stroh als Einstreu verwendet (konventionelle Haltung).

Im *zweiten Versuchsabschnitt* wurde in der gleichen Box eine Staubreduzierung durch die Verfütterung von nassem Heu und die Verwendung von Hobelspänen als Einstreu versucht.

Im *dritten Versuchsabschnitt* wurde das Pferd wieder in die gleiche Box gestellt, jedoch völlig ohne Einstreu, nur mit trockener Heuration und Tränkwasser. Abweichend von den anderen Versuchsabschnitten wurden hier die stationäre Staubmessung und die Erfassung der Mikroorganismen nicht im Stall, sondern in der Außenluft, etwa 1 m vom Stall entfernt, durchgeführt. Ammoniak und Sedimentationsstaub wurden in diesem Versuchsabschnitt nicht erfaßt.

Im *vierten Versuchsabschnitt* stand das Pferd auf Stroh und wurde mit trockenem Heu gefüttert. Diese Box befand sich in einem *geschlossenen Stallgebäude*.

Im *unmittelbaren Einatmungsbereich* des Pferdes wurden *Grobstaubkonzentrationen* von 1,25 mg/m³ Luft bis 2,72 mg/m³ Luft gefunden. Diese Werte liegen um 259 bis 354 % über den Parallelmessungen am *stationären Meßplatz*. Ebenfalls signifikante bis hochsignifikante Unterschiede zeigen sich beim *Gesamtstaub*. Die Gesamtstaubkonzentration am Pferd übertrifft diejenige des stationären Meßplatzes um 190 bis 273 %.

Für den *Feinstaub* gelten diese Verhältnisse nur eingeschränkt: In den Versuchsabschnitten eins und vier liegen die Feinstaubkonzentrationen der tiernahen Messung um 148 bis 238 % *über* denjenigen der stationären

Messung. Im Versuchsabschnitt zwei hingegen liegt umgekehrt der Wert der tiernahen Messung ($0,38 \text{ mg/m}^3$ Luft) um 11 % *unter* dem Wert der stationären Messung.

Der *Vergleich der unterschiedlichen Haltungsformen* in den Versuchsabschnitten zeigt, daß die Belastung des Pferdes mit Feinstaub und Gesamtstaub in der Box im *geschlossenen Stall* bei Verfütterung von trockenem Heu und Verwendung von Stroheinstreu mit $1,39 \text{ mg/m}^3$ Luft (Feinstaub) und $4,11 \text{ mg/m}^3$ Luft (Gesamtstaub) signifikant (95 %-Wahrscheinlichkeit) höher war als unter allen anderen geprüften Haltungsformen.

Im Grobstaubgehalt der unmittelbaren Einatemungsluft des Pferdes unterschied sich nur die staubarme Haltung in der offenen Einzelbox mit $1,25 \text{ mg/m}^3$ signifikant von der Haltung im geschlossenen Stall mit $2,72 \text{ mg/m}^3$.

Die Verwendung von Hobelspänen als Einstreumaterial in Kombination mit der Verfütterung von Naßheu vermochte den Feinstaubgehalt der Stallluft nicht zu senken, sondern erhöhte ihn sogar um etwa 30 %. Der Feinstaub zeigte einen signifikant (etwa eine Zehnerpotenz) geringeren Gehalt an *Sporen von Hefen und Schimmelpilzen*.

Die *Gesamtkeimzahl* der Stallluft wies in allen untersuchten Haltungsformen keine signifikanten Unterschiede auf. Sie lag im Mittel bei etwa 11.000 KbE/m^3 Luft.

Coliforme und andere Enterobakteriaceen lagen in dem Versuchsabschnitt mit Naßheufütterung und Hobelspaneinstreu mit etwa 450 KbE/m^3 Luft deutlich niedriger als in den übrigen Versuchsabschnitten (etwa 1.500 KbE/m^3 Luft). In diesem Abschnitt war auch die Belastung der Stallluft mit *Pilzsporen* (etwa 950 KbE/m^3 Luft) deutlich (um eine Zehnerpotenz) geringer als in den anderen Haltungsformen.

Die Menge des *Sedimentationsstaubes* war in den drei gemessenen Versuchsabschnitten mit 284,81 mg, 279,83 mg und 258,80 mg nicht signifikant verschieden. Der *Endotoxingehalt* in dem Staub war bei der staubarmen Haltung (Naßheufütterung, Hobelspaneinstreu) mit $133,0 \text{ } \mu\text{g/g}$ deutlich niedriger als bei der konventionellen Haltung (trockenes Heu, Stroheinstreu) in derselben Box ($257,0 \text{ } \mu\text{g/g}$) und am höchsten im geschlossenen Stall ($375,5 \text{ } \mu\text{g/g}$). Eine Korrelation (95 %-Basis) des Endotoxingehaltes mit den Ergebnissen der Bestimmung von Coliformen und anderen Enterobakteriaceen auf Selektivnährböden war für die Phase 4 gegeben. *Ammoniak* wurde bei allen geprüften Haltungsformen nur in Mengen von ma-

ximal zwei ppm ermittelt.

Die Untersuchungen zeigen, daß der Staubgehalt in der unmittelbaren Einatemluft des Pferdes *höher* ist als in der Tierumgebung.

Das Heu ist als *Hauptstaubemittent* anzusehen.

Die Haltung in einer *offenen Box* vermindert die Staubbelastung der Stalluft. Dies trifft auch für die Verfütterung von nassem Heu und die Verwendung von Hobelspaneinstreu zu.

Aufgrund dieser Untersuchung mit dem "personal sampler für Pferde" wird die schon früher erhobene tierhygienische Forderung nach Unterbringung von Pferden in offenen Boxen oder Offenställen bestätigt. Das entwickelte Gerät eignet sich uneingeschränkt zur Darstellung solcher Sachverhalte. Die tiernahe Staubmessung sollte auch unter anderen Haltungsbedingungen und bei anderen Tierarten geprüft werden.

F. SUMMARY

Jürgen Bartz

Measuring dust in the direct breathing area of a horse with a "personal sampler".

Until now dust measuring in horse stables has been done as *area sampling* with stationary instruments in the surrounding stable air of the horse. This procedure only allows limited statements about the dust concentrations in the direct breathing area of the animals.

In this thesis it is tested, whether the dust content in the *direct breathing area* of a horse is higher than in the surrounding stable air, and which influence the housing type has on the dust concentration in the direct breathing area of the horse.

For this purpose two devices used in workplace supervision for dust measuring in humans (*personal sampler*) had been remodeled and used in different housing types at a horse.

The "personal sampler for horses" has two measuring heads, working with accu-driven pumps. The measuring heads are attached on both sides of the nostrils at the horse's halter and don't irritate the animal. The pumps can be fixed easily in little saddlebags at the horse's back. Their running time can be up to 12 hours.

The measuring heads are different. Number one is an I.O.M.-total dust head. It contains a PVC-filter with a pore size of $5.0 \mu\text{m}$ and collects the *respirable dust*. The second measuring head is a cyclone. It picks out the respirable dust and collects only the *inhalable dust*. For this a cellulose-filter with a pore size of $0.8 \mu\text{m}$ is used.

Before use the filters are conditioned in a room of defined temperature and air humidity. The same procedure is practised after the sampling before weighing. The dust concentration (in mg/m^3 air) results of dust weight and air volume. Addition of the weight of the respirable dust and the inhalable dust gives the total dust.

The same instruments are used parallel for *stationary measuring* in the stable for the same sampling time. The sampling time of every measuring day is six hours,

approximately from 7⁰⁰ clock a.m. to 1⁰⁰ p.m.

Additionally there is done one registration of *ammonia* in the stable air with a Gasspürgerät and testing tubes at the beginning of every measuring day. The *airborne microorganisms* are registered twice a day with the Reuter-centrifugal-sampler at three different agar stripes (total number of microbial particels, yeasts and moulds, number of coliform bacteria and other enterobacteria) and as well with the Koch's sedimentation principle at two different agars (total number of microbial particels, yeasts and moulds). *Humidity and temperature* are continuously registered in the stable air and outdoors with a thermohygrographe. On a sheet metal *sedimentary dust* in the stable is sampled for a whole measuring phase (six days), weightened and the *endotoxin* content is determined.

The tests have been done in four housing types (test periods). In *the first period* an open box was used, in which the horse because of the always open stable door had direct contact to the air out of the stable. The hay was fed dry and the bedding material was straw (traditional housing).

In *the second period* in the same box there was tried a dust reduction by feeding wet hay and using wood shavings as bedding material.

In *the third period* the horse was again in the same box, but without any bedding, only with his dry hay and drinking water. Unlike the other periods the area sampling of dust and the measuring of microorganisms wasn't done in the stable in this period but in the air outside the box, about 1 m away from it. Ammonia and sedimentary dust haven't been measured in this period.

In *the fourth period* the horse was stabled with straw as bedding material and was fed dry hay. This box was in a closed stable building.

The concentration of respirable dust measured in the *direct breathing area* of the horse was between 1.25 mg/m³ air and 2.72 mg/m³ air. This is about 259 - 354 % more than in *area sampling*. A significant and highly significant difference was also observed in the total dust content. The concentration of total dust measured by personal sampling was between 190 and 273 % higher than the concentration measured by area sampling.

Concerning the inhalable dust this relation was valid only in some parts: In period one and four the concentration of the inhalable dust measured by personal sampling was 148 - 238 % higher than the one measured by area sampling. In period two, however, the personal sampling contrary shows about

11 % *less* inhalable dust than the area sampling.

The *comparison of the different housing types* in the periods of the test shows the horse's strain with inhalable dust (1.39 mg/m³ air) and total dust (4.11 mg/m³ air) in the box in the closed stable with straw bedding and feeding of dry hay being significant (validity 95 %) higher than in every other housing type of the test.

The direct breathing area's content of respirable dust was only in the dust reduced housing in the open box with 1.25 mg/m³ air significantly different from the box in the closed stable with 2.72 mg/m³ air.

The use of wood shavings as bedding material in combination with feeding of wet hay didn't reduce the content of inhalable dust in the stable air but even enlarged it for about 30 %. The inhalable dust in this period showed significant (about as ten as less) lower content of spores of yeasts and moulds.

The *total number of microbial particels* was of no significant difference in all housing types of the test. It had an average of about 11,000 CfU/m³ air.

Coliforms and other enterobacteria had been much lower in the period with wood shavings and wet hay (about 450 CfU/m³ air) than in the other periods (average 1,500 CfU/m³ air). In this period the stable air's content of fungal spores (about 950/m³ air) was as well much lower (as ten as less) than in the other housing types.

The *sedimentary dust* wasn't significantly different in the three tested periods: 284.81 mg, 279.83 mg and 258.80 mg. The content of endotoxins in the sedimentary dust was in the dust reduced period (wood shavings, wet hay) significantly lower (133.0 µg/g) than in the traditional (dry hay, straw bedding) housing in the same box (257.0 µg/g) and highest in the closed stable (375.5 µg/g). A correlation (95 % level) of this to the values of the measuring of coliforms and other enterobacteria with agar stripes was given for period four.

Ammonia is registered in all housing types of the test less than two ppm.

The tests show the dust content in the direct breathing area of the horse, measured by personal sampling, being higher than in the surrounding stable air measured with area sampling.

Hay is to be seen as main dust emittent.

Housing in an *open box* reduces the dust content of the stable air. Also the feeding of wet hay and use of wood shavings as bedding material has this effect.

This test with the "personal sampler for horses" confirms the former demand of animal hygiene to keep horses in open stables or open boxes. The remodeled measuring set is suitable unlimited for the described tests. Dust measuring in the direct breathing area should be done as well in other species and housing types.