

Aus der Medizinischen und Gerichtlichen Veterinärklinik
Professur für Innere Krankheiten der Pferde
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Vergleich der Pferdehaltung in bäuerlich-ländlichen Kleinbetrieben mit
derjenigen in hauptberuflichen, städtischen Pferdewirtschaftsbetrieben im
Hinblick auf einen möglichen Zusammenhang mit Atemwegserkrankungen

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades beim
Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von
SWANTJE ARNDT

Gießen 2001

Aus der Medizinischen und Gerichtlichen Veterinärklinik
Professur für Innere Krankheiten der Pferde
der Justus-Liebig-Universität Gießen
Betreuer: Prof. Dr. H.H.L. Sasse

Vergleich der Pferdehaltung in bäuerlich-ländlichen Kleinbetrieben mit
derjenigen in hauptberuflichen, städtischen Pferdewirtschaftsbetrieben im
Hinblick auf einen möglichen Zusammenhang mit Atemwegserkrankungen

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades beim
Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von
SWANTJE ARNDT
Tierärztin aus Berlin

Gießen 2001

Mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Dekan: Prof. Dr. M. Reinacher

1. Berichterstatter: Prof. Dr. H.H.L. Sasse

2. Berichterstatter: Prof. Dr. L.F. Litzke

Tag der mündlichen Prüfung: 9.8.2001

*Meinen Eltern
und meiner Schwester Feline*

INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG	1
2.	SCHRIFTTUM	2
2.1.	Atemwegserkrankungen	2
2.1.1.	Akute Entzündungen der Atemwege	2
2.1.2.	Chronisch-obstruktive Entzündungen der Atemwege	3
2.1.2.1.	Ätiopathogenese	3
2.1.2.1.1.	Die Bronchiale Hyperreagibilität	4
2.1.2.1.2.	Die Störung der mukoziliären Clearance	5
2.1.2.2.	Symptomatik und Vorkommen der COPD	6
2.2.	Krankheitsursachen	8
2.2.1.	Infektiöse Agenzien	9
2.2.1.1.	Viren	9
2.2.1.1.1.	Influenza A-Virus	9
2.2.1.1.2.	Equines Herpesvirus	10
2.2.1.1.3.	Equines Arteritisvirus	10
2.2.1.1.4.	Reovirus	11
2.2.1.1.5.	Multikausale virale Erreger	11
2.2.1.2.	Bakterien	12
2.2.1.2.1.	Monokausale bakterielle Erreger	12
2.2.1.2.2.	Multikausale bakterielle Erreger	12
2.2.1.2.3.	Bakterien in der Stallluft	13
2.2.1.3.	Parasiten	13
2.2.1.3.1.	Dictyocaulus arnfieldi	13
2.2.1.3.2.	Parascaris equorum	14
2.2.1.4.	Pilze	15
2.2.1.4.1.	Luftsackmykosen	15
2.2.1.4.2.	Lungenmykosen	15
2.2.2.	Einfluß der Haltungsbedingungen auf die Entstehung von Infektionskrankheiten	16
2.2.2.1.	Einfluß der Haltungsart	16
2.2.2.2.	Einfluß der Stallluft	16
2.2.2.3.	Einfluß der Belegung	18
2.2.2.4.	Einfluß der Nutzung	19
2.2.2.5.	Einfluß des Managements	19
2.2.2.6.	Impfstatus des Einzeltieres und der Population	20
2.2.3.	Allergische Reize	22
2.2.3.1.	Pilze	26
2.2.3.2.	Milben	29
2.2.3.3.	Pollen	30
2.2.3.4.	Heustaub	30
2.2.4.	Einfluß der Haltungsbedingungen auf die Belastung mit Allergenen	31
2.2.4.1.	Einfluß der Haltungsart	31
2.2.4.2.	Einfluß der Stallluft	31
2.2.4.3.	Einfluß der Belegung	31
2.2.4.4.	Einfluß der Nutzung	31
2.2.4.5.	Einfluß des Managements	32

2.2.4.5.1.	Einstreu und Mistung	32
2.2.4.5.2.	Futter	33
2.2.5.	Chemische Reize	34
2.2.5.1.	Ammoniak	35
2.2.5.1.1.	Entstehung und Schadwirkung	35
2.2.5.1.2.	Maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK)	36
2.2.5.2.	Schwefelwasserstoff	37
2.2.5.2.1.	Entstehung und Schadwirkung	37
2.2.5.2.2.	Maximale Arbeitsplatzkonzentration	37
2.2.5.3.	Kohlendioxid	37
2.2.5.3.1.	Entstehung und Schadwirkung	37
2.2.5.3.2.	Maximale Arbeitsplatzkonzentration	38
2.2.6.	Einfluß der Haltungsbedingungen auf die Schadgaskonzentration	38
2.2.6.1.	Einfluß der Haltungsart auf die Schadgaskonzentration	38
2.2.6.2.	Einfluß der Stallluft auf die Exposition mit Schadgasen	38
2.2.6.3.	Einfluß der Belegung auf die Schadgaskonzentration	39
2.2.6.4.	Einfluß des Managements auf die Schadgaskonzentration	39
2.2.7.	Mechanische Reize	40
2.2.7.1.	Staub in der Stallluft	40
2.2.7.2.	Schadwirkungen durch Staub	42
2.2.8.	Einfluß der Haltungsbedingungen auf die Staubbelastung für das Pferd	43
2.2.8.1.	Einfluß der Haltungsart auf die Staubbelastung	43
2.2.8.2.	Einfluß der Stallluft auf die Exposition mit Staub	45
2.2.8.3.	Einfluß der Belegung auf die Staubkonzentration	46
2.2.8.4.	Einfluß der Nutzung auf die Staubkonzentration	47
2.2.8.5.	Einfluß des Managements auf die Staubkonzentration	47
2.2.8.5.1.	Einstreu	47
2.2.8.5.2.	Mistung	50
2.2.8.5.3.	Futter	50
2.2.8.5.4.	Fegen	54
2.2.8.5.5.	Lagerung von Heu und Stroh	54
2.2.9.	Toxische Reize	55
2.2.9.1.	Bakterielle Endotoxine	55
2.2.9.2.	Mykotoxine	56
2.2.10.	Einfluß der Haltungsbedingungen auf die Belastung mit toxischen Reizen	56
3.	MATERIAL UND METHODEN	57
3.1.	Zielsetzung	57
3.2.	Auswahl des Pferdmaterials	57
3.3.	Der Fragebogen	57
3.3.1.	Verarbeitung der Daten in einer Excel-Datei	61
3.3.2.	Erläuterungen zum Fragebogen	61
3.4.	Die Kundendatei	65
3.4.1.	Verarbeitung der Daten in einer Excel-Datei	65
3.4.2.	Erläuterungen zur Kundendatei	66
3.4.2.1.	Art der Krankheit	66
3.4.2.2.	Therapie und Therapiedauer	67
3.4.2.3.	Art des Stalles	67

3.5.	Statistische Auswertung	68
4.	ERGEBNISSE	70
4.1.	Das Pferdematerial	70
4.2.	Vergleich von Atemwegserkrankungen in Klein- und Großbetrieben	71
4.3.	Jahreszeitabhängiges Auftreten von Atemwegserkrankungen	72
4.4.	Haltung und Nutzung der Pferde	73
4.4.1.	Aufstallung	73
4.4.2.	Einstreu und Mistung	74
4.4.3.	Fütterung	75
4.4.4.	Fegen der Stallgasse	76
4.4.5.	Lagerung von Heu und Stroh	77
4.4.6.	Nutzung	78
4.5.	Impfstatus	84
4.5.1.	Vergleich des Impfstatus in Klein- und Großbetrieben	85
4.5.2.	Impfstatus bei akuten Erkrankungen	86
4.6.	Therapie und Therapieerfolg	87
4.7.	Verbesserungen der Haltung durch den Pferdebesitzer	87
4.7.1.	Verbesserungen der Haltung während der Therapie	87
4.7.2.	Verbesserungen der Haltung nach der Therapie	88
4.7.3.	Vergleich der Verbesserungen während und nach der Therapie	89
4.8.	Abgänge	90
5.	DISKUSSION	91
5.1.	Das Pferdematerial	91
5.2.	Alter bei chronischen und akuten Atemwegserkrankungen	91
5.3.	Jahreszeitabhängiges Auftreten von Atemwegserkrankungen	92
5.4.	Haltung und Nutzung der Pferde	93
5.4.1.	Aufstallung	93
5.4.2.	Einstreu und Mistung	94
5.4.3.	Fütterung	95
5.4.4.	Fegen der Stallgasse	97
5.4.5.	Lagerung von Heu und Stroh	97
5.4.6.	Nutzung	98
5.5.	Atemwegserkrankungen im Vergleich von Klein- und Großbetrieben	100
5.6.	Impfstatus	104
5.6.1.	Vergleich des Impfstatus in Klein- und Großbetrieben	106
5.6.2.	Impfstatus bei akuten Erkrankungen	107
5.7.	Verbesserungen der Haltung durch den Pferdebesitzer	107
5.8.	Abgänge	109
5.9.	Schlußfolgerungen	110
6.	ZUSAMMENFASSUNG	111
7.	SUMMARY	112
8.	LITERATURVERZEICHNIS	113
9.	ANHANG	130

VERZEICHNIS DER VERWENDETEN ABKÜRZUNGEN

A1	Influenza A/Equi-1
A2	Influenza A/Equi-2
BALF	broncho-alveolar lavage fluid
BALT	bronchus-associated lymphoid tissue
BAT	Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte
χ^2	Chi-Quadrat
°C	Grad Celsius
COB	Chronisch obstruktive Bronchitis
COPD	chronic obstructive pulmonary disease
DDSP	dorsal displacement of the soft palate
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
EHV	Equines Herpesvirus
FG	Freiheitsgrade
FN	Fédération Equestre Nationale: Nationale Reiterliche Vereinigung
g	Gramm
ggrd.	geringgradig
h/Tag	Stunden pro Tag
IgA; IgG; IgE	Immunglobulin A; Immunglobulin G; Immunglobulin E
KBE	Koloniebildende Einheiten
LPS	Lipopolysaccharide
MAK	Maximale Arbeitsplatzkonzentration
n	Stichprobenumfang
ng/m ³	Nanogramm pro Kubikmeter
μm	Mikrometer
p	probability = Irrtumswahrscheinlichkeit
PELF	pulmonal epithelial lining fluid (epithelnahe Fraktion der BALF)
ppm	parts per million
SPAOPD	summer pasture associated obstructive pulmonary disease
spp.	species (Art)
subsp.	subspecies
\bar{x}	arithmetischer Mittelwert
\tilde{x}	Median
x_{\min}	Minimalwert
x_{\max}	Maximalwert
$x_{0.25}$	25 %-Quartil
$x_{0.75}$	75 %-Quartil
ZNS	Zentralnervensystem

1. EINLEITUNG

Noch immer sind Erkrankungen der Atmungsorgane beim Pferd Gegenstand intensiver Forschung. Bislang ist die Ätiopathogenese vieler respiratorischer Erkrankungen nicht vollständig geklärt. Einigkeit besteht aber darüber, daß die Haltungsbedingungen sowohl für die Prophylaxe als auch für die Therapie von Atemwegserkrankungen eine entscheidende Rolle spielen. Schon PERCIVALL (1853) stellte fest, daß „die Natur Krankheiten mit der Domestikation des Pferdes als Strafe verknüpft hat“. Es ist die Aufgabe von Tierärzten, im Pferdebesitzer ein Bewußtsein für eine artgerechte, der Gesundheit des Pferdes förderliche Umwelt zu schaffen. Um dieser Aufgabe gerecht zu werden, ist es von Nöten,

1. die Haltung der Pferde zu kennen,
2. gesundheitsbeeinträchtigende Haltungen zu erkennen und
3. die Bereitschaft des Besitzers zu Veränderungen in der Pferdehaltung einschätzen zu können

Diese Arbeit hat zum Ziel, die Pferdehaltung in hauptberuflichen, städtischen Pferdewirtschaftsbetrieben mit der in bäuerlich-ländlichen Kleinbetrieben im Hinblick auf Atemwegserkrankungen zu vergleichen. Weiterhin soll die Bereitschaft des Besitzers zur Verbesserung der Haltung seines lungenkranken Pferdes ermittelt sowie derzeit übliche Haltungsformen anhand einer Pferdepopulation im Rhein-Main-Gebiet dargestellt werden. Die Krankheitsursachen werden erläutert und optimale Haltungsbedingungen dargelegt.

2. SCHRIFTTUM

2.1. Atemwegserkrankungen

Beim Pferd gibt es eine Vielzahl von möglichen respiratorischen Erkrankungen. In einer Studie von DIXON et al. (1995a) litten 54,8 % der 270 untersuchten Pferde an einer chronisch-obstruktiven Lungenerkrankung (COPD), während bei 16,7 % eine akute Infektion der Atemwege diagnostiziert wurde. Infektionserreger und Umweltfaktoren spielen bei dieser Art der Atemwegserkrankungen eine sehr wichtige Rolle (ROBINSON et al., 1996).

2.1.1. Akute Entzündungen der Atemwege

Zu den wichtigsten akuten Entzündungen der Atemwege zählt die akute Bronchitis, die häufig vergesellschaftet ist von einer Tracheobronchitis, einer Laryngitis bzw. Pharyngitis oder, vor allem bei Jungtieren, einer Bronchopneumonie. Diese Erkrankungen können durch eine Vielzahl biotischer und abiotischer Faktoren entstehen (HAMANN, 1999). Häufigste Ursache für akute Erkrankungen des Respirationstraktes sind virale Infektionen. Selten sind Bakterien, Parasiten oder Pilze ursächlich beteiligt. An abiotischen Faktoren sind die Stallluft (Staub, trockene Luft, reizende Gase) sowie Streß, der zu einer Immunsuppression führen kann, zu nennen (HAMANN, 1999).

Symptome akuter Atemwegserkrankungen sind Husten, Fieber, Nasenausfluß, Tränenfluß, leicht auslösbarer Husten sowie eine meist expiratorische oder gemischte Dyspnoe (GOERLICH, 1988; CARMAN et al., 1997). Eine Schwellung der submandibulären Lymphknoten wurde nur bei Pferden mit infektiösen Atemwegserkrankungen festgestellt (DIXON et al., 1995b).

2.1.2. Chronisch-obstruktive Entzündungen der Atemwege

Chronische Erkrankungen der Atemwege gehören nach den Störungen des Bewegungsapparates zu den häufigsten Krankheiten unserer Hausferde (HUG, 1937; GERBER, 1973; KÖNING, 1983; SOMMER et al., 1988; BRACHER et al., 1991). Unter ihnen haben die chronisch-obstruktiven Erkrankungen der Lunge die größte Bedeutung erlangt. Dabei handelt es sich um einen Symptomkomplex unterschiedlicher Genese, der im wesentlichen durch Chronizität und Obstruktion gekennzeichnet ist (SASSE, 1971; KRAFT et al., 1987).

Chronisch-obstruktive Entzündungen der Atemwege sind im deutschsprachigen Raum unter dem Begriff der COB (chronisch obstruktive Bronchitis) zusammengefaßt. Nach den histologischen Untersuchungen von KAUP et al. (1990b) sollte besser der von SASSE (1971) in die Veterinärmedizin eingeführte Begriff „COPD“ (chronic obstructive pulmonary disease) oder der Begriff einer „chronisch obstruktiven Lungenerkrankung“ verwendet werden, da die Veränderungen nicht nur die Bronchien, sondern auch den Alveolarbereich betreffen können (HAMANN, 1999).

2.1.2.1. Ätiopathogenese

Wie der Name COPD bereits vermuten läßt, ist die wichtigste pathologische Veränderung die Obstruktion der kleinen Bronchien und Bronchioli (HAJER und SASSE, 1980; DEEGEN et al., 1987; KRAFT et al., 1987; SASSE, 1995). Die Obstruktion beruht sowohl auf einem Bronchospasmus, als auch auf einer Anhäufung von Sekret in den Atemwegen (ROBINSON et al., 1996) sowie auf einer durch Ödembildung und Gewebsproliferation bedingten entzündlichen Schleimhautschwellung (HAJER und SASSE, 1980; van den INGH, 1985).

Es werden zur Zeit zwei krankhafte Veränderungen für die Pathogenese von chronischen Atemwegserkrankungen verantwortlich gemacht: die bronchiale Hyperreagibilität und die Störung der mukoziliären Clearance (DEEGEN, 1984; SASSE et al., 1985a; DEEGEN et al., 1987; KRAFT et al., 1987; SASSE, 1995).

2.1.2.1.1. Die Bronchiale Hyperreagibilität

Die Reagibilität der Atemwege auf inhalede Substanzen ist ein natürlicher Abwehrmechanismus, um z.B. durch Verengung der Bronchien die Inhalation größerer Partikel zu verhindern (SASSE, 1995). Liegt eine abnorme, erhöhte Reaktionsbereitschaft vor, so spricht man von einer Hyperreagibilität. Es wird zwischen einer spezifischen (allergenbedingten) und unspezifischen Hyperreagibilität unterschieden (KLEIN und DEEGEN, 1985). Eine bronchiale Hyperreagibilität kann mit dem Histamininhalationsprovokationstest nachgewiesen werden. An COPD leidende Pferde reagieren auf geringe Konzentrationen Histamin mit einem Bronchospasmus (KLEIN und DEEGEN, 1985), während bei lungengesunden Pferden eine bis zum Teil 1000 mal höhere Konzentration für denselben Effekt benötigt wird (DEEGEN et al., 1987).

Nach DEEGEN et al. (1987) und SASSE (1995) steht am Anfang der COPD eine Infektion mit Viren, Bakterien oder Parasiten oder eine Inhalation von Antigenen oder Endotoxinen. Beim Kontakt von Allergenen und Mastzellen kommt es zur Ausschüttung von Entzündungsmediatoren in die Zellzwischenräume (spezifische Hyperreagibilität). Die Reaktionsbereitschaft der Bronchien gegenüber potentiell bronchokonstriktorisch wirkenden Reizen, z.B. Staub, wird erhöht (unspezifische Hyperreagibilität).

Nach der Theorie von NADEL (1980) wird die Bronchokonstriktion über einen vagalen Reflexbogen vermittelt: Infolge einer Schädigung des Atemwegsepithels werden die Zellverbindungen, die sogenannten „tight junctions“, gelöst. Dadurch werden darunter liegende „irritant receptors“ freigelegt, welche nun sehr viel leichter erregt werden können. Eine Reizung dieser freiliegenden, vagalen Nervenendigungen führt zu einer Bronchokonstriktion. Dieser Vorgang wird als „unspezifische Hyperreagibilität“ bezeichnet. Neben der direkten Wirkung führt auch eine indirekte Reizung der „irritant receptors“ durch freiwerdende Entzündungsmediatoren, allen voran das Histamin, zu einem Bronchospasmus (NOLTE, 1974).

2.1.2.1.2. Die Störung der mukoziliären Clearance

Die Reinigung der Atemwege von Fremdpartikeln erfolgt neben dem Hustenreflex und der Reinigung über Surfactant auch über die mukoziliäre Clearance (KRAFT et al., 1987; SASSE, 1995). Die mukoziliäre Clearance wird durch die Flimmerbewegung von zilientragenden Zellen sowie der Schleimsekretion durch Becherzellen und submuköse Drüsen (DROMMER und KAUP, 1984) und in den terminalen Bronchien durch zilienlose, schleimproduzierende Clara-Zellen ermöglicht (KAUP et al., 1990b). Die gebildete Schleimschicht besteht aus einer oberflächlichen, viskösen Gel-Phase und einer epithelnahen, flüssigen Sol-Phase. Der Reinigungsmechanismus wirkt durch Abfangen der Partikel in der Gelschicht und einer oral gerichteten Zilienbewegung. Dabei tauchen die Zilienspitzen beim oral gerichteten Schlag in die Gelschicht ein und transportieren somit die gesamte Gelschicht mit den eingefangenen Partikeln. Der Rückschlag der Zilien erfolgt in der Sol-Phase (DROMMER und KAUP, 1984).

TURGUT und SASSE (1989) ermittelten eine signifikant geringere Clearance-Rate bei COPD-kranken Pferden als bei gesunden Pferden.

Nach DEEGEN et al. (1987) führt eine Inhalation partikelreicher Luft zur Störung der tracheobronchialen (mukoziliären) Clearance. Es kommt zu einer inapparenten Form der COPD, ohne daß immunologische Reaktionen stattfinden müssen. Die Zilien vermindern ihre Aktivität, und es kommt teilweise zum Zilienverlust. Es erfolgt ein Umbau des Bronchialepithels, welcher mit einer Proliferation von Becherzellen einhergeht. Die Verfestigung des Bronchialschleimes beruht auf einer abnormen Zunahme der Gelschicht bei gleichzeitiger Verringerung der Solschicht sowie auf einem erhöhten Anteil an Entzündungszellen. Die Folge ist ein Sekretstau und ein gestörter Abtransport inhalierter Partikel (DEEGEN, 1984). Die Produktion einer größeren Menge Bronchialsekretes mit zugenommener Viskosität wird als „Dyskrie“ bezeichnet. Die Dyskrie verursacht dadurch auch eine gestörte mukoziliäre Clearance (TURGUT und SASSE, 1989). Im histologischen Bild der COPD lassen sich Zilienverlust und -anomalien, Vermehrung von schleimbildenden Becherzellen und Aufbau eines mehrschichtigen Epithels erkennen (KAUP et al., 1990a+b).

DROMMER und KAUP (1984) betonen die Schädigung der zilientragenden Zellen durch epitheliotrope Viren und selten auch durch epitheliotrope Bakterien. Ebenso kann das Einatmen von chemisch-toxischen Gasen zum Verlust der Zilien und einer Vermehrung und Hypersekretion von Becherzellen führen (JOHANNSEN et al., 1987).

Mangelnde Bewegung kann ebenfalls zu einer Störung der pulmonalen Reinigungsaktivität führen, da die durch Bewegung ausgelöste sympathoadrenerge Stimulierung der mukoziliären Clearance ausbleibt (DEEGEN, 1992; HAMANN, 1999).

2.1.2.2. Symptomatik und Vorkommen der COPD

Nach der Auffassung von MAYER (1980) ist das Leitsymptom der chronischen Bronchitis der chronische Husten, der laut McPHERSON und THOMSON (1983) über mindestens drei Monate anhält. McPHERSON und THOMSON (1983) konnten häufig Leistungsabfall bei chronisch lungenkranken Pferden beobachten, während nach DIXON et al. (1995b) Leistungsabfall und extreme Dyspnoe nach Anstrengung keine zuverlässigen Parameter für eine Lungenerkrankung waren.

Im Anfangsstadium sind nur selten abnorme Auskultationsbefunde der Lunge offensichtlich, und eine Diagnose kann häufig nur mit technischem Aufwand betrieben werden, wie z.B. durch Lungenfunktionstests oder Endoskopie (SASSE, 1996). Nach GOERLICH (1988) gingen chronische Entzündungen einher mit Husten (75,8 %), pathologischen Auskultationsbefunden der Lunge (46,8 %) und seltener Nasenausfluß (28,6 %).

Im Endstadium der COPD sind die klassischen klinischen Zeichen eine hochgradige, gemischte Dyspnoe mit weit geöffneten Nüstern, abdominalem Atemtyp, einer durch Hypertrophie der Bauchmuskulatur produzierten, charakteristischen Dampfritte (CLARKE, 1987c; SASSE, 1996), einer doppelschlägigen Atmung (McPHERSON und THOMSON, 1983; CLARKE et al., 1987), einer langsamen Erholungszeit nach Belastung sowie abnormen Auskultationsbefunden (EYRE, 1972; BEECH, 1991). Es ist

ein typisches Hiemen und Giemen hörbar. Die Atemfrequenz ist häufig erhöht (EYRE, 1972; McPHERSON und THOMSON, 1983). Husten und Nasenausfluß sind nicht immer vorhanden (SASSE, 1996).

In Studien von DIXON et al. (1995b) waren Pferde mit chronischen Atemwegserkrankungen signifikant älter (im Durchschnitt neun Jahre) als Pferde mit akuten Infektionen des Respirationstraktes. Nach GERBER (1973) betrug das Durchschnittsalter 9,45 Jahre, wobei 66,5 % der Patienten zehn Jahre und jünger waren. Das deckt sich mit Angaben von McPHERSON et al. (1979b), die COPD hauptsächlich bei sechs bis zehn Jahre alten Pferden fanden. Die jüngsten Tiere waren drei Jahre (GERBER, 1973), nach McPHERSON et al. (1979b) sogar nur zwei Jahre alt.

COPD tritt häufiger in der nördlichen Hemisphäre auf, wo Pferde aufgestellt gehalten und mit Heu gefüttert werden (MAIR und DERKSEN, 2000). Seltener ist diese Erkrankung in Kalifornien und Australien, wo ein trockenes und warmes Klima herrscht (ROBINSON et al., 1996). THOMSON und McPHERSON (1984) konnten COPD-erkrankte Pferde durch reine Umstellung auf eine heu- und strohlose Haltung innerhalb von vier bis 14 Tagen in einen symptomfreien Zustand überführen. Den Umkehrschluß liefert CLARKE (1993a): Eine massive Exposition mit Stallstaub bewirkt bei Pferden mit Atemwegsaffektionen eine Intensivierung der Symptomatik bzw. eine Verlängerung der Krankheitsdauer unabhängig davon, ob es sich um ein allergisches Geschehen handelt oder nicht.

Nach McPHERSON et al. (1979b) tritt COPD unabhängig von Geschlecht, Rasse, Körpergewicht und Jahreszeit auf.

2.2. Krankheitsursachen

Als Ursachen für Atemwegserkrankungen kommen infektiöse Agenzien, wie Viren, Bakterien, Pilze und Parasiten, allergische Reize durch Staub und die in ihm enthaltenen allergisierenden Bestandteile, chemische Reizung in Form von Schadgasen, mechanische Irritationen durch Staub und toxische Effekte in Frage.

Tabelle 1 zeigt die Bedeutung der genannten Ursachen für die Gesundheit des Respirationstraktes:

Tab. 1: Bestandteile des luftgetragenen Stallstaubes und ihre Bedeutung für die Gesundheit des Respirationstraktes aus (tier-)medizinischer Sicht (KAMPHUES, 1993; HARTUNG, 1998)

Stallstaubkomponenten	Mögliche Schädwirkungen auf den Atmungstrakt				
	Mechan. Irritation	Infektion	Allergisierung	Toxische Effekte	Chem. Reizung
Feinanteile des Futters, Abrieb	+		(+)	(+)	
Kotpartikel, Harnkristalle	+	+	+		
Hautabschilferungen (Epithelien, Borsten, Haare)	++		(+)		
Schimmelpilze und Sporen		+	++		
Bakterien und Bakterientoxine		++		++	+
Milben- und Milbenkot (Mehl- und Hausstaubmilben)	+		++		
Viruspartikel		++			
Schwefelwasserstoff				++	
Ammoniak				+	++
Kohlenmonoxid (bei Betrieb v. Motoren, Gas- und Ölbrennern)				++	

Es folgen Erläuterungen zu den infektiösen (2.2.1.), allergischen (2.2.3.), chemischen (2.2.5.), mechanischen (2.2.7.) und toxischen (2.2.9.) Krankheitsursachen.

2.2.1. Infektiöse Agenzien

2.2.1.1. Viren

Den Viren wird eine große Bedeutung bei der Ätiologie von Atemwegsproblemen zugesprochen (HAJER und SASSE, 1980; THEIN, 1980; EICHHORN, 1990; BEECH, 1991; HALLIWELL et al., 1993; MAYR, 1999). Epitheliotrope Viren sind in der Lage, zilienträgende Zellen zu schädigen und das Eindringen von Bakterien in die Mukosa zu fördern (DROMMER und KAUP, 1984). MAYER (1980) und HALLIWELL et al. (1993) gehen davon aus, daß sich aus akuten viralen Infektionen der Atemwege entweder durch Nichtbehandlung oder unzureichende Therapie, durch zu frühzeitigen Arbeitseinsatz oder zusätzliche irritierende Faktoren, wie chemische Gase, mechanisch reizende oder allergisierende Stäube, chronische Erkrankungen der Atemwege entwickeln können. GERBER (1973) hat bei einem Ausbruch von akuter Influenza in der Schweiz beobachtet, daß 47 % der infizierten Tiere nach der akuten Phase weiterhin husteten. Inwieweit ein Virus die Ursache einer Lungenerkrankung war, läßt sich meistens nur noch schwer zurückverfolgen, da zum Zeitpunkt der Erkrankung meistens kein Virus mehr zu isolieren ist (HAJER und SASSE, 1980). Häufig läßt sich eine alleinige Ursache nicht ausmachen, vielmehr handelt es sich um ein synergistisches Zusammenspiel infektiöser und nicht infektiöser Faktoren (EICHHORN, 1989).

Es folgen die wichtigsten monokausalen Erreger, d.h., diese Erreger können allein aufgrund ihrer infektiösen Eigenschaften beim Tier eine Atemwegserkrankung verursachen (MAYR, 1999).

2.2.1.1.1. Influenza A-Virus

Influenzaviren gehören zur Familie der Orthomyxoviridae. Im Gegensatz zu der Spezies Influenza B und C kommt die Spezies Influenza A im Tierreich vor. Beim Pferd wurde die historische Einteilung in die beiden Subtypen A/Equi-1 (A1) und A/Equi-2 (A2) beibehalten (MAYR, 1999). Der Subtyp A1 wird bei relativ stabilen Antigenen kaum noch isoliert und besitzt demzufolge nur noch eine geringe Bedeutung bei der

Entstehung von respiratorischen Erkrankungen (EICHHORN, 1990). Im Gegensatz dazu hat sich der Subtyp A2 durch mehrfache Antigendrift von seinem 1963 in Miami isolierten Stamm so weit entfernt, daß ältere Impfstoffe laut LANGE (2000) gegen aktuelle Antigene wirkungslos sind.

Influenza A/Equi-1 und A/Equi-2 Viren sind hoch kontagiös und verursachen die Pferdeinfluenza, die auch als Hoppegartener Husten oder Pferdegrippe bekannt ist (MAYR, 1999). Nach THEIN (1988) spielen Influenzaviren die wichtigste Rolle bei seuchenhaft verlaufenden Atemwegsinfektionen. Die Erreger siedeln sich vorzugsweise in den unteren Atemwegen an (THEIN, 1997b).

2.2.1.1.2. Equines Herpesvirus

Equine Herpesviren vom Typ 1 und 4 (EHV1 und EHV4) gehören zur Familie der Herpesviridae, in die Subfamilie der Alphaherpesvirinae. EHV1 verursacht Aborte bei Stuten und respiratorische Erkrankungen bei Fohlen (LIEBERMANN, 1992; MAYR, 1999), während EHV4 ätiologisch vorwiegend mit Erkrankungen des oberen Respirationstraktes in Verbindung gebracht wird (BRUNNER et al., 1998). Daneben können beide Typen bei der paretisch-paralytischen Verlaufsform einer EHV1/4-Infektion ZNS-Symptome hervorrufen (THEIN, 1997b). Neben den Influenza A-Viren sind EHV1 und EHV4 weltweit die häufigste Ursache von Atemwegserkrankungen beim Pferd (BRUNNER et al., 1998). HAJER und SASSE (1980) konnten bei perakut und akut erkrankten Pferden vor allem Equines Herpesvirus Typ 1 gefolgt von Influenza A/Equi-1, equines Rhinovirus Typ 1 und 2, Adenovirus und Reovirus isolieren.

2.2.1.1.3. Equines Arteritisvirus

Ein weiteres Virus, das nach Monoinfektion auch zu respiratorischen Symptomen, allerdings zusätzlich zu vielen anderen Symptomen, führen kann, ist das Arteritisvirus (EICHHORN, 1989). Der Erreger der Genus Arterivirus, früher der Familie der Togaviridae zugeordnet, verursacht das Krankheitsbild der Pferdestaupe (MAYR,

1999). Der Verlauf ist meist gutartig und häufig klinisch inapparent (LIEBERMANN, 1992). Die Durchseuchungsrate scheint bei Warmblütern höher zu sein als bei Vollblütern, so daß klinische Bilder fast ausschließlich bei Vollblütern gesehen werden (EICHHORN, 1989).

2.2.1.1.4. Reovirus

Die zur Familie der Reoviridae (abgeleitet von respiratory enteric orphan) gehörenden Reoviren können seuchenhaften Husten auslösen (LIEBERMANN, 1992; MAYR, 1999). In der Regel sind sie aber als Leitkeime im Komplex der infektiösen Faktorenkrankheiten von Bedeutung (MAYR, 1999).

2.2.1.1.5. Multikausale virale Erreger

Multikausale virale Erreger sind Viren mit einem Tropismus zum Atmungsapparat, die nach einer Vorschädigung der Schleimhäute des Respirationstraktes zu sekundären Komplikationen oder Verschlechterungen des Krankheitsbildes führen können (MAYR, 1999). Folgende Viren zählen zu den multikausalen Erregern:

Parainfluenza-3-Viren: Serologischen Untersuchungen zufolge treten Parainfluenza-3-Viren nur sporadisch in örtlich begrenzten Gebieten auf und besitzen somit keine große Bedeutung im erwähnten Faktorenkomplex (FITZER, 1972; GOERLICH, 1988).

Equine Herpesviren Typ 2: Die Rolle des EHV2 aus der Familie der Gammaherpesvirinae ist bei der Ätiologie von Atemwegserkrankungen nach wie vor ungeklärt. Es konnte aus gesunden und kranken Pferden isoliert werden und tritt meistens in Gesellschaft von anderen Krankheitserregern auf (BRUNNER et al., 1998; THEIN, 2000b).

Weiterhin lassen sich Rhinoviren anschließen, die in Deutschland relativ weit verbreitet sind (FITZER, 1972), sowie Adenoviren, die ebenfalls einen Tropismus zu den Schleimhäuten des unteren Respirationstraktes zeigen (THEIN, 1980).

2.2.1.2. Bakterien

2.2.1.2.1. Monokausale bakterielle Erreger

Streptococcus equi subsp. *equi* verursacht beim Pferd das Krankheitsbild der Druse. Diese seuchenhaft verlaufende Infektionskrankheit geht mit einer Entzündung der Schleimhäute des oberen Respirationstraktes und einer Vereiterung der regionären Lymphknoten einher und betrifft vorrangig Jungtiere (NATTERMANN, 1999). Als Komplikation kann sich aus der Druse u.a. eine Bronchitis entwickeln.

HILLIDGE (1986) hat Lungenabszesse bei Fohlen untersucht, deren Erreger, *Rhodococcus equi*, hauptsächlich aus der Einstreu der Pferde stammen. DIXON et al. (1995c) nennen noch weitere primär pathogene Erreger, wie z.B. *Streptococcus zooepidemicus*, *S. pneumoniae* und *Pasteurella spp.*

2.2.1.2.2. Multikausale bakterielle Erreger

Opportunistische Problemkeime führen zu Sekundärinfektionen (GERBER, 1973; MAYR, 1999). Diese Keime können am vorgeschädigten Epithel der Atemwegschleimhäute anhaften und weitere morphologische Folgen nach sich ziehen (THEIN, 1980). HAJER und SASSE (1980) konnten von 29 Patienten mit einer akuten Bronchitis folgende Keime züchten: pathogene Keime, wie *Streptococcus zooepidemicus*, *Bordetella bronchiseptica*, *Actinobacillus equuli*, *Salmonella*, bedingt pathogene Keime, wie *Pseudomonas aeruginosa* und *E. coli*, sowie apathogene, nicht weiter klassifizierte Keime. Interessanterweise konnten sechs Wochen später keine Bakterien mehr aus dem Tracheobronchialsekret angezüchtet werden, auch wenn keine Therapie erfolgt war. In Studien von CARMAN et al. (1997) in Ontario wurden am häufigsten a-haemolysierende Streptokokken, nicht-haemolysierende Staphylokokken, *Actinobacillus equuli* und *Streptococcus zooepidemicus* isoliert. Ferner können weitere Streptokokken, Klebsiellen, Pasteurellen, Mykoplasmen, *Staphylococcus aureus* und *Diplococcus pneumoniae* am Komplex der infektiösen Atemwegserkrankungen beteiligt sein (MAYR, 1999).

2.2.1.2.3. Bakterien in der Stallluft

Nach HARTUNG (1998) setzt sich der Keimgehalt der Stallluft aus 60 % Staphylokokken und 30 % Streptokokken zusammen, während die übrigen 10 % auf Pilze, Sporenbildner und sonstige Keime, wie z.B. Enterobacteriaceae, verteilt sind. Untersuchungen zum Absetzstaub in Pferdeställen bestätigten einen relativ hohen Gehalt an Bakterien sowie die hohe Anzahl an grampositiven Kokken. In wesentlich geringerem Maße konnten Enterokokken und Streptokokken nachgewiesen werden (ZEITLER-FEICHT, 1988). Auch WIEGAND (1991) isoliert in seinen Versuchen hauptsächlich grampositive Bakterien. In späteren Untersuchungen wurde bestätigt, daß Mikrokokken eindeutig vor Staphylokokken dominieren (ZEITLER-FEICHT et al., 1992). Je nach Qualität von Futter und Einstreu kann sich der Keimgehalt der Stallluft ändern (RADE und KAMPHUES, 1999). ZEITLER (1986) ermittelte in einem Pferdestall mit Heufütterung und Stroheinstreu tageszeitabhängig Gesamtkeimzahlen von 116 KBE/l bis 352 KBE/l.

Der Stallstaub stellt eine Quelle für die ständige bakterielle Rekontamination des Stallmilieus mit Keimen dar. Nach AENGST (1984) liegt im Schweinestall der Keimgehalt pro Gramm Staub zwischen 33,57 und 48,19 x 10⁶ KBE, während KAMPHUES (1993) im Pferdestall bis zu 10⁸ KBE/g ermittelte. HILLIGER et al. (1984) zeigten, daß der Keimgehalt im Staub auch bei längerer Lagerung nur geringfügig (0,3 % bei Zimmertemperatur, 12 Monate gelagert) abnimmt. Die lange Überlebenszeit der Keime im Stallstaub erfordert eine gründliche Reinigung und Desinfektion im Stallbereich (MEHLHORN et al., 1984).

2.2.1.3. Parasiten

2.2.1.3.1. Dictyocaulus arnfieldi

Selten können respiratorische Erkrankungen und Symptome auch durch *Dictyocaulus arnfieldi* hervorgerufen werden (ROUND, 1976). Insbesondere wenn Pferde Kontakt zu

Eseln haben, die anscheinend ein natürliches Reservoir für Lungenwürmer darstellen, ohne selber klinisch daran zu erkranken (JACOBS, 1989; HIEPE, 1999).

Die Verbreitung von *Dictyocaulus arnfieldi* erfolgt über die Larven im Kot auf der Weide unter Mithilfe der Sporen eines Pilzes (*Pilobolus*). Sobald die Larven III vom Pferd oral aufgenommen worden sind, wandern diese über Lymph- und Blutgefäße zu den Lungen. Dort reifen die Larven zu adulten Würmern. In den kleinen Bronchien erfolgt die Vermehrung und die Eiablage. Die Larven und Eier werden hochgehustet, abgeschluckt und mit dem Kot ausgeschieden (JACOBS, 1989).

Neben der direkten mechanischen Schädigung ist nach HIEPE (1999) auch eine immunpathogene Wirkung aufgrund allergisierender Eigenschaften von *Dictyocaulus arnfieldi* möglich.

DIXON et al. (1995a) stellten in Großbritannien bei 2,6 % von 270 Pferden, die an respiratorischen Erkrankungen litten, die Diagnose einer Dictyokaulose.

2.2.1.3.2. Parascaris equorum

Wandernde Larven von *Parascaris equorum* können zu respiratorischen Störungen führen (JACOBS, 1989; CLARKE, 1993b; HIEPE, 1999). Der Spulwurmbefall ist vor allem beim Jungpferd eine relativ häufig vorkommende Intestinalparasitose mit Auswirkung auf den Gesamtorganismus, unter anderem auf den Atmungsapparat (HIEPE, 1999).

Die Eier der Spulwürmer werden oral aufgenommen und abgeschluckt. Im Dünndarm schlüpfen aus den Eiern Larven, die im Laufe ihrer weiteren Entwicklung auf dem Blut- und Lymphweg über die Leber in die Lunge gelangen. Die Larven werden in den Rachenraum hochgehustet, abgeschluckt und können sich im Dünndarm zu adulten Würmern entwickeln (JACOBS, 1989).

Die gleichzeitige Wanderung vieler Larven führt zu Nasenausfluß und Husten. Sekundäre Schäden durch Viren und Bakterien sind möglich (JACOBS, 1989).

2.2.1.4. Pilze

In der Luft von Schweineställen werden am häufigsten Schimmelpilze der Gattungen *Aspergillus* und *Penicillium* nachgewiesen (THIEMANN, 1991). KAMPHUES (1996) bestätigt das Keimspektrum auch für Pferdeställe. Daneben kommen Schimmelpilze der Gattungen *Mucor*, *Rhizopus*, *Fusarien*, *Alternaria* sowie Sproßpilze, v.a. *Candida*, vor (THIEMANN, 1991; KAMPHUES, 1996). CLARKE und MADELIN (1987) konnten mehr als 70 Pilzarten in der Luft von Pferdeställen isolieren.

Als primäre Erkrankungen des Respirationstraktes können Mykosen vor allem im Luftsack eine Rolle spielen.

2.2.1.4.1. Luftsackmykosen

Monokausale Erreger von respiratorischen Erkrankungen werden beim Krankheitsbild der Luftsackmykose gefunden. Hauptsächlicher Erreger scheint hier *Aspergillus fumigatus* zu sein (VERTER et al., 1999). WEILER et al. (1991) konnten in einem Fall *Aspergillus nidulans* als Erreger der Luftsackmykose isolieren. Die Luftsackmykose verläuft häufig letal durch das Vordringen der Hyphen in das Gewebe, gefolgt von Gefäßarrosionen und Nervenschädigungen (WEILER et al., 1991).

2.2.1.4.2. Lungenmykosen

Die Lungenmykose kommt beim Pferd relativ selten vor. SWEENY und HABECKER (2000) haben bei 27 von 73000 stationär behandelten Pferden die Diagnose „Lungenaspergillose“ gestellt. Mykosen der Lunge werden hauptsächlich durch *A. fumigatus*, seltener durch andere *Aspergillus*arten wie *A. flavus* und *A. nidulans*, hervorgerufen (SIEPELMEYER, 1982). WEILER et al. (1994) konnten aus der Lunge eines Pferdes mit invasiver Lungenaspergillose *A. fumigatus*, *A. flavus* und *A. niger*

isolieren, während DOMSCH et al. (1980) *Rhizomucor pusillus* unter anderem als Erreger von Lungenmykosen bei Menschen und Tieren, das Pferd eingeschlossen, angeben. Die Ursachen einer Lungenmykose liegen in einer geschwächten Abwehr (z.B. in Form einer vorliegenden Grunderkrankung wie Infektionen, Parasitosen etc.), einer langfristigen Unterdrückung der bakteriellen Keimflora durch Antibiotika oder durch eine Schädigung der Atemwegsschleimhäute durch physikalische oder chemische Einflüsse (WEILER et al., 1994). 86 % der von SWEENY und HABECKER (2000) untersuchten Pferde mit diagnostizierter Lungenaspergillose wiesen eine Erkrankung des Intestinaltraktes auf, die restlichen Pferde waren wegen anderer Erkrankungen in die Klinik eingeliefert worden. Die Autoren betonen neben der aerogenen Infektion die Infektion über den Intestinaltrakt bei bestehenden Enteritiden mit der Folge einer systemischen Aspergillose. Die Mortalitätsrate einer invasiven Aspergillose ist hoch (SWEENY und HABECKER, 2000).

Im Verlauf von Atemwegserkrankungen können Pilze und Hefen als Sekundärkeime auftreten (MAYR, 1999).

2.2.2. Einfluß der Haltungsbedingungen auf die Entstehung von Infektionskrankheiten

2.2.2.1. Einfluß der Haltungsart

Da Staub unter anderem als Träger für infektiöse Keime fungiert, sind staubarme Haltungen vorzuziehen (ZEITLER-FEICHT, 1993). (siehe auch 2.2.8.1.).

2.2.2.2. Einfluß der Stallluft

Die Quellen der Keimflora in der Stallluft sind neben den Tieren selbst, das Futter, die Einstreu und die Fäkalien (HILLIGER, 1990).

Prinzipiell können alle animalen Virusfamilien aerogen durch in der Luft schwebende Partikel übertragen werden (KAADEN, 1984). Dabei kann die Übertragung über

Flüssigkeitsaerosole erfolgen, die beim Husten und Niesen entstehen, wie zum Beispiel die Pferdeinfluenza, die nahezu ausschließlich über solch eine Tröpfcheninfektion übertragen wird (EICHHORN, 1990). Andererseits kann die Übertragung über Feststoffaerosole erfolgen (KAADEN, 1984). In diesem Falle dienen Staubpartikel als Vektoren für Viren, Bakterien und Pilze. Zudem können Stäube die Schleimhäute vorschädigen, was die Ansiedlung von Krankheitserregern erleichtert (EICHHORN, 1989). Eine gute Lüftung vermag kaum primären Virusinfektionen der Atemwege vorzubeugen, sie kann jedoch sekundäre bakterielle Komplikationen minimieren (SAINSBURY, 1981). JORDAN-GOOSSENS (1998) hat bei ihren Untersuchungen niedrigere Gesamtkeim- sowie Pilzkeimgehalte der Stalluft im Sommer als im Winter ermittelt, rückführbar auf eine schlechtere Lüftung im Winter.

Wegen der komplexen Wirkung von Licht, unter anderem Stimulation des Immunsystems, ist eine dem Tagesrhythmus angepaßte Mindestbeleuchtung von 80 Lux im Tierbereich gefordert (ZEITLER-FEICHT, 1993).

Für die Lebensfähigkeit von Viren und Bakterien in der Stalluft ist die Luftfeuchtigkeit und Temperatur von entscheidender Bedeutung (DONALDSON, 1978). Nach LEADON (1986) erreichen bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 95 % zehn mal mehr Bakterien den unteren Respirationstrakt als bei einer von 65 %. Eine Luftfeuchtigkeit von 60 bis 80 % sowie eine Temperatur zwischen 20 und 25° C erhöhen die Stabilität von Aerosolen und die Tenazität vieler Virusspezies (KAADEN, 1984). CLARKE (1987b) gibt allerdings zu bedenken, daß z.B. eine geringe Luftfeuchtigkeit die Verbreitung einiger Viren, beispielsweise Rhinoviren, hemmt und dafür andere, wie z.B. Herpesviren, fördert. Durch eine hohe relative Luftfeuchtigkeit können in Ställen Sekundärfolgen wie Kondenswasserbildung an Bauteilen auftreten, welche wiederum optimale Bedingungen für die Vermehrung von Bakterien, Schimmelpilzen und Parasiten bieten (ZEITLER-FEICHT, 1993).

Normalerweise sterben Bakterien bei steigenden Temperaturen ab (DONALDSON, 1978). *Rhodococcus equi* jedoch bevorzugt wärmere klimatische Bedingungen, bei denen die Keimzahl dann in pathogene Bereiche ansteigen kann (HILLIDGE, 1986).

Grundsätzlich sollte die Temperatur im Pferdestall der Außentemperatur folgen. Durch natürliche Temperaturschwankungen werden die Thermoregulationsmechanismen der Pferde trainiert. So sind die Tiere abgehärteter und weniger krankheitsanfällig (MARTEN und JAEP, 1991; ZEITLER-FEICHT, 1993).

2.2.2.3. Einfluß der Belegung

Das Alter der Pferde im Bestand ist von Bedeutung, da junge Pferde in der Regel häufiger und schwerer an akuten Virusinfektionen erkranken als ältere Pferde (THEIN, 1980). GOERLICH (1988) fand eine Häufung von akuten viralen Infekten bei den drei- bis vierjährigen Pferden. Insbesondere bei Zusammenstellung alter und junger Pferde in einem Stallgebäude wird die Infektionsgefahr für die Jungpferde erhöht.

In Großbeständen ist die Konzentration von Viren und anderen Krankheitserregern, die pro Luftvolumen freigesetzt werden, generell höher als in Kleinbeständen. Dadurch erhöht sich die Gefahr eines Infektionsgeschehens schon rein statistisch gesehen (KAADEN, 1984; LEADON, 1986). Nach KAADEN (1984) kann eine Bildung kleinerer Untereinheiten in den Großbeständen den allgemeinen Infektionsdruck verringern. WIEGAND (1991) hat bei Untersuchungen der Stallluft in einer Rinderklinik einen wesentlich größeren Einfluß von Besatzdichte und Personenverkehr auf den Keimgehalt der Stallluft festgestellt als von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit.

Der zunehmende Handel mit Pferden aus aller Welt ist eine potentielle Gefahr für das Einschleppen neuer Krankheitserreger resp. neuer Varianten von Krankheitserregern, gegen die die eigenen Pferde nicht oder nur partiell geschützt sind (THEIN, 1997a). EICHHORN (1989) macht für die Zunahme von respiratorischen Erkrankungen vor allem die zunehmende Haltung von großen Tierzahlen in einem Bestand sowie häufige Transporte der Tiere zu Veranstaltungen verantwortlich. Der Grad der Fluktuation und dessen Rhythmik ist ebenso von seuchenmedizinischer Bedeutung (THEIN, 1988).

2.2.2.4. Einfluß der Nutzung

Transporte führen durch Streß zu Immunsuppression, wobei sowohl unspezifische als auch spezifische Abwehrmechanismen beeinträchtigt werden. Dadurch kann es zum einen zur Reaktivierung latenter Infektionen kommen, und zum anderen sind die Pferde wesentlich empfänglicher gegen exogene Infektionen (EICHHORN, 1989). THEIN (1997a) vertritt die Auffassung, daß Streß eine wesentliche Voraussetzung für die Entstehung einer Atemwegserkrankung auf infektiöser Grundlage ist. Streß kann die Lungenmakrophagen schädigen und so zu einer verminderten Abwehrbereitschaft des Pferdes führen. Das bringt insbesondere Probleme im Zusammenhang mit einem Stallwechsel und Transport (CLARKE, 1987a).

Weiterhin sind insbesondere Turnierpferde stark gefährdet, an einer Infektion zu erkranken, da auf einem Turnier Tiere aus unterschiedlichen Ländern und Biotopen und mit unterschiedlichem Immunstatus zusammenkommen (THEIN, 1997b). POWELL (1985) betont, daß es ein großer Nachteil für Pferde ist, daß sie so viel auf Turniere, Zuchtschauen und Auktionen reisen müssen, wo sie mit anderen Pferden in Kontakt kommen, die wiederum national und international gereist sind. Diese Umstände seien ein Hauptgrund für die Verbreitung von Infektionskrankheiten.

2.2.2.5. Einfluß des Managements

Da Staubpartikel als Vektoren für Krankheitserreger dienen können, sollte eine Staubentwicklung im Pferdestall vermieden werden (siehe auch 2.2.8.5.).

Bei Staubmessungen in Pferdeställen korrelierten Gesamtstaubkonzentration, Gesamtkeim- und Pilzgehalt eng miteinander (ZEITLER, 1986). JORDAN-GOOSSENS (1998) hat zu Zeiten der Stallreinigung die höchsten Gesamtkeimgehalte in der Stallluft gemessen.

CLARKE (1987a) warnt vor Matratzenstreu, da bei diesem Verfahren Keime, insbesondere Parasiten und Schimmelpilzsporen, aber auch Bakterien, ideale

Vermehrungsbedingungen vorfinden. Darum ist auch ein häufiges Wechseln der Einstreu wichtig, da ansonsten mit einer starken Keimvermehrung zu rechnen ist (CLARKE et al., 1987).

Hohe Wassergehalte fördern den bakteriellen Verderb, was bei der Zubereitung von Mash von Bedeutung sein kann (KAMPHUES, 1996).

2.2.2.6. Impfstatus des Einzeltieres und der Population

In Deutschland existieren Impfstoffe gegen Influenza A/Equi-1 und A/Equi-2 Viren, EHV1 und 4 und Reoviren. Influenza- und Herpesvirusimpfstoffe sind einzeln und in Kombination, teilweise auch mit Tetanustoxoid, erhältlich. Reovirenimpfstoffe sind nur in Kombination erhältlich (BUYLE, 1997). THEIN (1988) fordert die Herstellung auch bakterieller Impfstoffe gegen Streptokokken, die sich aber bislang noch nicht in Deutschland durchsetzen konnten. In Einzelfällen besteht die Möglichkeit des Einsatzes von stallspezifischen Vakzinen (MAYR, 1999).

Die Wirkung der viralen Impfstoffe ist nicht unumstritten und hängt von vielen Faktoren ab:

GOERLICH (1988) verglich den Impfstatus gesunder und lungenkranker Pferde: Der Anteil nicht geimpfter Tiere war in der Gruppe der kranken Pferde um 10 % höher als in der gesunden Vergleichsgruppe. CARMAN et al. (1997) konnten bei Versuchen in Ontario keinen Unterschied in der Heftigkeit des Auftretens von Atemwegssymptomen nach akuten Infektionen zwischen geimpften und ungeimpften Pferden ermitteln. Nach LANGE et al. (1992) ist auch bei korrekt geimpften Pferden nur eine unzureichende postvakzinale Immunreaktion nachweisbar. Gerade von der Influenza ist bekannt, daß die Impfung zwar die humorale Immunreaktion stimuliert, das zelluläre Immunsystem dagegen nur ungenügend aktiviert (LANGE et al., 1992). THEIN (1997a) sieht die Gründe für Influenzaepizootien in einer mangelhaften Beachtung der gegebenen Impfpfehlungen, in einer nicht aktuellen Zusammensetzung der Impfstoffe hinsichtlich der Antigene sowie in einer unzureichenden Wirksamkeit der im Impfstoff

enthaltenen Antigene. Er fordert zur Bekämpfung von Atemwegsinfektionen bessere, neuere Impfstoffe hinsichtlich ihrer antigenen Zusammensetzung. Dagegen schreibt EICHHORN (1989), daß beim Ausbruch der Influenza in Schweden im Jahre 1979 neue Antigenvarianten auftraten, die Impfstoffe jedoch noch die alten Prototypen enthielten. Trotzdem lag die Morbidität grundimmunisierter Pferde bei nur 37 %, bei nicht geimpften Pferden bei 98 %. Die Morbidität einmalig geimpfter Pferde lag bei 75 %.

Von wesentlicher Bedeutung für einen belastbaren Impfschutz ist die Einhaltung der vorgegebenen Impfintervalle (BRUNNER et al., 1998), über dessen Länge allerdings unterschiedliche Auffassungen bestehen. Impfstoffhersteller empfehlen je nach Impfstoff eine Wiederholungsimpfung alle sechs bis zwölf Monate (BUYLE, 1997), während CARMAN et al. (1997) beschreiben, daß eine belastbare Immunität nur drei bis vier Monate anhält. Nach EICHHORN (1989) ist trotz korrekter Grundimmunisierung nur mit einer drei- bis sechsmonatigen Immunitätsdauer zu rechnen. LANGE (2000) warnt vor einem Impfzeitraum, der größer als sechs Monate ist, da er die Morbiditätsrate verdoppelt.

Neben dem Impfintervall ist auch der Zeitpunkt der Erstimpfung entscheidend. Maternale Antikörper behindern bei Fohlen die eigene Immunantwort, und eine rechtzeitige Muttertierimpfung verlängert noch die Persistenz von maternalen Antikörpern im Fohlen (THEIN, 1983). Darum empfiehlt THEIN (1983) frühestens eine Impfung der Fohlen im fünften Lebensmonat, da sie ansonsten wirkungslos ist.

Weiterhin sollten nur gesunde Tiere geimpft werden, damit das Immunsystem mit einer ausreichenden Immunantwort reagieren kann (MAYR, 1999). Alterationen des Atmungsapparates sind jedoch nicht immer bei der Untersuchung des Pferdes auf Impffähigkeit zu erkennen: SASSE et al. (1985a) haben nur bei akuten bronchialen Veränderungen oder bei Pferden mit ernsthaften funktionellen Störungen eine klinische Diagnose stellen können. Erst durch eine Bronchoskopie (SASSE et al., 1985a) oder wie heutzutage üblich durch zytologische und mikrobiologische Untersuchung der broncho-alveolären Spülflüssigkeit (BALF) (RICKETTS, 2000) sind Atemwegsaftfektionen zuverlässiger nachweisbar. Auch REITEMEYER (1983) kam zu ähnlichen

Ergebnissen: Obwohl 287 von 300 Pferden ein ungestörtes Allgemeinbefinden hatten, wurden bei 80 % aller Tiere durch klinische und endoskopische Reihenuntersuchungen Hinweise auf Atemwegserkrankungen gefunden. Ebenso fanden BRACHER et al. (1991) eine hohe Zahl an Pferden, die an subklinischer oder geringgradiger COPD litten, ohne für den Besitzer erkennbare Symptome zu zeigen. Sie empfehlen die Auskultation von Trachea und Lunge unter forcierter Atmung. DIXON et al. (1995b) ermittelten nur bei 40 % der nachgewiesenen lungenkranken Pferde einen abnormen Auskultationsbefund.

Um einen belastbaren Schutz der Population gegen Influenzaviren zu erzeugen, sollten 80 % der Individuen einer Population geimpft sein (THEIN, 1988). Um einzelne Tiere des Bestandes gegen EHV-Infektionen zu schützen, fordern BRUNNER et al. (1998) sowie THEIN (2000a) eine regelmäßige und vorschriftsmäßige Impfung aller Equiden in einem Bestand. Auch EICHHORN (1989) empfiehlt möglichst die Impfung des gesamten Bestandes.

2.2.3. Allergische Reize

Die Inhalation allergisch wirkender Partikel kann infolge der Ausschüttung von Entzündungsmediatoren zu einer bronchialen Hyperreagibilität führen (HALLIWELL et al., 1979; DEEGEN, 1984).

RADE (1996) sieht aus Literaturhinweisen die Beteiligung allergischer Reaktionen auf Schimmelpilze und thermophile Actinomyceten aus Futter und Einstreu bei der Ätiologie der COPD als bewiesen an. Nur der Stellenwert der Allergien wird von den einzelnen Verfassern unterschiedlich bewertet.

Da nicht alle Pferde in einem schlecht belüfteten, staubhaltigen Stall respiratorische Symptome entwickeln, vermuten McPHERSON et al. (1979b) neben diesen Faktoren eine individuelle Reaktion des Immunsystems.

Eine Allergisierung der Pferde durch Heu- und Strohstaub wird von EYRE (1972), GERBER (1973), HALLIWELL et al. (1979) und McPHERSON et al. (1979b) für hochwahrscheinlich gehalten. SEELIGER und SÜHLER (1975) stellen in einer Literaturübersicht die Ähnlichkeiten zwischen dem durch Allergene im Heu verursachten Krankheitsbild der Farmerlunge beim Menschen und der Dämpfigkeit von Pferden dar. Daraus wird ersichtlich, daß es in Klinik und Pathologie viele Übereinstimmungen gibt. Die Autoren erwähnen allerdings auch, daß die genannten Veränderungen nicht spezifisch für die Farmerlunge sind. Auch ZEITLER (1986) vermutet eine große Rolle von Allergien in der Entstehung der COPD, da Staub nach ihren Messungen nicht in schädigenden Konzentrationen im Pferdestall auftritt und somit über andere Wege seine Schadwirkung entfalten muß. Die Autorin orientiert sich an Richtlinien der DFG (DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT, 1984), in denen ein Grenzwert von 6 mg Feinstaub/m³ festgelegt wurde. In dieser Konzentration ist Staub für den Menschen bei einer Arbeitszeit von acht Stunden an fünf Tagen in der Woche ungefährlich. Mittlerweile wurde dieser Grenzwert mehrfach nach unten korrigiert. So gibt DONHAM (1989) beispielsweise deutlich niedrigere Höchstwerte für den Staubgehalt in Schweineställen von 3,7 mg Gesamtstaub/m³ und 0,23 mg Feinstaub/m³ an. Staubmessungen von BARTZ (1992) lagen in geschlossenen Haltungssystemen mit Heufütterung und Stroheinstreu durchaus über diesen Höchstwerten. Auch ZEITLER (1984) räumt ein, daß möglicherweise geringere Staubkonzentrationen bedeutend für die Entstehung respiratorischer Erkrankungen sein können im Hinblick auf ein Zusammenspiel von mehreren Faktoren, insbesondere hohen Ammoniakkonzentrationen. Ebenso folgert LOISTL (1996) anhand ihrer Untersuchungsergebnisse, daß die COPD beim Pferd wahrscheinlich nicht nur auf einer rein allergischen Reaktion basiert.

Welche Allergietypen spielen bei der COPD des Pferdes eine Rolle?

SCHMALLENBACH (1997) vermutet eine Beteiligung einer Typ I (IgE-vermittelten) Überempfindlichkeit in der Pathogenese der COPD aufgrund einer IgE-Reaktivität in der Lunge von Pferden mit COPD. McGORUM et al. (1993b) haben im Gegensatz zu gesunden Pferden bei COPD-behafteten Tieren fünf Stunden nach einem Kontakt mit

Heu und Stroh eine Erhöhung von Histamin und Mastzellen in der PELF (= pulmonary epithelial lining fluid) gefunden und vermuten deshalb eine Beteiligung einer späten IgE-vermittelten Überempfindlichkeitsreaktion.

Reaktionen im Intrakutantest deuten auf eine Überempfindlichkeit vom Typ III. McPHERSON et al. (1979a), SASSE et al. (1985a) und LOISTL (1996) ermittelten in Intrakutantests relativ viele Reaktionen nach vier Stunden, was auf eine Allergie vom Typ III (Arthus-Reaktion) schließen läßt. LOISTL (1996) gibt aber zu bedenken, daß der Rückschluß aus der Humanmedizin übernommen wurde und nicht pathohistologisch abgesichert ist.

HALLIWELL et al. (1979) sowie McPHERSON und THOMSON (1983) gehen aufgrund ihrer Untersuchungsergebnisse von einem gemischten Typ I und III aus, da sowohl nach 30 Minuten als auch nach vier Stunden positive Reaktionen aufgetreten sind.

Um die Bedeutung eines allergischen Geschehens in der Ätiologie von Atemwegserkrankungen abschätzen zu können, wurden verschiedene Ansätze probiert:

SASSE et al. (1985a) haben in 16 Beständen mit mehr als 50 Pferden Intrakutantests bei lungenkranken und –gesunden Pferden durchgeführt. Es traten relativ viele positive Reaktionen auf *Faenia rectivirgula* (früher *Micropolyspora faeni*), Heustaub und Mehlmilbe auf. Da jedoch beide Gruppen krankheitsunabhängig reagierten, vermuten die Autoren zwar eine Sensibilisierung der Pferde durch eine ununterbrochene Staubexposition aber nicht im Sinne einer Allergie, die eine wichtige Rolle in der Ätiologie von Atemwegserkrankungen spielt.

In Untersuchungen von LOISTL (1996) reagierten lungengesunde Pferde bei Intrakutantests weniger stark auf die benutzten Allergene als an COPD erkrankte Pferde, wobei subklinisch oder schwach erkrankte Pferde die stärksten Reaktionen zeigten. Heustaub, Stallstaub sowie Milben besaßen die am meisten positiven Hautreaktionen. *Faenia rectivirgula* und *Acaris siro* zeigten seltener starke Reaktionen.

Die Aussagekraft von Intrakutantests ist begrenzt. Die Versuchsergebnisse der genannten Autoren sind aufgrund unterschiedlicher Konzentrationen der Testsubstanzen und Testverfahren kaum vergleichbar. Intrakutantests zeigen, daß Pferde Antikörper gegen einer Reihe von Antigenen ihrer Umgebung gebildet haben. Die Entwicklung von positiven Hautreaktionen hat jedoch nicht unbedingt eine Entwicklung von respiratorischen Symptomen zur Folge (McPHERSON et al., 1979a). Nach McPHERSON und THOMSON (1983) sowie CLARKE (1987c) sind positive Hautreaktionen auf applizierte Antigene ein Beweis, daß das Pferd zuvor mit dem Antigen in Kontakt getreten ist und sich eine Hautsensibilität daraus entwickelt hat. Positive Hautreaktionen sind kein Beweis für eine respiratorische Überempfindlichkeit, da sie bei gesunden und kranken Pferden auftreten. Auch RADE (1996) kommt anhand ihrer Versuchsergebnisse zu dem Schluß, daß bereits ein großer Teil der Pferde Antikörper gegen die im Stallmilieu vorkommenden Schimmelpilzallergene gebildet hat, ohne an einer Allergie erkrankt zu sein. Der Nachweis der Antikörper erlaubt nur eine Aussage über einen zuvor erfolgten Antigenkontakt, nicht jedoch über eine eventuelle Allergisierung.

Nach McPHERSON und THOMSON (1983) sowie CLARKE (1987c) sind auch positive Praezipitationsreaktionen im Serum von Pferden kein Beweis für eine respiratorische Erkrankung, da sie sowohl bei erkrankten als auch bei gesunden Pferden gefunden werden können.

In neuerer Zeit wurde versucht, den Nachweis der Beteiligung von Immunglobulinen (IgA, IgG und IgE) an einem allergischen Geschehen bei Pferden zu erbringen (RIPATTI et al., 1990; HALLIWELL et al., 1993; SCHMALLENBACH, 1997; PAETKAU, 1998). RADE (1996) zweifelt jedoch den diagnostischen Wert eines IgE-Nachweises an, da noch keine kommerziell erhältlichen Nachweisreagenzien für equines IgE zur Verfügung stehen. Daher wird auf Reagenzien aus der Humanmedizin zurückgegriffen, was die Aussagekraft der Untersuchungsergebnisse ihrer Meinung nach mehr als zweifelhaft erscheinen läßt. Auch ist die Rolle des IgE bei der Entstehung allergischer Symptome beim Pferd noch nicht endgültig geklärt, selbst in der

Humanmedizin ist der diagnostische Stellenwert allergenspezifischen IgE's nicht unumstritten (MEIJER et al., 1995).

McPHERSON und THOMSON (1983) sehen im Inhalationsprovokationstest unter Praxisbedingungen die einzige Methode, mit der sich an COPD erkrankte symptomlose Pferde relativ sicher von gesunden Tieren unterscheiden lassen. CLARKE (1987c) sieht darin allerdings eine wenig kundenfreundliche Diagnosemöglichkeit, da durch die Provokation möglicherweise ein symptomloses Pferd in einen symptomatischen Zustand überführt wird. Nach KLEIN und DEEGEN (1985) ist eine unspezifische Hyperreagibilität problemlos im Histamininhalationsprovokationstest nachweisbar (siehe 2.1.2.1.1.).

2.2.3.1. Pilze

CLARKE et al. (1987) verglichen die Staub- und Keimgehalte in zwei Rennställen. Im Gegensatz zum gutgelüfteten Stall wurden im schlechtgelüfteten Stall bei den untersuchten Pferden heftigere Atemwegssymptome, gemessen anhand der Quantität und Qualität des Trachealsekretes, beobachtet. Die Autoren führen die Reaktionen des Atmungsapparates auf höhere Pilzgehalte in der Stallluft zurück. Nach CLARKE (1993a) werden allergische Reaktionen durch Inhalation von Schimmelsporen mit akuten Atemwegserkrankungen in Zusammenhang gebracht.

McPHERSON und THOMSON (1983) vermuten bei der COPD des Pferdes eine Überempfindlichkeit der Atemwege gegen Heu und Stroh schlechter Qualität. Hauptauslöser scheint *Faenia rectivirgula* und weniger *Aspergillus fumigatus* zu sein. In Abhängigkeit der Lokalisation sind aber andere Allergene denkbar und wahrscheinlich.

McGORUM et al. (1993a) konnten durch Inhalation von *Faenia rectivirgula* und *Aspergillus fumigatus* sowie Heu und Stroh bei acht symptomlosen, COPD-kranken Pferden respiratorische Symptome, gemessen an Klinik, arteriellen Blutgaswerten, pH-Wert und BALF, auslösen. Gesunde Pferde zeigten keine Anzeichen einer respiratorischen Erkrankung nach Inhalation der genannten Antigene. Die Rolle von

Thermoactinomyces vulgaris in der Ätiologie von COPD konnte nach Ansicht der Autoren nicht bestätigt werden, da Pferde sowohl aus der gesunden wie auch aus der kranken Gruppe auf die Inhalation reagierten.

EYRE (1972) und HALLIWELL et al. (1979) ermittelten bei Intrakutantests mehr positive Reaktionen auf Schimmelpilzantigene bei Pferden mit respiratorischen Symptomen als bei gesunden Pferden. Immerhin reagierten noch 60 % der Pferde ohne Anzeichen einer Atemwegserkrankung (EYRE, 1972). Dagegen ergaben die Tests von VISSIENNON et al. (1996) nur einen geringen Prozentsatz von klinisch gesunden Tieren, die trotz hoher Pilzgehalte in der Einstreu im Pricktest gegenüber den getesteten Pilzen sensibilisiert waren.

In Versuchen von McPHERSON et al. (1979a) reagierten Pferde häufig auf die Injektion der Kontrollösung, so daß nur Hautreaktionen größer als zwei Standardabweichungen addiert zur Kontrollreaktion als positiv bewertet wurden. Anhand dieser Kriterien wurden signifikant mehr positive Hautreaktionen auf *Aspergillus fumigatus* und *Faenia rectivirgula* bei COPD-erkrankten Tieren gemessen als bei gesunden Pferden.

McPHERSON et al. (1979a) beobachteten Unterschiede in Reaktionen auf Intrakutan- und Inhalationstests. Bei *Faenia rectivirgula* war eine relativ gute Übereinstimmung der positiven Ergebnisse bei den mit COPD belasteten Pferden ersichtlich, während bei *A. fumigatus* kaum Übereinstimmung herrschte. Die Autoren machen dafür zum einen unterschiedliche Quellen des *A. fumigatus*-Antigens verantwortlich, zum anderen penetriert *A. fumigatus* im Gegensatz zu *Faenia rectivirgula* Gewebe nur gelegentlich. Daraus wird geschlossen, daß Hauttests eine respiratorische Überempfindlichkeit auf *A. fumigatus* nicht befriedigend demonstrieren können.

ZEITLER (1984) testete das Serum von 62 Pferden mit dem Agargelpräzipitationstest nach Ouchterlony gegen fünf spezifische Allergene (Schimmelpilze und thermophile Actinomyceten) und Heu (einem Allergengemisch). 22 % der Pferde reagierten positiv. In der Gruppe der kranken Pferde gab es deutlich mehr positive Reaktionen (41 %) als

in der Gruppe der gesunden (9 %). In späteren Versuchen reagierten bis auf ein Pferd alle auf mindestens eines der untersuchten Antigene im doppelten radialen Immundiffusionstest nach Ouchterlony. Dabei zeigten sich die meisten Reaktionen auf *Thermoactinomyces vulgaris* und einem Allergengemisch aus Heu. Knapp die Hälfte der Pferde wiesen einen Titer gegen *Faenia rectivirgula* auf (ZEITLER, 1986).

Nach SCHMALLENBACH (1997) können somatischer *A. fumigatus* und rekombinantes *A. fumigatus*-Allergen zu Reaktionen in der Lunge von an COPD erkrankten Pferden führen. Die Reaktionen äußerten sich durch Atemwegsobstruktion, Neutrophilie und erhöhten IgE- und IgG-Gehalten in der BALF. Aus den Versuchsergebnissen ist ersichtlich, daß nicht alle Pferde mit COPD erhöhte IgE- und IgG-Gehalte gegen *A. fumigatus* in der BALF aufweisen. Das läßt auf eine multifaktorielle Ätiologie der COPD schließen.

In denselben Untersuchungen zeigten COPD-Patienten signifikant höhere Konzentrationen an IgG und IgE in der BALF als gesunde Pferde. Im Serum war kein Unterschied feststellbar (SCHMALLENBACH et al., 1998). Ähnliche Ergebnisse erhielten HALLIWELL et al. (1993): Sie untersuchten Serum und BALF gesunder Pferde, Pferden mit COPD und anderen chronischen Atemwegserkrankungen auf das Vorkommen von IgE- und IgA-Antikörpern gegen *Faenia rectivirgula* und *A. fumigatus*. Im Serum waren keine erhöhten Antikörperspiegel erkennbar. Im Gegensatz dazu war der Gehalt spezifischer Immunglobuline gegen die beiden untersuchten Allergene in der BALF von beiden chronisch kranken Gruppen signifikant erhöht. Die Erhöhung trat bei symptomlosen Tieren ebenso auf wie bei Pferden mit deutlicher Symptomatik.

Nach Belastung auf dem Laufband konnten nach Inhalation von Schimmelpilzen und Milben keine erhöhten immunologischen Reaktionen im Serum von sechs gesunden Pferden gemessen werden (PAETKAU, 1998).

RIPATTI et al. (1990) haben Serum-IgG bei Zuchtstuten monatlich über zwei Jahre bestimmt. Höchste Konzentrationen gegen Schimmelpilze und Hefen ließen sich in den Wintermonaten finden, als die Pferde im Gegensatz zum Sommer aufgestellt waren.

2.2.3.2. Milben

Eine ätiologische Bedeutung der Futtermilben bzw. des Milbenkotes bei der COPD des Pferdes ist fraglich (RADE, 1996).

Intakte Milben können aufgrund ihrer Größe nicht tief inhaliert werden, dafür aber Milbenbestandteile und vor allem Milbenkot (KAMPHUES und SCHULZE-BECKING, 1992). Nach KAMPHUES und SCHULZE-BECKING (1992) beruht die besonders allergene Wirkung des Milbenkotes nicht nur auf der Lungengängigkeit der Partikel, sondern auch auf seinem Gehalt an verdauten Pilzsporen, da diese den Milben zur Ernährung dienen.

Aus der Humanmedizin sind Allergien gegenüber Hausstaubmilben bekannt, die sich anhand von Hauttests diagnostizieren lassen können. HOCKENJOS et al. (1981) versuchten derartige Nachweise auch beim Pferd zu erbringen, allerdings ohne Erfolg. Gesunde und kranke Tiere reagierten auf die getesteten Allergene gleichermaßen. Allerdings konnten stärkere lokale Reaktionen der Haut auf Milbenextrakt als auf reinen Heustaubextrakt ausgelöst werden (HOCKENJOS et al., 1981; RADE, 1996)

Nach LOISTL (1996) verursachen Milben der Gattungen *Lepidoglyphus destructor* und *Tyrophagus putrescentiae* stärkere Reaktionen im Intrakutantest als *Acaris siro*. Im Futter kommen jedoch hauptsächlich Milben der Gattung *Acaris siro* vor (KAMPHUES und SCHULZE-BECKING, 1992).

HIEPE (1982) bringt das Auftreten von Gastroenteritiden, Koliken und Lungenproblemen beim Pferd mit der Aufnahme milbenhaltigen Futters in Verbindung. Eine allergene Potenz der Milben sei möglich, jedoch werden auftretende Symptome wie Hautreizungen, Ekzeme und Konjunktivitiden auf den direkten Kontakt mit Borsten, Haaren und Beinen von lebenden Milben im Sinne einer mechanischen Reizung zurückgeführt.

2.2.3.3. Pollen

Selten sind Allergien auf bestimmte Pollen beschrieben. Es wird von Fällen berichtet, in denen Pferde ohne Heufütterung bei reiner Koppelhaltung Symptome einer COPD entwickelten (sogenannte „summer pasture associated obstructive pulmonary disease = SPAOPD“). Nach Aufstallung verschwanden die Symptome und konnten wiederum durch erneuten Antigenkontakt provoziert werden, weshalb auf eine ursächliche Beteiligung von Pollen oder nur auf der Weide vorkommenden Pilzspezies geschlossen wird (DERKSEN et al., 1982; THOMSON und McPHERSON, 1983; SEAHORN und BEADLE, 1993; McGORUM, 1994; DIXON et al., 1995a-d). Nach SEAHORN und BEADLE (1993) sind von der SPAOPD hauptsächlich ältere Pferde betroffen, die größtenteils auf der Weide gehalten werden.

McPHERSON et al. (1979a) vermuten, daß Pollen bei der Entstehung von COPD eine Rolle spielen. Auf die Inhalation von Roggenraspollen ermittelten die Autoren bei fünf von elf chronisch lungenkranken Pferden innerhalb von 90 Minuten eine positive Reaktion, bei drei Pferden in Form von Husten, Nüsternblähen, Tachypnoe und auskultatorisch abnormen Geräuschen. Gesunde Pferde zeigten keinerlei Reaktionen. Im Intrakutantest reagierten nur zwei der 33 Pferde positiv auf Roggenraspollen, während fünf von 39 gesunden Pferden positiv reagierten.

2.2.3.4. Heustaub

Heustaub ist immunologisch betrachtet ein Allergengemisch aus futtereigenen Substanzen, Verunreinigungen, Vorratsschädlingen (z.B. Milben), Pilzen und Hefen, Bakterien und mikrobiell gebildeten Substanzen (Toxine) (KAMPHUES, 1996). Durch die Inhalation von Heustaub kann eine COPD direkt provoziert werden. Das zeigten Versuche von SCHATZMANN et al. (1974) und McGORUM et al. (1998). Heu stellt nach SCHATZMANN et al. (1974) die wichtigste Allergenquelle im Pferdestall dar. Nach SASSE et al. (1985b) reagierten 76 % der intrakutan getesteten Pferde auf die Injektion eines Heustaubextraktes. Daneben reagierten die Tiere auf die Injektion von *Rectivirgula faeni* und Futtermilben, seltener gab es Hautreaktionen auf Pilze,

Thermoactinomyces vulgaris, Heustaubmilben und Graspollen. In Versuchen von McPHERSON et al. (1979a) reagierten zwei Pferde auf die Inhalation von Heustaub, aber nicht auf *Aspergillus fumigatus* und *Faenia rectivirgula*, weshalb nach Auffassung der Autoren sicherlich noch andere Antigene im Heu eine Rolle spielen.

2.2.4. Einfluß der Haltungsbedingungen auf die Belastung mit Allergenen

2.2.4.1. Einfluß der Haltungsart

Die Haltung in einer offenen Box ist derjenigen in einer geschlossenen Box bezüglich dem Gehalt an Schimmelpilzen und Hefen deutlich überlegen (BARTZ, 1992). THOMSON und McPHERSON (1983) empfehlen zur Therapie von chronischen Atemwegserkrankungen, die Pferde ins Freie zu stellen, außer diese Tiere sind allergisch gegen Pollen, und das Gras befindet sich gerade in Blüte. (Siehe auch 2.2.8.1.)

2.2.4.2. Einfluß der Stallluft

Mit Ausnahme der thermophilen Actinomyceten bevorzugen die meisten der von CLARKE und MADELIN (1987) aus der Stallluft isolierten Pilze Wachstumstemperaturen um 25°C. Neben der Temperatur hat auch die Luftfeuchtigkeit Einfluß auf den Pilzgehalt (CLARKE et al., 1987).

Da Staubpartikel unter anderem als Vektoren für Pilze und andere allergen wirkende Substanzen dienen, sind ebenfalls die unter 2.2.8.2. genannten Bedingungen zu beachten (EICHHORN, 1989). Das gilt ebenso für die Abschnitte 2.2.4.3. bis 2.2.4.5.

2.2.4.3. Einfluß der Belegung

Zum Einfluß der Belegung auf die Allergenbelastung des Pferdes siehe 2.2.8.3.

2.2.4.4. Einfluß der Nutzung

Zum Einfluß der Nutzung auf die Exposition des Pferdes mit Allergenen siehe 2.2.8.4.

2.2.4.5. Einfluß des Managements

Das Management spielt eine sehr wichtige Rolle. Niemals können sämtliche Pilzsporen aus der Umwelt eliminiert werden, da Sporen Hunderte von Kilometern durch die Luft getragen werden können. Trotzdem sollten alle Maßnahmen zur Verringerung der Gehalte an Sporen in der Luft unternommen werden, um respiratorischen Krankheiten vorzubeugen und zu lindern (THOMSON und McPHERSON, 1983).

2.2.4.5.1. Einstreu und Mistung

Der Gehalt an Schimmelpilzen in der Stallluft ist unter anderem abhängig von der verwendeten Einstreu sowie der Art des Mistverfahrens.

Bei einem immerhin hohen Gesamtkeimgehalt ist der Gehalt an Schimmelpilzen in Späne signifikant kleiner als bei Stroheinstreu (BARTZ, 1992; FERRO et al., 2000) oder Verwendung von Papier (HAAKE, 1992). Nach CLARKE (1987c) enthält Stroh im Vergleich zu Späne, Torf und Papier die größte Anzahl an Partikeln und Pilzen. Er betont, daß sich das bei Matratzenstreu oder feuchten Bedingungen ändern kann. In Extremfällen können Späne mehr Keime enthalten als gutes, sauberes Stroh. Vermutlich aufgrund hoher Luftfeuchte und Temperatur haben VANDENPUT et al. (1997) im Gegensatz zu den anderen genannten Autoren größere Mengen an Schimmelpilzen bei industriell abgepackten Hobelspänen als in Stroh gemessen. Diese Untersuchungen fanden allerdings unter Laborbedingungen statt.

CLARKE (1993a) rät zur Verwendung alternativer Einstreumaterialien mit geringer Staub- und Schimmelpilzbildung.

Tiefe Schichten der Matratzenstreu neigen besonders stark zur Schimmelpilzbildung (CLARKE, 1993a). Neben dem Mistverfahren hat auch das Alter der Einstreu einen Einfluß auf das Pilzspektrum. So fanden VISSIENNON et al. (1996) in vier Monate alter Einstreu mehr Pilzspezies als in zwei Monate alten Proben. Die Autoren schließen daraus, daß sich ein häufiger Wechsel des Einstreumaterials hemmend auf die

Pilzbelastung auswirkt. WEBSTER et al. (1987) kamen zu ähnlichen Ergebnissen: Je länger die Einstreu in der Box verblieb, desto mehr Keime konnten sich vermehren. Zu den eigentlich im Einstreumaterial enthaltenen Keimen gesellen sich noch diejenigen aus dem Futter, namentlich dem Heu, sowie der Stallluft. Wärme und Feuchtigkeit bieten optimale Wachstumsbedingungen für eine Vielzahl von Mikroorganismen.

Ebenso kann neben Ställen gelagerter Mist eine Quelle hoher Keimzahlen sein (CLARKE, 1987c).

2.2.4.5.2. Futter

Mikroorganismen (Pilze und Bakterien) sowie Vorratsschädlinge, insbesondere Milben, sind je nach Futter konzentriert in feineren (lungengängigen) Fraktionen in der Stallluft angesiedelt (KAMPHUES et al., 1989).

Nach CLARKE und MADELIN (1987) enthält Heu am meisten Schimmelpilze, gefolgt von Stroh. Laut KAMPHUES et al. (1989) enthalten auffällig staubige Futtermittel große Zahlen an Milben. Da Futtermilben zur Ernährung abhängig von Pilzsporen sind, kann eine Zunahme von Milben zu einer Abnahme der Sporen im Heu führen. Über den Milbenkot kommt es jedoch wiederum zur Ausscheidung halbverdauter Sporen (CLARKE und MADELIN, 1987).

Pelletierung von Futter führt generell zu einer gewissen Keimzahlreduktion (KAMPHUES, 1996). HAAKE (1992) konnte beim Vergleich verschiedener Mischfutterarten ebenfalls beobachten, daß Pellets und behandelter Hafer geringere Schimmelpilz- und Staubgehalte aufwiesen als unbehandelter Hafer. Hafer zeigt unter den hiesigen Getreidearten allgemein die höchsten Keimgehalte. VANDENPUT et al. (1997) untersuchten verschiedene Rauhfutter auf den Gehalt an Schimmelpilzen. Es wurden *Aspergillus fumigatus*, *Faenia rectivirgula* und *Thermoactinomyces vulgaris* isoliert. In Pellets wurden signifikant niedrigere Gehalte gemessen als in Silage mit einem Trockensubstanzgehalt von 78 % und Heu. Silage mit 50 % Trockensubstanz war nur geringfügig schimmelpilzhaltiger als pelletiertes Futter.

Das Wässern von Heu führt zu einem signifikant niedrigeren Pilzkeimgehalt im Sedimentationsstaub (JAGGY, 1996). CLARKE (1987c) gibt allerdings zu bedenken, daß das Wässern von Heu zwar die Anzahl der inhalierbaren Sporen verringert, daß aber Teile des Heus, die nicht gefressen werden, wieder trocknen können und erneut eine Quelle für die Inhalation von Sporen darstellen können. Die Verwendung einer Silage kann ebenfalls die Sporenbelastung vermindern: SCHÜTZ und SASSE (1998) ermittelten eine hochsignifikant geringere Freisetzung von Schimmelpilzen, Hefen und thermophilen Actinomyceten bei Verwendung einer industriell gefertigten Silage (HorseHage®).

Neben der Konfektionierung des Futters ist auch die Produktion und Lagerung von Bedeutung: Heu, welches mit einem höheren Wassergehalt gelagert wird, erwärmt sich und beinhaltet mehr Keime als trockenes Heu (CLARKE, 1987c). KAMPHUES (1996) differenziert weiter, daß nicht ganz trocken eingebrachte Futtermittel und ungünstig gelagerte Futtermittel am ehesten zu einer starken Verschimmelung neigen, während feuchtere Futtermittel, insbesondere solche mit hohen Zuckergehalten, stärker für eine Hefenvermehrung disponiert sind (Silagen, melassierter Hafer). Sehr staubreiche Futtermittel enthalten in der Regel hohe Zahlen von Pilzen, vor allem der Gattungen *Aspergillus*, *Alternaria*, *Rhizopus* und *Penicillium* (KAMPHUES et al., 1989).

2.2.5. Chemische Reize

Pferde sind sowohl innerhalb als auch außerhalb des Stalles einer Vielzahl von Gasen ausgesetzt. Im Stall sind Ammoniak, Schwefelwasserstoff und Kohlendioxid von besonderer Bedeutung für die Gesundheit des Atmungstraktes (HILLIGER, 1990; ZEITLER-FEICHT, 1993). Im Freien spielen Industrieemissionen und Ozon möglicherweise ebenso wie beim Menschen eine Rolle. Im Falle des Ozons sind für den Menschen Reizungen der tiefen Atemwege und Zunahme von chronisch-obstruktiven Bronchitiden nachgewiesen. Menschen auf dem Land sind einem höheren Ozongehalt ausgesetzt als Stadtbewohner (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT, 1991).

2.2.5.1. Ammoniak

2.2.5.1.1. Entstehung und Schädigung

Ammoniak, das Problemschadgas in der Pferdehaltung schlechthin, entsteht durch mikrobielle Zersetzung von Protein und Harnstoff (ZEITLER-FEICHT, 1993). Ammoniak als gut wasserlösliche Substanz wird bereits in den oberen Atemwegen absorbiert (CLARKE, 1987a), gebunden an Staubpartikel kann es bis in die Alveolen vordringen und hier eine eventuell andere Wirkung als die isolierte Substanz entfalten (RADE und KAMPHUES, 1999). SASSE et al. (1985a) haben bereits auf die wichtige Bedeutung von Ammoniak in der Ätiologie von Atemwegserkrankungen hingewiesen. HARTUNG (1988) hat die Wirkung von Spurengasen in der Stallluft untersucht. Demnach soll Ammoniak ab 30 ppm eine Schleimhautreizung und respiratorische Symptome hervorrufen und ab 50 ppm die Infektionsrate erhöhen. JOHANNSEN et al. (1987) haben Versuche an Ferkeln durchgeführt, um die Wirkung einer inhalativen Belastung von Ammoniak zu testen. Die Ferkel wurden 4,5 bis 6 Wochen einer Ammoniakkonzentration von 50 bis 100 ppm ausgesetzt. Pathohistologisch und elektronenmikroskopisch konnte eine Hypersekretion durch Vermehrung von Becherzellen in der Tracheobronchialschleimhaut festgestellt werden, während es in den oberen Atemwegen zum völligen Verlust der Becherzellen kam. Streckenweise traten degenerativ-nekrobiotische Veränderungen an den Zilienzellen auf sowie Mikroläsionen und reaktiv-entzündliche Prozesse an der Tracheobronchialschleimhaut und am Lungenparenchym. Die Wände der Alveolen waren durch Lipoproteine verdichtet, was wohl die Aufnahme von Ammoniak verhinderte aber ebenso den Gasaustausch beeinträchtigte. Es folgten Schleimansammlungen bei gleichzeitig reduzierter Reinigung der Bronchien, Leistungsminderung und ein erhöhtes Infektrisiko. WATHES et al. (1983) sehen die Gefahr, daß selbst kleinere Defekte in der Schleimhaut der oberen Atemwege zu schweren funktionellen Störungen und dadurch zu häufigerem Auftreten und zunehmendem Schweregrad von Atemwegserkrankungen führen können.

2.2.5.1.2. Maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK)

Eine Senatskommission der Deutschen Forschungsgemeinschaft gibt als jährliche Mitteilung Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen (MAK) und biologische Arbeitsstofftoleranzwerte (BAT) heraus (HILLIGER, 1990). Im Laufe der Jahre wurden diese Empfehlungen immer wieder überprüft und anhand von aktuellen Forschungsergebnissen erneut festgelegt. So wurde 1979 von BLENDL noch ein MAK-Wert für Ammoniak für Tiere von 50 ppm empfohlen, während in der Schweine- und Kälberhaltungsverordnung vom 30.5.1988 ein Wert von 20 ppm (nach HILLIGER, 1990) vorgeschrieben war. ZEITLER-FEICHT (1993) gab eine maximale Konzentration von 20 ppm für Pferdeställe an. MAK-Werte wurden ursprünglich für Menschen festgelegt und geben die Konzentration an, der ein Mensch täglich acht Stunden ausgesetzt sein darf, ohne gesundheitliche Schäden befürchten zu müssen (RADE und KAMPHUES, 1999). Pferde sind der Stallumgebung jedoch in der Regel wesentlich länger pro Tag und sieben Tage die Woche ausgesetzt. Hinzu kommt, daß aufgestallte Tiere kontinuierlich nicht nur verschiedenen chemischen sondern auch mechanischen und infektiösen Reizen gleichzeitig ausgesetzt sind (WATHES et al., 1983). Somit werden heute von der FN und der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft für Ammoniak in der Stallluft Werte weniger als 10 ppm postuliert (MARTEN und JAEP, 1991; ANONYM, 1995).

Ammoniak ist ab einer Konzentration von 20 bis 50 ppm geruchlich wahrnehmbar (GREENWOOD und EARNSHAW, 1990). Nach den Normen von HARTUNG (1988) und JOHANNSEN et al. (1987) ist Ammoniak demzufolge bereits schädlich, sobald er riechbar ist, nach neueren Normen (ANONYM, 1995) sogar schon bevor er geruchlich wahrgenommen wird. Auch WAGNER (1988) ist der Meinung, daß Schadgase vom Menschen nicht merklich wahrnehmbar sein sollten.

2.2.5.2. Schwefelwasserstoff

2.2.5.2.1. Entstehung und Schädwirkung

Schwefelwasserstoff entsteht beim anaeroben bakteriellen Abbau schwefelhaltiger Aminosäuren in Einstreu und Fäkalien. In geringen Konzentrationen weist es einen typischen Geruch nach faulen Eiern auf, in hohen Konzentrationen ist es nicht mehr riechbar. Schwefelwasserstoff ist eines der giftigsten Schädgase im Stall und führt zu Schädigungen des Atemzentrums und des Zentralnervensystems (ZEITLER-FEICHT, 1993). In geringeren Dosen wirkt es irritierend und verursacht Entzündungen der Schleimhäute (WATHES et al., 1983). Nach HARTUNG (1988) führt Schwefelwasserstoff ab 10 ppm zu einer Leistungsminderung sowie respiratorischen Symptomen und ab 20 ppm zu Reizung von Augen und Lunge begleitet von Inappetenz.

2.2.5.2.2. Maximale Arbeitsplatzkonzentration

Der MAK-Wert für Schwefelwasserstoff in der Schweine- und Kälberhaltungsverordnung vom 30.5.1988 beträgt 5 ppm (nach HILLIGER, 1990). Nach den Leitlinien zur Pferdehaltung (ANONYM, 1995) sollte die Schwefelwasserstoffkonzentration in der Stallluft unter der meßbaren Grenze liegen, was sich mit den Empfehlungen von HILLIGER (1990) deckt.

2.2.5.3. Kohlendioxid

2.2.5.3.1. Entstehung und Schädwirkung

Kohlendioxid entsteht hauptsächlich im Tier beim Abbau der Kohlenstoffskelette von Kohlenhydraten, Fetten und Eiweißen und wird durch die Atmung in die Stallluft abgegeben (RADE und KAMPHUES, 1999). Geringe Mengen (etwa 5 bis 10 %) entstehen bei der mikrobiellen Zersetzung von Kot, Harn und Futterresten (HILLIGER, 1990). Kohlendioxid kommt im Pferdestall nicht in gesundheitsgefährdender oder leistungsmindernder Konzentration vor.

Eine erhöhte Kohlendioxidkonzentration ist als Indikator für die Qualität der Stallluft zu bewerten, insbesondere für eine unzureichende Lüftung des Stalles. Demzufolge sollte bei Stallklimamessungen auch immer der Kohlenstoffdioxidgehalt bestimmt werden (WATHES et al., 1983; MARTEN und JAEP, 1991; ZEITLER-FEICHT, 1993; RADE und KAMPHUES, 1999).

2.2.5.3.2. Maximale Arbeitsplatzkonzentration

Die Schweine- und Kälberhaltungsverordnung vom 30.5.1988 gibt einen MAK-Wert für Kohlendioxid von 3000 ml/m³ an. ZEITLER-FEICHT (1993) hält eine MAK von 2500 ml/m³ maximal tolerabel. FN und Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft (ANONYM, 1991) und WAGNER (1988) empfehlen maximal 1500 ml/m³ im unmittelbaren Tierbereich. Dieser Wert wurde 1995 nochmals nach unten auf 1000 ml/m³ korrigiert (ANONYM, 1995).

2.2.6. Einfluß der Haltungsbedingungen auf die Schadgaskonzentration

2.2.6.1. Einfluß der Haltungsart auf die Schadgaskonzentration

Die Ammoniak- und Kohlendioxidkonzentration ist nach JAGGY (1996) in Innenboxen hochsignifikant höher als in Außenboxen (Mehrraum-Auslaufbox). Dies wurde auch von BARTZ (1992) bestätigt. Je weniger Zeit die Pferde im Stall verbringen, desto weniger sind sie Gasen in der Stallluft ausgesetzt.

2.2.6.2. Einfluß der Stallluft auf die Exposition mit Schadgasen

Da Staub Ammoniak absorbiert, gilt: Je größer der Staubgehalt der Stallluft, desto stärker auch die Ammoniakwirkung (BLENDL, 1979). Somit gelten auch die Einflußfaktoren auf den Staubgehalt der Stallluft, die unter 2.2.8.2. genannt sind.

Nach ZEITLER-FEICHT (1993) führen eine niedrige Temperatur und eine hohe Luftfeuchte zu einem hohen Ammoniakgehalt in der Stallluft.

JORDAN-GOOSSENS (1998) konnte im Winter höhere Ammoniak- und Kohlenstoffdioxidgehalte in der Stallluft messen als im Sommer. Die Autorin vermutete als Ursache eine schlechtere Lüftung im Winter infolge geschlossener Stalltüren.

ZEITLER (1986) und JORDAN-GOOSSENS (1998) ermittelten in der Nacht höhere Ammoniakwerte in der Stallluft als am Tag.

2.2.6.3. Einfluß der Belegung auf die Schadgaskonzentration

Je größer die Anzahl der Tiere im Stall, desto größer ist auch die Schadgasentwicklung. (Siehe 2.2.8.3.)

2.2.6.4. Einfluß des Managements auf die Schadgaskonzentration

Für den Gehalt an Schadgasen in der Stallluft ist die Art des Mistverfahrens, die Frequenz des Ausmistens sowie die Art der verwendeten Einstreu von großer Bedeutung.

Matratzenstreu und ungenügende Drainage für Urin begünstigen die Entstehung von Ammoniak und Schwefelwasserstoff (CLARKE, 1987a). Auch HAAKE (1992) konnte bei Matratzenstreu einen steten Anstieg der Ammoniakkonzentration mit zunehmender Dauer des Versuchszeitraumes feststellen.

ZEITLER-FEICHT (1993) untersuchte 65 Pferdeställe mit unterschiedlichen Mistungsfrequenzen. Die Betriebe mit mindestens zweimal täglicher Mistung und einmal täglicher frischer Einstreu wiesen deutlich geringere Ammoniakkonzentrationen auf als Pferdehaltungen, bei denen nur alle zwei bis drei Tage ausgemistet und eingestreut wurde. Waren zusätzlich die Fenster und Türen über Nacht geschlossen, so konnten Ammoniakkonzentrationen bis zu 30 ppm am nächsten Morgen vor dem Ausmisten gemessen werden.

STOSCH (2000) ließ die Aufnahmekapazitäten für Flüssigkeiten verschiedener Einstreumaterialien untersuchen. Demnach konnten Torf und Strohpellets wesentlich

mehr Flüssigkeit aufsaugen als Späne. Unbehandelte Sägespäne schnitten aufgrund des geringeren Trockensubstanzgehaltes schlechter ab als industriell abgepackte (getrocknete) Späne. Die Aufnahmekapazität von Stroh bewegte sich in Bereichen zwischen Späne und Pellets. Untersuchungen nach HAAKE (1992) ergaben in Papiereinstreu einen signifikant geringeren Ammoniakgehalt als in Späne.

Schließlich wird der Schadgasgehalt auch durch die Zusammensetzung des Futters beeinflusst. Übersteigt die Eiweißversorgung den Bedarf des Tieres, wird vermehrt Harnstoff ausgeschieden. Das führt zur erhöhten Bildung von Ammoniak (RADE und KAMPHUES, 1999). Auch der Schwefelwasserstoffgehalt wird durch den Anteil an Proteinen und schwefelhaltigen Aminosäuren in der Nahrung beeinflusst. Als besonders schwefelhaltige Futtermittel gelten Raps, Maiskleber, Kohl und Molkenpulver (RADE und KAMPHUES, 1999).

2.2.7. Mechanische Reize

Mechanische Reizungen der Atemwege können durch Inhalation von Staubpartikeln erfolgen (DEEGEN, 1984; SASSE et al., 1985a; DERKSEN und WOODS, 1994).

2.2.7.1. Staub in der Stallluft

Staub ist eine disperse Verteilung fester Stoffe in Gasen, welche durch mechanische Prozesse oder Aufwirbelungen entstanden sind (DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT, 1998).

Staub in der Stallluft entsteht hauptsächlich aus drei Quellen. Erstens vom Tier selbst durch Abschilferung von Haaren und Schuppen sowie aus eingetrocknetem Kot, zweitens durch die Einstreu und drittens durch das Futter (WATHES et al., 1983). Der Staubgehalt in der Stallluft ist verglichen mit der Außenwelt um den Faktor 10 bis 100 erhöht (ZEITLER-FEICHT et al., 1988). Der Anteil der lungengängigen Partikel, auch Feinstaub genannt, ist, wie von CRICHLOW et al. (1980) nachgewiesen, um den Faktor

10 gegenüber der Außenwelt erhöht. Unter Feinstaub wird gemäß der Deutschen Forschungsgemeinschaft (1984) der alveolengängige Staub verstanden, wobei Partikel $\leq 5 \mu\text{m}$ mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 % lungengängig sind. Die Verweildauer der Staubpartikel in der Luft ist wesentlich vom Teilchendurchmesser abhängig. Je größer und schwerer die Teilchen, desto höher ist die Sinkgeschwindigkeit (MEHLHORN, 1979).

Nach DROMMER und KAUP (1984) werden in der Nase und den Nasenmuscheln ca. 90 % aller durch Inhalation in diesen Bereich gelangten Partikel abgefangen. Hier ist die Größe der Partikel von entscheidender Bedeutung: Liegt der aerodynamische Durchmesser der Staubbestandteile unter $5 \mu\text{m}$, so können die Partikel während der Inhalation in distale Bereiche des Atmungstraktes gelangen und dort deponiert werden (CLARKE, 1987a). Über weitere Abwehrmechanismen gibt Tabelle 2 Auskunft:

Tab. 2: Abwehrmechanismen des Atmungstraktes gegen inhalierbare Noxen (CLARKE, 1987a)

Abwehrmechanismus	Eliminierbare Noxe
Haare am Naseneingang Krümmung/ Windung der Nasenmuscheln	Partikel mit einem Durchmesser von deutlich über $10 \mu\text{m}$
Mukoziliäre Clearance (Trachea, Hauptbronchien)	unlösliche Partikel $> 5 \mu\text{m}$ (z.B. Staub)
Phagozytose durch Alveolarmakrophagen	alveolengängige, unlösliche Partikel $< 5 \mu\text{m}$
Lokales pulmonales Immunsystem (BALT)	Stoffe, die sowohl das Alveolarepithel als auch -endothel durchdringen können
Absorption in bronchiale Blutgefäße ? Lymphsystem ? systemische Immunabwehr	lösliche Agenzien (z.B. Gase), Infektionserreger, Partikel $< 5 \mu\text{m}$ durch Diffusion
Freie Antikörper, Immunzellen und Mediatoren im tracheobronchialen Lumen	Abfangen von Infektionserregern und Allergenen vor einer pulmonalen Resorption

Bei Inhalation werden kleine, leichte Staubpartikel durch Sedimentation in den Atemwegen deponiert, während große, schwere Partikel durch Impaktion, d.h. durch das Aufprallen auf die Schleimhautoberfläche, abgelagert werden. Letzteres ist bei

gesunden Verhältnissen in den oberen Atemwegen wahrscheinlicher, da dort turbulente Strömungen vorherrschen, während kleinere Partikel ungehindert dieser Kräfte den Verzweigungen des Bronchialbaumes folgen können (DEEGEN, 1984). Partikel unter 0,5 µm werden nach CLARKE (1993c) ohne Deposition wieder ausgeatmet.

2.2.7.2. **Schadwirkungen durch Staub**

Staub kann infolge seiner Vehikelfunktion eine infektiöse, allergische und chemische Wirkung besitzen. Zudem kann er aber auch mechanisch die Atemwege reizen. Man nimmt an, daß es durch Staubinhalation zu einer Reflexbronchokonstriktion kommt (DEEGEN, 1984). Pferde, bei denen bereits eine Entzündung der Atemwege vorliegt (z.B. infolge einer Virusinfektion), leiden häufig unabhängig von der Art des Stallstaubes, dem sie ausgesetzt sind, an einer unspezifischen Hyperreagibilität der Atemwege. In diesem Falle führt die Inhalation von inertem Staub in Konzentrationen, die normalerweise problemlos toleriert werden, zu einer Verschlechterung der Symptomatik (DERKSEN und WOODS, 1994). Eine chronische Belastung der Atemwege mit Staub und Keimen kann deren Abwehrmechanismen überfordern (ZEITLER-FEICHT, 1993). Nach CLARKE (1987a) ist der Stallstaub nicht nur Ursache chronischer Folgeerkrankungen von akuten Infektionen, sondern durch Reizung der Schleimhäute auch Wegbereiter für virale und bakterielle Infektionen. Besonders wichtig ist die primär irritierende, allergieunabhängige Wirkung von inhalierten Schimmelpilzsporen, die bei Pferden eine entzündliche Reaktion der Atemwege auslösen kann (CLARKE, 1993a). Als Beispiel werden Versuche von SCHUYLER et al. (1983) angeführt, in denen eine einmalige Exposition von *Faenia rectivirgula* zu Veränderungen an den Atemwegen von Kaninchen führte.

KLEIN und DEEGEN (1985) stellen fest, daß sich die klinischen Symptome allergischer und nicht-allergischer Atemwegserkrankungen ähneln, daß unabhängig von der Ursache das Bild einer unspezifischen Hyperreagibilität der Bronchien gefunden wird. Ihrer Meinung nach könnte chemisch inerter Staub ebenso wie Heustaub beim Pferd eine Bronchokonstriktion und Husten auslösen, ohne daß ein allergisches Geschehen beteiligt sein muß. Untersuchungen von FREVEL (1997) scheinen das zu

bestätigen: Durch Inhalation eines Schimmelpilz-Milben-Extraktes konnten bei drei von sechs klinisch gesunden Pferden Symptome im Sinne einer COPD und bei sechs von sechs Pferden eine bronchiale Hyperreagibilität, nachgewiesen mittels eines Histamininhalationsprovokationstests, ausgelöst werden. Durch Inhalation von unbelastetem, keimfreiem Futterstaub konnten ähnliche Reaktionen in Form einer signifikanten Verschlechterung der Lungenfunktionsparameter erzeugt, jedoch keine Reagibilitätssteigerung nachgewiesen werden (FINK, 1998).

2.2.8. Einfluß der Haltungsbedingungen auf die Staubbelastung für das Pferd

2.2.8.1. Einfluß der Haltungsart auf die Staubbelastung

Nach PIOTROWSKI (1992) ist die Einzelhaltung in Innenboxen wärmeisolierter Ställe derzeit die verbreitetste Aufstallungsform für Pferde. Ideale Luftverhältnisse findet das Pferd dagegen nur im Freien, sofern es nicht an einer summer pasture associated obstructive pulmonary disease leidet. Chronische Lungenerkrankungen treten wesentlich häufiger bei aufgestellten Pferden auf als bei Tieren, die im Freien gehalten werden (EYRE, 1972). SAINSBURY (1981) empfiehlt zur Therapie von chronischen Atemwegserkrankungen das Halten der Pferde in einem überdachten Auslauf. Viele Besitzer eines chronisch lungenkranken Pferdes beobachten bei Weidegang oder Grasfütterung eine Besserung des Allgemeinzustandes während der Sommermonate und eine Verschlimmerung während der Stallhaltung und Heufütterung im Winter. SCHATZMANN et al. (1974) interpretieren diese Beobachtung als Folge einer verminderten Staubexposition im Sommer.

In der Offenstallhaltung ist die Stallklimatisierung in der Regel kein Problem, da die Pferde unter natürlichen Klimabedingungen gehalten werden (ZEITLER-FEICHT, 1993). Bei entsprechender Pflege der Einstreu und des Futters sind auch gute Luftverhältnisse in Außenboxen, sofern deren Außenklappen stets geöffnet sind, zu finden. In allen geschlossenen Stallungen müssen Mindestanforderungen an die Haltung gestellt werden (ZEITLER-FEICHT, 1993).

JAGGY (1996) ermittelte bei Messungen in Innenboxen signifikant höhere Gesamtstaubgehalte als in Außenboxen (in Form einer Mehrraum-Auslaufbox). Der Feinstaubgehalt war jedoch unabhängig von der Boxenart in etwa gleich. Bei Messungen im direkten Einatmungsbereich des Pferdes mit Hilfe eines „personal sampler“ konnte BARTZ (1992) die Ergebnisse von JAGGY (1996) bezüglich der Gesamtstaubmenge bestätigen, jedoch ergaben sich bei seinen Versuchen signifikant geringere Feinstaubmengen in der Außenbox. Seiner Meinung nach ist die Haltung in einer offenen Box derjenigen in einer geschlossenen Box bezüglich der Staubbelastung eindeutig vorzuziehen. Bereits 1987 hatte CLARKE (1987a) darauf hingewiesen, daß Staubmessungen, die nicht im direkten Einatmungsbereich vorgenommen wurden, nicht unbedingt die wahre Staubexposition für das Tier reflektieren, da daß Pferd z.B. beim Liegen und Fressen seine Nase dicht über der Einstreu bzw. dem Futter hat.

Zusätzlich zur Boxenart ist auch die Möglichkeit und Dauer eines täglichen Auslaufes für die Gesunderhaltung des Atmungsapparates des Pferdes von großer Bedeutung. Bewegung fördert die Selbstreinigung der Atemwege (ANONYM, 1991), da sie über die Ausschüttung von Katecholaminen bronchospasmolytisch und durch die Aktivierung der mukoziliären Clearance sekretomotorisch wirkt (DEEGEN, 1992).

VERVUERT und COENEN (2000) weisen auf die Wichtigkeit von körperlicher Bewegung für das Pferd im Hinblick auf seine Gesunderhaltung hin. Konsequenzen eingeschränkter Bewegung sind Störungen des Bewegungs-, Atmungs- und Verdauungsapparates bis hin zu Stereotypen. In diesem Zusammenhang wird RODEWALD (1989) zitiert, der in Reitbetrieben eine tägliche, durchschnittliche Bewegung von 41 Minuten bei Privatpferden und 85 Minuten bei Schulpferden gemessen hat mit einer zurückgelegten Entfernung von 4,9 (Privatpferde) und 9,9 km (Schulpferde). Im Gegensatz dazu legen Pferde in der Natur je nach Nahrungsangebot bis zu 16 km zurück (ZEEB, 1984).

2.2.8.2. Einfluß der Stallluft auf die Exposition mit Staub

Im Bereich der Pferdehaltung gibt es momentan noch keine gesetzlichen Vorschriften zur Stallklimagegestaltung. Von der FN und der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft werden allerdings Empfehlungen in Form von Richtlinien gegeben (ANONYM, 1995).

WATHES et al. (1983) sehen in einer guten Ventilation die Voraussetzung für die Gesunderhaltung der aufgestellten Tiere. Ihrer Definition nach dient Ventilation dazu, die Umgebung der Tiere von Hitze, Feuchtigkeit, Kohlendioxid, Staub, schädigenden Gasen und Keimen freizumachen und durch Frischluft zu ersetzen. Die Frequenz, mit der die Stallluft pro Zeiteinheit ausgetauscht wird, ist ein Maß für die Säuberungsrate der Stallluft von Staub und Keimen (CLARKE, 1993b). Auch CLARKE (1993b) sieht die Vorteile einer guten Ventilation. Sie kann eine Hilfe sein, Kondenswasserbildung zu minimieren und verringert Staub- und Keimgehalte in der Stallluft. Er warnt jedoch davor, allein auf gute Ventilation zu achten. Da das Pferd direkten Kontakt zur Einstreu und zum Futter hat, kann eine gute Ventilation nicht eine Verwendung von staubigem Futter und schlechter Einstreu kompensieren (CLARKE, 1993b). Ebenso haben Staubmessungen von WOODS et al. (1993) sowohl im Stallgebäude als auch im direkten Einatmungsbereich der Pferde ergeben, daß selbst eine gute Ventilation zwar den Gesamtstaub in der Stallluft deutlich verringern kann, daß die Effekte im direkten Einatmungsbereich jedoch minimal sind. Die Autoren weisen darum auf die Wichtigkeit einer Verwendung eines staubarmen Ausgangsmaterials hin.

Die Luftströmungsgeschwindigkeit ist für den direkten Transport von Staub innerhalb des Stallraumes verantwortlich. Sie sollte sich im Tierbereich nach BLENDL (1979) um folgende Mittelwerte bewegen: im Winter mindestens 0,1 bis 0,2 m/s , im Sommer bis 0,6 m/s. ZEITLER-FEICHT (1993) fordert eine Mindestströmungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Temperatur und Luftfeuchte von 0,2 m/s im Winter bis 0,8 m/s im Sommer.

JORDAN-GOOSSENS (1998) ermittelte im Sommer eine signifikant geringere Gesamt- und Feinstaubbelastung in der Stallluft als im Winter, was auf eine schlechtere Lüftung im Winter zurückzuführen war. Nach GERBER (1973) erkrankten Pferde häufiger im Winter, wenn sie mehr im Stall sind und die Lüftung schlechter ist. McPHERSON et al. (1979b) konnten dagegen keinen Einfluß der Jahreszeit auf das Auftreten von COPD erkennen.

Eine größere Luftfeuchte verhindert eine Staubbildung durch Aggregation der Staubteilchen. Es entstehen weniger und größere Partikel (ASAJ, 1984). Auch BARTZ (1992) errechnete eine negative Korrelation zwischen Luftfeuchte und Gesamtstaubgehalt. DONE (1991) ermittelte eine geringere Frequenz von Atemwegserkrankungen bei Schweinen bei einer hohen Luftfeuchte im Stall, da durch den höheren aerodynamischen Durchmesser die Staubpartikel schneller sedimentieren.

Wenn die Luftfeuchte unter 50 % abfällt, kann nach ZEITLER (1988) eine Reizung der Atemwege durch Staub mit Niesen und Husten sowie Entzündungen der Konjunktiven beobachtet werden. Trockene Luft begünstigt die Staubentwicklung im Stall, die Schleimhäute der Atemwege werden geringer befeuchtet und die mechanische Reizwirkung von Staub wird verstärkt. Es kommt zur Beeinträchtigung der Flimmerbewegung des Epithels, was zu einer Minderung der mukoziliären Clearance führen kann (ZEITLER-FEICHT, 1993).

2.2.8.3. Einfluß der Belegung auf die Staubkonzentration

Je mehr Tiere sich in einem Stall befinden, desto mehr Quellen für Staub durch Tieraktivitäten und Abschilferungen von Haaren und Schuppen existieren. Um gute Luftverhältnisse im Stall zu schaffen, ist eine Überbelegung zu vermeiden. Je Pferd sollte ausreichend Luftraum, laut ZEITLER-FEICHT (1993) mind. 35 m³, zur Verfügung stehen.

2.2.8.4. Einfluß der Nutzung auf die Staubkonzentration

RAPP et al. (1991) zeigen eindrucksvoll die Staubbelastung beim Reiten in einer Reithalle. In Abhängigkeit von dem Feuchtigkeitsgehalt und Alter der Tretschicht kann es zu erheblichen Belastungen der Luft mit Staub und Pilzen in der Reithalle selbst sowie bei offener Verbindungstür im angrenzenden Stall kommen. Auch der Anteil an sogenannten Staubnestern ist von Bedeutung, da diese bereits bei Luftbewegungen von mehr als 0,3 m/s aufgewirbelt werden (ASAJ, 1984). Solche Geschwindigkeiten werden bereits im Schritt erreicht.

Ebenso hat die Anzahl der Pferde einen Einfluß auf die Luftqualität: Je mehr Pferde in der Halle zur gleichen Zeit bewegt werden, desto größer ist die Staubeentwicklung in der Reithalle und je nach Bauart auch im angrenzenden Stall (RAPP et al., 1991).

Bei Bewegung atmet das Pferd ein deutlich größeres Luftvolumen ein als in Ruhe. RAPP et al. (1991) weisen darauf hin, daß in diesem Sinne die Staubbelastung für Pferde während des Reitens in einer Reithalle anders zu werten ist als während der Ruhephasen in der Box.

2.2.8.5. Einfluß des Managements auf die Staubkonzentration

Spitzenkonzentrationen von Staub im Stall finden sich zu Zeiten der Stallaktivitäten, wie z.B. dem Einstreuen und Füttern (CRICHLOW et al., 1980; ASAJ, 1984; ZEITLER, 1985; CLARKE, 1987a; WOODS et al., 1993; JORDAN-GOOSSENS, 1998).

2.2.8.5.1. Einstreu

Die Wahl der Einstreu hat einen signifikanten Einfluß auf die Staubkonzentration der Stallluft (FERRO et al., 2000).

Da aufgestallte Pferde einen Großteil der Zeit in unmittelbarer Nähe der Boxeneinstreu verbringen, kommt der Verwendung sauberer, staubfreier Materialien in Hinsicht auf die Vermeidung von Erkrankungen des Respirationstraktes eine entscheidende Bedeutung zu (CLARKE et al., 1987).

Die Einstreu in der Pferdebox dient verschiedenen Zwecken. Sie soll die Ausscheidungen des Pferdes möglichst aufsaugen oder binden, eine zusätzliche Wärmeisolierung schaffen und schließlich vor mechanischen Insulten schützen (MEYER, 1992). Im Hinblick auf die Vermeidung von Atemwegserkrankungen muß die Einstreu drei Mindestanforderungen erfüllen. Sie muß Flüssigkeiten gut aufsaugen können, um eine Freisetzung von Schadgasen, insbesondere Ammoniak, so gering wie möglich zu halten. Sie sollte keine starke Keimvermehrung erlauben und möglichst wenig Staub und allergene Stoffe enthalten.

Stroh ist das klassische Einstreumaterial. JONES et al. (1987) untersuchten die Haltung von Rennpferden in England. Ca. 52 % der Pferde wurden auf Stroh gehalten, 34 % auf Späne, während die restlichen Tiere auf Papier gehalten wurden. DIXON et al. (1995b) haben durch Befragungen der Tierbesitzer bei 28,7 % von 300 Pferden eine strohlose Haltung ermittelt. Neben den Vorteilen einer geringen Anschaffungsgebühr, guten Flüssigkeitsaufnahme und Wärmeisolierung besitzt Stroh Nachteile in Hinsicht auf Verdauungs- und Atemwegsprobleme (MEYER, 1992). Alternativ sind Sägemehl, Hobelspäne, Torf und verschiedene industriell gefertigte Materialien, z.B. in Pelletform, einsetzbar.

WOODS et al. (1993) zeigten, daß die Staubkonzentration in Pferdeställen drastisch gemindert werden kann, wenn Stroh und Heu durch Späne und pelletiertes Futter ersetzt werden. Allerdings kann diese Kombination zu Verdauungsproblemen führen (MEYER, 1992).

Sägespäne besitzen keine so günstige Aufnahmekapazität für Urin wie Stroh. Torf saugt gut Flüssigkeiten auf, entwickelt wenig Staub, ist aber ökologisch bedenklich, da Torf aus Mooren gewonnen wird, die in Deutschland unter Naturschutz stehen (STOSCH,

2000). TANNER et al. (1998) testeten recycelte Telefonbücher als Einstreu im Vergleich zum Sägemehl. Bei ähnlicher Staubentwicklung hat Papier eine höhere Aufnahmekapazität für Urin als Sägemehl. Lag der Feuchtigkeitsgrad bei letzterem zwischen 19 bis 65 %, so wiesen die wiederverwerteten Telefonbücher nur einen Feuchtigkeitsgehalt von 6 % auf.

WEBSTER et al. (1987) konnten eine signifikant höhere Konzentration von lungengängigem Staub beim Einstreuen von Stroh feststellen als bei Verwendung von Späne und Papier. In Zeiten ohne Aktivität ermittelten die Autoren höhere Konzentrationen von Staub in der Luft des Stallgebäudes bei Stroh- und Papiereinstreu und geringere bei Späneeinstreu. Nach HAAKE (1992) beeinflußt Papier am wenigsten die Stallluftqualität, gefolgt von Späne, während Stroh die Qualität der Stallluft am meisten beeinträchtigt. Dagegen schloß BARTZ (1992) aufgrund von hohen Feinstaubgehalten in der Stallluft trotz Verfütterung von nassem Heu auf eine hohe Feinstaubentwicklung durch Hobelspäne. Ebenso ermittelten FERRO et al. (2000) höhere Feinstaubgehalte in Späne als in Stroh.

Zu Zeiten erhöhter Aktivität im Stall dominiert der Grobstaub mit einer Partikelgröße $>10 \mu\text{m}$. In der Nacht sind zu 90 % lungengängige Partikel in der Stallluft (ZEITLER, 1984). Nach WOODS et al. (1993) ist der Anteil des Gesamtstaubes in der Luft eines Pferdestalles zu Nachtzeiten geringer als zu Tagzeiten. Durch Elimination von Heu und Stroh kann die Anzahl der Staubteilchen im Stallgebäude halbiert werden. Bei heu- und strohloser Haltung verringert sich die Konzentration an lungengängigen Staubpartikeln in der Luft des Stallgebäudes am Tag auf 46 % im Vergleich zu konventioneller Pferdehaltung. Im direkten Einatmungsbereich sinkt die Anzahl des Grob- und Feinstaubes auf 3 % ab. Unabhängig vom Haltungssystem ändert sich die Konzentration lungengängiger Staubpartikel nicht im Tag-Nacht-Rhythmus, vermutlich aufgrund der langsameren Sedimentationsgeschwindigkeit von Feinstaub (MEHLHORN, 1979; ZEITLER, 1985).

2.2.8.5.2. Mistung

Zu Zeiten maximaler Aktivität im Stall, wie z.B. beim Misten und insbesondere beim Einstreuen, treten die höchsten Staubkonzentrationen im Stall auf (CRICHLLOW et al., 1980; ZEITLER, 1984; RAPP et al., 1991). CLARKE et al. (1987) ermittelten zu Zeiten des Mistens und Einstreuens eine bis zu 12,5 mal höhere Staubkonzentration in den Boxen. JAGGY (1996) hat die höchsten Staubgehalte während des Einstreuens gemessen, erst danach beim Füttern. Allerdings wurde die Einstreu in der Box verteilt und aufgeschüttelt, während das Heu unaufgeschüttelt zugeteilt wurde.

CLARKE (1987c) und HAAKE (1992) empfehlen, die Pferde während des Mistens und Einstreuens aus dem Stall zu entfernen, um erhöhte Staubbelastungen zu vermeiden.

2.2.8.5.3. Futter

Laut ZEITLER et al. (1987) ist das Futter die Hauptquelle für den luftgetragenen Stallstaub. Auch BARTZ (1992) schlußfolgerte aus Staubmessungen in einer offenen Box bei einstreuloser Haltung und Haltung auf Stroh oder Späne, daß Heu einen größeren Einfluß auf den Staubgehalt der Stallluft nimmt als die Einstreu. Im Gegensatz dazu kommt HAAKE (1992) anhand seiner Versuchsergebnisse zu dem Schluß, daß Futter nur zu den Fütterungszeiten großen Einfluß auf die Stallluftqualität ausübt, während in der übrigen Zeit die Einstreu den größeren Einfluß besitzt. Allerdings wurden in seinen Versuchen die Staubmessungen zwar in der Box durchgeführt, jedoch nicht im direkten Einatmungsbereich des Pferdes.

KAMPHUES et al. (1989) konkretisieren, daß bei Trockenfütterung im Gegensatz zur Naßfütterung die Zusammensetzung des Stallstaubes entscheidend durch das Futter bzw. durch seine Konfektionierung bestimmt wird. Demnach besitzt Rauhfutter durch einen höheren Anteil feinpartikulärer Bestandteile einen stärkeren Einfluß auf die Qualität der Stallluft als Mischfutter (KAMPHUES et al., 1989).

Untersuchungen der verschiedenen Futtermittel auf ihre Bestandteile ergaben, daß staubreiche Getreideproben neben originären Futterbestandteilen (Teile der Spelze und Schale, Grannenbruchstücke, Endospermanteile) auch zu einem hohen Prozentsatz sandige Verunreinigungen, feinpartikuläre Spreu- und Unkrautteilchen, feinkörnige Unkrautsamen und Vorratsschädlinge, insbesondere Milben bzw. Exkremete und Fragmente derselben, enthalten. Im Heu findet man neben den originären Bestandteilen, erdigen Verunreinigungen und sandigen Bestandteilen vereinzelt Kotpartikel und zu einem hohen Prozentsatz Milben, Käfer und andere Insekten bzw. deren Produkte. Stroh enthält in der Regel seltener Vorratsschädlinge (KAMPHUES et al., 1989).

KAMPHUES et al. (1989) haben Stärkegehalte der Stallluft bei der Fütterung von schrotförmigem Mischfutter im Vergleich zu pelletiertem Mischfutter für Schweine verglichen. Letzteres führte zu einer deutlich geringeren Staubentwicklung. Der Staub aus verpreßten Futtermitteln erklärt sich im wesentlichen mit Abriebprozessen während des Transportes, so daß die chemische Zusammensetzung des Abriebes mit jener der intakten Konfektionierung identisch ist (RADE und KAMPHUES, 1999), sofern keine nachfolgende Kontamination durch Bakterien oder Schimmelpilze aufgrund einer unsachgemäßen Lagerung stattgefunden hat. Auch ZEITLER et al. (1987) beobachteten einen höheren Gehalt an lungengängigen Partikeln in der Stallluft bei Gabe eines mehlförmigen Futters als bei pelletiertem Futter. In Schweineställen zeigte Flüssigfütterung die geringste Staubfreisetzung ohne einen saisonalen Einfluß auf den Staubgehalt der Stallluft. Dagegen konnten bei Trockenfütterung im Winter, vermutlich durch eine schlechtere Ventilation oder eine geringere Luftfeuchtigkeit, höhere Anteile an Gesamt- und Feinstaub in der Stallluft gemessen werden. Im Sommer war unabhängig von der Art des Futters kein Unterschied in der Konzentration lungengängiger Staubpartikel zu beobachten.

Durch das Wässern von Heu kann die Inhalation von Staubpartikeln ca. um den Faktor 30 reduziert werden (RAYMOND et al., 1997). Dabei ist das komplette Durchnässen des Futters entscheidender als die Dauer des Wässerns (CLARKE und MADELIN, 1987). Komprimierte Ballen müssen länger eingeweicht werden als loses Heu. Nach HAAKE (1992) genügt ein halbstündiges komplettes Eintauchen des geschlossenen

Ballen in Wasser für eine ausreichende Staubbindung. Das Besprenkeln ist nicht effizient (CLARKE und MADELIN, 1987). FERRO et al. (1996) ermittelten in der BALF von Haflingern, die gewässertes Heu bekamen, signifikant weniger Mastzellen. Ihren Versuchen nach hat die Staubeentwicklung aus dem Heu einen größeren Einfluß auf die Zahl der Mastzellen als die Wahl der Einstreu. DIXON et al. (1995d) kommen anhand ihrer Untersuchungsergebnisse zu dem Schluß, daß das Heuwässern zweckreich ist, um chronischen Atemwegserkrankungen vorzubeugen. Bei hochgradigen Erkrankungen des Respirationstraktes reicht diese Methode jedoch nicht mehr aus. In diesem Falle raten sie, die Patienten mit Silage zu füttern. Auch THOMSON und McPHERSON (1983) betonen, daß nasses Heu kein universelles Heilmittel ist, da weiterhin Sporen eingeatmet werden können. Sie empfehlen in solchen Fällen die Elimination von Heu.

Das Wässern von Heu ist eine arbeitsintensive Maßnahme, die sich noch nicht in der Fütterungsroutine eingebürgert hat. Nach JONES et al. (1987) wurden in englischen Rennställen von 96 Ställen nur in einem routinemäßig das Heu eingeweicht und in einem routinemäßig Silage verfüttert. Die übrigen Ställe benutzten trockenes Heu.

Eine Alternative zum Einweichen von Heu ist die Benutzung von mechanischen Entstäubern (CLARKE und MADELIN, 1987) oder die Verwendung von pelletiertem Rauhfutter (WOODS et al., 1993). VANDENPUT et al. (1997) zeigten, daß die Verfütterung von Pellets zu signifikant weniger lungengängigen Partikeln in der Stallluft führt als die Gabe von Heu. SCHATZMANN et al. (1974) eliminierten Heu als Therapie von chronisch lungenkranken Pferden. In der Gruppe von Pferden mit deutlichen klinischen Veränderungen zeigten sich nach Heuentzug deutliche Verbesserungen des klinischen Bildes, gemessen an Atemfrequenz und klinischen Symptomen. Nochmalige Verbesserung wurde durch zusätzlichen Strohentzug erreicht.

Eine weitere Methode, die Staubbelastung der Stallluft zu reduzieren, ist die Verfütterung von Silage, die weniger inhalierbare Partikel als trockenes Heu enthält (CLARKE, 1987c; SCHÜTZ und SASSE, 1998). Ist jedoch eine Packung angebrochen, kann die Silage innerhalb von drei bis fünf Tagen anfangen zu schimmeln (CLARKE,

1987c). VANDENPUT und LEKEUX (1996) fanden signifikant weniger Staub und Allergene in der Stallluft bei Verfütterung einer Grasanwelksilage mit einem Trockensubstanzgehalt von 50 % im Vergleich zu Heu. Silagen mit einem höheren Feuchtigkeitsgrad zeigten weniger Staubentwicklung als solche mit höheren Trockensubstanzgehalten (VANDENPUT et al., 1997). Auch die Testung einer industriell gefertigten Silage (HorseHage[®]) erbrachte eine hochsignifikant geringere Feinstaubentwicklung als bei der Verfütterung von Heu (SCHÜTZ und SASSE, 1998). Im Vergleich Grob- und Feinstaub setzt HorseHage[®] ein Fünftel der Grobstaubmenge und ein Zehntel der Feinstaubmenge frei, die bei Heufütterung entsteht (SCHÜTZ, 1999). Besonders hochgradig kranke Pferde zeigten eine deutliche Besserung auf Silagefütterung, hauptsächlich ersichtlich am Tracheobronchialsekret und der alveoloarteriellen Sauerstoffdifferenz. Dabei war eine wesentlich geringere Schleimmenge in der Trachea bei Silagefütterung erkennbar (SCHÜTZ, 1999). AHLWEDE (2000) betont die im Umgang mit Ballensilagen benötigte Sorgfalt. Das Ausgangsmaterial darf nicht zu trocken, zu strukturreich oder zu inhomogen sein, da andernfalls Siliervorgänge gar nicht oder nur unzureichend ablaufen. Viele der untersuchten Chargen wiesen Mängel in der Qualität in Form von Schimmelbildung oder rascher Erwärmung nach dem Öffnen infolge mikrobieller Aktivitäten auf. VANDENPUT und LEKEUX (1996) empfehlen, die Pferde zwei bis drei Wochen an die Fütterung von Silage zu gewöhnen.

Die Silagefütterung erfreut sich zunehmender Beliebtheit (AHLWEDE, 2000). Bei Befragungen von 300 Pferdebesitzern fanden DIXON et al. (1995b) bei 80 % eine Heufütterung und bei ca. 11 % eine Silagefütterung.

Das Zerkleinern von Futter (Schroten von Getreide, Häckseln von Heu und Stroh) führt zu einer höheren Staubentwicklung je nach Zerkleinerungsgrad (RADE und KAMPHUES, 1999). Das scheint sich auch für das Quetschen von Getreide zu bestätigen: VANDENPUT et al. (1997) konnten bei der Verfütterung von gequetschtem Getreide eine größere Staubbefreiung messen als bei der Gabe ganzer Körner und melassierter Konzentrate. HAAKE (1992) errechnete aus seinen Versuchsergebnissen eine tendenziell größere Feinstaubbefreiung durch gequetschten Hafer im Vergleich zu ganzem Hafer.

Schwungvolles Einschütten von Kraftfutter in den Trog kann die Feinstaubkonzentrationen kurzfristig stark anheben (ZEITLER-FEICHT, 1993). Durch Zusatz von Wasser, Öl oder Melasse wird der Staub im Hafer gebunden. Alternativ kann eine Haferreinigungsanlage eingesetzt werden, welche die Staubentwicklung um bis zu 75 % verringert (HAAKE, 1992). Zudem sollten Stroh und Heu nicht oder nur in Abwesenheit des Pferdes aufgeschüttelt werden, um die Staubgehalte im Stall möglichst gering zu halten (ZEITLER-FEICHT, 1993).

2.2.8.5.4. Fegen

HAAKE (1992) empfiehlt die Stallgasse vor dem Fegen mit Wasser zu befeuchten, um eine Staubentwicklung zu minimieren. ZEITLER-FEICHT (1993) hat die Staubgehalte beim Fegen der Stallgasse ermittelt: Das Naßkehren der Stallgasse reduziert die Feinstaubentwicklung um den Faktor 10.

2.2.8.5.5. Lagerung von Heu und Stroh

Heu und Stroh sollten nicht in der Nähe von Pferden deponiert werden (LEADON, 1986). THOMSON und McPHERSON (1983) empfehlen mindestens 46 m (50 yards) Abstand zwischen Stall und Lagerplatz für Heu und Stroh.

Größere Abwurfhöhen des Futters innerhalb des Stalles bewirken eine erhebliche Staubentwicklung (BLENDL, 1979). Verschließbare Abwurfschächte verhindern die Feinstaubentwicklung um den Faktor 10 (ZEITLER-FEICHT, 1993). Sofern sich über den Boxen Heu- und Strohlager befinden, empfiehlt HAAKE (1992) das Abdichten der Stalldecken, um einer Staubdiffusion vorzubeugen.

2.2.9. Toxische Reize

Toxische Effekte sind bei der Inhalation von Schadgasen, insbesondere Schwefelwasserstoff und Ammoniak (siehe 2.2.5.), sowie durch bakterielle Endotoxine und Mykotoxine möglich, wobei die Wirkung der letzteren beiden noch umstritten bzw. ungeklärt ist (McGORUM et al., 1998; RADE und KAMPHUES, 1999).

2.2.9.1. Bakterielle Endotoxine

Bakterielle Endotoxine sind thermostabile Bestandteile der Zellwände gramnegativer Bakterien. Sie werden sowohl beim Zerfall der Mikroorganismen als auch bei der Zellteilung freigesetzt. Chemisch handelt es sich um Lipopolysaccharide (LPS) (RADE und KAMPHUES, 1999). Im Stall sind Endotoxine überwiegend an Staubpartikel gebunden. Trotz ihrer geringen Größe (ca. 30 bis 40 nm) sind sie darum nicht unbedingt alveolengängig (McGORUM et al., 1998).

Der Zusammenhang von bakteriellen Endotoxinen im Stallstaub und Atemwegserkrankungen bei Mensch und Tier ist zur Zeit Gegenstand intensiver Forschung (RADE und KAMPHUES, 1999). Früheren Versuchen zufolge konnte jedoch aufgrund eines gehäufteten Auftretens von Atemwegserkrankungen nach Verfütterung LPS-reicher Futtermittel auf einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von COPD und Endotoxinen in der Stallluft geschlossen werden (RADE und KAMPHUES, 1999).

Laut RADE und KAMPHUES (1999) sind bakterielle Endotoxine nach inhalativer Belastung in der Lage, antigenunabhängige Entzündungsreaktionen auszulösen sowie die Wirkung anderer Entzündungsreize zu verstärken.

Bei Untersuchungen von HILLIGER (1990) wurden in der Luft von Schweineställen 100 µg Endotoxin pro Gramm Staub festgestellt, während BARTZ (1992) und JAGGY (1996) je nach Haltungsform bis zu 275 µg pro Gramm Staub im Pferdestall ermittelten.

Nach HARTUNG (1998) werden momentan MAK-Werte zwischen 5 und 10 ng/m³ diskutiert.

2.2.9.2. Mykotoxine

Über die Wirkung der Inhalation von Mykotoxinen ist bislang wenig bekannt. Eine Beteiligung an Atemwegserkrankungen erscheint nach RADE und KAMPHUES (1999) jedoch möglich.

2.2.10. Einfluß der Haltungsbedingungen auf die Belastung mit toxischen Reizen

HAAKE (1992) ermittelte in seinen Versuchen deutlich geringere LPS-Gehalte in Papier- und Späneestreu als in Stroh. JAGGY (1996) konnte wegen der weiten Streuung ihrer Meßergebnisse keine statistischen Aussagen über den Endotoxingehalt bei verschiedenen Haltungssystemen treffen. Da jedoch Endotoxine Bestandteile gramnegativer Bakterien sind und vorwiegend an Staubpartikel gebunden in der Stallluft vorkommen, sollten sämtliche Faktoren, die den Keim- und Staubgehalt der Stallluft beeinflussen, beachtet werden (siehe 2.2.2. und 2.2.4.). McGORUM et al. (1998) haben Endotoxinkonzentrationen in drei verschiedenen Managementsystemen mit Hilfe eines „personal sampler’s“ gemessen. Demnach korrelierte der Endotoxingehalt signifikant mit dem Staubgehalt der Stallluft. So wurden die kleinsten Endotoxinkonzentrationen auf der Weide und in der Außenbox bei heu- und strohloser Haltung ermittelt. Im staubreichen Managementsystem enthielten lungengängige Staubpartikel eine signifikant höhere Endotoxinkonzentration als in der staubarmen Haltung. Für die Gesamtstaubmenge traf dies nicht zu.

3. MATERIAL UND METHODEN

3.1. Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist es, die Haltung von Pferden in bäuerlich-ländlichen Kleinbetrieben mit derjenigen in hauptberuflichen, städtischen Pferdewirtschaftsbetrieben zu vergleichen und zu untersuchen, ob eventuelle Unterschiede mit der Art und der Frequenz von respiratorischen Erkrankungen korrelieren.

3.2. Auswahl des Pferdmaterials

Es wurden Pferde beliebigen Alters und beliebiger Rasse statistisch erfaßt, die zwischen 1995 und 1999 Patienten der Tierärztlichen Klinik Dr. Litsch und Dr. Eversfield in Wiesbaden waren. Mittels des Vepro-Computerprogrammes wurden 800 Besitzer gefunden, deren Pferd oder Pferde in dem besagten Zeitraum mindestens einmal Atemwegssymptome zeigten. Diese äußerten sich wenigstens in Form von Husten, Nasenausfluß und/ oder atemwegsbedingtem Leistungsabfall. Die 800 Kunden sollten über die Haltung ihrer Pferde befragt werden. Zusätzlich sollte die dazugehörige Kundendatei ausgewertet werden.

3.3. Der Fragebogen

Untersuchungen von anderen Autoren zeigten einen Rücklauf von Fragebögen von ca. 8 % (BUYLE, 1997) bis ca. 25 % (SOMMER et al., 1988). Eigene Erfahrungen bestätigten, daß Pferdebesitzer zugeschickte Fragebögen nur selten beantworteten, aber mündlich wohl kooperativ und sogar bereitwillig Auskunft gaben. Demzufolge wurde die Befragung persönlich mit dem Besitzer, der Reitbeteiligung oder dem Bereiter durchgeführt. Die Auswahl der Kunden erfolgte hierbei wahllos. Auf diese Art konnten von 404 wegen einer Atemwegserkrankung untersuchten Pferden Daten über deren Haltung gewonnen werden.

Bei jedem Pferdebesitzer wurde der folgende Fragebogen ausgefüllt:

Fragebogen

Die Angaben bitte auf den Zeitpunkt der Atemwegsuntersuchung beziehen.
Zutreffendes bitte ankreuzen bzw. ausfüllen.

1. Name des Pferdes :
2. Geburtsjahr des Pferdes :
3. Rasse :
4. Zeitpunkt der Untersuchung auf Husten, Nasenausfluß oder atemwegsbedingtem Leistungsabfall :
5. Sind die Symptome „Husten, Nasenausfluß, atemwegsbedingter Leistungsabfall“ einmalig aufgetreten ?
 ja nein
6. Wenn nein, wie häufig, und in welchen Zeitabständen ?
.....
.....
7. Wie war das Behandlungsergebnis ?
 symptomfrei weiterhin Husten weiterhin Nasenausfluß
 weiterhin Leistungsabfall
8. Wird das Pferd noch behandelt ?
 ja nein
9. Ist das Pferd gegen Husten geimpft ?
 ja nein
10. Welcher Impfstoff wurde verwendet ?
 Resequin[®] plus Duvaxyn[®] EHV Duvaxyn[®] IE(T) plus
 Prevacun[®] F(T) Prevaccinol[®]
11. Werden auch die anderen Pferde im Stall gegen Husten geimpft ?
 ja teilweise
12. Wenn ja, erfolgt die Impfung zum gleichen Zeitpunkt ?
 ja nein

13. In welchen Zeitabständen wurde geimpft ?

alle 6 Monate alle 9 Monate jährlich unregelmäßig

14. Wann war vor Auftreten der Symptome die letzte Hustenimpfung ?

< 2 Wochen 2 – 4 Wochen > 4 Wochen

15. Haltung des Pferdes :

Innenbox Innenbox mit Fenster Außenbox
 Paddockbox Offenstall

16. Einstreu :

Stroh Späne Torf Hanf sonstige

17. Fütterung :

Hafer Pellets Müsli Rübenschnitzel Mash
 Heu (trocken) Heu (angefeuchtet) Heu (naß)
 Silage Heucobs sonstige

18. Auslauf :

Sommer ganztags Std.pro Tag ohne Auslauf
Winter ganztags Std.pro Tag ohne Auslauf

19. Nutzung und Bewegung :

Turnier Freizeit Schulpferd Std.pro Tag

20. Wie häufig wird gemistet ?

..... pro Woche

21. Wie wird gemistet ?

Matratzenstreu komplettes Entfernen der beschmutzten Einstreu

22. Lagerung von Heu und Stroh im Stallgebäude ?

ja und zwar oberhalb der Boxen nein und zwar im Freien
 neben den Boxen überdacht

23. Befindet sich das Pferd zum Zeitpunkt des Mistens im Stall ?

ja nein

3. Material und Methoden

24. Wie häufig wird die Stallgasse gefegt ? O..... pro Tag
25. Wird die Stallgasse vor dem Fegen angefeuchtet ?
 ja nein
26. Befindet sich das Pferd zum Zeitpunkt des Fegens im Stall ?
 ja nein
27. Anzahl der Pferde im Bestand ?
28. Anzahl der Pferde im Stallgebäude ?
29. Anzahl der Neuzugänge pro Jahr ?
30. Gibt es weitere Pferde im Stall mit Husten, Nasenausfluß und/ oder atemwegs-
bedingtem Leistungsabfall ?
 ja nein
31. Wurde während der Behandlung die Haltung geändert ?
(z.B. *nasses Heu, Außenbox, Späne etc.*)
 nein ja und zwar Aufstallungsart :
 Einstreu :
 Fütterung :
 Bewegung :
 sonstige :
32. Wurde nach der Behandlung die Haltung geändert ?
 nein ja und zwar Aufstallungsart :
 Einstreu :
 Fütterung :
 Bewegung :
 sonstige :
33. Wie lange bestanden die veränderten Haltungsbedingungen ?
- | | | | |
|-------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Aufstallungsart : | <input type="radio"/> Behandlungsdauer | <input type="radio"/>Wochen | <input type="radio"/>Monate |
| | <input type="radio"/> immer noch | | |
| Einstreu : | <input type="radio"/> Behandlungsdauer | <input type="radio"/>Wochen | <input type="radio"/>Monate |
| | <input type="radio"/> immer noch | | |
| Fütterung : | <input type="radio"/> Behandlungsdauer | <input type="radio"/>Wochen | <input type="radio"/>Monate |
| | <input type="radio"/> immer noch | | |
| Bewegung : | <input type="radio"/> Behandlungsdauer | <input type="radio"/>Wochen | <input type="radio"/>Monate |
| | <input type="radio"/> immer noch | | |
| sonstige : | <input type="radio"/> Behandlungsdauer | <input type="radio"/>Wochen | <input type="radio"/>Monate |
| | <input type="radio"/> immer noch | | |

3.3.1. Verarbeitung der Daten in einer Excel-Datei

Die im Fragebogen gewonnenen Daten wurden schematisiert und in einer Datei im Programm Excel'97 (Microsoft) gespeichert. Dafür wurden zwei Tabellen angelegt. Tabelle 1 beinhaltet Daten, die in Abhängigkeit vom Untersuchungsjahr auftraten. Das waren die Untersuchungszeitpunkte, das Alter des Pferdes zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt sowie der Abstand zwischen Impfung und eventueller nachfolgender Atemwegsuntersuchung. Alle anderen Daten wurden nur einmalig erhoben und in Tabelle 2 erfaßt.

3.3.2. Erläuterungen zum Fragebogen

Zu 1. Name des Pferdes: Anstatt des Namens wurde die klinikinterne Kundennummer zur Erkennung des Patienten benutzt. Anschließend wurden die Pferde zur Wahrung der Anonymität numeriert.

Zu 2. Geburtsjahr: Anhand des Geburtsjahres wurde das Alter der Pferde zum Zeitpunkt der jeweiligen Atemwegsuntersuchung berechnet. Die Summe des Alters zu jedem Untersuchungszeitpunkt dividiert durch die Anzahl der Untersuchungen ergab das durchschnittliche Alter bei chronischen und akuten Erkrankungen.

Zu 3. Rasse: Es erfolgte eine Zusammenfassung der verschiedenen Rassen in Warm-, Voll- und Kaltblutpferde sowie Ponys.

Zu 4. Zeitpunkte der Untersuchung: Anhand der Computerdatei waren die Zeitpunkte der Atemwegsuntersuchungen vorgegeben. Es wurde jeweils nur die Erstuntersuchung einer Behandlung notiert. Diese wurden pro untersuchtem Jahr und Monat dokumentiert. Die im selben Behandlungszyklus geleisteten Folgeuntersuchungen sowie Angaben vom Besitzer über weitere Zeiträume, in denen das Pferd von einem anderen Tierarzt untersucht worden war, wurden nicht berücksichtigt.

Zu **5. und 6. Häufigkeit des Auftretens von Atemwegsproblemen:** Beide Fragen dienen zur Ermittlung einer ausführlicheren Anamnese. So konnte auch die Vorgeschichte von Pferden, deren Besitzer zwischenzeitlich den Tierarzt gewechselt hatten, erfaßt werden. Unter anderem dienten diese Informationen dazu, zwischen chronischen und akuten Erkrankungen zu unterscheiden.

Zu **7. Behandlungsergebnis:** „Symptomfrei“ war ein Pferd, wenn es bis zur nächsten Atemwegsuntersuchung frei von den genannten Atemwegssymptomen war.

Zu **8. Momentane Therapie:** Im Falle, daß das Pferd noch vom Besitzer behandelt wurde, wurde die Therapieart nach demselben Schlüssel, wie in 3.4.2.2. beschrieben, angegeben.

Zu **9.-13. Impfstatus:** Sofern die Tiere durch die Tierärztliche Klinik geimpft waren, konnten die Angaben anhand der Kundendatei überprüft werden. Andernfalls mußte den Angaben der Besitzer geglaubt werden. Lag eine Impfung gegen virusbedingten Husten länger als zwei Jahre zurück, wurde das Pferd als „nicht geimpft“ eingestuft.

Zu **14. Reaktion auf Impfung:** Wenn innerhalb von vier Wochen nach der Impfung eine Atemwegsuntersuchung bei demselben Pferd erfolgte, wurde das in diesem Punkt notiert. Berichtete der Pferdebesitzer von Atemwegssymptomen bei seinem Pferd nach einer Hustenimpfung, ohne jedoch die Tierärztliche Klinik hinzugezogen zu haben, wurde dies nicht aufgezeichnet.

Zu **15. Aufstallung:** Innenboxen befinden sich in einem Stallgebäude mit einer dazugehörigen Stallgasse. Innenboxen mit Fenster haben zusätzlich an einer Wand ein geöffnetes Fenster. Außenboxen besitzen direkten Kontakt mit der Außenwelt. In einer Paddockbox hat das Pferd von der Box Zugang zu einem kleinen Auslauf, der temporär gesperrt sein kann, während bei der Offenstallhaltung die Wahl des Aufenthaltsortes vollkommen dem Tier überlassen ist. Wurde ein Pferd halbjährlich auf einer Weide gehalten, so wurde hier die Aufstallungsart im Winter erfaßt und unter Punkt 18. der Aufenthalt auf der Weide im Sommer.

Zu 16. Einstreu: Die verschiedenen Einstreumaterialien wurden in „staubarm“ und „staubreich“ eingeteilt. Da keine eigenen Staubmessungen erfolgt sind, mußte auf Angaben aus der Literatur zurückgegriffen werden. Pelletierte Einstreu und Torf gelten als „staubarm“, Stroh als „staubreich“. Späne wurde trotz eines von einigen Autoren gemessenen hohen Staubgehaltes wegen des geringen Keimgehaltes als „staubarm“ bezeichnet (CLARKE, 1987c; WEBSTER et al., 1987; BARTZ, 1992; HAAKE, 1992; FERRO, 2000).

Zu 17. Futter: Auch hier erfolgte ähnlich Punkt 16 eine Einteilung nach dem Grad der Staubentwicklung der verschiedenen Futtermittel. Beim Kraftfutter wurden nasse Gaben, wie z.B. Mash, nasser Hafer und eingeweichte Rübenschnitzel, als „staubarm“ definiert, trockenes Futter, beispielsweise Hafer, Quetschhafer, Müsli aber auch Kombinationen aus diesen mit Pellets, wurde als „staubreich“ deklariert. Pellets und Kombinationen aus nassem und trockenem Futter wurde „gering staubhaltig“ genannt. Das Rauhfutter wurde in „trocken“ (Heu), „angefeuchtet“ (Heu mit der Gießkanne besprenkelt) und „naß“ (Silage, in Wasser eingeweichtes Heu, Heucobs) eingeteilt. (THOMSON und McPHERSON, 1983; CLARKE und MADELIN, 1987; WOODS et al., 1993; DIXON et al., 1995d; FERRO et al., 1996; RAYMOND et al., 1997; VANDENPUT et al., 1997; SCHÜTZ und SASSE, 1998).

Zu 18. Auslauf: Es erfolgte eine grobe Unterscheidung zwischen „Sommer“, ca. April bis Oktober, und „Winter“. Diese Angaben dienten zur Ermittlung der Expositionszeit des Pferdes mit Staub im Stall in der kalten Jahreszeit im Vergleich zur warmen Jahreszeit.

Zu 19. Nutzung und Bewegung: Die Nutzung war insofern interessant, da die Pferde von Turnierreitern in der Regel häufiger transportiert werden und mehr Kontakt zu fremden Pferden haben als die Tiere von Freizeitreitern, was im Hinblick auf die Übertragung von Infektionserregern zu berücksichtigen ist. Eine Einteilung in Polizei- und Schulpferde erfolgte nur aus dem Grunde, weil sie nicht den beiden anderen Gruppen zugeordnet werden konnten. Zuchtstuten und Fohlen wurden in dem Sinne nicht reiterlich genutzt und mußten sich mit der Gruppe „0“ begnügen. Die Dauer der

Bewegung war von entscheidender Bedeutung, um unter anderem die Staubexpositionszeit im Stall zu ermitteln sowie einen Überblick über die Länge der täglichen Reitzzeit zu erhalten.

Zu 20. Lagerung von Heu und Stroh: Als ein Maß für die Staubbelastung im Stall wurde unterschieden zwischen Heu und Stroh, welches im Stallgebäude, nämlich oberhalb und/ oder neben den Boxen, gelagert wird und solchem, welches außerhalb des Stallgebäudes entweder in einer Scheune oder im Freien deponiert wird.

Zu 21.-23. Mistung: Es wurde unterschieden zwischen dem Wechselstreuverfahren, d.h., die beschmutzte Einstreu wird komplett entfernt und durch frisches Material ersetzt, und der Matratzenstreu, bei der täglich frische Einstreu über die alte Matte verbracht wird. In gewissen, erfragten Abständen wird dann die Box komplett entleert. Einige Pferdehalter praktizieren im Sommer ein Wechselstreuverfahren und im Winter ein Matratzensystem. Dies wurde in eine eigene Gruppe eingeteilt. Von Interesse für die Staub-, Keim und Schadgasbelastung der aufgestellten Pferde war neben dem Mistungsverfahren die Häufigkeit des Mistens und die Frage, ob sich die Tiere überhaupt zur Zeit des Ausmistens im Stall befanden.

Zu 24.-26. Fegen der Stallgasse: Um etwa die Staubbelastung durch das Fegen der Stallgasse einschätzen zu können, wurde nach der Häufigkeit und Art, in Form einer vorherigen Befeuchtung des Fußbodens, gefragt. Die Frage erübrigte sich, wenn die Pferde sich nicht zum Zeitpunkt des Fegens im Stall befanden oder eine Stallgasse aufgrund der Stallbauweise fehlte.

Zu 27. Anzahl der Pferde im Bestand: Unter anderem wurde die Bestandsgröße verwendet, um zwischen bäuerlich-ländlichen Kleinbetrieben und hauptberuflichen, städtischen Pferdewirtschaftsbetrieben zu unterscheiden.

Zu 28. Anzahl der Pferde im Stallgebäude: Diese Größe soll Auskunft über die unmittelbare Stallsituation des Einzeltieres geben.

Zu **29. Fluktuation:** Die Anzahl der aus dem Stall gehenden und in den Stall kommenden Pferde wird als Fluktuation bezeichnet. Sie ist wichtig im Zusammenhang mit der Verbreitung von Krankheitserregern.

Zu **30. „Hustensituation“ im Stall:** Wenn mehrere Pferde in einem Stall Atemwegssymptome zeigen, kann das ein Indiz für ein infektiöses Geschehen oder für eine schlechte Haltungsform sein.

Zu **31.-33. Haltungsverbesserung:** Alle Therapieansätze können nicht oder nur bedingt erfolgreich sein, wenn der Besitzer unkooperativ ist. Deshalb ist es von besonderem Interesse zu erfahren, wann, nämlich während oder nach der Behandlung, und wie lange, d.h. für den Behandlungszeitraum, einige Wochen oder langfristig, die Haltung der atemwegserkrankten Pferde durch den Besitzer verbessert wurde. In einigen Fällen traten durch Stallwechsel Verschlechterungen der Haltung auf. Diese wurden nicht statistisch erfaßt.

3.4. Die Kundendatei

In der elektronischen Kundendatei befinden sich die Daten über Zeitpunkt der Untersuchung, bzw. der Untersuchungen, Anamnese, Diagnose, Therapie, Behandlungsdauer, Impfstatus, sofern die Pferde nicht durch einen anderen Tierarzt geimpft wurden, und Lage des Stalles. Anhand dieser Datei konnten die Angaben der Pferdebesitzer, insbesondere über verwendeten Impfstoff, Impfzeitraum und eventuelle postvakzinal notwendig werdende Atemwegsbehandlungen, teilweise kontrolliert werden.

3.4.1. Verarbeitung der Daten in einer Excel-Datei

Auch die Daten aus der Kundendatei wurden in die oben genannte Excel-Tabelle übertragen, wobei die „Art der Krankheit“ je Untersuchungsjahr notiert wurde, während die übrigen Daten nur einmalig erhoben wurden.

3.4.2. Erläuterungen zur Kundendatei

3.4.2.1. Art der Krankheit

Die Untersuchung der Pferde erfolgte unter Praxisbedingungen, d.h., es wurde nicht bei jedem Tier eine Bronchoskopie oder Lungenfunktionsprüfung, wie sie z.B. SASSE (1971) beschreibt, durchgeführt. Die Diagnose der Atemwegserkrankung erfolgte meist nach klinischer Untersuchung, d.h. Adspektion von Nüstern, Atmungstyp und Atemfrequenz, Palpation der Lymphknoten und Auslösen des Hustenreflexes, Perkussion des Lungenfeldes, Auskultation von Trachea und Lunge in Ruhe und nach Atemhemmung sowie teilweise nach Belastung. In einigen Fällen wurde eine Bronchoskopie durchgeführt. Anhand der Befunde wurden die untersuchten Pferde in drei Krankheitsklassen unterteilt:

1. Akute Erkrankungen der oberen und unteren Atemwege: Das Pferd zeigt Atemwegssymptome in Form von Husten, Nasenausfluß und/ oder auskultatorischen Lungenbefunden. Häufig waren diese verbunden mit Fieber oder einer Lymphknotenschwellung. Nicht selten erkrankten mehrere Pferde zur gleichen Zeit im selben Stall.

2. Chronische Erkrankungen der oberen und unteren Atemwege: Aufgrund der erwähnten Diagnosemöglichkeiten erfolgte keine weitere Einteilung der Pferde nach Grad und Form der Erkrankung. Die Pferde dieser Gruppe waren in der Regel häufig auffällig durch massive Atemwegsprobleme, die sich vor allem in einer Dyspnoe, über Wochen dauernden Husten, Leistungsabfall und gelegentlich Nasenausfluß äußerten. Akute Symptome wie Fieber und Lymphknotenschwellung fehlten. Bei einmaliger Untersuchung war die Diagnose bronchoskopisch abgesichert.

3. Periphere Erkrankungen: Der Einfluß der Umwelt spielte bei diesen Erkrankungen weniger eine Rolle. Vielmehr handelte es sich um angeborene oder erworbene Defekte im Kehlkopfbereich, z.B. DDSF, Entrapment.

Mehrfacheintragungen waren möglich, wenn ein chronisch krankes Pferd z.B. einen akuten Infekt durchgemacht hat.

Sämtliche akuten Erkrankungen wurden zusätzlich in einer separaten Spalte in der Tabelle der einmalig erhobenen Werte notiert, um mögliche Zusammenhänge zwischen Impfstatus und akuten Erkrankungen ermitteln zu können.

3.4.2.2. Therapie und Therapiedauer

Die Pferde wurden entweder herkömmlich, alternativ oder überhaupt nicht medikamentell behandelt. Herkömmliche Formen der Therapie waren Gaben von Bronchospasmolytika, Expektorantien, Sekretolytika, Antibiotika, steroidalen Antiphlogistika oder die Durchführung einer Hyperinfusionstherapie. Alternative Behandlungsversuche erfolgten mit Stimulanzen des Immunsystems, Inhalation von ätherischen Ölen und homöopathischen Medikamenten. Bei Kombinationen dieser beiden Behandlungsmöglichkeiten wurden die Therapien als „herkömmlich“ eingestuft.

3.4.2.3. Art des Stalles

Ursprünglich sollte eine Einteilung in ländliche und städtische Betriebe erfolgen. Es wurde davon ausgegangen, daß auf dem Lande bäuerliche Kleinbetriebe dominieren, während in Städten vor allem Reitschulen und große Pensionsställe angesiedelt sind. Im Verlauf der Kundenbefragung ergab sich jedoch, daß nicht in jedem Fall eine eindeutige Zuordnung der Betriebe möglich war. Es ließen sich auf dem Land ebenso Großbetriebe wie in der Stadt Kleinbetriebe finden. Deshalb wurde nach der Art, Größe, Fluktuation und Bewirtschaftung der verschiedenen Ställe bäuerlich-ländliche Kleinbetriebe und hauptberufliche, städtische Pferdewirtschaftsbetriebe folgendermaßen definiert:

Bäuerlich-ländliche Kleinbetriebe: Diese Haltungsform ist weitestgehend abgeschlossen, d.h., es herrscht nur geringe Fluktuation (bis zu drei Pferden pro Jahr), in der Regel existiert keine eigene Reithalle (Ausnahme: ein reiner Privatstall mit zwölf Pferden ohne Fluktuation), und die Betriebsgröße beläuft sich auf maximal 15 Pferde. In dieser

Gruppe befinden sich keine Schulpferde. Ausnahme ist ein Vereinspferd, welches in einem reinem Privatstall mit insgesamt zwei Pferden untergebracht ist.

Hauptberufliche, städtische Pferdewirtschaftsbetriebe: In dieser Gruppe sind alle Ausbildungsbetriebe, Verkaufsställe und professionellen Züchter. Die Stallgröße beträgt mindestens 20 Pferde (Ausnahme sind 2 Reitschulen, die berittene Polizei sowie ein kleiner Betrieb mit einer hohen Fluktuation). Fast alle diese Betriebe besitzen eine eigene Reithalle. Ausnahme sind vier Reitställe, denen eine Reithalle in unmittelbarer Nachbarschaft zur Verfügung steht. Die Fluktuation ist in der Regel höher als in den bäuerlich-ländlichen Kleinbetrieben.

3.5. Statistische Auswertung

Größtenteils erfolgte die Datenauswertung auf den Rechnern im lokalen Rechnernetzwerk (LAN) der Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung des Fachbereichs Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen. Die statistischen Auswertungen wurden unter Verwendung des Statistikprogrammpaketes BMDP/Dynamic, Release 7.0 (DIXON, 1993) durchgeführt. Die grafischen Abbildungen sowie ein Teil der Auswertung wurden auf einem Personalcomputer mit dem Programm Microsoft Excel'97 erzeugt.

Zur Beschreibung der Daten wurden arithmetische Mittelwerte (\bar{x}), Minima und Maxima berechnet. Bei semiquantitativen Merkmalen erfolgte die Datenbeschreibung durch die Angabe der Mediane (\tilde{x}), der Quartile ($x_{0.25}$ und $x_{0.75}$) sowie der kleinsten (x_{\min}) und größten (x_{\max}) Beobachtungen mit Darstellung im Box-and-Whisker-Plot (LORENZ, 1996).

Bei den semiquantitativen Merkmalen kam beim Gruppenvergleich der Wilcoxon-Mann-Whitney-Test unter Verwendung des Programms BMDP3S zum Einsatz.

Die stets angegebene Irrtumswahrscheinlichkeit p bezog sich in den statistischen Signifikanztests auf die Gesamtheit aller Merkmalsunterschiede und nicht auf einzelne Parameter.

Qualitative Merkmale wurden mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests auf signifikante Zusammenhänge geprüft. Hier wurde ein Eigenprogramm der AG Biomathematik und DV verwendet.

Ergebnisse mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p = 0,05$ wurden als statistisch signifikant und mit $p = 0,001$ als hochsignifikant bewertet.

4. ERGEBNISSE

4.1. Das Pferdmaterial

Insgesamt wurden 404 Pferde aus 87 Ställen statistisch ausgewertet. Der Anteil hauptberuflicher, städtischer Pferdewirtschaftsbetriebe (im weiteren Text als „Großbetriebe“ bezeichnet) betrug 55 % (48 Ställe), die übrigen 45 % (39 Ställe) waren bäuerlich-ländliche Kleinbetriebe (im weiteren Text als „Kleinbetriebe“ bezeichnet).

83 Pferde (21 % der erkrankten Pferde) waren in Kleinbetrieben untergebracht, während der überwiegende Teil, namentlich 321 Pferde (79 %), aus Großbetrieben stammte.

Unter den 404 Pferden waren 302 Warmblüter (75 %), 52 Vollblüter (13 %), 3 Kaltblüter (1 %) und 47 Ponys (11 %). In Kleinbetrieben wurden deutlich mehr Ponys untersucht als in Großbetrieben (Tab. 3). Die Unterschiede waren im Chi-Quadrat-Test signifikant.

Tab. 3: Vergleich der Pferderassen in Klein- und Großbetrieben¹

	Warmblut	Vollblut	Pony	Kaltblut	Summe
Kleinbetriebe	56 (68%)	7 (8%)	19 (23%)	1 (1%)	83
Großbetriebe	246 (76%)	45 (14%)	28 (9%)	2 (1%)	321
Summe	302	52	47	3	n = 404

$\chi^2 = 14,02$ FG = 3 p = 0,0029

Die durchschnittliche Bestandsgröße betrug 54 Pferde. In Kleinbetrieben waren 1 bis 15 ($\bar{x} = 6$) und in Großbetrieben 10 bis 150 ($\bar{x} = 67$) Tiere im Bestand. Die Stallgröße reichte von durchschnittlich 4 Pferden in Kleinbetrieben bis zu 14 Pferden in Großbetrieben.

Im Mittel lag die Fluktuation pro Jahr in Großbeständen bei 18 und in Kleinbeständen bei 0,4 Pferden. Die Unterschiede waren hochsignifikant ($p < 0,0001$).

¹ Prozentangaben sind grundsätzlich gerundet und angepaßt, so daß die Summe 100 % ergibt

Durchschnittlich wurden zwischen 1995 und 1999 je Pferd 1,94 Atemwegsuntersuchungen dokumentiert, das waren insgesamt 784 Untersuchungen.

176 Pferde (43 % aller Pferde) litten an einer chronischen Erkrankung der Atemwege, 213 Pferde (53 %) hatten akute und 15 Pferde (4 %) zeigten andere (in dieser Arbeit „peripher“ genannte) Atemwegsprobleme.

Bei 391 Pferden (97 % aller untersuchten Pferde) hatten auch andere Pferde im Bestand Atemwegssymptome. Im Gegensatz zu Großbetrieben waren in Kleinbetrieben hochsignifikant häufiger keine weiteren Pferde mit respiratorischen Problemen (Tab. 4).

Tab. 4: „Hustensituation“ in Klein- und Großbetrieben

	Keine weiteren Pferde mit Atemwegssymptomen	Weitere Pferde mit Atemwegssymptomen	Summe
Kleinbetriebe	10 (12%)	73 (88%)	83
Großbetriebe	3 (1%)	318 (99%)	321
Summe	13	391	n = 404

$\chi^2 = 26,155$ $FG = 1$ $p < 0,0001$

Die ausgewerteten 404 Pferde waren mindestens drei Monate und höchstens 31 Jahre alt. Das Durchschnittsalter betrug 9,88 Jahre. Akut kranke Pferde ($\bar{x} = 7,8 \pm 5,2$ Jahre) waren durchschnittlich fünf Jahre jünger als chronisch kranke Pferde ($\bar{x} = 12,9 \pm 5,8$ Jahre). Das jüngste chronisch kranke Pferd war anderthalb Jahre alt. Die Unterschiede waren im Wilcoxon-Mann-Whitney-Test hochsignifikant ($p < 0,0001$).

4.2. Vergleich von Atemwegserkrankungen in Klein- und Großbetrieben

Die Anzahl der Untersuchungen war bei chronischen Erkrankungen mit durchschnittlich 2,73 hochsignifikant höher als bei akuten Erkrankungen mit durchschnittlich 1,3 Untersuchungen pro Pferd ($p < 0,0001$ im Wilcoxon-Mann-Whitney-Test). Akut kranke Pferde wurden in fünf Jahren maximal vier mal untersucht, während chronisch kranke Pferde bis zu zwölf mal in demselben Zeitraum untersucht wurden.

4. Ergebnisse

In Großbetrieben war die Anzahl der Pferde mit akuten Erkrankungen der Atemwege im Verhältnis zu chronischen hochsignifikant ($p = 0,0003$) größer als in Kleinbetrieben (Tab. 5).

Tab. 5: Anteil chronisch und akut kranker Pferde in Klein- und Großbetrieben (ohne periphere Erkrankungen)

	chronisch	akut	Summe	akut*
Kleinbetriebe	51 (63%)	30 (37%)	81 [78*]	27 (35%)
Großbetriebe	125 (41%)	183 (59%)	308 [282*]	157 (56%)
Summe	176	213	n = 389	

$\chi^2 = 12,9645$ $FG = 1$ $p = 0,0003$

(* ohne Auswertung der Jungpferde bis 2 Jahre, vgl. Diskussion)

Pferde in Großbetrieben wurden sowohl bei akuten als auch bei chronischen Atemwegserkrankungen signifikant ($p < 0,05$ im Wilcoxon-Mann-Whitney-Test) häufiger tierärztlich untersucht (Tab. 6).

Tab. 6: Vergleich der mittleren Anzahl der Untersuchungen pro Pferd bei akuten und chronischen Erkrankungen in Klein- und Großbetrieben

	Mittlere Anzahl der Untersuchungen bei	
	akuten Erkrankungen	chronischen Erkrankungen
Kleinbetriebe	1,1	2,24
Großbetriebe	1,34	2,94
p	0,0265	0,0113

4.3. Jahreszeitabhängiges Auftreten von Atemwegserkrankungen

Die Anzahl der Untersuchungen war von der Jahreszeit abhängig: Im April wurden signifikant ($p = 0,012$ im Chi-Quadrat-Test) mehr (x_{\max} in Abb. 1), im September signifikant ($p = 0,016$) weniger Pferde (x_{\min} in Abb. 1) untersucht als in den übrigen Monaten. Es war kein Unterschied im Auftreten akuter und chronischer Erkrankungen in Abhängigkeit der Jahreszeit zu erkennen.

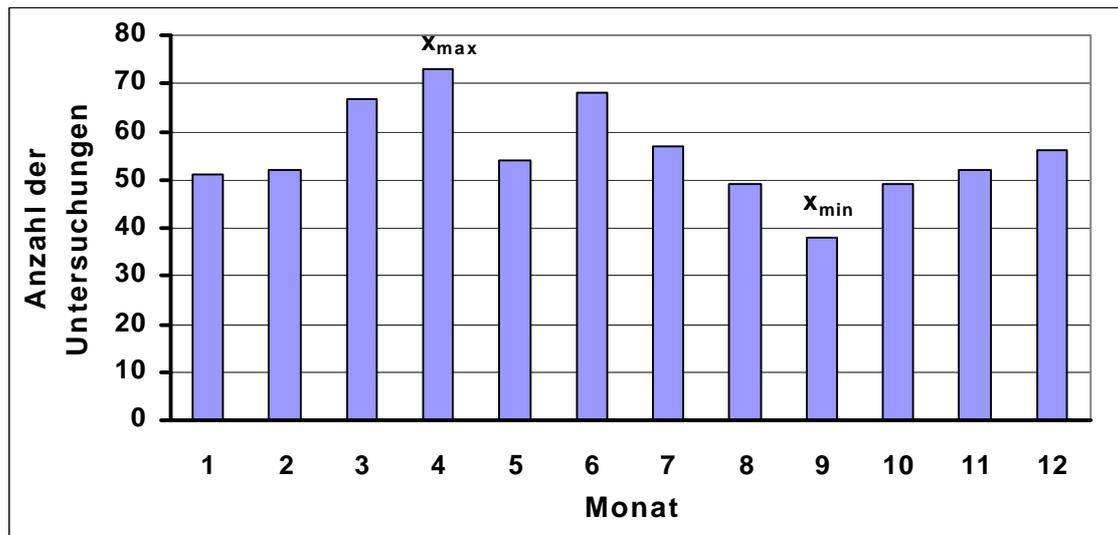


Abb. 1: Anzahl der Untersuchungen in Abhängigkeit der Jahreszeit

4.4. Haltung und Nutzung der Pferde

4.4.1. Aufstallung

Sowohl in Klein- als auch in Großbetrieben war die Haltung in einer geschlossenen Innenbox am meisten verbreitet. Insgesamt wurden 232 Pferde (57 % aller untersuchten Pferde) derart aufgestellt. Bei 55 Pferden (14 %) war zusätzlich ein Fenster in der Box. In einer Außenbox lebten 99 Pferde (25 %). Am wenigsten verbreitet war die Haltung im Offenstall mit 10 (2 %) und in der Paddockbox mit 8 Pferden (2 %).

In Großbetrieben standen mehr Pferde in einer Innenbox mit Fenster, dagegen waren Pferde in Kleinbetrieben häufiger im Offenstall untergebracht. Die Unterschiede waren hochsignifikant (Tab. 7).

Tab. 7: Aufstallungsformen in Klein- und Großbetrieben

	Innenbox	Box mit Fenster	Außenbox	Paddockbox	Offenstall	Summe
Kleinbetriebe	45 (55%)	2 (2%)	25 (30%)	2 (2%)	9 (11%)	83
Großbetriebe	187 (58%)	53 (16,5%)	74 (23%)	6 (2%)	1 (0,5%)	321
Summe	232	55	99	8	10	n = 404

$\chi^2 = 40,814$

FG = 4

$p < 0,0001$

4.4.2. Einstreu und Mistung

Das am häufigsten verwendete Einstreumaterial war Stroh bei 348 Pferden (86 % aller Pferde). Nur 56 Pferde (14 %) wurden auf alternativen Materialien gehalten. Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen Klein- und Großbetrieben (Tab. 8).

Tab. 8: Einstreumaterialien in Klein- und Großbetrieben

	alternativ	Stroh	Summe
Kleinbetriebe	11 (13%)	72 (87%)	83
Großbetriebe	45 (14%)	276 (86%)	321
Summe	56	348	n = 404

$\chi^2 = 0,032$ FG = 1 p = 0,86

Die Mistfrequenz betrug durchschnittlich 1,17 mal pro Tag und reichte von drei mal pro Tag bis in einem Fall einmal alle drei Wochen. In Kleinbetrieben wurde mit 0,98 mal pro Tag im Mittel hochsignifikant ($p = 0,0003$ im Wilcoxon-Mann-Whitney-Test) weniger häufig gemistet als in Großbetrieben ($\bar{x} = 1,22$ mal pro Tag). Das gebräuchlichste Mistungsverfahren war das Wechselstreuverfahren bei 301 Pferden (75 % aller Pferde). Seltener (73 Pferde, 18 %) wurde nach dem Matratzenverfahren gemistet. 29 Pferde (7 %) werden im Sommer nach dem Wechselstreuverfahren und im Winter nach dem Matratzenverfahren gemistet. Ein Pferd (0,25 %) wurde wegen der ganzjährigen Offenstallhaltung überhaupt nicht gemistet. Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Mistverfahren in Klein- und Großbetrieben (Tab. 9).

Tab. 9: Mistverfahren in Klein- und Großbetrieben

	Matratze	Wechselstreu	gemischt	Summe
Kleinbetriebe	18 (22%)	57 (70%)	7 (8%)	82
Großbetriebe	55 (17%)	244 (76%)	22 (7%)	321
Summe	73	301	29	n = 403

$\chi^2 = 1,463$ FG = 2 p = 0,48

189 Pferde (47 % aller Pferde) befanden sich generell während des Ausmistens in der Box während 82 Pferde (20 %) nur teilweise während dieser Aktivitäten in der Box verblieb. 132 Pferde (33 %) waren außerhalb der Box während des Mistens. In Kleinbetrieben waren hochsignifikant weniger Pferde in der Box beim Misten (Tab. 10).

Tab. 10: Verbleiben in der Box beim Misten in Klein- und Großbetrieben

	nicht in Box	in Box	teilweise	Summe
Kleinbetriebe	52 (63%)	8 (10%)	22 (27%)	82
Großbetriebe	80 (25%)	181 (56%)	60 (19%)	321
Summe	132	189	82	n = 403

$\chi^2 = 61,95$ $FG = 2$ $p < 0,0001$

4.4.3. Fütterung

Das Kraftfutter wurde bei 6 Pferden (1,5 % aller Pferde) naß gereicht, 116 Pferde (28,7 %) bekamen Pellets oder Kombinationen aus staubarmem und staubreichem Futter, während 280 Pferde (69,3 %) staubreich mit Hafer, Müsli und Kombinationen aus diesen mit anderen Mischfuttermitteln gefüttert wurden. 2 Pferde (0,5 %) erhielten kein Kraftfutter. Pferde in Kleinbetrieben bekamen häufiger nasses Futter. Die Unterschiede waren signifikant (Tab. 11).

Tab. 11: Art des Kraftfutters in Klein- und Großbetrieben

	ohne	staubarm	staubreich	ggrd. staubhaltig	Summe
Kleinbetriebe	1 (1%)	4 (5%)	56 (67%)	22 (27%)	83
Großbetriebe	1 (0,3%)	2 (0,6%)	224 (69,8%)	94 (29,3%)	321
Summe	2	6	280	116	n = 404

$\chi^2 = 9,11$ $FG = 3$ $p = 0,028$

Das Rauhfutter wurde bei 43 Pferden (11 % aller Pferde) naß verfüttert, bei 26 Pferden (6 %) angefeuchtet und bei 335 Pferden (83 %) trocken gegeben. Es gab keine signifikanten Unterschiede in Klein- und Großbetrieben (Tab. 12).

Tab. 12: Art des Rauhfutters in Klein- und Großbetrieben

	naß	trocken	angefeuchtet	Summe
Kleinbetriebe	9 (11%)	66 (79,5%)	8 (9,5%)	83
Großbetriebe	34 (11%)	269 (84%)	18 (5%)	321
Summe	43	335	26	n = 404

 $\chi^2 = 1,82$

FG = 2

p = 0,4

4.4.4. Fegen der Stallgasse

Durchschnittlich wurde 1,93 mal pro Tag die Stallgasse gefegt. Mindestens jedoch ein mal und maximal vier mal pro Tag. In Kleinbetrieben wurde mit durchschnittlich 1,6 mal pro Tag hochsignifikant seltener gefegt als in Großbetrieben mit zwei mal pro Tag (p = 0,0004 im Wilcoxon-Mann-Whitney-Test).

Bei 188 Pferden (65 % der Pferde mit Stallgasse) wurde trocken gefegt, während bei 43 Pferden (15 %) eine vorherige Anfeuchtung der Stallgasse erfolgte. Bei 59 Pferden (20 %) wurde die Stallgasse gelegentlich vor dem Fegen angefeuchtet. 114 Pferde (28 % aller Pferde) wurden aufgrund des Nichtvorhandenseins einer Stallgasse nicht berücksichtigt. Im Chi-Quadrat-Test konnten keine signifikanten Unterschiede in dem Fegeverhalten in Klein- und Großbetrieben ermittelt werden (Tab. 13).

Tab. 13: Fegen der Stallgasse in Klein- und Großbetrieben

	trocken	naß	teils teils	Summe
Kleinbetriebe	35 (74%)	4 (9%)	8 (17%)	47
Großbetriebe	153 (63%)	39 (16%)	51 (21%)	243
Summe	188	43	59	n = 290

 $\chi^2 = 2,62$

FG = 2

p = 0,27

Von den Pferden, die in Boxen mit Stallgasse gehalten wurden, befanden sich 169 (58 %) generell, 92 (32 %) teilweise und 29 (10 %) nicht beim Fegen in der Box. Pferde in Kleinbetrieben waren signifikant seltener in der Box als Pferde in Großbetrieben (Tab. 14).

Tab. 14: Verbleiben in der Box beim Fegen in Klein- und Großbetrieben

	nicht in Box	in Box	teilweise	Summe
Kleinbetriebe	7 (15%)	17 (36%)	23 (49%)	47
Großbetriebe	22 (9%)	152 (63%)	69 (28%)	243
Summe	29	169	92	n = 290

$\chi^2 = 11,285$ FG = 2 p = 0,0035

4.4.5. Lagerung von Heu und Stroh

Je Pferd waren mehrere Lagerungsplätze möglich. Die Prozentangaben beziehen sich auf die Summe aller Lagerungsmöglichkeiten (n = 628).

Heu und Stroh wurden hauptsächlich, d.h. bei 366 Pferden (58 %), in einer vom Stall getrennten Scheune gelagert. In 143 Fällen (23 %) erfolgte die Lagerung im Freien. In 119 Fällen (19 %) wurde Heu und Stroh im Stallgebäude gelagert, davon 47 mal (7,5 %) über den Boxen und 72 mal (11,5 %) neben den Boxen. In Kleinbetrieben wurde Heu und Stroh häufiger im Stallgebäude gelagert, während die Lagerung in Großbetrieben eher in einer separaten Scheune oder im Freien erfolgte (Tab. 15). Die Unterschiede waren für jede Lagerungsmöglichkeit mit p = 0,001 hochsignifikant.

Tab. 15: Lagerung von Heu und Stroh in Klein- und Großbetrieben (die Prozentangaben beziehen sich auf die Summe der Lagerungsmöglichkeiten)

	Über Box	Neben Box	Scheune	draußen	Summe
Kleinbetriebe	22 (21%)	25 (23%)	53 (49%)	8 (7%)	108
Großbetriebe	25 (5%)	47 (9%)	313 (60)	135 (26%)	520
Summe	47	72	366	143	n = 628
	$\chi^2 = 22,476$ p < 0,0001	$\chi^2 = 10,789$ p = 0,001	$\chi^2 = 87,646$ p < 0,0001	$\chi^2 = 30,307$ p < 0,0001	

4.4.6. Nutzung

67 Pferde (16 %) wurden nicht reiterlich genutzt, da sie entweder zur Zucht verwendet wurden, noch nicht im reitfähigen Alter waren oder bereits das Gnadenbrot erhielten. 160 Pferde wurden als Freizeitpferde (40 %) genutzt, 140 als Turnierpferde (35 %). Daneben wurden 28 Schulpferde (7 %) und 9 Polizeipferde (2 %) statistisch ausgewertet. In Kleinbetrieben wurden deutlich mehr Freizeitpferde gehalten, während in Großbetrieben der Anteil an Turnierpferden höher war. Die Unterschiede waren hochsignifikant (Tab.16).

Tab. 16: Nutzungsunterschiede in Klein- und Großbetrieben

	ohne	Turnier	Freizeit	Schule	Polizei	Summe
Kleinbetriebe	17 (20,5%)	17 (20,5%)	48 (58%)	1 (1%)	0 (0%)	83
Großbetriebe	50 (16%)	123 (38%)	112 (35%)	27 (8%)	9 (3%)	321
Summe	67	140	160	28	9	n = 404

$\chi^2 = 23,043$ $FG = 4$ $p = 0,0001$

Im Sommer hatten die 404 Pferde durchschnittlich 7,14 Stunden Koppel- oder Weidegang pro Tag. Das erscheint relativ viel. Betrachtet man die Häufigkeitsverteilung näher, so fällt eine ungleiche Verteilung der Werte auf, welche auf relativ viele Gestütpferde zurückzuführen ist, die im Sommer ganztägig im Freien gehalten wurden. So hatten 78 Pferde (19 % aller Pferde) 24 Stunden pro Tag Auslauf und 70 Pferde (17 %) durften sich überhaupt nicht frei bewegen. Der Median scheint mit 3,5 Stunden Auslauf pro Tag der wahren Verteilung näher zu kommen als das arithmetische Mittel (Abb. 2).

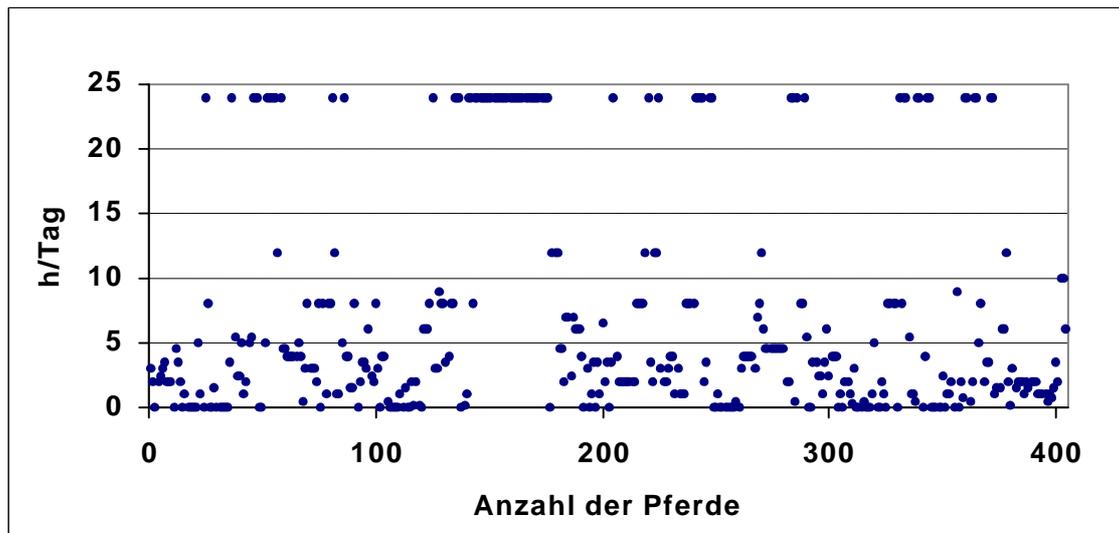


Abb. 2: Auslauf im Sommer in Stunden pro Tag

Im Winter waren deutlich weniger Pferde 24 Stunden pro Tag im Freien (11 Tiere, das sind 3 % aller Pferde). Statt dessen kann man eine hohe Zahl an Pferden finden, die gar keinen Auslauf hatten (189 Pferde, das entspricht 47 % aller Pferde). Der Median liegt bei 0,5 Stunden pro Tag im Gegensatz zum arithmetischen Mittel von 2,76 Stunden (Abb. 3).

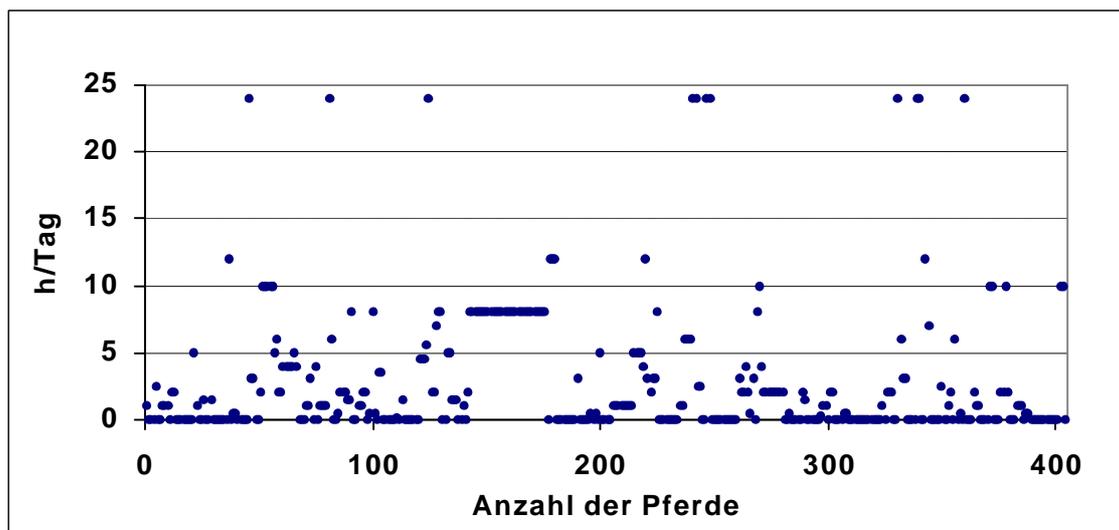


Abb. 3: Auslauf im Winter in Stunden pro Tag

4. Ergebnisse

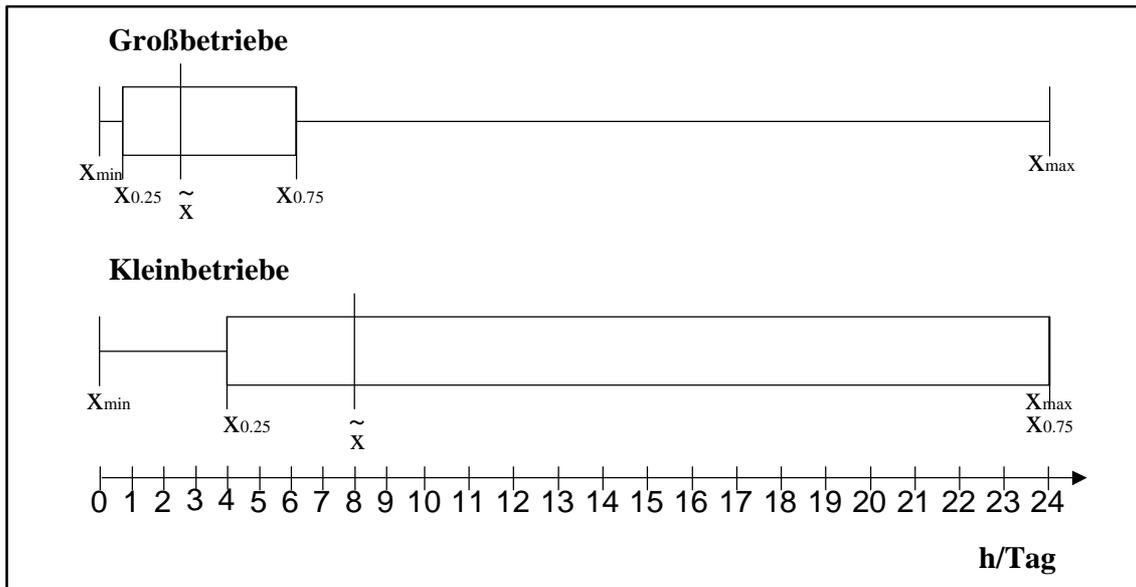


Abb. 4: Auslauf im Sommer im Vergleich Klein- und Großbetriebe

X_{\min}/\max = Minimal-/ Maximalwert $X_{0.25}/0.75$ = 25 % -/ 75 % - Quartil \tilde{x} = Median

Pferde in Großbetrieben hatten hochsignifikant weniger Auslauf ($p < 0,0001$ im Wilcoxon-Mann-Whitney-Test) als Pferde in Kleinbetrieben. Das traf sowohl für das Winter- als auch für das Sommerhalbjahr zu (Abb. 4+5).

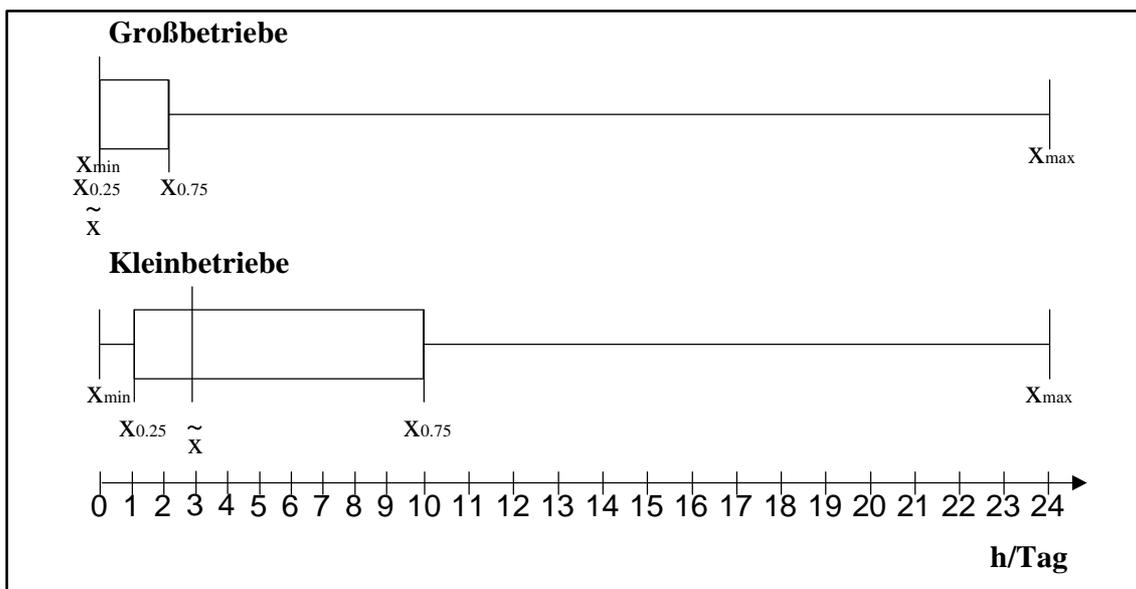


Abb. 5: Auslauf im Winter im Vergleich Klein- und Großbetriebe

X_{\min}/\max = Minimal-/ Maximalwert $X_{0.25}/0.75$ = 25 % -/ 75 % - Quartil \tilde{x} = Median

Die Bewegung der Pferde unter dem Reiter oder an der Longe betrug maximal 4 Stunden im Falle einiger Schulpferde. 70 Pferde bekamen überhaupt keine Bewegung. Dabei handelt es sich um die Gruppe der Pferde ohne reiterliche Nutzung (s.o.) sowie um Pferde mit Boxenruhe aufgrund von Erkrankungen (Abb. 6).

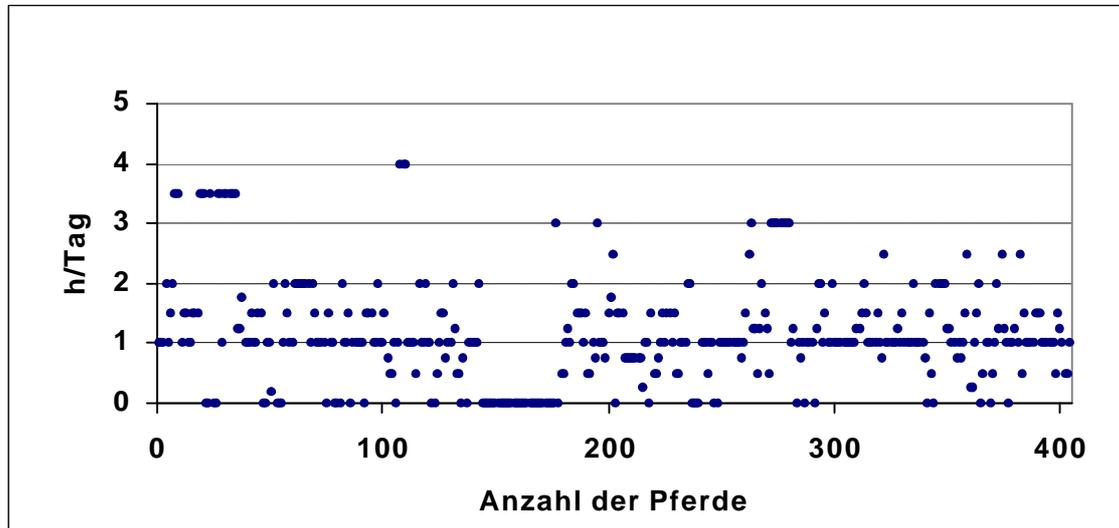


Abb. 6: Bewegung unter dem Reiter bzw. an der Longe pro Tag in Stunden

Pferde in Großbetrieben wurden mit 1,22 Stunden im Mittel hochsignifikant länger pro Tag geritten oder longiert als Pferde in Kleinbetrieben mit 0,82 Stunden ($p = 0,0002$ im Wilcoxon-Mann-Whitney-Test) (Abb. 7).

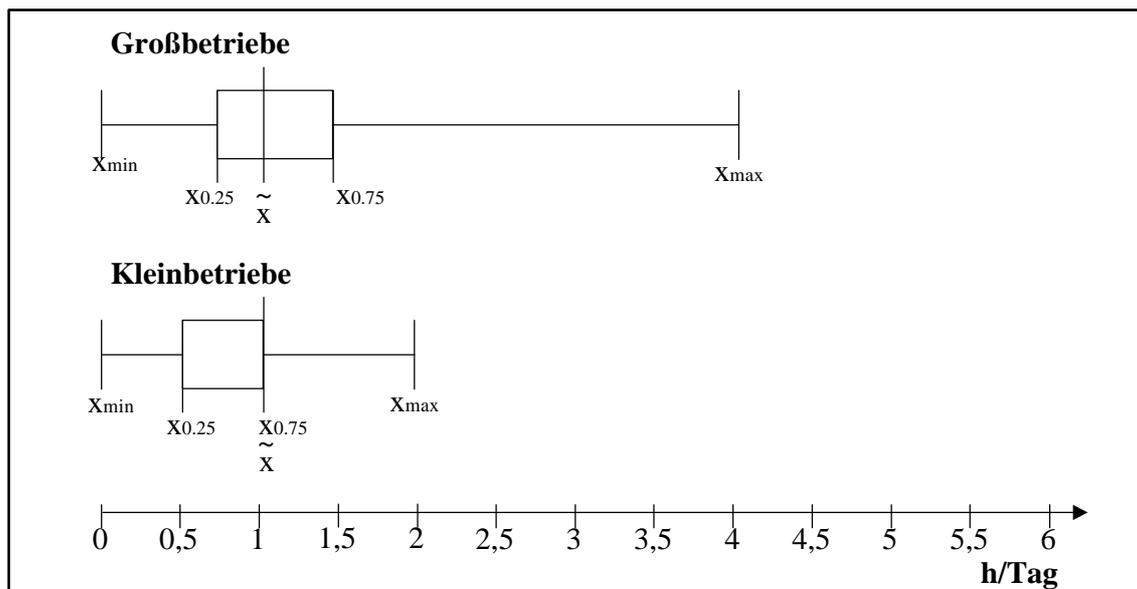


Abb. 7: Vergleich der Bewegung in Klein- und Großbetrieben in Stunden pro Tag

$X_{\min/\max}$ = Minimal-/ Maximalwert $X_{0.25/0.75}$ = 25 % -/ 75 % - Quartil \tilde{x} = Median

4. Ergebnisse

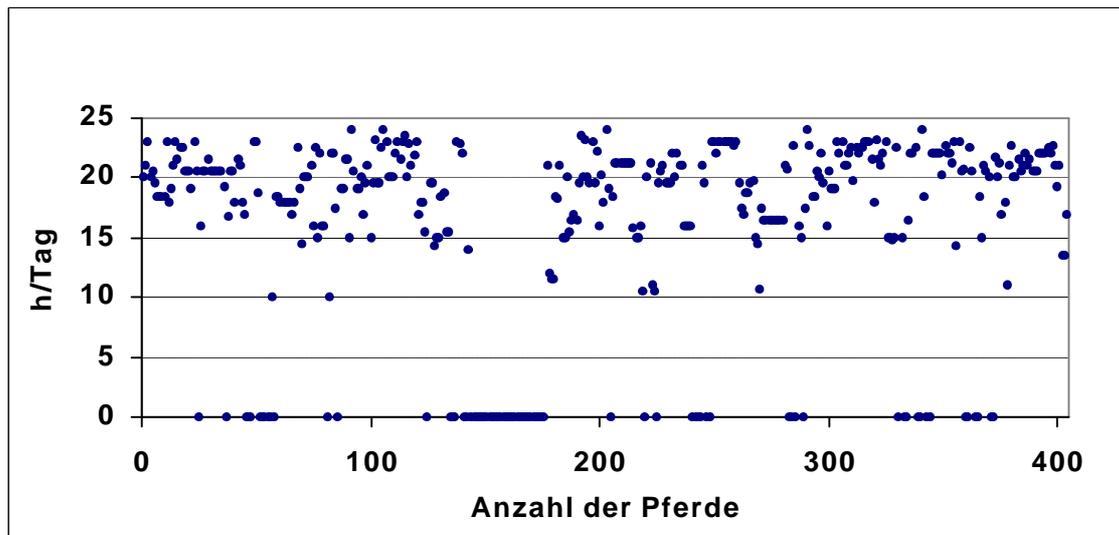


Abb. 8: Anzahl der Stunden, die ein Pferd im Sommer in der Box verbringt

Subtrahiert man von 24 Stunden die Summe der Zeiten, die ein Pferd auf der Koppel verbringt und unter dem Reiter bzw. an der Longe gearbeitet wird, ergibt sich die Anzahl der Stunden, die ein Pferd pro Tag in der Box verbringen muß. Auch hier ist ein deutlicher Unterschied zwischen Sommer und Winter erkennbar. Im Sommer verbrachten die Pferde im Mittel 19,5 Stunden im Stall und im Winter 22 Stunden (Abb. 8+9).

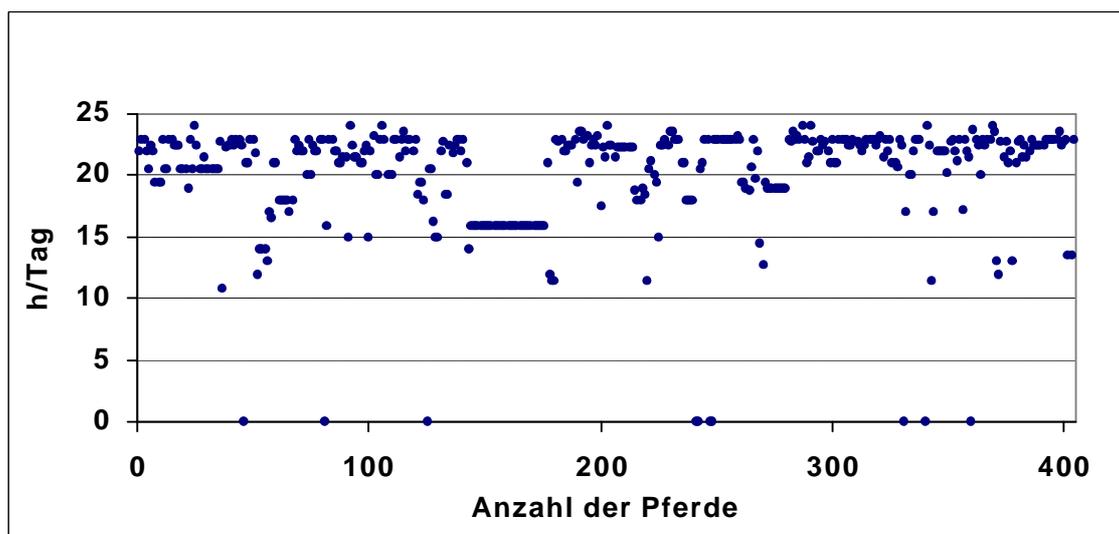


Abb. 9: Anzahl der Stunden, die ein Pferd im Winter in der Box verbringt

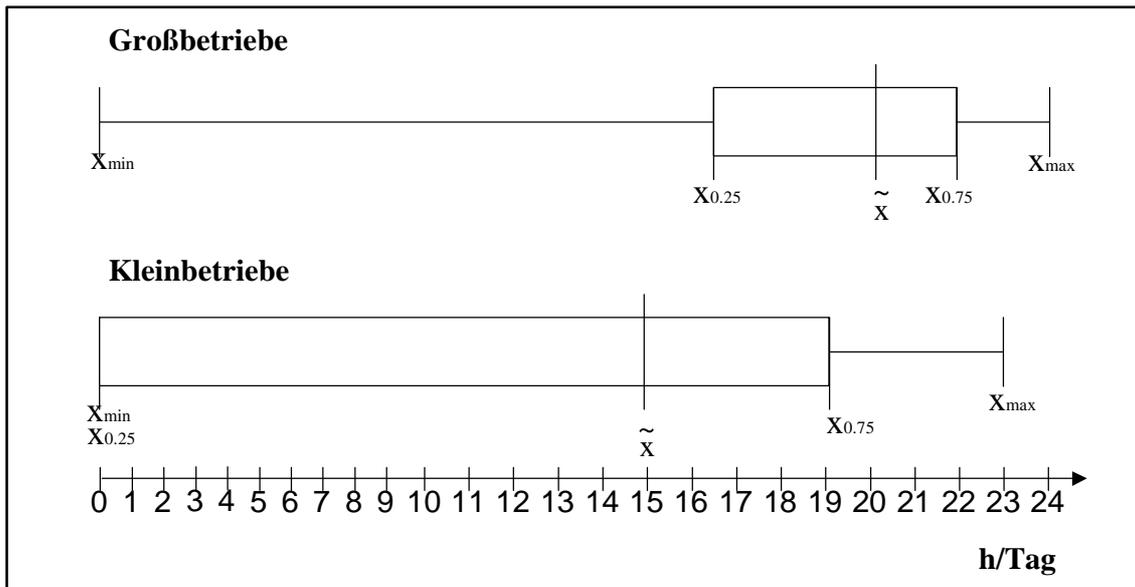


Abb. 10: Vergleich der Stunden in der Box pro Tag zwischen Pferden in Klein- und Großbetrieben im Sommer

X_{\min}/\max = Minimal-/ Maximalwert $X_{0.25}/0.75$ = 25 % -/ 75 % - Quartil \tilde{x} = Median

Pferde in Kleinbetrieben waren hochsignifikant weniger in der Box als Pferde aus Großbetrieben ($p < 0,0001$ im Wilcoxon-Mann-Whitney-Test). Der Median lag in Kleinbetrieben im Sommer bei 15 Stunden in der Box, in Großbetrieben bei 20 Stunden. Im Winter sah es noch schlechter für die Pferde aus: In Kleinbetrieben waren die Tiere 20 Stunden und in Großbetrieben 22 Stunden in der Box (Abb. 10+11).

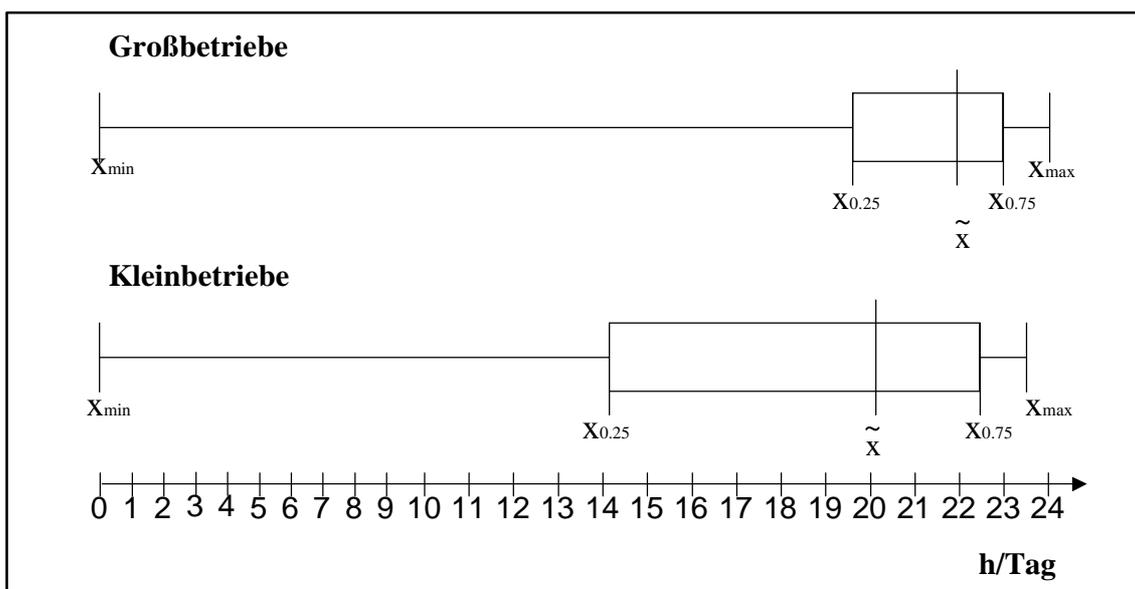


Abb. 11: Vergleich der Stunden in der Box pro Tag zwischen Pferden in Klein- und Großbetrieben im Winter

X_{\min}/\max = Minimal-/ Maximalwert $X_{0.25}/0.75$ = 25 % -/ 75 % - Quartil \tilde{x} = Median

4.5. Impfstatus

279 (69 %) der 404 Pferde waren gegen virusbedingten Husten (EHV1- und 4-, Influenza- und Reovirusinfektionen) geimpft. Es war möglich, daß im genannten Untersuchungszeitraum ein Pferd mit verschiedenen Impfstoffen geimpft wurde, so daß die nachfolgenden Angaben die Zahl der Impfungen übersteigen: Resequin[®]plus¹ war mit 207 Pferden der am häufigsten verwendete Impfstoff, gefolgt von Duvaxyn[®]EHV_{1/4}² (78 Pferde), Prevacun[®]F(T)³ (53 Pferde), Duvaxyn[®]IE(T)⁴ plus (49 Pferde) und schließlich Prevaccinol[®]⁵ mit 14 Pferden.

In 27 Betrieben (31 % der 87 Betriebe) wurde der gesamte Bestand gegen virusbedingten Husten geimpft. In 20 Betrieben (23 %) erfolgte die Impfung bei allen Pferden zum gleichen Zeitpunkt.

Nach den Angaben der Besitzer wurden 224 Pferde alle sechs Monate regelmäßig geimpft, das sind 80 % der geimpften Pferde. 26 Pferde (9 %) wurden alle neun Monate geimpft, 15 Pferde (6 %) wurden im jährlichen Abstand geimpft und 14 Pferde (5 %) wurden in unregelmäßigen Abständen geimpft.

In einigen Fällen trat nach der Impfung Husten, teilweise mit Nasenausfluß und Fieber auf. Eine Atemwegsuntersuchung aufgrund aufgetretener postvazinaler Atemwegssymptome erfolgte innerhalb von vier Wochen bei 33 Pferden nach Impfung mit Resequin[®]plus, bei 7 Pferden nach Impfung mit Duvaxyn[®]EHV_{1/4}, bei 4 Pferden nach Impfung mit Duvaxyn[®]IE(T) plus, bei 3 Pferden nach Impfung mit Prevacun[®]F(T) und bei einem Pferd nach Impfung mit Prevaccinol[®].

¹ Firma Hoechst: EHV1; EHV2; Reovirus Serotyp 1 und 2; A/Equi-1/Prag/ 1/56; A/Equi-2/Miami/63; A/Equi-2/Fontainebleau/1/79

² Firma Fort Dodge: EHV1, Stamm 438/77; EHV4, Stamm 405/76

³ Firma Hoechst: A/Equi-1/Prag/1/56; A/Equi-2/Miami/63; A/Equi-2/Fontainebleau/1/79; Tetanus-Adsorbat-Impfstoff

⁴ Firma Fort Dodge: A/Equi-1/Prag/1/56; A/Equi-2/ Miami/63; A/Equi-2/Suffolk/89; Tetanustoxoid

⁵ Firma Hoechst: EHV1

Der Chi-Quadrat-Test ergab zwischen den verschiedenen Impfstoffen keine signifikanten Unterschiede, was die Frequenz von postvakzinalen Atemwegssymptomen betrifft (Tab. 17).

Tab. 17: Vergleich der Reaktionen nach Impfung im Chi-Quadrat-Test

Impfstoff	Atemwegssymptome		Summe
	ja	nein	
Resequin[®] plus (Hoechst)	33 (16%)	174 (84%)	207
Duvaxyn[®] EHV_{1/4} (Fort Dodge)	7 (9%)	71 (91%)	78
Duvaxyn[®] IE(T)plus (Fort Dodge)	4 (8%)	45 (92%)	49
Prevacun[®] F(T) (Hoechst)	3 (6%)	50 (94%)	53
Prevaccinol[®] (Hoechst)	1 (7%)	13 (93%)	14

$\chi^2 = 6,7495$ FG = 4 p = 0,15

4.5.1. Vergleich des Impfstatus in Klein- und Großbetrieben

In Großbetrieben wurden 229 Pferde (71 % aller Pferde) und in Kleinbetrieben 50 Pferde (60 %) gegen virusbedingten Husten geimpft. Der Chi-Quadrat-Test ergab, daß in Großbetrieben tendenziell mehr Pferde geimpft waren (p = 0,512). Dagegen war in Kleinbetrieben hochsignifikant (p < 0,0001) häufiger der gesamte Bestand geimpft (Tab. 18).

Tab. 18: Impfstrategien in Klein- und Großbetrieben

	ungeimpft	Impfung des gesamten Bestandes	Impfung nur eines Teilbestandes	Summe
Kleinbestand	33 (40%)	36 (43%)	14 (17%)	83
Großbestand	92 (29%)	88 (27%)	141 (44%)	321
Summe	125	124	155	n = 404

$\chi^2 = 20,682$ FG = 2 p < 0,0001

Ebenso wurden in Kleinbetrieben hochsignifikant häufiger alle Pferde des Bestandes zum selben Zeitpunkt gegen virusbedingten Husten geimpft (p < 0,0001) (Tab. 19).

Tab. 19: Impfzeitpunkte in Klein- und Großbeständen

	Zu unterschiedlichen Zeitpunkten geimpft	Zum selben Zeitpunkt geimpft	Summe
Kleinbestand	56 (67%)	27 (33%)	83
Großbestand	282 (88%)	39 (12%)	321
Summe	338	66	n = 404

$\chi^2 = 20,042$ FG = 1 p < 0,0001

Die Impfintervalle waren in Großbeständen signifikant kürzer als in Kleinbeständen (Tab. 20).

Tab. 20: Impfintervalle in Klein- und Großbeständen

	6 Monate	9 Monate	12 Monate	unregelmäßig	Summe
Kleinbetriebe	35 (70%)	4 (8%)	5 (10%)	6 (12%)	50
Großbetriebe	189 (83%)	22 (10%)	10 (4%)	8 (3%)	229
Summe	224	26	15	14	n = 279

$\chi^2 = 12,143$ FG = 4 p = 0,016

4.5.2. Impfstatus bei akuten Erkrankungen

Von den geimpften Pferden erkrankten 26 % an einer akuten Erkrankung der Atemwege, während von den ungeimpften Pferden 36 % erkrankten. Es gab signifikant mehr akute Erkrankungen bei ungeimpften Pferden (Tab. 21).

Tab. 21: Impfstatus bei akuten Erkrankungen (die Fohlen wurden nicht ausgewertet, da der Impfstatus nicht zu bestimmen war)

	Nicht akut erkrankt	Akut erkrankt	Summe
Nicht geimpft	80 (64%)	45 (36%)	125
Geimpft	190 (74%)	67 (26%)	257
Summe	270	112	n = 382

$\chi^2 = 4,001$ FG = 1 p = 0,046

4.6. Therapie und Therapieerfolg

In 94,3 % aller Behandlungen (n = 563) wurde herkömmlich therapiert. Nur in 5,7 % der Behandlungen wurden alternative Therapeutika angewendet.

Nach den Angaben der Besitzer zeigten nach der Therapie 110 der untersuchten 404 Pferde (27,2 %) weiterhin Atemwegssymptome. Diese äußerten sich vor allem in Form von Husten (96 Tiere, 23,8 % aller Pferde). Nasenausfluß (50 Pferde, 12,4 %) und Leistungsabfall (35 Pferde, 9 %) wurden deutlich weniger beobachtet.

4.7. Verbesserungen der Haltung durch den Pferdebesitzer

Jede Veränderung in der Haltung eines Pferdes, welche staub-, keim- und schadgasarmen Luftverhältnissen näher kam, wurde „Verbesserung“ genannt.

4.7.1. Verbesserungen der Haltung während der Therapie

Während der Therapie wurde die Aufstallung eines Pferdes (0,25 % aller Pferde) kurzfristig, d.h. für einen Zeitraum bis zu vier Wochen, bei einem Pferd (0,25 %) mittelfristig, d.h. länger als vier Wochen, aber nicht dauerhaft, und bei 10 Pferden (2,5 %) langfristig verändert. Abzüglich der 18 Pferde, die bereits im Offenstall oder in der Paddockbox gehalten wurden, blieben 374 Pferde (92,5 %), bei denen der Besitzer zu keiner Aufstallungsverbesserung während der Therapie bereit oder imstande war.

Die Einstreu wurde bei 18 Pferden (5 %) kurzfristig, bei 6 Pferden (1 %) mittelfristig sowie bei 26 Pferden (6 %) langfristig verbessert. Abzüglich der 56 Pferde, die bereits auf staubarmer Einstreu gehalten wurden, verblieben 298 Pferde (74 % aller Pferde) ohne Änderung der Einstreu während der Therapie.

Das Futter wurde kurzfristig bei 89 Pferden (22 %), mittelfristig bei 6 Pferden (1 %) und langfristig bei 42 Pferden (10 %) verbessert. Nach Abzug der Zahl der Pferde, die

4. Ergebnisse

bereits staubarm gefüttert wurden, blieben 224 Pferde (55 %) ohne Verbesserung der Fütterung während der Therapie.

Tab. 22: Verbesserung der Haltung während der Therapie

	kurz- fristig	mittel- fristig	langfristig	ohne	optimal	Summe
Stall	1 (0,25%)	1 (0,25%)	10 (2,5%)	374 (92,5%)	18(4,5%)	404
Einstreu	18 (5%)	6 (1%)	26 (6%)	298 (74%)	56 (14%)	404
Futter	89 (22%)	6 (2%)	42 (10%)	224 (55%)	43 (11%)	404
Summe	108	13	78	896	117	n=1212

Während der Therapie wurden hochsignifikant häufiger das Futter verbessert als die Einstreu und Aufstallung ($p < 0,0001$ im Friedmann-Test). Die Veränderungen erfolgten eher kurz- als langfristig (Tab. 22).

4.7.2. Verbesserungen der Haltung nach der Therapie

Kurz- und mittelfristig wurde wiederum die Aufstallung nur je eines Pferdes (0,25 % aller Pferde) verbessert. Einschließlich der Pferde, bei denen bereits während der Therapie die Aufstallung langfristig verändert wurde, war bei 68 Pferden (17 %) eine langfristige Haltungsverbesserung zu verzeichnen. Abzüglich der von vornherein staubarm aufgestellten 18 Pferde blieben 316 Pferde (78 %) ohne Verbesserung der Aufstallungsart.

Eine kurz- sowie mittelfristige Verbesserung der Einstreu erfolgte in keinem Fall. In 49 Fällen (12 %) wurde die Einstreu langfristig verbessert, auch hier wieder inklusive der langfristig veränderten Pferde während der Therapie. 299 Pferde (74 %) blieben nach Abzug der Pferde, die bereits auf staubarmer Einstreu gehalten wurden, ohne Verbesserung.

Bei 5 Pferden (1 %) wurde die Fütterung kurzfristig, bei 48 Pferden (12 %) langfristig verbessert. Mittelfristig gab es keine Verbesserungen. Abzüglich der Zahl der bereits

optimal gefütterten Pferde wurden 308 (76 % aller Pferde) weiterhin staubreich gefüttert.

Tab. 23: Verbesserung der Haltung nach der Therapie

	kurz- fristig	mittel- fristig	langfristig	ohne	optimal	Summe
Stall	1 (0,25%)	1 (0,25%)	68 (17%)	316 (78%)	18 (4,5%)	404
Einstreu	0 (0%)	0 (0%)	49 (12%)	299 (74%)	56 (14%)	404
Futter	5 (1%)	0 (0%)	48 (12%)	308 (76%)	43 (11%)	404
Summe	6	1	168	923	117	n=1212

Nach der Therapie wurde die Aufstallung, Einstreu und das Futter ungefähr im gleichen Maße verändert. Es gab im Friedmann-Test keine signifikanten Unterschiede. Die Verbesserungen erfolgten deutlich eher lang- als kurzfristig (Tab. 23).

4.7.3. Vergleich der Verbesserungen während und nach der Therapie

Während der Therapie wurde bei 108 Pferden die Haltung kurzfristig verändert, während nach der Therapie nur in 6 Fällen eine kurzfristige Änderung erfolgte. Im Gegensatz dazu wurde nach der Therapie eher langfristig bei 168 Pferden die Haltung geändert. Während der Therapie waren das nur 78.

Während der Therapie waren die Besitzer hochsignifikant eher bereit, die Fütterung ihres Pferdes zu verbessern als nach der Therapie ($p < 0,0001$ im McNemar-Symmetrie-Test).

Nach der Therapie wurde hochsignifikant häufiger die Aufstallung geändert als während der Therapie ($p < 0,0001$ im McNemar-Symmetrie-Test).

Die Veränderungen im Bereich der Einstreu unterschieden sich während und nach der Therapie nicht signifikant voneinander.

Im Chi-Quadrat-Test gab es keine signifikanten Unterschiede im Verhalten der Besitzer in Klein- und Großbetrieben hinsichtlich der Haltungsverbesserungen während und nach der Therapie.

4.8. Abgänge

Zwölf der 176 chronisch kranken Pferde (7 %) mußten aufgrund der Erkrankung der Atmungsorgane in den Jahren 1995 bis 1999 getötet werden. Es gab keine signifikanten Unterschiede in der Anzahl der Abgänge in Klein- und Großbetrieben. Das durchschnittliche Abgangsalter betrug 17,25 Jahre. Das jüngste Pferd war sechs, das älteste war 27 Jahre alt (Abb. 12).

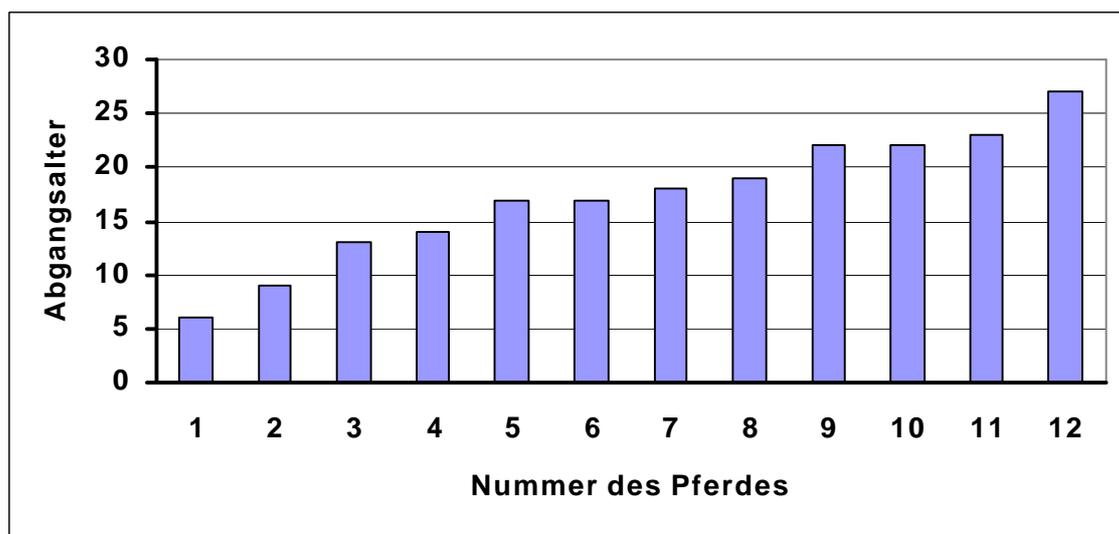


Abb. 12: Abgangsalter der zwölf Pferde

5. DISKUSSION

5.1. Das Pferdematerial

In dieser Studie sollten die Unterschiede in der Art und Frequenz respiratorischer Erkrankungen den Unterschieden in der Haltung und Nutzung von Pferden in bäuerlich-ländlichen Kleinbetrieben und hauptberuflichen, städtischen Pferdewirtschaftsbetrieben gegenübergestellt werden. Es waren jedoch weder bäuerlich-ländliche Kleinbetriebe noch städtische Pferdewirtschaftsbetriebe unbedingt auf dem Lande bzw. in der Stadt lokalisiert. Deshalb wurden Kleinbetriebe aufgrund ihrer Struktur (Bestandsgröße bis zu 15 Pferden, eine geringe Fluktuation bis zu drei Pferden pro Jahr, rein private Pferdehaltung) unabhängig von der Lage als bäuerlich-ländliche Kleinbetriebe bezeichnet. Ebenso wurden Großbetriebe unabhängig von ihrem Standort sondern aufgrund der höheren Tierzahlen und stärkeren Fluktuation sowie des professionellen Betriebens, z.B. in Form von Reitschulen, als hauptberufliche, städtische Pferdewirtschaftsbetriebe definiert.

Nach SASSE (1985b) lassen sich in Reitanlagen bis zu 79 % der Pferde mit Atemwegsproblemen finden. In den eigenen Untersuchungen gab es kaum symptomfreie Ställe. In 97 % der Fälle zeigten auch andere Pferde im Bestand Atemwegssymptome. Bei 99 % der Pferde aus Großbetrieben war dies der Fall. Die Unterschiede zu den Kleinbetrieben (88 %) waren hochsignifikant. Trotz allem sind die Zahlen sowohl in Klein- als auch in Großbetrieben sehr hoch, was auf Mängel in der Haltung in beiden Systemen hindeutet.

5.2. Alter bei chronischen und akuten Atemwegserkrankungen

Durchschnittlich waren die COPD-kranken Pferde in dieser Untersuchung mit 13 Jahren älter als beispielsweise in Untersuchungen von GERBER (1973) mit 9,45 und DIXON et al. (1995b) mit neun Jahren. Das jüngste chronisch kranke Pferd war mit anderthalb Jahren jünger als die von GERBER (1973) und McPHERSON et al. (1979b) genannten drei bzw. zwei Jahre.

GOERLICH (1988) ermittelte die meisten akuten Virusinfektionen bei Pferden in einem Alter von drei bis vier Jahren. In Studien von DIXON et al. (1995b) waren diese Pferde im Mittel sieben Jahre alt. Die in dieser Arbeit errechneten acht Jahre liegen ebenso wie das Durchschnittsalter bei chronischen Atemwegserkrankungen über den in der Literatur genannten Werten. Die Ursache liegt darin, daß der Untersuchungszeitraum der ausgewerteten Pferde wahllos aus dem Leben eines jeden Pferdes bestimmt wurde. So waren einige Pferde im Zeitraum 1995 bis 1999 bereits schon Jahre zuvor an COPD erkrankt, während andere in dieser Zeit erstmalig Atemwegssymptome entwickelten.

5.3. Jahreszeitabhängiges Auftreten von Atemwegserkrankungen

Nach McPHERSON et al. (1979b) hat die Jahreszeit keinen Einfluß auf das Auftreten von COPD. Im Gegensatz dazu stehen die eigenen Ergebnisse. Demnach wurden signifikant mehr Pferde im April und signifikant weniger Pferde im September untersucht, unabhängig, ob es sich um akute oder chronische Erkrankungen des Respirationstraktes handelte. Was können die Ursachen sein?

Pferde werden im Winter weniger pro Tag bewegt und länger in der Box gehalten. In der Regel sind die Stalltüren in der kalten Jahreszeit verschlossen. Die Tiere sind erhöhten Staub-, Schadgas- und Keimgehalten ausgesetzt (SCHATZMANN et al., 1974; ZEITLER, 1985; RIPATTI et al., 1990; JORDAN-GOOSSENS, 1998). Die Veränderungen im Sinne einer bronchialen Hyperreagibilität, gestörten mukoziliären Clearance und Schleimhautschwellung schreiten aufgrund der kontinuierlichen, erhöhten Belastung mit irritierenden und allergisierenden Stäuben, Gasen und Keimen bei empfänglichen oder inapparent an COPD erkrankten Pferden fort (ZEITLER-FEICHT, 1993). Im Frühling werden die Tiere in der Regel wieder mehr bewegt. Das zuvor zähe Sekret in den Bronchien verflüssigt sich und kann so zum Hustenreiz führen (DEEGEN et al., 1987; ANONYM, 1991). Das hustende Pferd ist für den Besitzer der Anlaß einen Tierarzt zu rufen.

Häufig sind Pferde während der Winterzeit eingedeckt und vielfach auch geschoren. Dadurch wird das Winterfell schwächer oder gar nicht ausgebildet. Es kommt zum

partiellen Verlust der Thermoregulationsfähigkeit. Im Frühjahr werden die Decken entfernt. Diese Pferde sind aufgrund der untrainierten und ungenügenden Thermoregulation anfälliger gegenüber Krankheiten (MARTEN und JAEP, 1991).

Eine weitere Ursache für ein gehäuftes Auftreten von Atemwegssymptomen im April ist der Beginn der Turniersaison. Diese bedingt, daß die Pferde Transportstreß und vermehrt fremden Pferdekontakten ausgesetzt sind. Demzufolge wirkt auf die Tiere bei geschwächter Abwehrlage ein erhöhter Infektionsdruck (POWELL, 1985; CLARKE, 1987a; EICHHORN, 1989; THEIN, 1997a). Die Gefahr für akute Erkrankungen des Respirationsapparates steigt an.

Der Beginn der Weidezeit wird bei Pferden mit „summer pasture associated obstructive pulmonary disease“ zu vermehrten Atemwegssymptomen im Frühjahr führen. Nach SEAHORN und BEADLE (1993) traten in acht Jahren 21 Fälle von SPAOPD auf. Daraus läßt sich kaum ein statistisch relevanter Einfluß auf das vermehrte Auftreten von Atemwegssymptomen im April schließen.

Häufig bessert sich nach Angaben der Besitzer der Zustand der lungenkranken Pferde im Sommer auf der Weide, da die Tiere mehr Bewegung haben und weniger häufig irritierenden und schädigenden Reizen ausgesetzt sind (SCHATZMANN et al., 1974). Daraus läßt sich schließen, daß es zum Ende der Weidezeit weniger Pferde mit klinischen Symptomen gibt. Das würde die wenigen Krankheitsfälle im September erklären.

5.4. Haltung und Nutzung der Pferde

5.4.1. Aufstallung

Ideale Verhältnisse findet das Pferd nur im Freien (EYRE, 1972; SAINSBURY, 1981; PIOTROWSKI, 1992). Nur 2 % der untersuchten Pferde in Großbetrieben waren in einer Paddockbox oder im Offenstall untergebracht im Gegensatz zu immerhin 13 % in Kleinbetrieben. Letztere waren also deutlich seltener den allergisierenden, chemischen,

mechanischen und toxischen Reizen im Stall ausgesetzt als Pferde in Großbetrieben (Tab. 24).

Nach den Umfrageergebnissen von DIXON et al. (1995b) haben 8,7 % der Pferde ständig im Freien gelebt. Die restlichen Tiere waren in einer Box aufgestellt. Von einer idealen, artgerechten Haltung (vgl. ZEITLER-FEICHT, 1993; ANONYM, 1995; VERVUERT und COENEN, 2000) sind die meisten der untersuchten Pferde laut dieser Zahlen noch weit entfernt.

Von den in einer Box gehaltenen Pferden waren in Großbetrieben ein Viertel und in Kleinbetrieben ein Drittel der Tiere in einer Außenbox untergebracht. Bei deutlich besseren Luftverhältnissen (BARTZ, 1992; ZEITLER-FEICHT, 1993; JAGGY, 1996) ist in Außenboxen nicht die Möglichkeit zur ständigen Bewegung gegeben.

5.4.2. Einstreu und Mistung

Bei 86 % aller Pferde wurden die Boxen mit Stroh eingestreut. Da in dieser Studie nur kranke Pferde untersucht wurden, bei denen in einigen Fällen schon von vornherein alternative Materialien verwendet wurden, ist für eine gesunde Population mit einer noch häufigeren Strohbenutzung zu rechnen. Nach DIXON et al. (1995b) wurden in Großbritannien 28,7 % der untersuchten Pferde strohlos gehalten. In englischen Rennställen wurden sogar nur 52 % der Boxen mit Stroh eingestreut (JONES et al., 1987). Stroh ist ein relativ staub- und schimmelpilzreiches Einstreumaterial, das jedoch relativ gut Urin aufsaugt. Bei Pferden mit Atemwegsproblemen sollte besser auf alternative Materialien (Torf, Späne, Pellets) zurückgegriffen werden (CLARKE, 1987c; WEBSTER et al., 1987; BARTZ, 1992; HAAKE, 1992; FERRO, 2000). Es gab keine signifikanten Unterschiede in der Wahl des Einstreumaterial zwischen Groß- und Kleinbetrieben.

75 % aller untersuchten Pferde sowohl in Klein- als auch in Großbetrieben wurden nach dem Wechselstreuverfahren gemistet. Bei konsequenter und häufiger Mistung ist diese Mistungsvariante für die Lungengesundheit der aufgestellten Pferde günstiger als das

Matratzenverfahren, welches bei 18 % der Tiere verwendet wurde. Bei letzterem kommt es häufig zu einer starken Keimvermehrung und hohen Schadgasentwicklung (CLARKE, 1987a; HAAKE, 1992; VISSIENNON et al., 1996). 7 % aller Pferde wurden im Sommer nach dem Wechselstreu- und im Winter nach dem Matratzenverfahren gemistet. Bei allgemein schlechteren Lüftungsbedingungen im Winter ist diese Variante genauso problematisch wie die durchgängige Matratzenhaltung.

Nach Untersuchungen von JONES et al. (1987) wurden in englischen Rennställen alle Pferde ausgemistet und eingestreut, wenn sie sich im Stall befanden. Dagegen waren in den eigenen Untersuchungen 47 % generell und 20 % teilweise in der Box beim Misten. Pferde in Kleinbetrieben wurden hochsignifikant seltener einer erhöhten Staub, Keim- und Schadgasfreisetzung während der Mistaktivitäten ausgesetzt als in Großbetrieben (CRICHLOW et al., 1980; ZEITLER, 1984; CLARKE, 1987c; HAAKE, 1992; RAPP et al., 1991; JAGGY, 1996) (Tab. 24).

In Großbetrieben wurde hochsignifikant häufiger pro Tag gemistet. Die Zahl der entstandenen Schadgase und Keime war demzufolge theoretisch geringer (CLARKE et al., 1987; HAAKE, 1992; ZEITLER-FEICHT, 1993). Allerdings war zwischen durchschnittlich 0,98 mal Misten in Kleinbetrieben und 1,22 mal pro Tag in Großbetrieben nicht so eine große Differenz (Tab. 24).

5.4.3. Fütterung

Die Konfektionierung des Futters bestimmt entscheidend den Staubgehalt der Stallluft (ZEITLER et al., 1987; KAMPHUES et al., 1989; BARTZ, 1992). Um Atemwegserkrankungen vorzubeugen oder zu therapieren, sollte das verwendete Futter möglichst wenig Staub und Keime freisetzen. SCHATZMANN et al. (1974), THOMSON und McPHERSON (1983), CLARKE und MADELIN (1987), WOODS et al. (1993), DIXON et al. (1995d), FERRO et al. (1996), RAYMOND et al. (1997), VANDENPUT et al. (1997), SCHÜTZ und SASSE (1998) empfehlen die Verfütterung von nassem Futter, beispielsweise gewässertem (nicht nur befeuchtetem) Heu, Silage, Mash, Pellets

oder die Benutzung von Futtermittelentstäubern (CLARKE und MADELIN, 1987; HAAKE, 1992). Trotz aller Rücksicht auf die Vermeidung von Atemwegserkrankungen sollte bei der Auswahl des Futters auch auf die Vermeidung möglicher Probleme im Bereich des Verdauungssystems geachtet werden (MEYER, 1992), welche insbesondere bei alleiniger Verfütterung von Pellets entstehen können.

Nach den eigenen Umfragen bekamen 83 % aller untersuchten Pferde trockenes Rauhfutter. 6 % erhielten angefeuchtetes Heu und nur 11 % wurden mit nassem Heu oder Silage gefüttert. Unter den untersuchten Tieren waren einige chronisch lungenkranke Pferde, die möglicherweise schon viele Jahre lang nasses Futter erhielten. Das läßt noch schlechtere Bedingungen für gesunde Populationen erwarten. JONES et al. (1987) fanden in englischen Rennställen nur einen von 96 Trainern, der das Heu für alle Pferde routinemäßig gewässert hat, sowie einen Trainer, der routinemäßig Silage verfüttert hat.

Die eigenen Ergebnisse decken sich ungefähr mit denjenigen von DIXON et al. (1995b), die in Großbritannien in 11,3 % der befragten Fälle Silage- und in 80,7 % Heufütterung ermittelten.

Im Gegensatz zu der häufigen Verwendung staubreicher Rauhfuttermittel wurden aufgrund einer relativ weit verbreiteten Pelletfütterung staubreiche Kraftfuttermittel deutlich seltener eingesetzt. Allerdings erhielten nur 1,5 % der untersuchten Pferde nasses Kraftfutter. Hier sollte weitere Aufklärungsarbeit durch die Tierärzte erfolgen.

Die Fütterung wies in beiden Systemen keine signifikanten Unterschiede auf. Lediglich das Kraftfutter wurde in Kleinbetrieben signifikant häufiger naß gereicht als in Großbetrieben (Tab. 24). Diese Unterschiede beruhten vermutlich auf der höheren Zahl chronisch erkrankter Tiere in Kleinbetrieben, die bereits vor oder zu Beginn der Untersuchung nasses Futter erhielten.

5.4.4. Fegen der Stallgasse

HAAKE (1992) und ZEITLER-FEICHT (1993) empfehlen die Stallgasse vor dem Fegen mit Wasser zu befeuchten, um die Staubentwicklung zu minimieren. Nur bei 15 % der Pferde mit Stallgasse erfolgte generell eine vorhergehende Befeuchtung derselben sowohl in Klein- als auch in Großbetrieben (Tab. 24). 10 % der Pferde waren beim Fegen grundsätzlich nicht in der Box. Auch hier müßten Pferde- und Stallbesitzer besser aufgeklärt werden.

In Großbetrieben wurde hochsignifikant häufiger pro Tag gefegt. In den Fällen, in denen keine vorherige Befeuchtung der Stallgasse erfolgt, belastet das Fegen die Luft vermehrt mit Staub (HAAKE, 1992; ZEITLER-FEICHT, 1993). In Kleinbetrieben waren die Pferde signifikant seltener beim Fegen in der Box. Den beim Fegen freigesetzten Stäuben (HAAKE, 1992, ZEITLER-FEICHT, 1993) waren Pferde in Kleinbetrieben also signifikant seltener ausgesetzt als in Großbetrieben (Tab. 24).

5.4.5. Lagerung von Heu und Stroh

Die Lagerung von Heu und Stroh im Stall ist aufgrund der erhöhten Freisetzung von Staub und Keimen problematisch (THOMSON und McPHERSON, 1983; LEADON, 1986). Insbesondere die Lagerung oberhalb von Boxen kann durch das Abwerfen von Futter- und Einstreumitteln sowie Staubdiffusion durch die Stalldecke zu einer Verschlechterung der Qualität der Stallluft beitragen (BLENDL, 1979; HAAKE, 1992; ZEITLER-FEICHT, 1993). Heu und Stroh sollten nicht in der Nähe von Pferden, sondern mindestens 46 m weit entfernt deponiert werden (THOMSON und McPHERSON, 1983; LEADON, 1986).

Bei 18 % der erkrankten Pferde wurden Heu und Stroh den eigenen Untersuchungen zufolge neben und in 12 % der Fälle über den Boxen gelagert, was zu einer erhöhten Belastung der Stallluft mit Staub und Keimen führt (BLENDL, 1979; LEADON, 1986; THOMSON und McPHERSON, 1983; HAAKE, 1992; ZEITLER-FEICHT, 1993). Gerade in Kleinbetrieben war diese Belastung hochsignifikant höher als in

Großbetrieben, vermutlich aufgrund der älteren und beengteren Stallbauweise in bäuerlich-ländlichen Betrieben (Tab. 24). Die Lagerung von Heu und Stroh unter dem Dach sollte früher eine zusätzliche Wärmeisolierung schaffen. Nach heutiger Auffassung, die Kalthaltung für Pferde favorisiert, werden die Ställe nach anderen Maßstäben gebaut (MARTEN und JAEP, 1991; HAAKE, 1992; ZEITLER-FEICHT, 1993). Heu und Stroh wurden in Großbetrieben hochsignifikant häufiger in Scheunen und draußen gelagert. Die Lagerung im Freien kann bei ungenügender Abdeckung und feuchter Witterung im Hinblick auf eine Schimmelpilzvermehrung problematisch sein.

5.4.6. Nutzung

Nach MARTEN und JAEP (1991) gibt es insgesamt 4 bis 10 % mehr Freizeitreiter als Turnierpferdereiter. Das entspricht den eigenen Untersuchungsergebnissen. 35 % der untersuchten Pferde wurden auf Turnieren eingesetzt, während 40 % ausschließlich der Freizeitreiterei dienten. Allerdings gilt es zu bedenken, daß die eigenen Untersuchungen von einer kranken Population ausgehen, so daß Einflüsse des Krankheitsgeschehens auf das Verhältnis Freizeit- zu Turnierpferden durchaus möglich sind. Beispielsweise wird davon ausgegangen, daß Turnierpferde aus den oben erwähnten Gründen anfälliger gegen akute Erkrankungen des Respirationstraktes sind. Im Vergleich zu Kleinbetrieben finden sich hochsignifikant mehr Turnierreiter in Großbetrieben, in denen auch deutlich mehr akute Erkrankungen aufgetreten sind. Möglicherweise spielt die Art der Erkrankung eine Rolle oder wir finden tatsächlich mehr Turnierreiter in Großbetrieben, deren Zahl nach Angaben von MARTEN und JAEP (1991) in städtischen Gebieten höher ist als in ländlichen.

Auf die Wichtigkeit von körperlicher Bewegung für die Gesundheit nicht nur des Atmungssystems sondern auch für sämtliche Körperfunktionen wurde bereits mehrmals hingewiesen. Um so erschreckender sind die eigenen Ergebnisse: abgesehen von einigen im Offenstall gehaltenen Pferden sowie den Gestütsperden verbrachten im Sommer über die Hälfte aller untersuchten Tiere 19,5 Stunden und länger im Stall pro Tag. Im Winter waren es sogar 22 Stunden pro Tag. Vermutlich sind diese Zahlen noch höher, da wiederum den Angaben der Besitzer „geglaubt“ werden mußte. Trotz der

Aussagen der Tierhalter, ihre Pferde würden jeden Tag eine bestimmte Anzahl an Stunden im Freien verbringen, sind an Regentagen kaum Pferde auf den Koppeln zu entdecken. RODEWALD (1989) hat die tägliche Bewegung unter dem Reiter gemessen. Seine Ergebnisse von 41 Minuten täglicher Bewegung bei Privatpferden lagen unter den Angaben von den befragten Pferdebesitzern mit durchschnittlich einer Stunde.

Pferde in Großbetrieben wurden etwas länger täglich unter dem Reiter oder an der Longe bewegt als diejenigen in Kleinbetrieben. Vernachlässigt man die Zahl der Reitschulpferde, die in der Regel länger pro Tag geritten werden als Privatpferde, so sind die Zahlen mit durchschnittlich einer Stunde Bewegung pro Tag in beiden Betriebsformen wieder sehr ähnlich.

Pferde in Kleinbetrieben hatten im Mittel im Sommer fünf Stunden und im Winter zwei Stunden mehr Auslauf pro Tag als Pferde in Großbetrieben. Vergleicht man die Zeiten, die ein Pferd pro Tag im Stall verbringt, so waren Pferde in Kleinbetrieben deutlich seltener allergisierenden, chemischen, mechanischen und toxischen Reizen ausgesetzt als Pferde in Großbetrieben (Tab. 24). Zudem unterstützt Bewegung die Selbstreinigungsprozesse der Lunge (ANONYM, 1991; DEEGEN, 1992; HAMANN, 1999; VERVUERT und COENEN, 2000).

Einen Vergleich der Haltung in Klein- und Großbetrieben im Hinblick auf mögliche Ursachen von Atemwegserkrankungen liefert Tabelle 24.

Tab. 24: Vergleich der Haltung in Klein- (KB) und Großbetrieben (GB) in Bezug auf Atemwegserkrankungen

	KB	GB
Geringere Anzahl der Untersuchungen pro Pferd	+	-
Geringere Infektionsgefahr durch geringere Bestandsgröße	++	--
Geringere Infektionsgefahr durch geringere Stallgröße	++	--
Geringere Infektionsgefahr durch geringere Fluktuation	++	--
Besserer Infektionsschutz durch Impfung der Pferde	(-)	(+)
Besserer Infektionsschutz durch Bestandsimpfung	++	--
Besserer Infektionsschutz durch zeitgleiche Bestandsimpfung	++	--
Geringere Infektionsgefahr durch geringeren Anteil an Turnierreitern	++	--
Weniger häufig weitere Pferde im Bestand mit Atemwegssymptomen	++	--
Bessere Luftverhältnisse durch Unterbringung im Offenstall	++	--
Einstreumaterial	=	=
Geringere Keimentwicklung durch höhere Mistfrequenz	--	++
Mistverfahren	=	=
Seltener in der Box beim Misten, dadurch geringere Schadgas- Staub und Keimbelastung	++	--
Häufiger nasses Kraftfutter	+	-
Rauhfutter	=	=
Geringere Staubbelastung durch geringere Fegefrequenz	++	--
Naßfegen der Stallgasse	=	=
Seltener in der Box beim Fegen, dadurch geringere Staub-/ Keimbelastung	+	-
Seltenere Lagerung von Heu/Stroh im Stall, dadurch geringere Staub- und Keimbelastung	--	++
Geringere Gefahr der Verschimmelung durch Lagerung Heu/Stroh draußen	++	--
Gesündere Luftverhältnisse und vermehrte Selbstreinigung der Lunge durch mehr Auslauf pro Tag	++	--
Vermehrte Selbstreinigung der Lunge durch mehr Bewegung durch Reiter	--	++
Gesündere Luftverhältnisse durch geringere Zeit pro Tag im Stall	++	--
Haltungsverbesserung durch Besitzer	=	=
Abgänge	=	=

++ / -- *hochsignifikant mehr/ weniger Pferde*+ / - *signifikant mehr/ weniger Pferde*(+ / -) *tendenziell mehr/ weniger Pferde*= *ohne Unterschiede**negativ zu bewerten*

5.5. Atemwegserkrankungen im Vergleich von Klein- und Großbetrieben

Grundsätzlich wurden nur kranke Pferde ausgewertet. Da in einem Bestand meistens mehrere Tierärzte tätig waren, fehlen die Angaben über eine Grundgesamtheit. Es kann somit keine Aussage getroffen werden, ob es mehr Erkrankungen der Atemwege in Groß- oder in Kleinbetrieben gibt. Diese Untersuchung liefert lediglich ein Verhältnis von akuten zu chronischen Erkrankungen im Vergleich der unterschiedlichen Haltungsformen. Folgende Aussagen können getroffen werden:

1. In Großbetrieben waren mehr Pferde von akuten Erkrankungen der Atemwege als von chronischen betroffen. Dagegen gab es in Kleinbetrieben mehr chronisch als akut kranke Pferde. Die Unterschiede waren hochsignifikant.
2. In Großbetrieben wurden die kranken Pferde im selben Behandlungszeitraum signifikant häufiger untersucht als in Kleinbetrieben.
3. In Kleinbetrieben gab es hochsignifikant häufiger Einzeltiererekrankungen als in Großbetrieben, in denen eher mehrere Tiere Atemwegsprobleme zeigten.

Zu 1.: Es sind keine relativen Zahlen über die Frequenz von chronischen und akuten Erkrankungen in Klein- und Großbetrieben bekannt. Deshalb muß das Verhältnis akuter zu chronischer Erkrankungen entweder durch eine größere Anzahl chronisch kranker Pferde in Kleinbetrieben oder zweitens durch eine höhere Zahl akut erkrankter Pferde in Großbetrieben bedingt sein. Daraus ergeben sich die folgenden Hypothesen:

Hypothese 1: In Kleinbetrieben sind die Haltungsbedingungen im Hinblick auf die Lungengesundheit der Pferde „schlechter“, was zu einer wesentlich größeren Anzahl an chronisch kranken Tieren führt. „Schlechter“ bedeutet, daß die Umwelt der Pferde stärker mit allergisierenden, chemischen, mechanischen und toxischen Reizen belastet ist (KAMPHUES, 1993; HARTUNG, 1998).

Da keine Staub-, Keim- und Schadgasmessungen vorgenommen wurden, kann nur die Haltung in Groß- und Kleinbetrieben anhand des jeweiligen Managements verglichen werden, um so auf die Qualität der Stallluft zu schließen. Die unterschiedlichen

Haltungssysteme wurden ausführlich dargelegt und in Tabelle 24 zusammengefaßt. Demnach scheint die Haltung in Kleinbetrieben abgesehen von der Heu- und Strohlagerung im Stall, der geringeren Mistfrequenz und der etwas geringeren Zahl geimpfter Pferde besser im Hinblick auf die Vermeidung von Atemwegserkrankungen zu sein als diejenige in Großbetrieben. Auch wenn keine Unterscheidung der Lüftungsverfahren in den beiden Betriebsformen erfolgte, waren Pferde in Kleinbetrieben aufgrund der geringeren Zeit, die sie pro Tag in der Box verbrachten, weniger häufig schädigenden Umweltreizen ausgesetzt als Pferde in Großbetrieben. Ebenso war die Bestandsgröße und Fluktuation in Kleinbetrieben deutlich geringer, was die Gefahr der Einschleppung von Krankheitserregern verringert und somit auch die Gefahr einer Entwicklung einer chronischen Atemwegserkrankung infolge einer akuten Infektion (HAJER und SASSE, 1980; THEIN, 1980; EICHHORN, 1990; BEECH, 1991; HALLIWELL et al., 1993; MAYR, 1999).

Die genannten Unterschiede in den beiden Haltungsformen sowie die Punkte zwei und drei (s. dort) sprechen nicht für die Richtigkeit der ersten Hypothese. Sie lassen eher vermuten, daß das Risiko einer akuten Atemwegserkrankung in Kleinbetrieben sehr klein ist, was die Zahl der chronisch kranken Tiere höher erscheinen läßt.

Hypothese 2: In Großbetrieben besteht eine wesentlich höhere Infektionsgefahr, welche zu einem deutlich höheren Anteil akuter als chronischer Erkrankungen in diesen Betrieben führt.

In Großbetrieben gab es hochsignifikant mehr Turnierreiter, d.h., diese Pferde wurden häufiger transportiert und waren demzufolge mehr Streß und fremden Pferdekontakten ausgesetzt. Es wurden größere Tierzahlen (bis zu 150 Pferde pro Bestand) gehalten und die Fluktuation war mit durchschnittlich 18 Pferden pro Jahr deutlich größer als mit 0,4 Tieren in Kleinbetrieben. 29 % der Pferde in Großbetrieben waren nicht gegen virale Atemwegsinfektionen vakziniert. Eine Impfung des gesamten Bestandes erfolgte signifikant seltener als in Kleinbetrieben. In Großbetrieben herrschten also optimale Bedingungen für die Verbreitung von Infektionskrankheiten (KAADEN, 1984; POWELL, 1985; CLARKE, 1987a; EICHHORN, 1989; THEIN, 1997a), obwohl

tendenziell mehr Pferde gegen virale Infektionskrankheiten geimpft waren als in Kleinbetrieben. Die Ursachen für Atemwegserkrankungen trotz Schutzimpfung werden unter 5.6.2. erläutert.

Hypothese 3: In Großbetrieben gab es mehr Jungtiere, die eher an akuten als an chronischen Atemwegserkrankungen litten.

Um diese Hypothese zu prüfen, wurde der Krankheitsstatus unter Auslassung der Jungpferde unter zwei Jahren nochmals ausgezählt. Das Verhältnis von akuten zu chronischen Erkrankungen änderte sich kaum. Die Unterschiede zwischen Klein- und Großbetrieben bei akuten Krankheiten wurden um 1 % reduziert, welches statistisch gesehen keine weiteren Folgen hatte (vgl. Tab. 5).

Aus diesen Punkten läßt sich folgern, daß das Infektrisiko in Großbetrieben wesentlich größer ist als in Kleinbetrieben, was die Zahl der chronisch kranken Tiere in Großbetrieben klein erscheinen läßt.

Die höhere Zahl chronisch kranker Pferde in Kleinbetrieben ergibt sich demzufolge aus dem wesentlich geringeren Infektionsrisiko und dem damit geringeren Anteil akut kranker Tiere in kleinen Beständen. Die Befragung der Pferdebesitzer ergab, daß die Anzahl chronisch lungenkranker Pferde in Kleinbetrieben teilweise noch durch ehemalige Turnierpferde aus Großbetrieben erhöht wurde, welche aufgrund ihrer Erkrankung als Freizeitpferde weiter genutzt und zwecks einer Haltungsverbesserung in Kleinbetriebe umgestallt wurden.

Es wäre interessant zu erfahren, ob es mehr chronisch kranke Pferde in Klein- oder Großbetrieben gibt. Diese Zahlen können jedoch aufgrund einer rein „kranken“ Ausgangspopulation nicht mit dieser Arbeit ermittelt werden. Die folgenden Punkte 2. und 3. können allerdings Hinweise auf eine häufigere Frequenz von Atemwegserkrankungen in Großbetrieben liefern.

Zu 2.: In Großbetrieben wurden erkrankte Pferde häufiger wegen Störungen des Respirationsapparates untersucht als in Kleinbetrieben. Das kann bedeuten, daß die Haltungsbedingungen in Großbetrieben häufiger zu Atemwegssymptomen führen. Da diese Tiere signifikant länger pro Tag aufgestellt sind, wäre diese Begründung möglich. Andererseits kann auch ein unterschiedliches Besitzerverhalten Ursache der geringeren Zahl an Untersuchungen in Kleinbetrieben sein. Es ist denkbar, daß in ländlichen Betrieben seltener ein Tierarzt gerufen wird als in großen Reitställen.

Zu 3.: In Großbetrieben gab es hochsignifikant häufiger auch noch andere Pferde des Bestandes mit Atemwegssymptomen. Das kann auf ein stärkeres Problem mit respiratorischen Erkrankungen in dieser Betriebsform hinweisen als in Kleinbetrieben. Allerdings ist die Wahrscheinlichkeit für nur ein lungenkrankes Pferd in Kleinbeständen aufgrund der deutlich kleineren Tierzahl wesentlich größer als in Großbeständen. Zudem ist die Gefahr von infektiösen Atemwegserkrankungen in Großbeständen relativ hoch (KAADEN, 1984; LEADON, 1986), in deren Verlauf meistens mehrere Tiere erkranken.

5.6. Impfstatus

31 % aller untersuchten Pferde wurden nicht gegen Virusinfektionen des Respirationstraktes immunisiert. Das entspricht ungefähr den Ergebnissen von BUYLE (1997): hier waren 35 % der untersuchten Turnierpferde in Deutschland noch nie gegen virusbedingten Husten geimpft worden, 63 % besaßen keinen Schutz gegen Herpesvirusinfektionen.

Da häufig verschiedene Tierärzte ein und dasselbe Pferd impfen, sind die Computeraufzeichnungen der Tierärztlichen Klinik in diesem Punkt unvollständig. Somit mußte den Angaben der Besitzer weitestgehend in Bezug auf die Impfabstände geglaubt werden. Bis zu 80 % der geimpften Pferde wurden demnach alle sechs Monate gegen virusbedingten Husten immunisiert. Dieses Impfintervall wäre nach EICHHORN (1989) und LANGE (2000) der für eine belastbare Immunität maximal tolerable Zeitraum für eine Wiederholungsimpfung. Alle längeren Intervalle erhöhen deutlich die

Morbiditätsrate (CARMAN et al., 1997; LANGE, 2000). So wurden laut Besitzer bei 9 % aller geimpften Pferde neunmonatige Abstände eingehalten. 6 % wurden jährlich geimpft. Nur 5 % der Besitzer gaben zu, daß ihre Pferde in unregelmäßigen Abständen vakziniert wurden.

Laut BUYLE (1997) waren nur 19,7 % der untersuchten Turnierpferde korrekt gegen Influenza und 20 % korrekt gegen Herpesvirusinfektionen geimpft. Der Autor gibt an, daß diese Zahlen evt. etwas zu niedrig sind, da der Impfstatus eines jeden Pferdes anhand der Impfpässe ermittelt wurde. Dort sind nicht immer alle durchgeführten Impfungen eingetragen. Vermutlich liegen realistische Zahlen für den Impfstatus zwischen seinen und denjenigen der eigenen Untersuchungen. Mit Einführung der Impfpflicht ab dem 1.1.2000 gegen Influenzavirusinfektionen auf sämtlichen Pferdeleistungsprüfungen in Deutschland wird sich die Impfsituation in den nächsten Jahren zumindest für Turnierpferde deutlich verbessern (FN, 1999). Da die Anzahl an Turnierreitern in Großbetrieben deutlich höher ist als in Kleinbetrieben, ist in den nächsten Jahren ein Rückgang der Zahl an akuten Atemwegserkrankungen bei Pferden in Großbetrieben zu erwarten.

Obwohl von seiten der Pferdebesitzer immer wieder auf Husten nach Impfungen mit Resequin[®] plus hingewiesen wurde, konnte nach Verwendung dieses Impfstoffes kein signifikant gehäuftes Auftreten von Atemwegssymptomen ermittelt werden. Die Pferde reagierten ebenso auf Vakzinationen mit anderen Impfstoffen.

Unerwünschte Nebenwirkungen nach Vakzinationen können aufgrund einer Impfung latent erkrankter Tiere auftreten (MÜLLER et al., 1987). Ein Großteil der vom Besitzer als „gesund“ bezeichneten Tiere zeigt bei gründlicher Untersuchung abnorme Befunde an den Atemwegen (REITEMEYER, 1983; SASSE et al., 1985a; BRACHER et al., 1991). MÜLLER et al. (1987) haben nach Impfungen mit Resequin[®] ad us. vet. bei Pferden mit apparenten Atemwegserkrankungen bis zum 7. Tag post vaccinationem respiratorische Symptome (hauptsächlich in Form von Husten) festgestellt. Die Autoren vermuten ursächlich eine Erhöhung der Reagibilität des Bronchialbaumes durch die Impfung der erkrankten Patienten.

5.6.1. Vergleich des Impfstatus in Klein- und Großbetrieben

Aus Großbetrieben stammende Pferde waren mit 71 % tendenziell häufiger geimpft als Pferde aus Kleinbetrieben (60 %). Eine mögliche Ursache kann der Anteil an professionellen Züchtern in Großbetrieben sein, die sich der Gefahren eines Seuchenzuges bewußt sind und der Prophylaxe und nicht der Therapie von Infektionskrankheiten den Vorzug geben. Eine andere Erklärung wäre ein erhöhter Anteil an Turnierreitern in Großbetrieben, bei denen eher Bedarf zur Impfung besteht als bei Freizeitreitern in Kleinbetrieben.

Die Impfintervalle schienen in Großbeständen kürzer zu sein als in Kleinbeständen, in denen es signifikant mehr jährlich und unregelmäßig geimpfte Pferde gab. Allerdings ist hier zu beachten, daß den Angaben der Besitzer weitestgehend geglaubt werden mußte. Es wäre ebenso ein unterschiedliches Besitzerverhalten zwischen den beiden Stallstrukturen denkbar.

In Kleinbeständen wurde hochsignifikant häufiger der komplette Bestand gegen Virusinfektionen geimpft. Aufgrund wesentlich geringerer Bestandsgrößen (eins bis 15 Pferde) und nur weniger Pferdebesitzer ist die Impfung auch deutlich einfacher durchzusetzen als in Großbetrieben. Trotzdem sollte auch in größeren Beständen die Impfung möglichst aller Pferde durchgeführt werden, um einen belastbaren Schutz der Population vor Infektionskrankheiten des Respirationstraktes zu gewährleisten (THEIN, 1988; EICHHORN, 1989; BRUNNER et al., 1998).

Ebenso wurden in Kleinbetrieben hochsignifikant häufiger alle Pferde des Bestandes zum selben Zeitpunkt gegen virusbedingten Husten geimpft. Eine Impfung aller Pferde eines Bestandes ist wesentlich einfacher in einem Kleinbestand zu organisieren. Meistens werden diese auch nur von einem Tierarzt betreut, und es sind weniger „Besitzerwünsche“ zu berücksichtigen. Immerhin wurde in einem Bestand dieser Studie mit 120 Pferden eine zeitgleiche Immunisierung sämtlicher Pferde regelmäßig durchgeführt.

5.6.2. Impfstatus bei akuten Erkrankungen

Übereinstimmend mit den Ergebnissen von GOERLICH (1988) erkrankten trotz des fraglichen Impfstatus aller untersuchten Pferde in der Gruppe der geimpften Tiere 10 % weniger an akuten respiratorischen Erkrankungen als in der Gruppe der ungeimpften. Die Unterschiede waren signifikant. Die Ergebnisse zeigen, daß trotz Verwendung von nicht immer aktuellen Impfstoffen (LANGE, 2000) eine Immunprophylaxe gegen Virusinfektionen des Atmungstraktes bei Pferden sinnvoll ist. Die Ergebnisse zeigen aber auch, daß trotz der Impfung 26 % der Pferde akut erkrankten. Gründe hierfür können zu lange Impfintervalle (BRUNNER et al., 1998), eine unkorrekte Grundimmunisierung (THEIN, 1997a), Impfung immungeschwächter Tiere (MAYR, 1999), ungenügende Antikörperbildung aufgrund der Zusammensetzung der verwendeten Impfstoffe (LANGE et al., 1992; THEIN, 1997a) und ein zu hoher Infektionsdruck aufgrund der Impfung zu weniger Individuen in einem Bestand (EICHHORN, 1989; BRUNNER et al., 1998; THEIN, 2000a) sein.

5.7. Verbesserungen der Haltung durch den Pferdebesitzer

Zusätzlich zur medikamentellen Therapie von akuten und insbesondere chronischen Atemwegserkrankungen gehört immer auch eine Änderung der Haltung und des Managements (THOMSON und McPHERSON, 1984; DIXON et al., 1995d; SASSE, 1995). Nach SCHATZMANN et al. (1974) ist die Haltungsänderung für den Heilungsverlauf von COPD entscheidender als die medikamentelle Behandlung. In ihren Versuchen wurden COPD-kranke Pferde alleine durch Verbringung in eine staubarme Umgebung in einen symptomarmen bis -freien Zustand überführt. Die Änderung des Managements in Richtung einer staub-, keim- und schadgasarmen Umwelt für das erkrankte Pferd ist Aufgabe des Tierhalters. Der Tierarzt hat auf die nötigen Veränderungen hinzuweisen. Wie sehr diese beratende Funktion des Tierarztes noch ausgebaut werden kann, zeigen die folgenden Ergebnisse.

Bei 93 % der untersuchten Pferde wurde während der Therapie keine Änderung der Aufstallung vorgenommen. Diese hohe Zahl ist relativ leicht erklärlich. So ist eine

Aufstellungsänderung häufig mit einem Stallwechsel verbunden, der nur mit relativ viel Einsatz seitens des Besitzers durchführbar ist. Nach der Therapie waren signifikant mehr Halter bereit, in diesem Punkt etwas für ihr Pferd zu verbessern. Solche Änderungen erfolgten eher lang- als kurzfristig und möglicherweise im Anschluß an langwierige, nicht erfolgreiche medikamentelle Therapien.

Das Einstreumaterial wurde während und nach der Therapie gleichermaßen verändert. Ca. 75 % der Halter waren zu keiner Änderung der Wahl des Einstreumaterials bereit. Ein Wechsel der Einstreu ist vielen Pferdebesitzern vermutlich zu aufwendig und möglicherweise zu kostenintensiv. Änderungen im Bereich der Einstreu erfolgten eher lang- als kurzfristig.

Während der Therapie wurden nur 55 % der erkrankten Pferde weiterhin mit „staubreichen“ Futtermitteln gefüttert. Die Veränderungen erfolgten eher kurz- als langfristig. Das Wässern von Heu oder die Gabe von Silage ist kurzfristig deutlich einfacher zu bewerkstelligen als eine Änderung der Aufstallung oder der Einstreu. Nach der Therapie waren hochsignifikant weniger Tierhalter bereit, die Fütterung ihres Pferdes zu verändern. D.h., sogar diejenigen, welche bereits das Futter verbessert hatten, gingen wieder zur herkömmlichen Art über. Gründe könnten das auf die Dauer doch aufwendige Verfahren der Heuwässerung sein oder ein sich nicht einstellender Erfolg in der Therapie trotz des Einweichens von Heu. Nach CLARKE (1987c) reicht das Heuwässern alleine ebenso wie eine alleinige gute Lüftung nicht aus, COPD-kranke Tiere in einen symptomlosen Zustand zu überführen. Zur Therapie von COPD sollten möglichst viele schädigende Umweltfaktoren eliminiert werden.

Es gab keine signifikanten Unterschiede im Verhalten der Pferdebesitzer in bäuerlich-ländlichen Kleinbetrieben und hauptberuflichen, städtischen Pferdewirtschaftsbetrieben.

Fazit: Durchschnittlich sind ca. 75 % der Tierhalter nicht bereit, während oder nach der Therapie die Haltung ihrer erkrankten Pferde zu ändern. Während der Therapie von Atemwegserkrankungen wird es relativ leicht sein, einen Pferdebesitzer zu einer kurzfristigen Änderung der Fütterung zu überzeugen. Nach der Therapie kann man die

Tierhalter sogar zu einer langfristigen Änderung der Aufstallung bewegen. Eine Verbesserung im Bereich der Einstreu wird schwieriger zu erzielen sein.

5.8. Abgänge

SOMMER et al.(1988) haben die häufigsten Erkrankungen unter 558 Nachkommen von 32 Deckhengsten erfragt. Atemwegserkrankungen besaßen einen Anteil von 26 % aller Erkrankungen und kamen nach den Erkrankungen des Bewegungsapparates an zweiter Stelle.

Versicherungsstatistiken zufolge kamen 22,6 % aller entschädigten Pferde wegen Erkrankungen der Atemwege in Abgang (KÖNING, 1983). „Abgang“ bedeutet hier, daß die Tiere aufgrund dauernder Unbrauchbarkeit für den versicherten Verwendungszweck („Dienstunfähigkeit“) aus der Versicherung schieden.

Laut eigener Untersuchungen wurden innerhalb von fünf Jahren 7 % der Pferde mit chronischen Erkrankungen der Lunge getötet. Es gab keinen signifikanten Unterschied in der Zahl der Abgänge zwischen Groß- und Kleinbetrieben. Die Anzahl der Pferde, die wegen „Dienstunfähigkeit“ verkauft wurden oder das Gnadenbrot erhielten, wurde in dieser Arbeit nicht erfaßt. Es ist somit von einer im Sinne der Versicherungen deutlich höheren „Abgangsrate“ auszugehen.

Nach HUG (1937) kommen die meisten dämpfigen Pferde mit zehn bis zwölf Jahren in Abgang. Das deckt sich ungefähr mit den Daten der Versicherungsstatistiken, in denen das durchschnittliche Alter bei Entschädigungen 10,3 Jahre beträgt (KÖNING, 1983). In der eigenen Arbeit betrug das durchschnittliche Abgangsalter 17,25 Jahre. „Abgang“ meint hier jedoch nur die getöteten Tiere. Das Alter der Pferde, die aufgrund von Atemwegserkrankungen aus dem Sport ausschieden, ist höchstwahrscheinlich deutlich niedriger, wodurch sich die Unterschiede erklären lassen.

5.9. Schlußfolgerungen

Aus den genannten Punkten können folgende Verbesserungsempfehlungen für die Haltung von Pferden mit respiratorischen Erkrankungen gegeben werden:

Da das Pferd optimale Bedingungen nur im Freien findet (EYRE, 1972; SAINSBURY, 1981; PIOTROWSKI, 1992), ist eine Haltung draußen, beispielsweise im Offenstall, mit ausreichender Möglichkeit zur Bewegung anzustreben (VERVUERT und COENEN, 2000).

Aufgrund der hohen Infektionsgefahr in Großbetrieben, sollte hier vornehmlich auf einen besseren Infektionsschutz geachtet werden. Dazu gehören regelmäßige, spätestens alle sechs Monate wiederholte Schutzimpfungen des gesamten Bestandes, Bildung von abgegrenzten Stalleinheiten sowie Einrichtung von Quarantäneställen für neu hinzukommende Pferde.

Akute Erkrankungen sind in Kleinbetrieben nicht das primäre Problem. Trotzdem könnte auch hier die Zahl der akuten Erkrankungen durch vermehrte Schutzimpfungen gesenkt werden.

Um vor chronischen Erkrankungen der Atemwege zu schützen, sollte den Pferden in Großbetrieben mehr Auslauf in freier Luft ermöglicht werden. Insbesondere zu Zeiten erhöhter Aktivität im Stall, beispielsweise dem Füttern, Einstreuen, Misten und Fegen, sollten die Tiere nicht im Stall sein.

In Kleinbetrieben sollte insbesondere eine Lagerung von Heu und Stroh in Pferdenähe vermieden sowie häufiger gemistet werden.

Falls keine Möglichkeit zur Haltung des Pferdes im Freien besteht, sollten in beiden Betriebsformen zur Prophylaxe und Therapie von Atemwegserkrankungen staubarme Futtermittel und Einstreumaterialien verwendet werden sowie eine Staubentwicklung bei den Stallaktivitäten vermieden werden.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Ziel dieser Arbeit war es, die Haltung von Pferden in bäuerlich-ländlichen Kleinbetrieben mit derjenigen in hauptberuflichen, städtischen Pferdewirtschaftsbetrieben zu vergleichen und zu untersuchen, ob eventuelle Unterschiede mit der Art und Frequenz von respiratorischen Erkrankungen korrelieren.

Dafür wurden 404 Pferde aus 87 Betrieben zufällig ausgewählt, die in den Jahren 1995 bis 1999 aufgrund respiratorischer Symptome von der Tierärztlichen Klinik Dr. Litsch und Dr. Eversfield in Wiesbaden untersucht worden waren. Die Besitzer dieser 404 Pferde wurden über die Haltung ihrer Tiere befragt. Die Daten konnten anhand der klinikeigenen Computerdatei ergänzt und anschließend statistisch ausgewertet werden. Ein Vergleich der Ergebnisse mit den haltungsbedingten Ursachen von respiratorischen Erkrankungen ergab im wesentlichen folgende Erkenntnisse:

1. In Großbetrieben dominierten akute Atemwegsprobleme deutlich vor chronischen. Ursachen waren eine höhere Bestandsgröße und Fluktuation sowie ein größerer Anteil an Turnierreitern als in Kleinbetrieben. In Kleinbetrieben war das Risiko einer akuten Atemwegserkrankung wesentlich geringer.
2. In Großbetrieben schienen die Haltungsbedingungen vor allem aufgrund eines längeren Aufenthaltes pro Tag im Stall schlechter im Hinblick auf die Gesunderhaltung des Atmungstraktes zu sein als in Kleinbetrieben. Das war möglicherweise die Ursache für eine häufigere Zahl der Untersuchungen pro Pferd in Großbetrieben.
3. Die Haltung in beiden Betriebsstrukturen wies bei einem hohen Prozentsatz der Pferde Mängel im Hinblick auf die Vermeidung von Atemwegserkrankungen auf.
4. Drei Viertel der befragten Pferdebesitzer waren nicht bereit, während oder nach der Therapie die Haltung ihrer erkrankten Pferde zu ändern.

Zur Prophylaxe und Therapie von Atemwegserkrankungen sollten die Besitzer noch intensiver von Tierärzten über mögliche Gesundheitsbeeinträchtigungen durch die Pferdehaltung aufgeklärt werden, als es bisher geschehen ist.

7. SUMMARY

The aim of this study was to compare the husbandry of horses in small-scale rural enterprises with that in large professional urban establishments and to find out whether possible differences are connected with the kind and frequency of respiratory diseases.

404 horses from 87 enterprises, examined for respiratory problems between 1995 and 1999 by the Veterinary Clinic of Dr. Litsch and Dr. Eversfield in Wiesbaden, were chosen at random. The owners were questioned about their animal's husbandry. These data were combined with the clinical records and a statistical analysis performed with the following results:

1. In large enterprises acute respiratory problems clearly predominated over chronic problems. The causes are larger and more fluctuating populations and more competition riding. In small-scale enterprises the risk of acute respiratory problems was significantly lower.
2. From the point of view of maintaining the health of the respiratory tract, the husbandry in large enterprises appeared to be worse than that in small ones, especially because of the longer time spent in stall per day. This possibly explains the larger number of examinations per case.
3. The husbandry in both systems was in most cases not optimal for the prevention of respiratory disease.
4. Three quarters of owners questioned were not willing to change the husbandry of their horses, neither during nor after therapy.

To improve prevention and treatment of respiratory problems horse owners should be better informed in future by veterinarians on the possible health implications of the animal's husbandry.

8. LITERATURVERZEICHNIS

ANONYM (1991)

Richtlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter
Tierschutzgesichtspunkten
Deutsche Reiterliche Vereinigung e.V. (FN), Deutsche Veterinärmedizinische
Gesellschaft e.V.

ANONYM (1995)

Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten
Sachverständigengruppe für tierschutzgerechte Pferdehaltung des Bundesmini-
sterium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, BMELF, Bonn

AENGST, C. (1984)

Zur Zusammensetzung des Staubes in einem Schweinemaststall
Hannover, Diss. Vet. Med.

AHLWEDE, L. (2000)

Aktuelles zur Silagefütterung beim Pferd
Tagungsbericht „Dem Pferd aufs Maul geschaut“, Hannover, 9-11

ASAJ, A. (1984)

Staubentstehung und Staubgehalt in Stallungen
DVG-Tagungsbericht: Dust in animal houses
Symposium der „International Society of Animal Hygiene“, Hannover, 16-19

BARTZ, J. (1992)

Staubmessungen im direkten Einatmungsbereich eines Pferdes mit Hilfe eines
„personal sampler“
Hannover, Diss. Vet. Med.

BEECH, J. (1991)

Chronic obstructive pulmonary disease (Review)
Vet. Clin. North. Am. Eq. Pract. 7, 79-91

BLENDL, H.M. (1979)

Einflüsse von Haltungsverfahren und Stallbetrieb auf die Entstehung von
Luftverunreinigungen
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 86, 156-157

BRACHER, V.; von FELLEBERG, R.; WINDER, C.; GRUENIG, G.; HERMANN,
M.; KRAEHENMANN, A. (1991)

An investigation of the incidence of chronic obstructive pulmonary disease
(COPD) in random populations of Swiss horses
Equine Vet. J. 23, 136-141

- BRUNNER, R.; NEUBAUER, A.; EICHHORN, W. (1998)
Equine Herpesvirus-Infektionen
Tierärztl. Umsch. 53: 12, 708-712
- BUYLE, T. (1997)
Gesundheitsprophylaxe beim Reitpferd in Deutschland und Österreich aus der
Sicht des Tierschutzes
Gießen, Diss. Vet. Med.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTOR-
SICHERHEIT (1991)
Bericht über das Ozon-Symposium, München: 2.- 4.7.
- CARMAN, S.; ROSENDAL, S.; HUBER, L.; GYLES, C.; McKEE, S.;
WILLOUGHBY, R.A.; DUBOVI, E.; THORSEN, J.; LEIN, D. (1997)
Infectious agents in acute respiratory disease in horses in Ontario
J. Vet. Diagn. Invest. 9: 1, 17-23
- CLARKE, A.F. (1987a)
A review of environmental and host factors in relation to equine respiratory
disease
Equine Vet. J. 19, 435-441
- CLARKE, A.F. (1987b)
Air hygiene and equine respiratory disease
In Pract. 9, 196-204
- CLARKE, A.F. (1987c)
Chronic pulmonary disease – a multifaceted disease complex in the horse
Ir. Vet. J. 41, 258-264
- CLARKE, A.F.; MADELIN, T. (1987)
Technique for assessing respiratory health hazards from hay and other source
materials
Equine Vet. J. 19, 442-447
- CLARKE, A.F.; MADELIN, T.; ALLPRESS, R.G. (1987)
The relationship of air hygiene in stables to lower airway disease and pharyngeal
lymphoid hyperplasia in two groups of Thoroughbred horses
Equine Vet. J. 19, 524-530
- CLARKE, A.F. (1993a)
Stable dust – threshold limiting values, exposures variables and host risk factors
Equine Vet. J. 25, 172-174
- CLARKE, A.F. (1993b)
Stable design and management
Vet. Annual 33, 24-44

- CLARKE, A.F. (1993c)
Nebulisation: Entering a new age in treatment
The Equine Athlete 6, 15-18
- CRICHLOW, E.C.; YOSHIDA, K.; WALLACE, K. (1980)
Dust levels in riding stables
Equine Vet. J. 12, 185-188
- DEEGEN, E. (1984)
Partikelinhalation bei Pferden mit chronisch obstruktiver Bronchitis
DVG-Tagungsbericht: Dust in animal houses
Symposium der „International Society of Animal Hygiene“, Hannover, 114-119
- DEEGEN, E.; DROMMER, W.; KLEIN, H.J.; KAUP, F.J. (1987)
Zur Pathogenese der chronisch obstruktiven Bronchitis beim Pferd: Klinische
und funktionelle Parameter sowie licht- und elektronenmikroskopische Befunde
17. Kongress der DVG, Bad Nauheim, 242-255
- DEEGEN, E. (1992)
Entwicklung der Therapie obstruktiver Atemwegserkrankungen des Pferdes in
den letzten 20 Jahren
Ventipulmin 2000, Symposium, Bingen, 1-15
- DERKSEN, F.J.; ROBINSON, N.E.; SLOCOMBE, R.F. (1982)
Ovalbumin-induced lung disease in the pony – role of vagal mechanisms
J. Appl. Phys. 53, 719-725
- DERKSEN, F.J.; WOODS, P.S.A. (1994)
Chronic lung disease in the horse: Role of aeroallergens and irritants and
methods of evaluation
Equine Pract. 16: 5, 11-13
- DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT (DFG) (1984)
Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und biologische
Arbeitsstofftoleranzwerte, VCH Weinheim, S. 65-70
- DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT (DFG) (1998)
Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und biologische
Arbeitsstofftoleranzwerte, VCH Weinheim, S. 152-157
- DIXON, W.J. (1993)
BMDP Statistical Software Manual, Volume 1 and 2
University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London
- DIXON, P.M.; RAILTON, D.I.; MCGORUM, B.C. (1995a)
Equine pulmonary disease: a case control study of 300 referred cases
Part 1: Examination techniques, diagnostic criteria and diagnoses
Equine Vet. J. 27, 416-421

- DIXON, P.M.; RAILTON, D.I.; MCGORUM, B.C. (1995b)
Equine pulmonary disease: a case control study of 300 referred cases
Part 2: Details of animals and of historical and clinical findings
Equine Vet. J. 27, 422-427
- DIXON, P.M.; RAILTON, D.I.; MCGORUM, B.C. (1995c)
Equine pulmonary disease: a case control study of 300 referred cases
Part 3: Ancillary diagnostic findings
Equine Vet. J. 27, 428-435
- DIXON, P.M.; RAILTON, D.I.; MCGORUM, B.C. (1995d)
Equine pulmonary disease: a case control study of 300 referred cases
Part 4: Treatments and re-examination findings
Equine Vet. J. 27, 436-439
- DOMSCH, K.H.; GAMS, W.; ANDERSON, T.H. (1980)
Compendium of Soil fungi
Academic Press, London
- DONALDSON, A.I. (1978)
Factors influencing the dispersal, survival and deposition of airborne pathogens
of farm animals
Vet. Bull. 48, 83-94
- DONE, S.H. (1991)
Environmental factors affecting the severity of pneumonia in pigs
Vet. Rec. 128, 582-586
- DONHAM, K.J. (1989)
Relationship of air quality and productivity in intensive swine housing
Agri-Practice 10: 6, 15-26
- DROMMER, W.; KAUP, F.J. (1984)
Morphologische Reaktionen der Lunge auf inhalierte Substanzen
DVG-Tagungsbericht: Dust in animal houses
Symposium der „International Society of Animal Hygiene“, Hannover, 120-125
- EICHHORN, W. (1989)
Respiratorische Infektionskrankheiten beim Pferd
Prakt. Tierarzt 70, 37-40
- EICHHORN, W. (1990)
Pferdeinfluenza – nach wie vor aktuell
Pferdeheilkunde 6, 29-32
- EYRE, P. (1972)
Equine pulmonary emphysema: A bronchopulmonary mould allergy
Vet. Rec. 91, 134-140

- FERRO, E.; FERRUCCI, F.; SALIMEI, E.; GUARINO, M.; ANTONIN, M.; DELL'ORTO, V.; NAVAROTTO, P.; TRADATI, F. (1996)
Relationship between stable airborne particles and conditions of the respiratory system in the horse
Pferdeheilkunde 12: 4, 717
- FERRO, E.; FERRUCCI, F.; SALIMEI, E.; ANTONIN, M.; CODAZZA, D.; CANIATTI, M. (2000)
Relationship between the conditions of lower airways in healthy horses, environmental factors and air quality in stables
Pferdeheilkunde 16: 6, 579-586
- FINK, U. (1998)
Veränderungen der Lungenfunktion nach Inhalation eines Futter-Pellet-Staubes bei klinisch lungengesunden Pferden
Hannover, Diss. Vet. Med.
- FITZER, H. (1972)
Untersuchungen über das Vorkommen von Serumantikörpern gegen Influenza-, Rhinopneumonitis-, Rhino und Parainfluenza-3-Virus bei Pferden
München, Diss. Vet. Med.
- FN (DEUTSCHE REITERLICHE VEREINIGUNG e.V.) (1999)
Leistungsprüfungsordnung (LPO), Ausgabe 2000
FN-Verlag, 1. Auflage
- FREVEL, M. (1997)
Experimentelle Induktion einer bronchialen Hyperreagibilität durch Inhalation eines Schimmelpilz-Milben-Substrates beim Pferd
Hannover, Diss. Vet. Med.
- GERBER, H. (1973)
Chronic pulmonary disease in the horse
Equine Vet. J. 5, 26-31
- GOERLICH, P. (1988)
Serologische Untersuchungen auf Virus-Antikörper bei Atemwegserkrankungen des Pferdes
Gießen, Diss. Vet. Med.
- GREENWOOD, N.N.; EARNSHAW, A. (1990)
Chemie der Elemente
VCH Weinheim
- HAAKE, B. (1992)
Felduntersuchungen zum Einfluß von Einstreu und Futterart auf die Luftqualität in freigelüfteten Boxen in einem Reitstall
Hannover, Diss. Vet. Med.

- HAJER, R.; SASSE, H.H.L. (1980)
Zur Ätiologie, Diagnostik und Therapie der COPD
7. Fachtagung der DVG, Fachgruppe Pferdekrankheiten, Hamburg, 30-35
- HALLIWELL, R.E.W.; FLEISCHMANN, J.B.; MACKAY-SMITH, M.; BEECH, J.;
GUNSON, D.E. (1979)
The role of allergy in chronic pulmonary disease of horses
J. Am. Vet. Med. 174, 277-281
- HALLIWELL, R.E.W.; McGORUM, B.C.; IRVING, P.; DIXON, P.M. (1993)
Local and systemic antibody production in horses affected with chronic
obstructive pulmonary disease
Vet. Immunol. Immunopath. 38, 201-215
- HAMANN, J. (1999)
Krankheiten der Atmungsorgane
In DIETZ, O.; HUSKAMP, B.: Handbuch der Pferdepraxis
2. Auflage Stuttgart: Enke, S.333-337
- HARTUNG, J. (1988)
Zur Einschätzung der biologischen Wirkung von Spurengasen der Stallluft mit
Hilfe von zwei bakteriellen Kurzzeittests
Fortschr. Berichte VDI Reihe 15, Nr. 56
- HARTUNG, J. (1998)
Art und Umfang der von Nutztierställen ausgehenden Luftverunreinigungen
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 105, 213-252
- HIEPE, Th. (1982)
Lehrbuch der Parasitologie, Band 4: Veterinärmedizinische Arachno-
Entomologie
Stuttgart, New York: Fischer Verlag, S. 110-117
- HIEPE, Th. (1999)
Parasitosen
In DIETZ, O.; HUSKAMP, B.: Handbuch der Pferdepraxis
2. Auflage Stuttgart: Enke, S. 679-683
- HILLIDGE, C.J. (1986)
Review of *Corynebacterium (Rhodococcus) equi* lung abscesses in foals:
pathogenesis, diagnosis and treatment
Vet. Rec. 119, 261-264
- HILLIGER, H.G.; AENGST, C.; ACKEMANN, H.H. (1984)
Minderung des Bakteriengehaltes von Stallstaub unter dem Einfluß
längerfristiger Lagerung
DVG-Tagungsbericht: Dust in animal houses
Symposium der „International Society of Animal Hygiene“, Hannover, 84-89

- HILLIGER, H.G. (1990)
Stallgebäude, Stallluft und Lüftung: Ein technisch-hygienischer Ratgeber für
Tierärzte
Stuttgart: Enke, S. 21-41
- HOCKENJOS, P.; MUMCUOGLU, Y.; GERBER, H. (1981)
Zur möglichen ätiologischen Bedeutung von Heumilben für allergisch bedingte
Lungenkrankheiten des Pferdes
Schweiz. Arch. Tierheilk. 123, 129-136
- HUG, A. (1937)
Über chronische Atembeschwerden des Pferdes
Schweiz. Arch. Tierheilkd. 79, 251-280
- INGH, T.S.G.A.M. van den (1985)
Morphological aspects of bronchitis and bronchiolitis in the horse
In DEEGEN, E.; BEADLE, R.E.: Lung function and respiratory diseases in the
horse, International Symposium in Hannover, 13-15
- JACOBS, D.E. (1989)
Farbatlas der Parasiten des Pferdes
Hengersberg: Schober, S. 108-111 und 170-179
- JAGGY, U. (1996)
Einfluß des Stallklimas, insbesondere von Heustaub, auf die Lungengesundheit
von Pferden
Hannover, Diss. Vet. Med.
- JOHANNSEN, U.; ERWERTH, W.; MENGER, S.; NEUMANN, R.; MEHLHORN,
G.; SCHIMMEL, D. (1987)
Experimentelle Untersuchungen zur Wirkung einer chronisch aerogenen Schad-
gasbelastung des Saugferkels mit Ammoniak unterschiedlicher Konzentrationen.
3. Mitteilung: Licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen zur Patho-
logie und Pathogenese der chronisch aerogenen Ammoniakschädigung des
Respirationstraktes beim Ferkel
J. Vet. Med. B 34, 260-273
- JONES, R.D.; McGREEVY, P.D.; ROBERTSON, A.; CLARKE, A.F.; WATHES,
C.M. (1987)
Survey of the design of racehorse stables in the south west of England
Equine Vet. J. 19, 454-457
- JORDAN-GOOSSENS, K. (1998)
Untersuchung des Stallklimas und des Stallmanagements zweier Pferdeställe
unter Berücksichtigung einer möglichen Einflußnahme auf den
Gesundheitszustand der Atemwege
Gießen, Diss. Vet. Med.

- KAADEN, O.R. (1984)
Luft als Vektor viraler Krankheitserreger
DVG-Tagungsbericht: Dust in animal houses
Symposium der „International Society of Animal Hygiene“, Hannover, 98-107
- KAMPHUES, J.; AMTSBERG, G.; KLARMANN, D. (1989)
Feinanteile und Staub in Futtermitteln – quantitative und qualitative (Pilze, Bakterien und LPS) Aspekte
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 102, 418-421
- KAMPHUES, J; SCHULZE-BECKING, M. (1992)
Milben in Futtermitteln – Vorkommen, Effekte, Bewertung
Übers. Tierern. 20, 1-38
- KAMPHUES, J. (1993)
Futter und Fütterung - Beziehungen zur Gesundheit des Atmungstraktes
Monatsh. Veterinärmed. 48, 45-47
- KAMPHUES, J. (1996)
Risiken durch Mängel in der hygienischen Qualität von Futtermitteln für Pferde
Pferdeheilkunde 12: 3, 326-332
- KAUP, F.J.; DROMMER, W.; DEEGEN, E. (1990a)
Ultrastructural findings in horses with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). I: Alterations of the larger conducting airways
Equine Vet. J. 22, 343-348
- KAUP, F.J.; DROMMER, W.; DEEGEN, E. (1990b)
Ultrastructural findings in horses with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). II: Pathomorphological changes of the terminal airways and the alveolar region
Equine Vet. J. 22, 349-355
- KLEIN, H.J.; DEEGEN, E. (1985)
Der Histamininhalationsprovokationstest, eine Methode zur Ermittlung der unspezifischen Reagibilität der Atemwege beim Pferd
9. Arbeitstagung der DVG, Fachgruppe Pferdekrankheiten
Münster/ Westfalen, 95-102
- KÖNING, B. (1983)
Vergleichende Untersuchungen über das Alter, die Versicherungsdauer und die Abgangsursachen versicherter Pferde bei Eintritt des Schadenfalls auf der Grundlage von Schadenstatistiken verschiedener Versicherungen und Jahre Gießen, Diss. Vet. Med
- KRAFT, W.; GAWLIK, A.; GRABNER, A.; DÄMMER, E.M. (1987)
Behandlungen von chronisch obstruktiven Lungenerkrankungen
Tierärztl. Prax. Suppl. 2, 24-32

- LANGE, W.; JAESCHKE, G.; MASIHI, K.N.; TROSCHKE, B; KILB, K.; ZADOW, J. (1992)
Influenza der Pferde in Berlin 1988 und 1989
Tierärztl. Umsch. 47, 7-16
- LANGE, W. (2000)
Pferdeinfluenza
Berlin: Parey, S. 120-135
- LEADON, D.P. (1986)
Air hygiene in stables
Ir. Vet. J. 40, 90-92
- LIEBERMANN, H. (1992)
Lehrbuch der veterinärmedizinischen Virologie
Jena, Stuttgart: Gustav Fischer, S. 42, 59-60 und 226-244
- LOISTL, A. (1996)
Untersuchung der möglichen Bedeutung von ausgewählten Allergenen für die COB des Pferdes anhand von Intrakutantests
Gießen, Diss. Vet. Med.
- LORENZ, R.J. (1996)
Grundbegriffe der Biometrie (3. Aufl.)
Stuttgart, New York: Gustav Fischer
- MAIR, T.S.; DERKSEN, F.J. (2000)
Chronic obstructive pulmonary disease: a review
Equine Vet. Ed. (AE) 2, 53-62
- MARTEN, J.; JAEP, A. (1991)
Pensionspferdehaltung im landwirtschaftlichen Betrieb
Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt
KTBL-Schrift 345
- MAYER, H. (1980)
Zur Diagnose und Therapie der chronischen Bronchitis
7. Arbeitstagung der DVG, Fachgruppe Pferdekrankheiten, Hamburg, 36-43
- MAYR, A. (1999)
Krankheiten der Atmungsorgane: Infektionskrankheiten
In DIETZ, O.; HUSKAMP, B.: Handbuch der Pferdepraxis
2. Auflage Stuttgart: Enke, S. 346-361
- McGORUM, B.C.; DIXON, P.M.; HALLIWELL, R.E.W. (1993a)
Responses of horses affected with chronic obstructive pulmonary disease to inhalation challenges with mould antigens
Equine Vet. J. 25, 261-267

- McGORUM, B.C.; DIXON, P.M.; HALLIWELL, R.E.W. (1993b)
Quantification of histamine in plasma and pulmonary fluids from horses with chronic obstructive pulmonary disease, before and after 'natural (hay and straw) challenges'
Vet. Immunol. Immunopathol. 36, 223-237
- McGORUM, B.C. (1994)
Differential diagnosis of chronic coughing in the horse
In Pract., 16: 3, 55-60
- McGORUM, B.C.; ELLISON, J.; CULLEN, R.T. (1998)
Total and respirable airborne dust endotoxin concentrations in three equine management systems
Equine Vet. J., 30, 430-434
- McPHERSON, E.A.; LAWSON, G.H.K.; MURPHY, J.R.; NICHOLSON, J.M.; BREEZE, ; PIRIE, H.M. (1979a)
Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) in horses: Aetiological Studies: Responses to intradermal and inhalation antigenic challenge
Equine Vet. J. 11, 159-166
- McPHERSON, E.A.; LAWSON, G.H.K.; MURPHY, J.R.; NICHOLSON, J.M.; BREEZE, ; PIRIE, H.M. (1979b)
COPD: Factors influencing the occurrence
Equine Vet. J. 11, 167-171
- McPHERSON, E.A., THOMSON, J.R. (1983)
Chronic obstructive pulmonary disease in the horse 1: Nature of the disease
Equine Vet. J. 15, 203-206
- MEHLHORN, G. (1979)
Lehrbuch der Tierhygiene, Band 2
Jena: Fischer Verlag, S. 699-728
- MEHLHORN, G.; LANGE, A.; METHLING, W. (1984)
Zur Überlebensfähigkeit von Indikatorkeimen im Staub von Abferkelställen
DVG-Tagungsbericht: Dust in animal houses
Symposium der „International Society of Animal Hygiene“, Hannover, 81-89
- MEIJER, G.G.; POSTMA, D.S.; VAN DER HEIDE, S.; KOETER, G.H.; VAN AALDEREN, W.M.C. (1995)
Mite-specific IgE cannot be used as a surrogate for mite exposure
Allergy (Copenhagen) 6, 532
- MEYER, H. (1992)
Pferdefütterung
Berlin; Hamburg: Parey, 2. Auflage, S. 120-126

- MÜLLER, P.; BECKER, W.; DEEGEN, E. (1987)
Klinische Untersuchungen von Pferden vor und nach Impfung mit Resequin[®] ad
us. vet.
Tierärztl. Umsch. 42, 745-747
- NADEL, J.A. (1980)
Pathophysiology of asthma: Neural effects on airway smooth muscle,
submucosal glands, breathing and cough
Prog. Resp. Res. 14, 1-8
- NATTERMANN, H. (1999)
Infektionskrankheiten mit Beteiligung mehrerer Organsysteme
In DIETZ, O.; HUSKAMP, B.: Handbuch der Pferdepraxis
Stuttgart: Enke, 2. Auflage, S. 665-666
- NOLTE, D. (1974)
Physiologische und therapeutische Aspekte der Reflexbronchokonstriktion
Wien. Med. Wschr. 124, 22-26
- PAETKAU, H. (1998)
Immunologische Reaktionen im Serum und Tracheobronchialsekret junger
Pferde auf eine kontrollierte inhalative Belastung mit Schimmelpilzen und
Milben im Anschluß an eine definierte Belastung
Hannover, Diss. Vet. Med.
- PERCIVALL, W. (1853)
The diseases of the chest and air passage of the horse
London, Longman Brown Green and Longmans
- PIOTROWSKI, J. (1992)
Forschungsergebnisse und Erkenntnisse zur tiergerechten Pferdehaltung
Züchtungskunde 64, 222-235
- POWELL, D.G. (1985)
International movements of horses and its influence on the spread of infectious
disease
Proc. Soc. for vet. epidem. and preventive Medicine, 90-95
- RADE, C. (1996)
Klinische und serologische Reaktionen junger Pferde auf eine kontrollierte
Applikation (per os/ per inhalationem) von Schimmelpilzen und Futtermilben
Hannover, Diss. Vet. Med.
- RADE, C.; KAMPHUES, J. (1999)
Zur Bedeutung von Futter und Fütterung für die Gesundheit des Atmungstraktes
von Tieren sowie von Menschen in der Tierbetreuung
Übers. Tierern. 27, 65-121

- RAPP, H.J.; WEISS, R.; BOCKISCH, F.-J.; BECKER, M., STECHELE, M. (1991)
Untersuchungen in Reithallen und an verschiedenen Reitbahnbelägen unter dem
Aspekt der Atemwegsbelastung beim Pferd
Tierärztl. Prax. 19, 74-78
- RAYMOND, S.L.; CURTIS, E.F.; WINFIELD, L.M.; CLARKE, A.F. (1997)
A comparison of respirable particles associated with various forage products for
horses
Equine Pract. 19: 2, 23-26
- REITEMEYER, H. (1983)
Klinische und endoskopische Reihenuntersuchungen der oberen und tiefen
Atemwege bei 3- bis 7-jährigen hannoverschen Reitpferden
Hannover, Diss. Vet. Med.
- RICKETTS, S.W. (2000)
Tracheal washes and bronchoalveolar lavages: cytological interpretation of the
equine airway in health and disease
BEVA Congress, Birmingham 97-99
- RIPATTI, T.; KOSKELA, P.; KOTIMAA, M.; KOSKINEN, E.; MAENPAA, P.H.
(1990)
Serum IgG antibody concentrations against environmental microbes in mares
and foals during different seasons and effect of stabling practices
Am. J. Vet. Res. 51: 4, 550-555
- ROBINSON, N.E.; DERKSON, F.J.; OLSZEWSKI, M.A.; BUECHNER-MAXWELL,
V.A. (1996)
Review: The pathogenesis of COPD
Br. Vet. J. 152, 283-306
- RODEWALD, A. (1989)
Fehler bei der Haltung und Nutzung als Schadensursache bei Pferden in
Reitbetrieben
München, Diss. Vet. Med.
- ROUND, M.C. (1976)
Lungworm infection (*Dictyocaulus arnfieldi*) of the horse and donkey
Vet. Rec. 99, 393-395
- SAINSBURY, D.W.B. (1981)
Ventilation and environment in relation to equine respiratory disease
Equine Vet. J. 13, 167-170
- SASSE, H.H.L. (1971)
Some pulmonary function tests in horses
Utrecht, Rijksuniversiteit, Proefschrift

- SASSE, H.H.L.; BOERMA, S.; SMOLDERS, E.A.A. (1985a)
Zur Ätiologie chronischer Atemwegserkrankungen beim Pferd –
Veterinärmedizinische und landwirtschaftliche Aspekte in Großmanegen
9. Arbeitstagung der DVG, Fachgruppe Pferdekrankheiten
Münster/ Westfalen, 79-86
- SASSE, H.H.L.; BOERMA, S.; SMOLDERS, E.A.A. (1985b)
The relationship between pulmonary function tests and other parameters. Results
of a research project into the etiology of C.O.P.D. in horses. In DEEGEN, E.;
BEADLE, R.E.: Lung function and respiratory diseases in the horse
International Symposium in Hannover, 46-48
- SASSE, H.H.L. (1995)
C.O.B.-Prognose und Behandlungsmaßnahmen
Collegium Veterinarium 25: XXV, 66-69
- SASSE, H.H.L. (1996)
The amazing career of the respiratory system in equine exercise research
Pferdeheilkunde 12: 4, 528-530
- SCHATZMANN, U.; STRAUB, R.; MEISTER, U.; SPORRI, H. (1974)
Die Elimination von Heu und Stroh als Therapie chronischer
Lungenerkrankungen des Pferdes
Tierärztl. Prax. 2, 207-214
- SCHMALLENBACH, K.H. (1997)
Local pulmonary and systemic antibody response against *Aspergillus fumigatus*
antigens in horses affected with chronic obstructive pulmonary disease (COPD)
Gießen, Diss. Vet. Med.
- SCHMALLENBACH, K.H.; RAHMAN, I.; SASSE, H.H.L.; DIXON, P.M.;
HALLIWELL, R.E.; MCGORUM, B.C.; CRAMERI, R.; MILLER, H.R. (1998)
Studies on pulmonary and systemic *Aspergillus fumigatus*-specific IgE and IgG
antibodies in horses affected with chronic pulmonary disease
Vet. Immunol. Immunopathol. 66, 245-256
- SCHUYLER, M.R.; KLEINERMANN, J.; PENSKY, J.R.; BRANDT, C.; SCHMITT,
D. (1983)
Pulmonary response to repeated exposure to *Micropolyspora faenia*
Am. Rev. Resp. Dis. 128, 1071-1076
- SCHÜTZ, M.; SASSE, H.H.L. (1998)
Erfahrungen mit Silagefütterung bei COB-Patienten
15. Arbeitstagung der DVG, Fachgruppe Pferdekrankheiten
Wiesbaden, 225-229

- SCHÜTZ, M. (1999)
Vergleich der Fütterung von Heu und einer Grasanwelksilage (HorseHage[®])
hinsichtlich der Staubfreisetzung sowie des Krankheitsverlaufes von Pferden mit
chronisch obstruktiver Bronchitis
Gießen, Diss. Vet. Med.
- SEAHORN, T.L.; BEADLE, R.E. (1993)
Summer pasture-associated obstructive pulmonary disease in horses: 21 cases
(1983-1991)
J. Am. Vet. Med. Assoc. 202, 779-782
- SEELIGER, H.P.R.; SÜHLER, H. (1975)
Farmerlunge beim Tier
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 88, 163-166
- SIEPELMEYER, F.J. (1982)
Erkrankungen des Respirationstraktes durch Schimmelpilze bei Haussäugetieren
unter besonderer Berücksichtigung der Allergie
Hannover, Diss. Vet. Med.
- SOMMER, H.; VELTJENS, C.; FELBINGER, U. (1988)
Die häufigsten Erkrankungen bei deutschen Warmblutpferden
Tierärztl. Umsch. 43, 546-550
- STOSCH, B. (2000)
Schöne Bescherung – Großer Vergleichstest in Labor und Praxis: 11
Einstreuarten. Welche saugt am besten und staubt am wenigsten?
Cavallo 10, 10-23
- SWEENEY, C.R.; HABECKER, P.L. (2000)
Lungen-Aspergillose bei Pferden: 29 Fälle (1974-1997)
Pferdeheilkunde 16: 1, 95-96
- TANNER, M.K.; SWINKER, A.M.; TRAUB-DARGATZ, J.L.; STIFFLER, L.A.;
McCUE, P.M.; VANDERWALL, D.K.; JOHNSON, D.E.; VAP, L.M. (1998)
Respiratory and environmental effects of recycled phone book paper versus
sawdust as bedding for horses
J. Equine Vet. Sci. 18: 7, 468-476
- THEIN, P. (1980)
Virusinfektionen und chronische Bronchitis des Pferdes
7. Arbeitstagung der DVG, Fachgruppe Pferdekrankheiten, Hamburg, 83-91
- THEIN, P. (1983)
Zur Muttertierschutzimpfung beim Pferd
Tierärztl. Umsch. 38, 783-790

- THEIN, P. (1988)
Impfprophylaxe in Pferdebeständen
Prakt. Tierarzt 69, 5-12
- THEIN, P. (1997a)
Gesundheitsförderung bei Pferden – Schwerpunkte
Pferdeheilkunde 13: 2, 135-144
- THEIN, P. (1997b)
Infektionsschutz
Reiter und Pferde in Westfalen – Extra
Bayer Sonderdruck, Landwirtschaftsverlag
- THEIN, P. (2000a)
Herpesvirusinfektionen des Pferdes
Pferdeheilkunde 16: 1, 5-22
- THEIN, P. (2000b)
Herpesvirusinfektionen des Pferdes – Teil 2
Pferdeheilkunde 16: 4, 360-366
- THIEMANN, G. (1991)
Untersuchungen über den Nachweis und die Bedeutung von Pilzen in
Tierhaltungen
7. Internationaler Kongress für Tierhygiene, Leipzig, II 767-769
- THOMSON, J.R.; McPHERSON, E.A. (1983)
Chronic obstructive pulmonary disease in the horse 2: Therapy
Equine Vet. J. 15, 207-210
- THOMSON, J.R.; McPHERSON, E.A. (1984)
Effects of environmental control on pulmonary function of horses affected with
chronic obstructive pulmonary disease
Equine Vet. J. 16, 35-38
- TURGUT, K.; SASSE, H.H.L. (1989)
Influence of clenbuterol on mucociliary transport in healthy horses and horses
with chronic obstructive pulmonary disease
Vet. Rec. 125, 526-530
- VANDENPUT, S.; LEKEUX, P. (1996)
Advantage of silage made from wilted grass in the prevention and treatment of
allergic respiratory diseases in horses
22e journee de la recherche equine, 44-52

- VANDENPUT, S.; ISTASSE, L.; NICKS, B.; LEKEUX, P. (1997)
Airborne dust and aeroallergen concentrations in different sources of feed and bedding for horses
Vet. Quart. 19: 4, 154-158
- VERTER, W.; HAMANN, J.; MAYR, A. (1999)
Krankheiten der Atmungsorgane
In DIETZ, O.; HUSKAMP, B.: Handbuch der Pferdepraxis
2. Auflage Stuttgart: Enke S. 313-333
- VERVUERT, I.; COENEN, M. (2000)
Aspekte zur Fütterungs- und Haltungstechnik von Pferden
Tagungsbericht „Dem Pferd aufs Maul geschaut“, Hannover, 12-18
- VISSIENNON, Th.; HENNIG, T.; BERGMANN, A.; KLICHE, R. (1996)
Mykoallergene in Pferdehaltungen – ein unterschätztes Problem
14. Arbeitstagung der DVG, Fachgruppe Pferdekrankheiten
Wiesbaden, 422-433
- WAGNER, H.D. (1988)
Tierschutzprobleme bei der Stall- und Koppelhaltung von Pferden
Tierärztl. Umsch. 43, 165-168
- WATHES, C.M.; JONES, C.D.R.; WEBSTER, A.J.F. (1983)
Ventilation, air hygiene and animal health
Vet. Rec. 113, 554-559
- WEBSTER, A.J.F.; CLARKE, A.F.; MADELIN, M.; WATHES, C.M. (1987)
Air hygiene in stables 1: Effects of stable design, ventilation and management on the concentration of respirable dust
Equine Vet. J. 19, 448-453
- WEILER, H.; STAIB, F.; KELLER, H.; STÄCKER, W. (1991)
Luftsackmykose beim Pferd. Ein Beitrag zur Pathologie und Ätiologie.
Pferdeheilkunde 7, 179-187
- WEILER, H.; ZAPF, F.; HUMMEL, P.H. (1994)
Invasive Pneumomykose beim Pferd. Ein Beitrag zur Pathologie und serologischen Diagnostik
Pferdeheilkunde 10, 177-184
- WIEGAND, B. (1991)
Bakterielle Kontamination der Luft in Stallungen einer Rinderklinik in Abhängigkeit von Jahreszeit und Betriebsmanagement
7. Internationaler Kongress für Tierhygiene, Leipzig, II 761-765

- WOODS, P.S.A.; ROBINSON, N.E.; SWANSON, M.C. (1993)
Airborne dust and aeroallergen concentration in a horse stable under two
different management systems
Equine Vet. J. 25, 208-213
- ZEEB, K. (1984)
Bedarfsdeckung und Schadensvermeidung bei Pferden
Prakt. Tierarzt 5, 432-435
- ZEITLER, M.H. (1984)
Untersuchungen über Staub in Pferdeställen sowie über dessen allergene
Wirkung auf das Pferd
DVG-Tagungsbericht: Dust in animal houses
Symposium der „International Society of Animal Hygiene“, Hannover, 108-113
- ZEITLER, M.H. (1985)
Konzentration und Korngrößenverteilung von luftgetragenen Staubpartikeln in
Pferdeställen
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 98, 241-246
- ZEITLER, M.H. (1986)
Staub-, Keim- und Schadgasgehalt in der Pferdestallluft, unter besonderer
Berücksichtigung der FLH (Farmer's lung hay)-Antigene
Tierärztl. Umsch. 41, 839-845
- ZEITLER, M.H.; KÖNIG, M.; GROTH, W. (1987)
Der Einfluß von Futterform (mehlförmig, pelletiert, flüssig) und Jahreszeit auf
die Konzentration und Korngrößenverteilung luftgetragener Staubpartikel in
Mastschweineställen
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 94, 381-440
- ZEITLER, M.H. (1988)
Hygienische Bedeutung des Staub- und Keimgehaltes der Stallluft
Bayer. Landwirtsch. Jahrb. 65, Sonderheft 1, 151-165
- ZEITLER-FEICHT, M.H.; BEISSERT, S.; GROTH, W. (1988)
Zur bakteriellen Kontamination von Absetzstaub aus Pferdeställen
Tierärztl. Umsch. 43, 728-733
- ZEITLER-FEICHT, M.H.; BINDER, S.; MÜLLER, W. (1992)
Zum Vorkommen der Genera Micrococcus und Staphylococcus im Absetzstaub
von Pferdeställen
Tierärztl. Umsch. 47, 490-495
- ZEITLER-FEICHT, M.H. (1993)
Mindestanforderung an die Beleuchtung und Stallluft in der Pferdehaltung unter
Tierschutzgesichtspunkten
Tierärztl. Umsch. 48, 311-317

9. ANHANG

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1: Bestandteile des luftgetragenen Stallstaubes und ihre Bedeutung für die Gesundheit des Respirationstraktes aus (tier-)medizinischer Sicht	8
Tab. 2: Abwehrmechanismen des Atmungstraktes gegen inhalierbare Noxen	41
Tab. 3: Vergleich der Pferderassen in Klein- und Großbetrieben	70
Tab. 4: „Hustensituation“ in Klein- und Großbetrieben	71
Tab. 5: Anteil chronisch und akut kranker Pferde in Klein- und Großbetrieben	72
Tab. 6: Vergleich der mittleren Anzahl der Untersuchungen pro Pferd bei akuten und chronischen Erkrankungen in Klein- und Großbetrieben	72
Tab. 7: Aufstallungsformen in Klein- und Großbetrieben	73
Tab. 8: Einstreumaterialien in Klein- und Großbetrieben	74
Tab. 9: Mistverfahren in Klein- und Großbetrieben	74
Tab. 10: Verbleiben in der Box beim Misten in Klein- und Großbetrieben	75
Tab. 11: Art des Kraftfutters in Klein- und Großbetrieben	75
Tab. 12: Art des Rauhfutters in Klein- und Großbetrieben	76
Tab. 13: Fegen der Stallgasse in Klein- und Großbetrieben	76
Tab. 14: Verbleiben in der Box beim Fegen in Klein- und Großbetrieben	77
Tab. 15: Lagerung von Heu und Stroh in Klein- und Großbetrieben	77
Tab. 16: Nutzungsunterschiede in Klein- und Großbetrieben	78
Tab. 17: Vergleich der Reaktionen nach Impfung im Chi-Quadrat-Test	85
Tab. 18: Impfstrategien in Klein- und Großbetrieben	85
Tab. 19: Impfzeitpunkte in Klein- und Großbeständen	86
Tab. 20: Impfintervalle in Klein- und Großbeständen	86
Tab. 21: Impfstatus bei akuten Erkrankungen	86
Tab. 22: Verbesserung der Haltung während der Therapie	88
Tab. 23: Verbesserung der Haltung nach der Therapie	89
Tab. 24: Vergleich der Haltung in Klein- (KB) und Großbetrieben (GB) in Bezug auf Atemwegserkrankungen	100

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: Anzahl der Untersuchungen in Abhängigkeit der Jahreszeit	73
Abb. 2: Auslauf im Sommer in Stunden pro Tag	79
Abb. 3: Auslauf im Winter in Stunden pro Tag	79
Abb. 4: Auslauf im Sommer im Vergleich Klein- und Großbetriebe	80
Abb. 5: Auslauf im Winter im Vergleich Klein- und Großbetriebe	80
Abb. 6: Bewegung unter dem Reiter bzw. an der Longe pro Tag in Stunden	81
Abb. 7: Vergleich der Bewegung in Klein- und Großbetrieben in Stunden pro Tag	81
Abb. 8: Anzahl der Stunden, die ein Pferd im Sommer in der Box verbringt	82
Abb. 9: Anzahl der Stunden, die ein Pferd im Winter in der Box verbringt	82
Abb. 10: Vergleich der Stunden in der Box pro Tag zwischen Pferden in Klein- und Großbetrieben im Sommer	83
Abb. 11: Vergleich der Stunden in der Box pro Tag zwischen Pferden in Klein- und Großbetrieben im Winter	83
Abb. 12: Abgangsalter der zwölf Pferde	90

DANKSAGUNG

Herrn Prof. Dr. H.H.L. Sasse danke ich für die Bereitschaft, diese externe Arbeit zu betreuen, für die fachliche und immer freundliche Unterstützung und die zügigen Korrekturen der Manuskripte.

Frau G. Ringler und Herrn Dr. K. Failing vom Institut für Biomathematik und Datenverarbeitung gilt mein Dank für die statistische Beratung und Auswertung.

Ich bedanke mich recht herzlich bei meinen beiden Arbeitgebern, Dr. S. Eversfield und Dr. M. Litsch, die mich für die Zeit des Schreibens dieser Arbeit freigestellt und sowohl psychisch als auch finanziell unterstützt haben.

Ein Dank auch an alle Pferdebesitzer, die überaus hilfsbereit und freundlich meine Fragen beantwortet haben.

Ferner möchte ich all jenen danken, die mir am Computer und beim Korrekturlesen geholfen haben. Insbesondere gilt mein Dank Dr. Dagmar Adelt, Feline Arndt, Jana Herzog, Sylvie Koslowsky, Stephan Müller, Iris Nader, Heidrun Nitsch, Astrid von Rauchhaupt, Lutz Schütte und Peter Tuck.