

Managementfaktoren und deren Einfluss auf die Ausscheidung von Helmintheneiern bei Pferden

Antonia Ertelt¹, Roswitha Merle², Georg von Samson-Himmelstjerna³, Nadine Wulke¹, Janina Demeler³ und Heidrun Gehlen¹

¹ Klinik für Pferde, allgemeine Chirurgie und Radiologie, Freie Universität Berlin

² Institut für Veterinär-epidemiologie und Biometrie, Freie Universität Berlin

³ Institut für Parasitologie und Tropenveterinärmedizin, Freie Universität Berlin

Zusammenfassung: Die Erforschung der Faktoren, die die Ausscheidung von Helmintheneiern (insbesondere Magen-Darm Strongyliden) beim Pferd beeinflussen, ist von großer Bedeutung für eine sinnvolle anthelminthische Behandlung von Pferdebeständen. Die vorliegende Studie soll Einblicke in mögliche Wechselwirkungen zwischen dem Management in Pferdebeständen und deren Auswirkungen auf die Infektion mit parasitären Helminthen vermitteln. Hierfür wurden 620 Pferde, die innerhalb der letzten zwei Jahre aufgrund orthopädischer oder internistischer Erkrankungen in der Klinik für Pferde, der Freien Universität Berlin vorgestellt wurden, hinsichtlich des Vorkommens und der Anzahl von Helmintheneiern koproskopisch untersucht. Die Besitzer der Pferde wurden gebeten, einen Fragebogen in Bezug auf Informationen betreffend des Entwurmungsmanagements, der Stall- und Koppelhygiene sowie der Haltungsform auszufüllen. Die Helmintheneizahl der Pferde wurde mit dem FLOTAC-Verfahren pro Gramm Kot bestimmt und auf Zusammenhänge hinsichtlich der entsprechenden Managementfaktoren statistisch geprüft. Eier von Magen-Darm-Strongyliden wurden bei den von uns untersuchten Pferden am häufigsten nachgewiesen. Die höchsten Eizahlen traten dabei bei Pferden im Alter von 1 bis 5 Jahren auf und Pferde mit dem Symptom Durchfall hatten ein 3,8-mal so hohes Risiko eines positiven Magen-Darm-Strongyliden-Befundes im Kot als Pferde ohne Durchfall. Im multifaktoriellen logistischen Regressionsmodell zeigte sich, dass der Zeitpunkt der letzten Entwurmung, der Zugang zu einer Koppel, das Pflügen der Koppel und das Düngen der Koppel mit Pferdemist, sowie das Alter der Tiere einen signifikanten Einfluss auf das Vorkommen von Magen-Darm-Strongylideneiern hatten. Auch das verwendete Anthelminthikum hatte einen signifikanten Einfluss auf das Vorkommen von Magen-Darm-Strongylideneiern. So zeigten Pferde, die zuletzt mit einem makrozyklischen Laktone (Ivermectin, Moxidectin) entwurmt wurden, signifikant häufiger einen negativen Kotbefund als Pferde die zuletzt mit Fenbendazol, Pyrantel oder auf Naturbasis (Homöopathisch, Kräuter etc.) entwurmt wurden. Bei bestandssynchroner Entwurmung mit demselben Anthelminthikum sank das Risiko für einen Nachweis von Magen-Darm-Strongylideneiern um den Faktor 10. Die Ergebnisse dieser Studie können zur Verbesserung des Entwurmungsregimes in Pferdebeständen genutzt werden.

Schlüsselwörter: Helminthen / Cyathostominae / kleine Strongyliden / große Strongyliden / *Strongylus vulgaris* / Spulwürmer / *Parascaris* spp. / Bandwurm / *Anoplocephala* spp. / Weidehygiene

Management factors and their impact on helminthic fecal egg count in horses

Research concerning factors that influence fecal egg count is of great importance for an effective anthelmintic treatment. This study was designed to provide further insight into the management of horse stocks and its influence on the infection of the horses with parasitic helminths. For this purpose, faeces from 620 patients were sampled over a 2 year period and owners were interviewed regarding their stock management, concerning stabling, pasture hygiene and deworming. The faecal egg counts for roundworms, tapeworms and strongyles were determined by FLOTAC and evaluated for correlations with management factors. In this study, strongyles were the most frequently detected group of helminths. The multifactorial logistic regression model showed that the time of last deworming, access to pasture, fertilizing pasture with horse manure, plowing of pasture and age of horses had a significant impact on the presence of strongyle eggs. Horses of the age of 1 to 5 years revealed highest strongyle egg counts and horses with diarrhea had an increased risk (OR 3,84) of a positive strongyle egg count. Furthermore, the coproscopic findings suggest that the macrocyclic lactones still have a high anthelmintic efficacy against equine gastrointestinal strongyles. Deworming of all horses simultaneously in a stock with the same anthelmintic drug increases the chance of a negative strongyles egg count by a factor of 10. Fertilizing pasture with horse manure increased the risk of a strongyle infection whereas plowing of pasture decreased the risk. The results of this study may improve deworming strategies in horse stocks.

Keywords: helminths / cyathostomins / small Strongyles, large Strongyles / *Strongylus vulgaris* / roundworm / *Parascaris* spp. / tapeworm / *Anoplocephala* spp. / pasture hygiene

Zitation: Ertelt A., Merle R., von Samson-Himmelstjerna G., Wulke N., Demeler J., Gehlen H. (2015) Managementfaktoren und deren Einfluss auf die Ausscheidung von Helmintheneiern bei Pferden. *Pferdeheilkunde* 31, 332-339

Korrespondenz: Dr. Antonia Ertelt, Klinik für Pferde, allgemeine Chirurgie und Orthopädie, Oertzenweg 19b, 14163 Berlin, Email: antonia.ertelt@fu-berlin.de

Einleitung

Die Erforschung der Faktoren, die die Ausscheidung von Helmintheneiern (insbesondere Magen-Darm Strongyliden) beim Pferd beeinflussen, ist von großer Bedeutung für eine sinnvolle anthelminthische Behandlung von Pferdebeständen. Der koproskopische Nachweis von Helmintheneiern stellt bis heute die am häufigsten genutzte Methode der Detektion von Helminthen in der Pferdepraxis dar (*Nielsen* et al. 2006 und

2014). Strategien zur Kontrolle einer Infektion mit kleinen Strongyliden, wie die selektive Entwurmung, basieren auf der Grundlage der ausgeschiedenen Strongylideneizahl (*Krecek* et al. 1994, *Nielsen* et al. 2006).

Eine wesentliche diagnostische Einschränkung dieses Vorgehens besteht jedoch darin, dass von der nachgewiesenen Helmintheneizahl im Kot nicht zuverlässig auf die Gesamtwurm-

bürde im Tier geschlossen werden kann (Nielsen et al. 2010). So zeigten Studien bei natürlich infizierten, jungen Pferden in Kentucky, dass auch bei sehr niedrigen Eizahlen im Kot hunderttausende von Magen-Darm-Strongyliden (MDS) den Darmtrakt eines Pferdes besiedeln können (Nielsen et al. 2010). Bei den kleinen Wiederkäufern, für die das Konzept der selektiven Entwurmung ursprünglich entwickelt wurde, existieren dagegen Helminthenspezies, für die ein direkter Zusammenhang zwischen ausgeschiedener Eizahl und der Wurmbürde besteht (Kim et al. 2011, Kaplan et al. 2004). Dies trifft jedoch für das Pferd nicht in gleicher Weise zu.

In der Literatur sind bereits zahlreiche Faktoren beschrieben, die die Helmintheneizahl im Kot von Pferden beeinflussen können. Das Immunsystem, und somit indirekt auch das Alter des Pferdes, scheint einen bedeutenden Einfluss auf die ausgeschiedene Helmintheneizahl zu haben (Corning et al. 2009). Pferde über drei Jahre weisen geringere Eizahlen auf und das Auftreten klinischer Symptome wie Durchfall, Abmagerung und Ileus, die durch einen Endoparasitenbefall bedingt sind, werden seltener beschrieben als bei jüngeren Pferden (unter 3 Jahren) (Larsen et al. 2002). Bei der Ausbildung von „Resistenzen“ gegen Endoparasiten sind dabei sowohl das angeborene als auch das erworbene Immunsystem von Bedeutung (Finkelmann et al. 1997, Davidson et al. 2002). Die Entwicklung einer zeitlich begrenzten, schützenden Immunität gegen gastrointestinale Nematoden ist beim Pferd bereits beschrieben (Klei und Chapman 1999, Collobert-Laugier et al. 2002). Eine vollständige Vermeidung der Ausbildung von Wurmbürden aufgrund einer erworbenen Immunität ist jedoch nicht zu erwarten. Jedoch nimmt die Ausscheidung von Helmintheneiern bei immunkompetenten Pferden, vermutlich bedingt durch eine reduzierte Wurmbürde und aufgrund reduzierter Fruchtbarkeit der Helminthen, ab (Lloyd und Soulsby 1987). Auch das Alter der Würmer spielt eine Rolle. Es hat sich gezeigt, dass die Ausscheidung von Eiern bei alternden Würmern niedriger ist als bei jungen Würmern (Komiya et al. 1964). Der Anteil von männlichen zu weiblichen Würmern kann je nach Nematodenart variieren und das Verhältnis Eizahl zu Wurmbürde ebenfalls beeinflussen (Singhvi und Johnson 1977). Weibliche Würmer scheiden ihre Eier nicht kontinuierlich aus. Im Frühjahr und während der Weideperiode werden Wurmeier von weiblichen Würmern kontinuierlich und vermehrt ausgeschieden, während in den Wintermonaten die Wurmeier nur sporadisch und deutlich reduziert ausgeschieden werden (Samson-Himmelstjerna et al. 2009). Ob neben dem Geschlecht der Würmer auch das Geschlecht der Pferde eine Rolle spielt ist unklar. In einer Studie von Dopfer schieden männliche Pferde deutlich weniger Eier aus als weibliche Tiere (Dopfer et al. 2004) während in anderen Untersuchungen kein geschlechtsspezifischer Effekt beobachtet wurde (Fritzen et al. 2010, Samson-Himmelstjerna et al. 2009).

Auch das Stallmanagement hat einen bedeutenden Einfluss auf die Höhe der Helmintheneiauscheidung im Kot. In einer Studie von Hinney et al. wurde festgestellt, dass seltene Entwurmung, schlechte Stallhygiene, ein höherer Anteil an jungen Pferden, die Verwendung anderer Wirkstoffe als Moxidectin und Unterdosierung von Anthelminthika mit einer höheren Eizahl im Kot der Pferde einhergehen und somit als Risikofaktoren angesehen werden können (Hinney et al. 2011b).

Ziel unserer Studie war es festzustellen, ob und in welchem Ausmaß bestimmte Faktoren der Pferdehaltung einen Einfluss auf das Vorkommen von Parasiteneiern im Kot der Pferde unserer Klinikpopulation haben.

Material und Methoden

Probensammlung und Laboranalysen

Untersucht wurden 620 Pferde aus der Region Berlin-Brandenburg, die in einem Zeitraum von September 2012 bis Juli 2014 in der Klinik für Pferde der Freien Universität Berlin (FUB) vorgestellt wurden. Von den 620 Pferden wurden 312 Tiere aufgrund einer akuten Kolik und 308 Pferde aufgrund orthopädischer Erkrankungen bzw. zur Kontrolluntersuchung nach einer Lahmheit oder zum Beschlag in der Klinik vorgestellt. Die internistischen und die orthopädischen Fälle wurden für die statistischen Analysen einander paarweise zugeordnet. Für jeden internistischen Patienten wurde ein orthopädischer Patient im ähnlichen Alter ausgewählt.

Zur parasitologischen Untersuchung wurde entweder der bei der rektalen Untersuchung entnommene bzw. frisch abgesetzte Kot oder während einer Laparotomie gewonnener Kot verwendet. Der Kot wurde anschließend im Institut für Parasitologie der Freien Universität Berlin mit dem FLOTAC-Verfahren untersucht und die Eizahl pro Gramm Kot (EpG) der verschiedenen Helminthen bestimmt (Cringoli et al. 2010). Es wurde dabei zwischen Eiern von Magen-Darm-Strongyliden (MDS), Spulwurm- und Bandwurmeiern differenziert.

Die Besitzer der Pferde wurden gebeten, einen Fragebogen auszufüllen. In diesem wurden Daten bezüglich des Alters des Pferdes, Geschlecht, Rasse, Standort des Pferdes, in letzter Zeit beobachtete Symptome und Vorstellungsgrund in der Klinik erhoben. Im Rahmen der Haltungsbedingungen wurde nach Koppelgang, Besatzdichte auf der Koppel respektive Paddock, Größe der Koppel respektive des Paddocks, Beweidung mit anderen Tierarten, Weidehygiene (Kot absammeln, Pflügen, Düngen mit Pferdekot, Kalken usw.) und wie oft ein Wechsel der Weide erfolgte, erfragt. Im Zusammenhang mit der Entwurmung wurden der Zeitpunkt der letzten Entwurmung, der verwendete Wirkstoff und eine zeitgleiche Entwurmung aller Pferde im Bestand evaluiert. Falls erforderlich wurden die Besitzer ein zweites Mal telefonisch kontaktiert, um fehlende oder unverständliche Daten zu vervollständigen.

FLOTAC Verfahren

Die Diagnostikmethode des FLOTAC-Verfahrens basiert auf dem Prinzip der Flotation. 10 Gramm Kot wurden dazu mit 90 ml Leitungswasser vermischt und homogenisiert (Verdünnung 1:10). Anschließend wurde die homogenisierte Kotsuspension durch ein Sieb (Maschenweite 250–350 µm) gegeben. Mit der filtrierten Lösung wurde ein Falconröhrchen befüllt. Das Falconröhrchen wurde für 2 Minuten bei 1500 Umdrehungen mit 280g zentrifugiert. Der Überstand wurde abgegossen und das Falconröhrchen mit 11 ml gesättigter Natriumchloridlösung (Dichte 1,2) befüllt und vermischt. Anschließend wurden beide Kammern des FLOTAC-Apparates mit jeweils 5 ml Lösung befüllt (Abb. 1). Der FLOTAC-

Apparat wurde durch Drehung der Lesescheibe verschlossen und mit 120g für 5 Minuten mit 1000 Umdrehungen/Minute zentrifugiert. Die Lesescheibe des FLOTAC-Apparates wurde um 90° gedreht und unter einem Mikroskop ausgewertet.

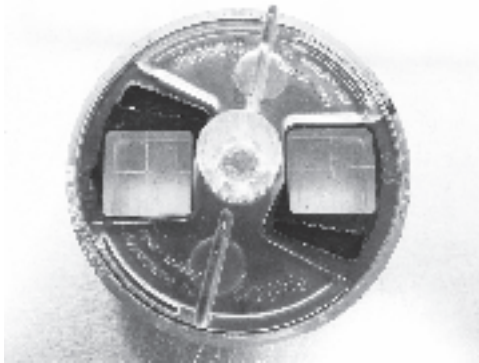


Abb. 1 FLOTAC Apparat | FLOTAC apparatus.

Statistische Auswertung

Die statistischen Auswertungen wurden mit dem Statistik-Paket SAS, Version 9.4 TS Level 1M1, durchgeführt. Deskriptive Statistiken wurden mit den Prozeduren PROC TABULATE und PROC FREQ durchgeführt. Für die Untersuchung der Einflussfaktoren auf die Anzahl der Helmintheneier im Kot wurde der Wilcoxon-Rangsummen-Test verwendet, da keine Normalverteilung vorlag. Dabei wurden nur univariable Auswertungen durchgeführt.

Die im Fragebogen erfassten Informationen zu den Tieren und ihren Haltungsbedingungen wurden systematisch auf ihren Einfluss auf das Vorkommen von Helmintheneiern im Kot untersucht. Dabei wurde im ersten Schritt jeder Faktor separat untersucht (univariable Analysen). Die Einflussfaktoren (=unabhängige Variable) mit einem p-Wert < 0,05 wurden anschließend gemeinsam in einem übergreifenden logistischen Regressionsmodell analysiert (multifaktorielle Analysen), um die Hauptfaktoren und die Stärke ihres jeweiligen Einflusses festzustellen.

Für die univariablen Auswertungen der bivariaten abhängigen Variablen MDS („ja“ = „Helmintheneier nachgewiesen“ und „nein“ = „kein Nachweis von Helmintheneiern“) wurden Chi-Quadrat-Tests und exakte Tests nach Fisher ebenfalls mit PROC FREQ durchgeführt. Bei bivariaten Einflussfaktoren wurde zusätzlich ein Odds Ratio bestimmt.

Als mögliche Störgrößen wurden die Krankheit des Pferdes (internistisch oder orthopädisch) sowie das Alter der Tiere identifiziert. Der p-Wert des Chi-Quadrat-Tests für den Faktor „Krankheit“ lag bei 0,5323, sodass dieser Faktor als Störgröße ausgeschlossen werden konnte. Der Faktor „Alter“ – kategorisiert in Altersgruppen – hatte mit einem p-Wert von 0,0059 einen statistisch signifikanten Einfluss und wurde in das multivariable Modell mit aufgenommen.

Alle Variablen, die in der univariablen Auswertung einen p-Wert < 0,05 hatten, wurden mit der Prozedur PROC CORR auf Korrelationen getestet. Da alle Korrelationskoeffizienten < 0,6 lagen (Spearman Rank Korrelationskoeffizient), konn-

ten alle Variablen für die Bildung eines multivariablen Modells verwendet werden.

Mit PROC LOGISTIC wurde ein logistisches Regressionsmodell mit manueller schrittweiser Variablenselektion erstellt. Abhängige Variable war die binäre Variable MDS. In jedem Schritt wurde die unabhängige Variable mit dem jeweils kleinsten p-Wert in das Modell aufgenommen. Zusätzlich wurde diese Variable auf alle Zweifach-Wechselwirkungen mit den bereits vorhandenen Variablen getestet. Wechselwirkungen mit einem p-Wert < 0,05 wurden im Modell belassen. Wechselwirkungen mit einem höheren p-Wert und Variablen mit einem p-Wert > 0,1 wurden wieder aus dem Modell entfernt. Im endgültigen Modell hatten alle Variablen und Wechselwirkungen p-Werte < 0,05, und das AIC-Kriterium hatte den minimalen Wert von 525.

Ergebnisse

Deskription

Zur Auswertung kamen 620 Pferde, davon waren 44% Stuten, 49% Wallache und 7% Hengste. Das Alter der Pferde reichte von einem Jahr bis 25 Jahre (Median 11 Jahre, Mittelwert 12,4, Standardabweichung 7,5). Am häufigsten war die Rasse Warmblut vertreten und machte fast die Hälfte der zu untersuchenden Gesamtzahl aus (47,3%), gefolgt von Ponys (20,6%), Vollblütern (6,6%), Trabern (6,1%) und Kaltblütern (2,1%). Von den 620 Pferden waren 20 (3,2%) Pferde unter einem Jahr, 95 (15,3%) Pferde zwischen 1 und 5 Jahren, 442 (71,3%) Pferde zwischen 6 und 22 Jahren, und 63 (10,2%) Pferde waren 23 Jahre oder älter. Pferde mit dem Vorstellungsgrund „Kolik“ zeigten keinen signifikant häufigeren Nachweis von Wurmeiern im Kot als Pferde mit orthopädischen Erkrankungen (MDS $p=0,5323$; Spulwürmer $p=0,6845$ und Bandwürmer $p=6845$ im Chi-Quadrat-Test).

Magen-Darm-Strongyliden (MDS)

Am häufigsten (41,6%) wurden Eier der Magen-Darm-Strongyliden (MDS) nachgewiesen. Das Geschlecht und die Rasse der Pferde hatten dabei keinen signifikanten Einfluss auf das Vorkommen von MDS (p-Wert 0,4136 bzw. 0,5540). Nur 46 (7,4%) Pferde zeigten einen EpG-Wert von über 200.

Bei den Fohlen (bis 12 Monate) wiesen 12 (60%) von insgesamt 20 Fohlen einen positiven Magen-Darm-Strongyliden-Befund auf. In der Altersgruppe von über 1 bis 5 Jahren waren 51 (54%) von 95 Pferden positiv auf Magen-Darm-Strongyliden, und in der Altersgruppe von 6 bis 22 Jahren waren 176 (40%) von 442 Pferden positiv. Bei den Pferden, die 23 Jahre oder älter waren, zeigten 19 (30%) von 63 Pferden einen positiven MDS-Befund. Im Chi-Quadrat-Test zeigte sich, dass die Unterschiede zwischen den genannten Altersgruppen hinsichtlich des Vorkommens von Magen-Darm-Strongyliden statistisch signifikant waren ($p=0,0059$, Tab. 1). Bei den Tieren mit positivem Einachweis wiesen Pferde zwischen 1 und 5 Jahren im Median die höchste Eizahl pro Gramm Kot auf (Median 41 EpG, $n=51$ Tiere), gefolgt von Fohlen bis 1 Jahr (Median 47 EpG, $n=12$ Tiere). Pferde im Alter zwischen 6 bis 22 Jahren wiesen im Median einen EpG

von 22 auf, und Pferde, die 23 Jahre oder älter waren, wiesen im Median einen EpG von 19 auf. Im Wilcoxon-Rangsummen-Test konnte kein signifikanter Unterschied der Eizahl zwischen den Altersgruppen festgestellt werden ($p = 0,1208$).

Pferde mit dem Symptom Durchfall ($n = 11$) hatten eine höhere Wahrscheinlichkeit für einen positiven Nachweis von Magen-Darm-Strongylideneiern im Kot als Pferde ohne Durchfall. Auch wenn der exakte Test nach Fisher kein signifikantes Ergebnis zeigte ($p = 0,0590$, Tab. 1), konnte ein signifikantes Odds Ratio von 3,84 (95%-Konfidenzintervall: 1,01–14,61) ermittelt werden. Das bedeutet, dass Pferde mit dem Symptom Durchfall ein 3,84-mal so hohes Risiko eines positiven Magen-Darm-Strongyliden-Befundes haben als Pferde ohne Durchfall. Jedoch war der Zusammenhang zwischen Durchfall und Strongyliden-Eizahl in der multifaktoriellen logistischen Regressionsanalyse statistisch nicht signifikant.

Spulwürmer

Nur 5 (<1%) von 620 Pferden (2 Wallache, 2 Stuten und 1 Hengst) wiesen Parascaris-Eier im Kot auf. Pferde mit einem positiven Befund wiesen dabei im Median 7 EpG auf. Die fünf Pferde waren in einem Alter von 1 bis 4 Jahren (Median 1 Jahr). Darunter waren 3 Fohlen unter einem Jahr und wiesen 6, 7 bzw. 41 EpG auf. Ein Pferd war 4 Jahre alt und hatte 39 EpG, und das andere war 3 Jahre alt mit 2 EpG im Kot. Ein positiver Nachweis von Spulwürmern (*Parascaris* spp.) trat signifikant häufiger beim Vollblut auf (exakter Test nach Fisher, $p = 0,0485$). Die letzte Entwurmung wurde bei drei von fünf Pferden mit Ivermectin vor höchstens 8 Wochen vorgenommen. Bei den restlichen 2 Pferden wurde mit einem Benzimidazol vor über 8 Wochen entwurmt. Bei einem der 5 Pferde wurde das Symptom Durchfall beschrieben. Bei diesem Pferd wurde die letzte Entwurmung im Zeitraum von 1–8 Wochen vor der Beprobung durchgeführt. Das Pferd mit Durchfall wies weder Bandwurmeier noch Eier der Magen-Darm-Strongyliden auf.

Bandwürmer

Bei der koproskopischen Untersuchung wiesen nur 2 Stuten und 3 Wallache Bandwurmeier im Kot auf, im Median betrug

die Bandwurmeizahl 5 EpG bei den Tieren mit positivem Bandwurmbefund. Das Alter der Pferde mit einem positiven Befund lag zwischen 2 und 24 Jahren (Median 3 Jahre). Davon waren 2 Pferde 3 Jahre alt und wiesen 2 bzw. 5 Bandwurmeier pro Gramm Kot auf. Beide Pferde wurden zuletzt mit Ivermectin vor mehr als 8 Wochen entwurmt und zeigten laut Besitzer keine Symptome. Die drei anderen Pferde waren 2, 10 und 24 Jahre alt und wiesen 19, 27 bzw. 2 Bandwurmeier im Kot auf. Das 10-jährige Pferd wurde zuletzt mit Moxidectin und das 24-jährige und 2-jährige Pferd wurden zuletzt mit Ivermectin entwurmt. Bei keinem Pferd erfolgte eine Entwurmung mit dem für Bandwürmer indizierten Wirkstoff Praziquantel oder Pyrantel (doppelte Standarddosierung). Nur beim 2 Jahre alten Pferd wurde eine Gewichtsabnahme in letzter Zeit beobachtet. Bei diesem Pferd konnten lediglich Bandwurmeier detektiert werden.

Einflussfaktoren auf den Nachweis von Magen-Darm-Strongyliden

Die Ergebnisse der univariablen Analysen sind in Tabelle 1 dargestellt. Im finalen Modell der multifaktoriellen logistischen Regressionsanalyse konnten folgende Variablen als statistisch signifikante Einflussfaktoren bestätigt werden: Altersgruppe, Zeitpunkt der letzten Entwurmung, Bestandsgröße, Vorhandensein einer Koppel, Pflügen und Düngen der Koppel (Wald'sches Chi-Quadrat der Globalhypothese: 61,8207, $p < 0,0001$, Tab. 2).

Die Altersgruppe zeigte einen signifikanten Einfluss auf den MDS-Einachweis ($p = 0,0488$) (Tab. 2). So zeigten Pferde in der Altersgruppe von 6–22 Jahren signifikant niedrigere MDS-Eizahlen im Kot als Pferde unter einem Jahr ($p = 0,044$).

Pferde aus kleinen Beständen (weniger als 30 Tiere) hatten eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit für einen positiven Einachweis als Pferde aus kleinen Beständen (bis 30 Tiere) ($p = 0,0036$, Odds Ratio 0,60, Konfidenzintervall 0,43–0,84, Tab. 1 und 2).

Der Zeitpunkt der letzten Entwurmung hatte im Chi-Quadrat-Test (univariabel) einen hochsignifikanten Einfluss auf den Nachweis von Magen-Darm-Strongyliden ($p < 0,0001$, Tab. 1).

Tabelle 1 Einflussfaktoren auf den Nachweis von Magen-Darm-Strongyliden. Dargestellt sind alle Faktoren mit einem signifikanten Einfluss auf die Eizahl (p -Wert $< 0,05$ im Chi-Quadrat-Test bzw. im exakten Test nach Fisher (mit * gekennzeichnet), bei bivariaten Einflussfaktoren auch Odds Ratio mit Konfidenzintervallen). | *Factors influencing the detection of gastrointestinal strongyles. All factors have a significant effect on the number of eggs (p -value < 0.05 in chi-square test or Fisher exact test (marked with *), if influenced by bivariate factors the odds ratios with confidence interval is visualized).*

Variable	p-Wert	Odds Ratio (Konfidenzintervall)
Altersgruppe	0,0059	
Bestandsgröße	0,0024	0,6007 (0,4320 – 0,8353)
Zeitpunkt der letzten Entwurmung	$< 0,0001$	
Zuletzt verwendeter Wirkstoff	0,0012	
Zeitgleiche Entwurmung aller Tiere im Bestand	0,0105*	10,0984 (1,2346 – 82,6004)
Koppel vorhanden	0,0068	1,7928 (1,1706 – 2,7456)
Pflügen	0,0118	0,4795 (0,2679 – 0,8581)
Düngen	0,0067	0,1010 (0,0133 – 0,7682)
Durchfall	0,0590*	3,8374 (1,0080 – 14,6089)

Je länger die letzte Entwurmung zurücklag, desto höher war der Anteil der Pferde mit positivem Einachweis.

Bei Pferden, die Zugang zu einer Koppel hatten, wurden signifikant häufiger Magen-Darm-Strongyliden nachgewiesen als bei Pferden ohne Zugang zu einer Koppel ($p=0,0467$, Tab. 2).

Pflügen der Koppel ($p=0,0118$, Odds Ratio 0,48, Konfidenzintervall 0,27–0,86, Tab. 1) und Düngen der Koppel ($p=0,0067$, Odds Ratio 0,10, Konfidenzintervall 0,01–0,77, Tab. 1) hatten einen signifikanten Einfluss auf den Nachweis von Magen-Darm-Strongyliden. Durch Pflügen sank die Wahrscheinlichkeit eines positiven MDS-Einachweises. In der multivariablen Analyse zeigte sich ein statistisch signifikanter Einfluss von Pflügen nur noch in Abhängigkeit zum Zeitpunkt der letzten Entwurmung (Wechselwirkung). Lag die letzte Entwurmung eine bis acht Wochen zurück, konnte ein signifikanter Effekt für Pflügen nachgewiesen werden, lag die letzte Entwurmung länger als acht Wochen zurück, so war der Effekt des Pflügens statistisch nicht mehr signifikant.

In der univariablen Analyse zeigte sich, dass wenn alle Pferde im Bestand zeitgleich entwurmt wurden, dies einen signifikanten Einfluss auf den Nachweis von Magen-Darm-Strongyliden im Kot hatte (exakter Test nach Fisher, $p=0,0105$). Das Odds Ratio von 10,1 deutet darauf hin, dass das Risiko eines positiven Kotbefundes bei Tieren aus Beständen ohne zeitgleiche Entwurmung 10 Mal so hoch ist wie bei Pferden aus Beständen mit zeitgleicher Entwurmung.

Zusätzlich zu den in der logistischen Regression untersuchten Variablen beeinflusste auch der eingesetzte anthelminthische Wirkstoff die Nachweisrate von MDS statistisch signifikant ($p=0,0012$, Tab. 1). So zeigten Pferde, die zuletzt mit Iver-

mectin oder Moxidectin entwurmt wurden, signifikant häufiger einen negativen Kotbefund als Pferde die zuletzt mit Fenbendazol, Pyrantel oder auf Naturbasis (homöopathisch, Kräuter etc.) entwurmt wurden. Am häufigsten erfolgte eine Entwurmung der Pferde mit dem Wirkstoff Ivermectin. Die meisten Besitzer entwurmt ihre Pferde vierteljährlich (30%) bzw. halbjährlich (30%). Nur 1,2% der Besitzer führten eine selektive Entwurmung durch.

Diskussion

Die Prävalenzen für Strongyliden im Raum Brandenburg wurden in vorhergehenden Untersuchungen mit 98,4% bei den kleinen Strongyliden und mit 4% bei den großen Strongyliden angegeben (Hinney 2008, Hinney et al. 2011a). In der hier untersuchten Pferdepopulation (Berlin/Brandenburg) zeigten lediglich 41,6% der Pferde eine Ausscheidung von Eiern der Magen-Darm-Strongyliden (große und kleine Strongyliden) im Kot. Hinsichtlich der Spulwürmer wurde die Prävalenz in Brandenburg mit 16,7% angegeben, und für Bandwürmer mit 14,3% (Hinney 2008, Hinney et al. 2011a). In der hier untersuchten Population zeigten dagegen nur 0,8% der Pferde einen positiven Bandwurm- und ebenfalls 0,8% einen positiven Spulwurmbefall. Dies liegt deutlich unter den 2006 untersuchten Prävalenzen im Raum Brandenburg (Hinney 2008). Dieser Unterschied könnte zu einem gewissen Anteil durch die unterschiedliche Altersstruktur bedingt sein. So lag der Anteil an jungen Pferden und Fohlen in der vorliegenden Studie nur bei 10% und in der Prävalenzstudie von Hinney dagegen bei 18% (Hinney 2008). Des Weiteren war ein Kriterium in der Studie von Hinney (2008), dass die letzte Entwurmung mindestens 8 Wochen zurückliegen musste. Dies könnte ebenfalls zu der im Vergleich zu dieser Studie erhöhten Prävalenz beigetragen haben.

Tabelle 2 Ergebnisse der multifaktoriellen logistischen Regressionsanalyse; dargestellt sind das Wald'sche Chi-Quadrat mit dem p-Wert für den Einflussfaktor auf die Eizahlen, sowie für die einzelnen Ausprägungen der Einflussfaktoren (jeweils im Vergleich zu den Gruppen die mit Referenz bezeichnet wurden). | Results of the multifactorial logistic regression analysis; shown as Wald's Chi-square with p-value calculated for the factors influencing egg counts as well as for individual characteristics of the influential factors (each as compared to groups that have been labeled by reference).

Variable	Wald'sches Chi-Quadrat (p-Wert)	Ausprägung	Regressionskoeffizient	Wald'sches Chi-Quadrat (p-Wert)
Zeitpunkt der letzten Entwurmung	3,8487 (0,1460)	Kürzer als eine Woche	Referenz	
		Eine bis acht Wochen	0,7753	0,7223 (0,3954)
		Länger als acht Wochen	-1,1475	3,7662 (0,0523)
Pflügen	3,3767 (0,0661)	Nein	Referenz	
		Ja	-1,3414	3,3767 (0,0661)
Wechselwirkung Zeitpunkt der letzten Entwurmung * Pflügen	7,7166 (0,0211)	Kürzer als eine Woche * Nein	Referenz	
		Eine bis acht Wochen * Ja	1,9644	4,6218 (0,0316)
		Länger als acht Wochen * Ja	0,1540	0,0677 (0,7947)
Altersgruppe	7,8673 (0,0488)	Bis 1 Jahr	Referenz	
		Über 1 bis 5 Jahre	0,4695	0,4420 (0,5062)
		6 bis 22 Jahre	0,6383	4,0447 (0,0443)
		23 Jahre oder älter	0,3173	0,7550 (0,3849)
Düngen	4,7089 (0,0300)	Nein	Referenz	
		Ja	1,1672	4,7089 (0,0300)
Bestandsgröße	12,8674 (0,0003)	Bis 30 Tiere	Referenz	
		Über 30 Tiere	0,8170	12,8674 (0,0003)
Koppel	3,9563 (0,0467)	Nein	Referenz	
		Ja	-0,2768	3,9563 (0,0467)

Da es sich bei vorliegender Studienpopulation ausschließlich um Patienten einer Pferdeklinik handelt, können die Ergebnisse zudem nicht als repräsentativ für die Pferdepopulation in Berlin-Brandenburg betrachtet werden.

In der vorliegenden Studie erfolgte keine Unterscheidung zwischen kleinen und großen Strongyliden, da dafür eine Larvendifferenzierung notwendig wäre. Im Rahmen der selektiven Entwurmung wird nur die MDS-Eizahl pro Gramm Kot herangezogen und keine Larvendifferenzierung zur Identifikation der Strongyliden-Spezies durchgeführt (Nielsen et al. 2006, 2010 und 2014, Schneider et al. 2014). Aus diesem Grund, wurde auch im Rahmen der eigenen Analysen auf eine Larvendifferenzierung verzichtet. Die MDS-Eizahl pro Gramm Kot ist bei der selektiven Entwurmung von großer Bedeutung. In einigen Studien wird ein EpG-Schwellenwert von ca. 200 als Kriterium für eine anthelminthische Therapie der MDS angegeben (Krecek et al. 1994, Nielsen et al. 2006, Becher et al. 2010). Des Weiteren geht eine Studie von Uhlinger davon aus, dass ab einer MDS-Eizahl von 200 das Risiko für Kolik steigt (Uhlinger 1990). Die absolute Mehrheit der Pferde in der vorliegenden Studie zeigte einen MDS-EpG-Wert von unter 200. Pferde mit dem Vorstellungsgrund Kolik unterschieden sich in unserer Studie nicht von den Pferden ohne Kolik. Jedoch zeigten Pferde mit Durchfall in unserer Studie etwas häufiger einen positiven MDS-Befund. Die durchschnittliche MDS-Eizahl der betroffenen Pferde mit Durchfall war jedoch vom Schwellenwert 200 EpG weit entfernt. Bedingt durch einen massenhaften Austritt der in der Tunica mucosa und submucosa des Colon ascendens enzystierter Strongylidenlarven kann es zu einer Kolitis mit schwerwiegenden Diarrhoe kommen, was unter dem Begriff larvale Cyathostominose bekannt ist (Corning et al. 2009). Dies wird unter anderem im Zusammenhang mit einer vorangegangenen Entwurmung diskutiert. Bei Pferden in der vorliegenden Studie mit Durchfall und positivem MDS-Befund war dieser Zusammenhang jedoch nicht vorhanden.

Auch das Alter der Pferde spielt im Zusammenhang mit dem Auftreten einer larvalen Cyathostominose eine Rolle. So tritt dieses Phänomen vor allem bei jungen, immunnaiven Tieren auf (Andrew et al. 2006, Corning et al. 2009). Bei Pferden mit Durchfall war in unserer Studie jedoch kein signifikanter Altersunterschied feststellbar. Ein Ausschluss anderer möglicher Ursachen für den Durchfall in der untersuchten Population wurde nicht vorgenommen. Somit ist nicht eindeutig zu beantworten, ob der MDS-Befund ursächlich für den Durchfall war. Des Weiteren war die Zahl der Pferde mit Durchfall in unserer Studie sehr gering, wodurch das Symptom Durchfall als Einflussfaktor in der multifaktoriellen Regressionsanalyse nicht bestätigt werden konnte.

Ein Befund mit Spulwürmern wurde, wie auch in anderen Studien (Gawor 1996, Fritzen et al. 2010), vorwiegend bei jungen Pferden nachgewiesen, was auf eine Immunnaivität zurückgeführt werden kann (Southwood et al. 1998). Daten neuerer Studien ergaben, dass *Parascaris univalensis* und nicht *Parascaris equorum* die dominierende Spezies bei Pferden darstellt (Nielsen et al. 2014). Spulwürmer traten in der vorliegenden Studie signifikant häufiger beim Vollblut als bei anderen Rassen auf. Dies ist jedoch aufgrund der geringen Fallzahl nicht repräsentativ und wurde auch in der Literatur bisher nicht so beschrieben.

Das Management der Pferde zeigte wie auch in anderen Studien (Larsen et al. 2002, Hinney et al. 2011b) Auswirkungen auf die MDS-Eizahl pro Gramm Kot. Wurden die Pferde zuletzt mit Moxidectin oder Ivermectin entwurmt, zeigten sie signifikant häufiger einen negativen Kotbefund für Magen-Darm-Strongyliden. Ein ähnliches Ergebnis konnte bei einer Studie in Brandenburg dokumentiert werden. Die Nichtverwendung von Moxidectin wurde hier als ein Risikofaktor angegeben (Hinney et al. 2011b). Dies ist vor allem auf die Wirkdauer der makrozyklischen Laktone zurückzuführen. Die Zeit bis zur erneuten Ausscheidung von Strongylideneiern (Egg Reappearance Period, ERP) zum Zeitpunkt der Produkteinführung beträgt bei Ivermectin 9–13 Wochen und bei Moxidectin 16–22 Wochen, im Gegensatz zu 5–6 Wochen bei Pyrantel und Fenbendazol (McBeath et al. 1978, Borgsteede et al. 1993, Parry et al. 1993, Boersema et al. 1995 und 1998, DiPietro et al. 1997, Demeulenaere et al. 1997). Des Weiteren ist eine bestehende Anthelminthikaresistenz der Magen-Darm-Strongyliden gegen Benzimidazole oder Tetrahydropyrimidine denkbar. So sind in Deutschland wie in vielen anderen Ländern einschließlich der USA Resistenzen bei den kleinen Strongyliden gegen Benzimidazole (Fenbendazol) und Tetrahydropyrimidine (Pyrantelmonat) beschrieben worden (Traversa et al. 2009). Bei den makrozyklischen Laktone wurden dagegen bisher keine Resistenzen nachgewiesen, wobei jedoch im Zusammenhang mit Ivermectin und Moxidectin über eine verkürzte „Egg-Reappearance-Period“ (ERP) bei den kleinen Strongyliden berichtet wurde (von Samson-Himmelstjerna et al. 2007 und 2011, Wirtherle et al. 2004, Lyons et al. 2008a,b, 2009, 2010 und 2011). Bei den Spulwürmern ist die Resistenz gegen die makrozyklischen Laktone dagegen sehr ausgeprägt und weit verbreitet (Boersema et al. 2002, Craig et al. 2007, Hearn et al. 2003, Kaplan et al. 2006, Lindgren et al. 2008, Lyons et al. 2008a und b, Schougaard et al. 2007, Slocombe et al. 2007, Stoneham et al. 2006, Veronesi et al. 2009, Samson-Himmelstjerna et al. 2007 und 2011). Die Fallzahl in dieser Studie war zu gering, um eindeutige Aussagen darüber treffen zu können. Jedoch wurden 3 der 5 Pferde mit positivem Spulwurmeinweis 1 bis 8 Wochen vor der Untersuchung mit Ivermectin entwurmt.

Bei bestandssynchroner Entwurmung zeigte sich häufiger ein negativer Kotbefund in Bezug auf Magen-Darm-Strongyliden. Da allerdings nur acht Tierbesitzer angaben, dass keine zeitgleiche Entwurmung im Bestand stattfindet, war das Konfidenzintervall sehr breit (1,23–82,60), so dass die Bedeutung der zeitgleichen Entwurmung nicht genau einzuschätzen ist. Im multifaktoriellen Modell konnte diese Variable nicht als Einflussfaktor bestätigt werden, was darauf hinweist, dass dieser Effekt entweder zufällig war oder aufgrund der geringen Anzahl von Tieren aus Beständen ohne zeitgleiche Entwurmung nicht bestätigt werden konnte. Vergleichbare Untersuchungen zu dieser Thematik sind in der Literatur nicht zu finden.

Auch das Weidemanagement zeigte einen Einfluss auf die Eizahl der MDS. Nach Pflügen der Koppel (Lockern und Wenden des Koppelbodens mit Hilfe eines Pflugs) und anschließender Neuansaat zeigte sich häufiger ein negativer Kotbefund. Im Rahmen dieser Bodenbearbeitung und durch die beweidungsfreie Zeit ist davon auszugehen, dass sowohl infektiöse Eier als auch Larven bis zur Neubeweidung zum Großteil eliminiert wurden. In der Literatur finden sich ähnliche Ergebnisse bezüglich der Maßnahme Pflügen im Rahmen

der Weidehygiene. Lediglich in einer Studie hatte die Hygiene der Koppeln keinen signifikanten Einfluss, was jedoch auf eine insuffiziente Durchführung der Koppelhygiene zurückgeführt wurde (Herd 1986, Hinney et al. 2011, Larsen et al. 2002). Um welche insuffizienten hygienischen Maßnahmen es sich dabei handelte, wurde im Weiteren nicht diskutiert (Hinney et al. 2011).

Dass das Düngen der Koppel mit Pferdekot zu einer höheren Infektionsrate mit Magen-Darmwürmern führt, wurde bereits in anderen Studien beschrieben und ist durch die zusätzliche Kontamination von infektiösen Wurmeiern und -Larven zu erklären (Fritzen et al. 2010).

Limitierender Faktor unserer Studie ist, dass nur ein Pferd für die Repräsentation eines Bestandes betrachtet wurde und das Vorkommen von adulten Würmern im Kot nicht erfasst wurde. Die Untersuchung mehrerer Pferde eines Bestandes ließe eine größere Genauigkeit bezüglich bestandsrelevanter Aussagen erwarten. Da die Strongyliden-Eizahl aus unterschiedlichen Lokalisationen eines Kothaufens nur sehr wenig variiert und bei der Verwendung einer Menge von 10g Kot gut reproduzierbar ist, stellt dagegen die Verwendung von nur einer Kotprobe pro Pferd in unserer Studie keine Einschränkung dar (Kuhnert-Paul et al. 2012).

Schlussfolgerung

Das Vorkommen von Magen-Darm-Strongyliden wird unter anderem vom Management der Pferde bzw. dem Betriebsmanagement beeinflusst. Eine sorgfältige Wahl des verwendeten Anthelminthikums, größere Weideflächen und Weidehygiene könnten zu einer Optimierung der Parasitenbekämpfung beitragen.

Literatur

- Back H., Nyman A., Osterman L. (2013) The association between *Anoplocephala perfoliata* and colic in Swedish horses a case control study. *E. Vet. Parasitol.* 197, 580-585
- Becher A. M., Mahling M., Nielsen M. K., Pfister K. (2010) Selective anthelmintic therapy of horses in the Federal states of Bavaria (Germany) and Salzburg (Austria): an investigation into strongyle egg shedding consistency. *Vet. Parasitol.* 171, 116-22
- Borgsteede F. H. M., Boersma J. H., Gaasenbeek C. P., van der Burg W. P. (1993) The reappearance of eggs in faeces of horses after treatment with ivermectin. *Vet. Quart.* 15, 24-26
- Boersema J. H., Borgsteede F. H., Eysker M., Saedt I. (1995) The reappearance of strongyle eggs in faeces of horses treated with pyrantel embonate. *Vet. Quart.* 17, 18-20
- Boersema J. H., Eysker M., van der Aar W. M. (1998) The reappearance of strongyle eggs in the faeces of horses after treatment with moxidectin. *Vet. Quart.* 20, 15-17
- Boersema J. H., Eysker M., Nas J. W. (2002) Apparent resistance of *Parascaris equorum* to macrocyclic lactones. *Vet. Rec.* 150, 279-281
- Collobert-Laugier C., Hoste H., Sevin C., Chartier C., Dorchies P. (2002a) Mast cell and eosinophil mucosal responses in the large intestine of horses naturally infected with cyathostomes. *Vet. Parasitol.* 107, 251-264
- Corning S. (2009) Equine cyathostomins: a review of biology, clinical significance and therapy. *Parasit. Vect.* 2 (Suppl 2), 1
- Craig T. M., Diamond P. L., Ferwerda N. S., Thompson J. A. (2007) Evidence of ivermectin resistance by *Parascaris equorum* on a Texas horse farm. *J. Eq. Vet. Sci.* 27, 67-71
- Cringoli G., Rinaldi L., Maurelli M. P., Utzinger J. (2010) FLOTAC: new multivalent techniques for qualitative and quantitative copro-microscopic diagnosis of parasites in animals and humans. *Nat. Protoc.* 5, 503-515
- Davidson A. J., Edwards G. B., Proudman C. J., Cripps P. J., Matthews J. B. (2002) Cytokine mRNA expression pattern in horses with large intestinal disease. *Res. Vet. Sci.* 72, 177-185
- Demeulenaere D., Vercruyse J., Dorny P., Claerebout E. (1997) Comparative studies of ivermectin and moxidectin in the control of naturally acquired cyathostome infections in horses. *Vet. Rec.* 15, 383-386
- DiPietro J. A., Hutchens D. E., Lock T. F., Walker K., Paul A. J., Shipley C., Rulli D. (1997) Clinical trial of moxidectin oral gel in horses. *Vet. Parasitol.* 72, 167-177
- Dopfer D., Kerssens C. M., Meijer Y. G., Boersema J. H., Eysker M. (2004) Shedding consistency of strongyle-type eggs in Dutch boarding horses. *Vet. Parasitol.* 124, 249-258
- Fritzen B., Rohn K., Schnieder T. and von Samson-Himmelstjerna G. (2010) Endoparasite control management on horse farms – lessons from worm prevalence and questionnaire data. *E. Vet. J.* 42, 79-83
- Finkelmann F. D., Shea-Donohue T., Goldhill J., Sullivan C. A., Morris S. C., Madden K. B., Gause W. C., Urban J. F. (1997) Cytokine regulation of host defense against parasitic gastrointestinal nematodes: Lessons from studies with rodent models. *Annual Rev. Immunol.* 15, 505-533
- Garippa G. (2006) Environmental control of gastrointestinal strongylosis in sheep and goats. *Parasitologia* 48, 419-422
- Gawor J. J. (1996) Occurrence of *Parascaris equorum* in foals and adult horses under different breeding conditions. *Wiad. Parazytol.* 42, 213-219
- Giles C. J., Urquhart K. A., Longstaffe J. A. (1985) Larval cyathostomiasis (immature trichonema-induced enteropathy): A report of 15 clinical cases. *Equine Vet. J.* 17, 196-201
- Hearn F. P. D., Peregrine A. S. (2003) Identification of foals infected with *Parascaris equorum* apparently resistant to ivermectin. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 223, 482-485
- Herd R. P. (1986) Epidemiology and control of equine strongylosis at Newmarket. *Equine Vet. J.* 18, 447-452
- Herd R. P. (1992) Choosing the optimal equine anthelmintic. *Veterinary Medicine.* 87, 213-239
- Hinney B., Wirtherle N.C., Kyule M., Miethel N., Zessin K. H., Clausen P. H. (2011a) Prevalence of helminths in horses in the state of Brandenburg, Germany. *Parasitol. Res.* 108, 1083-1091
- Hinney B., Wirtherle N.C., Kyule M., Miethel N., Zessin K. H., Clausen P. H. (2011b) A questionnaire survey on helminth control on horse farms in Brandenburg, Germany and the assessment of risks caused by different kinds of management. *Parasitol. Res.* 109, 1625-1635
- Kaplan R. M., Burke J. M., Terill T. H., Miller J. E., Getz W. R., Mobini S., Valencia E., Williams M. J., Williamson L. H., Larsen M., Vatta A. F. (2004) Validation of the FAMACHA® eye color chart for detecting clinical anaemia in sheep and goats on farms in southern United States. *Vet. Parasitol.* 123, 105-120
- Kaplan R., Reinemeyer C., Slocombe J., Murray M. (2006) Confirmation of ivermectin resistance in a purportedly resistant Canadian isolate of *Parascaris equorum* in foals. In: Proceedings of the American Association of Veterinary Parasitologists, 51st Annual Meeting, 15–18 July 2006, 69-70
- Kim J. H., Choi M. H., Bae Y. M., Oh J. K., Lim M. K., Hong S. T. (2011) Correlation between discharged worms and fecal egg counts in human clonorchiasis. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 5, e1339
- Klei T. R., Chapman M. R. (1999) Immunity in equine cyathostome infections. *Vet. Parasitol.* 85, 123-133
- Komiya Y., Suzuki N. (1964) Progress of medical parasitology in Japan. Tokyo: Meguro Parasitological Museum. 1, 553-600
- Krecek R. C., Guthrie A. J., Van Nieuwenhuizen L. C., Booth L. M. (1994) A comparison between the effects of conventional and selective antiparasitic treatments on nematode parasites of horses from two management schemes. *J. South Afr. Vet. Assoc.* 97, 100

- Kuhnert-Paul Y., Schmäsckhe R., Dauschies A. (2012) Effect of distribution of eggs of strongyles and *Parascaris equorum* in faecal samples of horses on detection with a combined sedimentation-flotation method. *Tierarztl. Prax. Ausg. G. Grosstiere Nutztiere* 40, 21-6
- Larsen M. M., Lendal S., Chriel M., Olsen S. N., Bjorn H. (2002) Risk factors for high endoparasitic burden and the efficiency of a single anthelmintic treatment of Danish horses. *Acta. Vet. Scand.* 43, 99-106
- Lindgren K., Ljungvall Ö., Nilsson O., Ljungström B. L., Lindahl C., Höglund J. (2008) *Parascaris equorum* in foals and in their environment on a Swedish stud farm, with notes on treatment failure of ivermectin. *Vet. Parasitol.* 151, 337-343
- Lloyd S., Soulsby E. J. L. (1987) Immunology of gastrointestinal nematodes of ruminants. In: Soulsby E.J.L., ed. *Immune Response to Parasitic Infections*. Boca Raton: CRC Press. 1-43
- Lyons E. T., Tolliver S. C., Ionita M., Lewellen A., Collins S. S. (2008a) Field studies indicating reduced activity of ivermectin on small strongyles in horses on a farm in Central Kentucky. *Parasitol. Res.* 103, 209-215
- Lyons E. T., Tolliver S. C., Ionita M., Collins S. S. (2008b) Evaluation of parasiticidal activity of fenbendazole, ivermectin, oxbendazole, and pyrantel pamoate in horse foals with emphasis on ascarids (*Parascaris equorum*) in field studies on five farms in Central Kentucky in 2007. *Parasitol. Res.* 103, 287-291
- Lyons E. T., Tolliver S. C., Collins S. S. (2009) Probable reason why small strongyle EPG counts are returning "early" after ivermectin treatment of horses on a farm in Central Kentucky. *Parasitol. Res.* 104, 569-574
- Lyons E. T., Tolliver S. C., Kuzmina T. A., Collins S. S. (2010) Critical tests evaluating efficacy of moxidectin against small strongyles in horses from a herd for which reduced activity had been found in field tests in Central Kentucky. *Parasitol. Res.* 107, 1495-1498
- Lyons E., Tolliver S., Collins S., Ionita M., Kuzmina T., Rossano M. (2011) Field tests demonstrating reduced activity of ivermectin and moxidectin against small strongyles in horses on 14 farms in Central Kentucky in 2007-2009. *Parasitol. Res.* 108, 355-360
- McBeath D. G., Best J. M., Preston N. K., Duncan J. L. (1978) Studies on the faecal egg output of horses after treatment with fenbendazole. *Equine Vet. J.* 10, 5-8
- Mair T. S., Pearson G. R. (1995) Multifocal nonstrangulating intestinal infarction associated with larval cyathostomiasis in a pony. *Equine Vet. J.* 27, 154-155
- Mair T. S., Sutton D. G., Love S. (2000) Caecocolic and caecocolic intussusceptions associated with larval Cyathostomiasis in four young horses. *Equine Vet. J. Suppl.* 32, 77-80
- Murphy D., Love S. (1997) The pathogenic effects of experimental cyathostome infections in ponies. *Vet. Parasitol.* 70, 99-110
- Nielsen M. K., Baptiste K. E., Tolliver S. C., Collins S. S., Lyons E. T. (2010a) Analysis of multiyear studies in horses in Kentucky to ascertain whether counts of eggs and larvae per gram of feces are reliable indicators of numbers of strongyles and ascarids present. *Vet. Parasitol.* 174, 77-84
- Nielsen M. K., Reinemeyer C. R., Doneckerc J. M., Leathwick D. M., Marchiondoe A. A., Kaplan R. M. (2014) Anthelmintic resistance in equine parasites—Current evidence and knowledge gaps. *Veterinary Parasitology* 204, 55-63
- Nielsen M. K., Wang J., Davis R., Bellow J. L., Lyons E. T., Lear T. L., Goday C. (2014) *Parascaris univalens* – a victim of large-scale misidentification? *Parasitol. Res.* 113, 4485-4490
- Nielsen M. K., Monrad J., Olsen S. N. (2006) Prescription-only anthelmintics – A questionnaire survey of strategies for surveillance and control of equine strongyles in Denmark. *Vet. Parasitol.* 135, 47-55
- Peregrine A. S., McEwen B., Bienzle D., Koch T. G., Weese J. S. (2006) Larval cyathostomiasis in horses in Ontario: An emerging disease? *Can. Vet. J.* 47, 80-82
- Perry J. M., Fisher M. A., Grimshaw W. T. R., Jacobs D. E. (1993) Anthelmintic dosing intervals for horses: comparison of three chemical groups. *Vet. Rec.* 133, 346-347
- Proudman C. J., French N. P., Trees A. J. (1998) Tapeworm infection is a significant risk factor for spasmodic colic and ileal impaction colic in the horse. *Equine Vet. J.* 30, 194-199
- Samson-Himmelstjerna von G., Fritzen B., Demeler J., Schurmann S., Rohn K., Schnieder T., Epe C. (2007) Cases of reduced cyathostomin egg-reappearance period and failure of *Parascaris equorum* egg count reduction following ivermectin treatment as well as survey on pyrantel efficacy on German horse farms. *Vet. Parasitol.* 144, 74-80
- Samson-Himmelstjerna von G., Traversa D., Demeler J., Rohn K., Milillo P., Schurmann S., Lia R., Perrucci S., di Regalbono A. F., Beraldo P., Barnes H., Cobb R., Boeckh A. (2009) Effects of worm control practices examined by a combined faecal egg count and questionnaire survey on horse farms in Germany, Italy and the UK. *Parasit. Vectors* 25, 3
- Samson-Himmelstjerna von G., Ilchmann G., Clausen P. H., Schein E., Fritzen B., Handler J., Lischer C. J., Schnieder T., Demeler J., Reimers G., Mehn P. (2011) Empfehlungen zur nachhaltigen Kontrolle von Magen-Darminfektionen beim Pferd in Deutschland. *Pferdeheilkunde* 27, 127-140
- Schneider S., Pfister K., Becher A. M., Scheuerle M. C. (2014) Strongyle infections and parasitic control strategies in German horses a risk assessment. *BMC Vet. Res.* 10, 262
- Schougaard H., Nielsen M. K. (2007) Apparent ivermectin resistance of *Parascaris equorum* in Danish foals. *Vet. Rec.* 160, 439-440
- Singhvi A., Johnson S. (1977) The female to male ratio (FMR) in dominant nematode populations in the house rat *Rattus rattus* J. *Parasitol.* 63, 858-860
- Southwood L. L., Baxter G. M., Bennett D. G., Ragle C. A. (1998) Ascarid impaction in young horses. *Cont. Educ. Pract. Vet.* 20, 100-106
- Slocombe J. O. D., de Gannes R. V. G., Lake M. C. (2007) Macro-cyclic lactoneresistant *Parascaris equorum* on stud farms in Canada and effectiveness of fenbendazole and pyrantel pamoate. *Vet. Parasitol.* 145, 371-376
- Stoneham S., Coles G. (2006) Ivermectin resistance in *Parascaris equorum*. *Vet. Rec.* 158, 572
- Traversa D., von Samson-Himmelstjerna G., Demeler J., Milillo P., Schurmann S., Barnes H., Otranto D., Perrucci S., di Regalbono A. F., Beraldo P., Boeckh A., Cobb R. (2009) Anthelmintic resistance in cyathostomin populations from horse yards in Italy, United Kingdom and Germany. *Parasit. Vect.* 2
- Uhlinger C. (1990) Effects of three anthelmintic schedules on the incidence of colic in horses. *Equine Vet. J.* 22, 251-254
- Veronesi F., Moretta I., Moretti A., Fioretti D. P., Genchi C. (2009) Field effectiveness of pyrantel and failure of *Parascaris equorum* egg count reduction following ivermectin treatment in Italian horse farms. *Vet. Parasitol.* 161, 138-141
- Wirtherle N., Schnieder T., von Samson-Himmelstjerna G. (2004) Prevalence of benzimidazole resistance on horse farms in Germany. *Vet. Rec.* 154, 39-41