

Empfehlungen zur nachhaltigen Kontrolle von Magen-Darmwurminfektionen beim Pferd in Deutschland

Georg von Samson-Himmelstjerna¹, Gotthard Ilchmann², Peter-Henning Clausen¹, Eberhard Schein¹, Birgitta Fritzen³, Johannes Handler⁴, Christophorus Johannes Lischer⁴, Thomas Schnieder⁵, Janina Demeler¹, Gitta Reimers⁶ und Petra Mehn⁷

Institut für Parasitologie und Tropenveterinärmedizin, Freie Universität Berlin¹, Petershagen², Klinik für Pferde Dr. H. Werhahn und Dr. M. Paar, Sottrum³, Klinik für Pferde, Freie Universität Berlin⁴, Institut für Parasitologie, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover⁵, Pferdepraxis Dr. Gitta Reimers, Großhansdorf⁶ und Gemeinschaftspraxis Leenderse und Mehn, Lüdinghausen⁷

Zusammenfassung

Grundsätzlich sind Pferde mit Weidegang ständig einem Infektionsrisiko durch gastro-intestinale Helminthen ausgesetzt. Die ubiquitär vorkommenden kleinen Strongyloiden (Cyathostominae), der Pferdespulwurm *Parascaris equorum*, besonders bei Fohlen der Zwergfadewurm *Strongyloides westeri* und der Bandwurm *Anoplocephala perfoliata* sind hinsichtlich der Häufigkeit ihres Vorkommens bzw. aufgrund ihrer Pathogenität in Deutschland generell am bedeutsamsten. Zur Kontrolle der gastro-intestinalen Nematoden beim Pferd wird konventionell die strategische, das heißt nach einem festgelegten Zeitplan, Anthelminthika-Gabe an alle Tiere eines Bestandes oder einer Altersgruppe empfohlen. In der Praxis wird der strategische Wurmmittelleinsatz ohne vorhergehende oder begleitende koproskopische Diagnostik angewendet. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass sich beim Pferd eine zunehmende Zahl von Populationen parasitischer Nematoden gegen eine oder mehrere Antiparasitika Resistenzen entwickelt haben. Dies betrifft vor allem die kleinen Strongyloiden, für die im Rahmen von Untersuchungen auf norddeutschen Pferdebetrieben auf mehr als drei Viertel der untersuchten Betriebe Resistenzen gegen Benzimidazole ermittelt wurden. Auch Pyrantel erwies sich in der jüngeren Untersuchung auf ca. einem Drittel der in Deutschland getesteten Betriebe als nicht ausreichend wirksam. Bezüglich der makrozyklischen Laktone wurden im Gegensatz dazu auf allen Betrieben zufriedenstellende Wirkungen beobachtet. Allerdings ist diese Wirkstoffklasse offenbar inzwischen gegenüber dem Pferdespulwurm häufig nicht mehr uneinträchtig wirksam. Die zunehmende Problematik der Anthelminthika-Resistenz erfordert eine Neuausrichtung der Wurmkontrollstrategien mit dem Ziel einer nachhaltigeren Anwendung der Anthelminthika bzw. der Vermeidung oder wenigstens Verzögerung der Resistenzentwicklung. Dabei sollte vor allem konsequent ein routinemäßiges Parasitenmonitoring und die gezielte, auf den Befunden des Monitorings basierende, Anthelminthikabehandlung (i.Ggs. zur strategischen Behandlung nach Kalender) durchgeführt werden. Zudem sollte eine regelmäßige Überprüfung der Anthelminthika-Wirkung, die Vermeidung des Imports resistenter Wurmpopulationen durch Quarantänebehandlungen bei neu in den Bestand aufgenommenen Pferden, Stall- und Weidehygiene sowie, wo möglich, eine Reduzierung der Weidekontamination durch Abäppeln oder Weidevornutzung die Infektionsintensität auf dem Bestand und somit die erforderliche Behandlungsfrequenz nachhaltig reduzieren. Zur Durchführung eines routinemäßigen, d.h. mehrmals jährlich stattfindenden, Wurmmonitorings lassen sich sowohl Einzel- als auch Sammelkotprobenuntersuchungen anwenden. Bei sachgerechter Durchführung ermöglichen Letztere eine kosteneffiziente und dennoch zuverlässige qualitative Einschätzung der Infektionssituation auf dem jeweiligen Bestand. Diese sollte unabdingbare Voraussetzung für eine Behandlungsentscheidung sein. In dem vorliegenden Artikel werden konkrete Empfehlungen zur Durchführung eines integrierten Monitoring- und Behandlungskonzepts für die jeweiligen Pferdealters- und Nutzungsgruppen formuliert.

Schlüsselwörter: Anthelminthikaresistenz, *Parascaris equorum*, kleine Strongyloiden, selektive Behandlung, Koproskopie

Recommendations for a sustainable control of gastro-intestinal worm infections in horses in Germany

Horses kept on pasture are principally always exposed to infections with gastro-intestinal helminths. In Germany, according to their prevalence respectively their pathogenicity, the most important species are the ubiquitously occurring small strongyles (cyathostominae), the roundworm *Parascaris equorum*, especially in foals the threadworm *Strongyloides westeri* and the tapeworm *Anoplocephala perfoliata*. The conventional recommendation for the control of gastro-intestinal nematodes in horses is the strategic, i.e. according to a predetermined time-schedule, application of anthelmintics to all animals of the farm or age group. In practice the strategic use of anthelmintics is usually being applied without any previous or accompanying coproscopic diagnostic. Recent investigations have shown that an increasing number of parasitic horse nematode populations have developed resistance against single or multiple antiparasiticides. This accounts mainly to the small strongyles, for which on more than three quarters of recently examined horse farms in Northern Germany resistance against benzimidazoles was detected. Recently, also pyrantel was found not to be sufficiently effective on approximately one third of the tested German farms. In contrast to this, concerning the macrocyclic lactones a satisfying efficacy was observed on all tested farms. However, obviously this drug class often is not anymore unaltered effective against the horse ascarid *P. equorum*. The increasing problem of anthelmintic resistance requires a reorientation of worm control strategies with the aim of a sustainable use of anthelmintics or at least a postponement of resistance development. To this end the routine monitoring of parasite infections should consequently be performed and based on the monitoring findings targeted (and not calendar based) anthelmintic treatments should be applied. Furthermore, the infection intensity on the farm and thus the required treatment frequency should be reduced through the regular control of treatment success, avoidance of importation of resistant parasite populations by using quarantine treatments on all horses newly introduced into the farm, stable and pasture hygiene, where possible, a reduction of pasture contamination by pasture cleaning or by previous pasture use. Routine, that is multiple per year, worm monitoring can be done by examining individual or pooled faecal samples. The latter allowing a cost efficient as well as reliable qualitative assessment of the infection situation on the respective farm. This should be an ultimate requirement for any treatment decision. The present paper outlines concrete recommendations for the conduct of an integrated worm monitoring and treatment concept targeted at the respective horse groups. This includes a table with specific practical procedure schedules for foals, breeding mares, yearlings and adults.

Keywords: anthelmintic resistance, *Parascaris equorum*, small strongyles, selective treatment, coproscopy

Aktuelle Situation hinsichtlich Vorkommen und Therapie

Infektionen mit im Magen-Darmtrakt von Pferden vorkommenden Krankheitserregern bedrohen die Gesundheit und das Wohlbefinden von Pferden aller Altersgruppen. Hinsichtlich der Prävalenz und der potentiellen klinischen Auswirkungen haben in Deutschland vor allem Parasiten die größte Bedeutung. Im Vordergrund stehen dabei aktuell die kleinen Strongyliden (auch Cyathostominen) aus der Familie der Strongylidae (Palisadenwürmer) sowie der Pferdespulwurm *Parascaris equorum*.

Zur Behandlung bestehender Infektionen und zur Kontrolle der Wurminfektionen (Maßnahme zur Reduzierung der Erkrankungs- bzw. Infektionswahrscheinlichkeit) werden in Pferdebeständen seit mehreren Jahrzehnten unterschiedliche Anthelminthika erfolgreich nach dem Konzept der strategischen Bekämpfung eingesetzt. Mit dem Begriff „strategische Bekämpfung“ ist dabei die Behandlung sämtlicher Tiere eines Bestandes bzw. einer Altersgruppe nach einem durch verschiedene Faktoren (Besatzdichte, Witterungsverlauf, Alterszusammensetzung, Nutzungsart, etc.) beeinflussten und je nach Bestand zu definierendem Regime gemeint. Die gegenwärtig auf dem Markt erhältlichen Anthelminthika basieren auf Wirkstoffen aus vier verschiedenen Wirkstoffgruppen: Praziquantel (PZQ), Pyrantel (PYR), Benzimidazole (BZ) und makrozyklische Laktone (ML).

Praziquantel (PZQ) als alleiniger Vertreter der Isochinolone ist das Mittel der Wahl zur Behandlung von Bandwurminfektionen. Alternativ kann das Tetrahydropyrimidin Pyrantel (PYR) in erhöhter Dosierung verwendet werden. PYR, BZ und ML sind wirksam gegen kleine Strongyliden, Spulwürmer und weitere Nematodenarten. Die ML sind die jüngste Wirkstoffgruppe, und die beiden Wirkstoffe Ivermectin (IVM) und Moxidectin (MOX) haben ein sehr breites, zahlreiche Nematoden- und Arthropodenarten erfassendes Wirkspektrum. MOX hat im Vergleich zu IVM zusätzlich eine zufriedenstellende Wirkung gegen enzystierte, dritte Larvenstadien der kleinen Strongyliden.

Das Vorkommen von Infektionen mit den aufgrund ihrer Pathogenität gefürchteten großen Strongyliden ging im Laufe der letzten Jahrzehnte stark zurück (*Samson-Himmelstjerna et al. 2007, Hinney 2008*). Die zu dieser Gruppe zählenden Strongylus-Arten weisen je nach Art eine Entwicklungsdauer von 6-11 Monaten auf. Der großartige Erfolg in der Bekämpfung dieser oft lebensbedrohlichen Infektionen beruht vermutlich vorwiegend auf der sehr guten Wirksamkeit der o.a. Anthelminthika gegenüber den larvalen Stadien der großen Strongyliden. Bei mehrmaliger jährlicher Behandlung wird hierdurch während der monatelangen Präpatenz der Entwicklungszyklus vollständig unterbrochen.

Dieser überaus erfreulichen Situation steht eine beunruhigende Zunahme des Anteils von Populationen anderer Magen-Darmparasiten, die gegen bestimmte Anthelminthika resistent sind, gegenüber. Dies betrifft vor allem die Gruppe der kleinen Strongyliden sowie den Pferdespulwurm (*P. equorum*).

Das Phänomen der Anthelminthikaresistenz (AR) zeigt sich gegenwärtig hauptsächlich bei den am häufigsten vorkommenden Parasiten des Pferdes, den kleinen Strongyliden. In

Deutschland ist entsprechend jüngerer Untersuchungen in einem überwiegenden Teil der Pferdebestände die Wirkstoffklasse der BZ betroffen (*Wirtherle et al. 2004, Traversa et al. 2009*). Auch PYR wirkt offenbar auf einem beträchtlichen Teil der Betriebe nicht mehr uneingeschränkt (*Traversa et al. 2009*). In Europa scheinen die ML in ihrer Wirkung gegenüber dieser Parasitengruppe noch nicht maßgeblich beeinträchtigt zu sein (*Wirtherle et al. 2004, Traversa et al. 2009*). Allerdings deutet die zuletzt in verschiedenen Ländern gemachte Beobachtung einer verkürzten ML-Wirkdauer eventuell auf eine beginnende Resistenzproblematik dieser Wirkstoffgruppe bei den Cyathostominen hin (*Lyons et al. 2008b und 2010, Samson-Himmelstjerna et al. 2007*). Zudem ist das Auftreten von Wurmpopulationen, die sowohl gegen BZ als auch PYR verminderte Empfindlichkeit aufweisen, besorgniserregend (*Traversa et al. 2009*).

Der bei Fohlen und Jährlingen wichtigste Intestinalparasit *P. equorum* soll nach neueren Untersuchungen in mehreren Ländern, inklusive Deutschland, eine Resistenz gegen Wirkstoffe aus der Gruppe der ML entwickelt haben. Erste Berichte stammen aus den Niederlanden (*Boersma et al. 2002*) und Kanada (*Hearn und Peregrine 2003*). Inzwischen liegen weitere Veröffentlichungen aus den Vereinigten Staaten (*Craig et al. 2007, Lyons et al. 2008a*), Dänemark (*Schougaard und Nielsen 2007*), Deutschland (*Samson-Himmelstjerna et al. 2007*), Schweden (*Lindgren et al. 2008, Lind und Christenson 2009*), Brasilien (*Molento et al. 2008*), England (*Stoneham und Coles 2006*), Italien (*Veronesi et al. 2009*) und der Türkei (*Cirak et al. 2010*) vor. Infolge des in den letzten Jahren beobachteten verstärkten Einsatzes von IVM-Präparaten erscheint die Sorge einer Ausbreitung der bisher nur punktuell festgestellten IVM-AR durchaus berechtigt. Zudem deuten Studien aus den USA bei einzelnen Pferdebeständen auf multiple Resistenzen gegen mehrere Wirkstoffklassen (PYR und BZ) hin und darüber hinaus waren auf einzelnen Farmen neben *P. equorum* gleichzeitig auch Cyathostominen betroffen (*Craig et al. 2007, Lyons et al. 2008a*).

Angesichts fehlender Alternativen (es existieren z.B. keine Impfstoffe) basiert die Wurmbekämpfung beim Pferd weiterhin maßgeblich auf der Applikation von Anthelminthika. Die Situation gibt auch deshalb Anlass zur Besorgnis, weil Anthelminthika mit neuen Wirkmechanismen für die Anwendung beim Pferd in den nächsten Jahren vermutlich nicht zu erwarten sind. Diese Umstände führen dazu, dass sich eine wachsende Zahl von Parasitologen, Tierärzten und Pferdebesitzern für eine nachhaltige Parasitenbekämpfung interessieren (*Nielsen et al. 2010b*).

Definition, Ursachen und Diagnostik der Anthelminthikaresistenz beim Pferd

Von einer AR gegenüber einem Wirkstoff spricht man i. d. R. dann, wenn sich in einer Population die Anzahl der Parasiten, die aufgrund einer angeborenen Widerstandsfähigkeit von diesem nicht abgetötet werden, wesentlich erhöht hat. Infolge dessen kommt es bei Behandlung mit dem entsprechenden Wirkstoff in der empfohlenen Dosierung zu einer verminderten Wirksamkeit. Grundsätzlich wird zwischen einer einfachen AR (Resistenz gegen einen Wirkstoff), einer Klassen-AR (gegen Wirkstoffe einer gesamten Klasse, z.B. BZ oder ML) und einer

multiplen AR (Resistenz gegen mehrere unterschiedliche Wirkstoffklassen) unterschieden.

Bei den kleinen Strongyliden wird AR dadurch sichtbar, dass sich die Ausscheidung von Wurmeiern nach einer Behandlung nicht wie erwartet um 90% bis 95% vermindert, sondern um deutlich weniger als 90%. Als weiterer Hinweis wird die verringerte Dauer zwischen Behandlung und dem ersten Wiederauftreten der Wurmeier im Kot, der so genannten „egg-reappearance-period“ (ERP), betrachtet. Bezüglich der kleinen Strongyliden hat sich dieses Zeitintervall bei einigen Populationen in Deutschland nach Behandlung mit ML von ursprünglich mindestens 9 auf unter 5 Wochen verkürzt (Samson-Himmelstjerna et al. 2007).

Die Problematik der AR ist bei den veterinärmedizinisch und wirtschaftlich besonders relevanten gastro-intestinalen Nematoden der kleinen Wiederkäuer bereits frühzeitig entstanden und inzwischen weltweit sehr weit fortgeschritten. Durch zahlreiche Studien wurden wichtige Erkenntnisse zur Entstehung

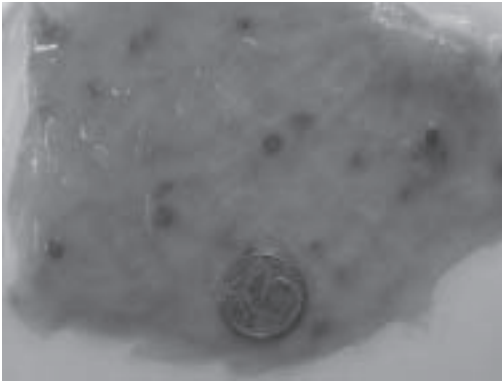


Abb. 1 Enzystierte Larvenstadien kleiner Strongyliden in der Dickdarmschleimhaut eines natürlich infizierten Pferdes.

von AR bei Parasiten der kleinen Wiederkäuer gewonnen, die sich vermutlich oft auf die Helminthen anderer Wirtsspezies übertragen lassen.

Danach werden für die Entstehung einer AR primär häufige Behandlungen (und damit eine erhöhte Selektion auf weniger empfindliche Individuen), die wiederholt zu niedrig dosierte Behandlung (Drogemüller et al. 2004) und die drastische Reduzierung der Refugien verantwortlich gemacht. Letzteres bezeichnet die bisher in ihrer Bedeutung für eine AR-Entwicklung häufig unterschätzten Anteile der Gesamtwurmpopulation eines Tierbestandes, die keinem Selektionsdruck durch das Anthelminthikum ausgesetzt sind. Ihre relative Größe wird mittlerweile als entscheidender Einfluss auf den Prozess der Resistenzentwicklung angesehen (van Wyk 2001). Hinsichtlich der kleinen Strongyliden sind zum einen die Larven auf der Weide und die eingekapselten Larven in der Dickdarmschleimhaut (Abb. 1), zum anderen die Würmer und Larven in unbehandelten Pferden zum Refugium zu zählen. In diesem Zusammenhang wird die Verwendung des MOX aufgrund seiner guten Wirkung gegen die enzystierten Larven der kleinen Strongyliden von einigen Autoren kritisch diskutiert (Coles et al. 2003). Dabei wird unterstellt, dass die Abtötung dieser Larven zu einer Beschleunigung der Resistenzentwicklung beiträgt. Allerdings fehlt bislang der wissen-

schaftliche Beleg für die Richtigkeit dieser Annahme (Ver-cruysse et al. 2004, Abbott et al. 2004). Bei *P. equorum* wird das Refugium sowohl durch die in der Außenwelt sehr widerstandsfähigen und langlebigen Eier, als auch durch die im Körper wandernden Larven, die von den meisten Anthelminthika (außer ML) nicht oder kaum beeinflusst werden, gebildet.

Zu den Mechanismen der AR liegen detailliertere Erkenntnisse lediglich bzgl. der Wirkstoffgruppe der BZ vor. Offenbar führen Veränderungen in der Aminosäuresequenz des Zielproteins der BZ, dem beta-Tubulin, zu einer verminderten Bindungsintensität des parasitären beta-Tubulins und dadurch zur Unempfindlichkeit der Parasiten gegenüber den Wirkstoffen dieser Wirkstoffgruppe (Wolstenholme et al. 2004). Ob, wie bei Schafparasiten beschrieben, darüber hinaus noch weitere Resistenzmechanismen, wie die vermehrte Ausschleusung der Wirkstoffe durch Transmembrantransporter, als Resistenzursache bei Pferdewürmern verantwortlich zu machen sind, ist bisher nicht untersucht. Die Mechanismen der Resistenz gegen PYR oder ML sind ebenfalls nicht bekannt.

AR und Pferdegesundheit

Beim Pferd kann gegenwärtig die klinische Relevanz einer AR im Allgemeinen noch als vergleichsweise gering bewertet werden. Der Befall mit kleinen Strongyliden verläuft, von der larvalen Cyathostomose abgesehen, häufig subklinisch so dass die Folgen einer reduzierten Wirkung nicht ohne weiteres zu bemerken sind. Außerdem handelt es sich bei den eher selten auftretenden Krankheitserscheinungen meist um chronische, oft unspezifische Symptome wie Leistungsminderung, stumpfes Fell oder verminderte Gewichtszunahme.

Anders ist die Situation hinsichtlich des Spulwurmbefalls. Hier gibt es erste Berichte aus der Praxis über klinische Symptome trotz Behandlung. In Einzelfällen soll es bereits trotz vorhergehender Behandlung mit ML-Präparaten aufgrund von durch Spulwurminfektionen hervorgerufenen Dünndarmperforationen zu mit AR assoziierten Todesfällen gekommen sein (GC Coles, Ray Kaplan, pers. Mitteilung an GvS-H). Allerdings wurden bisher keine entsprechenden Fälle publiziert.

Grundsätzlich stehen beim Pferd aktuell sowohl für die Therapie von Cyathostominen- als auch für Spulwurminfektionen noch immer potente anthelminthische Wirkstoffe zur Verfügung, weil Multiresistenzen noch sehr selten vorkommen. Im Falle der kleinen Strongyliden wären das je nach Situation auf dem jeweiligen Betrieb PYR und/oder die makrozyklischen Laktone IVM und MOX. Beim Spulwurm wirken bei bestehender ML-Resistenz vermutlich die BZ und PYR weiterhin.

Worin besteht nun die aktuelle Problematik der Parasitenbekämpfung bei Pferden?

Aus wissenschaftlichen Erkenntnissen und jahrzehntelangen praktischen Erfahrungen lässt sich die Schlussfolgerung ableiten, dass der Erfolg einer antiparasitären Intervention entscheidend davon abhängt, in welchem Maße es gelingt, die Vorgaben der folgenden drei wichtigsten Einflussgrößen sinnvoll zu berücksichtigen.

Parasitenspektrum

Das Spektrum der Parasiten ist groß und die einzelnen Spezies unterscheiden sich oft erheblich bezüglich ihrer Biologie, Pathogenität, Prävalenz in den Beständen, Empfindlichkeit gegenüber Anthelminthika und der Epidemiologie des Befalls. *Strongylus vulgaris* und die anderen großen Strongylidenarten scheinen aus den Pferdebeständen gegenwärtig weitgehend verschwunden zu sein. Die Cyathostominen besitzen aufgrund ihres ubiquitären Vorkommens das größte Potenzial zur Gefährdung von Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsbereitschaft der Pferde. Unter ihnen ist die AR gegenüber BZ weit verbreitet. Der Pferdespulwurm (Abb. 2) ist der Problemparasit bei Fohlen und Jungpferden in Zucht- und Aufzuchtbetrieben. Die Diagnostik eines Wurmbefalls stützt sich nach wie vor auf den mikroskopischen Nachweis von Wurmeiern im Kot. Diese Methode ist zumindest bei nur einmaliger Anwendung für die Individualdiagnose weder ausreichend zuverlässig noch aussagekräftig. Alternative Verfahren sind in Entwicklung, aber noch nicht praxisreif.



Abb. 2 Adulte *Parascaris equorum* im Dünndarlumen eines natürlich infizierten Ponys.

Management der Pferdebestände

Zahlreiche landwirtschaftliche Betriebe haben sich auf unterschiedliche Formen der Pferdehaltung spezialisiert. Die Besatzdichte im Stall und auf der Weide ist hoch. Ganzjährige artgerechte Haltungformen (kombinierte Weide-Laufstallhaltung von Jungpferden und Zuchtstuten, Gruppenhaltung und Aktivstall) werden favorisiert und finden zunehmend Verbreitung. Häufig liegen die tierärztliche Betreuung und damit auch die Entwurmung in den Händen mehrerer Tierärzte. Pferdehalter bzw. -besitzer haben hohe Erwartungen an das Gesundheitsmanagement ihrer Pferde und nehmen verstärkt Einfluss darauf. Ihre Entscheidungen über die Wurmbekämpfung basieren auf der Akzeptanz der großen Bedeutung unterstützender Management- und Hygienemaßnahmen, vor allem auf der Weide, und auf der Einsicht, dass angesichts

der Haltungsbedingungen eine Wurmbekämpfung notwendig ist und konsequent durchgeführt werden muss. Die Diskussion um die AR verfolgen Pferdehalter mit großem Interesse. Sie informieren sich über Presse und Internet und argumentieren bzw. handeln sehr kostenbewusst.

Antiparasitäre Interventionen

Die Möglichkeiten einer antiparasitären Intervention, namentlich die Produktpalette der Anthelminthika, sind durch das Aufkommen zahlreicher Generikaprodukte vielfältiger und für den Laien dadurch auch unübersichtlicher geworden. Allerdings gehören die Wirkstoffe dieser Präparate nur zu drei nematoziden Wirkstoffgruppen: BZ, Tetrahydropyrimidine (PYR) und ML. Letztere werden auf Grund ihres breiten Wirkungsspektrums, der heute noch hohen Wirksamkeit und der vergleichsweise langen Wirkdauer von Tierärzten und Pferdebesitzern bevorzugt eingesetzt.

Das bisher vorherrschende Konzept der undifferenzierten, strategisch vorbeugenden Bestandsbehandlung erscheint vielen Experten nicht mehr zeitgemäß und ungeeignet, um einer AR entgegen zu wirken. Parasitologen, Tierärzte und Pferdehalter befürchten, dass sich die Kluft zwischen den Erfordernissen einer effektiven Parasitenbekämpfung einerseits und den durch die zunehmende AR eingeschränkten realen Möglichkeiten andererseits rasch vergrößern könnte. Weltweit hat deshalb eine kritische Diskussion über die Nachhaltigkeit der bisherigen Empfehlungen einer strategischen Parasitenbekämpfung eingesetzt. In Fachkreisen besteht weitgehend Einigkeit darüber, dass eine Neuorientierung notwendig ist.

Zukunftsorientierte Strategien zur Parasitenbekämpfung

Die bisherigen Ziele der Parasitenbekämpfung waren die Sicherung von Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsbereitschaft der Pferde. Um diese Ziele weiterhin längerfristig und nachhaltig zu erreichen, muss die AR-Entwicklung verhindert oder verzögert werden.

Die Verzögerung der AR-Entwicklung kann am ehesten erreicht werden, wenn die Behandlungshäufigkeit gesenkt wird und Refugien in größerem Umfang bestehen bleiben. Letzteres ist ein wesentlicher Faktor für den Fortbestand der empfindlichen Parasitenpopulationen.

Parasitenmonitoring zur Optimierung der Bekämpfung

Stärker als in der Vergangenheit müssen regelmäßig Informationen zum aktuellen Wurmbefall im Bestand (Kotuntersuchungen) gesammelt und ausgewertet sowie die Wirksamkeit der eingesetzten Präparate überprüft werden. Die Entwurmung in bestimmten Zeitintervallen ohne Berücksichtigung des tatsächlichen Wurmbefalls führt in der Praxis häufig zu einem unbegründet intensiven und teilweise falsch ausgerichteten Anthelminthikaeinsatz. Nach eigenen Erfahrungen gibt es durchaus Betriebe, auf denen auch bei wiederholten Untersuchungen über einen Zeitraum von mehreren Wochen keines der untersuchten Pferde Wurmeier ausscheidet. Allge-

meint sind daher die spezifischen Bedingungen der Haltung, wie Besatzdichte und Zusammensetzung der Gruppen, stärker zu berücksichtigen.

Problematik der Diagnostik des Wurmbefalls bei Pferden

Informationen zum aktuellen Wurmbefall werden indirekt über die mikroskopische Kotuntersuchung gewonnen indem Wurmeier nachgewiesen werden. Charakteristische morphologische Merkmale der Eier erlauben eine qualitative Bestimmung des Befalls mit adulten Würmern. Dabei lassen sich aufgrund ihrer Morphologie Eier von Strongyloiden, vom Spulwurm, dem Zwergfadenwurm, Leberegel und Bandwurm differenzieren. Durch die gängigen Verfahren der Kotprobenuntersuchung werden mittels Flotation die in der Probe vorhandenen Wurmeier (exkl. Leberegel) angereichert, so dass eine erhöhte Sensitivität im Vergleich zu einer quantitativen Bestimmung der Wurmeier erreicht wird.

Eine quantitative Bewertung erfolgt mittels Bestimmung der Eizahl (Eier pro Gramm Kot, EpG) in einer Zählkammer. Die Eizahl ist ein wichtiger Parameter, wenn die Wirksamkeit von Anthelminthika beurteilt werden soll. Eine Aussage zur Stärke des Wurmbefalls lässt sich nicht zuverlässig von der EpG-Zahl ableiten, da selbst ein negativer Befund die Anwesenheit von Würmern keineswegs ausschließt. Besonders bei den kleinen Strongyloiden können niedrige oder sogar negative EpG-Daten mit dem Befall durch mehrere Tausend Würmer einhergehen (Nielsen et al. 2010a). Hierbei ist zu berücksichtigen, dass weibliche Würmer Eier nicht kontinuierlich abgeben; so werden z.B. im Frühjahr und während der Weideperiode Wurmeier kontinuierlich und vermehrt ausgeschieden, in den Wintermonaten hingegen nur sporadisch und wenig. Jungtiere sind stärkere Eiausscheider als ältere Pferde (Samson-Himmelstjerna et al. 2009). Zudem ist die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse der quantitativen Bestimmung von Wurmeizahlen im Kot sehr gering und schwankt durchaus im Bereich von über 100 EpG. Die fehlende Korrelation zwischen quantitativem koproskopischen Befund und Wurmbürde und die schlechte Reproduzierbarkeit der Ergebnisse schränken die Sinnhaftigkeit der Verwendung von EpG-Zahlen als Entscheidungskriterium für oder wider eine Wurmbehandlung stark ein. Da juvenile, in der Darmschleimhaut befindliche Stadien keine Eier produzieren ist dieser Befall durch die koproskopische Untersuchung zudem grundsätzlich nicht zu erfassen.

Überprüfung der Wirksamkeit von Anthelminthika im Feld

Die Wirksamkeit der eingesetzten Anthelminthika lässt sich beim Pferd gegenwärtig im Feld am sinnvollsten mittels Durchführung eines Eizahl-Reduktionstests (EZRT) prüfen. Zu empfehlen ist die jährliche Wiederholung des EZRTs auf den Betrieben für jede der drei Wirkstoffgruppen (PYR, BZ, ML). Entsprechend der Empfehlungen der ‚World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (WAAVP)‘ werden im EZRT Einzelkotproben von mindestens sechs Tieren zweimalig quantitativ beurteilt, und zwar unmittelbar vor der Behandlung und 12-14 Tage danach (Coles et al. 1992 und 2006).

Dabei werden die Wurmeier in den vor und nach der Behandlung gewonnenen Kotproben z.B. in einer McMaster-Zählkam-

mer gezählt und der Prozentsatz der Eizahlreduktion für den Betrieb wird errechnet. Die Zuverlässigkeit der mittels EZRT gewonnenen Daten hängt wesentlich von der Verwendung eines möglichst sensitiven Nachweisverfahrens, vorzugsweise mit einer Sensitivität von wenigsten 20 EpG, ab. Außerdem ist es wichtig die Kotproben möglichst schnell nach Entnahme (innerhalb von 12 Stunden) zu untersuchen, da es sonst aufgrund der Entwicklung und des möglichen Schlupfes von Strongyloidenlarven zu Beeinträchtigungen des Untersuchungsergebnisses kommen kann (Nielsen et al. 2010c). Die Lagerung bei ca. 4-8°C (und vorzugsweise unter Luftabschluss) führt zur Hemmung der Larvenentwicklung und erlaubt eine Versendung (möglichst mit Kühlakku) am Tag nach der Probennahme.

In kleineren Beständen sollten alle Pferde getestet werden, in größeren Beständen 10-12 Tiere. Die letzte Wurmkur muss bei allen Tieren ausreichend lange, nach Anwendung von PYR und BZ mindestens 8 Wochen, bei ML mindestens 10-12 Wochen, zurück liegen. Zur Berechnung der Wirksamkeit sollten lediglich Pferde mit EpG über 100 herangezogen werden. Die exakte Dosierung entsprechend des korrekten Körpergewichtes (z.B. unter Verwendung eines Maßbandes zur Bestimmung des Brustumfangs), die vollständige sowie vorgeschriebene Applikation der vorschriftsmäßig gelagerten und noch nicht abgelaufenen Präparate sind dabei entscheidende Voraussetzungen für eine aussagekräftige Befunderhebung.

Für BZ und PYR wird eine mittlere Eizahlreduktion von $\geq 90\%$ als ausreichend angesehen, während sie aufgrund der höheren Wirkintensität (d.h. Wirkung von in der Regel $>99\%$ gegenüber empfindlichen Populationen kleiner Strongyloiden) der ML für IVM und MOX mindestens 95% betragen sollte. Wird entsprechend dieses Verfahrens eine verminderte Wirkung ermittelt, liegt ein begründeter Verdacht für das Bestehen einer AR gegen den betreffenden Wirkstoff vor. Eine zweifelsfreie Überprüfung der Wirkung der Anthelminthika lässt sich, unter anderem aus den oben aufgeführten Einschränkungen der quantitativen Kotprobenuntersuchung, allerdings nur mittels eines kontrollierten Testes durch die Bestimmung der intestinalen Wurmmzahl nach Behandlung erreichen. Dies setzt die Sektion der behandelten sowie einer Gruppe unbehandelter Tiere voraus und steht selbstverständlich in der Pferdepraxis nicht zur Wahl. Daher gilt der EZRT hier als das momentan einzige in der Praxis für sämtliche Anthelminthikagruppen anwendbare Verfahren zum Nachweis einer AR (Coles et al. 1992, 2006). Aus den o.a. Gründen sollte im Falle einer mittels EZRT festgestellten unvollständigen Wirkung vor einer abschließenden Beurteilung der EZRT wiederholt werden. Wirkstoffgruppen, für die sich dem entsprechend fundierte Hinweise auf das Vorliegen einer Resistenz ergeben haben, sollten auf dem betreffenden Betrieb zukünftig nicht weiter verwendet werden.

Falls die Überprüfung der Anthelminthika-Wirkung mittels EZRT z.B. aufgrund des damit verbundenen organisatorischen bzw. finanziellen Aufwandes nicht möglich ist, sollte wenigstens die Untersuchung von Kotproben (ggf. lediglich Sammelkotproben) nach der Behandlung vorgenommen werden. Bei positivem Untersuchungsergebnis wäre dann jedoch die Durchführung eines EZRT dringend zu empfehlen.

Zur Überprüfung der Empfindlichkeit von kleinen Strongylisten gegenüber BZ eignet sich jedoch auch als *in vitro* Test der Larven-Schlupf-Hemmtest. Die mittels diesem vergleichsweise wesentlich weniger aufwendigen Verfahren erhobenen Daten korrelierten sehr gut mit den EZRT-Resultaten (Wirtherle et al. 2004).

„Selektive Behandlung“ als neues Konzept der Wurmbekämpfung beim Pferd

Seit einigen Jahren nimmt in der Diskussion über eine Neuorientierung in der Parasitenbekämpfung bei Pferden das Konzept der selektiven Behandlung einen breiteren Raum ein. Dieses Konzept wurde zuvor als neue Perspektive für eine nachhaltigere Wurmbekämpfung bei kleinen Wiederkäuern entwickelt (van Wyk et al. 2001). Die parasitischen Nematoden, vor allem die der Schafe, haben nach jahrzehntelangem intensiven Anthelminthikaeinsatz in vielen Regionen der Welt, bisher v.a. der südlichen Hemisphäre, inzwischen sehr häufig Resistenzen gegen einzelne und zuletzt vermehrt auch gegen mehrere Anthelminthika-Gruppen entwickelt (Wolstenholme et al. 2004). Um die Folgen der Wurmbehandlung hinsichtlich der Selektion resistenter Individuen in der Wurmpopulation zu begrenzen, werden durch dieses Vorgehen nur bestimmte Tiere und nicht die gesamte Gruppe behandelt. Erste Praxisversuche nach diesem Konzept bei Pferden erbrachten viel versprechende Ergebnisse, zeigten aber auch seine Schwachpunkte auf (Matthee und McGeoch 2004, Nielsen et al. 2006, Becher et al. 2009, 2010).

Im Mittelpunkt dieses Konzeptes steht die Identifizierung der zu behandelnden Tiere. Allgemein wird empfohlen, das Prinzip der selektiven Behandlung vorrangig auf ausgewachsene Pferde, also Tiere älter als 4 Jahre, anzuwenden. Jüngere Tiere und Fohlen sollten nicht selektiv, sondern wie bisher regelmäßig nach einem Programm (z.T. lediglich bei positivem Monitoringbefund – siehe Tabelle 1) behandelt werden, da bei ihnen eine Immunität gegenüber Wurminfektionen noch schwach entwickelt ist und somit ohne regelmäßige Wurmbehandlungen ein nicht zu vertretendes Erkrankungsrisiko bestehen würde. Die Behandlung klinisch erkrankter Tiere bleibt hiervon unberührt.

Die wissenschaftliche Grundlage für die Entscheidung, nur bestimmte Tiere einer Gruppe (eines Bestandes) zu behandeln, bildet die Annahme, dass die Empfänglichkeit für eine Infektion mit kleinen Strongylisten eine individuelle, von Pferd zu Pferd stark variierende Eigenschaft ist. Diese Annahme beruht auf der Beobachtung, dass in einer Pferdepopulation einzelne Tiere bei wiederholten Kotprobenuntersuchungen mit jeweils sehr hohen EpG-Ergebnissen auftreten können (Matthee und McGeoch 2004, Nielsen et al. 2006). Gleichzeitig gibt es Pferde, die beständig niedrige oder sogar keine Wurmeier ausscheiden. Der relative Anteil dieser zwei Gruppen in einem Pferdebestand schwankt naturgemäß je nach Altersstruktur, Infektionsdruck, Haltungsweise etc.

Die Ausscheider hoher Eizahlen sind für die Kontamination der Weide hauptsächlich verantwortlich und erhöhen damit das Infektionsrisiko. Um eine Verminderung der Umweltkontamination mit parasitären Infektionsstadien zu erreichen, wird

empfohlen, insbesondere diese Pferde anthelminthisch zu behandeln. Gleichzeitig sollen die Pferde, in deren Kotproben geringe Eizahlen festgestellt wurden, unbehandelt bleiben, um so die Selektion resistenter Würmer in der Gesamtwurmpopulation auf den Weiden des jeweiligen Pferdebetriebes zu verringern. Die Identifizierung der entsprechend zu behandelnden Pferde erfolgt nach den Ergebnissen wiederholter Untersuchungen von individuellen Kotproben (Bestimmung der EpG-Werte) aller Tiere der Gruppe. Einheitliche Empfehlungen zu der Höhe der EpG, nach der dann die Behandlungswürdigkeit vorliegt, existieren gegenwärtig nicht.

Nach dem Konzept der selektiven Behandlung werden also lediglich die starken Ausscheider alljährlich wiederholt behandelt. Die Zeitabstände zwischen zwei Behandlungen können dabei von der Wirkdauer des ausgewählten Wirkstoffes und epidemiologischen Aspekten abhängig gemacht werden. Als ein Indikator der Wirkdauer kann die Zeitdauer bis zum Wiederauftreten der Wurmeiausscheidung (s.o. ERP) herangezogen werden. Sie beträgt nach Literaturangaben für empfindliche Populationen kleiner Strongylisten bei BZ und PYR 4 Wochen, bei IVM etwa 8 Wochen und bei MOX 12 Wochen (Boersema et al. 1996 und 1998, Borgsteede et al. 1993). Aus mehreren in den letzten Jahren veröffentlichten Studien geht hervor, dass bei diesem Vorgehen die Anzahl der Behandlungen erheblich reduziert wird (Matthee und McGeoch 2004, Nielsen et al. 2006, Becher et al. 2010). Vor allem über 4 Jahre alte Pferde werden dabei weniger häufig entwurmt als dies bei Anwendung eines konventionellen Konzeptes zur ‚strategischen Bekämpfung‘ der Fall wäre.

Als kritische Aspekte des Konzeptes der „selektiven Behandlung“ sind (1) parasitologisch-methodische, (2) ethische/rechtliche und (3) ökonomische Kriterien zu sehen:

Zu 1

Wie bereits oben angeführt, weist die quantitative Kotprobenuntersuchung eine geringe Reproduzierbarkeit auf. Wichtige ursächliche Faktoren sind die grundsätzlich methodisch inhärente Variabilität der Untersuchungsergebnisse, die inhomogene Verteilung von Wurmeiern im Kot und die diskontinuierliche Ei-Ausscheidung der Würmer. Dabei treten bei wiederholter Untersuchung derselben Kotprobe regelmäßig Schwankungen im Bereich von über 100% auf. Dies gilt insbesondere für Proben mit niedrigem EpG-Wert.

Zu 2

Es besteht zudem keine zufriedenstellende Korrelation zwischen Eizahl pro Gramm Kot und intestinaler Wurmbürde. Das heißt, dass Pferde deren koproskopischer Befund einen niedrigen EpG-Wert aufweist oder sogar negativ ist, dennoch beträchtliche intestinale Wurmbürden tragen können. Wie Nielsen et al. (2010a) zeigten waren bei den untersuchten Fohlen und Jährlingen mit einem EpG-Wert von <100 im Mittel 30.000 (!) kleine Strongylisten vorhanden und ein Viertel der Pferde trug zwischen 100.000 und 270.000 Würmer in sich. Daher bedeutet das Behandeln je nach Kotprobenbefund, dass das Primat dieses Konzeptes auf der Verringerung der Weidekontamination liegt. Anders als bei den in der Regel als Nutztiere gehaltenen Wiederkäuern, steht in der Pferdemedizin allerdings eher die Gesundheit des Einzeltiers und nicht

der Bestand im Fokus der veterinärmedizinischen Bemühungen. Daher sind Maßnahmen, die wie die selektive Behandlung primär darauf abzielen, die allgemeine Infektionssituation im Bestand zu beeinflussen, häufig weder für die einzelnen Tierbesitzer noch den Tierarzt akzeptabel. In der Regel steht stattdessen der Wunsch der Beseitigung der Wurmbürde im Patienten im Vordergrund. Dieser begründet sich vor allem in der Sorge einer durch den Wurmbefall verursachten klinischen Erkrankung, wie z.B. einer Dünndarmobstipation bei Fohlen durch Spülwürmer (Ryu et al. 2004, Cribb et al. 2006), einer Invaginatio caeci bei Jungpferden durch Bandwurmbefall (Barclay et al. 1982, Owen et al. 1989) oder einer verminösen Arteritis durch *Strongylus vulgaris* (De Lay et al. 2001). Obwohl Koliken häufig keine parasitologische Genese haben,

sondern z.B. oft ernährungsbedingt entstehen, ist ein erhöhtes Kolikrisiko im Zusammenhang mit Wurminfektionen evident (Proudman et al. 1998, Gonçalves et al. 2002, Reinemeyer und Nielsen 2009, Pavone et al. 2010). Daher besteht nicht zuletzt für die verantwortliche Tierärztin bzw. den Tierarzt das Dilemma einer möglichen Konfliktsituation im Falle einer spontan auftretenden intestinalen Erkrankung bei Tieren, die aufgrund niedriger Eiausscheidungsbefunde nicht in die Behandlung einbezogen wurden.

Zu 3

Die Praktikabilität wiederholter Untersuchungen von Kotproben, selbst dann, wenn lediglich Gruppen-/Sammelkotpro-

Tab. 1 Empfehlungen zur Wurmbekämpfung beim Pferd: Differenziert nach Alter bzw. Nutzungsgruppe bei Berücksichtigung von Indikation sowie Untersuchungsbefund (Monitoring)

A. Zuchtstuten				
Behandlungszeitpunkt	Hauptindikation	Wirkstoff(gruppe)	Behandlung	Bemerkung
1-2 Tage nach Abfohlung	Übertragung von <i>Strongyloides westeri</i> auf Fohlen	ML	Jede Stute im Bestand	
Juli/August	Kl. Strongyliden	PYR/BZ (AR-Status im Bestand berücksichtigen)	Jede Stute im Bestand, jedoch nur wenn Befall im Bestand bei Monitoring nachgewiesen (s. Bemerkung)	Monitoring durch Untersuchung von Kotproben (ggf. bis zu 5 Tiere/Sammelkotprobe*), falls positiv ggf. EZRT
November/Dezember	Kl. Strongyliden, ggf. <i>Gasterophilus</i> -Larven, Bandwürmer	ML, + ggf. PZQ	Jede Stute im Bestand, PZQ nur wenn Befall mit Bandwürmern im Bestand nachgewiesen wurde	

Abkürzungen: AR = Anthelminthika-Resistenz, BZ = Benzimidazole, EZRT = Eizahlreduktionstest, IVM = Ivermectin, ML= Makrozyklische Laktone, PZQ = Praziquantel, PYR = Pyrantel * Hinweise zur Erstellung und Untersuchung einer Sammelkotprobe siehe Box A

B: Fohlen				
Behandlungszeitpunkt	Indikation	Wirkstoff(gruppe)	Behandlung	Bemerkung
Alter 4 Wochen* (ca. April/Mai)	<i>Strongyloides westeri</i>	BZ/PYR/IVM	Alle Tiere d. Altersgruppe, jedoch nur wenn Befall im Bestand bei Monitoring nachgewiesen (s. Bemerkung)	Monitoring durch Untersuchung von Kotproben im Alter von 3 Wochen
Alter 2 Monate (ca. Mai/Juni)	<i>P. equorum</i> , kl. Strongyliden	ML, oder BZ/PYR (AR-Status im Bestand berücksichtigen)	Alle Tiere d. Altersgruppe	Monitoring durch Untersuchung von Kotproben (ggf. bis zu 5 Tiere/Sammelkotprobe), falls positiv ggf. EZRT
Alter 5 Monate (ca. August/September)	<i>P. equorum</i> , kl. Strongyliden, ggf. <i>Gasterophilus</i> -Larven, Bandwürmer	ML, + ggf. PZQ	Alle Tiere d. Altersgruppe, PZQ nur wenn Befall mit Bandwürmern im Bestand nachgewiesen wurde	Monitoring durch Untersuchung von Kotproben (ggf. bis zu 5 Tiere/Sammelkotprobe), falls positiv ggf. EZRT
Alter 8 Monate (ca. November, Dezember)	<i>P. equorum</i> , kl. Strongyliden, ggf. <i>Gasterophilus</i> -Larven, Bandwürmer	ML, + ggf. PZQ	Alle Tiere d. Altersgruppe, PZQ nur wenn Befall mit Bandwürmern im Bestand nachgewiesen wurde	Monitoring durch Untersuchung von Kotproben (ggf. bis zu 5 Tiere/Sammelkotprobe), falls positiv ggf. EZRT
Alter 11-12 Monate (ca. Februar, März)	<i>P. equorum</i>	BZ/PYR/ML (AR-Status beachten)	Alle Tiere d. Altersgruppe, jedoch nur wenn Befall im Bestand bei Monitoring nachgewiesen (s. Bemerkung)	Monitoring durch Untersuchung von Kotproben (ggf. bis zu 5 Tiere/Sammelkotprobe), falls positiv ggf. EZRT

Abkürzungen: AR = Anthelminthika-Resistenz, BZ = Benzimidazole, EZRT = Eizahlreduktionstest, IVM = Ivermectin, ML= Makrozyklische Laktone, PZQ = Praziquantel, PYR = Pyrantel *Voraussetzung: Behandlung der Stute 1-2 Tage nach Abfohlung (s. Tab. 1A) mit ML um *Strongyloides*-Infektionen bei Fohlen möglichst zu unterdrücken

C. Jährlinge und Jungpferde (bis einschl. 4 Jahre)				
Behandlungszeitpunkt	Indikation	Wirkstoff(gruppe)	Behandlung	Bemerkung
1-2 Monate nach Weideaustrieb (Juni/Juli)	Kl. Strongyliden, <i>P. equorum</i>	ML	Alle Tiere d. Altersgruppe	
4-5 Monate nach Weideaustrieb (August/September)	Kl. Strongyliden, <i>P. equorum</i>	BZ/PYR (AR-Status im Bestand berücksichtigen)	Alle Tiere d. Altersgruppe, jedoch nur wenn Befall im Bestand bei Monitoring nachgewiesen (s. Bemerkung)	Monitoring durch Untersuchung von Kotproben (ggf. bis zu 5 Tiere/Sammelkotprobe), falls positiv ggf. EZRT
Bei Aufstallung (November/Dezember)	Kl. Strongyliden, <i>P. equorum</i> , ggf. <i>Gasterophilus-</i>	ML, + ggf. PZQ	Alle Tiere d. Altersgruppe, PZQ nur wenn Befall mit Bandwürmer im Bestand nachgewiesen wurde	Monitoring durch Untersuchung von Kotproben (ggf. bis zu 5 Tiere/Sammelkotprobe), falls positiv ggf. EZRT
Februar/März	Kl. Strongyliden, <i>P. equorum</i>	BZ/PYR (AR-Status im Bestand berücksichtigen)	Alle Tiere d. Altersgruppe, jedoch nur wenn Befall im Bestand bei Monitoring nachgewiesen (s. Bemerkung)	Monitoring durch Untersuchung von Kotproben (ggf. bis zu 5 Tiere/Sammelkotprobe), falls positiv ggf. EZRT

Abkürzungen: AR = Anthelminthika-Resistenz, BZ = Benzimidazole, EZRT = Eizahlreduktionstest, IVM = Ivermectin, ML= Makrozyklische Laktone, PZQ = Praziquantel, PYR = Pyrantel

D. 5-Jährige und ältere Pferde mit Weidegang				
Behandlungszeitpunkt	Indikation	Wirkstoff(gruppe)	Behandlung	Bemerkung
1-2 Monate nach Weideaustrieb (Juni/Juli)	Kl. Strongyliden	ML	Alle Tiere d. Altersgruppe	Monitoring durch Untersuchung von Kotproben (ggf. bis zu 5 Tiere/Sammelkotprobe), falls positiv ggf. EZRT
August/September	Kl. Strongyliden	BZ/PYR (AR-Status im Bestand berücksichtigen)	Alle Tiere d. Altersgruppe, jedoch nur wenn Befall im Bestand bei Monitoring nachgewiesen (s. Bemerkung)	Monitoring durch Untersuchung von Kotproben (ggf. bis zu 5 Tiere/Sammelkotprobe), falls positiv ggf. EZRT
November/Dezember	Kl. Strongyliden, ggf. <i>Gasterophilus-</i> Larven, Bandwürmer	ML, + ggf. PZQ	Alle Tiere d. Altersgruppe, PZQ nur wenn Befall mit Bandwürmern im Bestand nachgewiesen wurde	Monitoring durch Untersuchung von Kotproben (ggf. bis zu 5 Tiere/Sammelkotprobe), falls positiv ggf. EZRT
Februar/März	Kl. Strongyliden	BZ/PYR (AR-Status im Bestand berücksichtigen)	Alle Tiere d. Altersgruppe, jedoch nur wenn Befall im Bestand bei Monitoring nachgewiesen (s. Bemerkung)	Monitoring durch Untersuchung von Kotproben (ggf. bis zu 5 Tiere/Sammelkotprobe), falls positiv ggf. EZRT

Abkürzungen: AR = Anthelminthika-Resistenz, BZ = Benzimidazole, EZRT = Eizahlreduktionstest, IVM = Ivermectin, ML= Makrozyklische Laktone, PZQ = Praziquantel, PYR = Pyrantel

Tab 2 Empfehlungen zu Erstellung und koproskopischen Untersuchung einer Sammelkotprobe bei Pferden

Kotprobennahme und Versand:

Vorzugsweise frischen, d.h. rektal entnommenen oder vom Boden aufgenommenen Kot (nicht älter als 2 Stunden). Bei täglichem Ausmisten ggf. auch über Nacht ausgeschiedener Kot verwendbar. Allerdings besteht die Möglichkeit der Larvenentwicklung und damit der Reduzierung der Sensitivität, besonders bei wärmeren Temperaturen.

Anzahl der in eine Probe zusammenfassenden Pferde: 5 Tiere einer Altersgruppe, d.h. Fohlen, Jährlinge, Stuten, >5 Jahre alte Pferde
Mindestmenge Kot pro Tier: 10 Gramm

Kot möglichst am selben Tag verschicken, so dass er am darauffolgenden Tag im Untersuchungslabor eintrifft (in der Regel nicht am Donnerstag oder Freitag verschicken). Falls Versendung erst zu einem späteren Zeitpunkt, Kot bei 4-8°C lagern.

Kotuntersuchung und Befundung:

Je Tier 10 Gramm Kot abwiegen und gründlich durchmischen

Untersuchungsverfahren mit hoher Sensitivität (FLOTAC oder Anreicherungsverfahren) verwenden

Je nach Untersuchungsverfahren quantitativer (FLOTAC) oder semi-quantitativer (Anreicherung) Befund

ben untersucht werden, ist durch den erforderlichen organisatorischen und finanziellen Aufwand eingeschränkt (z.B. für eine quantitative Kotprobenuntersuchung 8-10 Euro zzgl. MwSt. an parasitologischen Instituten der veterinärmedizinischen Bildungsstätten in Hannover, Leipzig und Berlin). Durch wiederholte Kotprobenuntersuchungen kann versucht wer-

den, die o.a. Variabilität der Ergebnisse in begrenztem Umfang zu verringern und so eine ggf. vorhandene Tendenz zu hoher oder niedriger Eiausscheidung bei dem jeweiligen Pferd zu erkennen. Diese Festlegung sollte anschließend jedoch durch regelmäßige Untersuchungen überwacht werden. Aufgrund des bei jüngeren Pferden weniger ausgepräg-

ten Immunstatus sollten grundsätzlich lediglich ältere Pferde (z.B. > 5 Jahre), bei kontinuierlichem Monitoring der Eiausscheidung und bei gleichzeitig begleitenden hygienischen Maßnahmen (z.B. 2x wöchentliches Kotabsammeln), nach dem Prinzip der selektiven Behandlung entwurmt werden (Matthee und McGeoch 2004). Ob sich allerdings die mit den entsprechenden Maßnahmen einhergehenden Kosten in der Mehrzahl der Betriebe realisieren lassen ist zumindest fraglich. Zudem erscheint es in Analogie zu entsprechenden Modellrechnungen bei Trichostrongyliden der Schafe (Barnes et al. 1995) auch zweifelhaft, ob eine niedrig frequente Entwurmung aller Tiere einer Altersgruppe entsprechend der in Tabelle 1 angegebenen Hinweise, überhaupt zur Selektion von resistenten Wurmpopulationen führt.

Schlussfolgernd erscheint aus Sicht der Autoren daher die Anwendung der selektiven Behandlung, z.B. unter Verwendung eines quantitativen Eizahlgrenzwertes, für die Wurmkontrolle beim Pferd weder als allgemein angemessen noch überzeugend begründbar. Im folgenden Abschnitt wird, in Verbindung mit Tabelle 1, dem gegenüber ein nach Alters- und Nutzungsgruppen differenziertes und auf parasitologische Monitoringbefunde basierendes Konzept empfohlen, dass auf die Anwendung eines Eizahlgrenzwertes verzichtet.

Praxisorientierte Empfehlungen zur nachhaltigen Wurmkontrolle beim Pferd

Allgemeine Empfehlungen

Bei der Entwicklung eines bestandsspezifischen Konzeptes zur Wurmbekämpfung müssen neben dem jeweils vorliegenden Wurmbefall und den zur Verfügung stehenden Anthelminthika weitere Faktoren, wie die von Jahr zu Jahr witterungsbedingt unterschiedliche epidemiologische Situation, das Alter der Tiere (Jungpferde stärker gefährdet und stärkere Ausscheider bei kürzerer ERP), der physiologische Zustand, die Funktion (Zucht, Sport, Freizeit), die Haltungsverhältnisse und das Management verstärkt berücksichtigt werden. Regelmäßig (optimal 1x pro Jahr und Wirkstoffgruppe) sollte die Wirksamkeit der im Bestand eingesetzten Wirkstoffe mittels EZRT geprüft werden. Dabei kann es von Vorteil sein für die Beprobung (ca. 14 Tage) nach Behandlung vor allem die Pferde auszuwählen die vor Behandlung die höchsten Eiausscheidungszahlen gezeigt haben (Samson-Himmelstjerna et al. 2009).

Grundsätzlich sollte jedes neu in den Bestand integrierte Pferd unmittelbar vor der Zustallung mit einem wirksamen Anthelminthikum behandelt werden, um den Import von Würmern zu vermeiden. Dabei sollte eine Erfolgskontrolle ca. 14 Tage nach Behandlung vorgenommen werden, um die Einführung resistenter Würmer vermeiden zu können. Idealerweise sollten die neu aufgestellten Pferde dabei bis zum Zeitpunkt der Nachkontrolle in Quarantäne gehalten werden.

Spezifische Empfehlungen

Aus den bisher dargestellten Sachverhalten geht hervor, dass es universelle Behandlungsschemata, die für alle Altersgruppen, Nutzungs- und Nutzungsformen sinnvoll sind, nicht geben kann. Um einen groben Anhaltspunkt für die Entwicklung eines

Evidenz-basierten Konzeptes der Wurmbekämpfung zu geben, wird in Tabelle 1 beispielhaft ein möglicher Maßnahmenplan für einen Betrieb mit Zucht- und Reitpferden, die sämtlich Weidegang haben, aufgeführt. Hier wurden für Deutschland durchschnittliche Witterungs- sowie epidemiologische Verläufe zu Grunde gelegt und eine Besatzdichte von 1000 kg KGW/ha angenommen. Die Maßnahmen werden differenziert nach Alters- bzw. Nutzungsgruppen ausgerichtet. Es ist wichtig hervorzuheben, dass die hier ausgeführten Empfehlungen nicht ohne entsprechende Berücksichtigung der auf dem jeweiligen Betrieb bestehenden epidemiologischen Verhältnisse anzuwenden sind. So kann beispielsweise bei sehr hohem Infektionsdruck und schlechten hygienischen Bedingungen eine intensivere anthelminthische Bekämpfung erforderlich sein.

Um eine gezielte und an die jeweilige tatsächliche Bestandsituation adaptierte Verwendung von Anthelminthika erreichen zu können, ist das parasitologische Monitoring von entscheidender Bedeutung. Dieses dient dem Zweck der regelmäßigen, qualitativen Erfassung der aktuellen Infektionssituation auf dem jeweiligen Bestand. Die sensitivste und zuverlässigste Form eines derartigen parasitologischen Monitorings stellt die regelmäßige Untersuchung von Einzelkotproben dar. Dabei richtet sich der zeitliche Untersuchungsabstand an der Präpatenz sowie der Pathogenität des jeweils im Vordergrund stehenden Erregers und teilweise an dem jahreszeitlich variierenden Infektionsrisiko aus. Bei Fohlen wäre dem entsprechend während des ersten Lebensjahres eine 3-4 wöchentliche Untersuchung ideal während bei Jährlingen und Adulten während der Weidesaison ein 2-3 monatiges Monitoring ausreichend sein sollte. Häufig werden die mit den o.a. Untersuchungsintensitäten verbundenen Kosten nicht realisierbar sein. Daher müssen alternativ weniger aufwendige Maßnahmen, die allerdings ebenfalls ein vertretbar zuverlässiges Parasitenmonitoring gewährleisten, gefunden werden. Durch die Verwendung von Sammelkotproben von jeweils bis zu 5 Tieren pro Altersgruppe (d.h. bei mehr als 5 Tieren pro Bestand/Altersgruppe sollten entsprechend mindestens zwei oder mehr Sammelkotproben untersucht werden) wird dies in der Regel mit ausreichender Sicherheit und gleichzeitig begrenztem Aufwand erreicht (siehe Tab. 2).

Eine Behandlungsindikation besteht entsprechend diesem Konzept sobald ein positives Untersuchungsergebnis vorliegt und zieht die anthelminthische Therapie aller Tiere der betreffenden Alters- bzw. Nutzungsgruppe nach sich. Hierdurch wird ein gezielter und spezifisch begründeter Wurmmittelinsatz erreicht. Bei Anwendung dieses Konzeptes wird sich die hieraus resultierende Behandlungsfrequenz in der weit überwiegenden Zahl der hierzulande vorkommenden Betriebe auf 2-3 pro Jahr und Wirkstoffgruppe beschränken. Eine derartige Behandlungsfrequenz sollte vermutlich zu keiner signifikanten AR-Selektion führen, so dass auch das Ziel der Resistenzvermeidung mit diesem Konzept erreicht werden würde. Zu einer selektiven Behandlung ausschließlich koproskopisch positiver einzelner Tiere wird aufgrund diverser, oben erläuteter Gründe nicht geraten.

Behandlungsmaßnahmen von Jungtieren gegen Spulwürmer

Herkömmlich werden Infektionen mit Spulwürmern bei Fohlen bis zu einem Alter von einem Jahr in 8-12 Wochen-Intervall-

len mit BZ (erhöhte Dosierung) oder PYR behandelt. Auch ML können mit sehr guter Wirkung verwendet werden. Dabei sollte MOX erst ab einem Alter von mindestens 4 Monaten angewendet werden. CAVE: Grundsätzlich ist bei der Verwendung von ML in dieser Indikation die in den letzten Jahren vermehrt auftretende Resistenz zu berücksichtigen. Außerdem besteht insbesondere bei hohem Verwurmungsgrad offenbar ein erhöhtes Risiko für posttherapeutische Koliksymptome, vermutlich aufgrund von Obstipation durch Wurmkonglomerate, die bei unmittelbarer Abtötung der Wurmbürde entstehen (Cribb et al. 2006).

Die Autoren dieses Beitrages empfehlen unter der Voraussetzung eines geringgradigen Infektionsdrucks, wie er hierzulande auf der überwiegenden Zahl der Betriebe vorherrscht, bei Fohlen Spulwurmbehandlungen im dreimonatigen Abstand. Bei einer Präpatenz von 10-12 Wochen schließt dieses Behandlungsintervall patente Infektionen allerdings nicht aus. Unter Berücksichtigung der sich verschärfenden AR-Situation bei Spulwürmern sowie der o.a. epidemiologischen Situation erscheint es jedoch geboten, einen Kompromiss zwischen Reduzierung der parasitären Belastung und notwendiger Vermeidung von AR zu wählen. Darüber hinaus sollte eine begrenzte Auseinandersetzung mit dem Infektionserreger die Immunitätsentwicklung fördern.

Behandlungsmaßnahmen bei Bandwurmbefall und Magendasseln

Durch die Verwendung von PZQ (Kombinations-)produkten oder von PYR (in erhöhter Dosierung) können Bandwürmer in der Mitte und am Ende der Weidezeit erfasst werden. Die ML besitzen auch eine sehr gute Wirkung gegen die Larvenstadien der Magendasseln (*Gasterophilus spp.*) und sollten gegen diese bei der Aufstallungsbehandlung nach Ende der Weidesaison eingesetzt werden.

Hygiene- und Managementmaßnahmen

Die chemotherapeutische Wurmbekämpfung muss durch Anwendung hygienischer und Managementmaßnahmen ergänzt werden, um so die Kontamination mit Infektionsstadien so weit wie möglich zu begrenzen und die Behandlungsnotwendigkeit einzuschränken. Dazu gehören im Stall wiederholtes Reinigen und Desinfizieren, tägliches Ausmisten und Kompostieren des Mistes. Auf der Weide zählt hierzu, neben einer adäquaten Besatzdichte (1000 kg KGW/ha), das Absammeln des Kotes (2-3Mal/Woche), Reinigungsschnitt für Geilstellen, Mischbeweidung (bzw. Nachweidung) mit Rindern oder Schafen (1: 4-6), alternative Weidenutzung (Heu, Heulage, Silage), Weidepflege (Eggen, Abschleppen) und Umtriebsweide. Antiparasitäre Hygienemaßnahmen im Stall mit dem Ziel, das Ansteckungsrisiko zu minimieren, sind hier vorrangig gegen den Spulwurm gerichtet. Jüngere Untersuchungen zeigten, dass die regelmäßige Desinfektion zu einer Verringerung des Ansteckungsrisikos mit Spulwurmeiern führt (Fritzen et al. 2010). Ob Pferde vor oder nach einem Umtrieb behandelt werden sollten, bleibt strittig, da bei beiden Möglichkeiten bisher unklar ist, ob das Ansteckungsrisiko oder das Refugium erheblich beeinflusst werden.

Danksagungen

Die Autoren danken Herrn Dr. Christian Epe, Novartis Animal Health, und Herrn Dr. Markus Lämmer, Gestüt Lewitz, für die Durchsicht des Manuskriptes und für hilfreiche Kommentare.

Literatur

- Abbott E., Bairden K., Barger I., Cobb R., Kennedy T. und Reinemeyer C. (2004) Anthelmintic resistance and use of anthelmintics in horses. *Vet. Rec.* 154, 62-64
- Barclay W. P., Phillips T. N. und Foerner J. J. (1982) Intussusception associated with Anoplocephala perfoliata infection in five horses. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 180, 752-753
- Barnes E. H., Dobson R. J. und Barger I. A. (1995) Anthelmintic Resistance: Adventures with a Model. *Parasitol. Today* 11, 56-63
- Becher A., Nielsen M. K., Kaplan R. M. und Pfister K. (2009) Entwurmen wir zu viel? Medizinische und wirtschaftliche Chancen eines Besitzer-Beratungsprogramms. *Kongressberichte 24. Bayerischer Tierärzertag*, 236-237
- Becher A. M., Mahling M., Nielsen M. K. und 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, 116-122
- Boersema J. H., Eysker M., Maas J. und van der Aar W. M. (1996) Comparison of the reappearance of strongyle eggs in foals, yearlings and adult horses after treatment with ivermectin or pyrantel. *Vet. Q.* 18, 7-9
- Boersema J. H., Eysker M. und Nas J. W. (2002) Apparent resistance of *Parascaris equorum* to macrocyclic lactones. *Vet. Rec.* 150, 279-281
- Boersema J. H., Eysker M. und van der Aar W. M. (1998) The reappearance of strongyle eggs in the faeces of horses after treatment with moxidectin. *Vet. Q.* 20, 15-17
- Borgsteede F. H. M., Boersema J. H., Gaasenbeek C. P. und van der Burg W. P. (1993) The reappearance of eggs in faeces of horses after treatment with ivermectin. *Vet. Q.* 15, 24-26
- Cirak V. Y., Kar S. und Gingin O. (2010) [A Survey on Anthelmintic Resistance in Strongyles to Ivermectin and Pyrantel and Macrocyclic Lactone-Resistance in *Parascaris equorum*.] [Article in Turkish] *Turkiye Parazitol. Derg.* 34, 35-39
- Coles G. C., Bauer C., Borgsteede F. H., Geerts S., Klei T. R., Taylor M. A. und Waller P. J. (1992) World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Vet. Parasitol.* 44, 35-44
- Coles G. C., Eysker M., Hodgkinson J., Matthews J. B., Kaplan R. M., Klei T. R. und Sangster N. C. (2003) Anthelmintic resistance and use of anthelmintics in horses. *Vet. Rec.* 153, 636
- Coles G. C., Jackson F., Pomroy W. E., Prichard R. K., von Samson-Himmelstjerna G., Silvestre A., Taylor M. A. und Vercruysse J. (2006) The detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Vet. Parasitol.* 136, 167-185
- Craig T. M., Diamond P. L., Ferwerda N. S. und Thompson J. A. (2007) Evidence of ivermectin resistance by *Parascaris equorum* on a Texas horse farm. *J. Eq. Vet. Sci.* 27, 67-71
- Cribb N. C., Cote N. M., Bouré L. P. und Peregrine A. S. (2006) Acute small intestinal obstruction associated with *Parascaris equorum* infection in young horses: 25 cases (1985-2004). *N. Z. Vet. J.* 54, 338-343
- Delay J., Peregrine A. S. und Parsons D. A. (2001) Verminous arteritis in a 3-month-old thoroughbred foal. *Can. Vet. J.* 42, 289-291
- Drogemuller M., Failing K., Schnieder T. und Samson-Himmelstjerna G. von (2004) Effect of repeated benzimidazole treatments with increasing dosages on the phenotype of resistance and the beta-tubulin codon 200 genotype distribution in a benzimidazole-resistant cyathostomin population. *Vet. Parasitol.* 123, 201-213

- Fritzen B., Rohn K., Schnieder T. und Samson-Himmelstjerna G. von (2010) Endoparasite control management on horse farms – lessons from worm prevalence and questionnaire data. *Equine vet. J.* 42, 79-83
- Gonçalves S., Julliard V. und Leblond A. (2002) Risk factors associated with colic in horses. *Vet. Res.* 33, 641-652
- Hearn F. P. und Peregrine A. S. (2003) Identification of foals infected with *Parascaris equorum* apparently resistant to ivermectin. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 223, 482-485
- Hinney B. (2008) Prävalenz von Helminthen und Risikofaktoren für ihre Befallsstärke bei Pferden in Brandenburg. Diss. Med. Vet. Berlin
- Lind E. O. und Christensson D. (2009) Anthelmintic efficacy on *Parascaris equorum* in foals on Swedish studs. *Acta Vet. Scand.* 51, 45
- Lindgren K., Ljungvall O., Nilsson O., Ljungström B.L., Lindahl C. und 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
- Lyons E. T., Tolliver S. C., Ionita M. und Collins S. S. (2008a) Evaluation of parasitocidal 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., Ionita M., Lewellen A. und Collins S. S. (2008b) 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., Collins S. S., Ionita M., Kuzmina T. A. und Rossano M. (2010) 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.* [Epub ahead of print]
- Matthee S. und McGeoch M. A. (2004) Helminths in horses: use of selective treatment for the control of strongyles. *J. S. Afr. Vet. Assoc.* 75, 129-136
- Molento M., Antunes J. und Bentes R. N. (2008) Anthelmintic resistance in Brazilian horses. *Vet. Rec.* 162, 384-385
- Nielsen M. K., Haaning N. und Olsen S. N. (2006) Strongyle egg shedding consistency in horses on farms using selective therapy in Denmark. *Vet. Parasitol.* 135, 333-335
- Nielsen M. K., Baptiste K. E., Tolliver S. C., Collins S. S. und 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., Fritzen B., Duncan J. L., Guillot J., Eysker M., Dorchies P., Laugier C., Beugnet F., Meana A., Lussot-Kervern I. und Samson-Himmelstjerna G. von (2010b) Practical aspects of equine parasite control: A review based upon a workshop discussion consensus. *Equine vet. J.* 42, 460-468
- Nielsen M. K., Vidyashankar A. N., Andersen U. V., Delisi K., Pilegaard K. und Kaplan R. M. (2010c) Effects of fecal collection and storage factors on strongylid egg counts in horses. *Vet. Parasitol.* 167, 55-61
- Owen R. A., Jagger D. W. und Quan-Taylor R. (1989) Caecal intussusceptions in horses and the significance of *Anoplocephala perfoliata*. *Vet. Rec.* 124, 34-37
- Pavone S., Veronesi F., Piergili Fioretti D. und Mandara M. T. (2010) Pathological changes caused by *Anoplocephala perfoliata* in the equine ileocecal junction. *Vet. Res. Commun.* 34 Suppl 1, 53-56
- Proudman C. J., French N. P. und 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
- Reinemeyer C. R. und Nielsen M. K. (2009) Parasitism and colic. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 25, 233-245
- Ryu S. H., Jang J. D., Bak U. B., Lee C., Youn H. J. und Lee Y. L. (2004) Gastrointestinal impaction by *Parascaris equorum* in a Thoroughbred foal in Jeju, Korea. *J. Vet. Sci.* 5, 181-182
- Schougaard H. und Nielsen M. K. (2007) Apparent ivermectin resistance of *Parascaris equorum* in foals in Denmark. *Vet. Rec.* 160, 439-440
- Stoneham S. und Coles G. (2006) Ivermectin resistance in *Parascaris equorum*. *Vet. Rec.* 158, 572
- Traversa D., von Samson-Himmelstjerna G., Demeler J., Milillo P., Schürmann S., Barnes H., Otranto D., Perrucci S., di Regalbono A.F., Beraldo P., Boeckh A. und Cobb R. (2009) Anthelmintic resistance in cyathostomin populations from horse yards in Italy, United Kingdom and Germany. *Parasit. Vectors* 52 (Suppl.2), 1-7
- Vercruysse J., Hennessy D., Jacobs D., Donoghue A. und Krecek T. (2004) Anthelmintic resistance and use of anthelmintics in horses. *Vet. Rec.* 154, 96
- Veronesi F., Moretta I. und Moretti A. (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
- Samson-Himmelstjerna G. von, Fritzen B., Demeler J., Schürmann S., Rohn K., Schnieder T. und 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 G. von, Traversa D., Demeler J., Rohn K., Milillo P., Schürmann S., Lia R., Perrucci S., di Regalbono A.F., Beraldo P., Barnes H., Cobb R. und 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, 2 Suppl 2, S3
- Wirthlerle N., Schnieder T. und Samson-Himmelstjerna G. von (2004) Prevalence of benzimidazole resistance in horse farms in Germany. *Vet. Rec.* 156, 39-41
- Wolstenholme A. J., Fairweather I., Prichard R., Samson-Himmelstjerna G. von und Sangster N. C. (2004) Drug resistance in veterinary helminths. *Trends Parasitol.* 20, 469-476
- Wyk J. A. van (2001) Refugia - overlooked as perhaps the most potent factor concerning the development of anthelmintic resistance. *Onderstepoort J. Vet. Res.* 68, 55-67
- Wyk J. J. van, Hoste H., Kaplan R. M. und Besier R. B. (2001) Targeted selective treatment for worm management – How do we sell rational programs to farmers? *Vet. Parasitol.* 139, 336-346

Prof. Georg von Samson-Himmelstjerna
 Institut für Parasitologie und Tropenveterinärmedizin
 Freie Universität Berlin
 Königsweg 67
 14163 Berlin
 gvsamson@vetmed.fu-berlin.de