ESCCAP

EUROPEAN SCIENTIFIC COUNSEL COMPANION ANIMAL PARASITES®

Empfehlungen zur Behandlung und Kontrolle gastrointestinaler Parasiten bei Pferden und anderen Equiden

Deutsche Adaption der ESCCAP-Empfehlung Nr. 8, August 2019

Präambel

Inhalt der vorliegenden Veröffentlichung ist die im August 2019 überarbeitete Fassung der deutschen Adaption der europäischen ESCCAP-Empfehlung Nr. 8 zur Behandlung und Kontrolle gastrointestinaler Parasiten bei Pferden und anderen Equiden, erstellt in Kooperation von ESCCAP Deutschland e.V. und den nationalen Partnern:

- Bundestierärztekammer e.V. (BTK, Ausschuss Pferd)
- Bundesverband Praktizierender Tierärzte e.V. (bpt)
- Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft e.V. (DVG, Fachgruppe Pferdekrankheiten)
- Gesellschaft für Pferdemedizin (GPM)

An dem Update der vorliegenden deutschen Adaption der europäischen ESCCAP-Empfehlung beteiligte Autoren waren:

- Prof. h.c. (KazATU) Dr. Christian Bauer, Dipl. EVPC, Institut für Parasitologie, Fachbereich Veterinärmedizin, Justus-Liebig-Universität Gießen
- Prof. Dr. Peter-Henning Clausen, Dipl. EVPC, Institut für Parasitologie und Tropenveterinärmedizin, Freie Universität Berlin
- Prof. Dr. Hubertus Hertzberg, Dipl. EVPC, Institut für Parasitologie, Vetsuisse-Fakultät, Universität Zürich
- Prof. Dr. Anja Joachim, Dipl. EVPC, Institut für Parasitologie, Veterinärmedizinische Universität Wien
- Prof. Dr. Christina Strube, PhD, Institut für Parasitologie, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
- Prof. Dr. Georg von Samson-Himmelstjerna, Dipl. EVPC, Institut für Parasitologie und Tropenveterinärmedizin, Freie Universität Berlin, Vorsitzender ESCCAP Deutschland e.V.

1. Hintergrund 4

2. Einleitung 4

3. Allgemeine Faktoren: Alter, Haltung, Nutzung, Wetter und Klima 5

4. Spezifische Informationen und Empfehlungen für die Bekämpfung ausgewählter gastrointestinaler Parasiten der Pferde 6

4.a. Kleine Strongyliden (Nicht-migrierende Strongyliden) 6

4.b. Große Strongyliden (Migrierende Strongyliden) 9

4.c. Spulwürmer (*Parascaris equorum* und *Parascaris univalens*) 12

4.d. Bandwürmer (*Anoplocephala perfoliata*, *Anoplocephala magna* und *Paranoplocephala mamillana*) 14

4.e. Dasselfliegen (*Gasterophilus* spp.) 16

4.f. Zwergfadenwürmer (*Strongyloides westeri*) 17

4.g. Pfriemenschwänze (*Oxyuris equi*) 18

5. Maßnahmen gegen freilebende Parasitenstadien in der Umwelt 20

6. Allgemeine Entwurmungsstrategien für Fohlen, Jährlinge, adulte Pferde und Stuten (spezifische Behandlungsempfehlungen im Jahresverlauf) 21

6.1. Selektive Entwurmung 21

6.2. Strategische Entwurmung 23

7. Schulung des Praxisteams, Empfehlungen für Pferdebesitzer 25

8. Diagnose von Wurmbefall und Anthelminthika-Resistenzen 26

8.1. Diagnose von Wurmbefall 26

8.2. Diagnose von Anthelminthika-Resistenzen 26

9. Anhang: Weitere Parasitenspezies 27

Großer Leberegel (*Fasciola hepatica*) 27

Lungenwurm (*Dictyocaulus arnfieldi*) 27

Magenwürmer (*Trichostrongylus axei, Habronema* spp. und *Draschia megastoma*) 28

10. Glossar 30

Danksagung 31

1. Hintergrund

Das European Scientific Counsel Companion Animal Parasites (ESCCAP) wurde 2005 in Großbritannien gegründet. Heute gibt es 12 nationale ESCCAP-Organisationen, die 16 europäische Länder vertreten. ESCCAP Deutschland e.V. stellt die ESCCAP-Assoziation für Deutschland und Österreich dar. Ziel von ESCCAP ist es, Tierärzten praktische, unabhängige und fachlich fundierte Empfehlungen für den bestmöglichen Schutz von Kleintieren und Pferden vor Parasiteninfektionen und Erkrankungen zur Verfügung zu stellen. Gleichzeitig werden Empfehlungen zur Begrenzung der Risiken durch Parasiten mit Zoonosepotenzial gegeben. Zu diesem Zweck hat ESCCAP bereits mehrere spezifische Empfehlungen über Ekto- und Endoparasitenbefall bei Hunden und Katzen veröffentlicht. Dies sind nun die ersten Empfehlungen für die Bekämpfung gastrointestinaler Parasiten bei Pferden und anderen Equiden im gewohnten Format der bereits vorliegenden ESCCAP-Veröffentlichungen.

2. Einleitung

Als Weidetiere können Pferde sowie andere Equiden von einer großen Zahl unterschiedlicher gastrointestinaler Parasiten befallen werden. Jedes Pferd mit Weidegang ist lebenslang wiederholt Infektionen mit gastrointestinalen Parasiten verschiedener Spezies ausgesetzt. Auch Pferde, die ausschließlich oder vorwiegend im Stall oder auf grasfreien Koppeln gehalten werden, können betroffen sein und von gastrointestinalen Würmern wie Rund- oder Bandwürmern befallen werden. Die Prävention und Bekämpfung parasitärer Infektionen bei Pferden ist deshalb eine dauerhafte Aufgabe für TierärztInnen, LeiterInnen von Pferdebetrieben und PferdebesitzerInnen.

Dank der guten Verfügbarkeit und der häufigen Anwendung von gegen die meisten relevanten gastrointestinalen Parasiten wirksamen sowie gut verträglichen Anthelminthika treten Fälle klinischer Erkrankungen bei Pferden heute sehr viel seltener auf, als dies noch bis vor ca. vier Jahrzehnten der Fall war. Da bislang jedoch keine Parasitenspezies ausgerottet werden konnte und kein protektiver Impfstoff gegen Parasiten von Pferden zur Verfügung steht, sind auch weiterhin routinemäßige Überwachungs- und Bekämpfungsmaßnahmen zum Schutz der Gesundheit der Pferde erforderlich.

Die vollständige Berücksichtigung sämtlicher equiner gastrointestinaler Parasiten würde die Grenzen dieser Empfehlungen sprengen. Daher werden an dieser Stelle lediglich die klinisch relevantesten Parasiten mit den höchsten Prävalenzen in Europa behandelt. Diese sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Ziel dieser Empfehlung ist es, dem Pferdepraktiker/der Pferdepraktikerin kurz gefasste Informationen und praktische Empfehlungen zu den wichtigsten gastrointestinalen Parasiten bei Pferden an die Hand zu geben. Dies wird durch einen aktuellen Überblick über diese Parasiten unter den zurzeit herrschenden epidemiologischen Bedingungen in Europa ergänzt. Der Schwerpunkt dieser Empfehlungen liegt auf der Minimierung von Infektionen mit diesen Parasiten und der entsprechenden klinischen Parasitosen. Die ESCCAP-Empfehlung umfasst Maßnahmen zur Diagnostik und nachhaltigen Prävention (Prophylaxe und Metaphylaxe) unter Berücksichtigung der spezifischen Erfordernisse bei Pferden unterschiedlicher Altersgruppen, Haltungsformen und Nutzungsarten.

Tabelle 1: Liste ausgewählter equiner Endoparasitenspezies, ihrer Lokalisation und der für die Anwendung bei Pferden in Europa zugelassenen Arzneimittelklassen.

Parasitenspezies	Lokalisation	Morphologische Merkmale	Verfügbare Antiparasitika[1] (Auswahl)
Anoplocephala perfoliata und andere Bandwürmer	Dünndarm/Zäkum	4–8 cm lang, flach, segmentiert	PZQ^{ISO}, (PYR^{PY}, aber nur partiell wirksam in 2- bis 3-facher Dosierung)
Cyathostominen (kleine Strongyliden)	Dickdarm	0,5–2 cm lang, rund, dünn, kleine Mundkapsel	IVM^{ML}, MOX^{ML}, FBZ^{BZ}, PYR^{PY}, PIP^{VA}
	Schleimhautstadien/ enzystierte Stadien		MOX^{ML}, (FBZ^{BZ}, aber nur bei wiederholter Behandlung an fünf aufeinanderfolgenden Tagen)
Dictyocaulus arnfieldi	Lunge	2,5–8,5 cm lang, rund	IVM^{ML}, MOX^{ML}, FBZ^{BZ}
Fasciola hepatica	Leber	Bis zu 5 x 1 cm, flach, blattartig	Kein Wirkstoff zugelassen (Umwidmung von TCBZ^{BZ})
Gasterophilus spp. (Dasselfliegenlarven)	Maul, Ösophagus, Magen, Darm	L3 1,5–2 cm lang, fassförmig, zwei Mundhaken	IVM^{ML}, MOX^{ML}
Habronema spp., *Draschia megastoma*	Magen	1,0–2,5 cm, dünn, haarartig	IVM^{ML}, MOX^{ML}
Oxyuris equi (Pfriemenschwänze)	Dickdarm/Rektum	♀ 4–15 cm, spitz zulaufender Schwanz, ♂ 0,9–1,2 cm	IVM^{ML}, MOX^{ML}, FBZ^{BZ}, PYR^{PY}
Parascaris equorum, *P. univalens* (Spulwürmer)	Dünndarm	♀ 16–50 cm, ♂ 15–28 cm, rund, Mundöffnung mit drei Lippen	IVM^{ML}, MOX^{ML}, FBZ^{BZ}, PYR^{PY}, PIP^{VA}
	Lungenstadien		IVM^{ML}
Strongyloides westeri	Dünndarm	0,8 cm, sehr dünn	IVM^{ML}, MOX^{ML}, FBZ^{BZ}
Trichostrongylus axei	Magen	0,4 cm, haarfein	IVM^{ML}, MOX^{ML}
Strongylus vulgaris, *Strongylus equinus*, *Strongylus edentatus* (große Strongyliden)	Dickdarm	1-5 cm lang, dünn, rund, große Mundkapsel	IVM^{ML}, MOX^{ML}, FBZ^{BZ}, PYR^{PY}, PIP^{VA}
	Wandernde/ somatische Stadien		IVM^{ML}, MOX^{ML}, (FBZ^{BZ} nur partiell wirksam gegen *S. vulgaris* und *S. edentatus*)

[1] Arzneimittel und Arzneimittelklassen: Benzimidazole (BZ), Fenbendazol (FBZ), Isochinolin-Derivate (ISO), Ivermectin (IVM), makrozyklische Laktone (ML), Moxidectin (MOX, Cave: Moxidectin nur bei Pferden > 4 Monaten anwenden), Piperazin (PIP), Pyrimidine (PY), Pyrantel (PYR), Triclabendazol (TCBZ), Praziquantel (PZQ) und verschiedene andere (VA). Rote Exponenten weisen darauf hin, dass für diese Arzneimittelklasse bei dieser Parasitenspezies Fälle von Anthelminthika-Resistenz in Europa beschrieben wurden.

3. Allgemeine Faktoren: Alter, Haltung, Nutzung, Wetter und Klima

Voraussetzung für eine wirksame und nachhaltige Parasitenbekämpfung bei Pferden ist die konsequente Anwendung sämtlicher bekannter präventiver Managementmaßnahmen. Diese sind dem spezifischen Bedarf des jeweiligen Pferdetyps und den jeweiligen Haltungsbedingungen individuell anzupassen.

Einige parasitäre Infektionen, zum Beispiel mit Spulwürmern, führen zu einer partiell protektiven Immunantwort. Ältere Pferde benötigen deshalb zum Schutz vor einer Erkrankung normalerweise keine intensive metaphylaktische Behandlung oder spezifische Haltungsmaßnahmen. Bei Pferden ohne Weidegang ist in der Regel keine starke Exposition gegenüber Strongyliden und Bandwürmern zu erwarten.

Im Rahmen der Beurteilung erforderlicher Bekämpfungsmaßnahmen sollte stets auch berücksichtigt werden, welche Auswirkungen das Klima und das Wetter zum Beispiel auf die Entwicklung und Epidemiologie von Parasiten, wie z. B. den großen und kleinen Strongyliden, haben können.

4. Spezifische Informationen und Empfehlungen für die Bekämpfung ausgewählter gastrointestinaler Parasiten der Pferde

(biologische Schlüsselfaktoren, Entwicklungszyklus, Epidemiologie/Prävalenz, klinische Symptome, Diagnose, Arzneimittelbehandlung/Resistenzen)

4.a. Kleine Strongyliden (nicht-migrierende Strongyliden)

Hierzu gehören die Cyathostominen und andere nicht-migrierende kleine Strongyliden (*Triodontophorus* spp., *Craterostomum* spp., *Bidentostomum spp. und Oesophagodontus spp.*). Infektionen mit kleinen Strongyliden treten in allen europäischen Ländern auf und kommen praktisch in sämtlichen Pferdehaltungen vor. Die Infektion erfolgt hauptsächlich auf der Weide durch perorale Aufnahme der infektionsfähigen dritten Larvenstadien (L3), die anschließend eine larvale Entwicklung in der Darmschleimhaut durchlaufen, bevor sie wieder in das Darmlumen eintreten (Abb. 1 und Abb. 2).

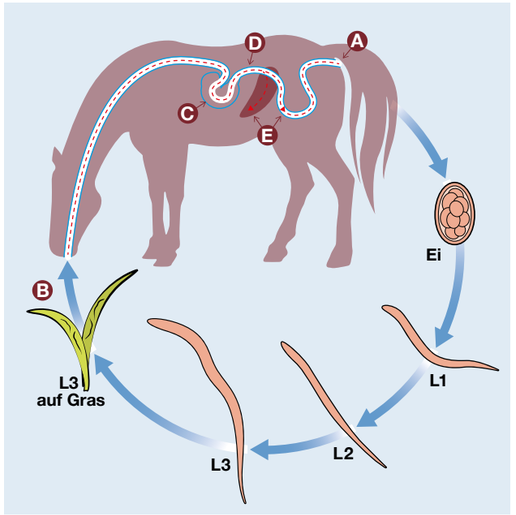

Abb. 1: Entwicklungszyklus kleiner Strongyliden (Cyathostominen)

A: Eiausscheidung

B: Perorale Aufnahme der dritten Larvenstadien (L3) mit dem Gras

C: Verlust der Scheide durch die Magenflüssigkeit

D: Passage unbescheideter L3 durch den Dünndarm

E: Invasion in die Mukosa/Submukosa von Kolon und Zäkum, Häutung zum vierten Larvenstadium, Rückkehr in das Darmlumen und finale Häutung vor der Entwicklung zum adulten Stadium

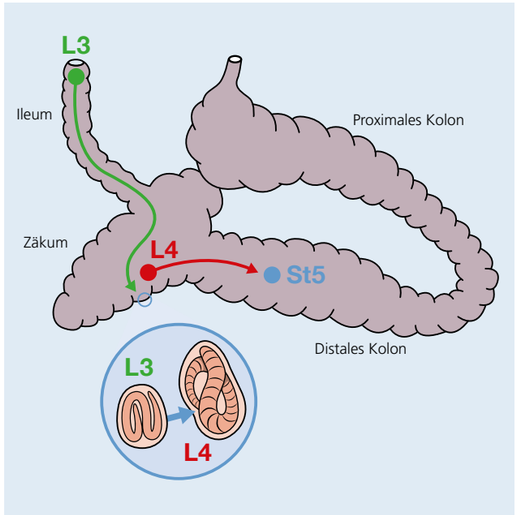

Abb. 2: Entwicklung von Cyathostominen im Darm

Modifiziert nach Deplazes et al., 2013, Lehrbuch der Parasitologie für die Tiermedizin, Enke Verlag Stuttgart, S. 248

Häutung zu L4; histotrope Phase von 1–2 Monaten (im Winter Hypobiose der L3 möglich)

Präadultes Stadium, auch fünftes Stadium (St5) genannt

Im Stall erworbene Infektionen sind selten und insgesamt weniger relevant.

Die kleinen Strongyliden oder auch Cyathostominen (nicht-migrierende Strongyliden) gelten als sehr viel weniger pathogen als große Strongyliden (migrierende Strongyliden) wie z. B. *Strongylus*-Arten. Bei starkem Befall können *Triodontophorus* spp. (am häufigsten *T. serratus* und *T. brevicauda*) jedoch die Darmschleimhaut schädigen und zu Abmagerung und Diarrhoe führen, da sie dazu neigen, sich im Darm des Pferdes in „Wurmherden" simultan zu ernähren. Mehr als 40 Cyathostominen-Arten sind bei Pferden bekannt und einzelne Pferde können gleichzeitig von mehreren – oftmals mehr als zehn – Cyathostominen-Arten befallen sein. Cyathostominen können eine larvale Cyathostominose verursachen, eine Folge des synchronen Fortsetzens der Entwicklung zahlreicher inhibierter/enzystierter L3 (Abb. 3) und des simultanen Wiedereintretens großer Zahlen bis dahin in der Schleimhaut verweilender Larvenstadien in das Darmlumen, welches mit massiver Gewebezerstörung einhergeht.

Die Erkrankung wird meist bei Pferden im Alter von bis zu sechs Jahren beobachtet und führt zu akuter und persistierender Diarrhoe (gelegentlich begleitet von Koliken, Gewichtsverlust oder Fieber). In einer beträchtlichen Anzahl von Fällen kommt es zu tödlichen Verläufen. Normalerweise gelten im Darmlumen verweilende larvale und adulte Cyathostomine als nur geringgradig pathogen und die meisten infizierten Tiere scheinen selbst bei relativ hohen Wurmbürden klinisch nicht beeinträchtigt zu sein. Einige Studien erwähnen jedoch eine mögliche Korrelation zwischen einem Cyathostominen-Befall und rezidivierender Diarrhoe und intermittierenden Koliken.

Die Diagnose patenter Infektionen mit kleinen Strongyliden erfolgt mittels Kotprobenuntersuchung über den Nachweis der etwa 60–140 µm langen, dünnschaligen, ovoiden Eier vom Magen-Darm-Strongyliden (MDS)-Typ (Abb. 4).

Oft findet man larvale/präadulte und adulte Stadien in großer Zahl im Kot entwurmter Pferde (Abb. 5).

Abb. 3: Dickdarm eines Pferdes mit multiplen enzystierten Larven kleiner Strongyliden in der Schleimhaut

Abb. 4: Eier gastrointestinaler Strongyliden (MDS-Eier) in Pferdekot. Mit L1 markierte Eier enthalten erste Larvenstadien.

Abb. 5.: Pferdekot mit typischen roten Stadien bestimmter kleiner Strongyliden-Arten.

Für die qualitative oder quantitative Analyse von Strongylideneiern können verschiedene Methoden eingesetzt werden. Wissenschaftliche Daten zur Korrelation zwischen der Anzahl von MDS-Eiern pro Gramm Kot und der intestinalen Wurmbürde bei adulten Pferden liegen bislang aber nicht vor. Eine Studie mit jungen Pferden unter drei Jahren zeigt, dass niedrige MDS-Eizahlen oder sogar negative Kotbefunde bei Pferden mit Tausenden von intestinalen Würmern vorkommen.

Insgesamt kann man bei Pferden in allen Altersgruppen von einer schwachen Korrelation zwischen der MDS-Eizahl und der tatsächlichen intestinalen Wurmbürde ausgehen. Zu beachten ist, dass eine zuverlässige Unterscheidung zwischen Eiern von kleinen (Cyathostominen) und großen Strongyliden (z. B. *Strongylus vulgaris*) allein aufgrund von morphologischen Kriterien nicht möglich ist. Nach In-vitro-Kultur können die dritten Larvenstadien (L3) kleiner und großer Strongyliden anhand der Anzahl ihrer Mitteldarmzellen differenziert werden. Von Bedeutung ist diese Differenzierung insbesondere wegen der deutlich höheren Pathogenität großer Strongyliden, die heutzutage jedoch Dank der weitverbreiteten Anwendung wirksamer Anthelminthika nur noch in einem geringen Anteil der Pferdehaltungen nachzuweisen sind. Jüngste Daten deuten jedoch darauf hin, dass *S. vulgaris* in der europäischen Pferdepopulation nach wie vor vorkommt (siehe 4.b.)

Die erstmalige Infektion von Pferden mit kleinen Strongyliden erfolgt mit dem Beginn des Grasens nach dem Weideaustrieb. Die Ausscheidung von Eiern setzt 6–14 Wochen nach der Infektion ein. Geeignete Bekämpfungsmaßnahmen sollten deshalb bereits bei Fohlen ab einem Alter von etwa zwei Monaten eingeleitet werden. In Anbetracht des weitverbreiteten Auftretens von Anthelminthika-Resistenzen (AR) ist es wichtig, die Häufigkeit der Entwurmungen auf ein notwendiges Mindestmaß zu reduzieren, ohne dabei jedoch die Etablierung klinisch relevanter Wurmbürden zu riskieren. Unter den gegenwärtigen epidemiologischen Bedingungen ist in den meisten europäischen Ländern mit einer aktuell lediglich niedrigen bis moderaten Befallsintensität mit kleinen Strongyliden zu rechnen. Daher gilt eine wirksame Behandlung von Fohlen und Jährlingen in dreimonatigen Abständen als angemessen. Bei adulten Pferden kann bereits eine jährlich zweimalige Entwurmung ausreichen. Wenn ein Befall mit großen (migrierenden) Strongyliden ausgeschlossen werden kann, ist eine einzige Entwurmung pro Jahr ausreichend. Voraussetzung ist jedoch, dass die Notwendigkeit häufigerer Entwurmungen durch regelmäßige Kotprobenuntersuchungen ausgeschlossen wird und dass in den betreffenden Pferdehaltungen strikte Quarantänemaßnahmen eingehalten werden.

Pferde mit larvaler Cyathostominose sollten zur Linderung von Diarrhoe (z. B. mit Codeinphosphat) und Schleimhautentzündungen palliativ behandelt werden, bei Bedarf sollte zusätzlich eine Flüssigkeitstherapie erfolgen. In einem betroffenen Bestand sollten unabhängig vom klinischen Status stets alle Pferde aus derselben Altersgruppe mit gegen Schleimhautstadien kleiner Strongyliden wirksamen Präparaten behandelt werden. Zum Einsatz kommt entweder Moxidectin (einmalig oral 0,4 mg/kg Körpergewicht, nur bei Pferden > 4 Monaten) oder Fenbendazol (7,5 mg/kg Körpergewicht oral einmal täglich über fünf Tage, nur wenn die vorhandene Population kleiner Strongyliden gegenüber Benzimidazolen empfindlich ist). Empfohlen werden solche Behandlungen gegen Schleimhautstadien kleiner Strongyliden bei Fohlen und bei jungen Pferden bis zum Alter von einschließlich 4 Jahren einmal jährlich (z. B. am Ende der Weidesaison).

Untersuchungen zum Vorkommen von AR aus Frankreich, Deutschland, Italien und Großbritannien ergaben, dass bei mehr als 80 % aller untersuchten Pferdehaltungen Populationen kleiner Strongyliden mit reduzierter Empfindlichkeit gegenüber Anthelminthika aus der Benzimidazolgruppe (BZs) nachzuweisen waren. Im Falle von Pyrantel wurden Resistenzen bei etwa 20–30 % aller untersuchten Pferdehaltungen festgestellt. Dagegen erwiesen sich die makrozyklischen Laktone (MLs) Ivermectin und Moxidectin als voll wirksam und erreichten 14 Tage nach Entwurmung in nahezu allen getesteten Pferdehaltungen eine MDS-Eizahlreduktion um 95–100 %. Gelegentlich wird nach ML-Behandlung jedoch eine reduzierte Egg Reappearance Period (ERP), also ein verkürzter Zeitraum bis zum Wiederauftreten von Eiern im Kot beschrieben, was als Hinweis auf eine reduzierte Wirksamkeit betrachtet wird. Es ist daher ratsam, die Wirksamkeit jeder eingesetzten Anthelminthika-Klasse regelmäßig zu überprüfen bzw. zu bestätigen. Unter Praxisbedingungen eignet sich hierzu die einmal jährliche Durchführung eines Eizahlreduktionstests (EZRT).

4.b. Große Strongyliden (migrierende Strongyliden)

Diese Gruppe im Dickdarm parasitierender Würmer besteht aus wandernden Spezies unterschiedlicher Strongyliden (*S. vulgaris*, *S. edentatus* und *S. equinus*, Abb. 6).

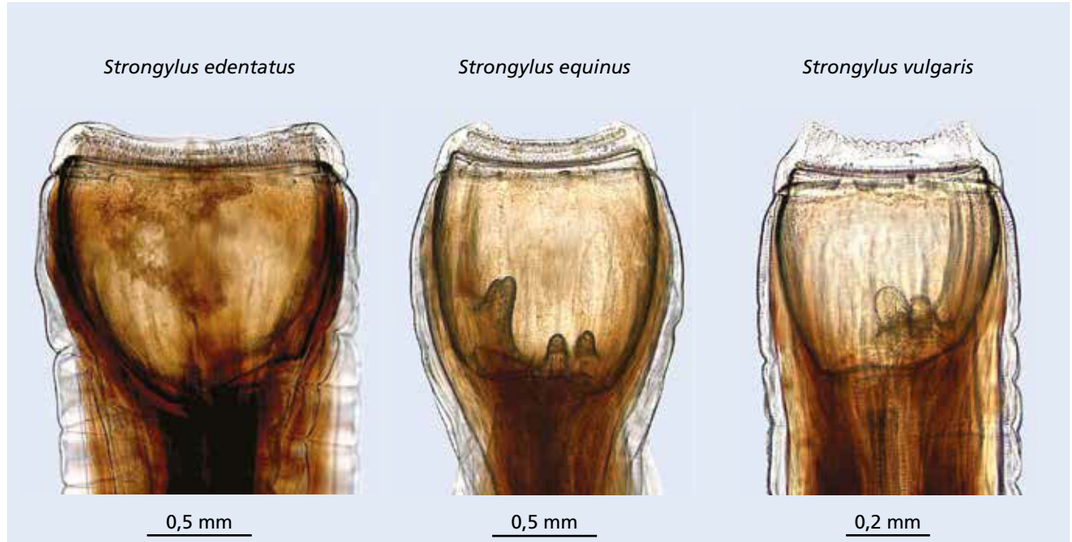

Abb. 6: Vorderende großer Strongyliden mit Mundkapsel, Blätterkranz und zahnartigen Strukturen an der Basis der Mundkapsel

Aus klinischer Sicht handelt es sich gegenwärtig in Deutschland um die wichtigsten Parasiten bei Pferden, wobei *S. vulgaris* als eine der größten Bedrohungen für die Gesundheit des Pferdes gilt. Bevor sich die Larven im Dickdarm zur vollständigen Reife entwickeln, vollziehen sie eine sehr ausgedehnte, speziesspezifische somatische Wanderung in der kranialen Mesenterialarterie und in naheliegenden Arterien (*S. vulgaris*, Abb. 7 und Abb. 8), durch die Leber zum subperitonealen Bindegewebe (*S. edentatus*) sowie zur Leber und in die Pankreas- und Nierenregion (*S. equinus*). Diese ausgedehnten Larvenwanderungen führen zu langen Präpatenzen von 6–7 Monaten bei *S. vulgaris*, 9 Monaten bei *S. equinus* und von 11–12 Monaten bei *S. edentatus*. Die durch Wanderlarven hervorgerufenen Schäden haben schwerwiegende pathologische Folgen und führen zu klinischen Symptomen, die sich je nach ursächlicher Strongylidenspezies unterscheiden.

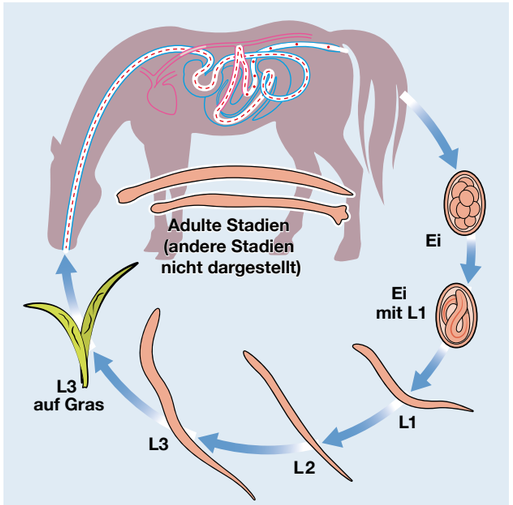

Abb. 7: Entwicklungszyklus von *Strongylus vulgaris*

Endogene (parasitische) Phase: Perorale Aufnahme der L3 mit Gras, Verlust der Scheide im Dünndarm, Penetration der Dickdarmwand und Häutung zu L4, Wanderung auf oder in der Intima großer Arterien des Dickdarms, Wanderung zur A. mesenterica cranialis und Häutung zum präadulten Stadium, Wanderung zum Darm, Penetration der Darmwand und Eintritt in das Darmlumen, wo die Entwicklung zu adulten Würmern abgeschlossen wird.

Exogene (präparasitische) Phase: Ausscheidung dünnschaliger MDS-Eier mit dem Kot, Entwicklung zum ersten Larvenstadium (L1) im Ei, Häutung zum zweiten Larvenstadium (L2) und zum infektionsfähigen dritten Larvenstadium (L3).

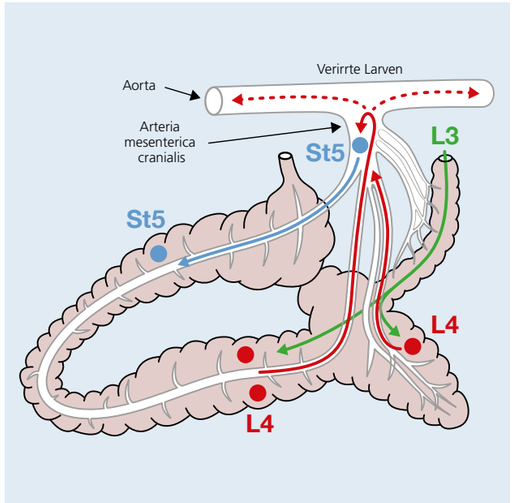

Abb. 8: Entwicklung und Wanderung von *Strongylus-vulgaris*-Larven

Entwicklung: L3 penetrieren die Darmwand, Häutung zu L4, Wanderung von L4 in die A. mesenterica cranialis, Häutung zu St5 ab 90 Tage p.i., Rückwanderung von den Arterien zum Darm.

Modifiziert nach Deplazes et al., 2013, Lehrbuch der Parasitoloie für die Tiermedizin, Enke Verlag Stuttgart, S. 250

In der Vergangenheit stand vor allem *S. vulgaris* – der „Pferdekiller" – im Mittelpunkt des Interesses, insbesondere aufgrund des klinischen Syndroms der thrombotisch-embolischen Kolik, hervorgerufen durch Larven, die zur A. mesenterica cranialis wandern (Abb. 9). Adulte Strongyliden ernähren sich von Schleimhautpfropfen der Darmwand. Die dabei entstehenden Schleimhautschäden führen zu Diarrhoe, Schwäche, Abmagerung und gelegentlich Anämie.

Die wandernden Larven und die von ihnen hervorgerufenen Thrombosen können zu nicht-strangulierenden Darminfarkten führen, die man meist im Dickdarm findet. Abhängig von der Intensität des Befalls können die initialen klinischen Symptome bei nicht-strangulierenden Darminfarkten geringgradig sein und mit häufig rezidivierenden abdominalen Schmerzen (Koliken), Fieber und Peritonitis einhergehen. Wird das infarzierte Darmsegment übersehen und nicht chirurgisch reseziert, kommt es zu Darmnekrosen und Darmrupturen, die schließlich zum Tod des Pferdes führen.

Zu beachten ist, dass gelegentlich sogar Pferde mit hochgradiger intestinaler Nekrose infolge einer Thrombose keinerlei Anzeichen ernsthafter Schmerzen zeigen. Peritonitis ist daher oft das einzige Symptom, das auf die Indikation für eine chirurgische Intervention hindeutet.

Der Nachweis patenter Infektionen mit großen Strongyliden basiert auf der In-vitro-Anzüchtung der dritten Larvenstadien (L3), die dann anhand der Anzahl ihrer Mitteldarmzellen von den L3 anderer Strongyliden unterschieden werden können (siehe auch 8.1. Diagnose von Wurminfektionen).

Abb. 9: Aorta am Übergang zur A. mesenterica cranialis mit mehreren L4/präadulten Stadien von *Strongylus vulgaris*

Traditionell empfohlen werden routinemäßige Entwurmungen in regelmäßigen Abständen bei allen Pferden. Ziel dieser Strategie ist es, den Grad der Weidekontamination zu minimieren und somit die Risiken im Zusammenhang mit Wanderlarven von *S. vulgaris* zu reduzieren. Dank dieser jahrelangen intensiven metaphylaktischen Behandlungspraxis sind Infektionen mit *S. vulgaris* heute selten geworden. In jüngster Vergangenheit wird auch zunehmend ein selektiver Behandlungsansatz empfohlen. Ziel der selektiven Entwurmung ist es, die Entwicklung von AR bei kleinen Strongyliden durch eine Herabsetzung der Behandlungsintensität zu reduzieren. Hierbei bleiben Pferde mit geringen MDS-Eizahlen unbehandelt. Wichtig ist daher eine regelmäßige spezifische Diagnose hinsichtlich möglicherweise im Bestand vorkommender patenter *S. vulgaris*-Infektionen durch Anzüchtung von L3.

Für die nachhaltige Bekämpfung von Strongylideninfektionen bei Pferden sollten metaphylaktische Entwurmungsprogramme deshalb so konzipiert werden, dass AR verhindert werden (z. B. bei kleinen Strongyliden und Spulwürmern) und gleichzeitig einer Übertragung von großen Strongyliden wie *S. vulgaris* vorgebeugt wird. Gegenwärtig gibt es keine wissenschaftlichen Berichte über AR bei großen Strongyliden. Eine Behandlung aller Pferde zweimal jährlich mit einem gegen Larven großer Strongyliden (z. B. *S. vulgaris*) wirksamen Anthelminthikum (z. B. IVM oder MOX) bewirkt eine adäquate Kontrolle dieses Parasiten.

4.c. Spulwürmer *(Parascaris equorum* und *Parascaris univalens)*

Die Pferde-Spulwurmspezies *Parascaris equorum* und *P. univalens* sind morphologisch nicht voneinander zu unterscheiden. Jüngste Untersuchungen zeigen, dass in den meisten, wenn nicht sogar in allen Pferdehaltungen Europas mit Spulwurmbefall, aktuell *P. univalens* – und nicht etwa *P. equorum* – die Spezies mit der höchsten Prävalenz ist. Molekulare Tests für eine Speziesdifferenzierung gibt es gegenwärtig nicht. Da beide Arten jedoch eine offenbar sehr ähnliche Pathogenese und Biologie haben, werden sie hier aus Gründen der Vereinfachung einheitlich als *Parascaris* spp. bezeichnet.

Ein Befall mit Spulwürmern wird überwiegend bei Fohlen und jungen Pferden beobachtet. Jüngste Querschnittsstudien aus Europa zeigen Prävalenzraten von 20 % bis über 80 % bei Fohlen.

Mit einer Länge von bis zu 50 cm im adulten Stadium zählen diese den Dünndarm besiedelnden Würmer zu den größten bekannten Nematodenspezies. Die weiblichen Würmer können täglich Hunderttausende Eier ausscheiden und so in ganz erheblichem Maße zur Kontamination der Umwelt beitragen. Das infektionsfähige Stadium ist die sich im Ei befindende dritte Larve (L3). In dem mit einer dicken Schale ausgestatteten Ei (90–100 µm) ist die L3 in der Außenwelt mehrere Monate, evtl. sogar Jahre überlebensfähig. Dies gilt selbst unter extremen Bedingungen wie lang anhaltende Frostperioden. Einmal kontaminierte Ställe und Weiden bleiben folglich dauerhafte Infektionsquellen. Nach peroraler Aufnahme der Eier werden die Larven im Darm des Pferdes freigesetzt und penetrieren die Dünndarmwand, um anschließend eine somatische Wanderung über den Blutweg in die Leber, das Herz und schließlich in die Lunge anzutreten. In der Lunge gelangen die Larven in die luftführenden Wege, wo sie über das Flimmerepithel der Luftröhre in Richtung Kehlkopf und Rachen transportiert werden und nach dem Abschlucken den Dünndarm des Pferdes etwa drei Wochen nach der Infektion erreichen. Die anschließende Reifung dauert dann mindestens weitere sieben Wochen, bis es zur ersten Ausscheidung von Eiern im Kot kommt (Präpatenzzeit 10–16 Wochen, Abb. 10).

In vielen Fällen werden bei befallenen Pferden keine klinischen Symptome beobachtet. Während der somatischen Wanderung treten gelegentlich klinische Symptome auf, die meist mit pathologischen Veränderungen in der Lunge zusammenhängen. Dagegen scheint die Wanderung durch die Leber keine klinischen Symptome zu verursachen. In der Lunge entstehen hämorrhagische Schleimhautläsionen und hochgradige Infektionen können zu Husten und reduzierter Gewichtszunahme bei jungen Tieren führen. Weitere mögliche Folgen sind sekundäre bakterielle oder virale Infektionen. Während der intestinalen Phase (Abb. 11) zeigen mit *Parascaris* spp. infizierte Tiere einen reduzierten Appetit und ein raues Fell, es können aber auch intermittierende Koliken und Gewichtsverlust auftreten. Gelegentlich können hochgradige Infektionen zu schweren Koliken, Obstruktion des Dünndarms, Perforationen, Invaginationen und Peritonitis führen. Unter den gegenwärtigen im deutschsprachigen Raum vorherrschenden epidemiologischen Bedingungen ist die Befallsintensität der einzelnen Tiere in fast allen Beständen niedrig. Daher verläuft die überwiegende Mehrzahl aller Fälle bei Fohlen und jungen Pferden subklinisch. Adulte Pferde können gelegentlich Eier ausscheiden und somit als Infektionsquelle für nachfolgende Generationen dienen.

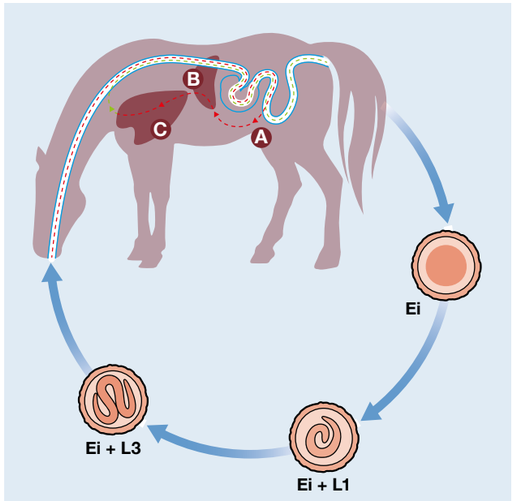

Abb.10: Entwicklungszyklus von *Parascaris equorum*/ *Parascaris univalens*

A: Schlüpfen des dritten Larvenstadiums (L3) im Magen und Dünndarm, Penetration intestinaler Venen

B: Larven erreichen die Leber über die Portalvene, Wanderung durch das Lebergewebe und Penetration von Lebervenen

C: Larven erreichen die Lunge über die Vena cava und das rechte Herz, Penetration der Lungenalveolen und Wanderung über die Trachea und den Pharynx in den Dünndarm mit Häutung zu L4 und präadultem Stadium (St5) vor der Entwicklung zu adulten Würmern

Die Diagnose von Infektionen mit *Parascaris* spp. basiert auf dem direkten koproskopischen Nachweis der Eier (rund, bräunlich, etwa 100 µm groß, dickschalig) und/oder dem Nachweis präadulter Stadien oder adulter Würmer im Kot. Die koproskopische Analyse stützt sich auf den mikroskopischen Nachweis der Eier mit Hilfe eines qualitativen oder quantitativen Flotationsverfahrens. Wie bei anderen Wirtstieren mit Spulwurmbefall ist es auch bei Pferden nicht möglich, vom Grad der Eiausscheidung im Kot zuverlässig auf die tatsächliche intestinale Wurmbürde zu schließen. Eine positive Kotprobenuntersuchung sollte jedoch immer als Indikation für eine anthelminthische Behandlung gelten. Aufgrund der Umweltkontamination und der langen Überlebenszeiten von *Parascaris* spp.-Eiern in der Außenwelt ist davon auszugehen, dass Pferde mit negativem Kotbefund, die in derselben Umwelt leben und derselben Altersgruppe angehören, ebenfalls exponiert und wahrscheinlich auch befallen sind. Bei diesen Tieren kann sich die Infektion in der Prä- oder Postpatenz befinden. Im Falle einer positiven Kotprobenuntersuchung bei einem Pferd aus einer Gruppe sollten folglich alle Pferde derselben Altersgruppe entwurmt werden. MLs sind wirksam gegen Larvenstadien in der Lunge und im Darm. Die in der Vergangenheit übliche Empfehlung einer regelmäßigen Entwurmung von Fohlen alle 6–8 Wochen während des ersten Lebensjahres zielte auf eine Prävention der Kontamination der Außenwelt und der nachfolgenden Entwicklung intestinaler Wurmbürden ab. Derartig häufige Entwurmungen gelten jedoch als Hauptursache der Selektion ML-resistenter *Parascaris* spp.-Populationen und werden daher nicht mehr empfohlen.

Nachhaltige Bekämpfungsstrategien sollten regelmäßige Kotprobenuntersuchungen einschließen (vorzugsweise individueller Proben). Verschiedene Maßnahmen der Stall- und Weidehygiene flankieren die anthelminthische Behandlung, die bei Fohlen im Alter von zwei Monaten eingeleitet und während des ersten Lebensjahres alle drei Monate mit unterschiedlichen Wirkstoffklassen wiederholt werden sollte. Aufgrund der oben erwähnten AR-Situation sollte die Wirksamkeit der eingesetzten Anthelminthikaklassen in jeder Pferdehaltung regelmäßig überprüft werden. Insbesondere gilt dies für die MLs. Diese Überprüfung erfolgt mittels Eizahlreduktionstest (EZRT) oder zumindest über eine Kotprobenuntersuchung auf Wurmeier 14 Tage nach erfolgter Entwurmung. Feldstudien belegen, dass das „Abäppeln" der Weiden und die chemische oder physikalische Desinfektion von Ställen nachweislich vorteilhafte Effekte haben und zu einer signifikanten Reduzierung der Prävalenz von *Parascaris* spp. führen. Beim Einsatz von Desinfektionsmitteln ist darauf zu achten, ausschließlich Produkte mit nachgewiesener Wirksamkeit gegen Wurmeier zu wählen (d. h. mit Kresol oder Peressigsäure, siehe auch Kapitel 5). Resistenzen gegen MLs werden bei *Parascaris* spp. inzwischen weithin beschrieben. Jüngste Berichte aus Nordamerika und Australien weisen zudem darauf hin, dass auch Resistenzen gegen Pyrantel und BZs auf dem Vormarsch sein könnten. In Pferdehaltungen mit bestätigter Resistenz gegenüber MLs können alternativ BZs, Pyrantel oder Piperazincitrat eingesetzt werden. Piperazincitrat muss jedoch in vergleichsweise hoher Dosierung verabreicht werden und die entsprechend großen Applikationsvolumina erfordern oft eine Nasenschlundsonde. Aufgrund des potenziellen Kolikrisikos durch Bildung von Wurmkonvoluten infolge der unmittelbar abtötenden bzw. paralysierenden Wirkung neurotoxischer Anthelminthika, sollten MLs, Pyrantel und Piperazin bei Fohlen mit hochgradigem Befall nicht eingesetzt werden.

Abb. 11: Befall des Dünndarms mit *Parascaris* spp.

4.d. Bandwürmer *(Anoplocephala perfoliata, Anoplocephala magna* und *Paranoplocephala mamillana)*

Zwei Spezies equiner Bandwürmer sind in Europa von vorrangiger Bedeutung: *Anoplocephala perfoliata* und *A. magna*. Die meisten Fälle von Bandwurmbefall bei Pferden werden durch *A. perfoliata* hervorgerufen. Infektionen mit *A. magna* werden dagegen nur sehr selten festgestellt. *Paranoplocephala mamillana* wird ebenfalls gelegentlich in Deutschland nachgewiesen.

Bandwurmbefall tritt hauptsächlich in der zweiten Hälfte der Weidesaison auf und im Wesentlichen nur auf der Weide nach peroraler Aufnahme infizierter Moosmilben, die den Zwischenwirt für die Bandwürmer darstellen (Abb. 12). Die Präpatenzperiode liegt zwischen 6 Wochen und 4 Monaten. Adulte *A. perfoliata* (Abb. 13) sind 4–8 cm lang und besiedeln das Zäkum nahe des ileozäkalen Übergangs, während man adulte *A. magna* (bis zu 80 cm lang) im Dünndarm findet. Hochgradigere Infektionen mit *A. perfoliata* können mit klinischen Koliksymptomen einhergehen. Ursachen sind Darmirritationen, ileale Wandverdickungen mit Obstruktion sowie Invaginationen und Obstruktionen verschiedener Darmabschnitte, die zu rezidivierenden Schüben spasmodischer Koliken führen können. Das Risiko gastrointestinaler Störungen steigt bei Pferden mit chronischem oder hochgradigem Befall. Die Pathogenität von *Anoplocephala magna* beschränkt sich auf eine katarrhalische Entzündung und Infektionen verlaufen im Allgemeinen unbemerkt, mit höherer Prävalenz bei jungen Pferden unter zwei Jahren.

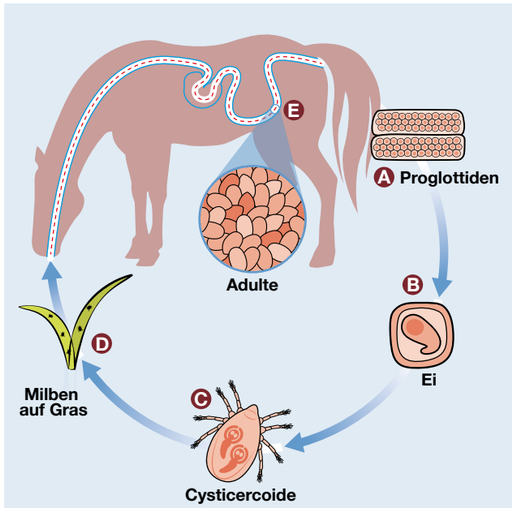

Abb. 12: Entwicklungszyklus von *Anoplocephala perfoliata*

Gravide Proglottiden mit Eiern werden mit dem Kot ausgeschieden **(A)**, die Eier **(B)** werden freigesetzt und von Moosmilben in ihrer Funktion als Zwischenwirte aufgenommen. In den Milben entwickeln sich die infektiösen Cysticercoide **(C)**. Nach peroraler Aufnahme der infizierten Milben mit Gras **(D)** werden die Cysticercoid-Larven im Darm des Pferdes bei der Verdauung der Milben freigesetzt, heften sich an die Darmschleimhaut und entwickeln sich zu adulten Bandwürmern **(E)**.

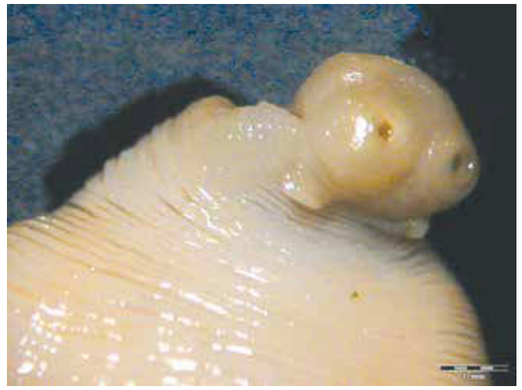

Abb. 13: Kopfabschnitt eines adulten *Anoplocephala perfoliata*

Die koproskopische Diagnose des Bandwurmbefalls bei Pferden weist nur eine begrenzte Sensitivität auf, da die Eier *A. perfoliata* (65–80 µm, mit Onkosphäre und birnenförmigen Apparat) intermittierend ausgeschieden werden, und dies ohne Korrelation mit der tatsächlich vorhandenen Anzahl von Bandwürmern im Darm. Zur Verbesserung des Nachweises von *Anoplocephala*-Eiern im Kot von Pferden wurden kombinierte Sedimentations-Flotations-Techniken mit Zentrifugation entwickelt. Dabei werden vergleichsweise große Kotprobenmengen (15–50 g) verarbeitet und untersucht. Um die begrenzte Sensitivität der koproskopischen Diagnose zu kompensieren, wird darüber hinaus empfohlen, eine Herden-/Bestandsdiagnose durchzuführen und alle Pferde des Bestandes zu entwurmen, wenn Bandwurmeier in einer der untersuchten Proben nachgewiesen wurden.

Zudem sind diagnostische Tests erhältlich, die *A. perfoliata*-Antikörper mittels Serum-ELISA (Diagnosteq, Universität Liverpool, UK) oder Speichel-ELISA (EquiSal, Austin Davis Biologics, Great Addington, UK) nachweisen. Beide Tests können möglicherweise bei einigen Pferden (z. B. bei zuvor infizierten und anthelminthisch behandelten Tieren) aufgrund der Persistenz von Antikörpern für bis zu vier Monaten zu falschpositiven Ergebnissen führen. Wenn dies berücksichtigt wird, können sich diese Tests jedoch als sehr nützlich erweisen. Dies gilt insbesondere für die Diagnose auf Gruppen- bzw. Betriebsebene mit dem Serumtest oder die gezielte Behandlung von Patienten aufgrund der Untersuchung mittels des Speicheltestes.

Die Entwurmung von Pferden mit Bandwürmern stützt sich auf die Anwendung zestozider Anthelminthika. Der Wirkstoff der Wahl ist Praziquantel. Praziquantel ist in Deutschland sowohl in Mono- als auch in Kombinationspräparaten zusammen mit MLs (z. B. Ivermectin oder Moxidectin) erhältlich. Werden zur Entwurmung ausschließlich Anthelminthika eingesetzt, die nur gegen Nematoden wirksam sind, kann ein nicht diagnostizierter Bandwurmbefall in Pferdegruppen über mehrere Jahre persistieren. Aktuell scheinen zestozide Anthelminthika nach wie vor vollständig wirksam zu sein. Eine zuverlässige Evaluierung der Wirksamkeit von Anthelminthika gegen Bandwürmer ist mit Hilfe der gegenwärtig eingesetzten diagnostischen Methoden jedoch schwierig, da diese Verfahren eine geringe Sensitivität aufweisen bzw. bei auf Antikörper-Nachweis beruhenden Verfahren eine Antikörper-Persistenz nach Behandlung zu berücksichtigen ist.

Nachhaltige Strategien zur Bekämpfung von Bandwürmern sollten stets auch die spezifischen regionalen klimatischen Bedingungen berücksichtigen. Zudem sollten Monitoringsysteme eingerichtet werden, mit deren Hilfe die Relevanz von Bandwurmbefall auf der Ebene des einzelnen Betriebes festgestellt werden kann. Routinemäßige Mehrfachentwurmungen über das gesamte Jahr hinweg, wie sie zur Bekämpfung von kleinen Strongyliden gerechtfertigt sind, werden für die Bandwurmbekämpfung nicht empfohlen, da Bandwürmer einen anderen Entwicklungszyklus mit einem Zwischenwirt haben. Zudem ist die Übertragung von Bandwürmern von einer stark ausgeprägten Saisonalität gekennzeichnet. Im Allgemeinen reicht eine einzige jährliche Bandwurmbehandlung im Spätherbst oder Winter aus, um einen signifikanten Befall zu verhindern. In Situationen mit hohem Infektionsdruck kann jedoch eine zusätzliche frühere Behandlung während des Sommers angezeigt sein. Regelmäßiges Entfernen von Kot auf der Weide (mindestens einmal wöchentlich) kann langfristig ebenfalls zu einer Senkung des Infektionsdrucks beitragen.

4.e. Dasselfliegen (*Gasterophilus* spp.)

Dasselfliegen sind Arthropoden der Gattung *Gasterophilus* (Diptera: Oestridae). Die höchste Prävalenz in Europa haben *Gasterophilus intestinalis*, *G. haemorrhoidalis*, *G. nasalis*, *G. inermis* und *G. pecorum*. *Gasterophilus intestinalis*, *G. haemorrhoidalis* und *G. nasalis* treten häufig bei grasenden Pferden auf. *G. inermis* und *G. pecorum* werden dagegen seltener nachgewiesen. Ihre Larven verursachen hauptsächlich eine gastrointestinale Myiasis.

Adulte Fliegen haben ein hummelartiges Aussehen und die weiblichen Fliegen spielen die Hauptrolle bei der Infektion von Pferden. In Südeuropa können sie bereits im Frühjahr/Frühsommer aktiv sein, während die Eiablage in den gemäßigten Regionen eher im Spätsommer stattfindet. Weibliche Fliegen der meisten *Gasterophilus*-Arten haben einen kleinen Aktionsradius und halten sich meist sehr nahe an Pferden auf. Sie fliegen die Haut der Pferde sehr schnell an, um ein Ei an einem Haar zu befestigen. Diese Flugaktivitäten verursachen ein spezielles summendes Geräusch, das viele Pferde als sehr störend empfinden. Nach Ablage der kleinen (1–2 mm), meist gedeckelten, gelblichen Eier sterben die Weibchen. Die an den Haaren haftenden Eier sind relativ gut mit bloßem Auge zu erkennen, insbesondere bei Pferden mit dunklem Fell. *Gasterophilus intestinalis* legen ihre Eier an Haare der Vorderextremitäten, des Schulterblatts und der Flanken, während die Eiablage der meisten anderen Dasselfliegenarten vorwiegend im Kopfbereich des Pferdes stattfindet. Eine Ausnahme bildet *G. pecorum*, deren weibliche Fliegen ihre Eier in der Umgebung an Weidepflanzen ablegen. Menschen werden gelegentlich befallen und zeigen hinweisgebende Bohrgänge in der Haut der Wangen und sogar Infektionen des Verdauungstraktes.
Das Schlüpfen der ersten Larvenstadien (L1) findet nach einem mechanischen Stimulus (*G. intestinalis* und *G. pecorum*) oder spontan (*G. nasalis*) statt. Die L1 erreichen die Maulhöhle durch perorale Aufnahme (Lecken bei *G. intestinalis* bzw. Grasen bei *G. pecorum*) oder durch Larvenwanderung. Die zweiten Larvenstadien (L2) findet man im Magen und im Duodenum des Pferdes, wo sie sich zum dritten Larvenstadium (L3) häuten. Die L3 sind 16–20 mm lang, haben eine spindelähnliche Form und besitzen zwei große Mundhaken. Die einzelnen Segmente weisen eine oder zwei Reihen von Dornenkränzen auf.

Nach mehreren Monaten verlassen die L3 schließlich den Wirt mit den Fäzes und verpuppen sich im Erdboden, bis die adulten Fliegen schlüpfen und in die Umwelt gelangen. Die parasitäre Phase dauert 8–10 Monate, die Puppenphase 3–8 Wochen. Die adulten Fliegen treten meistens in den Monaten Juni und Juli auf und sind in der Regel bis Oktober oder November aktiv.

Die L2/L3 verschiedener *Gasterophilus* spp. heften sich speziesspezifisch an die Schleimhaut des Magens (*G. intestinalis*), des Duodenums (*G. nasalis*, *G. haemorrhoidalis*) oder des Rektums (*G. haemorrhoidalis*, *G. inermis*), wo sie fokale oberflächliche Schleimhautulzera und Gewebeverletzungen hervorrufen, um ihre Nahrungsaufnahme zu erleichtern. Die L1 wandern in der Maulhöhle durch die Schleimhaut der Zunge, des Zahnfleisches und des Gaumens und verursachen Zahnfleischentzündungen und damit Schmerzen, die zu einer Beeinträchtigung der Futteraufnahme führen können. Erste klinische Symptome einer Gasterophilose sind meist Schluckbeschwerden, bedingt durch die Lokalisation der Larvenstadien im Rachenbereich. Da jedoch selbst ein massiver Befall nicht immer mit klinischen Symptomen einhergeht, gelten *Gasterophilus* spp. im Allgemeinen als sehr viel weniger pathogen als parasitäre Nematoden. Allerdings wird *Gasterophilus*-Befall auch mit Magen- und Darmgeschwüren in Verbindung gebracht, ebenso wie mit chronischen Gastritiden, Darmobstruktionen, Volvulus, Rektalprolaps, Ruptur der Gastrointestinalwand, Peritonitis, Anämie und Diarrhoe.

Der Nachweis von *Gasterophilus* spp. erfolgt im Sommer/Herbst durch Adspektion des Fells der Pferde und den optischen Nachweis der an den Haaren klebenden gelblichen Eier. Mittels gastrointestinaler Endoskopie können zudem die an der Wand von Magen und Duodenum verankerten *Gasterophilus*-Larven nachgewiesen werden. In Europa gibt es neben PCR-Techniken auch einen ELISA für den Antikörpernachweis auf Basis exkretorischer/sekretorischer Antigene von *G. intestinalis*-L2. In der Praxis sind diese Verfahren bislang aber noch nicht routinemäßig einsetzbar.

Die Larvenstadien von *Gasterophilus* spp. sind hoch empfindlich gegenüber MLs (insbesondere Ivermectin) und werden im Rahmen einer routinemäßigen Entwurmung mit diesen Wirkstoffen zuverlässig eliminiert. Da die Aktivität der Fliegen mit dem Einsetzen der ersten Frosttemperaturen sistiert, sollte eine geeignete Behandlung des Pferdes im Spätherbst (z. B. im frühen November) sämtliche vorhandenen Larven entfernen. Zusätzlich empfohlen wird das mechanische Entfernen der im Fell klebenden Eier mit einem speziellen Dasselmesser oder durch gründliches Waschen der Haare mit warmem insektizidhaltigen Wasser. Allein sind diese flankierenden Maßnahmen in der Regel aber nicht ausreichend, um eine gastrointestinale Infektion zu verhindern.

4.f. Zwergfadenwürmer (*Strongyloides westeri*)

Der Nematode *Strongyloides westeri* besiedelt den Dünndarm und hier hauptsächlich das Duodenum. Patente Infektionen werden überwiegend bei jungen Pferden nachgewiesen, d. h. bei Fohlen bis zu sechs Monaten. Gelegentlich können auch ältere Pferde befallen sein und Stuten sind eine wichtige Infektionsquelle für ihre Fohlen. Es handelt sich um außergewöhnliche Parasiten, da sich nur weibliche parasitische Stadien entwickeln. Diese sehr schlanken, kleinen (maximal 10 mm lang) parasitischen Weibchen pflanzen sich parthenogenetisch (d. h. durch Jungfernzeugung) fort und scheiden kleine, dünnschalige, embryonierte Eier (40–50 x 30–40 µm) aus, die bereits das erste Larvenstadium (L1) enthalten. Die L1 schlüpfen in der Außenwelt und können sich zu infektionsfähigen dritten Larvenstadien (L3) entwickeln, die einen Wirt infizieren oder freilebende männliche und weibliche Stadien hervorbringen, die sich fortpflanzen und Eier in der Umwelt legen, aus denen wiederum infektionsfähige L3 entstehen.

Die Infektion der Fohlen erfolgt galaktogen durch perorale Aufnahme der L3 mit der Milch der Stute. Die galaktogene Infektion ist der primäre Übertragungsweg von *S. westeri* auf Fohlen. Später kann eine Übertragung auch durch perorale Aufnahme der infektionsfähigen L3 aus der Umwelt, vorrangig auf der Weide, erfolgen oder auf dem Weg der perkutanen Infektion. Bei immunen adulten Pferden kommt es nach perkutaner Infektion nur sehr selten zu einer Etablierung von *S. westeri*-Larven im Verdauungstrakt und somit kaum zu patenten Infektionen. Stattdessen verteilen sich die Larven in verschiedenen somatischen Geweben, wo sie über längere Perioden, möglicherweise über mehrere Jahre, lebensfähig bleiben. Bei befallenen Stuten führen hormonelle Veränderungen im Zusammenhang mit der Gravidität und der Laktation zu einer Reaktivierung dieser Larven, die dann eine Wanderung in Richtung Euter aufnehmen und schließlich über die Milch auf das Fohlen übertragen werden. Nach peroraler Aufnahme mit der Muttermilch vollziehen die Larven im Fohlen keine somatische Wanderung, sondern siedeln sich unmittelbar im Dünndarm an. Dort entwickeln sie sich zu parthenogenetischen Weibchen, wodurch sich eine auf 5–8 Tage verkürzte Präpatenz erklärt. Nach Aufnahme freilebender L3 durchlaufen diese eine somatische Wanderung, die mit der Penetration der Dünndarmwand beginnt. Anschließend wandern die Larven durch die Lunge und gelangen über die Trachea zum Pharynx, wo sie abgeschluckt werden und schließlich den Dünndarm erreichen. Dort reifen sie zu adulten weiblichen Würmern heran. Die Präpatenz kann sich über einige Wochen erstrecken, aber auch nur 10 Tage dauern.

Bei Pferden mit massiver perkutaner Infektion kann eine lokale Dermatitis entstehen. Das Fell kann stumpf sein und durch lokale Hautreizungen und Juckreiz können betroffene Tiere gestresst werden. Oft handelt es sich dabei um die Folgen einer allergischen Reaktion auf Reinfektionen. Der pathogene Haupteffekt der Infektion tritt jedoch im Darm auf, wo sich adulte weibliche Würmer in die Dünndarmschleimhaut einbetten und eine lokale Enteritis verursachen, die zu Diarrhoe führen kann. Unklar ist jedoch, welche Rolle *S. westeri* tatsächlich als Ursache von Diarrhoe bei jungen Fohlen spielt, da es zum einen Berichte über hohe fäkale Eizahlen in Kombination mit hochgradiger Diarrhoe gibt, während man aber auch hohe Ausscheidungen von *Strongyloides*-Eiern bei Fohlen ohne jegliche klinische Symptome findet. Klinisch erkrankte Fohlen können anorektisch und lethargisch werden. Wo regelmäßig entwurmt wird, scheinen die meisten Infektionen mit *S. westeri* asymptomatisch zu verlaufen. Zu berücksichtigen ist, dass viele Fälle von Fohlendurchfall in den ersten 1–2 Lebenswochen keinen Zusammenhang mit *S. westeri*-Infektionen haben.

Die Diagnose einer Infektion mit *S. westeri* erfolgt über den koproskopischen Nachweis der typischen Eier im Kot.

Für eine wirksame Bekämpfung von *S. westeri*-Infektionen sollten Anthelminthikagaben mit grundlegenden Hygienemaßnahmen kombiniert werden. In Anbetracht der aktuellen epidemiologischen Situation scheint die früher häufig propagierte Strategie der routinemäßigen Entwurmung von Fohlen während der ersten Lebenswochen heute nicht mehr gerechtfertigt. Dies liegt zum einen an der niedrigen Prävalenz und zum anderen an der fehlenden Evidenz für *S. westeri*-assoziierte Erkrankungen bei Fohlen. In Pferdehaltungen, in denen *S. westeri* zuvor bereits nachgewiesen worden ist, kann eine Entwurmung von Stuten vor oder kurz nach der Geburt (1–2 Tage post partum) erwogen werden. Diese hat das Ziel, die Anzahl der Larven in der Milch zu reduzieren, um gegebenenfalls die Inzidenz von Fohlendurchfall zu senken. Für die Behandlung klinischer Fälle stehen einige wirksame Anthelminthika zur Verfügung, einschließlich Ivermectin und Fenbendazol, wobei Letzteres in einer Dosierung von 50 mg/kg Körpergewicht verabreicht werden muss (signifikant höher als die Standarddosierung von 7,5 mg/kg Körpergewicht). Adäquate Weide- und Stallhygiene, kombiniert mit einer regelmäßigen Reinigung der Euter von Stuten, sollte die Risiken einer Umweltkontamination und einer Infektion von Fohlen zusätzlich reduzieren.

4.g. Pfriemenschwänze (*Oxyuris equi*)

Der equine Pfriemenschwanz *Oxyuris equi* (Abb. 14a, 14b und 15) wird als ein in Europa häufig auftretender Pferdeparasit beschrieben. Infektionen entstehen häufig im Stall, können aber auch auf der Weide auftreten. In der Regel scheinen aber nur einige wenige Pferde klinisch zu erkranken. *Oxyuris equi* wird demzufolge nur selten als eine relevante Bedrohung der Gesundheit von Pferden betrachtet. Ein hochgradiger Befall kann jedoch zu Müdigkeit, Leistungsminderung und Konditionsverlust führen. In der Regel führt aber selbst massiver Befall mit dem vierten Larvenstadium nicht zu klinischen Symptomen. In Einzelfällen können die Larven jedoch zu hochgradigen Entzündungen der Dickdarmschleimhaut mit unspezifischen intestinalen Symptomen führen.

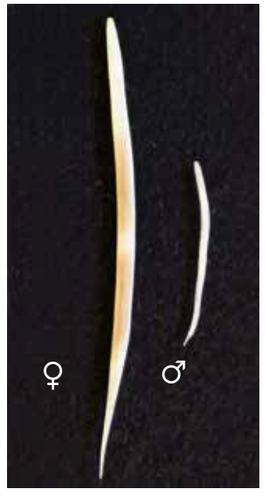

Abb. 14a: *Oxyuris equi* (Pfriemenschwanz), adulte ♂ 0,9–1,2 cm, adulte ♀ 2,5–15 cm, ♀ spitz zulaufendes Hinterende, konisches Vorderende

Abb. 14b: Vorderende eines adulten *Oxyuris equi* mit dem typischen sanduhrförmigen Ösophagus

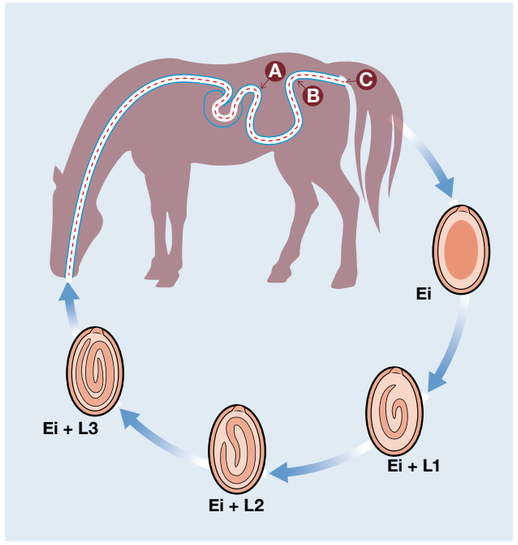

Abb. 15: Entwicklungszyklus von *Oxyuris equi*. Schlüpfen der L3 im Dünndarm (A), histotrope Phase im Zäkum und im Kolon (B), adulte Würmer entwickeln sich im Kolon, weibliche Würmer wandern zum Anus, um große Mengen an Eiern in Form so genannter „Eischnüre" am Perineum abzulegen (C), Eier mit Operculum und u-förmiger Larve

Die weiblichen Würmer legen eine beträchtliche Anzahl von Eiern (Zehn- bis Hunderttausende) auf der Haut im Perianalbereich des Pferdes ab. Die Eier sind von einer klebrigen Flüssigkeit umgeben, die beim Eintrocknen intensiven Juckreiz verursacht. Hinweise auf eine Infektion sind deshalb ein persistierender analer Juckreiz und häufiges Scheuern der Schweifrübe, das zu Exkoriationen und haarlosen Stellen am Schweif führt (Abb. 16a und Abb. 16b).

Die Diagnose eines Befalls mit Pfriemenschwänzen erfolgt durch Pressen eines transparenten Klebestreifens auf die Haut im Perianalbereich und den anschließenden mikroskopischen Nachweis der charakteristischen ovalen Oxyureneier (85–95 x 40–45 µm). Diese enthalten eine embryonierte, u-förmige Larve, sind an einer Seite abgeflacht und weisen an einem Ende einen Deckel auf.

Um den Juckreiz zu lindern und eine Ausbreitung der Eier in der Umgebung des Pferdes zu verhindern, sollte die Perianalregion befallener Pferde täglich mit warmem Wasser, das ein mildes Desinfektionsmittel enthält, abgewaschen werden. MLs und BZs sind wirksam gegen Pfriemenschwänze und ihre Larvenstadien. Pyrantel zeigt eine variable Wirksamkeit gegen Pfriemenschwänze. Jüngste anekdotische Berichte über eine reduzierte Wirksamkeit von MLs (Ivermectin und Moxidectin) gegen *O. equi* müssen als Hinweise auf eine potenziell bestehende Anthelminthika-Resistenz betrachtet werden.

Abb. 16a: *Oxyuris equi*-Infektion mit Juckreiz und Dermatitis an der Schweifrübe, Schweifscheuern, gebrochene/verfilzte Haare („Rattenschwanz")

Abb. 16b: Massive *Oxyuris equi*-Eiausscheidung in cremefarbenen, angetrockneten Clustern

5. Maßnahmen gegen freilebende Parasitenstadien in der Umwelt

Die Bekämpfung von Parasitenbefall bei Pferden basiert gegenwärtig hauptsächlich auf der Anwendung von Anthelminthika mit dem Ziel der Elimination intestinaler Wurmbürden und damit einer Reduktion der Kontamination der Umwelt mit Eiern und/oder infektiösen Stadien. Diese medikamentöse Strategie ist jedoch allein ohne weitere Maßnahmen zur Prävention oder Minimierung der Befallsintensität nicht ausreichend nachhaltig. Unter anderem liegt dies an der Entwicklung von AR bei einigen Parasitenspezies. Flankierende Maßnahmen der Stall- und Weidehygiene sind folglich wichtige Bestandteile einer integrierten Strategie zur Wurmbekämpfung und sollten in jeder Pferdehaltung systematisch geplant und umgesetzt werden. Die infektionsfähigen Stadien einiger Pferdeparasiten haben das Potenzial, über mehrere Monate oder sogar Jahre in der Außenwelt zu überleben. Folgende Faktoren müssen dabei berücksichtigt werden:

- Bei geeigneten Temperaturen brauchen die Eier wichtiger Nematodenspezies der Pferde für die exogene Entwicklung infektionsfähiger Stadien mindestens eine (Strongyliden) oder zwei Wochen (*Parascaris* spp.). Regelmäßiges und häufiges Misten von Ställen und Entfernen von Kot auf Weiden reduziert daher das Risiko hochgradiger Infektionen. Pferdekot sollte nach Möglichkeit täglich von den Weiden abgesammelt werden. Ist dies nicht möglich, mindestens zweimal pro Woche. Auch Pferdeställe sollten täglich gemistet werden. Wo dies nicht möglich ist, z. B. in Ställen mit Tiefstreusystemen, sollte mindestens einmal pro Jahr gründlich gereinigt (mechanisch und mit Dampf) und desinfiziert werden. Die hierbei eingesetzten Desinfektionsmittel müssen nachweislich gegen Askarideneier wirksam sein (siehe Liste des Ausschusses „Desinfektion in der Veterinärmedizin" der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft; www.desinfektion-dvg.de/index.php?id=1793).
- Die Verwendung von Pferdemist als Dünger für Weiden erhöht das Risiko eines *Parascaris* spp.-Befalls und sollte deshalb vermieden werden. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass eine effektive Schwadenkompostierung (in langer Reihe) die Entwicklung von *Parascaris* spp.-Eiern zu infektionsfähigen Stadien verhindert (oder zu deren Absterben führt). Bei sachgerechter Verarbeitung können Pferdemist und verschmutzte Einstreu also durchaus für die Düngung von Weiden verwendet werden, ohne dabei das parasitäre Infektionsrisiko zu erhöhen.
- Alle frei in der Umwelt lebenden Stadien equiner Würmer sind anfällig für eine geringe Umgebungsfeuchtigkeit. Pferdeställe sollten deshalb stets trocken gehalten werden.
- **Um die Einführung neuer Parasitenspezies und/oder resistenter Parasitenpopulationen in einer Pferdehaltung zu verhindern, sollte jedes neu einzustellende Pferd bei seiner Ankunft zunächst unter Quarantäne gestellt und entwurmt werden. Zugang zur Weide sollten neue Pferde erst dann erhalten, wenn eine Kotprobenuntersuchung fünf Tage nach anthelminthischer Behandlung bestätigt, dass keine Wurmeier ausgeschieden werden und die Entwurmung somit erfolgreich war.**
- **Langjährige Forschungsarbeiten zur biologischen Bekämpfung verschiedener Entwicklungsstadien von Strongyliden im Kot (L1, L2 und L3) haben in den USA und Australien kürzlich zur Zulassung und Vermarktung eines auf der Wirkung des Pilzes *Duddingtonia flagrans* beruhenden Produktes (BIOWORMA) geführt. Eine zukünftige Ausweitung der Zulassung auf die EU und die Schweiz kann als wahrscheinlich** gelten. Die Fütterung der *D. flagrans*-Sporen führt zur Ausbildung einer klebrigen, netzartigen Myzelstruktur im Kothaufen, in der die Wurmlarven gefangen werden, bevor sie vom Pilz als Nahrung verwendet werden. Die tägliche Fütterung der Pilzsporen während einer Periode von etwa drei Monaten nach dem Weidebeginn führt zu einer starken Reduktion der Wurmlarvenkontamination auf der Weide und nachfolgend zu einem deutlich geringeren Strongylidenbefall der betreffenden Pferde. Da sich diese Wirkung ausschließlich auf die freilebenden Stadien beschränkt, wird empfohlen, zu Beginn der Maßnahme die Pferde einmalig anthelminthisch zu behandeln. Zudem sollten die betreffenden Pferde auch bei Anwendung dieser Strategie regelmäßig koproskopisch überwacht und bei Erfüllung der entsprechenden Kriterien (z. B. Bandwurm- oder Spulwurmbefall) anthelminthisch behandelt werden. Es ist zu erwarten, dass die Behandlungsintensität im Hinblick auf kleine Strongyliden bei Anwendung des biologischen Bekämpfungsansatzes maßgeblich reduziert werden kann.
- Landwirtschaftliche Praktiken, wie zum Beispiel das tiefe Pflügen von Paddocks, fördern das Absterben infektionsfähiger Larvenstadien von Nematoden und darüber hinaus auch eine Reduktion der als Zwischenwirte für Bandwürmer fungierenden Moosmilben. Dadurch sinkt auch das Risiko eines Bandwurmbefalls, vorausgesetzt, es kommt nicht zu erneuter Kontamination der bearbeiteten Flächen.

6. Allgemeine Entwurmungsstrategien für Fohlen, Jährlinge, adulte Pferde und Stuten (spezifische Behandlungsempfehlungen im Jahresverlauf)

Entwurmungsassoziierte Faktoren wie eine Unterdosierung oder eine hohe Frequenz anthelminthischer Behandlungen sind wahrscheinlich die wichtigsten Ursachen für das Aufkommen anthelminthischer Resistenzen (AR). Um eine Selektion auf AR zu reduzieren, sollten Entwurmungen generell so selten wie möglich erfolgen, ohne dabei jedoch das Risiko der Entstehung von Erkrankungen zu erhöhen. Entscheidend sind deshalb regelmäßige Kotprobenuntersuchungen mit Differenzierung zwischen kleinen und großen Strongyliden, um den Infektionsstatus des Einzeltieres oder der jeweiligen Altersgruppe ganzjährig zu überwachen. Wichtig sind darüber hinaus sorgfältige Hygiene- und Quarantänemaßnahmen in Ställen und auf Weiden, um den Infektionsdruck insgesamt zu senken und damit auch die Notwendigkeit häufiger anthelminthischer Behandlungen zu reduzieren.

Experten für Wurmbekämpfung bei Pferden empfehlen heute zwei alternative Ansätze für die Bekämpfung kleiner Strongyliden: die „selektive Entwurmung" und die „strategische Entwurmung".

Im folgenden Abschnitt werden beide Ansätze kurz beschrieben und diskutiert. Beide Strategien gelten als wirksam für die Prävention klinischer Erkrankungen bei adulten Pferden, wenn sie gemäß dieser Empfehlungen umgesetzt werden. Das spezifische Potenzial beider Strategien hinsichtlich einer Abschwächung der Entwicklung von AR ist weitgehend von der jeweils tatsächlich zustande kommenden Entwurmungshäufigkeit pro Pferd und Jahr abhängig. Vergleichbare Daten liegen bislang nicht vor, sollten für zukünftige Analysen dieser beiden Strategien aber erhoben werden. Ungeachtet dessen ist entscheidend, dass Tierärzte und andere für die Gesundheit von Pferden verantwortliche Personen den tatsächlichen AR-Status der in den jeweiligen Pferdehaltungen vorkommenden Parasiten kennen. In Betrieben, in denen die Resistenz einer spezifischen Wurmspezies gegenüber einer bestimmten Anthelminthikaklasse nachgewiesen ist (mittels Eizahlreduktionstest oder wenigstens durch Kotprobenuntersuchung nach Behandlung), müssen strategische Überlegungen hinsichtlich der zukünftigen Anwendung dieser Anthelminthikaklasse angestellt werden. Generell gilt aber, dass die jeweilige Anthelminthikaklasse gegen die resistente Wurmspezies nicht mehr eingesetzt werden sollte.

6.1. Selektive Entwurmung

Wiederholte Infektionen mit kleinen Strongyliden treten bei Weidepferden aller Altersgruppen auf. Bei der Mehrzahl der adulten Pferde führt eine entsprechende Immunantwort jedoch zu einer Suppression der Eiproduktion kleiner Strongyliden.

Mehrere Studien lieferten Belege für eine konsistente Ausscheidungsintensität von Strongylideneiern nach Entwicklung einer entsprechenden Immunität bei individuellen Pferden.

Dieses Phänomen bildet die Grundlage für das Konzept der selektiven Entwurmung, bei der nur Pferde eine anthelminthische Behandlung erhalten, die eine konsistent hohe Ausscheidung von Strongylideneiern oberhalb eines bestimmten Schwellenwertes, z. B. 200 MDS-Eier pro Gramm (EPG) Kot, aufweisen. Praktisch bedeutet dies, dass im ersten Jahr der Umsetzung dieses Konzeptes Kotproben von jedem einzelnen Pferd mindestens viermal jährlich untersucht werden. Alle Pferde mit MDS-EPGs über dem definierten Schwellenwert werden entwurmt. Wenn der verantwortliche Tierarzt die epidemiologische Situation als stabil einschätzt, kann die Häufigkeit der Kotdiagnostik in den darauffolgenden Jahren auf drei jährliche Untersuchungen reduziert werden (Beginn, Mitte und Ende der Saison, siehe Tabelle 2).

Die selektive Entwurmung wird nur für adulte Pferde empfohlen und ist ausschließlich für die Bekämpfung kleiner Strongyliden konzipiert.

Das Ziel ist eine Erhöhung des Anteils von Eiern bzw. Larven kleiner Strongyliden auf der Weide, die von adulten Würmern produziert wurden, die keiner anthelminthischen Behandlung ausgesetzt waren. Diese werden als **Refugium** empfindlicher Parasiten bezeichnet. Einer Hypothese zufolge verhindert oder verzögert ein großes Refugium in der Außenwelt lebender Parasitenstadien die Entwicklung der AR. In verschiedenen Studien, einschließlich einiger Untersuchungen aus Europa, hat die Anwendung des Prinzips der selektiven Entwurmung nachweislich zu einer signifikanten Reduktion der Anzahl anthelminthischer Behandlungen bei Pferden geführt. In diesen Studien entwickelten die Pferde keine auf Parasiteninfektionen zurückzuführenden klinischen Symptome.

Ob die intestinale Wurmbürde von Pferden, die nur geringe Mengen von MDS-Eiern ausscheiden, tatsächlich vernachlässigt werden kann, ist nicht vollständig gesichert. Wie oben erwähnt gilt eine hohe Entwurmungsfrequenz als eine der wichtigsten Ursachen für das Aufkommen von AR. Hohe Entwurmungsfrequenzen sind allerdings besonders bei Fohlen und Jährlingen ein Thema, bei denen die früher üblichen Empfehlungen für Entwurmungen alle 4–8 Wochen heute nicht mehr gegeben werden sollten. Nicht erwiesen ist bis heute jedoch, ob die selektive Entwurmung bei adulten Pferden tatsächlich einen signifikanten Einfluss auf die angestrebte verminderte Entwicklung von AR hat oder ob die Reduzierung der Entwurmungshäufigkeit bei Fohlen und jungen Pferden diesbezüglich eine höhere Relevanz besitzt.

Tabelle 2: Entwurmungsschema und Schlüsselmaßnahmen im Rahmen der selektiven Behandlung[1] von Infektionen mit kleinen Strongyliden (Cyathostominen) bei adulten Pferden

Jahr 1	Jahr 2 und später
• Viermalige Bestimmung der Magen-Darm-Strongyliden (MDS)-Eizahl-pro-Gramm (EPG) Kot[2], beginnend im April/Mai bis Okt/Nov • Behandlung aller Pferde mit Strongyliden-FEC >200 EPG • Check-ups mittels Kotprobenuntersuchungen nach erfolgter Entwurmung • Tests auf große Strongyliden (Larvenkultur/PCR) • Behandlung aller Pferde mit nachgewiesenem Befall mit anderen Parasiten (z. B. *Parascaris* spp., Bandwürmer, große Strongyliden)[3] • Eine Behandlung am Jahresende für Pferde, die keine diagnostikbasierte Entwurmung während der Saison erhalten haben (Anthelminthika mit Wirksamkeit gegen wandernde Stadien großer Strongyliden verwenden) • Einhaltung strikter Quarantänemaßnahmen (siehe Kapitel 5)	Dieselben Maßnahmen wie während des ersten Jahres, die Häufigkeit der Eizahlbestimmungen kann aber auf dreimal pro Jahr reduziert werden, wenn die epidemiologische Situation stabil ist

[1] Es wird empfohlen, die selektive Entwurmung nur bei adulten Pferden anzuwenden und nicht in Ställen, in denen große Strongyliden nachgewiesen wurden. Je nach epidemiologischer Situation kann das Monitoring regional angepasst werden. Das Konzept der selektiven Entwurmung sollte vorzugsweise als eine Strategie für den gesamten Stall angewendet werden und sich nicht auf einzelne Pferde beschränken, die Weiden mit parasitologisch nicht überwachten Pferden teilen.

[2] Untersuchung der MDS-Eizahl-pro-Gramm (EPG) Kot, also die koproskopische Bestimmung der im Kot vorkommenden MDS-Eizahlen, basierend auf Methoden mit einer unteren Nachweisgrenze von mindestens 50 Eiern pro Gramm Kot

[3] Die Sensitivität von Larvenkulturen allein ist niedriger als die Sensitivität einer Kombination von Larvenkultur und PCR. Diese Methoden können nur patente Infektionen nachweisen, während die klinischen Erkrankungen in der Präpatenz durch die Larvenstadien hervorgerufen werden.

Grundsätzlich sind in diesem Zusammenhang ebenfalls die Ergebnisse einer dänischen Studie erwähnenswert, denen zufolge die hoch pathogene große Strongylidenspezies *Strongylus vulgaris* eine höhere Prävalenz in Betrieben aufwies, die ihre Pferde in den vorangegangenen Jahren selektiv entwurmt hatten, als in den Betrieben, die in diesem Zeitraum strategische Entwurmungen der gesamten Herde durchgeführt hatten. Hier ist jedoch anzumerken, dass sich die in diesen Betrieben angewendete Vorgehensweise der selektiven Entwurmung von dem hier beschriebenen Behandlungsansatz unterscheidet. Dies gilt insbesondere, was das Monitoring von *S. vulgaris* und die sich daraus ableitenden Behandlungsentscheidungen betrifft.

In jüngsten europäischen Studien wurden *Strongylus vulgaris* oder andere große Strongylidenspezies bei Pferden mit Hilfe von Larvenkulturen und dem mikroskopischen Nachweis von L3 nicht oder nur noch sehr selten gefunden. In mehreren Einzelfällen und in einzelnen Studien wurde *S. vulgaris*-Befall und zwar oft einhergehend mit hochgradigen klinischen Konsequenzen festgestellt. Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass große Strongyliden nach wie vor präsent sind, wenn auch mit niedriger Prävalenz. Das routinemäßige Monitoring großer Strongyliden mit Hilfe von Larvenkulturen muss folglich ein integraler Bestandteil eines jeden selektiven Entwurmungsprogramms sein. In Pferdehaltungen, in denen große Strongyliden nachgewiesen wurden, ist der selektive Behandlungsansatz zunächst nicht zu empfehlen. Bevor Pferdehaltungen mit nachgewiesenen großen Strongyliden in ein selektives Entwurmungsprogramm aufgenommen bzw. erneut aufgenommen werden, sollten alle Pferde mit Weidezugang über mindestens zwei Jahre zweimal jährlich (im späten Frühjahr und im Herbst/Winter) mit Anthelminthika, die nachweislich gegen adulte Stadien UND gegen Larvenstadien großer Strongyliden wirksam sind (MLs und FBZ), entwurmt werden. Der Befallsstatus mit großen Strongyliden sollte mindestens einmal jährlich durch eine Untersuchung gepoolter Larvenkulturen dokumentiert werden. Alle weiteren Entwurmungsentscheidungen liegen in der Verantwortlichkeit des behandelnden Tierarztes in Abstimmung mit den Pferdebesitzern.

6.2. Strategische Entwurmung

Das Alter eines Pferdes und seine Nutzungsart können einen wichtigen Einfluss auf die geeignete Entwurmungsstrategie haben. Insbesondere Fohlen aber auch junge Pferde benötigen einen umfassenden Schutz durch regelmäßige anthelminthische Behandlungen, selbst in gut geführten Pferdehaltungen mit optimaler Stall- und Weidehygiene. Die in der Vergangenheit oft gegebene Empfehlung, Fohlen häufig zu entwurmen (etwa alle 4–8 Wochen während des ersten Lebensjahres) gilt heute aufgrund des AR-Aufkommens, z. B. bei Spulwürmern und kleinen Strongyliden, als obsolet. Die erste Entwurmung während der Weidesaison findet im Allgemeinen entweder mit dem Weideaustrieb oder ein bis zwei Monate später statt. Der spätere Termin gilt als strategisch sinnvoller, um einen stärkeren epidemiologischen Effekt auf die Produktion von Strongylidenlarven und somit auf die Weidekontamination zu erreichen.

Die altersgruppenspezifischen Entwurmungsschemata in den Tabellen 3-5 geben konkrete Empfehlungen für Bekämpfungsmaßnahmen (einschließlich Monitoring von Infektionen) und deren Zeitpunkte im Verlauf eines Jahres. Nach dieser Strategie werden im Allgemeinen alle Tiere derselben Altersgruppe behandelt.

Ein Nachteil der strategischen Entwurmung ist, dass zum Teil auch Pferde anthelminthisch behandelt werden, deren Darm keine oder nur sehr wenige Würmer beherbergt. Wie oben erwähnt, handelt es sich dabei leider nicht notwendigerweise um Pferde, die keine Wurmeier im Kot aufweisen, da auch Pferde ohne aktuelle Wurmeiausscheidung hohe Wurmzahlen in sich tragen können. Man geht davon aus, dass eine Reduktion der Anwendung von Antiparasitika aus derselben Wirkstoffklasse auf maximal zweimal pro Jahr zu einer Abnahme der Selektion auf anthelminthische Resistenzen führt. Da gegenwärtig wissenschaftlich nicht belegt ist, ob zwei jährliche Entwurmungen bei equinen Helminthen nicht doch zu einer AR-Selektion führen, empfehlen einige Experten diese Vorgehensweise nicht.

Tabelle 3: Altersspezifisches Entwurmungsschema[1] für Fohlen mit Weidegang

Zeitpunkt der Behandlung	(Haupt-)Indikation	Arzneimittelklasse[2]	Zu behandelnde Tiere	Anmerkungen
Ca. 4 Wochen (z. B. April/Mai)	*Strongyloides westeri*	BZ oder ML	Alle Fohlen	Monitoring[3] mittels Kotprobenuntersuchung, **Behandlung nur, wenn *S. westeri* im Betrieb nachgewiesen werden**
Ca. 2 Monate (z. B. Mai/Juni)	Cyathostominen, *Parascaris* spp., Larvenstadien großer Strongyliden	BZ oder ML[5] oder PYR[4] (keine Wirkung gegen Larvenstadien gr. Strongyliden)	Alle Fohlen	Monitoring[3] im Alter von 3 Monaten mittels Kotprobenuntersuchung
5 Monate (z. B. August/ September)	Cyathostominen, *Parascaris* spp., möglicherweise Bandwürmer	BZ oder PYR[4], PZQ nur, wenn Bandwürmer im Betrieb nachgewiesen sind	Alle Fohlen	Monitoring[3] mittels Kotprobenuntersuchung
8 Monate (November/ Dezember)	Cyathostominen, *Parascaris* spp., möglicherweise Gasterophilus, Bandwürmer, große Strongyliden (Larvenstadien)	ML[5], PZQ nur, wenn Bandwürmer im Betrieb nachgewiesen sind	Alle Fohlen	Monitoring[3] mittels Kotprobenuntersuchung

[1] Entwurmungsschemata müssen dem Betrieb und der Region spezifisch angepasst werden.

[2] Arzneimittelklassen: Benzimidazole inkl. Pro-Benzimidazole (BZ), makrozyklische Laktone (ML), das Tetrahydropyrimidin-Derivat Pyrantel (PYR) und das Isochinolin-Derivat Praziquantel (PZQ).

[3] Monitoring: Die genannten Termine eignen sich für das qualitative Monitoring des Infektionsstatus der Herde insgesamt. Das Testen individueller Tiere liefert die zuverlässigsten Daten. Wo dies nicht möglich ist, können gepoolte Proben (z. B. von bis zu 5 Pferden derselben Altersgruppe) qualitative Informationen über das vorhandene Parasitenspektrum liefern. Ergibt das Monitoring positive Ergebnisse, kann ein Eizahlreduktionstest durchgeführt werden, um die Wirksamkeit des Anthelminthikums zu bestätigen. Eine quantitative Analyse vom Sammelkotproben kann auch eine Einschätzung der Intensität der Ausscheidung von Strongylideneiern in der jeweiligen Gruppe liefern.

[4] BZ-Resistenz bei Cyathostominen ist weit verbreitet und auch PYR-Resistenz kommt häufig vor. Diese Wirkstoffe sollten deshalb nur dann eingesetzt werden, wenn die Wirksamkeit im Betrieb mittels koproskopischer Untersuchung nach erfolgter Entwurmung bestätigt werden konnte.

[5] ML-Resistenz bei *Parascaris* spp. ist weit verbreitet, insbesondere in Gestüten. MLs sollten deshalb nur dann eingesetzt werden, wenn die Wirksamkeit im Betrieb mittels koproskopischer Untersuchung nach erfolgter Entwurmung bestätigt werden konnte.

Tabelle 4: Altersspezifisches Entwurmungsschema[1] für Jährlinge und junge Pferde (bis einschließlich 4 Jahre) mit Weidegang

Zeitpunkt der Behandlung	(Haupt-)Indikation	Arzneimittelklasse[2]	Zu behandelnde Tiere	Anmerkungen
Alter von 11–12 Monaten (Februar/März)	Cyathostominen, *Parascaris* spp.	BZ oder PYR[4]	Alle Jährlinge/jungen Pferde, aber nur, wenn das Monitoring einen Befall zeigt	Monitoring[3] mittels Kotprobenuntersuchung
1–2 Monate nach Weideaustrieb (Juni/Juli)	Cyathostominen, *Parascaris* spp., möglicherweise große Strongyliden	ML[5]	Alle Jährlinge/jungen Pferde	Monitoring[3] mittels Kotprobenuntersuchung
4–5 Monate nach Weideaustrieb (August/September)	Cyathostominen, *Parascaris* spp., möglicherweise Bandwürmer	BZ oder PYR[4]	Alle Jährlinge/jungen Pferde	Monitoring[3] mittels Kotprobenuntersuchung
Bei Aufstallung (November/ Dezember)	Cyathostominen, *Parascaris* spp., möglicherweise *Gasterophilus* Bandwürmer, große Strongyliden	ML[5], PZQ nur, wenn Bandwürmer im Betrieb nachgewiesen sind	Alle Jährlinge/jungen Pferde	Monitoring[3] mittels Kotprobenuntersuchung

[1] Entwurmungsschemata müssen dem Betrieb und der Region spezifisch angepasst werden.

[2] Arzneimittelklassen: Benzimidazole inkl. Pro-Benzimidazole (BZ), makrozyklische Laktone (ML), das Tetrahydropyrimidin-Derivat Pyrantel (PYR) und das Isochinolin-Derivat Praziquantel (PZQ)

[3] Monitoring: Die genannten Termine eignen sich für das qualitative Monitoring des Infektionsstatus der Herde insgesamt. Das Testen individueller Tiere liefert die zuverlässigsten Daten. Wo dies nicht möglich ist, können gepoolte Proben (z. B. von bis zu 5 Pferden derselben Altersgruppe) qualitative Informationen über das vorhandene Parasitenspektrum liefern. Ergibt das Monitoring positive Ergebnisse, kann ein Eizahlreduktionstest durchgeführt werden, um die Wirksamkeit des Anthelminthikums zu bestätigen. Eine quantitative Analyse gepoolter Kotproben kann auch eine Einschätzung der Intensität der Ausscheidung von Strongylideneiern in der jeweiligen Gruppe liefern.

[4] BZ-Resistenz bei Cyathostominen ist weit verbreitet, und auch PYR-Resistenz kommt häufig vor. Diese Wirkstoffe sollten deshalb nur dann eingesetzt werden, wenn die Wirksamkeit im Betrieb mittels koproskopischer Untersuchung nach erfolgter Entwurmung bestätigt werden konnte.

[5] ML-Resistenz bei *Parascaris* spp. ist weit verbreitet, insbesondere in Gestüten. MLs sollten deshalb nur dann eingesetzt werden, wenn die Wirksamkeit im Betrieb mittels koproskopischer Untersuchung nach erfolgter Entwurmung bestätigt werden konnte.

Tabelle 5: Altersspezifisches strategisches Entwurmungsschema[1] für adulte Pferde mit Weidegang

Zeitpunkt der Behandlung	(Haupt-)Indikation	Arzneimittelklasse[2]	Zu behandelnde Tiere	Anmerkungen
Februar/März	Cyathostominen	BZ oder PYR[4]	Alle Pferde, aber nur, wenn das Monitoring einen Befall zeigt	Monitoring[3] mittels Kotprobenuntersuchung
1–2 Monate nach Weideaustrieb (Juni/Juli)	Cyathostominen, möglicherweise große Strongyliden	ML	Alle Pferde	Monitoring[3] mittels Kotprobenuntersuchung
4–5 Monate nach Weideaustrieb (August/September)	Cyathostominen, möglicherweise Bandwürmer	BZ oder PYR[4], PZQ nur, wenn Bandwürmer im Betrieb nachgewiesen sind	Alle Pferde, aber nur, wenn das Monitoring einen Befall zeigt	Monitoring[3] mittels Kotprobenuntersuchung
Bei Aufstallung (November/ Dezember)	Cyathostominen, möglicherweise *Gasterophilus* spp. Bandwürmer, große Strongyliden	ML, PZQ nur, wenn Bandwürmer im Betrieb nachgewiesen sind	Alle Pferde	Monitoring[3] mittels Kotprobenuntersuchung. Bei positivem Befund, nach Möglichkeit FECRT durchführen[5]

[1] Entwurmungsschemata müssen dem Betrieb und der Region spezifisch angepasst werden.

[2] Arzneimittelklassen: Benzimidazole inkl. Pro-Benzimidazole (BZ), makrozyklische Laktone (ML), das Tetrahydropyrimidin-Derivat Pyrantel (PYR) und das Isochinolin-Derivat Praziquantel (PZQ)

[3] Monitoring: Die genannten Termine eignen sich für das qualitative Monitoring des Infektionsstatus der Herde insgesamt. Die Untersuchung individueller Tiere liefert die zuverlässigsten Daten und sollte bevorzugt werden. Wo dies nicht möglich ist, können gepoolte Proben (z. B. von bis zu 5 Pferden derselben Altersgruppe) qualitative Informationen über das vorhandene Parasitenspektrum liefern. Eine quantitative Analyse gepoolter Kotproben kann auch eine Einschätzung der Intensität der Ausscheidung von Strongylideneiern in der jeweiligen Gruppe liefern. Ergibt das Monitoring positive Ergebnisse, kann ein Eizahlreduktionstest durchgeführt werden, um die Wirksamkeit des Anthelminthikums zu bestätigen.

[4] BZ-Resistenz bei Cyathostominen ist weit verbreitet, und auch PYR-Resistenz kommt häufig vor. Wirkstoffe aus diesen Klassen sollten deshalb nur dann eingesetzt werden, wenn die Wirksamkeit in der betreffenden Pferdehaltung mittels koproskopischer Untersuchung nach erfolgter Entwurmung bestätigt werden konnte.

[5] FECRT: Eizahlreduktionstest (Faecal Egg Count Reduction Test)

7. Schulung des Praxisteams, Empfehlungen für Pferdebesitzer

Entwurmungsschemata und Empfehlungen für die Bekämpfung parasitärer Infektionen sollten gegenüber den Mitarbeitern der tierärztlichen Praxis klar kommuniziert werden, um eine konsistente Umsetzung sicherzustellen. Die Aufgabe von TierärztInnen, Tierärztlichen Fachangestellten und anderen im Bereich Tiergesundheit tätigen Personen ist es, den PferdebesitzerInnen präventive Maßnahmen, das routinemäßige Monitoring und die Praxis des regelmäßigen Entwurmens verständlich zu erläutern.

Das Ziel eines jeden Programms zur Parasitenbekämpfung bei Pferden ist die Minimierung des Risikos der Entstehung parasitärer Erkrankungen. Dazu gehören strategische Entwurmungen oder, bei adulten Pferden, selektive Entwurmungen. Beide Entwurmungsstrategien müssen jedoch von wirksamen Maßnahmen der Stall- und Weidehygiene begleitet werden. In regelmäßigen Abständen sollten Wurm-Eizahlbestimmungen durchgeführt werden, um die Wirksamkeit der eingesetzten Anthelminthika zu überwachen und somit jegliche Anzeichen der Entwicklung von AR frühzeitig zu erkennen, insbesondere bei kleinen Strongyliden und Spulwürmern.

Parasitenbekämpfungsprogramme müssen den spezifischen Bedingungen jeder einzelnen Pferdehaltung individuell angepasst werden und sollten nach Möglichkeit immer unter tierärztlicher Leitung abgestimmt und entwickelt werden.

8. Diagnose von Wurmbefall und Anthelminthika-Resistenzen

8.1. Diagnose von Wurmbefall

Wie bei den meisten Wirtstieren ist die Kotprobenuntersuchung auch bei Pferden nach wie vor die Methode der Wahl, um Tiere mit Wurmbefall zu erkennen.

Der Nachweis von Eiern und/oder Larven von Nematoden bzw. Trematoden und Zestoden erfolgt mit Hilfe der grundlegenden Techniken der Flotation und der Sedimentation sowie der Kombination beider Verfahren, gefolgt von einer mikroskopischen Untersuchung. Jüngste Forschungsarbeiten führten zu Entwicklungen diagnostischer Verfahren mit verbesserter Sensitivität, d. h. herabgesetzten unteren Nachweisgrenzen. Beispiele sind die FLOTAC- und die Mini-FLOTAC-Methode mit einer hohen Sensitivität von 1 bzw. 5 MDS-EPG sowie einer quantitativen Beurteilung ausgeschiedener Wurmeier.

Kotkulturen von Strongylideneiern zur Anzucht von dritten Larvenstadien (L3) können mit Hilfe von Plastikbechern oder Glasgefäßen durchgeführt werden. Die Kotproben werden bei Temperaturen von 25–27 °C und einer relativen Feuchtigkeit von 80–100 % inkubiert. Nach 14 Tagen können die L3 anhand morphologischer Merkmale unter Verwendung entsprechender Schlüssel aus der Literatur auf Gattungs- bzw. Speziesebene bestimmt werden.

Für den Nachweis von Bandwurmeiern wird eine kombinierte Sedimentation/Flotation mit zwei Zentrifugationsschritten unter Verwendung von Zuckerlösungen beschrieben (eine Flotationstechnik mit deutlich verbesserter Sensitivität im Vergleich zu Standard-Flotationsmethoden). Darüber hinaus kann eine Bandwurmexposition mit *A. perfoliata* auch mit Hilfe eines serologischen ELISA und neuerdings auch mit einem speichelbasierten ELISA untersucht werden (siehe auch S. 23). Sie eignen sich aufgrund ihrer im Vergleich zur koproskopischen Untersuchung deutlich höheren Sensitivität besser für die Identifizierung behandlungsbedürftiger Pferde und könnten so auch eine selektive Entwurmung zur Kontrolle von Bandwurminfektionen ermöglichen. Im Allgemeinen werden von jedem Pferd wiederholte Kotprobenuntersuchungen im Lauf eines Jahres empfohlen (siehe Tabellen 3-5). Wo solche individuellen Untersuchungen nicht möglich sind (aus praktischen oder ökonomischen Gründen), sollten wiederholte Analysen von Sammelkotproben von bis zu fünf Pferden derselben Altersgruppe durchgeführt werden, um das Gesamtspektrum des in den jeweiligen Pferdegruppen herrschenden Wurmbefalls zu überwachen und eine qualitative Beurteilung vornehmen zu können (z. B. die Zusammensetzung der im Betrieb vorhandenen Parasitenspezies).

8.2. Diagnose von Anthelminthika-Resistenzen

Der Eizahlreduktionstest (EZRT) ist die einzige zurzeit verfügbare etablierte Methode für die Analyse der anthelminthischen Empfindlichkeit equiner Wurmpopulationen im Feld. Es handelt sich um einen einfachen Test für die Beurteilung der Wirksamkeit sämtlicher nematozider Arzneimittelklassen gegen Strongyliden- und *Parascaris* spp.-Populationen. Im Prinzip kann dieser Test auch zur Beurteilung der Wirksamkeit von Anthelminthika gegen andere Parasiten wie Leberegel oder Lungenwürmer herangezogen werden, bei Pferden ist diese Anwendung bislang aber noch nicht etabliert. Für andere Spezies wie Pfriemenschwänze und Bandwürmer ist dieser Test aufgrund der unregelmäßigen Ausscheidung von Eiern dagegen weniger aussagekräftig. Wo ein vollständiger EZRT nicht möglich ist (z. B. aus praktischen oder ökonomischen Gründen), wird dringend empfohlen, die Wirksamkeit von Anthelminthika regelmäßig mit Hilfe von Untersuchungen von Sammelkotproben nach erfolgter Entwurmung zu überwachen (einmal pro Arzneimittelklasse innerhalb von drei Jahren).

9. Anhang: Weitere Parasitenspezies

Großer Leberegel (*Fasciola hepatica*)

Der große Leberegel, *Fasciola hepatica*, ist ein Parasit, der hauptsächlich bei Wiederkäuern gefunden wird und selten auch mit Infektionen und Erkrankungen bei Pferden assoziiert ist. Von Bedeutung können Leberegelinfektionen jedoch in Gebieten sein, in denen Pferde Weiden gemeinsam mit Wiederkäuern nutzen oder auf Weiden grasen, die zuvor von Wiederkäuern beweidet wurden. Bei Pferden kommen Leberegel deshalb meist in Regionen vor, in denen die Fasziolose bei Wiederkäuern endemisch ist. Geeignete Lebensräume für die Entwicklung des Zwischenwirts, der Schlammschnecke *Galba trunculata*, findet man in Regionen mit hohem jährlichem Niederschlag und auf schlecht drainierten Weiden. Klima- und Bodenbedingungen spielen also eine wichtige Rolle in der Epidemiologie des Leberegelbefalls. Gelegentlich kann *F. hepatica* auch Menschen infizieren.

Die Metazerkarien des Leberegels werden beim Grasen peroral aufgenommen. Nach dem Schlupf, Penetration der Darmwand und Wanderung durch die Peritonealhöhle erreichen die Jungegel die Leber. Nach mehrwöchiger Wanderung durch das Lebergewebe und Penetration der Gallengänge entwickeln sich die juvenilen Würmer zu adulten Leberegeln. Nach der etwa zweimonatigen Präpatenzperiode findet man die 120–150 µm langen, ovoiden, gedeckelten, gelben Eier im Kot des Wirtes.

Über die pathologischen Folgen von Leberegelinfektionen bei Pferden weiß man bislang nur sehr wenig. Pferde scheinen insgesamt aber widerstandsfähiger gegen die Infektion zu sein als Rinder oder Schafe und die Patenz scheint *F. hepatica* nur bei einer geringen Anzahl infizierter Pferde zu erreichen. Pathologische Folgen entstehen hauptsächlich während der Wanderung der juvenilen Stadien durch das Leberparenchym. Aufgrund des transperitonealen Wanderweges können aber auch eine Peritonitis oder sekundäre bakterielle Infektionen entstehen. Innerhalb der Gallengänge verursachen Leberegel entzündliche Reaktionen, die zu einer reaktiven Hyperplasie und Erosion des Epithels, chronischer Cholangitis, Cholestase und Fibrose führen können. Subklinische Infektionen sind bei Pferden nicht ungewöhnlich. Wenn klinische Symptome auftreten, handelt es sich in den meisten Fällen um Anzeichen einer chronischen unspezifischen Anämie.

Aufgrund der unspezifischen klinischen Symptomatik können Leberegelinfektionen bei Pferden über lange Zeit unentdeckt bleiben. Kotprobenuntersuchungen auf Leberegeleier können durchgeführt werden, negative Ergebnisse sind aber nur wenig aussagekräftig und allein auf der Grundlage einer negativen koproskopischen Untersuchung kann ein Leberegelbefall beim Pferd nicht ausgeschlossen werden. Hämatologische Veränderungen umfassen Anstiege von Leberenzymen wie Sorbitoldehydrogenase (SDH), Aspartataminotransferase (AST), alkalische Phosphatase (ALP) Lactatdehydrogenase (LDH) und Gamma-Glutamyltransferase (GGT), die mit erhöhten Konzentrationen konjugierter Gallensäuren einhergehen können. Bei Pferden mit nicht-patenten Infektionen kann ein Serumagglutinationstest durchgeführt werden. Die bei Wiederkäuern eingesetzten Tests zum serologischen Nachweis von *F. hepatica*-Infektionen liefern bei Pferden keine zuverlässigen Ergebnisse, wenn sie nicht entsprechend angepasst sind und mit einem an equine sekundäre Antikörper gekoppelten Konjugat arbeiten.

Pferde mit vermuteter oder klinisch bestätigter Leberegelinfektion können mit Triclabendazol in einer Dosierung von 12 mg/kg Körpergewicht behandelt werden. Dieses Benzimidazol-Derivat ist zwar nicht für die Anwendung bei Pferden zugelassen, mehrere unabhängige Berichte bestätigen jedoch die Wirksamkeit und Sicherheit bei der Behandlung von Pferden mit F. *hepatica*-Infektionen. Triclabendazol ist das einzige Anthelminthikum, das sowohl gegen juvenile als auch gegen adulte Leberegel wirkt. In mehreren Ländern wird jedoch eine Triclabendazolresistenz von Leberegeln bei Wiederkäuern beschrieben. Albendazol besitzt eine begrenzte Wirksamkeit gegen Leberegel und wirkt überwiegend gegen adulte Stadien. Weitere bei Rindern und Schafen zur Behandlung von Leberegelinfektionen eingesetzte Arzneimittel, wie z. B. Clorsulon oder Closantel, können für Pferde toxisch sein. TierärztInnen und PferdebesitzerInnen sollten sich dieses Risikos bewusst sein. Die erfolgreiche Bekämpfung der als Zwischenwirte dienenden Schnecken hängt vom Weidemanagement durch eine verbesserte Drainage ab, was in vielen Fällen nicht praktikabel oder zu kostspielig bzw. aus ökologischen Gründen nicht vertretbar ist.

Lungenwurm (*Dictyocaulus arnfieldi*)

Der Lungenwurm *Dictyocaulus arnfieldi* ist ein parasitärer Nematode, der am häufigsten bei Eseln auftritt. Seltener findet man patente Infektionen auch bei Maultieren und Pferden, insbesondere bei Fohlen und Jährlingen. Übertragungen können vorkommen, wenn die unterschiedlichen Wirtstiere dieselben Weiden nutzen. Der Parasit erreicht eine Länge von bis zu 6 cm und siedelt sich bevorzugt in den Bronchien an,

insbesondere in den terminalen Bronchiolen. Adulte Weibchen legen embryonierte Eier mit dem darin enthaltenen ersten Larvenstadium (L1) in das Bronchialsekret des Wirtes. Mit dem Schleim werden die Eier in Richtung Pharynx transportiert, dort abgeschluckt und schließlich mit dem Kot ausgeschieden. Die L1 schlüpft nahezu unmittelbar aus dem Ei und häutet sich zweimal zum infektiösen, doppelt bescheideten dritten Larvenstadium (L3). Die Infektion erfolgt durch perorale Aufnahme der L3 beim Grasen. Nach ihrer Aufnahme penetrieren die L3 die Dünndarmwand und wandern über Lymph- und Blutgefäße zum Herz und schließlich zur Lunge. Dort penetrieren sie die Alveolen und entwickeln sich im Bronchialbaum zu den adulten Stadien. Die Präpatenz dauert etwa drei Monate.

Der häufigste anamnestische Befund in klinischen Lungenwurmfällen bei Pferden ist ein Hinweis auf einen vorangegangenen direkten oder indirekten Kontakt zu Eseln. Die bedeutendsten pathologischen Veränderungen sind eine chronische eosinophile Bronchitis und Bronchopneumonie. Chronischer Husten ist das häufigste klinische Symptom, gelegentlich können aber auch beidseitiger mukopurulenter Nasenausfluss, Dyspnoe, Tachypnoe und Gewichtsverlust zu beobachten sein. Bei jungen Pferden (Jährlingen) verläuft die klinische Erkrankung hochgradiger. Dennoch können infizierte Ponyfohlen L1 mit dem Kot ausscheiden, ohne klinische Symptome zu zeigen. Infizierte Esel zeigen trotz der Präsenz adulter Würmer in der Lunge nur selten klinische Symptome. In einigen Fällen können vergleichsweise geringgradige klinische Symptome wie eine Hyperpnoe und raue Atemgeräusche auftreten. Es gibt aber auch einige wenige Berichte über hochgradige Erkrankungen bei adulten Tieren, zum Teil mit tödlichen Verläufen, selbst bei Eseln.

Die Diagnose stützt sich hauptsächlich auf den Weidevorbericht und die klinische Symptomatik, da sich Lungenwurminfektionen bei Pferden nur selten zur Patenz entwickeln. Die Bestätigung einer patenten Infektion erfolgt über den Nachweis embryonierter Eier oder freier L1 von *D. arnfieldi* (420–480 µm lang), die mittels Flotationsverfahren bzw. besser zusätzlich mit der Baermann-Methode nachgewiesen werden. In einigen Fällen können Eier/L1 und L4/L5 von *D. arnfieldi* mit Hilfe einer bronchoalveolären Lavage aus der Nase und dem oberen Atemtrakt gewonnen werden. In Verdachtsfällen kann das klinische Ansprechen auf eine anthelminthische Behandlung ein Hinweis darauf sein, dass tatsächlich eine Lungenwurminfektion vorgelegen hat.

In Pferdehaltungen mit adäquater Parasitenbekämpfung stellen Lungenwurminfektionen im Allgemeinen kein Problem dar. Bei Atemwegssymptomen einschließlich Husten, die auf Antibiotika nur schlecht ansprechen, empfiehlt es sich jedoch, die Verdachtsdiagnose einer parasitären Pneumonie abzuklären, insbesondere wenn Esel im Betrieb anwesend sind oder waren. Dies gilt insbesondere dann, wenn anthelminthische Behandlungen im betreffenden Betrieb nicht ausreichend häufig durchgeführt werden und wenn es im Vorbericht Hinweise auf eine gemeinsame Weidenutzung von Eseln und Pferden gibt. Im Allgemeinen erreicht man eine erfolgreiche Bekämpfung von Lungenwürmern aber durch konsequentes Einhalten der allgemeinen Empfehlungen zur Entwurmung und Bekämpfung parasitärer Erkrankungen bei Pferden. Anthelminthika aus der Gruppe der MLs und der BZs sind wirksam gegen *D. arnfieldi*. Es ist daher wahrscheinlich, dass man mit Hilfe der strategisch im Verlauf des Jahres eingesetzten Entwurmungsprogramme gegen große und kleine Strongyliden mit Anthelminthika aus diesen Wirkstoffgruppen auch eine wirksame Bekämpfung von *D. arnfieldi*-Infektionen erreicht.

Magenwürmer (*Trichostrongylus axei*, *Habronema* spp. und *Draschia megastoma*)

Trichostrongylus axei ist ein kleiner (5–6 mm), schlanker, weißlicher Nematode, der meist im Magen und selten im Dünndarm von Equiden zu finden ist. Es handelt sich um einen häufigen, weltweit auftretenden Parasiten domestizierter und wilder Wiederkäuer und sogar wilder Lagomorpha. Kreuzinfektionen können auftreten, wenn verschiedene Wirtstierspezies dieselben Weiden nutzen. Unterschiedliche Equidenspezies können unterschiedliche Infektionsmuster zeigen. So kann *T. axei* bei Eseln eine höhere Prävalenz zeigen als bei Pferden und die Infektion kann bei Eseln zu hohen Wurmbürden führen. Der Entwicklungszyklus ist direkt und die exogene, nicht-parasitäre Entwicklung ähnelt der von großen und kleinen Strongyliden mit Eiausscheidung über die Fäzes und Entwicklung der infektiösen L3 auf der Weide. Nach peroraler Aufnahme penetrieren die L3 die Magenschleimhaut und dringen hauptsächlich in die Magendrüsen ein. Bei massiven Infektionen können die Larven auch im proximalen Dünndarm parasitieren. Nach zwei Häutungen erscheinen die adulten Stadien im Lumen und die Weibchen scheiden bereits 14 Tage nach der Infektion Eier aus, die dem MDS-Typ entsprechen.

Die klinischen Symptome variieren je nach Intensität der Infektion und reichen von geringgradigen gastrointestinalen Störungen bis hin zu chronischer katarrhalischer Gastritis und knotigen Verdickungen der glandulären Schleimhaut mit Erosionen und Ulzera im Falle massiver Infektionen. Hochgradige Symptome sind ein Verlust der körperlichen Kondition und ein fortschreitender Gewichtsverlust bis hin zu Auszehrung.

Die zum Nachweis von MDS-Eiern eingesetzten Flotationsverfahren eignen sich auch für den Nachweis der Eier von *T. axei*, die morphologisch nicht von Eiern großer und kleiner Strongyliden zu unterscheiden sind. Eine speziespezifische Diagnose erfordert daher eine Larvenanzucht mittels Kotkultur und die mikroskopische Bestimmung der schlanken L3 von *T. axei*. Wirksam gegen *T. axei* sind Anthelminthika aus den Gruppen der MLs und der BZs sowie Pyrantel. Es ist daher wahrscheinlich, dass man mit den strategisch im Verlauf des Jahres eingesetzten Entwurmungsprogrammen gegen große und kleine Strongyliden mit Anthelminthika aus diesen Wirkstoffgruppen auch eine wirksame Bekämpfung von *T. axei*-Infektionen erreicht.

Weitere bei Pferden auftretende Magenwürmer umfassen drei Spezies der Ordnung Spirurida: *Habronema microstoma*, *H. muscae* und *Draschia megastoma*. Diese Würmer haben einen indirekten Entwicklungszyklus und benötigen Fliegen als Zwischenwirte für die Übertragung auf das Pferd. Die adulten Parasitenstadien besiedeln den Magen, während man die Larvenstadien im Magen und in aberranten Lokalisationen wie Haut oder Konjunktiven finden kann („Sommerwunden").

Die adulten Nematoden sind 10–25 mm lang, wobei *Habronema* spp. am längsten (22–25 mm) sind und *D. megastoma* am kürzesten (13 mm).

Alle drei Spezies findet man häufig im Drüsenteil der Magenschleimhaut, und zwar sowohl als L4/präadulte Stadien als auch als adulte Würmer. Die Weibchen legen dünnschalige, embryonierte Eier. Mit dem Kot können sowohl Eier als auch erste Larvenstadien (L1) ausgeschieden werden. Diese Nematoden nutzen Fliegen der Familie der Muscidae als Zwischenwirte und Vektoren: die Stubenfliege *Musca domestica* im Falle von *H. muscae* und *D. megastoma* sowie den gemeinen Wadenstecher *Stomoxys calcitrans* im Falle von *H. microstoma*. Aus dem Kot von Pferden nehmen die Fliegenlarven (Maden) die L1 auf, die sich im Zwischenwirt innerhalb von einer Woche zum dritten Larvenstadium (L3) entwickeln. Die L3 konzentrieren sich in den Mundwerkzeugen der adulten Fliege, werden dann am Maul und an den Nüstern des Pferdes freigesetzt und schließlich peroral aufgenommen. Alternativ können sich Pferde auch durch perorale Aufnahme toter Fliegen infizieren. Abgeschluckte L3 schließen ihren Entwicklungszyklus nach zwei Häutungen zu adulten Würmern im Magen des Pferdes ab. Während dieser Entwicklung im Magen gibt es große speziesspezifische Unterschiede bezüglich der pathogenen Effekte. So induziert beispielsweise *D. megastoma* die Bildung von Knoten im Magen, bei denen es sich um globuläre, mit purulentem Material gefüllte Granulome handelt, in denen die Würmer leben. Diese Knoten können sich in das Lumen des Drüsenteils des Magens vorwölben und sehr groß werden, gelegentlich mit einem Durchmesser von über 10 cm. *Habronema* spp. induzieren dagegen eine katarrhalische Gastritis mit gelegentlichen Blutungen und Ulzera.

Die L3 dieser Nematoden aus der Ordnung Spirurida werden gelegentlich auch in Hautwunden oder an mukokutanen Übergängen wie den Konjunktiven und der Anal- oder Vulvaschleimhaut abgelegt. Dort verursachen sie proliferative Läsionen, die im Laufe der Fliegensaison an Größe zunehmen, ulzerieren und als „Sommerwunden" bezeichnet werden. In den kälteren Monaten des Herbstes und Winters bilden sich diese Läsionen an Haut und mukokutanen Übergängen tendenziell wieder zurück. Mit dem erneuten Anstieg der Temperaturen im Frühling und Sommer können jedoch neue Läsionen entstehen, da die Entwicklung der Fliegen wieder zunimmt und neue L3 deponiert werden, die wiederum weitere granulomatöse Läsionen stimulieren.

Die Läsionen an Haut und mukokutanen Übergängen sind fibrogranulomatöser Natur, reich an Bindegewebe und eosinophilen Granulozyten und gehen häufig mit sekundären bakteriellen Infektionen und Ulzeration einher. Diese Veränderungen können extrem schmerzhaft sein, insbesondere am medialen Augenwinkel, in der Sattellage, unter dem Zaumzeug oder am Präputium. Die durch die Larven hervorgerufenen Hautläsionen sind deshalb sehr viel schwerwiegender und irritierender als die Folgen einer Infektion des Magens mit adulten Würmern. Die Bekämpfung der im Magen befindlichen Wurmpopulation ist jedoch notwendig, um das Risiko und die Inzidenz von „Sommerwunden" zu senken.

MLs sind die Anthelminthika der Wahl für die Behandlung von Infektionen mit adulten *Habronema* spp. und *Draschia megastoma*. Auch Hautläsionen können mit systemischen MLs behandelt werden, es gibt jedoch Berichte über ein Therapieversagen von MLs unter Feldbedingungen.

10. Glossar

Anthelminthikum	Arzneimittel zur Bekämpfung von Wurmbefall (Helminthen)
Anthelminthika-Resistenz	Die Fähigkeit einer Helminthenpopulation, die empfohlene wirksame Standarddosierung eines Anthelminthikums zu überleben. Es handelt sich um ein erbliches Merkmal.
Egg Reappearance Period (ERP)	Zeitraum bis zum Wiederauftreten der Eiausscheidung nach der letzten wirksamen anthelminthischen Behandlung.
Eizahl pro Gramm (EPG)	Anzahl der Eier von Helminthen (meist Nematoden) pro Gramm Kot eines Tieres
Eizahlreduktions-test (EZRT)	Der Eizahlreduktionstest ermöglicht eine Beurteilung der Wirksamkeit der Entwurmung, basierend auf der Ermittlung der fäkalen Eizahlen vor und nach einer Behandlung. Der EZRT wird für den Nachweis anthelminthischer Resistenzen bei Weidetieren empfohlen.
Endwirt	Wirt, in dem ein Parasit seine Entwicklung zu den geschlechtsreifen/adulten Stadien abschließt, die Eier oder Larven produzieren.
Helminthen	Parasitische Würmer wie Rundwürmer (Spulwürmer, Strongyliden, Pfriemenschwänze), Bandwürmer oder Leberegel
Hypobiose	Entwicklungspause bei parasitischen Würmern, meist als Larvenstadien in der Darmschleimhaut des Endwirtes
L1 – L2 – L3 – L4–Präadult-Adult	Normale Abfolge der larvalen Entwicklung von Nematoden, beginnend mit dem ersten Larvenstadium (L1), das sich vier Mal zum präadulten Stadium häutet. Im Allgemeinen findet die Entwicklung der bei Pferden vorkommenden Nematoden vom ersten Larvenstadium (L1) zum dritten Larvenstadium (L3) in der Außenwelt oder in einem Zwischenwirt statt und die des vierten Larvenstadiums (L4), der präadulten und adulten Stadien im Endwirt Pferd.
Magen-Darm-Strongyliden (MDS)	Parasitische Nematoden die als adulte (z.T. auch als larvale) Stadien im Gastrointestinaltrakt vorkommen und zu der Ordnung Strongylida gehören sowie einige morphologische Merkmale (Bursa copulatrix bei Männchen, dünnschalige ovale Eier mit einer Größe von ca. 60 bis 140 µm) teilen.
Metaphylaktische Maßnahmen	Maßnahmen bei befallenen, aber noch nicht erkrankten oder geschädigten Wirtstieren mit dem Ziel, eine zu erwartende Erkrankung sowie die Ausscheidung von bzw. die Umweltkontamination mit Entwicklungsstadien zu verhindern oder zu minimieren
Myiasis	Infektion eines Wirbeltieres, z. B. eines Pferdes, durch die sich entwickelnde Fliegenlarven
Nematoden	Aufgrund ihres Aufbaus auch als Rundwürmer bezeichnete artenreiche Gruppe von Würmern (bei Pferden z. B. große und kleine Strongyliden, Spul- und Lungenwürmer und Oxyuren)
Patenz	Zeitspanne, während der die Parasiten geschlechtsreif sind und Nachkommen produzieren (z. B. Eier oder Larvenstadien). Sie endet, wenn die Parasiten ihre Reproduktion einstellen oder sterben.
Präpatenz	Zeitintervall zwischen der Infektion eines Endwirtes mit einer Parasitenspezies und dem ersten Nachweis von Eiern oder Larvenstadien im Kot.
Prävalenz	Begriff, der den Anteil (in der Regel in Prozent angegeben) infizierter Wirte innerhalb einer Gruppe von Tieren beschreibt.
Prophylaktische Maßnahmen	Maßnahmen zur Prävention oder Reduzierung des Risikos einer Infektion.
Refugium	Parasitenpopulation, die dem Antiparasitikum zum Zeitpunkt der Behandlung nicht ausgesetzt ist, z. B. Parasiten in nicht-entwurmten Pferden, Larvenstadien auf der Weide oder enzystierte Würmer, die vom eingesetzten Anthelminthikum nicht angegriffen werden
Wirksamkeit	Fähigkeit eines Arzneimittels, den erwünschten therapeutischen Effekt in der empfohlenen Dosierung zu erzielen. Im Feld wird der Eizahlreduktionstest angewendet, um die Wirksamkeit zu überprüfen.
Zestoden	Aufgrund ihres Körperbaus auch als Bandwürmer bezeichnete Parasiten, die als adulte Stadien u.a. im Magen-Darm-Trakt vorkommen, beim Pferd vor allem Arten der Familie Anoplocephalidae als Dick- und Dünndarmparasiten
Zwischenwirt	Wirt, der die unreifen Stadien (Larven) einer Parasitenspezies beherbergt, die sich zu den für den Endwirt infektionsfähigen Stadien entwickeln

Diese Publikation wird zur Verfügung gestellt unter der Bedingung, dass jede Weiterleitung oder Reproduktion des Inhaltes in Gänze oder in Teilen in jeder Form oder auf irgendeine Weise, elektronisch, mechanisch, als Fotokopie, als Aufnahme oder auf andere Weise ausschließlich nach schriftlicher Genehmigung von ESCCAP erfolgt.

Diese Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung von ESCCAP nur mit den Coverseiten der Erstveröffentlichung verbreitet werden.

Ein Katalogdatensatz für diese Publikation ist bei der British Library erhältlich.

DANKSAGUNG

ESCCAP bedankt sich bei PD Dr. med. vet. Hubertus Hertzberg, Dipl. EVPC, Institut für Parasitologie, Universität Zürich, für seine Unterstützung bei der Erstellung dieser Empfehlung.

DANKSAGUNG ABBILDUNGEN

ESCCAP bedankt sich bei folgenden Institutionen und Personen für die Genehmigung der Reproduktion von Abbildungen:

- A. Schmidt (geb. Meyer), Institut für Tierpathologie, Freie Universität Berlin
- Jakub Gawor (Witold Stefański Institute of Parasitology, Polish Academy of Sciences, Warschau, Polen)
- K. Seidl, Institut für Parasitologie und Tropenveterinärmedizin, Freie Universität Berlin

Die Arbeit von ESCCAP in Deutschland sowie der kostenfreie Service für deutsche TierärztInnen in Deutschland werden durch Sponsoren ermöglicht. Unser Dank gilt den deutschen Niederlassungen folgender Firmen:

Haftungsausschluss:
Die Angaben in dieser Empfehlung gründen sich auf die Erfahrung und das Wissen der Autoren und wurden mit größtmöglicher Sorgfalt auf ihre Richtigkeit überprüft. Autoren und Herausgeber übernehmen jedoch keine Haftung für jedwede Folgen, die aus einer Fehlinterpretation der enthaltenen Informationen resultieren, und geben weiterhin keinerlei Garantie. ESCCAP weist ausdrücklich darauf hin, dass bei Umsetzung der Empfehlungen in jedem Fall nationale und lokale Gesetzgebungen zu berücksichtigen sind. Alle genannten Dosierungen und Indikationen entsprechen dem derzeitigen Wissensstand, dennoch sollten TierärztInnen die jeweiligen Hinweise der Hersteller in Packungsbeilagen und Fachinformationen genau beachten.

ESCCAP

Malvern Hills Science Park, Geraldine Road, Malvern, Worcestershire, WR14 3SZ, United Kingdom
Erste Ausgabe. Veröffentlicht von ESCCAP im August 2018
© ESCCAP 2018
Alle Rechte vorbehalten
Deutsche Adaption von ESCCAP Deutschland e.V. veröffentlicht im August 2019

ESCCAP

EUROPEAN SCIENTIFIC COUNSEL COMPANION ANIMAL PARASITES®

Empfehlungen zur Behandlung und Kontrolle gastrointestinaler Parasiten bei Pferden und anderen Equiden

Deutsche Adaption der ESCCAP-Empfehlung Nr. 8, August 2019

Kontakt:
ESCCAP Deutschland e.V.
c/o vetproduction GmbH
Am Hof 28, 50667 Köln
Tel.: +49 221 759126-98
Fax: +49 221 759127-02
E-Mail: info@esccap.de
www.esccap.de

Herausgeber:
ESCCAP Secretariat
Malvern Hills Science Park, Geraldine Road, Malvern,
Worcestershire, WR14 3SZ, United Kingdom
0044 (0) 1684 585135
info@esccap.org
www.esccap.org

ISBN: 978-1-907259-75-3