

Aus dem Department für Kleintiere und Pferde
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Klinische Abteilung für Interne Medizin Pferde
(Leiterin: Univ.-Prof. Dr.med.vet. Jessika-Maximiliane Cavalleri, Dipl. ECEIM)

Eine vergleichende Studie über das Vorkommen von *Oxyuris equi* und anderer Endoparasiten beim Pferd

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Linda Maria Straub

Wien, im Jänner 2020

BetreuerInnen:

Ass.-Prof. Dr.med.vet. Klaus Riedelberger
Klinische Abteilung für Interne Medizin Pferde
Department für Kleintiere und Pferde
Veterinärmedizinische Universität Wien

und

Univ.-Prof. Dr.med.vet. Anja Joachim, Dipl. EVPC
Institut für Parasitologie
Department für Pathobiologie
Veterinärmedizinische Universität Wien

Gutachter:

Dr.rer.nat. Priv.-Doz. Hans-Peter Führer
Institut für Parasitologie
Department für Pathobiologie
Veterinärmedizinische Universität Wien

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Hypothesen	1
1.1	Einleitung.....	1
1.2	Hypothesen	2
2	Literaturübersicht	3
2.1	<i>Oxyuris equi</i> (Schränk 1788)	3
2.1.1	Taxonomische Einordnung.....	3
2.1.2	Morphologie und Biologie.....	3
2.2	Entwicklung und Epidemiologie	5
2.3	Pathogenese	6
2.4	Therapie und Resistenzlage	7
2.4.1	Therapie	7
2.4.1.1	Anthelminthika für Pferde.....	8
2.4.1.2	Klassische, strategische Entwurmung	9
2.4.1.3	Selektive Entwurmung: (<i>targeted selective treatment; TST</i>)	11
2.4.2	Resistenzlage	12
3	Tiere, Material und Methoden.....	16
3.1	Betriebe und Patienten	16
3.2	Entnahme von Kotproben und Abklatschpräparaten	17
3.3	Methoden	17
3.3.1	Nachweisverfahren	17
3.3.1.1	Klebestreifen-Abklatsch-Methode	17
3.3.1.2	Kombiniertes Sedimentations-Flotations-Verfahren.....	18
3.3.1.3	McMaster Eizählung	19

3.3.2	Statistik und Annahme zur Gruppengröße	20
4	Ergebnisse	22
4.1	Kombiniertes Sedimentations-Flotations-Verfahren	22
4.2	McMaster-Eizählung	23
4.3	Klebestreifen-Abklatsch	25
4.4	Methodenvergleich	25
4.5	Vorkommen von Oxyuren	26
4.5.1	Altersverteilung	27
5	Diskussion	30
6	Zusammenfassung.....	36
7	Summary	38
8	Literaturverzeichnis.....	39
9	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....	43
9.1	Abbildungsverzeichnis.....	43
9.2	Tabellenverzeichnis	43
	Danksagung	44

Für Angela

1 Einleitung und Hypothesen

1.1 Einleitung

In der Pferdemedizin spielt der Befall mit Endoparasiten eine wichtige Rolle. Die häufigsten Endoparasiten des Verdauungstrakts beim Pferd sind kleine Strongyliden, die in der Mehrzahl der Unterfamilie der Cyathostominae zugerechnet werden. Neben ihnen sind vor allem auch Ascariden, Oxyuren, Cestoden und große Strongyliden von Bedeutung. Im Vergleich zu den anderen gastrointestinalen Helminthen, die zum Teil schwere Erkrankungen verursachen können, scheinen Oxyuren eher harmlose Parasiten zu sein.

Bezüglich des idealen Entwurmungsmanagements beim Pferd sind die Expertenmeinungen durchaus uneinheitlich. Einerseits werden Resistenzen durch häufige Entwurmung immer häufiger, andererseits will man das Risiko von Erkrankungen möglichst gering halten. Neben der klassischen, strategischen Entwurmung gibt es die selektive Entwurmung, die auch unter dem Begriff „*targeted selective treatment*“ (*TST*) bekannt ist. Die Entscheidungsgrundlage für die Entwurmung nach dem *TST*-Konzept ist die Ausscheidung von Eiern der Magen-Darm-Strongyliden (MDS). Die Tiere werden hier im Optimalfall, nach Richtlinien und regelmäßigen Kontrollen der Eiausscheidung, so selten wie möglich entwurmt. Helminthen, die schwere Erkrankungen auslösen können, wie große Strongyliden, Ascariden oder Cestoden, werden beim *TST* berücksichtigt. Für diese Fälle gibt es eigene Verfahrensempfehlungen.

Oxyuris equi (*O. equi*), der Pfriemenschwanz der Pferde, ist im Vergleich zu anderen Endoparasiten weniger erforscht. Ihm wird primär keine große Pathogenität zugesprochen. Beim *TST*-Schema, das auf der Untersuchung von Kotproben beruht, wird *O. equi* weitgehend außer Acht gelassen, auch weil die Untersuchung von Kotproben nicht den optimalen Nachweis für diesen Parasiten darstellt.

In dieser Studie wurde einerseits die allgemeine Prävalenz von *O. equi* einer Kohorte aus Pferden in Österreich in einem Pilotprojekt untersucht.

1.2 Hypothesen

Im Zuge dieser Diplomarbeit wurden zwei Hypothesen überprüft:

1. Pferde, die nach dem *TST*-Schema entwurmt werden, weisen eine höhere Befallsrate für *O. equi* auf, als jene, die klassisch strategisch entwurmt werden.
2. Pferde, die an einer akuten Kolik leiden, weisen eine höhere Prävalenz von *O. equi* auf als Pferde, die nicht an Kolik erkrankt sind.

2 Literaturübersicht

2.1 *Oxyuris equi* (Schränk 1788)

2.1.1 Taxonomische Einordnung

Nachdem *O. equi* erstmals von Schränk im Jahre 1788 beschrieben wurde, wurde der Parasit von Railliet and Henry 1903 erstmals genauer ausgeführt (Wetzel 1930). Oxyuren zählen zu den Helminthen und hier zum Stamm der Nematoden, der Faden- und Rundwürmer. Innerhalb der Nematoden reihen sie sich in die Klasse der Secernentea und in die Ordnung der Oxyurida ein. Zu den Oxyurida gehört nur die Familie der Oxyuridae. Neben der Gattung *Oxyuris* gibt es hier weitere veterinärmedizinisch wichtige Gattungen wie *Passalurus*, *Skrjabinema*, *Syphacia*, *Aspiculuris* und *Enterobius* (Deplazes et al. 2013). Die Gattung *Probstmayria* ist der Gattung *Oxyuris* morphologisch so ähnlich, dass sie oft als Oxyuren oder Pfriemenschwänze zusammengefasst werden (von Samson-Himmelstjerna 2006). In dieser Arbeit wird jedoch nur *O. equi* behandelt. Dieser ist der Erreger der Oxyurirose der Equiden und zeigt eine weltweite Verbreitung (Kaufmann 1996, Deplazes et al. 2013).

2.1.2 Morphologie und Biologie

Männliche Tiere tragen ein Spiculum und erreichen eine Länge von 10-20 mm. Ihr Hinterende wirkt gestutzt. Weibliche Tiere werden, bedingt durch ihr längeres „pfriemenförmiges“ Hinterende, 40-180 mm lang (Mehlhorn und Piekarski 2002). Das vierte Larvenstadium der Oxyuren erreicht bis zu 12 mm Länge (Enigk 1949). Die Larven besitzen einen spitz zulaufenden Schwanz (Urquhart et al. 1996), der mit zunehmendem Alter an Länge verliert (Enigk 1949).

Adulte Oxyuren sind unter anderem an ihrem charakteristischen Ösophagus-Bulbus zu erkennen (Deplazes et al. 2013). Er entsteht durch eine Auftreibung im hinteren Drittel und besitzt einen Klappenapparat. Im Mittelteil des Ösophagus besteht ein durch einen Nervenring sanduhrähnlich verengter Isthmus (Abb. 1). Die Mundkapsel ist kurz mit borstenartigen Gebilden am Grund (von Samson-Himmelstjerna 2006, Deplazes et al. 2013). Die

heranwachsenden Larven besitzen eine stärker ausgebildete Mundkapsel als die Adulten. Die Mundöffnung, die man in drei Sektoren einteilen kann, hat an jeder der drei Wände ein Paar nach innen geneigter, kleiner Zähne. Der Ösophagus der Larven erinnert schon an den späteren Ösophagus-Bulbus der adulten Parasiten (Wetzel 1930).



Abb. 1: Vorderende mit Mundkapsel, *Oxyuris equi*

Quelle: Lyn Knott, School of Veterinary Science, The University of Queensland
(<https://shire.science.uq.edu.au/parasites/helminths/nematodes/nematodes-gallery.php#images-26>)

Die Eier sind mittelgroß (85-95x40-45 µm), asymmetrisch, dickschalig und besitzen einen Polpfropf (Abb. 2), an dem die U-förmige Larve schlüpft (Kaufmann 1996, Deplazes et al. 2013).



Abb. 2: *Oxyuris equi*-Eier mit Larve, eingeblendete Skala: 100 μ m

Aufn. Linda Straub

2.2 Entwicklung und Epidemiologie

Die Adulten befinden sich im Colon und Caecum des Pferdes. Nach der Kopulation sterben die Männchen. Zur Eiablage wandert das Weibchen aus dem Anus, legt perianal innerhalb von ein bis drei Minuten 8.000-60.000 (Enigk 1949) Eier ab und verendet dann nach oder während der Rückkehr. Die Eier haften durch Eischnüre, die aus einer viskösen Flüssigkeit bestehen, die rasch erstarrt. Diese Eier-Eischnur-Pakete verursachen Juckreiz. Vor allem durch das Scheuern an Gegenständen gelangen die Eier in die Stall- und Weideumgebung (Kaufmann 1996). Hier sind sie widerstandsfähig und bleiben monatelang infektiös. Auch eine Autoinfektion wird diskutiert. In der Umgebung entwickelt sich in drei bis sieben Tagen das infektiöse Larvenstadium L3 innerhalb des Eies. Mit kontaminiertem Futter oder Wasser, aber auch durch gegenseitiges Benagen und Belecken, werden die Larven peroral aufgenommen. Im Dünndarm schlüpft die Larve zuerst und häutet sich innerhalb von drei bis elf Tagen zur L4 (Deplazes et al. 2013). Durch wiederholtes Ansaugen an der Darmschleimhaut nimmt die Larve Blut und Gewebe auf. Allmählich wird sie durch die Peristaltik mit dem Kot zur magenähnlichen Erweiterung gebracht. Hier häutet sie sich in

sieben bis acht Wochen *post infectionem* (p.i.) erneut und erreicht in zwölf bis 14 Wochen nach Infektion die Geschlechtsreife (Deplazes et al. 2013). Adulte Tiere halten sich vom Caecum bis hin zum Rektum der Pferde auf (Mehlhorn und Piekarski 2002). Die Präpatenzzeit beträgt ca. viereinhalb Monate. Ab diesem Zeitpunkt wandern die ersten Weibchen zur Eiablage aus dem Anus des Pferdes (von Samson-Himmelstjerna 2006).

Oxyuren befallen Equiden aller Altersklassen, wobei vor allem Fohlen und Jungpferde betroffen sind (Reinemeyer 2012). Weltweit wird von schwankenden Prävalenzen berichtet. So schreiben Deplazes et al. (2013) von 10-40 % und von Samson-Himmelstjerna (2006) sogar von 1-100 %. Dabei nennt Deplazes Norddeutschland mit einer bis zu 100%igen Durchseuchung und von Samson-Himmelstjerna nennt Betriebe in den USA mit Befallsraten von bis zu 78%, als „Hotspots“ (von Samson-Himmelstjerna 2006, Deplazes et al. 2013). In der Literatur werden bei Pferden Infektionsraten von 11,4% im Irak (Wannas et al. 2012), 2,5% im nördlichen Nigeria (Ehizibolo et al. 2012), 16,9% in Kamerun (Mbafor et al. 2012), 1,0-1,4% in Äthiopien (Mezgebu et al. 2013, Sheferaw und Alemu 2015) und 20,2% in Rumänien (Morariu et al. 2012) berichtet. Zu erwähnen ist hierbei, dass viele dieser Studien Kotproben-Untersuchungen als einzige diagnostische Untersuchungsmethode gewählt haben. Für Österreich sind derzeit noch keine Daten vorhanden.

2.3 Pathogenese

Im Darm wird *O. equi* wenig pathologische Bedeutung zugeschrieben. Lediglich geringe entzündliche Schleimhautveränderungen im Caecum und Colon durch die Larvenstadien L3 und L4 sind bekannt (von Samson-Himmelstjerna 2006). Dennoch kann auch eine große Anzahl an Oxyurenlarven gefunden werden, ohne pathologische Auswirkungen zu beobachten (Drudge und Lyons 1983). So wie bei anderen Endoparasiten wird auch bei starkem Oxyurenbefall von Konditionsverlust berichtet (Kaufmann 1996). Die Auswanderung der Weibchen, die Eiablage und die Eischnüre selbst verursachen jedoch Juckreiz beim Pferd. Durch das juckreizbedingte Scheuern der Analgegend und des dorsalen Schweifansatzes wird neben Läsionen (Abb. 3), Dermatitis und Alopezie (Abb. 4) auch Unruhe beobachtet. Durch die scheuerungsbedingte Alopezie entsteht häufig ein sogenannter „Rattenschwanz“, bei dem sich die Tiere dorsale Seite der Schweifrübe und die After-Gegend kahl reiben,

ähnlich dem klinischen Bild eines Sommer-Ekzems (Abb. 4). Größere Läsionen neigen aufgrund ihrer zu Fäkalien und Keimen exponierter Lage zu sekundären Infektionen (Kaufmann 1996) (Abb. 3).



Abb. 3: Läsionen im perianalen Bereich aufgrund von juckreizbedingtem Scheuern

Quelle: Pool house clinic

(<https://poolhousevets.com/equine/wp-content/uploads/2013/01/Oxyuris-Fig-2.jpg>)

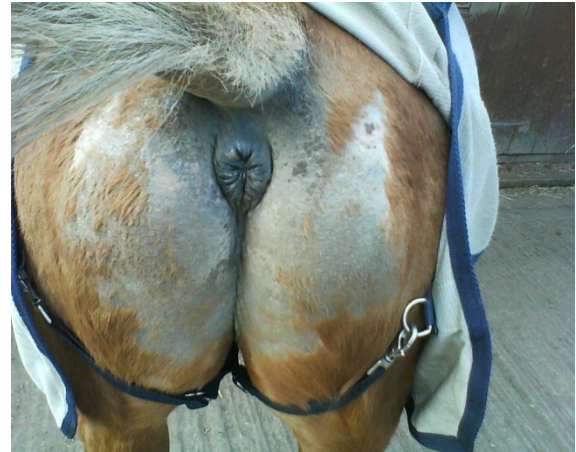


Abb. 4: Großflächig abgeriebenes Fell und abgeriebener Schweif aufgrund von juckreizbedingtem Scheuern

Quelle: Pool house clinic

(<https://poolhousevets.com/equine/wp-content/uploads/2013/01/Oxyuris-Fig-5.jpg>)

2.4 Therapie und Resistenzlage

2.4.1 Therapie

So gut wie alle gegen Nematoden zugelassenen Medikamente sind auch gegen Oxyuren wirksam. Zu beachten ist jedoch die Widerstandsfähigkeit der noch vor der Therapie ausgeschiedenen Eier in der Umwelt, die noch über viele Monate hinweg infektiös bleiben (Deplazes et al. 2013). Die Infektion mit *O. equi* zählt zu den Stallinfektionen. Pferde können sich leicht über kontaminierte Gegenstände (z.B. Balken, an denen sich gerieben wurde) oder Einstreumaterial infizieren. Auch die Weide gilt als Infektionsquelle, jedoch nicht im selben Ausmaß wie bei einer Infektion mit kleinen Strongyliden, die zu den typischen Weideinfektionen zählt. Weidemöglichkeiten können sich sogar negativ auf den Infektionsdruck von Oxyuren auswirken, da einerseits eventuell weniger Scheuermöglichkeiten bestehen und andererseits eine größere Verteilungsfläche vorhanden ist

(Drudge und Lyons 1983). Daher ist eine zielführende Therapie immer mit hoher Hygiene vor allem im Stall, aber auch auf der Weide verbunden. Die Fütterung vom Boden geht mit einer vermehrten Aufnahmemöglichkeit von Eiern einher (Deplazes et al. 2013).

Soweit es möglich ist, wird auch eine in Altersgruppen aufgeteilte Haltung empfohlen. Jungtiere sind beispielsweise für die meisten Endoparasiten stärker empfänglich und auch stärkere Ausscheider als adulte Tiere (von Samson-Himmelstjerna et al. 2011).

Sobald eine Oxyuren-Infektion klinisch erkennbar ist, ist eine Therapie mit Anthelminthika unumgänglich. Zusätzlich kann mit einer lokalen Behandlung unterstützt werden. Die Analregion kann durch milde Bäder mit Einweg-Tüchern gereinigt werden. Anschließend sollte die Region getrocknet werden, um lokale Irritationen zu vermeiden und den nachkommenden Oxyuren-Eiern das optimale Klima zu nehmen. Das Baden sollte mindestens alle drei Tage durchgeführt werden, da die abgelegten Eier nach drei bis fünf Tagen infektiös werden (Reinemeyer und Nielsen 2014).

2.4.1.1 Anthelminthika für Pferde

Derzeit werden für Pferde Anthelminthika aus drei Wirkstoffklassen angewendet (von Samson-Himmelstjerna 2016, Bauer 2017):

- Pyrantel (Tetrahydropyrimidine)

Gegen *O. equi* hat Pyrantel zwar eine Wirksamkeit, diese ist aber nicht vollständig. Die Wirkung von Pyrantel beruht auf einer Muskellähmung der Parasiten. Pyrantel bindet nur an parasitäre nikotinerge Acetylcholin-Rezeptoren und löst so eine neuromuskuläre Blockade aus. Gegen Eier hat Pyrantel keine Wirksamkeit.

- (Pro-)Benzimidazole

Benzimidazole, zu denen Fenbendazol und Mebendazol zählen, und Probenzimidazole wie Febantel besitzen eine nicht vollständige Wirksamkeit gegen *O. equi*. Sie hemmen die Polymerisation von Tubulin zu Mikrotubuli. Dabei binden sie sich an das Tubulin, der Parasitenzellen. Diese Verbindung verhindert den Aufbau von Mikrotubuli, die maßgeblich am Stoffwechsel und an der Struktur der Parasiten beteiligt sind. Derzeit zugelassene Benzimidazole besitzen keine ovizide Wirkung.

- Makrozyklische Laktone

Durch eine langanhaltende Öffnung der inhibitorischen Glutamat-gesteuerten Chloridionen-Kanäle zeigt sich der Effekt dieser gegen Nematoden und Arthropoden wirksamen Stoffe in einer Störung der Reizweiterleitung. Glutamat-gesteuerte Chlorid-Kanäle kommen nur bei Wirbellosen vor. Säugetiere besitzen keine passenden Rezeptoren, weshalb das Präparat bei diesen keine Wirkung zeigt. Ist das Präparat jedoch so stark überdosiert, dass die therapeutische Breite überstiegen ist, wird auch an GABA-Rezeptoren gebunden, die auch Säugetiere besitzen. In einer starken Überdosierung ist das Präparat somit toxisch für Pferde. In den vergangenen Jahren wurde gehäuft von verminderten Wirksamkeiten oder Resistenzen von Oxyuren gegenüber makrozyklischen Laktone berichtet.

Neben den oben bereits genannten Hygiene-Maßnahmen gibt es zwei Methoden einer Metaphylaxe gegen Endoparasiten bei Pferden, einerseits gibt es die klassische, strategische und andererseits die selektive Entwurmung.

2.4.1.2 Klassische, strategische Entwurmung

Bei der klassischen Entwurmung wird in regelmäßigen Abständen meist ohne vorhergehende Kotuntersuchung, dem Alter entsprechend entwurmt (Tab. 1). Fohlen können ab einem Alter von 4-8 Wochen entwurmt werden.

Um Resistenzen entgegenzuwirken sollte derselbe Wirkstoff maximal zweimal pro Jahr verabreicht werden. Zumindest jährlich sollte ein Wirkstoffwechsel stattfinden (ESCCAP 2019).

Tab. 1: Strategischer Behandlungsplan für adulte, weidende Pferde (ESCCAP 2019).

Behandlungszeitpunkt	Indikation	Medikamentenklasse	Zu behandelnde Tiere	Bemerkungen
Februar/März	kleine Strongyliden	Benzimidazole oder Pyrantel	Alle Pferde mit positiver Kotprobe	Parasitologische Kotuntersuchung
1-2 Monate nach Weidebeginn (Juni/Juli)	kleine und eventuell große Strongyliden	Makrozyklische Laktone	Alle Pferde	Parasitologische Kotuntersuchung
4-5 Monate nach Weidebeginn (August/September)	kleine Strongyliden, eventuell Bandwürmer	Benzimidazole oder Pyrantel, Praziquantel (nur bei Sichtung von Bandwürmern)	Alle Pferde mit positiver Kotprobe	Parasitologische Kotuntersuchung
Mit der Aufstallung (November/ Dezember)	kleine Strongyliden, ev. <i>Gasterophilus</i> , große Strongyliden und Bandwürmer	Makrozyklische Laktone, Praziquantel (nur bei Sichtung von Bandwürmern)	Alle Pferde	Parasitologische Kotuntersuchung, wenn positiv FECRT

2.4.1.3 Selektive Entwurmung: (*targeted selective treatment; TST*)

Die selektive Entwurmung ist nur in einem einigermaßen stabilen Pferdebestand durchführbar, indem so wenig Fluktuation wie möglich vorherrscht.

Im ersten Jahr werden hierfür alle Pferde eines Bestandes oder einer Herde viermal einer Kotuntersuchung unterzogen (ESCCAP 2019). Die mehrmalige Untersuchung soll vor allem einer larvalen Cyathostominose vorbeugen, welche die gefährlichste Auswirkung eines Befalls mit kleinen Strongyliden darstellt. Parasiten, die sich möglicherweise gerade in der larvalen Phase in der Darmwand befinden und keine Eier produzieren, werden durch eine einmalige parasitologische Kotuntersuchung nicht entdeckt. Ein Massenschlupf der verborgenen Larven könnte jedoch fatal mit erheblichen Schäden des Darms ausgehen (Nielsen et al. 2013, 2015).

Im darauffolgenden Jahr kann unter tierärztlicher Absprache auf eine dreimalige Untersuchung reduziert werden (ESCCAP 2019). Entwurmt werden alle Tiere, die jünger als zwei (besser fünf) Jahre alt sind, sowie Hochausscheider von MDS mit über 200 Eiern pro Gramm Kot (eggs per gram; EpG) in der McMaster Eizählung. Außerdem sollten Tiere, bei denen in der Kotuntersuchung andere Endoparasiten als Strongyliden vorgefunden werden, Tiere mit schlechterem Ernährungszustand und Tiere mit Kolikproblematik behandelt werden. Wenn bei über 50 % der Herde über 200 EpG im McMaster nachgewiesen werden, sollte die gesamte Herde behandelt werden (ESCCAP 2019).

Durch die selektive Entwurmung erhöht sich auf der Weide der Anteil der Larven und Eier der Parasiten, die zeitlebens keinen Kontakt mit Antiparasitika hatten und somit meist suszeptibel sind. In diesem Zusammenhang spricht man vom Refugium für diese suszeptiblen Parasiten (ESCCAP 2019).

Dennoch sollte erwähnt werden, dass selektive Entwurmung nie ohne ausreichend häufige Untersuchungen angewendet werden sollte. Die Prävalenz von *Strongylus vulgaris*, einem großen Strongyliden, der sehr pathogen ist, kann sich durch die reduzierte Anwendung von Antiparasitika erhöhen (Nielsen et al. 2012).

Um eine zuverlässige Behandlung sicherzustellen, sollten nach einer Entwurmung Kotuntersuchungen durchgeführt werden, um deren Erfolg zu überprüfen. Bei der Eingliederung neuer Tiere muss unbedingt eine Quarantäne inklusive Kotuntersuchungen eingehalten werden. Die Tiere, die unter dem Jahr nicht entwurmt wurden, können am Jahresende mit einem Hypobiose-wirksamen Antiparasitikum entwurmt werden. Außerdem sollte bei der Kotproben-Untersuchung mittels Larvenkultur speziell auf große Strongyliden geachtet werden (ESCCAP 2019). Für die Diagnose von *S. vulgaris* sollte eine real-time-PCR in Betracht gezogen werden, da diese im Vergleich zur Larvenkultur eine sehr hohe Spezifität und Sensitivität besitzt (Kaspar et al. 2017).

Die selektive Entwurmung zielt primär darauf ab, ein suszeptibles Refugium zu erhalten. Außerdem beruht ihr Grundsatz auf der Annahme, dass adulte Pferde eine natürliche, nicht vollständige Immunität gegen kleine Strongyliden entwickeln. Gesunde Pferde bauen diese im Laufe der Jahre auf, vorausgesetzt sie kommen immer wieder in Kontakt mit diesen Endoparasiten (Hinney 2008).

2.4.2 Resistenzlage

In den vergangenen 40 Jahren stellte die Forschung vor allem eine umfassende Resistenzlage der Cyathostominae gegenüber Benzimidazolen fest (Matthews et al. 2004). Neben Cyathostominae waren auch andere Endoparasiten wie Ascariden Mittelpunkt verschiedener Studien. Das Thema Resistenzen der Oxyuren ist ein weniger erforschtes Gebiet. Die bevorzugte Vorgehensweise der Resistenztestung von Anthelminthika beim Pferd ist der „fecal egg count reduction test“ (FECRT) (Coles et al. 1992). Hierbei wird ein Präparat verabreicht und vorher sowie anschließend (10-14 Tage später) eine Kotuntersuchung inklusive quantitativer Tests durchgeführt. Da Oxyuren-Eier aufgrund ihrer Biologie nicht regelmäßig im Kot zu finden sind, erweist sich die Resistenz-Forschung als schwierig (Reinemeyer 2012).

Die häufigsten Gründe für Resistenzen gegenüber Antiparasitika beim Pferd sind therapiebedingt. Dazu zählen vor allem die zu häufige Anwendung eines Wirkstoffes und die Unterdosierung. Um Resistenzen zu vermeiden sollte zwar so selten wie möglich entwurmt werden, dennoch sollte nicht riskiert werden, dass die Tiere parasitäre Erkrankungen erleiden.

Um die Frequenz der Entwurmung zu senken, kann eine selektive Entwurmung unter Zuhilfenahme einer Erhöhung des Hygienemaßstabes und der Untersuchung von Kotproben durchgeführt werden. Hygiene ist hierbei vor allem auf den Weidemöglichkeiten und in den Stallungen von großer Bedeutung (Hiepe 1985), da Pferde die meisten Endoparasiten über die Nahrung aufnehmen. Häufiges Abmisten (Herd 1986, Corbett et al. 2014), die Haltung weniger Pferde auf einer großen Weidefläche, ein häufiger Weidewechsel (Hasslinger und Bittner 1984) und die Wechselbeweidung mit Wiederkäuern (Eysker et al. 1983), wirken dem Infektionsdruck entgegen (Hinney 2008).

In den vergangenen Jahren wurde vermehrt über Resistenzen von *O. equi* gegenüber makrozyklischen Laktonen berichtet. Hierbei wurden sogar wiederholt Präparate zu höheren Dosierungen als der Hersteller empfiehlt und in kürzeren Intervallen als die angenommene Präpatenzzeit von *O. equi* verwendet (Reinemeyer 2012).

Es können sowohl Oxyuren-Larven als auch Adulte eine Ivermectinbehandlung überleben. Für eine Studie wurden acht Oxyuren-positive Tiere, die in den vergangenen Monaten mit Ivermectin behandelt wurden, untersucht. Die Tiere erhielten eine weitere Ivermectin-Behandlung und wurden 14 Tage später mit Pyrantel-Embonat behandelt. Im Kot einiger Tiere fand man nach der Behandlung mit Pyrantel-Embonat Oxyuren, was bedeutet, dass sie die vorausgegangenen Behandlungen mit Ivermectin überlebt haben. Angesichts dieser Ergebnisse ist nun fraglich, ob die Oxyuren eine Resistenz gegenüber makrozyklischen Laktonen ausgebildet haben, oder ob eine vermutete inkomplette Wirksamkeit des Medikamentes gegen Oxyuren die Ursache ist (Reinemeyer et al. 2006).

In Bezug auf Ivermectin konnte bereits eine komplette Unwirksamkeit gegenüber *O. equi* dargestellt werden (Felippelli et al. 2015). Aber nicht nur Ivermectin, sondern auch Moxidectin zeigte in einigen Fällen nicht die erwartete Wirksamkeit (Stephenson 2010, Wolf et al. 2014, Felippelli et al. 2015, Sallé et al. 2016). Beispielsweise wurden in England vier Oxyuren-positive Pferde zwischen sechs und 15 Jahren für eine Studie initial mit Moxidectin behandelt. Selbst nach sieben Tagen wurden mittels Klebestreifen bei allen Tieren noch Oxyuren entdeckt. Alle Tiere wiesen eine zweijährige Behandlungsgeschichte mit Moxidectin vor. Das Präparat wurde ihnen jeweils zwei- bis viermal jährlich verabreicht (Stephenson 2010). Abgesehen von Ivermectin und Moxidectin wurde von weiteren Resistenzen z.B.

gegenüber Abamectin und Trichlorfon berichtet (Felippelli et al. 2015). Derzeit gibt es aber keine zugelassenen Präparate mit diesen Wirkstoffen in Österreich.

Neben Berichten über Unwirksamkeiten von makrozyklischen Laktonen gegen Oxyuren gibt es auch solche, die eine Wirksamkeit beobachten konnten (Xiao et al. 1994, Reinemeyer et al. 2010). Dennoch wurde schon 1994 neben einer 100%igen Wirksamkeit von Moxidectin gegen die vierten Larvenstadien der Oxyuren bemerkt, dass das Medikament höher dosiert werden muss, um auch adulte Tiere ausreichend abzutöten (Xiao et al. 1994). Auch in einer jüngeren Studie konnte ein Vertreter der makrozyklischen Laktone einen Erfolg verzeichnen. Hier wurde die Wirksamkeit von Pyrantel-Embonat und Ivermectin gegen natürlich empfangene Oxyuren beim Pferd getestet. Tiere im Alter zwischen vier Monaten und 15 Jahren, die nachweislich positiv auf Oxyuren getestet wurden, wurden zufällig einer von drei Testgruppen zugeteilt und mit Pyrantel-Embonat oder Ivermectin behandelt oder blieben als Vergleichsgruppe unbehandelt. Nach 14 Tagen wurden die Tiere euthanasiert und pathologisch untersucht. Hierbei wurden adulte Würmer und vierte Larvenstadien im Darmtrakt der Pferde gezählt, um die Wirksamkeit der Behandlung zu überprüfen. Beide Medikamente zeigten über 99 % Wirksamkeit gegen die Larvenstadien. Außerdem erwiesen sich Pyrantel-Embonat mit 91,2 % und Ivermectin mit 96 % Reduktion der Wurmbürde als wirksam gegen adulte Oxyuren. Trotz der Ergebnisse wird empfohlen, wachsam gegenüber aufkommenden Resistenzen zu bleiben (Reinemeyer et al. 2010).

Als Hauptgrund für eine gerechtfertigte Wachsamkeit gilt die in der Literatur beschriebene inkomplette Wirksamkeit. Sie kann bei häufiger Anwendung zu einer Resistenz führen. Neben Ivermectin zeigen auch Benzimidazole und Pyrimidine oft keine 100%ige Wirksamkeit (Reinemeyer 2012).

Zur Lage in Europa lässt sich sagen, dass es auch hier schon Berichte über Resistenzen bzw. inkomplette Wirksamkeiten von makrozyklischen Laktonen gegen Oxyuren gab (Schánková et al. 2013, Wolf et al. 2014, Sallé et al. 2016). 2013 wurde hier erstmals in Tschechien eine Unwirksamkeit von makrozyklischen Laktonen gegen Oxyuren unter experimentellen Bedingungen berichtet. Neun mit Oxyuren und Strongyliden infizierte Ponys wurden jeweils mit einer doppelten Dosis Ivermectin behandelt und vier Wochen später pathologisch untersucht. Sechs der neun Tiere blieben trotz der Therapie Oxyuren-positiv (Schánková et al.

2013). In Frankreich wurde ebenfalls an der Wirksamkeit von makrozyklischen Laktonen gegen Oxyuren getestet. Sechs Oxyuren-positive Welsh Ponys wurden mit Ivermectin behandelt. Selbst 21 Tage nach der Ivermectin-Applikation schieden drei der sechs Ponys weiterhin Oxyureneier aus. Anschließend wurden weitere Untersuchungen an sechs teilnehmenden Oxyuren-positiven Ponys unternommen. Die Tiere wurden nur drei Wochen zuvor mit Moxidectin behandelt und für die Studie in drei Versuchsgruppen geteilt. Eine dieser Gruppen erhielt Pyrantelmonat, eine Ivermectin und eine Fenbendazol. Auch in diesem Fall schieden die zwei Tiere, die mit Ivermectin behandelt wurden, selbst 41 Tage nach der Behandlung noch Eier aus (Sallé et al. 2016).

Auch in Deutschland wurde zuvor schon Ähnliches beobachtet. Zwei Oxyuren-positive Herden, die in der Vergangenheit mit Moxidectin und Ivermectin behandelt wurden, erhielten erneut Moxidectin. In den darauffolgenden täglichen Klebestreifen-Abklatschen konnten bis zum 30. bzw. 57. Tag Oxyuren-Eier nachgewiesen werden. Während einzelne Tiere trotz Behandlung positiv blieben, blieben andere Tiere, die mit diesen in engem Kontakt stehen, über die gesamte Untersuchungsperiode negativ. In beiden Fällen konnte die Oxyureniausscheidung erst durch Mebendazol gestoppt werden, weshalb von einer Resistenz oder einer inkompletten Wirksamkeit von Moxidectin ausgegangen werden kann (Wolf et al. 2014).

3 Tiere, Material und Methoden

3.1 Betriebe und Patienten

Gesamt wurden 93 Pferde beprobt, die sich aus drei verschiedenen Gruppen zusammensetzten. Aus dem Patientengut der Veterinärmedizinischen Universität Wien wurden zwei der drei Vergleichs-Gruppen gebildet. Die dritte Gruppe wurde aus Pferden aus dem Wiener Umland zusammengestellt.

Die erste Gruppe bildeten die **Koliker**. Zu dieser Gruppe zählen 33 Tiere, die zu diesem Zeitpunkt auf der Universitätsklinik für Pferde der Veterinärmedizinischen Universität Wien aufgrund einer akuten Kolikproblematik in Behandlung waren.

Die zweite Gruppe bestand aus den **Nicht-Kolikern**. Diese Gruppe bildete sich ebenfalls aus Patienten der Pferdeklinik der Veterinärmedizinischen Universität Wien, die zu diesem Zeitpunkt stationär aufgenommen und in Behandlung waren. Im Gegensatz zur ersten Gruppe, waren diese 28 Tiere nicht aufgrund einer akuten Kolik in Behandlung. Die überwiegende Mehrheit dieser Tiere waren Pferde mit Erkrankungen und Verletzungen orthopädischen und ophthalmologischen Ursprungs.

Für die dritte Gruppe der **Selektiven Entwurmer (TST)** wurden 32 Pferde aus dem Raum Wien und Niederösterreich beprobt, die zu diesem Zeitpunkt auf keiner Klinik stationär aufgenommen waren. Somit lag diese Gruppe außerhalb des Patientenguts. Sie stammen von fünf Betrieben bzw. aus sechs verschiedenen Herden, wobei alle Pferde zum Zeitpunkt der Probenentnahme in Offenstallhaltung gehalten wurden. Je Betrieb wurden zwei bis zehn Pferde beprobt. Diese Tiere wurden in den vergangenen Jahren selektiv entwurmt, ihre Entwurmungen richteten sich also nach dem *TST*-Konzept. Der Durchschnitt der beprobten Tiere wurde zehneinhalb Monate nicht mit Anthelminthika behandelt. Es sollte erwähnt werden, dass keiner dieser Betriebe das Management und die Endoparasitenüberwachung laut den ESCCAP-Guidelines, wie später angeführt, durchgeführt hat.

3.2 Entnahme von Kotproben und Abklatschpräparaten

Alle Tiere wurden auf gleiche Weise beprobt. Frischer Kot wurde direkt nach dem Misten des Tieres vom Boden entnommen, in Probebehältnissen verpackt, im Bedarfsfall gekühlt und spätestens nach einigen Stunden untersucht. Zusätzlich wurden jeweils zwei Klebestreifen-Abklatschpräparate auf Objektträgern angefertigt. Die Tiere konnten sich dabei frei bewegen oder wurden kurz an Halfter und Führstrick gehalten (z.B. wenn sich das Pferd auf der Koppel befand). Dann wurde die Schweifrübe leicht angehoben und mit einem kurzen Klebestreifen die Analregion abgetupft. Anschließend wurde die Probe verstaut und fixierte Tiere wurden wieder frei gelassen.

3.3 Methoden

Jede gesammelte Probe wurde mit den gleichen Methoden auf gleiche Weise untersucht. Um einen Überblick über den Großteil des Endoparasiten-Status der Tiere zu erhalten, wurde neben den Abklatsch-Präparaten auch der Kot mittels kombinierter Sedimentation-Flotations-(SF) Methode und McMaster-Eizählung untersucht. Die Gruppen wurden untereinander verglichen, um herauszufinden ob ein Unterschied in der Prävalenz von *O. equi* bestand.

3.3.1 Nachweisverfahren

In dieser Arbeit wurden als Nachweisverfahren ein Klebstreifen-Abklatsch, ein kombiniertes Flotations-Sedimentations-Verfahren sowie eine McMaster-Eizählung angewandt.

3.3.1.1 Klebestreifen-Abklatsch-Methode

Für die Klebestreifen-Abklatsch-Methode wurde ein Klebestreifen in der Länge eines Objektträgers abgerissen, direkt auf die Analgegend des Pferdes betupft und anschließend auf einen beschrifteten Objektträger aufgeklebt. Auf diese Weise wurden zwei Präparate pro Pferd angefertigt.

Zur Auswertung wurden jeweils einige Tropfen Immersionsöl zwischen den Objektträger und den Klebestreifen getropft. Das Immersionsöl reduziert Artefakte bei der

lichtmikroskopischen Untersuchung. Die Präparate wurden mit dem Lichtmikroskop unter 100-facher Vergrößerung mäanderförmig durchmustert.

3.3.1.2 Kombiniertes Sedimentations-Flotations-Verfahren

Nachdem eine Reibeschale auf der digitalen Waage tariert wurde, wurde in dieser 20-25 g Kot abgewogen. Hierfür wurde mit einer Pinzette von möglichst vielen Stellen Proben des Kotes entnommen. Danach wurde die Kotmasse mit einer Wasser-Tween-Lösung (0,83% Polysorbitanum 80 oleinatum in Leitungswasser) vermengt und gut verrührt. Die aufgeschwemmte Masse wurde durch ein Sieb in einen beschrifteten Becher überführt. Dabei musste darauf geachtet werden, dass die Kotmenge gut über die Siebfläche verteilt wird. Die verbliebenen Reste aus der Reibeschale wurden mit kaltem Leitungswasser gespült und ebenfalls durch das Sieb in den Becher gefüllt. Der Vorgang wurde wiederholt bis der Becher mit 250 ml Inhalt voll war.

Der beschriftete Becher mit dem Probeninhalt wurde mindestens über Nacht im Kühlschrank bei 4-7 °C gekühlt. Danach wurde mit Hilfe einer Wasserstrahlpumpe das überstehende Wasser bis kurz über das Sediment abgesaugt.

Das Sediment wurde gut geschwenkt und in zwei Zentrifugen-Röhrchen überführt. Diese wurden dann bei $690 \times g$ für acht Minuten zentrifugiert. Danach wurde deren klarer Überstand mittels Wasserstrahlpumpe abgesaugt. Anschließend wurden jeweils einige Milliliter Zuckerlösung (spezifisches Gewicht: 1,28) zugeführt. Mittels Minishaker wurde das Sediment mit der Zuckerlösung homogenisiert. Danach wurden die Zentrifugen-Röhrchen bis 5 mm unter den Rand erneut mit Zuckerlösung aufgefüllt. Anschließend wurden sie bei $690 \times g$ erneut für 8 min in die Zentrifuge gegeben.

Im Anschluss wurde mit einer Drahtöse Flüssigkeit von der Oberfläche entnommen. Das Material an der Öse wurde an einem Objektträger aufgebracht, mit einem Deckglas, ohne dabei Luftpinschlüsse zu produzieren, abgedeckt und im Mikroskop untersucht. Aus einer Kotprobe ergab sich so ein Objektträger mit zwei Proben unter den Deckgläschen.

Zur Auswertung wurden die Proben mit dem Lichtmikroskop bei 100-facher Vergrößerung mäanderförmig durchmustert. Bei Bedarf konnten einzelne Objekte unter stärkerer Vergrößerung beobachtet werden.

Für eine einheitliche Beurteilung wurde je Parasitenart in hochgradig (hgr.), mittelgradig (mgr.) oder geringgradig (ggr.) unterteilt (Tab. 2).

Tab. 2: Richtwerte für die Höhe der Ausscheidung parasitärer Stadien.

Eier bzw. Oozysten	Geringgradig (+)	Mittelgradig (++)	Hochgradig (+++)
Strongylideneier	1-9	10-20	>20
Andere Wurmeier	1-4	5-9	>=10
Kokzidienoozysten	1-19	20-30	>30

Diese Methode wird angewendet, um neben den üblichen Nematodeneiern auch Cestodeneier im Pferdekot nachzuweisen.

Der Vorteil dieser Diagnostikmethode ist, dass keine Verwässerung der Probe eintritt, was allen voran bei sehr dünnflüssigem Kot/Durchfallkot von Vorteil ist. Außerdem ergibt sich durch die vorhergehende Anreicherung eine höhere Sensitivität (Deplazes et al. 2013).

3.3.1.3 McMaster Eizählung

Um die Strongyliden-Eier einer quantitativen Methode zu unterziehen, wurde eine McMaster-Eizählung durchgeführt. Mit diesem Test lässt sich feststellen wie viele Eier sich in einem Gramm Kot befinden. Für die McMaster-Eizählung wurde die Kotprobe gut vermischt und anschließend wurden 4 g Pferdekot in einer zuvor tarierten Reibeschale auf einer digitalen Waage abgewogen. Dem Kot wurde dann Zinksulfatlösung (spezifisches Gewicht: 1,3) beigemischt, sodass eine Suspension entstand, die mit einem Pistill verrieben wurde. Durch ein Sieb wurde die Suspension in einen Messzylinder geschüttet. Die Schale wurde so oft gespült, bis der Messzylinder 60 ml Flüssigkeit beinhaltete. Die Flüssigkeit wurde danach in ein Becherglas mit Deckel überführt, geschlossen und kurz geschwenkt. Um der Sedimentation zuvor zu kommen, musste nun sehr rasch mit einer Einmalpipette Flüssigkeit

aus der Mitte des Gefäßes aufgenommen werden. Mit der Flüssigkeit wurden je Probe zwei Zählfelder befüllt. Die McMaster Kammer wurde abgestellt und nach zehn Minuten unter 100-facher Vergrößerung im Lichtmikroskop untersucht.

$$\text{Eier pro Gramm Kot (EpG)} = \frac{\text{gezählte Eier in 2 Feldern} * \text{Suspension (ml)}}{\text{Kotmenge (g)} * 0,3}$$

Wie oben beschrieben, wurden für die Suspension 60 ml angesetzt. In dieser befanden sich vier Gramm Kot. Jedes Zählfeld der Kammer misst 1 cm² Fläche und ist 0,15 cm hoch. Jede Kammer besitzt zwei Zählfelder, die entsprechend gemeinsam 0,3 ml aufnehmen. Es wurden pro Probe zwei Zählfelder befüllt und ausgezählt. Daraus folgt:

$$\text{EpG} = \frac{\text{gezählte Eier in 2 Feldern} * 60}{4 * 0,3} \quad \text{oder} \quad \text{EpG} = \text{gezählte Eier in 2 Feldern} * 50$$

3.3.2 Statistik und Annahme zur Gruppengröße

In dieser Studie sollte die Prävalenz von *O. equi* bei Pferden in Österreich geschätzt werden. Da es bisher keine Angaben zur Prävalenz gibt, wurde eine generelle Rate von 10 % für Eiausscheider angenommen. Aus logistischen Gründen konnten nicht alle Pferde oder Pferdeherden in Österreich beprobt werden. Es wurde daher auf Patienten der Universitätsklinik für Pferde der Vetmeduni und Pferde aus dem Wiener Umland, deren Besitzer/Besitzerinnen sich mit den Untersuchungen einverstanden erklären, zurückgegriffen. Unter der Annahme, dass die Prävalenzraten sich nicht von denen der Gesamtpopulation unterscheiden, ist für eine 10%ige Prävalenz und eine Wahrscheinlichkeit von $p=0,95$ eine Stichprobengröße von ca. 25-30 Pferden ausreichend für den Nachweis von *Oxyuris equi*-Infektionen. Die untersuchte Anzahl von Tieren lässt Rückschlüsse auf die ungefähre Prävalenz in Österreich zu. Für die Verwertung der Daten wurde mit Microsoft Excel, IBM SPSS Statistics und R version 3.4.3 gearbeitet. Verwendet wurden jedoch nur Ergebnisse, die mit Microsoft Excel und IBM SPSS Statistics erarbeitet wurden. Mittels deskriptiver Statistik wurden unter anderem absolute und relative Häufigkeiten sowie der Median berechnet. In der

explorativen Statistik wurden in dieser Arbeit darüber hinaus auch Kreuztabellen, die logistische Regression und der Kappa Wert nach Cohen verwendet um Zusammenhänge darzustellen. Die Daten wurden hinsichtlich ihrer Signifikanz unter anderem mittels Chi-Quadrat-Test überprüft.

4 Ergebnisse

4.1 Kombiniertes Sedimentations-Flotations-Verfahren

Durch das kombinierte Sedimentations-Flotations-Verfahren konnten bei den 93 Tieren der Studie in 48,4 % MDS-Eier, in 3,2 % Oxyuren-Eier und in 3,2 % Ascariden-Eier festgestellt werden (Tab. 3). Bei 11,1 % der positiven Tiere waren Mehrfachinfektionen zu finden. Vier Tiere wiesen dabei eine Infektion mit zwei verschiedenen Parasitenarten auf und bei einem Tier wurden drei verschiedene Parasitenarten nachgewiesen. Die Parasiteneier wurden, um eine einheitliche Beurteilung zu ermöglichen, gezählt und nach Richtwerten (Tab. 2) je nach Höhe der Ausscheidung aufgeteilt. Bei den MDS-positiven Tieren schied die Mehrzahl (26/45 positiven Pferde; 57,8 %) hochgradig Eier aus, zwölf Proben enthielten geringgradig und sieben mittelgradig MDS-Eier. Bei den Oxyuren zeigten zwei Tiere eine mittelgradige und eines eine geringgradige Ausscheidung. Von den Ascariden-positiven Tieren schied jeweils eines geringgradig, mittelgradig und hochgradig aus (Tab. 3).

Insgesamt wies nur eines der Pferde, die Oxyuren-positiv waren, klinische Symptome vor. Das Tier zeigte zum Zeitpunkt der Probenentnahme und auch laut dem Besitzer in Vergangenheit Pruritus und hatte des Weiteren einen „Rattenschwanz“. Somit zeigten 14,3 % der Tiere, bei denen Oxyuren-Eier gefunden wurden, auch zugehörige Symptome.

Im Vergleich der Gruppen kann man deutlich erkennen, dass bei den Pferden, die selektiv entwurmt wurden, die meisten positiven Tiere gefunden wurden. Drei Viertel der Pferde dieser Gruppe schieden MDS aus, die Koliker im Vergleich zu 24,2 %, die Nicht-Koliker zu 46,4 %. Ascariden waren in 6,3 % der Proben der Gruppe mit selektiver Entwurmung zu finden. Bei den Nicht-Kolikern war nur ein Pferd (3,6 %) und bei der Gruppe der Koliker kein Pferd positiv. Oxyuren waren in 9,4 % der selektiv entwurmten Pferde zu finden, die anderen beiden Gruppen waren negativ (Tab. 4).

Tab. 3: Positive Proben nach Ausscheidungsgrad in der untersuchten Population.

Höhe der Ausscheidung	Anzahl positiver Pferde (n=93 untersuchte Pferde)		
	MDS	<i>Oxyuris equi</i>	<i>Parascaris equorum</i>
Geringgradig	12	1	1
Mittelgradig	7	2	1
Hochgradig	26	0	1
GESAMT	45 (48,4 %)	3 (3,2 %)	3 (3,2 %)

Tab. 4: Anteil der positiven Pferde in den verschiedenen Gruppen.

Parasitenart	Anzahl positiver Pferde pro Vergleichsgruppe (n=93 untersuchte Pferde)		
	Selektive Entwurmer (n=32)	Koliker (n=33)	Nicht-Koliker (n=28)
MDS	24 (75,0 %)	8 (24,2 %)	13 (46,4 %)
<i>Oxyuris equi</i>	3 (9,4 %)	0	0
Ascariden	2 (6,3 %)	0	1 (3,6 %)

4.2 McMaster-Eizählung

Alle Proben, bei denen im kombinierten Sedimentations-Flotations-Verfahren Eier von MDS gefunden wurden, wurden zusätzlich mit der McMaster-Methode quantifiziert. Zwei Drittel der im SF-Verfahren positiven Tiere waren ebenfalls mit der McMaster-Methode positiv. Der Großteil der Tiere, die im McMaster positiv waren, hatten eine Ausscheidung von 100-300 EpG (Abb. 5). Höhere Werte waren vor allem in der Gruppe der selektiv entwurmtten Pferde zu finden. Hier zeigten sich Pferde mit Werten von 700-1650. Diese Gruppe hatte auch einen deutlich höheren Median (Abb. 6). Ein Drittel der im kombinierten Sedimentations-Flotations-Verfahren positiven Tiere, waren im McMaster negativ auf MDS-Eier.

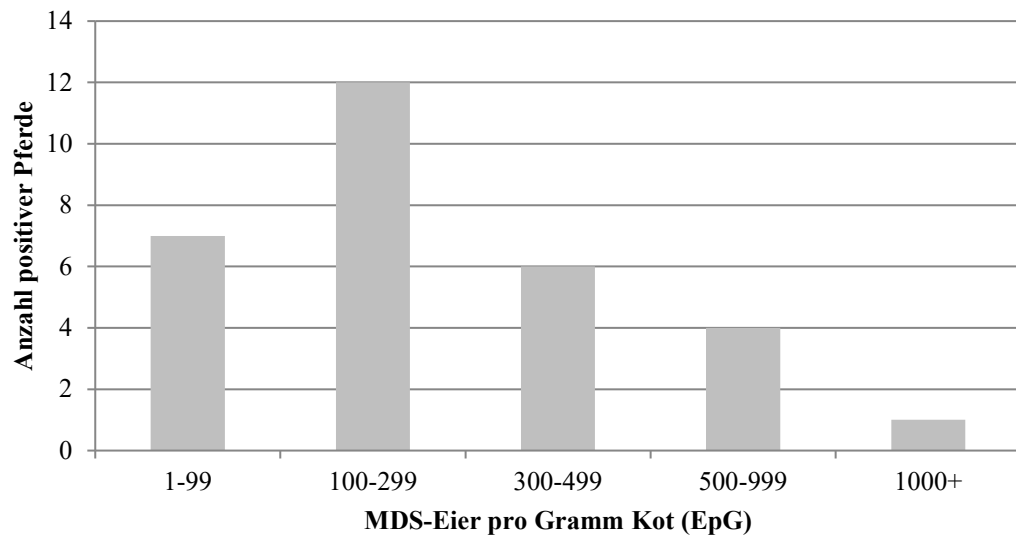


Abb. 5: Quantitative Eiausscheidung der MDS-positiven (McMaster) Pferde.

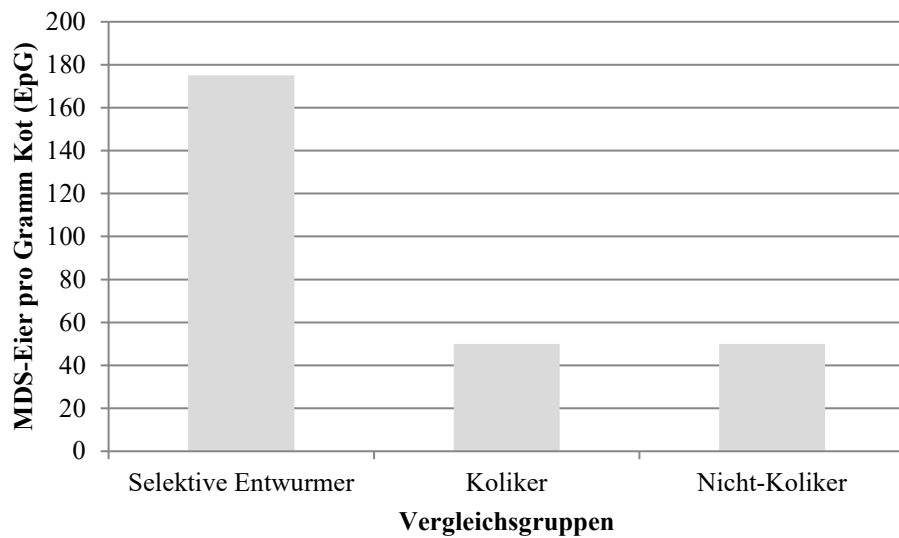


Abb. 6: Median der MDS-Eiausscheidung der Vergleichsgruppen.

4.3 Klebestreifen-Abklatsch

Bei der Untersuchung der Klebestreifen-Präparate auf Oxyuren-Eier waren, wie in der Flotation, nur Proben aus der Gruppe der selektiv entwurmtten Pferde positiv.

In der Gruppe der selektiv entwurmtten Pferde wurden bei sechs von 32 Tieren (18,8 %) Oxyuren entdeckt. Daraus ergeben sich insgesamt durch den Klebestreifen-Abklatsch 6,4 % Oxyuren-positive Tiere in der Studie. Auf den Klebestreifen der Tiere wurde zwar eine unterschiedliche Dichte der Eier vorgefunden (Abb. 7, Abb. 8), die Oxyuren-Eier wurden jedoch nicht gezählt, da der Klebestreifen-Abklatsch keine quantitative Methode ist.

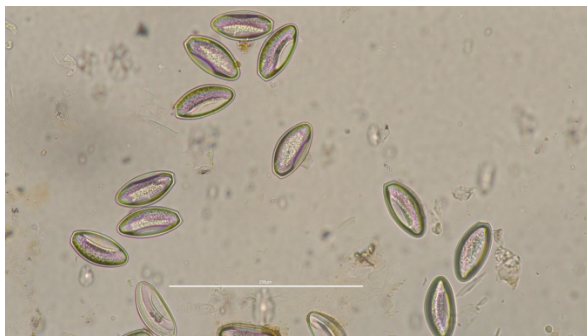


Abb. 7: Geringe Dichte von *Oxyuris equi*-Eiern auf einem Klebestreifenpräparat; eingeblendete Skala: 250 µm
Aufn. Linda Straub

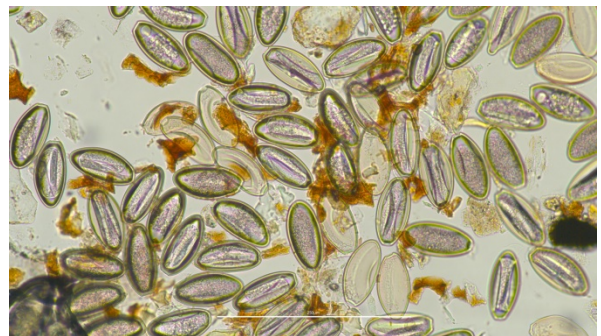


Abb. 8: Hohe Dichte von *Oxyuris equi*-Eiern auf einem Klebestreifenpräparat; eingeblendete Skala: 250 µm
Aufn. Linda Straub

4.4 Methodenvergleich

Zusammenfassend wurden durch zwei der diagnostischen Methoden sieben positive Oxyuren-Fälle entdeckt. Sechs positive Tiere wurden mit dem Klebestreifen-Abklatsch identifiziert und drei positive mit dem kombinierten Sedimentations-Flotations-Verfahren. Zwei Tiere wurden in beiden Methoden als positiv angesehen. Nur eines der Tiere, das mit dem kombinierten Sedimentations-Flotations-Verfahren positiv war, wurde mit der Klebestreifen-Methode negativ beurteilt. Umgekehrt wurden von dem kombinierten Sedimentations-Flotations-Verfahren vier Tiere als Oxyuren-negativ bewertet, die mit der Klebestreifen-Methode jedoch positiv beurteilt wurden (Tab. 5). Die Klebestreifen-Abklatsch-Methode lieferte also mehr positive Ergebnisse, was ein Hinweis auf eine höhere Sensitivität des Tests ist.

Tab. 5: Vergleich zwischen SF-Methode und Klebestreifen-Methode bezüglich Anzahl pos./neg. auf Oxyuren getesteter Tiere.

		Klebestreifen Abklatsch		Gesamt
		neg.	pos.	
Kombiniertes SF Verfahren	neg.	86	4	90
	pos.	1	2	3
Gesamt		87	6	93

Um die Übereinstimmung der beiden Verfahren zu überprüfen, wurde der Kappa-Wert nach Cohen berechnet. Dieser liegt hier bei 0,419. Werte von 0,41 bis 0,60 gelten als moderat übereinstimmend. Diese Übereinstimmung ist mit $p < 0,001$ dennoch signifikant, was sicherlich durch die vielen in beiden Tests gleichermaßen als negativ bewerteten Ergebnisse zustande kommt (Landis und Koch 1977).

4.5 Vorkommen von Oxyuren

Wenn man die Oxyuren gesondert betrachtet, ergab sich unter den 93 getesteten Pferden eine Prävalenz von 7,5 %. Mit 21,9 % innerhalb der Gruppe der Selektiven Entwurmer beobachtete man eine fast dreimal so hohe Prävalenz in dieser Gruppe. Das 95 %-Konfidenzintervall liegt für die gesamte Testmenge bei 2,2 % bis 12,9 % und bei den selektiven entwurmtten Tieren bei 7,6 % bis 36,2 %. Entgegen der zuvor aufgestellten Hypothese konnte nicht festgestellt werden, dass Tiere mit akuter Kolik-Symptomatik häufiger von Oxyuren betroffen sind. Keiner der Klinikpatienten und somit weder Koliker noch Nicht-Koliker wurde positiv auf Oxyuren getestet.

In der Arbeit konnten außerdem keine Risikofaktoren für eine Infektion beziehungsweise *O. equi*-assoziierte Erkrankungen identifiziert werden. Nur bei einem der positiven Tiere wurde eine Vorerkrankung angegeben. Das Tier litt in der Vergangenheit an Magengeschwüren. Da sich Oxyuren vor allem im Caecum und Colon und nicht im Magen aufhalten und nur eines der sieben Tiere diese Vorgeschichte aufwies, wurde die Erkrankung in diesem Fall als ein zufälliger Vorbefund angesehen.

Was jedoch neben der bereits erwähnten erhöhten Prävalenz in der Gruppe der Selektiven Entwurmer auffällig war, war der zusätzliche Fund hoher MDS-Ausscheidung. Wenn man die Ergebnisse des kombinierten Sedimentation-Flotations-Verfahren in Bezug auf MDS den Ergebnissen der Oxyuren-Testungen gegenüberstellt, ergibt sich ein deutliches Bild. Alle Tiere, die positiv auf *O. equi* getestet wurden, wurden gleichzeitig im SF-Verfahren hochgradig positiv für MDS angesehen. Bei keinem der negativen, geringgradig-positiven oder gar mittelgradig-positiven MDS-Tieren wurden Oxyuren gefunden (Tab. 6). Der p-Wert wurde mittels Chi-Quadrat-Test ermittelt und lässt mit einem Wert <0,001 daraus schließen, dass dieser Zusammenhang signifikant ist.

Tab. 6: Vergleich des Befalls MDS versus Oxyuren.

MDS	Oxyuren	
	neg. (%)	pos. (%)
neg.	48 (100)	0 (0)
ggr.	12 (100)	0 (0)
mgr.	7 (100)	0 (0)
hgr.	19 (73)	7 (27)

4.5.1 Altersverteilung

Um einen Überblick über die Altersverteilung von *O. equi* zu erlangen, wurden auch die Geburtsdaten der Tiere aufgenommen. Anhand der Verteilung der positiven Pferde kann man erkennen, dass es sich bei einem Befall von *O. equi* um keine reine Jungpferdeerkrankung handelt, da auch Tiere mit über zehn Jahren betroffen waren. Zusätzlich wurde eine grafische Altersverteilung von positiven-MDS-Tieren erstellt (Abb. 9). Im Vergleich kann man erkennen, dass beide Parasitenarten einer deutlichen Altersverteilung folgen. *O. equi* konzentriert sich hier noch deutlicher auf jüngere Tiere als MDS (Abb. 9, Abb. 10). Die Y-Achse der logistischen Regression gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit Tiere im jeweiligen Alter von einer Infektion mit *O. equi* (Abb. 10) beziehungsweise Strongyliden (Abb. 9) betroffen sind. Somit hätte ein einjähriges Tier eine 27%ige, ein fünfjähriges eine 15%ige und ein zehnjähriges Tier eine 7%ige Wahrscheinlichkeit Oxyuren-positiv zu sein.

Die Ergebnisse für Oxyuren sind signifikant ($p=0,041$), die für Strongyliden nicht signifikant ($p=0,253$).

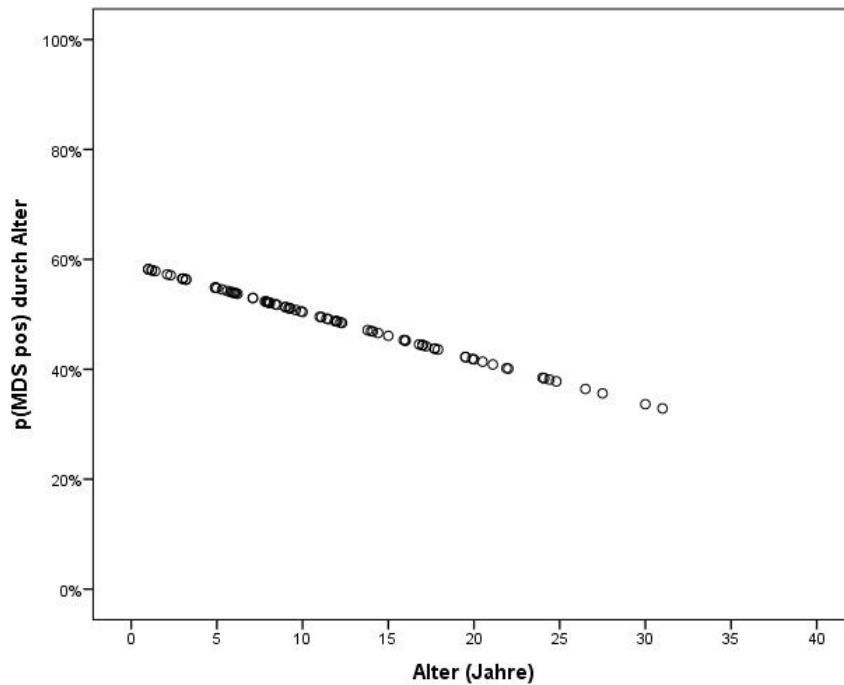


Abb. 9: Wahrscheinlichkeit positiv auf MDS-Eier in einem bestimmten Alter zu sein.

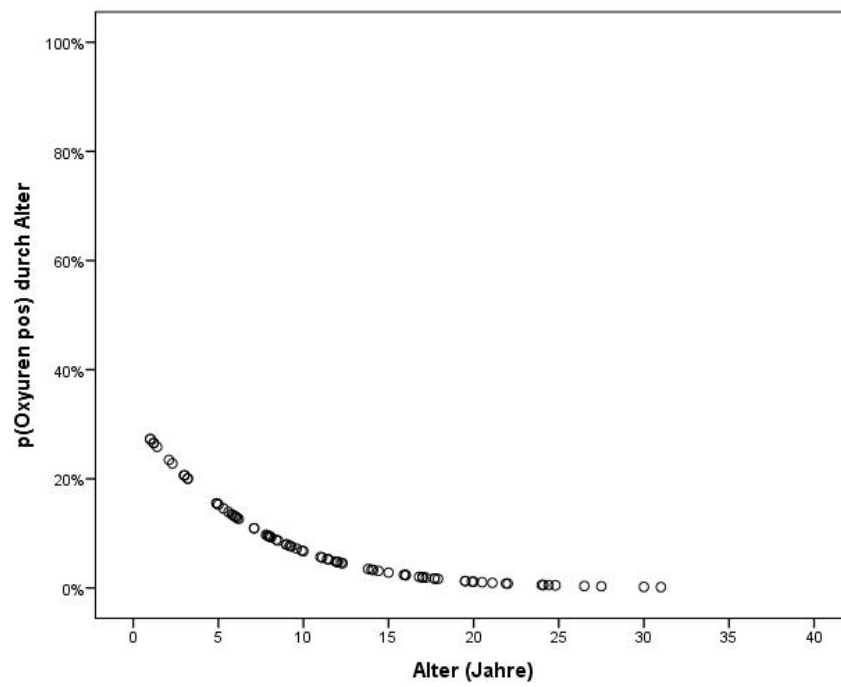


Abb. 10: Wahrscheinlichkeit positiv auf Oxyuren-Eier in einem bestimmten Alter zu sein.

5 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurden Klebestreifen-Präparate und Kotproben von 93 Pferden auf *Oxyuris equi* sowie andere speziesspezifische Endoparasiten untersucht. Weiters wurden die Tiere in drei Gruppen eingeteilt: Koliker, Nicht-Koliker und selektiv entwurmte Pferde, bei denen ein unterschiedliches Infektionsrisiko angenommen wurde. Aus den Daten wurde allgemein und auch innerhalb der Gruppen die Prävalenz von *O. equi* berechnet. Natürlich kann man von der Prävalenz einer Stichprobenmenge von 93 Tieren nicht auf die Prävalenz in ganz Österreich schließen, dennoch ist die Prävalenz dieser Stichprobe ein erster Anhaltspunkt. Dasselbe gilt für die einzelnen Gruppen in Bezug auf ganz Österreich. Aus der Studie ergab sich eine allgemeine Prävalenz von 7,5 % Oxyuren-positiven Tieren. Diese Zahl liegt durchaus im weit schwankenden Durchschnitt der Prävalenz-Zahlen in Europa und auch weltweit (vgl. von Samson-Himmelstjerna 2006, Deplazes et al. 2013).

Es wurde angenommen, dass in der Gruppe der Koliker eine höhere Prävalenz an Oxyuren als in den anderen Gruppen besteht. Koliker, die häufig unter Magen-Darm-Problematiken leiden, haben eine höhere Wahrscheinlichkeit, geschädigte Darm-Areale zu besitzen als Tiere, die klinisch gesund sind und Tiere, die unter orthopädischen Problemen leiden. Daher wurde hier angenommen, dass *O. equi*, ein Darmparasit, primär im Zusammenhang mit Kolik in dieser Gruppe häufiger zu finden ist. Alle Koliker wurden Oxyuren-negativ getestet und somit trifft eine im Vorhinein angenommene höhere Prävalenz von *O. equi* bei Kolikern für diese Studie nicht zu. Jedoch sollte angemerkt werden, dass eine veränderte Probenentnahme, vor allem was den Zeitpunkt betrifft, in dieser Gruppe ein anderes Ergebnis bringen hätte können. Die Pferde, die an der Pferdeklinik der Veterinärmedizinischen Universitätsklinik für diese Studie beprobt wurden, wurden in den meisten Fällen vom Haustierarzt/von der Haustierärztin voruntersucht. Im Zuge der Kolik-Untersuchung wird eine rektale Untersuchung mit Gleitgel durchgeführt. Nach der Untersuchung wird die Analregion meist von Kot und Gleitgel-Resten gereinigt. Sobald die Tiere an der Universitätsklinik ankommen, werden sie erneut untersucht. Bis die Proben für die parasitologische Untersuchung von der Perianal-Region der Tiere entnommen werden, werden also meistens zumindest zwei rektale Untersuchungen und somit auch Reinigungen vorgenommen. Mit der Reinigung werden aber auch die Oxyuren-Eier, die in dieser Region anhaften, entfernt. Um sicher zu stellen, ein

unverfälschtes Ergebnis für den Abklatsch zu erlangen, müssten die Proben vor der ersten rektalen Untersuchung entnommen werden.

Außerdem ist zu bedenken, dass die eigentlich darmschädigenden Stadien die vierten Larvenstadien sind. Diese besitzen eine gut ausgebildete Mundkapsel, um sich an der Darmschleimhaut festzuhalten. Adulte besitzen eine weit weniger ausgeprägte Mundkapsel, da ihre Ziele vorrangig die Fortpflanzung und Eiablage sind (Wetzel 1930, Enigk 1949, von Samson-Himmelstjerna 2006). Mit dem Klebestreifen-Abklatsch und einfachen koproskopischen Methoden werden aber lediglich Eier als Zeichen einer patenten Infektion mit adulten Würmern gefunden. Es ist jedoch bekannt, dass Pferde jedes Alters, bei denen keine Adulten oder Eier gefunden werden, unzählige Larven beherbergen können. Zusätzlich findet eine unregelmäßige Ei-Ausscheidung statt und diese befinden sich aufgrund der speziellen Eiablage-Technik der Parasiten, meist gar nicht im Kot, sondern in der Analgegend der Wirte (Klei 1986). Da bei *Oxyuren* eine intermittierende Ausscheidung stattfindet, kann es bei der Klebestreifen-Abklatsch-Methode hilfreich sein, an einigen Tagen hintereinander Proben zu nehmen (vgl. Wolf et al. 2014, Sallé et al. 2016). Die postmortale Untersuchung ist und bleibt aber die eindeutigste Methode, um *Oxyuris equi* zu diagnostizieren. Aussagekräftige, minimalinvasive Testmethoden fehlen daher zurzeit. Außerdem ist die (postmortale) pathologisch-histologische Untersuchung die Methode der Wahl, um L4-Larven zu finden (Reinemeyer und Nielsen 2014). Hier gilt jedoch, dass die Parasiten von der Mucosa ablassen sobald der Wirt abkühlt. Die Pferde sollten also sobald wie möglich nach dem Tod der pathologischen Untersuchung unterzogen werden, da die Larven schwieriger zu finden sind, wenn sie nicht mehr an der Darmwand anhaften, sondern im Lumen mit dem Kot vermischt sind (Wetzel 1930).

Eine weitere These der Arbeit stützte sich auf die Annahme, dass selektiv entwurmte Pferde häufiger *Oxyuren* beherbergen als strategisch entwurmte Pferde. Pferde, die nach dem *TST*-Konzept behandelt werden, werden nur minimal entwurmt. Entscheidungsgrundlage hierfür ist die Ausscheidung von Strongylideneiern (ESCCAP 2019). Pferde in dieser Gruppe könnten somit unbemerkt ein höheres Risiko für eine *Oxyuren*infektion haben als regelmäßig entwurmte Tiere. Tatsächlich waren alle *Oxyuren*-positive Tiere der Gruppe der selektiv entwurmten Pferde zuzuordnen. Von 32 selektiv entwurmten Pferden waren sieben davon

positiv auf Oxyuren. Das sind 21,8 % der Gruppe und 7,5 % der gesamten Testmenge. Um dies auf die Allgemeinheit auszuweiten, bedarf es einer größeren Probemenge. Die Grenzen des 95 %-Konfidenzintervalls erstrecken sich gesamt von 2,2 % bis 12,9 % und von 7,6 % bis 36,2 % für Selektive Entwurmer. Da die Prävalenzdaten weltweit von Region zu Region sehr stark schwanken (von Samson-Himmelstjerna 2006, Deplazes et al. 2013), wären hier jegliche Zahlen im Durchschnitts-Bereich. Es wären umfangreichere Studien in verschiedenen Regionen mit größeren Stichproben notwendig, um genauere Prävalenzdaten zu erheben.

Wie bereits erwähnt, führte keiner der teilnehmenden Betriebe das *TST*-Schema laut den ESCAAP-Guidelines (ESCCAP 2019) durch und es ist nicht bekannt, in welcher Regelmäßigkeit Proben untersucht werden. Durch eine seltenere Entwurmung, die außerdem eine andere Parasitenart untersucht und als Entscheidungsgrundlage für oder gegen die Entwurmung zu Hilfe zieht, können Oxyuren sichtlicher Weise unentdeckt heranwachsen und sich vermehren. Diese Annahme wird auch dadurch unterstützt, dass bei den selektiv entwurmten Pferden mit *Oxyuris*-Befall auch die MDS-Eiausscheidung höher war als bei den anderen Tieren.

Es konnten keine Vorerkrankungen, die Risikofaktoren für eine Infektion darstellen würden, entdeckt werden. Es zeigte sich jedoch, dass sich die Oxyuren-positiven Tiere mit hohen Strongyliden-Zahlen in der parasitologischen Kotuntersuchung überschneiden. Alle Tiere, die Oxyuren-positiv getestet wurden, wurden im kombinierten Sedimentations-Flotations-Verfahren als hochgradig positiv für Strongyliden eingestuft. Als mögliche Gründe hierfür kommen zu seltene Kotuntersuchungen, eine falsche Therapie, Resistenzen, keine Erfolgsüberprüfung der Therapie oder das junge Alter der Pferde infrage. Es wäre möglich, dass Pferde, die MDS-positiv sind, eine höhere Wahrscheinlichkeit besitzen, auch Oxyuren zu beherbergen. Die Überlappung erlaubt aber keine klaren Rückschlüsse, da möglicherweise der Befall mit beiden Endoparasiten, wie oben erwähnt, auf die selektive Entwurmung zurückzuführen ist.

Es ist bekannt, dass Pferde gegenüber Strongyliden eine inkomplette Immunität entwickeln (Klei und Chapman 1999). Weil Jungtiere noch weniger Körperabwehrmechanismen besitzen, sind auch Tiere in ihren ersten Lebensjahren vom *TST*-Konzept ausgeschlossen und sollten jedenfalls regelmäßig entwurmt werden (ESCCAP 2019). Auch bei Oxyuren ist man früher

davon ausgegangen, dass nur Fohlen und Jungpferde betroffen sind. So war es eine Ausnahme, adulte Oxyuren bei erwachsenen Pferden zu finden. (Drudge und Lyons 1983) Heutzutage ist es keine Besonderheit, Oxyuren bei adulten Tieren zu beobachten, denn die Altersverteilung dürfte in den letzten 30-40 Jahren breiter geworden sein (Reinemeyer 2012). In der aktuellen Studie zeigte sich eine deutliche, einseitige Altersverteilung der getesteten Tiere. Dabei standen die Fohlen und Jungpferde bei den Oxyuren-positiven Pferden sogar noch mehr im Mittelpunkt als bei den Strongyliden-positiven Tieren. Dennoch wurden auch Oxyuren bei adulten Tieren gefunden, die über zehn Jahre alt waren. Dass auch gegen Oxyuren eine zunehmende Alters-Immunität, wie bekanntlich bei den Strongyliden, gebildet wird, ist also weiterhin nicht abzustreiten, sie dürfte jedoch ebenfalls unvollständig sein. Die Erweiterung des Altersspektrums im Laufe der Zeit kann auch in dieser Studie beobachtet werden und deren Gründe bleiben weiterhin ungeklärt. Sehr wahrscheinlich sind aber evolutionäre Vorgänge dafür verantwortlich, dass die Parasiten biologische Mechanismen entwickelt oder entdeckt haben, um die Immunantwort der Wirte zu umgehen (Reinemeyer und Nielsen 2014).

Eine Frage, die sich in Bezug auf Resistenzen stellt, ist, ob der Befall mit einer Unwirksamkeit des Präparates oder einer verkürzten Präpatenzzeit zu tun hat. 2007 wurde ein dreieinhalb Monate altes Fohlen mit Oxyuren in der Perianalgegend entdeckt (Reinemeyer 2012). Bislang war man von einer Präpatenzzeit von ca. fünf Monaten ausgegangen. Bei den Oxyuren des Fohlens kann es sich entweder um eine natürliche Schwankung handeln oder aber auch um eine Verkürzung der Präpatenzzeit. Möglich wäre auch, dass das naive Immunsystem von Fohlen eine kürzere Präpatenzzeit zulässt (Reinemeyer 2012). Es berichteten auch weitere Studien von positiven Proben nach einer Therapie. In den meisten Fällen wird von einer Unwirksamkeit des Präparates ausgegangen, sie können aber ebenso auf einer bisher wenig bekannten Unterschreitung der Präpatenzzeit beruhen (Sallé et al. 2016).

Unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit sollte bei erhöhter Infektionsrate mit *O. equi* überlegt werden, ob Maßnahmen zur gezielten Diagnostik und Bekämpfung dieses Parasiten notwendig sind, denn infizierte Tiere können erheblichen Pruritus mit Selbstverletzungen zeigen (Deplazes et al. 2013), so dass eine hohe Befallsrate zu einem gesundheitlichen Problem in einem Bestand führen kann. In dieser Studie zeigte zum Zeitpunkt der

Untersuchung nur eines der sieben Oxyuren-positiven Tiere klinische Anzeichen auf Oxyuren-Befall und auch nur diese Besitzer gaben Oxyuren-relevante Symptome in Vergangenheit an. Das Pferd litt an analem Pruritus und einem geringgradig-mittelgradig ausgeprägten Rattenschwanz. Alle anderen positiven Tiere zeigten weder auffälligen Pruritus noch hatten sie Verletzungen oder abgeriebene Stellen an der Analregion.

Da alle Tiere, die regelmäßig entwurmt wurden, negativ auf Oxyuren getestet wurden, konnten keine Hinweise auf über mögliche Resistenzen gegen Anthelminthika gefunden werden. Eine weiterführende Studie mit Blickwinkel speziell auf Resistenzen oder eine verminderte Wirksamkeit von Anthelminthika auf Oxyuren bei Pferden in Österreich wäre hilfreich, um aktuelle regionale Daten zu erhalten. Im Falle eines Pferdes mit Verdacht auf Oxyuren ist es für Tierärzte/Tierärztinnen und auch Pferdebesitzer/-besitzerinnen ratsam, das zuvor verwendete Entwurmungs-Präparat und den Verabreichungszeitpunkt festzuhalten, um eventuell vorliegende Resistenzen nicht aus den Augen zu verlieren (Reinemeyer und Nielsen 2014).

Die richtige Interpretation von Symptomen und eine weiterführende Diagnostik spielen eine wichtige Rolle. So führen Fehlinterpretationen zu falschen Statistiken und zu einer falschen Therapie der Tiere. Das auffälligste klinische Merkmal eines Tieres mit Oxyuren-Befall ist das Schweifscheuern. Ein Pferd, das sich den Schweif reibt, könnte aber zweifelsfrei an andere Erkrankungen als an Oxyuren leiden. Oft werden Pferde aufgrund dieses Merkmals, ohne weitere Diagnostik entwurmt. Tiere, die zum Beispiel unentdeckt und unbehandelt an einem Ekzem leiden, reiben sich den Schweif trotz der Medikation weiter und vermitteln den behandelnden Personen eine Unwirksamkeit des verwendeten Medikaments gegen Oxyuren (Reinemeyer 2012).

In dieser Arbeit wurden zwei verschiedene Methoden angewandt, um Oxyuren nachzuweisen: das kombinierte SF-Verfahren und die Klebestreifen-Abklatsch Methode. Statistisch wurden die Ergebnisse dieser beiden Methoden auf den Grad der Übereinstimmung überprüft. Wenn auch nur moderat, zeigten sie eine Übereinstimmung. Da nur zwei der Proben mit beiden Tests als positiv gewertet wurde, rührt diese Übereinstimmung aus den großen Mengen der gleichsam als negativ gewerteten Proben. Mit sechs positiven Proben scheint die Klebestreifen-Abklatsch Methode dennoch sensitiver als das kombinierte SF-Verfahren mit

nur drei positiven Proben zu sein. Da die Diagnosestellung durch perianale Nachweismethoden wie der Klebestreifen-Abklatsch oder ein oberflächliches Geschabsel weit sensitiver ist als die Koproskopie, bleiben viele Oxyuren-positive Pferde unentdeckt (Reinemeyer 2012). Eine weitere Erhöhung der Empfindlichkeit und Schnelligkeit des Abklatschverfahrens kann mit der Visualisierung der Eier auf dem Klebestreifen unter dem Epifluoreszenz-Mikroskop unter Verwendung eines Fluoreszenz-Farbstoffes erreicht werden (Barros et al. 2016), diese Methode wurde hier aber nicht angewendet.

6 Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurden aktuelle Informationen zu *Oxyuris-equi*-Infektionen bei Pferden in Österreich anhand einer Pilotstudie erhoben. *Oxyuris equi* ist ein weltweit vorkommender Endoparasit bei Equiden. Es wurden 93 Tiere untersucht, die sich aus drei Gruppen zusammensetzten: 33 Tiere, die unter akuten Kolik-Symptomatiken litten, 28 Tiere, die keine Anzeichen von Koliken zeigten und 32 klinisch gesunde Tiere, die selektiv entwurmt worden waren. Um die Eier der Oxyuren nachzuweisen, wurden zwei Methoden angewandt, die Klebestreifen-Abklatsch-Methode und das kombinierte Sedimentations-Flotations-Verfahren, mit dem auch Eier anderer gastrointestinaler Helminthen erfasst wurden. Proben, die positiv auf Magen-Darm-Strongyliden getestet wurden, wurden außerdem mittels McMaster-Untersuchung auch quantitativ untersucht. Insgesamt wurden sieben der 93 Pferde als *O. equi*-positiv identifiziert, die ein bis 19 Jahre alt waren. Alle positiven Pferde stammten aus der Gruppe der selektiv entwurmten Pferde und waren zusätzlich hochgradig mit Magen-Darm-Strongyliden befallen. Daraus ergab sich innerhalb dieser Gruppe eine Oxyuren-Prävalenz von 21,9 % und unter allen getesteten Tieren eine Prävalenz von 7,5 %. Mit der Klebestreifen-Abklatsch-Methode wurden zusätzlich zwei positive Oxyuren-Ergebnisse mehr erzielt als mit dem kombinierten Sedimentations-Flotations-Verfahren. Unter den positiven Pferden zeigte nur eines klinische Anzeichen eines Befalls in Form eines analen Pruritus sowie einen „Rattenschwanz“. Die erhobenen Daten geben keine Hinweise auf eine Beteiligung von *O. equi* an Koliken. Allerdings scheinen Oxyuren bei Pferden, die selektiv entwurmt werden, vermehrt aufzutreten. Solange keine klinischen Symptome auf Oxyuren-Befall hinweisen, scheint es aufgrund der geringen Schadwirkung nicht notwendig zu sein, zusätzliche, spezielle Prophylaxemaßnahmen zu treffen. Ist analer Pruritus vorhanden, ist neben einer klinischen Untersuchung eine spezielle Untersuchung auf Oxyuren anzuraten. Bei Kolikern ist eine direkte Probennahme durch die erstuntersuchenden Tierärzte/Tierärztinnen empfehlenswert, bevor weitere rektale Manipulationen durchgeführt werden. Sobald andere Ursachen abgeklärt wurden, kann eine passende Therapie mit Nematoden-wirksamen Präparaten gestartet werden. Die Wirksamkeitsüberprüfung in den folgenden Tagen nach der Therapie ist bei jeglicher Anwendung von Anthelminthika zu empfehlen, vor allem aber notwendig, wenn Ivermectin

oder Moxidectin verwendet wurden, da Oxyuren bekanntermaßen ungenügend empfänglich gegenüber diesen Wirkstoffe sein können.

7 Summary

A comparative study on the occurrence of *Oxyuris equi* and other endoparasites in horses

The aim of this work was to gain updated information about *Oxyuris equi* infections in horses in Austria through a pilot study. *Oxyuris equi* is a globally occurring endoparasite that is found in equids. Therefore, 93 horses, separated into three groups, were examined, 33 horses with acute symptoms of colic, 28 horses without symptoms of colic and 32 clinically healthy horses which had received a “targeted selective treatment” for endoparasite control. For this study two methods to detect *O. equi* eggs were used, the adhesive tape method and the combined sedimentation-flotation-method which could also detect eggs of other gastrointestinal helminths. Samples positive for gastrointestinal strongyls were also quantified with the McMaster-method. Out of 93 horses seven horses aged from one to 19 years were positive for *O. equi*. All seven horses belonged to the targeted selective treatment-group, and additionally to *O. equi* they were high-grade infested with strongyles. Within this group the prevalence rate was 21,9 % for *O. equi*. and in the whole test population it was 7,5 %. The adhesive tape-method was able to detect two more positive samples than the combined sedimentation-flotation-method. Only one of the positively tested horses showed pruritus and a “rat tail” which are clinical signs of oxyuriasis. This study did not reveal a correlation between colic and a higher prevalence of *O. equi*, while horses which are managed with a targeted selected treatment had a higher infection rate. Since there is no evidence of relevant harm, additional prophylactic actions are not required unless there are clinical signs of oxyuriasis. The first clinical sign in horses would be anal pruritus, which causes irritation and can consequently lead to trauma. If pruritus is noticed, a clinical examination and a specific diagnosis of *O. equi* are recommended. Horses with colic should be examined for *Oxyuris* eggs prior to the first rectal manipulation. Treatment that is effective against nematodes can be started after other causes have been ruled out. The efficacy of anthelmintics should be routinely checked in the following treatment period, especially when using ivermectin or moxidectin since *O. equi* is known to be insufficiently controlled by these substances.

8 Literaturverzeichnis

- Barros H, Marques S, Stefani V. 2016. The use of epifluorescence microscopy and fluorescent dyes for visualization of *Oxyuris equi* eggs. *Veterinary Parasitology*, 226:126-166.
- Bauer C. 2017. Selektive Entwurmung von Pferden - Alternative Strategie der Bekämpfung des Wurmbefalls bei Pferden [Informationsblatt für Tierärzte und Pferdebesitzer]. Gießen: Justus-Liebig-Universität Gießen.
- Coles G, Bauer C, Borgsteede F, Geerts S, Klei T, Taylor M, Waller P. 1992. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology*, 44:35-44.
- Corbett C, Love S, Moore A, Burden F, Matthews J, Denwood M. 2014. The effectiveness of faecal removal methods of pasture management to control the cyathostomin burden of donkeys. *Parasites and Vectors*, 7:48.
- Deplazes P, Eckert J, von Samson-Himmelstjerna G, Zahner H. 2013. Lehrbuch der Parasitologie für die Tiermedizin. Dritte Aufl. Stuttgart: Enke Verlag.
- Drudge J, Lyons E. 1983. *Oxyuris* infection. In: Robinson N, Hrsg. *Current Therapy in Equine Medicine*. Erste Aufl. Philadelphia: W.B. Saunders, 288-289.
- Ehizibolo D, Kamani J, Ehizibolo P, Egwu K, Dogo G, Salami-shinaba J. 2012. Prevalence and Significance of Parasites of Horses in Some States of Northern Nigeria. *Journal of Equine Science*, 23(1):1-4.
- Enigk K. 1949. Zur Biologie und Bekämpfung von *Oxyuris equi*. In: Nauck E, Reichenow E, Vogel H, Hrsg. *Zeitschrift für Tropenmedizin und Parasitologie*. Erste Aufl. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 259-272.
- ESCCAP (European Scientific Council Companion Animal Parasites) 2019. Empfehlungen zur Behandlung und Kontrolle gastrointestinaler Parasiten bei Pferden und anderen Equiden. [ESCCAP Guideline 8, deutsche Version]. https://www.esccap.de/index.php?eID=txcms_showpic&file=1174&md5=6ad10fde832a7d662668c92212edbcd4fd4fdb3¶meters%5B0%5D=YTo0OntzOjU6IndpZHRoIjtzOjQ6IjgwMG0iO3M6NjoiaGVpZ2h0IjtzOjM6IjYw¶meters%5B1%5D=MCI7czo3OiJib2R5VGFnIjtzOjQyOiI8Ym9keSBiZ0NvbG9yPSIjZmZmZmZmIiBz¶meters%5B2%5D=dHlsZT0ibWFyZ2luOjA7Ij4iO3M6NDoid3JhcCI7czo3NzoiPGEgaHJlZj0iamF2¶meters%5B3%5D=YXNjcmlwdDpjbG9zZSgpOyI%2BIHwgPC9hPiI7fQ%3D%3D (Zugriff: 15.12.2019)
- Eysker M, Jansen J, Wemmenhove R, Mirck M. 1983. Alternate grazing of horses and sheep as control for gastro-intestinal helminthiasis in horses. *Veterinary Parasitology*. 13(3):273-280.

- Felippelli G, Cruz B, Gomes L, Lopes W, Teixeira W, Maciel W, Buzzulini C, Bichuette M, Campos G, Soares V, Bergamasco P, Oliveira G, Costa A. 2015. Susceptibility of helminth species from horses against different chemical compounds in Brazil. *Veterinary Parasitology*, 212:232–238.
- Hasslinger M, Bittner G. 1984. Zur Saisondynamik der Larven von Pferdestrongyliden und deren Beziehung zum Infektionsrisiko auf der Weide. *Zentralblatt der Veterinärmedizin*, 31:25-31.
- Hiepe T, Buchwalder R, Nickel S. 1985. *Lehrbuch der Parasitologie*. 1. Auflage. Jena: Gustav Fischer Verlag.
- Hinney B. 2008. Prävalenz von Helminthen und Risikofaktoren für ihre Befallsstärke bei Pferden in Brandenburg [Dissertation]. Berlin: Freie Universität Berlin.
- Herd R. 1986. Epidemiology and control of equine strongylosis at Newmarket. *Equine Veterinary Journal*, 18(6):447-452.
- Kaspar A, Pfister K, Nielsen M, Silaghi C, Fink H, Scheuerle M. 2017. Detection of *Strongylus vulgaris* in equine faecal samples by real-time PCR and larval culture – method comparison and occurrence assessment. *BMC Veterinary Research*, 13(1):19.
- Klei T, Chapman M. 1999. Immunity in equine cyathostome infections. *Veterinary Parasitology*, 85:123-136.
- Klei T. 1986. Laboratory Diagnosis. In: Herd R, Hrsg. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 1986(2):381-393.
- Matthews J, Hodgkinson J, Dowdall S, Proudman C. 2004. Recent developments in research into the *Cyathostominae* and *Anoplocephala perfoliata*. *Veterinary Research*, 35(4):371-381.
- Mbafor F, Khan P, Josue W, Tchoumboue J. 2012. Prevalence and intensity of gastro-intestinal helminths in horses in the Sudano-Guinean climatic zone of Cameroon. *Tropical Parasitology*, 2(1):45-48.
- Mehlhorn H, Piekarski G. 2002. *Grundriß der Parasitenkunde*. 6. Auflage. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Mezgebu T, Tafess K, Tamiru F. 2013. Prevalence of Gastrointestinal Parasites of Horses and Donkeys in and around Gondar Town, Ethiopia. *Open Journal of Veterinary Medicine*, 2013(3):267-272.
- Morariu S, Bogdan A, Dărăbuş G. 2012. Helminth parasites in horses from ten locations of Timiş County. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca*, 69(1-2):381-384.

- Nielsen M, Vidyashankar A, Olsen S, Monrad J, Thamsborg S. 2012. *Strongylus vulgaris* associated with usage of selective therapy on Danish horse farms - Is it reemerging? *Veterinary Parasitology*, 189:260-266.
- Nielsen M, Loynachan A, Jacobsen S, Stewart J, Reinemeyer C, Horohov D. 2015. Local and systemic inflammatory and immunologic reactions to cyathostomin larvicidal therapy in horses. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 168(3-4):203-10.
- Nielsen M, Betancourt A, Lyons E, Horohov D, Jacobsen S. 2013. Characterization of the inflammatory response to anthelmintic treatment of ponies with cyathostominosis. *The Veterinary Journal*, 198(2):457-62.
- Reinemeyer C. 2012. Anthelmintic resistance in non-strongylid parasites of horses. *Veterinary Parasitology*, 185:9-15.
- Reinemeyer C, Marchiondo A, Shugart J. 2006. Macrocyclic lactone-resistant *Oxyuris equi*: anecdote or emerging problem?. *Veterinary Parasitology 51th Annual Mtg. Honolulu: Sheraton Waikiki*, 51:69.
- Reinemeyer C, Nielsen M. 2014. Review of the biology and control of *Oxyuris equi*. *Equine Veterinary Education* 26(11):584-591.
- Reinemeyer C, Prado J, Nichols E, Marchiondo A. 2010. Efficacy of pyrantel pamoate and ivermectin paste formulations against naturally acquired *Oxyuris equi* infections in horses. *Veterinary Parasitology*, 171:106-110.
- Sallé G, Cortet J, Koch C, Gascogne T, Reigner F, Cabaret J. 2016. Ivermectin failure in the control of *Oxyuris equi* in a herd of ponies in France. *Veterinary Parasitology*, 229:73-75.
- Schánková S, Marsalek M, Wagnerova P, Lukesová D, Starostová L, Jankovská I, Cadková Z, Kudrnáčová M, Brozová A, Trunecková J, Langrová I. 2013. Treatment failure of ivermectin for *oxyuris equi* in naturally infected ponies in Czech Republic. *Helminthologia*, 50:232-234.
- Schrank F. 1788. Verzeichnis der bisher hinlänglich bekannten Eingeweidewürmer, nebst einer Abhandlung über ihre Anverwandtschaft. München: Johann Baptist Strobl.
- Sheferaw D, Alemu M. 2015. Epidemiological study of gastrointestinal helminths of equines in Damot-Gale district, Wolaita zone, Ethiopia. *Journal of Parasitic Diseases*, 39(2):315-320.
- Stephenson R. 2010. *Oxyuris equi* a resurgent problem? *UK Vet Companion Animal*, 15(5):8-10.
- Urquhart G, Armour J, Duncan J, Dunn A, Jennings F. 1996. *Veterinary Parasitology*. Zweite Aufl. Oxford: Blackwell Science, 77-79.
- von Samson-Himmelstjerna G. 2006. Helminthosen der Equiden. In: Schnieder T, Hrsg. *Veterinärmedizinische Parasitologie*. Sechste Aufl. Stuttgart: Parey Verlag, 303-346.

- von Samson-Himmelstjerna G. 2016. Wurminfektionen beim Pferd: Aktuelle Problematik und Empfehlungen für eine nachhaltige sowie gesundheitserhaltende Kontrolle. Tierärztliche Umschau, 71:247-256.
- von Samson-Himmelstjerna G, Ilchmann G, Clausen P, Schein E, Fritzen B, Handler J, Lischer C, Schnieder T, Demeler J, Reimers G, Mehn P. 2011. Empfehlungen zur nachhaltigen Kontrolle von Magen-Darmwurminfektionen beim Pferd in Deutschland. Pferdeheilkunde, 27(2):127-140.
- Wannas H, Dawood K, Gassem G. 2012. Prevalence of Gastro-intestinal Parasites in Horses and Donkeys in Al Diwaniyah Governorate. AL-Qadisiya Journal of Veterinary Medicine Sciences, 11(1):148-155.
- Wetzel, R. 1930. On the biology of the fourth stage larva of *Oxyuris equi* (Schränk). Journal of Parasitology, 17(2):95-97.
- Wolf D, Hermosilla C, Taubert A. 2014. *Oxyuris equi*: Lack of efficacy in treatment with macrocyclic lactones. Veterinary Parasitology, 201:163-168.
- Xiao L, Herd R, Majewski J. 1994. Comparative efficacy of moxidectin and Ivermectin against hypobiotic and encysted cyathostomes and other equine parasites. Veterinary Parasitology, 53:83-90.

9 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

9.1 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Vorderende mit Mundkapsel, <i>Oxyuris equi</i>	4
Abb. 2: <i>Oxyuris equi</i> -Eier mit Larve, eingeblendete Skala: 100 µm	5
Abb. 3: Läsionen im perianalen Bereich aufgrund von juckreizbedingtem Scheuern	7
Abb. 4: Großflächig abgeriebenes Fell und abgeriebener Schweif aufgrund von juckreizbedingtem Scheuern	7
Abb. 5: Quantitative Eiausscheidung der MDS-positiven (McMaster) Pferde.	24
Abb. 6: Median der MDS-Eiausscheidung der Vergleichsgruppen.	24
Abb. 7: Geringe Dichte von <i>Oxyuris equi</i> -Eiern auf einem Klebestreifenpräparat;	25
Abb. 8: Hohe Dichte von <i>Oxyuris equi</i> -Eiern auf einem Klebestreifenpräparat;.....	25
Abb. 9: Wahrscheinlichkeit positiv auf MDS-Eier in einem bestimmten Alter zu sein.	28
Abb. 10: Wahrscheinlichkeit positiv auf Oxyuren-Eier in einem bestimmten Alter zu sein. ..	29

9.2 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Strategischer Behandlungsplan für adulte, weidende Pferde (ESCCAP 2019).	10
Tab. 2: Richtwerte für die Höhe der Ausscheidung parasitärer Stadien.	19
Tab. 3: Positive Proben nach Ausscheidungsgrad in der untersuchten Population.....	23
Tab. 4: Anteil der positiven Pferde in den verschiedenen Gruppen.	23
Tab. 5: Vergleich zwischen SF-Methode und Klebestreifen-Methode bezüglich Anzahl pos./neg. auf Oxyuren getesteter Tiere.	26
Tab. 6: Vergleich des Befalls MDS versus Oxyuren.....	27

Danksagung

Danke Max, Danke Mama, Danke Papa, Danke Maria, Danke Michael, ihr habt mir dieses Studium überhaupt erst ermöglicht und seid mir immer verständnisvoll zur Seite gestanden.

Für diese Arbeit habe ich viel Zeit am Institut für Parasitologie verbracht. Ich möchte mich bei allen Mitarbeitern bedanken, die mich unterstützt haben, allen voran bei Radinka. Ich danke ihr, für ihre stets hilfreiche humorvolle und offene Art. Die vielen Stunden im Labor mit ihr haben mir immer Freude bereitet.

Ich weiß, dass diese Arbeit viele Schwierigkeiten für meine Betreuerin Frau Prof. Joachim und meinen Betreuer Herrn Prof. Riedelberger mit sich brachte. Daher möchte ich mich umso mehr für das Durchhaltevermögen, die Unterstützung, das Engagement und jeden Rat bedanken!