

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Selektive anthelmintische Therapie bei Pferden im  
Raum Salzburg und Oberbayern

von Angela Honeder

aus Wien

München, 2015

Aus dem Veterinärwissenschaftlichen Department der Tierärztlichen  
Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl Vergleichende Tropenmedizin und Parasitologie

Arbeit angefertigt unter der Leitung von Univ.- Prof. Dr. Kurt Pfister

**Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München**

**Dekan:** Univ.-Prof. Dr. Joachim Braun

**Berichterstatter:** Univ.-Prof. Dr. Kurt Pfister

**Korreferent:** Univ.-Prof. Dr. Lutz S. Göhring

**Tag der Promotion: 31. Januar 2015**

Meinen Eltern und Erich

**INHALTSVERZEICHNIS**

<b>I.</b>	<b>EINLEITUNG UND ZIELE DER ARBEIT.....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>LITERATURÜBERSICHT .....</b>	<b>3</b>
<b>1.</b>	<b>Kleine Strongyliden .....</b>	<b>3</b>
1.1.	Lebenszyklus.....	3
1.2.	Pathogenese und Klinik.....	4
1.2.1.	Cyathostominose .....	4
1.2.2.	Larvale Cyathostominose.....	5
1.3.	Diagnostik.....	5
1.4.	Resistenzen.....	6
1.5.	Bekämpfungsmethoden.....	6
1.5.1.	Eizahlreduktionstests .....	7
<b>2.</b>	<b>Selektive anthelmintische Therapie (SAT).....</b>	<b>8</b>
2.1.	Konstanz der Strongylidenei-Ausscheidung.....	9
2.2.	<i>Egg Reappearance Period</i> .....	10
<b>3.</b>	<b>Einflussfaktoren auf die Eiausscheidung .....</b>	<b>10</b>
3.1.	Alter.....	10
3.2.	Rasse.....	10
3.3.	Geschlecht.....	11
3.4.	Aufstallung und Boxenhygiene .....	11
3.5.	Weide und Weidehygiene.....	11
3.6.	Einfluss der Koppelpartner.....	12
3.7.	Klima.....	13
<b>III.</b>	<b>MATERIAL UND METHODEN .....</b>	<b>14</b>
<b>1.</b>	<b>Pferde und Bestände.....</b>	<b>14</b>
<b>2.</b>	<b>Probenbeschaffung.....</b>	<b>14</b>
<b>3.</b>	<b>Untersuchung der Kotproben hinsichtlich Eiausscheidung von Strongyliden, <i>Parascaris equorum</i>, <i>Anoplocephala spp.</i> und <i>Fasciola hepatica</i> .....</b>	<b>15</b>

---

3.1.	Angewandte Untersuchungsmethoden .....	15
3.1.1.	McMaster Verfahren.....	15
3.1.1.1.	Verwendete Geräte und Materialien.....	15
3.1.1.2.	Durchführung .....	15
3.1.2.	Sedimentation nach Benedek .....	16
3.1.3.	Kombinierte Sedimentation-Flotation .....	16
3.1.4.	Auswahl der Untersuchungsmethode .....	16
<b>4.</b>	<b>Behandlungsschema .....</b>	<b>17</b>
4.1.	Strongyliden .....	17
4.2.	<i>Parascaris equorum</i> .....	17
4.3.	<i>Anoplocephala spp.</i> .....	17
<b>5.</b>	<b>Herbstbehandlung .....</b>	<b>18</b>
<b>6.</b>	<b>Eizahlreduktionstests .....</b>	<b>18</b>
<b>7.</b>	<b>Fragebogen.....</b>	<b>19</b>
<b>8.</b>	<b>Statistische Auswertung.....</b>	<b>23</b>
<b>IV.</b>	<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>25</b>
<b>1.</b>	<b>Anzahl der Proben .....</b>	<b>25</b>
<b>2.</b>	<b>Eiausscheidung .....</b>	<b>25</b>
2.1.	Strongyliden .....	25
2.2.	<i>Parascaris equorum</i> .....	26
2.3.	<i>Anoplocephala spp.</i> .....	26
2.4.	<i>Fasciola hepatica</i> .....	27
<b>3.</b>	<b>Haltungsbedingungen der Pferde .....</b>	<b>27</b>
3.1.	Boxenhygiene .....	27
3.2.	Einstreu .....	27
3.3.	Desinfektion der Boxen und Ställe .....	28
3.4.	Paddocks und Hygiene .....	28
3.5.	Koppeln und Hygiene .....	28
3.6.	Weiden und Hygiene .....	28

---

<b>4.</b>	<b>Anthelmintische Behandlungen 2009 .....</b>	<b>29</b>
4.1.	Eizahlreduktionstests (EZRT) .....	29
<b>5.</b>	<b>Daten aus 2008 und 2009: Vergleich zwischen den beiden Jahren.....</b>	<b>31</b>
5.1.	Eiausscheidung von Strongyliden.....	31
5.2.	Anthelmintische Behandlungen .....	32
5.3.	Maximale Eiausscheidung und anthelmintische Behandlung .....	35
<b>6.</b>	<b>Daten aus 2009: Vergleich der Gruppen, die 2009 das erste oder zweite Jahr selektiv behandelt wurden.....</b>	<b>36</b>
6.1.	Eiausscheidung.....	36
6.1.1.	Vergleich der Eiausscheidung von Pferden während des ersten bzw. zweiten Jahres SAT .....	36
6.1.2.	Verlauf der Eiausscheidung der einzelnen Monate der Probennahme.....	38
6.2.	Anzahl der anthelmintischen Behandlungen .....	39
<b>7.</b>	<b>Aussagekraft der ersten und zweiten Probe .....</b>	<b>41</b>
7.1.	Aussagekraft der ersten Probe.....	41
7.1.1.	Aussagekraft der ersten Probe bei allen untersuchten Pferden .....	41
7.1.2.	Aussagekraft der ersten Probe bei Pferden im ersten Jahr SAT .....	43
7.1.3.	Aussagekraft der ersten Probe bei Pferden im zweiten Jahr SAT .....	44
7.2.	Aussagekraft der ersten zwei Proben .....	46
7.2.1.	Aussagekraft der ersten zwei Proben bei allen untersuchten Pferden .....	46
7.2.2.	Aussagekraft der ersten zwei Proben bei Pferden im ersten Jahr SAT.....	47
7.2.3.	Aussagekraft der ersten zwei Proben bei Pferden im zweiten Jahr SAT ...	48
7.3.	Korrelationen .....	50
<b>8.</b>	<b>Einflussfaktoren auf die Eiausscheidung .....</b>	<b>51</b>
<b>V.</b>	<b>DISKUSSION .....</b>	<b>52</b>
<b>VI.</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>58</b>
<b>VII.</b>	<b>SUMMARY .....</b>	<b>61</b>
<b>VIII.</b>	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>63</b>
<b>IX.</b>	<b>TABELLENVERZEICHNIS.....</b>	<b>64</b>

---

<b>X.</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>67</b>
<b>XI.</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>79</b>
<b>XII.</b>	<b>DANKSAGUNG .....</b>	<b>82</b>



---

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

SAT	Selektive anthelmintische Therapie
EPG	Eier pro Gramm Kot
ERP	Egg reappearance period (Zeitraum, in dem nach einer anthelmintischen Behandlung wieder Wurmeier ausgeschieden werden)
EZR	Eizahlreduktion
EZRT	Eizahl-Reduktionstest

## I. EINLEITUNG UND ZIELE DER ARBEIT

Ursprünglich war das wichtigste Ziel der Parasitenbekämpfung beim Pferd zu verhindern, dass eine klinische Erkrankung aufgrund einer Infektion mit Großen Strongyliden auftritt. Da der Befall mit Großen Strongyliden als Bestandsproblem galt, wurden meist sämtlichen Pferden des ganzen Bestandes gleichzeitig Anthelmintika prophylaktisch verabreicht. Die Behandlungsfrequenz lag zwischen zwei und sechs Entwurmungen pro Jahr (Drudge und Lyons, 1966; Krecek *et al.*, 1994; Little *et al.*, 2003; Matthee und McGeoch, 2004). In der Folge ging die Prävalenz der Großen Strongyliden stark zurück und es traten gehäuft Erkrankungen auf, die durch Kleine Strongyliden verursacht wurden. Dadurch verschob sich der Fokus der Parasitenbekämpfung immer mehr auf Kleine Strongyliden (Herd, 1990; Love und Duncan, 1991; Love *et al.*, 1999). Durch die stetig fortschreitende Resistenzentwicklung von Kleinen Strongyliden gegenüber anthelmintischen Präparaten wurde allerdings ein Umdenken notwendig (Gomez und Georgi, 1991; Herd, 1986; Matthews, 2008) und erforderte alternative Therapieansätze, wie zum Beispiel die Selektive anthelmintische Therapie (Nielsen *et al.*, 2005). Bei der Selektiven anthelmintischen Therapie werden keine regelmäßigen prophylaktischen Behandlungen des gesamten Bestandes mehr durchgeführt. Von den einzelnen Pferden werden stattdessen mehrmals pro Jahr Kotproben qualitativ und quantitativ analysiert. Erst wenn die Eiausscheidung eines einzelnen Pferdes einen festgelegten Schwellenwert überschreitet, wird dem betreffenden Pferd ein Anthelmintikum verabreicht. Somit wird nicht mehr der ganze Bestand entwurmt, sondern die Eiausscheidung des Einzeltieres bietet die Basis für diese Selektive Therapie (Becher *et al.*, 2010).

Die Ziele der Studie waren:

- herauszufinden, ob die in dieser Studie bzw. in der untersuchten Pferdepopulation im Raum Salzburg und Oberbayern angewandten Entwurmungsmittel ausreichende Wirksamkeit zeigen

- 
- zu vergleichen, ob bei Pferden, bei denen selektive anthelmintische Therapie bereits das zweite Jahr angewandt wurde, ein Rückgang der Strongylidenei-Ausscheidung besteht
  - zu vergleichen, ob bei Pferden bzw. Pferdebeständen, die selektiv anthelmintisch behandelt werden, die Anzahl der Entwurmungen reduziert werden kann
  - zu prüfen, ob eine gewisse Vorhersagbarkeit der Eiausscheidung möglich ist, wenn die Höhe der Eiausscheidung von einer bzw. zwei Proben im Frühjahr bekannt sind
  - Einflussfaktoren auf die Höhe der Strongylidenei-Ausscheidung und mögliche Interaktion zu derselben zu untersuchen
  - zu prüfen, ob ein direkter Einfluss der Strongylidenei-Ausscheidung von anderen Pferden einer Koppelgruppe auf ein individuelles Pferd besteht

## II. LITERATURÜBERSICHT

Die im Rahmen dieser Studie durchgeführten Untersuchungen beziehen sich vor allem auf Kleine Strongyliden, weshalb in der Literaturübersicht auch nur auf Kleine Strongyliden und nicht auf andere Wurmartarten näher eingegangen wird.

### 1. Kleine Strongyliden

#### 1.1. Lebenszyklus

Strongyliden (auch Palisadenwürmer genannt) stellen für das Pferd die bedeutendste Art von Endoparasiten dar. Von den Kleinen Strongyliden gibt es 51 Arten, von denen die Unterfamilie Cyathostominae am wichtigsten ist (Paul, 1998; Ribbeck, 1999; Wetzler, 1967).

Die Infektion mit Kleinen Strongyliden findet auf der Weide statt. Adulte Kleine Strongyliden legen im Darm der Equiden Eier, die mit dem Kot ausgeschieden werden. In der Außenwelt schlüpft aus den Eiern das erste Larvenstadium (L1). Aus der L1 entsteht durch Häutung das zweite Larvenstadium (L2), das sich nach einer weiteren unvollständigen Häutung zur Larve 3 (L3) entwickelt. Durch die schützende Hülle ist diese infektiöse Larve gut gegen Umwelteinflüsse geschützt. Die Dauer der Entwicklung zur L3 ist von der Temperatur und vom Niederschlag abhängig. Niedrige Temperaturen und Trockenheit verzögern die Entwicklung. Geschlüpfte Larven können im trockenen Pferdekot kurze Zeit überleben. Bei Beginn der nächsten Feuchtigkeitsperiode setzen sie ihre Entwicklung bis zum infektiösen Stadium fort (Eckert *et al.*, 2008; Ogbourne, 1972). Die Entwicklung der L1 zur L3 dauert bei einer Temperatur von 22°C mindestens 5 Tage (Hasslinger, 1981). Die L3 wandert aus dem Pferdekot aus und hält sich bevorzugt im Gras auf. Vom Pferd per os aufgenommen, wirft die Larve ihre Scheide ab und wandert in die Dickdarmmucosa ein, wo sie von Bindegewebe eingekapselt wird (Ogbourne, 1978; Reinemeyer, 2009; Reinemeyer und Herd, 1986). Während dieser histotropen Entwicklungsphase, die ein bis zwei Monate

dauern kann, bildet sich aus der L3 durch Häutung in der Darmwand des Pferdes das vierte Larvalstadium (L4), das die Bindegewebskapsel verlässt und sich im Darmlumen zum adulten, geschlechtsreifen Stadium weiterentwickelt (Lyons *et al.*, 1994).

Einige Strongylidenspezies sind zur Hypobiose fähig. Dabei durchlaufen die Larvenstadien eine Ruhephase in der Dickdarmmucosa, in der sie monate- bis jahrelang bleiben können (Murphy und Love, 1997). Im Winter kann sich der größte Teil der Wurmbürde eines Pferdes in Hypobiose befinden und dadurch die Eiausscheidung des betreffenden Pferdes negativ sein (Dowdall *et al.*, 2002; Matthews, 2008).

## **1.2. Pathogenese und Klinik**

### **1.2.1. Cyathostominose**

Nach der Einwanderung von Larven von Kleinen Strongyriden in die Darmwand entstehen dort granulomatöse Knötchen und entzündliche Veränderungen. Jungtiere unter 5 Jahren sind davon häufiger betroffen als Adulte (Giles *et al.*, 1985). Die Stärke der klinischen Symptome ist vom Ausmaß des Befalls abhängig (Reinemeyer und Herd, 1986; Steinbach, 2003). Prinzipiell sind jedoch klinische Symptome einer Cyathostominose beim Pferd trotz der hohen Prävalenz dieser Parasiten auch bei einer hohen Befallsintensität sehr selten (Kaplan, 2002).

Aufgrund der verursachten Schäden in der Darmschleimhaut kann es bei betroffenen Pferden zu einer plötzlich beginnenden Diarrhoe kommen, die chronisch werden, zu Kachexie und nach einigen Wochen sogar zum Tod des Tieres führen kann (Giles *et al.*, 1985; Love, 2003; Ogbourne, 1978). Bei einer Blutuntersuchung der erkrankten Pferde können Neutrophilie, Hypoalbuminämie, Hyperglobulinämie und ein erniedrigtes Gesamtprotein festgestellt werden, wie es auch bei einer Protein-Verlust Enteropathie vorgefunden wird. Weitere klinische Anzeichen einer Cyathostominose sind periphere Ödeme und Anorexie (Corning, 2009; Love, 2003).

### 1.2.2. Larvale Cyathostominose

Die larvale Cyathostominose tritt auf, wenn plötzlich eine große Anzahl an enzystierten, hypobiotischen Larven aus der Dickdarmschleimhaut ins Lumen eruptiert. Ein vermehrtes Auftreten der Erkrankung wurde vor allem im späten Winter und im Frühjahr beobachtet. Durch die Auswanderung der Larven aus der Darmschleimhaut kommt es bei betroffenen Pferden zu schweren Darmschädigungen. Klinische Symptome einer larvalen Cyathostominose können Diarrhoe, Gewichtsverlust, Kolik, Fieber und Ödeme sein. Bei betroffenen Pferden werden im Blut Anzeichen einer systemischen Entzündung gefunden, die mit erhöhtem Serum-Fibrinogen, Hypoalbuminämie, Hyperkaliämie, Hypokalzämie, erhöhtem Hämatokrit und Anämie einhergehen (Giles *et al.*, 1985; Love *et al.*, 1999; Lyons *et al.*, 2000; Mair, 1993; Murphy und Love, 1997; Peregrine *et al.*, 2006; Wobeser und Tataryn, 2009). Die Behandlung einer larvalen Cyathostominose umfasst eine kombinierte Therapie mit Codeinphosphat, Flüssigkeitssubstitution, anthelmintischer Behandlung und antiphlogistischer Therapie mit Corticosteroiden. In den meisten Fällen ist sie prognostisch ungünstig (Love *et al.*, 1999; Peregrine *et al.*, 2006; Schnieder, 2006).

### 1.3. Diagnostik

Die Diagnose einer Infektion mit Strongyliden erfolgt mittels Flotationsverfahren. Im Kot der Pferde sind dünnschalige, mehr als 8 Furchungszellen enthaltene Eier nachweisbar (Eckert *et al.*, 2008). Eine quantitative Bestimmung der Strongylidenei-Ausscheidung ist mittels modifizierten McMaster-Verfahrens möglich (Gordon und Whitlock, 1939). Hierbei werden die Parasiteneier in einer McMaster-Kammer zur Flotation gebracht und die Anzahl der Eier mittels Mikroskop ausgezählt. Anschließend wird die Anzahl an Strongylideneiern pro Gramm Kot (EpG) berechnet (Wetzel, 1951). Um Kleine und Große Strongyliden zu differenzieren, wird eine Larvenanzucht durchgeführt. Dabei werden die Larven von Großen bzw. Kleinen Strongyliden anhand der Anzahl an Darmzellen morphologisch unterschieden (Kraft und Dürr, 2005).

#### 1.4. Resistenzen

Bei Großen Strongyliden wurden bisher keine Resistenzen gegenüber anthelmintischen Medikamenten nachgewiesen, bei Kleinen Strongyliden hingegen wurden Resistenzen gegenüber Benzimidazolen, Pyrantel und Makrozyklischen Laktonen beschrieben (Fritzen, 2005; Hinney *et al.*, 2008; Reuber, 1999; Trawford *et al.*, 2005; Ullrich, 1987; Wirtherle *et al.*, 2004). Bauer (1983) wies in Deutschland die erste Resistenz von Kleinen Strongyliden gegen Benzimidazole bei Vollblutpferden nach, Resistenzen von Kleinen Strongyliden gegen Pyrantel wurden zum ersten Mal von Chapman (1996) beschrieben. Resistenzen von Kleinen Strongyliden gegenüber Makrozyklischen Laktonen wurden 2005 in England nachgewiesen (Trawford *et al.*, 2005), in anderen Studien wurden zwar keine Resistenzen, jedoch aber eine verkürzte Wirkungsdauer beschrieben (Lyons *et al.*, 2009; von Samson-Himmelstjerna *et al.*, 2007).

Durch die zunehmende Resistenzentwicklung von Kleinen Strongyliden gegenüber anthelmintischen Präparaten können auch regelmäßig entwurmete Pferde an einer larvalen Cyathostominose erkranken (Becher, 2010; Gomez und Georgi, 1991; Reinemeyer und Herd, 1986; von Samson-Himmelstjerna *et al.*, 2011; Wirtherle, 2003).

#### 1.5. Bekämpfungsmethoden

Die Ziele von Bekämpfungsverfahren für Kleine Strongyliden sind: klinische Erkrankungen bei Pferden zu verhindern, den Infektionsdruck auf den Weiden herabzusetzen und die Resistenzentwicklung von Kleinen Strongyliden gegen Anthelmintika zu verzögern und möglichst zu vermeiden (Little *et al.*, 2003). Frühere Bekämpfungsverfahren bezogen sich v.a. auf die Bekämpfung von Großen Strongyliden. Dafür wurden Behandlungsintervalle von 6-8 Wochen empfohlen. Die Übertragung von Infektionen sollte verhindert werden, indem die Ausscheidung von Strongylideneiern gehemmt wird. Dabei stand die Behandlung des ganzen Bestandes und nicht eines Einzeltieres im Vordergrund. Schon in den 1960er Jahren wurde empfohlen, zusätzlich Kotproben zu

untersuchen, um die Wirksamkeit der Bekämpfungsmethode zu überprüfen und Resistenzen frühzeitig zu erkennen (Drudge und Lyons, 1966). Um die Resistenzentwicklung zu verzögern, wurde ein jährlicher Wechsel des Anthelmintikums empfohlen. Ebenso sollte darauf geachtet werden, neue Tiere eines Bestandes einer Quarantäne zu unterziehen und Anthelmintika generell nicht zu unterdosieren (Love, 2003).

Das System der Behandlung von Großen Strongyliden wurde auf Kleine Strongyliden übertragen; über die Behandlungsfrequenz bei der Bekämpfung von Kleinen Strongyliden gibt es in der Literatur sehr unterschiedliche Angaben. Die meisten wurden durch Befragungen der Pferdebesitzer ermittelt: In Südafrika zum Beispiel beträgt die Anzahl im Durchschnitt 5 (Adulte) bis 7 (Fohlen) Behandlungen pro Jahr (Matthee *et al.*, 2002). In Irland behandeln 38% der befragten Pferdebesitzer ihre Tiere alle 4 bis 6 Wochen mit einem Anthelmintikum (O'Meara und Mulcay, 2002). In britischen Studien werden Pferde 6 bis 12 Mal pro Jahr entwurmt (Biggin *et al.*, 1999; Earle *et al.*, 2002; Lloyd *et al.*, 2000; Pascoe *et al.*, 1999).

#### **1.5.1. Eizahlreduktionstests**

Eizahlreduktionstests werden parallel zu einer anthelmintischen Behandlung durchgeführt und sind nach der Verabreichung aller Wirkstoffklassen durchführbar. Mittlerweile zählen sie zum Gold-Standard in der Diagnostik, um die Wirksamkeit von Anthelmintika zu überprüfen und zu erfassen (Peregrine *et al.*, 2014; von Samson-Himmelstjerna *et al.*, 2007). Dazu werden vor, sowie 14 bzw. 21 Tage nach einer anthelmintischen Behandlung Kotproben des jeweiligen Pferdes quantitativ auf das Vorhandensein von Strongylideneiern untersucht (Coles, 2002; Kaplan und Nielsen, 2010; Love, 2003; Meier und Hertzberg, 2005a; Peregrine *et al.*, 2014).



## 2. Selektive anthelmintische Therapie (SAT)

Die ersten Berichte über die Anwendung der selektiven anthelmintischen Therapie beim Pferd stammen aus dem Jahr 1991 aus Großbritannien und den USA (Duncan und Love, 1991; Gomez und Georgi, 1991). Ein paar Jahre später wurde eine Studie aus Südafrika veröffentlicht (Krecek *et al.*, 1994). Erst gegen Ende der 1990er geriet die selektive anthelmintische Therapie wieder vermehrt ins Interesse der Forschung. Grund dafür war ein neu erlassenes Gesetz in Dänemark, welches anthelmintische Behandlungen nur mehr nach einem positiven Nachweis von Strongyliden oder deren Eiern im Kot von Pferden vorsah (Nielsen *et al.*, 2005). Gleiche Gesetze für die Verschreibungspflicht von Anthelmintika gibt es seit 2007 in Schweden, seit 2008 in den Niederlanden und seit 2009 in Finnland (Nielsen, 2012).

Durch das vermehrte Auftreten von Resistenzen gegen Anthelmintika wurden in den letzten Jahren wieder vermehrt Studien zur selektiven anthelmintischen Therapie durchgeführt (Becher *et al.*, 2010; Döpfer *et al.*, 2004; Eysker *et al.*, 2008; Little *et al.*, 2003; Matthee und McGeoch, 2004; Nielsen *et al.*, 2006). Diese Studien unterscheiden sich aber bezüglich der Anzahl der untersuchten Pferde bzw. Bestände, der Studiendauer, des Probenintervalls und des gewählten Schwellenwertes. Die Ergebnisse beschrieben eine Reduktion der anthelmintischen Behandlungen zwischen 36% und 78% (Becher *et al.*, 2010; Duncan und Love, 1991; Gomez und Georgi, 1991; Krecek *et al.*, 1994; Little *et al.*, 2003; Matthee und McGeoch, 2004) sowie eine Senkung der durchschnittlichen Eiausscheidung (Becher *et al.*, 2010; Duncan und Love, 1991; Krecek *et al.*, 1994; Little *et al.*, 2003).

Die Anwendung der selektiven anthelmintischen Therapie in der Praxis erfolgt in Dänemark mit zwei Kotuntersuchungen pro Pferd innerhalb eines Jahres (Nielsen *et al.*, 2006), in einer deutschen Studie wurden im ersten Jahr der SAT 4 Proben untersucht (Menzel, 2013). In der Schweiz liegen die Empfehlungen für die Bestimmung der Eizahl im ersten Jahr bei vier Kotuntersuchungen im Abstand

von acht Wochen, beginnend im Mai. In den Folgejahren werden, je nach Infektionsdruck und Managementbedingungen der Pferde, zwei bis drei Untersuchungen empfohlen (Hertzberg, 2011).

### **2.1. Konstanz der Strongylidenei-Ausscheidung**

Schon in den 1990ern wurde beschrieben, dass bei Pferden eine gewisse Konstanz in der Höhe der Eiausscheidung zu beobachten ist. In einer Studie aus den USA wurden von einem Bestand mit 31 Pferden im September, November, Januar, März, Mai und dem September darauf Kotproben mittels McMaster-Verfahren untersucht. Die Ergebnisse der Kotuntersuchungen der beiden Septembermonate korrelierten signifikant ( $p < 0,001$ ). Pferde mit einer hohen Eiausscheidung im ersten Jahr hatten mit hoher Wahrscheinlichkeit auch eine hohe Eiausscheidung im darauffolgenden Jahr. Pferde mit einer niedrigen Eiausscheidung zu Beginn hatten im September des zweiten Jahres auch einen geringen EpG-Wert (Gomez und Georgi, 1991). Eine Konstanz in der Höhe der Eiausscheidung wurde auch in einer dänischen Studie nachgewiesen. In dieser Studie wurden 424 Pferde aus 10 Beständen zwei Mal jährlich (Frühjahr und Herbst) in drei aufeinanderfolgenden Jahren untersucht. Die Ergebnisse zeigen bei Pferden mit einer geringen Eiausscheidung in den ersten Proben eine hohe Wahrscheinlichkeit, auch bei der dritten Probe eine niedrige Eizahl aufzuweisen. Dies traf unabhängig von einer anthelmintischen Behandlung zu. Ebenso zeigt sich bei Pferden mit hoher Eiausscheidung die Neigung, den Schwellenwert von 200 EpG bei jeder Probennahme zu überschreiten (Nielsen *et al.*, 2006). Auch in den Niederlanden wurden Untersuchungen zur sog. „*strongyle egg shedding consistency*“ gemacht. Von 484 Pferden aus 18 Beständen wurden im Abstand von 6 Wochen von jedem Pferd zwei Kotproben genommen und nach der Auswertung die Pferde in Gruppen mit entweder  $\leq$  oder  $>$  100 EpG eingeteilt. Bei über 50% der Pferde wurde in beiden Proben eine niedrige Eiausscheidung festgestellt (Döpfer *et al.*, 2004). In der Studie von Becher *et al.* (2010) konnte ein Zusammenhang zwischen den Untersuchungsergebnissen der ersten zwei Kotproben eines Pferdes und den darauffolgenden gefunden werden. Es wurden

9 Proben pro Pferd im Abstand von vier Wochen genommen und quantitativ mit einer Sensitivität von 20 EpG Kot ausgewertet. Lag die Anzahl der pro Gramm Kot gefundenen Strongyliden-Eier in den ersten zwei Proben bei Null, lag die Wahrscheinlichkeit, dass alle weiteren 7 Proben auch unter der Nachweisgrenze lagen bei 62%. Die Wahrscheinlichkeit, dass in den weiteren Proben <200 EpG gefunden wurde, lag bei 88% und die Wahrscheinlichkeit für eine Eizahl <250 EpG bei 92% (Becher *et al.*, 2010).

## **2.2. Egg Reappearance Period**

Als „Egg Reappearance Period“ (ERP) wird die Zeitspanne von einer wirksamen anthelmintischen Behandlung bis zur erneuten Ausscheidung von Strongylideneiern bezeichnet. Die ERP dauert bei den Benzimidazolen und Pyrantel 4 Wochen, bei Ivermectin 6-8 und bei Moxidectin 12-14 Wochen (Matthews, 2008; Reinemeyer, 2009). In neuesten Studien aus Deutschland und Kentucky wurde über eine verkürzte ERP nach Behandlungen mit Ivermectin berichtet (Lyons *et al.*, 2008; von Samson-Himmelstjerna *et al.*, 2007).

## **3. Einflussfaktoren auf die Eiausscheidung**

### **3.1. Alter**

In mehreren Studien wurde bestätigt, dass Jungtiere zwischen ein und fünf Jahren eine höhere Eiausscheidung als adulte Pferde aufweisen. Als Ursache dafür werden Immunmechanismen vermutet (Becher *et al.*, 2010; Döpfer *et al.*, 2004; Eysker *et al.*, 2008; Klei und Chapman, 1999; Larsen *et al.*, 2002; Love, 2003; Uhlinger, 1993). Auch bei älteren Tieren über 24 Jahren wurde eine erhöhte Eiausscheidung nachgewiesen (Döpfer *et al.*, 2004).

### **3.2. Rasse**

In mehreren Studien wurde eine signifikant höhere Strongyliden-Eiausscheidung bei Vollblutpferden gegenüber anderen Rassen nachgewiesen (Bucknell *et al.*, 1995; Fritzen, 2005; Kornas *et al.*, 2010). Im Vergleich zu Warmblutpferden

zeigten auch Kleinpferde/Ponies eine signifikant höhere Eiausscheidung (Fritzen, 2005; Hinney, 2009). In einer deutschen Studie wiesen Kaltblüter und Wildpferde eine im Vergleich zu anderen Rassen höhere Eiausscheidung auf (Hinney *et al.*, 2011). Keine signifikanten Unterschiede der Rassen Kaltblut, Vollblut, Warmblut und Ponies konnte Wirtherle (2003) feststellen.

### **3.3. Geschlecht**

Bezüglich des Einflusses des Geschlechts auf die Höhe der Eiausscheidung gibt es in der Literatur sehr unterschiedliche Ergebnisse, denn in den Studien von Döpfer *et al.* (2004) und Francisco *et al.* (2009) wurde nachgewiesen, dass Stuten eine höhere Ausscheidung von Strongylideneiern als männliche Tiere haben. Kornas *et al.* (2010) und Bucknell *et al.* (1995) hingegen fanden bei Wallachen eine erhöhte Eiausscheidung verglichen mit Stuten und Hengsten. In der Studie von Hinney (2009) wiederum wurde die höchste Strongyliden-Eiausscheidung bei Hengsten und Stuten im Vergleich zu Wallachen gefunden. Wirtherle (2003) hingegen konnte keinen signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern feststellen.

### **3.4. Aufstallung und Boxenhygiene**

Regelmäßiges Ausmisten und Stallhygiene sind ein wichtiger Beitrag zur Reduktion der Strongylidenei-Ausscheidung. In einer norddeutschen Studie wiesen Pferde, deren Ställe nicht regelmäßig sauber gemacht wurden, ein bis zu sieben Mal höheres Risiko für eine überdurchschnittlich hohe Ausscheidung von Strongylideneiern auf (Hinney, 2009). Auch Fritzen (2005) machte diese Beobachtungen: Pferde, die in Ställen standen, die nicht regelmäßig ausgemistet wurden, hatten eine signifikant höhere Ausscheidung von Strongylideneiern als Pferde, deren Boxen täglich gesäubert wurden. Pferde auf Tiefstreu wiesen in derselben Untersuchung ebenso eine signifikant höhere Eiausscheidung auf.

### **3.5. Weide und Weidehygiene**

Weidegang stellt aufgrund des Lebenszyklus von Strongyliden das

Hauptinfektionsrisiko für Pferde dar (Döpfer *et al.*, 2004). Kornas *et al.* (2010) fand eine geringere Ausscheidung von Strongylideneiern bei Pferden mit Zugang zu Sand-Paddocks und Pferden, die im Stall gehalten wurden, als bei Pferden mit Weidegang. In der Studie von Becher *et al.* (2010) wiesen Pferde mit keiner oder nur selten durchgeführter Weidehygiene eine konstant höhere Eiausscheidung auf als Pferde, in deren Ställen die Weiden mindestens einmal pro Woche abgemistet wurden; die Unterschiede waren jedoch nicht signifikant.

Es wird empfohlen, der Kontamination von Weiden durch Absammeln des Kotes und anderen hygienischen Maßnahmen, wie dem Entfernen von Geilstellen, entgegen zu wirken (Herd, 1986). In der Studie von Fritzen *et al.* (2005) wurde bestätigt, dass die Eiausscheidung der Pferde signifikant geringer wurde, je öfter diese Maßnahme auf den Weiden durchgeführt wurde. Auch die Wechselbeweidung und Weiderotation von Pferden mit Wiederkäuern wurde empfohlen, um die Weidekontamination zu verringern (Lyons *et al.*, 1999; Nielsen, 2012; O'Meara und Mulcay, 2002).

Hygienemaßnahmen auf Weideflächen werden nicht von allen Betrieben durchgeführt. Durch Fragebögen wurde ermittelt, dass in Irland 32% der Ställe weidehygienische Maßnahmen durchführen (O'Meara und Mulcay, 2002), in England über 50% der Betriebe (Earle *et al.*, 2002). In der Schweiz wird der Kot auf Weiden von 33% der Pferdehalter abgesammelt und 30% führen Wechselbeweidung mit v.a. Wiederkäuern durch (Meier und Hertzberg, 2005b).

### **3.6. Einfluss der Koppelpartner**

Der direkte Einfluss der Strongylidenei-Ausscheidung von anderen Pferden einer Koppelgruppe auf ein individuelles Pferd wurde bisher noch nicht untersucht. Es gibt allerdings die Hypothese, dass ein Zusammenhang besteht, wenn zum Beispiel Stuten gemeinsam mit Jungtieren gehalten werden und dadurch die Stuten einem höheren Infektionsdruck ausgesetzt sind (Döpfer *et al.*, 2004; Francisco *et al.*, 2009).

### 3.7. Klima

Mehrere Autoren haben bereits den Einfluss von Wetter und Klima auf die Überlebenschance von Strongyliden-Larven und die Höhe der Ausscheidung von Strongyliden-Eiern beim Pferd untersucht (Chapman *et al.*, 1996; Kornas *et al.*, 2010; Nielsen *et al.*, 2007; O'Meara und Mulcay, 2002; Ogbourne, 1972) und festgestellt, dass die Entwicklung von Larven durch Temperatur und Feuchtigkeit beeinflusst wird. Niedrige Temperaturen verlangsamen die Entwicklung zur L3 und unter 7,5°C findet kein Larvenschlupf mehr statt (Ogbourne, 1972). Bleiben im Winter die Temperaturen über Monate unter dem Gefrierpunkt, kann die L3 nur begrenzt überleben. Trockenheit im Sommer führt zu einer Verlangsamung der Larvenentwicklung und wirkt sich ebenso ungünstig auf das Überleben der L3 aus. Die optimale Temperatur für die Weiterentwicklung von Eiern und Larven liegt bei 25-33°C; bei Temperaturen über 40°C sterben die Eier ab (Kornas *et al.*, 2010; Nielsen *et al.*, 2007; Ogbourne, 1972).

In nördlich gemäßigten Klimazonen findet die Larvenentwicklung vor allem im späten Frühjahr, Sommer und frühen Herbst statt. Frost und Tau im Winter beeinträchtigen das Überleben der Larven, während Schnee durch seine im Gegensatz zur Luft konstanteren Temperatur das Überleben von Eiern und Larven ermöglicht. In heißen Klimazonen ist das Überleben von Larven in den heißen Sommermonaten deutlich kürzer als im Winter (Kornas *et al.*, 2010; Nielsen *et al.*, 2007).

Ein Anstieg in der Eiausscheidung wurde von Poynter (1954) in den Monaten August und September und von Wood *et al.* (2013) von Mai bis September beobachtet. Die Eiausscheidung stieg linear mit Niederschlag und durchschnittlicher monatlicher Temperatur von 8°C bis 14°C an (Wood *et al.*, 2013). Bei Fohlen und Jungpferden wurde ausserdem ein Anstieg der Eiausscheidung mit zunehmendem Niederschlag nachgewiesen (Wood *et al.*, 2013).

### **III. MATERIAL UND METHODEN**

#### **1. Pferde und Bestände**

In die Studie wurden 303 Pferde und Esel aus 35 verschiedenen Beständen aus Salzburg, Oberösterreich und Oberbayern (40km Umkreis von Salzburg Stadt) einbezogen. Die Bestände variierten in ihrer Größe zwischen 2 und 33 Pferden, wobei nicht immer alle Pferde eines Bestandes an der Studie teilnahmen.

Das Alter der Pferde reichte von einem Monat bis zu 40 Jahren ( $\bar{x} = 12,3$ ). An der Studie nahmen 138 Stuten sowie 165 Wallache und Hengste teil. Die unterschiedlichen Rassen wurden in die Gruppen Warmblut, Kaltblut, Haflinger, Vollblüter und Araber, US-Rassen (Quarter Horse und Paint Horse), Ponys und Esel unterteilt.

#### **2. Probenbeschaffung**

Von allen Pferden wurden im Zeitraum von März bis November 2009 im Abstand von vier Wochen Kotproben genommen (pro Pferd 9 Proben). Einzelne Tiere verließen die Bestände vor Ende der Studie, so dass von einzelnen Pferden weniger als 9 Proben ausgewertet werden konnten. Die Kotproben wurden von den Pferdebesitzern am Tag der Probennahme morgens frisch vom Boxenboden gesammelt, in Plastikbeutel verpackt und mit einer vorgefertigten Etikette, die das Datum, den Namen des Pferdes, den Namen des Bestandes und eine laufende Nummer enthielt, versehen. Anschließend wurden die Proben von den Pferdebesitzern bei 4°Celsius gelagert. Nach der Abholung wurden die Proben sofort in einem Kühlschrank verwahrt. Am nächsten Tag wurden die Proben in das diagnostische Labor des Institutes für Vergleichende Tropenmedizin und Parasitologie der Ludwig-Maximilians-Universität München gebracht, d.h. sie wurden innerhalb von 48 Stunden nach Entnahme und Kühlung untersucht.

### **3. Untersuchung der Kotproben hinsichtlich Eiausscheidung von Strongyliden, *Parascaris equorum*, *Anoplocephala spp.* und *Fasciola hepatica***

#### **3.1. Angewandte Untersuchungsmethoden**

##### **3.1.1. McMaster Verfahren**

###### **3.1.1.1. Verwendete Geräte und Materialien**

Mörser mit Pistill, Präzisionswaage, Sieb mit Maschenweite von 300 $\mu$ m, Trichter, Ständer für Trichter, Becher mit Deckel, Vortex-Gerät, Zentrifugenröhrchen, Zentrifuge, Pasteurpipetten, Mc-Master-Kammern (Fa. Advanced Equine Products, USA), Lichtmikroskop, gesättigte NaCl-Lösung

###### **3.1.1.2. Durchführung**

6,7g Kot werden mit 40,5 ml Wasser in einem Mörser zu einer homogenen Suspension verrührt. Diese wird durch ein Sieb gefiltert. Das Filtrat wird 30sec auf dem Vortex-Gerät geschüttelt und anschließend in ein Zentrifugenröhrchen gefüllt. Dieses wird 10 Minuten bei 2500U/min zentrifugiert. Der Überstand wird dekantiert und das Röhrchen mit gesättigter NaCl-Lösung aufgefüllt. Danach wird die Suspension erneut auf dem Vortex geschüttelt. Mit einer Pipette werden anschließend zwei McMaster-Kammern befüllt. Nach 10 Minuten Flotationszeit werden in beiden Kammern bei 100facher Vergrößerung die Eier unter dem Mikroskop ausgezählt.

Die Sensitivität des angewandten McMaster Verfahrens beträgt 20 Eier pro Gramm Kot (EpG).



Die Berechnung der Eiausscheidung erfolgt nach folgender Formel:

$$EpG = \frac{\text{Anzahl der gezählten Eier} \times \text{Suspensionsvolumen (ml = cm}^3\text{)}}{\text{Kotmenge (g)} \times \text{Zählnetzfläche (cm}^2\text{)} \times \text{Kammerhöhe} \times \text{Anzahl der Zählfelder}}$$
$$= \text{Anzahl der gezählten Eier} \times 20$$

Mikroskopisch können Eier von Großen und Kleinen Strongyliden nicht differenziert werden, d.h. sie werden daher als Strongylideneier bezeichnet.

### 3.1.2. Sedimentation nach Benedek

Bei der Sedimentation werden jeweils 5g Kot von max. 5 Pferden eines Bestandes zusammen untersucht. Mit einem Wasserstrahl wird der Kot durch ein Sieb in ein Becherglas gespült. Anschließend wird das Becherglas mit dem Inhalt 3 Minuten zum Sedimentieren stehen gelassen und danach der Überstand dekantiert. Das Sediment wird erneut mit Wasser aufgefüllt. Diese Vorgänge werden noch 2 Mal wiederholt. Danach wird das Sediment in eine Petrischale gefüllt und mit einem Tropfen Methylenblau versetzt. Die Eier werden unter dem Mikroskop mit 100facher Vergrößerung ausgezählt.

### 3.1.3. Kombinierte Sedimentation-Flotation

Das Kombinierte Sedimentations-Flotationsverfahren wurde entsprechend dem QM-Methoden-Handbuch (Institut für Vergleichende Tropenmedizin und Parasitologie, 2004), welches am Institut für Vergleichende Tropenmedizin und Parasitologie der LMU München hinterlegt ist, durchgeführt.

### 3.1.4. Auswahl der Untersuchungsmethode

Alle monatlich gesammelten Kotproben wurden mit dem McMaster-Verfahren hinsichtlich Eiern von Strongyliden und von *Parascaris equorum* analysiert. Im Juni und im Oktober 2009 wurden zusätzlich Sammelkotproben (bis zu max. 5 Pferde eines Bestandes pro Probe) genommen. Diese wurden sowohl mit dem Kombinierten Sedimentations-Flotationsverfahren als auch mit dem Sedimentationsverfahren nach Benedek (siehe 3.1.2.) zum Nachweis von Eiern von *Anoplocephala spp.* und *Fasciola hepatica* untersucht.

## **4. Behandlungsschema**

### **4.1. Strongyliden**

Für eine anthelmintische Behandlung wurde ein Schwellenwert von  $\geq 250$  EpG festgelegt. Überschritt die Strongylidenei-Ausscheidung in einer Kotprobe diesen Wert, wurde das jeweilige Pferd mit Pyrantelmonat (Verminal P<sup>®</sup>, Albrecht GmbH, Jernadex<sup>®</sup>, Virbac GmbH; 19 mg/kg p.o.) behandelt. Bei erneutem Überschreiten des Schwellenwertes wurde wiederum Pyrantelmonat angewandt, solange der Wirkstoff wirksam war. In Beständen, in denen die Eizahlreduktion von Einzeltieren nach der Gabe von Pyrantel  $< 95\%$  lag, wurde ausschließlich Ivermectin in einer Dosierung von 0,2mg/kg KGW verabreicht (Eraqell<sup>®</sup>, Virbac GmbH).

### **4.2. *Parascaris equorum***

Wurden in einer Kotprobe Spulwurmeier nachgewiesen und die Anzahl der Strongylideneier lag unter dem Schwellenwert, wurde das entsprechende Pferd mit Fenbendazol (Panacur<sup>®</sup>, Intervet GmbH; 7,5mg/kg p.o.) behandelt. Bei gleichzeitigem Vorhandensein von  $\geq 250$  Strongylideneiern pro Gramm Kot wurde dem betreffenden Pferd Pyrantel verabreicht.

### **4.3. *Anoplocephala spp.***

Wurden in Kotproben Eier von *Anoplocephala spp.* nachgewiesen, erfolgte nach Rücksprache mit den Pferdebesitzern eine Behandlung des betroffenen Pferdes bzw. des ganzen Bestandes mit Praziquantel (Droncit 9% orales Gel für Pferde, Bayer Vital GmbH, 2,5mg/kg p.o.).

## 5. Herbstbehandlung

Unabhängig von der Strongylidenei-Ausscheidung und den vorausgegangenen anthelmintischen Behandlungen während des Studienzeitraumes erfolgte nach der letzten Kotprobennahme im November eine sog. Herbstbehandlung aller Pferde mit Ivermectin oder einer Kombination aus Ivermectin und Praziquantel (Eraquell®, Virbac GmbH; 200µg/kg p.o.; Equimax®, Virbac GmbH; 200µg/kg Ivermectin + 1,5mg/kg Praziquantel p.o.). Ausgenommen davon wurden die Pferde, deren Strongylidenei-Ausscheidung den Schwellenwert von 250 EpG schon bei der vorletzten Probennahme im Oktober überschritt. Diese Tiere wurden schon im Oktober der Herbstbehandlung unterzogen.

## 6. Eizahlreduktionstests

Bei jeder Behandlung eines Pferdes mit Pyrantel wurde ein Eizahlreduktionstest durchgeführt: Dazu wurden am Tag der Behandlung, bevor das Anthelmintikum verabreicht wurde, und 14 Tage später Kotproben entnommen und mittels McMaster-Verfahren die Anzahl der Strongylideneier bestimmt.

Eizahlreduktionstests nach der Gabe von Ivermectin wurden bei allen Pferden, bei denen im Oktober bzw. im November die Eizahl über dem Schwellenwert lag, durchgeführt.

Die Eizahlreduktion wurde für jedes Pferd nach jeder Behandlung individuell nach folgender Formel berechnet (Young *et al.*, 1999):

*EZR am Tag 14*

$$= 100 \times \frac{\text{Eizahl am Tag der Behandlung} - \text{Eizahl am Tag 14 nach der Behandlung}}{\text{Eizahl am Tag der Behandlung}}$$

## 7. Fragebogen

Zusammen mit jedem Stall- bzw. Pferdebesitzer wurde ein Fragebogen ausgefüllt (siehe Tabelle 1). Dieser umfasste Angaben zu Alter, Rasse und Geschlecht jedes einzelnen Pferdes sowie Angaben zu Haltungsform, Haltungsmanagement und klinischen Symptomen. Von jedem Pferd wurde ermittelt, ob es in Einzel- oder Gruppenhaltung gehalten wird, welche Einstreu in Boxen bzw. Offenställen verwendet wird und ob die Pferde Zugang zu Paddocks, Koppeln und Weiden haben. Von diesen wurde die zur Verfügung stehende Fläche pro Pferd berechnet. Paddocks wurden definiert als kleine Ausläufe, meist direkt in Verbindung mit einer Box, Koppeln dagegen als größere Ausläufe mit Sand- oder Erdboden, Weiden entsprechend als Wiesenflächen, auf denen die Pferde grasen können. Darüber hinaus wurde nach den hygienischen Maßnahmen wie Häufigkeit des Aus- und Abmistens von Boxen und Ausläufen, Desinfektion der Boxen und nach dem Durchführen von Quarantänemaßnahmen gefragt. Auch Daten hinsichtlich der letzten Entwurmung, d.h. Zeitpunkt und verwendeter Wirkstoff, wurden erhoben. Weitere Punkte des Fragebogens waren Erkrankungen, wie Koliken und Durchfälle im Untersuchungszeitraum und der Kontakt zu fremden Pferden, z.B. bei Turnieren oder Wanderritten.

Anhand der gesammelten Daten des Fragebogens wurde das durchschnittliche Alter der Pferde berechnet, die zusammen auf der Koppel waren bzw. auf der Weide grasten (sog. Koppelgruppe) und das dominierende Geschlecht dieser Gruppe bestimmt. Außerdem wurde bei jeder Koppelgruppe ermittelt, wie hoch die höchste Eiausscheidung der Koppelpartner und die durchschnittliche Eiausscheidung der Koppelpartner zum jeweiligen Zeitpunkt der Probennahme war. Dabei wurde berücksichtigt, ob nicht an der Studie teilnehmende Pferde Teil der Gruppe waren und somit die Eiausscheidung unbekannt war.

Bei einigen Pferden der vorliegenden Studie (N=108), deren Eiausscheidung bereits im Vorjahr monatlich im Rahmen der Dissertation von Becher (Becher, 2010) analysiert wurde, wurden die jeweiligen Daten der monatlichen Untersuchungsergebnisse aus dem Jahr 2008 herangezogen um mögliche

Unterschiede in der Eiausscheidung und der Anzahl der anthelmintischen Behandlungen dieser Pferde in den beiden untersuchten Jahren zu berechnen. Daten zu Temperatur und Niederschlag im Raum Salzburg und Oberbayern im Untersuchungszeitraum wurden von [www.wetteronline.de](http://www.wetteronline.de) bezogen. Es wurden jeweils die maximale und mittlere Temperatur sowie der Niederschlag am Tag der Probennahme bestimmt. Ebenso wurden die maximale und mittlere Temperatur sowie der durchschnittliche Niederschlag für die Zeiträume von 1 bis 4, 5 bis 8, 9 bis 12 und 13 bis 16 Wochen vor der Probennahme berechnet.

Name des Pferdes: Bestand:	
<b>Parameter des Pferdes</b> Alter / Geburtsjahr Rasse Geschlecht Kolik 2009 - wenn ja, wann? Durchfall 2009 - wenn ja, wann? Krankheit 2009 - wenn ja, wann, welche Erkrankung?	<b>Parameter anderer Pferde</b> Max FEC von Koppelpartner Mittlerer FEC von Koppelpartner Alter von Koppelpartner Geschlecht von Koppelpartner Max FEC im Bestand Mittlerer FEC im Bestand Alter von Bestand Geschlecht im Bestand
<b>Parameter der Haltungsform</b> Haltungsform Boxenhygiene Boxeneinstreu Anzahl der Boxendesinfektionen Pferde pro ha Koppel/ Koppelgröße Pferde pro ha Weide/ Weidegröße Anzahl der Monate mit Koppelzugang Anzahl der Monate mit Weidezugang Weidewechsel Hygiene der Koppeln Hygiene der Weiden Kontakt mit anderen Pferden außerhalb des Bestandes	<b>Parameter des Klimas</b> Temperatur am Tag der Probennahme Niederschlag am Tag der Probennahme Temperatur 16 Wochen vor Probennahme Niederschlag 16 Wochen vor Probennahme Temperatur 12 Wochen vor Probennahme Niederschlag 12 Wochen vor Probennahme Temperatur 8 Wochen vor Probennahme Niederschlag 8 Wochen vor Probennahme Temperatur 4 Wochen vor Probennahme Niederschlag 4 Wochen vor Probennahme
<b>Parameter der Wurmbekämpfung</b> letzte Entwurmung Wirkstoff letzte Entwurmung Anzahl Entwurmung im Vorjahr Monatliche Eiausscheidung im Vorjahr Quarantänebehandlung	

**Tabelle 1: Fragebogen**

Die Ergebnisse aller erfassten Variablen wurden vor der statistischen Auswertung in Kategorien eingeteilt. Die Einteilung der Kategorien erfolgte einerseits nach den Angaben der Pferdebesitzer zu den einzelnen Variablen und andererseits nach einer repräsentativen Verteilung der Anzahl der Pferde. Die einzelnen Kategorien sind in Tabelle 2 ersichtlich:

<b>Variablen</b>	<b>Kategorien</b>
Alter	Fohlen Jährling 2 Jahre 3 Jahre 4 Jahre 5 Jahre 6-10 Jahre 11-15 Jahre 16-20 Jahre 21-25 Jahre > 25 Jahre
Rasse	Haflinger Pony Noriker US Rassen Araber Warmblut
Geschlecht	Männlich Weiblich
Wirkstoff der letzten Entwurmung	Ivermectin Ivermectin + Pyrantel Moxidectin Moxidectin + Pyrantel Fenbendazol Pyrantel
Quarantäne	ja nein
Einstreu der Ställe	Stroh Sägespäne Stroh und Späne Flachs
Hygiene der Ställe (Häufigkeit des Ausmistens)	täglich 2 mal täglich 3 mal täglich 4 mal täglich
Desinfektion der Ställe	ja (Anzahl pro Jahr) nein
Zugang zu Paddocks	ja nein

<b>Variablen</b>	<b>Kategorien</b>
Abmisten der Paddocks	wöchentlich täglich 2 mal täglich 3 mal täglich
Zugang zu Koppeln	ja nein
Häufigkeit des Abmistens der Koppeln	Kein Abmisten jährlich halbjährlich wöchentlich täglich 2 mal täglich
Größe der Koppeln (m <sup>2</sup> pro Pferd)	0-50 51-100 101-150 151-200 201-300 301-400 401-max.
Zugang zu Weiden	ja (Anzahl der Monate) nein
Häufigkeit des Abmistens der Weiden	einmal täglich wöchentlich zwei Mal pro Woche monatlich halbjährlich jährlich keine Hygiene
Größe der Weiden (m <sup>2</sup> pro Pferd)	0-500 501-1000 1001-1500 1501-2000 2001-2500 2501-3000 3001-3500 3501-max.
Stronglylideneiausscheidung 2008 (EpG) des Einzeltieres	1-250 251-500 501-750 751-1000 1001-1250 1251-1500 1501-1750 1751-2000 2001-max.
Ø Stronglylideneiausscheidung 2008 (EpG) des Einzeltieres	1-100 101-200 > 200

Variablen	Kategorien
max. Eiausscheidung des Bestandes (EpG)	1-250 251-500 501-750 751-1000 1001-1250 1251-1500 1501-1750 1751-2000 2001-max.
∅ Eiausscheidung des Bestandes (EpG)	1-100 101-200 > 200
max. Eiausscheidung der Koppelpartner (EpG)	1-250 251-500 501-750 751-1000 1001-1250 1251-1500 1501-1750 1751-2000 2001-max.
∅ Eiausscheidung der Koppelpartner	1-100 101-200 > 200

**Tabelle 2: Einteilung der erfassten Variablen in Kategorien zur Untersuchung des Einflusses auf die Eiausscheidung**

## 8. Statistische Auswertung

Die Auswertung der Daten erfolgte mit Hilfe des Softwarepakets PASW (Predictive Analytics Software) Statistics 17.0.2 von SPSS/USA. Alle statistischen Tests wurden als signifikant beurteilt, wenn ihr p-Wert  $<0,05$  war. Bei den meisten Auswertungen wurden nichtparametrische Tests verwendet, da die Daten eine asymmetrische Verteilung aufwiesen und Ausreißer vorhanden waren.

Für einige Tests wurden entweder die Pferde in unterschiedliche Gruppen eingeteilt oder nur ein bestimmter Teil der Ergebnisse herangezogen: Für Punkt 5 im Ergebnisteil wurden nur die Ergebnisse von untersuchten Kotproben von jenen Pferden (N=108) herangezogen, von denen auch schon im Vorjahr 2008 im Zuge einer SAT monatlich Kotproben genommen und die Eizahl bestimmt wurde.



Für die Berechnungen von Punkt 6 im Ergebnisteil wurden die Pferde in zwei Gruppen geteilt: Pferde, von denen im Jahr 2009 zum ersten Mal monatlich Kotproben genommen und mittels McMaster ausgewertet wurden, bilden die Gruppe, die sich im ersten Jahr mit selektiver anthelmintischen Behandlung befindet (N=195). Jene Pferde (N=108), von denen im Vorjahr in den gleichen Monaten Kotproben genommen und die Eizahl bestimmt wurde, befinden sich im zweiten Jahr mit selektiver anthelmintischer Therapie.

Für die Berechnungen (Ergebnisteil Punkt 7), ob die ersten bzw. die ersten zwei Kotproben im Frühjahr eine Vorhersagbarkeit der Eiausscheidung im weiteren Untersuchungsverlauf zulassen, wurden ausschließlich Ergebnisse von adulten Pferden >5 Jahren (N=264) verwendet. Diese Pferde wurden dafür wiederum, je nachdem, wie lange sie schon selektiv entwurmt wurden, in zwei Gruppen unterteilt: die Gruppe an Pferden im ersten Jahr SAT besteht aus 171 Pferden; die Gruppe, bei der im Jahr 2009 SAT bereits das zweite Jahr angewandt wurde, besteht aus 93 Pferden.

In Punkt 7.4 im Ergebnisteil wurde überprüft, ob eine Korrelation zwischen der Strongylidenei-Ausscheidung der ersten Kotuntersuchung und der mittleren Eiausscheidung der darauffolgenden Kotanalysen besteht. Ausserdem wurde der Korrelationskoeffizient zwischen der maximalen Eiausscheidung der ersten zwei Kotproben und der mittleren Eiausscheidungen der darauffolgenden sieben Kotanalysen berechnet. Für diese Berechnung der Korrelationskoeffizienten zwischen zwei Parametern der Strongylidenei-Ausscheidung wurde der Spearmans-Rangkorrelationskoeffizient verwendet.

Für Punkt 8 im Ergebnisteil, der Auswertung von Einflussfaktoren auf die Höhe der Eiausscheidung, wurde mit allen Variablen (siehe Tab. 2) eine Univariate Poisson Regression durchgeführt. Mit Variablen, die signifikant die individuelle Eiausscheidung beeinflussen und voneinander unabhängig waren, wurde eine Multivariate Poisson Regression mit Rückwärtselimination durchgeführt. Mit dieser Rückwärtselimination konnten nach und nach wichtige Einflussfaktoren auf die Höhe der Eiausscheidung herausgefunden werden.

## **IV. ERGEBNISSE**

### **1. Anzahl der Proben**

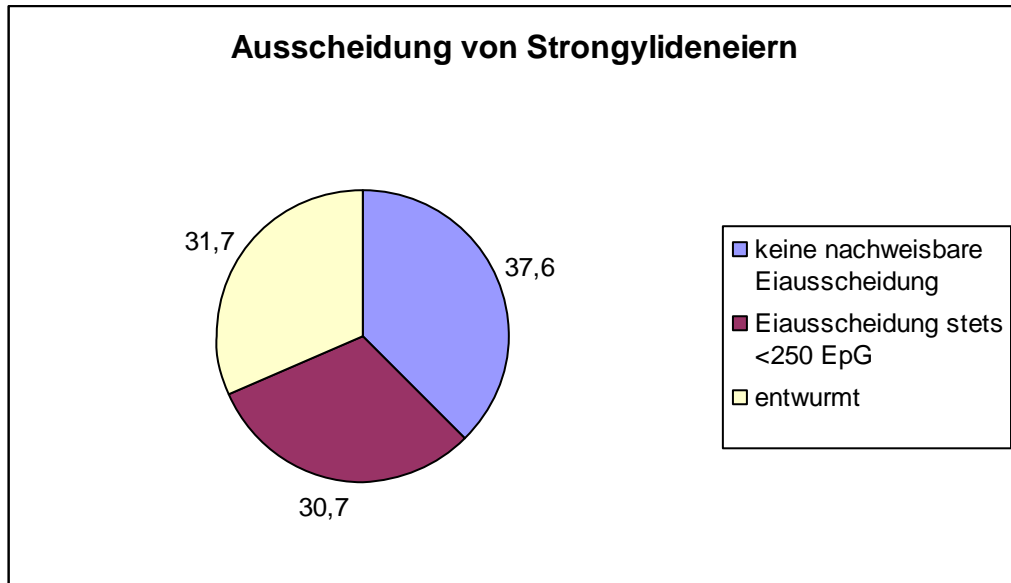
Von 272 Pferden konnten alle 9 geplanten Proben genommen und koprologisch untersucht werden, bei den übrigen 31 Pferden wurden zwischen einer und acht Kotproben analysiert. Insgesamt wurden 2536 Proben analysiert und in die Studie mit einbezogen.

### **2. Eiausscheidung**

Eine Übersicht über die Anzahl der Pferde einer bestimmten Anzahl an Beständen mit nachgewiesener Eiausscheidung von Strongylyden, *Parascaris equorum*, *Anoplocephala spp.* und *Fasciola hepatica* ist in Tabelle 3 dargestellt.

#### **2.1. Strongylyden**

Eier von Strongylyden konnten in 32/35 Beständen (91,4%) nachgewiesen werden. Bei 189/303 Pferden (62,4%) wurden Strongylydeneier in mindestens einer Kotprobe gefunden, jedoch mussten nur 96/303 Pferde (31,7%) aufgrund einer Schwellenwertüberschreitung entwurmt werden. Bei 114/303 Tieren (37,6%) konnte zu keinem Zeitpunkt eine Strongylydenei-Ausscheidung nachgewiesen werden (Abbildung 1).



**Abbildung 1: Ausscheidung von Strongylideneiern in %**

### **2.2. *Parascaris equorum***

Spulwurmeier konnten in 10/35 Beständen (28,6%) bei 19/303 Pferden (6,2%) nachgewiesen werden. Es waren v.a. junge Tiere  $\leq 4$  Jahren betroffen, das älteste dieser Pferde war jedoch 18 Jahre alt.

### **2.3. *Anoplocephala spp.***

Eier von *Anoplocephala spp.* wurden in 5/35 Beständen (14,3%) bei 8/303 Pferden (2,6%) nachgewiesen.

#### 2.4. *Fasciola hepatica*

Eier von *Fasciola hepatica* wurden in einem von 35 Beständen (2,8%) bei einem Pferd (0,33%) nachgewiesen; dieses wurde einige Monate zuvor zusammen mit Schafen auf einer feuchten Weide gehalten.

Eiausscheidung		
Nachgewiesene Eiausscheidung von	Anzahl Bestände mit nachgewiesener Eiausscheidung	Anzahl Pferde
Strongyliden	32/35 (91,4%)	189/303 (62,4%)
<i>Parascaris equorum</i>	10/35 (28,6%)	19/303 (6,2%)
<i>Anoplocephala spp.</i>	5/35 (14,3%)	8/303 (2,6%)
<i>Fasciola hepatica</i>	1/35 (2,8%)	1/303 (0,3%)

**Tabelle 3: Anzahl der Pferde in den verschiedenen Beständen mit positiver Eiausscheidung**

### 3. Haltungsbedingungen der Pferde

#### 3.1. Boxenhygiene

Bei 175/303 Pferden (57,8%) wurden die Ställe bzw. Boxen einmal täglich ausgemistet, bei 97/303 Pferden (32%) zwei Mal täglich und bei 30/303 Pferden (9,9%) wurden die Ställe drei bis vier Mal pro Tag gesäubert. Bei einem Pferd (0,3%) konnten keine Angaben zur Boxenhygiene gemacht werden.

#### 3.2. Einstreu

33/303 Pferde (10,9%) standen in Ställen mit Stroheinstreu, bei 188/303 (62,1%) wurden Sägespäne verwendet. 70/303 Pferde (23,1%) hatten eine Kombination aus Stroh und Spänen, bei 11/303 Pferden (3,6%) wurden die Boxen mit Flachs eingestreut. Bei einem Pferd (0,3%) konnten keine Angaben zur Einstreu gemacht werden.

### **3.3. Desinfektion der Boxen und Ställe**

27/35 Bestände (77,1%) führten keine Desinfektionsmaßnahmen in den Ställen durch, in 7/35 Beständen (20%) wurden die Ställe und Boxen einmal jährlich desinfiziert, in einem Bestand (2,9%) vier Mal jährlich.

### **3.4. Paddocks und Hygiene**

188/303 Pferde (62%) hatten Zugang zu Paddocks. Diese wurden bei 86/188 Pferden (45,7%) einmal täglich, bei 73/188 Pferden (38,8%) zwei Mal und bei 16/188 Pferden (8,5%) drei Mal täglich abgemistet. Bei 13/188 Pferden (6,9%) wurden die Paddocks wöchentlich abgemistet.

### **3.5. Koppeln und Hygiene**

Zugang zu Koppeln hatten 225/303 Pferde (74,2%). Bei 34/225 Pferden (15,1%) wurden keine hygienischen Maßnahmen zur Koppelpflege ergriffen, bei 81/225 Pferden (36%) wurde täglich und bei 72/225 Pferden (32%) zwei Mal täglich abgemistet. In 21/225 Fällen (9,3%) wurden die Koppeln wöchentlich vom Mist gesäubert, bei 5/225 Pferden (2,2%) halbjährlich und bei 12/225 Pferden (5,3%) jährlich. Die Größe der Koppeln reichte von einer Fläche von 8m<sup>2</sup> bis hin zu 800m<sup>2</sup> pro Pferd.

### **3.6. Weiden und Hygiene**

300/303 Pferde (99%) hatten je nach Witterung Weidegang. Die Weidefläche variierte pro Pferd zwischen 100 und 12500m<sup>2</sup>. Weidehygiene wurde bei 165/300 Pferden (55%) durchgeführt. Davon wurde bei 58/165 Pferden (35,1%) einmal täglich abgemistet, bei 31/165 Pferden (18,8%) wöchentlich und bei 6/165 Pferden (3,6%) alle zwei Wochen. Bei 11/165 Pferden (6,7%) wurden die Weiden einmal pro Monat vom Mist gesäubert, bei 26/165 Pferden (15,8%) zwei Mal pro Jahr und bei 33/165 Pferden (20%) jährlich.

#### 4. Anthelmintische Behandlungen 2009

207/303 Pferde (68,3%) erhielten im Jahr 2009 nur die Herbstbehandlung, da ihre Eiausscheidung stets unterhalb des Schwellenwertes lag. 96/303 Pferde (31,7%) wurden anthelmintisch behandelt, da in mindestens einer Kotprobe die Ausscheidung von Strongylideneiern >250 EpG war und/oder eine Ausscheidung von Spul- oder Bandwurmeiern nachgewiesen wurde. Die Anzahl der pro Monat durchgeführten anthelmintischen Behandlungen ist in Tabelle 4 dargestellt.

Die höchste Anzahl an Entwurmungen gab es zu Beginn der Studie im März und im Juli bei jeweils 29/303 Pferden (9,6%). Die geringste Anzahl an anthelmintischen Behandlungen wurde im Mai bei 13 Pferden (4,3%) durchgeführt.

Insgesamt wurden im Studienzeitraum 174 anthelmintische Behandlungen durchgeführt. Die Herbstbehandlung nach der neunten Kotanalyse wurde nicht mit eingerechnet.

	Anzahl der anthelmintisch behandelten Pferde im entsprechenden Monat der Probenahme																
	März		April		Mai		Juni		Juli		August		Sept.		Okt.		Total
Wirkstoff	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Pyrantel	27	8,9	8	2,6	8	2,6	11	3,6	9	3,0	12	4,0	3	1,0	6	2,0	84
Ivermectin	2	0,7	6	2,0	5	1,7	5	1,7	14	4,6	11	3,6	18	5,9	15	5,0	76
Iv. + Praziqu.									5	1,7			1	0,3	6	2,0	12
Moxidectin									1	0,3					1	0,3	2
Total	29		14		13		16		29		23		22		28		174

**Tabelle 4: Anzahl der anthelmintisch behandelten Pferde pro Monat unterteilt nach Wirkstoff**

##### 4.1. Eizahlreduktionstests (EZRT)

Insgesamt wurden 84 Eizahlreduktionstests nach der Verabreichung von Pyrantel und 51 Eizahlreduktionstests nach der Gabe von Ivermectin durchgeführt. 77/84 EZRT's nach Pyrantelgabe hatten eine Eizahlreduktion von >90% (Abbildung 2), bei 7 Pferden aus 3/35 Beständen (8,6%) lag die Reduktion der Eizahl nach einer

Behandlung mit Pyrantel <90% (siehe Tabelle 5). Alle Pferde dieser Bestände wurden deshalb im weiteren Verlauf des Untersuchungszeitraumes nur noch mit Ivermectin behandelt. Die Ergebnisse der Eizahlreduktionstests nach der Verabreichung von Ivermectin zeigten hohe Wirksamkeit.



**Abbildung 2: Eizahlreduktionstests nach der Verabreichung von Pyrantel**

Eizahlreduktionstests			
Pferd	Eiausscheidung vor anthelmintischer Behandlung (EpG)	Eiausscheidung 14 Tage nach Behandlung (EpG)	Eizahlreduktion (%)
1	1940	820	58
2	1100	780	30
3	2020	440	78
4	920	160	82
5	840	440	48
6	600	320	47
7	1140	160	86

**Tabelle 5: Ergebnisse der Eizahlreduktionstests mit einer Reduktion <90% nach der Verabreichung von Pyrantel**

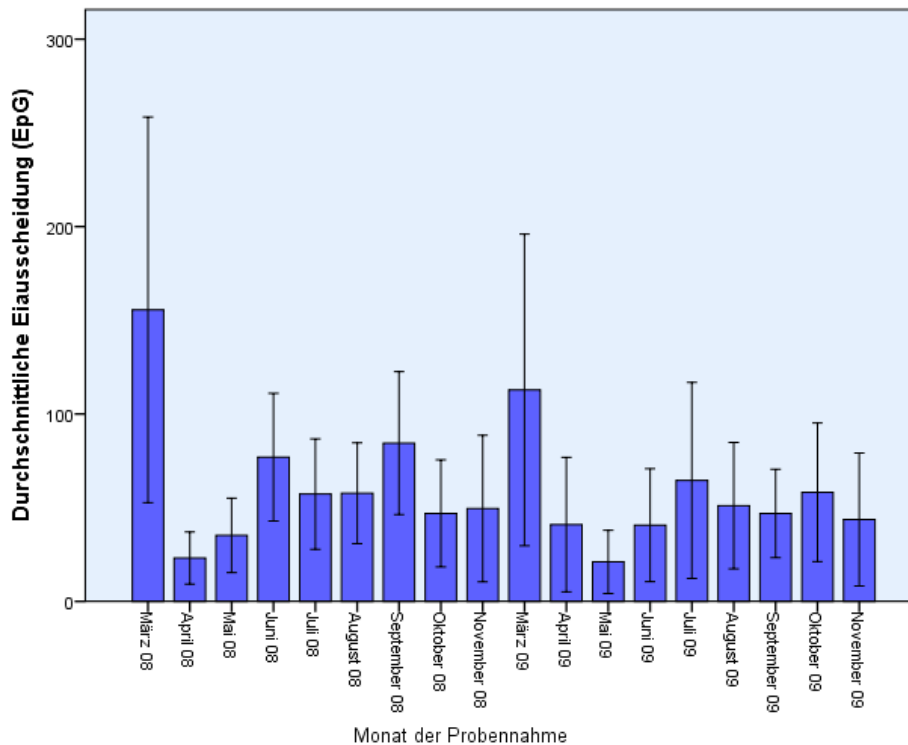
## **5. Daten aus 2008 und 2009: Vergleich zwischen den beiden Jahren**

### **5.1. Eiausscheidung von Strongyliden**

Die durchschnittliche Eiausscheidung der 108 Pferde, die sowohl 2008 als auch 2009 selektiv behandelt wurden, ist in Abbildung 3 dargestellt. Die durchschnittliche Eiausscheidung war in beiden Jahren zu Beginn der Kotprobennahme im März am höchsten. 2008 gab es einen im Vergleich zu den anderen Monaten leicht höheren, jedoch nicht signifikanten Anstieg der Eiausscheidung zusätzlich in den Monaten Juni und September. Im Jahr 2009 wurden ähnliche Anstiege in der Eiausscheidung in den Monaten Juli und Oktober beobachtet. Die durchschnittliche Eiausscheidung 2009 war in 6 Monaten niedriger als im Jahr 2008. Nur in den Monaten April, Juli und Oktober lag sie über den Werten des Vorjahres.

Die maximale Eiausscheidung (ohne Abbildung) war mit einer Eiausscheidung von 3210 EpG im Jahr 2008 und 2320 EpG im Jahr 2009 ebenso im März am höchsten. Im Jahr 2009 war die maximale Eiausscheidung in 7 Monaten tiefer als im Jahr 2008. Die Unterschiede der Eiausscheidung der einzelnen Monate waren zwischen den Jahren 2008 und 2009 jedoch nicht signifikant. Eine tabellarische Übersicht der Werte ist im Anhang dargestellt (Tabelle 21).





**Abbildung 3: Durchschnittliche Eiausscheidung der Pferde, die sowohl 2008 als auch 2009 selektiv behandelt wurden**

## 5.2. Anthelmintische Behandlungen

Die Gegenüberstellung der genauen Anzahl an durchgeführten anthelmintischen Behandlungen 2008 und 2009 ist in Tabelle 6 und in den Abbildungen 4 und 5 dargestellt:

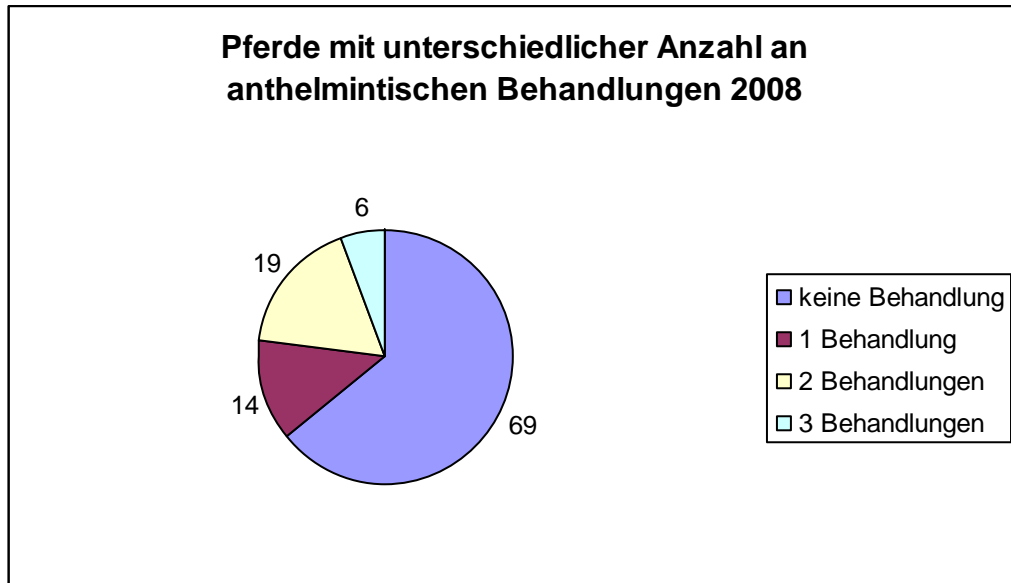
Von den 69 Pferden, die 2008 keine anthelmintische Behandlung erhielten, benötigten 66 Pferde im Jahr 2009 ebenso keine Behandlung, die übrigen 3 Pferde wurden im Jahr 2009 einmal entwurmt. 14 Pferde wurden 2008 einmal behandelt, 8/14 Pferde im Jahr 2009 jedoch nicht mehr, 4/14 Pferde erhielten 2009 eine Behandlung. Jeweils ein Pferd der 14 wurde im Jahre 2009 zwei- bzw. dreimal anthelmintisch behandelt.

Von den 19 Pferden, die im Jahr 2008 zwei anthelmintische Behandlungen benötigten, brauchten 8/19 Pferde im Jahr 2009 keine und 6/19 Pferde nur eine Behandlung. Ein Pferd brauchte wieder zwei Behandlungen, 3/19 Pferde benötigten eine dreimalige Anthelmintika-Gabe und ein weiteres Pferd erhielt fünf Behandlungen. 2008 brauchten 6 Pferde dreimal pro Jahr ein Anthelmintikum, 2009 davon jeweils ein Pferd entweder keines oder eines, 3 Pferde brauchten ebenso eine dreimalige anthelmintische Behandlung und ein Pferd benötigte die Behandlung vier Mal.

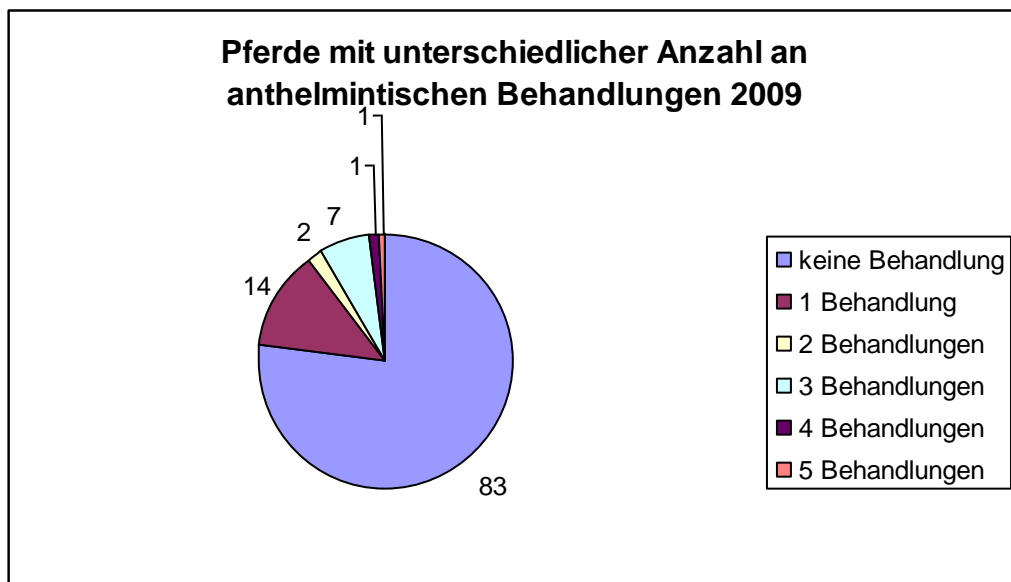
	X	Anzahl an Pferden mit anthelmintischen Behandlungen 2009						Total 2008
		0	1	2	3	4	5	
Anzahl an Pferden mit anthelmintischen Behandlungen 2008	0	66 (95%)	3 (5%)	0	0	0	0	69
	1	8 (57%)	4 (29%)	1 (7%)	1 (7%)	0	0	14
	2	8 (42%)	6 (32%)	1 (5%)	3 (16%)	0	1 (5%)	19
	3	1 (16,7%)	1 (16,7%)	0	3 (50%)	1 (16,7%)	0	6
Total 2009		83 (76,9%)	14 (13%)	2 (1,8%)	7 (6,5%)	1 (0,9%)	1 (0,9%)	108

X= Anzahl der Entwurmungen

**Tabelle 6: Gegenüberstellung der Anzahl an Pferden mit einer unterschiedlichen Anzahl an anthelmintischen Behandlungen 2008 und 2009**



**Abbildung 4:** Anzahl der anthelmintischen Behandlungen im Jahr 2008 von den 108 Pferden, die sowohl 2008 als auch 2009 untersucht wurden



**Abbildung 5:** Anzahl der anthelmintischen Behandlungen im Jahr 2009 von den 108 Pferden, die sowohl 2008 als auch 2009 untersucht wurden

### 5.3. Maximale Eiausscheidung und anthelmintische Behandlung

Bei Pferden, die im Jahr 2008 unterschiedlich oft entwurmt werden mussten (Null bis drei Behandlungen), ist auch die maximale Eiausscheidung im Jahr 2009 statistisch signifikant unterschiedlich verteilt (Kruskal-Wallis Test,  $p < 0,05$ ). D.h., dass jene Pferde, die im Jahr 2008 mehrere anthelmintische Behandlungen benötigten, im Jahr 2009 ebenso eine signifikant höhere Strongylidenei-Ausscheidung aufwiesen; siehe Abbildung 6:

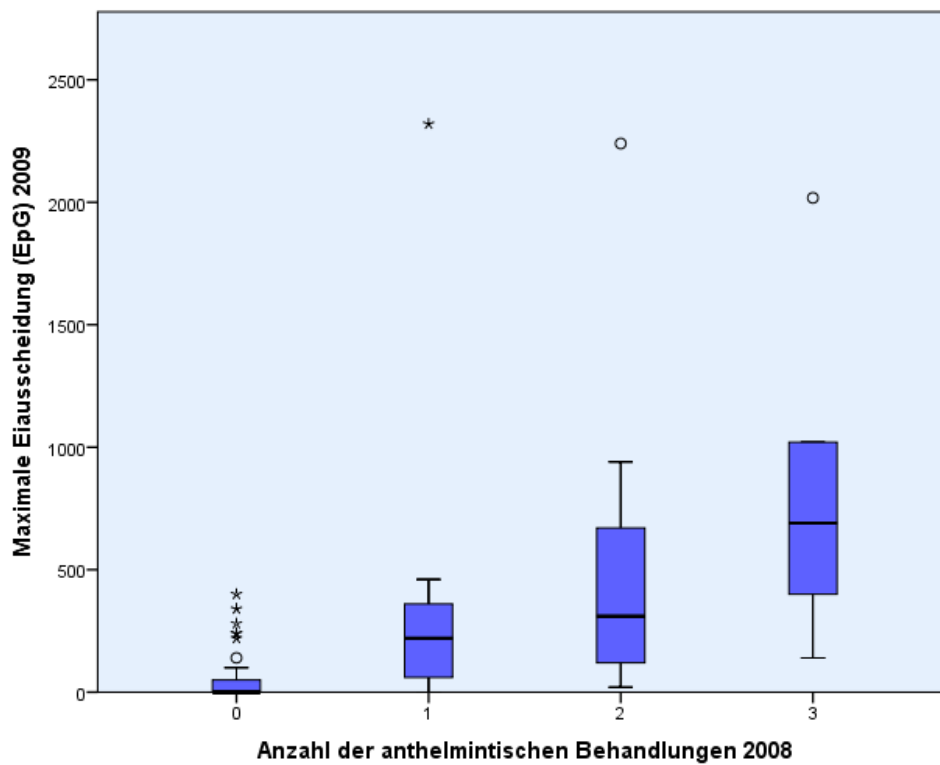


Abbildung 6: Vergleich der Gruppen mit unterschiedlicher Anzahl an Behandlungen 2008 und maximaler Eiausscheidung 2009

## **6. Daten aus 2009: Vergleich der Gruppen, die 2009 das erste oder zweite Jahr selektiv behandelt wurden**

195 Pferde, von denen im Jahr 2009 zum ersten Mal monatlich Kotproben genommen und mittels McMaster die Eiausscheidung von Strongyliden analysiert wurde, bilden die Gruppe, die sich im ersten Jahr mit selektiver anthelmintischen Therapie befindet. Alle Pferde, von denen im Vorjahr in den gleichen Monaten Kotproben genommen und die Eizahl bestimmt wurde, befinden sich im zweiten Jahr mit selektiver anthelmintischer Therapie (N=108); siehe Material und Methoden, III.8.

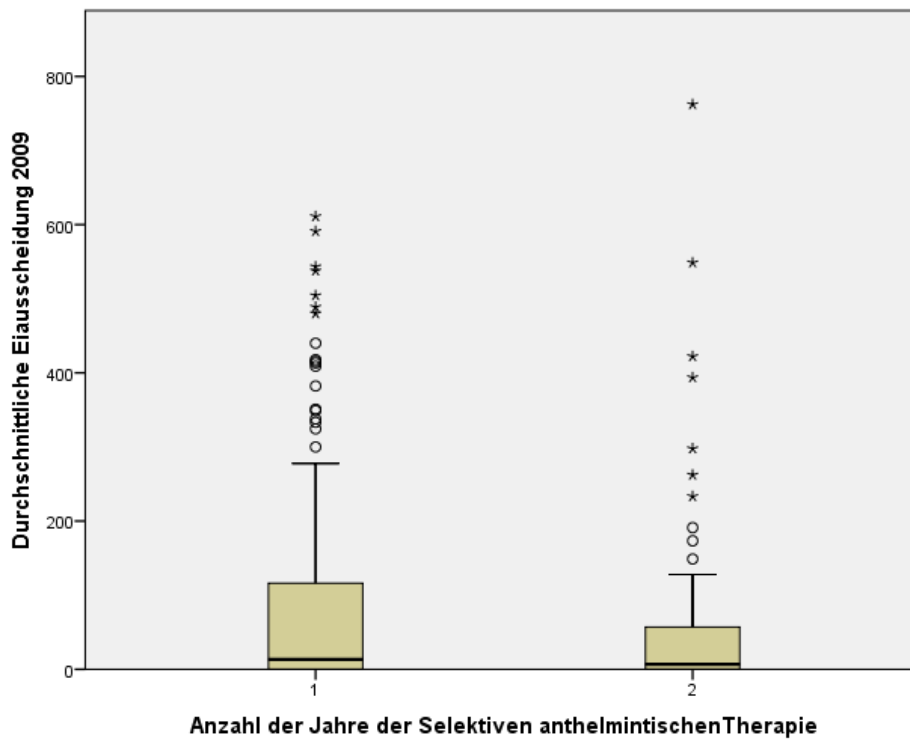
### **6.1. Eiausscheidung**

#### **6.1.1. Vergleich der Eiausscheidung von Pferden während des ersten bzw. zweiten Jahres SAT**

Die Verteilung der durchschnittlichen sowie der maximalen Eiausscheidung unterschied sich nicht statistisch signifikant zwischen den Pferden, bei denen 2009 die selektive anthelmintische Therapie entweder das erste oder zweite Jahr angewandt wurde (Kruskal Wallis-Test,  $p = 0,174$ ).

In Abbildung 7 ist ein Vergleich der durchschnittlichen Eiausscheidung zwischen Pferden im ersten bzw. im zweiten Jahr SAT dargestellt.

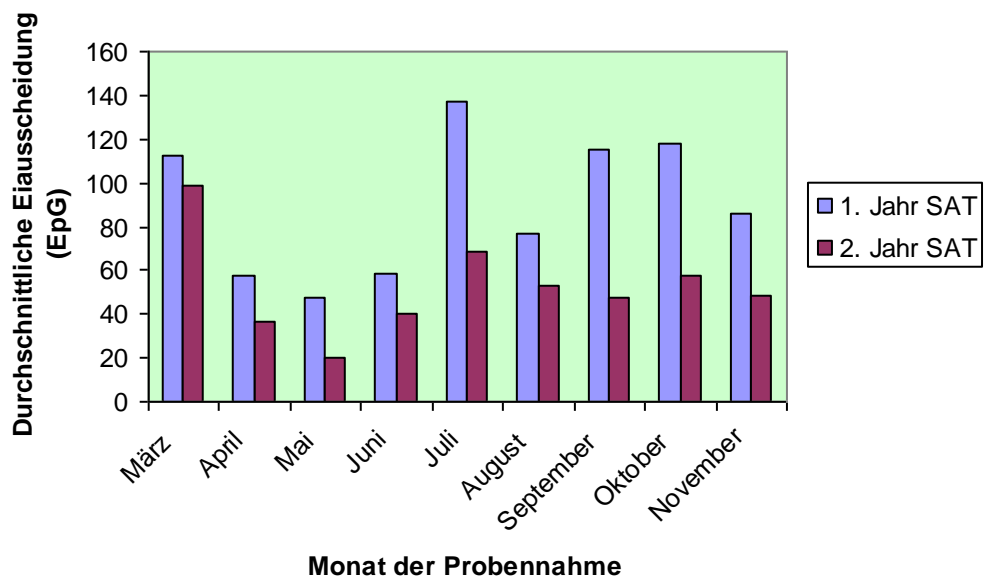
In der Tabelle 22 (siehe XI, Anhang) ist ebenso die insgesamt Anzahl an anthelmintischen Behandlungen 2009 dargestellt.



**Abbildung 7: Vergleich der durchschnittlichen Eiausscheidung der Pferde im Jahr 2009, die während einem bzw. zwei Jahren selektiv behandelt wurden**

### 6.1.2. Verlauf der Eiausscheidung der einzelnen Monate der Probennahme

Abbildung 8 zeigt den monatlichen Verlauf der durchschnittlichen Eiausscheidung der Pferde im ersten oder zweiten Jahr selektiver anthelmintischer Therapie. Der Verlauf der Eiausscheidung unterliegt saisonalen Schwankungen. Die Höhe der durchschnittlichen Eiausscheidung ist bei den Pferden im zweiten Jahr SAT in allen Monaten geringer als bei den Pferden, bei denen im Jahr 2009 mit SAT begonnen wurde.



**Abbildung 8: Verlauf der durchschnittlichen Eiausscheidung 2009 von Pferden im ersten oder zweiten Jahr SAT**

## 6.2. Anzahl der anthelmintischen Behandlungen

In dieser Berechnung wurden nur jene 272 Pferde berücksichtigt, von denen alle 9 Kotproben analysiert und ausgezählt wurden. Tabelle 7 sowie die Abbildungen 9 und 10 zeigen einen Vergleich der Anzahl an anthelmintischen Behandlungen im Jahr 2009 von Pferden, bei denen SAT das erste oder zweite Jahr durchgeführt wurde. Die Herbstbehandlung wurde bei dieser Berechnung nicht mit einbezogen.

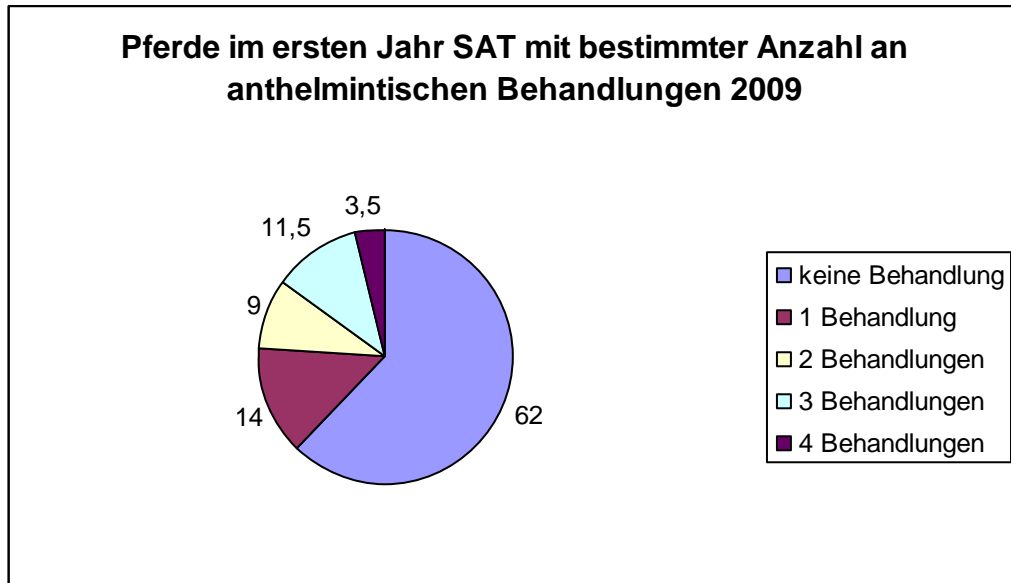
Es besteht ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Pferden im ersten oder zweiten Jahr SAT in Bezug auf die Anzahl der Entwurmungen (Mann-Whitney-U Test; Signifikanz =0,010;  $p < 0,05$ ). D.h. die Pferde, bei denen SAT schon das zweite Jahr durchgeführt wurde, mussten signifikant weniger häufig aufgrund einer Schwellenwertüberschreitung entwurmt werden als Pferde, bei denen im Jahr 2009 mit SAT begonnen wurde.

	X	Anzahl der Pferde mit Schwellenwertüberschreitungen >250 EpG 2009 (N/%)						Total
		0	1	2	3	4	5	
1. Jahr SAT		108 (61,7)	25 (14,3)	16 (9,1)	20 (11,4)	6 (3,4)	0 (2013)	175 (100)
2. Jahr SAT		74 (76,3)	13 (13,4)	2 (2,1)	6 (6,2)	1 (2013)	1 (2013)	97 (100)
Total		182 (66,9)	38 (14)	18 (6,6)	26 (9,6)	7 (2,6)	1 (0,4)	272 (100)

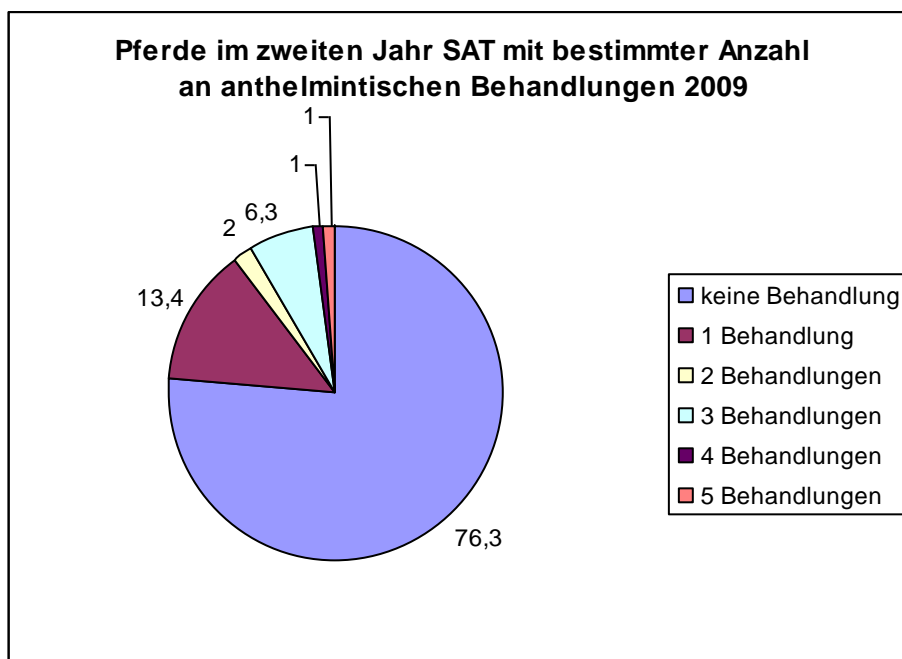
X=Anzahl der Entwurmungen

**Tabelle 7: Vergleich der Anzahl der Entwurmungen aufgrund einer Eiausscheidung >250 EpG der Pferde im ersten bzw. zweiten Jahr SAT**





**Abbildung 9: Übersicht über die Anzahl an anthelmintischen Behandlungen 2009 der 175 Pferde im ersten Jahr SAT (in %)**



**Abbildung 10: Übersicht über die Anzahl an anthelmintischen Behandlungen 2009 der 97 Pferde im zweiten Jahr SAT (in %)**

## 7. Aussagekraft der ersten und zweiten Probe

Ziel dieser Auswertung war herauszufinden, ob für jedes einzelne adulte Pferd ab dem Alter von 5 Jahren (N=264) anhand der Ergebnisse der ersten bzw. der ersten beiden Kotuntersuchungen im Frühjahr eine Vorhersage der Tendenz der weiteren Strongylidenei-Ausscheidung im Untersuchungszeitraum möglich ist.

### 7.1. Aussagekraft der ersten Probe

#### 7.1.1. Aussagekraft der ersten Probe bei allen untersuchten Pferden

In Tabelle 8 sind die Ergebnisse der Strongylidenei-Ausscheidung in der ersten Kotprobe der gesamten untersuchten Population (Anzahl der Pferde = 264) den Ergebnissen der zweiten bis neunten Probe gegenübergestellt.

Eiausscheidung	1. bis 9. Probe			Total (Pferde)
	0 EpG	0≤x<250 EpG	≥250 EpG	
1. Probe 0 EpG	105 (51,7%)	67 (33%)	31 (15,3%)	203 (100%)
0<x<250 EpG		21 (44,7%)	26 (55,3%)	47 (100%)
≥250 EpG			14 (100%)	14 (100%)
Total (Pferde)	105 (39,8%)	88 (33,3%)	71 (26,9%)	264 (100%)

**Tabelle 8: Eiausscheidung aller Pferde in der gesamten Weideperiode unterteilt nach Ergebnissen der ersten Kotuntersuchung**

Bei 203/264 Pferden (76,9%) wurde in der ersten Kotprobe keine Eiausscheidung nachgewiesen. Bei 105/203 Pferden (51,7%) blieb die Eiausscheidung über den gesamten Untersuchungszeitraum unterhalb der Nachweisgrenze. Bei weiteren 67/203 Pferden (33%) mit keinem Einachweis in der ersten Probe lag die Eizahl in den nachfolgenden Proben stets unterhalb des Schwellenwertes, d.h. die Wahrscheinlichkeit, dass ein Pferd mit keiner nachweisbaren Eiausscheidung in der ersten Probe den Schwellenwert in den Folgeproben nicht überschreitet liegt bei 85%. Nur 31/203 Pferde (15,3%) mussten im Laufe des Untersuchungszeitraumes anthelmintisch behandelt werden, wenn in der ersten Probe keine Eiausscheidung nachgewiesen wurde.

Bei 47/264 Pferden (17,8%) lag die nachgewiesene Eiausscheidung in der ersten Kotprobe unterhalb des Schwellenwertes, bei 21/47 Pferden (44,7%) blieb die Eiausscheidung in den nachfolgenden Proben ebenso <250 EpG. Somit liegt die Wahrscheinlichkeit, dass ein Pferd mit einer Eiausscheidung <250 EpG in der ersten Kotprobe auch in den Folgemonaten nicht den Schwellenwert überschreitet, bei 77%. Nur 26/47 Pferde (55,3%) mit einer Eiausscheidung in der ersten Probe <250 EpG mussten im Untersuchungszeitraum behandelt werden. 14/264 Pferde (5,3%) mussten nach der ersten Kotprobe anthelmintisch behandelt werden, da bereits in der ersten Probe eine Schwellenwertüberschreitung stattfand.

Die Berechnung der Wahrscheinlichkeit, mit der nach dem Ergebnis der ersten Kotanalyse im gesamten weiteren Untersuchungszeitraum eine Eiausscheidung <250 EpG festgestellt werden kann, ist in Tabelle 9 dargestellt:

Ergebnis der ersten Probe	Eiausscheidung der darauffolgenden 8 Proben	N	Wahrscheinlichkeit (%)
0 EPG	0 EPG	105	52
0 EPG	< 250 EPG	172	85
< 250 EPG	< 250 EPG	193	77

**Tabelle 9: Wahrscheinlichkeitsberechnung, mit der bei allen Pferden nach dem Ergebnis in der ersten Kotuntersuchung (0 EpG bzw. <250 EpG) keine Eiausscheidung  $\geq 250$  EpG im gesamten Untersuchungszeitraum festgestellt werden kann**

### 7.1.2. Aussagekraft der ersten Probe bei Pferden im ersten Jahr SAT

Die Gegenüberstellung der Ergebnisse der ersten Kotprobe zu allen weiteren Kotuntersuchungen von Pferden im ersten Jahr SAT (N = 171) ist in Tabelle 10 dargestellt.

Eiausscheidung	1. bis 9. Probe			Total (Pferde)
	0 EpG	0≤x<250 EpG	≥250 EpG	
1. Probe 0 EpG	67(54,9%)	32 (26,2%)	23 (18,9%)	122 (100%)
0<x<250 EpG		17 (45,9%)	20 (54,1%)	37 (100%)
≥250 EpG			12 (100%)	12 (100%)
Total (Pferde)	67 (39,2%)	49 (28,7%)	55 (32,1%)	171 (100%)

**Tabelle 10: Eiausscheidung der Pferde im ersten Jahr SAT in der gesamten Weideperiode unterteilt nach Ergebnissen der ersten Kotuntersuchung**

Bei 122/171 Pferden (71,3%) lag die Eiausscheidung in der ersten analysierten Kotprobe unter der Nachweisgrenze. Bei 67/122 Pferden (54,9%) blieb die Eiausscheidung in allen Proben im gesamten Untersuchungsverlauf unter der Nachweisgrenze bzw. Null. Bei 32/122 Pferden (26,2%) ohne nachgewiesener Eiausscheidung in der ersten Probe blieb die Eiausscheidung in allen acht Folgeproben unter dem Schwellenwert. Ein Pferd mit keiner nachweisbaren Eiausscheidung in der ersten Probe hat eine Wahrscheinlichkeit von 81%, dass in keiner der Folgeproben der Schwellenwert überschritten wird (Tabelle 11). Nur 23/122 Pferde (18,9%) mit keiner nachweisbaren Eiausscheidung in der ersten Probe mussten im Verlauf des Untersuchungszeitraumes entwurmt werden.

Bei 37/171 Pferden (21,6%) lag die nachgewiesene Eiausscheidung in der ersten Kotprobe unterhalb des Schwellenwertes, bei 17 Pferden (45,9%) davon blieb die Eiausscheidung in den nachfolgenden Proben ebenso <250 EpG. Somit liegt die Wahrscheinlichkeit, dass ein Pferd mit einer Eiausscheidung <250 EpG in der ersten Kotprobe auch in den Folgemonaten nicht den Schwellenwert überschreitet bei 73%. Nur 20/37 Pferde (54,1%) mit einer Eiausscheidung <250 EpG in der ersten Kotprobe mussten innerhalb des Untersuchungszeitraumes aufgrund einer Schwellenwertüberschreitung behandelt werden.

12/171 Pferde (7,1%) mussten bereits nach der ersten Kotprobe anthelmintisch behandelt werden, da bei ihnen eine Strongylidenei-Ausscheidung von  $\geq 250$  EpG nachgewiesen wurde.

Eine Übersicht über die Wahrscheinlichkeit, nach einem bestimmten Ergebnis der ersten Kotuntersuchung in den weiteren Kotanalysen des Untersuchungszeitraumes keine Eiausscheidung  $\geq 250$  EpG zu finden ist in Tabelle 11 dargestellt:

Ergebnis der ersten Probe	Eiausscheidung der darauffolgenden 8 Proben	N	Wahrscheinlichkeit (%)
0 EPG	0 EPG	67	55
0 EPG	< 250 EPG	99	81
< 250 EPG	< 250 EPG	116	73

**Tabelle 11: Wahrscheinlichkeit, mit der nach dem Ergebnis in der ersten Kotuntersuchung (0 EpG bzw. <250 EpG) bei Pferden im ersten Jahr SAT keine Eiausscheidung  $\geq 250$  EpG im gesamten Untersuchungszeitraum festgestellt werden kann**

### 7.1.3. Aussagekraft der ersten Probe bei Pferden im zweiten Jahr SAT

In der folgenden Tabelle 12 sind die Ergebnisse der ersten Kotuntersuchung für die Strongylidenei-Ausscheidung von Pferden im zweiten Jahr SAT (N = 93) den Ergebnissen der übrigen Kotanalysen im Untersuchungszeitraum gegenübergestellt:

Eiausscheidung	1. bis 9. Probe			Total (Pferde)
	0 EpG	0 $\leq$ x < 250 EpG	$\geq 250$ EpG	
1. Probe 0 EpG	38 (46,9%)	35 (43,2%)	8 (9,9%)	81 (100%)
0 < x < 250 EpG		4 (40%)	6 (60%)	10 (100%)
$\geq 250$ EpG			2 (100%)	2 (100%)
Total (Pferde)	38 (40,9%)	39 (41,9%)	16 (17,2%)	93 (100%)

**Tabelle 12: Eiausscheidung der Pferde im zweiten Jahr SAT in der gesamten Weideperiode unterteilt nach Ergebnissen der ersten Kotuntersuchung**

Bei 81/93 Pferden (87%) lag die Eiausscheidung in der ersten analysierten Kotprobe unter der Nachweisgrenze. Bei 38/81 Pferden (46,9%) lag die

Strongyliden-Eiausscheidung im gesamten Untersuchungszeitraum ebenso unter der Nachweisgrenze. Bei 35/81 Pferden (43,2%) ohne nachweisbarer Eiausscheidung in der ersten Probe blieb die Eiausscheidung in allen acht Folgeproben unter dem Schwellenwert, d.h. ein Pferd mit keiner nachweisbaren Eiausscheidung in der ersten Probe hat eine Wahrscheinlichkeit von 90%, dass die Eiausscheidung in den Folgeproben den Schwellenwert nicht überschreitet (Tabelle 13). Nur 8/81 Pferde (9,9%) mit keiner nachweisbaren Eiausscheidung in der ersten Probe mussten im Verlauf des Untersuchungszeitraumes entwurmt werden.

Bei 10/93 Pferden (10,8%) lag die nachgewiesene Eiausscheidung in der ersten Kotprobe unterhalb des Schwellenwertes, bei 4/10 Pferden (40%) blieb die Eiausscheidung in den nachfolgenden Proben ebenso <250 EpG. Somit liegt die Wahrscheinlichkeit, dass ein Pferd mit einer Eiausscheidung <250 EpG in der ersten Kotprobe auch in den Folgemonaten nicht den Schwellenwert überschreitet bei 85%. Nur 6/10 Pferde (60%) mit einer Eiausscheidung <250 EpG in der ersten Kotprobe mussten innerhalb des Untersuchungszeitraumes behandelt werden. 2/93 Pferde (2,2%) mussten bereits nach der ersten Kotprobe behandelt werden, da in dieser Probe eine Strongylidenei-Ausscheidung von  $\geq 250$  EpG nachgewiesen wurde.

Eine Übersicht über die Wahrscheinlichkeit, nach einem bestimmten Ergebnis der ersten Kotuntersuchung in den weiteren Kotanalysen des Untersuchungszeitraumes keine Eiausscheidung  $\geq 250$  EpG zu finden ist in Tabelle 13 dargestellt:

Ergebnis der ersten Probe	Eiausscheidung der darauffolgenden 8 Proben	N	Wahrscheinlichkeit (%)
0 EPG	0 EPG	38	47
0 EPG	< 250 EPG	73	90
< 250 EPG	< 250 EPG	77	85

**Tabelle 13: Wahrscheinlichkeit, mit der nach dem Ergebnis in der ersten Kotuntersuchung (0 EpG bzw. <250 EpG) bei Pferden im zweiten Jahr SAT keine Eiausscheidung  $\geq 250$  EpG im gesamten Untersuchungszeitraum festgestellt werden kann**

## 7.2. Aussagekraft der ersten zwei Proben

### 7.2.1. Aussagekraft der ersten zwei Proben bei allen untersuchten Pferden

In der Tabelle 14 ist die Höhe der Eiausscheidung in den ersten beiden Kotproben im Frühjahr den Ergebnissen der Eiausscheidung der darauffolgenden sieben Kotanalysen der gesamten untersuchten Population (N=264) gegenübergestellt:

Eiausscheidung	1. bis 9. Probe			Total (Pferde)
	0 EpG	0≤x<250 EpG	≥250 EpG	
1.+2. Probe 0 EpG	105 (57%)	60 (32,6%)	19 (10,3%)	184 (100%)
0≤x<250 EpG		28 (47,4%)	31 (55,3%)	59 (100%)
≥250 EpG			21 (100%)	21 (100%)
Total (Pferde)	105 (39,8%)	88 (33,3%)	71 (26,9%)	264 (100%)

**Tabelle 14: Eiausscheidung aller Pferde in der gesamten Weideperiode unterteilt nach Ergebnissen der ersten beiden Kotuntersuchungen**

Die Strongylidenei-Ausscheidung lag bei 184/264 Pferden (69,7%) in den ersten zwei untersuchten Proben unterhalb der Nachweisgrenze. Bei 105/184 Pferden (57%) wurde auch in den nachfolgenden 7 Proben keine Eiausscheidung nachgewiesen. Die Eiausscheidung von 60/184 Pferden (32,6%) dieser Gruppe lag bei den verbleibenden 7 Proben stets unter dem Schwellenwert, d.h. für Pferde mit keiner nachgewiesenen Eiausscheidung in den ersten beiden Proben besteht eine Wahrscheinlichkeit von 89%, dass in den Folgeproben der Schwellenwert nicht überschritten wird (Tabelle 15). Nur 19/184 Pferde (10,3%) benötigten im Lauf des Untersuchungszeitraumes eine anthelmintische Behandlung.

Bei 59/264 Pferden (22,3%) lag die nachgewiesene Eiausscheidung der ersten zwei Kotproben <250 EpG, bei 28/59 Pferden (47,4%) blieb die Eiausscheidung der nachfolgenden Proben im gesamten Untersuchungszeitraum ebenso unterhalb des Schwellenwertes, 31/59 Pferde (52,6%) aus dieser Gruppe wurden im Untersuchungszeitraum anthelmintisch behandelt. Ein Pferd mit einer Eiausscheidung in den ersten zwei Proben <250 EpG hat eine Wahrscheinlichkeit von 79%, den Schwellenwert in allen Folgeproben nicht zu überschreiten (Tabelle

16). 21/264 Pferde (8%) erhielten bereits nach den ersten zwei Kotproben ein Anthelmintikum, da bei ihnen eine Strongylidenei-Ausscheidung von  $\geq 250$  EpG nachgewiesen wurde.

Die Wahrscheinlichkeitsberechnung für bestimmte Ergebnisse der ersten beiden Kotuntersuchungen und den darauffolgenden Kotprobenergebnissen sind in Tabelle 15 dargestellt:

Ergebnis der ersten 2 Proben	Eiausscheidung der darauffolgenden 7 Proben	N	Wahrscheinlichkeit (%)
0 EPG, 0 EPG	0 EPG	105	57
0 EPG, 0 EPG	< 250 EPG	165	89
< 250 EPG, < 250 EPG	< 250 EPG	193	79

**Tabelle 15: Wahrscheinlichkeit, mit der nach dem Ergebnis in den ersten zwei Kotuntersuchungen (0 EpG bzw. <250 EpG) bei allen Pferden keine Eiausscheidung  $\geq 250$  EpG im gesamten Untersuchungszeitraum festgestellt werden kann**

### 7.2.2. Aussagekraft der ersten zwei Proben bei Pferden im ersten Jahr SAT

Die Ergebnisse der Strongylidenei-Ausscheidung der ersten zwei Kotanalysen sowie der übrigen Kotuntersuchungen für Pferde im ersten Jahr SAT sind in Tabelle 16 gegenübergestellt:

Eiausscheidung	1. bis 9. Probe			Total (Pferde)
	0 EpG	$0 \leq x < 250$ EpG	$\geq 250$ EpG	
1.+2. Probe 0 EpG	67 (60,9%)	30 (27,3%)	13 (11,8%)	110 (100%)
0 $\leq$ x < 250 EpG		19 (43,2%)	25 (56,8%)	44 (100%)
$\geq 250$ EpG			17 (100%)	17 (100%)
Total (Pferde)	67 (39,2%)	49 (28,7%)	55 (32,2%)	171 (100%)

**Tabelle 16: Eiausscheidung der Pferde im ersten Jahr SAT in der gesamten Weideperiode unterteilt nach Ergebnissen der ersten beiden Kotuntersuchungen**

Die Strongylidenei-Ausscheidung lag bei 110/171 Pferden (64,3%) in den ersten beiden untersuchten Proben unterhalb der Nachweisgrenze. Bei 67/110 Pferden (60,9%) wurde auch in den nachfolgenden 7 Proben keine Eiausscheidung



nachgewiesen. Die Eiausscheidung von 30/110 Pferden (27,3%) lag in den verbleibenden 7 Proben stets unter dem Schwellenwert, d.h. für Pferde mit keinem Einachweis in den ersten beiden Proben besteht eine Wahrscheinlichkeit von 88%, dass in den Folgeproben der Schwellenwert nicht überschritten wird (Tabelle 17). Nur 13/110 Pferde (11,8%) ohne Einachweis in den ersten beiden Proben mussten im Lauf des Untersuchungszeitraumes anthelmintisch behandelt werden.

Bei 44/171 Pferden (25,7%) lag die nachgewiesene Eiausscheidung in den ersten beiden Kotproben <250 EpG, bei 19/44 Pferden (43,2%) blieb die Eiausscheidung in den nachfolgenden Proben während des gesamten Untersuchungszeitraumes ebenso unterhalb des Schwellenwertes. Bei 25/44 Pferden (56,8%) kam es im Untersuchungszeitraum zu einer Schwellenwertüberschreitung und sie wurden anthelmintisch behandelt. Ein Pferd mit einer Eiausscheidung in den ersten beiden Proben <250 EpG hat eine Wahrscheinlichkeit von 75%, den Schwellenwert auch in allen Folgeproben nicht zu überschreiten (Tabelle 17). Nur 17/171 Pferde (10%) mussten bereits nach den ersten zwei Kotproben entwurmt werden, da bei ihnen eine Strongylidenei-Ausscheidung von >250 EpG nachgewiesen wurde.

Ergebnis der ersten 2 Proben	Eiausscheidung der darauffolgenden 7 Proben	N	Wahrscheinlichkeit (%)
0 EPG, 0 EPG	0 EPG	67	61
0 EPG, 0 EPG	< 250 EPG	97	88
< 250 EPG, < 250 EPG	< 250 EPG	116	75

**Tabelle 17: Wahrscheinlichkeit, mit der nach dem Ergebnis in den ersten zwei Kotuntersuchungen (0 EpG bzw. <250 EpG) bei Pferden im ersten Jahr SAT keine Eiausscheidung  $\geq 250$  EpG im gesamten Untersuchungszeitraum festgestellt werden kann**

### 7.2.3. Aussagekraft der ersten zwei Proben bei Pferden im zweiten Jahr SAT

Von Pferden im zweiten Jahr SAT sind die Ergebnisse der ersten zwei bzw. der darauffolgenden sieben Kotanalysen im Untersuchungszeitraum in Tabelle 18 dargestellt:

Eiausscheidung	1. bis 9. Probe			Total (Pferde)
	0 EpG	0≤x<250 EpG	≥250 EpG	
1.+2. Probe 0 EpG	38 (51,4%)	30 (40,5%)	6 (8,1%)	74 (100%)
0≤x<250 EpG		9 (60%)	6 (40%)	15 (100%)
≥250 EpG			4 (100%)	4 (100%)
Total (Pferde)	38 (40,9%)	39 (41,9%)	16 (17,2%)	93 (100%)

**Tabelle 18: Eiausscheidung der Pferde im zweiten Jahr SAT in der gesamten Weideperiode unterteilt nach Ergebnissen der ersten beiden Kotuntersuchungen**

Die Strongylidenei-Ausscheidung lag bei 74/93 Pferden (79,6%) in den ersten beiden untersuchten Proben unterhalb der Nachweisgrenze. Bei 38 Pferden (51,4%) davon wurde auch in den nachfolgenden 7 Proben keine Eiausscheidung nachgewiesen. Die Eiausscheidung von 30/93 Pferden (40,5%) lag in den verbleibenden 7 Proben stets unter dem Schwellenwert, d.h. für Pferde ohne nachgewiesener Eiausscheidung in den ersten beiden Proben besteht eine Wahrscheinlichkeit von 92%, dass in den Folgeproben der Schwellenwert nicht überschritten wird (Tabelle 19). Nur 6/93 Pferde (8,1%) mussten im Lauf des Untersuchungszeitraumes aufgrund einer Schwellenwertüberschreitung anthelmintisch behandelt werden.

Bei 15/93 Pferden (16,1%) lag die nachgewiesene Eiausscheidung in den ersten beiden Kotproben <250 EpG, bei 9/15 Pferden (60%) blieb die Eiausscheidung in den nachfolgenden Proben im gesamten Untersuchungszeitraum ebenso unterhalb des Schwellenwertes. Bei nur 6/15 Pferden (40%) kam es im Untersuchungszeitraum zu einer Schwellenwertüberschreitung und sie mussten anthelmintisch behandelt werden. Ein Pferd mit einer Eiausscheidung in den ersten beiden Proben <250 EpG hat eine Wahrscheinlichkeit von 87%, den Schwellenwert in allen Folgeproben nicht zu überschreiten (Tabelle 19). Nur 4/93 Pferde (4,3%) erhielten bereits nach den ersten zwei Kotproben ein Anthelmintikum, da bei ihnen eine Strongylidenei-Ausscheidung von >250 EpG nachgewiesen wurde.

Ergebnis der ersten 2 Proben	Eiausscheidung der darauffolgenden 7 Proben	N	Wahrscheinlichkeit (%)
0 EPG, 0 EPG	0 EPG	38	51
0 EPG, 0 EPG	< 250 EPG	68	92
< 250 EPG, < 250 EPG	< 250 EPG	77	87

**Tabelle 19: Wahrscheinlichkeit, mit der nach dem Ergebnis in den ersten zwei Kotuntersuchungen (0 EpG bzw. <250 EpG) bei Pferden im zweiten Jahr SAT keine Eiausscheidung  $\geq 250$  EpG im gesamten Untersuchungszeitraum festgestellt werden kann**

### 7.3. Korrelationen

Um eine Aussage treffen zu können, ob ein linearer Zusammenhang zwischen der Höhe der Eiausscheidung in der ersten bzw. den ersten zwei Kotuntersuchungen und den darauffolgenden Kotanalysen besteht, wurde der Korrelationskoeffizient berechnet.

Der Wert der Strongylidenei-Ausscheidung der ersten Kotprobe ist statistisch signifikant mit der durchschnittlichen Eiausscheidung der darauffolgenden acht Proben korreliert ( $p < 0,000$ ). Ebenso ist die maximale Eiausscheidung der ersten zwei Proben statistisch signifikant positiv mit der durchschnittlichen Eiausscheidung der darauffolgenden sieben Proben korreliert ( $p < 0,000$ ).

Die entsprechenden Korrelationskoeffizienten sind in Tabelle 20 dargestellt:

		Spearman's rho		
		alle Pferde	1. Jahr SAT	2. Jahr SAT
Eiausscheidung 1. Probe	Ø Eiausscheidung 2.-9. Probe	0,534	0,544	0,454
Max. Eiausscheidung 1. + 2. Probe	Ø Eiausscheidung 3.-9. Probe	0,598	0,632	0,467

**Tabelle 20: Korrelationskoeffizienten der Korrelationen der ersten bzw. dem Maximum der ersten zwei Kotprobenergebnisse und der durchschnittlichen Eiausscheidung der folgenden Kotuntersuchungen**

## 8. Einflussfaktoren auf die Eiausscheidung

Folgende Variablen wurden zu Beginn der Rückwärtselimination im Modell inkludiert: kategorische Variablen waren Alter, Rasse, Wirkstoff des letzten Anthelmintikums, Quarantäne, Einstreu von Boxen/Ställen, Hygiene in Boxen/Ställen, Hygiene auf Paddocks/Sandkoppeln/Weiden, Desinfektion von Stallungen, durchschnittliche Eiausscheidung von Einzeltieren 2008, durchschnittliche Eiausscheidung des Bestandes sowie durchschnittliche Eiausscheidung von Koppelpartnern. Metrische Variablen waren Größe der Sandkoppeln, Anzahl der Monate seit der letzten Entwurmung sowie durchschnittliche Temperatur und durchschnittlicher Niederschlag für alle berechneten Perioden.

Folgende Variablen wurden im Laufe der statistischen Berechnungen und Auswertungen eliminiert weil sie keinen signifikanten Einfluss auf die Höhe der Strongyliden-Eiausscheidung in der Univariaten Poisson-Regression hatten: Geschlecht des Einzeltieres, Anzahl der Eier von *Parascaris equorum*, *Anoplocephala spp.* oder *Fasciola hepatica*, Kolik, Größe der Weidefläche, Kontakt zu anderen Pferden und Geschlecht der Koppelpartner.

Andere Variablen, auch jene mit signifikantem Einfluss auf die Höhe der Eiausscheidung, wurden zu Beginn der Rückwärtselimination im Multivariaten Modell ausgeschlossen, wenn sie abhängig von anderen signifikanten Variablen im Modell waren: Maximale Eiausscheidung des Bestandes, maximale Eiausscheidung von Einzeltieren 2008, maximale Eiausscheidung der Koppelpartner, durchschnittliches Alter des Bestandes, durchschnittliches Alter der Koppelpartner, Zugang zu Sandkoppeln, Zugang zu Weideflächen sowie maximale Temperatur.

Die Ergebnisse der Rückwärtselimination sind in Tabelle 23 (siehe Anhang) dargestellt. Die Variablen Rasse, Einstreu, Hygiene auf Paddocks und Sandkoppeln agieren als Confounder und wurden im Endmodell beibehalten, da sie sonst die Regressionskoeffizienten von signifikanten Variablen beeinflusst hätten.

## V. DISKUSSION

Der Resistenzentwicklung von Kleinen Strongyliden gegen anthelmintischen Präparaten entgegenzuwirken ist eines der Ziele der selektiven anthelmintischen Therapie (Hertzberg *et al.*, 2014; Kaplan, 2002; Meier und Hertzberg, 2005b; Nielsen, 2012; Nielsen *et al.*, 2014). Von den in der vorliegenden Studie insgesamt 84 durchgeführten Entwurmungen mit Pyrantelmonat zeigten 77 Anwendungen nach Durchführung eines EZRT eine sehr gute Wirksamkeit dieses Wirkstoffes. Die sieben Entwurmungen mit reduzierter Wirksamkeit zeigten lediglich Eizahlreduktionen von 30% bis 86%. Somit sind diese Fälle definitionsgemäß als eine Manifestation von Pyrantel-Resistenz von Kleinen Strongyliden zu betrachten (Kaplan, 2002; Love, 2003). Diese Resultate bestätigen Ergebnisse von Becher (2010), die bereits früher bei einzelnen Pferden im Raum Oberbayern-Salzburg Anzeichen einer verminderten Wirksamkeit von Pyrantel beobachten konnte. Resistenzen von Kleinen Strongyliden gegen Pyrantel wurden bereits 1996 beschrieben (Chapman *et al.*, 1996); in Deutschland wurde erstmals im Jahre 2009 eine verminderte Wirksamkeit von Pyrantel festgestellt (Traversa *et al.*, 2009a). Resistenzen gegen Pyrantel kommen auch in anderen Regionen Europas vor, konnten doch u.a. Traversa *et al.* (2009b) in einer entsprechenden Studie Pyrantel-Resistenzen sowohl in Deutschland, in Italien als auch in Großbritannien nachweisen. Auch in der Schweiz wurde ein Nachweis für Pyrantel-Resistenzen erbracht (Meier und Hertzberg, 2005b). Außerdem berichtete Fritzen (2005) auch bereits von einer verminderten Wirksamkeit von Pyrantel gegen Kleine Strongyliden in Deutschland.

Die 51 EZRT's nach der Verabreichung von Ivermectin zeigten keine verminderte Wirksamkeit dieser Wirksubstanz, wodurch Ergebnisse aus früheren Untersuchungen in Deutschland weiter bestätigt werden konnten (Hinney *et al.*, 2008; Traversa *et al.*, 2009a; von Samson-Himmelstjerna *et al.*, 2007). Auch in Österreich und in der Schweiz sind bisher keine Resistenzen gegen Ivermectin bekannt (Becher, 2010; Meier und Hertzberg, 2005b). Benzimidazole wurden im

Rahmen dieser Studie nur bei positivem Nachweis von Spulwürmern eingesetzt, sodass sich keine Aussage zur Wirksamkeit gegenüber Kleinen Strongyliden machen lässt.

Die durchschnittliche Strongylidenei-Ausscheidung im Jahr 2009 lag bei Pferden, die in diesem Jahr bereits über die zweite Weideperiode selektiv behandelt wurden, während des gesamten Untersuchungszeitraumes unter der durchschnittlichen Eiausscheidung jener Pferde, bei denen erst 2009 mit SAT begonnen wurde. Auch in der Untersuchung von Becher et al. (2010) zeigte sich nach der Einführung der SAT bzw. je nach Ergebnis der ersten Kotanalyse mit entsprechender Entwurmung im weiteren Untersuchungsverlauf ein Rückgang in der durchschnittlichen Ausscheidung von Strongylideneiern. Dieser Effekt ist als unmittelbare Folge der Vorgehensweise der SAT zu werten, da hierbei gezielt die hohen Eiausscheider identifiziert und entsprechend wirksam behandelt werden. Die dadurch entstandene Reduktion der durchschnittlichen Eiausscheidung führt logischerweise zu einer entsprechenden Reduktion der Kontamination von Weidenflächen mit Strongylideneiern. Folglich kann davon ausgegangen werden, dass diese Vorgehensweise – dem Lebenszyklus entsprechend - auch zu einer verminderten Weidekontamination mit infektiösen Larven von Kleinen Strongyliden führt. Diese Senkung des Infektionsdruckes auf Weideflächen führt logischerweise zu geringeren Infektionen und hat somit niedrigere Eiausscheidungen des Einzeltieres zur Folge (Eckert *et al.*, 2008).

Die in der vorliegenden Analyse beobachtete Tendenz eines saisonalen Anstiegs der Eiausscheidung in den Sommermonaten deckt sich mit den Ergebnissen anderer Autoren, die im Rahmen von saisonalen Ausscheidungsverläufen eine erhöhte Eiausscheidung im Sommer als Manifestation der intensiven Parasitenaktivität beschrieben haben. Diese kommt dadurch zustande, dass die Larvenentwicklung aufgrund der zunehmenden Temperaturen ab dem Frühjahr beschleunigt wird, woraus sich eine Anhäufung von infektiösen Larven und eine daraus resultierende höhere Weidekontamination im Sommer ergibt (Herd,

1986; Little *et al.*, 2003; Lloyd, 2009; O'Meara und Mulcay, 2002; Poynter, 1954; Wood *et al.*, 2013). Durch die Anwendung der SAT in dieser Studie war es jedoch möglich, bei Pferden, die bereits das zweite Jahr selektiv behandelt wurden, im Vergleich zum Vorjahr auch über die Sommermonate die Eiausscheidung zu senken.

Durch die gewählte Vorgehensweise der SAT konnte im Vergleich zu der im Untersuchungsgebiet bisher angewandten konventionellen Strategie, alle Pferde 4 Mal im Jahr zu entwurmen, der Anthelmintika-Einsatz um 83% reduziert werden. Wird die Herbstbehandlung aller Pferde mit einbezogen, ergibt sich eine Reduktion um 58%. Durch den ähnlichen Studienaufbau lassen sich diese Resultate mit jenen von Becher *et al.* (2010) vergleichen, die in ihrer Studie von einer Reduktion der Behandlungen von 86% bzw. 63% berichten. Andere Untersuchungen ergaben eine Reduktion der Behandlungen zwischen 36% und 77% (Gomez und Georgi, 1991; Hertzberg *et al.*, 2014; Krecek *et al.*, 1994; Matthee und McGeoch, 2004), wobei in den einzelnen Studien zum Teil unterschiedliche Schwellenwerte benutzt und die Anzahl der selektiv durchgeführten Behandlungen mit einer Behandlungsfrequenz von 4-6 Behandlungen pro Jahr verglichen wurde.

Die Ergebnisse zeigen, dass jedes untersuchte Pferd noch durchschnittlich 0,7 Mal pro Jahr entwurmt wurde, mit Herbstbehandlung waren es jährlich noch durchschnittlich 1,7 Behandlungen. Die Reduktion der Behandlungen (inkl. Herbstbehandlung) war bei Pferden, die bereits seit 2008, d.h. über die zweite Weidesaison selektiv behandelt wurden, mit 64% höher als im Vergleich zu einer Behandlungsreduktion von 55% bei jenen Pferden, bei denen SAT erst seit 2009 angewandt wurde.

Somit konnte in dieser Studie die Behandlungsfrequenz selbst unter Einbezug der zusätzlich verabreichten Herbstbehandlung beträchtlich reduziert werden. Dieser stark verminderte Einsatz von anthelmintischen Medikamenten hat u.a. zur Folge, dass auch die Kosten der jährlich notwendigen Behandlungen für die

Pferdebesitzer reduziert werden können. Schon vor vielen Jahren wurde empfohlen, die Entwurmungsfrequenz zu verringern, um einerseits die Entwicklung von Resistenzen zu verzögern (Herd *et al.*, 1985), da dadurch der Anteil an Strongyliden in Refugia erhöht wird (Kaplan, 2002; Matthews, 2008) und um andererseits die Belastung der Weiden mit Entwurmungsmitteln zu vermindern (Wall und L., 1987).

Bei mehr als der Hälfte der Pferde ohne nachgewiesener Eiausscheidung in deren ersten beiden Kotproben konnten auch im weiteren Untersuchungsverlauf keine Strongylideneier nachgewiesen werden. Die Wahrscheinlichkeit, dass Pferde ohne Einachweis in den ersten beiden Proben auch in den nachfolgenden Proben <250 EpG ausscheiden und somit nicht entwurmt werden müssen, liegt in der vorliegenden Studie bei 88% für Pferde im ersten Jahr SAT. Bei Pferden, bei denen SAT bereits über die zweite Weideperiode angewandt wurde, liegt die Wahrscheinlichkeit sogar bei 92%. Diese Resultate stimmen weitgehend mit denjenigen von Nielsen *et al.* (2006) und Becher *et al.* (2010) überein, die Wahrscheinlichkeiten von 91% bzw. 92% nachgewiesen haben. Die Wahrscheinlichkeiten, dass die Eizahl in allen Proben des Untersuchungszeitraumes unterhalb des Schwellenwertes liegt und somit ebenso keine Entwurmung notwendig ist, liegt bei Pferden, bei denen SAT das erste Jahr angewandt wurde, bei 75% und bei Pferden im zweiten Jahr SAT bei 87%. Auch diese Werte sind vergleichbar mit den Wahrscheinlichkeiten von 84% bzw. 82% in den Studien von Nielsen *et al.* (2006) bzw. von Becher *et al.* (2010). Diese hohen Wahrscheinlichkeitswerte zeigen, dass bei einer großen Anzahl von Pferden eine ziemlich genaue Vorhersagbarkeit der Höhe der Eiausscheidung besteht. Auch sind sie ein Beweis dafür, dass sehr viele Pferde nur sehr wenige Eier ausscheiden, auch wenn sie im Untersuchungszeitraum nicht entwurmt wurden.

Die positive Korrelation von anfänglich hohen Untersuchungsergebnissen >250 EpG mit späteren Untersuchungsergebnissen stimmt bei hohen Eiausscheidern



mit Befunden von anderen Untersuchungen überein (Becher *et al.*, 2010; Gomez und Georgi, 1991). Möglicherweise könnte als Ursache für eine beständig hohe Eiausscheidung eine nicht adäquate Immunantwort eine Rolle spielen (Klei und Chapman, 1999).

Ähnlich wie in diversen anderen Analysen zeigt sich in der vorliegenden Untersuchung eine Stetigkeit in der Höhe der Strongylidenei-Ausscheidung (Becher *et al.*, 2010; Döpfer *et al.*, 2004; Nielsen *et al.*, 2006). Diese Konsistenz bildet die Basis für die Anwendung der selektiven anthelmintischen Therapie. Somit erlauben die ersten zwei Proben eines individuellen Pferdes im Frühjahr eine Vorhersage der Höhe der Eiausscheidung im Verlauf der Weideperiode. Aufgrund der Tendenz zur Segregation und der Prognostizierbarkeit der Eiausscheidung können niedrige und hohe Eiausscheider identifiziert werden. Diese Segregation erlaubt bei Anwendung der SAT ein gezielteres Vorgehen, da hohe Ausscheider bereits nach ein bis zwei untersuchten Proben erkannt und entsprechend wirksam behandelt werden können. Durch die sich daraus ergebende Reduktion der Eiausscheidung in einer Herde wird der Grad der Verseuchung von Koppeln und Weideflächen vermindert. Aufgrund der hohen Prognostizierbarkeit der Eiausscheidung kann die Anzahl der Probennahmen individuell auf das jeweilige Pferd abgestimmt werden. Da die Wahrscheinlichkeitswerte von Pferden, bei denen SAT bereits zwei Jahre angewandt wurde, über den Werten von Pferden im ersten Jahr liegen, kann davon ausgegangen werden, dass die Prognostizierbarkeit der Höhe der Eiausscheidung mit längerer Anwendung der SAT präziser wird.

Hinsichtlich der Einflussfaktoren auf die Höhe der Eiausscheidung stellte sich in dieser Studie für die Anwendung der selektiven anthelmintischen Therapie in der Praxis der Einflussfaktor „Koppelpartner“ als wichtigster Faktor dar. Die durchschnittliche Eiausscheidung des Koppelpartners zeigte signifikanten Einfluss auf die Höhe der Eiausscheidung der übrigen Pferde einer Koppelgruppe. Da sich die Regressionskoeffizienten als negativ dargestellt haben, ist die Eiausscheidung

eines individuellen Pferdes umso geringer, je weniger Strongylideneier die Koppelpartner dieses Pferdes ausscheiden. In der Literatur gibt es bislang keine vergleichbaren Untersuchungen, aufgrund des Lebenszyklus von Strongyliden erscheint dieser bedeutende Einfluss jedoch nachvollziehbar.

Quarantänemaßnahmen werden für alle Neuzugänge eines Bestandes empfohlen, um in einem Bestand vor Infektion mit gastrointestinalen Nematoden und der Verbreitung von Resistenzen gegen Anthelmintika vorzubeugen. Dies gilt für Pferde gleichermaßen wie für kleine Wiederkäuer (Shalaby, 2013). Nachdem in der vorliegenden Studie nur 3 der 35 Ställe Quarantänemaßnahmen durchgeführt haben und deshalb die Verteilung sehr ungleich ist, hat das Ergebnis für diesen Parameter als Einflussfaktor auf die Höhe der Eiausscheidung nur bedingte Aussagekraft.

Der Einfluss des Alters der Pferde auf die Höhe der Strongylidenei-Ausscheidung in dem Sinne, dass junge Pferde mehr Eier als adulte Pferde ausscheiden, hat sich auch in dieser Studie gezeigt. Vermutet wird dafür nach heutigen Kenntnissen die fehlende Immunität von Jungtieren gegen Magen-Darm-Parasiten und ein daraus resultierender höherer Infektionsdruck (Becher *et al.*, 2010; Döpfer *et al.*, 2004; Eysker *et al.*, 2008; Fritzen *et al.*, 2009; Klei und Chapman, 1999; Kornas *et al.*, 2010; Larsen *et al.*, 2002; Wood *et al.*, 2013).

## VI. ZUSAMMENFASSUNG

Von 303 Pferden (1 Monat bis 40 Jahre alt) aus 35 Beständen im Raum Salzburg, Oberösterreich und Oberbayern wurden von März bis November 2009 alle 4 Wochen Kotproben genommen. Mittels modifiziertem McMaster-Verfahren mit einer Sensitivität von 20 Eiern pro Gramm Kot (EpG) wurde quantitativ die Anzahl der Strongylideneier bestimmt. Bei allen Pferden wurde selektive anthelmintische Therapie (SAT) durchgeführt, d.h. dass alle Pferde, die eine Eiausscheidung  $>250$  EpG (= definierter Schwellenwert für Behandlungen) aufwiesen, entweder mit Pyrantel oder mit Ivermectin behandelt wurden. Nach jeder Behandlung mit Pyrantel wurde 14 Tage später ein Eizahlreduktionstest durchgeführt, um die Wirksamkeit des Präparates zu überprüfen. Um viele Informationen über die Pferde und deren Haltungsbedingungen zu bekommen, wurde mit jedem Stall- bzw. Pferdebesitzer ein Fragebogen ausgefüllt.

207/303 Pferden (68,3%) mussten im gesamten Untersuchungszeitraum nicht behandelt werden, da ihre Eiausscheidung immer unter dem Schwellenwert lag. 96/303 Pferde (31,7%) mussten anthelmintisch behandelt werden, da in mindestens einer Kotprobe die Eiausscheidung 250 EpG überschritt. Insgesamt wurden 174 anthelmintische Behandlungen durchgeführt. Von den 84 durchgeführten Eizahlreduktionstests nach der Verabreichung von Pyrantel zeigten 77 Anwendungen eine sehr gute Wirksamkeit  $>90\%$ . Bei den Anwendungen von Ivermectin gab es weder Anzeichen von einer verminderten Wirksamkeit noch von Resistenzen.

Für einige Berechnungen wurden die Pferde in zwei Gruppen aufgeteilt: einerseits die Pferde der Gruppe 1, bei denen SAT ab März 2009 durchgeführt wurde und andererseits jene Pferde der Gruppe 2, bei denen SAT bereits das zweite Jahr angewandt wurde.

Von den 108 Pferden, bei denen bereits im Vorjahr SAT durchgeführt wurde, benötigten 69 Pferde im Jahr 2008 keine Behandlung, im Jahr 2009 waren es 83 Pferde. Beim Vergleich der Anzahl an Entwurmungen im Jahr 2009 zwischen den

beiden Gruppen an Pferden konnte festgestellt werden, dass jene Pferde, bei denen SAT schon das zweite Jahr angewandt wurde, signifikant weniger oft entwurmt werden mussten.

Von 264 adulten Pferden >5 Jahren wurde versucht herauszufinden, ob anhand der Ergebnisse der ersten bzw. der ersten zwei Kotuntersuchungen im Frühjahr eine Vorhersage der Tendenz der Strongylidenei-Ausscheidung im weiteren Untersuchungsverlauf möglich ist. Deshalb wurde die Eiausscheidung der Pferde im gesamten Untersuchungsverlauf nach den Ergebnissen der ersten bzw. den ersten zwei Kotproben unterteilt und anschließend die Wahrscheinlichkeit berechnet, mit der nach dem Ergebnis in der ersten bzw. in den ersten zwei Kotuntersuchungen die Eiausscheidung entweder unter der Nachweisgrenze oder unter dem Schwellenwert bleibt. Die Wahrscheinlichkeit, dass die Eiausscheidung in allen Folgeproben unter dem Schwellenwert liegt, ist bei Pferden der 1. Gruppe 88% wenn die ersten beiden Proben ohne nachgewiesener Eiausscheidung waren und 75%, wenn in den ersten zwei Proben weniger als 250 EpG ausgeschieden wurden. Bei Pferden der 2. Gruppe liegen die entsprechenden Wahrscheinlichkeiten bei 92% und 87%. In beiden Gruppen an Pferden sind die erste bzw. die ersten zwei Proben mit dem Ergebnis der darauffolgenden Proben positiv korreliert.

Um Einflussfaktoren auf die Höhe der Eiausscheidung bestimmen zu können, wurde mit allen Variablen, die mittels Fragebogen erhoben wurden, zuerst eine Univariate Poisson Regression und anschließend eine Multivariate Poisson Regression mit Rückwärtselimination durchgeführt.

Durch die Anwendung der selektiven anthelmintischen Therapie in dieser Studie konnten hohe Eiausscheider identifiziert und gezielt wirksam behandelt werden, wodurch v.a. bei Pferden, bei denen SAT schon länger als über eine Weideperiode angewandt wurde, ein Rückgang in der Eiausscheidung beobachtet werden konnte. Dieser führte folglich zu einer geringeren Kontamination von Weideflächen mit Strongylideneiern und hatte eine massive

Reduktion des Einsatzes von Entwurmungsmitteln zur Folge. Durch die nachgewiesene Beständigkeit in der Eiausscheidung konnte gezeigt werden, dass sehr viele Pferde nur einen kleinen Teil der Strongylideneier ausscheiden und keine Entwurmung benötigen.

## VII. SUMMARY

Faecal samples were collected from 303 horses (aged 1 month up to 40 years) out of 35 farms located in the area of Salzburg, Upper Austria and Upper Bavaria every 4 weeks from March to November 2009. Strongyle egg counts were analysed quantitatively by using a modified McMaster-technique with a sensitivity of 20 eggs per gram (EpG) faeces. All horses shedding >250 EpG (= pre-defined treatment threshold) were treated according to a selective anthelmintic treatment schedule (SAT) using either pyrantel or ivermectin. 14 days after every treatment with pyrantel, an egg count reduction test was performed to verify effectiveness of this drug formulation. With every horse-owner, a questionnaire was done to get information about every horse and its keeping condition.

207/303 horses (68,3%) had a strongyle egg shedding under the threshold-level in the whole investigation period, so they didn't have to be treated. 96 horses (31,7%) had to be treated at some point due to one or more faecal egg counts (FEC) >250 EpG. In total, 174 anthelmintic treatments were required. 77 of the 84 performed egg count reduction tests showed efficacy >90%. There were no signs of reduced efficacy or resistance in ivermectin.

For some analyses, horses were split into 2 groups: group 1 consists of horses which never underwent a selective anthelmintic treatment program before whereas in group 2, SAT was already administered for the second year.

Out of the 108 horses of group 1, 69 horses were not treated in 2008 and 83 horses didn't have to be treated in 2009. The comparison of the number of anthelmintic treatments in 2009 between the two groups showed a significant reduction of treatments in horses of group 2.

With 264 horses of an age >5 years was ascertained, if, on the basis of the first or the first two faecal analyses in spring, the tendency of strongyle egg shedding during the whole investigation period could be predicted. Therefore, egg shedding levels of all faecal examinations were subdivided into the results of the first or first two FEC's. Subsequently, probabilities for having all faecal egg counts

under the detection or threshold-level were calculated. Probabilities for having all subsequent FEC's below the threshold level in group 1 are 88% when the first two samples were under the detection level and 75% when the first two samples were <250 EpG. In group 2, appropriate probabilities are 92% and 87%, respectively. In all horses, the first or first two faecal samples are positively correlated to the subsequent samples.

For determining influencing factors on the magnitude of strongyle egg shedding, an Univariate Poisson Regression and afterwards, a Multivariate Poisson Regression with backward-elimination were done with all variables and data collected from the questionnaire.

By using selective anthelmintic treatment in the presented study, high egg shedders could be identified and treated effectively. Thus, particularly in horses which were treated selectively for more than one pasture period, a reduction of egg shedding was found. Consequently, pasture contamination with strongyle eggs was reduced and as a result, there was a massive reduction of anthelmintic treatments. By the proven egg shedding consistency it could be revealed that the majority of horses is shedding only a few number of eggs and does not have to be treated.

## VIII. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<i>Abbildung 1: Ausscheidung von Strongylideneiern in % .....</i>	<i>26</i>
<i>Abbildung 2: Eizahlreduktionstests nach der Verabreichung von Pyrantel .....</i>	<i>30</i>
<i>Abbildung 3: Durchschnittliche Eiausscheidung der Pferde, die sowohl 2008 als auch 2009 selektiv behandelt wurden .....</i>	<i>32</i>
<i>Abbildung 4: Anzahl der anthelmintischen Behandlungen im Jahr 2008 von den 108 Pferden, die sowohl 2008 als auch 2009 untersucht wurden .....</i>	<i>34</i>
<i>Abbildung 5: Anzahl der anthelmintischen Behandlungen im Jahr 2009 von den 108 Pferden, die sowohl 2008 als auch 2009 untersucht wurden .....</i>	<i>34</i>
<i>Abbildung 6: Vergleich der Gruppen mit unterschiedlicher Anzahl an Behandlungen 2008 und maximaler Eiausscheidung 2009 .....</i>	<i>35</i>
<i>Abbildung 7: Vergleich der durchschnittlichen Eiausscheidung der Pferde im Jahr 2009, die während einem bzw. zwei Jahren selektiv behandelt wurden .....</i>	<i>37</i>
<i>Abbildung 8: Verlauf der durchschnittlichen Eiausscheidung 2009 von Pferden im ersten oder zweiten Jahr SAT .....</i>	<i>38</i>
<i>Abbildung 9: Übersicht über die Anzahl an anthelmintischen Behandlungen 2009 der 175 Pferde im ersten Jahr SAT (in %) .....</i>	<i>40</i>
<i>Abbildung 10: Übersicht über die Anzahl an anthelmintischen Behandlungen 2009 der 97 Pferde im zweiten Jahr SAT (in %) .....</i>	<i>40</i>



## IX. TABELLENVERZEICHNIS

<i>Tabelle 1: Fragebogen.....</i>	20
<i>Tabelle 2: Einteilung der erfassten Variablen in Kategorien zur Untersuchung des Einflusses auf die Eiausscheidung .....</i>	23
<i>Tabelle 3: Anzahl der Pferde in den verschiedenen Beständen mit positiver Eiausscheidung.....</i>	27
<i>Tabelle 4: Anzahl der anthelmintisch behandelten Pferde pro Monat unterteilt nach Wirkstoff.....</i>	29
<i>Tabelle 5: Ergebnisse der Eizahlreduktionstests mit einer Reduktion &lt;90% nach der Verabreichung von Pyrantel.....</i>	30
<i>Tabelle 6: Gegenüberstellung der Anzahl an Pferden mit einer unterschiedlichen Anzahl an anthelmintischen Behandlungen 2008 und 2009 .....</i>	33
<i>Tabelle 7: Vergleich der Anzahl der Entwurmungen aufgrund einer Eiausscheidung &gt;250 EpG der Pferde im ersten bzw. zweiten Jahr SAT .....</i>	39
<i>Tabelle 8: Eiausscheidung aller Pferde in der gesamten Weideperiode unterteilt nach Ergebnissen der ersten Kotuntersuchung.....</i>	41
<i>Tabelle 9: Wahrscheinlichkeitsberechnung, mit der bei allen Pferden nach dem Ergebnis in der ersten Kotuntersuchung (0 EpG bzw. &lt;250 EpG) keine Eiausscheidung <math>\geq 250</math> EpG im gesamten Untersuchungszeitraum festgestellt werden kann.....</i>	42
<i>Tabelle 10: Eiausscheidung der Pferde im ersten Jahr SAT in der gesamten Weideperiode unterteilt nach Ergebnissen der ersten Kotuntersuchung .....</i>	43
<i>Tabelle 11: Wahrscheinlichkeit, mit der nach dem Ergebnis in der ersten Kotuntersuchung (0 EpG bzw. &lt;250 EpG) bei Pferden im ersten Jahr SAT keine Eiausscheidung <math>\geq 250</math> EpG im gesamten Untersuchungszeitraum festgestellt werden kann.....</i>	44
<i>Tabelle 12: Eiausscheidung der Pferde im zweiten Jahr SAT in der gesamten Weideperiode unterteilt nach Ergebnissen der ersten Kotuntersuchung .....</i>	44

<i>Tabelle 13: Wahrscheinlichkeit, mit der nach dem Ergebnis in der ersten Kotuntersuchung (0 EpG bzw. &lt;250 EpG) bei Pferden im zweiten Jahr SAT keine Eiausscheidung <math>\geq 250</math> EpG im gesamten Untersuchungszeitraum festgestellt werden kann.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabelle 14: Eiausscheidung aller Pferde in der gesamten Weideperiode unterteilt nach Ergebnissen der ersten beiden Kotuntersuchungen.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabelle 15: Wahrscheinlichkeit, mit der nach dem Ergebnis in den ersten zwei Kotuntersuchungen (0 EpG bzw. &lt;250 EpG) bei allen Pferden keine Eiausscheidung <math>\geq 250</math> EpG im gesamten Untersuchungszeitraum festgestellt werden kann.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabelle 16: Eiausscheidung der Pferde im ersten Jahr SAT in der gesamten Weideperiode unterteilt nach Ergebnissen der ersten beiden Kotuntersuchungen.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabelle 17: Wahrscheinlichkeit, mit der nach dem Ergebnis in den ersten zwei Kotuntersuchungen (0 EpG bzw. &lt;250 EpG) bei Pferden im ersten Jahr SAT keine Eiausscheidung <math>\geq 250</math> EpG im gesamten Untersuchungszeitraum festgestellt werden kann.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabelle 18: Eiausscheidung der Pferde im zweiten Jahr SAT in der gesamten Weideperiode unterteilt nach Ergebnissen der ersten beiden Kotuntersuchungen.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabelle 19: Wahrscheinlichkeit, mit der nach dem Ergebnis in den ersten zwei Kotuntersuchungen (0 EpG bzw. &lt;250 EpG) bei Pferden im zweiten Jahr SAT keine Eiausscheidung <math>\geq 250</math> EpG im gesamten Untersuchungszeitraum festgestellt werden kann.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabelle 20: Korrelationskoeffizienten der Korrelationen der ersten bzw. dem Maximum der ersten zwei Kotprobenergebnisse und der durchschnittlichen Eiausscheidung der folgenden Kotuntersuchungen.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabelle 21: Vergleich der Mittel- und Maximalwerte sowie der kumulativen Werte der Strongylidenei-Ausscheidung 2008 und 2009 in EpG. ....</i>	<i>79</i>

---

<i>Tabelle 22: Vergleich der durchschnittlichen und maximalen Eiausscheidung und anthelmintischen Behandlungen 2009 von Pferden im ersten oder zweiten Jahr SAT in EpG .....</i>	<i>79</i>
<i>Tabelle 23: Signifikante Ergebnisse der verschiedenen Variablen nach Rückwärtselimination.....</i>	<i>81</i>

## **X. LITERATURVERZEICHNIS**

2013. AAEP Parasite Control Guidelines. American Association of Equine Practitioners (Lexington, KY), p. 24.

Bauer, C., 1983, Anthelminthika-Resistenzen bei Magen-Darm-Strogyliden der Wiederkäuer und Pferde. Berl. Muench. Tieraerztl. Wochenschr. 96, 357-363.

Becher, A.M., 2010. Untersuchungen zur Einführung der Selektiven Anthelminthischen Therapie beim Pferd im Raum Salzburg. Tierärztliche Fakultät der LMU München, München.

Becher, A.M., Mahling, M., Nielsen, M.K., K.Pfister, 2010, Selective anthelmintic therapy of horses in the Federal states of Bavaria (Germany) and Salzburg (Austria): An investigation into strongyle egg shedding consistency. Vet. Parasitol. 171, 116-122

Biggin, T.A., Bristol, A., Coles, G.C., 1999, Parasite control in horses of members of pony clubs. Equine vet. Educ. 11, 318-321.

Bucknell, D.G., Gasser, R.B., Beveridge, I., 1995, The prevalence and epidemiology of gastrointestinal parasites of horses in Victoria, Australia. Aust. Int. J. 25, 711-724.

Chapman, M.R., French, D.D., Monahan, C.M., Klei, T.R., 1996, Identification and characterization of a pyrantel pamoate resistant cyathostome population. Vet. Parasitol. 66, 205-212.

Coles, G.C., 2002, Sustainable use of anthelmintics in grazing animals. Vet. Rec. 151, 165-169.

Corning, S., 2009, Equine cyathostomins: a review of biology, clinical significance and therapy. *Parasites & Vectors* 2.

Döpfer, D., Kerssens, C.M., Meijer, Y.G., Boersema, J.H., Eysker, M., 2004, Shedding consistency of strongyle-typ eggs in Dutch boarding horses. *Vet. Parasitol.* 124, 249-258.

Dowdall, S.M., Matthews, J.B., Mair, T., Murphy, D., Love, S., Proudman, C.J., 2002, Antigen-specific IgG(T) responses in natural and experimental cyathostominae infection in horses. *Vet. Parasitol.* 106, 225-242.

Drudge, J.H., Lyons, E.T., 1966, Control of Internal Parasites of the Horse. *J Am Vet Med Assoc.* 148, 378-383.

Duncan, J.L., Love, S., 1991, Preliminary observations on an alternative strategy for the control of horse strongyles. *Equine Vet. J.* 23, 226-228.

Earle, C.G., Kington, H.A., Coles, G.C., 2002, Helminth control used by trainers of thoroughbreds in England. *Vet. Rec.* 150, 405-408.

Eckert, J., Friedhoff, K.T., Zahner, H., Deplazes, P., 2008, *Lehrbuch der Parasitologie für die Tiermedizin Vol 2, vollständig überarbeitete Auflage.* Enke Verlag, Stuttgart.

Eysker, M., Bakker, J., van den Berg, M., van Doorn, D.C.K., Ploeger, H.W., 2008, The use of age-clustered pooled faecal samples for monitoring worm control in horses. *Vet. Parasitol.* 151, 249-255.

Francisco, I., Arias, M., Cortinas, F.J., Francisco, R., Mochales, E., 2009, Intrinsic Factors Influencing the Infection by Helminth Parasites in Horses under an Oceanic Climate Area (NW Spain). *J. Parasitol. Res.*

Fritzen, B., 2005. Untersuchungen zum Vorkommen von Anthelminthika-Resistenz in nordrhein-westfälischen Pferdebeständen. Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover.

Fritzen, B., Rohn, K., Schnieder, T., Samson-Himmelstjerna, G.v., 2009, Endoparasite control management on horse farms - lessons from worm prevalence and questionnaire data. *Equine Vet. J.* 41, 79-83.

Giles, C.J., Urquhart, K.A., Longstaffe, J.A., 1985, Larval cyathostomiasis (immature trichonema-induced enteropathy): a report of 15 clinical cases. *Equine Vet. J.* 17, 196-201.

Gomez, H.H., Georgi, J.R., 1991, Equine helminth infections: control by selective chemotherapy. *Equine Vet. J.* 23, 198-200.

Gordon, H.M., Whitlock, H.V., 1939, A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. . *Journal of the Council for Scientific and Industrial Research* 12, 50-52.

Hasslinger, M.A., 1981, Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Temperaturen auf Eier und Larven von Pferdestrongyliden unter Laboratoriumsbedingungen sowie das Verhalten dieser exogenen Stadien auf der Weide. *Berl. Muench. Tieraerztl. Wochenschr.* 94, 1-5.

Herd, R.P., 1986, Epidemiology and control of equine strongylosis at Newmarket. *Equine Vet. J.* 18, 447-452.

Herd, R.P., 1990, Equine parasite control - solutions to anthelmintic associated problems. *Equine vet. Educ.* 2, 86-91.

Herd, R.P., Willardson, K.L., Gabel, A.A., 1985, Epidemiological approach to the control of horse strongyles. *Equine Vet. J.* 17, 202-207.

Hertzberg, H. 2011. Parasitenmanagement beim Pferd: Notwendigkeit einer Neuorientierung  
([http://www.paras.uzh.ch/diagnostics/veterinary/merkblatt/Helminthenprophylaxe\\_Pferd\\_Version\\_Tieraerzte\\_Sept\\_2011.pdf](http://www.paras.uzh.ch/diagnostics/veterinary/merkblatt/Helminthenprophylaxe_Pferd_Version_Tieraerzte_Sept_2011.pdf)).

Hertzberg, H., Schwarzwald, C.C., Grimm, F., Gottstein, B., Gerber, V., 2014, Helminthenmanagement beim adulten Pferd: Notwendigkeit einer Neuorientierung. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 156, 61-70.

Hinney, B., 2009. Prävalenz von Helminthen und Risikofaktoren für ihr Befallsstärke bei Pferden in Brandenburg. Freie Universität Berlin, Berlin.

Hinney, B., Fischer, J., Zessin, K.-H., Schein, E., von Samson-Himmelstjerna, G., Clausen, P.-H., 2008. Wirksamkeit von Ivermectin gegen Strongyliden-Infektionen bei Pferden in Brandenburg. In: Tagung der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft; Fachgruppe Parasitologie und parasitäre Krankheiten, Celle.

Hinney, B., Wirtherle, N.C., Kyule, M., Mieth, N., Zessin, K.H., Clausen, P.H., 2011, Prevalence of helminths in horses in the state of Brandenburg, Germany. *Parasitol. Res.* 108, 1083-1091.

Kaplan, R.M., 2002, Anthelmintic resistance in nematodes of horses. *Vet. Res.* 33, 491-507.

Kaplan, R.M., Nielsen, M.K., 2010, An evidence-based approach to equine parasite control: It ain't the 60s anymore. *Equine vet. Educ.* 22, 306-316.

Klei, T.R., Chapman, M.R., 1999, Immunity in equine cyathostome infections. *Vet. Parasitol.* 85, 123-136.

Kornas, S., Cabaret, J., Skalska, M., Nowosad, B., 2010, Horse infection with intestinal helminths in relation to age, sex, access to grass and farm system. *Vet. Parasitol.* 174, 285-291.

Kraft, W., Dürr, U.M. 2005. Parasitologische Diagnostik. In *Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin* (Schattauer Verlag).

Krecek, R.C., Guthrie, A.J., Nieuwenhuizen, L.C.v., Booth, L.M., 1994, A comparison between the effects of conventional and selective antiparasitic treatments on nematode parasites of horses from two management schemes. *Jl. S. Afr. vet. Ass.* 65, 97-100.

Larsen, M.M., Lendal, S., Chriel, M., Olsen, S.N., Bjorn, H., 2002, Risk factors for High Endoparasitic Burdens and the Efficiency of a Single Anthelmintic Treatment of Danish Horses. *Acta Vet Scand* 43, 99-106.

Little, D., Flowers, J.R., Hammerberg, B.H., Gardner, S.Y., 2003, Management of a drug-resistant cyathostomiasis on a breeding farm in central North Carolina. *Equine Vet. J.* 35, 246-251.

Lloyd, S., 2009, Effects of previous control programmes on the proportion of horses shedding small numbers of strongyle-type eggs. *Vet. Rec.* 164, 108-111.

Lloyd, S., Smith, J., Connan, R.M., Hatcher, M.A., Hedges, T.R., Humphrey, D.J., Jones, A.C., 2000, Parasite control methods used by horse owners: factors predisposing to the development of anthelmintic resistance in nematodes. *Vet. Rec.* 146, 487-492.



Love, S., 2003, Treatment and prevention of intestinal parasite-associated disease. *Vet. Clin. Equine* 19, 791-806.

Love, S., Duncan, J.L., 1991, Could the worms have turned? *Equine vet. J.* 23, 152-154.

Love, S., Murphy, D., Mellor, D., 1999, Pathogenicity of cyathostome infection. *Vet. Parasitol.* 85, 113-122.

Lyons, E.T., Drudge, J.H., Tolliver, S.C., 2000, Larval cyathostomiasis. *Vet. Clin. N. Am. Pract.* 16, 501-510.

Lyons, E.T., Swerczek, T.W., Tolliver, S.C., Drudge, J.H., Stamper, S., Granstorm, D.E., Holland, R.E., 1994, A study of natural infections of encysted small strongyles in a horse herd in Kentucky. *Vet. Med.* 89, 1146-1155.

Lyons, E.T., Tolliver, S.C., Collins, S.S., 2009, Probable reasons why small strongyle EPG counts are returning "early" after ivermectin treatment of horses on a farm in Central Kentucky. *Parasitol Res* 104, 569-574.

Lyons, E.T., Tolliver, S.C., Drudge, J.H., 1999, Historical perspective of cyathostomes: prevalence, treatment and control programs. *Vet. Parasitol.* 85, 97-112.

Lyons, E.T., Tolliver, S.C., Ionita, M., Lewellen, A., Collins, S.S., 2008, Field studies indicating reduced activity of ivermectin on small strongyles in horses on a farm in Central Kentucky. *Parasitol Res* 103, 209-215.

Mair, T.S., 1993, Recurrent diarrhoea in aged ponies associated with larval cyathostomiasis. *Equine Vet. J.* 25, 161-163.

Matthee, S., Dreyer, F.H., Hoffmann, W.A., van Niekerk, F.E., 2002, A introductory survey of helminth control practices in South Africa and anthelmintic resistance on Thoroughbred stud farms in the Western Cap Province. *J. S. Afr. vet. Ass.* 73, 195-200.

Matthee, S., McGeoch, M.A., 2004, Helminths in horses: use of selective treatment for the control of strongyles. *Jl. S. Afr. vet. Ass.* 75, 129-136.

Matthews, J.B., 2008, An update on cyathostomins: Anthelmintic resistance and worm control. *Equine vet. Educ.* 20, 552-560.

Meier, A., Hertzberg, H., 2005a, Strongyliden beim Pferd. I. Resistenzentwicklung gegen Anthelmintika. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 147, 381-388.

Meier, A., Hertzberg, H., 2005b, Strongyliden beim Pferd. II. Vorkommen von Anthelminthika-Resistenzen in der Schweiz. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 147, 389-396.

Menzel, M.A., 2013. Selektive Entwurmung der Pferde in einer Pferdepraxis: Einführung sowie wissenschaftliche und betriebswirtschaftliche Analyse. LMU München, München.

Murphy, D., Love, S., 1997, The pathogenic effect of experimental cyathostome infection in ponies. *Vet. Parasitol.* 70, 99-110.

Nielsen, M.K., 2012, Sustainable equine parasite control: Perspectives and research needs. *Vet. Parasitol.* 185, 32-44.

Nielsen, M.K., Haaning, N., Olsen, S.N., 2006, Strongyle egg shedding consistency in horses on farms using selective therapy in Denmark. *Vet. Parasitol.* 135, 333-335.

Nielsen, M.K., J.Monrad, Olsen, S.N., 2005. Prescription only on anthelmintic drugs - a questionnaire survey on strategies for diagnosis and treatment of equine strongyles in Denmark. In: Proceedings of the 50th Annual Meeting of the American Association of Veterinary Parasitologists Minneapolis, MN.

Nielsen, M.K., K.Pfister, Samson-Himmelstjerna, G.v., 2014, Selective therapy in equine parasite control-Application and limitations. *Vet. Parasitol.* 202, 95-103.

Nielsen, M.K., Kaplan, R.M., Thamsborg, S.M., Monrad, J., Olsen, S.N., 2007, Climatic influence on development and survival of free-living stages of equine strongyles: Implication for worm control strategies and managing anthelminthic resistance. *Vet. J.* 147 23-32.

O'Meara, B., Mulcay, G., 2002, A survey of helminth control practices in equine establishments in Ireland. *Vet. Parasitol.* 109, 101-110.

Ogbourne, C.P., 1972, Observations on the free-living stages of strongylid nematodes of the horse. *Parasitology* 64, 461-466.

Ogbourne, C.P., 1978, Pathogenesis of cyathostome (*trichonema*) infections of the horse. A review. *Misc. publ.* 5.

Pascoe, R.J., Wilson, T.J., Coles, G.C., 1999, Nematode control in eventer horses. *Vet. Rec.* 145, 200-201.

Paul, J., 1998, Equine Larval Cyathostomosis. *Comp. cont. Educ. pract. Vet.* 20, 509-515.

Peregrine, A.S., McEwen, B., Bienzle, D., Koch, T.G., Weese, J.S., 2006, Larval Cyathostominosis in horses in Ontario: An emerging disease? *Can. Vet. J.* 47, 80-82.

Peregrine, A.S., Molento, M.B., Kaplan, R.M., Nielsen, M.K., 2014, Anthelmintic resistance in important parasites of horses: Does it really matter? *Vet. Parasitol.* 201, 1-8.

Poynter, D., 1954, Seasonal fluctuations in the number of strongyle eggs passed in horses. *Vet. Rec.* 66, 74-78.

Reinemeyer, C.R. 2009. Rational approaches to equine parasite control. In *Advances in equine nutrition*, pp. 411-420.

Reinemeyer, C.R., Herd, R.P., 1986, Anatomic distribution of encysted cyathostome larvae in horses. *Amer. J. Vet. Res.* 47, 510-513.

Reuber, K., 1999. Untersuchungen zu Anthelminthika-Resistenzen kleiner Strongyliden bei Pferden in Oberbayern. Ludwig-Maximilians-Universität München, München.

Ribbeck, R., 1999, Klinik und Epidemiologie der Infektion mit kleinen Strongyliden. *Pferdeheilkunde* 15, 155-158.

Schnieder, T., 2006, Parasitosen der Einhufer (Pferd, Esel), In: *Veterinärmedizinische Parasitologie*. Parey Verlag.

Shalaby, H.A., 2013, Anthelmintics Resistance; How to overcome it? *Iranian J. Parasitol.* 8, 18-32.

Steinbach, T., 2003. Untersuchungen zur Bedeutung anthelminthischer Behandlungen bei der Auslösung von Symptomen einer larvalen Cyathostominose. Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen.

Traversa, D., Milillo, P., Barnes, H., von Samson-Himmelstjerna, G., Schürmann, S., Lia, R.P., Perrucci, S., Frangipane di Regalbono, A., Beraldo, P., Demeler, J., Cobb, R., Boeckh, A., 2009a, Comparative field evaluation of the efficacy of Fenbendazol, Pyrantel Pamoate, Ivermectin and Moxidectin against Cyathostomine infection in Italy, UK and Germany, In: Too Hot to Resist. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology, Calgary, pp. 13-17.

Traversa, D., von Samson-Himmelstjerna, G., Demeler, J., Milillo, P., Schürmann, S., Barnes, H., Otranto, D., Perrucci, S., Frangipane di Regalbono, A., Beraldo, P., Boeckh, A., Cobb, R., 2009b, Anthelmintic resistance in cyathostomin populations from horse yards in Italy, United Kingdom and Germany. *Parasites & Vectors* 2.

Trawford, A.F., Burden, F., Hodgkinson, J.E., 2005. Suspected moxidectin resistance in cyathostomes in two donkey herds at the Donkey Sanctuary, UK. In: Proceedings of the 20th International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology, Christchurch, New Zealand, 16-20 October, p. 196.

Uhlinger, C.A., 1993, Uses of fecal egg count data in equine practice. *Comp. cont. Educ. pract. Vet.* 15, 742-748.

Ullrich, D., 1987. Verbreitung benzimidazol-resistenter Strongyliden in Nordrhein-Westfalen Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover.

von Samson-Himmelstjerna, G., Fritzen, B., Demeler, J., Schürmann, S., Rohn, K., Schnieder, T., Epe, C., 2007, Cases of reduced cyathostomin egg-reappearance period and failure of *Parascaris equorum* egg count reduction following ivermectin treatment as well as survey on pyrantel efficacy on German horse farms. *Vet. Parasitol.* 144, 74-80.

von Samson-Himmelstjerna, G., Ilchmann, G., Clausen, P.H., Schein, E., Fritzen, B., Handler, J., Lischer, C.J., Schnieder, T., Demeler, J., Reimers, G., Mehn, P., 2011, Empfehlungen zur nachhaltigen Kontrolle von Magen-Darmwurminfektionen beim Pferd in Deutschland. *Pferdeheilkunde* 27, 127-140.

Wall, R., L., S., 1987, Environmental consequences of treating cattle with the antiparasitic drug ivermectin. *Nature* 327, 418-421.

Wetzel, R., 1951, Verbesserte McMaster-Kammern zum Auszählen von Wurmeiern. *Tierärztl. Umsch.* 6, 209-210.

Wetzel, R. 1967. Strongylose der Einhufer (Palisadenwurmkrankheiten). In *Handbuch der speziellen Pathologischen Anatomie der Haustiere*, Joest, E., ed. (Berlin und Hamburg, Verlag Paul Parey), pp. 607-619.

Wirtherle, N., 2003. Untersuchungen zur Verbreitung von Anthelminthikaresistenzen bei Pferden in Niedersachsen. *Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover.*

Wirtherle, N., Schnieder, T., von Samson-Himmelstjerna, G., 2004, Prevalence of benzimidazole resistance on horse farms in Germany. *Vet. Rec.* 154, 39-41.

Wobeser, G., Tataryn, A., 2009, Cyathostomiasis in a horse from Saskatchewan. *Canadian Vet. J.* 50, 1099-1100.

Wood, E.L.D., Matthews, J.B., Stephenson, S., Slote, M., Nussey, D.H., 2013, Variation in faecal egg counts in horses managed for conservation purposes: individual egg shedding consistency, age effects and seasonal variation. *Paras.* 140, 115-128.

Young, K.E., Garza, V., Snowden, K., Dobson, R.J., Powell, D., Craig, T.M., 1999, Parasite diversity and anthelmintic resistance in two herds of horses. *Vet. Parasitol.* 85, 205-214.

## XI. ANHANG

Probenjahr	Eiausscheidung	Monat der Probennahme								
		März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.
2008	Mittelwert (EpG)	147,27	25,45	32,73	75,15	53,23	56,94	91,21	45,15	47,27
	Maximalwert (EpG)	3210	420	540	960	750	720	1200	870	1740
	Kumulativ	14580	2519,6	3240	7440	5270	5637,1	9030	4470	4680
2009	Mittelwert (EpG)	105,43	38,08	20,2	39,59	63,67	51,75	45,66	58,16	44,65
	Maximalwert (EpG)	2320	1140	700	940	2240	980	600	1020	1520
	Kumulativ	10438	3769,9	2000	3919	6303	5123,3	4520	5758	4420

**Tabelle 21: Vergleich der Mittel- und Maximalwerte sowie der kumulativen Werte der Strongylidenei-Ausscheidung 2008 und 2009 in EpG.**

Jahr SAT		Mittlere Eiausscheidung in EpG	Maximale Eiausscheidung in EpG	Anzahl Entwurmungen 2009
1	Anzahl Pferde	195	195	175
	Durchschnitt	87,67	380,21	0,81
	Median	13,33	40,00	0,00
	Maximum	611	3240	4
2	Anzahl Pferde	108	108	97
	Durchschnitt	51,98	205,07	0,45
	Median	6,67	40,00	0,00
	Maximum	762	2320	5
Total	Anzahl Pferde	303	303	272
	Durchschnitt	74,95	317,78	0,68
	Median	8,89	40,00	0,00
	Maximum	762	3240	5

**Tabelle 22: Vergleich der durchschnittlichen und maximalen Eiausscheidung und anthelmintischen Behandlungen 2009 von Pferden im ersten oder zweiten Jahr SAT in EpG**



Parameter	N	Regressions- koeffizient	Incidence Rate Ratio	95% Confidence Interval		p-Wert
				Lower	Upper	
Fohlen	5	2,507	12,271	0,000	0,000	,020
Jährlinge	95	1,769	5,865	0,000	0,000	,000
2 Jährige	54	1,231	3,423	0,000	0,000	,015
3 Jährige	36	1,487	4,424	0,000	0,000	,009
4 Jährige	85	,827	2,285	0,000	0,000	,049
≥ 26 Jahre alt	117	0 <sup>a</sup>				
Ø FEC 2008 0 EPG	282	-3,662	0,026	0,000	0,000	,000
Ø FEC 2008 1 -100 EPG	325	-,559	0,572	0,000	0,000	,028
Ø FEC 2008 no data	1372	0 <sup>a</sup>				
Ø FEC Bestand 0 EPG	395	-23,077	0,000	0,000	0,000	,000
Ø FEC Bestand 1 -100 EPG	1250	-,526	0,591	0,000	0,000	,003
Ø FEC Bestand >200 EPG	268	0 <sup>a</sup>				
Ø FEC Koppelpartner 0 EPG	771	-6,515	0,001	0,000	0,000	,000
Ø FEC Koppelp. 1 -100 EPG	995	-1,998	0,136	0,000	0,000	,000
Ø FEC Koppelp. 101-200 EPG	220	-,857	0,424	0,000	0,000	,000
Ø FEC Koppelp.>200 EPG	242	0 <sup>a</sup>				
Moxidectin + Praziquantel	528	-,405	0,667	0,000	0,000	,040
Fenbendazol	50	-2,111	0,121	0,000	0,000	,040
Pyrantel	192	0 <sup>a</sup>				

Parameter	N	Regressions- koeffizient	Incidence Rate Ratio	95% Confidence Interval		p-Wert
				Lower	Upper	
Keine Quarantäne	1528	-,558	0,573	0,000	0,000	,020
Quarantäne	700	0 <sup>a</sup>				
∅ Temperatur 1	2228	-,096	0,909	0,000	0,000	,028
∅ Temperatur 2	2228	,078	1,081	0,000	0,000	,021
∅ Temperatur 4	2228	-,049	0,952	0,000	0,000	,006
Niederschlag 3	2228	,071	1,073	0,000	0,000	,001

**Tabelle 23: Signifikante Ergebnisse der verschiedenen Variablen nach Rückwärtselimination**

## **XII. DANKSAGUNG**

Ganz herzlich möchte ich mich bei meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. Kurt Pfister, für die Ermöglichung dieser Doktorarbeit bedanken. Er war immer sehr freundlich und stets bemüht, mir mit positiver Kritik neue Anregungen zu geben. Durch ihn habe ich gelernt, Freude am wissenschaftlichen Arbeiten zu haben. Besonders dankbar bin ich für das Verständnis von Herrn Prof. Pfister für manchmal auftretende Zeitprobleme bei Korrekturarbeiten aufgrund meiner Tätigkeit in der Pferdepraxis. Vielen Dank, Herr Prof. Pfister, dass Sie mich immer wieder ermuntert und motiviert haben, diese Arbeit fertig zu stellen!

Mein ganz besonderer Dank gilt Frau Dr. Anne Becher für die vielen fachlichen Anregungen und zahlreichen Hilfestellungen im Rahmen der Arbeit. Liebe Anne, ich habe dich schon als Kollegin in der Pferdepraxis sehr schätzen gelernt. Im Rahmen der Dissertation hast du es immer wieder geschafft, mich zu motivieren und die Arbeit voran zu treiben, auch wenn mal arbeitsbedingt sehr wenig Zeit dafür war. Alle meine Fragen wurden stets prompt und unermüdlich beantwortet und wenn mir einmal etwas nicht so klar war, hast du es mir in deiner freundlichen Art verständlich gemacht. Vielen Dank auch für die Hilfestellungen bei der Statistik.

Ein weiteres Dankeschön geht an meinen ehemaligen Chef, Herrn Dr. Erich Müller. Er hat die Durchführung dieser Arbeit in die Wege geleitet und es mir ermöglicht, auch an stressigen Arbeitstagen Proben zu sammeln und mich meiner Dissertation zu widmen. Ich bedaure es sehr, dass aufgrund tragischer Umstände Dr. Erich Müller meinen Doktorabschluss nicht mehr erleben kann.

Ein großes Danke gilt Frau Elisabeth Kieß und dem Team des koprologischen Labors des Institutes für Parasitologie für die unermüdliche Arbeit im Labor. Sie haben im Rahmen meiner Studie sehr viele Kotproben ausgewertet und ohne sie wäre es nicht möglich gewesen, eine Studie mit so vielen teilnehmenden Pferden durchzuführen.

Herzlich bedanken möchte ich mich auch bei meinen Freunden und meinem Bruder Peter, die mich während der ganzen Zeit unterstützt haben und mir mental zur Seite gestanden sind. Auch der kritische Input von Leuten, die mit dieser Materie normalerweise nichts zu tun haben, war sehr wertvoll.

Ein riesiges Dankeschön gilt meinen Eltern Herta und Johann, denn sie haben mich in jeder Phase meines Lebens unterstützt. Ohne diese Unterstützung wäre meine Doktorarbeit nicht möglich gewesen.