

Aus dem Department für Pathobiologie
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Institut für Parasitologie

(Leiterin: Univ.-Prof. Dr. med. vet. Anja Joachim Dipl. EVPC)

Differenzierung der Trichostrongyliden bei Milchschaften in Österreich

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Katharina Pischinger

Wien, im Dezember 2023

Betreuerin: Dr. med. vet. Barbara Hinney, Dipl. EVPC
Institut für Parasitologie
Department für Pathobiologie
Veterinärmedizinische Universität Wien

Begutachterin: Dr. med. vet. Katharina Lichtmannsperger, Dipl. ECBHM
Universitätsklinik für Wiederkäuer
Klinische Abteilung für Wiederkäuermedizin
Veterinärmedizinische Universität Wien

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	5
2	LITERATURÜBERSICHT	7
2.1	SCHAFHALTUNG IN ÖSTERREICH.....	7
2.2	DIE TAXONOMIE DER WICHTIGEN NEMATODEN DER SCHAFE	7
2.2.1	<i>Trichostrongyliden</i>	8
2.2.1.1	Entwicklungszyklus	8
2.2.1.2	Tierindividuelle Faktoren zur Regulierung der Befallsstärke	9
2.2.1.3	Hypobiose.....	10
2.2.1.4	Trichostrongyliden des Labmagens	10
2.2.1.4.1	<i>Haemonchus</i>	11
2.2.1.4.2	<i>Teladorsagia & Ostertagia</i>	12
2.2.1.5	Trichostrongyliden des Dünndarms	12
2.2.1.5.1	<i>Cooperia</i>	13
2.2.1.5.2	<i>Trichostrongylus</i>	13
2.2.2	<i>Chabertiidae</i>	13
2.3	DIAGNOSE PARASITISCHER NEMATODEN	15
2.4	VORKOMMEN VON MAGEN-DARM-STRONGYLIDEN	16
3	MATERIAL UND METHODEN	18
3.1	STUDIE.....	18
3.2	BETRIEBE UND SCHAFE.....	18
3.3	LARVENKULTUR.....	19
3.4	LARVENDIFFERENZIERUNG	19
3.5	STATISTISCHE METHODEN	22

3.5.1	<i>Laktationsgruppen:</i>	22
3.5.2	<i>Entnahmemonat:</i>	22
4	ERGEBNISSE	23
4.1	ERGEBNISSE NACH BETRIEBEN.....	23
4.2	ERGEBNISSE NACH MONATEN	26
4.3	ERGEBNISSE NACH BUNDESLÄNDERN.....	31
4.4	ERGEBNISSE NACH LAKTATIONSGRUPPEN	35
5	DISKUSSION	37
6	ZUSAMMENFASSUNG	40
7	SUMMARY	40
8	ABKÜRZUNGEN	I
9	LITERATURVERZEICHNIS	II
10	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	VI
11	TABELLENVERZEICHNIS	VII

1 Einleitung

Schafe werden als Nutztiere in der Landwirtschaft vielfältig eingesetzt. Sie werden sowohl zur Milch- und Fleischproduktion verwendet als auch zur Gewinnung von Wolle und zur Landschaftspflege schwer zugänglicher Bereiche. Den größten Anteil der gesamten Schafpopulation in Österreich machen Mutterschafe und ihre Lämmer mit 78 % aus (1).

Trichostrongyliden sind in Österreich eine bedeutsame parasitäre Erregergruppe und können für die Landwirte zu enormen finanziellen Verlusten führen (2). Auch für die Gesundheit der Schafe stellen sie ein beträchtliches Risiko dar, da sie die wichtigsten Erreger der parasitären Gastroenteritis sind. Die Infektion der Schafe findet hauptsächlich auf der Weide durch Aufnahme der infektiösen Drittlarven mit dem Futter statt. Sie führen bei den betroffenen Tieren zu Leistungseinbußen, Minderzunahmen und Hypoproteinämie. Hinzu kommen noch weitere klinische Symptome, die je nach Spezies variieren (3). Als besonders gefährliche Art ist *Haemonchus contortus* zu nennen, welcher bei Schafen von den Trichostrongyliden die höchste Pathogenität besitzt (4). Außerdem ist dieser durch die Veränderung der klimatischen Bedingungen in den letzten Jahrzehnten in Österreich mit gesteigerter Prävalenz zu erwarten (5). In den meisten Fällen sind die betroffenen Tiere gleichzeitig mit mehreren Spezies infiziert und es handelt sich um so genannte Mischinfektionen, welche stärkere Auswirkungen auf den Wirt als Monoinfektionen haben (6). Ein Risiko für besonders große Wurmbürden besteht für Lämmer, immunsupprimierte Tiere und Tiere, die einem hohen Infektionsdruck ausgesetzt sind (7).

Diese Arbeit ist Teil einer Studie, bei der Kotproben von Milchschafen rektal entnommen und im Anschluss parasitologisch untersucht wurden. Die einzelnen Gattungen der Trichostrongyliden und Chabertiidae wurden mittels Larvenkultur und anschließender Larvendifferenzierung, welche gegenwärtig als Goldstandard gilt (8), identifiziert. Die Differenzierung der Larven und die damit einhergehende Untersuchung der Verbreitung der Arten ist ein essentieller Bestandteil für epidemiologische Studien (8). Notwendig ist dies aufgrund der unterschiedlichen Pathogenität der Spezies. Die Zusammensetzung der Arten hat Einfluss auf die Schwere der Erkrankung des Tieres (6). Außerdem können die Erkenntnisse über die vorherrschenden Arten in den jeweiligen Regionen für die Entwicklung von Behandlungs- und Präventivmaßnahmen genutzt werden.

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit dem Auftreten der Gattungen der Trichostrongyliden und Chabertiidae nach Entnahmeregion, -monat und Laktationsstatus der Schafe. Die Hypothese lautet: Auf den meisten Milchschaftbetrieben ist *Haemonchus contortus* die vorherrschende Art, gefolgt von *Trichostrongylus spp.*

2 Literaturübersicht

2.1 Schafhaltung in Österreich

Im Vergleich zum Weltmarkt zeichnet sich die österreichische Landwirtschaft durch viele kleine Betriebe aus. Jedoch gibt es auch hierzulande eine seit Jahren steigende Tendenz der Betriebsgrößen. So stieg die durchschnittliche Herdengröße eines Schafbetriebes innerhalb von zehn Jahren von 27 auf 33 Tiere an. 2021 gab es in Österreich 402.345 Schafe in 16.398 Betrieben (9).

In Österreich werden 99 % der Milch von Kühen produziert und nur rund 1 % von Schafen und Ziegen gewonnen. Nichtsdestotrotz stellt die Arbeit mit Milchschaafen einen wichtigen Teil in der Landwirtschaft dar. Im Jahr 2021 wurden von 28.880 Milchschaafen 10.808 Tonnen Milch erzeugt. Die mittlere Milchleistung pro Jahr und Milchschaaf liegt bei 374 kg. Hauptsächlich wird die gewonnene Schafmilch zur Käseproduktion verwendet und direkt von den Landwirten vermarktet (9).

Der Österreichische Bundesverband für Schafe und Ziegen beschrieb in seinem Jahresbericht von 2021 unter anderem die örtliche Verteilung der Schafe in Österreich. Tirol ist mit 21 % der Schafpopulation dabei das Bundesland, wo die meisten Schafe gehalten werden. Danach folgen in absteigender Reihenfolge Niederösterreich (19 %), Steiermark (18 %), Oberösterreich (17 %), Kärnten (12 %), Salzburg (8 %), Vorarlberg (3 %) und zuletzt Burgenland (2 %). Außerdem wird in dem Jahresbericht beschrieben, dass Mutterschafe und ihre Lämmer bis 6 Monate 78 % des österreichischen Schafbestandes und somit den Hauptteil ausmachen. Nur ein eher kleiner Anteil mit 6 % der Schafe wird zur Milchproduktion verwendet, wobei der durchschnittliche Milchschaafbetrieb 47 Schafe pro Landwirt besitzt. Vorreiter in der Schafmilcherzeugung 2021 war Niederösterreich mit 36 %, was 3.850 Tonnen entspricht, gefolgt von Oberösterreich mit 34 %. Die häufigsten Schafrassen, die zur Milchproduktion verwendet werden, sind Lacaune und Ostfriesisches Milchschaaf (1).

2.2 Die Taxonomie der wichtigen Nematoden der Schafe

Die wichtigsten Endoparasiten des Magen-Darm-Traktes von Schafen gehören nach taxonomischer Einordnung dem Stamm der *Nematoda*, der Klasse der *Chromadorea* und der Ordnung der Strongylida an. In dieser Ordnung ist die Familie der Trichostrongylidae besonders relevant, zu der die meisten Gattungen der Nematoden bei Schafen gehören (Trichostrongyliden). Zudem kommen Arten aus der Familie der Chabertiidae (Knötchenwürmer) bei Schafen regelmäßig vor (3).

Wichtige Gattungen der Trichostrongylidae sind *Cooperia*, *Haemonchus*, *Ostertagia*, *Teladorsagia* und *Trichostrongylus*. Relevante Gattungen der Chabertiidae sind *Chabertia* und *Oesophagostomum*.

2.2.1 Trichostrongyliden

2.2.1.1 Entwicklungszyklus

Trichostrongyliden sind homoxen, d.h. sie besiedeln während ihrem Lebenszyklus in der Regel nur einen Wirt. Die Eier werden mit dem Kot des Wirtes ausgeschieden. Anschließend findet die Weiterentwicklung zur ersten und zweiten Larve statt, welche sich vom Kot ernähren. Je nach Umweltbedingungen entwickelt sich in einem Zeitraum von einer Woche bis zu drei Monaten die Drittlarve, welche das infektiöse Stadium ist. Im Winter findet keine Entwicklung statt. Drittlarven ernähren sich nicht mehr vom Kot und gelangen durch Umwelteinflüsse wie z.B. Regen und durch aktive Bewegungen auf verschiedene Pflanzen auf der Weide, wo sie dann vom Wirt oral aufgenommen werden. Im Wirt entwickeln sich die Drittlarven zu ihrer parasitischen Form weiter. Sie besiedeln den Verdauungstrakt an den gattungsspezifischen Lokalisationen und werden zu Viertlarven und letzten Endes zu adulten, geschlechtsreifen Würmern, welche sich wiederum paaren und Eier produzieren, die mit dem Kot ausgeschieden werden. Die Dauer der Entwicklung von der aufgenommenen Drittlarven zum adulten Wurm ist abhängig von der jeweiligen Gattung (3).

Trichostrongyliden kommen in gemäßigten Klimazonen häufig vor. Die Infektion findet hauptsächlich auf der Weide statt (3).

2.2.1.2 Tierindividuelle Faktoren zur Regulierung der Befallsstärke

Schafe sind sowohl nach natürlicher als auch nach experimenteller Infektion mit Trichostrongyriden in der Lage, eine starke und lang andauernde Immunität gegenüber diesen auszubilden (10). Eine Immunität wird meist über einen Zeitraum von ca. sieben Monaten entwickelt (3). Jedoch ist die ausgebildete Immunität gegenüber den meisten Trichostrongyriden Arten nur bedingt protektiv, d.h. dass sowohl bei Jungtieren als auch bei Adulten starke Infektionen mit einer hohen Eiausscheidung vorkommen können (11). Eine besondere Risikogruppe bei Infektion stellen Lämmer, immunsupprimierte Tiere und laktierende Mutterschafe dar (12). Bei den Muttertieren kommt es zum „periparturient rise“, was bedeutet, dass im Zeitraum um die Geburt und während der Laktation die Ausscheidung von Eiern erhöht ist und es zur Reaktivierung von inhibierten Stadien kommt (3). Dadurch und durch die steigenden Temperaturen im Frühling wird der Infektionsdruck auf den Weiden immer höher, bis er im Sommer sein Maximum erreicht. Im Herbst und Winter nimmt der Infektionsdruck durch Absinken der Temperaturen und immer geringer werdenden Besatzdichten auf den Weiden wieder ab (13). Jene Tiere, welche große Mengen an Eiern mit dem Kot ausscheiden, werden als „super-shedders“ bezeichnet und sind maßgeblich an dem hohen Infektionsdruck auf den Weiden beteiligt (14). Außerdem wurde nachgewiesen, dass Lämmer und schlecht ernährte Schafe signifikant mehr Eier ausscheiden (15).

Eine Immunität gegen Trichostrongyriden äußert sich in der Regel so, dass es weniger Larven gelingt, sich im Magen-Darm-Trakt anzusiedeln und die Weiterentwicklung erschwert wird. Die adulten Würmer nehmen bei ihren Blutmahlzeiten Antikörper auf und werden dadurch geschädigt, was dazu führt, dass sie von geringerer Größe sind und weniger Eier ausscheiden. Bei einem Befall mit *Haemonchus contortus* kann das Phänomen „self cure“ auftreten. Darunter wird der Prozess verstanden, der abläuft, wenn besonders viele Larven in sehr kurzer Zeit aufgenommen werden. Dadurch werden die Adulten beseitigt und die neu aufgenommenen Larven siedeln sich im Labmagen an. Manchmal kommt es auch zur „self cure and protection“ Immunantwort, bei der verhindert wird, dass sich die neu aufgenommenen Larven einnisten können und das Tier mit sehr geringer oder keiner Wurmbürde verbleibt. Ausgelöst könnten diese beiden Phänomene durch eine allergische Sofortreaktion werden (3).

Sowohl bei *Haemonchus contortus* als auch bei *Trichostrongylus colubriformis*, *Teladorsagia circumcincta* und *Ostertagia spp.* wurde herausgefunden, dass die Immunität einer Heritabilität unterliegt und manche Rassen resistenter als andere sind (3). Es gibt bei den Lämmern deshalb so genannte „high responder“, die eine Resistenz besser und schneller entwickeln, und „low responder“. Außerdem gibt es Hinweise, dass „high responder“ nicht nur gegen eine einzelne Gattung immun sind, sondern meist gegen ein breites Spektrum an Gastrointestinalnematoden (16).

2.2.1.3 Hypobiose

Larven vieler gastrointestinaler Nematoden sind in der Lage, in ein hypobiotisches Stadium zu gehen, d.h. ihre Entwicklung im Wirt für einen Zeitraum, der einige Monaten umfassen kann, stillzulegen. Besonders bedeutend ist die Hypobiose für die Parasiten in Regionen mit kalten Wintern und widrigen Umweltbedingungen, wo sich die Larven in der Außenwelt nicht entwickeln könnten. Meist geht der Entwicklungsstopp der Larven auch mit dem Abklingen der klinischen Symptome der Tiere einher. Währenddessen haben die Larven einen niedrigen Stoffwechsel und können so lange Zeit überleben bis sie ihre Entwicklung fortsetzen (7).

Die Fähigkeit in ein hypobiotisches Stadium überzugehen ist vor allem für das Überleben von *Haemonchus contortus*, dessen Drittlarven sehr empfindlich gegenüber kalten Temperaturen und Trockenheit sind, wichtig (17). Demgegenüber sind die Arten *Cooperia spp.* und *Trichostrongylus spp.* mittelgradig resistent der Kälte gegenüber. *Teladorsagia circumcincta* und *Ostertagia spp.* erweisen sich sogar als sehr kälteresistent und die Larven dieser beiden Gattungen sind in der Lage auf der Weide zu überwintern (18).

Bei den Arten *Haemonchus contortus*, *Cooperia curticei*, *Teladorsagia circumcincta* und *Chabertia ovina* sind die Viertlarven zur Hypobiose fähig. Bei *Trichostrongylus spp.* können die Drittlarven ihre Entwicklung temporär unterbrechen (19).

2.2.1.4 Trichostrongyliden des Labmagens

Haemonchus, *Teladorsagia* und *Ostertagia* besiedeln den Labmagen. Diese Trichostrongyliden Arten führen dort zur Zerstörung von Belegzellen, was eine verminderte Salzsäureproduktion

und somit eine Erhöhung des pH-Wertes mit sich bringt. Dadurch wird die Ansiedelung von Bakterien erleichtert und die Proteinverdauung behindert. Außerdem verursachen sie pathologischen Veränderungen an der Mukosa und eine Erhöhung der Permeabilität des Labmagens. Ein typischer Laborbefund eines betroffenen Tieres zeigt Hypoalbuminämie und erhöhte Pepsinogen und Gastrin Werte (3).

Auch *Trichostrongylus axei* befällt den Labmagen, ist jedoch bei Rindern von größerer Bedeutung als bei Schafen, da diese sich als unempfindlicher gegen diesen Erreger erweisen (3).

2.2.1.4.1 *Haemonchus*

Es wird zwischen verschiedenen Spezies unterschieden, wobei *Haemonchus contortus*, auch roter oder gedrehter Magenwurm genannt, in Österreich mit Abstand der wichtigste ist. Dieser kann Schafe und Ziegen befallen, aber auch auf Rinder übertragen werden. Neben diesem gibt es noch *Haemonchus placei* und *Haemonchus similis*, welche eher Rinder und nur selten Schafe befallen und *Mecistocirrus digitatus*, welcher meist in Asien, Afrika, Mittel- und Südamerika vorkommt (3).

Die Haemonchose ist bei Schafen eine der bedeutendsten parasitären Erkrankungen. Die Symptome sind darauf zurückzuführen, dass die Fünftlarven und Adulten jeweils etwa 30 µl Blut pro Tag zu sich nehmen. Aufgrund dessen kann in kurzer Zeit eine Anämie entstehen (20).

Im perakuten Fall der Haemonchose versterben die betroffenen Tiere plötzlich. Akute Verläufe äußern sich durch Anämie, Schwäche, generalisierte ventrale Ödeme, auch „bottle jaw“ genannt, wenig fester Kot und Kollaps beim Treiben. Schafe, die unter chronischer Haemonchose leiden, weisen Abmagerung, vermindertes Allgemeinbefinden und Anämie auf (4).

Betroffene Weidelämmer stellen sich für den Landwirt als Kümmerer dar, die im Wachstum zurückbleiben, weniger fressen und über weniger Energie verfügen. Nicht selten erliegen diese Lämmer ihrer Infektion nach einigen Wochen oder Monaten (3).

Weibchen der Gattung *Haemonchus contortus* produzieren bis zu 10000 Eier pro Tag, was zur Folge hat, dass bereits ein geringer Befall eines Schafes eine hohe Eiausscheidung mit dem Kot mit sich bringt (21).

In den Sommermonaten Juni bis August können in der Regel die höchsten Wurmbürden festgestellt werden (22). Im Winter sind die Wurmbürden meist niedrig, weil *Haemonchus contortus* sich zu dieser Zeit in der Regel in Hypobiose begibt (23).

2.2.1.4.2 *Teladorsagia* & *Ostertagia*

Ostertagia ostertagi, der braune Magenwurm, und *Ostertagia leptospicularis*, der weißliche Magenwurm, kommen bei Schafen nur selten vor. Der bedeutendste Erreger der Ostertagiose für das Schaf ist der Erreger *Teladorsagia circumcincta* (3).

In den meisten Fällen führt *Teladorsagia circumcincta* bei den betroffenen Schafen zu milden Infektionen mit Diarrhoe, schlechten Zunahmen und Abmagerung. Bei schwereren Erkrankungen kann es zu Diarrhoe, Anämie und selten auch zum Tod des Wirtes kommen (7).

Oft tritt die Erkrankung bei Lämmern im Spätsommer oder Herbst zutage, manchmal auch im Frühling, selten bei Adulten. Typischerweise tritt die Krankheit schlagartig bei vielen Schafen auf. Es konnte gezeigt werden, dass mehrmalige Infektionen schädlichere Folgen haben als einmalige (3).

2.2.1.5 Trichostrongyliden des Dünndarms

Cooperia spp., *Trichostrongylus colubriformis* und *Trichostrongylus vitrinus* parasitieren im proximalen Abschnitt des Dünndarms. Sie führen dort zu chronischer Enteritis, pathologischen Veränderungen der Darmzotten und einer vermehrten Anzahl von Becherzellen, wodurch vermehrt Schleim entsteht. Der Befall mit *Trichostrongylus* spp. wirkt sich negativ auf die Dünndarmmotorik und die Labmagen- und duodenale Entleerung aus. Insbesondere *Trichostrongylus vitrinus*, welche die pathogenere Art ist, verursacht Läsionen der Mukosa. Beide Spezies führen bei den Wirten zu Proteinverlusten ins Darmlumen und folglich zu Hypoalbuminämie (3).

2.2.1.5.1 *Cooperia*

Bei der Cooperiose sind für das Schaf zwei Erreger von Bedeutung. Nämlich *Cooperia curticei*, welcher hauptsächlich Schafe und nur gelegentlich Rinder befällt, und *Cooperia oncophora*, welcher vor allem Rinder besiedelt, aber auch Schafe und Ziegen betreffen kann. Die befallenen Tiere nehmen meist weniger Futter auf und zeigen schlechtere Zunahmen und Leistung. Selten tritt auch Diarrhoe auf. Bei Infektion nur mit *Cooperia spp.* sind in den meisten Fällen keine anderen Symptome zu erwarten (3).

Großteils sind Jungtiere unter einem Jahr betroffen. Oft gehen Infektionen mit *Cooperia spp.* mit einem Ostertagiabefall einher, dabei wirken die beiden Spezies synergistisch und es kann zu einer stärkeren Erkrankung des Wirtes kommen. Die betroffenen Tiere weisen dann meist Anämie, gastrointestinalen Blutungen, Diarrhoe und Abmagerung auf (18).

2.2.1.5.2 *Trichostrongylus*

In Österreich kommen folgende Arten vor: *Trichostrongylus colubriformis*, *Trichostrongylus vitrinus* und *Trichostrongylus axei*, welcher als einziger im Labmagen parasitiert, beim Schaf aber nur wenig bedeutend ist (3).

Trichostrongylus colubriformis und *Trichostrongylus vitrinus* sind in Österreich die beim Schaf relevanten Erreger der Dünndarmstrongylose. Auffallend werden die betroffenen Tiere meist im Herbst wegen verminderter Leistung, Inappetenz und manchmal auch Diarrhoe. Bei Untersuchung des Blutes fällt bei diesen oftmals eine Hypophosphorämie auf, welche sich in einigen Fällen negativ auf Knochenstruktur und -wachstum auswirken kann (3).

Erkrankte Schafe bedeuten wirtschaftliche Verluste für den Landwirt und zeigen zudem oft Anorexie, Gewichtsabnahmen, Diarrhoe und Dehydratation (18).

2.2.2 Chabertiidae

Würmer der Familie Chabertiidae werden Knötchenwürmer genannt. Diese können in die Gattungen der Chabertien und Oesophagostomen unterteilt werden. Bei Schafen relevant sind

die folgenden Arten: *Chabertia ovina*, welche auch bei Ziegen, Rindern und Wildwiederkäuern vorkommen kann, *Oesophagostomum venulosum*, welche weltweit vorkommen und auch Ziegen gelegentlich befallen und *Oesophagostomum columbianum*, welche vor allem in warmen Gebieten von größerer Bedeutung ist. Chabertien und Oesophagostomen sind im mitteleuropäischen Mittelgebirge und Alpenraum weit verbreitet (3).

Die Übertragung findet meist im Frühling und Sommer auf der Weide durch mit dem Futter aufgenommene Drittlarven statt. Vor allem Mutterschafe zur und kurz nach der Geburt scheiden besonders viele Eier aus (3). Die Drittlarven der Chabertiidae sind sehr empfindlich gegenüber Kälte und Trockenheit und überwintern deshalb höchst selten auf der Weide (18).

Chabertien entwickeln sich nach der oralen Aufnahme in der Mukosa und Submukosa des Dünndarms weiter zu Viertlarven, welche sich dann im kaudalen Dünndarm und Zäkum ansiedeln. Schlussendlich parasitieren die Fünftlarven und die Adulten hauptsächlich im Kolon (3).

Oesophagostomen reifen nach der oralen Aufnahme in Knötchen in der Darmschleimhaut zu Viertlarven heran. Dies wird als die akute Phase der Infektion bezeichnet. Die Knötchen entwickeln sich, nachdem die Larven sich darin ihrer Scheide entledigen und weiterwandern, zu Granulomen. Die Viertlarven wandern dann zur Schleimhaut des Dickdarmes und reifen dort im Dickdarmlumen zu Adulten heran, was als die chronische Phase der Erkrankung gilt (3).

Bereits bei einer Wurmbürde von z.B. 100 Chabertien erkranken die betroffenen Schafe bereits stark. Dies äußert sich klinisch in Diarrhoe mit Blut- und Schleimbeimengungen, Abmagerung, Schwäche, Colitis und milder Anämie (18). Eine Besiedelung mit einer Anzahl von mehr als 800 Würmern kann für Schafe tödlich enden, besonders bei wiederholtem Kontakt mit dem Erreger ist die Befallsstärke aber meist gering (3).

Die Oesophagostomose betrifft häufig Schafe in einem Alter zwischen drei Monaten bis zu zwei Jahren. Klinisch kann sich die Erkrankung sowohl in Diarrhoe durch beschleunigte Peristaltik als auch in Obstipation durch gehemmte Peristaltik äußern. Außerdem zeigen die betroffenen Tiere Schwäche, Leistungseinbußen und Abmagerung (18).

Die Granulome im Dünndarm der Schafe können ins Darmlumen oder in schweren Fällen ins Abdomen perforieren, wodurch eine Peritonitis und Ansiedlung der Oesophagotomen in anderen Organen entstehen kann (3).

2.3 Diagnose parasitischer Nematoden

Wichtig für die parasitologische Diagnostik im Hinblick auf die Differenzierung der Magen-Darm-Nematoden ist ein bestehendes Hintergrundwissen zur Epidemiologie, dem saisonalen Auftreten und den klinischen Symptomen der einzelnen Spezies (24). Bei nahezu allen Schafen bestehen Mischinfektionen, d.h. es ist zu erwarten, dass bei den zu untersuchenden Tieren jeweils verschiedene Helminthen festzustellen sind (6).

Die Diagnostik *ante mortem* beginnt mit der klinischen Untersuchung der Tiere. Die Schwere der klinischen Erkrankung wird von folgenden Faktoren beeinflusst: die Nematodenspezies, die Anzahl der Würmer im Gastrointestinaltrakt, der Gesundheitsstatus und die Immunkompetenz des betroffenen Schafes, Umwelteinflüssen wie Klima, Weidehaltung, Stress, Besatzdichte, Management und Ernährung (24).

Für die Diagnostik gastrointestinaler Nematoden ist die Flotation aus Kotproben die gebräuchlichste Methode und wird in der parasitologischen Diagnostik regelmäßig eingesetzt. Das Grundkonzept besteht darin, dass der Kot mit einer Lösung höherer Dichte vermischt wird, wodurch die Parasiteneier mit Ausnahme der Trematodeneier flotieren. Von der Oberfläche wird ein Teil der Eier entnommen und unter dem Mikroskop untersucht. Wenn eine Quantifizierung der Eier erzielt wird, können die Eier ausgezählt werden und anschließend aus der gezählten Anzahl an Eiern die Eier pro Gramm Kot (EpG) ermittelt werden. Verschiedene Methoden zur Quantifizierung der Eier basieren auf dem Konzept der Flotation, wie z.B. die McMaster-Methode und die FLOTAC-Methode (24).

Die FLOTAC-Eizählung hat eine höhere Sensitivität als die McMaster-Methode. Mithilfe dieser Methode können parasitische Elemente von Helminthen, also Eier, Larven von Nematoden, Zestoden und Trematoden und intestinale Protozoen erkannt und die Eier quantifiziert werden (25).

Parasiten aus der Ordnung der Strongylida scheiden mit wenigen Ausnahmen denselben Eityp aus, der morphologisch nicht differenziert werden kann. Der Eityp wird daher als Magen-Darm-Strongyliden-Ei (MDS) bezeichnet. Um herauszufinden, von welchen Nematoden Gattungen die Tiere befallen sind, muss anschließend eine Kultivierung zu Drittlarven mit anschließender Larvendifferenzierung durchgeführt werden.

2.4 Vorkommen von Magen-Darm-Strongyliden

MDS haben bei Wiederkäuern eine sehr hohe Relevanz. Dies zeigt z.B. eine Studie, die 2011 bei 35 Schaf- und Ziegenbetrieben in der Steiermark durchgeführt wurde. Im Zuge dessen wurden Kotproben von 409 Schafen untersucht. In 26 von 27 Schafherden, also zu 96 %, konnten MDS nachgewiesen werden. In 19 Herden davon wurde der MDS Befall sogar als hochgradig eingestuft (26). Trichostrongyliden sind zudem die bedeutendsten Erreger der parasitären Gastroenteritis bei Schafen (3). Um die aktuelle Situation besser einschätzen und dagegen vorgehen zu können, ist es von großer Wichtigkeit, die Verbreitung der Gattungen zu untersuchen.

1977 waren *Teladorsagia circumcincta* und *Trichostrongylus spp.* die dominierenden Arten in Österreich, wohingegen *Haemonchus contortus* kaum nachgewiesen werden konnte (27). Im Jahr 2015 wurde eine Studie in Salzburg und der Steiermark durchgeführt, bei der Kotproben von 243 adulten Schafen von 16 Betrieben parasitologisch untersucht wurden. *Trichostrongylus spp.* wurde sowohl vor der Alpung mit 45,6 % als auch danach mit 38,8 % als häufigste MDS Gattung gefunden, wobei seine Prävalenz nach der Alpung signifikant gesunken ist. Im Gegenzug dazu ist die Prävalenz von *Haemonchus contortus*, welcher als zweithäufigster Nematode vorkam, von der ersten zur letzten Untersuchung signifikant gestiegen. Vor der Alpung kam *Haemonchus contortus* mit einer Prävalenz von 18,9 %, danach mit einer Prävalenz von 31,2 % vor. Es folgten geordnet nach Prävalenzen in absteigender Reihenfolge die Spezies *Teladorsagia circumcincta*, *Cooperia spp.* und Chabertiidae (28). 2018–2020 wurden Kotproben von 875 Schafen von 32 Schafbetrieben in der Steiermark, Tirol und Salzburg entnommen und untersucht. Hierbei wurde *Haemonchus contortus* das erste Mal in einer österreichischen Studie als die vorherrschende MDS Art vorgefunden. *Trichostrongylus spp.* wurde am zweithäufigsten gefunden. Auffällig war außerdem, dass *Haemonchus contortus*

in den Kotproben, die im September und Oktober gesammelt wurden, die vorherrschende Art war. Wohingegen bei den Proben, die im November und Dezember gesammelt wurden, *Trichostrongylus spp.* die vorherrschende Art war (29). Dies hängt mit großer Wahrscheinlichkeit damit zusammen, dass *Haemonchus contortus* im Vergleich zu anderen MDS Gattungen sehr empfindlich gegen Kälte und Trockenheit ist (17).

Die gesteigerte Prävalenz von *Haemonchus contortus* in den letzten Jahrzehnten in Österreich kann durch die Veränderungen der klimatischen Bedingungen (5) und die Fähigkeit, in ein hypobiotisches Stadium zu gehen (17), erklärt werden.

Haemonchus contortus hat in vielen Teilen Europas eine große Bedeutung. So wurden 2012–2013 in einer Pilotstudie in den Monaten August bis Oktober in der Schweiz, Italien und Irland 259 Schafbetriebe auf *Haemonchus contortus* untersucht und folgende Prävalenzen konnten ermittelt werden: Schweiz: 77 %, Italien: 73 %, Irland: 4 % (30). 2012 wurden in einer Studie in England bei allen untersuchten Kotproben von 118 Schafbetrieben *Teladorsagia circumcincta* und bei ungefähr der Hälfte der Proben *Haemonchus contortus* festgestellt (31).

3 Material und Methoden

3.1 Studie

Diese Diplomarbeit gehört zu einer Studie des Instituts für Parasitologie und der Universitätsklinik für Wiederkäuer der Veterinärmedizinischen Universität in Wien und ist Teil der PhD-Thesis von Frau Mag. Floriana Sajovitz. Weitere Student:innen sind als Diplomand:innen daran beteiligt. Diese Studie wurde mit dem Bestreben durchgeführt, mehr über die aktuelle Lage des Endoparasitenbefalls von Milchschaafen in Österreich herauszufinden und zu untersuchen, ob und wie dies mit der Leistung und den Gesundheitsparametern der Schafe zusammenhängt. Das Projekt wurde von der Ethik Kommission der Veterinärmedizinischen Universität genehmigt.

3.2 Betriebe und Schafe

Es wurden von Februar bis Juni im Jahr 2022 insgesamt 1239 Kotproben von laktierenden Milchschaafen von 16 verschiedenen Betrieben rektal entnommen. Fünf der Betriebe befinden sich in Oberösterreich, vier in Kärnten, drei in Niederösterreich, zwei in der Steiermark, einer in Tirol und einer in Salzburg. Die 1239 beprobten Tiere können den Rassen der Lacaune, Ostfriesen und Krainer Milchschaafen zugeordnet werden. Im Labor stellten sich 1201 Kotproben als auswertbar heraus, davon war bei 1185 Schafen bekannt, welcher Laktationsgruppe diese angehörten. An dieser Studie sind als Probanden nur weibliche, adulte, laktierende Milchschaafe ab dem ersten Lebensjahr eingeschlossen. Bei den Betrieben 4, 5 und 15 ist im Datensatz eine Laktationsgruppe 0 (L0) angeführt, diese entstammt der fehlerhaften Dokumentation an den Betrieben selbst. Die Proben der L0 werden demnach bei der Auswertung der Daten zur L1 gezählt.

Bei der Aufarbeitung im Labor wurden alle Kotproben eines Betriebes aus derselben Laktationsgruppe gepoolt und diese Sammelkotproben anschließend untersucht. Die Poolproben bestehen je aus mindestens fünf Einzelkotproben. Wenn von einer Laktationsgruppe eines Betriebes weniger als fünf Einzelkotproben existierten, wurden diese so lange mit der nächsthöheren Laktationsgruppe desselben Betriebes kombiniert, bis die

Poolprobe mindestens fünf individuelle Proben enthielt. Einige Poolproben bilden für diese Regel wiederum eine Ausnahme und sie wurden trotz weniger als fünf Einzelkotproben nicht mit der nächsthöheren Laktationsgruppe kombiniert, sondern individuell gepoolt. Dies betrifft L1, L2, L4 und L5 von Betrieb 2 und L7 und L8 von Betrieb 9.

Die Herstellung der Sammelkotproben erfolgte nach Abwiegen jeder einzelnen Kotprobe (BP4100, Sartorius AG, Deutschland) mit mittels Knetmaschine (PC-KM 1188 Profi Cook, Clatronic International GmbH, Deutschland).

3.3 Larvenkultur

Mit dem Ziel MDS weiter in ihre einzelnen Gattungen differenzieren zu können, wurden Larvenkulturen angefertigt. Dazu wurden die insgesamt 89 Poolproben mit Vermiculit und etwas Wasser in Schraubdeckelgläser mit einem Fassungsvermögen von 500 ml gegeben. Anschließend wurden diese Gruppenkotkulturen für zwei Wochen bei 26 °C in Dunkelheit inkubiert, stets feucht gehalten und ventiliert. Nach der zweiwöchigen Bebrütung wurden die Gläser bis an ihren Rand mit Wasser befüllt und danach mit einer Petrischale abgedeckt. So wurden sie um 180° gedreht und auf die Petrischale abgestellt, in welche dann von außen ebenfalls Wasser gegossen wurde. Die gestülpte Gruppenkotkultur wurde so noch einmal für zwölf Stunden bei Zimmertemperatur inkubiert. In dieser Phase migrierten die Larven aus dem Kot in das Wasser in den äußeren Bereich der Petrischale. Die gesamte Flüssigkeit aus der Petrischale wurde anschließend mit einer Einwegpipette abgenommen und in 50ml Röhrchen bis zur weiteren Bearbeitung aufbewahrt. Die sedimentierten Larven und konnten dann vom Boden des Röhrchens mit einer Pipette entnommen, auf einen Objektträger getropft und mit einem Deckglas bedeckt werden. So wurden die entstandenen Drittlarven unter dem Mikroskop in ihre Gattungen differenziert.

3.4 Larvendifferenzierung

Die Differenzierung in die einzelnen Gattungen der MDS erfolgte immer in der gleichen Reihenfolge. Zuerst wurde unter 100-facher Vergrößerung die gesamte Länge der Larven ausgemessen. Danach wurde die Länge des Scheidenschwanzes ermittelt und in kurz, mittel

und lang eingeteilt. Unter 200 bis 400-facher Vergrößerung wurde dann die Form der Larve betrachtet und bestimmt ob ein Filament vorhanden war. Die mikroskopische Differenzierung erfolgte hauptsächlich nach den Richtlinien, die den Publikationen von Van Wyk et. al. 2013, Knoll et. al. 2021, McMurtry et. al. 2000 und Dikmans and Andrews et. al. 1933 zu entnehmen sind.

Van Wyk et. al. beschreibt, dass *Haemonchus contortus* eine Länge von bis zu 800µm aufweist (32). Laut Knoll et. al. kann die Länge auch mehr als 800µm betragen (33). In dieser Studie wurden insgesamt 260 *Haemonchus contortus* Larven, deren Länge bis zu 800µm reichte und 185 der besagten Gattung, die länger als 800µm waren, identifiziert. Für die statistische Auswertung der Daten wurden diese nicht unterschieden, sondern mit der Summe der beiden gearbeitet.

Pro Poolprobe wurden, sofern möglich, 100 Larven differenziert. Bei 14 der Proben war die Zahl der vorhandenen Larven zu gering, weshalb weniger Larven ausgezählt wurden. Die Spanne reicht von einer bis zu 91 differenzierten Larven.

Weiters wurde die Gesamtmenge der ausgewanderten Larven ermittelt. Hierfür wurde die Flüssigkeit mit den Larven gut vermischt und drei Tropfen von je 10µl Flüssigkeit entnommen. Unter dem Lichtmikroskop wurde die Zahl der Larven pro 10µl ermittelt. Um die gesamte Larvenmenge zu ermitteln, wurde der Mittelwert der drei Zählungen verwendet und anschließend auf das Gesamtvolumen hochgerechnet.



Abbildung 1: *Haemonchus contortus* unter 100-facher Vergrößerung

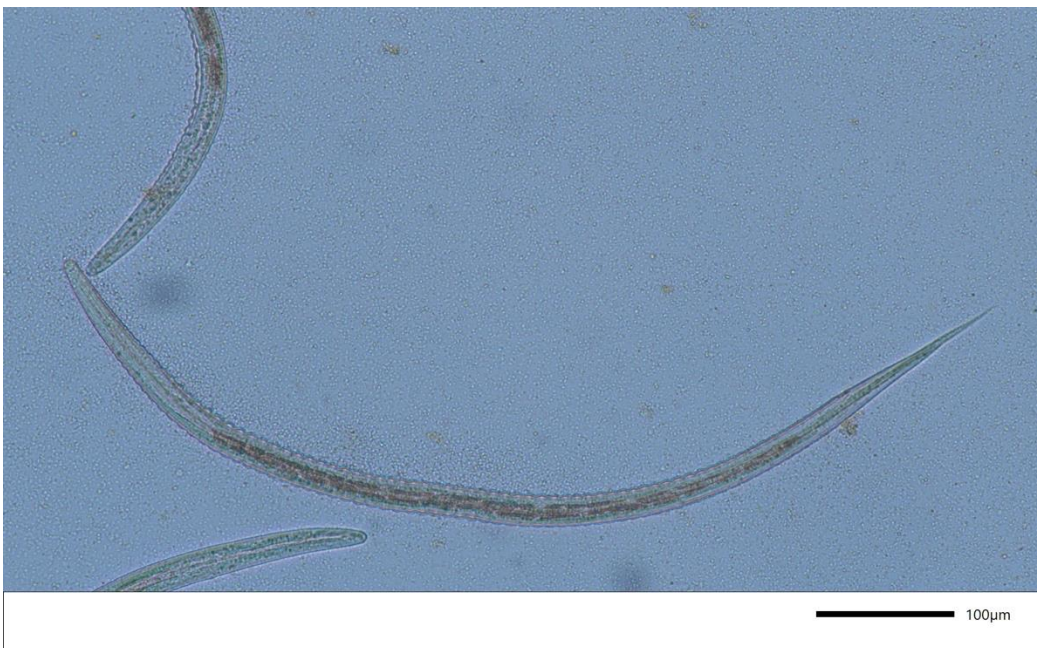


Abbildung 2: *Cooperia* spp. unter 100-facher Vergrößerung

3.5 Statistische Methoden

Bei der Auswertung der Daten nach Entnahmemonaten wurde auch eine Statistik angefertigt. Dafür wurden die Daten zuerst mittels Shapiro-Wilk Test auf Normalverteilung getestet. Anschließend wurde ein Kruskal Wallis Test durchgeführt, um zu prüfen, ob es statistisch signifikante Unterschiede zwischen den jeweiligen Gruppen gab. Schließlich wurden die Gruppen, zwischen denen es laut Kruskal Wallis Test statistisch signifikante Unterschiede gab, mittels Dunn-Bonferroni Test paarweise verglichen, um festzustellen, zwischen welchen Variablen genau die signifikanten Unterschiede bestanden. Es wurde ein Signifikanzniveau von $< 0,05$ gewählt, bei einem p-Wert $< 0,05$ war das Ergebnis somit signifikant.

Als abhängige Variablen wurden die Ergebnisse der Larvendifferenzierung verwendet.

Als unabhängige Variablen wurden in dieser Arbeit Laktationsgruppen und Entnahmemonat verwendet.

3.5.1 Laktationsgruppen:

Insgesamt wurden im Zuge dieser Studie 89 Gruppenkotkulturen angesetzt, von welchen anschließend eine Larvendifferenzierung durchgeführt wurde. Davon stammen vier Poolproben, welche als „Sammel“, „Extra“, „Probe 11+14“ betitelt sind, von Milchschafern mit unklarem Laktationsstatus. Diese vier Poolproben wurden in der statistischen Auswertung nach Laktationsgruppen nicht berücksichtigt. Außerdem wurde Betrieb 15 ausgeschlossen, weil bei diesem die L0, L1 und L2 zusammengefasst wurden und deshalb nicht in die Einteilung der Auswertung passten. Für die Statistik wurden somit 83 Poolproben ausgewertet und die Daten wurden in Jungtiere und Ältere unterteilt. Jungtiere (Gruppe 1) waren alle aus der L0 und L1, alle anderen wurden in die Gruppe der Älteren (Gruppe 2) zusammengefasst.

3.5.2 Entnahmemonat:

Die unabhängigen Variablen waren in diesem Fall die Monate, in denen im Jahr 2022 an den Milchschaferbetrieben Kotproben gesammelt wurden, nämlich Februar, März, April, Mai und Juni.

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisse nach Betrieben

Bei den meisten Betrieben war *Haemonchus contortus* die vorherrschende und *Cooperia spp.* die zweithäufigste Art. *Haemonchus contortus* wurde in 13 von 16 beprobten Betrieben als vorherrschende Art mit prozentualen Anteilen von 48,54 % bis zu 73,92 % gefunden. *Cooperia spp.* war in elf von 16 Betrieben die zweithäufigste Art mit prozentualen Anteilen von 10,77 % bis zu 44,50 %. Eine Ausnahme stellt Betrieb 1 dar, bei dem *Teladorsagia circumcincta* die vorherrschende Art war, gefolgt von *Haemonchus contortus*. Bei Betrieb 4 war *Teladorsagia circumcincta* die zweithäufigste Art und bei Betrieb 8 *Trichostrongylus spp.*. Bei den Betrieben 13 und 14 war *Cooperia spp.* die vorherrschende Art und *Haemonchus contortus* die zweithäufigste. *Trichostrongylus spp.* kam mit prozentualen Anteilen von 0 % bis zu 26,32 %, *Teladorsagia circumcincta* mit Anteilen von 0 % bis zu 31,98 % und Chabertiidae mit Anteilen von 0,64 % bis zu 17,02 % vor. *Ostertagia spp.* wurde kaum nachgewiesen (Abb. 3).

Die genauen prozentualen Anteile der Arten bei den 16 beprobten Milchschaftbetrieben können Tab. 1 entnommen werden. Bei jedem Betrieb ist jeweils in der obersten Zeile der mittlere prozentuale Anteil aller Poolproben ersichtlich. Wenn vorhanden gibt es zusätzliche Zeilen, in denen die mittleren prozentualen Anteile der Jungtiere und der Älteren ersichtlich sind.

Table 1: Übersichtstabelle über die beprobten Betriebe und die jeweiligen prozentualen Anteile der Arten, eingeteilt in alle Proben des jeweiligen Betriebs, die Proben aus den Jungtieren (L0 und L1) und die Proben aus den Älteren (L2–L16)

Betrieb		<i>Haemonchus</i>	<i>Cooperia</i>	<i>Trichostrongylus</i>	<i>Teladorsagia</i>	<i>Ostertagia</i>	Chabertiidae
1	Alle	24,86 %	21,00 %	16,38 %	31,98 %	0,00 %	5,78 %
1	Ältere	26,28 %	24,68 %	22,44 %	24,68 %	0,00 %	1,92 %
2	Alle	65,73 %	16,62 %	3,32 %	11,25 %	0,00 %	3,07 %
2	Jungtiere	40,00 %	0,00 %	60,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
2	Ältere	61,75 %	16,14 %	2,81 %	15,09 %	0,00 %	4,21 %
3	Alle	61,55 %	29,55 %	0,00 %	3,60 %	0,00 %	5,30 %
3	Jungtiere	65,00 %	17,00 %	0,00 %	1,00 %	0,00 %	17,00 %
3	Ältere	60,75 %	32,48 %	0,00 %	4,21 %	0,00 %	2,57 %

4	Alle	50,64 %	3,40 %	10,21 %	18,72 %	0,00 %	17,02 %
4	Jungtiere	84,16 %	3,96 %	3,96 %	3,96 %	0,00 %	3,96 %
4	Ältere	25,37 %	2,99 %	14,93 %	29,85 %	0,00 %	26,87 %
5	Alle	48,54 %	44,50 %	0,97 %	1,78 %	0,00 %	4,21 %
5	Jungtiere	60,00 %	17,00 %	5,00 %	10,00 %	0,00 %	8,00 %
5	Ältere	46,33 %	49,81 %	0,19 %	0,19 %	0,00 %	3,47 %
6	Alle	70,80 %	17,34 %	1,65 %	0,88 %	0,55 %	8,78 %
6	Jungtiere	68,00 %	31,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	1,00 %
6	Ältere	68,72 %	17,36 %	1,72 %	1,15 %	0,72 %	10,33 %
7	Alle	66,13 %	22,94 %	3,94 %	4,48 %	0,00 %	2,51 %
7	Jungtiere	74,00 %	10,00 %	5,00 %	6,00 %	0,00 %	5,00 %
7	Ältere	64,41 %	25,76 %	3,71 %	4,15 %	0,00 %	1,97 %
8	Alle	48,68 %	12,83 %	26,32 %	9,87 %	0,00 %	2,30 %
8	Jungtiere	36,27 %	6,86 %	33,33 %	22,55 %	0,00 %	0,98 %
8	Ältere	54,95 %	15,84 %	22,77 %	3,47 %	0,00 %	2,97 %
9	Alle	63,08 %	10,77 %	10,15 %	7,08 %	0,00 %	8,92 %
10	Alle	67,90 %	20,57 %	4,90 %	5,33 %	0,00 %	1,31 %
10	Jungtiere	58,42 %	22,77 %	7,925 %	5,94 %	0,00 %	4,95 %
10	Ältere	69,07 %	20,29 %	4,52 %	5,26 %	0,00 %	0,86 %
11	Alle	65,87 %	26,03 %	4,60 %	0,79 %	0,00 %	2,70 %
11	Jungtiere	0,00 %	0,00 %	100,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
11	Ältere	65,98 %	26,07 %	4,45 %	0,79 %	0,00 %	2,70 %
12	Alle	64,24 %	28,73 %	2,18 %	0,97 %	0,36 %	3,52 %
12	Jungtiere	69,30 %	24,56 %	0,88 %	0,00 %	0,00 %	5,26 %
12	Ältere	63,43 %	29,40 %	2,39 %	1,13 %	0,42 %	3,23 %
13	Alle	44,11 %	47,76 %	3,81 %	0,66 %	1,99 %	1,66 %
13	Jungtiere	31,68 %	44,55 %	9,90 %	0,99 %	5,94 %	6,93 %
13	Ältere	46,61 %	48,41 %	2,59 %	0,60 %	1,20 %	0,60 %
14	Alle	31,21 %	52,23 %	15,92 %	0,00 %	0,00 %	0,64 %
15	Alle	66,67 %	21,57 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	11,76 %
16	Alle	73,92 %	16,94 %	5,81 %	2,33 %	0,33 %	0,66 %
16	Jungtiere	59,41 %	32,67 %	5,94 %	0,99 %	0,99 %	0,00 %
16	Ältere	76,85 %	13,77 %	5,79 %	2,59 %	0,20 %	0,80 %

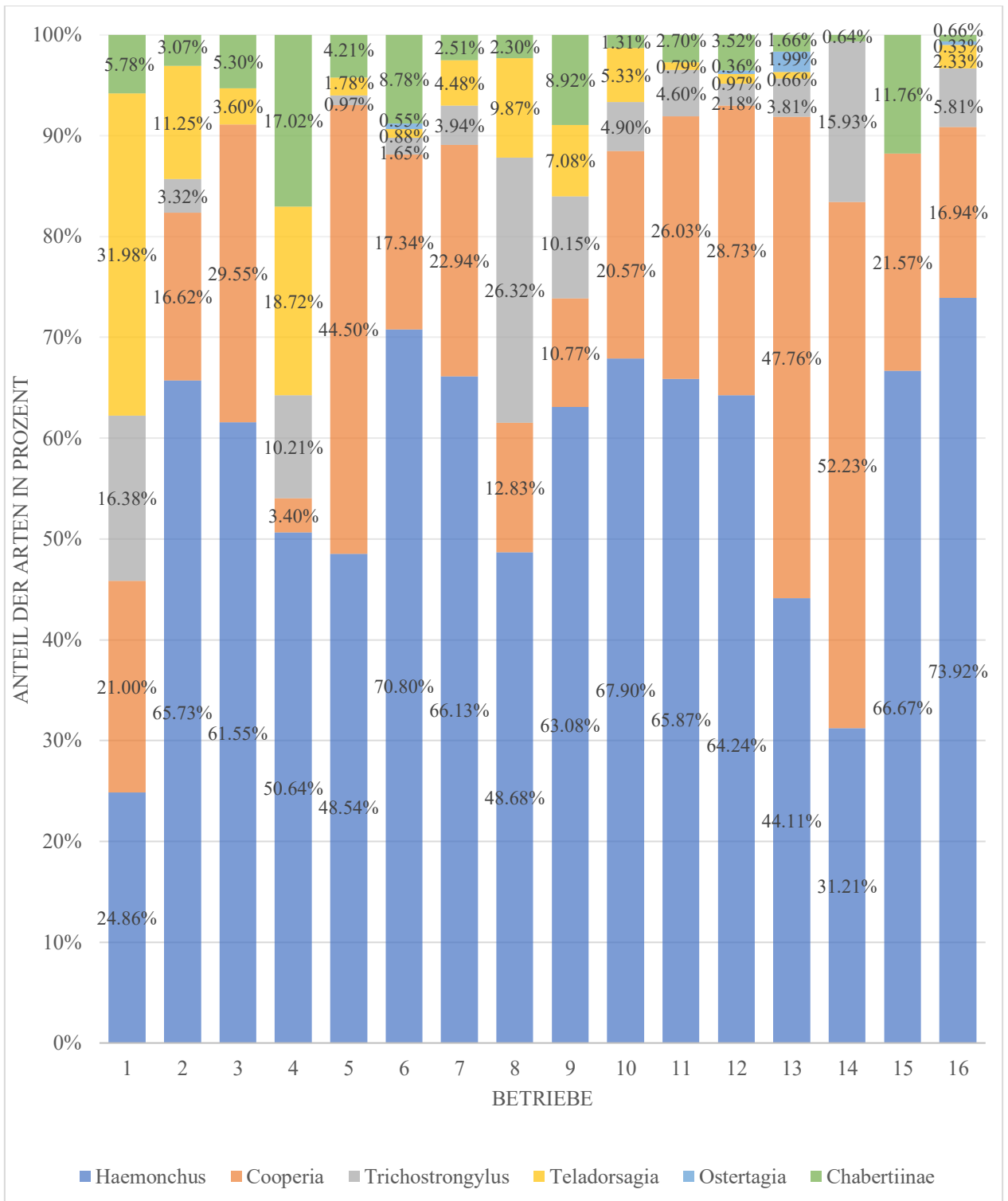


Abbildung 3: Prozentuale Anteile der MDS-Arten in den beprobten Betrieben

4.2 Ergebnisse nach Monaten

Im Februar wurde ein Betrieb beprobt und die Kotproben wurden in sechs Poolproben eingeteilt. Bei den Proben, die in im Februar gesammelt wurden, war *Teladorsagia circumcincta* mit einem prozentualen Anteil von 31,89 % die vorherrschende Art, gefolgt von *Haemonchus contortus* mit 24,86 %. Danach folgten in absteigender Reihenfolge die Arten *Cooperia spp.* mit 21,00 %, *Trichostrongylus spp.* mit 16,38 % und Chabertiidae mit 5,78 %. *Ostertagia spp.* wurde in diesen Poolproben nicht gefunden (Abb. 4).

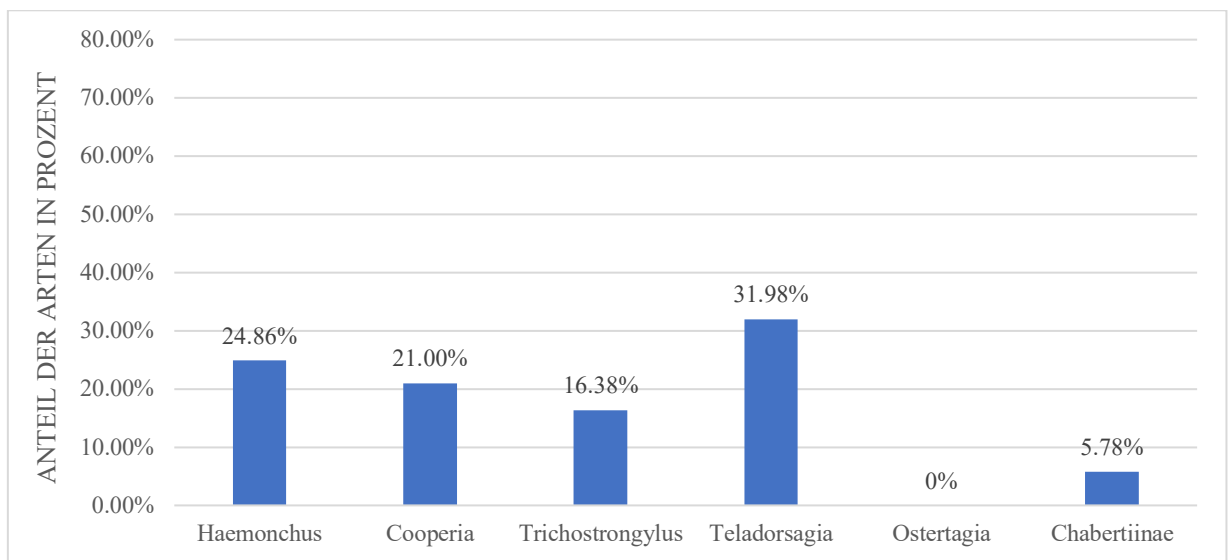


Abbildung 4: Prozentuale Verteilung der MDS-Arten im Februar; n=6

Im März wurden Kotproben von zwei Betrieben gesammelt, welche in zwölf Poolproben eingeteilt wurden. Bei den Proben, die im März gesammelt wurden, war *Haemonchus contortus* mit einem prozentualen Anteil von 63,33 % die vorherrschende Art, gefolgt von *Cooperia spp.* mit 24,05 %. Danach folgten in absteigender Reihenfolge die Arten *Teladorsagia circumcincta* mit 6,86 %, Chabertiidae mit 4,35 % und *Trichostrongylus spp.* mit 1,41 %. *Ostertagia spp.* wurde in diesen Poolproben nicht gefunden (Abb. 5).

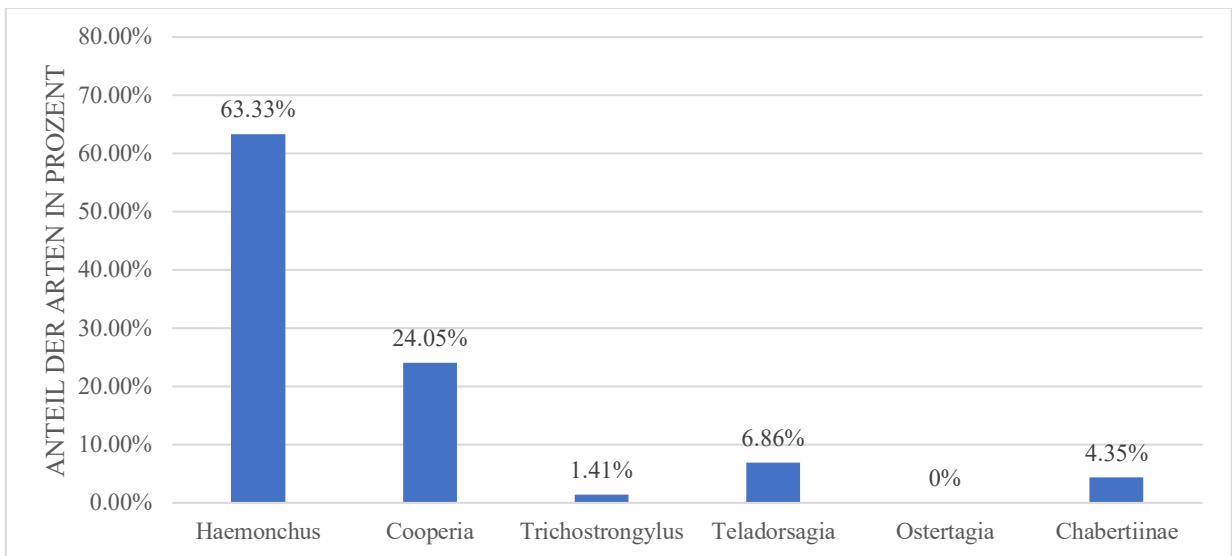


Abbildung 5: Prozentuale Verteilung der MDS-Arten im März; n=12

Im April wurden drei Betriebe beprobt, eingeteilt in 19 Poolproben. Bei den Proben, die im April gesammelt wurden, war *Haemonchus contortus* mit einem prozentualen Anteil von 60,32 % die vorherrschende Art, gefolgt von *Cooperia spp.* mit 25,00 %. Danach folgten in absteigender Reihenfolge die Arten Chabertiidae mit 8,28 %, *Teladorsagia circumcincta* mit 3,57 %, *Trichostrongylus spp.* mit 2,55 % und *Ostertagia spp.* mit 0,28 % (Abb. 6).

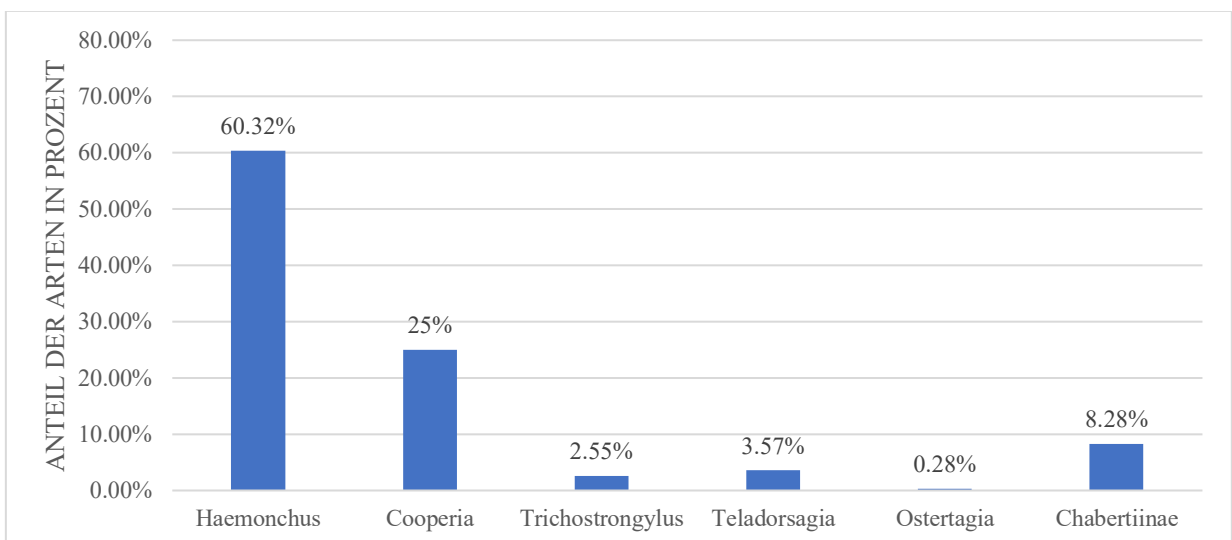


Abbildung 6: Prozentuale Verteilung der MDS-Arten im April; n=19

Im Mai wurden acht Betriebe beprobt, eingeteilt in 44 Poolproben. Bei den Proben, die im Mai gesammelt wurden, war *Haemonchus contortus* mit einem prozentualen Anteil von 60,31 % die vorherrschende Art, gefolgt von *Cooperia spp.* mit 26,89 %. Danach folgten in absteigender Reihenfolge die Arten *Trichostrongylus spp.* mit 6,36 %, *Teladorsagia circumcincta* mit 3,33 %, Chabertiidae mit 2,75 % und *Ostertagia spp.* mit 0,35 % (Abb. 7).

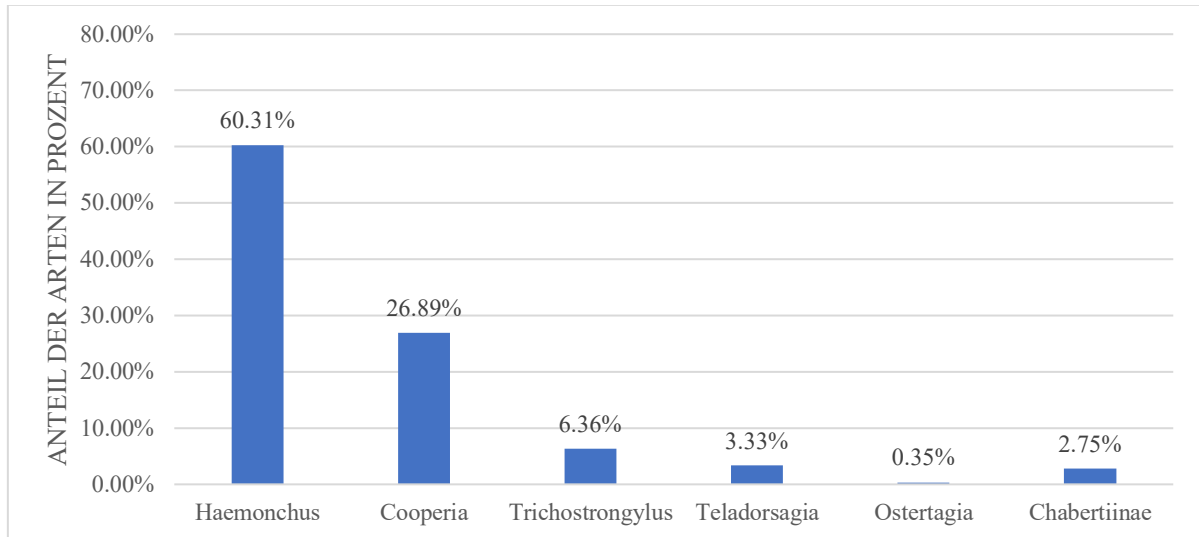


Abbildung 7: Prozentuale Verteilung der MDS-Arten im Mai; n=44

Im Juni wurden zwei Betriebe beprobt, eingeteilt in acht Poolproben. Bei den Proben, die im Juni gesammelt wurden, war *Haemonchus contortus* mit einem prozentualen Anteil von 73,35 %, gefolgt von *Cooperia spp.* mit 17,30 %. Danach folgten in absteigender Reihenfolge die Arten *Trichostrongylus spp.* mit 5,36 %, *Teladorsagia circumcincta* mit 2,14 %, Chabertiidae mit 1,53 % und *Ostertagia spp.* mit 0,31 % (Abb. 8).

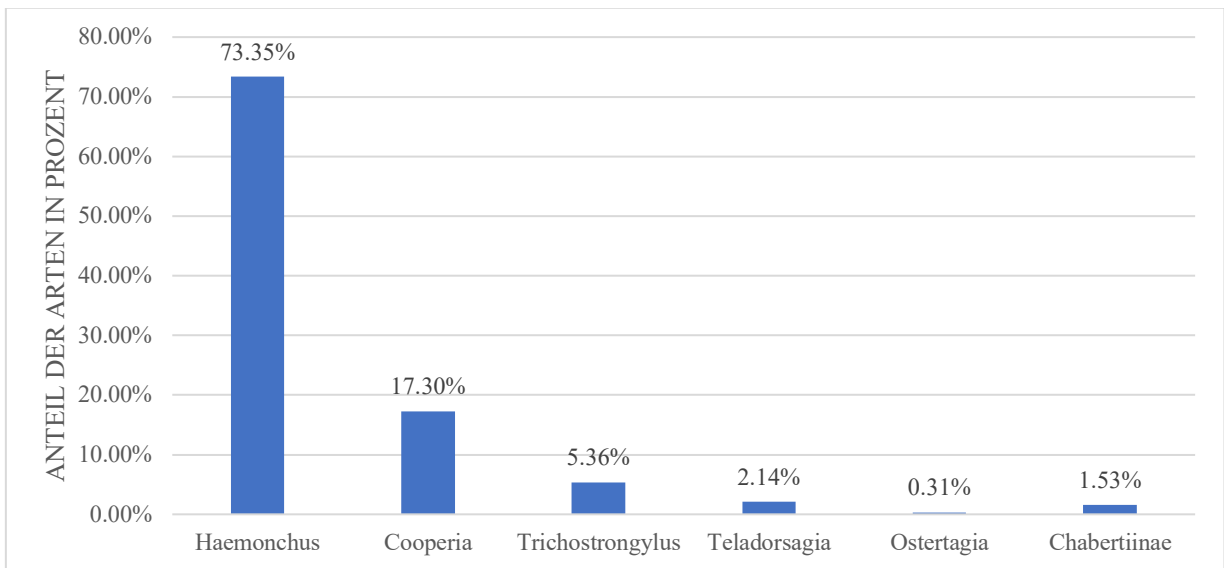


Abbildung 8: Prozentuale Verteilung der MDS-Arten im Juni; n=8

Bei Durchführung eines Shapiro-Wilk Tests konnte bei allen Gattungen eine Signifikanz kleiner als 0,05 errechnet werden, was bedeutet, dass die Daten nicht normal verteilt sind.

Bei der statistischen Auswertung mittels Kruskal Wallis Test konnte gezeigt werden, dass bei *Haemonchus contortus* ($p=0,023$), *Trichostrongylus spp.* ($p=0,003$), *Teladorsagia circumcincta* ($p=0,001$) und bei den Chabertiidae ($p=0,036$) ein signifikanter Unterschied im Auftreten der Arten in den Monaten besteht.

Bei den Arten *Ostertagia spp.* und *Cooperia spp.* war $p > 0,05$ und somit muss bei diesen beiden an der Nullhypothese festgehalten werden und davon ausgegangen werden, dass kein Unterschied im zeitlichen Auftreten besteht.

Anschließend wurde mittels Dunn-Bonferroni Test ermittelt zwischen welchen Monaten es einen statistisch signifikanten Unterschied gab.

- *Haemonchus contortus*:

Es konnte ein statistisch signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) im Auftreten von *Haemonchus contortus* zwischen den Monaten Februar und Mai ($p=0,015$) und zwischen den Monaten Februar und Juni ($p=0,044$) nachgewiesen werden (Abb. 9).

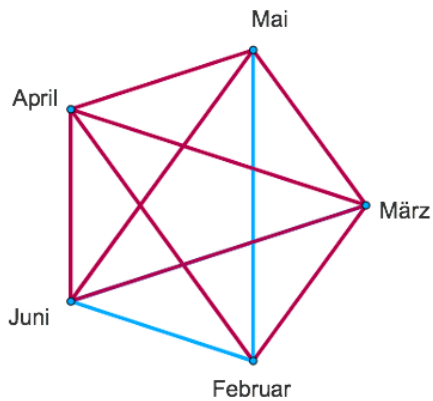


Abbildung 9: Statistischer Vergleich im Auftreten von *Haemonchus contortus* nach Monaten, wobei blaue Linien eine statistische Signifikanz zeigen und rote Linien bedeuten, dass kein statistisch signifikanter Unterschied vorliegt

- *Trichostrongylus spp.:*

Es konnte ein statistisch signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) im Auftreten von *Trichostrongylus spp.* zwischen den Monaten Februar und März ($p=0,032$) und zwischen den Monaten März und Mai ($p=0,043$) nachgewiesen werden (Abb.10).

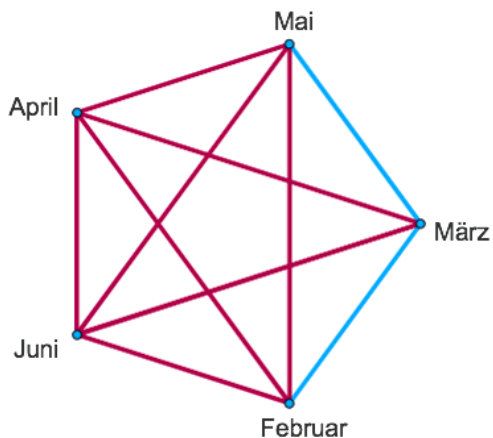


Abbildung 10: Statistischer Vergleich im Auftreten von *Trichostrongylus spp.* nach Monaten, wobei blaue Linien eine statistische Signifikanz zeigen und rote Linien bedeuten, dass kein statistisch signifikanter Unterschied vorliegt

- *Teladorsagia circumcincta*:

Es konnte ein statistisch signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) im Auftreten von *Teladorsagia circumcincta* zwischen den Monaten Februar und April ($p=0,002$), Februar und Mai ($p=0,012$) und zwischen den Monaten Februar und Juni ($p=0,005$) nachgewiesen werden (Abb. 11).

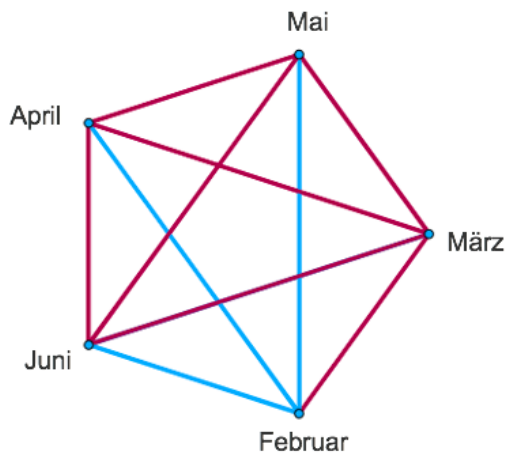


Abbildung 11: Statistischer Vergleich im Auftreten von *Teladorsagia circumcincta* nach Monaten, wobei blaue Linien eine statistische Signifikanz zeigen und rote Linien bedeuten, dass kein statistisch signifikanter Unterschied vorliegt

4.3 Ergebnisse nach Bundesländern

In insgesamt sechs Bundesländern von Österreich wurden Kotproben von Milchschaften genommen.

In Kärnten wurden vier Betriebe beprobt und die Kotproben in 24 Poolproben eingeteilt. Bei den Proben, die in Kärnten gesammelt wurden, war *Haemonchus contortus* mit einem prozentualen Anteil von 54,60 % die vorherrschende Art, gefolgt von *Cooperia spp.* mit 20,93 %. Danach folgten in absteigender Reihenfolge die Arten *Teladorsagia circumcincta* mit 11,02 %, *Trichostrongylus spp.* mit 6,98 %, Chabertiidae mit 6,22 % und *Ostertagia spp.* mit 0,25 % (Abb. 12).

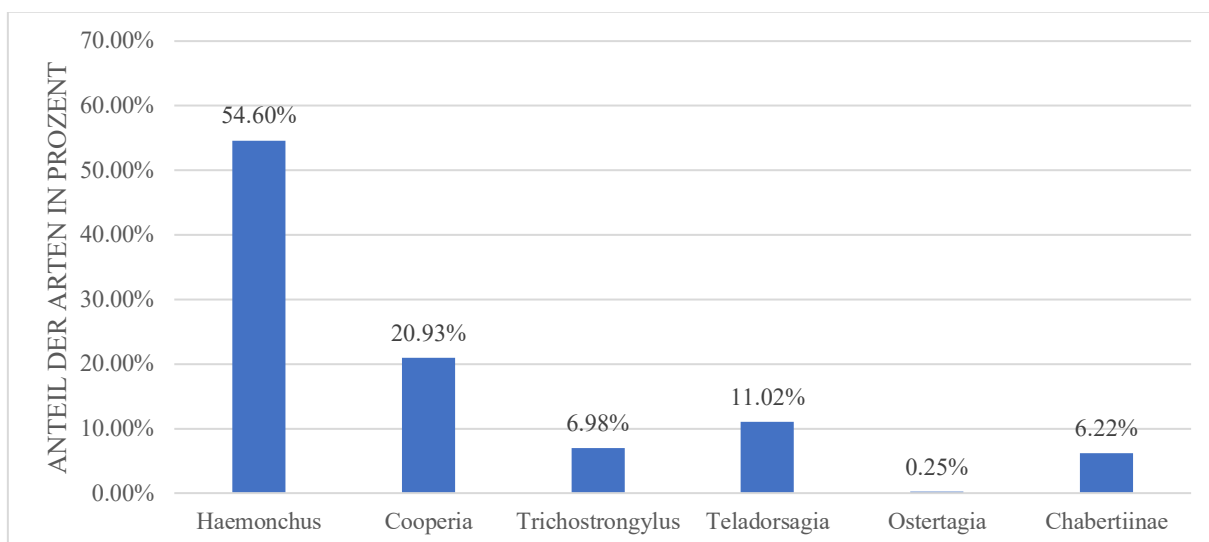


Abbildung 12: Prozentuale Verteilung der MDS-Arten in Kärnten; n=24

In Niederösterreich wurden drei Betriebe beprobt und die Kotproben in 15 Poolproben eingeteilt. Bei den Proben, die in Niederösterreich gesammelt wurden, war *Haemonchus contortus* mit einem prozentualen Anteil von 67,01 % die vorherrschende Art, gefolgt von *Cooperia spp.* mit 20,14 %. Danach folgten in absteigender Reihenfolge die Arten *Trichostrongylus spp.* mit 4,67 %, *Chabertiidae* mit 4,19 %, *Teladorsagia circumcincta* mit 3,85 % und *Ostertagia spp.* mit 0,14 % (Abb.13).

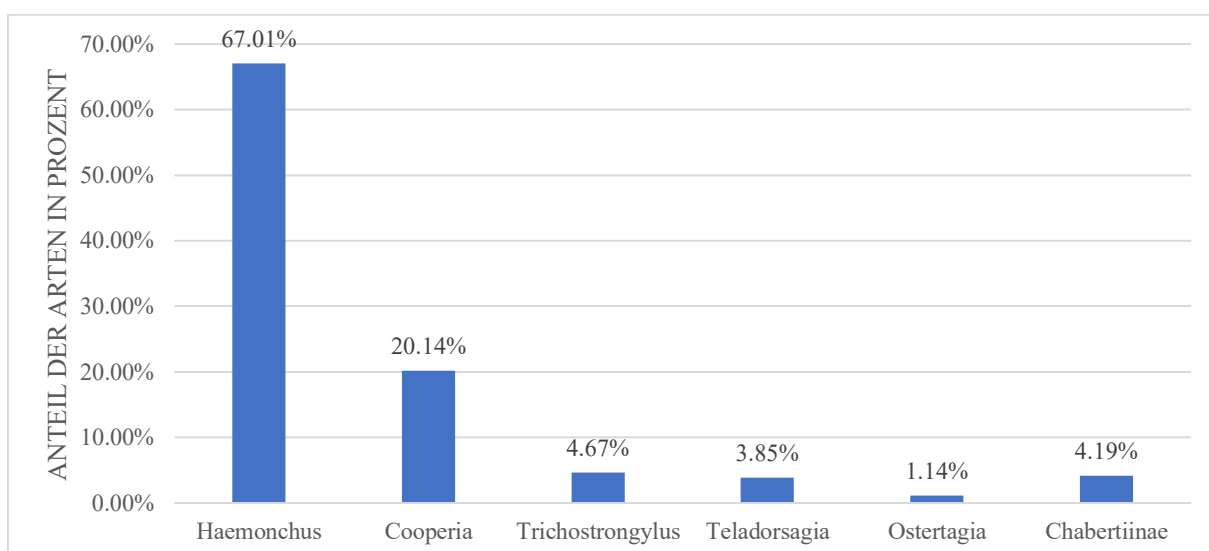


Abbildung 13: Prozentuale Verteilung der MDS-Arten in Niederösterreich; n=15

In der Steiermark wurden zwei Betriebe beprobt und die Kotproben in 11 Poolproben eingeteilt. Bei den Proben, die in der Steiermark gesammelt wurden, war *Haemonchus contortus* mit einem prozentualen Anteil von 61,23 % die vorherrschende Art, gefolgt von *Cooperia spp.* mit 23,11 %. Danach folgten in absteigender Reihenfolge die Arten Chabertiidae mit 6,51 %, *Teladorsagia circumcincta* mit 4,91 %, *Trichostrongylus spp.* mit 3,96 % und *Ostertagia spp.* mit 0,28 % (Abb. 14).

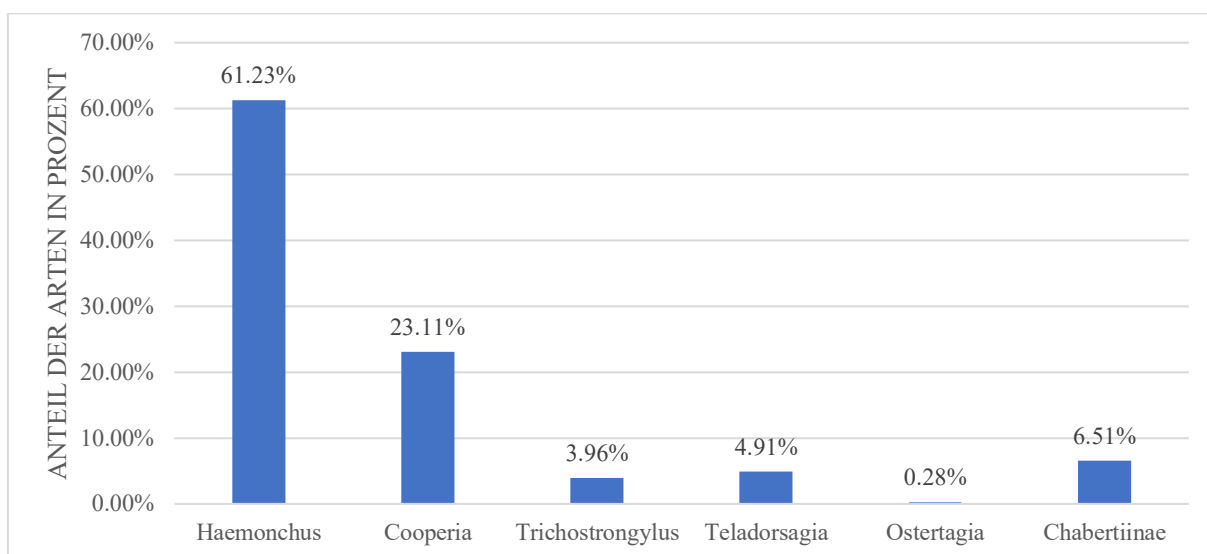


Abbildung 14: Prozentuale Verteilung der MDS-Arten in der Steiermark; n=11

In Oberösterreich wurden fünf Betriebe beprobt und die Kotproben in 30 Poolproben eingeteilt. Bei den Proben, die in Oberösterreich gesammelt wurden, war *Haemonchus contortus* mit einem prozentualen Anteil von 56,86 % die vorherrschende Art, gefolgt von *Cooperia spp.* mit 30,61 %. Danach folgten in absteigender Reihenfolge die Arten *Trichostrongylus spp.* mit 5,86 %, *Teladorsagia circumcincta* mit 3,96 %, Chabertiidae mit 2,30 % und *Ostertagia spp.* mit 0,40 % (Abb. 15).

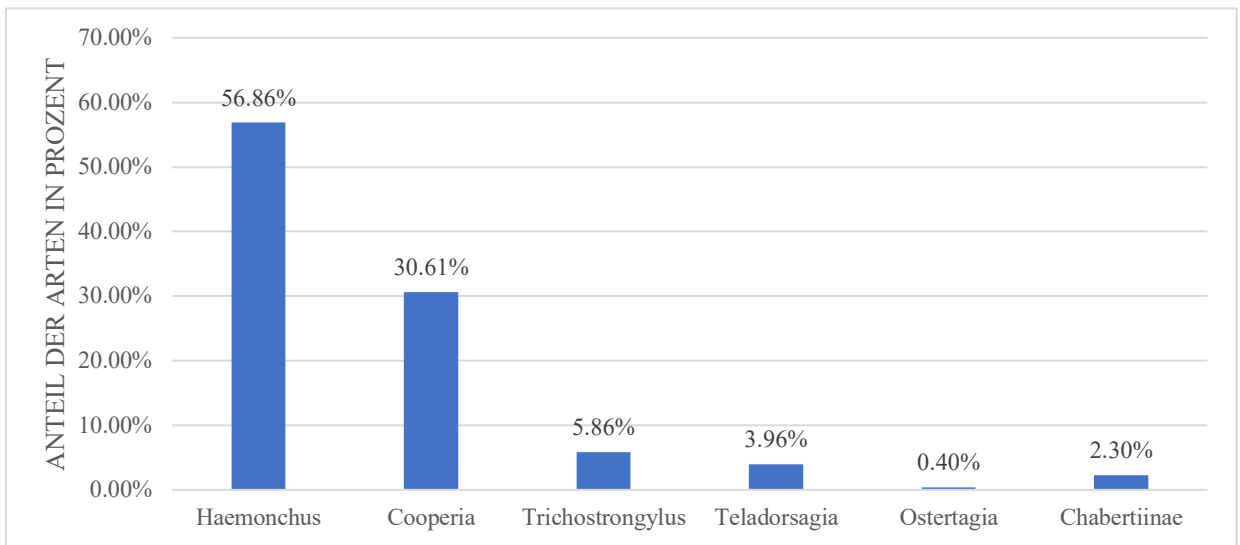


Abbildung 15: Prozentuale Verteilung der MDS-Arten in Oberösterreich, n=30

In Salzburg wurde ein Betrieb beprobt und die Kotproben in sieben Poolproben eingeteilt. Bei den Proben, die in Salzburg gesammelt wurden, war *Haemonchus contortus* mit einem prozentualen Anteil von 65,87 % die vorherrschende Art, gefolgt von *Cooperia spp.* mit 26,03 %. Danach folgten in absteigender Reihenfolge *Trichostrongylus spp.* mit 4,60 %, Chabertiidae mit 2,70 % und *Teladorsagia circumcincta* mit 0,79 %. *Ostertagia spp.* wurde in diesen Poolproben nicht gefunden (Abb. 16).

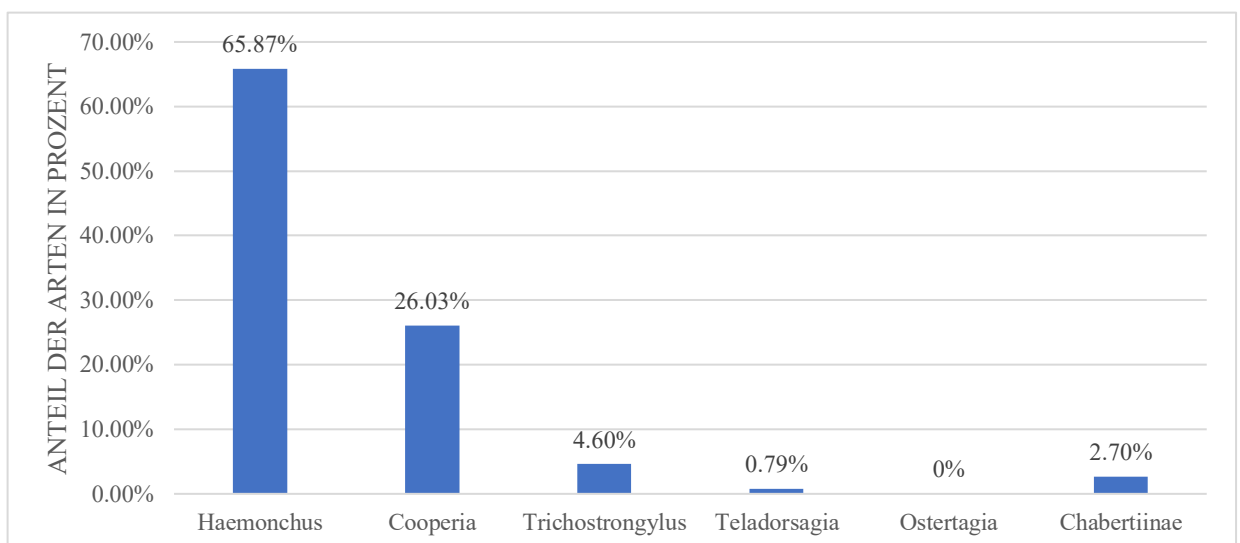


Abbildung 16: Prozentuale Verteilung der MDS-Arten in Salzburg; n=7

In Tirol wurde ein Betrieb beprobt und die Kotproben in zwei Poolproben eingeteilt. Bei den Proben, die in Tirol gesammelt wurden, war *Haemonchus contortus* mit einem prozentualen Anteil von 66,67 % die vorherrschende Art, gefolgt von *Cooperia spp.* mit 21,57 % und den Chabertiidae mit 11,76 %. *Trichostrongylus spp.*, *Teladorsagia circumcincta* und *Ostertagia spp.* wurden in diesen Poolproben nicht gefunden (Abb. 17).

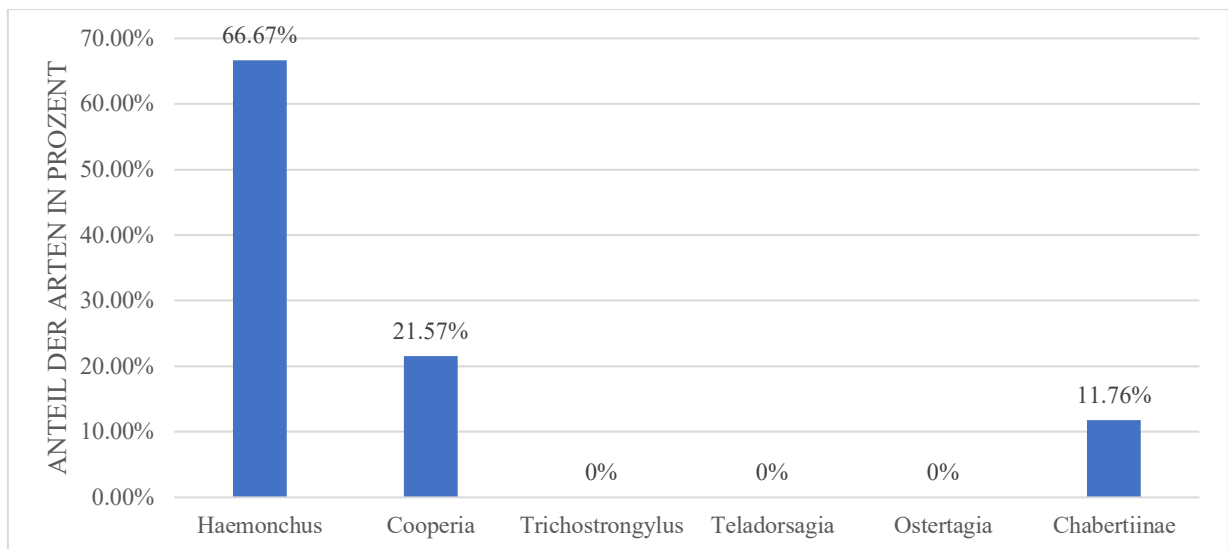


Abbildung 17: Prozentuale Verteilung der MDS-Arten in Tirol; n=2

4.4 Ergebnisse nach Laktationsgruppen

Es wurden, wie in Kapitel 3.5.1 beschrieben, zwei Gruppen gebildet, nämlich die der Jungtiere (Gruppe 1) und die der Älteren (Gruppe 2). Insgesamt wurden 83 Poolproben für diese Auswertung herangezogen. Zwölf davon wurden Gruppe 1 zugeordnet und 71 wurden Gruppe 2 zugeordnet. In beiden gebildeten Gruppen überwog die Gattung *Haemonchus contortus* mit 60,53 % bei den Jungtieren und 59,62 % bei den Älteren. Am zweithäufigsten kam *Cooperia spp.* vor mit 20,96 % bei den jungen und 26,40 % bei den Älteren. An dritter Stelle nach Häufigkeit stand *Trichostrongylus spp.*, welcher zu 7,50 % bei Gruppe 1 und zu 5,33 % bei Gruppe 2 gefunden wurde. Danach folgten *Teladorsagia circumcincta* mit 5,07 % bei Jungtieren und 4,61 % bei Älteren und die Chabertiidae mit 5,26 % und 3,80 %. Am seltensten

wurde *Ostertagia spp.* differenziert mit 0,68 % bei den Jungtieren und 0,22 % bei den Älteren (Abb. 18).

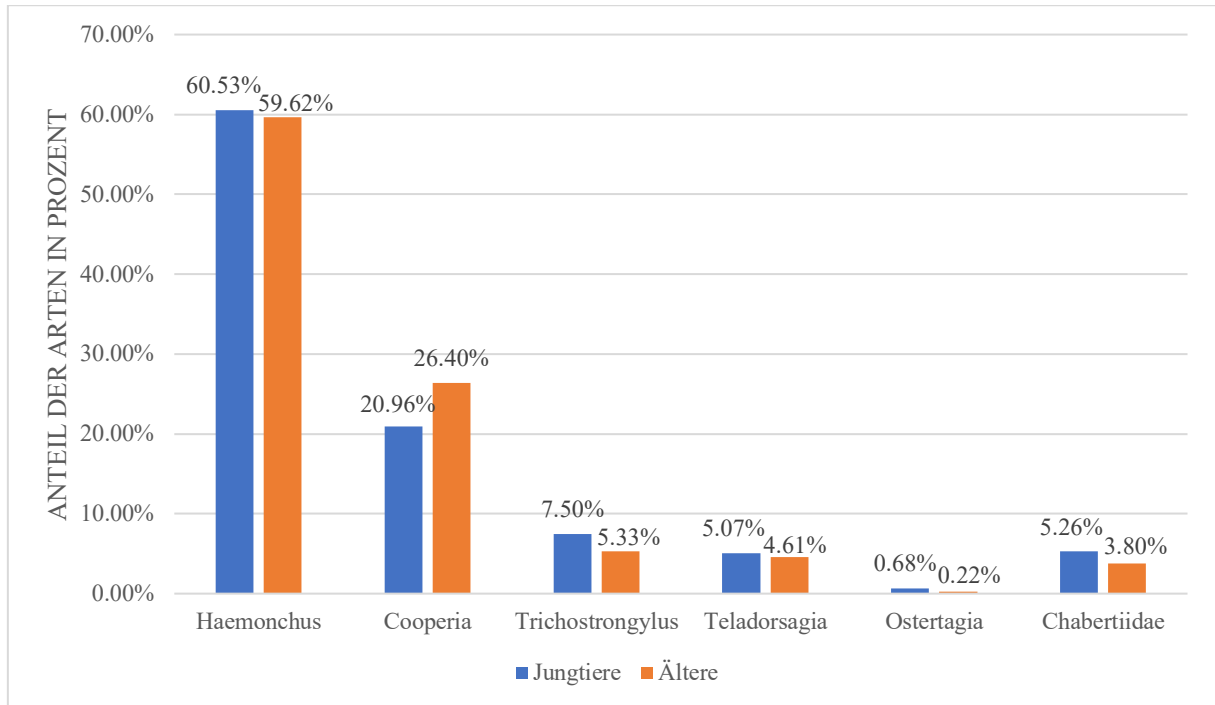


Abbildung 18: Prozentuale Anteile der MDS-Arten bei Jungtieren und Älteren;
 Gruppe 1: n=12
 Gruppe 2: n=71

Es wurde bei allen sechs MDS Gattungen ein Kruskal-Wallis Test durchgeführt, mit der beschriebenen Einteilung in Gruppe 1 und Gruppe 2 als unabhängige Variablen und der dazugehörigen Anzahl der differenzierten Larven pro Art als abhängige Variablen. Bei allen Gattungen war $p > 0,05$ und so konnte bei keiner davon ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen Jungtieren und Älteren nachgewiesen werden.

5 Diskussion

Die Hypothese dieser Arbeit, nach der auf den meisten Milchschaftbetrieben *Haemonchus contortus* die vorherrschende Art ist, kann angenommen werden. Jedoch ist die Hypothese, dass, *Trichostrongylus spp.* die zweithäufigste Art darstellt, zu verwerfen. Der erste Teil trifft zu, weil bei dieser Studie *Haemonchus contortus* auf 13 von 16 beprobten Milchschaftbetrieben die vorherrschende MDS Gattung war. Bei den drei Betrieben, bei denen nicht *Haemonchus contortus* als die häufigste Art festgestellt wurde, waren einmal *Teladorsagia circumcincta* und zweimal *Cooperia spp.* die vorherrschenden Arten. Der zweite Teil, dass *Trichostrongylus spp.* die zweithäufigste Art ist, konnte nicht bewiesen werden, da in dieser Studie bei elf von den 13 Betrieben, wo *Haemonchus contortus* die vorherrschende Art war, *Cooperia spp.* die zweithäufigste Gattung war. *Trichostrongylus spp.* war nur einmal, nämlich bei Betrieb 8 die am zweithäufigsten vorkommende Art.

Interessant war, dass der Entnahmemonat Februar eine Ausnahme zu den restlichen Monaten bildete. Bei den Proben, die im Februar gesammelt wurden, war *Teladorsagia circumcincta* die vorherrschende Art, gefolgt von *Haemonchus contortus*, wohingegen in den restlichen Entnahmemonaten *Haemonchus contortus* am häufigsten und *Cooperia spp.* am zweithäufigsten vorkam. Im Februar wurde ein Betrieb beprobt und dieser befand sich in Kärnten, wo im Zuge dieser Studie insgesamt vier Betriebe beprobt wurden. In den anderen drei Betrieben in Kärnten waren *Haemonchus contortus* und *Cooperia spp.* die vorherrschenden Arten. Deshalb kann nicht darauf geschlossen werden, dass die Abweichung der Ergebnisse der Proben, die im Februar gesammelt wurden, auf den Entnahmeort zurückzuführen sind. Die Ursache, dass der Entnahmemonat Februar bei den Ergebnissen eine Ausnahme darstellt, könnte einerseits daran liegen, dass im Februar in Österreich üblicherweise kalte Temperaturen herrschen und deshalb zu erwarten ist, dass *Haemonchus contortus*, welcher sehr kälteempfindlich ist, sich in einem hypobiotischen Stadium befindet (17). Andererseits könnte dies auch an betriebsindividuellen Faktoren liegen, da im Februar nur ein einziger Betrieb beprobt wurde. Für diese Studie wurden Betriebsstruktur, Management, Fütterung und Haltung der Schafe nicht berücksichtigt. Diese Faktoren beeinflussen die Gesundheit der Schafe, welche wiederum gemeinsam mit dem Immunstatus und der Genetik das Reproduktionsvermögen der MDS und die Eiausscheidung beeinflusst (29). Auch das Entwurmungsmanagement der

einzelnen Betriebe wurde außer Acht gelassen. Ob und wie Anthelminthika eingesetzt werden, nimmt ebenso Einfluss auf die Ei-Ausscheidung mit dem Kot. Um zu beweisen, dass es wirklich einen signifikanten Unterschied zwischen den Monaten gibt, müssten in einer erneuten Studie ein ganzes Jahr lang mehr Kotproben von mehr Betrieben untersucht werden. Diese könnten dann nach Jahreszeiten ausgewertet werden und eventuell sogar mit den Wetterdaten dieses Jahres abgeglichen werden. Bestenfalls sollte das Vorkommen der MDS Gattungen sogar über mehrere Jahre untersucht werden, um diese miteinander vergleichen und Trends erkennen zu können.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass, um Unterschiede in Bezug auf Regionen und Jahreszeiten zu untersuchen, eine deutlich größere und repräsentativere Stichprobenmenge notwendig ist.

Bei der statistischen Auswertung nach Laktationsgruppen konnte in dieser Arbeit kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Ein aussagekräftiger Vergleich der einzelnen Gruppen war in dieser Studie nicht möglich, da bei vielen Betrieben mehrere Laktationsgruppen wegen einer zu geringer Probenmenge zusammengefasst worden waren. Weitere Studien mit größerem Stichprobenumfang und gesonderter Betrachtung der Laktationsgruppen sind erforderlich und wären auch insofern interessant, weil anhand den Laktationsgruppen in der Regel auf das Alter der Tiere geschlossen werden kann. In den meisten Fällen sind Tiere in ihrer ersten Laktation ein Jahr alt und Tiere in ihrer zweiten Laktation zwei Jahre alt.

Für die Interpretation der Ergebnisse ist außerdem wichtig zu bedenken, dass die Anzahl der mit dem Kot ausgeschiedenen Eier nicht in direktem Zusammenhang mit der Anzahl der im Wirt parasitierenden Individuen einer Gattung stehen (29).

Beim Vergleich der Ergebnisse dieser Arbeit mit der Studie von Schoiswohl et al., welche 2015 durchgeführt wurde, sind teils deutliche Unterschiede sichtbar. Für diesen Vergleich werden die Prävalenzen von Schoiswohl et al. vor der Alpung verwendet, da bei dieser Studie die Kotproben bei den meisten Betrieben vor dem Austrieb entnommen wurden. Bei Schoiswohl et al. war *Trichostrongylus spp.* die vorherrschende Art, welche mit einer Prävalenz von 45,6 % vorkam. Der Mittelwert des prozentualen Auftretens aus den 16 beprobten Betrieben dieser Studie von *Trichostrongylus spp.* lag bei 6,89 %. Die zweithäufigste Art bei Schoiswohl et al. war *Haemonchus contortus*, welche vor der Alpung mit einer Prävalenz von 18,9 % vorkam.

Das mittlere Auftreten von *Haemonchus contortus* bei dieser Studie betrug 57,12 %. Bei *Cooperia spp.* lag die Prävalenz bei Schoiswohl et al. bei 7,6 %. In dieser Arbeit trat *Cooperia spp.* im Mittel zu einem Anteil von 24,55 % auf (28).

In einer Studie aus dem Jahr 1977 wurde *Haemonchus contortus* in Österreich noch kaum gefunden (27). Im Allgemeinen wurde diese Spezies in der Vergangenheit als nicht relevant für alpine Regionen eingestuft (33). Aktuelle Untersuchungen beweisen das Gegenteil. In der Publikation von Untersweg et al., welche auf einer Studie basiert, die von 2018–2020 durchgeführt wurde, wurde *Haemonchus contortus* das erste Mal als vorherrschende Art in Österreich identifiziert (29). Auch in dieser Studie ist *Haemonchus contortus* die vorherrschende Art. Das gesteigerte Auftreten dieser Trichostrongyliden Spezies in Mitteleuropa ist unter anderem mit der Klimaerwärmung infolge des Klimawandels erklärbar (5). Das gesteigerte Vorkommen von *Haemonchus contortus* hat große Auswirkungen auf die Gesundheit der Schafe, da diese Spezies als besonders gefährlich einzustufen ist und von den Trichostrongyliden die höchste Pathogenität besitzt (4).

Die Ergebnisse dieser Arbeit müssen mit Bedacht interpretiert werden. Für fundierte, allgemein gültige Aussagen sind weitere Studien mit größerer Stichprobenanzahl und vor allem mit einer höheren Anzahl an beprobten Betrieben notwendig.

6 Zusammenfassung

In dieser Arbeit ging es um die Differenzierung der Trichostrongyriden von Milchschaafen und das Auftreten der einzelnen Gattungen.

Trichostrongyriden sind die wichtigsten Erreger der parasitären Gastroenteritis beim Schaf. Eine Infektion resultiert in einer Abnahme der Tiergesundheit und führt zu Leistungseinbußen, aus denen wiederum beträchtliche finanzielle Verluste für die Landwirte hervorgehen. *Haemonchus contortus*, welcher als besonders pathogene Spezies zu nennen ist, tritt im Hinblick auf die letzten 50 Jahre mit stark gesteigerter Prävalenz in Österreich auf.

Zum Zweck dieser Studie wurden Kotproben von Milchschaafen parasitologisch untersucht. Zur Identifikation der einzelnen MDS-Gattungen wurden Larvenkulturen angesetzt und die entstandenen Drittlarven anschließend mikroskopisch differenziert.

Insgesamt war *Haemonchus contortus* die vorherrschende Art in dieser Studie, gefolgt von *Cooperia spp.*. Die weitere Auswertung der Ergebnisse erfolgte nach Entnahmeregion, Entnahmemonat und Laktationsgruppe der Schafe. In allen gebildeten Gruppen war *Haemonchus contortus* die vorherrschende Art und *Cooperia spp.* die zweithäufigste Art, außer im Entnahmemonat Februar, wo *Teladorsagia circumcincta* die vorherrschende Art war.

Für die Interpretation der Ergebnisse ist wichtig zu erwähnen, dass bei dieser Studie die betriebsinternen Strukturen und das Entwurmungsmanagement nicht beachtet wurden. Auch die Auswertungen nach Entnahmemonat und -region sind kritisch zu betrachten, da nicht in jedem Monat/jeder Region gleich viele Betriebe beprobt wurden und teilweise, wie z.B. im Februar die Kotproben von nur einem Betrieb stammen. Weitere Studien mit einer höheren Stichprobenanzahl, mehr teilnehmenden Betrieben und der Miteinbeziehung von betriebsinternen Strukturen sind notwendig.

7 Summary

This diploma thesis was on identification of trichostrongylid parasites of milk sheep and incidence of the individual species.

Trichostrongylid parasites are the major pathogens of parasitic gastroenteritis in sheep. An infection leads to health issues for the sheep and results in considerable financial losses for the farmers. The occurrence of *Haemonchus contortus*, which is a highly pathogen species, has considerably increased over the last 50 years.

For the purpose of this study faecal samples of lactating ewes were examined. With the aim of identifying the trichostrongylid species, faecal cultures were prepared and the third-stage larvae that developed in the cultures were subsequently microscopic identified.

The overall dominant trichostrongylid species in this study was *Haemonchus contortus*, followed by *Cooperia spp.*. The results were evaluated with regard to location and month of sampling and state of lactation. In all formed groups *Haemonchus contortus* was the dominant species, followed by *Cooperia spp.*, with the exception of the sampling month February, where *Teladorsagia circumcincta* was the dominant species.

It is necessary to take a critical view in regard of the interpretation of the results. Internal structures of the farms and their deworming management have not been regarded in this study. In addition, there have not been the same number of sampled farms in each month and federal state and, for instance, in February there were samples taken from only one farm. Further studies with larger sample size, a larger number of sampled farms and incorporation of additional factors of influence should be contemplated to be able to offer a founded statement about the current situation regarding trichostrongylid nematodes in sheep in Austria.

8 Abkürzungen

Magen-Darm-Strongyliden = MDS

Eier pro Gramm Kot = EpG

Laktationsgruppe 0, Laktationsgruppe 1, ... = L0, L1, ...

9 Literaturverzeichnis

1. jahresbericht_2021.pdf [Internet]. [zitiert 16. Mai 2023]. Verfügbar unter: https://www.oebasz.at/fileadmin/user_upload/jahresbericht_2021.pdf
2. West DM, Pomroy W, Kenyon P, Morris S, Smith SL, Burnham D. Estimating the cost of subclinical parasitism in grazing ewes. *Small Rumin Res - SMALL Rumin RES.* 1. Oktober 2009;86:84–6.
3. Schnieder T. *Veterinärmedizinische Parasitologie.* 6. Stuttgart: Parey; 2006.
4. Besier RB, Kahn LP, Sargison ND, Van Wyk JA. Chapter Four - The Pathophysiology, Ecology and Epidemiology of *Haemonchus contortus* Infection in Small Ruminants. In: Gasser RB, Samson-Himmelstjerna GV, Herausgeber. *Advances in Parasitology* [Internet]. Academic Press; 2016 [zitiert 22. August 2023]. S. 95–143. (and *Haemonchosis – Past, Present and Future Trends*; Bd. 93). Verfügbar unter: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065308X16300227>
5. van Dijk J, David GP, Baird G, Morgan ER. Back to the future: developing hypotheses on the effects of climate change on ovine parasitic gastroenteritis from historical data. *Vet Parasitol.* 25. November 2008;158(1–2):73–84.
6. Wimmer B, Craig BH, Pilkington JG, Pemberton JM. Non-invasive assessment of parasitic nematode species diversity in wild Soay sheep using molecular markers. *Int J Parasitol.* 1. April 2004;34(5):625–31.
7. Zajac AM. Gastrointestinal Nematodes of Small Ruminants: Life Cycle, Anthelmintics, and Diagnosis. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 1. November 2006;22(3):529–41.
8. Zarlenga DS, Hoberg EP, Tuo W. Chapter Five - The Identification of *Haemonchus* Species and Diagnosis of *Haemonchosis*. In: Gasser RB, Samson-Himmelstjerna GV, Herausgeber. *Advances in Parasitology* [Internet]. Academic Press; 2016 [zitiert 25. Oktober 2023]. S. 145–80. (and *Haemonchosis – Past, Present and Future Trends*; Bd. 93). Verfügbar unter: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065308X16300239>
9. gruener_bericht_2022.pdf [Internet]. [zitiert 10. Mai 2023]. Verfügbar unter:

https://info.bml.gv.at/dam/jcr:fea87e80-84d2-4ae6-88b5-7ef78dac4118/gruener_bericht_2022.pdf

10. van Die I, Cummings RD. Chapter 15 - Glycomics in Unraveling Glycan-Driven Immune Responses by Parasitic Helminths. In: Cummings RD, Pierce JM, Herausgeber. Handbook of Glycomics [Internet]. San Diego: Academic Press; 2010 [zitiert 9. Oktober 2023]. S. 367–96. Verfügbar unter:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123736000000159>
11. Hertzberg H, Sager H. Problematik des Helminthenbefalls bei Hauswiederkäuern in der Schweiz: Aktuelle Perspektiven. Schweiz Arch Für Tierheilkd. 1. September 2006;148(9):511–21.
12. Shubber AH, Lloyd S, Soulsby E. Infection with gastrointestinal helminths. Effect of lactation and maternal transfer of immunity. Z Für Parasitenkd. 1. Juni 1981;65(2):181–9.
13. Morgan ER, van Dijk J. Climate and the epidemiology of gastrointestinal nematode infections of sheep in Europe. Vet Parasitol. 30. September 2012;189(1):8–14.
14. Stear MJ, Boag B, Cattadori I, Murphy L. Genetic variation in resistance to mixed, predominantly *Teladorsagia circumcincta* nematode infections of sheep: from heritabilities to gene identification. Parasite Immunol. Mai 2009;31(5):274–82.
15. Feichtenschlager C, Hinney B, Klose S, Tichy A, Tix A, Strobl L, u. a. Vorkommen von Helminthen beim kleinen Wiederkäuer in der Steiermark mit besonderer Berücksichtigung der Wirksamkeit von Benzimidazolen und Makrozyklischen Laktonen. Wien Tierärztl Monatsschrift. 2014;101:251–62.
16. Sréter T, Kassai T, Takács E. The heritability and specificity of responsiveness to infection with *Haemonchus contortus* in sheep. Int J Parasitol. September 1994;24(6):871–6.
17. O'Connor LJ, Walkden-Brown SW, Kahn LP. Ecology of the free-living stages of major trichostrongylid parasites of sheep. Vet Parasitol. 30. November 2006;142(1):1–15.
18. Delano ML, Mischler SA, Underwood WJ. Chapter 14 - Biology and Diseases of Ruminants: Sheep, Goats, and Cattle. In: Fox JG, Anderson LC, Loew FM, Quimby FW, Herausgeber. Laboratory Animal Medicine (Second Edition) [Internet]. Burlington: Academic

Press; 2002 [zitiert 19. September 2023]. S. 519–614. (American College of Laboratory Animal Medicine). Verfügbar unter:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012263951750017X>

19. Gibbs HC. Hypobiosis and the Periparturient Rise in Sheep. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 1. Juli 1986;2(2):345–53.
20. Emery DL, Hunt PW, Le Jambre LF. *Haemonchus contortus*: the then and now, and where to from here? *Int J Parasitol.* 1. November 2016;46(12):755–69.
21. Taylor M. Changing patterns of parasitism in sheep. *In Pract.* 2009;31(10):474–83.
22. Papadopoulos E, Arsenos G, Sotiraki S, deligiannis C, d T, a D. The epizootiology of gastrointestinal nematode parasite in Greek dairy breeds of sheep and goats. *Small Rumin Res - SMALL Rumin RES.* 1. März 2003;47.
23. Sargison ND, Wilson DJ, Bartley DJ, Penny CD, Jackson F. Haemonchosis and teladorsagiosis in a Scottish sheep flock putatively associated with the overwintering of hypobiotic fourth stage larvae. *Vet Parasitol.* 20. Juli 2007;147(3):326–31.
24. Roeber F, Jex AR, Gasser RB. Chapter Four - Next-Generation Molecular-Diagnostic Tools for Gastrointestinal Nematodes of Livestock, with an Emphasis on Small Ruminants: A Turning Point? In: Rollinson D, Herausgeber. *Advances in Parasitology* [Internet]. Academic Press; 2013 [zitiert 20. September 2023]. S. 267–333. Verfügbar unter: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124077058000045>
25. Cringoli G, Rinaldi L, Maurelli MP, Utzinger J. FLOTAC: new multivalent techniques for qualitative and quantitative copromicroscopic diagnosis of parasites in animals and humans. *Nat Protoc.* März 2010;5(3):503–15.
26. Feichtenschlager C. Untersuchung zum Vorkommen von Magen-Darm-Nematoden in ausgewählten Schaf- und Ziegenbetrieben in der Steiermark (Diplomarbeit). Wien Veterinärmedizinische Univ. 2012;
27. El-Moukdad AR. Untersuchungen über Endo-Parasiten der Schafe in Österreich. *Wien Tierärztl Monatsschrift.* 1977;64(10):283–8.
28. Schoiswohl J, Joachim A, Hinney B, Tichy A, Bauer K, Stanitznig A, Krametter-

- Fr. tscher R. J, Joachim A, Hinney B, Tichy A, Bauer K, Stanitznig A, u. a. Influence of communal alpine pasturing in Styria, Austria, on the development of gastrointestinal strongylid infections over the grazing season in sheep – a pilot study. *Berl Münch Tierärztl Wochenschr.* 2017;130(Heft 11/12):494–500.
29. Untersweg F, Ferner V, Wiedermann S, Göller M, Hörl-Rannegger M, Kaiser W, u. a. Multispecific resistance of sheep trichostrongylids in Austria. *Parasite.* 2021;28:50.
30. Rinaldi L, Catelan D, Musella V, Cecconi L, Hertzberg H, Torgerson PR, u. a. *Haemonchus contortus*: spatial risk distribution for infection in sheep in Europe. *Geospatial Health.* 19. März 2015;9(2):325–31.
31. Burgess CGS, Bartley Y, Redman E, Skuce PJ, Nath M, Whitelaw F, u. a. A survey of the trichostrongylid nematode species present on UK sheep farms and associated anthelmintic control practices. *Vet Parasitol.* Oktober 2012;189(2–4):299–307.
32. van Wyk JA, Mayhew E. Morphological identification of parasitic nematode infective larvae of small ruminants and cattle: a practical lab guide. *Onderstepoort J Vet Res.* 13. März 2013;80(1):539.
33. Knoll S, Dessì G, Tamponi C, Meloni L, Cavallo L, Mehmood N, u. a. Practical guide for microscopic identification of infectious gastrointestinal nematode larvae in sheep from Sardinia, Italy, backed by molecular analysis. *Parasit Vectors.* 28. September 2021;14:505.
34. Eckert J, Hertzberg H. Parasite control in transhumant situations. *Vet Parasitol.* 1. August 1994;54(1):103–25.

10 **Abbildungsverzeichnis**

<u>Abbildung 1:</u> Haemonchus contortus unter 100-facher Vergrößerung.....	21
<u>Abbildung 2:</u> Cooperia spp. unter 100-facher Vergrößerung.....	21
<u>Abbildung 3:</u> Prozentuale Anteile der MDS-Arten in den beprobten Betrieben.....	25
<u>Abbildung 4:</u> Prozentuale Verteilung der MDS-Arten im Februar; n=6	26
<u>Abbildung 5:</u> Prozentuale Verteilung der MDS-Arten im März; n=12	27
<u>Abbildung 6:</u> Prozentuale Verteilung der MDS-Arten im April; n=19	27
<u>Abbildung 7:</u> Prozentuale Verteilung der MDS-Arten im Mai; n=44	28
<u>Abbildung 8:</u> Prozentuale Verteilung der MDS-Arten im Juni; n=8.....	29
<u>Abbildung 9:</u> Statistischer Vergleich im Auftreten von Haemonchus contortus nach Monaten, wobei blaue Linien eine statistische Signifikanz zeigen und rote Linien bedeuten, dass kein statistisch signifikanter Unterschied vorliegt	30
<u>Abbildung 10:</u> Statistischer Vergleich im Auftreten von Trichostrongylus spp. nach Monaten, wobei blaue Linien eine statistische Signifikanz zeigen und rote Linien bedeuten, dass kein statistisch signifikanter Unterschied vorliegt	30
<u>Abbildung 11:</u> Statistischer Vergleich im Auftreten von Teladorsagia circumcincta nach Monaten, wobei blaue Linien eine statistische Signifikanz zeigen und rote Linien bedeuten, dass kein statistisch signifikanter Unterschied vorliegt	31
<u>Abbildung 12:</u> Prozentuale Verteilung der MDS-Arten in Kärnten; n=24	32
<u>Abbildung 13:</u> Prozentuale Verteilung der MDS-Arten in Niederösterreich; n=15	32
<u>Abbildung 14:</u> Prozentuale Verteilung der MDS-Arten in der Steiermark; n=11.....	33
<u>Abbildung 15:</u> Prozentuale Verteilung der MDS-Arten in Oberösterreich, n=30.....	34
<u>Abbildung 16:</u> Prozentuale Verteilung der MDS-Arten in Salzburg; n=7.....	34
<u>Abbildung 17:</u> Prozentuale Verteilung der MDS-Arten in Tirol; n=2.....	35
<u>Abbildung 18:</u> Prozentuale Anteile der MDS-Arten bei Jungtieren und Älteren;	36

11 Tabellenverzeichnis

<u>Tabelle 1:</u> Übersichtstabelle über die beprobten Betriebe und die jeweiligen prozentualen Anteile der Arten, eingeteilt in alle Proben des jeweiligen Betriebs, die Proben aus den Jungtieren (L0 und L1) und die Proben aus den Älteren (L2–L16)	23
---	----