

Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie

(Leiterin: Profⁱⁿ. Drⁱⁿ. Melanie Dammhahn)

**Makroparasiten des Intestinaltrakts von juvenilen Ziesel im Vergleich zu adulten Ziesel,
Spermophilus citellus, aus einer großen, ostösterreichischen Population**

DIPLOMARBEIT

Veterinärmedizinische Universität Wien

Vorgelegt von

Linda Kotlowski

Wien, Dezember 2021

Betreuer: Dr. phil. Franz Suchentrunk, Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie,
Department für Interdisziplinäre Lebenswissenschaften der Veterinärmedizinischen
Universität Wien

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
1.1. Das Europäische Ziesel, <i>Spermophilus citellus</i> (Linnaeus, 1766).....	3
1.1.1. Systematik und Lebensraum	3
1.1.2 Biologie	4
1.2. Parasiten bei winterschlafenden Säugetieren	6
2. Material und Methoden	8
2.1 Material und Proben	8
2.2 Methode	8
2.2.1 Vorbereitung.....	8
2.2.2 Sektion des Darmtraktes und Siebverfahren	9
2.2.3 Auszählung, Differenzierung und Konservierung der Parasiten	10
2.2.4 Bestimmung der Darmhelminthen.....	10
2.2.5 Statistische Analysen und Modelle zur Testung der Hypothesen.....	10
3. Ergebnisse.....	14
3.1 Vorbemerkungen zu den Infektionswerten	14
3.2 Deskriptive Statistik	15
3.2.1 Befall mit Nematoden	15
3.2.1.1 Befall mit <i>Trichostrongylus sp.</i> (Fam. Trichostrongylidae)	19
3.2.1.2 Befall mit <i>Aonchotheca sp.</i> (Fam. Capillariidae).....	21
3.2.2 Befall mit Zestoden.....	23
3.1.1 Infektionen mit Nematoden („Nematoda gesamt“) – Juni bis August	25
3.1.2 Infektionen mit Nematoden („Nematoda gesamt“) für adulte Ziesel im Zeitraum April bis September	27
3.1.3 Infektionen mit <i>Trichostrongylus sp.</i> – Juni bis August	28
3.1.4 Infektionen adulter Ziesel mit <i>Trichostrongylus sp.</i> von April bis September	29
3.1.5 Infektionen mit <i>Aonchotheca sp.</i> – Juni bis August.....	30
3.1.6 Infektionen adulter Ziesel mit <i>Aonchotheca sp.</i> von April bis September.....	31
3.1.7 Prävalenzen für „Zestoda gesamt“-Infektionen von Juni bis August.....	31
3.1.8 Prävalenzen für „Zestoda gesamt“-Infektionen bei adulten Zieseln (April bis September)	32

3.1.9 Prävalenzen für „ <i>Hymenolepis sp.</i> “-Infektionen bei adulten Zieseln (April bis September)	32
4. Diskussion	33
5. Zusammenfassung.....	41
6. Summary.....	43
7. Literaturverzeichnis.....	45
8. Abbildungsverzeichnis.....	50
9. Tabellenverzeichnis	51
10. Abkürzungen:	53
11. Appendix: Taxonomisch-systematische bzw. mikroskopisch-morphologische Analysen der Darmhelminthen von HR. Dr. H. Sattmann.....	54

Ein riesengroßes Dankeschön an meinen Diplomarbeitsbetreuer Dr. phil. Franz Suchentrunk, sowie Hr. i.R. Dr. H. Sattmann, Dr.rer.silv. Felix Knauer und dem gesamten Team der Pathologie des Forschungsinstituts für Wildtierkunde und Ökologie.

1. Einleitung

Das Europäische Ziesel (EZ), *Spermophilus citellus*, gehört zur Ordnung der Nagetiere (Rodentia) und ist in Mittel- und Südosteuropa endemisch. Der Bestand der Ziesel hat über die letzten Jahrzehnte, vorwiegend wegen des Verlustes an Lebensraum, durch Intensivierung von landwirtschaftlichen Flächen und Verbauung stark abgenommen (siehe z.B. Spitzenberger 2001 und <https://perchtoldsdorfer-heide.at/lexikon/ziesel/> Zugriff am 14.02.2021). Auf der Roten Liste der IUCN gilt das Europäische Ziesel derzeit als EU-weit gefährdet (Hegyeli 2020) und ist nach den Richtlinien der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der Europäischen Union im Anhang II („Tier- und Pflanzenarten von gemeinschaftlichem Interesse, für deren Erhaltung besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen“) und Anhang IV („Streng zu schützende Tier- und Pflanzenarten von gemeinschaftlichem Interesse“; Richtlinie 92/43/EWG zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen) gelistet.

In Österreich, wie in anderen EU-Mitgliedsstaaten werden diverse Artenschutzprogramme für das EZ durchgeführt. So läuft z.B. von 2019 bis 2021 in Zusammenarbeit mit dem „Heideverein“ in Perchtoldsdorf (NÖ), dem Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie der Veterinärmedizinischen Universität und der Universität Wien eine naturschutzrechtlich genehmigte Bestandaufstockung des Ziesels. Die gesunden Ziesel werden, nachdem sie anhand von Speichel- und Kotproben bakteriologisch, virologisch und auf Parasiten untersucht wurden, übersiedelt (<https://perchtoldsdorfer-heide.at/lexikon/ziesel/>, Zugriff am 14.02.2021). Dem veterinärmedizinischen Aspekt von Wiederansiedlungsprojekten kommt große Bedeutung zu, da eine unzureichende Bewertung des Infektionsstatus eine Einführung von Krankheitserregern zur Folge haben könnten (Kock et al. 2010).

In der gegenwärtigen Arbeit werden erstmals Daten über die Makroparasitenfauna des Intestinaltrakts (Darmhelminthen) des EZ aus einer großen Population am Nordwestrand des mitteleuropäischen Artverbreitungsareals präsentiert. Erstmals konnten bei vielen intakten Totfunden (weitestgehend KFZ-Opfer) individuelle Infektionen des Darmtrakts im Zusammenhang mit wirtstierbezogenen Daten (Geschlecht, Altersklasse, Sammeldatum bzw. Monat und Jahr) ausgewertet und analysiert werden. Schätzungen auf der Grundlage von langjährigen Baulochnählungen zufolge, schwankt die Größe der untersuchten Population über

die Jahre von ca. weniger als 25000 (2020 und 2021) bis zu über 50000 (2017) Ziesel (mündl. Mittlg. von F. Suchentrunk). Sowohl die langjährigen Freilandbeobachtungen (F. Suchentrunk), als auch erste populationsgenetische Analysen (Jilge 2017) weisen auf eine einheitliche, genetisch unwesentlich strukturierte Population hin, die vorwiegend die Weingärten und angrenzenden freien Grünflächen mit kurzer Vegetation, ohne ökologisch stärker differenzierter Teillebensräume besiedelt. Deshalb ist in der gegenwärtigen Analyse zunächst auch auf eine feingeografische Gliederung des Untersuchungsmaterials verzichtet worden.

Literaturübersichten bezüglich der Helminthenfauna beim Europäischen Ziesel sind zum derzeitigen Stand sehr wenige zu finden. Abgesehen von Kotprobenanalysen und Endoparasiten finden sich in der verfügbaren Literatur kaum unmittelbar wirtstierbezogene Studien.

In der vorliegenden Diplomarbeit wird vor dem Hintergrund der allgemeinen und speziesweit erstmaligen Darstellung und statistischen wirtstierbezogenen Infektionsanalyse insbesondere die Hypothese getestet, dass juvenile Ziesel im Vergleich zu adulten Tieren eine unterschiedliche Abundanz/Prävalenz bzw. Befallsintensität mit Darmhelminthen aufweisen; solche Unterschiede werden aus folgenden biologischen Überlegungen erwartet: (1) aufgrund ihres noch nicht vollständig ausgereiften Immunsystems und auch wegen der wahrscheinlich noch geringeren Körperkondition bzw. wegen des im Jugendalter vermehrten Energieaufwands für das Körperwachstum und der damit eventuell relativ geringeren Energieaufwendungen für die Immunabwehr, könnten sie gegenüber den adulten Tieren einer verstärkten parasitären Belastung ausgesetzt sein; (2) alternativ dazu könnten die Jungziesel aber auch eine geringere parasitäre Belastung als die Adulttiere aufweisen, weil sie seit ihrer Geburt im Mai bis zum Ende der Aktivzeit vor dem Winterschlaf, gegen Ende August und bis in den September hinein, eine geringere Expositionszeit aufweisen, als die Adulten. Letztere sind bereits seit dem Beginn ihrer Aktivperiode gegen Ende März/Anfang April (nach dem Erwachen aus dem Winterschlaf) mit möglichen Infektionen mit diversen Darmhelminthenarten konfrontiert. Diese beiden Alternativhypothesen werden gegen die Nullhypothese des nicht signifikant unterschiedlichen Befalls von Jung- und Adulttieren im Zeitraum von ca. Mitte Juni bis Ende August/Anfang September getestet (in welchem beide

Altersklassen unmittelbar verglichen werden können). Ebenfalls soll untersucht werden, ob die Artenvielfalt an parasitären Helminthen bei den Jungtieren im Vergleichszeitraum unterschiedlich zu jener der adulten Zieseln ist; eine geringere Diversität, bzw. das überwiegende Vorkommen einzelner Parasitenarten könnte auf eine spezielle Prädisposition bei den Jungzieseln hinweisen, insbesondere wenn die jeweiligen Helminthenarten bei den adulten Tieren im selben Zeitraum niedrigere Abundanzen aufweisen. Eine erhöhte Helminthenvielfalt bei den Jungtieren wäre allenfalls im Sinne noch nicht vollständig funktionsfähiger Immunreaktionen zu werten.

1.1. Das Europäische Ziesel, *Spermophilus citellus* (Linnaeus, 1766)

1.1.1. Systematik und Lebensraum

Das Europäische Ziesel, *Spermophilus citellus* Linnaeus, 1766 (nachfolgend „EZ“) gehört zur Ordnung der Nagetiere (Rodentia), Unterordnung der Hörnchenverwandten (Sciuromorpha), Familie der Hörnchen (Sciuridae), Unterfamilie der Erdhörnchen (Xerinae), Tribus der Echten Erdhörnchen (Marmotini) und zur Gattung der Ziesel (*Spermophilus*) (Ramos-Lara et al. 2014). Das EZ bewohnt offene, trockene Landschaften und Steppengebiete und ist in Höhen bis zu 2500m zu finden (Hegyeli 2020). Sein Verbreitungsgebiet hat sich in den letzten Jahrzehnten reduziert und erstreckt sich derzeit über östliche Teile Mitteleuropas und das südöstliche Europa, von Tschechien, Österreich, der Slowakei über Ungarn und Rumänien bis nach Bulgarien, Moldau, Griechenland und den europäischen Teil der Türkei, sowie über Teile der Ukraine, Serbiens und Mazedoniens. In Kroatien und Polen ist es ausgestorben, in Polen hat es in den letzten Jahren offenbar erfolgreiche Wiederansiedlungsversuche gegeben (Ramos-Lara et al. 2012; siehe auch <https://perchtoldsdorfer-heide.at/lexikon/ziesel/>, Zugriff am 14.02.2021, 17:16). In Österreich umfasst das Zieselareal den Nordosten mit dem Nordburgenländischen Tiefland, dem Marchfeld, dem Weinviertel und dem östlichen Waldviertel, sowie dem Tullner Feld, randliche Teile des Wienerwaldes, das Südliche Wiener Becken und die Pullendorfer Bucht (Spitzenberger 2001). Auf der Roten Liste der IUCN gilt das Europäische Ziesel derzeit als gefährdet (Hegyeli 2020).

1.1.2 Biologie

Das etwa rattengroße tagaktive Erdhörnchen weist eine gelbgraue Fellfarbe auf, welches mit weißlich-gelben Flecken verziert wird. Der Fellwechsel erfolgt zwischen Ende Juni und Anfang August einmal jährlich. Die männlichen Tiere sind mit einer durchschnittlichen Kopfrumpflänge (KR) von 206,9 mm größer als die weiblichen Tiere mit einer durchschnittlichen KR von 193,5 mm (Niethammer und Krapp 1978). Die Nahrung der Europäischen Ziesel besteht aus Samen von Kräutern und Gräsern, Zwiebel, Knollen, Insekten und andere wirbellose Tiere. Ziesel legen keine Vorräte in ihrem Bau an. (<https://perchtoldsdorfer-heide.at/lexikon/ziesel/>, Zugriff am 14.02.2021, 17:18). Ziesel bewohnen zwei verschiedene Arten von Bauen. Einerseits den Dauerbau, welcher eine Nestkammer mit einem aus trockenem Gras gebauten Nest enthält. In diesem ziehen sie ihre Jungen groß und verbringen die Nacht und den Winter. Andererseits den Schutzbau, in welchen sie bei Gefahr flüchten können. Jedes Ziesel besetzt seinen eigenen Bau (Niethammer und Krapp 1978).

- Winterschlaf

EZ unterliegen einem endogenen Jahreszyklus. Dieser wird unterteilt in eine aktive Saison und dem Winterschlaf (Millesi et al. 1999a). Die Schlafbereitschaft wird unter anderem durch die sinkende Umgebungstemperatur und den Futtermangel herbeigeführt (Niethammer und Krapp 1978).

Ab der 2. Augushälfte beginnen die EZ den ca. 6-7 Monate andauernden Winterschlaf, für welchen sie sich zuvor große Fettreserven, mit einer Unterhautfettschicht von bis zu 5mm anlagern (Niethammer und Krapp 1978). Die Weibchen ziehen sich vor den Männchen in die Winterschlafbauten zurück und verbringen mit einer durchschnittlichen Länge von 228 Tagen die längste Zeit im Winterschlaf, im Gegensatz zu männlichen adulten EZ mit durchschnittlich 185 Tagen, männlichen Jährlingen (>1 Jahr) mit durchschnittlich 178 Tagen und Juvenilen (<1 Jahr) mit durchschnittlich 191 Tagen. Die männlichen EZ erwachen früher als die weiblichen EZ (Millesi et al. 1999a). Der Zeitpunkt des Erwachens variiert bei den Weibchen über einen

Zeitraum zwischen dem 18. März bis zum 14. April. (Millesi et al. 1999b). Während des Winterschlafes setzt das Ziesel seine Körpertemperatur auf bis zu 3,1-4,5 Grad herab (Niethammer und Krapp 1978). Der Winterschlafbeginn weist ebenfalls Unterschiede auf. Adulte Weibchen ziehen sich Anfang/Mitte August zurück, gefolgt von männlichen Tieren Anfang September und zuletzt den juvenilen Tieren Ende September (Millesi et al. 1999a). Das Körpergewicht variiert abhängig von Alter, Geschlecht und Jahreszyklusabschnitt. Nach dem Winterschlaf wiegen adulte Männchen (254-339g) am meisten, gefolgt von adulten Weibchen (164- 235g), männlichen Jährlingen (142-197g) und weiblichen Jährlingen (115-208g) (Millesi et al. 1999a).

- Reproduktion

Die EZ pflanzen sich durchschnittlich zwischen dem 1.-15. April (Millesi et al. 1998) mit einer Paarungszeit von 20-25 Tagen einmal jährlich direkt nach dem Erwachen aus dem Winterschlaf fort (Niethammer und Krapp 1978). Gegenwärtig ist bekannt, dass weibliche EZ typischerweise ab Jährlinge reproduktiv sind (Millesi et al. 1999a), während bei männlichen EZ die Geschlechtsreife bis zum Alter von 2 Jahren verzögert sein kann (Millesi et al. 1998). Männliche Ziesel sind geschlechtsreif sobald die Hoden abgestiegen sind und das Skrotum eine Pigmentation aufweist (Millesi et al. 1998). Bei weiblichen Ziesel wurden während der Trächtigkeit vergrößerte, dunkel pigmentierte Zitzen beobachtet; wohingegen während der Laktation geschwollene und hellere Zitzen beobachtet wurden. Nicht geschlechtsreife Weibchen zeigten kleine, nicht pigmentierte Zitzen (Millesi et al. 1999a).

Die Dauer der Laktation beträgt zwischen 22-52 Tagen (Millesi et al. 1999b) und 45-61 Tagen (Huber et al. 2001). Die Wurfgröße variiert je nach Zeitpunkt des Erwachens aus dem Winterschlaf und beträgt zwischen 2-6 (Millesi et al. 1999b) und 3-10 Jungtieren (Huber et al. 2001). Die Jungtiere werden blind, unbehaart und mit geschlossenen Ohren geboren (Niethammer und Krapp 1978). Das Weibchen verlässt den Bau sobald die Jungtiere ein Alter von zehn (Niethammer und Krapp, 1978) oder 17-21 Tagen (Janák et al. 2013) erreicht haben und kehrt nur zum Säugen und zur Futterüberbringung zurück (Janák et al. 2013; Niethammer und Krapp 1978). Zwischen Ende Mai und Ende Juni verlassen die Jungen den Bau (Millesi et al. 1999b).

1.2. Parasiten bei winterschlafenden Säugetieren

Allgemein zeigen die Parasiten bei winterschlafenden Säugetieren eine große Artenvielfalt und lassen sich in Mikroparasiten (wie z.B. Bakterien, Viren, Protozoen/Blutparasiten) und Makroparasiten (wie z.B. die parasitischen Eingeweidewürmer, Platheminthen und Nematelminthen) unterteilen (Preleuthner et al. 1999).

Laut einer Studie von Diakou et al. (2015) wurden in 94,4% der Kotproben von Europäischen Ziesel aus Zentralmazedonien in Griechenland, Eimerien, mit der höchsten Prävalenz (*Eimeria callospermophili*, *Eimeria cynomysis*, *Eimeria citelli* und zwei nicht indentifizierbare *Eimeria*-Arten), Zysten von *Entamoeba spp.*, Oozysten von Cryptosporidien und Eier von *Brachylaima spp.* nachgewiesen. Kahlen (2017) untersuchte EZ aus derselbe Population wie in der vorliegenden Arbeit und konnte ebenfalls mehrere Eimerienarten nachweisen. Golemansky und Koshev (2009) fanden bei subadulten und juvenilen EZ aus Bulgarien einen stärkeren Parasitenbefall mit *E. callospermophili* und *E. cynomysis* als bei adulten Tieren. Angaben zur Pathogenität und Immunantwort auf eine Infektion mit Eimerien fehlen in der Literatur (Diakou et al. 2015). Laut Romeo et al. (2013) konnten bei 147 Eichhörnchen, *Sciurus vulgaris*, aus Italien und Frankreich 5 Nematodenarten und 13 unbekannte Cestodenarten gefunden werden. Stefanov et al. (2001) untersuchten zwischen 1998-2001 67 EZ aus Bulgarien und beschrieben vier Helminthenspezies; *Hymenolepis megaloon*, *Ctenotaenia marmotae*, *Streptopharius kutassi* und *Trichostrongylus colubriformis*. Von 1976 bis 1977 wurden in Saskatchewan 377 Nagetiere (*Spermophilus richardsonii*; *Spermophilus franklinii*; *Spermophilus tridecemlineatus*; *Tamiasciurus hudsonicus*; *Glaucmys sabrinus*; *Tamiasciurus hudsonicus*; *Glaucmys sabrinus*; *Eutamias minimus*; *Marmota monax*) auf Helminthen untersucht, welche eine große Parasitenfauna aufwiesen. 10 Arten von Cestoden, 2 Arten von Trematoden, 11 Arten von Nematoden und 1 Acanthocephalenart wurden gefunden (McGee 1980). Bei Murmeltieren wurden unter den Helminthenparasiten Trematoden (z.B. *Dicrocoelium dendriticum*), Zestoden (z.B. *Ctenotaenia marmota*) und Nematoden (z.B. *Citellina alpina* und *Ascaris laevi*) beschrieben (Preleuthner et al. 1999). Einem bibliographischen Überblick über Parasitosen bei winterschlafenden Säugetieren zufolge dürfte der Winterschlaf die Resistenz

gegen Infektionen erhöhen; bei Murmeltieren wurde nachgewiesen, dass diese während des Winterschlafs frei von adulten Darmwürmern sind (Calderola et al. 1999).

Der geschlechtsspezifische Parasitenbefall hängt unter anderem von den biologischen Faktoren des Wirtes und der Parasitenart ab und wird von Umwelteinflüssen beeinflusst (Krasnov et al. 2012). Nematodeninfektionen bei Labortieren (Mäusen, Ratten) zeigten in mehreren Studien eine Immunantwort der T-Helfer Zellen Typ 2, sowie erhöhte Werte der Mastzellen und Eosinophile (Foster et al. 2012). Krasnov et al. (2005) untersuchten den Flohbefall bei 9 verschiedenen Nagetierarten in Bezug auf Geschlechterverhältnis und Saisonalität. Die Ergebnisse zeigten, dass männliche Tiere häufig stärker betroffen sind, der Befall zwischen den Spezies variiert und der Flohbefall vermehrt im Winter auftritt.

In einer Studie von Neuhaus (2003) wurden weibliche Columbian Ground Squirrels (*Spermophilus columbianus*) gegen Ektoparasiten behandelt um die Auswirkungen auf ihre Körperkondition, die Anzahl der Nachkommen und die Lebensfähigkeit der Jungen zu untersuchen. Es konnte nicht nur ein Anstieg der Körperkondition während der Laktation beobachtet werden, sondern auch eine höhere Wurfgröße.

2. Material und Methoden

2.1 Material und Proben

Insgesamt wurden 133 Darmtrakte von Ziesel aus dem Gebiet zwischen Langenlois, Hadersdorf/Kamp und Krems/Donau ("Kremsfeld" inklusive der es begrenzenden Straßen) in Niederösterreich (siehe Jilge 2017), gesammelt und zur Verfügung gestellt von Dr. Franz Suchentrunk (Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie, Wien), auf Makroparasiten untersucht. Die Sammelbewilligung für F. Suchentrunk wurde von der Rechtsabteilung der Naturschutzabteilung der Niederösterreichischen Landesregierung erteilt. Die Begleitdaten, wie Geschlecht, Altersklasse (Jungtiere aus dem laufenden Untersuchungsjahr vs. adulte Tiere, i.e., mindestens nach einem Winterschlaf), Sammeldatum und Sammelort standen für die statistische Auswertung ebenfalls zur Verfügung. Die Jungziesel kamen im Untersuchungsgebiet etwa ab Mitte Juni aus den Bauen (bzw. durch KFZ-Kollisionen zu Tode) und konnten anhand ihrer deutlich geringeren Körperlängen (Kopf-Rumpflänge) und Körpergewichte von den adulten Zieseln gut unterschieden werden. In einzelnen unsicheren Fällen mit Sammeldatum ab etwa Mitte Juli konnte anhand von Organgewichten (Leber, Niere) bzw. anhand des Okklusalfächenabriebs (Ružić 1978) eine klare Zuordnung zu Jungziesel- bzw. zur Adultenklasse (inkl. Jährlinge) erzielt werden. Es sei allerdings nochmals darauf hingewiesen, dass in der gegenwärtigen Untersuchung für Ziesel, die nicht als Jungziesel (juvenil) klassifiziert wurden, keine weitere Unterteilung in „Jährlinge“ (zwischen erstem und zweitem Winterschlaf) und „adulte Ziesel“ (ältere Tiere, nach dem zweiten Winterschlaf) wie z.B. bei Millesi et al. (1999), vorgenommen wurde.

2.2 Methode

2.2.1 Vorbereitung

Jeder einzelne Darmtrakt der Ziesel wurde am Tag der Sammlung bzw. im Rahmen der Sektion der Tiere, noch nicht eröffnet in Plasticksäckchen verpackt, mit der individuellen Probennummer beschriftet und bei -20° C unterschiedlich lange (bis zu mehreren Jahren) eingefroren. Für die Untersuchung der Darmtrakte wurden am selben Tag oder am Vortag 4-5

Proben bei Raumtemperatur aufgetaut. Zur Sektion der Darmtrakte wurden Handschuhe, eine Metzenbaumschere, eine anatomische und eine chirurgische Pinzette und ein Behältnis mit abschraubbarem feinmaschigem Siebdeckel bereitgestellt. Außerdem wurde ein Auffanggefäß mit der Probennummer beschriftet und eine Glaspetrischale, auf welche eine Spirale mit wasserfestem Stift gezeichnet wurde, um das Durchsuchen und Identifizieren der Makroparasiten zu vereinfachen, vorbereitet. Für die Aufbewahrung der unterschiedlichen Parasiten wurden kleine Sammelgefäße mit 70%iger Ethanolösung befüllt und für die jeweilige Probennummer der einzelnen Ziesel bereitgestellt. Zusätzlich wurde eine selbst modifizierte gelbe Kanüle mit gebogener Spitze zum Herausfischen der Parasiten aus der mit Waschwasser gefüllten Petrischale vorbereitet.

2.2.2 Sektion des Darmtraktes und Siebverfahren

Das Lumen des aufgetauten Darmtraktes der Ziesel wurde der Länge nach mit dem stumpfen Schenkel der Schere über dem Siebbehältnis aufgeschnitten und der Inhalt samt Darmtrakt in dieses gegeben. Anschließend wurde der Siebdeckel aufgeschraubt, das Behältnis zu $\frac{3}{4}$ mit Wasser befüllt und der Behälter kopfüber geschüttelt, sodass der Darm gewaschen und das Wasser wieder entleert werden konnte, ohne dass die Parasiten oder der Darmtrakt verloren gingen. Dieser Vorgang wurde so oft wiederholt, bis das entleerte Wasser keine Farb Beimengungen mehr aufwies. Anschließend wurde der Siebdeckel abgenommen, der Darmtrakt entwirrt und mit einer Pinzette der noch verbliebene Darminhalt ausgestrichen, um die noch festsitzenden Parasiten bestmöglich zu entnehmen. Der ausgestrichene Darmtrakt wurde danach entfernt und der übrig gebliebene Inhalt abermals mit Wasser aufgefüllt, kopfüber geschüttelt und das Wasser entleert bis nur mehr 50-100 ml übrigblieben. Dieser Inhalt wurde in die Petrischale geleert. War sehr viel Darminhalt vorhanden, wurde mehr Wasser hinzugefügt und auf mehrere Durchläufe mikroskopiert, um das Identifizieren der Makroparasiten zu vereinfachen.

2.2.3 Auszählung, Differenzierung und Konservierung der Parasiten

Der mit Wasser verdünnte Darminhalt wurde in die zuvor vorbereitete Petrischale geleert und unter einem Binokular beginnend in der Mitte entlang der aufgemalten Spirale auf Makroparasiten untersucht. Die Parasiten wurden fotografiert, nach Art, Anzahl und Farbe dokumentiert und anschließend mit der gebogenen Nadel herausgefischt, in das individuell beschriftete Probenröhrchen gefüllt und in Aufbewahrungsboxen bei -20°C gelagert. Die konservierten Parasiten wurden Herrn Hofrat i. R. Dr. H. Sattmann am Naturhistorischen Museum Wien zur Artbestimmung übermittelt. Die phänotypische/morphologische Artbestimmungen stießen allerdings insofern auf Schwierigkeiten, als die sehr spärliche Fachliteratur zu Darmhelminthen europäischer Ziesel (vgl. Ramos-Lara et al. 2014 und die darin zitierte Literatur; siehe auch Janák et al. 2013) selbst für den Experten nur eine vorläufige Bestimmung (nach Gattungs- und wahrscheinlicher Artzugehörigkeit) zuließ.

2.2.4 Bestimmung der Darmhelminthen

Die systematischen Bestimmungen wurden von Hr. i.R. Dr. H. Sattmann (Naturhistorisches Museum Wien) anhand von Mikropräparaten (in Glyzerin) bzw. anhand von diversen Körperlängenmessungen unter dem Mikroskop vorgenommen; sie konnten aber in aller Regel nur bis maximal zum Gattungsniveau durchgeführt werden, zumal laut Literatur keinerlei neuere Erfassungen und Beschreibungen der Zestoden und Nematoden beim Europäischen Ziesel, geschweige denn molekulargenetisch unterstützte morphologisch-systematische Arbeiten, bekannt sind.

2.2.5 Statistische Analysen und Modelle zur Testung der Hypothesen

Alle deskriptiv-statistischen Ergebnisse wurden mit dem Programm IBM® SPSS vers. 27.0.0 (©International Business Machines Corporation) erstellt. Die statistischen Modellrechnungen (in Bezug auf die Hypothesentests) wurden unter Verwendung der R-Statistikplattform (R Core Team, 2016. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria <https://www.R-project.org/>.) durchgeführt. Dabei wurden von den nachstehenden Ausgangsmodellen alle jeweils möglichen ableitbaren Modelle gerechnet und nach ihrem Informationsgehalt (AIC – Akaike Informationskriterium), korrigiert für kleine Stichproben (AIC_c), gereiht („model ranking“), und im Zuge des sogenannten „model

averagings“ die statistisch maßgeblichen Einflussgrößen (unabhängige Variable, Faktoren) auf die abhängige Variable (Zielvariable) mittels der Werte der „relative variable importance“ (RVI) sowie der über alle Modelle gemittelten Koeffizienten und die jeweiligen t-Werte ermittelt (Barton 2013).

Nachfolgend die jeweilige Syntax der einzelnen Ausgangsmodelle („global models“) für die Datensätze für die Periode Juni bis August:

1) Gesamt-Nematodenabundanzwerte (linear mixed effects model)

trnemgesab ~ monat*altersklasse*geschlecht + (1|jahr),

wobei die abhängige Variable „trnemgesab“ die individuellen $\log(x+1)$ -transformierten Abundanzwerte für die Nematodengesamtzahl ($x \geq 0$) und die unabhängigen Variablen Monat (Juni, Juli, August), Altersklasse (juvenil, adult) und Geschlecht (männlich, weiblich) waren. Das Stichprobenjahr (jahr) wurde als Zufallseffekt („random effect“) gewählt, weil eine grafische Vorabanalyse auf keinen eindeutigen Verlaufstrend hingewiesen hat. Mit diesem Modellansatz wurde somit generell für mögliche jahresspezifische Unterschiede korrigiert.

2) *Trichostrongylus sp.*-Abundanzwerte (linear mixed effects model)

trtrichospab ~ monat*altersklasse*geschlecht + (1|jahr),

wobei die abhängige Variable „trtrichospab“ die $\log(x+1)$ -transformierten individuellen Abundanzwerte für *Trichostrongylus sp.* waren, und – wie im ersten Modell – das Stichprobenjahr („jahr“) wiederum als Zufallseffekt sowie die Variablen „Monat“, „Altersklasse“ und „Geschlecht“ als feste Effekte („fixed effects“) in einer Dreiweginteraktion analysiert wurden.

3) *Aonchotheca sp.*-Abundanzwerte (linear mixed effects model)

traonspab ~ monat*altersklasse*geschlecht + (1|jahr),

wobei die abhängige Variable „traonspab“ die $\log(x+1)$ - transformierten individuellen Abundanzwerte für *Aonchotheca sp.* waren, und die vier unabhängigen Variablen („explanatory variables“) denen in den vorherigen Modellen entsprachen.

Für die Modelle 1) – 3) wurden die jeweiligen Parameterschätzungen gemittelt über alle Modelle auf der Basis der „reduzierten Ausgangsmodelle“ vorgenommen, bei denen jeweils die statistisch nicht bedeutsamen ($RVI < 0.7$) unabhängigen Faktoren unberücksichtigt blieben.

Außerdem wurden für die abhängigen Variablen „trnemgesab“, „trtrichospab“, „traonspab“ auch Modelle für die jeweiligen Datensätze gerechnet, die nur die adulten Ziesel, aber über die gesamte jährliche Stichprobenperiode (April bis September), beinhalteten. Nachfolgend die entsprechende Global-Syntax dieser Modelle. Dabei wurden zunächst mögliche nicht-lineare Effekte berücksichtigt:

4) **gam(trnemgesab ~ s(monat, by = geschlecht) + geschlecht + s(jahr),**

5) **gam(trtrichospab ~ s(monat, by = geschlecht) + geschlecht + s(jahr),**

6) **gam(traonspab ~ s(monat, by = geschlecht) + geschlecht + s(jahr)**

mit denselben Variablennamen wie in den vorherigen Modellen; diese Modelle wurden aber unter der Annahme nicht linearer Effekte (s – splines für Monate, separat für beide Geschlechter und für Jahre), aber ohne Interaktionsfaktoren gerechnet.

In einem zweiten Ansatz wurden die Modelle 4) bis 6) auch ohne geschlechtsspezifischen nichtlineare (splines) Effekte gerechnet. Anhand der AIC_c -Vergleiche dieser Modelle mit den ursprünglichen Modellen (mit geschlechtsspezifischen splines) wurden allfällige statistisch bedeutsame Geschlechtseffekte erkennbar.

7) CESTpraeval.-1 ~ monat + altersklasse + geschlecht + (1 | jahr) (binomial),

als logistisches Modell, wobei „CESTpraeval.-1“ den „Befall eines Wirtstieres mit Zestoden“ (1) oder „keinen Befall“ (0) kodierte und die unabhängigen Faktoren denen der obigen Modelle entsprachen. Bei diesem Modellansatz wurden wegen der geringen Infektionsfälle keine Interaktionen geprüft.

8) gam(CEST.praeval.-1 ~ s(month, by = sex, k = 3) + sex + s(jahr, k = 3) (binomial),

ebenfalls als logistisches Modell mit denselben Variablennamen wie unter 7), aber nur für adulte Tiere über den gesamten Beobachtungszeitraum (alle Jahre, und von April bis September). Dieser Ansatz wurde zunächst gewählt, um auf einen geschlechtsspezifischen nichtlinearen Effekt bzw. einen nichtlinearen Effekt der Beobachtungsjahre zu testen. Des Weiteren wurde auch die nachstehende Modellsyntax 9), ohne Annahme eines geschlechtsspezifischen nichtlinearen Effekts der Beobachtungsmonate, gerechnet und die beiden AIC_c-Werte miteinander verglichen.

9) gam(CEST.praeval.-1 ~ s(month, k=5) + sex + s(jahr, k=3)) (binomial),

mit denselben Variablennamen wie oben. Für den Befall mit *Hymenolepis sp.* konnten aufgrund der geringen Prävalenzen keine Vergleiche zwischen den Altersklassen modelliert werden; es wurden nur die Prävalenzen der adulten Ziesel analog zu den obigen Ansätzen modelliert und die AIC_c-Werte der Modellansätze verglichen:

10) gam(HYM.praeval.-1~s(month, by=geschlecht, k=3)+sex+s(jahr, k=3) (binomial),

und

11) gam(HYM.praeval.-1 ~ s(month, k = 5) + sex + s(jahr, k = 3) (binomial),

mit der abhängigen Variablen „HYM.praeval.-1“ (*Hymenolepis sp.*-Prävalenz), kodiert als „Wirtstier nicht infiziert mit *Hymenolepis sp.* (0) bzw. infiziert mit *Hymenolepis sp.* (1) und den Variablennamen für die unabhängigen Faktoren wie oben.

3. Ergebnisse

Alle nachfolgenden Ergebnisse beruhen einerseits auf den am Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie der Veterinärmedizinischen Universität Wien aus den Zieseldarmtrakten gewonnenen und ausgezählten Darmhelminthen und andererseits auf den anschließenden systematisch-taxonomischen Bestimmungen durch Herrn HR i.R. Dr. H. Sattmann (Naturhistorisches Museum Wien).

3.1 Vorbemerkungen zu den Infektionswerten

Die Auszählungsergebnisse für alle 133 untersuchten Ziesel, sowie die jeweiligen Begleitinformationen konnten für die nachfolgenden statistischen Berechnungen herangezogen werden. Es konnten dabei allerdings „aus technischen Gründen“ (siehe nachfolgend) je nach systematisch-statistischer Kategorie nicht immer sowohl Abundanz-, Intensitäts- und Prävalenzwerte ermittelt werden. Bei Zestodenbefall konnte in der Regel nicht mit annähernder Gewissheit eine Befallsintensität ermittelt werden, da oftmals nur einige wenige Proglottiden bzw. wenn überhaupt nur ein Scolex aufgefunden wurde. Deshalb war die quantitative statistische Auswertung des Zestodenbefalls ausnahmslos auf die Prävalenzen gestützt. Für die Gesamtbefallsabundanzwerte bzw. Befallsintensitätswerte einzelner Ziesel wurden die jeweiligen Befallswerte mit Nematodenindividuen plus einem Zestodenindividuum, im Falle eines gleichzeitigen Nachweises von Zestoden berechnet, da in keinem Fall mehr als ein Scolex pro Zieseldarmtrakt und oftmals nur wenige oder kurze Proglottidenketten gefunden wurden. Bei mehreren kurzen Proglottidenketten konnte in der Regel nicht ermittelt werden, ob mehr als ein Zestodenindividuum im Darmtrakt vorhanden waren. Ausnahmen stellten jene (seltenen) Fälle dar, bei denen neben dem unter den Zestoden vorwiegend auftretenden *Hymenolepis sp.* auch ein weiterer (unbekannter) Proglottiden-Phänotyp gefunden wurde, oder in einem Darmtrakt ein zweiter (unbekannter) Proglottiden-Phänotyp vorhanden war, aber kein *Hymenolepis-sp.*-Nachweis. In solchen Fällen wurde das Vorhandensein von zwei Zestodenindividuen im jeweiligen Darmtrakt für die Berechnung der individuellen Gesamtbefallsintensität verwendet. Die so ermittelten individuellen Befallsintensitäten stellen daher die Mindestzahl an Darmhelminthen für das jeweilige Ziesel dar; und diese Werte wurden für die deskriptiven statistischen Berechnungen bzw. auch zur statistischen Modellierung der individuellen Gesamtbefallsabundanz herangezogen.

3.2 Deskriptive Statistik

3.2.1 Befall mit Nematoden

Bei den untersuchten Zieseln aus der Population „Krems-Langenlois (Kremsfeld)“ wurden drei verschiedene Nematodenarten gefunden. In einigen wenigen Zieseln konnten einzelne unbestimmte (morphologisch unbestimmbare) Nematodenfragmente festgestellt werden, die wahrscheinlich einer weiteren Art zugeschrieben werden müssen. Aufgrund der weiter oben genannten systematisch/taxonomischen Unsicherheiten bzw. dem Fehlen moderner und eindeutiger Bestimmungsliteratur zu den Darmhelminthen vom Europäischen Ziesel und insbesondere auch wegen fehlender molekulargenetischer Analysen, wurde in der gegenwärtigen Arbeit aber von einer (voreiligen) definitiven Artbestimmung abgesehen. Vielmehr erfolgte die taxonomische Zuordnung der gefundenen Nematoden (abgesehen von den morphologisch unbestimmbaren Nematodenfragmenten) bis zum Gattungsniveau; u.z. wurden hauptsächlich *Trichostrongylus sp.* (Familie Trichostrongylidae) und *Aonchotheca sp.* (Familie Capillariidae) nachgewiesen, sowie ein Individuum, das dem Taxon *Ascaris cf. laevis* zugeordnet wurde.

Für alle untersuchten Ziesel ergab sich hinsichtlich des Darmhelminthenbefalls (Zestoden und Nematoden, siehe weiter unten) eine Gesamtprävalenz von 55,6%. Der entsprechende Gesamtabundanzwert lag bei 5,69 Würmern pro Darmtrakt (Min. = 0, Max. = 118, Median = 1,0) und die durchschnittliche Befallsintensität mit Darmhelminthen lag bei 10,23 (Min. = 1, Max. = 118, Std. Abw. = 18,194); der Median der Befallsintensität lag bei 3,50. Die Prävalenzen infizierter Ziesel lagen bei den adulten Tieren bei 54,3% und bei allen juvenilen Zieseln bei 58,5%; für die adulten Ziesel aus dem Vergleichszeitraum Juni bis September, in dem auch die juvenilen Ziesel aufgesammelt wurden, lag die Prävalenz bei 63,8%.

Tabelle 1 zeigt den Überblick über die Prävalenzen des Nematoden- und Zestodenbefalls, aus der Population „Krems/Langenlois“, bei juvenilen Ziesel (jv) sowie für adulte Ziesel (ad_{ju-se}) aus dem Vergleichszeitraum Juni-September, in dem die juvenilen Ziesel gesammelt wurden, sowie für adulte Ziesel, die von April bis September gesammelt wurden (ad_{ges}).

Tab.1 Überblick über die Prävalenzen des Nematoden- und Zestodenbefalls bei juvenilen und adulten Zieseln aus der Population „Krems/Langenlois“

Taxon	Jv		ad _{ju-se}		ad _{ges}	
Nematoda gesamt	n=41	46,3%	n=47	58,1%	n=92	48,9%
<i>Trichostrongylus sp.</i>	n=41	46,3%	n=47	55,8%	n=92	43,5%
<i>Aonchotheca sp.</i>	n=41	2,4%	n=47	11,6%	n=92	10,9%
Zestoda gesamt	n=41	19,5%	n=47	14,0%	n=92	10,9%
<i>Hymenolepis sp.</i>	n=41	9,6%	n=47	7,0%	n=92	7,6%

Für die juvenilen Ziesel (n = 41) ergab sich eine Gesamtabundanz von 4,93 und eine mittlere Gesamtbefallsintensität von 8,42. Bei den Adulten (n = 92) lagen die entsprechenden Werte bei 6,03 und 11,10. Für adulte Ziesel aus dem Vergleichszeitraum Juni bis September beliefen sich die entsprechenden Werte auf 9,19 und 13,67. Die Detailergebnisse zu den Befallsabundanzen und Intensitäten sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Die Zusammenstellung der statistischen Kennzahlen (zentrale Tendenz, Streuung) für die Abundanzen (A) und Intensitäten (I) des Befalls mit Darmhelminthen (alle Zestoden und Nematoden) von Zieseln aus der „Population Krems/Langenlois“ werden in Tabelle 2 dargestellt. Angegeben sind die arithmetischen Mittelwerte (am), die Mediane (m), Minima (min) und Maxima (max), sowie die Standardabweichungen (st) für juvenile Ziesel (jv) sowie für adulte Ziesel (ad_{ju-se}) aus dem Vergleichszeitraum Juni-September, in dem die juvenilen Ziesel gesammelt wurden, sowie für adulte Ziesel, die von April bis September gesammelt wurden (ad_{ges}).

Tab. 2 Zusammenstellung der statistischen Kennzahlen (zentrale Tendenz, Streuung) für die Abundanzen (A) und Intensitäten (I) des Befalls mit Darmhelminthen (alle Zestoden und Nematoden) von Zieseln aus der „Population Krems/Langenlois“

	Jv			ad _{ju-se}			ad _{ges}		
	am /m	min/ma x	sta	am/m	max/min	Sta	am/m	min/ma x	sta
A	4,93/1, 0	0-66	11,46	9,19/1	0-118	21,72	6,03/1	0-118	15,66
I	8,42/2, 5	1-66	14,07	13,62/4	1-118	25,40	11,1/4	1-118	19,95

Unter allen gefundenen Darmhelminthen konnten nur Nematoden und Zestoden nachgewiesen werden. Die mittleren Gesamtabundanzen für Nematoden lagen bei den adulten Zieseln bei 5,18 (bzw. bei 8,38 im Zeitraum Juni bis September) und bei den juvenilen Zieseln bei 4,71 (Abbildung 1).

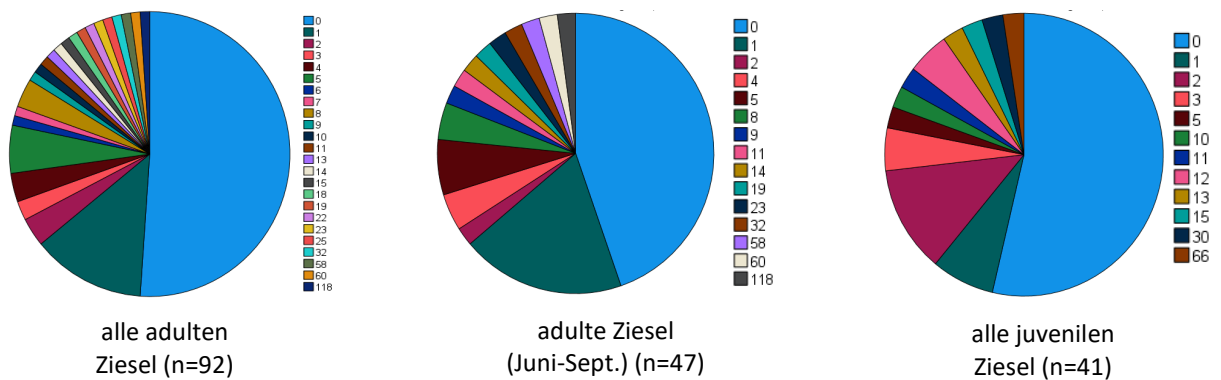


Abb. 1. Verteilung der individuellen Abundanzen von Nematodeninfektionen (gesamt) bei den untersuchten Zieseln

In Abbildung 1 sind die Häufigkeitsverteilungen (von 0 - 118 Nematodenindividuen pro Ziesel - Farbskalen rechts von den Tortendiagrammen; n-Stichprobenumfang) für alle adulten Ziesel, für adulte Ziesel im Zeitraum Juni – September (Sammelperiode für juvenile Tiere) und für juvenile Ziesel angegeben.

Die Zusammenstellung der statistischen Kennzahlen (zentrale Tendenz, Streuung) für die Abundanzen (A) und die Intensitäten (I) des Befalls mit Nematoden (gesamt) von Zieseln aus der „Population Krems/Langenlois“ wird in Tabelle 3 dargestellt. Angegeben sind die arithmetischen Mittel (am), die Mediane (m), Minima (min) und Maxima (max), sowie die Standardabweichungen (st) für juvenile Ziesel (jv), alle adulte Ziesel (ad_{ju-se}) aus dem Vergleichszeitraum Juni-September und alle adulten Ziesel, die von April bis September gesammelt wurden (ad_{ges}).

Tab. 3. Zusammenstellung der statistischen Kennzahlen (zentrale Tendenz, Streuung) für die Abundanzen (A) und die Intensitäten (I) des Befalls mit Nematoden (gesamt) von Zieseln aus der „Population Krems/Langenlois“

	Jv			ad _{ju-se}			ad _{ges}		
	am /m	min/ma x	sta	am/m	max/min	sta	am/m	min/max	sta
A	4,71/0, 0	0-66	11,5 3	8,38/1	0-118	20,93	5,92/0	0-118	15,6 9
I	10,2/3, 0	3-66	15,3 9	15,15/5	1-118	26,44	12,1/5	1-118	20,7 9

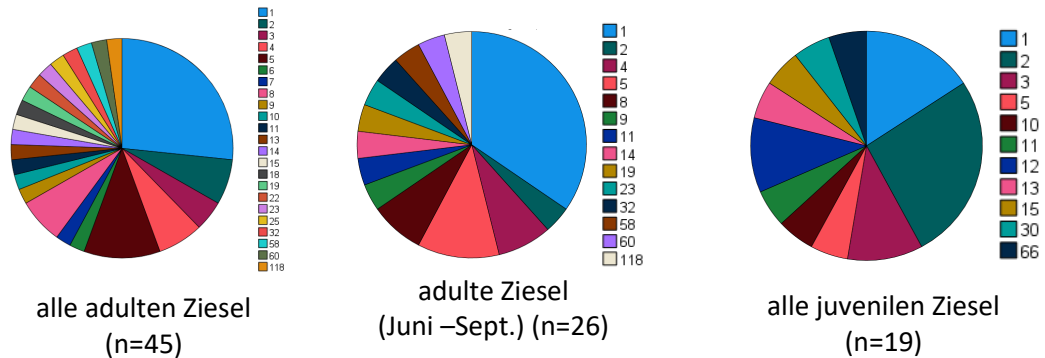


Abb. 2. Verteilung der individuellen Befallsintensitäten von Nematodeninfektionen (gesamt) bei den untersuchten Zieseln

In Abbildung 2 sind die Häufigkeitsverteilungen (von 1 - 118 Nematodenindividuen pro Ziesel - Farbskalen rechts von den Tortendiagrammen) für alle adulten Ziesel, für adulte Ziesel im Zeitraum Juni – September (Sammelperiode für juvenile Tiere) und für juvenile Ziesel angegeben.

3.2.1.1 Befall mit *Trichostrongylus sp.* (Fam. Trichostrongylidae)

Die statistischen Details der Abundanz- und Intensitätswerte für *Trichostrongylus sp.* sind, separat für alle adulten Ziesel, für die adulten Ziesel aus dem Zeitraum Juni bis September und für alle juvenilen Ziesel, in Tabelle 3 angegeben und überblicksmäßig in den Abbildungen 3 und 4 dargestellt.

Tabelle 4 zeigt die Zusammenstellung der statistischen Kennzahlen (zentrale Tendenz, Streuung) für die Abundanzen (A) und die Intensitäten (I) des Befalls mit *Trichostrongylus sp.* von Zieseln aus der „Population Krems/Langenlois“. Angegeben sind die arithmetischen Mittel (am), die Mediane (m), Minima (min) und Maxima (max), sowie die Standardabweichungen (st) für juvenile Ziesel (jv), alle adulte Ziesel (ad_{ju-se}) aus dem Vergleichszeitraum Juni-September und alle adulten Ziesel, die von April bis September gesammelt wurden (ad_{ges}).

Tab. 4. Zusammenstellung der statistischen Kennzahlen (zentrale Tendenz, Streuung) für die Abundanzen (A) und die Intensitäten (I) des Befalls mit *Trichostrongylus sp.* von Zieseln aus der „Population Krems/Langenlois“

	J _v			ad _{ju-se}			ad _{ges}		
	am /m	min/ma x	sta	am/m	max/min	sta	am/m	min/max	sta
A	4,49/0, 0	0-66	11,5 1	7,06/1	0-117	20,47	4,63/0	0-117	15,1 1
I	9,68/3	1-66	15,5 4	13,28/4	1-117	26,77	10,65/4	1-117	21,6 1

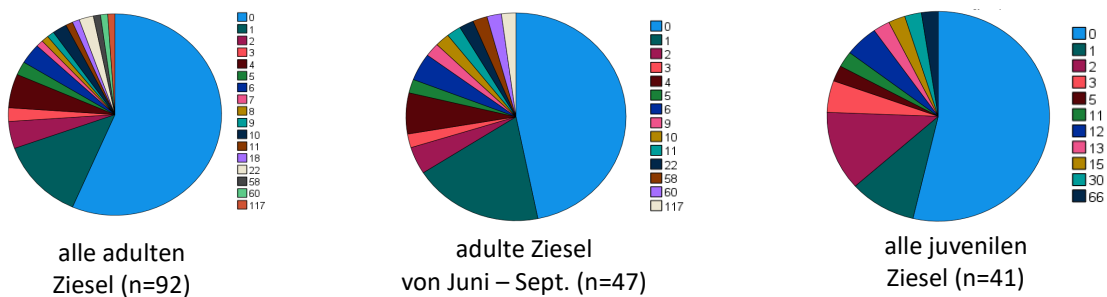


Abb. 3. Verteilung der individuellen Abundanzen von Infektionen mit *Trichostrongylus sp.* bei den untersuchten Zieseln

In Abbildung 3 sind die Häufigkeitsverteilungen (von 0 - 117 Wurmindividuen pro Ziesel - Farbskalen rechts von den Tortendiagrammen) für alle adulten Ziesel, für adulte Ziesel im Zeitraum Juni – September und für juvenile Ziesel angegeben.

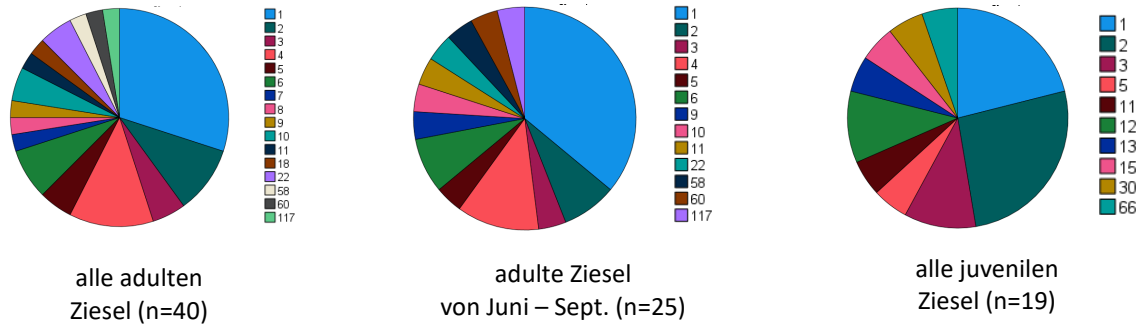


Abb. 4. Verteilung der individuellen Befallsintensitäten bei Infektionen mit *Trichostrongylus sp.* bei den untersuchten Zieseln

In Abbildung 4 sind die Häufigkeitsverteilungen (von 1 - 117 Wurmindividuen pro Ziesel - Farbskalen rechts von den Tortendiagrammen) für alle adulten Ziesel, für adulte Ziesel im Zeitraum Juni – September und für juvenile Ziesel angegeben.

3.2.1.2 Befall mit *Aonchotheca sp.* (Fam. Capillariidae)

Die Abundanz- und Intensitätswerte für den Befall mit *Aonchotheca sp.* sind in Tabelle 4 und den Abbildungen 5 und 6 wiedergegeben.

Die Zusammenstellung der statistischen Kennzahlen (zentrale Tendenz, Streuung) für die Abundanzen (A) und die Intensitäten (I) des Befalls mit *Aonchotheca sp.* von Zieseln aus der „Population Krems/Langenlois“ wird in Tabelle 5 gezeigt. Angegeben sind die arithmetischen Mittel (am), die Mediane (m), Minima (min) und Maxima (max), sowie die Standardabweichungen (st) für juvenile Ziesel (jv), alle adulte Ziesel (ad_{ju-se}) aus dem Vergleichszeitraum Juni-September und alle adulten Ziesel, die von April bis September gesammelt wurden (ad_{ges}).

Tab. 5. Zusammenstellung der statistischen Kennzahlen (zentrale Tendenz, Streuung) für die Abundanzen (A) und die Intensitäten (I) des Befalls mit *Aonchotheca sp.* von Zieseln aus der „Population Krems/Langenlois“

	J _v			ad _{ju-se}			ad _{ges}		
	am /m	min/ma x	sta	am/m	max/min	sta	am/m	min/max	Sta
A	0,22/0, 0	0-9	1,41	1,15/0	0-26	4,34	1,17/0	0-26	4,40
I	9,0/9	9	-	10,8/9, 0	1-26	9,28	10,8/9,5	1-26	8,95

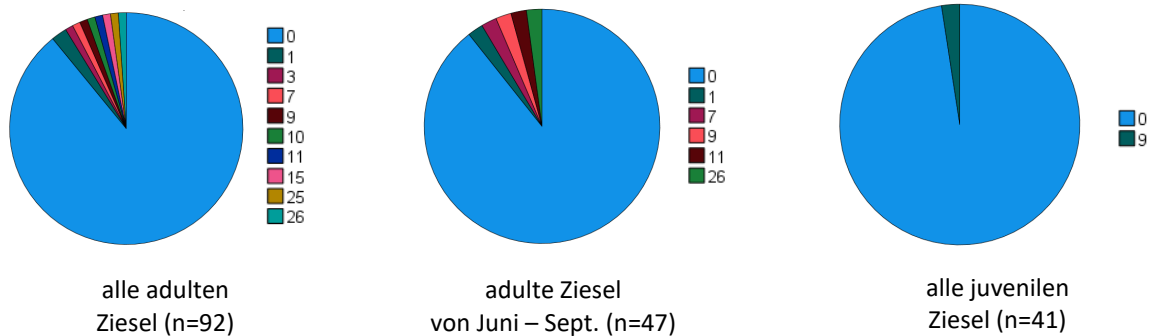


Abb. 5. Verteilung der individuellen Befallsabundanzen bei Infektionen mit *Aonchotheca sp.* bei den untersuchten Zieseln

In Abbildung 5 sind die Häufigkeitsverteilungen (von 1 - 26 Wurmindividuen pro Ziesel - Farbskalen rechts von den Tortendiagrammen) für alle adulten Ziesel, für adulte Ziesel im Zeitraum Juni – September und für juvenile Ziesel angegeben.

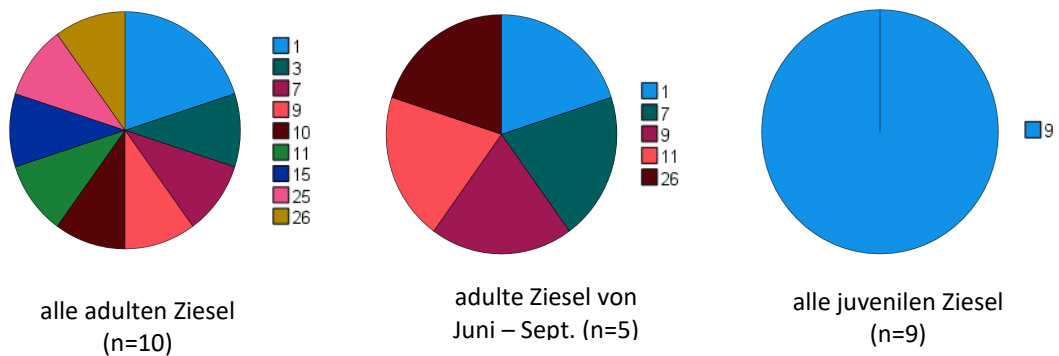


Abb. 6. Verteilung der individuellen Befallsintensitäten bei Infektionen mit *Aonchotheca sp.* bei den untersuchten Zieseln

In Abbildung 6 sind die Häufigkeitsverteilungen (von 1 - 26 Wurmindividuen pro Ziesel - Farbskalen rechts von den Tortendiagrammen) für alle adulten Ziesel, für adulte Ziesel im Zeitraum Juni – September und für juvenile Ziesel angegeben.

3.2.2 Befall mit Zestoden

Hinsichtlich des Befalls mit Zestoden (gesamt) ergab sich für alle Ziesel eine Prävalenz von 13,5%. Für die adulten Ziesel lag die Zestodenprävalenz bei 10,9% bzw. bei 12,8% für den Zeitraum Juni bis September, in dem auch juvenile Ziesel gesammelt wurden. Bei den juvenilen Zieseln lag die Zestodenprävalenz bei 19,5% (siehe Abbildung 7).

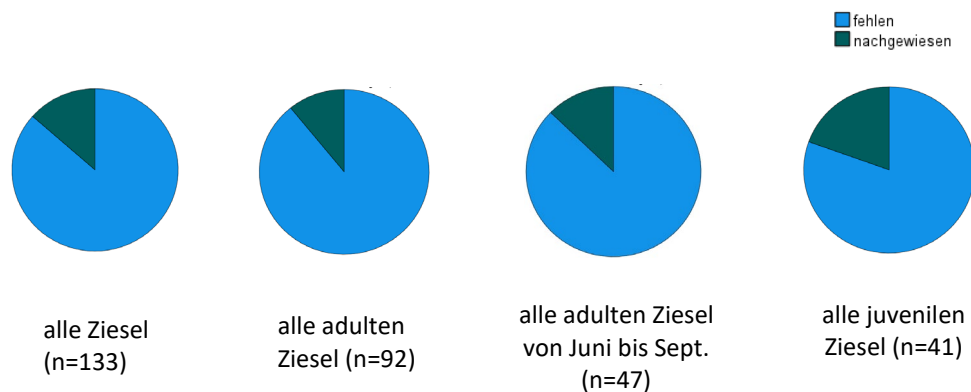


Abb. 7. Befallsprävalenzen bei Infektionen mit Zestoda (gesamt) bei den untersuchten Zieseln

In Abbildung 7 sind die Werte für alle Ziesel, für alle adulten Ziesel, für alle adulten Ziesel im Zeitraum Juni – September und für juvenile Ziesel (n – Anzahl der untersuchten Ziesel) dargestellt.

Unter den Zestoden konnte *Hymenolepis sp.* bestimmt werden. Vereinzelt konnten (teils mazerierte) Fragmente von zwei weiteren mikroskopisch unbestimmbaren Zestodenarten nachgewiesen werden. Anhand der einzelnen aufgefundenen Scolices pro Ziesel lag der Mindestwert der Befallsintensität wohl in den meisten Fällen bei einem Zestodenindividuum pro Ziesel (was sich aber nicht mit Sicherheit anhand der Zahl der Zestodenfragmente bzw. Proglottiden bestätigen oder widerlegen ließ); bei einem juvenilen männlichen Ziesel vom August 2018 konnten allerdings sechs Scolices festgestellt werden, die alle von jungen *Hymenolepis*-Würmern stammten und einen recht frischen Befall anzeigten. Deshalb wurden nachfolgend ausschließlich die Prävalenzen von *Hymenolepis sp.*-Infektionen berücksichtigt. Für alle Ziesel (n=133) ergab sich eine Prävalenz von *Hymenolepis sp.* von 8,3%; für die adulten Ziesel (n=92) lag sie bei 7,6% für die adulten Ziesel im Zeitraum Juni bis September (n=47) bei 6,4% und für die juvenilen Ziesel (n=41) bei 9,8% (siehe auch Abbildung 8).

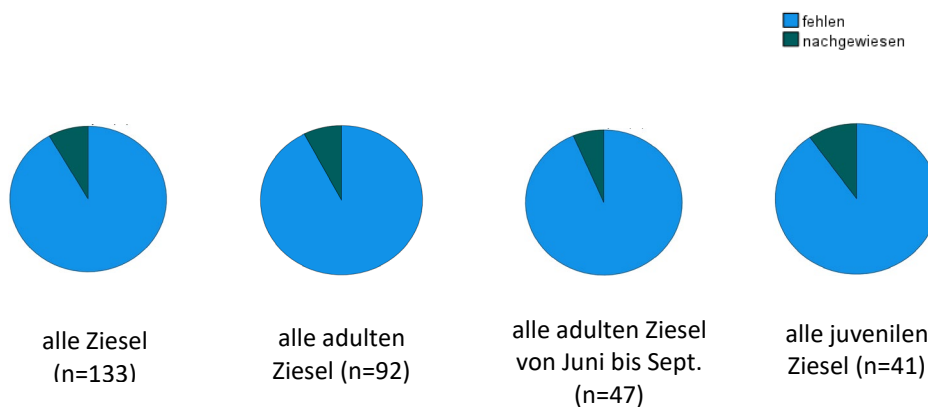


Abb. 8. Befallsprävalenzen bei Infektionen mit *Hymenolepis sp.* bei den untersuchten Zieseln

In Abbildung 8 sind die Werte für alle Ziesel, für alle adulten Ziesel, für alle adulten Ziesel im Zeitraum Juni – September und für juvenile Ziesel (n – Anzahl der untersuchten Ziesel) dargestellt.

3.3 Statistische Modelle

Grundsätzlich wurden bei den statistischen Modellen die Abundanzwerte bzw. für die Zestodeninfektionen die Prävalenzwerte als abhängige Variable herangezogen. Um den statistischen Anforderungen, insbesondere der Normalverteilung der Residuen, zu entsprechen, wurden die Abundanzwerte vorher $\log(x+1)$ -transformiert. Diese Transformationen ergaben sehr gut normalverteilte Residuen. Für die unmittelbare Prüfung (statistische Testung) der Eingangshypothese (unterschiedliches Infektionsniveau bei juvenilen und adulten Zieseln) wurden nur Individuen verwendet, die im Zeitraum Juni bis September aufgesammelt worden waren, um eine direkte saisonale Vergleichbarkeit zu erzielen (im Zeitraum März/April bis Ende Mai/Anfang Juni gibt es keine Jungtiere; sie kommen nach langjährigen Beobachtungen von Franz Suchentrunk im Untersuchungsgebiet anfangs Juni – vermehrt etwa ab Mitte Juni – aus den Bauen).

3.1.1 Infektionen mit Nematoden („Nematoda gesamt“) – Juni bis August

Die RVI (Relative Variable Importance)-Werte für die Modelle der Nematoden-Abundanzen („Nematoda gesamt“) für den Zeitraum Juni bis August (direkter Vergleich von adulten und juvenilen Zieseln) sind für die einzelnen Therme in der Ausgangssyntax in Tabelle 6 aufgelistet.

Tab. 6. RVI-Werte¹ (RVI) und t-Werte (t)² für die Therme der Modelle „Abundanzen Nematoda gesamt“.

Therm	RVI	t	Therm	RVI	t
Altersklasse	0,98	-2,96	Altersklasse*Geschlecht	0,73	2,03
Geschlecht	0,95	-2,95	Monat*Geschlecht	0,71	2,58
Monat	0,83	-2,41	Altersklasse*Monat	0,69	2,49
			Altersklasse*Monat*Geschlecht	0,11	-

¹Werte geringer als 0,7 werden als „statistisch nicht bedeutend erachtet“ (Burnham und Anderson, 2002). Bei statistisch bedeutsamen RVI-Werten von Interaktionstermen (z.B. wie Altersklasse*Geschlecht) bleiben die RVI-Werte der jeweils beteiligten Einzeltherme (z.B. Altersklasse) für die statistische Interpretation unberücksichtigt. ²Der t-Wert für die 3-Weg-Interaktion Altersklasse*Monat*Geschlecht wird nicht angegeben, da die t-Werte der Koeffizientenschätzungen, gemittelt über alle Modelle, ohne das Modell mit der 3-Weg-Interaktion berechnet wurden; der 3-Weg-Interaktionseffekt war im ursprünglichen globalen Modell statistisch nicht bedeutsam (siehe RVI-Wert in der Tabelle) und wurde im zweiten Modellansatz weggelassen.

Demgemäß waren die „Nematoden-gesamt-Abundanzen“ durch die Interaktionseffekte „Altersklasse*Geschlecht“ und „Monat*Geschlecht“ statistisch bedeutsam betroffen. Allenfalls kann der Interaktionseffekt „Altersklasse*Monat“ auch noch als statistisch bedeutsam für die „Nematoden-gesamt-Abundanzen“ erachtet werden. In Tabelle 6 sind die modellierten Vorhersagen der Abundanzen für „Nematoda gesamt“-Infektionen aufgelistet. Sie weisen bei den juvenilen Zieseln geringere Abundanzwerte für „Nematoda gesamt“ auf, als bei den adulten Zieseln. Allerdings ist dieser Effekt statistisch grenzwertig (siehe RVI = 0.69 für die Interaktion Altersklasse*Monat in Tabelle 6).

Tab. 7. Schätzungen der Abundanzwerte für „Nematoda-gesamt“-Infektionen gemäß dem besten Modell, separat für die Geschlechter, Juni und August, sowie für juvenile und adulte Ziesel

Monat	Geschlecht	Geschätzte Abundanz	
		adulte Ziesel	juvenile Ziesel
Juni	Männlich	8.65	3.03
Juni	Weiblich	36.60	5.73
August	Männlich	10.86	23.32
August	Weiblich	8.35	7.22

Andererseits ergaben die Abundanzschätzungen für den August (Beginn des Winterschlafs) eine eindeutig höhere Abundanzschätzung bei den juvenilen Männchen im Vergleich zu den adulten Männchen. Bei den Weibchen war kein markanter Unterschied der Abundanzschätzungen für den August zu erkennen. Die geschätzten (modellierten) Abundanzen für „Nematoda gesamt“ zeigten deutlich unterschiedliche Verläufe für adulte und juvenile Ziesel. Bei den Adulten fielen sie bei den Weibchen markant vom Juni zum August, während bei den adulten Männchen sogar tendenziell ein leichter Anstieg von Juni zu August erkennbar war ($RVI \text{ Geschlecht} * \text{Monat} = 0,71$). Bei den Juvenilen war ein Anstieg der Abundanzen besonders bei den Männchen erkennbar, während er bei den Weibchen nur marginal angedeutet war. Ein reiner Geschlechtseffekt bzgl. der Abundanzen war nicht zu erkennen; die Geschlechtseffekte waren in den beiden Altersklassen unterschiedlich: bei den Adulten waren die Abundanzen der Weibchen zwar im Juni höher als bei den Männchen, im August waren die Abundanzen bei den Geschlechtern aber eher ausgeglichen. Bei den Juvenilen lagen die Abundanzen vor allem im August bei den Männchen deutlich höher als bei den Weibchen. Insgesamt betrachtet zeigten die Abundanzen für „Nematoda gesamt“-Infektionen ein recht uneinheitliches Bild bei den Geschlechtern und im Verlauf des Sommers.

3.1.2 Infektionen mit Nematoden („Nematoda gesamt“) für adulte Ziesel im Zeitraum April bis September

Zur Prüfung von geschlechtsspezifischen oder zeitlichen Änderungen der Abundanzen der Nematodeninfektionen („Nematoda gesamt“) wurde zunächst ein „generelles additives Modell“ angesetzt, wobei nicht-lineare Effekte als möglich erachtet wurden. Es wurde dabei zunächst auf geschlechtsspezifische nicht-lineare Effekte über die Monate und generell über die Jahre getestet, und in einem zweiten Modellansatz wurde nicht von geschlechtsspezifischen nicht-linearen Effekten ausgegangen. Der letztere Modellansatz unter Annahme keiner geschlechtsspezifischen nicht-linearen Effekte war nach dem Akaike Informationskriterium korrigiert für kleine Stichproben (AIC_c) nominell geringfügig besser ($AIC_c = 289,92$), als der Ansatz mit Annahme von nicht-linearen Effekten ($AIC_c = 289,62$). Somit haben wir den letzteren Ansatz weiterverfolgt. Die RVI-Werte beliefen sich auf 0,98 für den Jahreseffekt, auf 0,70 für den Geschlechtereffekt und auf 0,54 für den Effekt der Monate; d.h., die Abundanzwerte zeigten statistisch bedeutende Änderungen über die Untersuchungsjahre und

zwischen den beiden Geschlechtern, während kein statistisch bedeutender Effekt aufgrund der untersuchten Monate zu erkennen war. Die für diesen Modellansatz geschätzten Abundanzen der Infektionen mit „Nematoda gesamt“ verminderten sich bei den (adulten) Männchen von 6,54 im Jahre 2014 auf rechnerisch -0,26 im Jahr 2019 und bei den (adulten) Weibchen von 11,17 auf 0,20. Es ergab sich also eine statistisch bedeutsame Abnahme der Abundanzen über die Untersuchungsjahre, wobei die Abundanzen bei den Männchen generell geringer ausfielen als bei den Weibchen.

3.1.3 Infektionen mit *Trichostrongylus sp.* – Juni bis August

Analog zu den „Nematoda-gesamt“-Infektionen (siehe 3.1.1) wurden zunächst die Modelle mit einer Drei-Weg-Interaktion Altersklasse*Monat*Geschlecht gerechnet und dann der Ansatz ohne Drei-Weg-Interaktion, d.h. mit allen Zwei-Weg-Interaktionen. Letzterer Ansatz ergab ein rechnerisch niedrigeren (besseren) AIC_c-Wert von 241,1 im Vergleich zum Modellansatz mit der Drei-Weg-Interaktion (AIC_c = 242,5). Deshalb wurde der zweite Modellansatz mit den Zwei-Weg-Interaktionen im Ausgangmodell weiterverfolgt. Die RVI- und t-Werte für die Koeffizienten sind in Tabelle 8 angegeben und die Schätzungen der Abundanzen gemäß dem besten Modell sind in Tabelle 9 angegeben.

Tab. 8. RVI-Werte¹ (RVI) und t-Werte (t)² für die Terme der Modelle für die „Abundanzen von *Trichostrongylus sp.*

Therm	RVI	t	Therm	RVI	t
Altersklasse	0,94	-3,09	Altersklasse*Geschlecht	0,67	1,90
Geschlecht	0,96	-3,21	Monat*Geschlecht	0,83	2,83
Monat	0,90	-2,69	Altersklasse*Monat	0,79	2,74
			Altersklasse*Monat*Geschlecht	0,14	-

^{1, 2} analog zu Fußnote in Tabelle 6

Gemäß der RVI-Werte in Tabelle 8 ergaben sich statistisch bedeutsame Effekte der Zwei-Weg-Interaktionen „Monat*Geschlecht“ und „Altersklasse*Monat“.

Tab. 9. Schätzungen der Abundanzwerte für „*Trichostrongylus sp.*“-Infektionen gemäß dem besten Modell, separat für die Geschlechter, Juni und August, sowie für juvenile und adulte Ziesel

Monat	Geschlecht	Geschätzte Abundanz	
		adulte Ziesel	juvenile Ziesel
Juni	Männlich	7.32	3.31
Juni	Weiblich	30.19	6.87
August	Männlich	8.94	24.34
August	Weiblich	6.61	8.45

Gemäß den Schätzwerten der modellierten Abundanzen für *Trichostrongylus sp.*-Infektionen in Tabelle 9 und den RVI-Werten in Tabelle 8 haben die Weibchen im Juni höhere Werte als die Männchen und die Abundanzen sind bei den juvenilen Zieseln im Juni statistisch relevant niedriger als jene der adulten Tiere. Während die Abundanzen bei den adulten Weibchen vom Juni zum August abfallen, bleiben sie bei den Männchen mehr oder minder auf demselben Niveau, oder steigen sogar leicht. Bei den juvenilen Männchen steigen sie zum August hin markant an, bei den juvenilen Weibchen bleiben sie etwa auf demselben Niveau bzw. steigen nur geringfügig.

3.1.4 Infektionen adulter Ziesel mit *Trichostrongylus sp.* von April bis September

Das Modell, das auch einen geschlechtsspezifischen nichtlinearen Effekt der Monate bei den Prävalenzen der adulten Ziesel vorsah, war besser ($AIC_c = 261,80$) als jenes, das keinen möglichen geschlechtsspezifischen Monatseffekt vorsah ($AIC_c = 264,88$). Für den ersten Modellansatz mit möglichen geschlechtsspezifischen nichtlinearen Monatseffekten ergaben sich statistisch bedeutsame Effekte für „Jahr“ (RVI = 1,0), „Monat“ (RVI = 0,86) und „Geschlecht“ (RVI = 0,80). Die modellierten Abundanzschätzungen für Jahre, Monate und Geschlechter sind in Tabelle 10 angegeben.

Tab. 10. Schätzungen der Abundanzwerte für „*Trichostrongylus sp.*“-Infektionen gemäß dem besten Modell, separat für die Jahre 2014 und 2019, die Geschlechter, sowie die Monate April und August

Jahr	Geschlecht	Geschätzte Abundanz	
		April	August
2014	männlich	4,37	8,20
2014	weiblich	3,81	4,74
2019	männlich	-0,48	-0,11
2019	weiblich	-0,53	-0,44

Bei beiden Geschlechtern zeigte sich für den Vergleich der April- und August-Abundanzen ein Abfall von 2014 auf 2019. Andererseits lagen im Jahr 2014 die Abundanzen im August bei beiden Geschlechtern höher als im April und die Weibchen hatten etwas geringere Abundanzen, als die Männchen. Im Jahr 2019 waren die geschätzten Abundanzen minimal.

3.1.5 Infektionen mit *Aonchotheca sp.* – Juni bis August

Der Ansatz mit dem Dreiweg-Interaktions-Faktor (Altersklasse*Monat*Geschlecht) ergab nur einen statistisch bedeutsamen RVI-Wert für die einzelnen unabhängigen Faktoren (siehe Tabelle 11), nämlich für „Altersklasse“. Deshalb erübrigten sich die ursprünglich vorgesehenen Modellläufe ohne Annahme von geschlechtsspezifischen nichtlinearen Monatseffekten. Der modellierte Abundanzwert lag bei den juvenilen Zieseln (statistisch abgesichert durch $RVI > 0,7$) um 0.314 niedriger als bei den adulten Zieseln, unabhängig vom Jahr, Monat und Geschlecht.

Tab. 11. RVI-Werte¹ (RVI) für die Terme der Modelle für die „Abundanzen von *Aonchotheca sp.* Der t-Wert ist nur für den statistisch bedeutsamen Altersklasseneffekt angegeben

Therm	RVI	t	Therm	RVI	
Altersklasse	0,89	-2.61	Altersklasse*Geschlecht	0,12	
Geschlecht	0,36		Monat*Geschlecht	0,04	
Monat	0,33		Altersklasse*Monat	0,70	
			Altersklasse*Monat*Geschlecht	<0,01	

3.1.6 Infektionen adulter Ziesel mit *Aonchotheca sp.* von April bis September

Das Modell ohne Berücksichtigung möglicher geschlechtsspezifischen nichtlinearen Effekt der Monate bei den Prävalenzen der adulten Ziesel war besser ($AIC_c = 211,94$) als jenes, das solche Monateffekte vorsah ($AIC_c = 213,79$). Für den Modellansatz ohne möglichen geschlechtsspezifischen nichtlinearen Monateffekten ergaben sich jedoch keine statistisch bedeutsamen Effekte (alle RVI-Werte $< 0,7$). Keiner der unabhängigen Faktoren im Modell bzw. auch keiner der Interaktionsfaktoren, hatte einen statistisch bedeutsamen Effekt auf die *Aonchotheca sp.*-Abundanzen.

3.1.7 Prävalenzen für „Zestoda gesamt“-Infektionen von Juni bis August

Für den Faktor „Monat“ ergab sich ein statistisch relevanter RVI-Wert von 0,93; die RVI-Werte für die Faktoren „Geschlecht“ (RVI = 0,31) und Altersklasse (RVI = 0,25) wiesen auf keine statistisch relevanten Effekte der beiden letzteren Faktoren hin. Die beobachtete Gesamtprävalenz für „Zestoda gesamt“ lag mit 20,9% im Juli am höchsten, und betrug im Juni 3,7% und im August 16,7%.

3.1.8 Prävalenzen für „Zestoda gesamt“-Infektionen bei adulten Zieseln (April bis September)

Der Modellansatz mit möglichen geschlechtsspezifischen nichtlinearen Monatseffekten ($AIC_c = 64,24$) war geringfügig schlechter, als der Ansatz ohne mögliche geschlechtsspezifische nichtlineare Monatseffekte ($AIC_c = 63,59$). Für letztere Modellläufe ergaben sich statistisch bedeutsame Effekte von „Jahr“ ($RVI = 0,92$) und „Monat“ ($RVI = 0,84$); ein geschlechtsspezifischer Effekt konnte nicht nachgewiesen werden ($RVI = 0,25$).

3.1.9 Prävalenzen für „Hymenolepis sp.“-Infektionen bei adulten Zieseln (April bis September)

Die Modelle für den Vergleich der Prävalenzen zwischen juvenilen und adulten Tieren konnten mangels ausreichender Datenlage nicht gerechnet werden. Der Modellansatz ohne Berücksichtigung möglicher geschlechtsspezifischer nichtlinearer Monatseffekte ($AIC_c = 57,96$) war rechnerisch geringfügig schlechter, als der Ansatz ohne mögliche geschlechtsspezifische nichtlineare Monatseffekte ($AIC_c = 57,74$). Für letztere Modellläufe ergab sich ein statistisch bedeutsamer Effekt von „Jahr“ ($RVI = 0,82$) nicht aber für „Monat“ ($RVI = 0,26$) und Geschlecht ($RVI = 0,25$). Infektionen mit *Hymenolepis sp.* konnten nur in den Jahren 2017 (Prävalenz = 7,8%), 2018 (15, 2%) und 2019 (20,0%) nachgewiesen werden.

4. Diskussion

Bei den 133 untersuchten EZ konnte ein begrenztes Potpourri an Parasitenarten, 3 verschiedene Nematodenarten (*Trichostrongylus sp.*; *Aonchotheca sp.* *Ascaris cf. laevis*) und 1 Zestodenart (*Hymenolepis sp.*), gefunden werden. Fragmente von zwei weiteren mikroskopisch unbestimmbaren Zestodenarten und unbestimmbare Nematodenfragmente konnten aufgrund des Fehlens moderner und eindeutiger Bestimmungsliteratur zu den Darmhelminthen von Europäischen Ziesel und insbesondere auch wegen fehlender molekulargenetischer Analysen, in der gegenwärtigen Arbeit keiner Art bzw. keiner Gattung zugeschrieben werden.

Bei den gegenwärtig untersuchten Zieseln handelt es sich um Tiere, die allesamt aus einer sehr großen Population stammen, die eine populationsgenetische Einheit bildet, ohne klar differenzierte genetische Untergruppierungen. Die geografische Ausdehnung dieser untersuchten Population (bzw. die maximalen Distanzen zwischen den Fundorten der Tiere) beträgt ca. 8x7 km und auch angesichts der klimatischen Verhältnisse dürfte die Habitatheterogenität in diesem Untersuchungsgebiet – aus parasitologisch-ökologischer Sicht in Bezug auf die untersuchten Darmhelminthenfauna – sehr eingeschränkt sein, also nur eine geringe parasitologische Nischenvielfalt für potentielle Darmhelminthen der Ziesel zeigen (Weingärten, Grünflächen mit kurzer Vegetation, Feldraine; kurzfristig – z.B. nach Starkregenereignissen auftretende Vernässungsflächen können vorkommen, permanente Sumpf- oder Wasserflächen sind aber nicht vorhanden). Diese Rahmenbedingungen mögen vorwiegend der (unerwartet) geringen Vielfalt der gegenwärtig ermittelten Darmhelminthenfauna zugrunde liegen. Über andere regionale oder geografisch weit verteilte Darmhelminthenkompositionen des EZ liegt keine verfügbare/publizierte Literatur vor.

Hinsichtlich des Darmhelminthenbefalls ergab sich eine Gesamtprävalenz von 55,6%. Die Prävalenzen infizierter Ziesel lagen bei den adulten Tieren bei 54,3% und bei allen juvenilen Zieseln bei 58,5%; für die adulten Ziesel aus dem Vergleichszeitraum Juni bis September lag die Prävalenz bei 63,8%. López-Darias et al. (2008) untersuchten den Gastrointestinaltrakt von 72 Atlashörnchen, *Atlantoxerus getulus*, aus Fuerteventura und Marokko (von wo aus sie auf die Kanarischen Inseln eingeschleppt worden sind) und fanden im Vergleich zur gegenwärtigen Untersuchung eine größere Parasitenvielfalt; es konnten nämlich eine Trematodenart

(*Brachylaima* sp.), eine Cestodenart (*Catenotaenia chabaudi*) und vier Nematodenarten (*Protospirura muricola*, *Dermatoxys getula*, *Syphacia pallaryi*, *Trichostrongylus* sp.) nachgewiesen werden und die Gesamtprävalenz des Helminthenbefalls lag bei 100%, da jedes Hörnchen einen Befall mit *Dermatoxys getula* aufwies. Tijjani et al. (2020) stellten bei juvenilen Ratten aus Malaysia einen geringgradig höheren Befall mit Endoparasiten als bei adulten Ratten fest, mit der Begründung, dass diese aktiver in der Nahrungssuche und somit stärker Infektionen ausgesetzt sind. Simões et al. (2016) beschreiben u.a. einen Befall von *Nippostrongylus brasiliensis* in Wanderratten (*Rattus norvegicus*). Bei Infektionen von juvenilen Wanderratten mit *N. brasiliensis* persistieren die Nematoden bis ins Erwachsenenalter, Adulte hingegen entwickelten im Zuge einer Infektion eine zelluläre Immunantwort, um den Parasiten erfolgreich zu bekämpfen. Nel et al. (2011) untersuchten ebenso den Befall von *Nippostrongylus brasiliensis*. Juvenile Mäuse waren ebenfalls anfälliger als Adulte, aufgrund zahlreicher immunologischer Mechanismen, u.a. aufgrund ungenügender Helminthen-induzierter Typ2-Immunantwort (Nel et al. 2011).

Stefanov et al. (2001) haben die in Bulgarien bei Zieseln gefundenen *Trichostrongylus*-Helminthen als *Trichostrongylus colubriformis* (Giles, 1892) benannt. Laut der Expertise bzw. den Messungen von HR. i.R. Dr. H. Sattmann (Naturhistorisches Museum Wien, siehe Appendix 1) lässt sich diese Artdiagnose für die in dieser Arbeit gefundenen *Trichostrongylus*-Helminthen allerdings nicht absichern. Dr. Sattmann schließt nach seinen Untersuchungen auch das Vorkommen von mehr als nur einer *Trichostrongylus*-Art (*Trichostrongylus* spp.) bei den von ihm analysierten Proben aus, wenngleich diese Wahrscheinlichkeit seiner Meinung nach eher sehr gering sein sollte. Molkeulargenetisch-morphometrisch/phänotypische Analysen wären zur Klärung dieser Frage sehr wünschenswert. Ungeachtet der Restunsicherheit, ob gegenwärtig eine oder mehr als eine *Trichostrongylus*-Art gefunden wurde, sind alle deskriptiven statistischen Ergebnisse sowie die statistischen Modellierungen summarisch nur für eine Art („*Trichostrongylus* sp.“) erstellt worden.

Für die juvenilen Ziesel ergab sich im Gegensatz zu anderen Studien eine sehr hohe Prävalenz von 46,3%, für adulte Ziesel 55,8% und aus dem Vergleichszeitraum Juni-September für adulte Ziesel 43,5%. *Aonchotheca* sp. stellt den weitaus geringeren Anteil der Infektionen mit „Nematoda gesamt“ dar (der eben hauptsächlich durch *Trichostrongylus* sp. getragen wird), mit

einer Prävalenz von 2,4% für die juvenilen Ziesel, 10,9% für die adulten Ziesel und 11,6% für adulte Ziesel aus dem Vergleichszeitraum Juni-September. Kołodziej-Sobocinsk et al. (2020) untersuchten den Gastrointestinal von Amerikanischen Nerzen (*Neovison vison*) und konnten bei jedem Individuum einen Befall des Magens mit *Aonchotheca putorii* feststellen, jedoch nur vereinzelt bei ein paar Nerzen im Darm. In dieser Diplomarbeit wurde der Magen nicht untersucht, da er anderwärtig für Nahrungsanalysen verwendet wurde. Dies könnte somit eine Erklärung der geringen Befallsintensität der EZ mit *Aonchotheca sp.* sein. Bei den bisher sehr wenigen bekannten Helminthenfaunen des EZ sind allerdings keine Würmer aus der Gattung *Aonchotheca* verzeichnet worden. Bei den Zestoden konnte *Hymenolepis sp.* bestimmt werden und ebenfalls Fragmente von zwei weiteren mikroskopisch unbestimmbaren Zestodenarten. Für *Hymenolepis sp.* ergab sich bei 133 EZ eine Prävalenz von 8,3%; für die 92 adulten Ziesel lag sie bei 7,6% für die 47 adulten Ziesel im Zeitraum Juni bis September bei 6,4% und für die 41 juvenilen Ziesel bei 9,8%. Romeo et al. (2014) fanden bei Untersuchungen des Gastrointestinaltraktes von 260 Grauhörnchen (GS) aus Italien 6 verschiedene Spezies von Nematoden und 1 Spezies von Zestoden. Ein Befall mit *Trichostrongylus calcaratus* wurde nur bei 17 GS festgestellt was einer Gesamtprävalenz von 6,5% entsprach und ein Befall mit *T. retortaeformis* in 2 GS, entsprechend einer Gesamtprävalenz von 0,8%. *Hymenolepididae* konnte nur in einem einzelnen Individuum nachgewiesen werden. Juvenile Tiere waren frei von *Trichostrongylus calcaratus* und *Hymenolepididae*. *Aonchotheca annulosa*, mit einer Gesamtprävalenz von 1,5%, konnte nur bei männlichen GS nachgewiesen werden. Laut Literatur von Romeo et al. (2013) konnten bei 147 Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*) aus Italien und Frankreich 5 Nematodenarten (dominierend *Trypanoxyuris (Rodentoxyuris) sciuri* mit einer Prävalenz von 87%) und 13 unbekannte Zestodenarten gefunden werden. Bei juvenilen Tieren konnte nur ein Befall mit *Trypanoxyuris (Rodentoxyuris) sciuri* festgestellt werden. Bei den adulten Tieren konnte neben *Trypanoxyuris (Rodentoxyuris) sciuri* ein Befall mit *Hymenolepididae* (3,4%) bei 5 Individuen nachgewiesen und *Trichostrongylus vitrinus* und *Trichostrongylus sp.* wurden bei nur 2 adulten Eichhörnchen nachgewiesen mit einer Prävalenz von jeweils 0,7%. Außerdem wurde bei einem adulten Tier *Capillariinae* (0,7%) und bei 2 Individuen *Strongyloides robustus* (1,4%) nachgewiesen.

Die statistischen Modellergebnisse zeigen für die Abundanzen für „Nematoda gesamt“-Infektionen geringere Abundanzwerte für die juvenilen Ziesel als für die adulten, insbesondere zu Beginn der Jugendphase, kurz nachdem die Jungtiere im Juni aus dem Bau kommen. Dieser Unterschied veränderte sich aber im Laufe der Folgemonate, und im August hatten die juvenilen Männchen einen knapp achtmal so hohen (geschätzten) Abundanzwert (Tab. 7) als im Juni. Ihre (geschätzte) Abundanz lag im August damit etwas mehr als doppelt so hoch wie bei den adulten Männchen im August. Bei den weiblichen Jungtieren stieg die Abundanz zum August hin allerdings nur geringfügig, wohingegen die adulten Weibchen im Juni einerseits markant höher als die der adulten Männchen lag, aber zum August hin dann ganz stark abfiel und (rechnerisch bzw. anhand der Modellschätzung) sogar unterhalb derer der adulten Männchen lag. Diese Altersklassen-spezifische Dynamik im Gesamtbefall mit Nematoden über die Sommermonate hinweg wurde auch anhand der statistisch bedeutsamen RVI-Werte (Tab. 5) für die Interaktionsterme „Altersklasse/Geschlecht“ und „Monat/Geschlecht“, sowie dem Interaktionstherm „Altersklasse/Monat“ unterlegt; letzterer Interaktionstherm lag nur knapp unter dem Bewertungsniveau für „statistisch bedeutsam“ von $RVI > 0,7$. Diese Geschlechts- und Altersklassen-spezifische Befallsdynamik lässt ein komplexes Wirkungsgefüge von Infektionswahrscheinlichkeit/Möglichkeit und wirtstierspezifischen (immunologischen) Reaktionen der Geschlechter unterschiedlichen Alters vermuten. Insgesamt entspricht das Modellierungsergebnis aber der Eingangshypothese unterschiedlicher Abundanzen bei den beiden Altersklassen, insbesondere der geringeren Abundanzen bei den juvenilen Zieseln wegen geringerer Infektionsmöglichkeiten. Der markant höhere Abundanzwert der adulten Weibchen lässt vermuten, dass die Weibchen, die Anfang April mit der Reproduktion beginnen aufgrund ihrer anschließenden Trächtigkeitsperiode und nachfolgender Laktation einer starken energetischen Belastung ausgesetzt sind, die eine verminderte Immunabwehr mit sich bringen könnte. Detaillierte Informationen zu den Änderungen im Immunsystem der weiblichen Ziesel fehlen aber. Nach Huber et al. (1999) ist vor allem in der zweiten Hälfte der Laktation der Östrogenspiegel bei den Weibchen besonders hoch. Östrogen trägt u.a. zur Abwehr von Infektionen bei, wie z.B. einer erhöhten Abwehr von *Leishmania mexicana* bei weiblichen Mäusen aufgrund einer erhöhten Transkription von $IFN\gamma$ mRNA (Klein 2004). Mit Anfang Sommer kann man einen Abfall der parasitären Belastung erkennen, etwa zeitgleich mit Ende der Laktation und der Jungenfürsorge. Die männlichen Ziesel führen ein solitäres Leben und

wenden keine Energie für die Jungtieraufzucht auf. Laut der „Immunocompetence Handicap Hypothese“ (IHH) von Folstad und Karter (1992) könnten Männchen anfälliger für Parasiten sein aufgrund der Steroid-Suppression des Immunsystems. Hillegass, et al. (2008) beschrieben widersprechend der IHH bei männlichen Kap-Hörnchen (*Xerus inauris*) einen stärkeren Befall mit Ektoparasiten, bei den Weibchen aber eine höhere Endoparasitenbelastung. Insgesamt betrachtet zeigten die Abundanzen für „Nematoda-gesamt“-Infektionen ein recht uneinheitliches Bild bei den Geschlechtern und im Verlauf des Sommers. Die Arbeitshypothese unterschiedlicher Abundanzen zwischen den beiden Geschlechtsklassen „Juvenile“ und „Adulte“ kann für die Infektionen mit „Nematoda gesamt“ aber dennoch dahingehend beantwortet werden, dass die Infektionen im Juni, wenn die juvenilen Ziesel aus den Bauen kommen, etwas niedriger liegen, als bei den adulten Tieren. Dies gilt insbesondere für die Weibchen. Wie oben bereits angedeutet, weisen die starken Abundanzschwankungen während der drei untersuchten Monate bei beiden Geschlechtern bzw. Altersklassen Wechselwirkungen ökologischer, physiologischer und immunologischer Hintergrundmechanismen seitens der Wirtstiere sowie auch auf Seite der Nematodenspezies (deren Ökologie, Populationsdynamik, und der Entwicklung von infektiösen Stadien) auf. Eine Erfassung entsprechender Parameter war im Rahmen der gegenwärtigen Arbeit allerdings nicht möglich. Darüber hinaus wären für weiterführende statistische Analysen bzw. komplexere Modelle auch ungleich größere Stichprobenumfänge als gegenwärtig nötig.

Parallel zu den Modellierungsergebnissen der Abundanzen von „Nematoda gesamt“ weisen auch die statistischen Modelle der Abundanzen von *Trichostrongylus sp.*-Infektionen bei den Weibchen im Juni höhere Werte als bei den Männchen auf und die Abundanzen sind bei den juvenilen Zieseln im Juni niedriger als jene der adulten Tiere. Die Interaktionsterme „Monat/Geschlecht“ und „Altersklasse/Monat“ wiesen mit ihren RVI-Werten auf entsprechende statistisch abgesicherte hin. Das an sich recht ähnliche Muster der Abundanzunterschiede bzw. saisonalen Dynamik war dem für die „Nematoden-gesamt-Abundanzen“ recht ähnlich, was nicht unerwartet war, angesichts des Befundes, dass sich ein Großteil aller Nematodeninfektionen auf *Trichostrongylus-sp.*-Infektionen bezog. Insgesamt entspricht es ebenfalls der Hypothese unterschiedlicher Abundanzen zwischen den beiden Altersklassen – insbesondere der Hypothese geringerer Infektionen aufgrund weniger

Infektionsmöglichkeiten aufgrund der geringeren Lebenszeit bei den juvenilen Zieseln. Die (anhand der Modelle geschätzten) Abundanzen der adulten Weibchen zeigten einen starken Abfall von Juni bis August, bei den Männchen blieben sie auf demselben Niveau mit einer geringen Tendenz der Steigung. Bei den juvenilen Männchen war ein starker Anstieg zum August hin zu erkennen, bei den juvenilen Weibchen stiegen sie nur geringfügig. Hormonell ist der stärkere Befall der juvenilen Männchen kaum zu erklären, es bedarf weiterer Forschung, um diesen Effekt im Detail zu analysieren bzw. auch weitere Stichproben, um die Modellschätzungen (über die Jahre unterschiedlicher Populationsentwicklungen bei den Zieseln) zu präzisieren. Insgesamt zeigt sich auch für die *Trichostrongylus-sp.*-Infektionen ein komplexes Bild der Befallsabundanzen, dessen Interpretation gegenwärtig wegen fehlender physiologischer, ökologischer, immunologischer Detailinformationen zu den Wirtstieren und der Nematodenspezies nur als vorläufig verstanden werden kann. Von 2014 bis 2019 zeigte sich bei adulten Zieseln beiden Geschlechtern ein genereller Abfall der Abundanzen, sowohl im Frühjahr (April), also kurz nachdem die Tiere aus dem Winterschlaf gekommen waren, als auch für den August, in dem die meisten adulten Ziesel wohl bereits wieder mit ihrem Winterschlaf beginnen. Tatsächlich waren die Modellschätzungen für das Jahr 2019 sogar negativ für beide Geschlechter (Tab. 10). Parallel zu dieser statistisch abgesicherten ($RVI > 0.7$) Verringerung der Infektionsabundanzen bei beiden Geschlechtern über die Jahre hinweg, bis zum Jahr 2019 liegen vorläufige Populationsdichteschätzungen anhand von standardisierten Baulochzählungen und Beobachtungsdaten zur Oberflächenaktivität der Ziesel vor (von F. Suchentrunk). Die erste grobe Auswertung legt einen Anstieg der Populationsdichte bis zum Jahr 2017 nahe, ab dann aber einen kontinuierlichen Abfall der Dichte (pers. Mittlg. von F. Suchentrunk). Solch eine wahrscheinliche (bzw. derzeit noch nicht statistisch analysierte/nachgewiesene) Absenkung der Populationsdichte könnte für die gegenwärtig verzeichnete Abundanzreduktion der *Trichostrongylus*-Infektionen (mit)verantwortlich sein (nach den vorläufigen Kalkulationen lag die Populationsdichteschätzung für das Jahr 2021 bei ca. 50% jener für das Jahr 2017; pers. Mittl. von F. Suchentrunk). Ungeachtet des markanten Abfalls der Abundanzen von 2014 bis 2019 deutet der generelle statistisch relevante Effekt höherer Werte bei den adulten Männchen im Vergleich zu den adulten Weibchen möglicherweise eine allgemein effektivere immunologische Reaktion Letzterer auf *Trichostrongylus*-Infektionen an, zumal dieser statistische Geschlechtseffekt eben über alle

Stichprobenjahre und unabhängig von dem ebenfalls statistisch bedeutsamen Saisoneffekt beobachtet wurde. Für eine Untermauerung dieser Hypothese sollten aber noch deutlich mehr Darmtrakte aus weiteren Jahren mit unterschiedlichen Populationsdichten analysiert werden.

Die statistischen Modelle der *Aonchotheca sp.*-Infektionen zeigen einen puren Altersklasseneffekt. Der Abundanzwert lag bei den juvenilen Zieseln niedriger als bei den adulten Zieseln, unabhängig vom Jahr, Monat und Geschlecht. Dies entspricht der Arbeitshypothese geringerer Abundanzen bei juvenilen Zieseln (im Vergleichszeitraum), wegen geringerer Infektionsmöglichkeiten als bei den adulten Zieseln. Diese Interpretation wird insbesondere durch die sehr niedrigen Prävalenzen für *Aonchotheca sp.*-Infektionen unterstützt, wodurch (zumindest im gegenwärtigen Untersuchungszeitraum) eine Infektion mit diesem Nematoden ein eher seltenes Ereignis bedeutet.

Für die Modelle der Prävalenzen für „Zestoda gesamt“-Infektionen von Juni bis August ergab sich für den Faktor „Monat“ (also für saisonale Schwankungen) ein statistisch relevanter RVI-Wert. Die beobachtete Gesamtprävalenz für „Zestoda gesamt“ lag mit 20,9% im Juli am höchsten, und betrug im Juni 3,7% und im August 16,7%. Prävalenzen für „Zestoda gesamt“-Infektionen bei adulten Zieseln (April bis September) ergaben statistisch bedeutsame Effekte von „Jahr“ und „Monat“. Somit kann die ursprüngliche Arbeitshypothese der unterschiedlichen (bzw. unterschiedlich häufigen) Infektion mit Bandwürmern nicht aufrechterhalten werden. Ein solcher saisonaler Effekt ist auch für die adulten Ziesel abgesichert, unabhängig von den zusätzlichen längerfristigen Prävalenzschwankungen (über Jahre hinweg), die ebenfalls teststatistisch untermauert werden konnten.

Wenn auch ein unterschiedlich häufiger Befall (Prävalenzen) mit Zestoden zwischen Jungtieren und adulten Zieseln nicht nachgewiesen werden konnte, so muss dennoch die Frage nach möglicher alters-spezifischer Befallsintensitäten (aus technischen Gründen) offenbleiben. Für die Befallsabundanzen mit Nematoden, insbesondere derer mit *Trichostrongylus sp.* sprechen aber die gegenwärtigen Beobachtungen für die ursprüngliche Arbeitshypothese der unterschiedlichen Befallsabundanz, insbesondere wegen der geringeren Wahrscheinlichkeit/Gelegenheit (des geringeren Zeitraums) für Jungtiere der Infektion, und eher nicht für die Annahme der höheren Infektionshäufigkeit und Stärke, wegen noch

ungenügender Immunkompetenz. Darüber hinaus weisen die gegenwärtigen statistischen Modellergebnisse auch darauf hin, dass das Infektionsgeschehen mit Darmhelminthen bei den Zieseln in der untersuchten lokalen Population einem sehr komplexen Zusammenwirken ökologischer, physiologischer, immunologischer (immungenetischer?), populationsbiologischer Faktoren auf Seite der Wirtstiere unterliegt, aber wahrscheinlich auch durch verschiedene biologische Faktoren der parasitären Würmer (z.B. deren Lebenszyklusbedingungen) mit beeinflusst wird.

Als weitere unmittelbare Forschungsziele dazu wären einerseits die molekulargenetisch-morphologische und taxonomisch/systematische Analyse der gegenwärtig gefundenen Darmhelminthen zu nennen, und andererseits eine weitere intensive Vergrößerung des Stichprobenmaterial (allenfalls auch inklusive der parasitologischen Analyse der Mägen) über weitere Jahre der Populationsentwicklung beim Ziesel, um allfällige populationsdynamische Effekte beim Wirtstier auf seinen Parasitenbefall erfassen zu können.

5. Zusammenfassung

In der vorliegenden Diplomarbeit wurde die Makroparasitenfauna des Intestinaltrakts (Darmhelminthen) beim Europäischen Ziesel, *Spermophilus citellus*, einer EU-weit geschützten Tierart, untersucht. Insbesondere wurde die Hypothese unterschiedlichen Befalls bei jungen und adulten Zieseln getestet: einerseits könnte eine noch nicht voll ausgebildete Immunkompetenz bei den Jungtieren zu vermehrten oder intensiveren Infektionen führen, andererseits könnte aber auch die relativ kurze potentielle Expositionszeit für mögliche Infektionen von der Geburt ca. anfangs bis Mitte Mai bis zum Beginn des Winterschlafs im Spätsommer einen geringeren Befall mit Darmhelminthen mit sich bringen.

Bei insgesamt 133 Darmtrakten aus einer großen Population im Gebiet zwischen Langenlois, Hadersdorf/Kamp und Krems/Donau in Niederösterreich wurde der gesamte Inhalt nach einem Standardverfahren gewaschen und in eine Petrischale unter einem Binokular auf Makroparasiten (Zestoden, Nematoden, Trematoden) untersucht. Alle Parasiten bzw. Parasitenfragmente wurden gezählt und einer systematisch/taxonomischen Bestimmung durch Herrn Hofrat i.R. Dr. H. Sattmann (Naturhistorisches Museum Wien) zugeführt. Anhand der Körperlängen (Kopf-Rumpflänge), Körpergewicht, Organgewichten (Leber, Niere) bzw. anhand des Okklusalfächenabriebs konnten juvenile und adulten Ziesel verlässlich unterschieden werden.

Es konnten drei verschiedene Nematodenarten (*Trichostrongylus sp.*; *Aonchotheca sp.*; *Ascaris cf. laevis*) und eine Zestodenart (*Hymenolepis sp.*), bestimmt werden, ebenfalls Fragmente von zwei weiteren mikroskopisch unbestimmbaren Zestodenarten und unbestimmbare Nematodenfragmente. Die systematisch/taxonomischen Bestimmungen erfolgten aber, mangels moderner und sicherer Bestimmungsliteratur sowie fehlender molekulargenetischer Daten vorläufig sicherheitshalber nur auf dem Gattungsniveau. Die deskriptiv-statistischen Ergebnisse wurden mit dem Programm IBM® SPSS vers. 27.0.0 und die statistischen Modellrechnungen wurden unter Verwendung der R-Statistikplattform erstellt. Bezüglich des Darmhelminthenbefalls ergab sich eine Gesamtprävalenz von 55,6% für alle untersuchten Ziesel, bei den adulten Ziesel lag sie von Juni bis September (Sammelperiode für juvenile Ziesel) bei 63,8% und für juvenile Ziesel bei 58,5%.

Trichostrongylus sp. dominierte bei den Nematoden und es ergab sich für die juvenilen Ziesel eine Prävalenz von 46,3%, für adulte Ziesel 55,8% und aus dem Vergleichszeitraum Juni-September für adulte Ziesel 43,5%. Für *Aonchotheca sp.* ergab sich eine Prävalenz von 2,4% für die juvenilen Ziesel, 10,9% für die adulten Ziesel und 11,6% aus dem Vergleichszeitraum Juni-September. Die Zestodenprävalenz der adulten Ziesel lag bei 10,9%, bei 12,8% für den Zeitraum Juni bis September und bei den juvenilen Zieseln lag die Zestodenprävalenz bei 19,5%.

Für *Trichostrongylus sp.* ergaben die Modellierungen der Abundanzen unter Berücksichtigung von Sammeljahr, Saison, Geschlecht und Altersklasse (juvenil vs. adult) signifikant niedrigere Werte für die juvenilen Ziesel im Juni als für die adulten Tiere. Dies entspricht der Hypothese unterschiedlicher Abundanzen zwischen den beiden Altersklassen, insbesondere vermutlich wegen der geringeren Infektionswahrscheinlichkeit der Juvenilen. Für die statistischen Modelle bzgl. *Aonchotheca sp.* ergab sich ebenfalls eine geringere Infektionabundanz bei den juvenilen Zieseln. Dies entspricht ebenfalls der Hypothese geringerer Infektionswahrscheinlichkeit für Juvenile. Die Modelle für die „Zestoda gesamt“-Prävalenzen (Abundanzen konnten aus auszählungstechnischen Gründen nicht ermittelt werden) hingegen erbrachten neben einem signifikanten saisonalen und Jahreseffekt keine statistisch abgesicherte Bestätigung der Arbeitshypothese. Zusammenfassend sprachen die Ergebnisse im Wesentlichen für geringere Infektionswahrscheinlichkeiten bei juvenilen Zieseln und nicht für erhöhte Infektionen allenfalls aufgrund noch nicht vollständig ausgebildeter Immunabwehr. Insgesamt ließen die Ergebnisse der statistischen Modelle auf ein recht komplexes Wirkungsgefüge von Wirtstier- und Parasiten-bezogenen ökologischen, physiologischen, immunologischen etc. Faktoren schließen, die zu den beobachteten Infektionsmustern bei den Zieseln führten.

6. Summary

This study presents data on the intestinal helminth infestation of European Ground Squirrel (EGS), *Spermophilus citellus*, an EU-protected species with obligatory hibernation. Specifically, the hypothesis of different infestation levels between juveniles and adults was tested. A not fully developed immune competence in juveniles might increase their infection level, or the shorter exposition time of juveniles that emerge only around early June from their burrows might result in a lower infestation level than in adults during the active period (from end of March until end of August, early September).

The contents of 133 individual EGS guts were scanned quantitatively in petri dishes for helminths under a dissecting microscope, after a standardized procedure to obtain all helminths and helminth fragments from the guts. All EGS stemmed from a single very large population from the vine farming area between Langenlois, Hadersdorf/Kamp, and Krems/Donau in Lower Austria.

All macroparasites (only cestodes and nematodes were found) were systematically/taxonomically analysed and determined by Hofrat i.R. Dr. H. Sattmann (Natural History Museum Vienna) using various morphological and morphometric parameters. Adult and juvenile EGS could be discriminated unambiguously by their head-body length, body weight, organ weights, and occlusal abrasion patterns.

Due to the old and ambiguous literature and no available molecular genetic correlates, all taxonomic determinations were performed only to the genus level. Three nematode species (*Trichostrongylus sp.*; *Aonchotheca sp.*; *Ascaris cf. laevis*) and one species of cestodes (*Hymenolepis sp.*) were found. Furthermore, fragments of two additional species of cestodes, which could not be identified with standard microscopical procedures and indeterminable fragments of nematodes were found. The descriptive-statistical results were done with the program IBM® SPSS vers. 27.0.0. The statistical modelling was performed with the R-Statistikplattform.

The overall helminth prevalence for all EGS was 55.6%; in juveniles it amounted to 58.5% and in adults to 63.8% in June - September, when juveniles are out.

Trichostrongylus sp. dominated and for juveniles its prevalence amounted to 46.3%, compared to 55.8% in adults (in total) and to 43.5% in adults during June – September. For *Aonchotheca sp.* the prevalence amounted to 2.4% in juveniles, compared to adults that reached 10.9%, and 11.6% for the reference period from June-September. The prevalence of cestodes for juveniles was 19.5%, compared to adults with 10.9% and 12.8% from June-September.

The statistical modelling for *Trichostrongylus sp.* revealed significantly lower abundance in June for juveniles compared to adult animals. This corresponded to the hypothesis of different abundances between the age categories, specifically lower levels in juveniles due to supposedly shorter exposition time and chance of contracting infections. Concordantly, the statistical modelling of *Aonchotheca sp.* prevalences also indicated significantly lower levels of infections in juveniles, also in line with the aforementioned interpretation (and the initial hypothesis). Regarding the prevalence of total cestode infestation there was a significant year and season (months) effect but no significant effect of the two age categories; hence, the initial hypothesis of different infestation levels could not be confirmed for flat worm infections. Overall, however, several statistical results were in favor of the expectation of lower levels of gut helminth infections in juveniles, supposedly due to their shorter period of exposition to contract an infection. The statistical results, however, suggested quite a complex array of possible host and helminth related causes shaping the infestation in the studied ground squirrels.

7. Literaturverzeichnis

- Barton K., URL 2013. Multi-model inference. R Package Version 1.9.13. [http:// CRAN.R-project.org/package=MuMIn](http://CRAN.R-project.org/package=MuMIn).
- Burnham K.P, Anderson D.R. 2002, Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach. 22nd ed. New York: Springer
- Calderola S., Preleuthner M., Prosl H., Lanfranch P. 1999, Parasiten und Winterschlaf: bibliographischer Überblick und derzeitiger Wissensstand beim Alpenmurmeltier (*Marmota marmota*) . Stapfia 63, zugleich Kataloge des 00. Landesmuseums, Neue Folge Nr. 146 93-102
- Diakou A., Kapantaidakis E., Youlatos D. 2015. Endoparasites of the European ground squirrel (*Spermophilus citellus*) (Rodentia: *Sciuridae*) in central Macedonia, Greece. Journal of Natural History. 49. 359-370. 10.1080/00222933.2013.825025.
- Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie Anhang II & Anhang IV. 1992. Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen
- Folstad I., Karter A. 1992. Parasites, Bright Males, and the Immunocompetence Handicap. American Naturalist. 139. 603-622. 10.1086/285346.
- Foster N., Elsheikha H.M. 2012, The immune response to parasitic helminths of veterinary importance and its potential manipulation for future vaccine control strategies. Parasitol Res 110, 1587–1599. doi.org/10.1007/s00436-012-2832-y
- Golemansky V., Koshev Y. 2009. Systematic and Ecological Survey on Coccidians (Apicomplexa: *Eucoccidida*) in European Ground Squirrel (*Spermophilus citellus* L.) (Rodentia: *Sciuridae*) from Acta Zoologica Bulgarica. 61. 143-150.

- Hegyeli, Z. 2020. *Spermophilus citellus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2020: e.T20472A91282380. doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T20472A91282380.en.
- Hillegass M., Waterman J., Roth J. 2008. The influence of sex and sociality on parasite loads in an African ground squirrel. *Behavioral Ecology*. 19. 1006-1011. 10.1093/beheco/arn070
- Huber S., Hoffmann I.E., Millesi E., Dittami J., Arnold W. 2001. Explaining the seasonal decline in litter size in European ground squirrels. *Ecography*, 24 (2): 205–211. DOI 10.1034/j.1600-0587.2001.240211.x.
- Huber S., Millesi E., Walzl M., Dittami J., Arnold W. 1999. Reproductive effort and costs of reproduction in female European ground squirrels. *Oecologia*. 121. 19-24. 10.1007/s004420050902.
- Janák M., Marhoul P., Matějů J. 2013. Action Plan for the Conservation of the European Ground Squirrel *Spermophilus citellus* in the European Union. European Commission.
- Jilge J.M. 2017. Genetische Variabilität einer Ziesel-Kolonie am Westrand des Artverbreitungsgebiets. Diplomarbeit, Veterinärmedizinische Universität Wien, 50 S.
- Kahlen J. 2017. Body condition and effects of coccidian infections in European Ground Squirrels (*Spermophilus citellus*) in a large population in eastern Austria (Master Thesis), Institute of Wildlife Biology and Game Management (IWJ), Department for Integrative Biology and Biodiversity Research
- Klein S.L. 2004. Hormonal and immunological mechanisms mediating sex differences in parasite infection. *Parasite immunology*. 26. 247-64. 10.1111/j.0141-9838.2004.00710.x.
- Kock R.A., Woodford M.H., Rossiter P. 2010. Disease risks associated with the translocation of wildlife. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*. 29. 329-50. 10.20506/rst.29.2.1980.

- Kołodziej-Sobocińska M., Tokarska M., Zalewska H., Popiołek M., Zalewski A. 2020. Digestive tract nematode infections in non-native invasive American mink with the first molecular identification of *Molineus patens*; International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife, Volume 14, 2021, Pages 48-52, ISSN22132244, <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2020.12.006>.
- Krasnov B., Morand S., Hawlena H., Khokhlova I.S., Shenbrot G. 2005. Sex-biased parasitism, seasonality and sexual size dimorphism in desert rodents, *Oecologia* (2005) 146: 209–217 DOI 10.1007/s00442-005-0189-y
- Krasnov B.R., Bordes F., Khokhlova I.S., Morand S. 2012. Gender-biased parasitism in small mammals: Patterns, mechanisms, consequences. *Mammalia*. 76. 1-13. 10.1515/mammalia-2011-0108.
- López-Darias M., Ribas A., Feliu C. 2008. Helminth parasites in native and invasive mammal populations: Comparative study on the Barbary ground squirrel *Atlantoxerus getulus* L. (Rodentia, Sciuridae) in Morocco and the Canary Islands. *Acta Parasitologica*. 53. 296-301. 10.2478/s11686-008-0036-5.
- McGee S.G. 1980. Helminth parasites of squirrels (Sciuridae) in Saskatchewan. *Canadian Journal of Zoology*. 58(11): 2040-2050. <https://doi.org/10.1139/z80-280>
- Millesi E., Huber S., Dittami J., Hoffmann I., Daan S. 1998. Parameters of Mating Effort and Success in Male European Ground Squirrels, *Spermophilus citellus*. *Ethology*, 104 (4): 298–313. DOI 10.1111/j.1439-0310.1998.tb00070.x.
- Millesi E., Strijkstra AM., Hoffmann IE., Dittami JP., Daan S. 1999a. Sex and Age Differences in Mass, Morphology, and Annual Cycle in European Ground Squirrels, *Spermophilus citellus*. *Journal of Mammalogy*, 80 (1): 218–231. DOI 10.2307/1383222.
- Millesi E., Huber S., Everts L.G., Dittami J.P. 1999b Reproductive decisions in female European Ground Squirrels: Factors Affecting Reproductive Output and Maternal Investment, *Ethology* 105, 163-175

- Neuhaus P. 2003. Parasite removal and its impact on litter size and body condition in Columbian Ground Squirrels (*Spermophilus columbianus*). Proceedings. Biological sciences / The Royal Society. 270 Suppl 2. S213-5. 10.1098/rsbl.2003.0073.
- Niethammer J., Krapp F. 1978. Handbuch der Säugetiere Europas; *Sciuridae* – Hörnchen. Band 1 Rodentia 1, 1. Aufl. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, 122-144.
- Nel H., Hams E., Saunders S., Mangan N., Smith P., Atzberger A., Flavell R., Akira S., McKenzie A., Fallon P. 2011. Impaired Basophil Induction Leads to an Age-Dependent Innate Defect in Type 2 Immunity during Helminth Infection in Mice. Journal of immunology (Baltimore, Md. : 1950). 186. 4631-9. 10.4049/jimmunol.1002995.
- Preleuthner M., Calderola S., Lanfranchi P., Prosl H. 1999. Parasiten des Alpenmurmeltieres (*Marmota marmota*): Systematik, Entwicklung, Verbreitung. Stapfia 63, zugleich Kataloge des 00. Landesmuseums, Neue Folge Nr. 146. 77-92.
- Ramos-Lara N., Koprowski J.L., Kryštufek B., Hoffmann I.E. 2014. *Spermophilus citellus* (Rodentia: Sciuridae). Mammalian Species 46: 71–87.
- Romeo C., Pisanu B., Ferrari N., Basset F., Tillon L., Wauters L., Martinoli A., Saino N., Chapuis J.L. 2013. Macroparasite community of the Eurasian red squirrel (*Sciurus vulgaris*): Poor species richness and diversity. Parasitology research. 112. 10.1007/s00436-013-3535-8.
- Romeo C., Wauters L.A., Ferrari N., Lanfranchi P., Martinoli A., et al. 2014 Macroparasite Fauna of Alien Grey Squirrels (*Sciurus carolinensis*): Composition, Variability and Implications for Native Species. PLoS ONE 9(2): e88002. doi:10.1371/journal.pone.0088002
- Ružić, A. 1978. *Citellus citellus* (Linnaeus, 1766) - der oder das Europäische Ziesel. In: Niethammer J., Krapp, F. (Hsg.) Handbuch der Säugetiere Europas. Bd. 1, Nagetiere I (*Sciuridae*, *Castoridae*, *Gliridae*, *Muridae*). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, Deutschland, S. 123–144.

- Simões, R., Luque, J., Gentile, R., Rosa, M., Costa-Neto, S., Maldonado, A. 2016. Biotic and abiotic effects on the intestinal helminth community of the brown rat *Rattus norvegicus* from Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of Helminthology*, 90(1), 21-27. doi:10.1017/S0022149X14000704
- Spitzenberger F. 2001. Die Säugetierfauna Österreichs – Grüne Reihe des Lebensministeriums – 13: 356-365
- Stefanov V., Georgiev B.B., Genov T., Chipev N. 2001. New data on the species composition and distribution of helminth parasites of *Spermophilus citellus* L. (Rodentia, Sciuridae) in Bulgaria. Sixth National Conference of Parasitology, Sofia 5-7 October 2001, Program and Abstracts, Pensoft Sofia – Moskau, Bulg. Society for Parasitology, ISBN 954-642-143-X, p. 31.
- Tijjani M., Majid R.A., Abdullahi S.A., Unyah N.Z. 2020. Detection of rodent-borne parasitic pathogens of wild rats in Serdang, Selangor, Malaysia: A potential threat to human health. *Int J Parasitol Parasites Wildl.* 2020 Jan 28;11:174-182. doi: 10.1016/j.ijppaw.2020.01.008. PMID: 32099788; PMCID: PMC7031134.
- Verein Freunde der Perchtoldsdorfer Heide. 2000. <https://perchtoldsdorfer-heide.at/lexikon/ziesel/> Zugriff am 14.02.2021.

8. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1. Verteilung der individuellen Abundanzen von Nematodeninfektionen (gesamt) bei den untersuchten Zieseln.....	17
Abb. 2. Verteilung der individuellen Befallsintensitäten von Nematodeninfektionen (gesamt) bei den untersuchten Zieseln.....	19
Abb. 3. Verteilung der individuellen Abundanzen von Infektionen mit <i>Trichostrongylus sp.</i> bei den untersuchten Zieseln.....	20
Abb. 4. Verteilung der individuellen Befallsintensitäten bei Infektionen mit <i>Trichostrongylus sp.</i> bei den untersuchten Zieseln.....	21
Abb. 5. Verteilung der individuellen Befallsabundanzen bei Infektionen mit <i>Aonchotheca sp.</i> bei den untersuchten Zieseln.....	22
Abb. 6. Verteilung der individuellen Befallsintensitäten bei Infektionen mit <i>Aonchotheca sp.</i> bei den untersuchten Zieseln.....	23
Abb. 7. Befallsprävalenzen bei Infektionen mit Zestoda (gesamt) bei den untersuchten Zieseln.....	24
Abb. 8. Befallsprävalenzen bei Infektionen mit <i>Hymenolepis sp.</i> bei den untersuchten Zieseln.....	28

9. Tabellenverzeichnis

Tab.1: Überblick über die Prävalenzen des Nematoden- und Zestodenbefalls bei juvenilen und adulten Zieseln aus der Population „Krems/Langenlois“	16
Tab. 2: Zusammenstellung der statistischen Kennzahlen (zentrale Tendenz, Streuung) für die Abundanzen (A) und Intensitäten (I) des Befalls mit Darmhelminthen (alle Zestoden und Nematoden) von Zieseln aus der „Population Krems/Langenlois“	17
Tab. 3.: Zusammenstellung der statistischen Kennzahlen (zentrale Tendenz, Streuung) für die Abundanzen (A) und die Intensitäten (I) des Befalls mit Nematoden (gesamt) von Zieseln aus der „Population Krems/Langenlois“	18
Tab. 4.: Zusammenstellung der statistischen Kennzahlen (zentrale Tendenz, Streuung) für die Abundanzen (A) und die Intensitäten (I) des Befalls mit <i>Trichostrongylus sp.</i> von Zieseln aus der „Population Krems/Langenlois“	20
Tab. 5.: Zusammenstellung der statistischen Kennzahlen (zentrale Tendenz, Streuung) für die Abundanzen (A) und die Intensitäten (I) des Befalls mit <i>Aonchotheca sp.</i> von Zieseln aus der „Population Krems/Langenlois“	22
Tab. 6.: RVI-Werte ¹ (RVI) und t-Werte (t) ² für die Terme der Modelle „Abundanzen Nematoda gesamt“	25
Tab. 7.: Schätzungen der Abundanzwerte für „Nematoda-gesamt“-Infektionen gemäß dem besten Modell, separat für die Geschlechter, Juni und August, sowie für juvenile und adulte Ziesel.....	26
Tab. 8.: RVI-Werte ¹ (RVI) und t-Werte (t) ² für die Terme der Modelle für die „Abundanzen von <i>Trichostrongylus sp.</i>	28
Tab. 9.: Schätzungen der Abundanzwerte für „ <i>Trichostrongylus sp.</i> “-Infektionen gemäß dem besten Modell, separat für die Geschlechter, Juni und August, sowie für juvenile und adulte Ziesel.....	29

- Tab. 10.:** Schätzungen der Abundanzwerte für „*Trichostrongylus sp.*“-Infektionen gemäß dem besten Modell, separat für die Jahre 2014 und 2019, die Geschlechter, sowie die Monate April und August.....30
- Tab. 11.:** RVI-Werte¹ (RVI) für die Terme der Modelle für die „Abundanzen von *Aonchotheca sp.* Der t-Wert ist nur für den statistisch bedeutsamen Altersklasseneffekt angegeben.....31

10. Abkürzungen:

Abb.	Abbildung
AIC	Akaiki-Informationskriterium
AICc	Akaiki-Informationskriterium korrigiert für kleine Stichproben
EGS	European Ground Squirrel
EZ	Europäische Ziesel
GS	Grauhörnchen
IUCN	International Union for Conservation of Nature
KR	Kopfrumpflänge
mündl. Mittlg.	Mündliche Mitteilung
RVI	relative variable importance
sp.	species
Tab.	Tabelle
u.z.	und zwar

11. Appendix: Taxonomisch-systematische bzw. mikroskopisch-morphologische Analysen der Darmhelminthen von HR. Dr. H. Sattmann

Helminthen des Darmkanals von Zieseln (*Citellus citellus*) aus Niederösterreich (leg. F. Suchentrunk et al.)

NEMATODA

Trichostrongylus sp. (cf. *T. colubriformis*)

Individuen von *Trichostrongylus* waren die häufigsten (Prävalenz) Helminthen des Darmtrakts. Unter den Nematoden waren sie auch die mit den höchsten Individuenzahlen (Intensität). Morphologisch waren sie am ehesten der Art *T. colubriformis* zuzuordnen. Allerdings sind einerseits die Angaben zur Morphologie andererseits die Synonymie respektive taxonomischen Abgrenzung dieser Art in der Literatur widersprüchlich und unklar. Die hier mikroskopisch untersuchten Tiere zeigen eine große Bandbreite von Maßen (z.B. Körperlänge, Schwanzlänge), welche jene in der Literatur genannte Variation für *T. colubriformis* noch übertreffen. Es ist unwahrscheinlich, aber nicht auszuschließen, dass im untersuchten Material mehr als eine *Trichostrongylus*-Art vertreten ist. Um diese Frage zu klären sollen neben vertieften morphologischen Untersuchungen auch molekulargenetische Analysen getätigt werden. Aus den genannten Gründen bezeichnen wir die Vertreter dieser Gattung hier vorläufig mit *Trichostrongylus* spp.

Ascaris sp. larv. (c.f. *A. laevis*)

Ein einzelnes unreifes Weibchen (keine Eier) eines Ascariden wurde gefunden. Vermutlich handelt es sich um ein präadultes spätes 3. Häutungsstadium von *Ascaris laevis*. Die dorsale Lippe wie auch die terminale Schwanzspitze stimmen mit den Beschreibungen gut überein. Die Maße von Gesamtlänge, maximale Breite, Schwanzlänge und Länge des Ösophagus stimmen mit den Angaben von Babero 1960 für die „late fourth larval stage“ überein. *A. laevis* ist in Mitteleuropa aus dem Murmeltier bekannt ist, von unterschiedlichen Zieseln ist sie aus Nordamerika, Asien und Osteuropa beschrieben. Die Beziehung bzw. Synonymie mit *A. tarbagan* und anderen beschriebenen Arten (*A. joffi*, *A. Pigmaeus*, *A. pigmentata*) ist noch weitgehend ungeklärt (Hartwich 1975). Ein molekularer Vergleich mit vorhandenen Genbank-Daten wäre von Interesse.

Ziesel 16/05/17-2N

	Eigene Messung mm	Babero 1960 (late fourth larval stage)
Länge	15,7	2,8 - 16,4
Breite	0,3	0,09 - 0,34
Ösophagus	1,05 (0,9)*	0,39-0,97
Schwanz a.p.	0,22	0,09 -0,27
Vulva a a.	6,25	
D_Lippe B x L	0,056 x 0,064	
Nervenring a a.	0,36	
Ventrikel B x L	0,15 x 0,15	

- Messung plus oder minus Ventrikel

***Trichuris* sp.** subadult

Es handelt sich um ein einzelnes vermutlich subadultes Weibchen eines Peitschenwurms. Es wurden publizierte Körpermaße von *T. leporis* und *T. muris*, die beide auch vom Ziesel beschrieben sind, verglichen ((Hall 1916, Alojjan 1956, Genov 1987). Die Körpermaße passen etwas besser zu *T. muris*. Allerdings konnten wir die Beschreibungen von *T. citellorum* (Kirschenblatt 1939) und *T. citelli* (Chandler 1945) bisher nicht einsehen. Nachdem es sich um ein nicht reifes Tier handelt, möglicherweise vor der letzten Häutung, kann keine sichere Zuordnung vorgenommen werden. Auch hier wäre eine molekulare Überprüfung von Interesse, da von Mitteleuropa m.W noch keine *Trichuris* – Art vom Ziesel beschrieben ist und wesentliche Merkmale nicht ausgeprägt sind, wird hier die Bezeichnung *Trichuris* sp. verwendet.

Trichuris sp. weibl, sa, (ein nicht ganz ausgereiftes Ei??)

Eigene Messungen in mm		Hall 1916 Tleporis	Hall Tmuris	Genov
Tmuris				
Gesamtlänge	18,6	32 – 24,5	23 – 31	34 -
				36
Vorderk. (bis vagina)	13,5		14 - 20	
Hinterkörper	5,1		8-11	
Ratio V:H	5:2	2:1	7:4	
Breite max.	0,44	1,12	0,4	0,63 – 0,93
Kopf	0,02	0,017-0,020	0,018	0,020 -
				0,026
Transverse Striation intervall	0,004	4-5um	4-5	
Ei?	0,048 x 0,026	0,050 – 0,056 x (0,024)?	0,057 - 0,062	

	eigene	Alojan 1956 Tleporis	Alojan
Tmuris			
Gesamtlänge	18,6	32 – 35	15,6 – 23,5
Vorderk. (bis vagina)	13,5	19,5 - 22	8,9 – 13,3
Hinterkörper	5,1		
Ratio V:H	5:2		
Breite max.	0,44	0,99 – 1,1	0,076 – 0,11
Kopf	0,02	0,019 – 0,022	0,017 – 0,018
Transverse striation intervall	0,004	0,004	0,003
Ei?	0,048 x 0,026?	0,0064 – 0,0067 x 0,032 – 0,034	0,049 – 0,061 x 0,036 -
			0,039
Vulva a.a.	13,5	21 – 23,7	9 - 14
Vagina pouches nicht sichtbar			
Cuticular Plagues anterior body vorhanden			

***Aonchotheca* sp.**

Es gibt leider wenige komplette Individuen, sehr wohl aber Hinterenden beider Geschlechter sowie Fragmente und Vorderenden, die keinem Geschlecht zugeordnet werden können. Die Zählung der Individuen beruhen daher mitunter auf Schätzungen. Aus dem Schlüssel von Moravec & Barus (1991) ergibt sich die Zuordnung zu der Gattung *Aonchotheca* (Capillariidae). Vom Ziesel ist *A. armeniaca* beschrieben. Die Originalbeschreibung (Kirschenblatt 1939) ist uns noch nicht zugänglich. Die Wiederbeschreibung von *A. annulosa* (Duj.; Moravec & Barus 1991) passt teilweise, wobei bei den uns zur Verfügung stehenden Exemplaren nicht alle Maße genommen werden konnten.

Messungen Männchen

	14/7/19-3 M MP1a	14/7/19-3 MP1b	Moravec 1981 Aannulosa
Länge M	12,5 + VE	16,12	21 - 23
Breite M	0,06	0,052	0,054
Bursa LxB	0,012 x 0,028		0,018-0,021 x 0,042
Spikel L	1,24	1,02	1,11 -1,27

Messungen Weibchen

	14/7/19-3 W MP1a	14/7/19-3 W MP	Moravec 1981 Aannulosa
Länge W			
Breite W			
Eier LxB	: 0,048 – 0,052 x 0,022 – 0,024	0,04 x 0,02	0.060-0,066
	x 0,027-0,030		

Nematoda indet

Hier wurden Nematoden zusammengefasst, für die vorerst aufgrund des Entwicklungsstadiums oder des Erhaltungszustandes noch keine taxonomische Einordnung vorgenommen wird. (z.T. event. Physalopteridae?)

CESTODA***Hymenolepis* sp.**

Zahlreiche Proglottiten, Strobilafragmente und einige Scolices können der Gattung *Hymenolepis* zugeordnet werden. Diese ist v.a. durch den Scolex und die Anordnung der Geschlechtorgane in den reifen Proglottiden gekennzeichnet. Die aufgefundenen Scolices haben vier Saugnäpfe, eine kleine Proboscis und keine Haken. Die Proglottiden sind durch (meist) drei kompakte, ovale bis kreisrunde Testes, ein mittiges Ovar und dahinter liegendes Vitellarium gekennzeichnet. Die nach außen führenden Gängen (Cirrus, Vagina) münden immer auf der gleichen Seite, der Cirrusbeutel reicht bis über die Höhe des ersten Testis. Die graviden Glieder enthalten etwa 45-60 Eier. (Zitat)

<i>Hymenolepis</i> sp. Maße	16/05/17-(1)C4	16/05/17-1C1	14/7/19-3	8/7/18-6A
Scolex B:	0,23			0,17
Scolex L:	0,16			0,11
Saugnäpfe:	0,12 x 0,09-0,1			0,11 x 0,11
Testis		0,10 x 0,88		
Vord. reifes Glied B:	0,75	0,74 – 0,95		
Vord. reifes Glied L:	0,18	0,16 - 0,19		
Hint. reifes Glied B:	0,84	1,13 – 1,34		1,15
		1,08 - 1,18		
Hint reifes Glied L:	0,21	0,27 – 0,36		0,35
		0,25		
Prägravidus Glied B:		1,55		1,35
Gravidus Glied B:		1,92		
Gravidus Glied L:		0,39		
Strobila bis HrGl:	40,5			
Ei???	0,08 x 0,052		0,05 x 0,04	

<i>Hymenolepis</i> sp. Maße	30/05/19-1	7/8/18-3
Scolex B:	0,24	0,24
		0,23
		0,18
Scolex L:		
Saugnäpfe:	0,12 x 0,10	0,13 x 0,11
		0,11 x 0,10
		0,96 x 0,072
Testis		
Vord. reifes Glied B:		
Vord. reifes Glied L:		
Hint. reifes Glied B:	1,24	
	0,97	
Hint reifes Glied L:	0,24	
	0,22	
Prägravidas Glied B:	1,55	1,60
Gravidas Glied B:	1,96	1,75
	2.10	
Gravidas Glied L:	0,55	0,55
	0,47	
Strobila bis HrGl:		
Ei???	0,076-0,064 x 0,064-0,068	0,06-008
	0,088-0,092 x 0,068-0,076	