

Aus dem Department für Pathobiologie
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Institut für Parasitologie
(Leiterin: Univ.Prof. Dr.med.vet. Anja Joachim)

Untersuchung der Sockenfauna aus der Südoststeiermark und Südburgenland auf Lungenwurm- und andere Helminthenlarven

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Theresa Steßl

Wien, im Februar 2020

Betreuerin: Univ.Prof. Dr.med.vet. Anja Joachim
Institut für Parasitologie
Department für Pathobiologie
Veterinärmedizinische Universität Wien

BegutachterIn:

INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG	5
2.	LITERATURÜBERSICHT	6
2.1.	SCHNECKEN IN ÖSTERREICH.....	6
2.2.	ROTE LISTE DER WEICHTIERE	6
2.3.	SCHNECKE ALS ZWISCHENWIRTE FÜR RUNDWÜRMER.....	7
2.4.	<i>ARION VULGARIS</i> : EIN NEOBIOT	8
3.	MATERIAL UND METHODE	10
3.1.	SCHNECKENATLAS DER STEIERMARK	10
3.2.	UNTERSUCHUNG VON SCHNECKEN AUF NEMATODENLARVEN.....	10
3.2.1.	Sammeln und Bestimmen der Schnecken	10
3.1.1.	Verdauung und Mikroskopie.....	12
4.	ERGEBNISSE	14
4.1.	UNTERSUCHUNG DER SCHNECKEN	14
4.2.	SCHNECKENATLAS DER STEIERMARK	19
5.	DISKUSSION	22
5.1.	SCHNECKEN UND LUNGENWÜRMER	22
5.2.	SCHNECKENATLAS.....	24
6.	ZUSAMMENFASSUNG	25
7.	SUMMARY	26
8.	ABBILDUNGS-/ TABELLENVERZEICHNIS	27
9.	LITERATURVERZEICHNIS	28
10.	DANKSAGUNG	32

Abkürzungen

HCl	Chlorwasserstoff (= Salzsäure)
NaCl	Natriumchlorid (= Kochsalz)
Aqua dest.	Aqua destillata (= destilliertes Wasser)
L1	Larvenstadium 1
L2	Larvenstadium 2
L3	Larvenstadium 3
<i>A. vulgaris</i>	<i>Arion vulgaris</i>
<i>H. pomatia</i>	<i>Helix pomatia</i>
<i>L. cinereoniger</i>	<i>Limax cinereoniger</i>
<i>C. vindobonensis</i>	<i>Caucasotacheo vindobonensis</i>
<i>C. nemoralis</i>	<i>Cepaea nemoralis</i>
<i>D. reticulatum</i>	<i>Deroceras reticulatum</i>
<i>C. vulpis</i>	<i>Crenosoma vulpis</i>
<i>An. vasorum</i>	<i>Angiostrongylus vasorum</i>
<i>Ae. abstrusus</i>	<i>Aelurostrongylus abstrusus</i>
<i>C. aerophile</i>	<i>Capillaria aerophila</i>

1. Einleitung und Fragestellung

Weichtiere, vor allem Gastropoden (Schnecken), sind in Österreich häufig vorkommende Lebewesen. Viele Arten sind heutzutage gefährdet und dürfen nicht besammelt werden, während einige, oft eingeschleppte Arten mangels vorhandener Fressfeinde überhandnehmen und sich rasant verbreiten. Die daraus entstehenden Probleme betreffen nicht nur Schäden in Kulturlandschaften oder Gärten, sondern auch die Übertragung von Krankheitserregern.

Viele Schneckenarten können als Zwischenwirt für Lungenwürmer verschiedener Tierarten dienen. In den letzten Jahren wurde den durch Lungenwürmer verursachten Erkrankungen bei Hund und Katze in Europa immer mehr Beachtung geschenkt, vor allem den bekannteren Arten wie *Angiostrongylus vasorum*, *Crenosoma vulpis* oder *Aelurostrongylus abstrusus*. Über das Ausmaß der Verbreitung und Vorkommen dieser Arten gibt es in Österreich bisher nur sehr wenig Informationen. Um mehr über die Verbreitung der verschiedenen Lungenwürmer zu erfahren, muss das Augenmerk auf die Schnecken als Zwischenwirte gelegt werden.

Daher beschäftigt sich diese Diplomarbeit, als Teilarbeit eines größeren Projektes, mit der Frage, welche Landlungenschneckenarten in der Steiermark vorkommen, sowie deren Verbreitung, Eigenschaften und Ausprägungsmerkmalen, die als „Schneckenatlas der Steiermark“ zusammengefasst sind und eine Erweiterung und Ergänzung zum bereits vorhandenen „Schneckenatlas Ostösterreichs“ (Eisschiel 2020) darstellt.

Des Weiteren wurden verschiedene Schnecken aus der Südoststeiermark sowie dem Südburgenland gesammelt. Die Sammelstellen wurden nach dem Vorkommen von Schnecken sowie dem Vorhandensein von Endwirten für die oben erwähnten Lungenwürmer (Hund, Katze, Fuchs) ausgewählt. Gemäß dem Arbeitsprotokoll von Mirjam Edler (unveröffentlicht) wurden diese Schnecken bestimmt, getötet, verdaut und mikroskopisch auf Nematodenlarven hin untersucht.

2. Literaturübersicht

Von Schnecken übertragene Parasiten können bei Tieren und Menschen ernste klinische Erkrankungen hervorrufen. Sie befallen je nach taxonomischer Gruppe nicht nur den Magen-Darmtrakt und dessen Anhangs, sondern verursachen auch schwere Lungenerkrankungen. In über 90 Ländern weltweit betreffen sie Millionen von Menschen, vor allem in verarmten oder Entwicklungsländern (Lu et al. 2018).

2.1. Schnecken in Österreich

Die heimische Schneckenfauna in Österreich hat mit über 450 verschiedenen nachgewiesenen Arten eine beeindruckende Größe. Ungefähr 13 % davon sind Endemiten und damit nur in Österreich zu finden, was sie besonders wichtig für den Artenschutz macht. Etwa 10 % sind sogenannte Neobioten, die eingeschleppt bzw. zugewandert sind, und ursprünglich nicht in Österreich heimisch waren. Durch Zerstörung von Refugien und die damit verbundene Unmöglichkeit der Wiederansiedelung sind 35 % gefährdet oder sogar vom Aussterben bedroht (Eschner Sommer 2010).

2.2. Rote Liste der Weichtiere

Als einer der zentralsten Instrumente der Umweltkontrolle und des Naturschutzes beinhalten die Roten Listen Tier- sowie Pflanzenarten mit ihrer Gefährdungskategorie in bestimmten Regionen. Diese als „Barometer der Biodiversität“ bezeichneten Listen sind auf der Internetseite des Umweltbundesamtes abzurufen (Umweltbundesamt 2020).

Die Rote Liste der Weichtiere umfasst 490 verschiedene Arten, die sich aus 455 Schneckenarten und 35 Muscheln zusammensetzen. Die Einteilung der Gefährdungskategorien erfolgt anhand der Aussterbenswahrscheinlichkeit in einem gewissen Zeitraum (Tab. 1).

Tabelle 1: Kategorisierung von Spezies in der Roten Liste (Reischütz u. Reischütz 2007).

Kategorie	Internationale Kategoriebezeichnung	Deutsche Umschreibung	Bedeutung, Interpretation
EX	Extinct	Ausgestorben	Letztes Individuum tot
RE	Regionally Extinct	Regional ausgestorben	Letztes fortpflanzungsfähige Individuum tot oder aus Region/Land verschwunden
CR	Critically Endangered	Vom Aussterben bedroht	50% Aussterbewahrscheinlichkeit in 10 Jahren oder 3 Generationen
EN	Endangered	Stark gefährdet	20 % Aussterbewahrscheinlichkeit in 20 Jahren oder 5 Generationen
VU	Vulnerable	Gefährdet	10% Aussterbewahrscheinlichkeit in 100 Jahren
NT	Near Threatend	Vorwarnstufe, Vorwarnliste, Gefährdung droht, nahezu gefährdet	Negative Bestandsentwicklung mit hoher Aussterbegefahr in Teilen des Gebietes
LC	Least Concern	Ungefährdet	Weniger als 10% Aussterbewahrscheinlichkeit in 100 Jahren
DD	Data Deficient	Datenlage ungenügend, Datendefizit	Die vorliegenden Daten lassen keine Einstufung zu
NE	Not Evaluated	Nicht eingestuft	Die Art wurde nicht eingestuft

2.3 Schnecke als Zwischenwirte für Rundwürmer

Schnecken fungieren häufig als Wirte für Nematoden. Diese Wirtsbeziehungen können von parentenisch über parasitär bis hin zu pathogen sein. Einige Rundwürmer verwenden Weichtiere als Zwischenwirte, während Wirbeltiere jedoch den Endwirt darstellen. Im Gegensatz dazu gibt es auch Nematoden, deren gesamter Lebenszyklus in der Schnecke abläuft (Grewal et al. 2003)

Dienen sie als Zwischenwirte für Nematoden, so werden Schnecken mit juvenilen Stadien (L1-Larven) aus der Umwelt, z.B. über Kot, infiziert. In der Schnecke laufen dann weitere Teile der Nematodenentwicklung ab. Die juvenile Larve entwickelt sich in der Schnecke zur infektiösen L3-Larve. Werden diese Larven vom Endwirt aufgenommen, können sie sich zu geschlechtsreifen Tieren weiterentwickeln (Deplazes et al. 2013).

Die meisten der Ackerschnecken (Agriolimacidae) sind Zwischenwirte für *C. vulpis*. Dieser befällt neben dem Rotfuchs auch Haushunde und Hundartige. Aber auch einige Wegschneckenarten (Arionidae) können diese übertragen. Zu den Überträgern von *An. vasorum* (französischer Herzwurm) zählen *Arion rufus*, *Arion vulgaris* sowie auch *Limax maximus*. Der Katzenlungenwurm (*Ae. abstrusus*) nutzt *Cornu aspersum* sowie *Limacus flavus* als Zwischenwirt (Grewal et al. 2003).

2.4. *Arion vulgaris*: ein Neobiota

Als Neobiota werden Pflanzen, Tiere, aber auch Pilze und Mikroorganismen bezeichnet, die durch den Menschen in Regionen gebracht werden, die sie aus eigener Kraft nicht erreichen können und sich dort etablieren. In vielen Ländern werden diese Arten als Bedrohung für die biologische Vielfalt, für die menschliche Gesundheit und auch für die Wirtschaft angesehen (invasive Spezies). Aktuell sind in Österreich 650 Neobiota beschrieben, wobei 150 Arten für wirtschaftliche Schäden bekannt sind (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2020).

Die heimische Biodiversität mit ihren komplexen Zusammenhängen kann gefährdet oder negativ beeinflusst werden, wenn heimische Arten zurückgedrängt werden, durch Hybridisierung mit neuen Arten oder durch das Einbringen von Krankheiten und Erregern, gegen diese die heimischen Arten als naiv zu bezeichnen sind (www.umweltbundesamt.at).

Weichtiere wurden schon früh, möglicherweise zur Zeit der Römer, absichtlich (z.B. als Nahrungsmittel), oder unabsichtlich eingeschleppt. Letzteres geschieht häufig mit Obst, Gemüse, Blumen oder Sträuchern, aber auch mit Kompostherde oder Rindenmulch. Auch diverse Verpackungen von Baumaterialien (Paletten), Saatgut, oder Mitbringsel aus dem Urlaub können Quellen gebietsfremder Arten darstellen. Im Hinblick auf die fortschreitende Globalisierung erscheint das Verhindern solcher fremder Passagiere unmöglich (Essl und Rabitsch 2002).

Einer der bekanntesten Vertreter der invasiven Schneckenarten ist die Spanische Wegschnecke (*A. vulgaris*). Ursprünglich in West- und Mitteleuropa (Frankreich, Benelux, Westdeutschland) beheimatet, hat sich diese Art durch menschlicher Aktivität weiter nach Osten verbreitet (Zajac et al. 2019). *Arion vulgaris* wurde in Österreich zum ersten Mal 1971 beschrieben (Reischütz und Stojaspal 1972, Zemanova et al. 2016). Heute ist sie unter der Liste der 100 invasivsten Arten Europas zu finden (Zajac et al. 2017) und als eine der häufigsten Schädlinge in heimischen Gärten aber auch in der Landwirtschaft bekannt (Dörler et al. 2018, Fischer und Reischütz 1998). Die Art dominiert in privaten Gärten in allen Bundesländern Österreichs, wobei eine positive Korrelation zwischen dem Auftreten von Schnecken und Niederschlag besteht. Hohe Temperaturen gehen oft mit Trockenheit einher und korrelieren damit negativ mit der Schneckenhäufigkeit. Auch die Pflanzendiversität im Garten scheint einen Einfluss zu haben. So sind in besonders artenarmen oder artenreichen Gärten weniger Schnecken zu finden (Dörler et al. 2018).

Arion vulgaris fungiert als Zwischenwirt für *Ae. abstrusus*, *An. vasorum* und *C. vulpis*. Die Prävalenz von *An. vasorum* steigt in Anwesenheit von *A. vulgaris* (Lange et al. 2018). In Wien wurden bereits *A. vulgaris*, die mit *An. vasorum* und *Ae. abstrusus* infiziert waren, nachgewiesen (Penagos-Tabares et al. 2020).

3. Material und Methode

3.1 Schneckenatlas der Steiermark

Für den Schneckenatlas der Steiermark diente der bereits vorhandene „Schneckenatlas Ostösterreichs“ von Nicole Eisschiel als formale Vorlage, der die Schneckenarten Burgenlands, Niederösterreichs und Wiens behandelt (Eisschiel 2020; <https://www.vetmeduni.ac.at/schnecken-atlas/>).

Für diese Literaturrecherche wurde die Rote Liste der Weichtiere als Grundlage verwendet und mit Hilfe von Fachliteratur aussortiert. Diese bestand in erster Linie aus „European non-marine molluscs-a guide for species identification – Bestimmungsbuch für europäische Land- und Süßwassermollusken“ (Welter-Schultes 2012), „Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas“ (Kerney et al. 1983), „Die Verbreitung der rezenten Land-Gehäuse-Schnecken in Österreich“ (Klemm 1973) sowie eine Ergänzung über die Nacktschnecken, „Die Verbreitung der Nacktschnecken Österreichs (Arionidae, Milacidae, Limacidae, Agriolimacidae, Boettgerillidae)“ (Reischütz 1986).

Weiters wurden die Internetadressen „www.animalbase.uni-goettingen.de“, „www.wikipedia.com“ sowie www.weichtiere.at als Quellen herangezogen.

Mithilfe von Verbreitungsangaben der Literatur wurden jene Schnecken in den Atlas aufgenommen, welche in der Steiermark vorkommen. Ein Ausschlusskriterium war die Größe. Nur Schnecken mit einem Mindestdurchmesser bzw. Mindestlänge von 10 mm sind im Atlas zu finden, da dies jene sind, die man per Hand besammeln kann, während kleinere Exemplare in der Regel mit Hilfe von Sieben aus Erde oder Sediment gewonnen werden (Dr. Sattmann, pers. Mitteilung, 2018).

3.2 Untersuchung von Schnecken auf Nematodenlarven

3.2.1 Sammeln und Bestimmen der Schnecken

Alle Schnecken wurden im Zeitraum von 2.6.2019 bis 18.8. 2019 in der Südoststeiermark oder dem Südburgenland gesammelt (Abb. 1). Dies erfolgte am Morgen oder abends, bevorzugt an siedlungsnahen Gebieten sowie an Wegen, an denen eine Vielzahl von Hunden zu erwarten war. Die Schnecken eines Standortes wurden mit Hilfe einer Pinzette in Plastikbecher gegeben und dieser mit Ort, Datum, Kürzel des Sammlers sowie der Stückzahl versehen.

Die gesammelten Schnecken wurden lebend nach Wien gebracht, wo sie mit Hilfe von Dr. Sattmann sowie Dr. Duda vom Naturhistorischen Museum Wien und später mit Hilfe des 'Schneckenatlas' von Nicole Eisschiel sowie gängiger Literatur bestimmt wurden.

Informationen über die Fundorte und die gesammelten Schnecken wurden in je einem Datenblatt festgehalten. Das Datenblatt über die Fundorte beinhaltet die Geodaten, wozu Koordinaten, Adresse, Funddatum, Fundortbeschreibung, Grad in Celsius, Sammler, Stückzahl sowie die Kennzeichnung der einzelnen Schnecken zählen. Auf dem Datenblatt der Schnecken wurden die Kennzeichnung der Schnecke, die Art, das Gewicht, das Bearbeitungsdatum, der Bearbeiter, Informationen über ein Einfrieren der Schnecken, Angaben über die Menge der verwendeten Verdauungslösung in ml sowie das Ergebnis und sonstige Bemerkungen in Stichworten eingetragen. Nach Bestimmung der einzelnen Schnecken wurden diese, unter Einhaltung der Sicherheitsvorschriften, durch Überfrieren mit flüssigem Stickstoff getötet und bei minus 20° C in beschrifteten Plastikbechern gelagert.



Abbildung 1: Sammelorte für die Schnecken (Kartenmaterial Statistik Austria, erstellt mit „Datawrapper“; <https://app.datawrapper.de/>)

3.1.1. Verdauung und Mikroskopie

Vor der weiteren Bearbeitung wurden die Schnecken für ca. eine Stunde bei Raumtemperatur aufgetaut und danach einzeln in gekennzeichneten Wiegeschälchen gewogen. Das Gewicht wurde im Datenblatt eingetragen. Gehäuseschnecken wurden vor der weiteren Bearbeitung das Gehäuse mit Hilfe eines Hammers und einer Rohrzange sowie Pinzetten zerstört und entfernt.

Anschließend wurde ein stecknadelgroßer Teil des Kopfes der Schnecke mit einer frischen Skalpellklinge abgetrennt und in einen 1,5 ml Eppendorf Tube verbracht. Dieser Tube dient zur späteren DNA-Analyse der Schnecke und wurde mit dem Kürzel des Bearbeiters, Kennzeichnung der Schnecke sowie Datum versehen.

Die restliche Schnecke wurde nun in mehrere ca. 0,5 cm große Teile zerteilt und in einen mit Kennzeichnung der Schnecke versehenen Erlenmeyerkolben verbracht.

Eine Verdauungslösung wurde aus Pepsin (≥ 2000 FIP-U/g), Salzsäure (HCl; 37% rauchend), Natriumchlorid (NaCl) und Aqua dest. hergestellt (Tab. 2) und zur weiteren Bearbeitung verwendet.

Tabelle 2: Ansätze von Verdauungslösung verschiedener Volumina.

Volumen	Menge Pepsin	Menge Salzsäure (HCl)	Menge NaCl
100 ml	1 g	3 ml	0,85 g
500 ml	5 g	15 ml	4,25 g
1000 ml	10 g	30 ml	8,5 g
2000 ml	20 g	60 ml	17 g

Je nach Gewicht der Schnecke wurde passend viel Verdauungslösung hinzugegeben. Alle Schnecken <1 g wurden in 20 ml, Schnecken mit 1-2 g wurden in 25 ml der Verdauungslösung und alle über 2 g in 30 ml verdaut. Schnecken, die weit schwerer waren erhielten verhältnismäßig mehr Lösung oder wurden auf mehrere Erlenmeyerkolben aufgeteilt.

Die Erlenmeyerkolben wurden mit Alufolie bedeckt und vier Stunden lang bei 40° C im Inkubationsschüttler (IKA® KS 4000 i control; IKA-Werke, Staufen, Deutschland) bei 120 Umdrehungen verdaut. Danach wurde die verdaute Suspension durch ein Sieb (Maschenweite: 300 µm) gesiebt, anschließend noch durch ein Sieb mit 25 µm Maschenweite. Das sich darin befindliche Material wurde mit Hilfe einer mit 0,9% NaCl gefüllten Spritzflasche herausgespült und in eine Petrischale übertragen, welche die Kennzeichnung der jeweiligen Schnecke aufwies. Das gesiebte Material wurde unter einem Stereomikroskop (OLYMPUS SZH10 Research Stereo; Olympus Austria, Wien, Österreich) bei mindestens 50-70 x Vergrößerung nach Larven durchmustert. Gefundene Larven wurden mit einer Pipette und einer 10 µl Pipettenspitze auf einen beschrifteten Objektträger transferiert und mit einem Deckglas fixiert.

Jene Larven wurden mit einem Durchlicht-Mikroskop (OLYMPUS Provis AX70; Olympus Austria) und mit Hilfe des Programmes „cellSens“ (Version 1.11; Olympus Austria; Wien, Österreich) fotografiert und mit der passenden Beschriftung abgespeichert. Anschließend wurden die Objektträger einsortiert und in einer dafür vorgesehenen Box in einem Gefrierschrank bei -20°C aufbewahrt.

Die sich in der Petrischale befindliche Lösung wurde in ein beschriftetes 50 ml Zentrifugenröhrchen überführt und bei 800 x g 10 min lang abzentrifugiert. Mit Hilfe einer Wasserpumpe wurde der Überstand abgesaugt und das Sediment mit Einmalpipetten in einen beschrifteten 1,5 ml-Eppendorfröhrchen zur DNA-Bestimmung der Larven verbracht. Die Röhrchen wurden in einer Kartonbox in einem Gefrierschrank des Instituts bei -20°C aufbewahrt.

4. Ergebnisse

4.1. Untersuchung der Schnecken

Im Rahmen dieser Arbeit wurden insgesamt 158 Schnecken gesammelt, laut Protokoll verdaut und mikroskopisch auf Nematoden untersucht. Davon waren 145 *A. vulgaris*, 3 *L. cinereoniger*, 2 *Ca. vindobonensis*, 3 *Ce. nemoralis*, 4 *H. pomatia* und 1 *D. reticulatum* (Abb. 2).

Die meisten Schnecken (125 Stück) wurden in der Steiermark gesammelt. Hierfür dienten 14 verschiedene Sammelorte im politischen Bezirk Hartberg-Fürstenfeld in den Gemeinden Loipersdorf, Söchau und Fürstenfeld.

Die Schnecken, die im Burgenland gesammelt wurden (33 Stück), stammten von 7 verschiedenen Sammelorten im politischen Bezirk Jennersdorf.

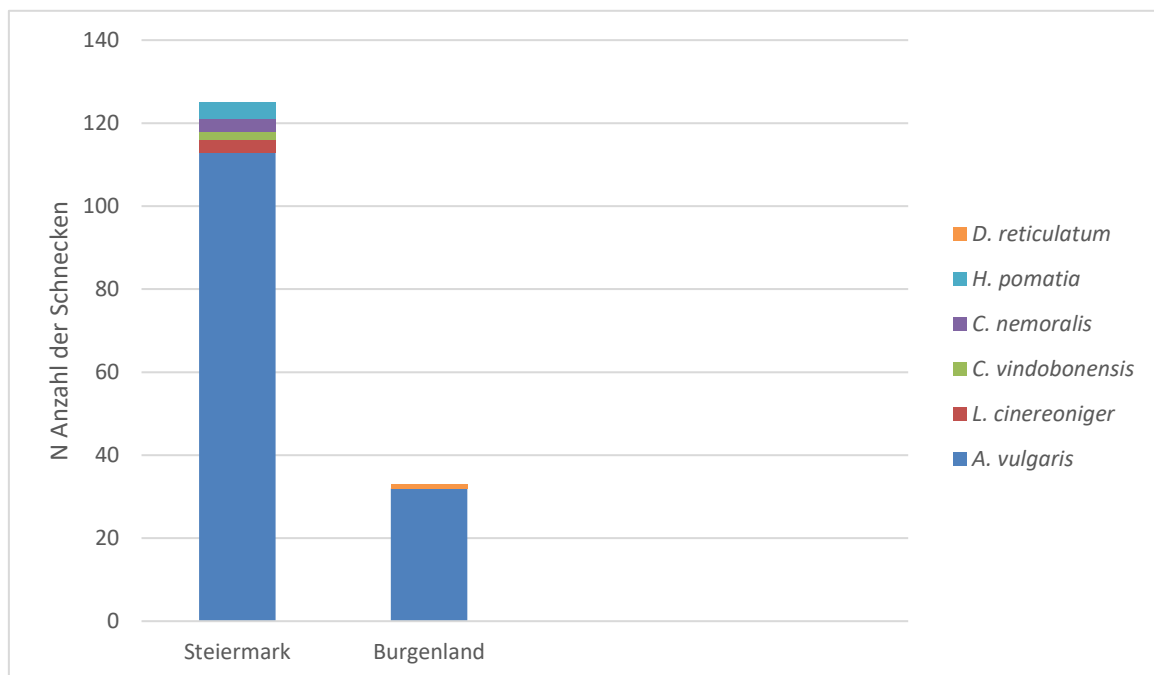


Abbildung 2: Gesammelte Schneckenarten.

In 84 Schnecken (53%) konnten mikroskopisch Nematodenlarven festgestellt werden. In der Steiermark waren 75 Schnecken (60%) mit Nematodenlarven infiziert, im Burgenland waren 9 Schnecken (27%) positiv (Abb.3).

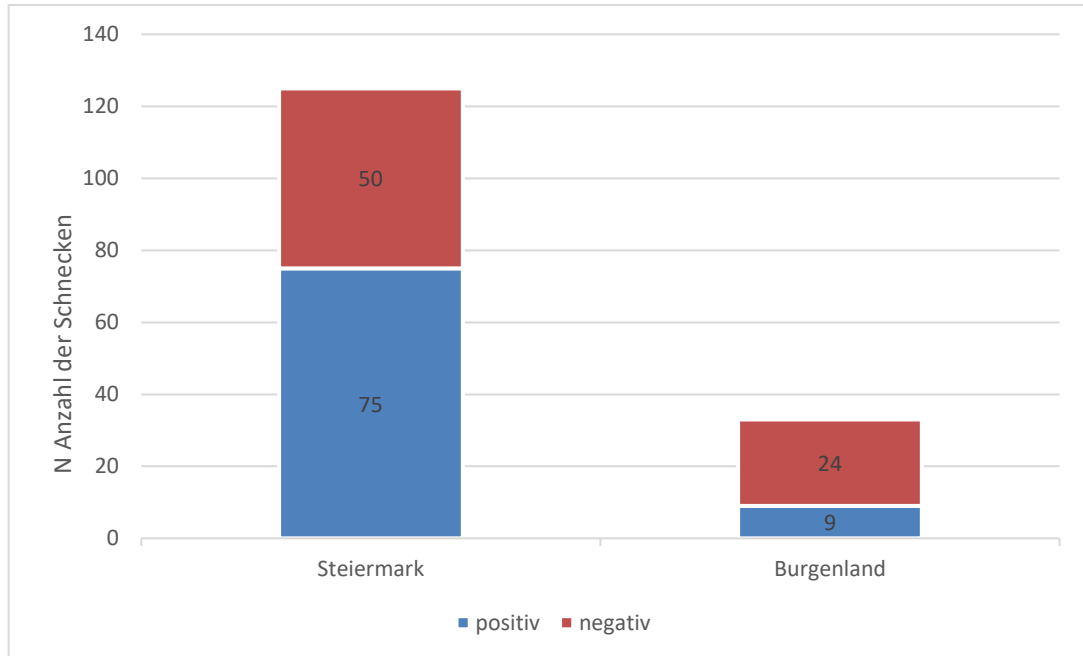


Abbildung 3: Funde von Nematodenlarven in den gesammelten Schnecken

A. vulagris machte mit 76 positiven Schnecken den größten Anteil der positiven Proben aus (90,48 %). Die restlichen 8 positiven Proben setzen sich aus 3 *L. cinereoniger* (3,57%), 3 *H. pomatia* (3,57%), 1 *Ca. vindobonensis* (1,19%) und 1 *Ce. Nemoralis* (1,19%) zusammen.

Die höchste Infektionsrate wies *L. cinereoniger* auf. Hier waren alle 3 gesammelten Exemplare positiv (100%). Von den 4 gesammelten *H. pomatia* wiesen 3 Exemplare einen Befall auf (75%), von den 2 *Ca. vindobonensis* war eine Probe positiv (50%). 76 von 145 *A. vulgaris* wiesen Nematodenlarven auf (48%). Eine der 3 gesammelten *Ce. nemoralis* war ebenfalls positiv (33%).

Anhand der morphologischen Merkmale wurden die Larven alle als Crenosomatidae bestimmt (Abb. 4-8). Dazu wurde die Betrachtung der Hinterenden der Larven herangezogen, welche bei *C. striatum* gerade und spitz sind. Dies gilt für alle Larvenstadien, nur die Größe und Proportion unterscheiden sich in den einzelnen Stadien (Lange et al. 2018).

Eine weitere Differenzierung mittels PCR wird in einer späteren Arbeit durchgeführt.



Abbildung 4: Probe T69 bei 40facher Vergrößerung; L3 von Crenosomatidae.



Abbildung 5: Probe T126 bei 40facher Vergrößerung: Hinterende von L3 von Crenosomatidae.



Abbildung 6: Probe T141 bei 40facher Vergrößerung: L3 von Crenosomatidae.



Abbildung 7: Probe T142 bei 40facher Vergrößerung: L2 von Crenosomatidae.



Abbildung 8: Probe T142 bei 60facher Vergrößerung: Hinterende von L2 von Cenosomatidae

4.2. Schneckenatlas der Steiermark

Aufgrund ihres Vorkommens und der Erfüllung der Mindestgröße von 10 mm wurden insgesamt 77 Arten in den Schneckenatlas aufgenommen und dieser als PDF-Datei als Anhang dieser Arbeit beigelegt.

Tabelle 3: Schnecken der Steiermark (Artenschutzverordnung, LGBI 40/2007, Eisschiel 2020, Eschner et al. 2010a, 2010b, Fechter und Falkner 1990, Kerney et al. 1983, Klemm 1973, Nordsieck 2020, Reischütz 1986, Reischütz und Reischütz 2007, Wiese und Richling 2007)

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name
Agriolimacidae (Ackerschnecken)	
<i>Deroceras agreste</i> (Linnaeus, 1758)	Einfarbige Ackerschnecke
<i>Deroceras klemmi</i> (Grossu, 1972)	Verkannte Ackerschnecke
<i>Deroceras laeve</i> (Müller, 1774)	Wasserschneegel
<i>Deroceras reticulatum</i> (Müller, 1774)	Genetzte Ackerschnecke
<i>Deroceras rodnae rodnae</i> (Grossu & Lupu, 1965)	Helle Ackerschnecke, Winterschneegel
<i>Deroceras sturanyi</i> (Simroth, 1894)	Hammerschneegel
<i>Deroceras turcicum</i> (Simroth, 1894)	Balkan-Schneegel
Arionidae (Wegschnecken)	
<i>Arion circumscriptus</i> (Johnston, 1828)	Graue Wegschnecke
<i>Arion distinctus</i> (Mabille, 1868)	Gemeine Gartenwegschnecke
<i>Arion fasciatus</i> (Nilsson, 1823)	Gelbstreifige Wegschnecke
<i>Arion fuscus</i> (Müller, 1774)	Braune Wegschnecke
<i>Arion hortensis</i> (Férussac, 1819) aggr.	Echte Gartenwegschnecke
<i>Arion obesoductus</i> (Reischütz, 1973)	Alpenwegschnecke
<i>Arion rufus</i> (Linnaeus, 1758)	Rote Wegschnecke
<i>Arion silvaticus</i> (Lohmander, 1937)	Waldwegschnecke
<i>Arion vulgaris</i> (Moquin-Tandon, 1855)	Spanische Wegschnecke
Boettgeriidae (Wurmnacktschnecken)	
<i>Boettgerilla pallens</i> (Simroth, 1912)	Wurmschneegel
Bradybaenidae (Strauchschnecken)	
<i>Fruticicola fruticum</i> (Müller, 1774)	Gemeine Strauchschnecke
Clausiliidae (Schließmundschnecken)	
<i>Balea biplicata biplicata</i> (Montagu, 1803)	Gemeine Schließmundschnecke
<i>Balea perversa</i> (Linnaeus, 1758)	Zahnlose Schließmundschnecke
<i>Clausilia cruciata cruciata</i> (S. Studer, 1820)	Scharfgerippte Schließmundschnecke
<i>Clausilia dubia dubia</i> (Draparnaud, 1805)	Gitterstreifige Schließmundschnecke
<i>Clausilia pumila</i> (C. Pfeiffer, 1828)	keulenförmige Schließmundschnecke
<i>Charpentieria itala braunii</i> (Rossmässler, 1836)	Italienische Schließmundschnecke
<i>Charpentieria ornata</i> (Rossmässler, 1836)	Geschmückte Schließmundschnecke

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name
<i>Cochlodina dubiosa</i> (Clessin, 1882)	Schwierige Schließmundschnecke
<i>Cochlodina fimbriata</i> (Rossmässler, 1835)	Blasse Schließmundschnecke
<i>Cochlodina laminata laminata</i> (Montagu, 1803)	Glatte Schließmundschnecke
<i>Erjavecia bergeri</i> (Rossmässler, 1836)	Felsen-Schließmundschnecke
<i>Fusulus interruptus</i> (C. Pfeiffer, 1828)	Spindelschließmundschnecke
<i>Laciniaria plicata</i> (Draparnaud, 1801)	Faltenrandige Schließmundschnecke
<i>Macrogastra badia badia</i> (C. Pfeiffer, 1828)	Kastanienbraune Schließmundschnecke
<i>Macrogastra densetriata densestriata</i> (Rossmässler, 1836)	dachgerippte Schließmundschnecke
<i>Macrogastra plicatula plicatula</i> (Draparnaud, 1801)	gefältelte Schließmundschnecke
<i>Macrogastra ventricosa ventricosa</i> (Draparnaud, 1801)	Bauchige Schließmundschnecke
<i>Neostyriaca corynodes corynodes</i> (Held, 1836)	Nadelschließmundschnecke
Enidae (Vielfraßschnecken)	
<i>Ena montana</i> (Draparnaud, 1801)	Berg-Vielfraßschnecke
<i>Merdigera obscura</i> (O. F. Müller, 1774)	kleine Vielfraßschnecke
Gastrodontidae (Dolchschnecken)	
<i>Zonitoides nitidus</i> (Müller, 1774)	Glänzende Dolchschnecke
Helicidae (Schnirkelschnecken)	
<i>Arianta arbustorum arbustorum</i> (Linnaeus, 1758)	Gemeine Baumschnecke
<i>Cepaea</i> (= <i>Caucasotachea</i>) <i>vindobonensis</i> (Pfeifer, 1828)	Gerippte Bänderschnecke
<i>Cepaea hortensis</i> (Müller, 1774)	Gartenbänderschnecke
<i>Cepaea nemoralis</i> (Linnaeus, 1758)	Hainbänderschnecke
<i>Causa holoserica</i> (S. Studer, 1820)	Genabelte Maskenschnecke
<i>Chilostoma achates stririae</i> (Forcart, 1933)	Achat-Felsenschnecke
<i>Cylindrus obtusus</i> (Draparnaud, 1805)	Zylinderfelsenschnecke
<i>Helicodonta obvoluta</i> (O.F. Müller, 1774)	Riemenschnecke
<i>Helix pomatia</i> (Linnaeus, 1758)	Weinbergschnecke
<i>Isognomostoma isognomostomos</i> (Schröter, 1784)	Geritzte Maskenschnecke
Hygromiidae (Laubschnecken)	
<i>Cernuella neglecta</i> (Draparnaud, 1805)	Rotmündige Heideschnecke
<i>Euomphalia strigella</i> (Draparnaud, 1801)	Große Laubschnecke
<i>Trichia</i> (<i>Trochulus</i>) <i>hispada</i> (Linnaeus, 1758)	gemeine Haarschnecke
<i>Urticicola umbrosa</i> (C. Pfeiffer, 1828)	Schatten-Laubschnecke
<i>Monacha cartusiana</i> (Müller, 1774)	Kartäuserschnecke
<i>Monachoides incarnatus</i> (Müller, 1774)	Inkarnatschnecke
<i>Xerolenta obvia</i> (Menke, 1828)	Östliche Heideschnecke
Limacidae (Schneegel)	
<i>Lehmannia marginata</i> (Müller, 1774)	Baumschneegel
<i>Lehmannia rupicola</i> (Lessona & Pollonera, 1882)	Bergschneegel
<i>Limacus flavus</i> (Linnaeus, 1758)	Bierschneegel
<i>Limax cinereoniger</i> (Wolf, 1803)	Schwarzer Schneegel

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name
<i>Limax maximus</i> (Linnaeus, 1758)	Tigerschneigel
<i>Malacolimax tenellus</i> (Müller, 1774)	Gelber Pilzschneigel
Milacidae (Kielschneigel)	
<i>Tandonia budapestensis</i> (Hazay, 1880)	Bodenkielschneigel
Oxychilidae (Glanzschncken)	
<i>Aegopinella nitens</i> (Michaud, 1831)	Weitmündige Glanzschnecke
<i>Aegopinella ressmanni</i> (Westerlund, 1883)	Gegitterte Glanzschnecke
<i>Daudebardia brevipes</i> (Draparnaud, 1805)	Kleine Schlundschncke
<i>Daudebardia rufa</i> (Draparnaud, 1805)	Rötliche Schlundschncke
<i>Oxychillus cellarius</i> (O. F. Müller, 1774)	Kellerglanzschncke
<i>Oxychillus draparnaudi</i> (Beck, 1837)	Große Glanzschnecke
<i>Oxychillus glaber glaber</i> (Rossmässler, 1835)	Waldglanzschnecke
<i>Oxychillus mortilleti</i> (L. Pfeiffer, 1859)	Bergglanzschnecke
Succineidae (Bernsteinschncken)	
<i>Oxyloma elegans</i> (Risso, 1826)	Schlanke Bernsteinschncke
<i>Oxyloma sarsii</i> (Esmark, 1886)	Rötliche Bernsteinschncke
<i>Succinea putris</i> (Linnaeus, 1758)	Aufgeblasene Bernsteinschncke
Vitrinidae (Glasschncken)	
<i>Eucobresia diaphana</i> (Draparnaud, 1805)	Ohrförmige Glasschncke
Zonitidae (Riesenglanzschncken)	
<i>Aegopis verticillus</i> (Lamarck, 1822)	Wirtelschncke
Cochlostomatidae (Walddeckelschncken)	
<i>Cochlostoma septemspirale septemspirale</i> (Razoumovsky, 1789)	kleine Walddeckelschncke

5. Diskussion

5.1. Schnecken und Lungenwürmer

Lungenwurminfektionen bei Fleischfressern wurden in den letzten Jahren in Europa immer präsenter. Da deren Vorhandensein von Zwischenwirten abhängig ist, ist es wichtig, diesen Wirten mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Im Zuge dieser Diplomarbeit wurde dafür einerseits eine Literaturrecherche über die vorkommenden Schnecken in der Steiermark durchgeführt, andererseits einzelne Schnecken gezielt auf Lungenwurmlarven hin untersucht.

A. vulgaris wird als die am häufigsten vorkommende Schneckenart in Österreich und auch Deutschland beschrieben (Dörler et al. 2018, Lange et al. 2018, Mohab 2019). So wurde auch im Zuge dieser Arbeit *A. vulgaris* am häufigsten gesichtet und deshalb auch gesammelt (92% der gesammelten Schnecken). Diese als Schädling bekannte Art dominiert nicht nur in Gärten und Kulturanlagen, sondern drängt auch die heimische Art *A. rufus* zurück, sodass diese kaum noch in Gärten, sondern nur mehr in Wäldern zu finden ist (Dörler et al. 2018, Welter-Schultes 2012). Neben dem invasiven Schädlingdasein fungiert *A. vulgaris* jedoch auch häufig als Zwischenwirt für verschiedene Parasiten (Giannelli et al. 2015). Dies konnte bei den gesammelten Schnecken bestätigt werden, da fast die Hälfte (48%) aller gesammelten *A. vulgaris* mit Nematodenlarven infiziert waren.

Insgesamt waren 53% aller gesammelten Schnecken mit Nematodenlarven infiziert. Anhand der morphologischen Merkmale wurden alle der Familie der Crenosomatidae zugeordnet. Es konnten keine Larven der Familie der Angiostrongylidae gefunden werden. Im Wiener Prater wurden jedoch bereits Larven von *An. vasorum*, *Ae. Abstrusus* und *T. brevior* in der Spanischen Wegschnecke mit einer Infektionsrate von 2,6 % nachgewiesen. (Penagos-Tabares et al. 2020). Im Zuge einer anderen Arbeit wurden ebenfalls Schnecken in Wien (Prater, Friedensbrücke, Leopoldau) untersucht, wobei 52% aller gesammelten Schnecken einen Befall mit Lungenwürmern aufwiesen. Bei dem Großteil handelte es sich um Crenosomatidae (91,3% der positiven Proben) aber auch hier konnten wieder Larven der Familie der Angiostrongylidae mikroskopisch identifiziert werden (8,7% aller positiven Proben) (Mohab 2019). Bisher wurden noch keine Fälle von infizierten Schnecken mit Larven der Familie Angiostrongylidae in der Steiermark oder Burgenland beschrieben. In Deutschland ergaben Untersuchungen von Schnecken eine Prävalenz von 4,8% für *An. vasorum*. *C. vulpis* wurde nur in 2,3% der Proben nachgewiesen und *Ae. Abstrusus* in 0,2% (Lange et al. 2018). Die deutlich höheren Infektionsraten mit Crenosomen in der hier vorliegenden Arbeit lassen

sich möglicherweise dadurch erklären, dass die gefundenen Larven nur anhand morphologischer Merkmale bis zur Familie bestimmt wurden und nicht mit Hilfe von molekularer Speziesbestimmung, welche im Rahmen einer anderen Arbeit noch durchgeführt wird.

Bei der Untersuchung von Rotfüchsen in Deutschland konnte eine Prävalenz für *C. vulpis* von 32,3% festgestellt werden (Schug et al. 2018). Der Rotfuchs ist zwar der Hauptwirt von *C. vulpis*, aber auch Haushunde, Maderhunde, Kojoten und Wölfe können befallen werden (Barutzki 2013). Eine weitere Studie, die Hunde mit Atemwegssymptomatik untersuchte, fanden in 6% *C. vulpis* im Kot dieser Hunde (Barutzki und Schaper 2009).

Klinisch stellt die Diagnose einer Lungenwurminfektionen eine Herausforderung dar. So können sich diese Infektionen als asymptomatisch oder als mild bis schwere Atemwegserkrankung präsentieren, in Abhängigkeit von Wurmart und Infektionsgrad. Bei Katzen können produktiver Husten, mukopurulenter Nasenausfluss, Tachypnoe und Atemnot Symptome einer Lungenwurmerkrankung sein und bis zu Atemstillstand und Tod führen (Pennisi et al. 2015). Vor allem *Ae. abstrusus*, welcher am häufigsten für parasitäre Atemwegsinfektionen bei Feliden in Europa verantwortlich ist, und *C. aerophila* sind als Erreger bei respiratorischen Pathologien in Erwägung zu ziehen (Giannelli et al. 2017, Traversa und Di Cesare 2013)

Beim Hund können Infektionen mit *An. vasorum* mit umfangreichen Symptomen einhergehen. So können zentralnervösen Störungen, Blutungsneigung sowie gastrointestinale Symptome auftreten. Kardiopulmonale Beschwerden, die sich in Husten und Dyspnoe äußern, sind auf wandernde Stadien zurückzuführen (Barutzki 2013). Die Klinik einer Crenosomose ist vergleichsweise geringer ausgeprägt. Respiratorische Symptome wie Husten und Dyspnoe treten auch hier aufgrund von wandernde Larven im Lungenparenchym auf (Stockdale und Hulland 1970). Je nach Stärke des Befalls kann es zu einer eosinophilen, schleimigen bis blutigen Bronchitis sowie Bronchopneumonie kommen (Unterer et al. 2002). Die Infektion kann durch Aufnahme von Schleim erfolgen, in dem sich L3-Larven befinden oder auch durch Aufnahme von Wasser, in welchem infektiöse Schnecken verendet sind (Giannelli et al. 2015).

Diese Arbeit zeigt, dass Schnecken in den untersuchten Gebieten in der Steiermark und dem Burgenland mit Nematoden infiziert sind. Somit besteht ein Risiko für Fleischfresser an einer Lungenwurminfektion zu erkranken. Die hohe Infektionsrate in den untersuchten Gebieten sowie das häufige Auftreten von *A. vulgaris*, welcher als Überträger von Lungenwürmern

bekannt ist, verdeutlichen, dass bei entsprechender Symptomatik eine Lungenwurmerkrankung differentialdiagnostisch in Betracht zu ziehen ist.

5.2. Schneckenatlas

Der Schneckenatlas der Steiermark soll als Erweiterung des Schneckenatlas Ostösterreichs (Eisschiel 2020) sowie als Nachschlagwerk dienen und die bereits vorhandene Literatur zusammenfassen und ergänzen, in dem er gezielter die Region Steiermark behandelt. Es werden Informationen zu der zugehörigen Familie, der Verbreitung und dem Habitat, der Morphologie, dem Verhalten sowie dem Nahrungsspektrum bereitgestellt. Als zentrales Thema dieser Arbeit sind auch die Arten, die als Übertragen von Lungenwürmern fungieren können, ersichtlich. Weiter gibt der Schneckenatlas die Möglichkeit, sich über ein Sammelverbot von bestimmten Arten zu informieren.

Der Schneckenatlas der Steiermark unterscheidet sich vom Schneckenatlas Ostösterreichs (Eisschiel 2020) jedoch in dem Anführen von Unterarten, die nur in der Steiermark vorkommen. Diese Arten werden in der Roten Liste der Weichtiere (Reischütz und Reischütz 2007) angeführt, jedoch existiert nur sehr wenig aktuelle Information über die speziellen Unterscheidungsmerkmale zu der eigentlichen Art, wodurch sie nur namentlich angeführt werden.

Beide Schneckenlisten sollen dazu dienen, vor allem Laien bei der Besammlung von Schnecken im Feld zu unterstützen, so dass eine Bestimmung im Feld ermöglicht und ggf. geschützte Arten erkannt und nicht besammelt werden. Erweiterung und Korrektur des Atlas' sind jederzeit möglich.

6. Zusammenfassung

Gastropoda (Schnecken) sind obligate Zwischenwirte von Lungenwürmern der Fleischfresser. Zu diesen zählen *Angiostrongylus vasorum*, *Crenosoma vulpis* und *Aelurostrongylus abstrusus*. Die ersten Larven werden von Schnecken aus der Umwelt aufgenommen und entwickeln sich in der Folge zur infektiösen Drittlarve. Die jeweiligen Endwirte (Haus- oder Wildcarnivoren) infizieren sich über die orale Aufnahme der Drittlarven. Im Endwirt entwickeln sich die Nematoden zum Adultstadium und verursachen je nach Lokalisation respiratorische oder kardiologische, häufiger auch systemische Erkrankungen. In der Steiermark gibt es 77 verschiedene Schneckenarten, welche teilweise als Überträger von Parasiten fungieren. Um abzuschätzen, wie wahrscheinlich Infektionen mit Lungenwürmern bei häufigeren Schneckenarten sind, wurden 158 Schnecken in der Südoststeiermark und im Südburgenland gesammelt. Darunter waren *Arion vulgaris* (n= 145), *Limax cinereoniger* (n=3), *Caucasotacheo vindobonensis* (n=2), *Cepaea nemoralis* (n=3), *Helix pomatia* (n=4) und *Deroceras reticulatum* (n=1). Nachdem sie ihrer Art zugeordnet wurden, wurden die Schnecken getötet, in Pepsinlösung verdaut und mikroskopisch auf Nematodenlarven untersucht. Insgesamt 53% der im Rahmen dieser Arbeit gesammelten Schnecken waren mit Nematodenlarven infiziert. Die meisten positiven Proben waren auf *A. vulgaris* zurückzuführen (90,48 %). Die restlichen 8 positiven Proben setzen sich aus 3 *L. cinereoniger* (3,57%), 3 *H. pomatia* (3,57%), 1 *Ca. vindobonensis* (1,19%) und 1 *Ce. Nemoralis* (1,19%) zusammen. Alle positiven Proben wiesen mikroskopisch Larven der Familie der Crenosomatidae auf. Es wurden keine Larven von *An. vasorum* oder *Ae. abstrusus* gefunden, eine weitere molekularbiologische Differenzierung ist jedoch notwendig, um dies zu bestätigen. Die hohe Prävalenz in den untersuchten Gebieten verdeutlichen die Wichtigkeit, Lungenwurmerkrankungen bei entsprechender Klinik differentialdiagnostisch in Betracht zu ziehen.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde auch ein Schneckenatlas erstellt, welcher die vorkommenden Arten in der Steiermark auflistet sowie deren zugehörige Familie, Verbreitung, Habitat, morphologische Eigenschaften, Nahrungsspektrum, Verhalten, Gefährdungsstatus, und eventuelle Rolle als Überträger von Lungenwürmern. Er soll als Erweiterung zum Schneckenatlas Ostösterreichs (Eisschiel 2020) dienen, sowie vor allem Laien helfen, Schnecken zu bestimmen und geschützte Arten zu erkennen.

7. Summary

Gastropods (snails and slugs) are obligatory intermediate hosts of lung worms of carnivores. These include *Angiostrongylus vasorum*, *Crenosoma vulpis* and *Aelurostrongylus abstrusus*. First-stage larvae are taken up by snails from the environment and subsequently develop into an infectious third-stage larva. The respective definitive hosts (dog, cat, fox) become infected via ingestion of the third-stage larvae. In the definitive host, the nematodes develop to adults and cause respiratory or cardiological, frequently also systemic diseases. In Styria 77 different snail species are described, some of which can act as intermediate hosts for parasites. A total of 158 snails/slugs were collected in south-eastern Styria and southern Burgenland to estimate the rate of lung worm infections in more common gastropod species. These included *Arion vulgaris* (n = 145), *Limax cinereoniger* (n = 3), *Caucasotacheo vindobonensis* (n = 2), *Cepaea nemoralis* (n = 3), *Helix pomatia* (n = 4) and *Deroceras reticulatum* (n = 1). After species determination the specimen were killed, digested in pepsin solution and examined microscopically for nematode larvae. In total 53% of the snails collected in this work were infected with nematode larvae. Most of the positive samples were from *A. vulgaris* (94,48%). The remaining 8 positive samples consist of 3 *L. cinereoniger* (3,57%), 3 *H. pomatia* (3,57 %), 1 *Ca. vindobonensis* (1,19%) and 1 *Ce. nemoralis*. All positive samples showed larvae of the Crenosomatidae family under the microscope. No larvae of *An. vasorum* or *Ae. abstrusus* were found, but this must be further confirmed by molecular differentiation. The high prevalence in the evaluated areas illustrates the importance of considering lungworm infection as differential diagnoses when corresponding symptoms occur.

Furthermore, an atlas of snails was created, which contains species occurring in Styria as well as the family, distribution, habitat, morphological characteristics, food spectrum, behavior, risk status and possible role as host for lungworms. It is intended to serve as an extension to the snail atlas of Eastern Austria (Eisschiel 2020) and to help to identify snails in general and protected species.

8. Abbildungs-/ Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kategorisierung von Spezies in der Roten Liste	7
Tabelle 2: Ansätze von Verdauungslösung verschiedener Volumina.	12
Tabelle 3: Schnecken der Steiermark	19
Abbildung 1: Sammelorte für die Schnecken	11
Abbildung 2: Gesammelte Schneckenarten.	14
Abbildung 3: Funde von Nematodenlarven in den gesammelten Schnecken	15
Abbildung 4: Probe T69 bei 40facher Vergrößerung; L3 von Crenosomatidae.	16
Abbildung 5: Probe T126 bei 40facher Vergrößerung: Hinterende von L3 von Crenosomatidae.	16
Abbildung 6: Probe T141 bei 40facher Vergrößerung: L3 von Crenosomatidae.	17
Abbildung 7: Probe T142 bei 40facher Vergrößerung: L2 von Crenosomatidae.	17
Abbildung 8: Probe T142 bei 60facher Vergrößerung: Hinterende von L2 von Crenosomatidae ..	18

9. Literaturverzeichnis

LGBI 40/2007. Artenschutzverordnung.

Barutzki D. 2013. Nematodeninfektionen des Respirationstrakts bei Hunden in Deutschland. Tierärztliche Praxis Ausgabe K: Kleintiere / Heimtiere, 41 (05): 326–336. DOI 10.1055/s-0038-1623726.

Barutzki D, Schaper R. 2009. Natural infections of *Angiostrongylus vasorum* and *Crenosoma vulpis* in dogs in Germany (2007-2009). Parasitology Research, 105 Suppl 1: S39-48. DOI 10.1007/s00436-009-1494-x.

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus. 2020. <https://www.neobiota-austria.at/> (Zugriff 11.02.2020).

Deplazes P, Eckert J, Samson-Himmelstjerna G von, Zahner H, Hrsg. 2013. Lehrbuch der Parasitologie für die Tiermedizin. Dritte., überarbeitete Auflage. Stuttgart: Enke Verlag, 639.

Dörler D, Kropf M, Laaha G, Zaller JG. 2018. Occurrence of the invasive Spanish slug in gardens: can a citizen science approach help deciphering underlying factors? BMC ecology, 18 (1): 23. DOI 10.1186/s12898-018-0179-7.

Eisschiel N. 2020. Ein Schneckenatlas für Ostösterreich [Diplomarbeit]. Wien: Veterinärmedizinische Universität Wien, 50.

Eschner A. Sommer 2010. Schleimern auf der Spur. Das Naturhistorische: 8–9. https://www.nhm-wien.ac.at/magazin_das_naturhistorische.

Eschner A, Richling I, Wiese V. 2010a. Weichtiere Österreichs – Gehäuseschnecken. [Miniposter]. Göttingen: Planet Poster Editions.

Eschner A, Richling I, Wiese V. 2010b. Weichtiere Österreichs – Süßwassermollusken und Nacktschnecken. [Miniposter]. Göttingen: Planet Poster Editions.

Essl F, Rabitsch W. 2002. Neobiota in Österreich. Wien, 432.

Fechter R, Falkner G, Hrsg. 1990. Weichtiere. Europäische Meeres- und Binnenmolusken. München: Mosaik-Verl., 287.

Fischer W, Reischütz PL. 1998. Grundsätzliche Bemerkungen zum Schadschneckenproblem. Die Bodenkultur 49(4): 281-292.

Giannelli A, Capelli G, Joachim A, Hinney B, Losson B, Kirkova Z, René-Martellet M, Papadopoulos E, Farkas R, Napoli E, Brianti E, Tamponi C, Varcasia A, Margarida Alho A, Madeira de Carvalho L, Cardoso L, Maia C, Mircean V, Mihalca AD, Miró G, Schnyder M, Cantacessi C, Colella V, Cavalera MA, Latrofa MS, Annoscia G, Knaus M, Halos L, Beugnet F, Otranto D. 2017. Lungworms and gastrointestinal parasites of domestic cats: a European perspective. *International Journal for Parasitology*, 47 (9): 517–528.
DOI 10.1016/j.ijpara.2017.02.003.

Giannelli A, Colella V, Abramo F, do Nascimento Ramos RA, Falsone L, Brianti E, Varcasia A, Dantas-Torres F, Knaus M, Fox MT, Otranto D. 2015. Release of lungworm larvae from snails in the environment: potential for alternative transmission pathways. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 9 (4): e0003722. DOI 10.1371/journal.pntd.0003722.

Grewal PS, Grewal SK, Tan L, Adams BJ. 2003. Parasitism of Molluscs by Nematodes: Types of Associations and Evolutionary Trends. *Journal of Nematology*, 35 (2): 146–156.

Kerney MP, Cameron RAD, Jungbluth JH, Riley G. 1983. Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas. Ein Bestimmungsbuch für Biologen und Naturfreunde. Hamburg: Parey, 384.

Klemm W. 1973. Die Verbreitung der rezenten Land-Gehäuse-Schnecken in Österreich. Wien: Springer Verlag, 505.

Lange MK, Penagos-Tabares F, Hirzmann J, Failing K, Schaper R, van Bourgonie YR, Backeljau T, Hermosilla C, Taubert A. 2018. Prevalence of *Angiostrongylus vasorum*, *Aelurostrongylus abstrusus* and *Crenosoma vulpis* larvae in native slug populations in Germany. *Veterinary Parasitology*, 254: 120–130. DOI 10.1016/j.vetpar.2018.03.011.

Lu X-T, Gu Q-Y, Limpanont Y, Song L-G, Wu Z-D, Okanurak K, Lv Z-Y. 2018. Snail-borne parasitic diseases: an update on global epidemiological distribution, transmission interruption and control methods. *Infectious Diseases of Poverty*, 7 (1): 28. DOI 10.1186/s40249-018-0414-7.

Mohab KB. 2019. Untersuchung von Schnecken aus Wien (Prater, Friedensbrücke, Leopoldau) auf Lungenwurmlarven [Diplomarbeit]. Wien: Veterinärmedizinische Universität Wien, 54.

Nordsieck R. 2020. www.weichtiere.at (Zugriff 12.05.2020).

Penagos-Tabares F, Groß KM, Hirzmann J, Hoos C, Lange MK, Taubert A, Hermosilla C. 2020. Occurrence of canine and feline lungworms in *Arion vulgaris* in a park of Vienna: First

report of autochthonous *Angiostrongylus vasorum*, *Aelurostrongylus abstrusus* and *Troglostrongylus brevior* in Austria. *Parasitology Research*, 119 (1): 327–331.
DOI 10.1007/s00436-019-06527-z.

Pennisi MG, Hartmann K, Addie DD, Boucraut-Baralon C, Egberink H, Frymus T, Gruffydd-Jones T, Horzinek MC, Hosie MJ, Lloret A, Lutz H, Marsilio F, Radford AD, Thiry E, Truyen U, Möstl K. 2015. Lungworm disease in cats: ABCD guidelines on prevention and management. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 17 (7): 626–636.
DOI 10.1177/1098612X15588455.

Reischütz A, Reischütz PL. 2007. Rote Liste der Weichtiere (Mollusca) Österreichs. Grüne Reihe des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 14(2):363-433.

Reischütz PL. 1986. Die Verbreitung der Nacktschnecken Österreichs (Arionidae, Milacidae, Limacidae, Agriolimacidae, Boettgerillidae). Supplement 2 des *Catalogus Faunae Austriae*.

Reischütz PL, Stojaspal FJ. 1972. Bemerkenswerte Mollusken aus Ostösterreich. *Mitt. zool. Ges. Braunau*, (13): 339–344.

Schug K, Krämer F, Schaper R, Hirzmann J, Failing K, Hermosilla C, Taubert A. 2018. Prevalence survey on lungworm (*Angiostrongylus vasorum*, *Crenosoma vulpis*, *Eucoleus aerophilus*) infections of wild red foxes (*Vulpes vulpes*) in central Germany. *Parasites & Vectors*, 11 (1): 85. DOI 10.1186/s13071-018-2672-4.

Stockdale PH, Hulland TJ. 1970. The pathogenesis route of migration, and development of *Crenosoma vulpis* in the dog. *Pathologia veterinaria*, 7 (1): 28–42.
DOI 10.1177/030098587000700104.

Traversa D, Di Cesare A. 2013. Feline lungworms: what a dilemma. *Trends in Parasitology*, 29 (9): 423–430. DOI 10.1016/j.pt.2013.07.004.

Umweltbundesamt. 2020. https://www.umweltbundesamt.at/artenschutz/rl_tiere/ (Zugriff 11.02.2020).

Unterer S, Deplazes P, Arnold P, Flückiger M, Reusch CE, Glaus TM. 2002. Spontaneous *Crenosoma vulpis* infection in 10 dogs: laboratory, radiographic and endoscopic findings. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 144 (4): 174–179. DOI 10.1024/0036-7281.144.4.174.

- Welter-Schultes FW. 2012. European non-marine molluscs. A guide for species identification = Bestimmungsbuch für europäische Land- und Süßwassermollusken. First edition. Göttingen: Planet Poster Editions.
- Wiese V, Richling I. 2007. Landschnecken 1 - Mitteleuropa. [Miniposter]. Göttingen: Planet Poster Editions.
- Zajac KS, Gawel M, Filipiak A, Kramarz P. 2017. *Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855 – the aetiology of an invasive species. *Folia Malacologica*, 25 (2): 81–93.
DOI 10.12657/folmal.025.008.
- Zajac KS, Hatteland BA, Feldmeyer B, Pfenninger M, Filipiak A, Noble LR, Lachowska-Cierlik D. 2019. A comprehensive phylogeographic study of *Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855 (Gastropoda: Pulmonata: Arionidae) in Europe. *Organisms Diversity & Evolution*, 16: 37. DOI 10.1007/s13127-019-00417-z.
- Zemanova MA, Knop E, Heckel G. 2016. Phylogeographic past and invasive presence of *Arion* pest slugs in Europe. *Molecular Ecology*, 25 (22): 5747–5764.
DOI 10.1111/mec.13860.

10. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich von ganzem Herzen bei meinen Eltern bedanken, die mir unendliche Unterstützung zukommen haben lassen und mir somit mein Studium ermöglicht haben. Auch ein großes Danke an meine Geschwister und Freunde, die mich immer wieder aufgebaut und motiviert haben. Danke an Stefan, für seine ausgesprochene Gelassenheit, die mich so oft beruhigt und mir Kraft gegeben hat.

Ein besonderer Dank gilt Frau Univ. Prof. Dr.med.vet Joachim für die schnellen Rückmeldungen und die umfassende Betreuung während des Schreibens, sowie Herrn Dr.rer.nat. Führer für die Hilfe im Labor und für die unermüdliche Beantwortung meiner Fragen.

Weiter möchte ich mich bei Dr. Sattmann und Dr. Duda bedanken für die Hilfe bei der Bestimmung der Schnecken.

Ebenso gilt mein Dank den Mitarbeitern des Instituts für Parasitologie, die immer freundlich waren und mir oft weitergeholfen haben.