

Aus dem Department für Pathobiologie  
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

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

**Wirksamkeit von Anthelminthika gegen Trichostrongyliden bei  
Rindern auf Tiroler Almen**

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von  
Michael Winkler

Wien, im Juni 2023

Betreuerin: Dr<sup>in</sup>. med. vet. Dipl. EVPC Barbara Hinney

Institut für Parasitologie

Department für Pathobiologie

Veterinärmedizinische Universität Wien

BegutachterIn: Dipl.ECBHM Dr<sup>in</sup>. med.vet. Katharina Lichtmannsperger

klinische Abteilung für Wiederkäuermedizin

Universitätsklinik für Wiederkäuer

Veterinärmedizinische Universität Wien

## INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG .....	1
2.	LITERATURÜBERSICHT .....	2
2.1.	ENDOPARASITEN DES RINDES .....	2
2.1.1.	Epidemiologie der Trichostrongyliden .....	2
2.1.2.	Ostertagiose des Rindes .....	3
2.1.3.	<i>Cooperia</i> -Infektionen beim Rind .....	4
2.2.	ANTHELMINTHIKA .....	4
2.2.1.	Makrozyklische Laktone .....	4
2.2.2.	Benzimidazole .....	5
2.2.3.	Imidazothiazole .....	6
2.2.4.	Anwendungsformen .....	6
2.2.5.	Anthelminthikametaboliten in der Umwelt .....	7
2.3.	ANTHELMINTHIKARESISTENZEN .....	8
2.3.1.	Definition .....	8
2.3.2.	Ursachen .....	8
2.3.3.	Prävalenz .....	9
2.3.4.	Methoden des Resistenzmonitorings .....	10
2.3.4.1.	Kontrollierter Wirksamkeitstest .....	10
2.3.4.2.	Eizahlreduktionstest .....	11
2.3.4.3.	Weitere Testverfahren .....	12
2.3.5.	Auswirkungen von Anthelminthikaresistenzen .....	13
2.3.6.	Maßnahmen zur Prävention von Anthelminthikaresistenzen .....	13

3.	TIERE, MATERIAL UND METHODIK.....	17
3.1.	BETRIEBE UND TIERMATERIAL .....	17
3.2.	PARASITENSCHREINING UND EIZAHUREDUKTIONSTEST.....	18
3.2.1.	Probensammlung.....	18
3.2.2.	Aufbereitung der Proben .....	19
3.2.3.	Eizahlreduktionstest mittels Mini-FLOTAC.....	20
3.2.3.1.	Material .....	20
3.2.3.2.	Methode .....	20
3.2.3.3.	Berechnung des EPG .....	21
3.3.	STATISTIK.....	21
3.4.	EVALUATIONSBOGEN ZUM PARASITENMANAGEMENT DER TEILNEHMENDEN BETRIEBE ..	22
4.	ERGEBNISSE.....	23
4.1.	ERGEBNISSE DES EIZAHUREDUKTIONSTESTS .....	23
4.2.	AUSWERTUNG DES BETRIEBSFRAGEBOGENS .....	23
5.	DISKUSSION.....	26
6.	ZUSAMMENFASSUNG .....	30
7.	SUMMARY.....	31
8.	LITERATURVERZEICHNIS.....	32
9.	ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS .....	36
10.	ANHANG.....	37

## **Abkürzungsverzeichnis**

AR	Anthelminthikaresistenzen
FEC	fecal egg count
FECRT	fecal egg count reduction test
EPG	Helmintheneier pro Gramm Kot
TT	targeted treatment
TST	targeted selective treatment

## **Danksagung**

Mein Dank gebührt zuallererst meiner geduldigen Diplomarbeitsbetreuerin Frau Dr<sup>in</sup>.med.vet. Dipl. EVPC Barbara Hinney und Ihrem fleißigen Team.

Ebenso möchte ich mich bei Univ.-Prof. Dr.med.vet. Johannes Khol, Dipl.ECBHM als Ansprechpartner in Tirol vor Ort, sowie für das Engagement bei der Probennahme im Frühjahr und Herbst bedanken.

Meinen Eltern gilt ein herzlicher Dank für die Unterstützung während meines gesamten Studiums. Abschließend bedanke ich mich bei meiner Freundin Frau Mag.med.vet. Anna Möslinger-Gehmayr für die dutzenden guten Ratschläge und Korrekturen, sowie für die seelische Unterstützung. PS: Ich liebe dich!

## 1. Einleitung und Fragestellung

Die Produkte aus der Tierhaltung decken einen großen Teil unseres Lebensmittelbedarfes. Allein in Österreich wurden im Jahr 2021 905 000 t Fleisch und 3 870 000 t Milch produziert (Hofer 2022). Veterinärmedizin und Tierzucht sind gefordert den Lebensmittelbedarf und die Lebensmittelsicherheit zu gewährleisten. Ziel ist, Erkrankungen, welche qualitative und quantitative Schäden verursachen und das Tierwohl mindern, zu vermeiden und den Tierbestand genetisch auf Leistung, sowie auf Widerstandsfähigkeit gegen Krankheitserreger zu verbessern.

Die Parasitenkontrolle und -bekämpfung sind ein wichtiger Teil der Gesunderhaltung und Leistungserhaltung in der Nutztierhaltung. Infektionen mit gastrointestinalen Parasiten sind eine wichtige Ursache von Leistungsminderungen bei Rindern (Taylor 2012). Charlier, Rinaldi et al. (2020) bezifferten den jährlichen wirtschaftlichen Verlust durch gastrointestinale Nematoden, Leberegel und Lungenwürmer im Wiederkäuerbereich in den achtzehn COMBAR-Staaten auf 1,8 Billionen Euro. Der ermittelte Verlust für Österreich lag bei 31,2 Millionen Euro (Charlier, Rinaldi et al. 2020).

Um diesem Verlust entgegenzuwirken, sind vielschichtige Bekämpfungsmaßnahmen, notwendig. Ein Hindernis der erfolgreichen Parasitenbekämpfung liegt in den immer häufiger auftretenden Anthelminthikaresistenzen (AR). Der rege und unsachgemäße Gebrauch von Anthelminthika zur Parasitenkontrolle hat zu einer Selektion von medikamentenresistenten Helminthenpopulationen geführt (Charlier et al. 2022, Deplazes et al. 2021, Rose Vineer et al. 2020, Taylor 2012). AR sind ein weltweit zu sehendes Problem, welches sich rapide verschlechtert (Kaplan und Vidyashankar 2012).

Die Fragestellung dieser Diplomarbeit befasst sich mit der aktuellen Wirksamkeit von Anthelminthika, beziehungsweise deren Unwirksamkeit durch Resistenzen bei gealpten Rindern im Tiroler Raum.

Die Hypothese dieser Studie besagt, dass bei gealpten Rindern im Tiroler Raum Anthelminthika gut wirksam sind.

## 2. Literaturübersicht

### 2.1. Endoparasiten des Rindes

Wichtige Endoparasitosen mit tiergesundheitlichem und wirtschaftlichem Schadpotenzial beim Rind sind die Fasciolose, ausgelöst durch *Fasciola hepatica*, die Dictyocaulose (*Dictyocaulus viviparus*), sowie die in dieser Arbeit vor allem beleuchtete Trichostrongyloidose (Deplazes et al. 2021).

Trichostrongyliden gehören dem Stamm der Nematoden an. In Mitteleuropa kommen beim Rind am häufigsten die Trichostrongylidenarten *Ostertagia (O.) ostertagi*, *Trichostrongylus axei*, *Cooperia (C.) oncophora* und *Nematodirus helvetianus* vor (Charlier, Höglund et al. 2020, Deplazes et al. 2021). Von ökonomischer Bedeutung ist hier der Magenwurm *O. ostertagi*, der oft in Kombination mit anderen gastrointestinalen Nematoden wie *Cooperia spp.* und *Trichostrongylus spp.* die parasitäre Gastroenteritis auslösen kann (Vercruysse und Claerebout 2001). Es sind mehr als 20 verschiedene Nematodenarten beim Rind beschrieben (Charlier, Höglund et al. 2020).

#### 2.1.1. Epidemiologie der Trichostrongyliden

Alle Trichostrongyliden des Rindes haben einen direkten Lebenszyklus. Das bedeutet, sie infizieren in ihrer Entwicklung nur einen Wirt und benötigen keinen Zwischenwirt. Die Nematodeneier werden mit dem Kot ausgeschieden und entwickeln sich bei optimaler Temperatur und Feuchtigkeit auf der Weide innerhalb von ein bis zwei Wochen von der frisch geschlüpften L1-Larve zur infektiösen L3-Larve. Die behüllte L3-Larve kann bis zu einem Jahr auf der Weide überleben. Nach der oralen Aufnahme der infektiösen L3-Larve verliert diese ihre Hülle und durchläuft je nach Nematodenart verschiedene weitere Entwicklungsstadien bis zum adulten Wurm, welcher wiederum Eier ausscheidet (Charlier, Höglund et al. 2020).

Die genaue Kenntnis des Nematodenlebenszyklus ist für die Entwicklung geeigneter Bekämpfungsstrategien essenziell. In den gemäßigten Klimazonen beginnt die Weidekontamination mit Helmintheneiern im Frühjahr, die Larvenbürde steigt über den Sommer bis zum frühen Herbst. Über die nicht beweideten Wintermonate sinkt die Wurmbürde wieder auf ein Minimum (Charlier, Höglund et al. 2020).

### 2.1.2. Ostertagiose des Rindes

Infektiöse L3-Larven von *O. ostertagi* migrieren in das Lumen der Labmagendrüsen. Dort entwickeln sie sich zu präadulten Stadien weiter und wandern ca. 15 Tage nach der Infektion wieder auf die Mukosaoberfläche des Labmagens aus, wo sie als adulte Helminthen leben (Deplazes et al. 2021). Durch die Migration der Larven kommt es zur Erweiterung des Drüsenlumens und in Folge zu Hyperplasie und Entdifferenzierung der Funduszellen (Charlier, Höglund et al. 2020, Deplazes et al. 2021). Mukuszellen und pepsinogenproduzierende Zellen werden durch undifferenzierte Epithelzellen ersetzt (Taylor et al. 1989). Die Entzündungsreaktion, welche durch die Larven und adulten Stadien ausgelöst wird, führt zu einer weiteren Schädigung der Labmagenschleimhaut (Taylor et al. 1989). Mihi et al. (2013) nehmen an, dass eine vermehrte Produktion von Entzündungsfaktoren als Reaktion auf exkretorisch-sekretorische Produkte von adulten Helminthen zur Zellhyperplasie führen. Bei Ostertagia-Infektion kann ein pH-Wert Anstieg des Magen beobachtet werden. Mihi et al. (2013) vermuten eine Inhibition der Parietalzellfunktionen als Ursache für die verminderte pH-Sekretion. Eine Inhibition der Magensäure-Sekretion könnte ebenfalls durch exkretorisch-sekretorische Produkte von adulten *O. ostertagi* verursacht werden (Mihi et al. 2013). Eine pH-Erhöhung im Magen führt unter anderem zu einer verminderten Spaltung von Pepsinogen. Durch die verminderte Pepsinogen-Spaltung kommt es auch zu erhöhten Plasmapepsinogenspiegel (Charlier, Höglund et al. 2020). Eine weitere Theorie für den erhöhten Plasmapepsinogenspiegel bei der Ostertagiose ist die erhöhte Diffusion ins Blutgefäßsystem an zerstörtem Zellgewebe (Knox 2000).

*Ostertagia ostertagi* ist der wichtigste Erreger der parasitären Gastroenteritis (Charlier, Höglund et al. 2020). Klinisch kommen zwei Erscheinungsformen der Ostertagiose vor, die Sommer- und die Winterostertagiose. Die Sommerostertagiose betrifft vorwiegend Jungtiere, die während der ersten Weideperiode eine hohe Anzahl an infektiösen L3-Larven aufnehmen. Die Tiere zeigen nicht blutigen Durchfall, Inappetenz und Apathie. Die Morbidität ist meist hoch, wohingegen die Mortalität meist gering ist. Durch den chronischen Durchfall können Kümmerer entstehen. Die Winterostertagiose ist eine Einzeltierkrankung. Ursächlich dafür sind hypobiotische Stadien, welche wieder reaktiviert werden. Sie tritt meist von Januar bis Mai auf. Die Letalität der Winterostertagiose variiert in Abhängigkeit von Befallsintensität, Immunitätslage und Behandlungszeitpunkt. Durch die Aufstallungsprophylaxe mit auch auf hypobiotische Stadien wirksamen Anthelminthika konnte diese Erkrankungsform zurückgedrängt werden (Deplazes et al. 2021, Schnieder 2006).

### 2.1.3. *Cooperia*-Infektionen beim Rind

Das Zielorgan von infektiösen *Cooperia*-Larven sind die Lieberkühnschen Krypten und die Drüsenlumina des Dünndarmes (Deplazes et al. 2021). Sie sind vor allem in den vorderen Abschnitten des Dünndarmes, im Duodenum und Jejunum lokalisiert (Charlier, Höglund et al. 2020). Die Infektion führt zu Zottenatrophie, Schleimhautverdickung und Hypersekretion von Mukus. Stromberg et al. (2012) untersuchten die Auswirkungen von *Cooperia punctata* Monoinfektionen genauer. Sie konnten bei den mit *Cooperia* inokulierten Versuchstieren verdickte Dünndarmwände, sowie vergrößerte Mesenteriallymphknoten nachweisen. *Cooperia spp.*-Monoinfektionen führen zu weniger offensichtlichen Krankheitsbildern als die von *O. ostertagi* (Charlier, Höglund et al. 2020). Dennoch dürfen die wirtschaftlich messbaren Verluste wie eine reduzierte Futtermittelaufnahme, sowie eine verringerte Gewichtszunahme durch Monoinfektionen nicht unterschätzt werden (Charlier, Höglund et al. 2020). Von Bedeutung ist *Cooperia spp.* aufgrund der hohen Prävalenz von Resistenzen sowohl gegen makrozyklische Laktone, als auch gegen Benzimidazole (Kaplan 2020, Stromberg et al. 2012, Waghorn et al. 2006).

## 2.2. Anthelminthika

Neben Weidemanagementmaßnahmen und betrieblichen Maßnahmen sind anthelminthisch wirksame Arzneistoffe ein wichtiges Tool im Kampf gegen Helminthen (van Wyk et al. 2006). Zur Anwendung beim Rind sind Anthelminthika aus den Wirkstoffgruppen der Benzimidazole, der Imidazothiazole und der makrozyklischen Laktone zugelassen (Deplazes et al. 2021).

### 2.2.1. Makrozyklische Laktone

Die Gruppe der makrozyklischen Laktone wird in Avermectine und Milbemycine eingeteilt. Sie besitzen ein sehr breites Wirkspektrum und umfassen fast alle adulten und larvalen Stadien von gastrointestinalen Nematoden, Lungenwürmern, Ektoparasiten, sowie die Dassellarven. Trematoden und Zestoden sind unempfindlich gegen makrozyklische Laktone (Bäumer et al. 2014). Der Wirkmechanismus von makrozyklischen Laktonen beruht auf einer schlaffen Lähmung der Parasiten durch die Aktivierung von GABA- (Gamma-Aminobuttersäure) und Glutamatgesteuerten Chlorkanäle. Die Aktivierung bewirkt einen zelleinwärtsgerichteten Chloridstrom und in der Folge eine Hyperpolarisation der Parasitenzellen (Bäumer et al. 2014). Durch die lipophilen Eigenschaften von makrozyklischen Laktonen reichern sich

makrozyklische Laktone im Fettgewebe an. Dies führt zu einer langen Persistenz im Tierkörper und verlangsamt die Ansiedlung von Larven aus neuen Infektionen (Residualwirkung). Dadurch ergeben sich lange Behandlungsintervalle (Deplazes et al. 2021). Die Residualwirkung von Eprinomectin auf *O. ostertagi* liegt bei circa 28 Tagen, die von Moxidectin bei circa 35 Tagen (Charlier et al. 2009). Gewisse makrozyklische Laktone, wie die Pour-on Formulierungen von Eprinomectin und Moxidectin werden im Milchviehbereich sehr gerne verwendet, da sie zusätzlich zu ihrer generell guten Wirksamkeit und der persistierenden Wirkung auch noch den Vorteil besitzen, keine Wartezeiten auf Milch zu haben (Charlier et al. 2009).

Im Rinderbereich sind für die anthelminthische Therapie auch Kombi-Präparate, welche zusätzlich zum makrozyklischen Lakton noch einen weiteren anthelminthischen Wirkstoff enthalten, zugelassen. Als Beispiel ist hier das Closamectin® (Norbrook Laboratories Limited, Irland, Ivermectin 5 mg/ml + Closantel 200 mg/ml, Pour-on) zu nennen. Es enthält zusätzlich zu Ivermectin auch Closantel. Closantel ist ein Salicylsäureanilid und wird zur Leberegelbekämpfung eingesetzt (Fairweather und Boray 1999).

In Tabelle 1 im Anhang sind die derzeit in Österreich für das Rind zugelassenen anthelminthischen Präparate mit makrozyklischen Laktonen als Wirkstoff zu finden.

### 2.2.2. Benzimidazole

Benzimidazole besitzen eine große Wirkungsbreite gegen Nematoden. Albendazol, Fenbendazol, Oxfendazol und Febantel wirken bei höherer Dosierung auch gegen Cestoden der Gattung *Moniezia*. (Bäumer et al. 2014). Albendazol kann durch die biliäre Exkretion auch zur Therapie der Fasciolose verwendet werden (Fetterer et al. 1982). Der Wirkmechanismus der Benzimidazole beruht auf einer Polymerisationshemmung von Tubulin zu Mikrotubuli. Mikrotubuli sind für das Zytoskelett, die Spindelbildung bei der Mitose, sowie die Aufnahme und den Transport von Nährstoffen in der Zelle wichtig. Dieser Wirkmechanismus bedingt ein langsames Eintreten der Wirkung. Es erfordert daher eine ausreichend lange Kontaktzeit zwischen dem Benzimidazol und den Parasiten. Benzimidazole besitzen aufgrund ihrer antimitotischen Wirkung teratogene und embryotoxische Eigenschaften, welche schon im therapeutischen Dosisbereich auftreten können (Bäumer et al. 2014).

In Tabelle 2 im Anhang sind die derzeit in Österreich zugelassenen Benzimidazolprodukte für Rinder zu finden.

### 2.2.3. Imidazothiazole

Das momentan einzige therapeutisch einsetzbare Imidazothiazole in der Rinderhaltung ist Levamisol. Der Wirkmechanismus beruht auf einem direkten cholinergen Effekt auf den Parasiten, wodurch eine spastische Paralyse ausgelöst wird. Levamisol hat eine sehr geringe therapeutische Breite. Schon bei doppelter therapeutischer Dosis kann es zu Intoxikationen kommen (Bäumer et al. 2014). Eine Zulassung mit diesem Wirkstoff besitzt in Österreich derzeit nur das Bolus-Präparat Chronomintic Retard Bolus 22,05g<sup>®</sup> (Virbac SA, Frankreich) (Quelle: Bundesamt für Sicherheit im Gesundheitswesen, Zugriff 25.05.2023).

### 2.2.4. Anwendungsformen

Für die Darreichung von Anthelminthika gibt es abhängig von Wirkstoff, geplanter Wirkdauer und Tierart mehrere Anwendungsformen. Eine Anwendung kann peroral, subkutan, als Pour-on oder als intraruminaler Bolus erfolgen (Bäumer et al. 2014).

Die topische Anwendung von Anthelminthika ist eine der häufigsten Anwendungsarten beim Rind. In einer in Schweden durchgeführten Studie gaben 76,0 % der 171 teilnehmenden Landwirte an, topische Anthelminthikaprodukte zu verwenden (Areskog et al. 2013). Der Vorteil der Pour-on-Produkte liegt in der einfachen Handhabung und unkomplizierten Verwendung selbst bei Tieren, welche den Umgang mit dem Menschen nicht gewöhnt sind (Sutherland und Leathwick 2011). Die orale Aufnahme der topisch anzuwendenden Anthelminthika durch gegenseitiges oder sich selbst Belecken der Rinder konnte als einer der größten Probleme der Pour-on's identifiziert werden. Laffont et al. (2001) konnten nachweisen, dass das Vermeiden von Belecken zu einer verlängerten Plasma-Halbwertszeit, einer verminderten, sowie weniger variablen systemischen Verfügbarkeit und einer um das Zehnfache verminderten Exkretion des Wirkstoffes im Kot führt. Das Belecken kann durch Kreuzkontamination zu unerwarteten Rückständen in essbaren Geweben von nicht behandelten Tieren, sowie zu Unterdosierungen der Anthelminthika bei den beleckten Tiere führen (Laffont et al. 2001).

Für die orale Applikation sind momentan nur Benzimidazole beim Rind zugelassen. Orale Präparate müssen gegenüber metabolischer Inaktivierung durch Mikroorganismen im Pansen und Darm stabil sein (Lanusse und Prichard 1993). Lanusse und Prichard (1993) verweisen auch auf den Schlundrinnenreflex, welcher die Menge an Anthelminthikum im Ruminoreticulum und im Abomasum individuell verteilen und somit zu unvorhersehbaren

Wirksamkeitsunterschieden führen kann. Weitere Nachteile der oralen Verabreichung sind die Bindung von Wirkstoffen durch Nährstoffbestandteile, sowie die unterschiedlich schnelle Passagerate durch verschieden schnell verdauliche Futtermittel (Prichard 1985).

Anthelminthische Präparate zur Injektion sind in Österreich für Rinder nur aus der Wirkstoffklasse der makrozyklischen Laktone erhältlich (Quelle: Bundesamt für Sicherheit im Gesundheitswesen, Zugriff 24.06.2023). Die subkutane Injektion hat im Vergleich zur oralen Verabreichung den Vorteil einer schnelleren Plasmaverfügbarkeit, sowie einer höheren Bioverfügbarkeit (Steel 1993).

Intraruminale Boli und die Injektion von Depotanthelminthika werden zur Langzeitmedikation eingesetzt. Je nach Bolus wird der Wirkstoff kontinuierlich oder pulsatil über drei bis fünf Monate abgegeben. Ein Infektionsschutz und das Vermeiden einer Weidekontamination mit infektiösen L3-Larven kann über die gesamte Weidesaison erreicht werden. Aufgrund der langen Wartezeiten auf essbares Gewebe und Milch wird die Langzeitmedikation mit Boli oder Depotanthelminthika nur in der Jungtieraufzucht verwendet. Zu beachten ist ein erhöhtes Risiko der Resistenzentwicklung (siehe Kap. 2.3.2). Ein Resistenzmonitoring wird daher empfohlen (Deplazes et al. 2021).

#### 2.2.5. Anthelminthikametaboliten in der Umwelt

Die insektizide Wirkung anthelminthischer Produkten birgt ein Risiko für die Biodiversität von Dung abbauenden Organismen (Cooke et al. 2017) und anderen Bodenlebewesen (Scheffczyk et al. 2016). McKellar (1997) benennt die Verwendung von Endektozid-Boli, welche den Wirkstoff verzögert freisetzen, als größte ökotoxische Gefahr.

Organismen, welche die organische Substanz abbauen, profitieren ähnlich wie die Helminthen bei der Refugienbildung (siehe Kap. 2.3.2) auch vom Kot unbehandelter Tiere (Cooke et al. 2017, McKellar 1997). Cooke et al. (2017) konnten nachweisen, dass sich die Proportion behandelter Tiere stärker negativ auf die Population der gelben Dungfliege auswirkt als die effektive Wirkstoffkonzentration im Kot.

## 2.3. Anthelminthikaresistenzen

### 2.3.1. Definition

Prichard et al. (1980) definierten die Anthelminthikaresistenz (AR) als vorhanden, wenn eine größere Anzahl an Individuen einer Parasitenpopulation fähig ist, eine Wirkstoffkonzentration zu tolerieren, welche für die normale sensible Population derselben Spezies letal ist. Diese Fähigkeit ist vererbbar (Prichard et al. 1980).

In der Literatur wird zwischen Nebenresistenzen, Kreuzresistenzen und Mehrfachresistenzen unterschieden. Bei der Nebenresistenz sind Wirkstoffe verwandter Wirkstoffgruppen mit ähnlichem Wirkprinzip ebenfalls nicht, beziehungsweise erst ab dem Einsatz einer höheren Dosierung wirksam. Als Kreuzresistenz bezeichnet man eine Resistenz gegen zwei nicht verwandte Wirkstoffe. Die Mehrfachresistenz ist gegen mehrere Wirkstoffgruppen gerichtet (Deplazes et al. 2021, Prichard et al. 1980).

### 2.3.2. Ursachen

AR entstehen durch natürliche Mutation und Selektion innerhalb der Parasitenpopulation. Nach Verabreichung des Anthelminthikums überleben jene mit einer höheren Toleranz und haben dadurch eine höhere Chance ihr genetisches Material weiterzugeben (Dargatz et al. 2000, Sangster 1999). Der Prozess der Resistenzbildung kann durch das Erhalten eines Refugiums verlangsamt werden. Fleming et al. (2006) definieren ein Refugium als Teil der Parasitenpopulation, welcher bei der anthelminthischen Therapie nicht dem Wirkstoff ausgesetzt ist und somit der Resistenzselektion entgeht. Das Refugium setzt sich aus freilebenden Umweltstadien zum Zeitpunkt der Behandlung, Stadien im Wirt, die nicht von der Behandlung betroffen sind (Bsp.: histiotrope Stadien) und aus Parasiten von unbehandelten Wirtstieren zusammen. Refugien bieten einen Pool aus anthelminthikasensiblen Genen und verdünnen somit die Häufigkeit resistenter Gene (Fleming et al. 2006).

Eine anthelminthische Behandlung in einer Zeit, in der das Refugium vermindert ist, fördert die Selektion von resistenten Helminthen. Eine geringe Anzahl an Helminthen im Refugium ist am Beginn der Weidesaison, auf neu angesäten Weiden, nach Mahd der Weiden, auf durch andere Spezies vorgeweideten Flächen, sowie nach längeren Trockenphasen, in denen die infektiösen Larven im Kot verweilen, zu erwarten (Quelle: SCOPS, Zugriff 25.06.2023). Beim Dose and Move Verfahren, einem Verfahren, bei dem die Tiere sofort nach der anthelminthischen Therapie auf nicht kontaminierte Weiden umgestellt werden, wird das

Refugium sehr stark dezimiert. Die frische Weide wird dann bevorzugt mit resistenten Helmintheneiern kontaminiert. Diese Methode wird daher schon länger nicht mehr empfohlen (Barger 1997).

Unterdosierung führt zur Förderung von Stämmen, welche weniger empfindlich auf das angewandte Anthelminthikum sind. In der Praxis wird Unterdosierung häufig durch ungenaue Gewichtsschätzung oder fehlerhaftes Dosierungsequipment verursacht (Taylor et al. 2002).

Eine weitere Ursache für die Resistenzbildung ist das zu häufige Behandeln. Die anthelminthische Behandlung gibt resistenten Würmern eine gewisse Zeit lang einen Reproduktionsvorteil (Quelle: SCOPS, Zugriff 25.06.2023). Bei Wirkstoffen mit langer Residualwirkung, wie sie die makrozyklischen Laktone besitzen, ist dieser Reproduktionsvorteil ebenfalls verlängert. Die lange Wirkdauer hemmt eine erneute Infektion durch auf der Weide aufgenommene sensible Larven nach der Behandlung (Sutherland und Leathwick 2011). Bei der Anwendung von Boli kommt zusätzlich zum gerade beschriebenen Langzeiteffekt noch dazu, dass eine genau dosierte Abgabe über die gesamte Verweildauer im Pansen schwierig ist und Resistenzen ebenfalls durch zu niedrig dosierte Wirkstoffe entstehen.

Der Zukauf von Tieren, welche mit resistenten Helminthen infiziert sind, ist eine Möglichkeit trotz bestem Resistenzmonitoring AR in den Viehbestand zu bringen (Fleming et al. 2006; Coles 2002).

### 2.3.3. Prävalenz

AR stellen ein weltweit zunehmendes Problem dar. Berichtet wird über AR in diversen Parasitenspezies in nahezu allen Tierbeständen und multiple Wirkstoffklassen betreffend (Kaplan und Vidyashankar 2012).

Coles (2002) berichtet von einer geringeren Prävalenz an AR bei Rindern im Vergleich zu kleinen Wiederkäuern. Ein Grund dafür könnte das viel besser gegen Helminthen ausgeprägte Immunsystem der adulten Rinder sein. Durch die gute Immunitätsbildung scheiden adulte Rinder eine geringere Menge an Helmintheneier mit dem Kot aus und die Weiden werden weniger kontaminiert. Bei extensiver Mutterkuhhaltung nehmen die weidenden Kühe auch einen Großteil der infektiösen Larven selbst auf und es kommt durch diesen Verdünnungseffekt zu einem geringeren Ansteckungsrisiko für immunnative Kälber. Resistenzprobleme gibt es bei der Kälberaufzucht und bei der Mastkälberhaltung, die häufig

auf immer denselben Weiden geweidet werden und bei denen nur immunnnaive Jungtiere auf einem Platz gehalten werden. Immunnnaive Tiere kontaminieren die Weiden mit einer großen Menge an Helmintheneiern. Es kommt hier auch nicht zu dem oben beschriebenen Verdünnungseffekt durch adulte Rinder. Dadurch sind hier häufiger Behandlungen mit anthelminthischen Präparaten notwendig (Coles 2002).

Um das Ausmaß an AR in Europa besser im Blick zu haben und darauf basierend bessere nachhaltigere Tools zur Parasitenkontrolle entwickeln zu können, haben Rose Vineer et al. (2020) eine Metaanalyse aus allen europäischen Studiendaten zu diesem Thema aus dem Zeitraum von 1980 bis 2020 verfasst. 192 Studien aus 22 verschiedenen Ländern wurden berücksichtigt. Die Prävalenz von AR bei Rindern variierte in den Studien zwischen den Anthelminthikaklassen von 0-100 % bei Benzimidazolen und makrozyklischen Laktonen, 0-17,0 % bei Levamisol und 0-73,0 % bei Moxidectin. Resistenzen wurden sowohl bei *Cooperia spp.* als auch bei *Ostertagia spp.* berichtet. Im Gegensatz zu Schaf und Ziege, bei denen die meisten Studien über AR gegen Benzimidazole berichteten, war die Prävalenz von AR bei Rindern bei makrozyklischen Laktonen am höchsten (Rose Vineer et al. 2020).

Für Österreich liegen derzeit kaum Daten über Anthelminthikaresistenzen vor.

#### 2.3.4. Methoden des Resistenzmonitorings

Bei den Methoden zur Detektion von AR wird zwischen *in-vivo* Verfahren, wie dem kontrollierten Wirksamkeitstest und dem fecal egg count reduction test (FECRT), und *in-vitro* Verfahren, wie beispielsweise dem Larvenschlupftest und dem Larvenmigrationsstest, sowie der Detektion von genetischen Markern unterschieden (Charlier et al. 2022, Dargatz et al. 2000, Deplazes et al. 2021).

Dargatz et al. (2000) warnen, dass aktuelle Methoden zur Resistenzüberwachung nur die klinische Resistenz messen. Die wahre Prävalenzlage von Resistenzen wird unzweifelhaft unterschätzt (Dargatz et al. 2000).

##### 2.3.4.1. Kontrollierter Wirksamkeitstest

In den Guidelines zur Evaluierung der Effizienz von Anthelminthika bei Wiederkäuern von der World Association of the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P) wurde 1982 der kontrollierte Wirksamkeitstest beschrieben. Bei diesem Test werden eine mit dem auf

Wirksamkeit zu prüfenden Anthelminthikum entwurmte Versuchsgruppe, sowie eine nicht therapierte Kontrollgruppe benötigt. Die beiden Gruppen werden nach einer definierten Zeit nach der Therapie getötet und *post mortem* auf Art und Menge der vorkommenden Parasiten untersucht. Die definierte Zeit ist je nach verwendetem Wirkstoff und zu untersuchender Parasitenspezies unterschiedlich (Powers et al. 1982).

$$\frac{\text{Anzahl Würmer Kontrollgruppe} - \text{Anzahl Würmer Versuchsgruppe}}{\text{Anzahl Würmer Kontrollgruppe} * 100}$$

Der kontrollierte Wirksamkeitstest ist der Goldstandard zur AR-Detektion. Jedoch schließt der wirtschaftliche Aufwand seine Verwendung häufig aus (Coles et al. 2006).

#### 2.3.4.2. Eizahlreduktionstest

Coles et al. (2006) beschreiben den Eizahlreduktionstest als die Goldstandardmethode für die Detektion von AR, welche für alle Wirkstoffgruppen verwendet werden kann.

Der FECRT wird entweder als ungepaartes Studiendesign oder als gepaartes Studiendesign aufgebaut. Beim gepaarten Studiendesign werden die fecal egg counts (FEC) der zu behandelnden Tiere vor und nach deren antiparasitärer Therapie bestimmt und verglichen. Beim ungepaarten Studiendesign wird mit einer unbehandelten Kontrollgruppe verglichen (Kaplan et al. 2023). Kaplan et al. (2023) haben für den FECRT neue WAAVP-Guidelines vorgestellt. In den Guidelines wird empfohlen, das ungepaarte Studiendesign nicht mehr zu verwenden.

Wichtig für eine aussagekräftige Auswertung des FECRT sind die korrekte Dosierung der Tiere, eine adäquate Verabreichungstechnik, korrekte Probensammlung, richtige Lagerung der Proben bis zur Auswertung, adäquate Versuchsgruppen mit ausreichend hohen EPG-Werten und der korrekte Zeitpunkt der Probenentnahme nach der Behandlung (Kaplan et al. 2023). Der Zeitpunkt der zweiten Probenentnahme ist abhängig vom jeweils verwendeten Wirkstoff und sollte bei Benzimidazolen zwischen acht und zehn Tagen, bei makrozyklischen Laktonen zwischen 14 und 17 Tagen liegen (Coles et al. 2006).

Ein wirksames Anthelminthikum soll eine Reduktion von mindestens 95,0 % des EPG erreichen und das untere 95,0 % Konfidenzintervall soll über 90,0 % liegen. Mehrere Quellen weisen jedoch darauf hin, dass es weder zu den Grenzwerten noch zum Verfahren der Eizählung übereinstimmenden Standards gibt (Dargatz et al. 2000; Coles et al. 2006).

Martin et al. (1989) forschten über die Sensitivität des FECRT. Bei seinem Versuch, bei dem er die Resistenzdetektion von *Ostertagia spp.* und *Trichostrongylus colubriformis* mit bekannten Resistenzstämmen testete, konnte er bei keiner Population mit unter 25,0 % resistenten Individuen eine Unwirksamkeit feststellen (Martin et al. 1989).

Für die Eiauszahlung gibt es verschiedene Methoden. Die gängigsten fecal egg count (FEC) Methoden sind das McMaster-Verfahren, FLOTAC, Mini-FLOTAC und FECPAK. Die Verfahren nutzen alle das physikalische Prinzip der Flotation. Helmintheneier, welche ein geringes Gewicht besitzen, schwimmen in schweren, gesättigten Lösungen auf.

Bosco et al. (2014) haben in ihrer Studie die Sensitivität von McMaster, FLOTAC und FECPAK getestet. Alle Testverfahren konnten bei den Proben mit hohem EPG über 800 ein positives Ergebnis erzielen. Bei Proben mit weniger als zehn EPG konnte FLOTAC alle Proben als positiv detektieren, McMaster detektierte 66,7 % der Proben als positiv und FECPAK 41,7 %. Für die Verwendung des FEC als Entscheidungshilfe zur anthelminthischen Therapie reicht die Sensitivität von McMaster und FECPAK aus. Zur Evaluierung des FECRT bei Proben mit geringer Anzahl an Helmintheneiern werden Mini-FLOTAC und FLOTAC empfohlen (Bosco et al. 2014). Da adulte Rinder niedrige EPG-Ausscheider sind, wird eine FEC-Technik empfohlen, welche eine Sensitivität von kleiner gleich fünf EPG besitzt. Mini-FLOTAC und FLOTAC sind aufgrund ihrer Sensitivität daher bevorzugt zu verwenden (Kaplan 2020).

Die FLOTAC-Methode erlaubt die gleichzeitige Diagnostik einer Vielzahl von Helminthen und Protozoen. Die FLOTAC-Methode ist sehr zeitintensiv und erfordert umfangreiches Equipment. Mini-FLOTAC ist anwenderfreundlicher und generiert ebenfalls gut reproduzierbare Ergebnisse. Für den Einsatz von Mini-FLOTAC wird keine Zentrifuge benötigt (Cringoli et al. 2010).

Coles et al. (2006) weist allerdings darauf hin, dass es bei Rindern nicht vollständig erforscht ist, wie gut das Verhältnis zwischen FECRT und Wurmbürde tatsächlich ist.

#### 2.3.4.3. Weitere Testverfahren

Zur Detektion von AR wurden einige *in-vitro* Testverfahren, wie der Larvenmigrationstest oder der Larvenschlüpftest und molekularbiologische Diagnostikverfahren entwickelt. Kaplan et al. (2023) weisen in den neuen WAAVP-Guidelines auf die limitierte Verwendbarkeit und Nützlichkeit dieser Testverfahren in der Praxis für landwirtschaftliche Betriebe hin. Zu den Problemen zählen ein Mangel an ausreichender Validierung der Tests für viele Wirts- und

Parasitenspezies, ein großer Aufwand an technischer Expertise und speziellem Laborequipment sowie eine schwierige Standardisierung der Testverfahren zwischen den parasitologischen Laboren (Kaplan et al. 2023).

#### 2.3.5. Auswirkungen von Anthelminthikaresistenzen

AR haben weitreichende Auswirkungen auf Tiergesundheit und Tierschutz, die Profitabilität, sowie Auswirkungen auf die Umwelt, wie vermehrten Ausstoß von green-house Gasen und chemische Auswirkungen auf Fauna im Boden und Wasser durch gesteigerten Anthelminthikaeinsatz (Charlier et al. 2022).

Nach Berechnungen von Charlier, Rinaldi et al. (2020) belaufen sich die wirtschaftlichen Kosten aufgrund von AR in den 18 COMBAR-Staaten jährlich auf circa 38 Millionen €. Es wird wegen der stetigen Zunahme an resistenten Populationen auch von einer Steigerung dieser Summe in Zukunft ausgegangen (Charlier, Rinaldi et al. 2020).

#### 2.3.6. Maßnahmen zur Prävention von Anthelminthikaresistenzen

Bei der Findung geeigneter Maßnahmen gegen die Bildung von AR ist zu berücksichtigen, dass jeder Einsatz eines anthelminthischen Wirkstoffs das Risiko der Resistenzbildung birgt (Prichard 1994). Die Bildung von Refugien mit empfindlichen Helmithen senkt das Risiko der Resistenzbildung.

Beim targeted selective treatment (TST) werden nur Einzeltiere einer Herde entwurmt. Durch die unbehandelten Tiere wird ein Refugium erhalten. Zur Therapieentscheidung können parasitologische (FEC), pathologische (Pepsinogen), immunologische (Antikörper) oder Indikatoren der Leistung (Bodyconditionscore, Milchleistung) eingesetzt werden (Greer et al. 2020). Bystron et al. (2018) empfehlen ein Parasitenmonitoring mittels FEC und eine anschließende Therapie ab einem Grenzwert von 100 EPG. Die anthelminthische Therapie von Tieren mit geringer Wurmbürde hat kaum Effekt auf die Parasitenbekämpfung. Sie entfernt jedoch eine wichtige Refugienquelle und fördert die Evolution von Resistenzen (Fleming et al. 2006). Kaplan (2020) beschreibt, dass unbehandelte Rinder als Refugium nur für *O. ostertagi* sinnvoll sind, da Rinder sehr rasch eine gut ausgeprägte Immunität gegen *Cooperia spp.* entwickeln und anschließend kaum mehr Eier ausscheiden. Er befürchtet jedoch auch, dass aufgrund der hohen Prävalenz an AR bei *Cooperia* die Refugienbildung als

Präventionsmaßnahme bereits zu spät kommt. Selektives Nichtbehandeln von 10,0-20,0 % der Rinder sieht er als gute und leicht implementierte Option zur Bildung eines Refugiums. Nicht zu behandelnde Tiere können per Zufallsprinzip oder besser durch Selektion ausgewählt werden. Bei der Selektion der Tiere ist auf den Gesundheitsstatus zu achten. Gesunde Tiere in gutem Ernährungszustand eignen sich als nicht zu behandelnde Refugienquelle. (Kaplan 2020).

Das targeted treatment (TT) ist eine weitere Maßnahme der Prävention von AR. Beim TT wird die gesamte Herde anhand von Risikoparametern entwurmt. Ziel des TT ist es, den richtigen Zeitpunkt für eine anthelminthische Therapie zu finden. Dadurch kann die Häufigkeit der Anwendung von Anthelminthika verringert werden.

Ravinet et al. (2017) testeten in ihrer Studie die Zuverlässigkeit von Herden- und Einzeltierindikatoren anhand von Milchleistungsunterschieden entwurmter und nicht entwurmter Rinder. Als Herdenindikatoren wurden Milchtank-Ostertagiaantikörper, Kontaktzeit (in Monaten) mit infektiösen Nematodenlarven vor der Abkalbung und der Anteil an FEC-positiven Tieren geprüft. Die getesteten Einzeltierindikatoren waren die Anzahl vorangegangener Trächtigkeiten, Laktationstag, Milchleistung, FEC, Serumpepsinogen und Ostertagia-Antikörperlevel. Einen Unterschied in der Milchleistungssteigerung zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe konnte nur bei Rindern in den ersten beiden Laktationen dokumentiert werden. Der erhöhte Parameter Milchtank-Ostertagiaantikörper war signifikant assoziiert mit Herden, welche eine anthelminthische Therapie benötigen. Die Spezifität wurde verbessert, wenn der Parameter Milchtank-Ostertagiaantikörper mit dem Parameter Kontaktzeit (in Monaten) mit infektiösen Nematodenlarven vor der Abkalbung kombiniert wurde. Die individuellen parasitologischen Indikatoren FEC, Serumpepsinogen und Ostertagia-Antikörperlevel assoziierten bei der Studie nicht mit den zu behandelnden Rindern. Mit der Kombination mehrerer Indikatoren wurde eine höhere Spezifität und somit eine verringerte Therapierate und eine Minimierung des Selektionsdruckes der Parasitenpopulation erreicht.

Die Studie kommt zu dem Schluss, dass junge Kühe (1. und 2. Laktation) in Herden mit einem hohen Milchtank-Ostertagiaantikörpertiter und einer geringen Kontaktzeit (in Monaten) mit infektiösen Nematodenlarven vor der Abkalbung am meisten von einer anthelminthischen Therapie profitieren (Ravinet et al. 2017).

Der regelmäßige Wechsel von Anthelminthikaklassen wird in der Literatur sehr kontrovers diskutiert. Während Coles (2002) davon überzeugt ist, dass regelmäßiges Wechseln von Wirkstoffklassen im Kampf gegen AR einen Vorteil bringt, raten Fleming et al. (2006) von dieser Praxis ab. Die Empfehlung des regelmäßigen Wechsels entstamme laut Fleming et al. (2006) der Theorie, dass resistente Helminthen eine geringere genetische Fitness aufweisen. Dadurch würde es schnell wieder zu einer Reversion von Resistenzen kommen. Neuere Evidenz widerlegt die Theorie. Das Konzept des regelmäßigen Wechselns wird deswegen von Fleming et al. (2006) nicht als Präventionsschema gegen AR empfohlen. Barnes et al. (1995) wiesen in einem Computermodell eine leichte Verzögerung der AR durch jährliches Wechseln nach.

Fleming et al. (2006) und Kaplan (2020) bewerben die simultane Behandlung mit zwei unterschiedlichen Wirkstoffen als Präventionsmethode. In einem computerbasierten Modell wurde nachgewiesen, dass sich bei der Anwendung einer Wirkstoffkombination über 20 Jahre lang keine Resistenzen entwickeln würden (Barnes et al. 1995)

Eine verminderte Wurmbürde auf den Weiden führt zu einem geringeren Einsatz von Anthelminthika. Dies kann durch Weidemanagement, welches zum Ziel hat sichere Weiden mit geringer Wurmbürde zu erhalten, erreicht werden (Charlier et al. 2022, Fleming et al. 2006).

Charlier et al. (2022) weisen darauf hin, dass die Parasitenbürde entweder über eine größere Weidefläche oder durch eine zeitliche Aufteilung der Nutzung vermindert werden kann. Die zeitliche Aufteilung der Weidenutzung kann durch regelmäßigen Umtrieb auf frische, nicht kontaminierte Weiden, sowie durch den Austrieb der Tiere zu limitierten Zeiten am Tag erfolgen. Eine reduzierte Herdendichte verursacht weniger Weidekontamination (Fleming et al. 2006).

Die Bürde an infektiösen Larven kann auch durch die zwischenzeitliche Nutzung der Weide zur Heu- und Silageproduktion vermindert werden (Fleming et al. 2006). Das Austreiben der Weidetiere nach Abtrocknung des Morgentaus vermindert die Anzahl infektiöser L3-Larven auf der Grasnarbe, da diese sich bei Trockenheit in die Grasnarbe zurückziehen (Bystron et al. 2018). Die alternierende Weidenutzung durch unterschiedliche Wirtspezies ist eine Möglichkeit, die Wurmbürde pathogener Parasitenpopulationen zu reduzieren (Barger 1997).

Nematophage Pilze behindern die Entwicklung der Larvenstadien und limitieren somit auch den Kontakt von Wirtstieren mit infektiösen L3-Larven (Charlier et al. 2022). Bei den verschiedenen gegen Helminthen getesteten Wurmartarten hatte *Duddingtonia flagrans* das

größte Potenzial den Gastrointestinaltrakt von Wiederkäuern zu überleben. Nach der Ausscheidung der Sporen bilden sich larvenfangende Hyphen (Fleming et al. 2006). In einer Feldstudie konnte eine Reduktion von 57,0-84,0 % der Wurmbürde bei Verwendung von *Duddingtonia flagrans* IAH 1297 (BioWorma®, International Animal Health Products Pty Ltd, Australien) bei Schafen gezeigt werden (Healey et al. 2018).

Durch die hohe Prävalenz an AR werden pflanzliche Inhaltsstoffe mit antiparasitischer Wirkung vermehrt diskutiert. Charlier et al. (2022) benennen hier Tannine, welche gerne in Hülsenfrüchten vorkommen und Sesquiterpenlactone aus der gemeinen Wegwarte als pflanzliche Metaboliten mit potenziellem Nutzen bei der Helminthenbekämpfung. Ein Fütterungsversuch mit Tanninen bei Schafen, welche experimentell mit *Teladorsagia circumcincta*, *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus colubriformis* und *Nematodirus battus* infiziert wurden, zeigte eine Reduzierung der Wurmbürde (Athanasiadou et al. 2001).

Hoste et al. (2012) bearbeiten in ihrer Studie die Hypothesen der möglichen Wirkweisen von Tanninen. Die Hypothese mit der indirekten Wirkung auf den Parasiten stellt eine Förderung des Wirtsimmunsystems durch die Tannine in den Raum. Die Hypothese mit der direkten Wirkung impliziert eine direkte pharmazeutische Wirkung auf den Parasiten. Die direkte Wirkung mit einer Schädigung des Parasiten konnte in der Studie nachgewiesen werden (Hoste et al. 2012).

Um eine Einschleppung von resistenten Helminthen aus anderen Beständen beim Tierzukauf zu vermeiden, kann eine anthelminthische Behandlung mit gleichzeitigem FECRT während einer Quarantänezeit durchgeführt werden (Coles 2002, Fleming et al. 2006). Coles (2002) empfiehlt beim Zukauf aus Herden mit unbekanntem Resistenzstatus die Tiere mit mehr als einer anthelminthischen Wirkstoffklasse zu behandeln und diese für 48 Stunden auf Beton aufzustellen. Er empfiehlt dabei auch Levamisol zu verwenden, welches Parasiten mit Resistenzen auf makrozyklische Laktone abtötet (Coles 2002).

### **3. Tiere, Material und Methodik**

Diese Arbeit ist Teil des Projektes „Parasiten im Alpenraum“. Ziel dieses Teils des Projektes ist es, die Wirksamkeit von Anthelminthika, beziehungsweise deren Unwirksamkeit durch Resistenzen bei gealpten Rindern im Tiroler Raum zu überprüfen.

Die Studie wurde von der Ethik- und Tierschutzkommission der Veterinärmedizinischen Universität Wien im Hinblick auf ihre Übereinstimmung mit der Good Scientific Practices und den einschlägigen nationalen Rechtsvorschriften geprüft und befürwortet.

#### **3.1. Betriebe und Tiermaterial**

An dem Projekt waren zehn Milchviehhaltende Betriebe im Zeitraum von Frühjahr bis Herbst 2021 in Tirol und Südtirol beteiligt. Genauere geographische Informationen sind in Tabelle 3 zu finden. Kriterium für die Teilnahme war eine Alpung der Rinder im Sommer. Der Probenpool bestand aus Milchkühen und deren Nachzucht. Eine Gruppierung fand statt zwischen Rindern, welche den ersten Sommer auf der Alm verbrachten (im weiteren Verlauf „Erstsömmrige“), Rindern, welche den zweiten Sommer gealpt wurden (im weiteren Verlauf „Zweitsömmrige“), sowie Rinder, welche schon mehr als zwei Sommer auf der Alm verbrachten. Bei den Erstsömmrigen handelte es sich um die Aufzucht, welche bei Almauftrieb jünger als ein Jahr war, bei den Zweitsömmrigen jünger als zwei Jahre. Probennahme war einmal vor der Alpung, einmal während der Alpung und einmal nach Almabtrieb. Die Almsaison dauerte stark gebietsabhängig von Juni bis Oktober.

Die Ergebnisse der koproskopischen Untersuchung der oben genannten Betriebe werden in den Diplomarbeiten von Frau Heidenreich Julia und Frau Hochreiter Helena behandelt.

Zwei der zehn Betriebe (im weiteren Verlauf Betrieb A und B genannt) entwurmten nach Almabtrieb ihre Rinder. Bei diesen Betrieben wurde ein FECRT durchgeführt, um die Wirksamkeit der Anthelminthika zu testen. Insgesamt wurden 30 Tiere einer anthelminthischen Behandlung unterzogen.

Betrieb A therapierte seine Erstsömmrigen. Es wurden 17 Erstsömmrige mit Eprinex® (Boehringer Ingelheim Animal Health France SCS, Frankreich, Eprinomectin 5 mg/ml, Pour-on) entwurmt.

Betrieb B behandelte den gesamten Bestand, bestehend aus acht Kühen, vier Zweitsömmrigen und einem Erstsömmrigen. Einer der Zweitsömmrigen, sowie der

Erstsömmrige wurden mit Closamectin® (Norbrook Laboratories Limited, Irland, Ivermectin 5 mg/ml + Closantel 200 mg/ml, Pour-on) behandelt. Die anderen elf Rinder erhielten Eprinex® (Boehringer Ingelheim Animal Health France SCS, Frankreich) als anthelminthische Therapie.

Bei der Dosierung wurden die Herstellerangaben eingehalten. Die makrozyklischen Laktone Eprinomectin und Ivermectin wurden mit 0,5 mg/kg dosiert, Closantel mit 20 mg/kg. Das Gewicht der Tiere wurde von den Landwirten geschätzt.

### **3.2. Parasitenscreening und Eizahlreduktionstest**

#### **3.2.1. Probensammlung**

Kotproben wurden vor der Alpung, nach Almauftrieb, sowie nach Almabtrieb gesammelt. Dabei wurden die Proben entweder rektal entnommen oder nach Spontanabsatz frisch vom Boden eingesammelt. Bei der Probennahme vom Boden wurde genau darauf geachtet, keine Kontamination durch Erde oder Einstreu zu erhalten. Die genauen Zeitpunkte der Probennahme sind in Tabelle 3 zu finden. Die Betriebe A und B entwurmten nach Erhalt der Ergebnisse der 3. Untersuchung und nahmen 14 Tage danach erneut Kotproben für den FECRT.

Zur Evaluierung von Antikörpern gegen *O. ostertagi* und *Fasciola hepatica* wurden im Zuge der Probenahme Tankmilchproben entnommen. Die Auswertung der Tankmilchproben wurden in den Diplomarbeiten von Herrn Gosch Matthias und Frau Theissing Stefanie behandelt.

**Tabelle 3: Ort und Datum der gesammelten Proben vor, während und nach der Alpung**

	Ort	1. Untersuchung	2. Untersuchung	3. Untersuchung
Betrieb A	Steinach a. B.	06.05.21	26.07.21	20.10.21
Betrieb B	Wörgl	10.05.21	23.07.21	03.11.21
Betrieb C	Wörgl	10.05.21	24.07.21	08.11.21
Betrieb D	Pustertal	21.05.21	27.07.21	16.11.21
Betrieb E	Pustertal	21.05.21	27.07.21	16.11.21
Betrieb F	Matrei	22.05.21	29.07.21	11.11.21
Betrieb G	Matrei	22.05.21	29.07.21	11.11.21
Betrieb H	Matrei	22.05.21	29.07.21	11.11.21
Betrieb I	Matrei	22.05.21	29.07.21	11.11.21
Betrieb J	Pitztal	29.06.21	31.07.21	fehlend

### 3.2.2. Aufbereitung der Proben

Die Aufbereitung und Analyse der Kotproben vom Frühjahr und Herbst 2021 erfolgte nach deren Versand durch Medlog® (Medizinische Logistik und Service GmbH, St. Pölten, Österreich) im Labor der Parasitologie der Veterinärmedizinischen Universität Wien. Die im Sommer 2021 auf den Almen gesammelten Proben wurden direkt im Anschluss nach der Probennahme im Labor der Außenstelle der Vetmeduni Wien am AGES-Standort Innsbruck analysiert.

Die Kotproben wurden mikroskopisch mittels FEC auf Anzahl an gastrointestinalen Nematodeneiern und auf Vorhandensein weiterer Parasitenarten wie *Eimeria*, *Strongyloides* und *Moniezia* evaluiert. Verwendet wurde dabei die Mini-FLOTAC-Methode. Weiters wurde zur Fasciola-Detektion das Sedimentationsverfahren, sowie zur Lungenwurmdiagnostik das Auswanderungsverfahren nach Baermann-Wetzel angewandt. Von Tieren mit erhöhtem EPG wurden eine Larvenanzucht und Larvendifferenzierung angefertigt.

Die Durchführung der einzelnen Testverfahren kann in den jeweiligen Arbeiten des Projektes nachgelesen werden.

### 3.2.3. Eizahlreduktionstest mittels Mini-FLOTAC

#### 3.2.3.1. Material

- Flotationslösung: gesättigte NaCl-Lösung (356 g NaCl auf 1 l destilliertes Wasser)
- Laborwaage
- Urinbecher
- Messzylinder/Suspensor für Flotationslösung
- Uhr
- Sieb
- Trichter
- Einwegholzspatel
- Magnetrührer + Magnete
- Einmalpipetten
- Mini-FLOTAC (Grundplatte, Scheibe mit zwei Zählrastern, Schlüssel)
- Counter
- Durchlichtmikroskop mit 40x, 100x und 400x Vergrößerung und Adapter zum Einlegen der Mini-FLOTAC-Platten

#### 3.2.3.2. Methode

Von jeder Kotprobe wurden mittels Laborwaage exakt fünf Gramm Kot in einem Urinbecher abgewogen, mit 45 ml Flotationslösung vermengt und mit einem Einwegspatel gut vermischt. Die Suspension wurde anschließend durch ein Sieb mit 300 µm Maschenweite in einen frischen Urinbecher gesiebt, der Rückstand im Sieb mittels Spatel gut ausgedrückt und danach verworfen.

Die gefilterte Probe wurde mittels Magnetrührer gut durchmengt. In der Zeit wurde die Mini-FLOTAC-Platte mit einer Identifizierungsnummer versehen. Anschließend wurde unter ständigem Rühren durch den Magnetrührer mittels Einwegpipette ca. 1 ml von der Suspension abgenommen und damit die erste der beiden Zählkammern des Mini-FLOTAC-Systems gefüllt. Bei der zweiten Zählkammer wurde ebenso verfahren.

Die Probe in den Zählkammern wurde für zehn Minuten stehen gelassen und nach zehn Minuten Flotationszeit, in der die Helmintheneier in der Probelösung nach oben in die Zählkammern gedrückt wurden, wurden die Mini-FLOTAC-Zählkammern mit dem Schlüssel gedreht.

Die Nematodeneier in jeder der beiden Zählkammern wurden mittels Mikroskops ausgezählt und dokumentiert. Weiters wurden andere Parasitenarten, wie beispielsweise *Eimeria*, *Moniezia* und *Strongyloides* ebenfalls dokumentiert und die Befallsintensität in gering-, mittel- oder hochgradig eingeteilt. Die Grenzwerte der Graduierung sind in Tabelle 4 zu finden.

**Tabelle 4: Graduierung der Ei-, bzw Oozystenausscheidung. Die Zahlen stellen die Anzahl der Eier, bzw Oozysten in einer Zählkammer dar.**

	Geringgradig	Mittelgradig	Hochgradig
Strongylideneier	≤9	10-19	≥20
Andere Helmintheneier	≤4	5-9	≥10
Kokzidienoozysten	≤19	20-29	≥30

### 3.2.3.3. Berechnung des EPG

Der Multiplikationsfaktor zur Errechnung des EPG wird ermittelt durch Division des Verdünnungsverhältnisses mit dem Volumen. Das Verdünnungsverhältnis beim Vermischen von 5 g Probe mit 45 ml Flotationslösung liegt bei 5 g in 50 ml Gesamtlösung, also bei 1:10.

Das untersuchte Probenvolumen pro Zählkammer entspricht 1 ml. Das Gesamtprobenvolumen der beiden Zählkammern ergibt somit 2 ml.

$$\text{Multiplikationsfaktor} = \frac{10}{2} = 5$$

Zur Errechnung des EPG werden die FEC der Zählkammern addiert und mit dem Multiplikationsfaktor 5 multipliziert. Die minimale Detektionsgrenze des Mini-FLOTAC liegt somit bei fünf EPG (Cringoli et al. 2010).

### 3.3. Statistik

Die Statistik wurde mit dem Programm Shiny Web interface EggCounts der Universität von Zürich bearbeitet. EggCounts basiert auf einem Bayesian hierachical model, welches die faecal egg count reduction (FECR) bewertet. Das Modell kann eine Vielzahl an

unterschiedlichen Situationen, wie individuelle Behandlungseffizienz, kleine Versuchsgruppen oder statistische „Ausreißer“ berücksichtigen. Der Test berechnet die FECRT und kalkuliert das Konfidenzintervall über die asymptotische Varianz ihrer logarithmierten Ratios (Wang und Furrer 4/30/2018).

Es wurden die Einstellungen „Semikolon“ und „two samples paired“ gewählt. Als Korrekturfaktor wurde der oben berechnete Faktor 5 genommen.

Coles (1992) definierte die Effektivität eines Anthelminthikums anhand von der prozentuellen Eizahlreduktion und dem 95,0 % Konfidenzintervall. Ein Anthelminthikum ist resistent, wenn der FEC in Prozent unter 95,0 % liegt und das 95,0 % Konfidenzintervall bei weniger als 90,0 % liegt. Trifft nur eines der beiden Kriterien zu, so liegt ein Verdacht auf das Vorliegen einer Resistenz vor.

### **3.4. Evaluationsbogen zum Parasitenmanagement der teilnehmenden Betriebe**

Die teilnehmenden Betriebe erhielten auch einen Fragebogen, in dem sie über ihr derzeitiges Parasitenmanagement am Betrieb berichteten.

Im Fragebogen wurde folgendes thematisiert:

- Betriebsspiegel mit Anzahl Milchkühe, Jungtiere
- Werden auf der Alm Rinder von mehreren Betrieben gehalten?
- Wie häufig werden die Rinder entwurmt?
- Womit wird entwurmt?
- Werden Boli zur Entwurmung eingesetzt?
- Haben Sie einen Milchleistungsrückgang bemerkt?
- Haben Sie eine Abmagerung der Tiere bemerkt?
- Hatten Sie schon einmal ein Problem mit Parasiten?
- Gibt es Verdacht von AR auf ihrem Betrieb?
- Haben Sie eine Jungtierkoppel? Wenn ja, wie groß?
- Kommt es zur Wechselbeweidung mit anderen Tieren?
- Haben Sie feuchte Weiden?
- Haben Sie Probleme mit Leberegel?
- Dauer der Beweidung der Weide und der Almen

## **4. Ergebnisse**

### **4.1. Ergebnisse des Eizahlreduktionstests**

Von Betrieb A wurden 95 Rinder beprobt. Bei der dritten Probenahme nach Almbetrieb wurde ein durchschnittlicher EPG von 32,7 festgestellt. Die Standardabweichung N lag bei 60,2 EPG. Auffällig hoch waren die 17 Erstsömmrigen mit durchschnittlich 122,6 EPG (Standardabweichung N 92,7 EPG). Der Mittelwert der Rinder mit zwei oder mehr als zwei Sommern auf der Alm lag nur bei 13,1 EPG (Standardabweichung N 19,7 EPG). Aufgrund der niedrigen EPG-Werte der älteren Rinder entschied der Landwirt in Rücksprache wie auf seinem Betrieb üblich seine Erstsömmrigen mit Eprinex® (Boehringer Ingelheim Animal Health France SCS, Frankreich) zu entwurmen. Bei der post-treatment Probe wurden bei den 17 Erstsömmrigen keine Nematodeneier nachgewiesen.

Der durchschnittliche FEC bei Betrieb B lag bei der dritten Probenahme bei 46,9 EPG. Die Standardabweichung N lag bei 97,3 EPG. Sowohl bei den mit Closamectin® (Norbrook Laboratories Limited, Irland) als auch bei den mit Eprinex® (Boehringer Ingelheim Animal Health France SCS, Frankreich) behandelten Tieren wurden nach der Behandlung keine Nematodeneier nachgewiesen.

Die Ergebnisse des Eizahlreduktionstests sind in Tabelle 5 im Anhang aufgelistet.

Bei den Betrieben A und B wurde unter Zuhilfenahme der Definition von Coles (1992) keine Resistenz festgestellt. Der FEC in Prozent lag bei allen Proben bei 100,0 %, das 95,0 % Konfidenzintervall ebenfalls bei 100,0 %.

### **4.2. Auswertung des Betriebsfragebogens**

Wir erhielten von neun der beprobten Betriebe eine Antwort auf unseren Fragebogen. Drei der Betriebe gaben an, ihre Rinder nie anthelminthisch zu behandeln. Vier der Betriebe entwurmt nur die Jungtiere. Die Behandlungshäufigkeit lag dabei zwischen sporadisch (ein Betrieb), einmal jährlich (zwei Betriebe, darunter auch Betrieb A) und zweimal jährlich (ein Betrieb). Ein Betrieb therapierte die frisch abgekalbten Rinder im Herbst gegen Leberegel. Aus dem Fragebogen ging nicht hervor, mit welchem Präparat er gegen Leberegel therapierte. Einer der neun Betriebe (Betrieb B) gab an, einmal jährlich alle Tiere zu entwurmen. Das Behandlungsregime wurde in Abbildung 1 und Abbildung 2 graphisch dargestellt.

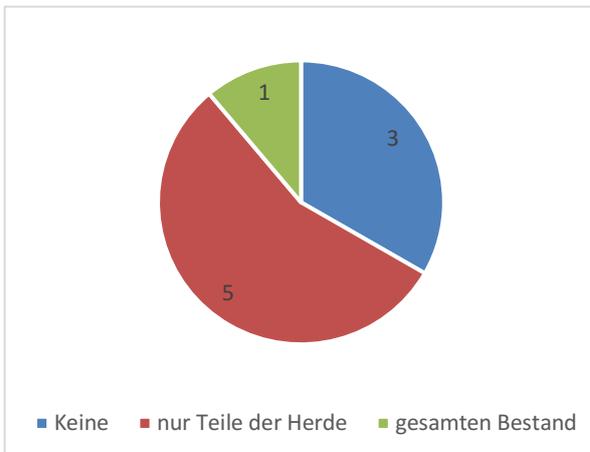


Abbildung 1: Anteil der Herde, welcher einer anthelminthischen Therapie unterzogen wurde. Die Zahlen stellen die Anzahl an Betrieben dar.

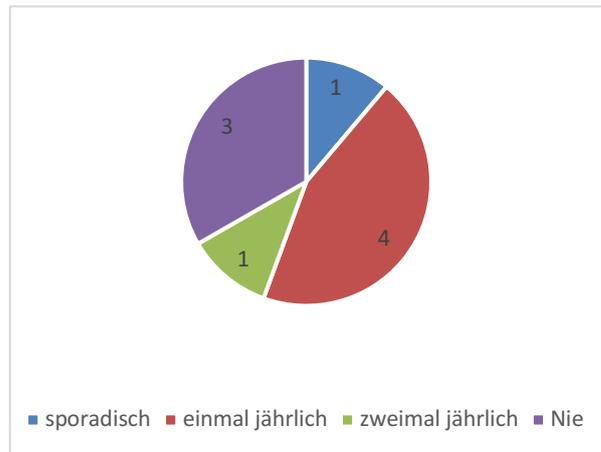


Abbildung 2: Anzahl der Betriebe im Vergleich zur Häufigkeit. Die Zahlen stellen die Anzahl an Betrieben dar.

Drei der Betriebe gaben an, welche anthelminthischen Produkte bei ihnen zur Anwendung kommen. Alle drei Betriebe (inklusive Betrieb A und B) nutzten Eprinex<sup>®</sup> (Boehringer Ingelheim Animal Health France SCS, Frankreich) zur anthelminthischen Behandlung. Einer der drei Betriebe (Betrieb B) verwendete nur bei den Kühen Eprinex<sup>®</sup> (Boehringer Ingelheim Animal Health France SCS, Frankreich) und beim Jungvieh Closamectin<sup>®</sup> (Norbrook Laboratories Limited, Irland). Ein vierter Betrieb, welcher einmal jährlich seine Kälber behandelt, konnte sich nicht mehr an das Produkt erinnern, jedoch gab an, ein Pour-on verwendet zu haben. Keiner der Betriebe verwendete „Pansenboli“ zur Entwurmung.

Sieben von neun der Betriebe hielten ihre Rinder, beziehungsweise einen Teil ihrer Rinder über den Sommer auf Gemeinschaftsalmen mit Kontakt zu Tieren von anderen Betrieben. Dabei waren die Almen zum Großteil nur von Rindern als einzige Spezies beweidet. Nur ein Betrieb gab an, eine Wechselbeweidung mit anderen Tieren, er hielt auch Pferde und Schafe, zu betreiben. Drei der neun Betriebe hielten ihre Jungtiere gesondert auf Jungtierkoppeln.

Die Frage, ob ihr Betrieb schon einmal Probleme mit Parasiten hatte, wurde nur von einem einzigen der neun Betriebe (Betrieb A) mit Ja beantwortet. Keiner der Betriebe konnte laut eigener Aussage einen Milchleistungsrückgang oder eine Abmagerung der Tiere, welche auf ein Parasitenproblem schließen ließe, beobachten. Alle Betriebe gaben an, keinen Verdacht auf eine AR auf Ihrem Betrieb zu haben.

Die durchschnittliche Betriebsgröße der befragten lag bei 47 Rindern (Kühe und Jungvieh). Im Fragebogen enthalten waren einige extensiv wirtschaftende Kleinstbetriebe. Der kleinste Betrieb hielt acht Milchkühe. Die Betriebsgröße des größten Betriebes lag bei 65 Milchkühen. Dieser Betrieb brachte nur die Galttiere und das Jungvieh auf die Alm. Seine Milchkühe beweideten im Tal eine Kurzrasenweide.

Drei der Betriebe gaben an ihre Tiere auf feuchten Weiden grasen zu lassen, einer der drei Betriebe hat auch angegeben, Probleme mit Leberegeln zu haben.

Die Betriebe wurden auch nach der Verweildauer ihrer Tiere auf der Alm befragt. Leider lässt sich diese Frage nicht auswerten, da viele Betriebe nur den Zeitpunkt des Almauftriebes, nicht jedoch den des Abtriebes in den Fragebogen eingetragen haben. Der Zeitpunkt des Almabtriebes wird nach den vorherrschenden Witterungsbedingungen geplant und unterliegt somit stark jährlichen Schwankungen.

In Tabelle 6 werden die Ergebnisse der Ja/Nein-Fragen des Betriebsfragebogens zusammengefasst.

**Tabelle 6: Auswertung der Ja/Nein-Fragen des Betriebsfragebogens. Die Zahlen stellen die Anzahl an Betrieben dar.**

	<i>Ja</i>	<i>Nein</i>
Werden Boli zur Entwurmung eingesetzt?	0	9
Haben Sie einen Milchleistungsrückgang bemerkt?	0	9
Haben Sie eine Abmagerung der Tiere bemerkt?	0	9
Hatten Sie schon einmal ein Problem mit Parasiten?	1	8
Gibt es Verdacht von AR auf ihrem Betrieb?	0	9
Haben Sie eine Jungtierkoppel?	3	6
Kommt es zur Wechselbeweidung mit anderen Tieren?	1	8
Haben Sie feuchte Weiden?	3	6
Haben Sie Probleme mit Leberegeln?	1	8

## 5. Diskussion

Ziel dieser Arbeit war es, die Wirksamkeit von Anthelminthika, beziehungsweise deren Unwirksamkeit durch Resistenzen bei gealpten Rindern im Tiroler Raum mittels FECRT zu erfassen. Bei den von uns untersuchten Proben wurden keine Anthelminthikaresistenzen nachgewiesen werden. Somit wurde unsere Hypothese, dass Anthelminthika bei gealpten Rindern im Tiroler Raum noch gut wirksam sind, in dieser Arbeit bestätigt werden.

Bei der Rinderhaltung, wie sie zum Großteil im Alpenraum betrieben wird, ist ein geringeres Risiko einer Resistenzentwicklung naheliegend. Probleme durch Resistenzbildung im Rinderbereich werden laut Coles (2002) eher bei intensiver Haltung wie der Mastkälberproduktion und der mutterlosen Kälberaufzucht gesehen. Das sind Produktionsschienen in denen negative Eigenschaften wie hoher Tierbesatz, immunnative Jungtiere und dem daraus folgenden stärkeren Einsatz von Anthelminthika durch hohe Wurmbürden zusammenkommen. Bei der extensiven Weidehaltung auf den kargen Almflächen herrscht eine geringe Tierdichte und die Rinder werden dort in der Regel in gemischten Altersgruppen geweidet. Dadurch werden die Almflächen weniger mit Helmintheneiern kontaminiert.

Eine Reduktion der Wurmbürde auf den Weideflächen wird durch geeignete Weidemanagementmaßnahmen erreicht. Häufig in den Tiroler Alpen gesehene Weidemanagementmaßnahmen sind die anschließende Nutzung der Anweideflächen im Tal zur Heu-, beziehungsweise Silageproduktion, sowie die Nutzung der Weideflächen durch mehr als eine Nutztierart. In unserem Fragebogen gab jedoch nur einer an, eine gemeinsame Almnutzung mit mehr als nur einer Tierart zu betreiben.

Offen und durchaus spannend ist die Frage, wie exogene Stadien der Helminthen mit den rauen klimatischen Bedingungen und der erhöhten UV-Strahlung auf den Almen zurechtkommen.

Die Parasitendynamik auf den Almen wird in der Diplomarbeit von Frau Heidenreich Julia zum „Vorkommen von Trichostrongyliden auf Tiroler Almen“ behandelt.

Festzuhalten ist, dass bei der Auswertung der Fragebögen, nur einer der neun befragten Landwirte angab, jemals ein Parasitenproblem auf seinem Betrieb gehabt zu haben. Auch meldeten alle Landwirte keine Abmagerung ihrer Tiere und keinen Milchrückgang bemerkt zu haben.

Die von den befragten Landwirten offensichtlich als eher gering eingeschätzte Bedeutung von Helminthen spiegelt sich auch in deren Anwendung von Anthelminthika wider. Ein Drittel der Befragten entwurmt seinen Bestand nie. Ein großer Teil der Landwirte, nämlich vier der neun, entwurmt nur die Jungtiere. Wenn die behandelten Jungtiere, wie auf der Alm meist üblich, mit älteren Tieren weiden, so ist eine Refugienbildung durch die unbehandelten Alttiere möglich. Laut Kaplan (2020) reichen 10,0-20,0 % unbehandelte Tiere zur Refugienbildung aus. Er weist jedoch auch darauf hin, dass er eine gute Refugienbildung durch ältere Kühe nur bei *O. ostertagi* als möglich erachtet. Ältere Rinder scheiden aufgrund einer stark ausgeprägten Immunantwort kaum *Cooperia spp.* aus. Es ist dadurch möglich, dass die von den älteren, unbehandelten Rindern ausgeschiedenen gegen Anthelminthika empfindlichen Helmintheneier nicht für die Refugiumsformation ausreichen. Gerade einmal einer der neun befragten Landwirte entwurmt seinen gesamten Bestand einmal jährlich. Dieser Betrieb nutzt eine Gemeinschaftsalm, bei dem der Almpartner nur die Jungtiere entwurmt. Durch das Refugium der unbehandelten Rinder des Almpartners kann die Resistenzentwicklung verzögert werden.

Unter den genannten Umständen ist es nicht gänzlich verwunderlich, dass bei keinem der untersuchten Betriebe eine Resistenz auf die verwendeten makrozyklischen Laktone gefunden wurde. Die Wirksamkeit von Closantel gegen *Fasciola hepatica* wurde im Versuch nicht mit überprüft.

Das Produkt Eprinex<sup>®</sup> (Boehringer Ingelheim Animal Health France SCS, Frankreich) wurde bei allen Betrieben verwendet, welche im Fragebogen angaben, Anthelmintika zu nutzen. Charlier et al. (2009) wies schon auf die große Beliebtheit gewisser makrozyklischer Laktone im Rinderbereich hin. Die unkomplizierte Applizierbarkeit durch die Pour-on Formulierung, eine lange Wirksamkeit über einen großen Teil der Weideperiode, sowie der Anreiz, keine Wartezeit auf die Milchlieferung zu haben, machen das Produkt für die landwirtschaftlichen Betriebe interessant. Eine Auswirkung dieses Phänomens auf die Wirksamkeit von Eprinex<sup>®</sup> (Boehringer Ingelheim Animal Health France SCS, Frankreich) wäre wichtiger Bestandteil weiterer Forschungen. In der Literatur werden widersprüchliche Angaben zur Resistenzentwicklung durch längere Verwendung eines einzelnen Wirkstoffes gefunden. Während Fleming et al. (2006) vom jährlichen Wirkstoffwechsel abraten, wird es von anderen Autoren wie Coles (2002) und Barnes et al. (1995) als Präventionsmaßnahme gegen AR beworben.

Aufgrund der jedoch nur sehr kleinen Datenmenge dieses Teils des Projektes ist festzuhalten, dass weitere Untersuchungen auf Resistenzen bei Rindern im Alpenraum notwendig sind, um eine fundiertere Aussage über dessen Prävalenz abgeben zu können.

Weiters ist anzumerken, dass die wenigen untersuchten Proben auch nur mittels FECRT untersucht wurden. Martin et al. (1989) wiesen darauf hin, dass der FECRT eine schlechte Sensitivität aufweist und Populationen mit weniger als 25,0 % resistenten Individuen nicht detektieren kann. Eine Kombination verschiedener Resistenztestmethoden könnte mehr Sicherheit bei der Detektion von Resistenzen geben.

Als FEC-Verfahren wurde Mini-FLOTAC verwendet. Dieses Verfahren ist laut Kaplan (2020) für Rinder, welche eine verminderte EPG-Ausscheidung aufweisen sensitiv genug. Es kann wie im Material und Methoden-Teil beschrieben, einen minimalen FEC von fünf EPG detektieren. Ein für wissenschaftliche Proben genaueres Verfahren würde die FLOTAC-Methode bieten, welche einen minimalen FEC von einem EPG besitzt. Anzumerken ist bei allen FEC-Methoden, dass es weder zu den Grenzwerten noch zum Verfahren der Eizählung übereinstimmende Standards gibt (Coles et al. 2006, Dargatz et al. 2000).

Auf eine weitere Ungenauigkeit unserer Daten lässt das Studiendesign schließen. Die Frühjahrs- und Herbstproben wurden zum Teil von den Landwirten selbst, also von wissenschaftlichen Laien gesammelt. Die Durchführung der Probennahme wurde aufgrund der weiten Distanzen zwischen den einzelnen Betrieben im Tiroler Raum und auch zwischen der Distanz von Tirol und der Veterinärmedizinischen Universität in Wien meist nicht von Fachpersonal überwacht. Das Einsenden der Proben birgt weiters ein Risiko für die Probenqualität. Umwelteinflüsse wie die Temperatur können beim Versand nur schwer beeinflusst werden. Durch den Versand kommt es auch zu einem zeitlichen Verzug der Probenaufbereitung von mindestens zwei Tagen. In dieser Zeit könnten manche Helminthenlarven bereits geschlüpft und somit schwieriger zu detektieren sein.

Ebenfalls wurde die Anthelminthikaapplikation und anschließende Probennahme für den FECRT der beiden Betriebe von den Landwirten selbst durchgeführt. Hier wurde das Gewicht der Tiere für die richtige Dosierung des Anthelminthikums wie in der Praxis üblich nur geschätzt. Eine Gewichtsmessung mittels Tierwaage wäre für die korrekte Dosierung und somit die Sicherheit der evaluierten Daten wünschenswert gewesen. Eine Unterdosierung würde beim FECRT nicht von einer echten Resistenz zu unterscheiden sein. Weiters fördert eine Unterdosierung die Resistenzbildung.

Beim Betrieb B wurde eine anthelminthische Therapie aller Tiere vorgenommen. Es wurden auch Tiere behandelt, welche im FEC einen EPG-Wert von Null hatten. Diese Form der Therapie ist im Hinblick auf AR nicht nachhaltig. Eine Behandlung ab einem Grenzwert von 100 EPG wie sie von Bystron et al. (2018) empfohlen werden, wäre sinnvoll gewesen.

Für die präzise Detektion von AR ist es wünschenswert einen kontrollierten Effizienztest mit naiven Kälbern durchzuführen, bei dem die Kälber zuvor auch experimentell mit einem Feldisolat und die Kontrollgruppe mit einem Kontrollisolat mit bekanntem Empfindlichkeitsstatus infiziert wurden (Graef et al. 2012).

Fazit: In den von uns untersuchten Kotproben von zwei Tiroler Betrieben konnte mittels FECRT keine Resistenzen auf Eprinomectin und Ivermectin festgestellt werden. Um eine fundiertere Aussage über die Resistenzlage in diesem Gebiet machen zu können, werden weitere Untersuchungen mit größerem Untersuchungsumfang und weiteren zu untersuchenden Wirkstoffklassen benötigt.

## 6. ZUSAMMENFASSUNG

Parasitosen haben im Nutztierbereich gravierende Auswirkungen sowohl auf die Profitabilität als auch auf den Tierschutz. Die Verwendung von Antiparasitika ist für die Parasitenbekämpfung unabdingbar. Die Effektivität von Antiparasitika sinkt jedoch, wie diverse Autoren weltweit berichten, seit Jahren drastisch. Resistenzen gegen verschiedenste Wirkstoffklassen wurden in diversen Parasitenspezies beschrieben (Kaplan und Vidyashankar 2012).

Die eingereichte Diplomarbeit behandelt die Wirksamkeit von Anthelminthika, insbesondere von Eprinomectin und von einem Kombinationspräparat aus Ivermectin und Closantel gegen Trichostrongyliden bei Tiroler Almrindern. Diese Arbeit ist Teil eines Projektes, bei dem Rinder auf zehn landwirtschaftlichen Betrieben mit Almwirtschaft über den Zeitraum einer Weidesaison mittels Kot-, sowie Milchproben untersucht wurden. Kotproben wurden vor Almauftrieb, während der Alpung und nach Almabtrieb analysiert.

Zwei der am Projekt teilnehmenden Betriebe therapierten ihre Tiere nach Almabtrieb mit anthelminthischen Wirkstoffen. Die Effektivität der zur Therapie verwendeten Anthelminthika Eprinomectin und Ivermectin/Closantel wurde mit dem FECRT durchgeführt. Zur Ermittlung des FEC wurde die Mini-FLOTAC-Methode verwendet.

Zur Evaluierung vom Parasitenmanagement, sowie zur Einschätzung des Infektionsrisikos an den Betrieben wurden Landwirte gebeten, einen von uns ausgegebenen Fragebogen zu beantworten.

Bei der Auswertung der neun Fragebögen konnte festgehalten werden, dass ein Drittel der Landwirte keine Anthelminthika nutzt und fünf Betriebe nur einen Teil der Herde therapiert. Bei den teilentwurmten Herden kann auf eine ausreichende Refugienbildung geschlossen werden. Nur ein einziger Betrieb therapierte die gesamte Herde. Weidemanagementmaßnahmen werden bei den befragten Landwirten im Tiroler Raum gut umgesetzt.

Es konnte keine Resistenz der gastrointestinalen Nematoden gegen die angewendeten Wirkstoffe an den untersuchten Betrieben ermittelt werden. Weitere Untersuchungen mit größerem Stichprobenumfang sind nötig, um auf die Resistenzlage von Trichostrongyliden im gesamten Tiroler Raum schließen zu können.

## 7. SUMMARY

Parasitic diseases in animal husbandry have significant impacts on the economy and animal welfare. Chemical treatment with antiparasitic drugs is necessary for parasitic control, but the effectiveness of these drugs is declining annually. Numerous reports have highlighted drug resistance to several active components in several animal species (Kaplan und Vidyashankar 2012).

The focus of my diploma thesis is to research the efficacy of the anthelmintics Eprinomectin and Ivermectin/Closantel on trichostrongylides in cattle in the Tyrolean alps. My diploma thesis is part of a parasitic project, which examined helminths on ten agricultural farms using alpin pastures. Fecal samples were collected three times, one before, one during and one after grazing on alpine pasture. Milk samples were collected during grazing for examining antibodies of *fasciola hepatica* and *trichostrongylides*.

In autumn, when cattle were brought down from alpine grazing, two farms treated several of their stock with the anthelmintics Eprinomectin and Ivermectin/Closantel. FECRT was used to examine the efficiency of these anthelmintics. The fecal egg count was quantified with the Mini-FLOTAC-method. To assess parasitic management and to classify risks for parasitic disease on the farms, a questionnaire had to be completed by the farmers.

Analyzing the questionnaire, we found out that one-third of the farmers is not using any anthelmintics. Five farmers treat only a part of their stock. Treating only part of the stock is considered to be part of the solution of facing anthelmintic resistance, as there are still susceptible helminths in refugia. Only one farm treated the entire herd. Several grazing-management methods to create low parasitic burden were used on the examined farms.

We did not detect any anthelmintic resistance for the used active components Eprinomectin and Ivermectin/Closantel on our examined farms. However, further studies are necessary to conclusively determine the status of resistance among trichostrongylides in the Tyrolean Alps.

## 8. Literaturverzeichnis

Areskog M, Ljungström B, Höglund J. 2013. Limited efficacy of pour-on anthelmintic treatment of cattle under Swedish field conditions. *International journal for parasitology. Drugs and drug resistance*, 3: 129–134.

Athanasiadou S, Kyriazakis I, Jackson F, Coop RL. 2001. Direct anthelmintic effects of condensed tannins towards different gastrointestinal nematodes of sheep: in vitro and in vivo studies. *Veterinary parasitology*, 99 (3): 205–219.

Barger I. 1997. Control by management. *Veterinary parasitology*, 72 (3-4): 493-500; discussion 500-6.

Barnes EH, Dobson RJ, Barger IA. 1995. Worm control and anthelmintic resistance: adventures with a model. *Parasitology today (Personal ed.)*, 11 (2): 56–63.

Bäumer W, Emmerich IU, Hamann M, Honscha W, Ibrahim C, Kaspar H, Kietzmann M, Kluge K, Meichner K, Moos M, Selbitz H-J, Steuber S, Wallmann J. 2014. *Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren. Tierpflege in Forschung und Klinik. Neunte., aktualisierte und erweiterte Auflage.* Stuttgart, Germany: Enke, 1 online resource (736 pages).

Bosco A, Rinaldi L, Maurelli MP, Musella V, Coles GC, Cringoli G. 2014. The comparison of FLOTAC, FECPAK and McMaster techniques for nematode egg counts in cattle. *Acta parasitologica*, 59 (4): 625–628.

Bundesamt für Sicherheit im Gesundheitswesen, <https://aspreregister.basg.gv.at/>, Zugriff 25.05.2023

Bundesamt für Sicherheit im Gesundheitswesen, <https://aspreregister.basg.gv.at/>, Zugriff 24.06.2023; 17.07.2023

Bystron S, March S, Brinkmann J. 2018. *Weideparasiten-Management : Entscheidungsbäume für Wiederkäuer ; Empfehlungen aus der Wissenschaft und Erfahrungen aus der Praxis ; Ratgeber.* Braunschweig: Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Online-Ressource.

Charlier J, Bartley DJ, Sotiraki S, Martinez-Valladares M, Claerebout E, Samson-Himmelstjerna G von, Thamsborg SM, Hoste H, Morgan ER, Rinaldi L. 2022. Anthelmintic resistance in ruminants: challenges and solutions. *Advances in parasitology*, 115: 171–227.

Charlier J, Höglund J, Morgan ER, Geldhof P, Vercruyssen J, Claerebout E. 2020. Biology and Epidemiology of Gastrointestinal Nematodes in Cattle. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, 36 (1): 1–15.

Charlier J, Höglund J, Samson-Himmelstjerna G von, Dorny P, Vercruyssen J. 2009. Gastrointestinal nematode infections in adult dairy cattle: impact on production, diagnosis and control. *Veterinary parasitology*, 164 (1): 70–79.

Charlier J, Rinaldi L, Musella V, Ploeger HW, Chartier C, Vineer HR, Hinney B, Samson-Himmelstjerna G von, Băcescu B, Mickiewicz M, Mateus TL, Martinez-Valladares M, Quealy S, Azaizeh H, Sekovska B, Akkari H, Petkevicius S, Hektoen L, Höglund J, Morgan ER, Bartley DJ, Claerebout E. 2020. Initial assessment of the economic burden of major parasitic helminth

- infections to the ruminant livestock industry in Europe. *Preventive veterinary medicine*, 2020: 1–12.
- Coles GC. 2002. Cattle nematodes resistant to anthelmintics: why so few cases? *Veterinary research*, 33 (5): 481–489.
- Coles GC, Jackson F, Pomroy WE, Prichard RK, Samson-Himmelstjerna G von, Silvestre A, Taylor MA, Vercruysse J. 2006. The detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary parasitology*, 136 (3-4): 167–185.
- Cooke AS, Morgan ER, Dungait JAJ. 2017. Modelling the impact of targeted anthelmintic treatment of cattle on dung fauna. *Environmental toxicology and pharmacology*, 55: 94–98.
- Cringoli G, Rinaldi L, Maurelli MP, Utzinger J. 2010. FLOTAC: new multivalent techniques for qualitative and quantitative copromicroscopic diagnosis of parasites in animals and humans. *Nature protocols*, 5 (3): 503–515.
- Dargatz DA, Traub-Dargatz JL, Sangster NC. 2000. Antimicrobial and anthelmintic resistance. *The Veterinary clinics of North America. Equine practice*, 16 (3): 515-36, ix-x.
- Deplazes P, Joachim A, Mathis A, Strube C, Taubert A, Samson-Himmelstjerna G von, Zahner H. 2021. *Parasitologie für die Tiermedizin*. Vierte., überarbeitete Auflage. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag, 604-612.
- Fairweather I, Boray JC. 1999. Fasciolicides: efficacy, actions, resistance and its management. *Veterinary journal (London, England : 1997)*, 158 (2): 81–112.
- Fetterer R, Rew RS, Knight R. 1982. Comparative efficacy of albendazole against *Fasciola hepatica* in sheep and calves: relationship to serum drug metabolite levels. *Veterinary parasitology*, 11 (4): 309–316.
- Fleming SA, Craig T, Kaplan RM, Miller JE, Navarre C, Rings M. 2006. Anthelmintic Resistance of Gastrointestinal Parasites in Small Ruminants. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 20 (2): 435–444.
- Graef J de, Sarre C, Mills BJ, Mahabir S, Casaert S, Wilde N de, van Weyenberg M, Geldhof P, Marchiondo A, Vercruysse J, Meeus P, Claerebout E. 2012. Assessing resistance against macrocyclic lactones in gastro-intestinal nematodes in cattle using the faecal egg count reduction test and the controlled efficacy test. *Veterinary parasitology*, 189 (2-4): 378–382.
- Greer AW, van Wyk JA, Hamie JC, Byaruhanga C, Kenyon F. 2020. Refugia-Based Strategies for Parasite Control in Livestock. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, 36 (1): 31–43.
- Healey K, Lawlor C, Knox MR, Chambers M, Lamb J. 2018. Field evaluation of *Duddingtonia flagrans* IAH 1297 for the reduction of worm burden in grazing animals: Tracer studies in sheep. *Veterinary parasitology*, 253: 48–54.
- Hofer M. 2022. *Versorgungsbilanzen für tierische Produkte*. STATISTIK AUSTRIA.
- Hoste H, Martinez-Ortiz-De-Montellano C, Manolaraki F, Brunet S, Ojeda-Robertos N, Fourquaux I, Torres-Acosta JFJ, Sandoval-Castro CA. 2012. Direct and indirect effects of bioactive tannin-rich tropical and temperate legumes against nematode infections. *Veterinary parasitology*, 186 (1-2): 18–27.
- Kaplan RM. 2020. Biology, Epidemiology, Diagnosis, and Management of Anthelmintic Resistance in Gastrointestinal Nematodes of Livestock. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, 36 (1): 17–30.

- Kaplan RM, Denwood MJ, Nielsen MK, Thamsborg SM, Torgerson PR, Gilleard JS, Dobson RJ, Vercruyse J, Levecke B. 2023. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) guideline for diagnosing anthelmintic resistance using the faecal egg count reduction test in ruminants, horses and swine. *Veterinary parasitology*, 318: 109936. DOI 10.1016/j.vetpar.2023.109936.
- Kaplan RM, Vidyashankar AN. 2012. An inconvenient truth: global worming and anthelmintic resistance. *Veterinary parasitology*, 186 (1-2): 70–78.
- Knox DP. 2000. The pathogenesis of ostertagiosis-worm or host-mediated changes? *Veterinary journal (London, England : 1997)*, 159 (3): 217–219.
- Laffont CM, Alvinerie M, Bousquet-Mélou A, Toutain PL. 2001. Licking behaviour and environmental contamination arising from pour-on ivermectin for cattle. *International journal for parasitology*, 31 (14): 1687–1692.
- Lanusse CE, Prichard RK. 1993. Relationship between pharmacological properties and clinical efficacy of ruminant anthelmintics. *Veterinary parasitology*, 49 (2-4): 123–158.
- Martin PJ, Anderson N, Jarrett RG. 1989. Detecting benzimidazole resistance with faecal egg count reduction tests and in vitro assays. *Australian veterinary journal*, 66 (8): 236–240.
- McKellar QA. 1997. Ecotoxicology and residues of anthelmintic compounds. *Veterinary parasitology*, 72 (3-4): 413-26; discussion 426-35.
- Mihi B, van Meulder F, Rinaldi M, van Coppennolle S, Chiers K, van den Broeck W, Goddeeris B, Vercruyse J, Claerebout E, Geldhof P. 2013. Analysis of cell hyperplasia and parietal cell dysfunction induced by *Ostertagia ostertagi* infection. *Veterinary research*, 44 (1): 121. DOI 10.1186/1297-9716-44-121.
- Powers KG, Wood IB, Eckert J, Gibson T, Smith HJ. 1982. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) guidelines for evaluating the efficacy of anthelmintics in ruminants (bovine and ovine). *Veterinary parasitology*, 10 (4): 265–284.
- Prichard R. 1994. Anthelmintic resistance. *Veterinary parasitology*, 54 (1-3): 259–268.
- Prichard RK. 1985. Interaction of host physiology and efficacy of antiparasitic drugs. *Veterinary parasitology*, 18 (2): 103–110.
- Prichard RK, Hall CA, Kelly JD, Martin IC, Donald AD. 1980. The problem of anthelmintic resistance in nematodes. *Australian veterinary journal*, 56 (5): 239–251.
- Ravinet N, Lehebel A, Bareille N, Lopez C, Chartier C, Chauvin A, Madouasse A. 2017. Design and evaluation of multi-indicator profiles for targeted-selective treatment against gastrointestinal nematodes at housing in adult dairy cows. *Veterinary parasitology*, 237: 17–29. DOI 10.1016/j.vetpar.2017.03.001.
- Rose Vineer H, Morgan ER, Hertzberg H, Bartley DJ, Bosco A, Charlier J, Chartier C, Claerebout E, Waal T de, Hendrickx G, Hinney B, Höglund J, Ježek J, Kašný M, Keane OM, Martínez-Valladares M, Mateus TL, McIntyre J, Mickiewicz M, Munoz AM, Phythian CJ, Ploeger HW, Rataj AV, Skuce PJ, Simin S, Sotiraki S, Spinu M, Stuenkel S, Thamsborg SM, Vadlejch J, Varady M, Samson-Himmelstjerna G von, Rinaldi L. 2020. Importance croissante de la résistance aux anthelminthiques chez les ruminants européens : création et méta-analyse d'une base de données ouverte. *Parasite (Paris, France)*: 1–16.
- Sangster NC. 1999. Anthelmintic resistance: past, present and future. *International journal for parasitology*, 29 (1): 115-24; discussion 137-8.

Scheffczyk A, Floate KD, Blanckenhorn WU, Düring R-A, Klockner A, Lahr J, Lumaret J-P, Salamon J-A, Tixier T, Wohde M, Römbke J. 2016. Nontarget effects of ivermectin residues on earthworms and springtails dwelling beneath dung of treated cattle in four countries. *Environmental toxicology and chemistry*, 35 (8): 1959–1969.

Schnieder T, Hrsg. 2006. *Veterinärmedizinische Parasitologie*. 92 Tabellen, 3 Übersichten. Sechste., vollst. überarb. und erw. Aufl. Stuttgart: Parey, XVI, 785 S.

SCOPS, [www.scops.org.uk](http://www.scops.org.uk), Zugriff 25.06.2023

Shiny Web Interface; <http://shiny.math.uzh.ch/user/furrer/shinyas/shiny-eggCounts/>, Zugriff 02.06.2023

Steel JW. 1993. Pharmacokinetics and metabolism of avermectins in livestock. *Veterinary parasitology*, 48 (1-4): 45–57. DOI 10.1016/0304-4017(93)90143-b.

Stromberg BE, Gasbarre LC, Waite A, Bechtol DT, Brown MS, Robinson NA, Olson EJ, Newcomb H. 2012. *Cooperia punctata*: effect on cattle productivity? *Veterinary parasitology*, 183 (3-4): 284–291.

Sutherland IA, Leathwick DM. 2011. Anthelmintic resistance in nematode parasites of cattle: a global issue? *Trends in parasitology*, 27 (4): 176–181.

Taylor LM, Parkins JJ, Armour J, Holmes PH, Bairden K, Ibarra-Silva AM, Salman SK, McWilliam PN. 1989. Pathophysiological and parasitological studies on *Ostertagia ostertagi* infections in calves. *Research in Veterinary Science*, 46 (2): 218–225.

Taylor MA. 2012. SCOPS and COWS--'worming it out of UK farmers'. *Veterinary parasitology*, 186 (1-2): 65–69.

Taylor MA, Hunt KR, Goodyear KL. 2002. Anthelmintic resistance detection methods. *Veterinary parasitology*, 103 (3): 183–194.

van Wyk JA, Hoste H, Kaplan RM, Besier RB. 2006. Targeted selective treatment for worm management--how do we sell rational programs to farmers? *Veterinary parasitology*, 139 (4): 336–346.

Vercruysse J, Claerebout E. 2001. Treatment vs non-treatment of helminth infections in cattle: defining the threshold. *Veterinary parasitology*, 98 (1-3): 195–214.

Waghorn TS, Leathwick DM, Rhodes AP, Jackson R, Pomroy WE, West DM, Moffat JR. 2006. Prevalence of anthelmintic resistance on 62 beef cattle farms in the North Island of New Zealand. *New Zealand veterinary journal*, 54 (6): 278–282. DOI 10.1080/00480169.2006.36711.

Wang C, Furrer R. 4/30/2018. EggCounts: a Bayesian hierarchical toolkit to model faecal egg count reductions, 13.

## 9. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Anteil der Herde, welcher einer anthelminthischen Therapie unterzogen wurde..	24
Abbildung 2: Anzahl der Betriebe im Vergleich zur Häufigkeit. ....	24
Tabelle 1: In Österreich zugelassene anthelminthische Präparate mit makrozyklischen Laktonen als Wirkstoff.....	37
Tabelle 2: In Österreich zugelassene anthelminthische Präparate mit Benzimidazolen als Wirkstoff.....	42
Tabelle 3: Ort und Datum der gesammelten Proben vor, während und nach der Alpung .....	19
Tabelle 4: Graduierung der Ei-, bzw Oozystenausscheidung. Die Zahlen stellen die Anzahl der Eier, bzw Oozysten in einer Zählkammer dar.....	21
Tabelle 5: EPG-Werte der Rinder vor und nach der anthelminthischen Therapie.....	44
Tabelle 6: Auswertung der Ja/Nein-Fragen des Betriebsfragebogens. Die Zahlen stellen die Anzahl an Betrieben dar. ....	25

## 10. Anhang

**Tabelle 1: In Österreich zugelassene anthelminthische Präparate mit makrozyklischen Laktonen als Wirkstoff. Anwendungsgebiet laut Zulassung**

Wirkstoff	Produktname	Applikation	Inhaber	Anwendungsgebiet
<b>Doramectin</b>	DECTOMAX® 10 mg/ml	Injektion	Zoetis Österreich GmbH, Österreich	Magen-Darmrundwürmern, Lungenwürmern, Augenwürmern, Dasselfliegen, Läusen, Räudemilben und Zecken
	DECTOMAX® 5 mg/ml	Pour-on	Zoetis Österreich GmbH, Österreich	Magen-Darmrundwürmern, Lungenwürmern, Augenwürmern, Dasselfliegen, Läusen, Haarlingen, Räudemilben und Hornfliegen
	Taurador® 5 mg/ml	Pour-on	Norbrook Laboratories Limited, Irland	gastrointestinalen Rundwürmern, Lungenwürmern, Augenwürmern, Dasselfliegen, Haarlingen, Läusen, Räudemilben und Hornfliegen

<b>Eprinomectin</b>	Elivec® 5 mg/ml	Pour-on	Livisto Int'l S.L., Spanien	Magen-Darmrundwürmern, Lungenwürmern, Dasselfliegen, RäudeMilben, Läuse, Haarlingen, Kleine Weidestechfliege
	Eprecis® 20 mg/ml	Injektion	Ceva Sante Animale, Frankreich	Magen-Darmrundwürmern, Lungenwürmern, Läuse, Kleine Weidestechfliege, Dasselfliegen, RäudeMilben
	Eprinex Multi® 5 mg/ml	Pour-on	Boehringer Ingelheim Animal Health France S.C.S, Frankreich	gastrointestinalen Rundwürmern, Lungenwürmern, Dasselfliegen, RäudeMilben, Läuse, Weidestechfliege
	Eprinex Pour-On® 5 mg/ml	Pour-on	Boehringer Ingelheim Animal Health France S.C.S, Frankreich	Magen-Darmrundwürmern, Lungenwürmern, Dasselfliegen, Haarlingen, Läusen, RäudeMilben, Kleine Weidestechfliege
	Eprizero® 5 mg/ml	Pour-on	Norbrook Laboratories Limited, Irland	Magen-Darmrundwürmern, Lungenwürmern, Dassellarven, Läuse, Haarlinge, RäudeMilben, Weidestechfliege
	NEOPRINIL® 5 mg/ml	Pour-on	Virbac SA, Frankreich	Magen-Darmrundwürmern, Lungenwürmern, Dasselfliegen, Läuse,

				Haarlinge, Räude milben, Weidestechfliege
	Zeromectin® 5 mg/ml	Pour-on	Chanelle Pharmaceuticals Manufacturing Limited, Irland	Magen-Darmrundwürmern, Lungenwürmern, Dasselfliegen, Räude milben, Läuse, Kleine Weidestechfliege
<b>Ivermectin</b>	Bimectin® 10 mg/ml	Injektion	Bimeda Animal Health Limited, Irland	gastrointestinalen Rundwürmern, Lungenwürmern, Augenwürmer, Dasselfliegen, Räude milben, Läuse
	Closamectin® 5 mg/ml Ivermectin + 200 mg/ml Closantel	Pour-on	Norbrook Laboratories Limited, Irland	Trematoden, gastrointestinalen Rundwürmern, Lungenwürmern, Augenwürmer, Rinderdasselfliegen, Räude milben, Läuse
	Ecomectin® 10 mg/ml	Injektion	ECO Animal Health Europe Limited, Irland	Magen-Darmrundwürmern, Lungenwürmern, Augenwürmer, Dasselfliegen, Milben, saugende Läuse
	IVERTIN® 10 mg/ml	Injektion	Laboratorios Calier S.A., Spanien	Magen-Darmrundwürmern, Lungenwürmern, Dasselfliegen, Läuse, Milben

	Ivomec Pour-On® 5 mg/ml	Pour-on	Boehringer Ingelheim Animal Health France S.C.S, Frankreich	Magen-Darmrundwürmern, Lungenwürmern, Augenwürmer, Dasselfliegen, Läuse, Räudemilben, kleine Weidestechfliege
	Ivomec® 10 mg/ml	Injektion	Boehringer Ingelheim Animal Health France S.C.S, Frankreich	Magen-Darmrundwürmern, Lungenwürmern, Parafilarien, Augenwürmer, Dasselfliegen, Läuse, Räudemilben
	Noromectin®	Injektion	Norbrook Laboratories Limited, Irland	Magen-Darmrundwürmern, Lungenwürmern, Dasselfliegen, Läuse, Räudemilben
	Noromectin® 5 mg/ml	Pour-on	Norbrook Laboratories Limited, Irland	Magen-Darmrundwürmern, Lungenwürmern, Augenwürmer, Dassellarven, Läuse, Haarlinge, Räudemilben
	Virbamec® 10 mg/ml	Injektion	Virbac SA, Frankreich	Magen-Darmrundwürmern, Lungenwürmern, Parafilarien, Augenwürmer, Dasselfliegen, Läuse, Räudemilben
<b>Moxidectin</b>	Cydectin TriclaMox® 5 mg/ml Moxidectin + 200 mg/ml Triclabendazol	Pour-on	Zoetis Österreich GmbH, Österreich	Nematoden des Gastrointestinaltraktes und des Respirationstraktes, Trematoden, Läuse, Haarlinge

	CYDECTIN® 5 mg/ml	Pour-on	Zoetis Österreich GmbH, Österreich	adulte und Larvenstadien gastrointestinaler Nematoden, adulte Lungenwürmer, Dasselfliegen (Wanderlarven), Läuse, Haarlinge, Räudemilben, Hornfliegen
	Moxisolv LA® 100 mg/ml	Injektion	Bimeda Animal Health Limited, Irland	Adulte und unreife Nematoden des Magen- Darm-Traktes, Adulte und unreife Nematoden der Atemwege, Dasselfliegen (Wanderlarven), Läuse, Räudemilben

(Quelle: Bundesamt für Sicherheit im Gesundheitswesen, Zugriff 24.06.2023; 17.07.2023)

**Tabelle 2: In Österreich zugelassene anthelminthische Präparate mit Benzimidazolen als Wirkstoff. Anwendungsgebiet laut Zulassung**

<b>Wirkstoff</b>	<b>Produktname</b>	<b>Applikation</b>	<b>Inhaber</b>	<b>Anwendungsgebiet</b>
<b>Albendazol</b>	Albendazol-aniMedica® 100 mg/ml	per os	Animedica GmbH, Deutschland	adulten und immaturen Stadien von Magen-Darm- Rundwürmern, Lungenwürmern, Bandwürmern und adulten Stadien von Leberegel
	Alphalben® 100 mg/ml	per os	Alpha-Vet Allatgyogyaszati Kft, Ungarn	Magen-Darm-Nematoden, Lungenwürmern, Bandwürmern und adulten Stadien von Leberegel
	Valbazen® 100 mg/ml	per os	Zoetis Österreich GmbH, Österreich	Magen-Darm-Nematoden, Lungenwürmer, Trematoden, Cestoden
<b>Fenbendazol</b>	Panacur® Granulat 222,2mg/g	per os	Intervet GmbH, Österreich	adulte und larvale Stadien von Magen-Darm-Nematoden und Lungenwürmern
	Panacur SR® Bolus 12g/Bolus	Bolus	Intervet GmbH, Österreich	Magen-Darm-Rundwürmer
	Panacur® 100 mg/ml, Suspension	per os	Intervet GmbH, Österreich	Magen-Darm-Nematoden und Lungenwürmern

<b>Oxfendazol</b>	Interzol® 67,5 mg/g	per os	V.M.D. NV, Belgien	adulte und nicht inhibierte Larvenstadien von gastrointestinalen Nematoden, Bandwürmern und Lungenwürmern
-------------------	---------------------	--------	--------------------	---

(Quelle: Bundesamt für Sicherheit im Gesundheitswesen, Zugriff 24.06.2023, 17.07.2023)

Tabelle 5: EPG-Werte der Rinder vor und nach der anthelminthischen Therapie

	<b>ALTER</b>	<b>EPG 1</b>	<b>EPG 2</b>	<b>PRODUKT</b>
<b>BETRIEB A</b>	Erstsömmrig	270	0	Eprinex®
<b>BETRIEB A</b>	Erstsömmrig	110	0	Eprinex®
<b>BETRIEB A</b>	Erstsömmrig	175	0	Eprinex®
<b>BETRIEB A</b>	Erstsömmrig	0	0	Eprinex®
<b>BETRIEB A</b>	Erstsömmrig	160	0	Eprinex®
<b>BETRIEB A</b>	Erstsömmrig	235	0	Eprinex®
<b>BETRIEB A</b>	Erstsömmrig	110	0	Eprinex®
<b>BETRIEB A</b>	Erstsömmrig	5	0	Eprinex®
<b>BETRIEB A</b>	Erstsömmrig	130	0	Eprinex®
<b>BETRIEB A</b>	Erstsömmrig	5	0	Eprinex®
<b>BETRIEB A</b>	Erstsömmrig	10	0	Eprinex®
<b>BETRIEB A</b>	Erstsömmrig	110	0	Eprinex®
<b>BETRIEB A</b>	Erstsömmrig	345	0	Eprinex®
<b>BETRIEB A</b>	Erstsömmrig	130	0	Eprinex®
<b>BETRIEB A</b>	Erstsömmrig	100	0	Eprinex®
<b>BETRIEB A</b>	Erstsömmrig	100	0	Eprinex®
<b>BETRIEB A</b>	Erstsömmrig	90	0	Eprinex®
<b>BETRIEB B</b>	Kuh	5	0	Eprinex®
<b>BETRIEB B</b>	Kuh	5	0	Eprinex®
<b>BETRIEB B</b>	Kuh	5	0	Eprinex®
<b>BETRIEB B</b>	Kuh	20	0	Eprinex®
<b>BETRIEB B</b>	Kuh	0	0	Eprinex®
<b>BETRIEB B</b>	Kuh	15	0	Eprinex®
<b>BETRIEB B</b>	Kuh	5	0	Eprinex®
<b>BETRIEB B</b>	Kuh	5	0	Eprinex®
<b>BETRIEB B</b>	Zweitsömmrig	50	0	Eprinex®
<b>BETRIEB B</b>	Zweitsömmrig	105	0	Eprinex®
<b>BETRIEB B</b>	Zweitsömmrig	0	0	Closamectin®
<b>BETRIEB B</b>	Zweitsömmrig	25	0	Eprinex®
<b>BETRIEB B</b>	Erstsömmrig	370	0	Closamectin®