

Aus dem Department für Pathobiologie  
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Institut für Parasitologie  
(Leiterin: Univ.-Prof. Dr.med.vet. Anja Joachim, Dipl. EVPC)

## **Zusammenhang von Ostertagia-AK-Level und der Milchleistung bei österreichischen Milchviehhaltungen**

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Mathias Gosch

Wien, im Juli 2021

Betreuerin: Dr.med.vet. Barbara Hinney, Dipl. EVPC

Begutachter: Priv.-Doz. Dr.med.vet. Michael Iwersen

## **Eigenständigkeitserklärung**

Hiermit versichere ich, Mathias Gosch, dass:

- keine anderen als die erwähnten Hilfsmittel und Literaturstellen einbezogen wurden,
- die entscheidenden Arbeiten selbst durchgeführt und alle zuarbeitend Tätigen mit ihrem Beitrag zur Arbeit angeführt wurden,
- die zur Beurteilung vorgelegte Diplomarbeit eigenständig verfasst wurde, sowie
- die Arbeit nicht an anderer Stelle eingereicht oder veröffentlicht wurde.

---

## **Danksagung**

Ich möchte mich an dieser Stelle herzlichst bei Frau Dr. Barbara Hinney, Dipl. EVPC, bedanken, da sie eine äußerst hilfsbereite und geduldige Diplomarbeitsbetreuerin war und mich außerdem während meines Studiums für die Parasitologie begeisterte.

Großer Dank gilt auch meinen Eltern, meinen drei Brüdern sowie meiner Tante Josefine, ohne deren Unterstützung mein Studium wahrscheinlich nicht möglich gewesen wäre.

Außerdem will ich mich bei meiner Freundin Anna bedanken, da sie während der letzten vier Jahre eine wichtige Stütze für mich war und mir in schwierigen Situationen stets mit Rat und Tat zur Seite stand.

Zu guter Letzt bedanke ich mich bei Dr. Marianne Baltl für das Korrekturlesen dieser Arbeit!

## INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG.....	8
2.	LITERATURÜBERSICHT .....	10
2.1.	TAXONOMIE.....	10
2.2.	BIOLOGIE .....	10
2.2.1.	Morphologie.....	10
2.2.2.	Entwicklungszyklus.....	10
2.2.3.	Populationsdynamik .....	11
2.3.	OSTERTAGIOSE DES RINDES.....	12
2.3.1.	Pathogenese .....	12
2.3.2.	Pathophysiologie .....	12
2.3.2.1	Sekretionsprozesse im Labmagen .....	12
2.3.2.2	Sekretionsstörungen im Labmagen.....	12
2.3.2.3	Störung des Proteinstoffwechsels .....	14
2.3.3.	Diagnose .....	14
2.3.3.1	Klinische Symptome.....	14
2.3.3.2	Koproskopie .....	15
2.3.3.3	Antikörpernachweis.....	17
2.3.3.4	Untersuchungen des Blutes .....	17
2.3.3.5	Pathologische Untersuchung.....	19
2.3.4.	Immunologie .....	19
2.3.5.	Parasitenbekämpfung.....	19
2.3.5.1	Wirkstoffe .....	20
2.3.5.2	Behandlungsschemata.....	20
2.3.5.3	Weidemanagement .....	21
2.4.	WIRTSCHAFTLICHE FOLGEN.....	22
3.	MATERIAL UND METHODEN.....	23

3.1.	PROBENGEWINNUNG .....	23
3.2.	MILCHLEISTUNGSDATEN.....	23
3.3.	ELISA .....	23
3.4.	STATISTISCHE AUSWERTUNG .....	24
4.	ERGEBNISSE .....	25
4.1.	MILCHLEISTUNGSDATEN DER BETRIEBE .....	25
4.2.	AUSWERTUNG TANKMILCH-ELISA .....	26
4.2.1.	Verlauf der Tankmilch ODR .....	27
4.2.2.	Zusammenhang zwischen ODR der Tankmilchproben und Jahresmilchleistung .....	27
4.2.3.	Zusammenhang zwischen ODR der Tankmilchproben und Milchinhaltsstoffen .....	29
4.3.	AUSWERTUNG EINZELMILCHPROBEN .....	30
4.3.1.	Auswertung Einzelmilchproben .....	30
4.3.2.	Zusammenhang zwischen ODR der Einzelmilchproben und Jahresmilchleistung .....	31
4.3.3.	Zusammenhang zwischen ODR der Einzelmilchproben und Milchinhaltsstoffen .....	32
5.	DISKUSSION .....	33
6.	ZUSAMMENFASSUNG .....	35
7.	SUMMARY .....	36
8.	LITERATURVERZEICHNIS .....	37
9.	ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS .....	41

## Abkürzungen

BCS	Body-Condition-Score
ESP	exkretorisch-sekretorische Produkte
EPG	Eizahl pro Gramm (Kot)
ML	Makrozyklische Laktone
TST	Targeted Selective Treatment
ELISA	Enzyme-linked Immunosorbent Assay

## 1. Einleitung

Mit einem Anteil von 18 % an der gesamten landwirtschaftlichen Produktion ist die Milchwirtschaft der bedeutendste Sektor der österreichischen Landwirtschaft (1). Die Weidehaltung von Milchrindern stellt vor allem in den westlichen Bundesländern Salzburg, Tirol und Vorarlberg einen wichtigen Bestandteil der Landwirtschaft dar. In Tirol gaben im Jahr 2020 96 % der Milchbetriebe an, ihre Tiere zumindest zeitweise auf Weiden zu halten, während 54 % ihre Rinder mehr als sechs Monate auf Wiesen im Freien verbrachten (2).

Obwohl die Weidehaltung die artgerechteste Form der Rinderhaltung darstellt, geht sie mit einem erhöhten Risiko für Infektionen mit Weideparasiten einher, welche die Tiergesundheit beeinträchtigen und zu hohen wirtschaftlichen Verlusten führen können. Zu den wichtigsten Erregern von Weideparasitosen beim Rind zählen neben *F. hepatica* und *D. viviparus* Vertreter der Familie der *Trichostrongylidae*. Diese Arbeit beschäftigt sich hauptsächlich mit *O. ostertagi*, einem Trichostrongylen, welcher im Labmagen von Rindern parasitiert.

*O. ostertagi* ist neben *C. oncophora* der wichtigste Erreger der parasitären Gastroenteritis des Rindes. Diese Erkrankung geht häufig mit Symptomen wie wässriger Diarrhoe, Inappetenz und Abmagerung einher und betrifft hauptsächlich Jungrinder, welche den ersten Sommer auf der Weide verbringen (3). Bei adulten Rindern führen Infektionen mit Trichostrongylen hauptsächlich zu Produktionseinbußen, welche bis zu 4 kg Milch pro Tier und Tag betragen können (4).

Die negativen Effekte einer Infektion mit *O. ostertagi* beruhen auf einer Störung der Labmagenfunktion, welche in einer verminderten Säuresekretion sowie einer gesteigerten Sekretion von Gastrin und Pepsinogen resultiert (5). Erhöhte Werte von Gastrin und Pepsinogen sind im Blut nachweisbar und können zur Abschätzung des Infektionslevels genutzt werden (6). Die gängigste Untersuchungsmethode zur Diagnose einer Infektion mit Trichostrongylen ist nach wie vor die koproskopische Untersuchung, jedoch stellt die Messung von Antikörpern in der Milch mittels ELISA ebenfalls eine zuverlässige Methode zum Abschätzen der Wurmbürde dar (3).

Für diese Arbeit wurden Tankmilch- und Einzelmilchproben von zehn Betrieben aus Tirol mittels ELISA auf Antikörper gegen *O. ostertagi* untersucht. Die Ergebnisse wurden in Kontext zur Milchleistung und dem Anteil von Fett und Eiweiß im Stalldurchschnitt der Betriebe bzw. in den Milchleistungsdaten der Einzeltiere gesetzt.

Die Hypothese lautet, dass *O. ostertagi*-Antikörper-Titer in Milchproben in einem negativen Zusammenhang mit der Milchleistung des Betriebes sowie der Milchleistung der Einzeltiere stehen.

## 2. Literaturübersicht

### 2.1. Taxonomie

*O. ostertagi* ist ein Nematode (Fadenwurm) aus der Familie der *Trichostrongylidae*, welcher im Labmagen von Rindern parasitiert (3).

Stamm: *Nematoda*

Klasse: *Secernentea*

Ordnung: *Strongylida*

Überfamilie: *Trichostrongyloidea*

Familie: *Trichostrongylidae*

Gattung: *Ostertagia*

Art: *O. ostertagi*

### 2.2. Biologie

#### 2.2.1. Morphologie

Nematoden besitzen für gewöhnlich einen länglichen, spindelförmigen Körper mit einer Länge von unter einem Millimeter bis mehreren Zentimetern. Die äußerste Schicht bildet das Integument, welches sich wiederum aus der Cuticula und der Hypodermis zusammensetzt. Zwischen dem Integument und den inneren Organen liegt die flüssigkeitsgefüllte primäre Leibeshöhle, welche zusammen mit der Cuticula als Hydroskelett dem Nematodenkörper seine Form gibt und gleichzeitig eine hohe Beweglichkeit ermöglicht (3). Vertreter der Gattung *Ostertagia* besitzen wie andere Trichostrongyliden eine reduzierte Mundkapsel sowie eine gut ausgebildete Bursa copulatrix der Männchen. Die Zervikalpapillen sind dornartig ausgebildet (7). Die adulten Würmer sind dünn, rötlich-braun und besitzen eine kurze Mundhöhle. Die Männchen messen 6–8 mm und die Weibchen 8–9 mm in der Länge (8).

#### 2.2.2. Entwicklungszyklus

*O. ostertagi* vollzieht, wie alle Trichostrongyliden, einen monoxenen Entwicklungszyklus, was bedeutet, dass der Parasit nur einen Wirt benötigt. Nach dem Ausscheiden der Eier mit dem Kot beginnt die externe Entwicklung. Die im Ei entstandenen L1 schlüpfen und entwickeln sich über zwei Häutungen zur infektiösen Drittlarve L3. Dies ist bei Temperaturen von 5–35 °C

möglich und kann bei sommerlichen Bedingungen bereits nach 1–2 Wochen abgeschlossen sein. Die interne Entwicklung im Wirt beginnt mit der peroralen Aufnahme der L3, welche anschließend im Labmagen ihre Scheide abwerfen (Ecdysis) und sich in den Lumen der Labmagendrüsen zur adulten L4 entwickeln. Nach einer Präpatenz von 18–21 Tagen werden erneut Eier vom Wirt ausgeschieden (3).

Unter bestimmten Bedingungen kann sich ein Teil der L3 im Wirt zu hypobiotischen L4 entwickeln (9). Als Hypobiose wird das Phänomen einer temporären Verzögerung des Entwicklungszyklus eines Parasiten im Wirt bezeichnet, welches bei vielen Arten von Nematoden auftritt (10). Die auslösenden Faktoren sind noch nicht zur Gänze erforscht, jedoch spielen der Immunstatus des Wirtes, Umweltbedingungen wie Hitze, Kälte und Trockenheit sowie die Menge der aufgenommenen Larven dabei eine Rolle (9). Die hypobiotischen Stadien von *O. ostertagi* können für mehrere Monate in den Drüsenlumina des Labmagens überdauern, ihre Entwicklung im Spätwinter oder im Frühjahr fortsetzen und damit zu einer erhöhten Eiausscheidung zu Beginn der Weidesaison führen. Bei stark mit hypobiotischen Larven infizierten Rindern kann es zudem durch eine gleichzeitige Reaktivierung dieser zur Winterostertagiose (Ostertagiose Typ II) kommen (3).

### 2.2.3. Populationsdynamik

Infektiöse L3 von Trichostrongyliden können den Winter auf der Weide überdauern, jedoch haben Klima- und Wetterverhältnisse Einfluss auf die Menge der überlebenden Larven. Im Frühjahr sind in Mitteleuropa noch große Mengen von Larven auf den Weiden vorhanden, die Anzahl nimmt aber bis Mai/Juni stark ab. Durch das Pflanzenwachstum sinkt die Konzentration von Larven pro kg Futterpflanzen zusätzlich. Auf Bergweiden sind die L3 jedoch durch die Schneedecke besser geschützt, wodurch größere Mengen von Larven bis in den Sommer überleben können. Die überwinterten Larven sind eine wichtige Infektionsquelle für Jungrinder, welche 2–3 Wochen nach der Infektion bereits in zunehmender Menge Eier ausscheiden. Die Anzahl der L3 auf den Weiden steigt stetig an und aufgrund der für die Parasiten günstigen Luftfeuchtigkeit und Temperatur kommt es ab Mitte Juli zu einer gesteigerten Translokation der Larven vom Kot auf die Weidepflanzen. Das Resultat ist ein erhöhtes Infektionsrisiko für die Rinder. Die Infektionen können in diesem Zeitraum so massiv sein, dass ab Mitte Juli die ersten Fälle der Sommerostertagiose auftreten. Ab September gehen nur mehr wenige L3 auf die Weidepflanzen über und das Infektionsrisiko beginnt zu sinken, jedoch überlebt wieder ein Teil dieser Larven bis ins nächste Frühjahr (3).

## 2.3. Ostertagiose des Rindes

### 2.3.1. Pathogenese

Der Schädigung von *O. ostertagi* liegt eine Funktionsstörung des Labmagens infolge der Einwanderung der Larven in die Fundusdrüsen zu Grunde (9). Zu Beginn der Infektion kommt es in der Labmagenschleimhaut zur Erweiterung der Drüsen-Lumina, zur Hyperplasie und Entdifferenzierung der Epithelzellen sowie zur Infiltration der Lamina Propria mit Entzündungszellen. Erheblicher Schaden entsteht vor allem, wenn die adulten Würmer anschließend an die Schleimhautoberfläche wandern, wodurch die Drüsen kollabieren oder mit Entzündungsprodukten ausgefüllt werden. Die daraus resultierenden pathophysiologischen Störungen können klinisch apparent werden oder im subklinischen Bereich bleiben (3).

### 2.3.2. Pathophysiologie

#### 2.3.2.1 Sekretionsprozesse im Labmagen

Der Labmagen entspricht in seiner Funktion dem einhöhligen Magen von Monogastriern und besitzt im Gegensatz zu den Vormägen eine deutliche Drüsenausstattung (11). Die Säuresekretion erfolgt durch die Belegzellen und wird neural, parakrin und hormonell reguliert. Das Hormon Gastrin, welches von den G-Zellen gebildet und über das Blut transportiert wird, regt über Gastrin-Rezeptoren der Belegzellen die HCl-Sekretion direkt an. Des Weiteren bewirkt Gastrin eine Freisetzung von parakrin wirkendem Histamin aus den Enterochromaffin-ähnlichen Zellen, welches über Histaminrezeptoren der Belegzellen ebenfalls eine Steigerung der Säuresekretion bewirkt. Die Ausschüttung von Gastrin wird neural über den N. vagus sowie bei Anwesenheit von Futter im Magen stimuliert. Die Gegenregulation bei niedrigem pH-Wert erfolgt über die Ausschüttung von Somatostatin aus den D-Zellen, welches eine Hemmung der Gastrinsekretion aus den G-Zellen bewirkt. Pepsinogen, welches die inaktive Vorstufe von Pepsin darstellt, wird von den Nebenzellen sezerniert und durch Abspaltung von Peptidketten bei niedrigem Labmagen-pH in die aktive Form umgewandelt. Pepsin dient als Endopeptidase, die Proteine aus der Nahrung in Peptide und Aminosäuren spaltet. Der von den Nebenzellen sezernierte Schleim dient zum Schutz der Magenschleimhaut vor Säure sowie vor mechanischen Schäden. Neben Schleim bilden die Nebenzellen auch Bicarbonat, welches für neutrale pH-Werte unterhalb der Schleimschicht sorgt (12).

#### 2.3.2.2 Sekretionsstörungen im Labmagen

Veränderungen der Sekretionsprozesse im Labmagen infolge einer Infektion mit *O. ostertagi* umfassen eine verminderte Säuresekretion sowie erhöhte Spiegel von Pepsinogen und Gastrin im Blut (5).

Für die Störung der Säuresekretion finden sich in der Literatur unterschiedliche Erklärungen. In älteren Arbeiten wird der Austausch der Parietalzellen mit undifferenzierten, weniger aktiven Zellen als Hauptursache angesehen, während den exkretorisch-sekretorischen Produkten (ESP) des Parasiten eine untergeordnete Bedeutung zugeordnet wird (5). In einer aktuelleren Studie von Mihi et al. zeigte sich jedoch, dass es bei einer Infektion mit *O. ostertagi* zwar zu einem Verlust von Parietalzellen kommt, dieser aber nicht ursächlich für den rapiden Anstieg des pH-Wertes im Labmagen zum Zeitpunkt des Auswanderns der Parasiten aus den Fundusdrüsen ist. Die Ergebnisse deuten stattdessen darauf hin, dass ESP von adulten Parasiten inhibitorisch auf die Säuresekretion wirken und darüber hinaus zu einem Anstieg von bestimmten Entzündungsfaktoren führen, welche ebenfalls einen negativen Effekt auf die Funktion der Parietalzellen haben (13).

Als Hauptursache für die Hypergastrinämie wird die fehlende Hemmung der Gastrinsekretion über die D-Zellen aufgrund des erhöhten pH-Werts im Labmagen angesehen. Eine direkte Stimulation der Gastrinsekretion durch ESP der Parasiten wird vermutet, konnte jedoch in in-vitro Studien nicht nachgewiesen werden (14). Die erhöhten Gastrinwerte im Blut werden als eine der Hauptursachen für die verminderte Futteraufnahme bei der Ostertagiose angesehen, da das Hormon hemmend auf den Appetit wirkt (15).

Das aus den Hauptzellen stammende Pepsinogen kann bei erhöhten pH-Werten nicht zu Pepsin konvertiert werden, welches als proteolytisches Enzym zum Abbau von Proteinen in kleinere Peptide notwendig ist. Pepsinogen akkumuliert und durch eine entzündungsbedingte erhöhte Gefäßpermeabilität kommt es zu einem Anstieg der Konzentration von Pepsinogen im Blutplasma (9). Zusätzlich führen ESP der Parasiten sowie die gesteigerte Gastrinsekretion zu einer Stimulation der Hauptzellen und somit zu einer vermehrten Pepsinsekretion (3).

### 2.3.2.3 Störung des Proteinstoffwechsels

Durch die Schädigung der Labmagenschleimhaut kommt es zum Austritt von Plasmaproteinen, vor allem Albumin, ins Labmagenlumen. Zusätzlich führt der gesteigerte Epithelumsatz an der Schleimhaut zu einem erhöhten Proteinbedarf. Das Eiweiß kann zwar teilweise im Verdauungstrakt rückresorbiert werden, trotzdem kommt es insgesamt zu einem Nettoverlust. Die Konsequenz ist ein verminderter onkotischer Druck im Blut, was in ausgeprägten Fällen zu Ödemen in unterschiedlichen Geweben resultiert. Weitere Folgen des Proteinverlusts sind Abmagerung, Leistungseinbußen und ein stumpfes Haarkleid (3).

### 2.3.3. Diagnose

#### 2.3.3.1 Klinische Symptome

Die Ostertagiose betrifft vor allem ersösommrige Jungrinder und tritt vorwiegend ab der zweiten Hälfte der Weideperiode auf. Zu den Symptomen zählen Inappetenz, wässriger Durchfall, Gewichtsverlust und Exsikkose. Der Verlauf ist meist chronisch, seltener subakut und akut (3). Es werden zwei Formen unterschieden, die Ostertagiose Typ I und die Ostertagiose Typ II. Die Ostertagiose Typ I bzw. Sommerostertagiose kommt noch während der Weideperiode im Sommer und Herbst vor und wird vor allem durch das Auswandern der Parasiten aus den Labmagendrüssen ca. 10-14 Tage nach der Infektion verursacht. Die Ostertagiose Typ II bzw. Winterostertagiose wird durch das gleichzeitige Auswandern von zuvor hypobiotischen Larven aus der Labmagenschleimhaut verursacht (16). Sie tritt vor allem im Zeitraum von Jänner bis Mai auf und ähnelt der Ostertagiose Typ I, wobei eher Einzeltiere betroffen sind, bei denen die Symptome jedoch schwerwiegender ausfallen können. Die Sommerostertagiose kommt weitaus häufiger vor als die Winterostertagiose (3).

Für die Auswahl der zu behandelnden Tiere im Rahmen der selektiven Entwurmung bei kleinen Wiederkäuern wurde der FAMACHA-Score entwickelt, welcher aus einer Farbtabelle zur Beurteilung der Schleimhautfarbe bei einer Infektion mit *Haemonchus contortus* besteht. Dieser Test ist bei *O. ostertagi* jedoch wenig sinnvoll, da es sich hierbei nicht um einen blutsaugenden Parasiten handelt. Andere Scoring-Systeme wie der Body-Condition-Score (BCS) und der Kotscore sowie die Beurteilung der Gewichtszunahme und der Milchleistung sind hingegen aussagekräftige Parameter zur Diagnose einer Infektion mit Magen-Darm-Parasiten beim Rind (17).

### 2.3.3.2 Koproscopie

#### **Flotationsverfahren und kombiniertes Sedimentations-Flotationsverfahren**

Das Flotationsverfahren basiert auf dem Prinzip, dass Parasiteneier mit einer niedrigen Dichte in einem Flotationsmedium mit einem hohen spezifischen Gewicht an der Oberfläche aufschwimmen (18). Als Flotationsmedium können beispielsweise gesättigte Kochsalzlösung, Zuckerlösung oder Zinksulfatlösung eingesetzt werden (19). Etwa 3–5 g einer Kotprobe werden mit dem zehnfachen Volumen an Lösung gut durchmischt und die Suspension durch ein Sieb in ein Reagenzröhrchen übertragen. Die Probe wird dann entweder zentrifugiert oder 30 Minuten stehen gelassen, um die Flotation zu ermöglichen. Anschließend werden mit einer Platinöse drei bis fünf Tropfen von der Flüssigkeitsoberfläche auf einen Objektträger übertragen und mit einem Deckglas bedeckt. Danach wird das Präparat unter dem Mikroskop untersucht (3). Beim kombinierten Sedimentations-Flotationsverfahren wird die Kotprobe zunächst mit Wasser vermengt und zentrifugiert. Danach wird das Zentrifugationsröhrchen dekantiert, das Sediment mit Flotationsmedium durchmischt und erneut zentrifugiert. Im Anschluss wird die Probe wie bei der einfachen Flotation fertig bearbeitet (19).

### **Eizählung und Eizahlreduktionstest**

Für die quantitative Untersuchung von Kotproben stehen mehrere Verfahren zu Verfügung. Das McMaster-Verfahren ist aufgrund seiner einfachen und preisgünstigen Anwendung am weitesten verbreitet, jedoch existieren einige Weiterentwicklungen wie Mini-FLOTAC oder FECPAK (17). Die Mini-FLOTAC-Methode weist im Vergleich zu McMaster eine höhere Sensitivität (17), eine geringere Streuung sowie eine höhere Präzision auf, vor allem wenn Proben mit geringen Mengen an Parasiteneiern untersucht werden (20). Für dieses Verfahren werden 5 g einer Kotprobe mit 45 ml Flotationslösung homogenisiert und durch ein Sieb gefiltert, um grobe Kotbestandteile zu entfernen. Anschließend wird je 1 ml Kotsuspension in die beiden Zählkammern der Mini-FLOTAC Scheibe gefüllt. Nach einer zehnminütigen Flotationszeit wird die obere Hälfte der Scheibe gedreht und damit die Flüssigkeitsschicht mit den flotierenden Parasiteneiern um 90° verschoben, was die Auswertung unter dem Lichtmikroskop ermöglicht (21). Die Eier werden nun in beiden Kammern gezählt und die Summe aus beiden Zählkammern mit dem Faktor fünf multipliziert, um die Eizahl pro Gramm Kot (EPG) zu erhalten (22). Bei der quantitativen Kotuntersuchung gilt es zu beachten, dass die EPG keineswegs mit der Wurmbürde des Tieres korrelieren muss, da Faktoren wie Rasse, Alter und Gesundheitsstatus ebenfalls einen Einfluss auf die Eiausscheidung haben. Jedoch ist diese Methode ein wichtiges Tool zum Screening auf Anthelmintikaresistenzen. Hierfür werden Tiere vor und nach einer Behandlung mit Anthelmintika beprobt und aus den beiden EPG-Werten die Eizahlreduktion ermittelt (17). Eine Resistenz gilt als nachgewiesen, wenn die Eizahlreduktion durch die Entwurmung kleiner als 95 % ist und die Untergrenze des 95 %-Konfidenzintervalls weniger als 90 % beträgt (23).

### **Larvenkultur**

Da sich die Differenzierung von verschiedenen Trichostrongyliden-Arten anhand der Morphologie der Eier aufgrund ihrer Ähnlichkeit schwierig gestaltet, ist zur genauen Speziesbestimmung meist die Anzucht von Drittlarven notwendig (24). Hierfür wird Kot mit sterilisierten Sägespänen und Wasser vermengt und das Gemisch bei 25 °C für sieben bis zwölf Tage bebrütet. Das Gefäß wird anschließend mit Wasser aufgefüllt, mit einer Petrischale bedeckt und umgestülpt. Die Larven wandern dann in die Petrischale und können von dort mit einer Pipette abgesaugt werden (3). Eine einfache Unterscheidung ist dann durch Abmessen der Schwanzlänge der noch bescheideten Drittlarven unter dem Mikroskop möglich. Diese beträgt bei *O. ostertagi* je nach Studie zwischen 59 und 78 µm (25).

### 2.3.3.3 Antikörpernachweis

Zum Nachweis von Antikörpern mittels Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA) ist ein mikrobielles Agens, meist ein bestimmtes Protein des jeweiligen Erregers, an die Kunststoffoberfläche einer Mikrotiterplatte gebunden, in welche das Probenmaterial hinzugegeben wird. Wenn Antikörper gegen den Erreger in der Probe vorhanden sind, binden diese an das Antigen in den Wells. Im Anschluss wird das überschüssige Probematerial abgegossen und ein Konjugat mit einem enzymmarkierten Antikörper hinzugefügt, welcher an die Antigen-Antikörper-Komplexe bindet. Es folgt ein zweiter Waschschriff und die Zugabe eines Substrats, welches durch Reaktion mit dem Enzym zu einem Farbumschlag führt. Die Farbintensität entspricht dann der Menge an Antikörpern in der Probe (26).

Für die Untersuchung von Milchproben auf *O. ostertagi* Antikörper steht der kommerziell erhältliche SVANOVIR® *O. ostertagi*-Ab ELISA (INDICAL Sweden AB, Uppsala, Schweden) zur Verfügung. Hierbei wird jede Probe als Duplikat getestet und nach dem Farbumschlag die mittlere optische Dichte (OD) ermittelt. Mithilfe von Positiv- und Negativkontrollen lässt sich die Optical-Density-Ratio (ODR) berechnen. Proben werden ab einem ODR-Wert von 0.6 als positiv und unter einem ODR-Wert 0.3 als negativ gewertet. Zwischen 0.3 und 0.6 gelten die Proben als fraglich (27).

Ein negativer Zusammenhang zwischen *O. ostertagi* Antikörpern und der Milchleistung konnte bereits in mehreren Studien nachgewiesen werden (27). Charlier et. al untersuchten im Jahr 2005 Tankmilchproben von belgischen Milchviehbetrieben im Frühjahr und Herbst auf Antikörper gegen *O. ostertagi* und verglichen die Ergebnisse mit den Milchleistungsdaten. Zum einen zeigte sich, dass die ODR-Werte am Ende der Weideperiode signifikant höher waren als im Frühjahr, was sich mit der zu erwartenden höheren Wurmbürde im Spätsommer und Herbst deckt. Zum anderen konnte eine negative Korrelation zwischen den ODR-Werten und der Milchleistung in den Betrieben nachgewiesen werden. Ein Anstieg der ODR von 0.702 auf 0.958 (Interquartilsabstand) im Frühjahr stand in Verbindung mit einem Milchleistungsverlust von 1,1 kg Milch pro Kuh und Tag. Die Auswirkungen auf Fett- und Eiweißgehalt in der Milch waren hingegen weniger eindeutig (28).

### 2.3.3.4 Untersuchungen des Blutes

#### **Serum-Pepsinogen**

Die Konzentration von Pepsinogen im Serum steht in Korrelation mit dem Ausmaß der Schädigung der Labmagenschleimhaut durch eine Ostertagiose (17). In einer Studie mit

Kälbern konnte beispielsweise ein sehr deutlicher Anstieg des Serum-Pepsinogens nach einer künstlichen Infektion mit *O. ostertagi* nachgewiesen werden (29). Die Messwerte werden üblicherweise in Tyrosin-Einheiten (U Tyr) angegeben und der Schwellenwert für den Nachweis einer klinischen Ostertagiose liegt laut einer Arbeit von Dorny et al. aus dem Jahr 1999 bei 3,5 U Tyr (27). Obwohl es sich hierbei um eine gute Möglichkeit zur Diagnosestellung handelt, findet die Pepsinogenmessung eher in der Forschung als in der Praxis Verwendung. Gründe dafür sind der hohe Kostenaufwand (17) sowie eine noch fehlende Vereinheitlichung der Messverfahren (25).

### **Albumin**

Eine typische Veränderung im Blutbefund bei Rindern mit einer Infektion mit Magen-Darm-Würmern ist die Hypalbuminämie (30). Bei künstlich infizierten Kälbern sank die Albuminkonzentration im Durchschnitt auf 22,7 g/l (31), wobei die untere Toleranzgrenze für Albumin beim Kalb bei 26 g/l liegt (26). Eine Verminderung von Albumin kommt jedoch auch häufig in Verbindung mit anderen Erkrankungen vor, was es bei der Interpretation zu beachten gilt (26).

### **Gastrin**

Die Messung von Gastrin im Serum kann mittels Radioimmunoassay oder ELISA erfolgen. Es stehen Testsysteme aus der Humanmedizin zur Verfügung, welche für andere Spezies validiert wurden. Experimentell infizierte Tiere zeigen eine signifikant höhere Gastrinkonzentration im Blut als nicht infizierte Tiere (29). Auch bei diesem Parameter gilt es zu beachten, dass er unter anderem durch Fütterung, Laktationsstadium sowie durch andere Labmagenerkrankungen beeinflusst wird und daher nicht immer eindeutig interpretiert werden kann (6).

### 2.3.3.5 Pathologische Untersuchung

Makroskopisch ist bei der Sektion eine Verdickung der Labmagenschleimhaut sichtbar, auf welcher sich multifokale erhabene Knötchen mit zentralen Einziehungen befinden (32). Die Labmagenfalten sind zunächst ödematös und später bindegewebig verdickt. Histologisch ist bei beginnender Infektion vor allem an den Belegzellen eine Hyperplasie und Entdifferenzierung erkennbar. Zusätzlich kommt es zu einer Infiltration von Entzündungszellen wie Lymphozyten, Mastzellen und eosinophilen Granulozyten in die basalen Schichten der Lamina propria. Die Veränderungen greifen nach einiger Zeit auch auf die nicht befallenen Labmagendrüsen über. Wenn die Parasiten die Drüsenlumina verlassen, kollabieren diese und werden mit entzündlichem Exsudat ausgefüllt oder zerstört. Die Submukosa ist zu diesem Zeitpunkt von Zellinfiltraten, Ödemen und Blutungen geprägt. Nach dieser Phase folgt in der Regel die Regeneration des Labmagenepithels, was jedoch Wochen bis Monate in Anspruch nehmen kann (3).

### 2.3.4. Immunologie

Eine Besonderheit von Immunreaktionen bei Infektionen mit Parasiten ist die sogenannte Th1/Th2-Dichotomie. Dieser Ausdruck beschreibt, dass es bei Infektionen mit Protozoen vor allem zu einer von Typ-1-T-Helferzellen ausgehenden Immunreaktion kommt, während bei Infektionen mit Helminthen die Immunantwort der Typ-2-T-Helferzellen dominiert. Bei Letzteren spielen unter anderem die Zytokine IL-4, IL-5 und IL-13 eine wichtige Rolle und es kommt vor allem zu einer Ausschüttung von Antikörpern aus B-Lymphozyten. Die Antikörper binden an die Oberfläche der Parasiten und ermöglichen das Anhaften von Effektorzellen wie Granulozyten und Makrophagen, welche Effektormoleküle sezernieren, um den Parasiten zu schädigen (3). Bei der Erstinfektion mit *O. ostertagi* beginnt die Immunreaktion, sobald die adulten Würmer aus den Labmagendrüsen auswandern, was an signifikant erhöhten Werten an Th1- und Th2-Zytokinen im Blut erkennbar ist. Im Vergleich zu anderen Magen-Darm-Nematoden wie *C. oncophora* entwickelt sich eine Immunität gegen *O. ostertagi* langsamer. Ein Schutz gegen die klinische Erkrankung ist in der Regel ab der zweiten Weideperiode vorhanden, die vollständige Ausprägung der Immunität wird aber oft erst zum Ende dieser Weidesaison erreicht (3). Sie äußert sich zunächst in einer verminderten Eiausscheidung, Hemmung der Fruchtbarkeit und des Wachstums der Parasiten gefolgt von der Hypobiose und schließlich durch die Resistenz gegen eine Infektion mit aufgenommenen Larven (33).

### 2.3.5. Parasitenbekämpfung

### 2.3.5.1 Wirkstoffe

Für die Behandlung von Infektionen mit Magen-Darm-Strongyliden beim Rind stehen Präparate aus den Wirkstoffklassen der (Pro-)Benzimidazole, Imidazothiazole und makrozyklischen Laktone (ML) zur Verfügung. Die Wirkstoffe unterscheiden sich vor allem in Wirkdauer, Wirkung gegen andere Parasitenarten sowie hinsichtlich der Wartezeiten für Milch und essbare Gewebe. Alle erhältlichen Präparate sind gegen adulte und unreife Stadien wirksam, während nur wenige gegen die hypobiotischen Stadien effektiv sind (3).

### 2.3.5.2 Behandlungsschemata

Die Bekämpfung von Trichostrongyliden beim Rind betrifft aufgrund der Immunität älterer Rinder hauptsächlich Jungtiere in der ersten Weideperiode. Das Ziel ist die Vermeidung von Infektionen, vor allem zur Hauptinfektionszeit in der zweiten Hälfte der Weidesaison. Eine Möglichkeit zur Behandlung ist die Applikation eines Bolus, welcher den Wirkstoff über mehrere Monate im Pansen freisetzt. Bei der Frühapplikation zu Beginn der Weideperiode kommt es dadurch zu einer niedrigen Eiausscheidung über die gesamte Saison und somit zu einer geringeren Kontamination der Weide mit infektiösen Larven, wodurch sich das Infektionspotenzial in der Hauptinfektionszeit in Grenzen hält. Die Spätapplikation im Juni/Juli findet vor allem in der Alpweidewirtschaft Verwendung, bei der die Tiere über den Sommer auf Bergweiden verbracht werden. Eine weitere Strategie ist die Entwurmung bei bzw. kurz nach dem Austrieb, was ebenfalls eine geringere Kontamination der Weide mit Larven bewirkt (3).

Bei der gezielten Herdenbehandlung werden bestimmte Parameter herangezogen, um abzuschätzen ob und wann eine Behandlung notwendig ist. Meist werden hierfür die Eizahl pro Gramm Kot, der durchschnittliche Serumpepsinogenwert oder die *O. ostertagi* Antikörper in der Tankmilch bestimmt. Für die anschließende Entwurmung haben Medikamente aus der Klasse der ML den Vorteil einer gewissen Persistenz im Tierkörper (Residualwirkung), was längere Behandlungsintervalle ermöglicht. Kommen Benzimidazole zum Einsatz, sind häufigere Applikationen notwendig (3).

Das Targeted Selective Treatment (TST) wurde entwickelt, um der Bildung von Anthelmintikaresistenzen der Weideparasiten beim Wiederkäuer und Pferd entgegenzuwirken. Ziel ist die Identifikation und Behandlung derjenigen Tiere, die hauptsächlich für die Kontamination der Weiden verantwortlich sind, während der Rest der Herde unbehandelt bleibt und somit ein Refugium für Parasiten bildet, die keiner Resistenzselektion unterliegen. Zum Selektieren der zu behandelnden Tiere eignen sich

beim Jungrind der BCS und die EPG. Diese Methode benötigt zwar einen höheren diagnostischen Aufwand, jedoch entstehen geringere Kosten für Medikamente und eine nachhaltige Anwendbarkeit von Anthelmintika bleibt gewährleistet (3).

#### 2.3.5.3 Weidemanagement

Maßnahmen im Weidemanagement allein sind in der intensiven Weidewirtschaft nicht ausreichend zur Bekämpfung von Weideparasiten, werden jedoch häufig komplementär zu anderen Bekämpfungsmethoden eingesetzt. Zu diesen Maßnahmen zählen die Vermeidung eines Überbesatzes auf den Weiden, späterer Weideaustrieb der Jungtiere im Mai oder Juni, Heu- oder Silagegewinnung in den ersten Wochen der Weidesaison, Wechselbeweidung mit Pferden oder Schafen oder eine Rotationsweide mit Umtrieb der Rinder auf eine bisher nicht beweidete Wiese in Abständen von drei Wochen (3).

## 2.4. Wirtschaftliche Folgen

Die Auswirkung von Parasiteninfektionen auf die Produktivität in der Rinderhaltung wurde bereits in vielen Studien untersucht, entweder durch den Vergleich der Infektionslevel mit der Leistung oder durch Messen des Effekts einer Behandlung mit Anthelmintika auf bestimmte Produktionsparameter. Der am häufigsten beobachtete positive Effekt einer Entwurmung ist eine gesteigerte Gewichtszunahme bei erstsömmrigen Jungrindern. Da zwischen dem Körpergewicht bei der Abkalbung und der Milchleistung in der ersten Laktation ein positiver Zusammenhang besteht, wirkt sich eine Infektion mit Weideparasiten in den ersten beiden Lebensjahren negativ auf die Milchproduktion aus. Außerdem bewirkt eine verminderte Gewichtszunahme eine längere Dauer bis zum Erreichen der Zuchtreife und verursacht dadurch zusätzliche Kosten (34).

In sechs von sieben Studien, in denen die Auswirkung einer Behandlung mit Eprinomectin auf die Milchproduktion untersucht wurde, konnte ein positiver Effekt auf die Milchleistung beobachtet werden, wobei der Anstieg in diesen Studien zwischen 0,4 und 2,1 kg Milch pro Kuh und Tag liegt. Ein Einfluss der Entwurmung auf die Milchinhaltsstoffe konnte in diesen Arbeiten jedoch nicht nachgewiesen werden (34). Andere Studien untersuchten den Zusammenhang zwischen dem *O. ostertagi* Antikörper Level in der Tankmilch und der Milchleistung auf Betrieben in Kanada, Frankreich und Belgien. Ein Anstieg der ODR über den Interquartilsabstand stand hierbei in Verbindung mit einem Milchleistungsverlust zwischen 0,9 und 1,2 kg pro Milch und Tag (34).

In welchem Ausmaß eine Behandlung mit Anthelmintika Einfluss auf die Reproduktionsparameter hat, ist nicht eindeutig geklärt. Bei Fleischrindern konnten nach der Entwurmung kürzere Zwischenkalbe- und Gützeiten, eine niedrigere Kälbersterblichkeit sowie eine höhere Konzeptionsrate im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrollgruppe nachgewiesen werden. Verkürzte Gützeiten konnten auch bei Milchrindern nach einer Behandlung mit Eprinomectin nachgewiesen werden (34).

### 3. Material und Methoden

#### 3.1. Probengewinnung

Die Proben für diese Arbeit wurden im Rahmen des Projektes „Parasiten im Alpenraum“ im Jahr 2021 auf insgesamt zehn Betrieben in Tirol und Südtirol gesammelt. Die Beprobungen fanden jeweils zu Beginn, während und am Ende der Weideperiode statt. Insgesamt wurden 21 Tankmilchproben gesammelt, davon fünf Proben im Mai (Betrieb 3, 4, 5, 7 und 9), neun während der Weideperiode im Juli (alle Betriebe) und sieben nach dem Almbetrieb im November (Betrieb 2, 3, 5, 6, 7, 8 und 10). Die Rinder aus den Betrieben 3 und 7 wurden im Sommer auf einer gemeinsamen Alm gehalten und gemolken, weswegen zu diesem Zeitpunkt nur eine gemeinsame Tankmilchprobe gezogen wurde. Zusätzlich wurden im Sommer 37 Milchproben von Einzeltieren gesammelt. In Tabelle 4 ist die Zuordnung der Einzelmilchproben zu den jeweiligen Betrieben ersichtlich. Die Milchproben wurden zunächst an das Institut für Parasitologie der Veterinärmedizinischen Universität Wien gesendet und dort tiefgefroren. Nach Abschluss der Beprobung wurden alle Proben aufgetaut und gesammelt untersucht.

#### 3.2. Milchleistungsdaten

Die Milchleistungsdaten wurden den Jahresberichten des LKV entnommen, die von den Landwirten zur Verfügung gestellt wurden. Von den Betrieben 4, 9 und 10 wurden keine Milchleistungsdaten bereitgestellt und von 16 der 37 beprobten Einzeltiere standen ebenfalls keine Daten zur Verfügung.

#### 3.3. ELISA

Die wieder aufgetauten Milchproben wurden zunächst bei 2000 g für 15 Minuten zentrifugiert, wodurch sich ein Fettfilm an der Oberfläche bildet. Die eigentlichen Proben für den ELISA wurden dann unter der Fettschicht entnommen und mit dem SVANOVIR® *O. ostertagi*-Ab ELISA (INDICAL Sweden AB, Uppsala, Schweden) analysiert. Zu Beginn wurden je 100 µl der Positiv- und Negativkontrolle paarig in die Wells der Mikrotiterplatte pipettiert. Im Anschluss wurden die restlichen Wells mit je 100 µl Probenflüssigkeit befüllt. Die Platte wurde leicht geschüttelt, versiegelt, eine Stunde bei Raumtemperatur inkubiert und die Wells danach dreimal mittels des beiliegenden Waschpuffers gewaschen und entleert. Daraufhin wurde in jedes Well 100 µl HRP Konjugat, bestehend aus mit Meerrettichperoxidase konjugiertem bovinen IgG, pipettiert. Nach einer erneuten einstündigen Inkubationszeit folgte ein weiterer

Waschschritt. Anschließend wurden die Wells mit 100 µl Substratlösung befüllt und 30 Minuten bei Raumtemperatur in Dunkelheit inkubiert. Nach dem letzten Inkubationsschritt wurde die Stopplösung hinzugefügt und die Mikrotiterplatte 15 Minuten danach mit dem ELISA-Reader FilterMax F5 Multi-Mode Microplate Reader (Molecular Devices LLC., San José, Vereinigte Staaten) bei 405 nm ausgelesen und die optische Dichte der einzelnen Wells ermittelt. Die ODR der Proben wurde anschließend mittels folgender Formel berechnet:

$$ODR\ Probe = \frac{OD\ Probe - OD\ Negativkontrolle}{OD\ Positivkontrolle - OD\ Negativkontrolle}$$

### 3.4. Statistische Auswertung

Der Zusammenhang zwischen der ODR und den Milchleistungsparametern wurde mittels Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman berechnet, da dieser sich im Gegensatz zum Maßkorrelationskoeffizienten nach Pearson für metrische Daten eignet, welche nicht normalverteilt sind und Ausreißer beinhalten. Die Datensätze wurden vor der Auswahl des geeigneten Signifikanztests mittels Shapiro-Wilk-Tests auf Normalverteilung überprüft. Da weder die Ergebnisse des ELISAs (Tankmilchproben:  $p = 0,592$ ; Einzelmilchproben:  $p = 0,727$ ) noch die Milchleistungsdaten (Stalldurchschnitte:  $p = 0,215$ ; Einzeltiere:  $p = 0,181$ ) einer Normalverteilung folgten, fiel die Wahl auf den Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman.

Die statistischen Berechnungen wurden mithilfe der Bibliothek SciPy (NumFOCUS, Inc., Austin, TX, USA) in der Programmiersprache Python durchgeführt.

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Milchleistungsdaten der Betriebe

Die durchschnittliche Jahresmilchleistung schwankte an den Betrieben zwischen 5873 und 11271 kg, der durchschnittliche Fettgehalt zwischen 3,68 % und 4,53 % und der durchschnittliche Eiweißgehalt zwischen 3,19 % und 3,48 %. Die genauen Werte sind in Tabelle 1 ersichtlich. Es handelt sich hierbei um die Stalldurchschnitte der Betriebe im Jahr 2021.

Tabelle 1: Milchleistungsdaten (Stalldurchschnitt im Jahr 2021) der Betriebe

Betrieb	Milchleistung [kg]	Fett-%	Eiweiß-%
1	11271	4,53	3,29
2	7430	3,82	3,36
3	5873	3,80	3,19
4	k.A.	k.A.	k.A.
5	9253	3,89	3,41
6	8109	3,87	3,48
7	7206	3,68	3,24
8	10302	4,39	3,46
9	k.A.	k.A.	k.A.
10	k.A.	k.A.	k.A.

#### 4.2. Auswertung Tankmilch-ELISA

Von allen untersuchten Proben konnte keine einzige als eindeutig negativ gewertet werden. Im Frühjahr waren noch drei von fünf Proben im fraglichen Bereich, während im Sommer acht von neun Proben als eindeutig positiv gewertet werden konnten. Die Proben aus dem Herbst waren ausschließlich positiv. Die genauen Ergebnisse sind in Tabelle 2 ersichtlich.

Tabelle 2: Untersuchung der Tankmilchproben auf *O. ostertagi* Antikörper

Betrieb	Vor Auftrieb		Sommer		nach Abtrieb	
	ODR	Wertung	ODR	Wertung	ODR	Wertung
1	-	-	0,896	<i>positiv</i>	-	-
2	-	-	0,859	<i>positiv</i>	1,079	<i>positiv</i>
3	0,357	<i>fraglich</i>	0,665	<i>positiv</i>	0,663	<i>positiv</i>
4	0,678	<i>positiv</i>	0,762	<i>positiv</i>	-	-
5	0,937	<i>positiv</i>	0,634	<i>positiv</i>	0,953	<i>positiv</i>
6	-	-	0,921	<i>positiv</i>	0,890	<i>positiv</i>
7	0,423	<i>fraglich</i>	0,665	<i>positiv</i>	0,741	<i>positiv</i>
8	0,497	<i>fraglich</i>	0,489	<i>fraglich</i>	0,772	<i>positiv</i>
9	-	-	0,721	<i>positiv</i>	-	-
10	-	-	0,805	<i>positiv</i>	0,737	<i>positiv</i>

#### 4.2.1. Verlauf der Tankmilch ODR

Die durchschnittliche ODR der Tankmilchproben betrug im Frühjahr 0,554, im Sommer 0,733 und im Herbst 0,850. Zwischen den Werten im Frühjahr und im Herbst konnte mittels Zweistichproben-t-Test ein schwach signifikanter Anstieg ( $p = 0,073$ ) festgestellt werden. Zwischen Sommer- und Herbstproben ( $p = 0,211$ ) sowie zwischen Frühlings- und Sommerproben ( $p = 0,203$ ) konnte anhand der vorhandenen Daten kein statistisch signifikanter Unterschied ermittelt werden.

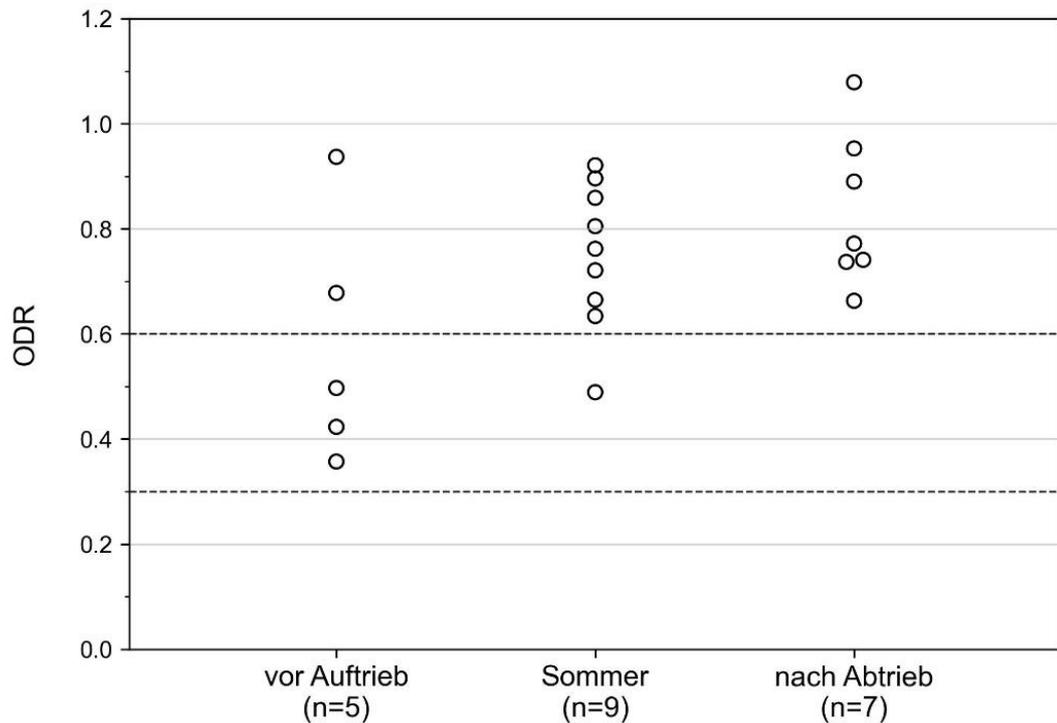


Abbildung 1: Ergebnisse der Tankmilch-ELISA im Verlauf der Weideperiode. Die gestrichelten Linien stellen die Grenzwerte für die Einteilung der Messwerte in negativ (unter 0,3), fraglich (zwischen 0,3 und 0,6) und positiv (über 0,6) dar.

#### 4.2.2. Zusammenhang zwischen ODR der Tankmilchproben und Jahresmilchleistung

Die Korrelation zwischen dem *O. ostertagi* Antikörper ODR der Tankmilchproben und der durchschnittlichen Jahresmilchleistung an den Betrieben wurde mittels Spearman-Test berechnet. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen den beiden Werten konnte hierbei weder im Frühjahr ( $r = 0,8$ ;  $p = 0,2$ ), noch im Sommer ( $r = -0,018$ ;  $p = 0,969$ ) oder Herbst ( $r = 0,486$ ;  $p = 0,329$ ) nachgewiesen werden.

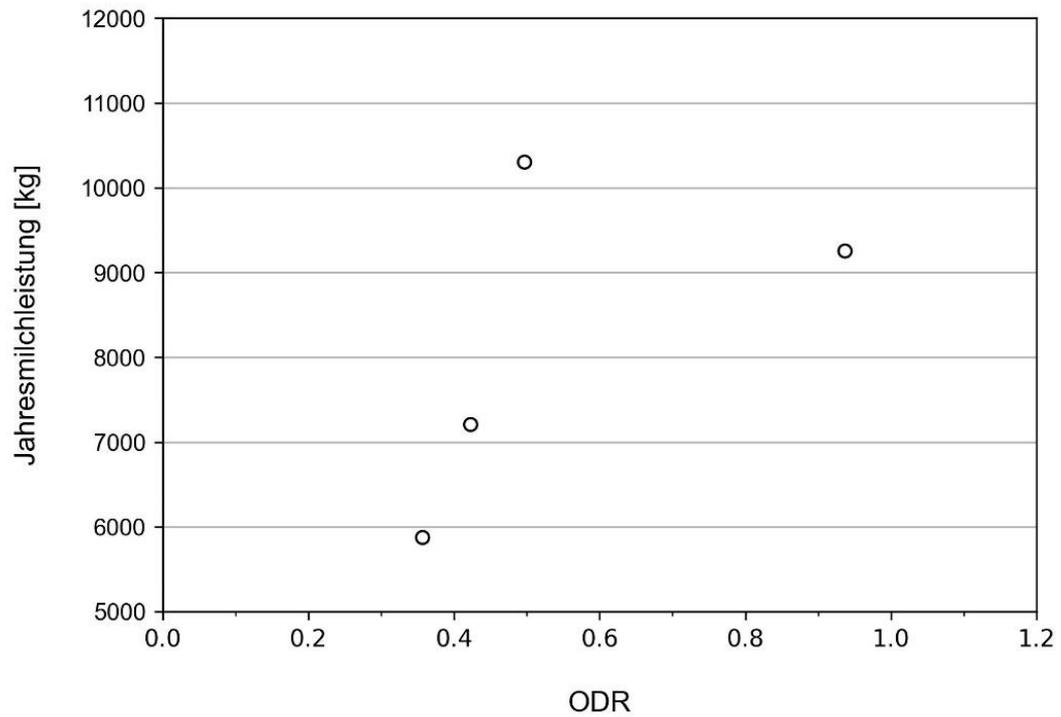


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen *O. ostertagi* ODR im Frühjahr und Jahresmilchleistung als Scatterplot

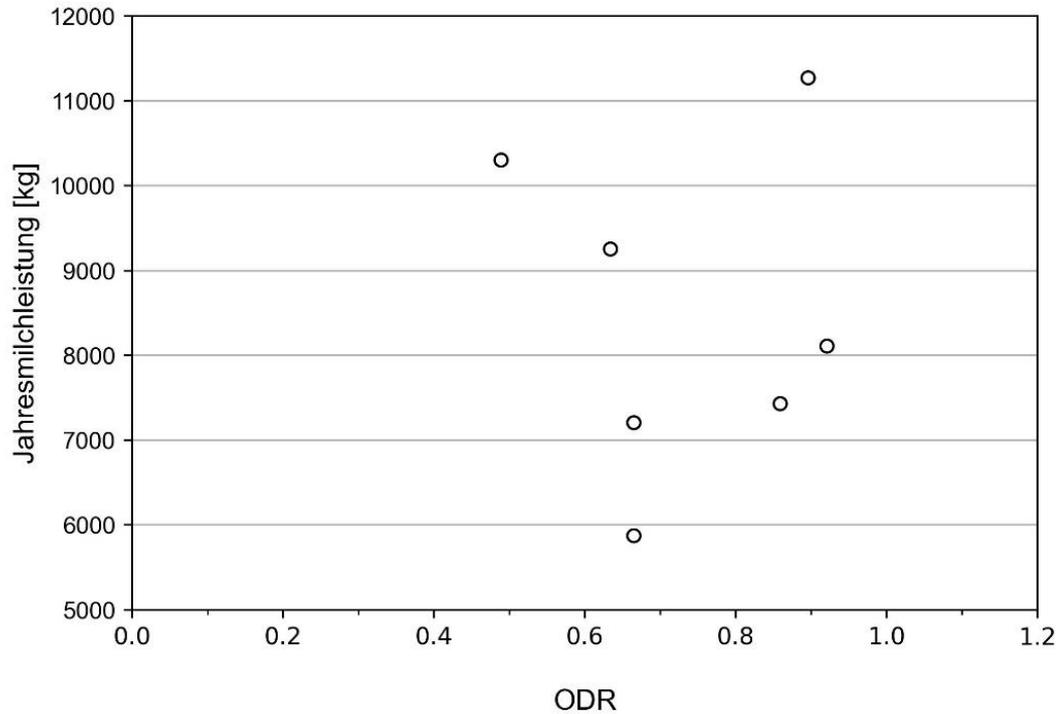


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen *O. ostertagi* ODR im Sommer und Jahresmilchleistung als Scatterplot

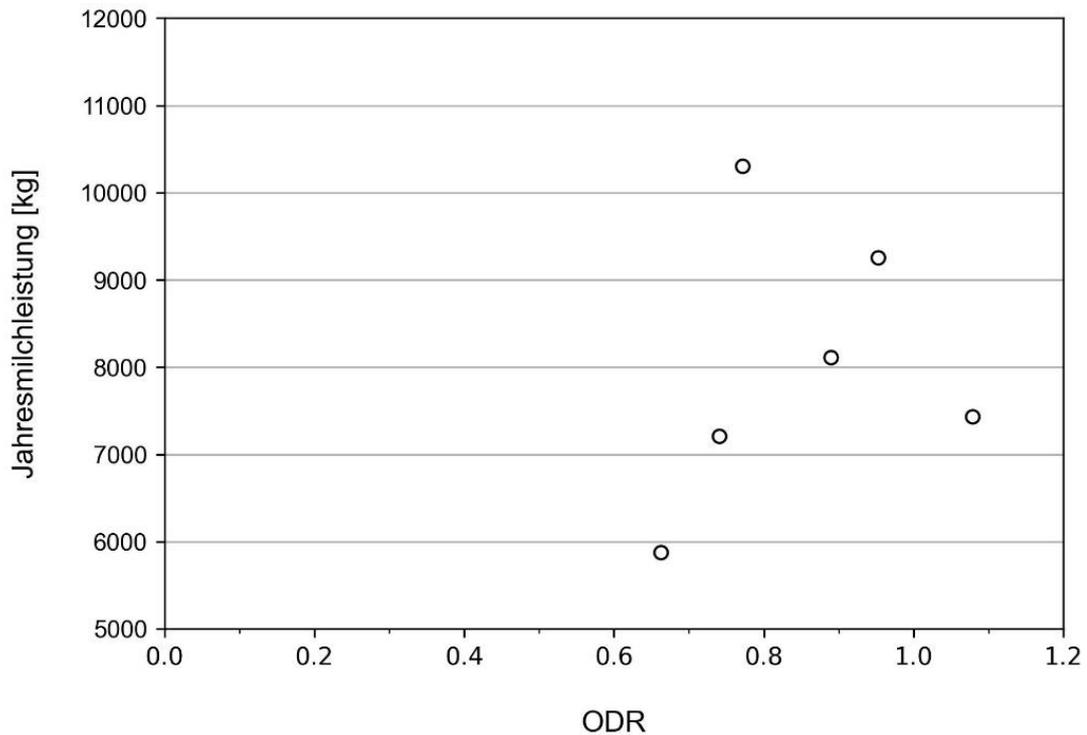


Abbildung 4: Zusammenhang zwischen *O. ostertagi* ODR im Herbst und Jahresmilchleistung als Scatterplot

#### 4.2.3. Zusammenhang zwischen ODR der Tankmilchproben und Milchinhaltsstoffen

Ob eine negative Korrelation zwischen der *O. ostertagi* ELISA ODR und den Milchinhaltsstoffen Fett und Eiweiß besteht, wurde ebenfalls mittels des Spearman-Rangkorrelationskoeffizienten überprüft. Wie auch bei der Jahresmilchleistung konnte hier bei keinem der Parameter ein signifikanter Zusammenhang zur ODR festgestellt werden. In Tabelle 3 ist die statistische Auswertung der Tankmilchproben zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 3: Ergebnisse der statistischen Auswertung der Tankmilchproben auf Zusammenhang zwischen *O. ostertagi* ODR und Milchleistungsparametern mittels Spearman-Korrelationskoeffizienten

Zeitpunkt	Jahresmilchleistung		Eiweißgehalt		Fettgehalt	
	p-Wert	r-Wert	p-Wert	r-Wert	p-Wert	r-Wert
Frühling	0,2	0,8	0,4	0,6	0,2	0,8
Sommer	0,969	-0,018	0,969	-0,018	0,908	0,054
Herbst	0,329	0,486	0,397	0,429	0,329	0,486

### 4.3. Auswertung Einzelmilchproben

#### 4.3.1. Auswertung Einzelmilchproben

Während den Untersuchungen im Sommer wurden Einzelmilchproben von insgesamt 37 Tieren an acht der zehn Betriebe genommen, wovon 24 als eindeutig positiv gewertet werden konnten. Fünf Proben ergaben ein negatives Testresultat und zehn befanden sich im fraglichen Bereich zwischen 0,3 und 0,6. Die durchschnittliche ODR betrug 0,646.

Tabelle 4: Ergebnisse der Einzelmilchproben sowie Milchleistungsdaten der Einzeltiere

Betrieb	Tier	ODR	Wertung	Milch [kg]	Eiweiß-%	Fett-%
1	1.1	0.818	positiv	-	-	-
3	3.1	0.703	positiv	-	-	-
3	3.2	0.386	fraglich	-	-	-
3	3.3	0.866	positiv	-	-	-
4	4.1	0.658	positiv	-	-	-
4	4.2	0.906	positiv	-	-	-
4	4.3	0.154	negativ	-	-	-
4	4.4	0.093	negativ	-	-	-
5	5.1	0.512	fraglich	9306	3.53	3.35
5	5.2	1.035	positiv	8127	3.68	3.48
5	5.3	0.213	negativ	8646	3.71	3.48
5	5.4	0.279	negativ	8956	4.35	3.61
5	5.5	0.537	fraglich	8902	4.23	3.41
6	6.1	0.939	positiv	-	-	-
6	6.2	0.559	fraglich	8629	4.40	3.53
6	6.3	1.134	positiv	6574	4.10	3.54
6	6.4	0.699	positiv	8124	4.04	3.30
6	6.5	0.570	fraglich	7858	3.97	3.78
6	6.6	0.671	positiv	6574	3.44	3.29
6	6.7	0.718	positiv	8482	3.03	2.98
6	6.8	0.178	negativ	7030	3.35	3.13
6	6.9	0.773	positiv	8219	3.83	3.61
6	6.10	0.580	fraglich	7406	3.37	3.04
7	7.1	0.689	positiv	8404	3.53	3.02
7	7.2	1.053	positiv	-	-	-
7	7.3	0.669	positiv	7469	3.40	3.11
7	7.4	0.518	fraglich	5937	3.74	3.23
7	7.5	0.296	positiv	-	-	-
8	8.1	0.775	positiv	9758	4.65	3.62
8	8.2	0.326	fraglich	11898	4.32	3.50
8	8.3	0.922	positiv	12158	4.75	3.36
8	8.4	0.806	positiv	9942	4.43	3.26
10	10.1	0.808	positiv	-	-	-
10	10.2	0.786	positiv	-	-	-
10	10.3	0.918	positiv	-	-	-
10	10.4	0.408	fraglich	-	-	-
10	10.5	0.942	positiv	-	-	-

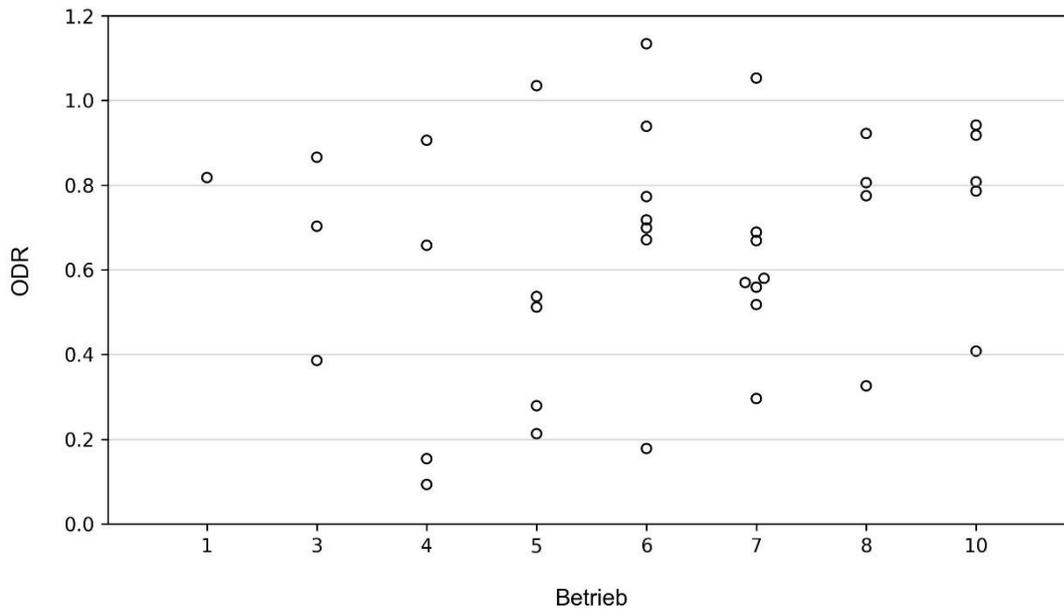


Abbildung 5: Übersicht der Auswertung der Einzelmilchproben auf den jeweiligen Betrieben

#### 4.3.2. Zusammenhang zwischen ODR der Einzelmilchproben und Jahresmilchleistung

Mittels Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman wurde analysiert, ob ein Zusammenhang zwischen ODR der Einzelproben und der Jahresmilchleistung der jeweiligen Tiere besteht. Ein signifikanter Zusammenhang konnte auch hier nicht nachgewiesen werden ( $r = -0,021$ ;  $p = 0,92$ ).

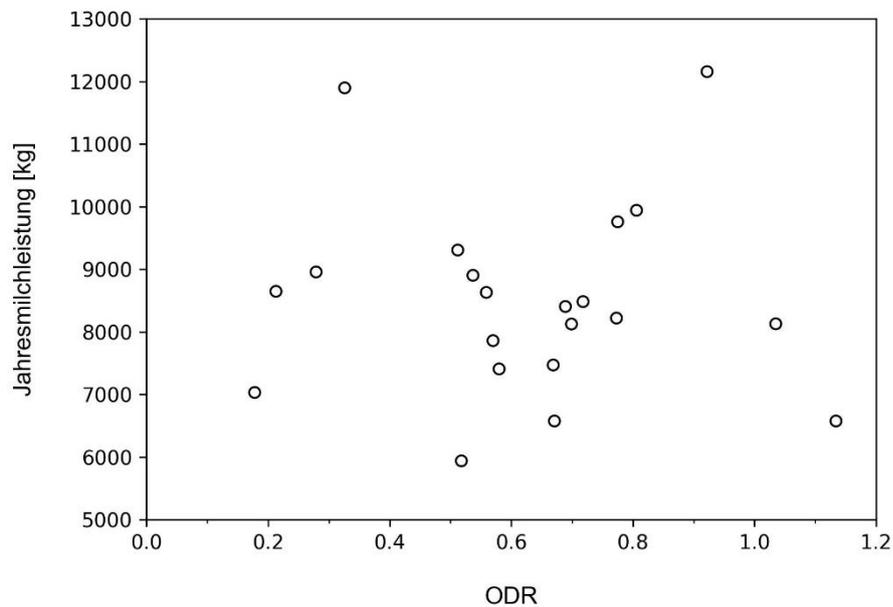


Abbildung 6: Zusammenhang zwischen *O. ostertagi* ODR (Einzelmilchproben) und Jahresmilchleistung als Scatterplot

#### 4.3.3. Zusammenhang zwischen ODR der Einzelmilchproben und Milchinhaltsstoffen

Die Analyse der Einzelmilchproben auf einen Zusammenhang zwischen ODR und den Milchinhaltsstoffen ergab weder bei Fett ( $r = 0,162$ ;  $p = 0,482$ ) noch beim Eiweißgehalt ( $r = 0,034$ ,  $p = 0,881$ ) eine signifikante Korrelation.

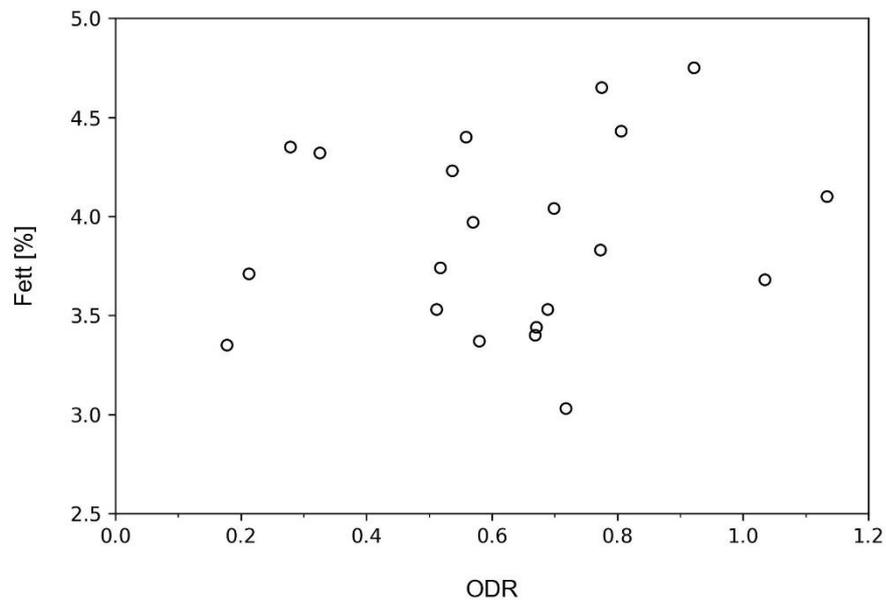


Abbildung 7: Zusammenhang zwischen *O. ostertagi* ODR (Einzelmilchproben) und Fettgehalt als Scatterplot

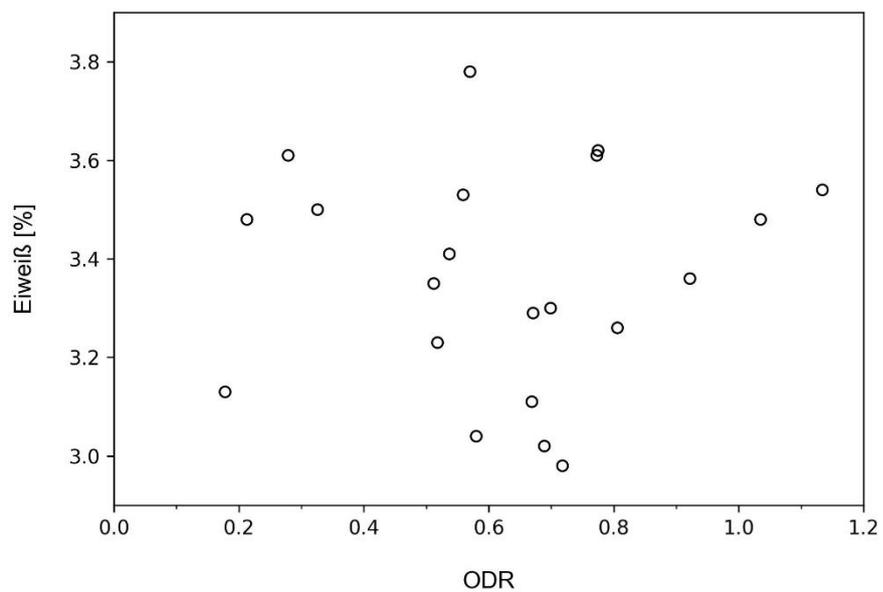


Abbildung 8: Zusammenhang zwischen *O. ostertagi* ODR (Einzelmilchproben) und Eiweißgehalt als Scatterplot

## 5. Diskussion

Das Ziel dieser Arbeit war es zu untersuchen, ob *O. ostertagi* Antikörper-Titer in Milchproben in einem negativen Zusammenhang mit Milchleistungsparametern auf österreichischen Betrieben stehen.

Ein statistisch signifikanter, negativer Zusammenhang konnte anhand unserer Daten weder mit der Jahresmilchleistung der Einzeltiere ( $r = -0,021$ ;  $p = 0,92$ ) noch mit dem Stalldurchschnitt der Betriebe nachgewiesen werden. Wider Erwarten deuten die Ergebnisse eher darauf hin, dass eine höhere ODR in den Tankmilchproben im Frühling ( $r = 0,2$ ;  $p = 0,443$ ) und Herbst ( $r = 0,486$ ;  $p = 0,329$ ) mit einer höheren Milchleistung einhergehen, auch wenn dieser Zusammenhang nicht signifikant ist.

Der Vergleich der Antikörper-Titer mit den Milchinhaltsstoffen ergab ein ähnliches Bild. Ein Zusammenhang der ODR in den Einzelmilchproben konnte weder mit dem Fettgehalt ( $r = 0,162$ ;  $p = 0,482$ ) noch mit dem Eiweißgehalt ( $r = 0,034$ ,  $p = 0,881$ ) nachgewiesen werden. Zwischen der ODR in den Tankmilchproben und dem durchschnittlichen Fettgehalt wurde an jedem Beprobungszeitpunkt eine positive, nicht signifikante Korrelation nachgewiesen (Frühling:  $r = 0,8$ ;  $p = 0,2$ ; Sommer:  $r = 0,908$ ;  $p = 0,054$ ; Herbst:  $r = 0,486$ ;  $p = 0,329$ ). Zwischen Tankmilch-ODR und Eiweißgehalt konnte im Frühling ( $r = 0,6$ ;  $p = 0,4$ ) und Herbst ( $r = 0,397$ ;  $p = 0,429$ ) ein positiver, nicht signifikanter Zusammenhang festgestellt werden, während zwischen der ODR im Sommer und dem Eiweißgehalt keine Korrelation nachgewiesen werden konnte ( $r = -0,018$ ;  $p = 0,969$ ).

Die Hypothese dieser Diplomarbeit konnte also anhand der zur Verfügung stehenden Daten nicht bestätigt werden. Da eine negative Korrelation zwischen *O. ostertagi* ODR und der Milchleistung in der Literatur vielfach dokumentiert ist (27, 28, 35), sind die Ergebnisse überraschend. Zwischen den genannten Studien und dieser Arbeit herrschen jedoch große Unterschiede, vor allem hinsichtlich der Auswahl und Größe der Stichprobe. Als Beispiel kann hier die Studie von Charlier et al. aus dem Jahr 2005 herangezogen werden (28), in der ein signifikanter, negativer Zusammenhang zwischen der ODR und der Milchleistung nachgewiesen werden konnte. Hierbei wurden aus 8472 Betrieben 2553 Herden per Zufall ausgewählt und untersucht, während in dieser Diplomarbeit Daten von nur zehn Betrieben analysiert wurden. Diese wurden nicht zufällig bestimmt, sondern in Kooperation mit Tierärzten aus der Region ausgewählt. Somit ist nicht davon auszugehen, dass die untersuchten Betriebe eine repräsentative Stichprobe für die Population in Tirol bzw. Österreich darstellen. Des

Weiteren wurden keine Informationen über das Management in den Betrieben erhoben. Da beispielsweise die Genetik, die Fütterung und der Gesundheitsstatus der Tiere einen erheblichen Einfluss auf Milchleistung und Milchinhaltsstoffe haben, ist davon auszugehen, dass die Unterschiede zwischen den Betrieben vor allem auf diesen Faktoren beruhen.

Aus den Daten ist hingegen eindeutig ersichtlich, dass *O. ostertagi* eine sehr hohe Prävalenz in den untersuchten Herden aufweist. Jeder der zehn Betriebe wies an mindestens einem Beprobungszeitpunkt ein positives Ergebnis auf. Zusätzlich konnte ein schwach signifikanter Anstieg der ODR zwischen Frühling und Herbst beobachtet werden, was sich mit Ergebnissen aus anderen Studien deckt (28) und sich mit der vermehrten Aufnahme von infektiösen Larven im Spätsommer und Herbst erklären lässt (3).

Aufgrund der hohen Prävalenz von *O. ostertagi* kann davon ausgegangen werden, dass alle untersuchten Betriebe von einer Strategie zur Parasitenbekämpfung profitieren würden. In einer Studie von Charlier et al. konnte in Milchviehherden mit einem *O. ostertagi* Tankmilch ODR von über 0,84 nach der Behandlung mit Eprinomectin eine Steigerung der Milchleistung von bis zu 4 kg Milch pro Kuh und Tag nachgewiesen werden (4). Bei den Betrieben 1, 2, 5 und 6 wurde an mindestens einem Zeitpunkt eine hohe ODR von über 0,84 gemessen, somit ist vor allem in diesen Milchviehherden mit einem positiven Effekt einer Entwurmung zu rechnen. Die Entwurmung sollte jedoch gezielt bzw. selektiv erfolgen, um einer Bildung von Anthelmintikaresistenzen auf den Betrieben entgegenzuwirken.

Weitere Studien zu den wirtschaftlichen Auswirkungen von *O. ostertagi* auf österreichischen Milchbetrieben sind notwendig. Dabei sollte eine ausreichend große, repräsentative Stichprobe von Betrieben untersucht werden. Zusätzlich sollten Informationen zum Management im Betrieb eingeholt werden, um eine höhere Vergleichbarkeit zu erzielen. In Folgestudien zu dieser Arbeit könnte außerdem der Effekt einer Entwurmung auf die Milchleistung der Betriebe untersucht werden.

## 6. Zusammenfassung

Infektionen von Wiederkäuern mit Magen-Darm-Nematoden sind in Österreich aufgrund der großen Anzahl an Betrieben mit Weidehaltung von großer Relevanz. Einer der häufigsten Weideparasiten des Rindes ist *O. ostertagi*, auch bekannt als der braune Magenwurm, welcher meist in Mischinfektionen mit anderen Trichostrongyliden vorkommt. Eine klinische Erkrankung betrifft meistens nur erstsömmrige Jungrinder, jedoch verursacht der Parasit bei adulten Milchrindern häufig Produktionseinbußen in Form von Milchleistungsverlusten.

Das Ziel dieser Arbeit war es zu untersuchen, inwieweit *O. ostertagi* Antikörper-Titer in Milchproben in Zusammenhang mit einer verminderten Milchleistung auf kleinstrukturierten Betrieben mit Weidehaltung in Tirol stehen. Hierfür wurden insgesamt 21 Tankmilchproben und 37 Einzelmilchproben auf 10 verschiedenen Betrieben genommen und mittels ELISA auf Antikörper gegen *O. ostertagi* untersucht. Die Beprobungen wurden im Frühjahr, Sommer und Herbst 2021 durchgeführt.

Ein negativer Zusammenhang zwischen dem *O. ostertagi* Antikörper-Titer und der Milchleistung konnte weder auf Betriebsebene noch bei den Einzeltieren nachgewiesen werden. Auch zwischen Antikörper-Titer und Fett- oder Eiweißgehalt konnte keine Korrelation festgestellt werden. Neben der geringen Anzahl von untersuchten Herden ist der Grund für dieses Ergebnis mit hoher Wahrscheinlichkeit, dass die untersuchten Betriebe größere Unterschiede im Management aufweisen, welche bei der Beprobung nicht erfasst wurden.

Der hohe Anteil an *O. ostertagi* positiven Proben verdeutlicht jedoch, dass weitere Studien zu diesem Thema notwendig sind und dass die untersuchten Betriebe von einer Strategie zur Parasitenbekämpfung profitieren können.

## 7. Summary

Due to the high number of farms with pasture feeding of livestock, infections of ruminants with gastrointestinal nematodes are of high relevance in Austria. One of the most common parasites in cattle is *O. ostertagi*, also known as the brown stomach worm, which often appears in mixed infections with other Trichostrongylides. Clinical disease usually only occurs in first-season grazing calves, but in adult cattle, the parasite often causes production losses in the form of reduced milk yield.

The aim of this study was to investigate, to what extent *O. ostertagi* antibody titres in milk samples are linked to reduced milk yield on small-structured Tyrolean farms with grazing. For this purpose, a total of 21 bulk tank milk samples and 37 individual milk samples were collected on 10 different farms and then examined for *O. ostertagi* antibodies using an ELISA. The samples were taken in Spring, Summer, and Autumn of 2021.

A negative relationship between *O. ostertagi* antibody titres and milk yield could not be ascertained, neither on farm level nor on a single-animal level. Also, no relationship between antibody titre and milk protein or milk fat could be detected. Besides the small number of examined herds, the reasons for these results are most certainly differences in management parameters between the farms, which were not documented during sampling.

However, the high proportion of *O. ostertagi* positive samples highlights the importance of further studies on this topic, and that the examined farms would benefit from parasite control strategies.

## 8. Literaturverzeichnis

1. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft. Milchwirtschaft in Österreich [Internetdokument] [Stand: 24.07.2023]. Verfügbar unter: <https://info.bml.gv.at/themen/landwirtschaft/landwirtschaft-in-oesterreich/tierische-produktion/milch/milchwirtschaft.html>.
2. Statistik Austria. Agrarstrukturerhebung 2020: Land- und forstwirtschaftliche Betriebe und deren Strukturdaten - Endgültige Ergebnisse; 2022 [Stand: 24.07.2023]. Verfügbar unter: [https://www.statistik.at/fileadmin/publications/SB\\_1-17\\_AS2020.pdf](https://www.statistik.at/fileadmin/publications/SB_1-17_AS2020.pdf).
3. Deplazes P, Joachim A, Mathis A, Strube C, Taubert A, Samson-Himmelstjerna G von et al. Parasitologie für die Tiermedizin. 4., überarbeitete Auflage. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag; 2021.
4. Charlier J, Duchateau L, Claerebout E, Vercruyse J. Predicting milk-production responses after an autumn treatment of pastured dairy herds with eprinomectin. *Vet Parasitol* 2007; 143(3-4):322–8. doi: 10.1016/j.vetpar.2006.08.015.
5. M.T. Fox. Pathophysiology of infection with gastrointestinal nematodes in domestic ruminants: recent developments. *Vet Parasitol* 1997; (72):285–308.
6. Berghen P, Hilderson H, Vercruyse J, Dorny P. Evaluation of pepsinogen, gastrin and antibody response in diagnosing ostertagiasis. *Vet Parasitol* 1993; 46(1-4):175–95. doi: 10.1016/0304-4017(93)90057-T.
7. Lichtenfels JR, Hoberg EP. The systematics of nematodes that cause ostertagiasis in domestic and wild ruminants in North America: an update and a key to species. *Vet Parasitol* 1993; 46(1-4):33–53. doi: 10.1016/0304-4017(93)90046-P.
8. Coop RL, Wall RL. *Veterinary parasitology*. 3. ed. Oxford: Blackwell Publ; 2007.
9. Charlier J, Höglund J, Morgan ER, Geldhof P, Vercruyse J, Claerebout E. Biology and Epidemiology of Gastrointestinal Nematodes in Cattle. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 2020; 36(1):1–15. doi: 10.1016/j.cvfa.2019.11.001.
10. Fernández AS, Fiel CA, Steffan PE. Study on the inductive factors of hypobiosis of *Ostertagia ostertagi* in cattle. *Vet Parasitol* 1999; 81(4):295–307. doi: 10.1016/s0304-4017(98)00252-0.

11. Messner P, Berk B. Labmagen [Internetdokument]; 2016 [Stand: 24.07.2023]. Verfügbar unter: <https://flexikon.doccheck.com/de/Labmagen>.
12. Breves G, Diener M, Gäbel G, Bruckmaier RM, Gerstberger R, Fromm M et al. Physiologie der Haustiere. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG; 2022.
13. Mihi B, van Meulder F, Rinaldi M, van Coppernolle S, Chiers K, van den Broeck W et al. Analysis of cell hyperplasia and parietal cell dysfunction induced by *Ostertagia ostertagi* infection. *Vet Res* 2013; 44(1):121. doi: 10.1186/1297-9716-44-121.
14. Simpson HV. Pathophysiology of abomasal parasitism: is the host or parasite responsible? *Vet J* 2000; 160(3):177–91. doi: 10.1053/tvj.2000.0491,
15. Fox MT, Uche UE, Vaillant C, Ganabadi S, Calam J. Effects of *Ostertagia ostertagi* and omeprazole treatment on feed intake and gastrin-related responses in the calf. *Vet Parasitol* 2002; 105(4):285–301. doi: 10.1016/S0304-4017(02)00026-2.
16. Craig TM. Gastrointestinal Nematodes, Diagnosis and Control. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 2018; 34(1):185–99. doi: 10.1016/j.cvfa.2017.10.008.
17. Sabatini GA, Almeida Borges F de, Claerebout E, Gianechini LS, Höglund J, Kaplan RM et al. Practical guide to the diagnostics of ruminant gastrointestinal nematodes, liver fluke and lungworm infection: interpretation and usability of results. *Parasit Vectors* 2023; 16(1):58. doi: 10.1186/s13071-023-05680-w.
18. Ballweber LR, Beugnet F, Marchiondo AA, Payne PA. American Association of Veterinary Parasitologists' review of veterinary fecal flotation methods and factors influencing their accuracy and use – is there really one best technique? *Vet Parasitol* 2014; 204(1-2):73–80. doi: 10.1016/j.vetpar.2014.05.009.
19. Foreyt WJ. Diagnostic parasitology. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1989; 19(5):979–1000. doi: 10.1016/s0195-5616(89)50107-4.
20. Dias de Castro LL, Abrahão CLH, Buzatti A, Molento MB, Bastianetto E, Rodrigues DS et al. Comparison of McMaster and Mini-FLOTAC fecal egg counting techniques in cattle and horses. *Vet Parasitol Reg Stud Reports* 2017; 10:132–5. doi: 10.1016/j.vprsr.2017.10.003.
21. Noel ML, Scare JA, Bellaw JL, Nielsen MK. Accuracy and Precision of Mini-FLOTAC and McMaster Techniques for Determining Equine Strongyle Egg Counts. *Journal of Equine Veterinary Science* 2017; 48:182-187.e1. doi: 10.1016/j.jevs.2016.09.006.

22. Cringoli G, Maurelli MP, Levecke B, Bosco A, Vercruysse J, Utzinger J et al. The Mini-FLOTAC technique for the diagnosis of helminth and protozoan infections in humans and animals. *Nat Protoc* 2017; 12(9):1723–32. doi: 10.1038/nprot.2017.067.
23. Coles GC, Bauer C, Borgsteede FH, Geerts S, Klei TR, Taylor MA et al. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Vet Parasitol* 1992; 44(1-2):35–44. doi: 10.1016/0304-4017(92)90141-U.
24. Roeber F, Kahn L. The specific diagnosis of gastrointestinal nematode infections in livestock: larval culture technique, its limitations and alternative DNA-based approaches. *Vet Parasitol* 2014; 205(3-4):619–28. doi: 10.1016/j.vetpar.2014.08.005.
25. van Wyk JA, Cabaret J, Michael LM. Morphological identification of nematode larvae of small ruminants and cattle simplified. *Vet Parasitol* 2004; 119(4):277–306. doi: 10.1016/j.vetpar.2003.11.012.
26. Moritz A. *Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin*. Stuttgart: Schattauer GmbH; 2014.
27. Fanke J, Charlier J, Steppin T, Samson-Himmelstjerna G von, Vercruysse J, Demeler J. Economic assessment of *Ostertagia ostertagi* and *Fasciola hepatica* infections in dairy cattle herds in Germany using Paracalc®. *Vet Parasitol* 2017; 240:39–48. doi: 10.1016/j.vetpar.2017.03.018.
28. Charlier J, Claerebout E, Duchateau L, Vercruysse J. A survey to determine relationships between bulk tank milk antibodies against *Ostertagia ostertagi* and milk production parameters. *Vet Parasitol* 2005; 129(1-2):67–75. doi: 10.1016/j.vetpar.2004.11.024.
29. Forbes AB, Warren M, Upjohn M, Jackson B, Jones J, Charlier J et al. Associations between blood gastrin, ghrelin, leptin, pepsinogen and *Ostertagia ostertagi* antibody concentrations and voluntary feed intake in calves exposed to a trickle infection with *O. ostertagi*. *Vet Parasitol* 2009; 162(3-4):295–305. doi: 10.1016/j.vetpar.2009.03.010.
30. *Innere Medizin und Chirurgie des Rindes*. 5. Aufl., unveränd. Nachdr. der 4. Aufl. Stuttgart: Parey; 2006.
31. Fox MT, Gerrelli D, Pitt SR, Jacobs DE, Gill M, Simmonds AD. *Ostertagia ostertagi* infection in the calf: effects of a trickle challenge on the hormonal control of digestive and

- metabolic function. *Research in Veterinary Science* 1989; 47(3):299–304. doi: 10.1016/S0034-5288(18)31250-5.
32. Baumgärtner P, Gruber PD. *Spezielle Pathologie für die Tiermedizin*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2020.
33. Claerebout E, Vercruysse J. The immune response and the evaluation of acquired immunity against gastrointestinal nematodes in cattle: a review. *Parasitology* 2000; 120 Suppl:S25-42. doi: 10.1017/s0031182099005776.
34. Charlier J, Höglund J, Samson-Himmelstjerna G von, Dorny P, Vercruysse J. Gastrointestinal nematode infections in adult dairy cattle: impact on production, diagnosis and control. *Vet Parasitol* 2009; 164(1):70–9. doi: 10.1016/j.vetpar.2009.04.012.
35. Forbes AB, J V, Charlier J. A survey of the exposure to *Ostertagia ostertagi* in dairy cow herds in Europe through the measurement of antibodies in milk samples from the bulk tank. *Vet Parasitol* 2008; 157(1-2):100–7. doi: 10.1016/j.vetpar.2008.06.023.

## 9. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

### Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ergebnisse der Tankmilch-ELISA im Verlauf der Weideperiode. Die gestrichelten Linien stellen die Grenzwerte für die Einteilung der Messwerte in negativ (unter 0,3), fraglich (zwischen 0,3 und 0,6) und positiv (über 0,6) dar. ....	27
Abbildung 2: Zusammenhang zwischen O. ostertagi ODR im Frühjahr und Jahresmilchleistung als Scatterplot .....	28
Abbildung 3: Zusammenhang zwischen O. ostertagi ODR im Sommer und Jahresmilchleistung als Scatterplot .....	28
Abbildung 4: Zusammenhang zwischen O. ostertagi ODR im Herbst und Jahresmilchleistung als Scatterplot .....	29
Abbildung 5: Übersicht der Auswertung der Einzelmilchproben auf den jeweiligen Betrieben .....	31
Abbildung 6: Zusammenhang zwischen O. ostertagi ODR (Einzelmilchproben) und Jahresmilchleistung als Scatterplot.....	31
Abbildung 7: Zusammenhang zwischen O. ostertagi ODR (Einzelmilchproben) und Fettgehalt als Scatterplot .....	32
Abbildung 8: Zusammenhang zwischen O. ostertagi ODR (Einzelmilchproben) und Eiweißgehalt als Scatterplot .....	32

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Milchleistungsdaten (Stalldurchschnitt im Jahr 2021) der Betriebe .....	25
Tabelle 2: Untersuchung der Tankmilchproben auf O. ostertagi Antikörper .....	26
Tabelle 3: Ergebnisse der statistischen Auswertung der Tankmilchproben auf Zusammenhang zwischen O. ostertagi ODR und Milchleistungsparametern mittels Spearman-Korrelationskoeffizienten .....	29
Tabelle 4: Ergebnisse der Einzelmilchproben sowie Milchleistungsdaten der Einzeltiere .....	30