

Aus dem Zentrum für Pathobiologie  
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

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

**Parasitologie in der Zootiermedizin: Literaturrecherche und Analyse  
parasitologischer Beiträge in den Verhandlungsberichten des  
Internationalen Symposiums über die Erkrankungen der Zoo- und  
Wildtiere und deren Nachfolgeveranstaltungen 2001 bis 2023**

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von  
Jacqueline Hartmann

Wien, im Oktober 2024

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

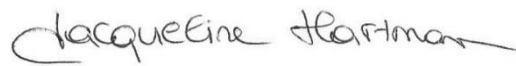
Begutachter: Dr.med.vet. David Ebmer  
Tiergarten Schönbrunn

### Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorgelegte Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle übernommenen Textstellen aus fremden Quellen wurden kenntlich gemacht.

Ich habe die entscheidenden Arbeiten selbst durchgeführt und alle zuarbeitend Tätigen mit ihrem Beitrag zur Arbeit angeführt.

Die vorliegende Arbeit wurde nicht an anderer Stelle eingereicht oder veröffentlicht.

A handwritten signature in black ink, reading "Jacqueline Hartmann". The signature is written in a cursive, flowing style.

Wien, den 15.09.2024

Jacqueline Hartmann

## ZUSAMMENFASSUNG

Zootiere können aufgrund des Zusammenlebens verschiedener Spezies in näherer Umgebung und veränderten klimatischen Verhältnissen im Vergleich zu ihrem natürlichen Lebensraum mit einem breiten Spektrum an Parasiten befallen sein. Infektionen mit Parasiten auf ein möglichst geringes Ausmaß zu begrenzen, sollte somit das Ziel jeder zoologischen Einrichtung darstellen. Aus diesem Grund wird der parasitologischen Diagnostik eine große Bedeutung im Bereich der Zootiermedizin beigemessen. Insbesondere eine regelmäßig durchgeführte koproskopische Untersuchung des Tierbestands spielt eine wichtige Rolle bei dem Erhalt der Tiergesundheit in Zoos. Um die Bedeutung der Parasitologie in der Zootiermedizin genauer zu betrachten, wurden im Rahmen der vorliegenden Diplomarbeit die Konferenzberichte der European Association of Zoo and Wildlife Veterinarians (EAZWV) und deren Vorgängerorganisationen auf das Vorkommen parasitologischer Beiträge analysiert. Der Schwerpunkt wurde dabei auf das Protozoon *Toxoplasma gondii* gelegt, welches einen weitverbreiteten Parasiten in zoologischen Einrichtungen darstellt. Insgesamt konnten in den Tagungsbänden der EAZWV von 2001 bis 2023 444 Beiträge zu Parasiten gefunden werden, wobei 531 verschiedene Parasitenspezies bei 472 unterschiedlichen Tierarten behandelt wurden. *Toxoplasma gondii* (*T. gondii*) stellte dabei mit 48 Artikeln den am häufigsten erwähnten parasitären Erreger in den Konferenzberichten dar. Die mit Abstand meisten Beiträge über diesen Parasiten konnten zu Katzen (Felidae) gefunden werden, was darauf zurückzuführen ist, dass Arten dieser Familie die einzigen Endwirte für *T. gondii* darstellen. Der Manul (*Otocolobus manul*) war die am häufigsten untersuchte Spezies in Zusammenhang mit Toxoplasmose und gilt genauso wie Neuweltaffen, Lemuren und australische Beuteltiere als besonders empfänglich für die Erkrankung, die bei diesen Tierarten tödlich enden kann. Daher sollte in zukünftigen Studien der Erforschung von Therapiemöglichkeiten bei Zootieren, vor allem bei hoch empfänglichen Arten, mehr Bedeutung beigemessen werden.

## ABSTRACT

### Parasitology in zoological medicine: literature research and analysis of parasitological contributions in the proceedings of the International Conference on Diseases of Zoo and Wild Animals and its follow-up events 2001 to 2023

Zoo animals can be infected with a wide range of parasites due to the cohabitation of different species in close proximity and different climatic conditions compared to their natural habitat. Limiting infections with parasites to as little as possible should therefore be the goal of every zoological institution. For this reason, parasitological diagnostics are of great importance in the field of zoological medicine. In particular, regular coproscopical examinations of the animal population play an important role in the maintenance of animal health in zoos. In order to examine the importance of parasitology in zoological medicine, the conference proceedings of the European Association of Zoo and Wildlife Veterinarians (EAZWV) and its predecessor organisations were analysed for the occurrence of parasitological articles as part of this diploma thesis. The focus was placed on the protozoon *Toxoplasma gondii*, which is a widespread parasite in zoological institutions. Altogether 444 articles on parasites could be found in the EAZWV conference proceedings from 2001 to 2023 which dealt with 531 different parasite species in 472 different animal species. *Toxoplasma gondii* (*T. gondii*) was the most frequently mentioned parasitic pathogen in the conference proceedings with 48 contributions. By far the most articles about this parasite were found in relation to cats (Felidae), which is due to the fact that members of this family are the only definitive hosts for *T. gondii*. The manul (*Otocolobus manul*) was the most studied species regarding toxoplasmosis and, like New World monkeys, lemurs and Australian marsupials, is considered especially susceptible to this disease, which can be fatal in these species. Therefore, in future studies researching treatment options for zoo animals, in particular for highly susceptible species, should be prioritized.

## INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG UND LITERATURÜBERSICHT .....	1
1.1.	FRAGESTELLUNG.....	1
1.2.	BEDEUTUNG DER PARASITOLOGIE IN DER ZOOTIERMEDIZIN .....	2
1.3.	KOPROSKOPISCHE STUDIEN BEI SÄUGETIEREN IN ZOOS.....	2
1.4.	KOPROSKOPISCHE STUDIEN BEI VÖGELN IN ZOOS .....	3
1.5.	<i>TOXOPLASMA GONDII</i> .....	3
1.5.1.	Taxonomie .....	3
1.5.2.	Lebenszyklus.....	4
1.5.3.	Wirtsspezies .....	5
1.5.4.	Diagnostik.....	9
1.5.5.	Therapie und Prophylaxe .....	9
2.	MATERIAL UND METHODEN.....	11
2.1.	KONFERENZBERICHTE DER EAZWV UND IHRER VORGÄNGERINSTITUTIONEN .....	11
2.2.	SAMMLUNG DER BEITRÄGE .....	12
2.3.	AUSWERTUNG DER BEITRÄGE .....	12
3.	ERGEBNISSE .....	14
3.1.	ALLGEMEINE AUSWERTUNGEN .....	14
3.2.	AUSWERTUNG DER BEITRÄGE ZU INFektionsKRANKHEITEN .....	15
3.3.	AUSWERTUNG PARASITOLOGISCHER BEITRÄGE .....	16
3.4.	AUSWERTUNG DER BEITRÄGE ÜBER <i>TOXOPLASMA GONDII</i> .....	18
4.	DISKUSSION .....	26
5.	LITERATURVERZEICHNIS.....	35
6.	ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS .....	40
7.	ANHANG .....	41

## Abkürzungsverzeichnis

AAZV	American Association of Zoo Veterinarians
DT	Sabin-Feldman dye test = Sabin-Feldman Test
EAZV	European Association of Zoo and Wildlife Veterinarians
ELISA	enzyme-linked immunosorbent assay = enzymgekoppelter Immunadsorptionstest
IAAT	immunoabsorbent agglutination assay test = Immunabsorptions-Agglutinations-Assay-Test
IHAT	indirect hemagglutination test = indirekter Hämagglutinationstest
IFAT	indirect fluorescent antibody test = indirekter Immunfluoreszenz-Antikörper-Test
IZW	Institute for Zoo and Wildlife Research
LAT	latex agglutination test = Latex Agglutinationstest
MAT	modified agglutination test = modifizierter Agglutinationstest
<i>T. gondii</i>	<i>Toxoplasma gondii</i>

## 1. Einleitung und Literaturübersicht

### 1.1. Fragestellung

Moderne Zoos verfolgen vor allem vier Ziele – Erhaltung, Bildung, Forschung und Erholung (1). Sie haben demnach auch das Bestreben, die Biodiversität der Tierwelt zu schützen und einen Beitrag zur Arterhaltung zu leisten. Eine bedeutende Rolle spielt hierbei die Diagnose und Therapie infektiöser Erkrankungen, einschließlich Parasitosen, da ein Ausbruch solcher zu einer wesentlichen Reduktion der Populationsgröße von bedrohten Tierarten führen kann (2). Darüber, dass infektiöse Erkrankungen eine wesentliche Rolle beim Aussterben von Spezies führen können, ist man sich jedoch erst seit diesem Jahrhundert bewusst. Lange Zeit lag der Fokus bei der Forschung von Wildtierkrankheiten ausschließlich auf der Verbesserung des Wohlbefindens und der Verlängerung der Lebenszeiten von Zootieren. Der früher geringe Fokus auf Infektionskrankheiten führt dazu, dass die tatsächliche Bedrohung, die von diesen Erkrankungen ausgeht, oft immer noch unterschätzt wird (3).

Die vorliegende Diplomarbeit geht der Frage nach, inwieweit Parasiten in den Konferenzberichten der European Association of Zoo and Wildlife Veterinarians (EAZWV) und deren Vorgängerinstitutionen eine Rolle spielen. Dazu wurden die Tagungsbände von 2001 bis 2023 auf das Vorkommen parasitologischer Beiträge analysiert und das Verhältnis zu Berichten über andere Infektionserreger (Viren, Bakterien, Pilze, Prionen und Algen) erfasst. Das Ziel dieser Arbeit war es, auf diese Weise die Bedeutung der Parasitologie in der Zootiermedizin abschätzen zu können. Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass keine umfangreichen Beiträge zu parasitären Erkrankungen bei Zootieren in den Konferenzberichten zu finden sind und daraus nicht auf häufige Parasitenspezies bei Zootieren geschlossen werden kann. Bei der Bearbeitung dieser Fragestellung wurde ein Fokus auf das Protozoon *Toxoplasma gondii* gelegt.

Diese Arbeit ist Teil eines Projekts, das neben der hier vorliegenden Diplomarbeit noch zwei weitere umfasst, die die Konferenzberichte verschiedener Zeiträume auswerten. So befasste sich Marlene Haas mit den Tagungsbänden aus den Jahren 1981 bis 2000 und Christina Jaud mit jenen aus den Jahren 1958 bis 1980. Das Projekt entstand in Zusammenarbeit des Instituts für Parasitologie der Veterinärmedizinischen Universität Wien mit dem parasitologischen Labor des Tiergarten Schönbrunn.



## 1.2. Bedeutung der Parasitologie in der Zootiermedizin

Die parasitologische Untersuchung von Zootieren stellt eine der wichtigsten prophylaktischen Maßnahmen im Bereich der Zootiermedizin dar (4). Zootiere weisen häufig ein breites Spektrum an Parasiten auf. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass Tiere in zoologischen Einrichtungen auf engem Raum leben und zusätzlich verschiedene Spezies in enger Umgebung zusammenleben. Aufgrund anderer klimatischer Bedingungen können in Zoos auch Parasiten vorkommen, die im natürlichen Lebensraum nicht vorgefunden werden können (2). Besonders gefährdet sind Jungtiere, vorerkrankte Tiere oder jene, die großem Stress ausgesetzt sind, beispielsweise weil sie in ihrer Gruppe eine rangniedere Stellung einnehmen. Als Eintragsquelle für Parasiten können unter anderem Futtermittel dienen. So kann Fleisch zum Beispiel eine Infektionsquelle für Toxoplasmen darstellen, Fische können Saug- und Bandwürmer übertragen und mit Futterpflanzen können Zootiere Bandwurmeier aufnehmen und sich auf diese Weise als Zwischenwirte infizieren (4). Außerdem können in seltenen Fällen auch Zwischenwirte, wie Schnecken, Insekten und Nagetiere, sowie infiziertes Personal und Besucher:innen eine Rolle bei der Übertragung von Parasiten auf Zootiere spielen (5). Auch das zoonotische Potenzial mancher parasitologischer Erreger, wie beispielsweise *Toxoplasma gondii* oder *Giardia* spp., und somit die Ansteckungsgefahr für Tierpfleger:innen sollte nicht unterschätzt werden (2). Insbesondere von Primaten kann aufgrund der engen Verwandtschaft mit Menschen ein Infektionsrisiko ausgehen (6).

Das Ziel jeder zoologischen Einrichtung sollte es daher sein, Infektionen mit Parasiten auf ein möglichst geringes Ausmaß zu begrenzen. Dazu ist neben der Einhaltung von Hygienemaßnahmen eine regelmäßig durchgeführte koproskopische Untersuchung des gesamten Tierbestands von großer Bedeutung. Neuzugänge sollten in jedem Fall einer parasitologischen Untersuchung unterzogen werden, bevor sie in einen Bestand eingegliedert werden. Aber auch Narkosen sollten dazu genutzt werden, rektal eine Kotprobe zu entnehmen, um diese anschließend zu untersuchen (4).

## 1.3. Koproskopische Studien bei Säugetieren in Zoos

Säugetiere in zoologischen Gärten können sich mit den verschiedensten Protozoen und Helminthen infizieren. Häufig berichtet werden Infektionen mit folgenden gastrointestinalen Parasiten: *Strongyloides*, *Trichuris*, *Nematodirus*, andere Strongyliden, *Toxocara*, *Moniezia*, *Giardia*, *Balantidium*, *Entamoeba* und Kokzidien. Trematoden- und Cestodeninfektionen, bei denen Zootiere eine Endwirtsfunktion haben, spielen hingegen eine geringere Rolle, da diese

Parasiten einen komplexen Lebenszyklus mit Zwischenwirt aufweisen und somit in eingeschränkten Lebensräumen schwerer übertragen werden (5). Die Prävalenz von parasitären Infektionen in Zoos variiert je nach Studie zwischen 31,1 % und 68,3 % positiv getesteter Tiere (2, 7). Besonders häufig werden Parasiteninfektionen bei Raubtieren (Carnivora), Primaten (Primates), Paarhufern (Artiodactyla), Unpaarhufern (Perissodactyla), Nagetieren (Rodentia) und Beuteltieren (Marsupialia) beschrieben (5–8).

#### **1.4. Koproskopische Studien bei Vögeln in Zoos**

Parasitosen zählen zu den häufigsten und bedeutendsten Erkrankungen von Wildvögeln. Aufgrund des großen Einflusses von parasitären Infektionen auf das Überleben von Wildvogelpopulationen und das Ökosystem, in dem sie leben, ist die Erforschung dieser Krankheiten bei Vögeln in zoologischen Einrichtungen von großer Bedeutung (9). Es werden vor allem Infektionen bei Vögeln aus den Ordnungen der Papageien (Psittaciformes), der Hühnervögel (Galliformes), der Greifvögel (Accipitriformes) und der Sperlingsvögel (Passeriformes) beschrieben. Die größte Rolle spielen dabei die Helminthen Kapillarien und Askariden sowie Kokzidien, wie unter anderem *Toxoplasma gondii* (2).

#### **1.5. *Toxoplasma gondii***

##### **1.5.1. Taxonomie**

*Toxoplasma gondii* (*T. gondii*) ist ein Protozoon aus der Ordnung der Eimeriida und der Familie der Sarcocystidae. Dieser weltweit verbreitete zystenbildende Erreger ist der einzige Vertreter der Gattung *Toxoplasma* (10). Der Parasit wurde erstmalig bei einem Vertreter der Nagetiere, dem Eigentlichen Gundi (*Ctenodactylus gundi*), beschrieben, von dem der Erreger auch seine Artbezeichnung erhalten hat. Die Gattungsbezeichnung leitet sich von der gebogenen Form des Protozoons ab (*tox*o = Bogen) (11). Es werden verschiedene Genotypen unterschieden, wovon die Typen I-III in Europa, Nordamerika, Afrika und Asien von Relevanz sind. Trotz der großen genetischen Übereinstimmung zwischen den einzelnen Genotypen unterscheiden sie sich bezüglich ihrer Wachstumsraten, der Ausbildung von Zysten und der Virulenz (in Mäusen ist z.B. nur Typ I virulent). Es können auch Kreuzungen zwischen den einzelnen Genotypen vorkommen, was sich ebenfalls auf die Virulenz auswirkt (10).

### 1.5.2. Lebenszyklus

*Toxoplasma gondii* weist einen fakultativ heteroxenen Lebenszyklus auf, bei dem Katzen als einzige Endwirte fungieren und eine Vielzahl von Säugetieren und Vögeln als Zwischenwirte. Der Begriff fakultativ bezieht sich darauf, dass die Übertragung unter Zwischenwirten auch ohne Endwirt stattfinden kann, wobei Katzen ebenso Zwischenwirte darstellen können. Auch der Mensch ist für eine Infektion empfänglich, wodurch der Parasit als Zoonoseerreger gilt (11). Der komplexe Lebenszyklus von *T. gondii* beinhaltet drei unterschiedliche Infektionsstadien – Oozysten, Tachyzoiten und Bradyzoiten. Oozysten werden von den Endwirten ausgeschieden und sind, nach Sporulation, sowohl für diese als auch für die Zwischenwirte infektiös. Tachyzoiten entstehen im Rahmen der intrazellulären Vermehrung in kernhaltigen Zellen und weisen aufgrund des schnellen Wachstums, das mit einer andauernden Zerstörung der Wirtszelle einhergeht, eine hohe Pathogenität auf. Tachyzoiten können sich mittels Stadienkonversion in Bradyzoiten umwandeln und umgekehrt. Bradyzoiten weisen im Vergleich zu Tachyzoiten eine deutlich langsamere Vermehrung auf. In unterschiedlichen Geweben, v.a. Muskulatur und Nervengewebe, können sie sich jedoch zu Zysten entwickeln und so über Jahre im Wirt persistieren, wobei sie aber kaum Schädwirkungen hervorrufen (10).

Im Lebenszyklus von *T. gondii* wird zwischen der Entwicklung in der Umwelt (exogene Entwicklung) sowie jener in Endwirten und Zwischenwirten (endogene Entwicklung) unterschieden. Die Hauskatze stellt den bedeutendsten Endwirten für diesen Parasiten in Europa dar, in anderen Regionen darf aber auch die Rolle von Wildfeliden nicht vernachlässigt werden. Die Infektion der Katzen erfolgt über die orale Aufnahme von Sporozoiten in sporulierten Oozysten oder von Bradyzoiten, die sich in Beutetieren (Zwischenwirte) in Gewebezysten gebildet haben. Selten können sich Feliden oder Zwischenwirte auch über die Aufnahme von Tachyzoiten infizieren (10). Die Präpatenz variiert je nach aufgenommenem Infektionsstadium. So beträgt sie drei bis zehn Tage nach einer Aufnahme von Bradyzoiten, 18 Tage oder mehr nach der Infektion mit sporulierten Oozysten und 13 Tage nach jener mit Tachyzoiten (12). In den Endwirten erfolgt die sexuelle Entwicklung, wobei unsporulierte Oozysten produziert und mit dem Kot ausgeschieden werden (11). Eine Ausscheidung von Oozysten erfolgt nach einer Aufnahme von Tachyzoiten oder sporulierten Oozysten jedoch nur in 50 % der Fälle, nach einer Infektion von Katzen mit Bradyzoiten ist dies hingegen nahezu immer der Fall (12). Die Oozysten können in der Umwelt bei passenden Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsbedingungen sporulieren (11). Zwischenwirte wie auch der Mensch



können sich auch zahlreiche Vogelspezies damit infizieren. Die meisten Infektionen verlaufen inapparent (13), die Empfänglichkeit für eine Ansteckung und das Vorkommen einer klinischen Erkrankung variiert jedoch je nach Tierspezies. Als besonders empfänglich gelten Neuweltaffen, Lemuren, Manuls, Erdmännchen und australische Beuteltiere. Bei diesen Tierarten kann eine Infektion mit diesem Erreger zu einer generalisierten Toxoplasmose führen, die alle Organe betrifft und tödlich enden kann (11). Besonders betroffen sind dabei vor allem viszerale Gewebe, wie Lunge, Leber oder Milz (14). Auch bei Seeottern kommt es häufig zu Fällen einer fatalen Toxoplasmose, wobei meist eine Meningoenzephalitis in Folge einer Infektion mit *T. gondii*-Stämmen des Genotyps X zum Tod dieser Tiere führt (15).

Neben der Hauskatze (*Felis catus*) können auch andere Spezies aus der Familie der Felidae als Endwirte für *T. gondii* fungieren, so unter anderem der Puma (*Puma concolor*), der Ozelot (*Leopardus pardalis*), die Langschwanzkatze (*Leopardus wiedii*), der Jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), der Rotluchs (*Lynx rufus*), die Bengalkatze (*Prionailurus bengalensis*) und die Iriomote-Katze (*Prionailurus iriomotensis*) (16). Auch bei vielen anderen Wildkatzen-Arten konnte die Ausscheidung von Oozysten nachgewiesen werden. In Zoos wird auch von klinischen Erkrankungen durch *T. gondii* bei dieser Tierfamilie berichtet (12). Lucht et al. konnten in ihrer Studie eine Seroprävalenz von 63,0 % bei Wildfeliden in europäischen Zoos nachweisen (17). Besonders der Manul (*Otocolobus manul*) und die Sandkatze (*Felis margarita*) gelten als sehr empfänglich für eine klinische Toxoplasmose in zoologischen Einrichtungen, zu Erkrankungen in der Wildbahn ist jedoch nichts bekannt (18). Pränatale Infektionen mit *T. gondii* bei diesen beiden Katzenspezies haben einen großen Einfluss auf die Erhaltungszuchtprogramme in den Tiergärten. Fälle von kongenitaler Toxoplasmose wurden außerdem auch bei Rotluchsen beschrieben, wobei es zu einer Meningoenzephalitis kam (14). Nach extraintestinalen Infektionen durch den Verzehr von zystenhaltigem Rohfleisch oder infizierten Zwischenwirten treten Symptome hingegen nur selten und eher bei Jungtieren auf (10).

Hunde können Oozysten über den Verzehr von Kot infizierter Katzen aufnehmen. Unsporulierte oder teilsporulierte Oozysten überleben die Magen-Darm-Passage und werden über den Hundekot weiter verteilt. Sporulierte Oozysten können zu einer Infektion führen, klinische Erkrankungen durch *T. gondii* sind bei dieser Tierart jedoch selten. Manche Arten aus der Familie der Hunde, wie Kojoten und Wölfe, gelten sogar als resistent für eine klinische Toxoplasmose. Einige Berichte dieser Erkrankung gibt es hingegen bei Füchsen und Mardern, bei Letzteren kamen auch Todesfälle, inklusive Fälle von erhöhter neonataler Sterblichkeit,

vor. Bären weisen eine recht hohe Seroprävalenz bezüglich *T. gondii* auf und auch klinische Infektionen wurden bei dieser Tierfamilie in Zoos diagnostiziert (18). Bei Waschbären gibt es keine Erwähnungen einer klinischen Erkrankung nach einer *T. gondii*-Infektion, in serologischen Untersuchungen konnte der Erreger jedoch bei diesen Tieren nachgewiesen werden. Im Gegensatz dazu wurde bei Hörnchen vereinzelt von akuter Toxoplasmose berichtet (14). Generell weisen Nagetiere eine große Varietät bezüglich der Seroprävalenz dieses Erregers auf. Untersuchungen bei Labortieren indizieren, dass Ratten etwas resistenter als Mäuse sind (18). Bei Hasenartigen gibt es auch einige Berichte von tödlichen Ausgängen von Toxoplasmen-Infektionen (14). Unter den Nutztieren sind vor allem kleine Wiederkäuer sehr empfänglich für *T. gondii*, mit dem sie sich für gewöhnlich auf der Weide infizieren. Meistens sind die Tiere bereits vor Trächtigkeitsbeginn infiziert, ohne Symptome zu zeigen. Erfolgt die Ansteckung jedoch erstmalig während der Trächtigkeit, kommt es je nach fortgeschrittener Tragedauer zu Fruchtresorption, embryonalem Frühabort, Spätabort, Totgeburt, perinatalem Tod oder zur Geburt von asymptomatisch infizierten Lämmern bzw. Kitzen. Bei Rindern kann die perinatale Übertragung hingegen vernachlässigt werden. Sie können sich, genauso wie Pferde, zwar mit *T. gondii* infizieren, es wird jedoch kaum von einer klinischen Ausprägung der Erkrankung bei diesen Tieren berichtet (10). Bei Wildwiederkäuern können ebenfalls asymptomatische Infektionen auftreten, je nach Spezies kommt es jedoch auch zu kongenitaler Toxoplasmose und Todesfällen (14). Bei domestizierten Schweinen, die in konventionellen Betrieben mit hohen Hygienestandards gehalten werden, ist die Gefahr von Toxoplasmen-Infektionen zu vernachlässigen. Deutlich höhere Seroprävalenzen treten hingegen bei biologischer Haltung, Freilandhaltung sowie bei Wildschweinen auf (10). Bei Letzteren konnte auch eine kongenitale Infektion nachgewiesen werden (18).

*T. gondii* ist auch ein weitverbreiteter Parasit in zoologischen Einrichtungen und hat somit einen bedeutenden Einfluss auf Gesundheit und Artenschutz, da viele gefährdete Tierspezies sehr empfänglich für diesen Erreger sind (19). Dies trifft neben dem bereits erwähnten Manul und der Sandkatze auch auf Neuweltaffen zu, wie beispielsweise dem Goldenen Löwenäffchen (*Leontopithecus rosalia*) (14). Bei den meisten Spezies der Neuweltaffen treten auch tödliche Toxoplasmen-Infektionen auf, oftmals sterben die Tiere akut ohne vorherige Symptome oder es treten unspezifische Krankheitserscheinungen auf. Plötzliche Todesfälle werden auch nach einer Ansteckung mit *T. gondii* bei Kängurus, wie unter anderem dem Rotnacktenwallaby (*Notamacropus rufogriseus*), beschrieben. Bei dieser Tierart werden auch große Mengen an Zysten in der Muskulatur gefunden, was die hohe Empfänglichkeit und

ungenügende Immunantwort gegenüber der Parasiteninfektion unterstreicht (11). Außerdem konnte auch eine vertikale Übertragung bei Kängurus nachgewiesen werden (18). Ebenfalls als sehr empfänglich für eine Toxoplasmen-Infektion gelten marine Säugetiere, einschließlich der Seeotter. Es ist nicht gänzlich geklärt, wie sich diese Tiere mit dem Protozoon anstecken, jedoch wird angenommen, dass Süßwasserabflüsse ein Risiko darstellen können. Auch eine Übertragung über Futtertiere ist möglich, so können Meeresschnecken und filtrierende Fische Oozysten aus der Umwelt beinhalten. Die Oozysten können im Verdauungstrakt der Schnecken überleben und anschließend passiv mit dem Kot ausgeschieden werden (18). Seeotter können sich somit mit *T. gondii* infizieren, auch wenn sie sich nicht von typischen Zwischenwirten dieses Parasiten ernähren. Eine Infektion mit diesem Erreger führt bei Seeottern zu einer hohen Mortalität (14) und auch eine transplazentare Übertragung und anschließender Abort werden beschrieben. Dies trifft auch auf verschiedene Delfin- und Robbenspezies zu, wie beispielsweise die vom Aussterben bedrohte Hawaii-Mönchsrobbe (*Neomonachus schauinslandi*) (14, 18). Generell ist die Seroprävalenz von Robben im Zoo höher als jene in der Wildbahn (20). Auch bei Tieren, die einen Winterschlaf halten, kann *T. gondii* überleben. Der Erreger geht für diesen Zeitraum in ein Ruhestadium über und kann dadurch auch bei niedriger Körpertemperatur persistieren. Wenn die Tiere im Frühling erwachen und die Körpertemperatur ansteigt, erlangt auch das Protozoon seine Aktivität wieder, was zum Ausbruch einer akuten Toxoplasmose bis zum Tod des Wirtes führen kann. In poikilothermen Tieren kann *T. gondii* ebenfalls überleben, sich jedoch, so der Stand der Forschung, nicht vermehren oder in den Wirten persistieren (18).

Toxoplasmose kommt außerdem auch weltweit bei Vögeln in Volieren vor und führt dabei auch zu Todesfällen. Der Infektionseintrag erfolgt dabei vor allem über streunende Hauskatzen, was ein Managementproblem darstellt (14). Während Hühner und Puten generell als resistent für eine klinische Toxoplasmose gelten, sind schwerwiegende Symptome beim Kanarengirlitz (*Serinus canaria*), bei der Hawaiiigans (*Branta sandvicensis*) und bei der Hawaii Krähe (*Corvus hawaiiensis*) beschrieben. Hohe Seroprävalenzen von *T. gondii* konnten auch bei Greifvögeln nachgewiesen werden (18). Deren Beutetiere sind teilweise dieselben wie jene der Katzen, wodurch sie auf diesem Weg zystenhaltiges Fleisch aufnehmen. Da Greifvögel aber keine Endwirte für den Parasiten darstellen, kommt es nur zur ungeschlechtlichen Vermehrung und, anders als bei anderen Vogelspezies, treten nur selten Symptome nach einer Infektion auf (21). Bei Sperlingsvögeln kann hingegen ein subakuter Verlauf vorkommen, der mit

Abgeschlagenheit, Atemnot und ZNS-Störungen einhergeht. Folglich endet die Toxoplasmose bei diesen Tieren in 30–90 % der Fälle tödlich (22).

#### 1.5.4. Diagnostik

Da klinische Symptome der Toxoplasmose sehr unspezifisch bzw. häufig nicht vorhanden sind, sind diese für die Diagnosestellung nicht geeignet. Stattdessen sind biologische, serologische und histologische Methoden sowie Kombinationen davon notwendig (12). Oozysten von *T. gondii* können bei der Katze in der Patenzzeit mittels Flotation nachgewiesen werden, sie unterscheiden sich morphologisch gesehen jedoch nicht von jenen von *Hammondia*. Serologische Verfahren werden genutzt, um spezifische Antikörper im Serum von Katzen und auch bei Zwischenwirten nachzuweisen (10). Bei Tieren werden dazu vor allem ein MAT, ein IFAT oder ein ELISA verwendet (11). Weitere serologische Methoden, die angewendet werden können, sind DT, IHAT, LAT und IAAT. Ein positives Ergebnis bei einem serologischen Test beweist jedoch nur, dass zu einem früheren Zeitpunkt eine Infektion stattgefunden hat (12). Für die Bestätigung einer akuten Infektion sollten serologische Untersuchungen im Abstand von zwei bis vier Wochen durchgeführt werden, wobei ein hoher oder ansteigender Spiegel an IgM-Antikörpern sowie ein ansteigender IgG-Spiegel Indikatoren für eine vor Kurzem stattgefundene Infektion sind. Um eine pränatale Infektion zu beweisen, sollten Antikörper in Körperhöhlenflüssigkeiten der abortierten Feten nachgewiesen werden. Es ist jedoch zu beachten, dass bei Aborten in der ersten Hälfte der Trächtigkeit die serologische Untersuchung zumeist negativ ausfällt. Im Rahmen einer Sektion oder einer Biopsie können histologische und immunhistologische Verfahren oder eine DNA-Analyse genutzt werden, um Bradyzoiten oder intrazelluläre Tachyzoiten in Gewebeproben von Muskeln, Gehirn oder auch Proben von fetalem Gewebe nachzuweisen (10). In der Histopathologie zeigt sich in der akuten Phase der Infektion das Bild einer multifokalen nicht-eitrigen Entzündung, wohingegen die chronische Phase durch das Vorkommen von Gewebezysten gekennzeichnet ist, die von nicht entzündlichen Reaktionen umgeben sind. Ein spezifischer Nachweis von *T. gondii* kann mittels PCR und real-time PCR erfolgen. Im Anschluss daran kann auch eine Genotypisierung durchgeführt werden (11).

#### 1.5.5. Therapie und Prophylaxe

Eine Therapie sollte nur bei einer akuten systemischen Erkrankung nach einer Toxoplasmen-Infektion erfolgen, da Gewebestadien durch Medikamente nicht beseitigt werden können. Wirksame Therapeutika bei der Katze sind Clindamycin (12,5–25 mg/kg KG p.o., alle 12



Stunden über zwei bis vier Wochen) oder Sulfadiazin plus Trimethoprim (10). Die gängigste Therapie stellt jedoch die Kombination von Sulfonamiden mit Pyrimethamin dar. Aufgrund der Toxizität von Pyrimethamin wird es gelegentlich durch Trimethoprim ersetzt, letzteres weist jedoch nicht so eine gute Wirkung gegen *T. gondii* auf (18).

Um eine Infektion mit *T. gondii* zu verhindern, wird empfohlen, Katzen mit Dosen- oder Trockenfutter zu füttern bzw. Futterfleisch zu kochen oder einzufrieren, um eventuell darin enthaltene Stadien zu inaktivieren. Die Jagd auf Nagetiere und Vögel, die potentielle Zwischenwirte darstellen, sollte unterbunden werden. Außerdem wird der regelmäßigen Reinigung der Katzentoilette eine große Bedeutung bei der Prophylaxe beigemessen (10). Streunende Hauskatzen können für empfängliche Zootiere eine Infektionsquelle für *T. gondii* darstellen, weshalb Gehege so gebaut werden sollten, dass keine Hauskatzen eindringen können (11). Es sollte auch darauf geachtet werden, dass sich die Gehege von Wildkatzen nicht im selben Gebäude wie jene von Beuteltieren oder Neuweltaffen befinden. Genauso wie beim Umgang mit Hauskatzen sollte auch bei Wildkatzen besonders großer Wert auf Hygiene gelegt werden. Ausscheidungen dieser Tiere sollten täglich entfernt werden und alle Materialien, die für die Reinigung von Gehegen dieser Tierfamilie verwendet werden, sollten regelmäßig autoklaviert oder erhitzt werden. Tierpfleger:innen wird empfohlen, bei der Reinigung der Anlagen Schutzkleidung inklusive Masken zu tragen (18). Da auch bei Wildkatzen ein Infektionsrisiko von ungefrorenem Frischfleisch ausgeht, sollte dieses nicht an diese Tiere in zoologischen Einrichtungen verfüttert werden. Zuvor eingefrorenes und anschließend aufgetautes Fleisch kann hingegen bedenkenlos verwendet werden, da durch den Einfrierprozess Gewebezysten von *T. gondii* abgetötet werden (14).

Eine attenuierte Lebendvakzine steht für Schafe zur Verfügung, die mindestens drei Wochen vor dem Decken verabreicht werden soll, um Aborte durch Toxoplasmen zu verhindern (10). Es wurde auch ein Impfversuch bei Wallabys durchgeführt, dieser endete für die Tiere jedoch tödlich (12).

## 2. Material und Methoden

### 2.1. Konferenzberichte der EAZWV und ihrer Vorgängerinstitutionen

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden die Konferenzberichte der European Association of Zoo and Wildlife Veterinarians (EAZWV) und deren Vorgängerinstitutionen von 2001 bis 2023 analysiert. In den Jahren 2001 bis 2008 wurde die Konferenz abwechselnd vom Institute for Zoo and Wildlife Research (IZW) unter dem Namen „Internationales Symposium über die Erkrankungen der Zoo- und Wildtiere“ und der EAZWV abgehalten, bevor sie ab 2009 von diesen beiden Organisationen zusammen organisiert wurde. Seit 2020 beteiligt sich die IZW nicht mehr an der Durchführung der jährlichen Konferenz, jedoch finden seit 2016 vereinzelt gemeinsame Konferenzen der EAZWV mit der American Association of Zoo Veterinarians (AAZV) statt. Tabelle 1 gibt einen Überblick über alle Konferenzen, deren Berichte in dieser Diplomarbeit analysiert wurden, inklusive deren Organisatoren und Austragungsorte.

Tabelle 1: EAZWV Konferenzen von 2001 bis 2023.

<b>Jahr</b>	<b>Austragungsort</b>	<b>Organisator</b>
<b>2023</b>	Valencia, Spanien	EAZWV
<b>2022</b>	Emmen, Niederlande	EAZWV
<b>2021</b>	Online	EAZWV/AAZV
<b>2020</b>	Online	EAZWV
<b>2019</b>	Kolmården, Schweden	EAZWV/IZW
<b>2018</b>	Prag, Tschechien	EAZWV/AAZV/IZW
<b>2017</b>	Berlin, Deutschland	EAZWV/IZW
<b>2016</b>	Atlanta, USA	EAZWV/AAZV/IZW
<b>2015</b>	Barcelona, Spanien	EAZWV/IZW
<b>2014</b>	Warschau, Polen	EAZWV/IZW
<b>2013</b>	Wien, Österreich	EAZWV/IZW
<b>2012</b>	Bussolengo, Italien	EZAWV/IZW
<b>2011</b>	Lissabon, Portugal	EAZWV/IZW
<b>2010</b>	Madrid, Spanien	EAZWV/IZW
<b>2009</b>	Beekse Bergen, Niederlande	EAZWV/IZW
<b>2008</b>	Leipzig, Deutschland	EAZWV
<b>2007</b>	Edinburgh, UK	IZW
<b>2006</b>	Budapest, Ungarn	EAZWV
<b>2005</b>	Prag, Tschechien	IZW
<b>2004</b>	Ebeltoft, Dänemark	EAZWV
<b>2003</b>	Rom, Italien	IZW
<b>2002</b>	Heidelberg, Deutschland	EAZWV
<b>2001</b>	Rotterdam, Niederlande	IZW

## 2.2. Sammlung der Beiträge

Zunächst wurde eine Tabelle in Microsoft Excel® (Microsoft Office Professional Plus 2016, Microsoft Corporation, USA) angelegt, in der alle Beiträge der Konferenzberichte aus den Jahren 2001 bis 2023 gesammelt dargestellt wurden. Neben Jahr, Seitenzahl, Titel und Erstautor:in wurden zu jedem Beitrag auch Angaben über die behandelnde Tierspezies (Klasse, Familie und Art) in die Tabelle eingetragen. Außerdem wurde festgehalten, ob es sich um ein Thema nicht infektiöser oder infektiöser Genese handelte. Wenn der Beitrag über eine infektiöse Erkrankung berichtete, wurde weiters die Art des Infektionserregers angeführt, also ob es sich um Viren, Bakterien, Pilze, Prionen, Algen oder Parasiten handelte. Bei Letzteren wurde zusätzlich in Protozoen, Helminthen und Arthropoden differenziert, sowie die genaue Parasitenspezies angegeben. Zuletzt wurde noch die Herkunft des Beitrags (Kontinent und Land), die Art des Beitrags (z.B. Studie oder Fallbericht) wie auch eventuelle zusätzliche Angaben in die Excel-Tabelle eingetragen.

## 2.3. Auswertung der Beiträge

Es erfolgte eine deskriptiv statistische Auswertung der gesammelten Informationen aus den Konferenzbeiträgen mittels Microsoft Excel®. In einer Tabelle wurde die Anzahl der gesamten Beiträge, der Beiträge mit nicht infektiöser bzw. infektiöser Thematik sowie der Beiträge pro Infektionserreger für jedes analysierte Jahr festgehalten. Bezüglich der Parasiten wurde wiederum zwischen Protozoen, Helminthen und Arthropoden differenziert, wobei außerdem bei den Berichten über Helminthen die Verteilung zwischen Nematoden, Cestoden, Trematoden, Acanthocephala und Monogenea sowie bei jenen über Arthropoden die Verteilung zwischen Arachnida, Insecta und Crustacea erfasst wurde. Da der Schwerpunkt dieser Arbeit auf das Protozoon *Toxoplasma gondii* gelegt wurde, wurden Artikel, die diesen Parasiten behandelten, gesondert gezählt. Weiters wurde das Vorkommen der verschiedenen Tierklassen und Kontinente pro Jahr in der Tabelle notiert, wobei die Daten sowohl für die Gesamtheit aller Beiträge als auch für die parasitologischen Beiträge und jene, die *Toxoplasma gondii* behandelten, erfasst wurden. Alle Werte wurden in absoluter Form sowie in prozentueller Form dargestellt und daraus geeignete Grafiken erstellt.

Darüber hinaus wurde mittels Excel-Funktionen analysiert, wie viele Autor:innen, Tierspezies (Familie und Art), Parasitenspezies und Länder in den Konferenzberichten vertreten waren und welche davon am häufigsten vorkamen. Diese Analyse erfolgte wiederum jeweils für die Gesamtheit aller Beiträge sowie für jene, die Parasiten und im Speziellen jene, die *Toxoplasma*

*gondii* behandelten. Bezüglich der Berichte über *T. gondii* wurde außerdem eine Auswertung der verschiedenen erwähnten Diagnostik- und Behandlungsmethoden inklusive ihrer absoluten und prozentuellen Häufigkeiten vorgenommen.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Allgemeine Auswertungen

Insgesamt beinhalteten die ausgewerteten Konferenzberichte 2685 Beiträge von 1527 verschiedenen Erstautor:innen aus 81 Ländern. Dabei wurden 1226 unterschiedliche Tierarten aus 274 Familien behandelt. Mit 117 Erwähnungen stellte der Asiatische Elefant (*Elephas maximus*) die am häufigsten erforschte Tierspezies dar, während die Familie der Katzen (Felidae) mit 256 Beiträgen die am häufigsten vorkommende Tierfamilie war. Säugetiere waren in jedem Jahr die überwiegende Tierklasse, insgesamt handelten 1821 (67,8 %) Artikel über Tierarten dieser Klasse. Am zweithäufigsten wurden Vögel (14,6 %) behandelt, gefolgt von Reptilien (9,8 %), Fischen (2,2 %), Amphibien (1,9 %) und wirbellosen Tieren (0,5 %). In 24 Beiträgen kamen alle Klassen vor, wohingegen in 135 Beiträgen keine spezifische Tierklasse erwähnt wurde.

Es gab mit 1446 (53,9 %) Artikeln einen leichten Überhang an Themen nicht infektiöser Genese im Vergleich zu jenen mit infektiöser Genese, zu denen 1239 (46,2 %) Berichte zu finden waren. Nur in den Jahren 2001, 2002, 2003, 2005, 2007, 2008 und 2009 überwogen die Berichte mit infektiöser Thematik, wobei der Unterschied 2002 mit 67,8 % (infektiös) zu 32,2 % (nicht infektiös) am größten war (Abb. 2).

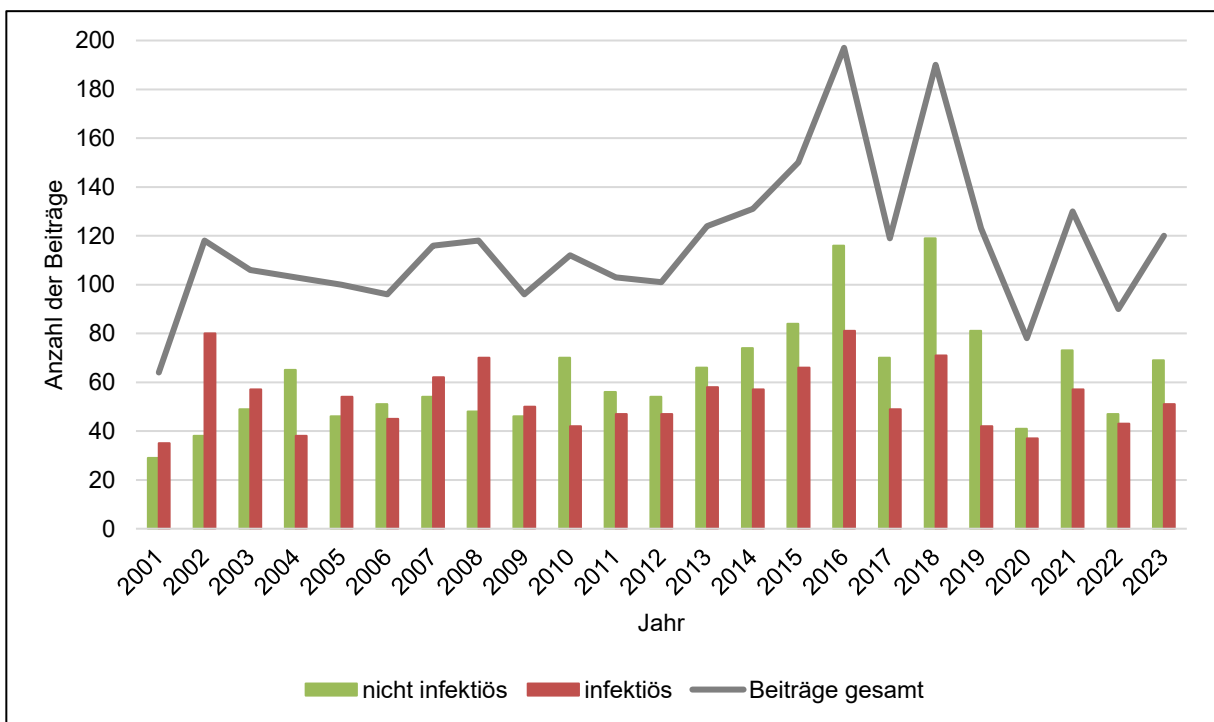


Abbildung 2: Vergleich von Beiträgen nicht infektiöser und infektiöser Erkrankungen von 2001 bis 2023.

### 3.2. Auswertung der Beiträge zu Infektionskrankheiten

Insgesamt konnten 586 Beiträge über Bakterien, 444 über Parasiten, 370 über Viren, 137 über Pilze, sieben über Prionen und zwei über Algen gefunden werden, wobei teilweise mehr als ein Erreger pro Beitrag behandelt wurde. Bakterien stellten in nahezu jedem Jahr die am häufigsten vorkommenden Infektionserreger dar. Eine Ausnahme waren die Jahre 2012, 2020, 2022 und 2023, in denen Berichte über Parasiten (2012 und 2023) bzw. Viren (2020 und 2022) überwogen. Im Jahr 2021 gab es außerdem gleich viele Artikel über Viren wie über Bakterien. Parasiten stellten in den meisten Konferenzberichten die zweithäufigsten Infektionserreger dar, lediglich in den Jahren 2001, 2005, 2016, 2018, 2020 und 2021 lagen parasitologische Beiträge hinter jenen über Bakterien und Viren nur an dritter Stelle. Die absolut gesehen meisten Artikel zu Parasiten waren 2002 zu finden. Betrachtet man jedoch den prozentuellen Anteil an Beiträgen zu Infektionskrankheiten wurde der höchste Wert im Jahr 2023 erreicht, in dem Berichte über Parasiten mit 56,9 % sogar mehr als die Hälfte der Beiträge zu Infektionskrankheiten ausmachten (Abb. 3).

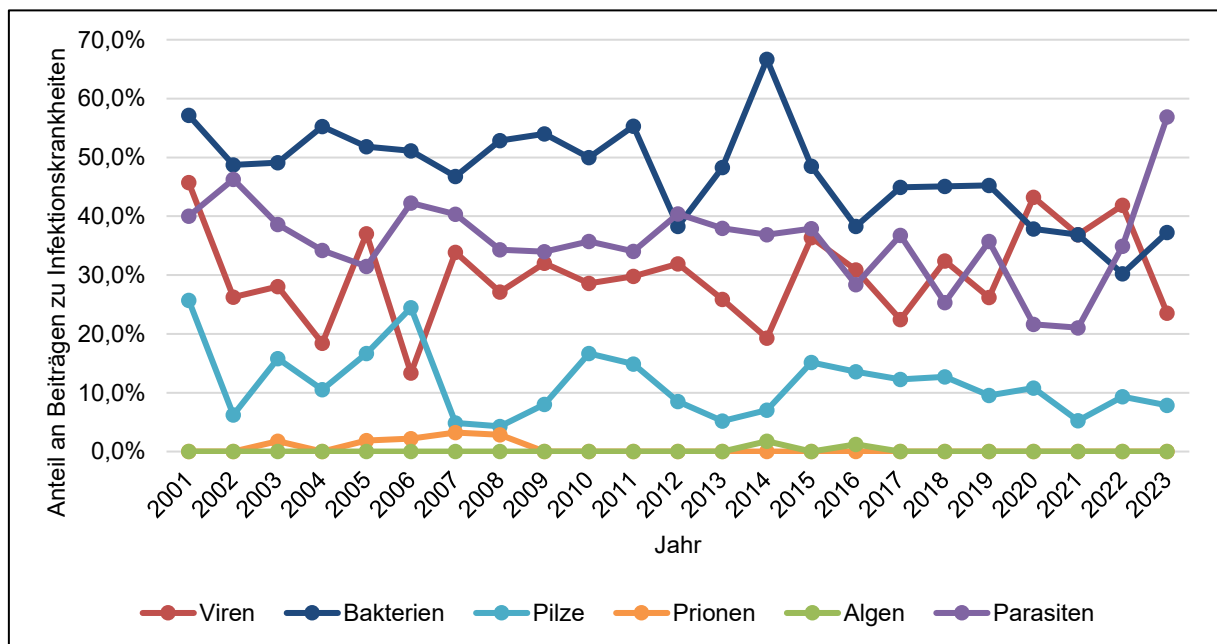


Abbildung 3: Prozentueller Anteil der verschiedenen Infektionserreger an Beiträgen zu Infektionskrankheiten von 2001 bis 2023.

### 3.3. Auswertung parasitologischer Beiträge

Von den 444 parasitologischen Beiträgen, die in den Konferenzberichten gefunden werden konnten, handelten 216 von Protozoen, 219 von Helminthen und 95 von Arthropoden (Abb. 4). In 31 Artikeln wurden Parasiten lediglich erwähnt, jedoch keine genaue Angabe diesbezüglich vorgenommen, aus diesem Grund werden diese in der Statistik unter „Sonstige“ angeführt.

Einige Artikel behandelten mehrere Arten von Parasiten, beispielsweise weil ein gesamtes parasitologisches Screening eines Bestandes vorgenommen wurde oder weil es sich um Koinfektionen handelte, daher entstand eine Summe von 530 Nennungen.

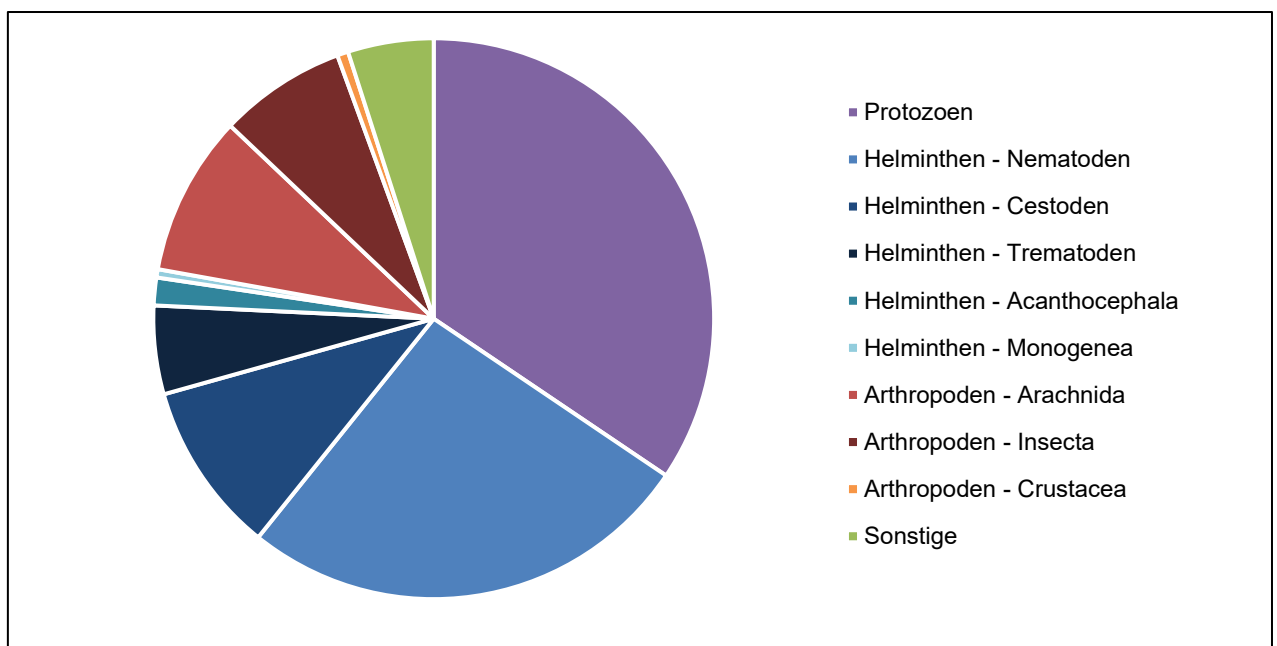


Abbildung 4: Verteilung der Parasiten in den Konferenzberichten.

Bei den Helminthen überwogen mit deutlichem Abstand die Berichte über Nematoden (75,3 %), gefolgt von jenen über Cestoden (28,3 %), Trematoden (14,6 %), Acanthocephala (4,6 %) und Monogenea (1,4 %). Bei den Arthropoden fiel die Verteilung nicht so eindeutig aus. Es konnten konkret 58 Beiträge über Arachnida und 46 über Insecta gefunden werden, Crustacea wurden hingegen nur viermal erwähnt.

Insgesamt behandelten die analysierten Konferenzberichte 531 verschiedene Parasitenspezies bei 472 unterschiedlichen Tierarten aus 145 Familien. Die besonders hohe Diversität an verschiedenen Tierspezies lässt sich auch daran erkennen, dass das Przewalski-

Pferd (*Equus przewalskii*) mit zehn Erwähnungen die am häufigsten vorkommende Art bei den parasitologischen Beiträgen darstellte. Hornträger (Bovidae) sind die Tierfamilie, zu denen die meisten Berichte über Parasiten gefunden werden konnten, konkret 33. Genauso wie bei der Betrachtung aller Beiträge waren auch bei jener über Parasiten die Säugetiere die vorherrschende Tierklasse mit 287 Artikeln. An zweiter Stelle standen wiederum die Vögel, wobei diese mit 23,7 % bei den parasitologischen Beiträgen einen größeren Anteil einnahmen im Vergleich zu den 14,6 % bei der Gesamtheit an Beiträgen. Die Werte der anderen Klassen unterscheiden sich hingegen weniger deutlich (Abb. 5).

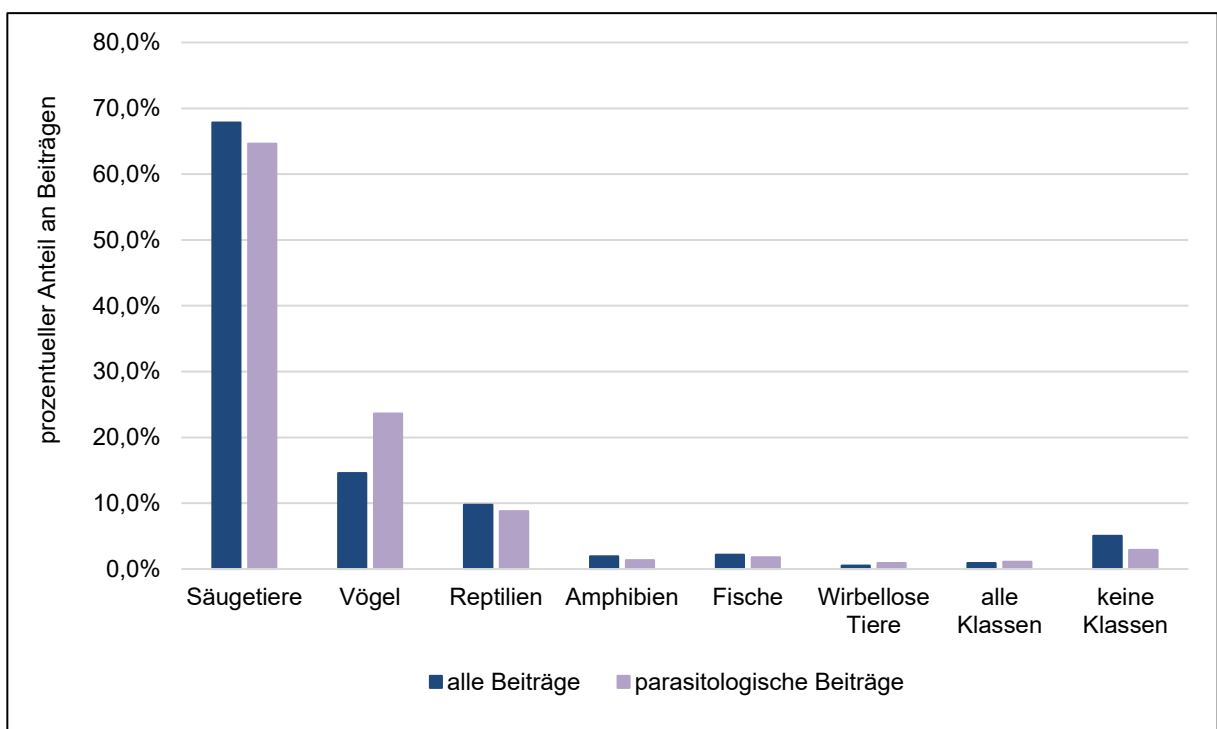


Abbildung 5: Vergleich der prozentuellen Anteile der Tierklassen an allen bzw. parasitologischen Beiträgen.

Die Beiträge über Parasiten wurden von 372 Autor:innen aus 50 verschiedenen Ländern verfasst. Die meisten Arbeiten (78) stammten aus Deutschland, was auch auf die Gesamtheit aller Beiträge zutraf. Insgesamt wurden 476 Beiträge von Wissenschaftler:innen aus diesem Land verfasst. Mit 335 Artikeln aus Europa kamen mit Abstand die meisten parasitologischen Beiträge von diesem Kontinent. Den zweithöchsten Wert stellte Nordamerika mit 49 Artikeln über Parasiten, wobei in drei Jahren (2016, 2018 und 2021) mehr Berichte über Parasiten aus Nordamerika als aus Europa kamen. Neununddreißig parasitologische Artikel stammten von



Wissenschaftler:innen aus Asien, elf aus Südamerika, acht aus Australien und sieben aus Afrika (Abb. 6). Diese Verteilung ist auch recht ähnlich zu jener, die bei der Gesamtheit aller Beiträge der Konferenzberichte auftrat. Den größten Unterschied gab es diesbezüglich bei Nordamerika. Während bezogen auf die Gesamtzahl an Artikel insgesamt 16,2 % von diesem Kontinent stammten, machten bei den Parasiten Beiträge von diesem Kontinent nur 11,0 % aus.

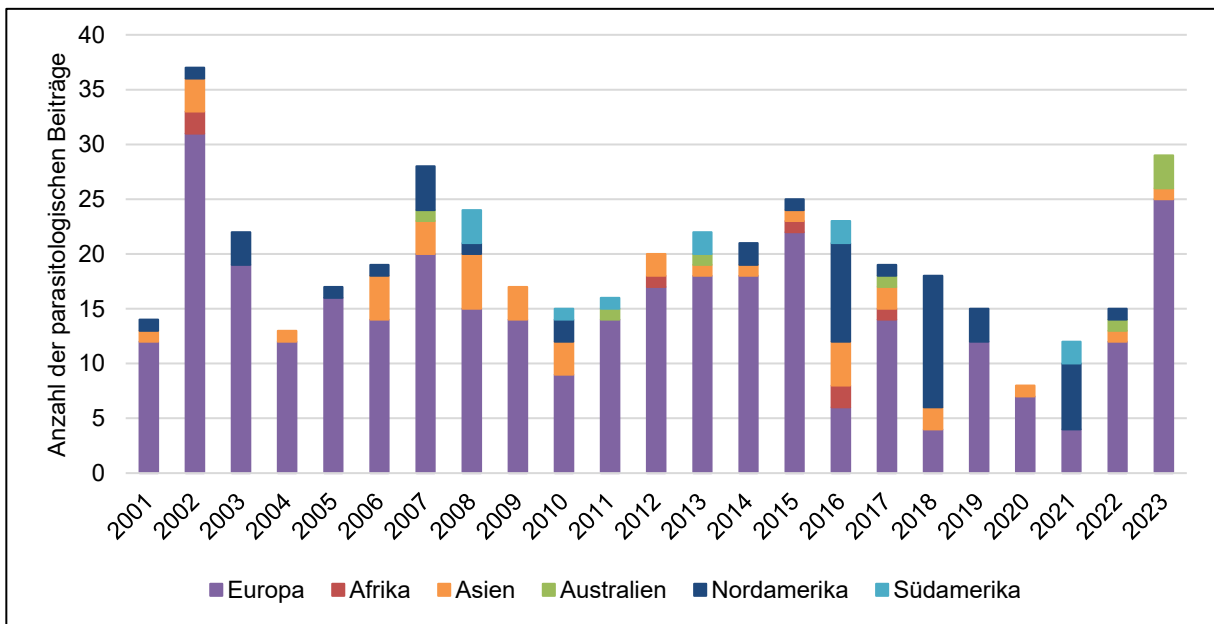


Abbildung 6: Anzahl der parasitologischen Beiträge aus den verschiedenen Kontinenten von 2001 bis 2023.

### 3.4. Auswertung der Beiträge über *Toxoplasma gondii*

*Toxoplasma gondii* war mit 48 Beiträgen die am häufigsten erwähnte Parasitenspezies in den Konferenzberichten. Insgesamt machten Artikel über diesen Parasiten zwar nur 1,8 % der Gesamtzahl an Beiträgen aus, auf jene über Parasiten betrachtet jedoch 10,8 % und bezogen auf jene über Protozoen 22,2 %. Die Verteilung der Berichte über *T. gondii* lag über die Jahre zwischen null und vier (Abb. 7). Die meisten Erwähnungen dieses Parasiten konnten in den Jahren 2014 und 2018 gefunden werden, in den Konferenzberichten von 2010, 2011 und 2020 kam *T. gondii* hingegen nicht vor.

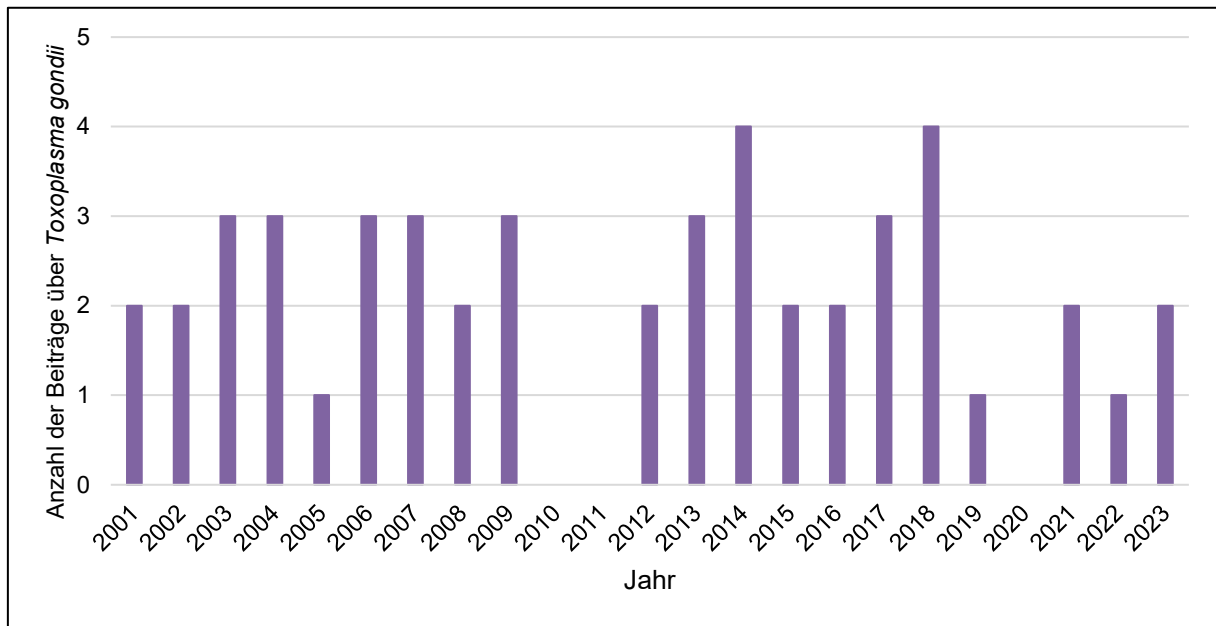


Abbildung 7: Verteilung der Beiträge über *Toxoplasma gondii* von 2001 bis 2023.

Die Beiträge über *T. gondii* behandelten 83 verschiedene Tierarten aus 37 Familien, davon waren nahezu ausschließlich Tiere aus der Klasse der Säugetiere und nur neun Tierarten aus der Klasse der Vögel (Tab. 2). Andere taxonomische Klassen kamen in den Berichten über diesen Parasiten nicht vor. Mit Abstand am häufigsten konnten Beiträge über *T. gondii* bei der Familie der Katzen (Felidae) gefunden werden, konkret 16, was genau ein Drittel aller Artikel über dieses Protozoon ausmacht. Bei dieser Familie gab es auch die größte Diversität an verschiedenen Arten, so konnten in den Konferenzberichten Beiträge zu *T. gondii* bei 13 unterschiedlichen Spezies aus der Familie der Felidae gefunden werden. Die am häufigsten vorkommende Tierspezies war der Manul (*Otocolobus manul*) mit sechs Erwähnungen. Auffällig ist, dass ansonsten keine Fokussierung auf bestimmte Tierarten festzustellen war, sondern die meisten jeweils nur in einem Bericht vorkamen. Neben den Katzen kamen nur die Familie der Hornträger (Bovidae), der Hunde (Canidae), der Kängurus (Macropodidae), der Kapuzinerartigen (Cebidae) und der Mangusten (Herpestidae) mehr als zweimal in Artikeln über Toxoplasmen vor.

Tabelle 2: Vorkommen der verschiedenen Tierfamilien/-arten in den Beiträgen zu *Toxoplasma gondii* (Systematik nach Álvarez-Carretero et al. 2022 (23)).

Wirtsspezies – Familie und Art	Anzahl der Beiträge zu <i>Toxoplasma gondii</i>	Referenzen <sup>1</sup>
<b>VÖGEL (AVES)</b>		
<b>Gänsevögel (Anseriformes)</b>		
Entenvögel (Anatidae)	2 <sup>2</sup>	6, 21
Coscorobaschwan ( <i>Coscoroba coscoroba</i> )	1	21
Höckerschwan ( <i>Cyngus olor</i> )	1	6
Paradiesgans ( <i>Tadorna variegata</i> )	1	21
<b>Greifvögel (Accipitriformes)</b>		
Habichtartige (Accipitridae)	1	21
Steppenadler ( <i>Aquila nipalensis</i> )	1	21
Weißkopfseeadler ( <i>Haliaeetus leucocephalus</i> )	1	21
<b>Papageien (Psittaciformes)</b>		
Altweltpapageien (Psittaculidae)	1	21
Allfarblori ( <i>Trichoglossus haematodus</i> )	1	21
<b>Pinguine (Sphenisciformes)</b>		
Pinguine (Spheniscidae)	1	33
Brillenpinguin ( <i>Spheniscus demersus</i> )	1	33
<b>Taubenvögel (Columbiformes)</b>		
Tauben (Columbidae)	2	16, 45
Rotbrust-Krontaube ( <i>Goura scheepmakeri sclaterii</i> )	1	45
Stadttaube ( <i>Columba livia f. domestica</i> )	1	16
<b>SÄUGETIERE (MAMMALIA)</b>		
<b>BEUTELTIERE (MARSUPIALIA)</b>		
Beuteltaschen (Didelphidae)	1	15
Nordopossum ( <i>Didelphis virginiana</i> )	1	15
Kängurus (Macropodidae)	3	14, 21, 41
Parmawallaby ( <i>Macropus parma</i> )	1	41
Rotes Riesenkänguru ( <i>Macropus rufus</i> )	2	14, 21
Rotnacktenwallaby ( <i>Macropus rufogriseus</i> )	1	21
<b>HÖHERE SÄUGETIERE (PLACENTALIA)</b>		
<b>ÜBERORDNUNG AFROTHERIA</b>		
Elefanten (Elephantidae)	1	21
Afrikanischer Elefant ( <i>Loxodonta africana</i> )	1	21
Asiatischer Elefant ( <i>Elephas maximus</i> )	1	21
Orycteropodidae	1	21
Erdferkel ( <i>Orycteropus afer</i> )	1	21

<sup>1</sup> Die Referenzen beziehen sich auf Tabelle I im Anhang.

<sup>2</sup> In machen Beiträgen kamen mehrere Tierarten einer Familie vor, deswegen stimmt die Anzahl der Beiträge über die Tierfamilie nicht immer mit der Summe jener über die Arten überein.

Wirtsspezies – Familie und Art	Anzahl der Beiträge zu <i>Toxoplasma gondii</i>	Referenzen <sup>1</sup>
Schliefer (Proculiidae)	1	21
Klippschliefer ( <i>Procavia capensis</i> )	1	21
<b>ÜBERORDNUNG EUARCHONTOGLIRES</b>		
<b>Nagetiere (Rodentia)</b>		
Biber (Castoridae)	1	10
Europäischer Biber ( <i>Castor fiber</i> )	1	10
Hörnchen (Sciuridae)	1	24
Alpenmurmeltier ( <i>Marmota marmota</i> )	1	24
Langschwanzmäuse (Muridae)	2	6, 16
Brandmaus ( <i>Apodemus agrarius</i> )	1	6
Gelbhalsmaus ( <i>Apodemus flavicollis</i> )	1	6
Hausmaus ( <i>Mus musculus</i> )	1	6
Hausratte ( <i>Rattus rattus</i> )	1	16
Labormaus ( <i>Mus musculus</i> var. <i>alba</i> )	1	6
Wanderratte ( <i>Rattus norvegicus</i> )	1	16
Meerschweinchen (Caviidae)	2	14, 21
Großer Mara ( <i>Dolichotis patagonum</i> )	2	14, 21
Springhasen (Pedetidae)	1	21
Südafrikanischer Springhase ( <i>Pedetes capensis</i> )	1	21
<b>Primaten (Primates)</b>		
Gewöhnliche Makis (Lemuridae)	1	37
Katta ( <i>Lemur catta</i> )	1	37
Gibbons (Hylobatidae)	1	9
Weißhandgibbon ( <i>Hylobates lar</i> )	1	9
Kapuzinerartige (Cebidae)	5	4, 8, 35, 46, 48
Bolivianischer Totenkopffaffe ( <i>Saimiri boliviensis</i> )	1	48
Gattung Totenkopffaffen ( <i>Saimiri</i> )	1	4
Gelbbrust-Kapuziner ( <i>Sapajus xanthosternus</i> )	1	8
Guyana-Totenkopffaffe ( <i>Saimiri sciureus</i> )	2	35, 46
Klammerschwanzaffen (Atelidae)	1	23
Schwarzer Brüllaffe ( <i>Alouatta caraya</i> )	1	23
Krallenaffen (Callitrichidae)	2	23, 38
Goldkopflöwenäffchen ( <i>Leontopithecus chrysomelas</i> )	1	38
Schwarzbüschelaffe ( <i>Callithrix penicillata</i> )	1	23
Menschenaffen (Hominidae)	2	17, 21
Sumatra-Orang-Utan ( <i>Pongo abelii</i> )	1	21

Wirtsspezies – Familie und Art	Anzahl der Beiträge zu <i>Toxoplasma gondii</i>	Referenzen <sup>1</sup>
<b>ÜBERORDNUNG LAURASIATHERIA</b>		
<b>Unpaarhufer (Perissodactyla)</b>		
Nashörner (Rhinocerotidae)	1	21
Breitmaulnashorn ( <i>Ceratotherium simum</i> )	1	21
Panzernashorn ( <i>Rhinoceros unicornis</i> )	1	21
Pferde (Equidae)	1	21
Asiatischer Esel ( <i>Equus hemionus</i> )	1	21
Kiang ( <i>Equus kiang</i> )	1	21
Przewalski-Pferd ( <i>Equus przewalskii</i> )	1	21
Untergattung Zebras ( <i>Hippotigris</i> )	1	21
<b>Paarhufer (Artiodactyla)</b>		
Echte Schweine (Suidae)	1	21
Wildschwein ( <i>Sus scrofa</i> )	1	21
Giraffenartige (Giraffidae)	1	21
Nord-Giraffe ( <i>Giraffa camelopardalis</i> )	1	21
Hirsche (Cervidae)	2	17, 21
Davidshirsch ( <i>Elaphurus davidianus</i> )	1	21
Elch ( <i>Alces alces</i> )	1	21
Rothirsch ( <i>Cervus elaphus</i> )	1	21
Hornträger (Bovidae)	4	17, 21, 34, 43
Amerikanischer Bison ( <i>Bison bison</i> )	1	21
Himalaya-Tahr ( <i>Hemitragus jemlahicus</i> )	1	21
Kasachische Saiga ( <i>Saiga tatarica tatarica</i> )	1	43
Mähnenspringer ( <i>Ammotragus lervia</i> )	1	34
Rappenantilope ( <i>Hippotragus niger</i> )	1	21
Sitatunga ( <i>Tragelaphus spekii</i> )	1	21
Westkaukasischer Steinbock ( <i>Capra caucasica</i> )	1	21
Kamele (Camelidae)	2	17, 21
Alpaka ( <i>Vicugna pacos</i> )	1	21
Trampeltier ( <i>Camelus ferus</i> )	1	21
Unterordnung Wiederkäuer (Ruminantia)	1	39
<b>Wale (Cetacea)</b>		
Furchenwale (Balaenopteridae)	1	25
Finnwal ( <i>Balaenoptera physalus</i> )	1	25
<b>Raubtiere (Carnivora)</b>		
Bären (Ursidae)	2	26, 31
Braunbär ( <i>Ursus arctos</i> )	1	31
Kragenbär ( <i>Ursus thibetanus</i> )	1	26

Wirtsspezies – Familie und Art	Anzahl der Beiträge zu <i>Toxoplasma gondii</i>	Referenzen <sup>1</sup>
Hunde (Canidae)	5	5, 12, 13, 21, 44
Afrikanischer Wildhund ( <i>Lycaon pictus</i> )	1	44
Eurasischer Wolf ( <i>Canis lupus lupus</i> )	1	21
Fennek ( <i>Vulpes zerda</i> )	2	13, 21
Haushund ( <i>Canis lupus familiaris</i> )	1	5
Mähnenwolf ( <i>Chrysocyon brachyurus</i> )	2	21, 44
Hundsrobben (Phocidae)	1	47
Hawaii-Mönchsrobbe ( <i>Monachus schauinslandi</i> )	1	47
Katzen (Felidae)	16	2, 3, 11, 17, 18, 19, 21, 26, 28, 29, 32, 33, 36, 40, 42, 44
Eurasischer Luchs ( <i>Lynx lynx</i> )	2	3, 44
Europäische Wildkatze ( <i>Felis silvestris</i> )	1	2
Gepard ( <i>Acinonyx jubatus</i> )	1	36
Kleinfleckkatze ( <i>Leopardus geoffroyi</i> )	1	11
Langschwanzkatze ( <i>Leopardus wiedii</i> )	1	11
Leopard ( <i>Panthera pardus</i> )	3	21, 26, 44
Löwe ( <i>Panthera leo</i> )	3	17, 21, 26
Manul ( <i>Otocolobus manul</i> )	6	11, 18, 19, 28, 33, 40
Ozelot ( <i>Leopardus pardalis</i> )	1	21
Rostkatze ( <i>Prionailurus rubiginosus</i> )	1	11
Sandkatze ( <i>Felis margarita</i> )	1	32
Schneeleopard ( <i>Unica uncia</i> )	3	28, 29, 42
Tiger ( <i>Panthera tigris</i> )	4	17, 21, 26, 44
Katzenbären (Ailuridae)	1	21
Westlicher Kleiner Panda ( <i>Ailurus fulgens</i> )	1	21
Kleinbären (Procyonidae)	1	15
Waschbär ( <i>Procyon lotor</i> )	1	15
Mangusten (Herpestidae)	3	1, 20, 30
Erdmännchen ( <i>Suricata suricatta</i> )	3	1, 20, 30
Marder (Mustelidae)	1	7
Kalifornischer Seeotter ( <i>Enhydra lutris nereis</i> )	1	7

Die 48 Beiträge über *T. gondii* wurden von 52 verschiedenen Autor:innen verfasst, die größere Anzahl an Autor:innen ist dadurch zu begründen, dass manche Beiträge von zwei Wissenschaftler:innen erstellt wurden. Nur zwei Personen verfassten jeweils zwei Artikel über diesen Parasiten. Die Verfasser:innen der Beiträge zu *T. gondii* kamen aus 22 verschiedenen Ländern, wobei die Schweiz mit sechs Artikeln am häufigsten vertreten war. Genauso wie bei der Gesamtheit aller parasitologischen Beiträge stammten auch jene über *T. gondii* zu einer

großen Mehrheit, konkret 75,0 %, aus Europa. An zweiter Stelle der Kontinente lag wiederum Nordamerika mit 10,4 %, gefolgt von Asien (8,3 %), Südamerika (6,3 %) und Australien (2,1 %). Aus Afrika wurden keine Artikel über diesen Parasiten beigesteuert.

Zweiundzwanzig Beiträge über *T. gondii* stellten präskriptive Studien dar, fünfmal wurde dieser Parasit im Rahmen einer retrospektiven Studie erforscht und viermal im Rahmen eines Reviews. Außerdem konnten in den Konferenzberichten 15 Fallberichte zu diesem Protozoon gefunden werden und auch jeweils eine Reihenuntersuchung sowie ein Vortrag befassten sich gezielt mit *T. gondii*.

In den meisten Beiträgen wurden die angewendeten Diagnostikmethoden für *T. gondii* festgehalten. Die größte Bedeutung hatte diesbezüglich die Serologie, von der 24-mal berichtet wurde, gefolgt von der Sektion, der Histopathologie, der Immunhistochemie und der qPCR. In vier Fällen wurde eine Genotypisierung und jeweils einmal eine Sequenzanalyse und eine Zytologie durchgeführt (Tab. 3).

Tabelle 3: In den Konferenzberichten erwähnte Diagnostikmethoden für *Toxoplasma gondii*.

Diagnostikmethode	Anzahl der Beiträge zu <i>Toxoplasma gondii</i>	Referenzen <sup>3</sup>
Genotypisierung	4	3, 6, 7, 19
Histopathologie	14	1, 13, 14, 19, 30, 32, 33, 35, 37, 40, 42, 43, 45, 48
Immunhistochemie	12	13, 14, 24, 25, 30, 32, 33, 37, 42, 43, 45, 48
Sektion	17	2, 7, 13, 14, 19, 20, 30, 32, 33, 35, 37, 40, 41, 42, 43, 45, 48
qPCR	11	2, 3, 6, 12, 13, 19, 20, 24, 25, 26, 30
Sequenzanalyse	1	24
Serologie	24	1, 5, 6, 10, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 26, 31, 32, 34, 36, 39, 40, 41, 42, 44, 47
<i>Agglutinationstest (inkl. LAT und MAT)</i>	7	10, 16, 21, 34, 39, 40, 47
<i>ELISA</i>	3	10, 26, 39
<i>Immunfluoreszenz (IFAT)</i>	6	11, 17, 19, 20, 40, 44
<i>Immunoblot</i>	1	11
Zytologie	1	37

<sup>3</sup> Die Referenzen beziehen sich auf Tabelle I im Anhang.

Deutlich weniger häufig wurden in den Konferenzberichten Therapiemöglichkeiten für *T. gondii* beschrieben. Dreimal wurde das Antibiotikum Clindamycin angewendet und jeweils zweimal eine Kombination des Antiparasitikums Pyrimethamin mit dem Antibiotikum Sulfamethoxazol/Trimethoprim sowie das Antiparasitikum Toltrazuril (Tab. 4).

Tabelle 4: In den Konferenzberichten erwähnte Behandlungsmethoden für *Toxoplasma gondii*.

Behandlungsmethode	Anzahl der Beiträge zu <i>Toxoplasma gondii</i>	Referenzen <sup>4</sup>
Clindamycin	3	1, 32, 40
Pyrimethamin und Sulfamethoxazol/Trimethoprim	2	35, 46
Toltrazuril	2	33, 40

Ein Auszug aus der Excel-Tabelle mit der Auflistung aller analysierten Beiträge aus den Konferenzberichten zu *Toxoplasma gondii* nach dem im Kapitel 2.2 beschriebenen Schema ist im Anhang zu finden (Tab. I).

<sup>4</sup> Die Referenzen beziehen sich auf Tabelle I im Anhang.



#### 4. Diskussion

Im Rahmen der vorliegenden Diplomarbeit sollte die Bedeutung der Parasitologie in der Zootiermedizin anhand des Vorkommens parasitologischer Beiträge in den Konferenzberichten der EAZWV und ihrer Vorgängerinstitutionen analysiert werden. Insgesamt konnten 444 Artikel zu Parasiten in den Tagungsbänden gefunden werden, dies entspricht 16,5 % der Gesamtzahl an Beiträgen und 35,8 % der Beiträge über Infektionskrankheiten. Auffallend war generell der mit 46,2 % recht geringe Anteil an Themen infektiöser Genese, spielen Infektionserreger doch eine bedeutende Rolle im Bereich der Arterhaltung (24), die eines der vier wichtigsten Ziele moderner Zoos darstellt (1). Der geringe Fokus auf Infektionskrankheiten in der Forschung zoologischer Einrichtungen zeigte sich jedoch auch bei einer anderen Diplomarbeit, die die wissenschaftlichen Schwerpunkte von Zoos im deutschsprachigen Raum von 2000 bis 2020 mittels Literaturrecherche in PubMed und Scopus analysierte. Dabei handelten insgesamt 28 % der gefundenen Studien über infektiöse Erkrankungen, wobei der Anteil je nach Tiergarten zwischen 9 % und 51 % schwankte, wenngleich nur drei Zoos analysiert wurden. Mit 68 % waren bei dieser Auswertung die Viren die vorherrschenden Infektionserreger (25). Dies steht im Gegensatz zu der hier vorliegenden Auswertung der Konferenzberichte der EAZWV, bei der die meisten Beiträge zu Infektionskrankheiten Bakterien behandelten (47,2 %), Viren lagen dabei noch hinter Parasiten (35,8 %) nur an dritter Stelle (29,9 %). Die aufgestellte Hypothese, dass keine umfangreichen Beiträge zu parasitären Erkrankungen bei Zootieren in den Konferenzberichten zu finden sind, lässt sich somit nicht bestätigen. Zwar ist der Anteil an parasitologischen Beiträgen an der Gesamtanzahl recht gering, dies ist aber auf den generellen geringen Anteil an Themen infektiöser Genese zurückzuführen. Betrachtet man jedoch den Anteil der Parasiten innerhalb der behandelten Infektionserreger, so nehmen sie mit über einem Drittel doch eine bedeutende Stellung ein.

Innerhalb der Parasiten konnten die meisten Beiträge zu Helminthen in den Konferenzberichten gefunden werden (49,3 %), dicht gefolgt von jenen zu Protozoen (48,6 %). Auch Murnik et al. fanden in ihrer Studie mehr Helminthen als Protozoen (2), was mit den Untersuchungen von Dhakal et al., Mir et al., Fagiolini et al. und Lim et al. übereinstimmt (5, 8, 26, 27). Dem gegenüber stehen jedoch die Studien von Kamel und Abdel-Latef sowie Pérez Cordón et al., bei denen Protozoen überwogen (28, 29). Die Unterschiede im Vorkommen verschiedener Parasitengruppen kann auf unterschiedliche klimatische, saisonale und geographische Bedingungen sowie Haltungsbedingungen in den untersuchten Tiergärten

zurückzuführen sein (28). In vielen Fällen wird auch von einer Koinfektion von Protozoen und Helminthen berichtet (26). Generell werden bei Zootieren vor allem jene Parasiten nachgewiesen, die einen direkten Lebenszyklus ohne Zwischenwirt aufweisen, was ihre Übertragung auf engem Raum erleichtert. Ebenso tragen eine hohe Tenazität der ausgeschiedenen Stadien in der Umwelt, geringe minimale Infektionsdosen und kurze Präpatenzzeiten zu einer leichteren Infektion bei Zootieren bei (2). Aus diesem Grund werden bei parasitologischen Studien in zoologischen Einrichtungen vermehrt bzw. ausschließlich Helminthen aus dem Stamm der Nematoden nachgewiesen. Cestoden und Trematoden kommen hingegen kaum vor, da für deren Übertragung Zwischenwirte notwendig sind, die in Tiergärten selten vorhanden sind (5, 26). Dies erklärt auch den deutlichen Überhang an Beiträgen zu Nematoden in den Tagungsbänden der EAZWV im Vergleich zu jenen über Cestoden oder Trematoden. Besonders häufig werden bei Zootieren Kokzidien, Strongylyden und Askariden nachgewiesen, wobei positive Ergebnisse vor allem bei Paarhufern (Artiodactyla), Unpaarhufern (Perissodactyla) und Raubtieren (Carnivora) auftreten. Genauso kommen diese Parasiten auch bei den domestizierten Verwandten dieser Tiergruppen, wie Rindern, Schafen, Ziegen, Pferden, Eseln, Hunden oder Katzen, vor (2). Insbesondere bei Wiederkäuern ist beschrieben, dass die Empfänglichkeit für dieselben Parasitenspezies mit der phylogenetischen Verwandtschaft der Tiere korreliert (30). Als Eintragsquellen für Parasiten in zoologischen Einrichtungen fungieren kontaminierte Futtermittel und in seltenen Fällen Zwischenwirte, wie Schnecken, Insekten und Nagetiere (5), aber auch Mitarbeiter:innen, die die Erreger über die Kleidung, Hände oder Arbeitsgeräte übertragen können. Aus diesem Grund wird dem Hygienemanagement eine große Bedeutung bei der Vorbeugung parasitärer Infektionen in Zoos beigemessen (26), allen voran da Zootiere auch zoonotische Parasiten ausscheiden können, wie beispielsweise *T. gondii* oder *Giardia* spp. (2).

Studien, die das Vorkommen von parasitären Erregern in zoologischen Einrichtungen erforschen, tragen somit dazu bei, ein besseres Verständnis über die Parasitenfauna von Zootieren zu erlangen und die Ausbreitung parasitärer Erkrankungen innerhalb der Tiere und auch die Übertragung auf den Menschen zu verhindern (27). Parasitologische Untersuchungen von Zootieren werden zumeist in Zusammenhang mit allgemeinen Gesundheitschecks, vor Transporten zu anderen Zoos, beim Auftreten von Symptomen oder im Rahmen der Sektion durchgeführt (2). Sowohl in den Konferenzberichten der EAZWV als auch im Rahmen der Literaturrecherche fällt jedoch auf, dass die meisten Studien

hauptsächlich oder ausschließlich Säugetiere behandeln. Nur wenige Studien befassen sich mit der Prävalenz von parasitären Infektionen bei Vögeln in zoologischen Einrichtungen (9, 31–33) und das, obwohl gastrointestinale Parasiten ein großes Gesundheitsproblem von in Menschenhand gehaltenen Wildvogelspezies darstellen können. Ein regelmäßiges Überwachungsprogramm dieser Erreger mit korrekter Diagnosestellung, wirksamer Behandlung und Prophylaxe kann aber auch bei diesen Tieren zu einer Verbesserung des Gesundheitsstatus führen (32). Auffallend bei der Analyse der Konferenzberichte der EAZWV war, dass trotz des generellen geringen Anteils an Beiträgen zu Vögeln das Verhältnis parasitologischer Beiträge an der Gesamtzahl bei dieser Tierklasse höher war im Gegensatz zu allen anderen Klassen. Dies unterstreicht somit die doch recht große Bedeutung der Parasitologie in der Vogelmedizin. Deutlich seltener wird hingegen die Parasitenfauna bei Reptilien, Amphibien und Fischen in zoologischen Einrichtungen erforscht, was sich auch an der Anzahl der Erwähnungen dieser Tierklassen in den Tagungsbänden der EAZWV widerspiegelt. In Zukunft wäre es also wünschenswert, wenn der Fokus parasitologischer Studien nicht ausschließlich auf Säugetiere gelegt wird, sondern auch die anderen Tierklassen analysiert werden, um somit einen ganzheitlicheren Blick auf das Vorkommen von Parasiten in zoologischen Einrichtungen zu bekommen. Die Studie von Murnik et al. bietet dafür ein positives Beispiel, da sie sich mit der Prävalenz parasitärer Infektionen bei Säugetieren, Vögeln, Reptilien, Amphibien, Fischen und auch Wirbellosen befasste (2).

Mit Abstand die meisten im Rahmen dieser Diplomarbeit analysierten parasitologischen Beiträge stammten aus Europa, was dadurch zu begründen ist, dass die Konferenzberichte einer europäischen Institution analysiert wurden. Dass Nordamerika die zweitmeisten Artikel stellte, ist durch die teilweise gemeinsame Organisation der Konferenz von der EAZWV und der nordamerikanischen AAZV zu erklären. Im Rahmen der Literaturrecherche konnten hingegen auch einige Beiträge aus Asien (5, 6, 26, 27) gefunden werden. Die Analyse der Berichte einer einzigen Organisation lassen somit keinen Schluss auf die Verteilung der Kontinente im Bereich der parasitologischen Forschung zu.

Mit 531 verschiedenen Parasitenspezies zeigte sich eine große Diversität an behandelten parasitären Erregern in den Konferenzberichten der EAZWV, wobei zu dem Protozoon *T. gondii* die meisten Beiträge gefunden werden konnten. In einer Studie von Da Barbosa et al. war ebenfalls ein Protozoon der am häufigsten nachgewiesene Parasit, jedoch war dies *Entamoeba histolytica* / *Entamoeba dispar* (7). Ein ähnliches Ergebnis zeigte sich auch bei Pérez Córdón et al., bei denen Amöben und Kokzidien, genauer gesagt *Entamoeba* spp. und

*Eimeria* spp., die höchste Prävalenz innerhalb der Zootierpopulation aufwiesen (29). Kokzidien waren auch jene Parasiten, die bei den koproskopischen Untersuchungen von Murnik et al. am häufigsten nachgewiesen wurden. In dieser Studie zeigte sich jedoch, dass sich das Vorkommen verschiedener Parasitenarten je nach Tierordnung unterscheidet. So waren Kokzidien nur bei Paarhufern (Artiodactyla) und Beuteltieren (Marsupialia) die vorherrschenden Erreger. Bei Unpaarhufern (Perissodactyla) überwogen Strongyliden, bei Raubtieren (Carnivora) Askariden, bei Nagetieren (Rodentia) Oxyuriden und bei Primaten (Primates) die Nematodengattung *Trichuris*. Bei Reptilien kamen vor allem Oxyuriden vor, bei Amphibien Strongyliden und bei Fischen Ziliaten. Besonderer Bedeutung wurde in dieser Studie aber auch dem in der vorliegenden Diplomarbeit schwerpunktmäßig analysierten Protozoon *T. gondii* beigemessen (2). Eine besonders groß angelegte Studie, die diesen Parasiten behandelte, wurde von Denk et al. durchgeführt. Retrospektiv wurden dabei post-mortem Untersuchungen, bei denen *T. gondii* nachgewiesen werden konnte, analysiert. Es wurden hauptsächlich Fälle von Säugetieren (97 %) analysiert und nur wenige von Vögeln (3 %) (34). Dies ähnelt in etwa dem Verhältnis, welches bei den Konferenzberichten der EAZWV auftrat, so waren dabei 89,2 % der behandelten Spezies bezüglich *T. gondii* Säugetiere und nur 10,8 % Vögel. Denk et al. konnten Fälle dieses Protozoons vor allem bei Manuls, Erdmännchen, Kattas und Gewöhnlichen Totenkopffaffen finden (34). Dies passt zu den Ergebnissen aus der Analyse der Tagungsbände der EAZWV, bei denen der Manul als Wirt von *T. gondii* überrepräsentiert war, aber auch die Erdmännchen und Totenkopffaffen zählten zu den am häufigsten erwähnten Tieren in Bezug auf diesen Parasiten. Die mit Abstand am häufigsten behandelte Tierfamilie in den Konferenzberichten bezüglich *T. gondii* stellten die Katzen (Felidae) dar, was auf die Tatsache zurückzuführen sein wird, dass diese Tiere die einzigen Endwirte für diesen Parasiten sind und neben dem serologischen Nachweis einer Infektion die Ausscheidung von Oozysten im Kot patent infizierter Katzenartiger nachgewiesen werden kann (10). Wildkatzen sind *T. gondii* in zoologischen Einrichtungen generell sehr häufig ausgesetzt, so konnte eine serologische Studie in europäischen Tiergärten eine Prävalenz von 63,0 % nachweisen (17). In anderen Studien lag die Positivrate bei in Zoos gehaltenen Feliden mit 57,8 % bzw. 70 % in einem ähnlich hohen Bereich (19, 35). Die durchschnittliche Seroprävalenz von domestizierten Katzen liegt hingegen zwischen 18 % und 61 %, wobei streunende Katzen im ländlichen Raum höhere Prävalenzen aufweisen als reine Wohnungskatzen (10). Besonders häufig konnte der Erreger in der Studie von Lucht et al. innerhalb der Familie der Felidae bei Manuls und Rostkatzen gefunden werden (17). Bei ersteren wird Immundefizienz inklusive einer eventuellen genetischen Komponente als Grund

für die hohe Empfänglichkeit dieser Spezies für *T. gondii* angenommen (36). Nahezu alle adulten Manuls nordamerikanischer Zoos sind seropositiv für *T. gondii*, jedoch bleiben diese oftmals symptomlos. Aufgrund fehlender maternaler Immunantwort seropositiver Weibchen ist die neonatale Mortalität bei den Jungen nach einer diaplazentaren Infektion hingegen besonders hoch. Dies hat negative Auswirkungen auf die Zucht dieser Tiere in zoologischen Einrichtungen (37). Es ist also nicht verwunderlich, dass *T. gondii* gerade bei dieser Tierart in den Konferenzberichten der EAZWV vermehrt behandelt wurde. Von den sechs Erwähnungen des Manuls in Beiträgen über dieses Protozoon behandelten drei Artikel ausschließlich diese Tierart. So analysierten Naidenko et al. die Seroprävalenz verschiedener Pathogene bei einer wildlebenden Population dieser Katzenspezies in ihrem Verbreitungsgebiet, im östlichen Russland. Dabei konnten 13 % der Manuls positiv auf *T. gondii* getestet werden, ebenso wurde der Erreger bei Hauskatzen und Nagetieren in dieser Region nachgewiesen (38)<sup>5</sup>. Diese Ergebnisse stimmen mit jenen von Brown et al. überein, die deutlich niedrigere Seroprävalenzen bei in der Wildbahn lebenden Tieren nachweisen konnten im Vergleich zu ihren in Zoos gehaltenen Verwandten (37). Es wird angenommen, dass die klimatischen Bedingungen im natürlichen Lebensraum der Manuls dazu führen, dass die Überlebensfähigkeit der Oozysten des Protozoons herabgesetzt ist und somit die Tiere in der Wildbahn seltener dem Erreger ausgesetzt sind (17). Eine weitere Studie, die in den Tagungsbänden der EAWZV publiziert wurde und sich mit Toxoplasmose bei Manuls befasste, war jene von Bártová et al. Diese führten eine Sektion aller verstorbenen Manuls aus vier tschechischen Zoos durch, wobei in acht von zwölf Fällen *T. gondii* nachgewiesen werden konnte. Mittels anschließender Genotypisierung konnten alle Isolate des Erregers dem Genotyp II zugeordnet werden (39)<sup>6</sup>. Dieser ist zwar der in Europa vorherrschende Genotyp, gilt aber grundsätzlich als nicht so pathogen wie Isolate des Typ I (40). Insgesamt wurde in den Tagungsbänden der EAZWV viermal von einer Genotypisierung von *T. gondii* berichtet und in allen Fällen war Genotyp II vorherrschend. Die untersuchten Tierspezies waren dabei neben dem Manul (*Otocolobus manul*) der Kalifornische Seeotter (*Enhydra lutris nereis*), der Höckerschwan (*Cygnus olor*) und der Eurasische Luchs (*Lynx lynx*) (15, 39, 41, 42)<sup>7</sup>. Der dritte Artikel aus den Konferenzberichten der EAZWV, welcher sich mit einer Toxoplasmen-Infektion bei Manuls beschäftigte, war jener von Zenker et al.<sup>8</sup>, welcher anschließend unter einem

---

<sup>5</sup> siehe auch Referenz 18 in Tabelle I

<sup>6</sup> siehe auch Referenz 19 in Tabelle I

<sup>7</sup> siehe auch Referenzen 3, 6, 7 und 19 in Tabelle I

<sup>8</sup> siehe auch Referenz 40 in Tabelle I

anderen Erstautor publiziert wurde (43). Er befasste sich mit Fällen neonataler Mortalität bei dieser Katzenspezies in Folge einer Toxoplasmose im Tiergarten Schönbrunn. Aufgrund dessen wurden drei Methoden ausgetestet, die das Ausbrechen dieser Erkrankung bei Manuls im Zoo verhindern sollten. Dabei erwies sich einzig die orale Applikation von Clindamycin für 15 Wochen als wirksame Maßnahme zur Erhöhung der Überlebensrate bei einer neonatalen Toxoplasmose. Wichtig dabei ist der richtige Zeitpunkt der Verabreichung des Medikaments. Die Therapie mit Clindamycin muss begonnen werden, wenn die Jungtiere anfangen, Mäuse zu fressen und bevor die maternale Immunität ihr Minimum erreicht hat. Die Wirksamkeit dieser Therapie konnte auch in einer späteren Studie bestätigt werden (44).

Auffallend ist, dass in den Konferenzberichten nur eine Studie zu einer Toxoplasmen-Infektion beim Kalifornischen Seeotter (*Enhydra lutris nereis*) zu finden war, ist diese Tierart doch häufig mit diesem Protozoon infiziert (15). Eine Encephalitis infolge einer Infektion mit *T. gondii* war die primäre Todesursache in 16,2 % der untersuchten Seeotter in einer Studie von Kreuder et al. (45). Da die typischen Zwischenwirte des Erregers grundsätzlich nicht zur bevorzugten Beute der Seeotter zählen, wird angenommen, dass die Infektion dieser Tiere vor allem über die Aufnahme von Oozysten aus mit infiziertem Katzenkot kontaminierten Süßwasserabflüssen in den Küstenregionen erfolgt (46). Die besondere Resistenz der Oozystenwand ermöglicht die Verbreitung von *T. gondii* in Wassereinzugsgebieten, wodurch es auch zu hohen Seroprävalenzen bei marinen Säugetieren kommt. Neben Seeottern ist eine klinische Toxoplasmose auch bei Walen, Robben, Walrossen und Seekühen beschrieben (47).

Die umfangreichste Studie zu *T. gondii*, die in den Konferenzberichten der EAZWV publiziert wurde, stammte von Slezaková et al. Insgesamt wurden dabei 747 Serumproben klinisch gesunder Tiere (688 Säugetiere und 59 Vögel) untersucht, wovon 250 (33,5 %) positiv getestet wurden. Die Seroprävalenz aller analysierten Vögel lag dabei bei 8,5 % und jene der Säugetiere bei 35,6 %, wobei die meisten Antikörper bei Katzen, Hunden und Hirschen gefunden werden konnten (48)<sup>9</sup>. Auf dieser Studie aufbauend wurden die Untersuchungen vier Jahre später in noch größerem Umfang von Bártová et al. veröffentlicht. Die Anzahl getesteter Tiere lag hierbei bei 1043 (969 Säugetiere und 74 Vögel). Während die Seroprävalenz der Säugetiere mit 33 % in einem ähnlichen Bereich lag, war jene der Vögel mit 27 % deutlich höher im Vergleich zu den Ergebnissen der Vorgängerstudie. Erwähnenswert ist auch die mit 83,3 % sehr hohe Positivrate innerhalb der Bären (35), wurde dieser Tierfamilie in der Studie von Slezaková et al. schließlich noch keine Bedeutung beigemessen. Grundsätzlich lässt sich

---

<sup>9</sup> siehe auch Referenz 21 in Tabelle I

durch diese Studien jedoch ein guter Überblick über das Vorkommen des Protozoons *T. gondii* bei den einzelnen Tierarten gewinnen.

Die hauptsächlich beschriebene Diagnostikmethode für *T. gondii* in den Konferenzberichten der EAZWV stellte die Serologie dar. Diese wurde auch in einem Großteil weiterer Studien angewendet (17, 19, 20, 35, 49). Bártová et al. und Liu et al. wendeten außerdem auch molekulare Methoden, wie die PCR, zur Diagnose des Protozoons an (35, 50). Diese Methode wurde auch häufig in den Artikeln der EAZWV beschrieben. Am zweithäufigsten wurde *T. gondii* in den Tagungsbänden hingegen im Rahmen einer Sektion nachgewiesen. Daran lässt sich die große Bedeutung dieses Erregers für die Zootiermedizin erkennen, endet eine Toxoplasmose bei Zootieren doch immer wieder tödlich. Es ist jedoch anzumerken, dass nicht in allen analysierten Fällen *T. gondii* für den Tod der Tiere verantwortlich war, manchmal stellte das Auffinden des Erregers im Rahmen der Sektion einen Zufalls- oder Nebenfund dar. Insgesamt wurde in den Konferenzberichten von 16 Fällen einer tödlichen Toxoplasmose berichtet. Typische pathologische Läsionen einer Erkrankung mit diesem Protozoon sind Entzündungsreaktionen und Nekrosen in verschiedensten Organen. Um abzuwiegen, ob diese Läsionen auch ursächlich für den Tod der Tiere waren, sind jedoch auch Informationen zur Klinik, die Schwere der Entzündungen und die An- oder Abwesenheit von gleichzeitig auftretenden Pathologien zu berücksichtigen (34). Meist wurde eine Sektion mit einer anschließenden Histopathologie und/oder Immunhistochemie kombiniert. Diese Vorgehensweise wurde auch bei Denk et al. beschrieben, wobei der Nachweis charakteristischer runder bis halbmondförmiger, basophiler Tachyzoiten und/oder Gewebezysten, deren dünne Wand die länglichen Bradyzoiten umhüllt, hinweisend für eine Toxoplasmen-Infektion ist (34). Murnik et al. analysierten außerdem Kotproben mittels DNA-Extraktion auf das Vorkommen von *T. gondii*, konnten den Erreger jedoch nur in Organproben, wie Gehirn, Leber und Niere, nachweisen (2). Auch in den Konferenzberichten der EAZWV spielte der Nachweis des Protozoons aus dem Kot keine Rolle. Dies steht im Gegensatz zu üblichen Diagnostikmethoden bei Hauskatzen, bei denen Oozysten aus dem Kot nachgewiesen werden können. Es ist jedoch anzumerken, dass nicht alle infizierten Katzen Oozysten ausscheiden (10). Grundsätzlich sind es vor allem erstmalig infizierte Tiere, die die Infektionsstadien mit dem Kot ausscheiden, es treten aber auch vereinzelt Fälle von wiederholter Oozystenausscheidung auf. Begünstigend dafür sind vor allem wildlebende Katzen, die infizierte Beutetiere jagen und somit einer Vielzahl von Genotypen von *T. gondii* ausgesetzt sind (51). Insgesamt ist der Anteil jener Katzen, die Oozysten ausscheiden, jedoch

deutlich niedriger als der Anteil jener, die seropositiv getestet werden (10). Dies ist dadurch zu begründen, dass mittels Serologie nachgewiesen wird, ob eine Katze jemals Kontakt mit *T. gondii* gehabt hat, die Infektion kann jedoch bereits lange zurückliegen und es erfolgt keine Oozystenausscheidung mehr (18).

Die einzelnen Diagnostikmethoden sind demnach bezüglich ihrer Aussagekraft zu unterscheiden. Studien zu Seroprävalenzen von *T. gondii* in zoologischen Einrichtungen geben einen guten Überblick über die Verbreitung des Protozoons bei verschiedenen Tierspezies. Ein seropositiver Nachweis ist jedoch nicht bei allen Tierarten von gesundheitlicher Relevanz, verläuft eine Infektion mit dem Erreger doch, wie bereits erwähnt, häufig asymptomatisch. Mehr Augenmerk muss hingegen auf positive Nachweise von *T. gondii* bei besonders empfänglichen Tieren, allen voran dem Manul, gelegt werden, da eine Toxoplasmose bei diesen häufig tödlich verläuft. Es ist also nicht verwunderlich, dass bei diesen Tierspezies Erwähnungen einer Sektion in den Konferenzberichten überrepräsentiert sind. Bei Katzen ist auch der Nachweis von Oozysten aus dem Kot nicht zu vernachlässigen, wenngleich er nur in einem begrenzten Zeitraum einer Infektion möglich ist. Jedoch spielt die Ausscheidung von Oozysten eine bedeutende Rolle im Infektionsgeschehen von *T. gondii* sowohl in der Wildbahn als auch in Zoos.

Nur sechsmal wurden in den Tagungsbänden der EAZWV Behandlungsmethoden für *T. gondii* erwähnt. Auch die meisten Studien befassen sich ausschließlich mit der Diagnostik und nicht mit der Therapie des Erregers. Die bereits erwähnte Studie von Girling et al. über den Einsatz von Clindamycin bei Manuls bildet diesbezüglich eine Ausnahme (44). Grundsätzlich besteht das Problem, dass Medikamente, die für die Behandlung der Toxoplasmose bei Haustieren angewendet werden, bei Zootieren oft nicht wirksam sind. Dies wird beispielsweise bei Beuteltieren (Marsupialia) beschrieben (18). Die in den Artikeln aus den Konferenzberichten der EAZWV beschriebenen Therapiemöglichkeiten Clindamycin, Pyrimethamin und Sulfamethoxazol/Trimethoprim werden jedoch erfolgreich bei der Katze eingesetzt (10). Es besteht somit noch Forschungsbedarf, inwieweit diese Wirkstoffe auch bei den verschiedenen in Zoos gehaltenen Tierspezies für die Therapie der Toxoplasmose wirksam sind.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass *T. gondii* einen wichtigen und häufig untersuchten Parasiten im Bereich der Zootiermedizin darstellt. Die Analyse der Konferenzberichte der EAZWV ließ also anders als erwartet, doch einen Schluss auf bedeutende Parasitenspezies bei Zootieren zu. Um einen besseren Überblick über das Vorkommen parasitärer Erkrankungen in zoologischen Einrichtungen weltweit zu bekommen, ist jedoch eine genauere



Literaturrecherche unerlässlich, da die Tagungsbände der EAZWV hauptsächlich nur Studien aus Europa umfassen. Für zukünftige Untersuchungen wäre es wünschenswert, wenn der Fokus auf bisher weniger erforschte Tiergruppen gelegt wird, um auch von diesen ein umfassendes Bild über deren Parasitenfauna zu bekommen. Außerdem sollte der Erforschung von Therapiemöglichkeiten für parasitäre Erkrankungen bei Zootieren mehr Bedeutung beigemessen werden, somit könnte die Behandlung der Tiere in zoologischen Einrichtungen optimiert und der Gesundheitszustand des Bestandes verbessert werden.

## 5. Literaturverzeichnis

1. Rose PE, Riley LM. Expanding the role of the future zoo: wellbeing should become the fifth aim for modern zoos. *Frontiers in psychology* 2022; 13:1018722. doi: 10.3389/fpsyg.2022.1018722.
2. Murnik L-C, Schmäscke R, Bernhard A, Thielebein J, Eulenberger K, Barownick N et al. Parasitological examination results of zoo animals in Germany between 2012 and 2022. *Int J Parasitol Parasites Wildl* 2024; 24:100942. doi: 10.1016/j.ijppaw.2024.100942.
3. Cunningham AA, Daszak P, Wood JLN. One Health, emerging infectious diseases and wildlife: two decades of progress? *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2017; 372(1725). doi: 10.1098/rstb.2016.0167.
4. Matern B. Die parasitologische Überwachung der Zootiere. In: Göldenboth R, Klös H-G, Hrsg. *Krankheiten der Zoo- und Wildtiere*. Berlin: Blackwell-Wissenschafts-Verlag; 1995. S. 9–11.
5. Dhakal P, Sharma HP, Shah R, Thapa PJ, Pokheral CP. Copromicroscopic study of gastrointestinal parasites in captive mammals at Central Zoo, Lalitpur, Nepal. *Vet Med Sci* 2023; 9(1):457–64. doi: 10.1002/vms3.1039.
6. Sangpeng J, Eamudomkarn C, Hongsrirachan N, Artchayasawat A, Chaisongkram C, Ponsrila K et al. Prevalence of gastrointestinal parasites in captive mammals at Khon Kaen Zoo, Thailand. *Vet World* 2023; 16(12):2416–24. doi: 10.14202/vetworld.2023.2416-2424.
7. Da Barbosa AS, Pinheiro JL, Dos Santos CR, de Lima, CSCC, Dib LV, Echarte GV et al. Gastrointestinal parasites in captive animals at the Rio de Janeiro Zoo. *Acta Parasitol* 2020; 65(1):237–49. doi: 10.2478/s11686-019-00145-6.
8. Fagiolini M, Lia RP, Laricchiuta P, Cavicchio P, Mannella R, Cafarchia C et al. Gastrointestinal parasites in mammals of two Italian zoological gardens. *J Zoo Wildl Med* 2010; 41(4):662–70. doi: 10.1638/2010-0049.1.
9. Melo YJO, Ferraz HT, Saturnino KC, Silva TDP, Braga IA, Amaral AVC et al. Gastrointestinal parasites in captive and free-living wild birds in Goiania Zoo. *Braz J Biol* 2021; 82:e240386. doi: 10.1590/1519-6984.240386.
10. Deplazes P, Joachim A, Mathis A, Strube C, Taubert A, Samson-Himmelstjerna G von et al. *Parasitologie für die Tiermedizin*. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2021.

11. Moré G, Venturini MC, Pardini L, Unzaga JM. *Toxoplasma*. In: Florin-Christensen M, Schnittger L, Hrsg. Parasitic Protozoa of Farm Animals and Pets. Berlin: Springer; 2018. S. 149–168.
12. Dubey JP, Odening K. Toxoplasmosis and Related Infections. In: Samuel WM, Pybus MJ, Kocan AA, Hrsg. Parasitic Diseases of Wild Mammals. 2nd ed. London: Manson Publishing; 2001. S. 478–519.
13. Corrêa SHR, Camargo Passos E de. Wild Animals and Public Health. In: Fowler, Murray E, Cubas, Zalmir S, Hrsg. Biology, Medicine, and Surgery of South American Wild Animals. Ames: Iowa State University Press; 2001. S. 493–499.
14. Lindsay DS, Dubey JP. Toxoplasmosis in Wild and Domestic Animals. In: Weiss LM, Kim K, Hrsg. *Toxoplasma gondii*: The Model Apicomplexan - Perspectives and Methods. 2nd ed. London: Elsevier Ltd.; 2014. S. 194–217.
15. Shapiro K, VanWormer E, Packham A, Dodd E, Conrad PA, Miller M. Type X strains of *Toxoplasma gondii* are virulent for southern sea otters (*Enhydra lutris nereis*) and present in felids from nearby watersheds. Proc Biol Sci 2019; 286(1909):20191334. doi: 10.1098/rspb.2019.1334.
16. Bowmann DD, Hendrix CM, Lindsay DS, Barr SC. Feline Clinical Parasitology. Ames: Iowa State University Press; 2002.
17. Lücht M, Stagegaard J, Conraths FJ, Schares G. *Toxoplasma gondii* in small exotic felids from zoos in Europe and the Middle East: serological prevalence and risk factors. Parasit Vectors 2019; 12(1):449. doi: 10.1186/s13071-019-3706-2.
18. Dubey JP. Toxoplasmosis of Animals and Humans. 3. Aufl. Boca Raton: CRC Press; 2022.
19. Cano-Terriza D, Almería S, Caballero-Gómez J, Jiménez-Martín D, Castro-Scholten S, Dubey JP et al. Exposure to *Toxoplasma gondii* in zoo animals in Spain. Prev Vet Med 2020; 176:104930. doi: 10.1016/j.prevetmed.2020.104930.
20. Martins M, Urbani N, Flanagan C, Siebert U, Gross S, Dubey JP et al. Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* in pinnipeds under human care and in wild pinnipeds. Pathogens 2021; 10(11). doi: 10.3390/pathogens10111415.
21. Heidenreich M. Greifvögel: Krankheiten - Haltung - Zucht. 2. Aufl. Melsungen: Neumann-Neudamm; 2013.

22. Wieland B, Pantchev N. Praktische Parasitologie bei Heimtieren. 2. Aufl. Hannover: Slütersche; 2013.
23. Álvarez-Carretero S, Tamuri AU, Battini M, Nascimento FF, Carlisle E, Asher RJ et al. A species-level timeline of mammal evolution integrating phylogenomic data. *Nature* 2022; 602(7896):263–7. doi: 10.1038/s41586-021-04341-1.
24. Cleaveland S, Hess GR, Dobson AP, Laurenson MK, McCallum HI, Roberts MG et al. The role of pathogens in biological conservation. In: *The Ecology of Wildlife Diseases*: Oxford University Press; 2002.
25. Lutonsky C. Aktuelle wissenschaftliche Schwerpunkte in bedeutenden Zoos des deutschsprachigen Raumes [Diplomarbeit]. Wien: Veterinärmedizinische Universität Wien; 2021.
26. Mir AQ, Dua K, Singla LD, Sharma S, Singh MP. Prevalence of parasitic infection in captive wild animals in Bir Moti Bagh mini zoo (Deer Park), Patiala, Punjab. *Vet World* 2016; 9(6):540–3. doi: 10.14202/vetworld.2016.540-543.
27. Lim YAL, Ngui R, Shukri J, Rohela M, Mat Naim HR. Intestinal parasites in various animals at a zoo in Malaysia. *Vet Parasitol* 2008; 157(1-2):154–9. doi: 10.1016/j.vetpar.2008.07.015.
28. Kamel AA, Abdel-Latef GK. Prevalence of intestinal parasites with molecular detection and identification of *Giardia duodenalis* in fecal samples of mammals, birds and zookeepers at Beni-Suef Zoo, Egypt. *J Parasit Dis* 2021; 45(3):695–705. doi: 10.1007/s12639-020-01341-2.
29. Pérez Córdón G, Hitos Prados A, Romero D, Sánchez Moreno M, Pontes A, Osuna A et al. Intestinal parasitism in the animals of the zoological garden "Peña Escrita" (Almuñecar, Spain). *Vet Parasitol* 2008; 156(3-4):302–9. doi: 10.1016/j.vetpar.2008.05.023.
30. Winter J, Rehbein S, Joachim A. Transmission of helminths between species of ruminants in Austria appears more likely to occur than generally assumed. *Front Vet Sci* 2018; 5:30. doi: 10.3389/fvets.2018.00030.
31. Carrera-Játiva PD, Morgan ER, Barrows M, Wronski T. Gastrointestinal parasites in captive and free-ranging birds and potential cross-transmission in a zoo environment. *J Zoo Wildl Med* 2018; 49(1):116–28. doi: 10.1638/2016-0279R1.1.
32. Otegbade AC, Morenikeji OA. Gastrointestinal parasites of birds in zoological gardens in south-west Nigeria. *Trop Biomed* 2014; 31(1):54–62.

33. Papini R, Girivetto M, Marangi M, Mancianti F, Giangaspero A. Endoparasite infections in pet and zoo birds in Italy. *The Scientific World Journal* 2012; 2012:253127. doi: 10.1100/2012/253127.
34. Denk D, Neck S de, Khaliq S, Stidworthy MF. Toxoplasmosis in zoo animals: a retrospective pathology review of 126 cases. *Animals (Basel)* 2022; 12(5). doi: 10.3390/ani12050619.
35. Bárťová E, Lukášová R, Vodička R, Váhala J, Pavlačík L, Budíková M et al. Epizootological study on *Toxoplasma gondii* in zoo animals in the Czech Republic. *Acta Trop* 2018; 187:222–8. doi: 10.1016/j.actatropica.2018.08.005.
36. Ketz-Riley CJ, Ritchey JW, Hoover JP, Johnson CM, Barrie MT. Immunodeficiency associated with multiple concurrent infections in captive Pallas' cats (*Otocolobus manul*). *J Zoo Wildl Med* 2003; 34(3):239–45. doi: 10.1638/01-112.
37. Brown M, Lappin MR, Brown JL, Munkhtsog B, Swanson WF. Exploring the ecologic basis for extreme susceptibility of Pallas' cats (*Otocolobus manul*) to fatal toxoplasmosis. *J Wildl Dis* 2005; 41(4):691–700. doi: 10.7589/0090-3558-41.4.691.
38. Naidenko SV, Pavlova EV, Kirilyuk VE. Detection of seasonal weight loss and a serologic survey of potential pathogens in wild Pallas' cats (*Felis Otocolobus manul*) of the Daurian Steppe, Russia. *J Wildl Dis* 2014; 50(2):188–94. doi: 10.7589/2013-03-068.
39. Bárťová E, Sedlak K, Nagl I, Vodicka R, Ajzenberg D, Slezáková R. Genotypes of *Toxoplasma gondii* isolated from pallas' cats with fatal toxoplasmosis 2014.
40. Fernández-Escobar M, Schares G, Maksimov P, Joeres M, Ortega-Mora LM, Calero-Bernal R. *Toxoplasma gondii* genotyping: a closer look into Europe. *Front Cell Infect Microbiol* 2022; 12:842595. doi: 10.3389/fcimb.2022.842595.
41. Kvapil P, Račnik J, Kastelic M, Marková J, Murat J-B, Kobédová K et al. Biosurveillance of selected pathogens with zoonotic potential in a zoo. *Pathogens* 2021; 10(4). doi: 10.3390/pathogens10040428.
42. Scherrer P, Ryser-Degiorgis M-P, Marti IA, Borel S, Frey CF, Mueller N et al. Exploring the epidemiological role of the Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in the life cycle of *Toxoplasma gondii*. *Int J Parasitol Parasites Wildl* 2023; 21:1–10. doi: 10.1016/j.ijppaw.2023.03.005
43. Basso W, Edelhofer R, Zenker W, Möstl K, Kübber-Heiss A, Prosl H. Toxoplasmosis in Pallas' cats (*Otocolobus manul*) raised in captivity. *Parasitology* 2005; 130(Pt 3):293–9. doi: 10.1017/s0031182004006584.

44. Girling SJ, Pizzi R, Naylor AD, Richardson D, Richardson U, Harley J et al. Use of clindamycin in Pallas' cats *Otocolobus (Felis) manul* to reduce juvenile toxoplasmosis-associated mortality rates. *J Zoo Wildl Med* 2020; 51(1):39–45. doi: 10.1638/2018-0206.
45. Kreuder C, Miller MA, Jessup DA, Lowenstine LJ, Harris MD, Ames JA et al. Patterns of mortality in southern sea otters (*Enhydra lutris nereis*) from 1998-2001. *J Wildl Dis* 2003; 39(3):495–509. doi: 10.7589/0090-3558-39.3.495.
46. Miller MA, Gardner IA, Kreuder C, Paradies DM, Worcester KR, Jessup DA et al. Coastal freshwater runoff is a risk factor for *Toxoplasma gondii* infection of southern sea otters (*Enhydra lutris nereis*). *Int J Parasitol* 2002; 32(8):997–1006. doi: 10.1016/s0020-7519(02)00069-3.
47. Shapiro K, Bahia-Oliveira L, Dixon B, Dumètre A, Wit LA de, VanWormer E et al. Environmental transmission of *Toxoplasma gondii*: oocysts in water, soil and food. *Food Waterborne Parasitol* 2019; 15:e00049. doi: 10.1016/j.fawpar.2019.e00049.
48. Slezáková R, Bártová E, Vodička R, Sedlak K. *Toxoplasma gondii* in zoo animals. International Conference on Diseases of Zoo and Wild Animals 2014. doi: 10.13140/2.1.4953.2167.
49. Cano-Terriza D, Almería S, Caballero-Gómez J, Díaz-Cao JM, Jiménez-Ruiz S, Dubey JP et al. Serological survey of *Toxoplasma gondii* in captive nonhuman primates in zoos in Spain. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis* 2019; 65:54–7. doi: 10.1016/j.cimid.2019.04.002.
50. Liu R-M, Huang W-H, Wang S-L, Wang S-L, Huang P-Y, Lien C-Y et al. Investigation of *Toxoplasma* infection in zoo animals using multispecies ELISA and GRA7 nested PCR. *BMC Vet Res* 2022; 18(1):335. doi: 10.1186/s12917-022-03425-y.
51. Zhu S, Shapiro K, VanWormer E. Dynamics and epidemiology of *Toxoplasma gondii* oocyst shedding in domestic and wild felids. *Transbound Emerg Dis* 2022; 69(5):2412–23. doi: 10.1111/tbed.14197.

## 6. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b> Lebenszyklus von <i>Toxoplasma gondii</i> (modifiziert nach Dubey 2022, Copyright: Jacqueline Hartmann). .....	5
<b>Abbildung 2:</b> Vergleich von Beiträgen nicht infektiöser und infektiöser Erkrankungen von 2001 bis 2023.....	14
<b>Abbildung 3:</b> Prozentueller Anteil der verschiedenen Infektionserreger an Beiträgen zu Infektionskrankheiten von 2001 bis 2023. ....	15
<b>Abbildung 4:</b> Verteilung der Parasiten in den Konferenzberichten. ....	16
<b>Abbildung 5:</b> Vergleich der prozentuellen Anteile der Tierklassen an allen bzw. parasitologischen Beiträgen. ....	17
<b>Abbildung 6:</b> Anzahl der parasitologischen Beiträge aus den verschiedenen Kontinenten von 2001 bis 2023. ....	18
<b>Abbildung 7:</b> Verteilung der Beiträge über <i>Toxoplasma gondii</i> von 2001 bis 2023. ....	19
<b>Tabelle 1:</b> EAZWV Konferenzen von 2001 bis 2023. ....	11
<b>Tabelle 2:</b> Vorkommen der verschiedenen Tierfamilien/-arten in den Beiträgen zu <i>Toxoplasma gondii</i> (Systematik nach Álvarez-Carretero et al. 2022). ....	20
<b>Tabelle 3:</b> In den Konferenzberichten erwähnte Diagnostikmethoden für <i>Toxoplasma gondii</i> . ....	24
<b>Tabelle 4:</b> In den Konferenzberichten erwähnte Behandlungsmethoden für <i>Toxoplasma gondii</i> .....	25
<b>Tabelle I:</b> Beiträge aus den Konferenzberichten zu <i>Toxoplasma gondii</i> . ....	41

## 7. Anhang

Tabelle I: Beiträge aus den Konferenzberichten zu *Toxoplasma gondii*.

Referenz	Jahr	Seiten- zahl	Titel	Autoren
1	2023	51	Long term management of disseminated toxoplasmosis in meerkats ( <i>Suricata suricatta</i> )	Weller J und Taylor D
2	2023	114	Helminthic and protozoan intestinal parasites in wildcats ( <i>Felis silvestris</i> ) in north-western Spain	Matas P et al.
3	2022	13	Molecular characterisation of <i>Toxoplasma gondii</i> infecting free-ranging Eurasian lynx ( <i>Lynx lynx</i> ) in Switzerland	Scherrer P et al.
4	2021	66	Vaccination trial of captive squirrel monkeys ( <i>Saimiri</i> spp.) against toxoplasmosis in five French zoos	Ferri-Pisani Maltot J et al.
5	2021	187	Surveillance of pathogens in the domestic-wildlife interface of the Upper Paraná Atlantic Forest	Goossen T et al.
6	2019	133	Monitoring of <i>Toxoplasma gondii</i> , <i>Neospora caninum</i> , <i>Encephalitozoon cuniculi</i> , <i>Chlamydia abortus</i> and <i>Coxiella burnetii</i> in Zoo Ljubljana, Slovenia	Kvapil P et al.
7	2018	66	Distribution and virulence of <i>Toxoplasma gondii</i> in southern sea otters ( <i>Enhydra lutris nereis</i> )	Shapiro K et al.
8	2018	210	Retrospective analysis of yellow-breasted capuchin monkeys ( <i>Sapajus xanthosternos</i> ) medical conditions and pathology	Giorgiadis M und Quintard B
9	2018	265	Parkinsonian-like presentation of nonsuppurative encephalitis in a juvenile white-handed gibbon ( <i>Hylobates lar</i> )	Rose JB et al.
10	2018	271	Infection diseases in the Eurasian beaver ( <i>Castor fiber</i> ) in the Czech Republic with high prevalence of antibodies to <i>Neospora caninum</i>	Sedlák K et al.
11	2017	7	Putative risk and protective factors associated with <i>Toxoplasma gondii</i> infection in captive felids	Kunze M et al.
12	2017	124	Development of a diagnostic panel of real time multiplex polymerase chain reaction assays for simultaneous detection of neurologic pathogens in wild canid	Kim H et al.
13	2017	154	Four cases of fatal acute toxoplasmosis in fennec fox ( <i>Vulpes zerda</i> )	Perez De Vargas A et al.
14	2016	266	Case report: toxoplasmosis in a red kangaroo ( <i>Macropus rufus</i> ) and mara ( <i>Dolichotis patagonum</i> ) in captivity	Díaz-Ayala N et al.
15	2016	272	Serologic assessment of disease exposure and vaccine efficacy of wild raccoons ( <i>Procyon lotor</i> ) and opossum ( <i>Didelphis virginiana</i> ) within a zoologic institution	Michels D et al.
16	2015	106	Prevalence of <i>Toxoplasma gondii</i> antibodies in captive zoo animals and sympatric peri-urban pest species at Cordoba Zoo, Spain	Cano-Terriza D et al.
17	2015	166	Seroprevalence of <i>Toxoplasma gondii</i> in zoo and circus animals in Italy	Machačová T et al.
18	2014	13	Serum prevalence of antibodies to common felid pathogens in Pallas's cats ( <i>Otocolobus manul</i> ) from the Daurian steppes, Eastern Russia	Naidenko S et al.
19	2014	14	Genotypes of <i>Toxoplasma gondii</i> isolated from Pallas's cats with fatal toxoplasmosis	Bártová E et al.



Referenz	Jahr	Seiten- zahl	Titel	Autoren
20	2014	18	Fatal toxoplasmosis in two juvenile slender-tailed meerkats ( <i>Suricata suricata</i> ) in a German zoo – clinical, pathological and serological findings	Krengel A et al.
21	2014	206	<i>Toxoplasma gondii</i> in zoo animals	Slezaková R et al.
22	2013	56	Tests and testing: sampling and storage decisions to maximise pathogen detection using modern technologies	Bourne DC und Uhlhorn H
23	2013	164	Sero-epidemiological survey for brucellosis, leptospirosis and toxoplasmosis in free-ranging black howler monkeys ( <i>Alouatta caraya</i> ) and black-tufted-ear marmosets ( <i>Callithrix penicillata</i> ) from Sao Joaquim Da Barra City, state of São Paulo, Brazil	Molina CV et al.
24	2013	206	<i>Marmota marmota</i> : toxoplasmosis in wild and captive European woodchuck	Weinberger H et al.
25	2012	134	Morbillivirus and cetaceans, a continuously evolving relationship	Di Guardo G et al.
26	2012	191	Preliminary molecular and serology screening for toxoplasmosis on wild animals in captivity	Vitale M et al.
27	2009	71	Best practice techniques and the challenge of mixed species exhibits	Kaandorp J
28	2009	135	Felid diseases - review and update on actual literature	Robert N
29	2009	169	Review of diseases in snow leopards ( <i>Uncia uncia</i> )	Bourne D
30	2008	101	Immunohistochemical and molecular detection of <i>Toxoplasma gondii</i> in the brain of nine captive slender-tailed meerkats ( <i>Suricata suricatta</i> )	Nicolier A et al.
31	2008	263	Serologic survey for selected disease agents in brown bears ( <i>Ursus arctos</i> ) from Turkey	Cihan H et al.
32	2007	218	Generalised toxoplasmosis in newborn sandcats ( <i>Felis margarita</i> )	Pas A und Dubey JP
33	2007	221	(Un)usual protozoal parasites in different host species	Kik MJL
34	2007	247	Antibodies against <i>Toxoplasma gondii</i> in the Barbary sheep population ( <i>Ammotragus lervia</i> ) from Sierra Espuña Regional Park, Murcia (South Eastern Spain)	Candela MG et al.
35	2006	51	Management and veterinary aspects of squirrel monkeys ( <i>Saimiri sciureus</i> ) at the Budapest Zoo – 1996-2005	Mezősi L et al.
36	2006	95	Neurological diseases in cheetah	Robert N et al.
37	2006	279	Toxoplasmosis outbreak in a group of ring-tailed lemurs ( <i>Lemur catta</i> )	Mätz-Rensing K et al.
38	2005	162	Animal welfare, health status and risk of disease transmission in free-roaming golden-headed tamarins ( <i>Leontopithecus chrysomelas</i> )	Steinmetz HW et al.
39	2004	49	Seroprevalence of abortive infectious agents in ruminants of the Royal Zoological Society of Antwerp (1992-2002)	Vercammen F et al.
40	2004	89	Management of toxoplasmosis in captive raised Pallas' cats ( <i>Felis manul</i> , Pallas 1776)	Zenker W et al.
41	2004	235	Clinical toxicology at the Budapest Zoo.	Sós E et al.

Referenz	Jahr	Seiten- zahl	Titel	Autoren
42	2003	107	Canine distemper and toxoplasmosis in a captive snow leopard ( <i>Uncia uncia</i> ) – a diagnostic dilemma	Silinski S et al.
43	2003	113	Retrospective confirmation and evaluation of toxoplasmosis with high mortality in saiga antelope	Veit CE und Wisser J
44	2003	355	Serological survey for selected infectious agents in carnivores from the Zoological Garden of Rome - Bioparco S.p.A.	Friedrich KG et al.
45	2002	277	Toxoplasmosis in Scheepmaker's crowned pigeons ( <i>Goura scheepmakeri sclaterii</i> ): a histopathological evaluation of the lung lesions	Dorrestein GM et al.
46	2002	425	Intestinal candidiasis in a group of common squirrel monkeys ( <i>Saimiri sciureus</i> ) after the treatment of a toxoplasmosis outbreak	Erdélyi K et al.
47	2001	1	Epidemiology of the Hawaiian monk seal; are infectious agents limiting population recovery?	Aguirre AA
48	2001	87	Acute disseminated toxoplasmosis in a colony of squirrel monkeys ( <i>Saimiri boliviensis</i> ) in the Zoologischer Garten Basel, Switzerland	Bacciarini LN et al.

### **Danksagung**

Allen voran möchte ich mich bei meiner Betreuerin Univ.Prof. Dr.med.vet. Anja Joachim und bei Dr.med.vet. David Ebmer für die Möglichkeit, meine Diplomarbeit über Parasitologie in der Zootiermedizin zu schreiben, bedanken. Für mich stand immer fest, dass ich eine Arbeit mit Bezug auf Zoo- und/oder Wildtiere schreiben möchte, deswegen hat es mich sehr gefreut, schlussendlich ein Thema bekommen zu haben, mit dem ich aufgrund eines Praktikums auch bereits praktische Erfahrung hatte. Danke auch an Prof. Joachim für die nette Betreuung und Unterstützung während des Arbeitsprozesses.

Ein besonderer Dank gilt meinen Eltern. Danke, dass ihr mich seit Kindheit an jederzeit ermutigt habt, meinen Träumen nachzugehen und dass ihr auf meinem Weg ins sowie auch während des Studiums immer an mich geglaubt und mich unterstützt habt.

Danke auch an meine Studienfreundinnen fürs gemeinsame Durchleben aller Höhen und Tiefen dieses Studiums. Ohne euch würde es nur halb so viel Spaß machen.