Aus dem Institut für Parasitologie und Tropenveterinärmedizin
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Untersuchungen zur Infektion mit Oxyuren bei mediterranen Landschildkröten in menschlicher Obhut und ihr Einfluss auf die Entwicklung juveniler *Testudo graeca*

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Anette Brosda
Tierärztin
aus Berlin

Berlin 2011

Journal-Nr.: 3504

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan:	Univ.-Prof. Dr. Leo Brunnberg
Erster Gutachter:	Univ.-Prof. Dr. Georg von Samson-Himmelstjerna
Zweiter Gutachter:	Univ.-Prof. Dr. Klaus Männer
Dritter Gutachter:	Univ.-Prof. Dr. Dr. Theodor Hiepe

Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):
tortoises, parasites, Oxyuris, digestive tract, ingestion, nutritional requirements, digestibility

Tag der Promotion: 20.09.2012

Bibliografische Information der *Deutschen Nationalbibliothek*
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN: 978-3-86387-275-5
Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2011
Dissertation, Freie Universität Berlin
D 188

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.
Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen, usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

This document is protected by copyright law.
No part of this document may be reproduced in any form by any means without prior written authorization of the publisher.

Alle Rechte vorbehalten | all rights reserved
© Mensch und Buch Verlag 2013
Choriner Str. 85 - 10119 Berlin
verlag@menschundbuch.de – www.menschundbuch.de

Inhaltsverzeichnis

1 EINLEITUNG 1

2 LITERATURÜBERSICHT 2

2.1 Zoologische Systematik 2

2.1.1 Mediterrane Landschildkröten 2

2.1.2 *Testudo horsfieldii* (*T. horsfieldii*, *Agrionemys horsfieldii*, Steppenschildkröte, Vierzehenschildkröte) 5

2.2 Anatomie und Physiologie des Magen-Darm-Trakts herbivorer Landschildkröten 6

2.3 Ernährung und Verdauung 9

2.3.1 Nährstoffbedarf und Nahrungsaufnahme 9

2.3.2 Darmpassagezeit 12

2.3.3 Verdaulichkeit von Nährstoffen 14

2.4 Darmparasiten 16

2.4.1 Helminthen 17

2.4.1.1 Digene Trematoden 18

2.4.1.2 Zestoden 18

2.4.1.3 Nematoden 18

2.4.1.3.1 Oxyuren 19

2.4.1.3.2 Askariden 31

2.4.2 Protozoen 33

2.4.2.1 Flagellaten 33

2.4.2.2 Ziliaten 34

2.4.2.3 Sonstige Parasiten 35

2.4.3 Darmpassanten, Pseudoparasiten 38

2.5 Parasitologische Untersuchungen der Kotproben 38

2.5.1 Nativuntersuchung 39

2.5.2 Eizahlbestimmung nach McMaster 40

3 TIERE, MATERIAL UND METHODEN 41

3.1 Parasitologische Untersuchung der Schildkrötenkotproben 41

3.1.1 Herkunft untersuchter Kotproben 41

3.1.2 Koproskopische Untersuchungen 41

3.1.2.1 Makroskopische Untersuchung 41
3.1.2.2 Nativuntersuchung 42
3.1.2.3 Eizahlbestimmung nach McMaster 43
3.1.3 Fragebogenauswertung 44
3.1.4 Berechnung und statistische Auswertung 48

3.2 Vergleichende Ernährungsstudie 49
3.2.1 Vorbereitungsphase 49
3.2.2 Versuchsphase 51
3.2.3 Gewicht- und Längenmessung 52
3.2.4 Futtermittel- und Kotanalysen 52
3.2.4.1 Weender-Analyse 53
3.2.4.2 Analyse von Stärke und Glucose 55
3.2.4.3 Faseranalytik nach Van Soest 55
3.2.4.4 Mengen- und Spurenelementanalytik 55
3.2.5 Scheinbare Verdaulichkeit 56
3.2.6 Berechnung und statistische Auswertung 56

4 ERGEBNISSE 58

4.1 Parasitologische Kotuntersuchungen 58
4.1.1 Nachweis von Oxyuren 58
4.1.2 Vergesellschaftung von Oxyuren und anderen Darmparasiten 59
4.1.3 Zusammenhang zwischen nativ ermittelten Oxyureneizahlen und EpG-Werten 63

4.2 Zusammenhang zwischen Oxyurennachweis bzw. Ausscheidungsintensität und ausgewählten Parametern 65
4.2.1 Schildkrötenart 65
4.2.2 Schildkrötengeschlecht 67
4.2.3 Schildkrötenalter 68
4.2.4 Haltungsform der Schildkröten 70
4.2.5 Vergesellschaftung 71
4.2.6 Einsendungsgrund 73
4.2.7 Anamnese 75
4.2.8 Symptome 76
4.2.9 Entwurmungen 81

4.3 Einfluss der Oxyuren auf Nahrungsaufnahme und -verwertung sowie Gewichtsentwicklung juveniler Maurischer Landschildkröten (*Testudo graeca ibera*) 83
4.3.1 Carapax-Länge und Körpergewicht 83
4.3.2 Körperkondition 87

4.3.3 Futteraufnahme und Kotgewicht 92
4.3.4 Nährstoffgehalt im Futter und Kot, Nährstoffaufnahme und -abgabe 94
4.3.4.1 Rohnährstoffe 95
4.3.4.2 Stärke, Glucose und ADF 96
4.3.4.3 Mengenelemente 97
4.3.4.4 Spurenelemente 98
4.3.5 Scheinbare Nährstoffverdaulichkeit 99
4.3.5.1 Rohnährstoffe 99
4.3.5.2 Stärke, Glucose und ADF 100
4.3.5.3 Mengenelemente 100
4.3.5.4 Spurenelemente 100

5 DISKUSSION 102

5.1 Parasitologische Kotuntersuchung und Fragebogenauswertung 102
5.1.1 Beurteilung der Fragebogenauswertung 102
5.1.2 Koproskopische Prävalenz von Oxyuren und ihre Vergesellschaftung mit anderen Endoparasiten 103
5.1.3 Zusammenhang zwischen der Anzahl an Oxyureneiern in der Nativuntersuchung und der McMaster-Untersuchung 107
5.1.4 Zusammenhang zwischen Oxyurennachweis bzw. -ausscheidungsintensität und ausgewählten Parametern 108

5.2 Ernährungsstudie 117
5.2.1 Beurteilung des Versuchsaufbaus 117
5.2.2 Futter- bzw. Nährstoffaufnahme und Kot- bzw. Nährstoffausscheidung 118
5.2.3 Gewichtsentwicklung und Körperkondition 120
5.2.4 Scheinbare Verdaulichkeit 122

6 SCHLUSSFOLGERUNGEN 129

7 ZUSAMMENFASSUNG 132

8 SUMMARY 133

9 LITERATURVERZEICHNIS 134

10 ANHANG 145

10.1 Fragebogen 145

10.2 Parasitologische Kotuntersuchungen 146

10.3 Vergleich der Oxyureneizahl in Nativ- und McMaster-Untersuchung 153

10.4 Körpergewicht und Carapax-Länge von *T. graeca* 154

10.5 Futteraufnahme der entwurmten und der mit Oxyuren infizierten Schildkrötengruppe 154

10.6 Kotmenge der entwurmten und der mit Oxyuren infizierten Schildkrötengruppe 156

10.7 Kotanalysen 156

10.8 Abkürzungsverzeichnis 160

11 DANKSAGUNG 163

1 Einleitung

Schildkröten wecken seit jeher aus den unterschiedlichsten Gründen das Interesse der Menschen. Sie faszinieren durch ihr urtümliches Aussehen, ihre scheinbar gemächliche Lebensweise, das hohe Alter, das sie in der Lage sind zu erreichen, oder ihre durch fehlende Mimik zur Schau getragene Gleichgültigkeit (PIEH 2000). Viele Arten dienten dem Menschen als Nahrungsquelle, teilweise bis hin zu ihrer Ausrottung (DEVAUX 2008). In den 1960er- und 1970er-Jahren schließlich vegetierten Schildkröten in unvorstellbar großer Zahl als preiswerte Spielkameraden in vielen Haushalten einer ganzen Kindergeneration (KERN 2007).

Zunehmende wissenschaftliche Erkenntnisse und eingeschränkte, mit Preisteigerungen verbundene, Handelsbedingungen für bestimmte Schildkrötenarten motivieren jedoch immer mehr Menschen dazu, sich intensiv mit diesen Tieren und ihrer artgerechten Haltung auseinander zu setzen (WERNING und WILMS 2000). Damit einher geht das Bestreben, die Tiere bis an ihr Lebensende gesund zu erhalten. Zu berücksichtigen sind hierbei besonders Endoparasitosen, von denen eine Vielzahl von Schildkröten in Gefangenschaft betroffen ist (PANTCHEV 2005).

Die mikroskopische Untersuchung von 276 Kotproben mediterraner Landschildkröten und Steppenschildkröten erfolgte mit der Absicht einen Einblick in die Häufigkeit von Darmparasiten geben zu können. Insbesondere die Prävalenz von Oxyuren und deren Vergesellschaftung mit anderen Parasiten standen im Fokus. Die Zuordnung oxyurenpositiver und –negativer Kotproben zu dem jeweiligen Tier unter Berücksichtigung von Signalement, Haltungsbedingungen, Anamnese, Symptomen und Vorbehandlungen mit Anthelminthika hatte zum Ziel einen möglichen Zusammenhang zwischen einem positiven Oxyurenbefund bzw. einer bestimmten Ausscheidungsintensität von Oxyureneiern und den individuellen Merkmalen und Lebensumständen eines Tieres aufzuzeigen.

Da Oxyuren autorenabhängig bereits als Parasiten, Kommensalen oder sogar Symbionten beschrieben wurden, ist ein Ernährungsversuch an juvenilen Maurischen Landschildkröten durchgeführt worden. Diese waren unterteilt in eine oxyureninfizierte und eine entwurmte Gruppe. Verglichen wurden Gewichtsentwicklung und Körperkondition sowie die scheinbare Nährstoffverdaulichkeit in beiden Gruppen.

Unter Berücksichtigung aller Ergebnisse ist diese häufig bei in Gefangenschaft gehaltenen Landschildkröten auftretende „Parasitose“ erneut bewertet worden.

2 Literaturübersicht

2.1 Zoologische Systematik

Die zur Klasse Reptilia (rezente Kriechtiere) zählende Ordnung Testudines (Schildkröten) beinhaltet die Unterordnung der Casichelydia (Echte Schildkröten), der alle zum heutigen Zeitpunkt existierenden Schildkröten angehören. Sie können in zwei Ordnungsgruppen, die Pleurodira (Halswender) und die Cryptodira (Halsberger), unterteilt werden. Die Untergruppe Eucryptodira (Moderne Halsberger) umfasst vier Überfamilien, von denen sich die Testudinoidea (Landschildkröten-Verwandte) in zwei Familien, Testudinidae (Landschildkröten) und Emydidae (Sumpfschildkröten), aufspaltet (OBST 1988). Die Familie der Landschildkröten zeichnet sich äußerlich durch folgende Merkmale aus (MAYER 1996):

- meist hochgewölbter, mit Hornschilden bedeckter Panzer
- abgeflachte Form der Vorderbeine mit vier bis fünf kräftigen Zehennägeln, auf denen die Tiere laufen
- kräftige Schuppen an den Vorderbeinen
- elefantenfußähnliche Hinterbeine mit vier Krallen

Die Familie der Landschildkröten besteht aus 12 Gattungen mit 46 Arten (BOYER und BOYER 2006). Kaum eine andere Reptiliengruppe hat während des letzten Jahrzehnts so viele taxonomische und systematische Änderungen erfahren wie die Landschildkröten Europas, Nordafrikas und Vorderasiens (PIEH und PHILIPPEN 2007).

2.1.1 Mediterrane Landschildkröten

Mediterrane Landschildkröten gehören der Gattung *Testudo* an. Sie kommen im Mittelmeergebiet und den angrenzenden Regionen vor und ernähren sich von wild wachsenden Pflanzen. Im Frühjahr sind dies vermehrt junge, eiweißreiche Triebe, deren Rohfasergehalt im Verlauf des Jahres deutlich steigt. Im Herbst wird die Nahrung durch Samen und Strauchfrüchte bereichert (DENNERT 2005). Die natürlichen Habitate und damit auch die Lebensbedingungen bzw. die Ansprüche der Arten und auch Unterarten differieren teilweise erheblich, so dass bei Haltung dieser Tiere stets

die Lebensbedingungen des ursprünglichen Herkunftsgebiets berücksichtigt werden müssen (GABRIEL 2006). Mediterrane Landschildkröten und besonders die östliche Unterart der Griechischen Landschildkröte (*Testudo hermanni boettgeri*) sind als Heimtiere sehr beliebt (BUCHERT 2007).

***Testudo graeca* (*T. graeca*, *T. g.*, Maurische Landschildkröte)**

Von Carl von Linné 1758 in der Systema Naturae beschrieben, ist die Maurische Landschildkröte unter den mediterranen Landschildkröten diejenige mit den meisten Unterarten. Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich rund ums Mittelmeer, das Schwarze Meer bis hin zum Kaspischen Meer und in den Iran hinein (PIEH 2000; GABRIEL 2006). Bei der Maurischen Landschildkröte handelt es sich um eine Schildkröte, deren Systematik bis in die heutige Zeit in vielen Bereichen ungeklärt ist und somit Anlass zu Verwirrung und Fehlschlüssen gibt (PIEH und PHILIPPEN 2007).

Der *Testudo-graeca*-Komplex wird von FRITZ et al. (1996) in zwei Evolutionslinien unterteilt. Die westmediterran-levantinische Linie umfasst die Unterarten *T. g. graeca* (heimisch in Südspanien, Balearen, Sardinien und dem nördlichen Afrika) und *T. g. terrestris* (beheimatet in Israel, Libanon, Syrien und der Südosttürkei), die westasiatisch- südeuropäische Linie besteht aus den Unterarten *T. g. anamurensis*, *T. g. armeniaca*, *T. g. ibera*, *T. g. nikolskii* und *T. g. zaurudnyi,* deren Verbreitungsgebiet im Kaukasus und im anatolisch-iranischen Raum liegt. Die hier genannten Unterarten sind anhand entsprechender Literatur (IVERSON 1992; GASPERETTI et al. 1993; FRITZ et al. 1996; SCHLEICH et al. 1996) anerkannt. Nach aktuelleren Untersuchungen existieren zurzeit 17 Unterarten (ANDREU et al. 2004; PIEH und PERÄLÄ 2004).

Allen Maurischen Landschildkröten gemein ist das ungeteilte Schwanzschild (Supracaudalschild), die meist vierreihigen, großen Armschuppen, je ein Sporn (Hornkegel) beidseits des Schwanzes auf den Oberschenkeln und das Fehlen eines Hornnagels an der Schwanzspitze (MAYER 1996; GABRIEL 2006). Aufgrund des sehr großen Verbreitungsgebiets stellen die einzelnen Unterarten unterschiedliche Ansprüche an ihre Haltung. Einige werden durch winterliche Temperaturen im Habitat zu einer Hibernation (Winterruhe) gezwungen, wohingegen nordafrikanische Arten keine Hibernation kennen, aber während Hitzeperioden eine Ästivation (Sommerruhe) einlegen (GABRIEL 2006).

***Testudo hermanni* (*T. hermanni*, *T. h.*, Griechische Landschildkröte)**

Die Erstbeschreibung von *Testudo hermanni* 1789 geht auf Gmelin zurück. Das Verbreitungsgebiet erstreckt sich über die Apeninnen-Halbinsel, Korsika, Sardinien, Sizilien, die Balearen, Südfrankreich und Ostspanien (*T. h. hermanni*, westliche Unterart). Die östliche Unterart (*T. h. boettgeri*) ist in den Balkanländern heimisch (PIEH 2000). Das Hauptvorkommen der dritten Unterart *T. h. hercegovinensis* (Dalmatinische Landschildkröte) befindet sich in der Küstenregion von Dalmatien (EGER 2006). *T. hermanni* lässt sich von anderen Landschildkrötenarten durch den Bestimmungsschlüssel von WERMUTH und MERTENS (1961) unterscheiden. Die Gesamtheit der Griechischen Landschildkröten differenziert sich von anderen Arten durch den glatten (nicht nach oben gebogenen oder gesägten) Vorder- und Hinterrand des Panzers, die feinere Beschuppung der Vorderbeine, das Fehlen von Oberschenkelspornen, den Hornnagel an der Schwanzspitze und das geteilte Supracaudalschild (PIEH 2000; PIEH und PHILIPPEN 2007). LAPPARENT DE BROIN et al. (2006) zeigten die Abgrenzbarkeit dieser Gruppe gegenüber anderen Vertretern der Gattung *Testudo*. Als Ausdruck dafür definierten sie die neue Gattung *Eurotestudo*. Hier besteht jedoch offensichtlich noch Klärungsbedarf, da FRITZ und BININDA-EMONDS (2007) die Einführung der Gattung *Eurotestudo* für unnötig erklärten.

***Testudo marginata* (*T. marginata*, *T. m.*, Breitrandschildkröte)**

Schoepff beschrieb 1792 erstmals die größte der Europäischen Landschildkröten. Sie lebt im südlichen Griechenland und auf einigen ägäischen Inseln. Teile ihres Lebensraumes teilt sie sich mit *Testudo hermanni boettgeri*, wobei jedoch *Testudo marginata* durch ihre größere Wärmebedürftigkeit auffällt und vor allem die wärmeren, trockeneren und deshalb auch kargeren Biotope bewohnt (PIEH 2000; VINKE und VINKE 2006a).

T. marginata hat einen lang gestreckten, hochgewölbten und in der Aufsicht taillierten Panzer. Die hinteren Randschilde (Marginalia) sind bei älteren Tieren nach oben gebogen und gesägt. Der Rückenpanzer (Carapax) adulter Tiere ist fast völlig schwarz mit gelb-orangen Areolen (MAYER 1996) und enthält ein ungeteiltes Supracaudalschild. Ein Hornnagel am Schwanz fehlt (PIEH 2000). Bemerkenswert bei *T. marginata* ist ihre extreme Standorttreue. Der Aktionsradius in ihrem natürlichen Umfeld beträgt nur wenige Meter. Diese Tatsache sollte auch bei der Haltung in

Gefangenschaft berücksichtigt werden, da sie auf Veränderungen mit Stress reagiert (VINKE und VINKE 2006a).

BOUR (1980) stellte das neue Taxon „*weissingeri*“ auf (Weissingers Breitrandschildkröte, *T. marginata weissingeri*), welches der Breitrandschildkröte nahe steht. Ob es sich hierbei um eine eigene Art oder Unterart von *T. marginata* handelt ist strittig (ARTNER 1996; PHILIPPEN 2004; FRITZ et al. 2005).

Arbeiten von GMIRA (1993) und PERÄLÄ (1999) zeigten, dass *T. marginata* und *T. kleinmanni* stammesgeschichtlich nahe miteinander verwandt sind. Die Einführung einer nach LOVERIDGE und WILIAMS (1957) definierten Gattung *Pseudotestudo* ist bislang allerdings nicht akzeptiert worden (PIEH und PHILIPPEN 2007).

***Testudo kleinmanni* (*T. kleinmanni*, Ägyptische Landschildkröte)**

Von Lortet 1883 beschrieben, wird die kleinste der mediterranen Landschildkröten hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt. Sie ist als Haustier seltener als die anderen der Gattung *Testudo* anzutreffen und spielte bei diesen Untersuchungen keine Rolle.

Ihr Verbreitungsgebiet befindet sich entlang der Mittelmeerküste von Libyen bis nach Westisrael. Der Carapax dieser Tiere ist stark aufgewölbt, das Supracaudalschild ungeteilt, ein Hornnagel oder Oberschenkelsporne fehlen. Charakteristisch sind die in drei Reihen verlaufenden großen Hornschuppen der Vorderextremitäten (PIEH 2000).

2.1.2 *Testudo horsfieldii* (*T. horsfieldii*, *Agrionemys horsfieldii*, Steppenschildkröte, Vierzehenschildkröte)

Von Gray 1844 das erste Mal beschrieben wurde *Testudo horsfieldii* 1966 von Khozatski und Mlynarski in die eigene Gattung *Agrionemys* überführt (PIEH 2000). Diese Bezeichnung wurde jedoch von einigen Autoren (CRUMLY 1984; FRITZ und HAVAS 2007) nicht anerkannt und konnte sich letztendlich nicht durchsetzen (VINKE und VINKE 2006b). Die Steppenschildkröte gilt nicht als mediterrane Landschildkröte, sondern ist der innerasiatischen Fauna zuzuordnen (PIEH 2000). Sie wurde in diesen Untersuchungen berücksichtigt, da sie nach den Handelsbeschränkungen für mediterrane Landschildkröten Anfang der 1980er-Jahre als Ersatz in größeren Stückzahlen importiert wurde und deshalb relativ häufig als Haustier anzutreffen ist (WILMS 2006). Bei *T. horsfieldii* handelt es sich um einen Bewohner der Steppen Mittelasiens. Sie ist in den mittelasiatischen Republiken der GUS, Afghanistan,

Usbekistan, Kasachstan, Pakistan, Iran und in kleinen Bereichen Chinas beheimatet (WILMS 2006). Neben der Nominatform *T. horsfieldii horsfieldii* wurde 1988 von Chkhikvadze die Unterart *Agrionemys horsfieldii kazachstanica* und 1990 von Chkhikvadze, Amiranashvili und Ataev die Unterart *Agrionemys horsfieldii rustamovi* beschrieben (PIEH und PHILIPPEN 2007). LAGARDE et al. (2004) betrachteten alle Unterarten als eigenständige Arten, eine Meinung, der FRITZ und HAVAS (2007) und PIEH und PHILIPPEN (2007) nicht folgten.

Von den mediterranen Landschildkröten unterscheidet sich die Steppenschildkröte durch ihren ovalen bis kreisrunden, deutlich abgeflachten Rückenpanzer, ihren Hornnagel am Schwanz, mehreren Höckerschuppen an den Schenkeln und vor allem ihren vier Zehennägeln (mediterrane Landschildkröten besitzen fünf Zehennägel) an den Vorderbeinen (MAYER 1996).

Durch die klimatischen Bedingungen ihres Lebensraumes sind die Tiere gezwungen, sowohl eine Hibernation als auch, bedingt durch die heißen Sommermonate, eine Ästivation einzulegen. Das Klima mitteleuropäischer Breitengerade ist diesen Tieren zu feucht, so dass sie nur einen Teil des Sommers im Freigehege verbringen dürfen (WILMS 2006).

2.2 Anatomie und Physiologie des Magen-Darm-Trakts herbivorer Landschildkröten

Der Verdauungstrakt von Schildkröten besteht aus Schnabel, Maulhöhle, Rachen, Speiseröhre, Magen, Dünn- und Dickdarm und Kloake (DIAZ-FIGUEROA und MITCHELL 2006). Ober- und Unterkieferknochen sind bei Landschildkröten zu einer festen Spange verwachsen und von einer Hornscheide bedeckt. Da Zähne fehlen, übernimmt der Hornschnabel deren Funktion (OBST 1988; FRYE 1991; BOYER und BOYER 2006). Die fleischige Zunge ist relativ unbeweglich und kann nur wenig aus der Maulhöhle herausgestreckt werden (SASSENBURG 2000b; DENNERT 2005; GÖBEL und SCHULZE 2005; BOYER und BOYER 2006). Bei der Nahrungsaufnahme wird die Zunge hervorgestreckt und mitsamt der Nahrung zurückgezogen (BAUR 2002). Durch Kontraktion der Zungenmuskulatur (BAUR 2002) und durch vorstoßende Kopfbewegungen wird der Happen in Richtung Pharynx befördert (DENNERT 2005). Der Speichel dient vorrangig als Gleitmittel und hat keine vorverdauende Funktion (SASSENBURG 2000b; DENNERT 2005). Kaudal der

Maulhöhle schließt sich der Rachen an. Es besteht keine Abgrenzung zwischen der Pars oralis pharyngis und der Pars laryngea pharyngis, da ein Gaumensegel nicht existiert. Der kaudalste Teil, die Pars oesophagea pharyngis verengt sich und geht in die Speiseröhre über (BAUR 2002). Diese zieht über die linke Herzvorkammer zum Magen (SASSENBURG 2000b). Da ihre Wand in Längsfalten liegt, kann der Durchmesser stark vergrößert werden, was auch ein Abschlucken relativ großer Nahrungsbrocken ermöglicht (DENNERT 2005). Zahlreiche schleimbildende Zellen und die Muskulatur der Speiseröhrenwand unterstützen diesen Vorgang (SKOCZYLAS 1978). Laut EKSAEVA (1958) ist die starke Speiseröhrenmuskulatur bei *T. horsfieldii* sogar an der Zerkleinerung der Nahrung beteiligt.

Der Magen ist ähnlich dem der höheren Vertebraten aufgebaut (FRYE 1991; DENNERT 2005). Er liegt quer zur Körperachse über dem linken Bauchschild (SASSENBURG 2000b). Er unterteilt sich in die Pars cardiaca, der sich ein nach links gerichteter Magenblindsack anschließt. Der weitlumige, absteigende, sackartige Anteil des Magens kann als Corpus ventriculi bezeichnet werden (BAUR 2002). Die Funktion des Magens besteht in der Speicherung, Desinfektion und Verdauung der Nahrung (BAUR 2002; DENNERT 2005; DIAZ-FIGUEROA und MITCHELL 2006). Während im Säugetiermagen die Verdauungsenzyme und die Salzsäure von zwei verschiedenen Zelltypen produziert werden, scheint bei Schildkröten lediglich ein Zelltyp für beides verantwortlich zu sein (BERGER und BURNSTOCK 1979). Weitertransport sowie Durchmischung des Mageninhaltes erfolgen mit Hilfe von Muskelkontraktionen (BAUR 2002). Steinchen erfüllen eventuell eine gewisse Gritfunktion (SASSENBURG 2000b).

Der Darm gliedert sich ebenso wie beim Säuger in Dünndarm, Blinddarm und Dickdarm, wobei Dünn- und Dickdarm im Vergleich zum Säugerdarm kürzer sind (DENNERT 2005). Die Länge der Reptiliendärme ist sehr variabel. Dabei gilt, dass der Darm eines Pflanzenfressers, in Relation gesehen, länger ist, als der Darm eines Allesfressers und dieser wiederum ist länger, als der eines Fleischfressers (DIAZ-FIGUEROA und MITCHELL 2006). Dem Magen schließt sich ein kurzer, weiter Dünndarm an (GÖBEL und SCHULZE 2005). Laut DENNERT (2005) ist der Durchmesser des Dünndarms eher gering. Er liegt bei Schildkröten geschlängelt zentral in der Körperhöhle und unterteilt sich in Duodenum, Jejunum und Ileum. Seine Aufgaben bestehen in der chemisch-enzymatischen Verdauung der Nahrung, der Resorption und des Transports in den Dickdarm (BAUR 2002). Verdauungsenzyme

werden von Magen, Dünndarm, Leber und Pankreas gebildet (GÖBEL und SCHULZE 2005). Am Übergang vom Dünn- zum Dickdarm liegt das Zäkum (BAUR 2002; DENNERT 2005). Durch seine Dehnungsfähigkeit ist es in der Lage große Mengen an Nahrungsbrei aufzunehmen (BAUR 2002). Das Zäkum ist bei pflanzenfressenden Reptilien in der Regel deutlich ausgebildet und dient mit seiner Fauna und Flora von Mikroorganismen dem Abbau von Pflanzenfasern und deren Resorption (DENNERT 2005). Der Eingang wird durch Schleimhautfalten des Ileums verschlossen, so dass ein enger Durchgang entsteht, durch den der Nahrungsbrei wie über eine Einspritzdüse in den Enddarm gelangt. Die Flussgeschwindigkeit wird so deutlich reduziert (BAUR 2002).

Der Dickdarm ist der Hauptfermentationsort bei herbivoren Schildkröten (DENNERT 2005; GÖBEL und SCHULZE 2005; BOYER und BOYER 2006). Er hat einen deutlich größeren Durchmesser als der Dünndarm (DENNERT 2005). Die Aufgaben des Dickdarms, der in Colon ascendens, Colon transversum und Colon descendens unterteilt werden kann, bestehen in der Eindickung der Ingesta, Wasserresorption, Resorption flüchtiger Substanzen und Kotformung. Zusätzlich dient er als Gärkammer (BAUR 2002). Faserstoffe wie Zellulose werden hier durch mikrobielle Fermentation in flüchtige Fettsäuren umgewandelt und resorbiert (BAUR 2002), um dem Tier als Energiequelle zur Verfügung zu stehen (ZENTEK und DENNERT 1997). Je ausgeprägter das Kolon erscheint, desto spezialisierter ist die Ernährung auf die Fermentation von Zellulose ausgelegt (BAUR 2002). Vergleichende Studien zwischen pflanzen- und fleischfressenden kleinen Säugetieren zeigten, dass ausgeprägte Unterschiede in Bau und Funktion des Darms existieren. Besonders der Dickdarm der Pflanzenfresser ist länger und voluminöser als der von Fleischfressern gleicher Größe (SCHIECK und MILLAR 1985).

Nahrung tierischen Ursprungs kann leicht verdaut und resorbiert werden. Der Energiegehalt von pflanzlicher Nahrung ist in den faserigen Bestandteilen (z. B. Zellulose) enthalten, die aufgrund des Fehlens geeigneter Verdauungsenzyme von Darmsymbionten fermentiert werden müssen. Pflanzenfressende Reptilien beherbergen, ähnlich den nicht wiederkäuenden, pflanzenfressenden Säugetieren, im Blind- und Dickdarm eine artenreiche Mikroflora und –fauna. Deren Enzyme machen den Abbau von Pflanzenfasern und den Aufschluss von Pflanzenzellen (mikrobielle Fermentation) erst möglich (DENNERT 2005). Die Endprodukte dieser Fermentation stehen dem Pflanzenfresser zur Verfügung und liefern ihren Beitrag zur Deckung des täglichen

Energiebedarfs (O`GRADY et al. 2005). Laut SASSENBURG (2000b) können Landschildkröten die aufgenommene Zellulose bis zu 30 % verdauen.
Der Dickdarm endet über ein kurzes Rektum in der Kloake (GÖBEL und SCHULZE 2005). Die Kloake wird in drei Abschnitte unterteilt: Coprodaeum, Urodaeum, Proctodaeum (DENNERT 2005; DIAZ-FIGUEROA und MITCHELL 2006). Das Coprodaeum schließt sich dem Rektum an. In das Urodaeum münden Harn- und Geschlechtsgänge. Das Proctodaeum dient als Sammelkammer, aus der Kot und Harn abgesetzt werden (DENNERT 2005). Die Kloake spielt eine wichtige Rolle bei der aktiven Absorption von Elektrolyten und der passiven Absorption von Flüssigkeiten (DIAZ-FIGUEROA und MITCHELL 2006).

2.3 Ernährung und Verdauung

2.3.1 Nährstoffbedarf und Nahrungsaufnahme

Ein erfolgreiches Ernährungsmanagement erfordert Kenntnisse über den Energiehaushalt und Nährstoffbedarf des zu fütternden Tieres, die Rolle des Wassers und den Nährstoffgehalt des Futters (DONOGHUE und LANGENBERG 1994).
Der Grundumsatz von Reptilien ist im Vergleich zu den Säugetieren aufgrund ihrer Poikilothermie (weitestgehende Abhängigkeit der Körpertemperatur von der Umgebungstemperatur) deutlich reduziert. Reptilien benötigen durchschnittlich ein Achtel bis ein Viertel der Energie endothermer Tiere. Die Werte lassen sich auf Schildkröten übertragen, obwohl der Panzer etwa 15-30 % der Körpermasse ausmacht. Bei juvenilen Tieren mit geringer Aktivität ist der Grundumsatz etwa doppelt so hoch (DONOGHUE und LANGENBERG 1994). Laut KÖLLE (2009) liegt der Erhaltungsbedarf bei rund 50-60 kJ umsetzbare Energie/kgKM^{0,75}/Tag. Während die Trockensubstanzaufnahme bei einem Meerschweinchen bei 4-6 % der Körpermasse pro Tag liegt, lassen sich bei Reptilien Werte zwischen 0,2-1,4 % der Körpermasse pro Tag feststellen (KÖLLE 2009).
Fett und Proteine dienen den Carnivoren als primäre Energiequelle. Herbivoren decken ihren Energiebedarf hauptsächlich mit löslichen Kohlenhydraten und fermentierter Rohfaser (DONOGHUE und LANGENBERG 1994). Mehr als 50 % der Energie wird aus dem Abbau von Kohlenhydraten, bis zu 25 % aus Proteinen und weniger als 10 % aus Fetten gewonnen. Das optimale Verhältnis einer Futterration hängt von der

jeweiligen Herkunft, dem Lebensraum und den Futteraufnahmegewohnheiten einer Art ab (DONOGHUE und LANGENBERG 1994; DENNERT 2005). Neben der Darreichung einer, bezüglich Nährstoffgehalt und Menge, ausgewogenen Futterration, sind die spezifischen Fressgewohnheiten des jeweiligen Reptils zu berücksichtigen. So nehmen große karnivore Reptilien Nahrung unregelmäßig und mit langen Abständen auf, während herbivore Arten in der Regel täglich gefüttert werden müssen (ZENTEK und DENNERT 1997). Einige Landschildkröten fasten über Wochen oder Monate als Anpassung an Umweltgegebenheiten wie Dürreperioden und Futterknappheit. Dieses Verhalten zeigen Schildkröten teilweise auch in Gefangenschaft (DONOGHUE und LANGENBERG 1994).

Im Jahresverlauf ändern sich sowohl die botanische Zusammensetzung eines Habitats als auch die Zusammensetzung der Pflanzen. Diese sind im Frühjahr eiweiß- und kalziumreicher als im Sommer, weisen dann aber einen deutlich höheren Rohfasergehalt auf (KÖLLE 2009). Um eine ausgewogene Fütterung zu gewährleisten, sollte sich die angebotene Nahrung an den Futterpflanzen des natürlichen Habitats orientieren (ZENTEK und DENNERT 1997).

Eine ausgewogene Ration für herbivore Landschildkröten hat folgende Kriterien zu erfüllen (KÖLLE 2009):

- rohfaserreich (> 15 % der Trockensubstanz)
- arm an leichtverdaulichen Kohlenhydraten (Stärke und Zucker)
- fettarm (< 5 % der Trockensubstanz)
- proteinarm (< 15 % der Trockensubstanz)
- calciumreich (> 2 % der Trockensubstanz)
- Calcium-Phosphor-Verhältnis 2:1 oder größer

Die Ernährung von Landschildkröten erfolgt auf der Basis von Einzelfuttermitteln pflanzlicher Herkunft (DENNERT 2005). Die heimischen Wildkräuter [Löwenzahn, Wegerich, Brennnessel, Storchenschnabel, Taubnessel, Vogelmiere, Zaunwinde usw. (VOGEL 2000; DENNERT 2005; KÖLLE 2009)], wie auch verschiedene Futterpflanzen für landwirtschaftliche Nutztiere (z. B. Rotklee und Luzerne) sind hierfür gut geeignet (DENNERT 2005).

Nahezu alle Wildkräuter enthalten sekundäre Inhaltsstoffe (z. B. Saponide, Alkaloide). Sie dienen der Pflanze als Abschreckung gegenüber Fressfeinden und als Schutz vor

Krankheitserregern (DONOGHUE und LANGENBERG 1994). Bei sehr häufiger oder ausschließlicher Verfütterung einiger weniger Pflanzenarten besteht die Gefahr von Unverträglichkeiten oder Erkrankungen. Auch deswegen ist es wichtig, das Angebot an Futterpflanzen so variabel wie möglich zu gestalten, um das Risiko für die Schildkröte zu senken (DENNERT 2005).

Mittlerweile hat sich der Einsatz von haltbar gemachtem Grünfutter als Ergänzung der Ration mediterraner wie auch tropischer Landschildkröten bewährt. Dieses rohfaserreiche Futter wirkt sich positiv auf die Zusammensetzung der Darmflora und die Kotbeschaffenheit der Schildkröten aus (DENNERT 2000). Die Rohfaser dient als eine entscheidende Kalorienquelle. Sie stellt nach der Dickdarmfermentation ca. zwei Kilokalorien pro Gramm Trockensubstanz bereit und fördert die Darmmotilität. Exzessive Rohfasergabe limitiert jedoch die Kalorienaufnahme und hemmt die Absorption von Spurenelementen (DONOGHUE und LANGENBERG 1994).

Viele Tiere in menschlicher Obhut weisen aufgrund inadäquater Haltungs- und Fütterungsgewohnheiten ein Defizit oder ein Übermaß bestimmter Nährstoffe auf. So enthalten Obst und Gemüse zu wenig Proteine, Rohfaser, Vitamine und Mineralstoffe. Besonders häufig ist ein Mangel an Calcium und Vitamin D_3. Aus diesem Grund wird eine Ergänzung des Futters mit Calcium und Vitamin D_3 sowie eine Exposition der Tiere unter Vollspektrum-Lampen oder Tageslicht empfohlen (DONOGHUE 1996).

Eine Calciumquelle zur freien Aufnahme, z. B. in Form von Sepiaschale oder gekochten Eierschalen, sollte immer zur Verfügung stehen. Gleichermaßen wichtig ist eine kombinierte Bade- und Trinkgelegenheit mit frischem Wasser, da die meisten Landschildkröten nur beim Baden trinken (KÖLLE 2009).

Als Gründe für das von Schildkröten bekannte Kotfressen (Koprophagie; Abbildung 1) werden eine gründlichere Verdauung von schwer verdaulichen Pflanzenfasern, Wiederaufnahme ausgeschiedener Darmsymbionten, Aufbau der Darmflora von Jungtieren durch Fressen des Kots adulter Tiere und Versorgung mit Vitamin K (das vermutlich im Dickdarm durch Bakterien synthetisiert wird), angegeben (ZENTEK und DENNERT 1997; DENNERT 2005).

Abbildung 1: Juvenile Landschildkröte beim Kotfressen

Die Wachstumsgeschwindigkeit von Schildkröten variiert je nach vorliegenden Umweltbedingungen. Ein geringes Nahrungsangebot und niedrige Temperaturen im Winter (und die damit einhergehende Winterstarre) sorgen für eine vorübergehende Stagnation des Wachstums. Andererseits kann ein Nahrungsüberangebot vor allem bei juvenilen Schildkröten zu einem raschen Wachstum und damit verbundenen Fehlentwicklungen und Krankheiten führen (AUFFENBERG und IVERSON 1979). Bei Haltung juveniler Schildkröten ist deshalb ein besonderes Augenmerk auf eine restriktive und ausgewogene Fütterung zu legen (HATT und HONEGGER 1997).
Die Wachstumsrate und der relative Energie- und Nahrungsbedarf reduzieren sich mit zunehmendem Alter der Schildkröten (AUFFENBERG und IVERSON 1979; KIRKWOOD 1991).

2.3.2 Darmpassagezeit

Die Passagezeit, in der das Futter den Magen-Darm-Trakt durchläuft, ist von vielen Parametern abhängig. In diesem Zusammenhang zu nennen sind Volumen, Art und Zusammensetzung des Futters, Fütterungsfrequenz, Sekretionsrate der Verdauungssäfte und deren Enzymaktivitäten, Länge und Kapazität des Magen-Darm-Trakts und seine Motilität, Umgebungs- und Körperkerntemperatur und der Gesundheitszustand der Schildkröten (SKOCZYLAS 1978; DIAZ-FIGUEROA und MITCHELL 2006).

Die Passagezeit von Futter, welches den Schildkröten in Gefangenschaft verabreicht wird, ist kürzer als die der natürlichen Nahrung (BOYER und BOYER 2006). Bei Exemplaren von *T. graeca*, die bei 28°C gehalten wurden, betrug die Passagezeit unter der ad libitum Fütterung von Kopfsalat drei bis acht Tage, unter der Fütterung von Gänsedisteln und Gräsern aber zwischen 16 und 28 Tage (LAWRENCE und JACKSON 1982). Leicht verdauliche Nahrung, wie z. B. Obst (BAUR und HOFFMANN 2000), das Fressen großer Volumina, häufiges Fressen und die Haltung der Tiere bei optimaler Umgebungstemperatur können die Verweildauer im Darm deutlich herabsetzen (VAN MARKEN LICHTENBELT 1992; MEIENBERGER et al. 1993). Auch der Wassergehalt der Nahrung hat einen Einfluss auf die Transitzeit. So beträgt sie in der Trockenzeit bei *Geochelone gigantea* (Aldabra-Riesenschildkröte) ca. 30 Tage, in der Regenzeit nur ungefähr 6 Tage (SWINGLAND und FRAZIER 1980). Nach GÖBEL und SCHULZE (2005) ist die Darmpassage neben der Umgebungstemperatur stark vom Rohfasergehalt der Nahrung abhängig. Auch DONOGHUE und MCKEOWN (1999) stellten eine längere Verweildauer der Nahrung im Darm sowie eine gesteigerte Darmaktivität bei rohfaserreicher Nahrung fest. Laut DENNERT (2005) verlängert sich die Verweilzeit rohfaserreicher Nahrung im Magen-Darm-Trakt auf zwei bis drei Wochen. Es ist möglich, dass Druck auf die Verdauungsorgane, beispielsweise durch Trächtigkeit oder Eier in den Ovidukten, die Passagezeit beeinflusst (MEIENBERGER et al. 1993).

Abhängig vom Alter der Tiere und der Art des Futters wurde in einer Untersuchung an Gopherschildkröten (*Xerobates agassizii*) eine Passagezeit von 10-32 Tagen gemessen (MEIENBERGER et al. 1993). Radiologische Studien an zwei *T. graeca* mit Bariumsulfat als Marker ergaben eine Darmpassagezeit von über zwei Wochen bis zum ersten Erscheinen des Kontrastmittels im Kot und bis zu vier Wochen bis zum vollständigen Ausscheiden. Da die Tierzahl in dieser Studie sehr limitiert war, ist eine Beeinträchtigung der Darmpassagezeit durch das Bariumsulfat, das zur Entwurmung gleichzeitig verabreichte Thiabendazol oder durch die Anwesenheit von *Angusticaecum* spp. nicht ausgeschlossen. Zusätzlich wurden die Tiere während der Studie unterhalb ihrer optimalen Umgebungstemperatur gehalten (HOLT 1978). Die Außentemperatur beeinflusst jedoch die Stoffwechselrate, die Aktivität und die Verdauung. Ist es zu kalt, fressen poikilotherme Tiere weniger und das Futter wird schlechter verdaut und verwertet (DONOGHUE 1996). Da die Passagedauer von Bariumsulfat in Schildkröten relativ lang ist, führte MEYER (1998) eine

Kontrastmittelstudie mit Gastrografin®, einem Jodsalz, an 18 *T. hermanni* durch, welche bei drei unterschiedlichen Durchschnittstemperaturen gehalten wurden. Bis zum ersten Erscheinen des Kontrastmittels in der Kloake vergingen durchschnittlich 2,6; 6,6 und 17,3 Stunden, wobei die Passagezeit mit abnehmender Durchschnittstemperatur (30,6°C; 21,5°C; 15,2°C) länger wurde. Bei Temperaturen unterhalb von 10°C dauert die Darmmotilität nach Zwangsfütterung zwar an, das Futter bleibt jedoch fast unverdaut. Deshalb ist Darmmotilität allein kein Indikator für die Funktion des Darms (MEYER 1998).

Es ist möglich, dass retrograd verlaufende Darmbewegungen die Verweildauer des Futterbreis durch Zurückhaltung schwer verdaubarer Futterbestandteile beeinflussen (HUKUHARA et al. 1975). Je länger das Pflanzenmaterial zurückgehalten werden kann, desto größer ist der Grad der Fermentation (O`GRADY et al. 2005). KOTB und LUCKEY (1972) stellten fest, dass die Darmpassagezeit eine der wichtigsten Faktoren zur Beeinflussung der Effizienz der Nahrungsverwertung im Organismus darstellt.

2.3.3 Verdaulichkeit von Nährstoffen

Die scheinbare Verdaulichkeit kann als Maß für die effektive Leistung des gesamten Gastrointestinaltraktes, die die Effekte der Enzymkonzentrationen und –reaktionen und die der gastrointestinalen Motilität in sich vereint, herangezogen werden (SKOCZYLAS 1978). Die Verdaulichkeit von Nährstoffen ist durch verschiedene Faktoren beeinflussbar (SIMON 2008). Die verschiedenen Tierarten sind zum Beispiel in sehr unterschiedlichem Maße zur Verdauung pflanzlicher Gerüstsubstanzen in der Lage, so dass die Verdaulichkeit der Rohfaser erheblich differiert (KIRCHGEßNER 1997; SIMON 2008). Als Ursache dieser Differenzen sind die unterschiedliche Ausbildung des Gastrointestinaltraktes und der enzymatischen Kapazität sowie die Dauer der Chymuspassage zu nennen (KAMPHUES et al. 2004). Auch bei Individuen einer Art kann sich die Verdaulichkeit bedingt durch Alterseffekte (ZENTEK und DENNERT 1997), wie Produktion von Verdauungsenzymen und Adaptation der Mikroflora, aber auch durch Erkrankungen und unterschiedliches Haltungsmanagement von Einzeltieren unterscheiden (KAMPHUES et al. 2004). Bei 37°C lag die Verdaulichkeit des gleichen Futters bei jugendlichen Leguanen (*Iguana iguana*) beispielsweise höher als bei 34°C Umgebungstemperatur (TROYER 1987). Auch die Menge des Futters und die Rationszusammensetzung beeinflussen die Verdaulichkeit.

So ist vom Wiederkäuer eine ausgeprägte Abhängigkeit zwischen Futtermenge und Verdaulichkeit bekannt. Versuche an Schafen haben gezeigt, dass bei Verdoppelung der Futtermenge gegenüber des Erhaltungsbedarfs die Verdaulichkeit der Futterenergie je nach angebotener Futterart um eine bis neun Einheiten sank (KIRCHGEßNER 1997).

BEAUPRE et al. (1993) stellten bei Untersuchungen an Stachelleguanen (*Sceloporus merriami*) fest, dass sich bei gesteigerter Futteraufnahme auch die scheinbare Verdaulichkeit erhöht. Dieses Ergebnis wird jedoch durch die Tatsache, dass eine Steigerung der Futteraufnahme die gastrointestinale Passagezeit verkürzt (VAN MARKEN LICHTENBELT 1992) und eine kürzere Passagezeit sich negativ auf die scheinbare Verdaulichkeit auswirkt (MEIENBERGER et al. 1993), in Frage gestellt.

Bei der Rationszusammensetzung muss sowohl die Zusammensetzung des Einzelfuttermittels als auch die der gesamten Futterration berücksichtigt werden, denn jedes Futtermittel hat Einfluss auf die Verdaulichkeit eines anderen. Besonders bei Wiederkäuern hat die Rationszusammensetzung einen Einfluss auf die Entwicklung der verschiedenen Mikroorganismenarten im Pansen. Bei Zugabe von leichtlöslichen Kohlenhydraten zu rohfaserreichem Futter wird die Verdaulichkeit aller Nährstoffe, insbesondere die von Eiweiß und Rohfaser, gesenkt (KIRCHGEßNER 1997; SIMON 2008). Auch der Rohfasergehalt des Futters beeinflusst die Verdaulichkeit der organischen Substanz beim Säuger negativ (SKOCZYLAS 1978; SIMON 2008). SKOCZYLAS (1978) vermutete, dass sich dies bei Reptilien ähnlich verhält, möglicherweise sogar in noch größerem Ausmaß. DONOGHUE und LANGENBERG (1994) beschrieben eine limitierte Kalorienaufnahme und Hemmung der Absorption von Spurenelementen bei exzessiver Rohfasergabe. Beim Wiederkäuer wird die Verdauungsrate, nicht jedoch die Verdaulichkeit bzw. die Fermentation von der Partikelgröße der Futtermittel beeinflusst. Eine Übertragung auf herbivore Reptilien ist gerechtfertigt, da sich sowohl die beteiligten Mikroorganismen als auch die Endprodukte der Fermentation gleichen (BJORNDAL et al. 1990).

GISLER (2002) stellte als Ergebnis ihrer verdauungsphysiologischen Studien fest, dass die Kollektionsmethode die einzig sichere Methode für die Bestimmung der scheinbaren Verdaulichkeit der Nahrung von Galápagos-Riesenschildkröten (*Geochelone nigra*) darstellt. Diese besteht aus der Ermittlung der Futteraufnahmemenge und der Kotmenge über einen festgelegten Zeitraum. Die Verwendung dreier Verdaulichkeitsmarker (HCL-UA, ADL und C_{36}) lieferte im

Vergleich zur Kollektionsmethode zu geringe Werte. Dabei waren die Differenzen der mittels C_{36}-Marker und Kollektionsmethode ermittelten Verdaulichkeitswerte am geringsten. Sie empfahl die Verwendung von C_{36} als Marker, wenn es nicht möglich ist den gesamten Kot (beispielsweise bei Reptilien in freier Wildbahn) zu sammeln.
KARASOV et al. (1986) behaupteten, dass Reptilien im Vergleich zu nicht wiederkäuenden Säugetieren eine geringere Verdaulichkeit der Nahrung aufweisen, obwohl deren Darmpassagezeit des Futterbreis länger ist. Durch einen Vergleich der Ergebnisse ihrer Verdaulichkeitsberechnungen mit denen von FEHRLE (1999) widerlegte GISLER (2002) diese Behauptung. Die von ihr errechneten Werte der scheinbaren Verdaulichkeit lagen nach Fütterung eines Mischfutters mit 20,5 % Rohfaseranteil und 22,6 % ADF in der Trockensubstanz bei 54,9 % (± 18,39 %) für Rohfaser und 49,0 % (± 22,40 %) für ADF. FEHRLE (1999) erhielt nach Verfütterung eines Mischfuttermittels mit ähnlichem Nährstoffgehalt an Pferde Werte von 51,7 % (± 1,3 %) für die scheinbare Verdaulichkeit von Rohfaser und 51,0 % (± 1,7 %) für die von ADF. Die Ähnlichkeit der Ergebnisse ließ GISLER (2002) schlussfolgern, dass sich die Verdaulichkeiten schwer verdaubarer Kohlenhydrate bei herbivoren Schildkröten und dickdarmfermentierenden Säugern gleichen. Weiterhin berechnete sie die scheinbaren Verdaulichkeiten von Trockensubstanz [65,2 % (± 13,82 %)], organischer Substanz [67,5 % (± 12,77 %)], Rohprotein [63,1 % (± 14,25 %)], Calcium [28,4 % (± 29,20 %)], Phosphor [84,3 % (± 5,95 %)] und Magnesium [36,7 % (± 25,93 %)].

2.4 Darmparasiten

Als Ursachen für die Etablierung eines Parasitenbefalls sind bei in Gefangenschaft gehaltenen Schildkröten zu nennen (KÖLLE 2000):

- ein Neuzugang mit unbekanntem Parasitenstatus wird ohne vorherige Quarantäne und Untersuchung in den vorhandenen Bestand integriert
- Verzicht auf regelmäßige Kotuntersuchungen
- Verzicht auf rohfaser- und ballaststoffreiche Ernährung und somit Begünstigung bestimmter Parasiten
- mangelnde Hygiene, d. h. Fäzes und Urin werden nicht regelmäßig entfernt oder Terrarium und Zubehör werden nicht sachgerecht gereinigt und desinfiziert

- Überbesatz bzw. zu kleiner Aktionsradius und damit ständiger Kontakt zu eigenen Ausscheidungen und zu denen der Partnertiere
- mangelhafte Abwehrlage durch nicht artgerechtes Haltungsmanagement oder durch das Vorliegen anderer Erkrankungen (KÖLLE 2009)

Auch nach einer antiparasitären Behandlung können je nach verabreichtem Mittel noch über einen bestimmten Zeitraum Parasitenstadien ausgeschieden werden, so dass parasitenfreie Tiere infiziert werden können. Erst 31 Tage nach der Verabreichung von Fenbendazol wurden in einer Studie von GIANNETTO et al. (2007) keine Oxyureneier mehr ausgeschieden.
Ob und inwieweit es zu Beeinträchtigungen des Wirtes kommt, hängt neben der Individuendichte von der Größe und Lebensweise des entsprechenden Parasiten ab. So führen große Parasiten (wie z. B. Askariden) eher zu einem Darmverschluss als kleine. Die Ernährungsweise des Parasiten spielt im Hinblick auf seine Schadwirkung dann eine Rolle, wenn er mit dem Wirt in Konkurrenz um bestimmte Nährstoffe tritt. Mögliche Stoffwechselendprodukte können für den Wirt toxisch sein und Parasiten, die sich im Wirtsgewebe verankern und dabei Läsionen verursachen, ermöglichen eine Invasion von Krankheitserregern durch die Darmbarriere. Larven von Parasiten, die eine Körperwanderung durchführen, zerstören funktionelles Gewebe, welches durch Bindegewebe ersetzt wird (LIMBERGER 2002). Infektionen mit heteroxenen (mehrwirtigen) Parasiten sind zwar häufiger in Kotproben frei lebender Tiere zu finden, können in Wildfängen aber jahrelang überleben und so trotzdem eine Schadwirkung herbeiführen (PANTCHEV 2005).

2.4.1 Helminthen

Unter dem Begriff Helminthen werden parasitisch lebende Vielzeller verstanden, die aus dem Stamm Plathelmintha (Plattwürmer), dem Unterstamm Nematoda (Rundwürmer) und dem Stamm Acanthocephala (Kratzer) bestehen. Plathelmintha werden unterteilt in die Überklassen Trematoda (Saugwürmer) und Cercomeromorpha (Hakenwürmer) mit den Klassen Monogena (Hakenplattwürmer) und Cestoda (Bandwürmer). Der Unterstamm Nematoda wiederum lässt sich weiter untergliedern in die Klassen Secernentea (Phasmidia) und Adenophorea (Aphasmidia) (ECKERT et al. 2005).

2.4.1.1 Digene Trematoden

Medizinisch relevant ist bei Reptilien die Klasse der Digenea (PANTCHEV 2005), die einen bis mehrere Zwischenwirte für ihren Entwicklungzyklus benötigen (MUTSCHMANN 2006). Häufig werden Reptilien, die in unmittelbarer Umgebung zum Wasser leben, infiziert, da die Parasiten in ihrer Entwicklung an Gewässer und Feuchtbiotope gebunden sind (FRYE 1991). Ohne das Vorhandensein von spezifischen Zwischenwirten ist eine Übertragung von Trematoden oder eine Erhöhung der Parasitenbürde bei Reptilien, die in Gefangenschaft gehalten werden, ausgeschlossen (SASSENBURG 2000b; PANTCHEV 2005). Von der Ordnung Testudines kommen nur Wasser- und Sumpfschildkröten, insbesondere frisch importierte Tiere, als Wirte für Trematoden in Frage (KÖLLE 2009).

2.4.1.2 Zestoden

Nur Vertreter der Unterklasse Eucestoda haben als Infektionserreger bei Tieren eine Bedeutung (ECKERT et al. 2005). Reptilien werden von Exemplaren der Ordnungen Pseudophyllida, Protocephalida und Cyclophyllida infiziert (PANTCHEV 2005). Bandwurminfektionen kommen vor allem bei Wildfängen oder Farmnachzuchten vor. In der Terrarienhaltung spielen sie eine untergeordnete Rolle (SCHNELLER und PANTCHEV 2008), da Bandwürmer einen indirekten Entwicklungszyklus mit teilweise mehreren Zwischenwirten (z. B. Krustentiere, kleine Wirbeltiere) durchlaufen (SCHNELLER und PANTCHEV 2008).
Sie treten selten bei Schildkröten auf (SASSENBURG und ZWART 2008) und dort nur bei tropischen Land- und Wasserschildkröten (KÖLLE 2009).

2.4.1.3 Nematoden

Es gibt zahlreiche Nematodenarten, die als Adulte in den unterschiedlichen Darmabschnitten von Reptilien parasitieren (MEHLHORN et al. 1993). Die am häufigsten bei Landschildkröten vorkommenden Nematoden sind Oxyuren und Askariden. Wildfänge sind bis zu 100 % mit Oxyuren und bis zu 50 % mit Askariden infiziert (FORSTNER 1983).

2.4.1.3.1 Oxyuren

Die hier beschriebene Klassifikation beruht auf der von PETTER und QUENTIN (1976), modifiziert nach ADAMSON (1989). Die Ordnung Oxyurida umfasst ungefähr 850 bekannte Arten, welche in den Därmen von Gliederfüßern und Wirbeltieren (eine Art auch in Ringelwürmern) parasitieren. Sie verfügt damit über das weiteste Wirtsspektrum aller parasitisch lebender Nematoden. Die 850 Arten lassen sich den zwei Überfamilien Thelastomatoidea (353 Arten) und Oxyuroidea (497 Arten) zuordnen (ADAMSON 1994). Als Wirbeltierwirte wurden Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugetiere identifiziert, deren Oxyurenarten alle zur Familie Pharyngodonidae gehören (ADAMSON 1994).

Oxyuren werden häufig auch als Oxyuriden bezeichnet. Bei Reptilien sind sie die am häufigsten nachweisbaren Nematoden (MUTSCHMANN 2006). YAMAGOUTI (1961) und SKRJABIN et al. (1974, 1976) berichteten von annähernd zwölf Oxyurengattungen, welche bei Reptilien parasitieren. FRANK (1985) zählte bei Reptilien mehr als 100 Oxyurenarten, die sich auf zwölf Gattungen verteilen und am häufigsten in Eidechsen und Schildkröten zu finden sind. Besonders bei herbivoren Arten kommen Oxyuren in großer Zahl vor. Anderen Literaturangaben zufolge sollen sogar rund 150 Arten bei Reptilien parasitieren (REICHENBACH-KLINKE 1977; PANTCHEV 2005).

Aufgrund des meist länglichen und spitzen Hinterendes der Weibchen (Abbildung 2) werden Oxyuren auch als Priemenschwänze (engl. pinworms) bezeichnet (ECKERT et al. 2005; PANTCHEV 2005). Sie besitzen im typischen Fall einen gut ausgebildeten Ösophagusbulbus, der meist einen Klappenmechanismus enthält (FRANK 1985). Die Gesamtlänge der Adulten variiert je nach Gattung und beschreibendem Autor zwischen 0,6-9,2 mm (BOUAMER et al. 2001b; BOUAMER und MORAND 2002) , 2-4 mm (KÖLLE 2000), 1,5-8 mm (SASSENBURG und ZWART 2008) und bis zu einem Zentimeter (FORSTNER 1960; PANTCHEV 2005). Um die verschiedenen Gattungen und Arten der weißen Nematoden zu differenzieren, erfolgten viele Untersuchungen. Hierbei konzentrierten sich die verschiedenen Autoren vor allem auf morphologische Merkmale, wie zum Beispiel Länge, Unterschiede in der Mundöffnung, Beschaffenheit des Ösophagus und des kaudalen Endes, das bei den Männchen wichtig für die Unterscheidung ist (FORSTNER 1960).

Abbildung 2: Oxyurenexemplar mit dem typischen länglich-spitzen Hinterende

Während die Arten der Gattungen *Pharyngodon*, *Skrjabinodon*, *Spauligodon* und *Veversia* karnivore Reptilien infizieren, kommt die Gattung *Thelandros* bei karnivoren und herbivoren Reptilienarten und die Gattung *Aleuris* bei herbivoren Schildkröten und Iguaniden (Leguanen) und selten bei karnivoren Arten vor. Bei herbivoren Iguaniden lassen sich die Gattungen *Ozolaimus* und *Paralaeuris* nachweisen. Madagassische Schildkröten können mit der Gattung *Ortleppnema* infiziert sein und Schildkröten und Uromastyxarten (Dornschwanzagamen) mit der Gattung *Tachygonetria*. Die Gattungen *Mehdiella* und *Thaparia* parasitieren ausschließlich bei Schildkröten (FRANK 1985). GREINER und MADER (2006) listeten ebenfalls 12 bei Reptilien parasitierende Gattungen auf. Die Gattung *Veversia* wurde dabei nicht aufgeführt, dafür die Gattung *Parapharyngodon*, welche bei Eidechsen parasitiert.

Sieben Gattungen mit ungefähr 54 Arten parasitieren laut ADAMSON (1994) in Landschildkröten (Testudinidae). Drei dieser Gattungen, die elf Arten umfassen, sind ausschließlich in diesen Wirten zu finden. In Europäischen Landschildkröten sind Oxyuren mit mindestens sechs verschiedenen Gattungen zumeist im Kolon zu finden (KÖLLE 2000). TRAVERSA et al. (2005) fanden in Kotproben von *T. hermanni*, *T. graeca* und *T. marginata* Exemplare der Arten *Alaeuris numidica Mehdiella microstoma*, *Mehdiella uncinata*, *Tachygonetria longicollis*, *Tachygonetria conica* und *Tachygonetria palearcticus*.

Nachfolgend werden einige Oxyurengattungen näher beschrieben.

***Alaeuris*:** Die Gattung *Alaeuris* wurde 1925 von Thapar erstellt. Er fand einen männlichen Oxyuren, dessen Schwanzansatz mit breiten Kaudalflügeln ausgestattet war und gab dieser neuen Gattung deshalb den Namen *Alaeuris* (FORSTNER 1960). Die bei Landschildkröten parasitierende Art *A. numidica* wurde von Seurat 1918 als *Thelandros numidicus* beschrieben und von PETTER (1966) der Gattung *Alaeuris* zugeordnet. Oxyurenarten dieser Gattung sind klein bis mittelgroß. Die Haut ist mit lateralen Flügeln ausgestattet, die aber auch fehlen können. Der Ösophagus ist gestreckt und enthält einen Bulbus mit einem Klappenapparat. Der Schwanz der Weibchen stellt sich kurz und konisch dar, die Eier sind ellipsenförmig. Diese Gattung ist ovipar (eierlegend). Die Männchen sind kleiner als die Weibchen. Sie besitzen eine Mundöffnung mit sechs Lippen, der Körper endet in einem konischen Schwanz mit breiten kaudalen Flügeln. Zwei Papillenpaare sitzen um die Kloake herum, das Spikulum (Begattungshilfsorgan) ist lang, dünn und nadelförmig (BOUAMER et al. 2001a). BOUAMER et al. (2001a) wiesen die Art *A. numidica* bei *T. horsfieldii*, *T. graeca* und *T. hermanni* nach. Die Prädilektionsstelle (bevorzugte Stelle) ist das Zäkum.

***Thaparia*:** Die Gattung *Thaparia* wurde 1933 von Ortlepp erstellt (BOUAMER und MORAND 2000). Sie zeigt ein weites geografisches Verbreitungsgebiet mit drei paläarktischen Spezies (*T. carlosfeliui*, *T. bourgati*, *T. thapari*). Diese parasitieren im Zäkum ihres Wirts. Sie sind mittelgroß, mit oder ohne seitliche Flügel und besitzen drei oder sechs Lippen. Die eher kurze Speiseröhre ist in einen muskulösen und einen glandulären Teil, der in einem mit Klappen ausgestatteten Bulbus endet, aufgeteilt. Das schlichte oder gekrümmte Spikulum der Männchen kann sehr lang sein. Der Schwanz der Weibchen verjüngt sich nach kaudal. Sie produzieren nur wenige Eier, die dünn beschalt sind (BOUAMER und MORAND 2000).

***Mehdiella*:** Die Gattung *Mehdiella* ist mit mehreren Arten bei mediterranen Landschildkröten und Steppenschildkröten vertreten. Sie wurde von Seurat 1918 für *Oxyuris microstoma* und *Oxyuris uncinata* etabliert. Beide Arten wurden von Thapar jedoch der Gattung *Tachygonetria* zugerechnet, nachdem er die Gattungen *Mehdiella* und *Tachygonetria* zu Synonymen erklärt hatte (BOUAMER und MORAND 2002;

BOUAMER und MORAND 2003). ADAMSON und NASHER (1984) sowie PETTER (1966) erklärten in Übereinstimmung mit Seurat diese eine Gattung wieder zu zwei unterschiedlichen (BOUAMER und MORAND 2002; BOUAMER und MORAND 2003). Sitz der Oxyuren dieser Gattung ist der Dickdarm. BOUAMER et al. (2001b; 2003) lieferten einen Schlüssel zur Bestimmung von Arten dieser Gattung. Sie beschrieben die An- oder Abwesenheit einer bläschenförmigen Schwellung im kranialen Bereich. Die Anzahl der Zähne variiert je nach Art, der Schwanz ist gerade oder nach dorsal gewölbt. Der Ösophagus ist bei Männchen mit drei Lippen kurz, bei Männchen mit sechs Lippen lang. Die Länge der Individuen variiert von ca. 1,1-9,2 mm.

***Tachygonetria*:** *Tachygonetria* ist mit 24 Arten (BOUAMER und MORAND 2003) die am häufigsten im Darm von Landschildkröten der Paläarktischen Region (Landmassen Europas, Nordafrikas bis zum Südrand der Sahara und Asiens südlich bis zum Himalaja) parasitierende Gattung (BOUAMER und MORAND 2002). Sie wurde von Wedl 1862 für die Art *T. vivipara* erstellt. Schneider und Linstow beschrieben 1866 bzw. 1899 zwei neue Arten, platzierten diese aber zur Gattung *Oxyuris* [Rudolphi, 1803]. Nach Überarbeitung dieser Gattung und Beschreibung von acht Arten, transferierte Seurat einige *Oxyuris* spp. zur Gattung *Tachygonetria*. 1925 erklärte Thapar die Gattungen *Mehdiella* und *Tachygonetria* zu Synonymen (siehe oben). Sitz der Infektion ist der Dickdarm (BOUAMER und MORAND 2002). Der Ösophagus ist zylindrisch, kurz oder lang, und endet in einem Bulbus mit Klappenapparat. Der stämmige Körper der Weibchen endet in einem kurzen und konischen oder langen und spitzen Schwanz. Der Mund ist mit drei Lippen ausgestattet. Die Männchen sind schlanker, der Mund enthält drei oder sechs Lippen. Laterale Flügel fehlen, kaudale Flügel sind winzig oder fehlen ebenfalls. Das Spikulum ist kurz und unterschiedlich geformt. Die Größe der Individuen variiert je nach Art von ca. 0,6-6,45 mm. Die Weibchen sind ovipar, selten vivipar (lebendgebärend) (BOUAMER und MORAND 2002).

Eine auszugsweise Auflistung verschiedener Oxyurengattungen und -arten bzw. -unterarten sowie ihrer Wirte präsentiert Tabelle 1.

Tabelle 1: Oxyurengattungen, -arten und -unterarten, die bei *T. hermanni*, *T. graeca*, *T. marginata* und *T. horsfieldii* nachgewiesen wurden (GAGNO 2006)

Oxyurengattung	Oxyurenart	*T. h.*	*T. g.*	*T. m.*	*T. horsfieldii*
Alaeuris	*A. numidica*	X	X	X	X
Thaparia	*T. bourgati*	X			
	T. carlosfeliui	X			
	T. rysavyi	X			
	T. thapari	X	X		X
Mehdiella	*M. longissima*		X		X
	M. microstoma	X[a]	X[a]	X[a]	X[a]
	M. petterae	X			
	M. stylosa	X[a]	X[a]		X[a]
	M. uncinata	X[a]	X[a]		X[a]
	M. u. uncinata	X	X		X
	M. u. inflatocervix	X	X		
	M. u. albanica	X			
Tachygonetria	*Tachygonetria sp.*			X	
	T. combesi	X			
	T. conica	X	X		X
	T. dentata	X	X		X
	T. khallaayounei		X		
	T. lambiensis		X		
	T. longicollis	X	X		X
	T. marocana		X		
	T. microlaimus	X	X		X
	T. nicollei	X	X		
	T. numidica	X	X		
	T. palearcticus	X	X		X
	T. poulini		X		
	T. pusilla	X	X		X
	T. robusta	X[a]	X[a]		X[a]
	T. rosickyi				X
	T. setosa	X	X		
	T. settatensis		X		
	T. seurati		X		
	T. vivipara		X		

X = Nachweis bei der jeweiligen Schildkrötenart

X[a] = Nachweis bei jungen Schildkröten

Oxyuren kommen in allen bedeutenden geografischen Regionen mit Ausnahme von Australien vor. Die heutige Verbreitung der Oxyuren ist das Ergebnis der Wirtsverbreitung im Laufe der Evolution. Da in Australien keine Landschildkröten leben, sucht man dort auch nach den entsprechenden Oxyuren vergeblich. Die frühesten als Testudinidae identifizierten Fossilienfunde wurden in Europa, Nordamerika und Asien entdeckt. Die Verbreitung der Landschildkröten erfolgte zuerst von Europa nach Afrika, später dann von Asien über Indien und Saudi-Arabien. Madagaskar wurde über Afrika erreicht und Südamerika entweder direkt über Nordamerika oder von Asien ausgehend. Der voluminöse Dickdarm der Landschildkröten hat sich dabei als Lebensraum für Oxyuren der Familie Pharyngodonidae besonders bewährt (ADAMSON und NASHER 1984).

Auch FORSTNER (1960) beschrieb den Verdauungstrakt herbivorer Landschildkröten als ein besonders günstiges Biotop für Oxyuren. Meist werden sie dort in großer Artenzahl vorgefunden. DITTMANN (1965) vertrat die Meinung, dass Oxyuren mit großer Wahrscheinlichkeit in allen von Parasiten befallenen Schildkröten anzutreffen sind, während KÖLLE (2000) von 80 % aller Europäischen Landschildkröten und 100 % eines größeren Landschildkrötenbestandes (KÖLLE 2009) ausging. Laut FORSTNER et al. (1983) sind Wildfänge von Landschildkröten bis zu 100 % mit Oxyuren infiziert. Auch die von CLAUSSEN (1981) untersuchten wildgefangenen Landschildkröten der Arten *T. hermanni*, *T. graeca* und *T. horsfieldii* waren allesamt mit diesen Nematoden infiziert. Bei von OLBRICH (2003) durchgeführten parasitologischen Kotuntersuchungen an ca. 200 Landschildkröten (hauptsächlich mediterrane Landschildkröten) stellten sich knapp 80 % der Tiere als oxyureninfiziert heraus, jedoch wiesen nur etwa 5 % dieser Tiere einen Monobefall auf. Mischinfektionen mit Flagellaten und Ziliaten traten hingegen wesentlich häufiger auf.

Oft parasitieren in einem einzigen Wirt zwei oder mehr Oxyurenarten (ADAMSON 1994). PETTER (1966) und SCHAD (1963) zählten bei Schildkrötenindividuen acht bis fünfzehn Arten. Für jede Oxyurenart wurde von SCHAD (1963) eine eigene ökologische Nische innerhalb des Darmes postuliert. HOMINICK und DAVEY (1973) zeigten an mit zwei Oxyurenarten (Thelastomatidae) infizierten Kakerlaken, dass verschiedene Arten unterschiedliche Nischen innerhalb des Kolons nutzen. Die Arten sind voneinander abgegrenzt, weil sie unterschiedliche longitudinale oder radiale Dimensionen und verschiedene Nahrungsressourcen nutzen. ADAMSON und NOBLE (1993) untersuchten dieses Modell erneut und stellten nur eine geringe

Beeinträchtigung der Wurmanzahl einer Art durch interspezifische Konkurrenz fest. Allerdings schien ihnen die Absonderung der verschiedenen Arten in unterschiedliche Nischen als alleinige Erklärung einer Koexistenz nicht ausreichend. Sie schlussfolgerten, dass der Konkurrenzkampf innerhalb einer Oxyurenart, der möglicherweise durch ein chemisches Toxin vermittelt wird, die interspezifischen Interaktionen auf einem niedrigen Level hält und es so verschiedenen Arten möglich ist, mit geringer Nischenspezialisierung, zu koexistieren. Zur Interferenz innerhalb einer Art zeigte ZERVOS (1988a; 1988b) an experimentell infizierten Kakerlaken, dass ungeachtet der Infektionsdosis die vollentwickelte Infektion aus lediglich einem adulten Oxyurenmännchen und ein paar Weibchen besteht. Daraus schlussfolgerte sie, dass es ein chemisches Toxin geben muss, welches in der Lage ist, die Population auf ein gewisses Maß zu begrenzen.

PETTER (1966) unterschied bei Landschildkröten die häufig vorkommenden *Tachygonetria* spp., die im Darmchymus vom Futter der Wirte leben, und die selten vorkommenden *Mehdiella* spp., die paramukös und von Darmsekreten leben. Dementsprechend ist die Individuenanzahl der von der Wirtstiernahrung abhängigen Spezies während der Hibernation oder einer Nahrungskarrenz während einer Erkrankung eher von einer Dezimierung betroffen als die der von Darmsekreten abhängigen Spezies (PETTER 1963a). PETTER (1966) und TRAVERSA et al. (2005) stellten fest, dass Oxyuren erst ab dem zweiten Lebensjahr im Darm von Landschildkröten zu finden sind. Sie parasitieren dann ein Leben lang in diesen Wirtstieren. Allerdings zählte PETTER (1966) einige Ausnahmen auf. So existiert *A. numidica* vorwiegend in jungen und *M. microstoma* hauptsächlich in einjährigen Wirtstieren. *T. dentata* und *M. uncinata* sollen in größerer Anzahl nur in jungen Schildkröten parasitieren.

Die von CLAUSSEN (1981) untersuchten Landschildkröten mit Carapaxlängen zwischen 80 und 180 mm (*T. horsfieldii*) und 110 und 225 mm (*T. hermanni*, *T. graeca*) beherrbergten in allen Fällen Oxyuren-Mischinfektionen mit *Tachygonetria* spp. und *Mehdiella* spp.. Die Art *Thaparia thapari* konnte sie nur vereinzelt finden. Die Wurmanzahl pro Tier nahm im Durchschnitt mit steigender Carapaxlänge zu (97-35.200 Exemplare pro Tier), wobei der Larvenanteil bis zu 60 % ausmachen konnte.

Der Lebensraum der Oxyuren begrenzt sich auf die hinteren Darmabschnitte ihrer Wirte, welche zu Orten der bakteriellen Fermentation modifiziert sind (ADAMSON

1994). Die Infektion erfolgt alimentär-oral, durch Aufnahme der Eier oder Larven. Oxyuren sind meist ovipar, manchmal auch ovovivipar (Eier innerhalb des Körpers ausbrütend; *Thaparia* spp.) oder vivipar (*Tachygonetria* spp., *Mehdiella* spp.) (FRANK 1985; KUTZER 1985; MUTSCHMANN 2006). PANTCHEV (2005) beschrieb ebenfalls einige Arten der Gattung *Tachygonetria* als vivipar, so dass im frischen Kot Larven gefunden werden können. Oxyureneier wurden von ihm als oft dickschalig, mit asymmetrischer Form (eine gerade und eine konvexe Seite) und hoher Tenazität beschrieben. Manche Eier können eine braune Farbe, kleine Fortsätze oder rundliche Strukturen an den Enden aufweisen. MUTSCHMANN (2006) beschrieb sie als ca.
150 µm lang, längsoval oder bohnenförmig, relativ dünnschalig mit Morulastadien oder Larven. Auch KÖLLE (2000) berichtete von einer länglich ovalen Form, einem einseitig asymmetrisch abgeflachten Pol und der Dünnschaligkeit der Eier, wohingegen FRYE (1991) die D-Form und die charakteristische dicke Schale dieser Eier erwähnte. Bei günstigen Umweltbedingungen, wie Wärme und Feuchtigkeit, entwickeln sich innerhalb von 24 Stunden bis wenigen Tagen Larven in den Eiern, die in diesem Zustand für den Wirt infektiös sind (ADAMSON 1994; PANTCHEV 2005). LIMBERGER (2002) beschrieb, dass eine Befeuchtung des Bodengrunds, insbesondere an den Kotstellen der Wirte, die Eier im infektiösen Zustand länger überdauern lässt als im trockenen Milieu.
Einigkeit der verschiedenen Autoren herrschte bei der Angabe der Präpatenz, die 30-40 Tage beträgt (FRYE 1991; KÖLLE 2000; PANTCHEV 2005; MUTSCHMANN 2006). Lediglich LIMBERGER (2002) stellte bei seinen Versuchen an Leopardgeckos bei einem Tier eine Präpatenz von 47 Tagen fest. Er erklärte dies mit einer, im Vergleich zu seinen anderen Versuchstieren, späteren Aufnahme der Eier aus dem infektiösen Bodengrund.
Die Entwicklung der Oxyuren in ihrem Wirt beginnt in den kranialen Darmabschnitten, in denen die Larven aus den Eiern schlüpfen und sich während ihrer Larvalstadien aufhalten. Die adulten Oxyuren lassen sich im Kolon nachweisen (FRYE 1991; ADAMSON 1994; GREINER und MADER 2006; MUTSCHMANN 2006). Nach CLAUSSEN (1981) befindet sich das Hauptvorkommen der Oxyuren eines Wirtes im erweiterten ersten Drittel des Kolons. Dort durchsetzen sie meist zu tausenden den Nahrungsbrei, während sich die Wurmdichte in den distalen Bereichen des Dickdarms kontinuierlich verringert, um schließlich im Rektum ganz zu enden. Der Enwicklungszyklus von Oxyuren ist direkt (FRANK 1981; FRYE 1991; ADAMSON

1994; KÖLLE 2000; PANTCHEV 2005; GREINER und MADER 2006; MUTSCHMANN 2006), sie gelten als streng wirtsspezifisch (TELFORD 1971; FRANK 1985; PANTCHEV 2005). LIMBERGER (2002) konnte in seinen Untersuchungen allerdings nachweisen, dass Oxyuren durchaus von einer Reptiliengattung auf eine andere übertragbar sind. Ihm gelang mithilfe von infektiösem Bodengrund die Übertragung von Bartagamen (*Pogona vitticeps*) auf Leopardgeckos (*Eublepharis macularius*), die weder nahe verwandt sind, noch aus der gleichen geografischen Region stammen. Er stellte weiterhin fest, dass eine Übertragung der Oxyuren ebenfalls mit Insekten, die als Transportwirte dienen können, möglich ist.

Oxyuren kommen laut FORSTNER (1960) meist in großer Artenzahl, vorwiegend bei den weniger widerstandsfähigen Jungtieren, vor. TRAVERSA et al. (2005) fanden in einer Studie an 62 Schildkröten der Arten *T. hermanni*, *T. graeca* und *T. marginata*, die in Terrarien oder offenen Einfriedungen gehalten wurden, heraus, dass alle über ein Jahr alten Schildkröten mit Oxyuren infiziert waren. Jüngere Tiere waren oxyurenfrei. Dies begründeten sie mit der von Adulten separaten Haltung und der frühen maternalen Immunität. Entgegen dieser Studie notierten GOLDBERG und BURSEY (1992), dass sich zumindest Eidechsen bereits am Tag ihres Schlupfes mit Oxyuren infizieren können.

Tiere im Alter zwischen 1-5 Jahren schieden in den Untersuchungen von TRAVERSA et al. (2005) mehr Eier pro Gramm Kot aus als ältere Tiere. Einen Zusammenhang zwischen dem EpG-Wert und der Wurmbürde des Wirts konnten sie, ebenso wie CLAUSSEN (1981) nicht feststellen. PETTER (1966) wies einige Oxyurenarten hauptsächlich in jungen Schildkröten nach. Aus diesem Grund stellten TRAVERSA et al. (2005) die Hypothese auf, dass jene Arten fruchtbarer sind, als die, die eher bei älteren Schildkröten parasitieren (z. B. *Tachygonetria* spp.). Kombiniert mit dem Verlust der frühen maternalen Immunität würden so die höheren EpG-Werte verursacht.

Laut TRAVERSA et al. (2005) zeigen die niedrigeren EpG-Werte von Schildkröten aus Terrarienhaltung, dass die Regeln der Hygiene hier einfacher und bequemer befolgt werden können, als in offenen Einfriedungen. Sie fanden keine statistisch signifikanten Unterschiede im parasitologischen Status der verschiedenen Schildkrötenarten bzw. beider Geschlechter. Dies wurde durch Untersuchungen von OLBRICH (2003) bestätigt.

In der Mehrheit der Fälle müssen die vom Oxyurenweibchen produzierten Eier oder Larven in die Umwelt gelangen, um ihren Lebenszyklus zu vervollständigen (ADAMSON 1988). ADAMSON (1988) stellte jedoch fest, dass einige Oxyuren dies innerhalb des gleichen Wirts tun, sie also über die Fähigkeit der Autoinfektion verfügen. Er untersuchte ein weibliches Exemplar eines Nematoden, welches er der Gattung *Alaeuris* oder *Paralaeuris* zurechnete. Bei diesem entwickelten sich im Uterus frei lebende Larven. Nur bei drei Oxyurengattungen ist das Phänomen der Autoinfektion bekannt. Dazu gehört die Gattung *Gyrinicola*, die in Froschlurchlarven parasitiert, zwei Arten der Gattung *Alaeuris* (*A. vogelsangi*, *A. caudatus*), die im Grünen Leguan zu finden sind, und *Tachygonetria vivipara*, eine Art, die bereits in der Maurischen Landschildkröte nachgewiesen wurde. Hier scheinen sich autoinfektive Oxyurengenerationen mit solchen abzuwechseln, die ihre Eier in die Umwelt entlassen. Vermutlich werden zwei verschiedene Eiertypen produziert. Dies sind zum einen dickbeschalte Eier, die in die Umwelt gelangen müssen, um infektiös zu werden und zum anderen dünnbeschalte Eier, aus denen Larven bereits bei oder kurz nach der Eiablage schlüpfen. Sie sind so in der Lage die Infektionsbürde des gleichen Wirts zu erhöhen (Autoinfektion). In den verschiedenen Weibchen scheint der eine oder andere Eityp vorzuherrschen. Weibchen, die sich aus dünnbeschalten Eiern entwickelten, produzierten ausschließlich dickbeschalte Eier und umgekehrt (ADAMSON 1988).

ADAMSON und PETTER (1982; 1983) untersuchten den Reproduktionstrakt von Oxyurenarten der Gattungen *Tachygonetria* (*T. longicollis longicollis*, *T. longicollis pusilla*, *T. macrolaimus*, *T. dentata*), *Alaeuris* (*A. numidica*) und *Mehdiella* (*M. uncinata*). Sie stellten fest, dass sich die Weibchen aus befruchteten Eiern entwickeln und diploid sind, wohingegen die Männchen aus unbefruchteten Eiern entstehen und haploid sind, also über keine homologen Chromosomen verfügen (ADAMSON 1988).

Laut ADAMSON (1994) ist Inzucht eine wichtige Komponente im Leben der Oxyuren. Die meisten männlichen Oxyuren leben kürzer als die Weibchen. Dies beinhaltet eine beschleunigte sexuelle Reifung der Männchen und ermöglicht theoretisch eine „Mutter-Sohn-Paarung“.

DUBININA (1949) und CAPELLI et al. (1998) vermuteten, dass es den Oxyuren möglich ist die Hibernationsperiode der Schildkröten in einem larvalen Stadium unbeschadet zu überstehen. Nach Beendigung der Hibernation wurde ein Anstieg der mit dem Kot ausgeschiedenen Eier, besonders bei Jungtieren, festgestellt (CAPELLI et

al. 1998). Dies sind Aspekte, die bei der Suche nach einem geeigneten Entwurmungszeitpunkt berücksichtigt werden müssen. In der warmen Jahreszeit verfügen Schildkröten über einen besonders aktiven Stoffwechsel, welcher eine bessere Arzneimittelwirkung gewährleistet (GIANNETTO et al. 2007).

Zum Thema "Pathogenität von Oxyuren" gehen die Meinungen und Angaben der Autoren weit auseinander. MEHLHORN et al. (1993) sprachen von einer geringen Pathogenität. Da Oxyuren in der Lage sind in gewaltiger Anzahl [bis 60.000 Exemplare pro Tier in Gefangenschaft (FRANK 1985)] in einem einzigen Wirt zu existieren, war FRYE (1991) der Ansicht, dass sie dem infizierten Tier durchaus Beschwerden bereiten können. Charakteristische Symptome fehlen. Es lassen sich aber bei hochgradigem Befall allgemeine Symptome wie Unruhe, fehlende Hibernationsbereitschaft und Verweigerung der Nahrungsaufnahme nach Beendigung der Winterstarre feststellen. Makroskopisch sichtbare oder histologisch nachweisbare Veränderungen sind die Ausnahme. Schädigungen sind eher auf stofflicher Ebene zu suchen. Die Stoffwechselendprodukte eines Massenbefalls mit Oxyuren scheinen für die oft hohen Schildkrötenverluste während der Hibernation mitverantwortlich zu sein (FRANK 1985). Bei Sektionen konnten FRANK (1985) sowie CLAUSSEN (1981) trotz hoher Befallsintensitäten keine Gewebeschäden feststellen. RÜSCHOFF und CHRISTIAN (2007) stellten den Krankheitsfall einer Griechischen Landschildkröte vor, die nach Beendigung der Hibernation als Symptome Anorexie (Appetitlosigkeit) und Apathie (Teilnahmslosigkeit) zeigte. Bei der Untersuchung konnte, neben einer Dehydratation, einem erhöhten Harnsäurespiegel im Blut und einem erniedrigten Blutzuckerspiegel, ein Befall mit Oxyuren nachgewiesen werden. Eine starke Verwurmung wurde als typischer Befund bei Schildkröten, die an posthibernaler Anorexie leiden, dargestellt. SASSENBURG (2000a) erwähnte als eine der möglichen Ursachen für einen Penisprolaps bei Schildkrötenmännchen eine hohe Wurmlastigkeit mit Oxyuren. Diese kann zu Obstipationen (Verstopfungen), starkem Pressen, ansteigender Blutfülle im Penis und schließlich zum Prolaps (Vorfall) führen. Auch ein Eihälter-, Kloaken- bzw. Darmprolaps kann durch Wurmanschoppungen verursacht werden. MUTSCHMANN (2006) und PANTCHEV (2005) nannten als mögliche Symptome und Schadwirkungen, bei einem nur in Gefangenschaft auftretenden Massenbefall, Anorexie, Regurgitation (Zurückströmen von Nahrung in die Maulhöhle), Gewichtsverlust, Diarrhoe (Durchfall), Wachstumsstörungen und verminderte Vitalität bei Jungtieren, Fruchtbarkeitsstörungen bei weiblichen Wirten, Rhinitis (Schnupfen),

Dyspnoe (Atemnot), Obstipationen, Tympanien (Aufgasungen), Kloaken- oder Penisprolaps, Immunsuppressionen und Störungen der Hibernation. Auch Resorptionsstörungen im Enddarmbereich (inklusive Zäkum) sind möglich, da der mikrobielle Fermentationsprozess beeinträchtigt wird und dem Wirt Kohlenhydrate, Fettsäuren, Vitamine, Mineralien und Spurenelemente entzogen werden. KANE et al. (1976) beschrieben den Todesfall eines in Gefangenschaft gehaltenen Fiji Island Leguans (*Brachylophus fasciatus*), dem eine längere Phase der Inappetenz vorausging. Während der Sektion wurde eine abdominale Masse im Bereich des Dickdarms gefunden. Nach Eröffnung des Darms fand man eine aus Nematoden und zerstörter Schleimhaut bestehende Umfangvermehrung, die die Integrität des Darms an dieser Stelle aufgehoben hatte. Die Nematoden wurden als adulte und unreife Männchen und Weibchen von *Alaeuris brachylophi* identifiziert.

TELFORD (1971) vertrat die Meinung, dass keine Schädigung durch Nährstoffentzug erfolgt, da die Oxyuren im Enddarm als Reststoffverwerter leben. Außerdem könnten Oxyuren durch Aufbrechen der Kotmassen im Darm eine Verstopfung durch Zellulosereste verhindern. FRANK (1985) erwähnte die Möglichkeit, dass Oxyuren im Kolon von Pflanzenfressern die nützliche Funktion des restlichen Aufschlusses pflanzlicher Partikel übernehmen. ADAMSON (1994) beschrieb die Oxyuren hingegen als bakteriophag. O`GRADY et al. (2005) schlugen vor, Oxyuren nicht als Parasiten zu bezeichnen, weil sie frei im Dickdarmlumen leben und sich von Bakterien und Darminhalt ernähren. Da der Dickdarm der Herbivoren Hauptort der Fermentation ist, hielten sie es für möglich, dass Oxyuren sogar eine direkte oder indirekte Rolle bei der Verdauung der Pflanzennahrung spielen. Diese könnte in der mechanischen Zerkleinerung des Darminhalts bestehen, aber auch in der Produktion nützlicher Abbauprodukte, wie zum Beispiel flüchtiger Fettsäuren und/oder der Regulation der mikrobiellen Population. Die Dichte, die diese Nematoden in einigen Tieren erreichen, soll die Zurückhaltung des Darminhalts begünstigen. In einer Studie verglichen PRYOR und BJORNDAL (2005) die Entwicklung, Darmmorphologie, Metamorphose und gastrointestinale Fermentation zwischen nicht-infizierten und mit *Gyrinicola batrachiensis* (Oxyurida, Oxyuroidea, Pharyngodonidae) infizierten Ochsenfrosch-Kaulquappen (*Rana catesbeiana*). Diese Nematoden befinden sich nur während der herbivoren Phase der Entwicklung ihres Wirtes im Darm und verschwinden mit dessen Metamorphose, wenn die Ernährung abrupt auf karnivor umgestellt wird. Bei gleicher Körperlänge unterschied sich die Körpermasse von infizierten und nicht-infizierten

Kaulquappen zwar nicht, die infizierten Tiere waren jedoch in ihrem Entwicklungsstadium fortgeschrittener als die nematodenfreien. Während die Darm- und auch Kolonlängen beider Gruppen annähernd gleiche Maße aufwiesen, waren die Kolonbreite und der Feuchtsubstanzgehalt des Kolons bei den infizierten Kaulquappen deutlich erhöht. Zusätzlich erfolgte ihre Metamorphose wesentlich schneller. Da auch die Konzentration der flüchtigen Fettsäuren bei den infizierten Kaulquappen signifikant erhöht und das Verhältnis der Fettsäuren untereinander verändert war, wurden zwei mögliche Erklärungen für eine beschleunigte Entwicklung gegeben. Das gesteigerte Fassungsvermögen des Kolons bedingte eine Erhöhung der Futteraufnahme oder eine längere Retention in der Region, in welcher die Fermentation stattfindet, und bewirkte dadurch einen gesteigerten Energiegewinn. Die zweite Theorie berücksichtigte die veränderte Fermentation, die in einer mehr als zweifachen Erhöhung der Energieausbeute und einer Erhöhung des Anteils einer glucogenen Fettsäure bestand. Letztendlich verhalfen die Oxyuren ihren Wirten zu einem entscheidenden Vorteil gegenüber den nicht infizierten Tieren, da das Larvalstadium schneller überwunden werden konnte. Somit vergrößerten sich die Chancen auf eine frühere Reproduktion und eine Verlängerung der reproduktiven Lebensspanne. PRYOR und BJORNDAL (2005) schlussfolgerten, dass es sich in dem beschriebenen Fall um eine Symbiose zwischen Wirt und Nematoden handelte, die auch bei anderen ektothermen Herbivoren vorstellbar ist.

2.4.1.3.2 Askariden

Askariden (Ascarididae) befallen sowohl frei lebende als auch in Gefangenschaft gehaltene Landschildkröten (MUTSCHMANN 2006). Da CLAUSSEN (1981) in den von ihr untersuchten Wildfängen bei *T. hermanni* und *T. graeca*, nicht aber bei *T. horsfieldii* Askariden fand, schlussfolgerte sie, dass diese Würmer in einigen Landschildkrötenbiotopen nicht verbreitet sind. Die bei der Landschildkröte vorkommende Art *Angusticaecum holopterum* kann Längen von bis zu 12,5 cm erreichen und tritt gewöhnlich vereinzelt in den vorderen Darmabschnitten, manchmal auch im Magen auf (KÖLLE 2000; SASSENBURG und ZWART 2008). Die Weibchen von *A. holopterum* scheiden unembryonierte Eier aus. Diese embryonieren in der Umwelt unter bestimmten Temperaturbedingungen und entwickeln sich bis zum dritten Larvalstadium, bevor sie infektiös werden. Das Ei mit dem dritten

Larvenstadium wird durch die Schildkröte aufgenommen. Nach Schlupf der Larve und einer Körperwanderung erfolgt in der Lunge das Heranwachsen der Drittlarve. Das vierte Larvenstadium schließt sich der dritten Häutung im Verdauungstrakt an. Erst jetzt ist der Parasit in der Lage, in der Wand des Verdauungstrakts verankert, als Nahrungskonkurrent des Wirts aufzutreten (FRYE 1991; MUTSCHMANN 2006).

A. holopterum benötigt für seine Entwicklung keinen Zwischenwirt und ist relativ wirtsspezifisch (PANTCHEV 2005). Die Symptome eines Spulwurmbefalls reichen von einer Verschlechterung des Allgemeinzustands, Gewichtsabnahme, Anorexie und Enteritis (Darmentzündung) bis zu einer eventuellen Intoxikation durch Stoffwechselprodukte der Parasiten. Schleimhautdefekte können zu Magenbeschwerden und Divertikeln oder Invasionen von Krankheitserregern führen. Darmverschluss und Blutarmut als Folge eines Massenbefalls können den Tod des Wirts zur Folge haben (KAUFMAN 1996; KÖLLE 2000; SASSENBURG 2000b).

Nach der Taxonomie von CHABAUD (1978) gehören Nematoden der Überfamilie Cosmocercoidea zur Ordnung Ascaridida und können daher als primitive Askariden angesehen werden. Sie parasitieren hauptsächlich in Amphibien (REICHENBACH-KLINKE 1977; MUTSCHMANN 2006). In Reptilien leben nur einzelne Arten (REICHENBACH-KLINKE 1977). Die Familie Atractidae ist bei Schildkröten beschrieben worden. Sie gehört zu den lebendgebärenen Nematoden (FRYE 1991). Ihre Gattungen *Atractis* und *Proatractis* sind nahe miteinander verwandt (CHABAUD 1978). Die Art *Atractis dactyluris* wurde erstmals von Dujardin 1845 beschrieben (FORSTNER 1960; DITTMANN 1965). PETTER (1966) fand *A. dactyluris* nur in geschlechtsreifen Schildkröten und postulierte einen hypothetischen Antagonismus zwischen *Mehdiella uncinata* bzw. *Tachygonetria dentata* und *A. dactyluris*, der von CLAUSSEN (1981) bestätigt wurde. Auch TRAVERSA et al. (2005) bemerkten ein häufigeres Vorkommen von *A. dactyluris* bei älteren Schildkröten (> 5 Jahre), konnten einen Antagonismus jedoch nicht nachweisen. Durch massive Autoinfektionen steigt die Zahl der Parasiten bis zum 20. Lebensjahr stetig an. Die Übertragung von Wirt zu Wirt erfolgt bei körperlichem Kontakt, vor allem beim Deckakt (PETTER 1963b). Die Symptome eines Befalls sind unspezifisch und umfassen Lethargie (Bewußtseinsstörung), Inappetenz und Depressionen. Histopathologisch kann eine Verdickung und Aufrauung der Dickdarm- und Zäkumschleimhaut beobachtet werden. In schweren Fällen kann eine lymphoplasmatische Enteritis und eine

Darmschleimhautnekrose auftreten, in einigen Fällen sogar mit Beteiligung des Dünndarms (FRYE 1991).

2.4.2 Protozoen

Der Begriff Protozoa hat keine phylogenetische Bedeutung. Es handelt sich vielmehr um eine Sammelbezeichnung von frei oder parasitisch lebenden, einzelligen, eukaryotischen Mikroorganismen (ECKERT et al. 2005).

2.4.2.1 Flagellaten

Flagellaten werden zwar als taxonomische Gruppierung nicht mehr anerkannt, beschreiben aber Protozoen, die als gemeinsames Merkmal eine oder mehrere Flagellen besitzen. Diese werden zur Fortbewegung, Anheftung oder Nahrungsaufnahme genutzt (MUTSCHMANN 2006).

Zur Ordnung der Diplomonadida gehört die Gattung *Hexamita* (PANTCHEV 2005; MUTSCHMANN 2006). Die Art *Hexamita parva* besitzt acht Geißeln, von denen sechs nach vorne und zwei nach hinten gerichtet sind (MEHLHORN et al. 1993). Die Trophozoiten (vegetative Form) sind bilateral symmetrisch, dorsoventral abgeflacht, birnenförmig und besitzen zwei Kerne (KÖLLE 2000; PANTCHEV 2005). Die Infektion erfolgt durch Aufnahme der vierkernigen Zysten aus der Umwelt (PANTCHEV 2005) und wahrscheinlich auch durch den Deckakt (KÖLLE 2000). Normalerweise parasitiert die Gattung *Hexamita* frei im Darmlumen und gilt dort als apathogen (SASSENBURG und ZWART 2008). *Hexamita* spp. können allerdings auch über die Kloake und den Harnleiter in den Urogenitaltrakt (meist bei Schildkröten) oder in die Gallengänge (meist bei Schlangen) aufsteigen (MEHLHORN et al. 1993; KÖLLE 2000; PANTCHEV 2005). Findet man sie in geringer Anzahl im Kot, so können sie als apathogen betrachtet werden (KÖLLE 2000). Erst wenn der Wirt gestresst oder aus anderen Gründen immunologisch inkompetent ist, scheint es den Hexamiten möglich zu sein, sich extrem zu vermehren, den Harntrakt bzw. die Nieren zu besiedeln und Nephrosen zu verursachen (FRYE 1991; PANTCHEV 2005). Die Infektion kann sehr langsam verlaufen, teilweise über acht Jahre (SASSENBURG und ZWART 2008). Ein größerer Anteil der häufig bei Schildkröten vorkommenden Nierenerkrankungen ist durch Hexamiten bedingt (KÖLLE 2000). Als Symptome findet man schleimig-gallertigen Urin, Anorexie, Apathie, Diarrhoe und

Gewichtsverlust. Ein Kloakenprolaps kann die Folge einer Entzündung des Harntraktes sein. Der aufgrund einer Niereninsuffizienz gestörte Calciumstoffwechsel kann zu einer Erweichung des Schildkrötenpanzers oder zu Kalkablagerungen in der Muskulatur oder Unterhaut führen (PANTCHEV 2005; SASSENBURG und ZWART 2008).

Die am häufigsten bei Reptilien auftretenden Flagellaten gehören der Ordnung Trichomonadida (Trichomonaden) an. Verschiedene Gattungen sind bei Schildkröten beschrieben worden, die als gemeinsame Merkmale eine birnenförmige Gestalt, einen Kern im vorderen Bereich und vier bis sechs Geißeln besitzen. Eine davon ist nach hinten gerichtet und mit dem Körper über eine undulierende Membran verbunden (PANTCHEV 2005). Der Lebensraum der Trophozoiten ist der Dickdarm. Sie bilden keine Zysten, können sich aber teilweise abrunden und werden auf oral-alimentärem Weg übertragen. Ihre Wirtsspezifität ist im Allgemeinen gering (PANTCHEV 2005; MUTSCHMANN 2006). Sie sind oft im Kot klinisch unauffälliger Reptilien auffindbar und werden erst pathogen, wenn der Wirt gestresst oder aus verschiedenen Gründen immunologisch inkompetent ist (FRYE 1991; GREINER und MADER 2006). Bei Massenbefall kommt es gelegentlich zu Irritationen des Verdauungs- bzw. Exkretionssystems, Gewichtsverlust und Verhaltensänderungen können resultieren (MEHLHORN et al. 1993). Laut PANTCHEV (2005) kann es bei Massenvermehrung zu flüssigem, übel riechendem, hellem, schleimigem Kot, manchmal mit Blutbeimengungen, kommen. Er beschrieb die Therapie nur bei klinischer Symptomatik als sinnvoll. Zur Identifikation der Trichomonaden dient ihr typisches zuckend-drehendes Bewegungsmuster, welches durch die undulierende Membran verursacht wird. Im Gegensatz dazu, weisen die Hexamiten eine schnelle und gradlinige Vorwärtsbewegung auf (PANTCHEV 2005).

2.4.2.2 Ziliaten

Gemein ist den zum Unterstamm Ciliophora gehörenden Ziliaten das Vorhandensein von Zilien, eine besonders strukturierte Zellhülle mit Alveolen und ein Kerndualismus mit Makro- und Mikronucleus (ECKERT et al. 2005). Ziliaten werden häufig im Kot herbivorer Reptilien gefunden, wobei die Arten der Gattungen *Balantidium* und *Nyctotherus* besonders oft bei Schildkröten auftreten (PANTCHEV 2005; GREINER und MADER 2006). Die Trophozoiten sind selten im Kot zu finden. Häufiger stößt man auf die Zysten, die über eine fäkal-orale Übertragung neue Wirte infizieren können

(GREINER und MADER 2006). Die Trophozoiten entwickeln sich im Dünndarm, wandern in den Dickdarm und ernähren sich dort von Bakterien, Stärke und anderen Bestandteilen des Darminhaltes (PANTCHEV 2005).
Die oval bis elliptischen Balantidium-Trophozoiten werden bis zu 300 µm groß. Die Zysten sind sphärisch und verfügen über eine relativ dicke Schale (PANTCHEV 2005). Nyctotherus-Trophozoiten haben eine bohnenförmige Gestalt und werden bis zu 200 µm groß. Die Zysten sind ovoid und weisen eine dicke Hülle und einen Poldeckel auf (PANTCHEV 2005). Laut FRYE (1991) handelt es sich bei *Balantidium* spp. und *Nyctotherus* spp. um Kommensalen. Eine Behandlung beschrieb er als unnötig und möglicherweise sogar schädlich. Auch GREINER und MADER (2006) hielten sie für apathogen. MUTSCHMANN (2006) beschrieb *Nyctotherus* spp. als apathogen und *Balantidium* spp. als Kommensalen, die aber bei massivem Befall eine milde Kolitis (Dickdarmentzündung), die sich durch Innapetenz, Durchfall oder schleimigen Kot äußert, herbeiführen können. Eine massive Vermehrung kann durch Störungen der Darmflora, andere Grunderkrankungen, falsche Ernährung bzw. Haltung sowie Wurmkuren verursacht werden. HÄFELI und ZWART (2000) erwähnten *Balantidium* spp. als Ursache für Enteritiden und Störungen der Calciumresorption, was Weichbleiben des Panzers junger Landschildkröten zur Folge haben kann. Weiteren Literaturangaben zufolge können sowohl *Balantidium* spp. als auch *Nyctotherus* spp. unter bestimmen Bedingungen, wie unhygienischer Haltung in Gefangenschaft, pathogen werden und dann unspezifische Symptome (Inappetenz, Durchfall) hervorrufen (MEHLHORN et al. 1993; KÖLLE 2000). Schadwirkungen treten laut PANTCHEV (2005) dann auf, wenn *Balantidium* unter Bildung von Hyaluronidase in die Darmschleimhaut eintritt und ausgedehnte Blutungen und Nekrosen verursacht. Gelegentlich gelangt sie sogar in die Leber und verursacht dort Abszesse. Die Arten der Gattung *Nyctotherus* hielt PANTCHEV (2005) hingegen für apathogen.
Weitere Ciliophora-Arten sind beschrieben worden, spielen aber keinerlei Rolle im pathologischen Geschehen (MUTSCHMANN 2006).

2.4.2.3 Sonstige Parasiten

Amöben: Amöbosen zählen zu den gefürchtetsten Infektionen in Reptilienhaltungen. Die Arten der Gattung *Entamoeba* werden am häufigsten nachgewiesen (MUTSCHMANN 2006). Eine Infektion mit *Entamoeba* spp. ist oftmals eine parasitäre

Todesursache karnivorer Schlangen und Echsen (PANTCHEV 2005). Bei herbivoren Schildkröten gelten sie als wenig pathogen (KÖLLE 2000). FRYE (1991) beschrieb sie als Kommensalen der Landschildkröte.

Angepasst an Temperaturen zwischen 27-29°C findet man *Entamoeba invadens* im Darm von Reptilien (ECKERT et al. 2005). Schildkröten sind oft inapparent infiziert und fungieren als Dauerausscheider von Zysten (ECKERT et al. 2005; MUTSCHMANN 2006; SASSENBURG und ZWART 2008). Diese können auch indirekt Tiere in benachbarten Terrarien infizieren. Zur Vermeidung von Infektionen sollte auf eine Gemeinschaftshaltung von Schildkröten und Schlangen bzw. Echsen verzichtet (KÖLLE 2000; PANTCHEV 2005) und auf ein hohes Maß an Hygiene geachtet werden (MEHLHORN et al. 1993). Die meisten klinischen Ausbrüche einer Amöbose bei in Gefangenschaft gehaltenen Reptilien wurden durch mit Kot von Schildkröten oder Krokodilen verunreinigtem Wasser beobachtet (FRYE 1991).

Im Nativausstrich sind die vierkernigen Zysten nur mit Mühe im frischen Kot nachweisbar. Die Diagnose ist am einfachsten über das Sektionsbild (massive Enteritis mit nekrotischen, grießartigen Belägen, Leberabszesse) zu stellen (FRYE 1991; KÖLLE 2000; MUTSCHMANN 2006). Die vierkernigen Zysten werden oral aufgenommen. Im Darm enstehen zunächst die metazystische Form

(Acht-Kern-Stadium) und dann acht einkernige Trophozoiten (PANTCHEV 2005). Sie verursachen kleine Nekrosen und Geschwüre im Kolon, die sich weiter ausbreiten können. Sekundär können andere Organe (z. B. Gehirn, Niere, Leber, Herz) befallen werden (ECKERT et al. 2005). Folgende Symptome können auftreten: Anorexie, Gewichtsverlust, blutiger oder schleimiger Kot, Erbrechen, Darminvaginationen (Einstülpung eines Darmabschnitts in einen anderen), Verhärtungen des Enddarms, konvulsivische Zuckungen und extremer Durst (MEHLHORN et al. 1993; PANTCHEV 2005; GREINER und MADER 2006; MUTSCHMANN 2006).

Limaxamöben (z. B. *Acanthamoeba* spp. und *Naegleria* spp.) sind normalerweise frei lebend. Bei im Reptilienkot gefundenen Zysten handelt es sich entweder um Darmpassanten oder um Kommensalen, die vorübergehend den Darm besiedeln. Dort ohne Bedeutung, können Limaxamöben selten extraintestinal pathologische Prozesse in Form von ZNS-Störungen verursachen. Die Zysten weisen nur einen Kern und eine pulsierende Vakuole auf und verfügen über eine große Tenazität (Widerstandsfähigkeit) (ECKERT et al. 2005; PANTCHEV 2005).

Blastocystis: Früher zu den Pilzen zählend, ist die taxonomische Stellung innerhalb der Protozoen heute unklar (PANTCHEV 2005). Bei *Blastocystis* spp. handelt es sich um kugelige 5-50 µm [15-20 µm (SASSENBURG und ZWART 2008)] große Gebilde mit einem oder zwei peripheren sichelförmigen Kern(en) und einer randständigen großen Vakuole (MEHLHORN et al. 1993). Wird bei Landschildkröten ein massenhafter Befall entdeckt, so geht er einher mit schlecht geformtem, schleimigem Kot (SASSENBURG und ZWART 2008). Es ist nicht geklärt, ob *Blastocystis* spp. als Ursache oder als Folge von Durchfällen auftreten (MEHLHORN et al. 1993; SASSENBURG und ZWART 2008). Wahrscheinlich handelt es sich um Opportunisten, die nur unter bestimmten Umständen pathogen werden können (PANTCHEV 2005; SASSENBURG und ZWART 2008). In verschiedenen Reptilienarten konnten durch Lichtmikroskopie und Kulturverfahren *Blastocystis* spp. nachgewiesen werden, die in ihrer Morphologie *Blastocystis hominis* ähneln (TEOW et al. 1992). Diese Art gilt beim Menschen als apathogen, kann aber bei Immunsupprimierten Durchfall auslösen (PANTCHEV 2005).

Kokzidien: In der freien Wildbahn ist die Anzahl der mit Kokzidien infizierten Reptilien hoch, es zeigen jedoch nur wenige Tiere Symptome (PANTCHEV 2005). Bei in Gefangenschaft gehaltenen Tieren wirken sie aufgrund des eingeschränkten Bewegungsradius und mangelnder Hygiene pathogen (MEHLHORN et al. 1993; PANTCHEV 2005; MUTSCHMANN 2006). Während MEHLHORN et al. (1993) Kokzidien als sehr wirtsspezifisch angaben, beschrieb PANTCHEV (2005) sie als nicht immer wirtsspezifisch. Viele in Gefangenschaft gehaltene Reptilien sind mit Kokzidien infiziert. Ein Befall bei Landschildkröten ist selten (PANTCHEV 2005; SASSENBURG und ZWART 2008). Kotuntersuchungen zeigten bei 0,8 % der Schildkröten unspezifizierte Kokzidien und bei 0,4 % eine Infektion mit *Isospora* spp. (PANTCHEV et al. 2004). Die infizierten Schildkrötenarten wurden nicht näher angegeben. Bei *T. graeca* bzw. *T. horsfieldii* wurden bereits *Eimeria brodeni* bzw. *Isospora testudae* nachgewiesen (MUTSCHMANN 2006). Kokzidien sind Parasiten mit intrazellulärer Lebensweise. Sie befallen Enterozyten aber auch Epithelzellen der Gallengänge und der Nieren (MEHLHORN et al. 1993). Der Lebenszyklus der Darmkokzidien kann einen Zwischenwirt enthalten, meist verläuft er jedoch ohne diesen. Die Infektion erfolgt über die fäkal-orale Aufnahme sporulierter Oozysten. Im Wirt selbst erfolgen dann sowohl asexuelle wie auch sexuelle Reproduktionszyklen

(MUTSCHMANN 2006). Kokzidien können Unruhe, Kachexie (schwere Form der Abmagerung), Apathie, Inappetenz und blutigen Durchfall verursachen (KÖLLE 2000).

2.4.3 Darmpassanten, Pseudoparasiten

Bei Darmpassanten handelt es sich um für die untersuchte Tierart apathogene Parasiten. Während es sich bei karnivoren Tieren oft um spezifische Parasiten ihrer Beutetiere handelt, findet man bei Landschildkröten in Gartenhaltung häufig Entwicklungsstadien von *Monocystis* spp.. Diese besiedeln die Samenblase von Regenwürmern. Nach der Aufnahme der Würmer durch Wildvögel werden Stadien von *Monocystis* mit dem Vogelkot wieder ausgeschieden. Über Koprophagie gelangen diese in den Darm der Landschildkröten, passieren ihn und können zu Verwechslungen mit spezifischen Parasiten und unnötigen Therapien führen. Bei Verfütterung von verdorbenem Futter sind mitunter auch Vorratsmilben als Darmpassanten zu finden (PANTCHEV 2005).
LIMBERGER (2002) beschrieb Pseudoparasiten als Objekte, die zwar Parasitenstadien der untersuchten Wirtsspezies ähneln, aber anderen Ursprungs sind. Er unterteilt sie in drei Kategorien: Parasitenstadien von Beutetieren, in die Kotprobe eingewanderte Organismen oder Pflanzenreste (Samen, Pollen, Pflanzenhaare) bzw. Reste der Futtertiere (z. B. Tierhaare).

2.5 Parasitologische Untersuchungen der Kotproben

Ziel parasitologischer Untersuchungen ist es den Parasitenstatus des jeweiligen Tieres festzustellen, um Entscheidungshilfen für Prophylaxe und Chemotherapie zu finden (HASSLINGER 1999). Bei in Gefangenschaft gehaltenen Reptilien gehört eine Infektion mit Parasiten zu den häufigsten Krankheitsbildern (PANTCHEV 2005; MUTSCHMANN 2006). FERNANDES-GREGO et al. (2004) verglichen den Endoparasitenstatus einer Gruppe wildlebender Lanzenottern mit dem einer in Gefangenschaft gehaltenen Gruppe. Sie stellten fest, dass trotz ähnlicher Endoparasitenfauna und geringerer Parasitenbürde die Schlangen aus menschlicher Obhut unter schwereren Schädigungen des Magen-Darm-Trakts litten als die Wildfänge. In Gefangenschaft gehaltene Reptilien sollten also regelmäßig auf Endoparasiten untersucht werden (PANTCHEV 2005).

Eine Beobachtung der Eiausscheidungsintensität zehn unbehandelter aber oxyureninfizierter Landschildkröten über einen Zeitraum von mehreren Wochen ergab unregelmäßige Ergebnisse. Zwischenzeitlich wurde auch der Wert Null erreicht (CLAUSSEN 1981). Zum gleichen Ergebnis kam LIMBERGER (2002), der die Oxyureneiausscheidung bei Leopardgeckos beobachtete.
Die unregelmäßige Ausscheidung von Oxyuren- und Askarideneiern (SCHEINERT et al. 1992) muss bei der Interpretation der Untersuchungsergebnisse berücksichtigt werden.

2.5.1 Nativuntersuchung

Für die Nativuntersuchung wird Kot ohne vorherige Anreicherung mit Wasser vermischt und dünn auf einem Objektträger ausgestrichen (HASSLINGER 1999). Die Nativuntersuchung von Reptilienkot ist wichtig, da mit ihrer Hilfe lebende Protozoen, die häufig anhand ihres Bewegungsmusters identifiziert werden, nachgewiesen werden können (FRYE 1991; PANTCHEV 2005; GREINER und MADER 2006). In der Flotationslösung würden diese Organismen durch einen osmotischen Schock abgetötet werden (PANTCHEV 2005). ROMMEL (2000) empfahl besonders zur Diagnose von beweglichen oder stark konturierten Stadien von Flagellaten, Amöben, Kokzidien und Ziliaten die Nativuntersuchung. Auch zum Nachweis von Zestoden-, Trematoden- und Nematodeneiern sowie Nematodenlarven im Reptilienkot eignet sich diese Untersuchung (PANTCHEV 2005). KÖLLE (2000) bevorzugte zur Untersuchung von Landschildkrötenkot die, im Vergleich zur Flotation, kostengünstigere Nativuntersuchung wegen ihrer Einfachheit und schnellen Durchführbarkeit. Einige nativ nicht sichtbare Strukturen können durch Zugabe verdünnter Lugolscher Lösung sichtbar gemacht werden. Zur genaueren Artdiagnose ist eine Färbung notwendig (ROMMEL 2000). Als nachteilig gelten die fehlende Anreicherung von Parasitenstadien und das Vorhandensein größerer Debrisstücke unter dem Deckglas, welche Parasitenstadien verbergen können (PANTCHEV 2005).
OLBRICH (2003) untersuchte 195 Landschildkrötenkotproben sowohl nativ als auch mittels Flotationsmethode. Sie stellte fest, dass durch eine Nativuntersuchung annähernd gleich häufig ein Oxyurenbefall nachgewiesen werden konnte wie durch eine Flotation. Auch ein Askaridenbefall konnte durch die Flotation nur geringgradig

häufiger ermittelt werden. Als Schlussfolgerung kann ihrer Meinung nach auf eine zusätzliche Flotation verzichtet werden.

2.5.2 Eizahlbestimmung nach McMaster

Das McMaster-Verfahren ist ein quantitatives Verfahren, bei dem Nematodeneier und Oozysten von Protozoen unter Verwendung definierter Mengen von Kot und Flotationsflüssigkeit mithilfe einer Zählkammer (McMaster-Kammer) gezählt werden. In der Literatur sind viele Variationen dieses Verfahrens zu finden. Sie betreffen die Art der Flotationslösung, Probenverdünnung, Flotationszeit und die Wahl des Volumens der McMaster-Zählkammer (CRINGOLI et al. 2004).

Die McMaster-Methode spielt eine große Rolle in der epidemiologischen und experimentellen Parasitologie und wird vor allem zur Überprüfung der Wirksamkeit von Anthelminthika genutzt (PETERS und LEIPER 1940; WALLER 1989; ECKERT 2000). Die Angabe erfolgt in Eizahl pro Gramm Kot (EpG) (BAUER 2006). Einzelne Eizählungen haben jedoch keine Aussagekraft über die Höhe der Wurmbürde, hierfür wäre eine Serie von Eizählungen über mehrere Tage sinnvoller. Dies ist in der Praxis kaum zu bewerkstelligen (ROBERTS et al. 1951). Im Gegensatz zu MOSER (1973) zeigte CLAUSSEN (1981) in ihren Untersuchungen, dass weder bei den EpG-Einzelwerten, noch bei den durchschnittlichen Werten eine mathematische Abhängigkeit zwischen der quantitativen Oxyureneiausscheidung einer Schildkröte und der Anzahl der Parasiten im Magen-Darm-Trakt existiert.

Als Verdünnungsmethode ist das McMaster-Verfahren dazu entwickelt worden, sehr hohe Eizahlen zu einer für den Untersucher quantitativ erfassbaren Menge aufzubereiten (GIBSON 1965). Hinsichtlich der Sensitivität ist diese Methode nur sinnvoll, wenn Eizahlen > 500 EpG in einer Probe zu erwarten sind. Für Eizahlen < 500 EpG liefert sie keine zuverlässigen positiven Ergebnisse. Die untere Nachweisgrenze liegt bei 33 EpG, wenn in einer der drei Zählkammern nur ein Ei zu finden ist (ECKERT et al. 2005; KRAEMER 2005). MES et al. (2001) berichteten, dass die EpG-Werte umso präziser werden, je größer das untersuchte Kotvolumen ist.

OLBRICH (2003) stellte bei Untersuchungen von Landschildkrötenkot fest, dass die mittels Nativuntersuchung ermittelten Oxyureneizahlen mit den errechneten EpG-Werten signifikant positiv korreliert waren, wobei jedoch eine beachtliche Streuung zu erkennen war.

3 Tiere, Material und Methoden

3.1 Parasitologische Untersuchung der Schildkrötenkotproben

3.1.1 Herkunft untersuchter Kotproben

Zur parasitologischen Untersuchung gelangten 276 Kotproben folgender Landschildkrötenarten: *Testudo hermanni*, *Testudo graeca*, *Testudo marginata* und *Testudo horsfieldii*. Die Proben wurden von Schildkrötenzüchtern, -haltern, –händlern oder Tierärzten, die eine Auskunft über den parasitologischen Status der Tiere wünschten, zu Exomed gesandt. Exomed ist ein Dienstleistungsunternehmen, welches sich mit der veterinärmedizinischen Betreuung niederer Wirbeltiere und Exoten beschäftigt. In diesem Rahmen werden zur Ermittlung von Krankheitsursachen auch Kotproben untersucht.

3.1.2 Koproskopische Untersuchungen

Nach einer ersten Nativuntersuchung der Kotproben durch Mitarbeiter von Exomed erfolgte zunächst eine makroskopische Untersuchung der Probe, dann eine zweite Nativuntersuchung. Unter bestimmten Voraussetzungen schloss sich eine Berechnung der Oxyureneier pro Gramm Kot (EpG) durch das McMaster-Verfahren an.

Die Laboruntersuchungen erfolgten zweimal wöchentlich. Konnten die Kotproben nicht direkt nach Eingang untersucht werden, wurden sie in einem Kühlschrank aufbewahrt.

3.1.2.1 Makroskopische Untersuchung

Der Kot wurde aus dem Probengefäß entnommen und makroskopisch nach Larven oder adulten Würmern untersucht. Da oftmals nur sehr wenig Kot vorhanden war, erfolgte dies bei der Suspendierung der Proben in 0,9 %iger NaCl-Lösung in einer Petrischale vor der Nativuntersuchung (Abbildung 3). Zur genaueren Identifikation folgte bei Bedarf eine mikroskopische Untersuchung.

Auf die Bestimmung der Kotkonsistenz wurde verzichtet, da diese unter anderem von der Art des Futters (z. B. breiiger bei Obstfütterung, fester bei Rauhfaserfütterung), den

Witterungsbedingungen (Freilandhaltung), dem Alter der Kotprobe und der Nutzung von Wasser als Transportmedium abhängig war.

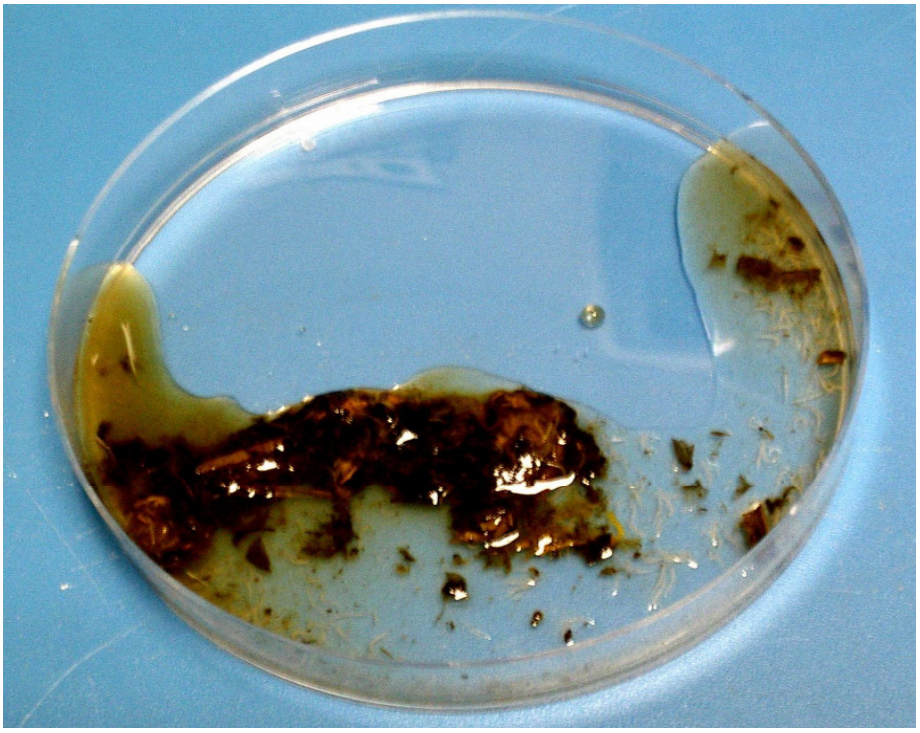

Abbildung 3: Suspension einer Kotprobe, welche Oxyurenexemplare enthält

3.1.2.2 Nativuntersuchung

Eine erbsengroße Menge Kot wurde, möglichst von zwei verschiedenen Stellen der Probe, abgetrennt und in einer Petrischale mit 0,9 %iger NaCl-Lösung suspendiert. Die zugefügte Flüssigkeitsmenge richtete sich nach der Kotkonsistenz. Mit einem Holzspatel erfolgte eine gründliche Durchmischung und mit einer Pasteurpipette die Übertragung eines Tropfens der Suspension auf einen Objektträger. Nach Abdeckung mit einem Deckgläschen wurde die Durchmusterung mittels eines Mikroskops bei 100-facher Vergrößerung durchgeführt. Bei Unsicherheiten oder zur genaueren Unterscheidung erfolgte die Untersuchung in 400-facher Vergrößerung.

Die Ergebnisse der Nativuntersuchungen wurden festgelegten Kategorien zugeordnet:

- negativ = es konnten keine Landschildkröten-spezifischen Parasitenstadien nachgewiesen werden
- Oxyuren-Monoinfektion = es wurden ausschließlich Oxyureneier oder/und Oxyurenlarven bzw. –adulte nachgewiesen

- Mischinfektion = neben dem Nachweis von Oxyurenstadien gelang der Nachweis anderer Landschildkröten-spezifischer Parasitenstadien
- es wurden ausschließlich Landschildkröten-spezifische Parasitenstadien nachgewiesen, die nicht zu den Oxyuren gehörten

Zusätzlich wurde die Anzahl der jeweiligen Parasitenstadien pro Deckglasfläche ermittelt und folgenden Ausscheidungsstärken zugeordnet:

- negativ = keine Parasitenstadien
- geringgradige Ausscheidung = bis 10 Parasitenstadien pro Deckglasfläche
- mittelgradige Ausscheidung = 11-40 Parasitenstadien pro Deckglasfläche
- hochgradige Ausscheidung = > 40 Parasitenstadien pro Deckglasfläche

Hexamiten wurden, aufgrund ihrer potentiell großen Schadwirkung nach Besiedlung des Harntraktes, unabhängig von den Flagellaten betrachtet.
Unter der Rubrik "Sonstiges" wurden Kokzidien, Pilze bzw. Hefen, *Monocystis* spp., wildvogelspezifische Parasiten, Milben und Limaxamöben aufgelistet. Enthielt eine Kotprobe ausschließlich diese Darmpassanten/Pseudoparasiten (Ausnahme: Kokzidien), so galt sie in der Nativuntersuchung als negativ (vgl. Tabelle 43 im Anhang 10.2).

3.1.2.3 Eizahlbestimmung nach McMaster

Ergab die Nativuntersuchung einen oxyurenpositiven Befund, erfolgte die Ermittlung der Oxyureneier pro Gramm Kot (EpG) durch das McMaster-Verfahren. Dazu wurden von der Schildkrötenkotprobe vier Gramm Kot mit einem Holzspatel abgetrennt und mit ca. 30 ml gesättigter NaCl-Lösung der Dichte 1,2 g/cm³ gründlich verrührt. Die Kot-Kochsalz-Suspension ist durch ein Sieb (Maschenweite 350 µm) über einen Trichter in einen 100 ml fassenden Messzylinder gefüllt worden. Der Siebrückstand wurde mit dem Holzspatel gründlich ausgedrückt und der Messzylinder mit der gesättigten Kochsalzlösung auf 60 ml aufgefüllt. Anschließend erfolgte die Überführung der Suspension in eine Schliffstopfenflasche und die sorgfältige Durchmischung durch kräftiges Schwenken. Nach der Durchmischung ist mittels einer Pasteurpipette eine Stichprobe entnommen und in eine Abteilung der

McMaster-Zählkammer überführt worden. Vor dem Füllen von zwei weiteren Abteilungen der Zählkammern erfolgte jeweils ein kräftiges Schwenken der Suspension. Die Zählkammern ruhten fünf bis zehn Minuten, um den Oxyureneiern Gelegenheit zu geben unter das Deckglas der Kammer zu flotieren. Die anschließend, durch Musterung unter dem Mikroskop bei 100-facher Vergrößerung, ermittelte Summe der Oxyureneier aus drei Zählfeldern wurde in folgende Formel überführt:

$$EpG = \frac{Eizahl\,aus\,3\,Zählfeldern\,(N) \times Suspensionsvolumen\,(ml)}{Kotmenge\,(g) \times Zählfeldgröße\,(cm^2) \times Kammerhöhe\,(cm) \times Anzahl\,der\,Zählfelder}$$

$$= \frac{N \times 60\,ml}{Kotmenge\,g \times 1\,cm^2 \times 0{,}15\,cm \times 3}$$

Die untere Erfassungsgrenze war erreicht, wenn in drei Zählfeldern nur ein Ei gefunden wurde. In diesem Fall betrug die EpG = 33.

Da in den seltensten Fällen nach der Nativuntersuchung noch vier Gramm Kot zur Verfügung standen, erfolgte die EpG-Bestimmung auch mit einem, zwei oder drei Gramm Kot. Der oben beschriebene Versuchsablauf ist in diesen Fällen beibehalten, die Formel entsprechend modifiziert worden. War weniger als ein Gramm Kot vorhanden, wurde auf die Eizählung verzichtet.

3.1.3 Fragebogenauswertung

Ein, zusammen mit der Kotprobe, eingesandter Fragebogen (siehe Anhang 10.1) sollte folgende Informationen zur entsprechenden Schildkröte liefern:

- Signalement des Tieres: Schildkrötenart, Geschlecht, Alter
- Haltung: ausschließliche Terrariumhaltung oder Haltung mit Zugang zum Freiland, Einzeltier oder Gruppenhaltung
- Grund der Einsendung der Kotprobe
- Anamnese: Krankheitsgeschichte/Vorbehandlungen
- Symptome zum Zeitpunkt der Einsendung der Kotprobe
- frühere Entwurmungen

Schildkrötenart: Es wurden ausschließlich Angaben zu oben genannten Schildkrötenarten ausgewertet. Eine Untergliederung in Unterarten unterblieb, da diese den Haltern oft nicht bekannt waren.

Geschlecht: Das Geschlecht der Schildkröten wurde der Kategorie „männlich“ oder „weiblich“ zugeordnet. Bei einer Schildkröte handelte es sich laut Angabe des Einsenders um einen Zwitter. Dieser Fall wurde bei der statistischen Auswertung nicht berücksichtigt.

Alter: Das Alter ist zu Intervallen zusammengefasst worden (juvenil = 0-2 Jahre; semiadult = >2-10 Jahre; adult = >10 Jahre).

Haltungsform: Die Erfragung der Haltungsform sollte Aufschluss darüber geben, ob die Schildkröten ausschließlich in Terrarien bzw. ähnlichen Behältnissen gehalten wurden oder ob ein temporärer oder dauerhafter Zugang zum Freiland bestand.

Einzeltier/Gruppenhaltung: Wurde die Schildkröte nicht einzeln gehalten, so ist die Art der Vergesellschaftung (Gruppenhaltung mit anderen mediterranen Landschildkröten bzw. Steppenschildkröten oder mit gattungsfremden Tieren) notiert worden. In zwei Fällen erfolgte die Haltung der Schildkröten gemeinsam mit Bartagamen (*Pogona vitticeps*), Spornschildkröten (*Geochelone sulcata*) und Grünen Leguanen (*Iguana iguana*). Diese Form der Vergesellschaftung mit gattungsfremden Tieren fand aufgrund der geringen Stichprobenmenge keinen Eingang in die statistische Auswertung.

Grund der Einsendung: Die Gründe für die Einsendung einer Kotprobe/eines Tierkörpers wurden in folgende Kategorien unterteilt:

- Erfragung des Parasitenstatus, um das Tier auf die Hibernation vorbereiten zu können
- Routineuntersuchung, d. h. das Tier erschien gesund
- das Tier erschien krank
- Kontrolluntersuchung nach erfolgter Entwurmung
- das Tier ist verendet und zur Sektion eingesandt worden

War der Grund der Kotprobeneinsendung laut Besitzerangabe eine Routineuntersuchung und erfolgte keine Angabe von Symptomen, wurde davon ausgegangen, dass die Schildkröte zum Zeitpunkt der Kotprobeneinsendung gesund

war. Die Daten verendeter Tiere fanden keinen Eingang in die statistische Auswertung, da der Stichprobenumfang mit drei Schildkröten zu gering war.

Anamnese: Da die Angaben zur Anamnese vielfältig waren, erfolgte lediglich eine Unterteilung in die zwei Kategorien „vorbehandelt/krank innerhalb des letzten halben Jahres“ und „keine Vorbehandlung innerhalb des letzten halben Jahres“ (d. h. eine Erkrankung/Vorbehandlung ist nicht erwähnt worden).
Eine Wurminfektion galt nicht als Erkrankung. Da Entwurmungen gesondert berücksichtigt wurden, zählten diese nicht zu den Vorbehandlungen. Der aktuelle Gesundheitszustand blieb bei dieser Untersuchung unberücksichtigt.

Symptome: Informationen zum aktuellen Gesundheitsstatus der Schildkröten wurden durch die Frage nach Symptomen gewonnen. Folgende Symptome sind auf den Fragebögen genannt worden (teilweise erfolgte die Zuordnung zu Symptom-Komplexen):

- Magen-Darm-Symptomatik (Diarrhoe, Koprostase [Kotstauung im Dickdarm])
- Respirationssymptomatik (Rhinitis, Dyspnoe, Beläge im Maul)
- Hibernationsproblematik (Tier verfällt nicht in Winterstarre oder "erwacht" vorzeitig)
- Apathie/Schwäche
- Unruhe
- Panzer- und/oder Skelettanomalien (weicher Panzer, Osteodystrophia fibrosa)
- Kachexie
- Gewichtsverlust
- Anorexie/Inappetenz
- Kümmern
- Kloakenprolaps
- Augensymptomatik (geschlossene Augen, Augenentzündung, Augenausfluss, Lidödem)
- Nachziehen der Hintergliedmaßen
- Pressen
- blasse Schleimhäute
- verstärkte Häutung

- Exsikkose (Austrocknung)
- Würmer im Kot
- Legenot
- Veränderung/Verfärbung des Harns

Die Angaben in den Klammern informieren über die Symptome, die dem jeweiligen Symptom-Komplex zugeordnet wurden.
Bei einigen Tieren traten Symptom-Kombinationen auf. Jedes Symptom wurde jedoch aufgrund der kleinen Stichprobenumfänge isoliert betrachtet.
In zwei Fällen wurde von den Schildkrötenbesitzern das Sichten von Würmern im Kot als Symptom aufgelistet.
Die Berechnung eines möglichen Zusammenhangs zwischen dem Auftreten eines bestimmten Symptoms und einem positiven Oxyurennachweis bzw. einer bestimmten Ausscheidungsintensität ist aufgrund der Vielzahl von Symptomen und der relativ kleinen Stichprobenumfänge nicht erfolgt. Hierfür wurde lediglich in "Symptome vorhanden" und "keine Symptome vorhanden" unterteilt.

Entwurmung: Der Versuch Informationen zu früheren Entwurmungen (Therapie eines Rundwurmbefalls) zeitlich einzuordnen gelang aufgrund oftmals ungenauer Angaben nur schwer. Es wurden relativ grobe Kategorien gebildet:

- innerhalb des letzten halben Jahres (kürzlich entwurmt)
- länger als ein halbes Jahr her
- Tier wird regelmäßig entwurmt (mindestens 1 x/Jahr)
- Tier ist noch nie entwurmt worden
- frühere Entwurmung ist erfolgt (ohne Zeitangabe)

Zur Berechnung eines möglichen Zusammenhangs zwischen einer früheren Entwurmung und der Ausscheidung von Oxyurenstadien bzw. einer bestimmten Ausscheidungsintensität wurden die Sparten "Tier wird regelmäßig entwurmt (mindestens 1 x/Jahr)" und "frühere Entwurmung ist erfolgt (ohne Zeitangabe)" wegen der fehlenden zeitlichen Einordbarkeit und der kleinen Stichprobenumfänge (je n = 3) nicht berücksichtigt.

Erfolgte zu einer Fragestellung keine Angabe, so wurde die fehlende Information als unbekannt vermerkt (Tabelle 43 im Anhang 10.2).

3.1.4 Berechnung und statistische Auswertung

Die tabellarischen und grafischen Darstellungen wurden mit Hilfe von Microsoft Office Excel 2003 angefertigt. Das Programm SPSS 16,0 für Windows diente zur statistischen Auswertung der Datensätze von 276 Schildkrötenkotproben.

Die Gegenüberstellung zweier nominaler Merkmale oder eines nominalen und ordinalen Merkmals in Kapitel 4.2 erfolgte mit Hilfe von Kreuztabellen. Die Kreuztabellen wurden so gestaltet, dass sich derjenige Parameter, dessen möglicher Einfluss auf den jeweils anderen untersucht werden sollte, mit seinen verschiedenen Ausprägungen in den Zeilen der Tabelle wiederfindet.

Zur Berechnung eines statistischen Zusammenhangs ist das Assoziationsmaß Chi-Quadrat χ^2 ermittelt worden. Proben mit fehlenden Angaben zur jeweiligen Fragestellung gingen nicht in die zugehörige Berechnung ein. Ließ sich mit $p \leq 0{,}05$ ein signifikanter Zusammenhang zwischen zwei Parametern feststellen, so folgte die Berechnung der Standardisierten Residuen.

Zur Messung des Zusammenhangs zwischen der mittels Nativuntersuchung gesichteten Anzahl Oxyureneier pro Deckglasfläche und der errechneten Eizahl pro Gramm Kot (EpG) wurde der Korrelationskoeffizient nach Pearson r herangezogen (nachfolgend Korrelationskoeffizient genannt).

Das Signifikanzniveau α der Irrtumswahrscheinlichkeit p wurde bei $p = 0{,}05$ festgelegt und somit $p \leq 0{,}05$ als signifikant bezeichnet.

3.2 Vergleichende Ernährungsstudie

An der vergleichenden Ernährungsstudie nahmen 15 Maurische Landschildkröten der Unterart *Testudo graeca ibera* teil. Alle Tiere stammten von einem Züchter und waren im August oder September 2006 geschlüpft. In Kotproben von Schildkröten dieses Züchters waren bereits mehrfach tierärztlich Oxyuren nachgewiesen worden.

3.2.1 Vorbereitungsphase

Vor Beginn der Versuchsreihe wurden die Tiere klinisch untersucht, gemessen (Carapax-Länge) und gewogen. Die klinische Untersuchung ergab bei keiner Schildkröte Anhaltspunkte für eine Erkrankung. Das gemessene Körpergewicht in Gramm wurde auf eine Stelle nach dem Komma gerundet. Die Carapax-Länge wurde millimetergenau dokumentiert.

Bei sieben nach dem Zufallsprinzip ausgewählten Tieren erfolgte eine Separierung von den übrigen Schildkröten und eine Kennzeichnung mit einer auf den Rückenpanzer gezeichneten, individuellen Nummer. Die acht verbliebenen Schildkröten wurden ebenfalls nummeriert und beide Gruppen in je einem Terrarium untergebracht. Die Terrarien waren ca. 80 x 40 x 50 cm (L x B x H) groß und wurden tagsüber mit einer T8-Leuchtstoffröhre (36 Watt, Philips) beleuchtet. Als Wärmelieferant diente eine Glühbirne (60 Watt). Im Terrarium herrschte tagsüber ein Temperaturgefälle von ca. 31-44°C, nachts glich sich die Temperatur der Zimmertemperatur an. Der Glasboden wurde mit Geschirrhandtüchern aus Baumwolle, die die flüssigen Exkremente der Tiere aufnahmen, abgedeckt.

Gefüttert wurden die Tiere mit „PRE ALPIN TESTUDO Baby“ (Agrobs®). Dieses Futter bestand aus verschiedenen getrockneten Wiesenkräutern und –gräsern mit extra kurzer Faserlänge. Der Anpassungszeitraum vor Beginn der Versuchsreihe betrug über einen Monat. In dieser Zeitspanne war es den Tieren möglich das noch im Darmkanal verweilende, zuvor aufgenommene Futter zu verdauen bzw. auszuscheiden. Wasser stand den Tieren ad libitum zur Verfügung.

Eine Nativuntersuchung einer Sammelkotprobe der siebenköpfigen Schildkrötengruppe ergab eine geringgradige Ausscheidung von Oxyureneiern und Blastocystisstadien sowie eine mittelgradige Ausscheidung von Flagellatenstadien. Die Nativuntersuchung einer Sammelkotprobe der achtköpfigen Gruppe ergab ebenfalls eine geringgradige

Ausscheidung von Oxyureneiern und eine hochgradige Ausscheidung von Flagellaten- und Blastocystisstadien.

Die Tiere der siebenköpfigen Gruppe (Nr. 5; 9; 12; 14; 15; 19; 20) wurden entwurmt und nachfolgend als "entwurmte Gruppe" bezeichnet. Als Anthelminthikum diente Fenbendazol (Panacur®, Intervet). Jedes Tier erhielt 0,2 ml der 2,5 %igen Suspension per os, was bei einer Dosierung von 25 mg Fenbendazol pro Milliliter einer Dosis von 5 mg pro Schildkröte entsprach. Zwei Wochen später erfolgte eine Wiederholungsentwurmung in gleicher Dosierung. Das Terrarium wurde entsprechend gereinigt und desinfiziert, um eine Reinfektion zu verhindern.

Die Tiere wurden einen Monat nach der ersten Entwurmung einzeln in warmem Wasser gebadet, um Kotproben zu gewinnen. Der gewählte Zeitraum sollte die Tatsache berücksichtigen, dass noch innerhalb von 31 Tagen nach einer Entwurmung mit Fenbendazol Oxyureneier ausgeschieden werden können (GIANNETTO et al. 2007). Die Einzelkotproben der Tiere wurden nativ untersucht. Kein entwurmtes Tier zeigte eine Ausscheidung von Oxyureneiern. Als Nebenbefund zeigte sich bei zwei Tieren eine hochgradige Ausscheidung von Blastocystisstadien und bei fünf Tieren eine geringgradige bis hochgradige Ausscheidung von Flagellatenstadien. Drei mit Sammelkotproben der entwurmten Gruppe durchgeführte McMaster-Anreicherungsverfahren waren ebenfalls oxyurennegativ.

Die Einzelkotproben der acht nicht entwurmten Tiere (Nr. 1; 2; 3; 4; 6; 7; 8; 10), nachfolgend als "(mit Oxyuren) infizierte Gruppe" bezeichnet, zeigten bei sieben Tieren in der Nativuntersuchung eine geringgradige Oxyureneizahl und bei einem Tier keine Ausscheidung von Oxyureneiern. Als Nebenbefund ließ sich bei allen Tieren eine gering- bis hochgradige Ausscheidung von Blastocystisstadien und bei fünf Tieren eine geringgradige Ausscheidung von Flagellatenstadien feststellen. Die zwei aus Sammelkotproben dieser Gruppe durchgeführten McMaster-Anreicherungsverfahren ergaben eine durchschnittliche Eiausscheidung von 867 Oxyureneiern pro Gramm Kot.

Auch in den Pausen zwischen zwei Versuchsdurchläufen erfolgten stets parasitologische Kotuntersuchungen. Die innerhalb des gesamten Versuchszeitraums durchgeführten vier McMaster-Untersuchungen aus Sammelkotproben der entwurmten Gruppe waren oxyurennegativ. Vier McMaster-Untersuchungen der oxyurenpositiven Tiergruppe ergaben eine EpG von 300-933 (durchschnittlich 542 Oxyureneier pro Gramm Kot). Eine weitere Nativuntersuchung von Einzelkotproben der entwurmten Gruppe war in allen Fällen oxyurennegativ. Je ein Tier zeigte zusätzlich eine

geringgradige Ausscheidung von Blastocystisstadien bzw. Flagellatenstadien und ein Tier eine hochgradige Ausscheidung von Flagellaten. Eine erneute Nativuntersuchung der Einzelkotproben der infizierten Gruppe ergab in allen Fällen eine geringgradige Ausscheidung von Oxyureneiern und eine gering- bis hochgradige Ausscheidung von Blastocystisstadien. Drei dieser Tiere zeigten eine geringgradige Ausscheidung von Flagellatenstadien. Die Definition einer gering-, mittel- oder hochgradigen Ausscheidung sind dem Kapitel 3.1.2.2 zu entnehmen.

3.2.2 Versuchsphase

Insgesamt erfolgten fünf Versuchsdurchläufe, die jeweils acht Tage dauerten. Beiden Gruppen ist täglich je 5,0 g Futter trocken zum Fressen angeboten worden. Am folgenden Morgen wurde das im Napf verbliebene Futter entnommen und zusammen mit verstreuten Futterresten, die mit Hilfe einer Pinzette aufgenommen wurden, abgewogen. Die Berechnung der Differenz aus angebotenem und nicht gefressenem Futter diente der Ermittlung der aufgenommenen Futtermenge. Da die Gruppen mit sieben bzw. acht Tieren unterschiedlich groß waren, ist zum Vergleich beider Gruppen untereinander die durchschnittlich pro Tier und Durchlauf gefressene Futtermenge berechnet und das Ergebnis auf die gefriergetrocknete Menge korrigiert worden.

Der von den Schildkröten produzierte Kot wurde täglich entnommen und gruppenweise tiefgefroren. Anschließend erfolgte die Gefriertrocknung des Sammelkots eines Versuchsdurchlaufs bis zur Gewichtskonstanz und die Gewichtsermittlung. Aufgrund der unterschiedlichen Gruppengrößen ist die durchschnittliche Kotmenge eines entwurmten mit der eines oxyureninfizierten Tieres verglichen worden.

Da der eingesammelte Kot lediglich am Ende eines Versuchsdurchlaufs nach Gefriertrocknung und nicht direkt nach der täglichen Entnahme gewogen wurde, entfiel die Angabe einer Standardabweichung.

Der Zeitraum von acht Tagen pro Versuchsdurchlauf sollte gewährleisten, dass für die Nährstoffanalysen eine entsprechend große Kotmenge zur Verfügung stand.

Die Art der Versuchsanordnung machte es unmöglich die individuell aufgenommenen Futtermengen und produzierten Kotmengen pro Versuchsdurchlauf zu messen, daher erfolgten diese Angaben als arithmetische Mittel.

Die Versuchsbedingungen blieben auch zwischen den einzelnen Versuchsdurchläufen konstant.

3.2.3 Gewicht- und Längenmessung

Im Versuchszeitraum erfolgten einmal wöchentlich vor der Fütterung eine Gewichtskontrolle und eine Messung der Carapax-Länge jeder Schildkröte mittels Messschiebers (Schublehre). Die Messung der Carapax-Länge erfolgte dabei in einer geraden Linie zwischen den zwei Senkrechten der kranialen „Kante“ des Nackenschildes und der kaudalen „Kante“ des Schwanzschildes des Rückenpanzers. Zwischenzeitliche Abweichungen der Carapax-Länge vom vorherigen Messergebnis um 1-2 mm, wurden auf Ablesefehler zurückgeführt. Zur Berechnung des folgenden Quotienten ist von jedem Tier die am häufigsten gemessene Carapax-Länge verwendet worden:

$$Quotient = \frac{Körpergewicht(g)}{Carapax - Länge(mm)}$$

Die Berechnung des Quotienten erfolgte einmal wöchentlich für jede Schildkröte sowie als arithmetisches Mittel für beide Gruppen.

Der oben genannte Quotient ist laut JACKSON (1980) mit dazu geeignet die Körperkondition und den Gesundheitsstatus einer Schildkröte beurteilen zu können. Die zum Vergleich verwendeten Ergebnisse seiner Untersuchungen zeigt die im Anhang 10.4 befindliche Tabelle 45.

3.2.4 Futtermittel- und Kotanalysen

Die Futtermittel- und Kotanalysen erfolgten in Übereinstimmung mit den Methoden für die chemische Untersuchung von Futtermitteln des Verbands Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA), Methodenbuch III.

Fünf tiefgefrorene Sammelkotproben jeder Gruppe sowie eine Probe der in allen Versuchsdurchläufen verwendeten Futtercharge wurden zunächst 2 bis 3 Tage bei 5°C bis zur Gewichtskonstanz gefriergetrocknet (Gefriertrockner Lyovac GT2®, Leybold-Heraeus). Nach der Trocknung sind sie gewogen und anschließend in einer Mühle (Ultra-Zentrifugalmühle Typ ZM 100®, Retsch) zu einer Partikelgröße von 0,5 mm gemahlen worden.

Bestimmt wurden:

Rohnährstoffe:

Trockensubstanz (TS); Rohasche (Ra); Rohprotein (Rp); Rohfett (Rfe); Rohfaser (Rfa); Stickstofffreie Extraktstoffe (NfE; durch Berechnung); Organische Substanz (oS; durch Berechnung)

Sonstige:

Stärke; Glucose (Glc); Acid Detergent Fiber (ADF)

Mengenelemente:

Calcium (Ca); Natrium (Na); Phosphor (P); Magnesium (Mg); Kalium (K)

Spurenelemente:

Kupfer (Cu); Zink (Zn); Cobalt (Co); Eisen (Fe); Mangan (Mn)

Die Ergebnisse der Futter- und Kotanalysen beziehen sich auf ein Kilogramm gefriergetrocknete Substanz.

3.2.4.1 Weender-Analyse

Bestimmung der Trockensubstanz (TS):

Je 1 g des Probenmaterials wurde in einem vorgetrockneten und tarierten Wiegegläschen eingewogen und in einem Trockenschrank (Typ ST 5042®, Heraeus) bei 103°C 4 Stunden getrocknet. Die Probe ist nach Abkühlung im Exsikkator ausgewogen worden.

Bestimmung der Rohasche (Ra):

1 g der Futterprobe bzw. jeweils 0,5 g der Kotproben wurden in einen konstant geglühten Tiegel eingewogen, bei 600°C über Nacht in einem Muffelofen (Thermicon P®, Heraeus) verascht und nach Abkühlung im Exsikkator gewogen.

Bestimmung des Rohproteins (Rp):

Die Rohproteinbestimmung ist nach der DUMAS-Verbrennungsmethode durchgeführt worden. Eine Probenmenge von je 0,3 g wurde in einen Edelstahltiegel eingewogen und in einem Analysator (vario MAX CN®, elementar) unter Sauerstoffzufuhr bei 1000°C verbrannt. Nachdem die gebildeten Stickoxide zu molekularem Stickstoff reduziert waren, ist dieser selektiert und mit einem Wärmeleitfähigkeitsdetektor erfasst worden. Der Stickstoffgehalt wurde mit der geräteeigenen Software errechnet und anschließend mit dem Faktor 6,25 multipliziert.

Bestimmung des Rohfetts (Rfe):

Je 0,5 g der Kotproben und 1,5 g der Futterprobe wurden in einen Filterbeutel eingewogen, verschlossen und anschließend in eine Soxlhetextraktionshülse gegeben. Die 3 Stunden dauernde Extraktion der Proben erfolgte im Soxhlet-Apparat (Büchi Extraction System B-811®, Büchi) mit Petrolether als Lösungsmittel im Rückflussprinzip. Nach Verdampfung des Lösungsmittels, Trocknung im Trockenschrank und Abkühlung im Exsikkator ist die Masse der extrahierten Stoffe durch Wägung ermittelt worden.

Bestimmung der Rohfaser (Rfa):

Je 0,5 g der Proben wurden in einen Filterbeutel eingewogen und verschlossen. Nach Entfettung mit Petrolether und Trocknung erfolgte die Extraktion durch Kochen der Proben mit 1,25 %-iger Schwefelsäure und anschließendem Kochen in 1,25 %-iger Natronlauge im Ankom^{2000} Fiber Analyzer® (Ankom). Nachfolgend wurde mit Aceton gespült. Nach Trocknung und Abkühlung der Proben fand eine erste Wägung, nach der 6-stündigen Veraschung der Proben im Muffelofen bei 600°C eine zweite statt. Durch Subtraktion des Aschewertes vom Trockengewicht des Filtergutes ließ sich der Rohfasergehalt der Proben ermitteln.

Die **organische Substanz (oS)** und die **N-freien Extraktstoffe (NfE)** wurden folgendermaßen berechnet:

$$oS = TS - Ra$$

$$NfE = oS - Rp - Rfe - Rfa$$

3.2.4.2 Analyse von Stärke und Glucose

Die Analyse von Stärke und freier Glucose erfolgte parallel anhand von je 0,5 g der Kotproben und 0,1 g des Futtermittels. Zunächst löste sich mit Hilfe von Dimethylsulfoxid und Salzsäure (8 M) die Stärke. Durch Zugabe bestimmter Enzyme und Reaktanten (Amyloglucosidase, Hexokinase, Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase, Adenosin-5´-triphosphat und Nicotinamid-adenin-dinucleotidphosphat) in definierten Mengen zu den Probenlösungen fanden enzymatische Reaktionen statt. Die in Folge dessen gebildete Menge an reduziertem Nicotinamid-adenin-dinucleotidphosphat war der Menge an D-Glucose, die durch Hydrolyse der Stärke entstand, proportional. Sie wurde, ebenso wie die freie Glucose, nach Absorption von Strahlung mit 340 nm Wellenlänge im Spektrophotometer (Ultrospec 2000®, Pharmacia Biotech) durch Messung der Extinktion bestimmt.

3.2.4.3 Faseranalytik nach Van Soest

Bestimmung der Acid Detergent Fiber (ADF):

Je 0,5 g der Proben wurden in einen Filterbeutel eingewogen und verschlossen. Nach 60-minütigem Kochen der Proben in saurer Detergentienlösung (Cetyltrimethylammoniumbromid mit 0,05 molarer Schwefelsäure) im Ankom^{2000} Fiber Analyzer® (Ankom), enthielt der Rückstand im Wesentlichen Cellulose und Lignin. Nach Einweichung in Aceton zur Entfernung des Wassers, einer 1-stündigen Trocknung bei 104°C und Abkühlung im Exsikkator erfolgte die Wägung.

3.2.4.4 Mengen- und Spurenelementanalytik

Die benötigten Probengrößen betrugen 1 g des Futters und je 0,5 g der Kotproben. Die Bestimmung der Mineralstoffe erfolgte aus der Rohasche nach dem Mineralstoffaufschluss durch konzentrierte Salzsäure.

Die Analyse von Calcium, Natrium, Magnesium, Kalium, Kupfer, Zink, Cobalt, Eisen und Mangan wurde mit Hilfe des Atomabsorptionsspektrometers (Vario 6®, Analytic Jena) durchgeführt. Die Probe ist zunächst durch eine Gasflamme, in welche die Probenlösung zerstäubt wurde, in einzelne, anregbare Atome überführt worden. Von einer Lichtquelle emittiertes Licht verschiedener Wellenlänge wurde durch diese Atomwolke geleitet und die Intensität dieses Lichts vor und nach Schwächung des

Lichtstrahls durch Absorption in der Atomwolke miteinander verglichen. Die Abschwächung des eingestrahlten Lichts war umso größer, je höher die Konzentration des jeweiligen Elements in der Probe war.
Die Bestimmung von Phosphor erfolgte mit dem Spektrophotometer (Ultrospec 2000®, Pharmacia Biotech), in dem die Proben mit Licht einer bestimmten Wellenlänge und einer bestimmten Intensität bestrahlt wurden. Je höher die Konzentration des Phosphors in der Probe, desto stärker war die Absorption des Lichts. Durch Messung der Extinktion und Vergleich mit einer Probe bekannter Konzentration, konnte die Menge des Phosphors in der jeweiligen Probe bestimmt werden.

3.2.5 Scheinbare Verdaulichkeit

Zur Bestimmung der scheinbaren Verdaulichkeit ist die Kollektionsmethode angewandt worden. Der jeweilige Nährstoffgehalt in der durchschnittlich von einem Tier während eines Durchlaufs aufgenommenen Menge gefriergetrockneten Futters wurde ermittelt. Anschließend folgte die Bildung des arithmetischen Mittels aus den, in den fünf Versuchsdurchläufen, aufgenommenen Nährstoffmengen einer Schildkröte.
Der jeweilige Nährstoffgehalt im gefriergetrockneten Kot einer Schildkröte wurde ebenfalls über die fünf Durchläufe gemittelt. Die Bildung von Mittelwerten aus fünf Versuchsdurchläufen ist bewusst gewählt worden, da die Verweilzeit des Futters im Magen-Darm-Trakt nicht bestimmt wurde und somit auch nicht berücksichtigt werden konnte.
Die Berechnung der scheinbaren Verdaulichkeit (sV) erfolgte mit nachstehender Formel:

$$sV(\%) = \frac{Nährstoffmenge_{Futter} - Nährstoffmenge_{Kot}}{Nährstoffmenge_{Futter}} \times 100$$

Der im Ergebnis- sowie Diskussionsteil oftmals verwendete Begriff der "Verdaulichkeit" ist stets mit der scheinbaren Verdaulichkeit gleichzusetzen.

3.2.6 Berechnung und statistische Auswertung

Die tabellarischen und grafischen Darstellungen wurden mit Hilfe des Programms Microsoft Office Excel 2003 angefertigt. Das Programm SPSS 16,0 für Windows diente zur statistischen Auswertung der vergleichenden Ernährungsstudie. Die

Zusammenfassung mehrerer Einzelwerte erfolgte durch Angabe des arithmetischen Mittels, Standardabweichungen dienten als Maß der Streuung.

Von den in Kapitel 4.3.1 zwischen dem ersten und dem letzten Messtermin errechneten Gewichtsdifferenzen der 15 Schildkröten wurden mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Tests Rangsummen erstellt und die exakte Signifikanz berechnet. Das Signifikanzniveau α der Irrtumswahrscheinlichkeit p wurde bei $p = 0{,}05$ festgelegt und somit $p \leq 0{,}05$ als signifikant bezeichnet.

Ein durch die Kotanalyse ermittelter Wert von 1012,08 g/kg Trockensubstanz (infizierte Gruppe, 2. Versuchsdurchlauf) ist durch den Mittelwert der vier weiteren Analysenergebnisse der gleichen Gruppe ersetzt worden (Tabelle 52).

Die durch die Kotanalysen gewonnenen Ergebnisse wurden gruppenabhängig nach Ausreißern durchmustert. Als Ausreißer wurde ein Wert definiert, der größer war als die zweifache Standardabweichung addiert mit dem Mittelwert der Ergebnisse der fünf Versuchsdurchläufe bzw. kleiner war als jener Wert, der sich durch Subtraktion der zweifachen Standardabweichung von dem beschriebenen Mittelwert errechnen ließ. Anhand dieser Definition lagen keine Ausreißer vor.

4 Ergebnisse

4.1 Parasitologische Kotuntersuchungen

4.1.1 Nachweis von Oxyuren

Die 276 eingesandten Schildkrötenkotproben wurden mittels Nativuntersuchung und in 60 Fällen zusätzlich mit Hilfe des McMaster-Verfahrens auf Vorhandensein von Oxyurenstadien untersucht.

Tabelle 2 zeigt, dass sich in annähernd der Hälfte der nativ untersuchten Kotproben Oxyurenstadien nachweisen ließen.

Tabelle 2: Absolute und relative Häufigkeit oxyurenpositiver und -negativer Kotproben

Ergebnis der Nativuntersuchung	Anzahl n	Anteil in %
oxyurennegativ	150	54,3
oxyurenpositiv	126	45,7
gesamt	276	100

In 124 der 126 oxyurenpositiven Kotproben war der Oxyurenbefall der zugehörigen Schildkröte anhand der Sichtung von Oxyureneiern nachweisbar (Abbildung 4).

14-mal lagen gleichzeitig larvale und/oder adulte Oxyurenstadien vor (Abbildung 5), in zwei Kotproben fanden sich ausschließlich Nematodenstadien, die den Oxyuren zugerechnet wurden.

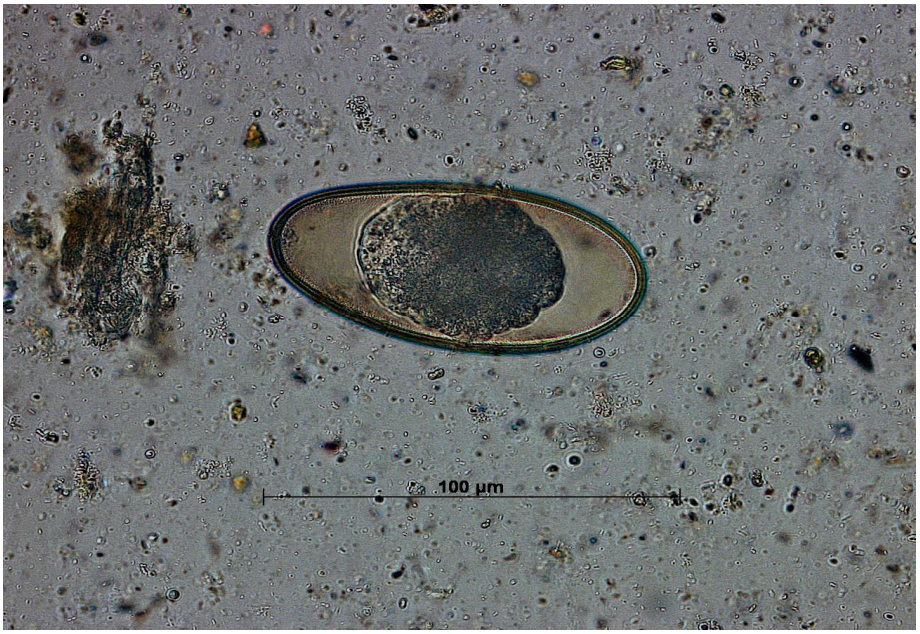

Abbildung 4: Oxyurenei in der Nativuntersuchung

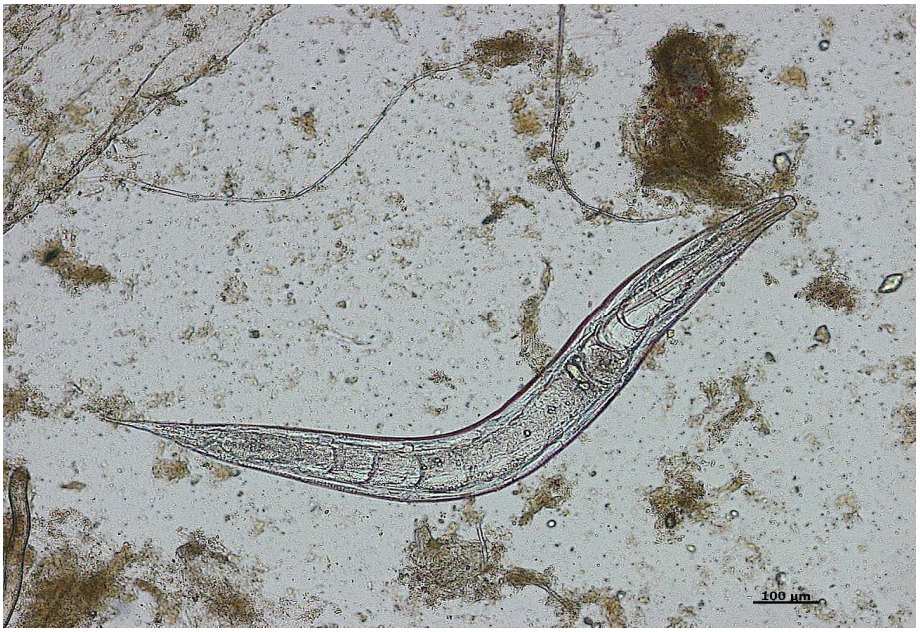

Abbildung 5: Oxyurenexemplar in der Nativuntersuchung

4.1.2 Vergesellschaftung von Oxyuren und anderen Darmparasiten

Tabelle 3 zeigt, dass in knapp einem Fünftel der Kotproben keine Landschildkröten-spezifischen Parasiten nachweisbar waren. In je ca. einem Drittel aller Proben traten Oxyurenstadien kombiniert mit anderen Landschildkröten-spezifischen Parasiten (Oxyuren-Mischinfektion) bzw. ausschließlich Landschildkröten-spezifische Parasiten,

die nicht zu den Oxyuren gehörten, auf. Nur in 13,8 % aller untersuchten Kotproben wurden ausschließlich Oxyurenstadien gesichtet (Oxyuren-Monoinfektion).

Tabelle 3: Absolute und relative Häufigkeit eines negativen bzw. alleinigen Oxyurennachweises, einer Vergesellschaftung von Oxyuren mit anderen Landschildkröten-spezifischen Parasiten und von Parasiten, die keine Oxyuren waren

Ergebnis der Nativuntersuchung	**Anzahl n**	**Anteil in %**
negativ	55	19,9
Oxyuren-Monoinfektion	38	13,8
Oxyuren-Mischinfektion	88	31,9
andere Parasiten	95	34,4
gesamt	276	100

Neben Oxyuren konnten Flagellaten, Ziliaten, *Entamoeba* spp., *Blastocystis* spp., Spulwürmer, Bandwürmer, Kokzidien und Hexamiten in den Kotproben identifiziert werden (Abbildung 6). Tabelle 4 bis Tabelle 10 geben einen Überblick darüber, wie häufig die unterschiedlichen Parasiten insgesamt bzw. in oxyurenpositiven oder -negativen Proben gefunden wurden.

Flagellaten waren die am häufigsten nachweisbaren Parasiten. Sie wurden in genau der Hälfte aller oxyurenpositiven Kotproben gefunden (Tabelle 4).

Tabelle 4: Absolute und relative Häufigkeit flagellatenpositiver und -negativer Proben

Ergebnis der Nativuntersuchung	**Nachweis Flagellaten**		
	negativ	**positiv**	**gesamt**
oxyurenpositive Kotproben	63	63	126
Anteil in %	50	50	100
oxyurennegative Kotproben	83	67	150
Anteil in %	55,3	44,7	100
alle Kotproben	146	130	276
Anteil in %	52,9	47,1	100

Ziliaten (fast ausschließlich *Balantidium* spp. oder *Nyctotherus* spp.) fanden sich in 34,4 % aller Kotproben und eine Vergesellschaftung mit Oxyuren war in 41,3 % der oxyurenpositiven Proben nachweisbar (Tabelle 5).

Tabelle 5: Absolute und relative Häufigkeit ziliatenpositiver und -negativer Proben

Ergebnis der Nativuntersuchung	Nachweis Ziliaten		
	negativ	positiv	gesamt
oxyurenpositive Kotproben	74	52	126
Anteil in %	58,7	41,3	100
oxyurennegative Kotproben	107	43	150
Anteil in %	71,3	28,7	100
alle Kotproben	181	95	276
Anteil in %	65,6	34,4	100

Ein Nachweis der Vergesellschaftung von Oxyuren mit *Entamoeba* spp. war in 4 %, mit *Blastocystis* spp. und Spulwürmern in je 3,2 % aller oxyurenpositiven Proben möglich. Mit einer relativen Häufigkeit von 3,6 % (*Blastocystis* spp.), 2,9 % (*Entamoeba* spp.) und 2,5 % (Spulwürmer) war das Auffinden der in Klammern genannten Spezies in allen untersuchten Kotproben eher selten (Tabelle 6, Tabelle 7, Tabelle 8).

Tabelle 6: Absolute und relative Häufigkeit entamoebapositiver und -negativer Proben

Ergebnis der Nativuntersuchung	Nachweis *Entamoeba* spp.		
	negativ	positiv	gesamt
oxyurenpositive Kotproben	121	5	126
Anteil in %	96	4	100
oxyurennegative Kotproben	147	3	150
Anteil in %	98	2	100
alle Kotproben	268	8	276
Anteil in %	97,1	2,9	100

Tabelle 7: Absolute und relative Häufigkeit blastocystispositiver und -negativer Proben

Ergebnis der Nativuntersuchung	Nachweis *Blastocystis* spp.		
	negativ	positiv	gesamt
oxyurenpositive Kotproben	122	4	126
Anteil in %	96,8	3,2	100
oxyurennegative Kotproben	144	6	150
Anteil in %	96	4	100
alle Kotproben	266	10	276
Anteil in %	96,4	3,6	100

In keinem Fall ließ sich eine gleichzeitige Infektion der Schildkröten mit Oxyuren und Bandwürmern, nicht bestimmten Würmern bzw. Hexamiten nachweisen (Tabelle 8, Tabelle 10).

Tabelle 8: Absolute und relative Häufigkeit auf Spulwürmer, Bandwürmer und sonstige Würmer getesteter positiver und negativer Proben

Ergebnis der Nativuntersuchung	Nachweis Stadien anderer Würmer				
	negativ	**Spulwürmer**	**Bandwürmer**	**sonstige Würmer**	**gesamt**
oxyurenpositive Kotproben	122	4	0	0	126
Anteil in %	96,8	3,2	0	0	100
oxyurennegative Kotproben	142	3	2	3	150
Anteil in %	94,7	2	1,3	2	100
alle Kotproben	264	7	2	3	276
Anteil in %	95,7	2,5	0,7	1,1	100

Kokzidien waren in drei oxyurenpositiven und zwei oxyurennegativen Proben nachweisbar (Tabelle 9).

Tabelle 9: Absolute und relative Häufigkeit kokzidienpositiver und -negativer Proben

Ergebnis der Nativuntersuchung	Nachweis Kokzidien		
	negativ	**positiv**	**gesamt**
oxyurenpositive Kotproben	123	3	126
Anteil in %	97,6	2,4	100
oxyurennegative Kotproben	148	2	150
Anteil in %	98,7	1,3	100
alle Kotproben	271	5	276
Anteil in %	98,2	1,8	100

Tabelle 10: Absolute und relative Häufigkeit hexamitenpositiver und -negativer Proben

Ergebnis der Nativuntersuchung	Nachweis Hexamiten		
	negativ	positiv	gesamt
oxyurenpositive Kotproben	126	0	126
Anteil in %	100	0	100
oxyurennegative Kotproben	149	1	150
Anteil in %	99,3	0,7	100
alle Kotproben	275	1	276
Anteil in %	99,6	0,4	100

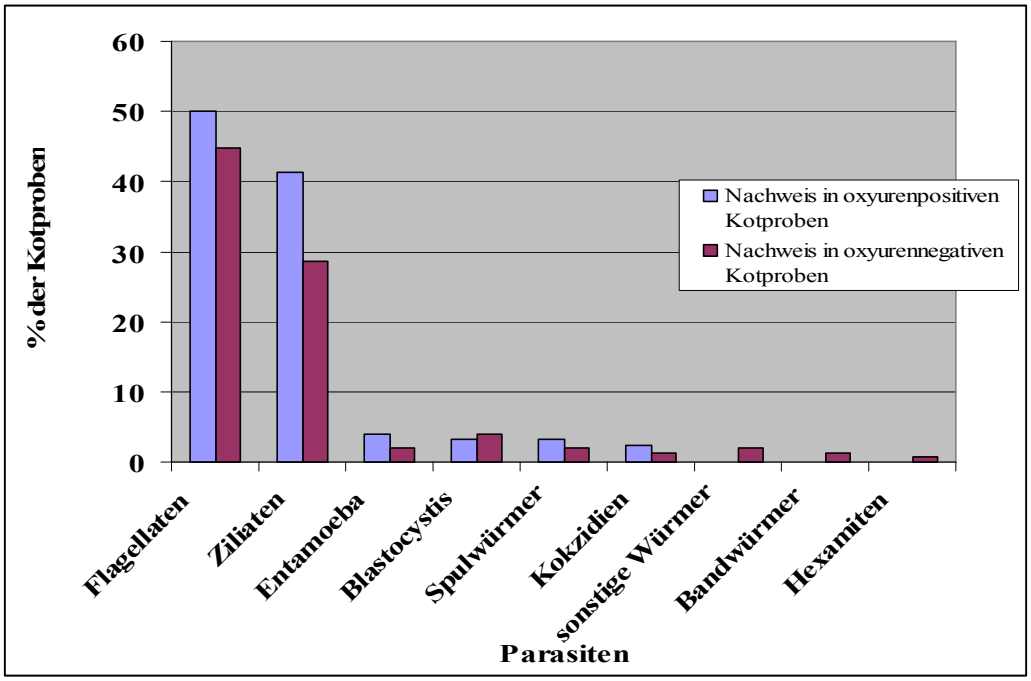

Abbildung 6: Relative Häufigkeit der nachgewiesenen Parasiten in oxyurenpositiven sowie -negativen Kotproben

4.1.3 Zusammenhang zwischen nativ ermittelten Oxyureneizahlen und EpG-Werten

Um die Zuverlässigkeit der Nativuntersuchung bezüglich der Ausscheidungsintensität von Oxyureneiern ermitteln zu können, wurde nach einem Zusammenhang der mittels Nativuntersuchungen gesichteten Eier pro Deckglasfläche und der mit Hilfe der McMaster-Untersuchungen errechneten Eizahlen pro Gramm Kot gesucht.

Bei 60, in der Nativuntersuchung oxyurenpositiven, Kotproben fand im Anschluss eine McMaster-Untersuchung statt. Zur Erstellung des Streudiagramms (Abbildung 7) fanden jedoch lediglich die Ergebnisse von 47 McMaster-Untersuchungen und die

Oxyureneizahlen aus den entsprechenden Nativuntersuchungen Verwendung (siehe Tabelle 44, Anhang 10.3). In den Fällen, in denen Kotproben mittels Nativuntersuchung von Mitarbeitern der Firma Exomed als oxyurenpositiv, in der eigenen Nativuntersuchung jedoch als oxyurennegativ, befundet wurden, galten die Proben zwar als oxyurenpositiv, mangels fehlender Angaben der Eizahl pro Deckglasfläche konnten sie jedoch nicht berücksichtigt werden.

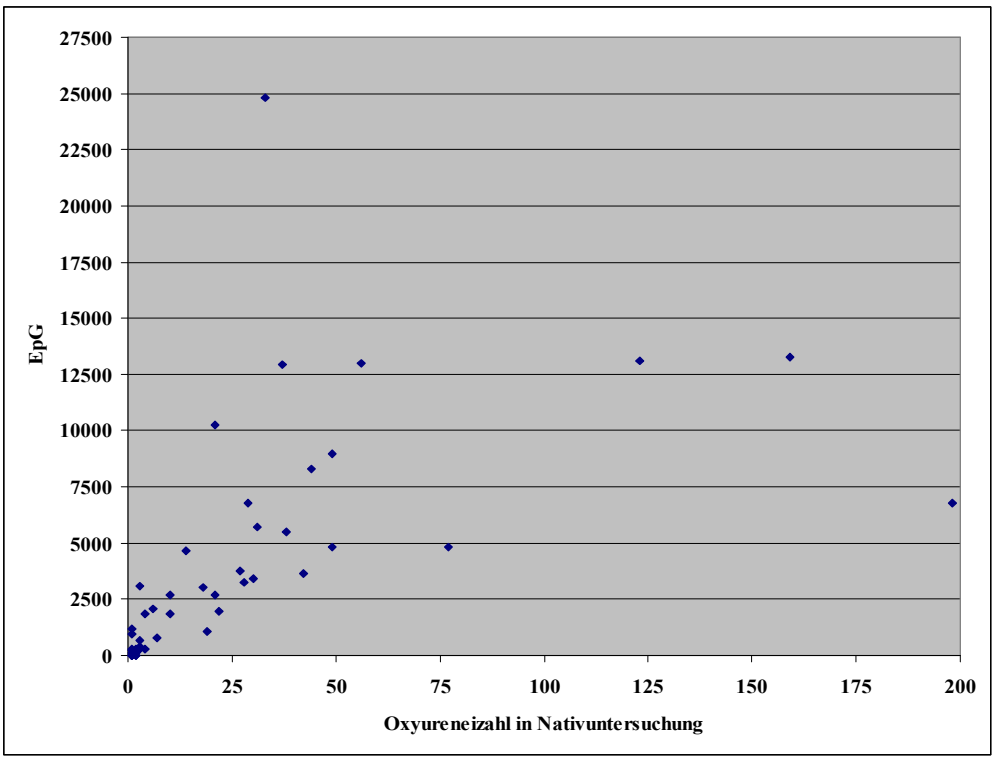

Abbildung 7: Gegenüberstellung der in der Nativuntersuchung gezählten Eier je Deckglasfläche und der EpG-Werte

Im Streudiagramm (Abbildung 7) wird ersichtlich, dass im höheren Eizahlbereich beider Kategorien die Punkte unsystematischer angeordnet waren als im niedrigeren Eizahlbereich. So ließ sich dem mit Abstand höchsten EpG-Wert von 24.800 eine in der Nativuntersuchung gezählte Eizahl von 33 gegenüberstellen. Den höchsten nativ ermittelten Eizahlen von 198, 159 bzw. 123 waren EpG-Werte von 6.800, 13.300 bzw. 13.133 zugehörig.

Die Berechnung des Korrelationskoeffizienten unter Einbeziehung aller 47 Wertepaare ergab mit $r = 0{,}560$ einen linearen Zusammenhang ($p < 0{,}001$) zwischen den Eizahlen der Nativuntersuchungen und den EpG-Werten.

Würde man die Datengrundlage auf 43 Wertepaare reduzieren und dabei die oben genannten entfernen, deren Anordnung im Streudiagramm (Abbildung 7) am unsystematischsten erscheint, so ließe sich der Korrelationskoeffizient und mit ihm der lineare Zusammenhang sogar auf $r = 0{,}754$ vergrößern ($p < 0{,}001$).

4.2 Zusammenhang zwischen Oxyurennachweis bzw. Ausscheidungsintensität und ausgewählten Parametern

Ziel dieser Untersuchungen war die Ermittlung eines möglichen Zusammenhangs zwischen einer nativ festgestellten Oxyureninfektion bzw. einer bestimmten Ausscheidungsintensität von Oxyurenstadien und verschiedenen Parametern. Da es sich bei den ausgeschiedenen Oxyurenstadien fast immer um Eier handelte, wurde nachfolgend der Begriff Oxyureneier verwendet. In den Kapiteln 4.2.1 bis 4.2.5 sind die verschiedenen Signalement-, und Haltungsparameter der Schildkröten (Art, Geschlecht, Alter, Haltungsform und Vergesellschaftung) als bedingende Parameter, d. h. als mögliche Begünstigungen für eine Infektion mit Oxyuren bzw. bestimmte Intensität der Oxyureneiausscheidung, betrachtet worden. In den Kapiteln 4.2.6 bis 4.2.8 wurde der Einfluss einer Oxyureninfektion auf verschiedene Parameter (Einsendungsgrund, Gesundheitszustand) untersucht. Kapitel 4.2.9 gibt Auskunft über die Art des Zusammenhangs zwischen einer vorangegangenen Entwurmung und dem Nachweis von Oxyuren bzw. der Ausscheidungsstärke von Oxyureneiern.

4.2.1 Schildkrötenart

Abbildung 8 zeigt die absolute Häufigkeit der beprobten Schildkrötenarten. Der weitaus größte Anteil der Kotproben stammte von *Testudo hermanni* (69,93 %). Mit weitem Abstand folgten Proben von *Testudo graeca* (14,49 %), *Testudo horsfieldii* (8,7 %) und *Testudo marginata* (6,88 %).

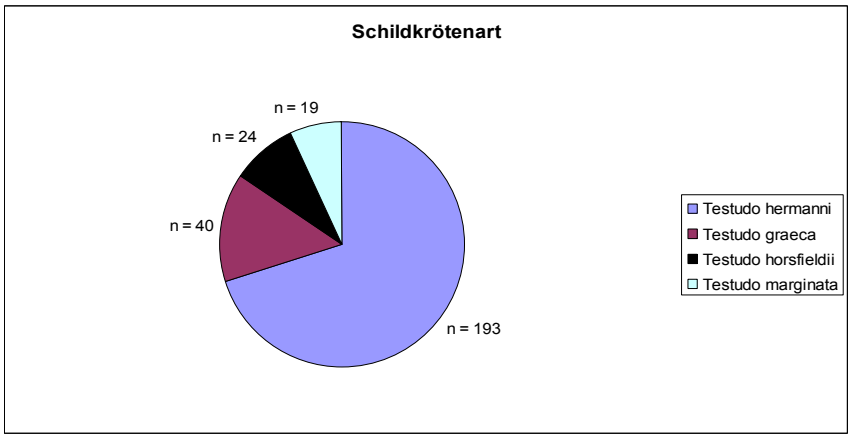

Abbildung 8: Artzugehörigkeit der beprobten Schildkröten (n = absolute Häufigkeit)

Tabelle 11 ordnet die Ergebnisse der Oxyurensuche den beprobten Schildkrötenarten zu. 276 Proben gingen in die statistische Auswertung ein. 48,7 % der von *T. hermanni* stammenden Kotproben waren oxyurenpositiv. In den 40 untersuchten Kotproben der Art *Testudo graeca* waren 18 mal (45 %) Oxyuren nachweisbar. Die 19 bzw. 24 Kotproben der Arten *Testudo marginata* bzw. *Testudo horsfieldii* waren in 36,8 % bzw. 29,2 % der Fälle oxyurenpositiv.

Zwischen der Schildkrötenart und der koprologischen Oxyurenprävalenz konnte mit $p = 0{,}266$ kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden.

Tabelle 11: Absolute und relative Häufigkeit positiver und negativer Oxyurennachweise unterteilt nach Artzugehörigkeit der beprobten Schildkröten

Schildkrötenart		**Oxyurennachweis negativ**	**Oxyurennachweis positiv**	**gesamt**
Testudo hermanni	Anzahl n	99	94	193
	Anteil in %	51,3	48,7	100
Testudo graeca	Anzahl n	22	18	40
	Anteil in %	55	45	100
Testudo marginata	Anzahl	12	7	19
	Anteil in %	63,2	36,8	100
Testudo horsfieldii	Anzahl	17	7	24
	Anteil in %	70,8	29,2	100
gesamt	Anzahl	150	126	276
	Anteil in %	54,3	45,7	100

4.2.2 Schildkrötengeschlecht

Abbildung 9 zeigt das Geschlechterverhältnis der beprobten Schildkröten. Über ein Drittel der Kotproben (38,04 %) ließ sich weder männlichen noch weiblichen Tieren zuordnen. 34,78 % der beprobten Schildkröten waren weiblich, 26,81 % männlich. Ein Tier (0,36 %) war laut Fragebogenangabe ein Zwitter. In der dazugehörigen Kotprobe fand sich kein Hinweis auf eine Oxyureninfektion.

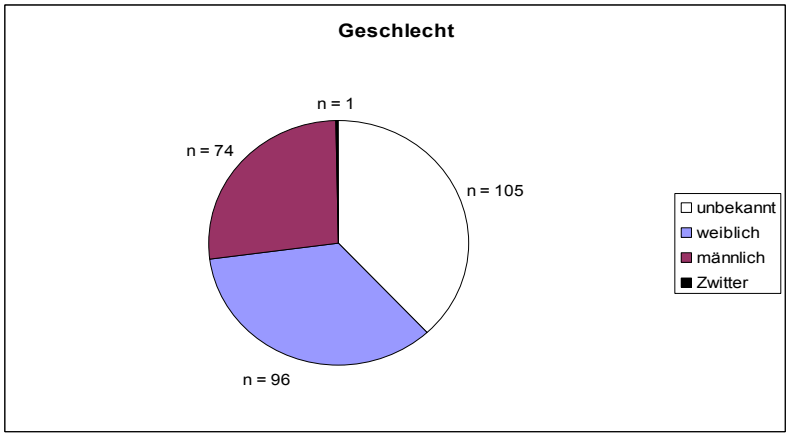

Abbildung 9: Geschlechterverteilung der beprobten Schildkröten (n = absolute Häufigkeit)

Die Kotproben von 170 Schildkröten ließen sich männlichen oder weiblichen Tieren zuordnen und gingen in die statistische Auswertung ein. Der prozentuale Anteil oxyurenpositiver Kotproben war mit 40,5 % bei den männlichen und mit 43,8 % bei den weiblichen Tieren ungefähr gleich groß (Tabelle 12).
Ein signifikant häufigerer Oxyurennachweis war weder bei den weiblichen noch bei den männlichen Schildkröten feststellbar (p = 0,755).

Tabelle 12: Absolute und relative Häufigkeit positiver und negativer Oxyurennachweise zugeordnet zu männlichen oder weiblichen Schildkröten

Geschlecht		Oxyurennachweis negativ	Oxyurennachweis positiv	gesamt
männlich	Anzahl n	44	30	74
	Anteil in %	59,5	40,5	100
weiblich	Anzahl n	54	42	96
	Anteil in %	56,2	43,8	100
gesamt	Anzahl n	98	72	170
	Anteil in %	57,6	42,4	100

4.2.3 Schildkrötenalter

Das Kreisdiagramm in Abbildung 10 gibt Aufschluss über das Alter der beprobten Schildkröten. Von 17,75 % war das Alter unbekannt. Fast die Hälfte der Proben (49,28 %) stammte von semiadulten Schildkröten. 14,13 % bzw. 18,84 % der Proben ließen sich juvenilen bzw. adulten Tieren zuordnen.

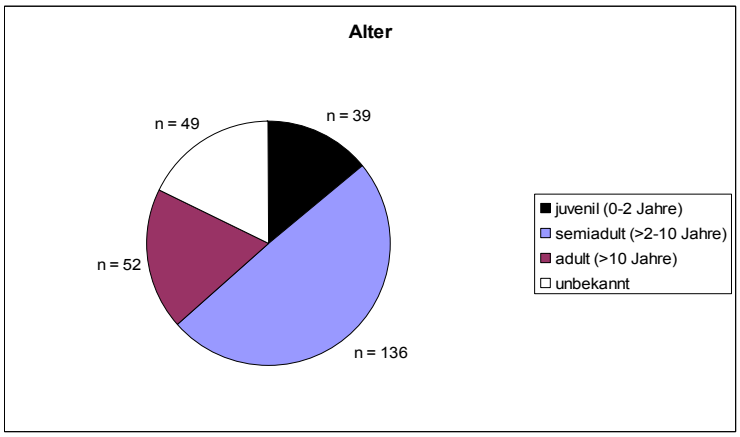

Abbildung 10: Altersstruktur der beprobten Schildkröten (n = absolute Häufigkeit)

Insgesamt ließen sich 227 Proben einer der drei Altersgruppen zuordnen und wurden statistisch ausgewertet. Prozentual am häufigsten war ein Oxyurenbefall in der juvenilen Altersgruppe (0-2 Jahre) nachweisbar. In dieser Altersgruppe waren rund 64 % der Proben oxyurenpositiv, knapp 36 % oxyurennegativ. Entgegengesetzt war das Ergebnis der adulten Gruppe (>10 Jahre). Hier ließ sich bei mehr als 61 % der Tiere kein Oxyurenbefall nachweisen, 38,5 % der Proben waren positiv. Die Proben der Semiadulten (>2-10 Jahre) waren in 42,6 % der Fälle oxyurenpositiv.

Es war ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Alter der Schildkröte und dem Nachweis von Oxyureneiern im Kot feststellbar ($p = 0{,}031$). Die Berechnung der Standardisierten Residuen ergab den niedrigsten (-1,6) bzw. höchsten Wert (1,7) bei einem negativen bzw. positiven Oxyurennachweis juveniler Schildkröten (Tabelle 13). In der Altersgruppe der juvenilen Schildkröten war also die Abweichung der Anzahl negativer bzw. positiver Proben von der Anzahl derjenigen Proben, die man bei einer gleichmäßigen Verteilung über die verschiedenen Altersgruppen erwarten würde, am größten.

Tabelle 13: Absolute und relative Häufigkeit positiver und negativer Oxyurennachweise und Standardisierte Residuen, den jeweiligen Altersgruppen der beprobten Schildkröten zugeordnet

Alter		**Oxyurennachweis negativ**	**Oxyurennachweis positiv**	**gesamt**
juvenil	Anzahl n	14	25	39
	Anteil in %	35,9	64,1	100
	Standardisierte Residuen	-1,6	1,7	
semiadult	Anzahl n	78	58	136
	Anteil in %	57,4	42,6	100
	Standardisierte Residuen	0,4	-0,5	
adult	Anzahl n	32	20	52
	Anteil in %	61,5	38,5	100
	Standardisierte Residuen	0,7	-0,7	
gesamt	Anzahl n	124	103	227
	Anteil in %	54,6	45,4	100

Über die Hälfte der juvenilen, oxyurenpositiven Tiere zeigte eine hochgradige Ausscheidung von Oxyureneiern. Eine geringgradige bzw. mittelgradige Ausscheidungsintensität zeigten je 24 % der juvenilen Schildkröten. In knapp der Hälfte der positiven Proben semiadulter Schildkröten waren bis zu 10 Oxyureneier, in 36,2 % mehr als 40 Eier nachweisbar. Schildkröten, die älter als 10 Jahre und nachweislich oxyurenpositiv waren, zeigten zu 50 % eine mittelgradige Ausscheidung von Oxyureneiern und zu je 25 % eine geringgradige bzw. hochgradige Ausscheidung.
Mit $p = 0{,}018$ war ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Ausscheidungsintensität und der Altersgruppe aufzeigbar.
Die Ermittlung der Standardisierten Residuen ergab den höchsten Wert (2,2) im Bereich einer mittelgradigen Ausscheidungsintensität adulter Schildkröten. Der nächst höhere Wert (1,2) bzw. der niedrigste Wert (-1,2) ließ sich einer geringgradigen bzw. mittelgradigen Ausscheidungsintensität semiadulter Schildkröten zuordnen
(Tabelle 14).

Tabelle 14: Absolute und relative Häufigkeit verschiedener Oxyurenei-Ausscheidungsstärken unterteilt nach Altersgruppen der beprobten Schildkröten

Alter		1-10 Eier	11-40 Eier	>40 Eier	gesamt
juvenil	Anzahl n	6	6	13	25
	Anteil in %	24	24	52	100
	Standardisierte Residuen	-1,1	-0,1	1,1	
semiadult	Anzahl n	27	10	21	58
	Anteil in %	46,6	17,2	36,2	100
	Standardisierte Residuen	1,2	-1,2	-0,2	
adult	Anzahl n	5	10	5	20
	Anteil in %	25	50	25	100
	Standardisierte Residuen	-0,9	2,2	-0,9	
gesamt	Anzahl n	38	26	39	103
	Anteil in %	36,9	25,2	37,9	100

4.2.4 Haltungsform der Schildkröten

Zur Haltungsform machten 41,67 % der Einsender keine Angaben. Die verbliebenen prozentualen Anteile von 40,94 % bzw. 17,39 % entfielen auf Schildkröten mit Zugang bzw. Tiere ohne Zugang zum Freiland (Abbildung 11).

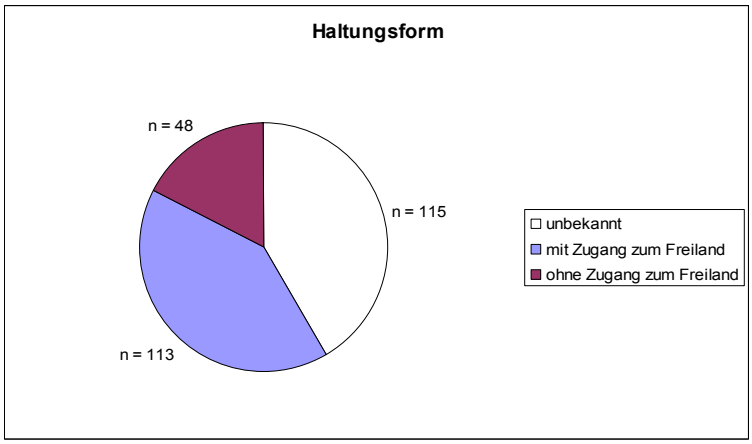

Abbildung 11: Haltung der beprobten Schildkröten mit bzw. ohne Zugang zum Freiland (n = absolute Häufigkeit)

161 Proben konnten Schildkröten zugeordnet werden, die entweder keinen oder temporären (wenn nicht gar ununterbrochenen) Zugang zum Freiland hatten und fanden Eingang in die statistischen Berechnungen. 46 % der Proben von Schildkröten mit

Zugang zum Freiland waren nachweislich oxyurenpositiv, ebenso wie 54,2 % der Tiere ohne Zugang zum Freiland (Tabelle 15).
Ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Schildkröten mit bzw. ohne Zugang zum Freiland und einem positiven oder negativen Oxyurennachweis war nicht feststellbar (p = 0,391).

Tabelle 15: Absolute und relative Häufigkeit positiver und negativer Oxyurennachweise unterteilt nach Zugangsmöglichkeiten der beprobten Schildkröten zum Freiland

Haltungsform		**Oxyurennachweis negativ**	**Oxyurennachweis positiv**	**gesamt**
mit Zugang zum Freiland	Anzahl n	61	52	113
	Anteil in %	54	46	100
ohne Zugang zum Freiland	Anzahl n	22	26	48
	Anteil in %	45,8	54,2	100
gesamt	Anzahl n	83	78	161
	Anteil in %	51,6	48,4	100

4.2.5 Vergesellschaftung

Von den 276 Schildkröten, deren Kotproben untersucht wurden, waren 122 Tiere (44,2 %) mit gattungsgleichen Tieren vergesellschaftet. Zwei *Testudo hermanni* (0,72 %) wurden zusammen mit *Pogona vitticeps*, *Iguana iguana* und *Geochelone sulcata*, also gattungsfremden Tieren, gehalten. 12,68 % der Schildkröten wurden in Einzelhaltung gehalten, bei 42,39 % der Tiere erfolgte zu diesem Punkt keine Angabe (Abbildung 12).

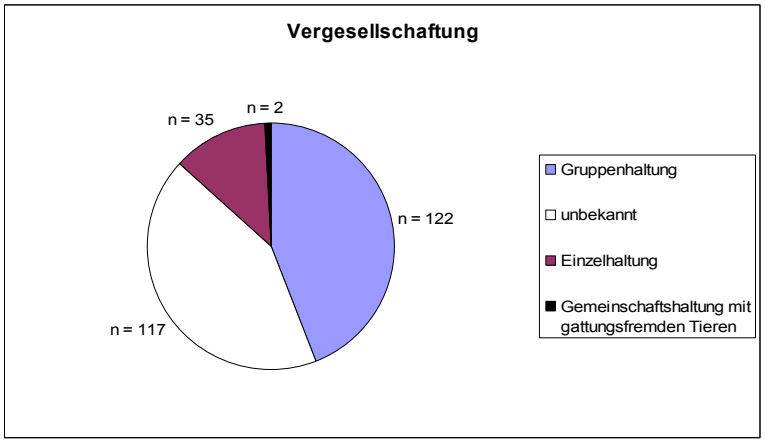

Abbildung 12: Einzelhaltung oder Gruppenhaltung (mit gattungsgleichen oder -fremden Tieren) der beprobten Schildkröten (n = absolute Häufigkeit)

157 Kotproben gingen in die statistische Auswertung ein. Im Kot beider *T. hermanni*, die mit gattungsfremden Tieren vergesellschaftet waren, ließen sich Oxyureneier nachweisen. Da es sich sowohl um eine Oxyureninfektion beider Schildkröten als auch um eine Darmpassage von oral aufgenommenen Eiern wirtsspezifischer Oxyuren der gattungsfremden Tiere handeln konnte, wurden diese beiden Fälle nicht berücksichtigt. Bei 57,1 % der in Einzelhaltung gehaltenen Tiere ließen sich Oxyureneier im Kot nachweisen. 41,8 % der in Gruppenhaltung gehaltenen Schildkröten wurden ebenfalls oxyurenpositiv getestet (Tabelle 16).

Eine in Einzelhaltung lebende Schildkröte zeigte keinen signifikant häufigeren oder selteneren Oxyurenbefall als ein in Gruppenhaltung lebendes Tier (p = 0,125).

Tabelle 16: Absolute und relative Häufigkeit positiver und negativer Oxyurennachweise unterteilt nach Einzel- oder Gruppenhaltung der beprobten Schildkröten

Einzeltier/Gruppenhaltung		**Oxyurennachweis negativ**	**Oxyurennachweis positiv**	**gesamt**
Einzelhaltung	Anzahl n	15	20	35
	Anteil in %	42,9	57,1	100
Gruppenhaltung	Anzahl n	71	51	122
	Anteil in %	58,2	41,8	100
gesamt	Anzahl n	86	71	157
	Anteil in %	54,8	45,2	100

4.2.6 Einsendungsgrund

Mit 29,71 % bildeten die Kotproben mit unbekanntem Einsendungsgrund den größten Anteil der untersuchten Proben. 20,65 % ließen sich Tieren zuordnen, die gesund erschienen und 18,84 % stammten von kranken Tieren. Nachdem drei Schildkröten verstorben waren, wurden sie zur Sektion eingesandt (1,09 %). In den direkt aus den Darmlumina entnommenen Kotproben dieser Tiere fanden sich in allen Fällen mehr als 40 Oxyurenstadien. Die übrigen Proben wurden zur Kontrolle nach einer Entwurmung (15,58 %) und in der Vorbereitungsphase zur Hibernation (14,13 %) eingesandt (Abbildung 13).

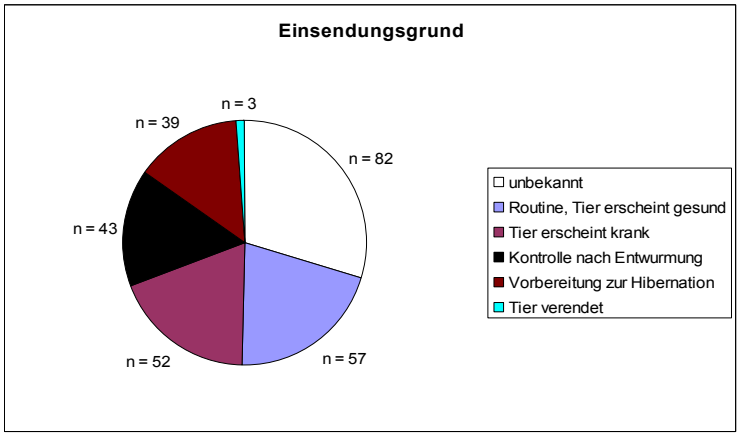

Abbildung 13: Gründe für die Einsendung einer Kotprobe zur parasitologischen Untersuchung (n = absolute Häufigkeit)

191 Proben fanden Eingang in die statistische Auswertung. Der größte Teil (33,3 %) der oxyurenpositiven Proben stammte von Tieren, die ihren Besitzern krank erschienen. Mit kleinem Abstand folgten die Proben gesunder Tiere (29,8 %). 19 % der Proben wurden trotz vorangegangener Entwurmung positiv getestet. Der kleinste Anteil oxyurenpositiver Proben (17,9 %) ließ sich Tieren zuordnen, die auf die Hibernation vorbereitet wurden. Die Gesamtheit aller oxyurennegativen Proben konnte zu etwa gleichen Teilen den verschiedenen Einsendungsgründen zugeordnet werden, wobei der Anteil der Proben gesund erscheinender Tiere mit 29,9 % geringfügig größer als die übrigen war. Die isolierte Betrachtung des jeweiligen Einsendegrundes offenbarte, dass je knapp zwei Drittel der Proben, die in Vorbereitung zur Hibernation bzw. zur Kontrolle nach einer vorangegangenen Entwurmung versandt wurden, oxyurennegativ waren. Etwas mehr als die Hälfte der Kotproben gesunder Tiere waren in der

Nativuntersuchung oxyurennegativ und mit einer relativen Häufigkeit von ca. 54 % wiesen kranke Tiere Oxyurenstadien in ihrem Kot auf (Tabelle 17).
Ein signifikanter Zusammenhang zwischen einem positiven oder negativen Oxyurennachweis und dem Grund zur Einsendung der Kotprobe war nicht feststellbar (p = 0,343).

Tabelle 17: Absolute und relative Häufigkeit positiver und negativer Oxyurennachweise, den jeweiligen Gründen für die Einsendung der Kotproben zugeordnet

Oxyuren-Nachweis		**Vorbereitung zur Hibernation**	**Routine, Tier erscheint gesund**	**Tier erscheint krank**	**Kontrolle nach Entwurmung**	**gesamt**
negativ	Anzahl n	24	32	24	27	107
	Anteil in % (Oxyurennachweis)	22,4	29,9	22,4	25,2	100
	Anteil in % (Einsendungsgrund)	61,5	56,1	46,2	62,8	56,0
positiv	Anzahl n	15	25	28	16	84
	Anteil in % (Oxyurennachweis)	17,9	29,8	33,3	19,0	100
	Anteil in % (Einsendungsgrund)	38,5	43,9	53,8	37,2	44,0
gesamt	Anzahl n	39	57	52	43	191
	Anteil in % (Oxyurennachweis)	20,4	29,8	27,2	22,5	100
	Anteil in % (Einsendungsgrund)	100	100	100	100	

4.2.7 Anamnese

Bei dem größten Teil der eingesandten Kotproben (71,01 %) war der Gesundheitszustand der zugehörigen Tiere innerhalb des letzten halben Jahres nicht bekannt. Der Anteil der im vergangenen halben Jahr kranken/vorbehandelten (14,13 %) und gesunden (14,86 %) Schildkröten war in etwa gleich groß (Abbildung 14).

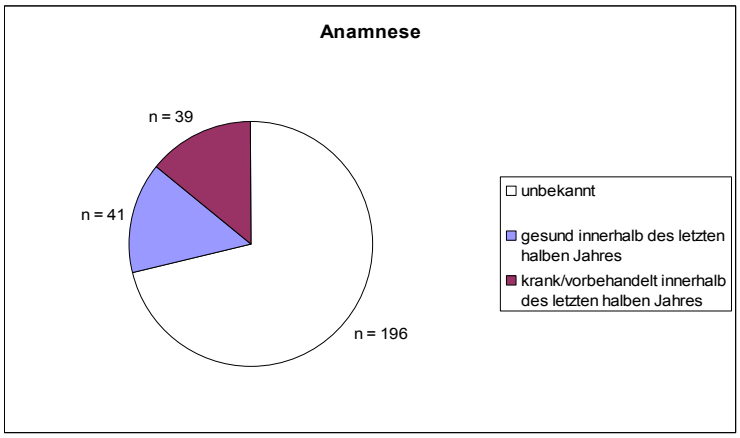

Abbildung 14: Gesundheitszustand der beprobten Schildkröten innerhalb des letzten halben Jahres (n = absolute Häufigkeit)

Zur Berechnung eines möglichen Zusammenhangs zwischen einer nachgewiesenen Oxyureninfektion und dem Gesundheitszustand der Schildkröten im vorangegangenen halben Jahr konnten nur 80 Proben herangezogen werden. Tabelle 18 zeigt, dass 58,7 % der oxyurennegativen Proben Tieren, die im vergangenen halben Jahr krank waren, und 41,3% gesunden Tieren zuordbar waren. Die oxyurenpositiven Proben stammten zu ungefähr zwei Dritteln von gesunden Schildkröten.

Bei den, innerhalb des letzten halben Jahres vor Versand der Kotprobe, gesund erscheinenden Tieren ließen sich signifikant häufiger ($p = 0,045$) Oxyureneier nachweisen, als bei kranken bzw. vorbehandelten Tieren.

Die mit Hilfe der Standardisierten Residuen gezeigten Abweichungen von einer gleichmäßigen Verteilung oxyurennegativer und -positiver Kotproben waren mit Werten zwischen - 1,1 und 1,1 ungefähr gleichgroß.

Tabelle 18: Absolute und relative Häufigkeit positiver und negativer Oxyurennachweise unterteilt nach dem jeweiligen Gesundheitszustand der beprobten Schildkröten innerhalb des vergangenen halben Jahres sowie Angabe der Standardisierten Residuen

Oxyurennachweis in Nativuntersuchung		**krank/vorbehandelt innerhalb des letzten halben Jahres**	**gesund innerhalb des letzten halben Jahres**	**gesamt**
negativ	Anzahl n	27	19	46
	Anteil in %	58,7	41,3	100
	Standardisierte Residuen	1,0	-0,9	
positiv	Anzahl n	12	22	34
	Anteil in %	35,3	64,7	100
	Standardisierte Residuen	-1,1	1,1	
gesamt	Anzahl n	39	41	80
	Anteil in %	48,8	51,2	100

4.2.8 Symptome

Auf 47,1 % aller Fragebögen wurde zum Stichpunkt "Symptome" keine Angabe gemacht. Der Anteil der Tiere, die Symptome zeigten, war mit 25,36 % ungefähr genauso groß, wie die Gruppe der symptomlosen Schildkröten (27,54 %) (Abbildung 15).

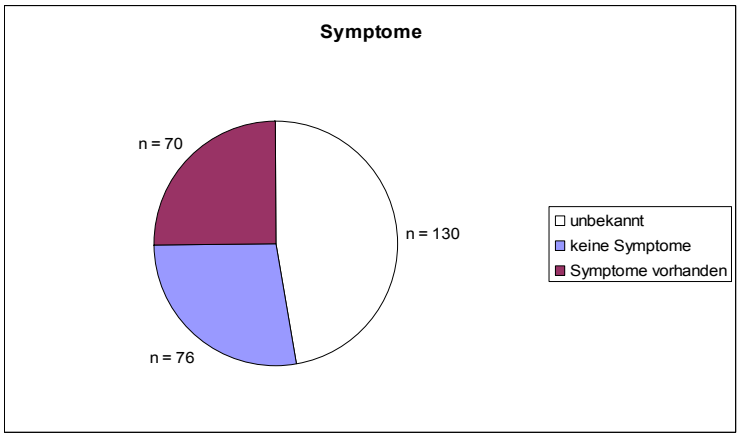

Abbildung 15: Gesundheitszustand der beprobten Schildkröten zum Zeitpunkt des Versands der Kotprobe (n = absolute Häufigkeit)

Eine Auflistung der angegebenen Symptome und eine Zuordnung zu den jeweiligen Ergebnissen der Nativuntersuchungen präsentieren Tabelle 19 und Abbildung 16. Die Angabe der relativen Häufigkeit eines bestimmten Symptoms erfolgte nicht, da jedes Symptom isoliert betrachtet und Symptomkombinationen unberücksichtigt blieben. Aufgetretene Symptomkombinationen sind der Spalte "Symptome" der Tabelle 43 aus Anhang 10.2 zu entnehmen.

Am häufigsten genannt wurde das Symptom „weicher Panzer, Skelettanomalie“.

12-mal trat es gemeinsam mit einem negativen und 14-mal mit einem positiven Oxyurennachweis auf, davon 8-mal kombiniert mit einer hochgradigen Ausscheidung von Oxyureneiern. Eine Symptomatik des Magen-Darm-Trakts lag 21-mal vor, in 12 Fällen mit einem oxyurennegativen Ergebnis, in 5 Fällen mit der Ausscheidung von >40 Oxyureneiern. 75 % der Tiere mit „Anorexie/Inappetenz“ schieden nachweislich Oxyureneier aus, wiederum davon die Hälfte sogar hochgradig. Von den 14 Tieren, die einen Gewichtsverlust zeigten, waren 11 in der Nativuntersuchung oxyurenpositiv, wobei 7 Tiere hochgradig Oxyureneier ausschieden. Betrachtet man das Symptom „Apathie/Schwäche“, welches 13-mal angegeben wurde, so lässt es sich 9-mal mit einem positiven Oxyurennachweis in Verbindung bringen, davon 6-mal mit einer hochgradigen Ausscheidungsstärke. Im Zusammenhang mit einer Erkrankung des Respirationstrakts ließ sich 6-mal ein positiver und 5-mal ein negativer Oxyurennachweis feststellen. Eine Augensymptomatik, blasse Schleimhäute und Unruhe traten in mehr als der Hälfte der Fälle gemeinsam mit einem negativen Oxyurennachweis auf. Alle übrigen Symptome wurden jeweils nur ein- oder zweimal genannt.

Tabelle 19: Absolute Häufigkeit genannter Symptome und Zuordnung zum entsprechenden Nativuntersuchungs-Ergebnis

Symptom	Anzahl n	negativer Oxyurennachweis	1-10 Eier	11-40 Eier	>40 Eier
Panzer weich, Skelettanomalien	26	12	1	5	8
MDT-Symptomatik	21	12	1	3	5
Anorexie/ Inappetenz	16	4	1	5	6
Gewichtsverlust	14	3	1	3	7
Apathie/Schwäche	13	4	1	2	6
Respirationssymptomatik	11	5	1	3	2
Augensymptomatik	10	6	0	1	3
blasse Schleimhäute	6	5	0	0	1
Unruhe	5	3	0	0	2
Legenot	2	1	0	1	0
Würmer im Kot	2	0	0	0	2
Kachexie	2	0	0	0	2
Nachziehen der Hintergliedmaßen	2	1	0	0	1
Hibernationsproblematik	1	0	0	0	1
Kümmern	1	0	0	0	1
Exsikkose	1	0	0	0	1
Verfärbung/Veränderung des Urins	1	0	1	0	0
Kloakenprolaps	1	1	0	0	0
Pressen	1	1	0	0	0
verstärkte Häutung	1	1	0	0	0

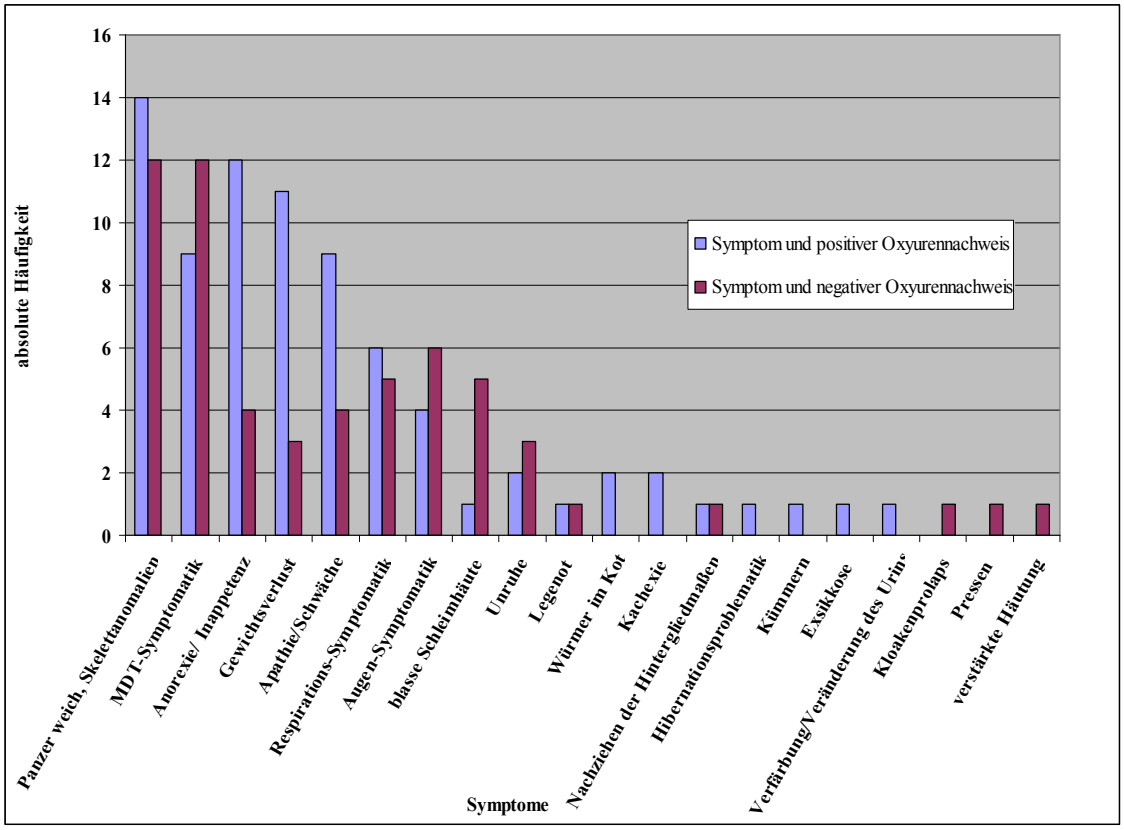

Abbildung 16: Absolute Häufigkeit genannter Symptome in Kombination mit positivem oder negativem Oxyurennachweis

Der Versuch die Ergebnisse der Nativuntersuchungen mit der An- oder Abwesenheit von Symptomen in Verbindung zu bringen ergab das in Tabelle 20 dargestellte Bild. 146 Proben gingen in die Auswertung ein. 60 % der oxyurennegativen Proben und 43,7 % der oxyurenpositiven Proben stammten von symptomlosen Tieren. Dementsprechend wurden 56,3 % der oxyurenpositiven Kotproben von Tieren ausgeschieden, die Symptome zeigten.

Ein signifikant häufigerer Oxyurennachweis bei Schildkröten, die Symptome zeigten, war nicht feststellbar ($p = 0,068$).

Tabelle 20: Absolute und relative Häufigkeit positiver und negativer Oxyurennachweise, symptomlosen bzw. symptomzeigenden Schildkröten zugeordnet

Oxyurennachweis in Nativuntersuchung		**keine Symptome**	**Symptome vorhanden**	**gesamt**
negativ	Anzahl n	45	30	75
	Anteil in %	60	40	100
positiv	Anzahl n	31	40	71
	Anteil in %	43,7	56,3	100
gesamt	Anzahl n	76	70	146
	Anteil in %	52,1	47,9	100

Die oxyurenpositiven Kotproben wurden in Tabelle 21 je nach Anzahl der festgestellten Oxyureneier in die entsprechenden Ausscheidungskategorien eingeordnet. Auch hier blieb die Art der Symptome unberücksichtigt.

Von den 14 Proben, die bis zu 10 Oxyureneier zeigten, war der deutlich größere Teil (71,4 %) symptomlosen Tieren zuzuordnen. Von den mittelgradig ausscheidenden Schildkröten waren 38,1 % symptomlos, wohingegen 61,9 % Symptome zeigten. 36 Proben zeigten mehr als 40 Oxyureneier. Ein Anteil von 63,9 % stammte von Schildkröten, die Symptome zeigten, 36,1 % waren symptomfrei.

Auch zwischen der Ausscheidungsintensität von Oxyureneiern und der An- oder Abwesenheit von Symptomen war kein signifikanter Zusammenhang feststellbar ($p = 0,064$).

Tabelle 21: Absolute und relative Häufigkeit ermittelter Oxyurenei-Ausscheidungsintensitäten, unterteilt nach Herkunft der Probe von symptomlosen bzw. symptomzeigenden Schildkröten

Ausscheidungs-intensität		**keine Symptome**	**Symptome vorhanden**	**gesamt**
1-10 Eier	Anzahl n	10	4	14
	Anteil in %	71,4	28,6	100
11-40 Eier	Anzahl n	8	13	21
	Anteil in %	38,1	61,9	100
>40 Eier	Anzahl n	13	23	36
	Anteil in %	36,1	63,9	100
gesamt	Anzahl n	31	40	71
	Anteil in %	43,7	56,3	100

4.2.9 Entwurmungen

In 176 Fällen (63,77 %) war nicht bekannt, ob das entsprechende Tier bereits entwurmt worden ist. 46 Schildkröten (16,67 %) wurden innerhalb des vergangenen halben Jahres vor Versand der Kotprobe mit einem Rundwurmanthelminthikum behandelt, bei 10,87 % war dies länger als ein halbes Jahr her. 18 Schildkröten (6,52 %) sind laut Besitzerangabe noch nie entwurmt worden, jeweils drei Tiere (je 1,09 %) wurden mindestens einmal pro Jahr entwurmt bzw. wurden zwar entwurmt, es fehlte aber die Angabe des Zeitpunkts (Abbildung 17).

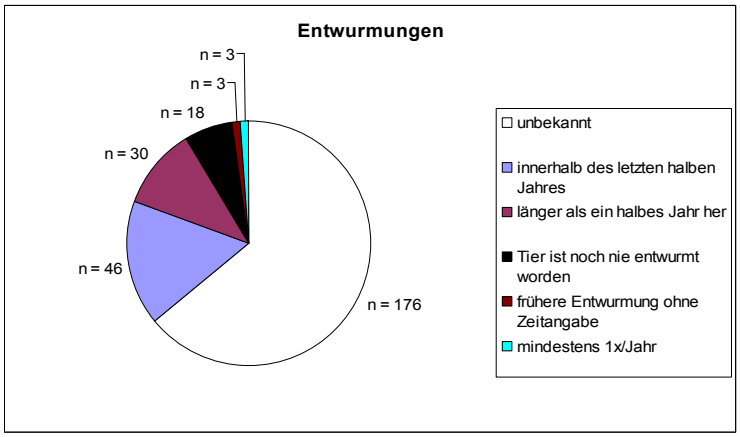

Abbildung 17: Behandlung der beprobten Schildkröten mit Anthelminthika (n = absolute Häufigkeit)

Der Zeitpunkt der letzten Entwurmung der mindestens einmal jährlich entwurmten Tiere und der Schildkröten, die zwar mindestens schon einmal entwurmt wurden, aber ohne Angabe eines Datums, ließ sich nachträglich nicht feststellen. Da der Stichprobenumfang beider Kategorien außerdem sehr klein war (je n = 3), gingen diese Proben nicht in die statistische Berechnung ein. 94 Proben wurden zur Auswertung genutzt. Bei 34,8 % der Tiere, die innerhalb des letzten halben Jahres entwurmt wurden, fanden sich dennoch Oxyureneier in den Kotproben. Von den 30 Schildkröten, deren Entwurmung länger als ein halbes Jahr her war, wurden 43,3 % der Proben positiv auf Oxyuren getestet. 61,1 % der noch nie entwurmten Tiere waren ebenfalls oxyurenpositiv (Tabelle 22).

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen einem positiven oder negativen Oxyurennachweis und einer Entwurmung war nicht feststellbar ($p = 0,159$).

Tabelle 22: Absolute und relative Häufigkeit negativer oder positiver Oxyurennachweise unterteilt nach zugehörigem Entwurmungszeitpunkt bzw. Fehlen einer Entwurmung der beprobten Schildkröten

Entwurmung		**Oxyurennachweis negativ**	**Oxyurennachweis positiv**	**gesamt**
innerhalb des letzten halben Jahres	Anzahl n	30	16	46
	Anteil in %	65,2	34,8	100
länger als ein halbes Jahr her	Anzahl n	17	13	30
	Anteil in %	56,7	43,3	100
Tier ist noch nie entwurmt worden	Anzahl n	7	11	18
	Anteil in %	38,9	61,1	100
gesamt	Anzahl n	54	40	94
	Anteil in %	57,4	42,6	100

In den 16, trotz einer Entwurmung innerhalb des letzten halben Jahres, positiven Proben fanden sich zu 68,8 % weniger als 11 Oxyureneier. Nur 2-mal (12,5 %) bzw. 3-mal (18,8 %) ließ sich eine mittelgradige bzw. hochgradige Ausscheidungsintensität feststellen. War die Entwurmung länger als ein halbes Jahr her, fanden sich in einem Anteil von 46,2 % der positiven Proben bis zu 10 Eier, in 15,4 % bis zu 40 und in 38,5 % der Proben über 40 Oxyureneier. Von den oxyurenpositiven Tieren, die noch nie entwurmt wurden, schieden 63,6 % hochgradig Oxyureneier aus und je 18,2 % gering- bzw. mittelgradig (Tabelle 23).

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen einer bestimmten Ausscheidungsintensität und dem Stattfinden oder Fehlen einer Entwurmung ließ sich mit $p = 0{,}127$ nicht nachweisen.

Tabelle 23: Absolute und relative Häufigkeit ermittelter Oxyurenei-Ausscheidungsintensitäten und Zuordnung zum entsprechenden Entwurmungszeitpunkt bzw. Fehlen einer Entwurmung der beprobten Schildkröten

Entwurmung		**1-10 Eier**	**11-40 Eier**	**>40 Eier**	**gesamt**
innerhalb des letzten halben Jahres	Anzahl n	11	2	3	16
	Anteil in %	68,8	12,5	18,8	100
länger als ein halbes Jahr her	Anzahl n	6	2	5	13
	Anteil in %	46,2	15,4	38,5	100
Tier ist noch nie entwurmt worden	Anzahl n	2	2	7	11
	Anteil in %	18,2	18,2	63,6	100
gesamt	Anzahl n	19	6	15	40
	Anteil in %	47,5	15	37,5	100

4.3 Einfluss der Oxyuren auf Nahrungsaufnahme und -verwertung sowie Gewichtsentwicklung juveniler Maurischer Landschildkröten (*Testudo graeca ibera*)

4.3.1 Carapax-Länge und Körpergewicht

Die Carapax-Längen der 15 am Ernährungsversuch teilnehmenden Maurischen Landschildkröten betrugen zwischen 53 und 63 mm und sind den Tabellen 26 und 27 zu entnehmen. Im Messzeitraum konnte bei keinem der Tiere eine Zunahme der Carapax-Länge festgestellt werden.

Um die Gewichtsentwicklung jeder Schildkröte über den Messzeitraum zu verfolgen, wurde sowohl das aktuelle Körpergewicht zu jedem Messtermin als auch die Differenz im Vergleich zum vorangegangenen Messtermin ermittelt. Dazu ist das Gewicht des vorangegangenen Messtermins vom aktuellen Gewicht subtrahiert worden. Ein Gewichtsverlust stellte sich auf diese Weise als negativer, eine Gewichtszunahme als positiver Wert dar. Durch Addition der Gewichtsdifferenzen ließ sich bilanzieren, ob es am Ende des Messzeitraums, bezogen auf den ersten Messwert, zu einer Gewichtszunahme oder -abnahme der Schildkröte gekommen ist. Die Spannweite zeigte die Differenz zwischen niedrigstem und höchstem Gewicht des jeweiligen Tiers auf. Auf die Bildung von Mittelwerten des Körpergewichts beider Gruppen zu jedem Messtermin wurde bewusst verzichtet, da der damit verbundene Informationsverlust bezüglich des Gewichtsverlaufs einzelner Tiere zu groß erschien.

Tabelle 24 zeigt die Gewichtsentwicklung der sieben entwurmten Tiere. Die Körpergewichte dieser Gruppe umfassten einen Bereich von mindestens 26,7 g (Schildkröte Nr. 5, 11. Messung) bis maximal 48 g (Schildkröte Nr. 20, 4. Messung). Fünf der sieben Tiere hatten am Ende des Messzeitraums im Vergleich zum ersten Messwert an Gewicht verloren. Der Gewichtsverlust war mit bis zu 9,8 g (Schildkröte Nr. 14) teils erheblich. Tier Nr. 5 zeigte mit 4 g den geringsten Gewichtsverlust. Bei Schildkröte Nr. 19 ließ sich mit 0,1 g eine geringe, bei Schildkröte Nr. 9 mit 5 g eine deutliche Gewichtszunahme feststellen. Die Spannweiten zwischen niedrigstem und höchstem Gewicht der einzelnen Tiere dieser Gruppe betrugen 6,5 g (Schildkröte Nr. 5) bis 12,8 g (Schildkröte Nr. 14). Keine der Schildkröten zeigte über die Messdauer eine kontinuierliche Zu- oder Abnahme des Gewichts.

Das Körpergewicht der acht mit Oxyuren infizierten Schildkröten (Tabelle 25) betrug mindestens 30,9 g (Schildkröte Nr. 4, 1. Messung) und maximal 51,6 g (Schildkröte Nr. 7, 13. Messung). Verglich man das Anfangsgewicht der Tiere mit ihrem Endgewicht, so war nur bei einem Tier (Schildkröte Nr. 8) ein Gewichtsverlust (2,3 g) festzustellen. Alle übrigen Tiere dieser Gruppe nahmen an Gewicht zu. Die geringsten Gewichtszunahmen waren dabei bei Schildkröte Nr. 3 mit 1,6 g und Schildkröte Nr. 1 mit 1,8 g zu verzeichnen. Tier Nr. 7 zeigte mit 8,2 g die deutlichste Gewichtszunahme, die vor allem auf den sprunghaften Anstieg des Gewichts um 7,9 g zwischen den beiden letzten Messterminen zurückzuführen war. Auch bei Tier Nr. 10 kam es in diesem Zeitraum zu einem Gewichtsanstieg um 7,5 g, dessen Zunahme im Vergleich zur ersten Messung betrug aber lediglich 3,8 g. Die Gewichtsspannen zwischen niedrigstem und höchstem Gewicht der einzelnen Tiere dieser Gruppe betrugen zwischen 3,2 g (Schildkröte Nr. 6) und 9,6 g (Schildkröte Nr. 10) und lagen damit, mit Ausnahme derer von zwei Schildkröten (Nr. 7 und Nr. 10), unterhalb der geringsten Gewichtspanne von 6,5 g der entwurmten Gruppe. Auch bei den infizierten Schildkröten ließ sich weder eine kontinuierliche Gewichtszu- noch -abnahme feststellen.

Basierend auf den Gewichtsdifferenzen der einzelnen Schildkröten zwischen dem ersten und letzten Messtermin (Tabelle 24 und Tabelle 25) wurden Rangsummen erstellt. Mit deren Hilfe ließ sich mit $p = 0{,}014$ ein signifikanter Unterschied in der Gewichtsentwicklung beider Gruppen feststellen.

Tabelle 24: Gewichtsentwicklung der entwurmten Schildkröten sowie Gewichtsdifferenz zwischen zwei nachfolgenden Messungen und Spannweite zwischen niedrigstem und höchstem Gewicht

Tiernummer		1. Messung	2. Messung	3. Messung	4. Messung	5. Messung	6. Messung	7. Messung	8. Messung	9. Messung	10. Messung	11. Messung	12. Messung	13. Messung	Summe der Differenzen	Spannweite in g
5	Gewicht in g	33,2	33,0	30,0	32,0	30,0	31,0	31,3	28,6	27,4	29,8	26,7	27,8	29,2		6,5
	Differenz	-	-0,2	-3,0	2,0	-2,0	1,0	0,3	-2,7	-1,2	2,4	-3,1	1,1	1,4	-4,0	
9	Gewicht in g	33,4	32,0	35,0	31,0	34,8	32,8	32,5	33,3	33,9	34,8	38,8	36,4	38,4		7,8
	Differenz	-	-1,4	3,0	-4,0	3,8	-2,0	-0,3	0,8	0,6	0,9	4,0	-2,4	2,0	5,0	
12	Gewicht in g	46,6	42,0	45,0	47,0	45,6	42,0	43,1	44,0	46,6	42,4	40,2	38,8	37,2		9,8
	Differenz	-	-4,6	3,0	2,0	-1,4	-3,6	1,1	0,9	2,6	-4,2	-2,2	-1,4	-1,6	-9,4	
14	Gewicht in g	42,0	45,0	42,0	45,0	40,4	38,0	39,9	38,8	36,4	34,8	34,2	33,2	32,2		12,8
	Differenz	-	3,0	-3,0	3,0	-4,6	-2,4	1,9	-1,1	-2,4	-1,6	-0,6	-1,0	-1,0	-9,8	
15	Gewicht in g	40,0	41,0	41,0	40,0	40,8	38,4	38,7	39,2	35,8	37,8	37,2	34,6	32,8		8,2
	Differenz	-	1,0	0,0	-1,0	0,8	-2,4	0,3	0,5	-3,4	2,0	-0,6	-2,6	-1,8	-7,2	
19	Gewicht in g	42,5	44,0	43,0	46,0	43,2	45,6	40,6	42,7	40,8	38,2	36,2	40,2	42,6		9,8
	Differenz	-	1,5	-1,0	3,0	-2,8	2,4	-5,0	2,1	-1,9	-2,6	-2,0	4,0	2,4	0,1	
20	Gewicht in g	46,3	45,0	45,0	48,0	43,6	41,8	44,4	41,4	39,0	36,8	36,2	42,2	41,2		11,8
	Differenz	-	-1,3	0,0	3,0	-4,4	-1,8	2,6	-3,0	-2,4	-2,2	-0,6	6,0	-1,0	-5,1	

Tabelle 25: Gewichtsentwicklung der infizierten Schildkröten sowie Gewichtsdifferenz zwischen zwei nachfolgenden Messungen und Spannweite zwischen niedrigstem und höchstem Gewicht

Tiernummer		1. Messung	2. Messung	3. Messung	4. Messung	5. Messung	6. Messung	7. Messung	8. Messung	9. Messung	10. Messung	11. Messung	12. Messung	13. Messung	Summe der Differenzen	Spannweite in g
1	Gewicht in g	39,8	38,0	41,0	43,0	39,6	42,0	43,8	43,0	41,2	40,0	40,3	40,9	41,6		5,8
	Differenz	-	-1,8	3,0	2,0	-3,4	2,4	1,8	-0,8	-1,8	-1,2	0,3	0,6	0,7	1,8	
2	Gewicht in g	35,9	34,0	36,0	40,0	38,4	35,0	33,9	37,7	38,9	36,6	36,4	36,0	40,1		6,2
	Differenz	-	-1,9	2,0	4,0	-1,6	-3,4	-1,1	3,8	1,2	-2,3	-0,2	-0,4	4,1	4,2	
3	Gewicht in g	39,8	39,0	37,0	41,0	41,8	41,4	39,2	42,3	40,0	39,9	38,9	41,1	41,4		5,3
	Differenz	-	-0,8	-2,0	4,0	0,8	-0,4	-2,2	3,1	-2,3	-0,1	-1,0	2,2	0,3	1,6	
4	Gewicht in g	30,9	31,0	32,0	33,0	35,4	33,6	32,6	33,6	33,4	36,2	33,5	33,8	36,2		5,3
	Differenz	-	0,1	1,0	1,0	2,4	-1,8	-1,0	1,0	-0,2	2,8	-2,7	0,3	2,4	5,3	
6	Gewicht in g	42,0	42,0	44,0	45,0	44,2	44,0	43,7	43,4	45,0	42,6	42,6	43,0	45,2		3,2
	Differenz	-	0,0	2,0	1,0	-0,8	-0,2	-0,3	-0,3	1,6	-2,4	0,0	0,4	2,2	3,2	
7	Gewicht in g	43,4	45,0	48,0	45,0	45,0	46,9	47,1	46,0	43,0	45,6	46,2	43,7	51,6		8,6
	Differenz	-	1,6	3,0	-3,0	0,0	1,9	0,2	-1,1	-3,0	2,6	0,6	-2,5	7,9	8,2	
8	Gewicht in g	43,9	42,0	42,0	45,0	45,6	44,2	43,6	44,2	44,5	41,0	42,8	40,2	41,6		5,4
	Differenz	-	-1,9	0,0	3,0	0,6	-1,4	-0,6	0,6	0,3	-3,5	1,8	-2,6	1,4	-2,3	
10	Gewicht in g	35,7	33,0	36,0	38,0	39,4	38,0	38,7	41,6	37,1	35,1	33,0	32,0	39,5		9,6
	Differenz	-	-2,7	3,0	2,0	1,4	-1,4	0,7	2,9	-4,5	-2,0	-2,1	-1,0	7,5	3,8	

4.3.2 Körperkondition

Die individuellen Quotienten aus Körpergewicht und Carapax-Länge werden in Tabelle 26 und Tabelle 27 dargestellt. Allgemein gilt, je geringer das Gewicht bei gleichbleibender Carapax-Länge, desto niedriger ist der Quotient der entsprechenden Schildkröte (vgl. Tabelle 24 und Tabelle 25).

Die Quotienten der entwurmten Tiere umfassten einen Bereich von mindestens 0,50 (Schildkröte Nr. 5, 11. Messung) bis maximal 0,79 (Schildkröte Nr. 20, 4. Messung) (Tabelle 26), die der infizierten Schildkröten von mindestens 0,57 (Schildkröte Nr. 10, 12. Messung) bis maximal 0,86 (Schildkröte Nr. 7, 13. Messung) (Tabelle 27). Der Abstand zwischen niedrigstem und höchstem Quotient war in beiden Gruppen mit 0,29 gleich groß.

Tabelle 26: Carapax-Längen und individuelle Quotienten der entwurmten Schildkröten

Tiernummer	Carapax-Länge in mm	1. Messung	2. Messung	3. Messung	4. Messung	5. Messung	6. Messung	7. Messung	8. Messung	9. Messung	10. Messung	11. Messung	12. Messung	13. Messung
5	53	0,63	0,62	0,57	0,60	0,57	0,58	0,59	0,54	0,52	0,56	0,50	0,52	0,55
9	55	0,61	0,58	0,64	0,56	0,63	0,60	0,59	0,61	0,62	0,63	0,71	0,66	0,70
12	63	0,74	0,67	0,71	0,75	0,72	0,67	0,68	0,70	0,74	0,67	0,64	0,62	0,59
14	59	0,71	0,76	0,71	0,76	0,68	0,64	0,68	0,66	0,62	0,59	0,58	0,56	0,55
15	59	0,68	0,69	0,69	0,68	0,69	0,65	0,66	0,66	0,61	0,64	0,63	0,59	0,56
19	59	0,72	0,75	0,73	0,78	0,73	0,77	0,69	0,72	0,69	0,65	0,61	0,68	0,72
20	61	0,76	0,74	0,74	0,79	0,71	0,69	0,73	0,68	0,64	0,60	0,59	0,69	0,68

Tabelle 27: Carapax-Längen und individuelle Quotienten der infizierten Schildkröten

Tiernummer	Carapax-Länge in mm	1. Messung	2. Messung	3. Messung	4. Messung	5. Messung	6. Messung	7. Messung	8. Messung	9. Messung	10. Messung	11. Messung	12. Messung	13. Messung
1	57	0,70	0,67	0,72	0,75	0,69	0,74	0,77	0,75	0,72	0,70	0,71	0,72	0,73
2	56	0,64	0,61	0,64	0,71	0,69	0,63	0,61	0,67	0,69	0,65	0,65	0,64	0,72
3	57	0,70	0,68	0,65	0,72	0,73	0,73	0,69	0,74	0,70	0,70	0,68	0,72	0,73
4	53	0,58	0,58	0,60	0,62	0,67	0,63	0,62	0,63	0,63	0,68	0,63	0,64	0,68
6	59	0,71	0,71	0,75	0,76	0,75	0,75	0,74	0,74	0,76	0,72	0,72	0,73	0,77
7	60	0,72	0,75	0,80	0,75	0,75	0,78	0,79	0,77	0,72	0,76	0,77	0,73	0,86
8	59	0,74	0,71	0,71	0,76	0,77	0,75	0,74	0,75	0,75	0,69	0,73	0,68	0,71
10	56	0,64	0,59	0,64	0,68	0,70	0,68	0,69	0,74	0,66	0,63	0,59	0,57	0,71

An jedem Messtermin wurde zusätzlich sowohl für die entwurmte als auch für die infizierte Schildkrötengruppe der Mittelwert aller Quotienten gebildet und die Differenz zwischen beiden Gruppen ermittelt (Tabelle 28). Durch Subtraktion des Mittelwerts der entwurmten Gruppe von dem der infizierten Gruppe, stellte sich ein höherer Quotient der entwurmten Gruppe als negativer Wert, ein höherer Quotient der infizierten Gruppe als positiver Wert dar. Während der Mittelwert der Quotienten der entwurmten Gruppe an den ersten beiden Messterminen mit 0,01 bzw. 0,03 Differenz den der infizierten Gruppe überstieg, war dieser ab der 3. Messung stets höher und umfasste Differenzen zwischen 0,01 und 0,12.

Tabelle 28: Vergleich der Mittelwerte (± Standardabweichung) der Quotienten der entwurmten ($Quotient_{ent.}$) mit denen der infizierten ($Quotient_{inf.}$) Schildkrötengruppe und Berechnung der Differenz

	MW Quotient (± SD)		
Messung	**entwurmte Gruppe**	**infizierte Gruppe**	**Differenz ($Quotient_{inf.}$ - $Quotient_{ent.}$)**
1. Messung	0,69 (±0,06)	0,68 (±0,05)	-0,01
2. Messung	0,69 (±0,07)	0,66 (±0,06)	-0,03
3. Messung	0,68 (±0,06)	0,69 (±0,07)	0,01
4. Messung	0,70 (±0,09)	0,72 (±0,05)	0,02
5. Messung	0,68 (±0,06)	0,72 (±0,04)	0,04
6. Messung	0,66 (±0,06)	0,71 (±0,06)	0,05
7. Messung	0,66 (±0,05)	0,71 (±0,07)	0,05
8. Messung	0,65 (±0,06)	0,72 (±0,05)	0,07
9. Messung	0,63 (±0,07)	0,70 (±0,04)	0,07
10. Messung	0,62 (±0,04)	0,69 (±0,04)	0,07
11. Messung	0,61 (±0,06)	0,69 (±0,06)	0,08
12. Messung	0,62 (±0,06)	0,68 (±0,06)	0,06
13. Messung	0,62 (±0,08)	0,74 (±0,06)	0,12

Die 15 untersuchten Schildkröten wiesen Carapax-Längen von 53 bis 63 mm und Körpergewichte von 26,7 g bis 51,6 g auf.

Die von JACKSON (1980) untersuchten *T. graeca* mit Carapax-Längen von 50-59,9 mm zeigten ein Körpergewicht von 29,6-48,2 g. Aus den entsprechenden Quotienten konnte er einen Mittelwert (± Standardabweichung) von 0,69 (± 0,07) ermitteln. Tiere mit Längen von 60,0 bis 69,9 mm wogen 50 bis 78,5 g und der Mittelwert (± Standardabweichung) der entsprechenden Quotienten betrug

0,93 (± 0,09) (Tabelle 45 im Anhang 10.4).

Aufgrund der Carapax-Längen von 60, 63 bzw. 61 mm der Schildkröten Nr. 7, 12 und 20 wäre ein Vergleich mit den Schildkröten, die JACKSON (1980) der Gruppe von Tieren mit Carapax-Längen von 60,0 bis 69,9 mm zuordnete, naheliegend. Es wurde jedoch für alle 15 hier untersuchten Schildkröten der Mittelwert der Quotienten der Tiere mit Carapax-Längen von 50-59,9 mm zum Vergleich herangezogen, da die kleinsten der 15 Schildkröten mindestens 53 mm lang waren und jener Quotient von 0,69 eine zur Orientierung dienende Untergrenze darstellen sollte. Er wurde nachfolgend als "Vergleichsquotient nach Jackson" bezeichnet und mittels einer Linie in den Abbildungen 18 und 19 dargestellt. Zusätzlich wurde die einfache Standardabweichung (± 0,07) mit Hilfe gestrichelter Linien eingezeichnet. Die Quotienten der hier untersuchten Tiere wurden den jeweiligen Messterminen zugeordnet und hinsichtlich einer Über- oder Unterschreitung des "Vergleichsquotient nach Jackson" bzw. hinsichtlich der Einordbarkeit in den Bereich zwischen der oberen und unteren Standardabweichung betrachtet.

Die Quotienten einer infizierten Schildkröte unterschritten maximal an drei Messterminen (Tier Nr. 4 an den ersten drei Messterminen; Tier Nr. 10 während der 2., 11. und 12. Messung; Tier Nr. 2 während der 2. und 7. Messung) die untere Standardabweichung von 0,62 (Abbildung 19). Die Quotienten der entwurmten Schildkröte Nr. 5 lagen, mit Ausnahme der ersten beiden Messtermine, ausschließlich unterhalb der unteren Standardabweichung, die von Tier Nr. 9 an fast der Hälfte der Messtermine. Die Tiere mit den Nummern 12, 14 und 15 zeigten zum Ende des Messzeitraums ebenfalls eine Unterschreitung der unteren Standardabweichung, Tier Nr. 14 bereits ab der 9. Messung. Eine Unterschreitung fand ebenfalls bei Tier Nr. 20 am 10. und 11. Messtermin statt. Im Vergleich dazu wurde die obere Standardabweichung von 0,76 innerhalb der entwurmten Gruppe lediglich von Tier Nr. 20 am 4. Messtermin und von Tier Nr. 19 am 4. und 6. Messtermin überschritten (Abbildung 18). Die Quotienten von Schildkröte Nr. 7, welche der infizierten Gruppe angehörte, lagen an fast der Hälfte der Messtermine oberhalb dieser Linie. Bei den Tieren Nr. 1 (am 7. Messtermin), Nr. 6 (am 13. Messtermin) und Nr. 8 (am 5. Messtermin) war eine Überschreitung der oberen Standardabweichung feststellbar (Abbildung 19). Die hier nicht näher beschriebenen Quotienten der einzelnen Tiere beider Gruppen bewegten sich ausschließlich im Bereich zwischen oberer und unterer Standardabweichung (0,62 bis 0,76) des "Vergleichsquotienten nach Jackson".

Berücksichtigte man durch prozentuale Angaben die unterschiedlichen Gruppengrößen, so waren innerhalb des Messzeitraums ungefähr 64 % der berechneten Quotienten der entwurmten Schildkröten kleiner als der "Vergleichsquotient nach Jackson" und ca. 36 % genauso groß oder größer als dieser. Umgekehrt sah das Verhältnis in der infizierten Gruppe aus. Hier lagen lediglich ungefähr 35 % der Werte unterhalb des Vergleichsquotienten und 65 % der Quotienten waren gleichgroß oder größer. Eine deutliche Häufung der Quotienten < 0,69 war innerhalb der entwurmten Gruppe ab dem 7. Messtermin zu verzeichnen, während das Verhältnis der Quotienten < 0,69 und ≥ 0,69 innerhalb der infizierten Gruppe vor und nach dem 7. Messtermin prozentual ungefähr gleichgroß war.

Der Quotient von 0,93, den JACKSON (1980) für gesunde *T. graeca* mit Carapax-Längen von 60 bis 69,9 mm berechnete, wurde von den hier untersuchten Schildkröten mit Carapax-Längen ab 60 mm in keinem Fall erreicht. Lediglich der am letzten Messtermin ermittelte Quotient von 0,86 der Schildkröte Nr. 7 lag oberhalb der unteren Standardabweichung von 0,84.

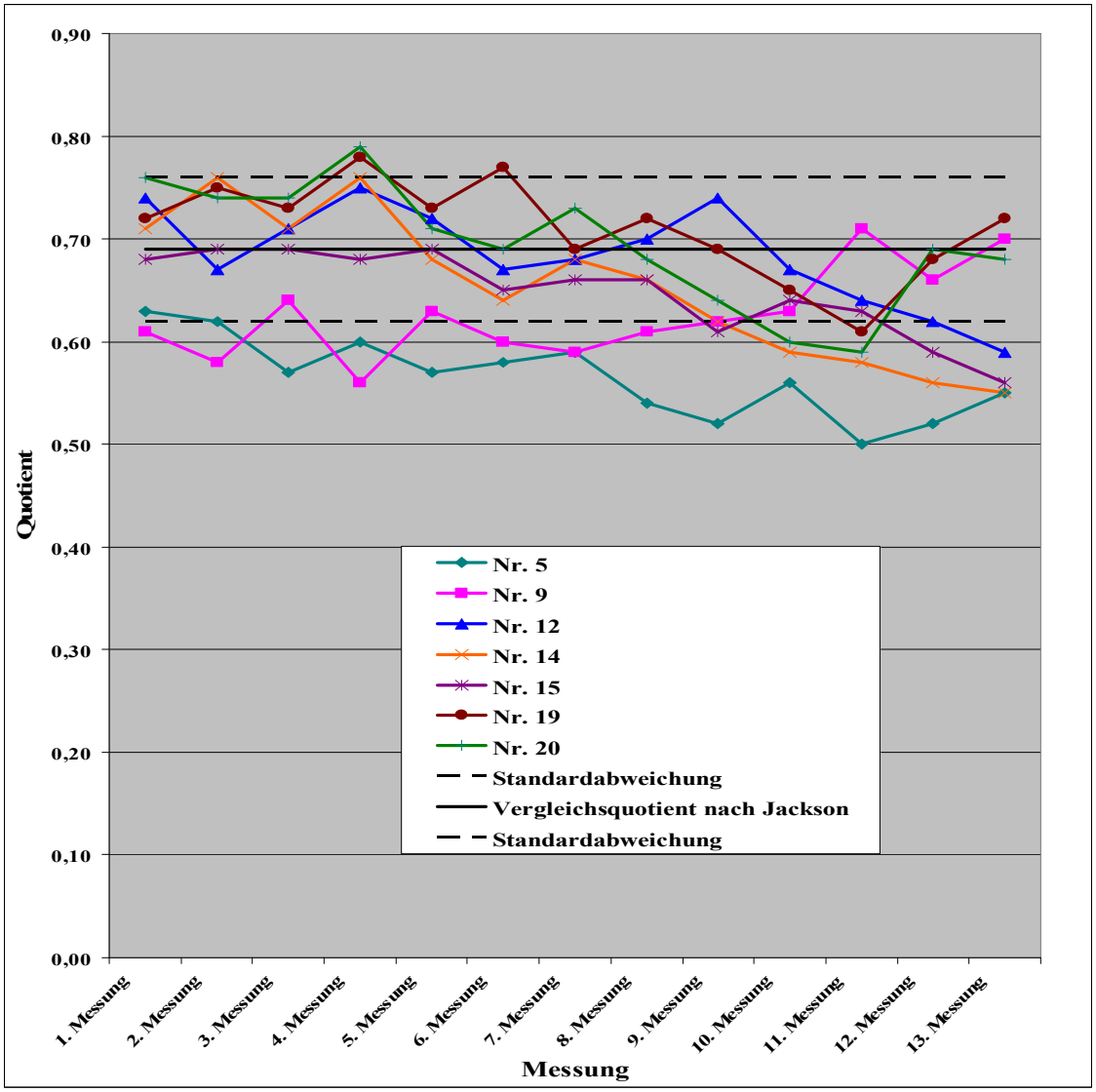

Abbildung 18: Vergleich der Quotienten der entwurmten Schildkröten mit dem "Vergleichsquotient nach Jackson" und dessen Standardabweichung

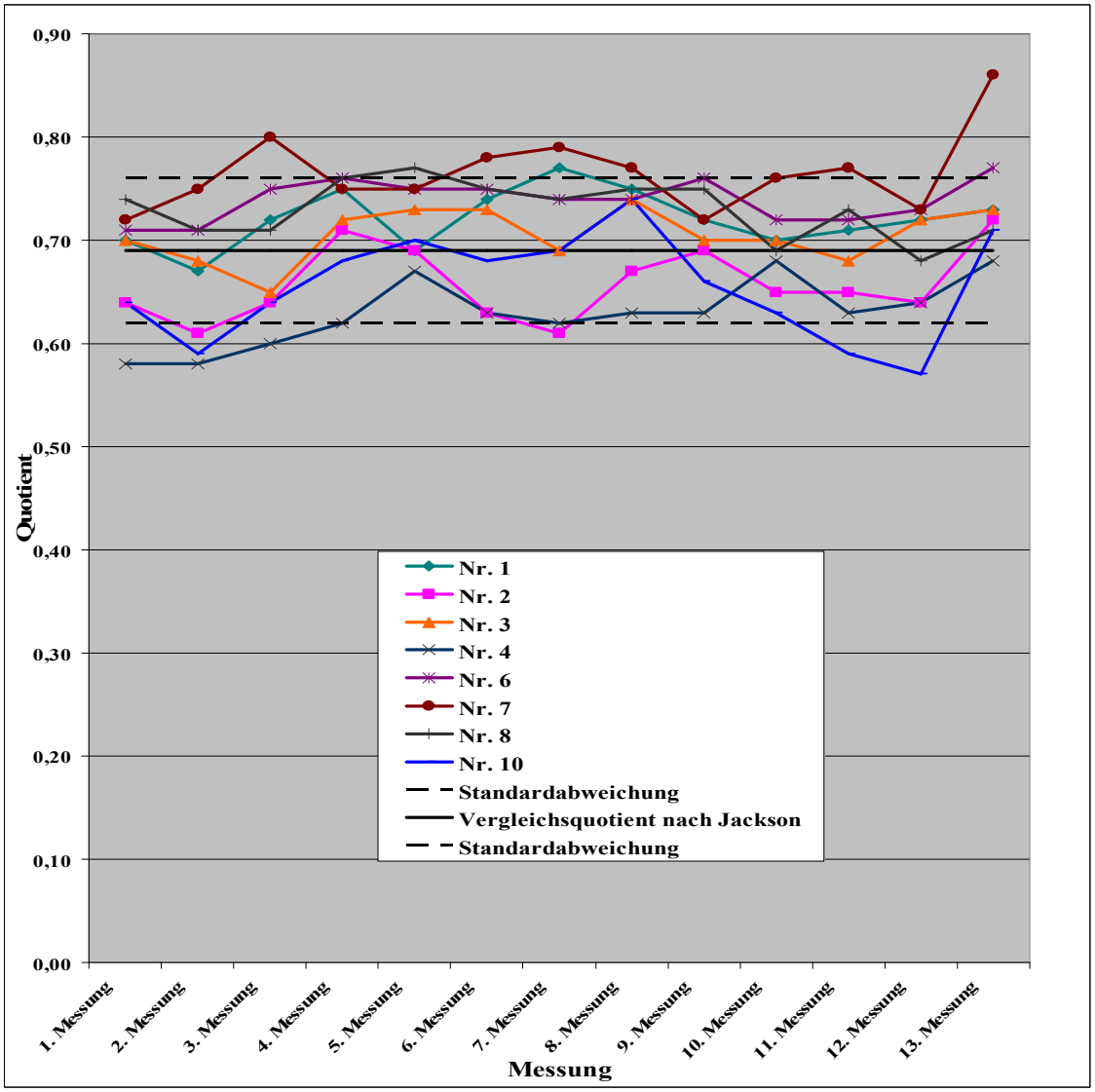

Abbildung 19: Vergleich der Quotienten der infizierten Schildkröten mit dem "Vergleichsquotient nach Jackson" und dessen Standardabweichung

4.3.3 Futteraufnahme und Kotgewicht

Tabelle 29 präsentiert die durchschnittlich pro Tier und Durchlauf gefressene und auf den gefriergetrockneten Anteil korrigierte Futtermenge. Durch Subtraktion der durchschnittlichen Futtermenge einer entwurmten Schildkröte während eines Versuchsdurchlaufs von der einer mit Oxyuren infizierten Schildkröte wurde die Differenz ermittelt. Tabellen mit den Futteraufnahmemengen beider Gruppen je Versuchsdurchlauf befinden sich im Anhang 10.5.

Tabelle 29: Durchschnittliche Futtermenge (± Standardabweichung) einer entwurmten ($FA_{ent.}$) und infizierten ($FA_{inf.}$) Schildkröte und Differenz in der Futteraufnahme je Versuchsdurchlauf

Futteraufnahme in g (± SD)	**1. Durchlauf**	**2. Durchlauf**	**3. Durchlauf**	**4. Durchlauf**	**5. Durchlauf**
entwurmte Schildkröte	2,0 (± 0,3)	2,5 (± 0,3)	1,5 (± 0,3)	1,4 (± 0,2)	0,8 (± 0,2)
infizierte Schildkröte	2,3 (± 0,2)	3,3 (± 0,2)	2,6 (± 0,3)	2,4 (± 0,3)	1,3 (± 0,2)
Differenz ($FA_{inf.}$ - $FA_{ent.}$)	0,3	0,8	1,1	1,0	0,5

Tabelle 29 und Abbildung 20 zeigen, dass die durchschnittliche Futteraufnahmemenge einer infizierten Schildkröte in den einzelnen Durchläufen um 0,3 g bis 1,1 g größer war als die einer entwurmten Schildkröte. Am größten waren die Differenzen während des dritten und vierten Durchlaufs. Insgesamt fiel auf, dass in beiden Gruppen die Futteraufnahme vom ersten zum zweiten Versuchsdurchlauf anstieg, um dann während des 3., 4. und 5. Durchlaufs stetig weiter abzufallen.

Das durchschnittliche Gewicht des gefriergetrockneten Kots einer entwurmten sowie infizierten Schildkröte je Versuchsdurchlauf zeigt Tabelle 30. Durch Subtraktion der durchschnittlichen Kotmenge eines entwurmten Tiers von der eines infizierten Tiers ließ sich die Differenz ermitteln. Eine Tabelle mit den Kotmengen beider Gruppen je Versuchsdurchlauf befindet sich im Anhang 10.6.

Tabelle 30: Durchschnittliche Kotmenge einer entwurmten ($KM_{ent.}$) und infizierten ($KM_{inf.}$) Schildkröte und Differenz in der Kotmenge je Versuchsdurchlauf

Kotmenge in g	**1. Durchlauf**	**2. Durchlauf**	**3. Durchlauf**	**4. Durchlauf**	**5. Durchlauf**
entwurmte Schildkröte	1,4	1,6	1,4	1,0	0,6
infizierte Schildkröte	1,6	1,8	1,7	1,5	1,0
Differenz ($KM_{inf.}$ - $KM_{ent.}$)	0,2	0,2	0,3	0,5	0,4

Aus Tabelle 30 und Abbildung 20 wird ersichtlich, dass sich bei den infizierten Tieren durchschnittlich in allen Durchläufen mehr Kot einsammeln ließ, als bei den Tieren der entwurmten Gruppe. Die größte durchschnittliche Kotmenge pro Schildkröte war in beiden Gruppen während des 2. Durchlaufs feststellbar. Anschließend nahm das Gewicht des eingesammelten Kots in jedem weiteren Durchlauf stetig ab, um dann beim 5. Durchlauf mit 0,6 g Kot je entwurmten und 1,0 g je infiziertem Tier die niedrigsten Werte anzunehmen.

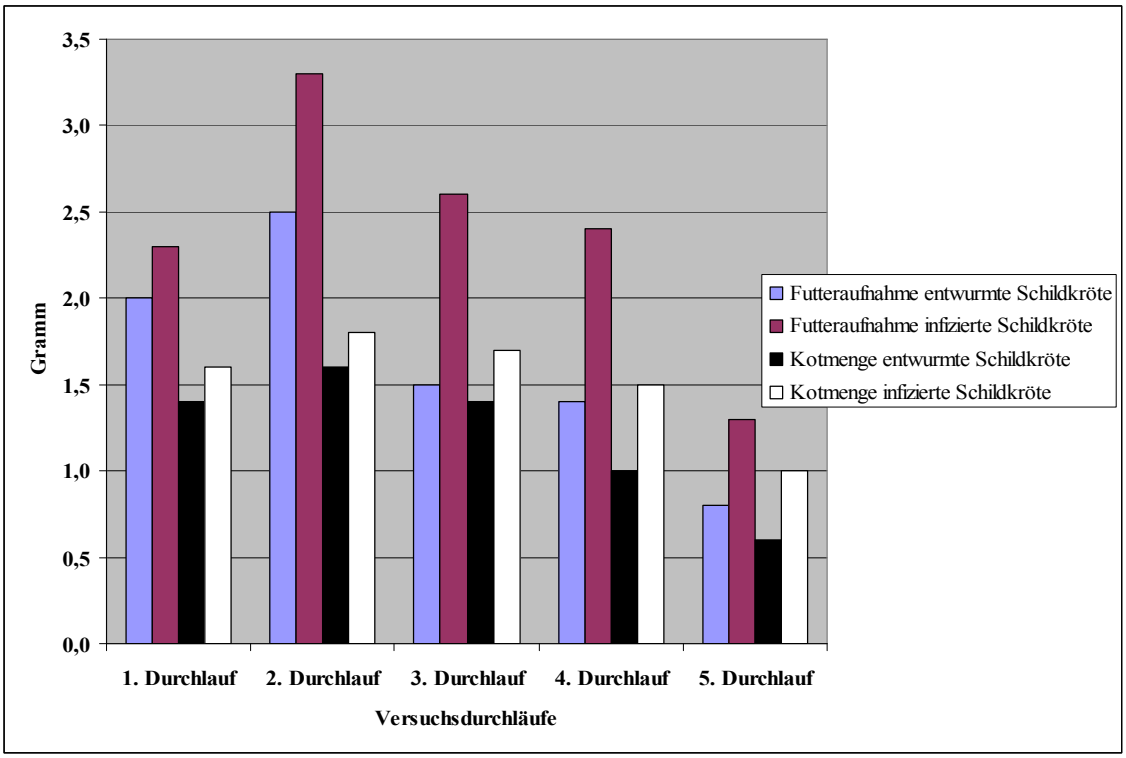

Abbildung 20: Vergleich von Futteraufnahme- und Kotmengen einer entwurmten und einer infizierten Schildkröte während der fünf Versuchsdurchläufe

4.3.4 Nährstoffgehalt im Futter und Kot, Nährstoffaufnahme und -abgabe

Die Ergebnisse der Nährstoffanalysen der Futterprobe sowie der fünf Sammelkotproben jeder Gruppe als Mittelwert (± Standardabweichung) finden sich in Tabelle 31, Tabelle 33, Tabelle 35 sowie Tabelle 37. Die Kotanalysenergebnisse der einzelnen Versuchsdurchläufe werden im Anhang 10.7 präsentiert. Die durchschnittlich aufgenommenen und ausgeschiedenen Nährstoffmengen je Tier, gemittelt über die fünf Versuchsdurchläufe, zeigen die Tabellen 32, 34, 36 und 38.

4.3.4.1 Rohnährstoffe

Der größte Unterschied im Rohnährstoffgehalt des Kots beider Gruppen zeigte sich bei der Rohfaser. Deren Menge war im Kot der entwurmten Schildkröten größer als in der Vergleichsgruppe. Die Differenzen im Gehalt an N-freien Extraktstoffen, Rohprotein (in der infizierten Gruppe jeweils höher) und Rohfett (in der entwurmten Gruppe höher) fielen etwas niedriger aus. Am geringsten waren die Unterschiede zwischen beiden Gruppen bei organischer Substanz, Rohasche und Trockensubstanz (Tabelle 31).

Tabelle 31: Rohnährstoffgehalt im Futter und Kot der entwurmten [$_{(ent.)}$] und infizierten [$_{(inf.)}$] Schildkrötengruppe

Rohnährstoff in g/kg	**Futter**	**Kot$_{(ent.)}$ MW ± SD**	**Kot$_{(inf.)}$ MW ± SD**
TS	916,33	996,28 ± 2,54	996,54 ± 1,64
Ra	67,67	72,45 ± 2,10	73,12 ± 2,41
oS	932,33	927,55 ± 2,10	926,88 ± 2,41
Rp	78,47	89,79 ± 6,44	95,79 ± 6,84
Rfe	27,89	31,47 ± 3,37	29,07 ± 3,01
Rfa	270,25	384,14 ± 13,54	371,74 ± 12,56
NfE	555,72	422,15 ± 11,08	430,29 ± 18,96

Die Gegenüberstellung der durchschnittlichen Rohnährstoffaufnahme und -ausscheidung je einer Schildkröte beider Gruppen zeigte, dass die mit Oxyuren infizierten Tiere größere Nährstoffmengen aufnahmen als die entwurmten Tiere. Auch die mit dem Kot ausgeschiedenen Nährstoffmengen waren in der infizierten Gruppe höher, mit Ausnahme des ausgeschiedenen Rohfetts, welches bei beiden Gruppen annähernd gleiche Werte annahm. Weiterhin zeigte sich, dass die entwurmten Schildkröten im Gegensatz zu den übrigen Rohnährstoffen mehr Rohfaser ausschieden als sie aufgenommen hatten (Tabelle 32).

Tabelle 32: Durchschnittliche Rohnährstoffaufnahme bzw. -abgabe einer entwurmten [$_{(ent.)}$] und infizierten [$_{(inf.)}$] Schildkröte

Rohnährstoff	durchschnittliche Nährstoffaufnahme in g MW ± SD		durchschnittliche Nährstoffabgabe in g MW ± SD	
	Schildkröte$_{(ent.)}$	Schildkröte$_{(inf.)}$	Schildkröte$_{(ent.)}$	Schildkröte$_{(inf.)}$
TS	1,51 ± 0,62	2,16 ± 0,65	1,19 ± 0,40	1,49 ± 0,29
Ra	0,11 ± 0,05	0,16 ± 0,05	0,09 ± 0,03	0,11 ± 0,02
oS	1,53 ± 0,63	2,20 ± 0,66	1,11 ± 0,37	1,39 ± 0,27
Rp	0,13 ± 0,05	0,18 ± 0,06	0,11 ± 0,04	0,14 ± 0,03
Rfe	0,05 ± 0,02	0,07 ± 0,02	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01
Rfa	0,44 ± 0,18	0,64 ± 0,19	0,46 ± 0,16	0,56 ± 0,12
NfE	0,91 ± 0,37	1,31 ± 0,40	0,50 ± 0,16	0,64 ± 0,12

4.3.4.2 Stärke, Glucose und ADF

Der Gehalt an Stärke, Glucose und ADF war im Kot der infizierten Gruppe niedriger als im Kot der entwurmten Gruppe (Tabelle 33).

Tabelle 33: Stärke-, Glucose- und ADF-Gehalt im Futter und Kot der entwurmten [$_{(ent.)}$] und infizierten [$_{(inf.)}$] Schildkrötengruppe

Stärke, Glucose (in g/kg) und ADF (in %)	Futter	Kot$_{(ent.)}$ MW ± SD	Kot$_{(inf.)}$ MW ± SD
Stärke	19,24	1,89 ± 0,81	1,47 ± 0,47
Glucose	23,98	0,98 ± 0,66	0,62 ± 0,22
ADF	33,70	50,20 ± 2,54	49,74 ± 1,40

Die infizierten Tiere nahmen durchschnittlich mehr Stärke, Glucose und ADF auf, als die entwurmten Tiere. Es ließ sich feststellen, dass die entwurmten Schildkröten mehr ADF ausschieden als sie aufgenommen hatten (Tabelle 34).

Tabelle 34: Durchschnittliche Stärke-, Glucose- und ADF-Aufnahme bzw. -Abgabe einer entwurmten [(ent.)] und infizierten [(inf.)] Schildkröte

Stärke, Glucose und ADF	durchschnittliche Nährstoffaufnahme in g MW (± SD)		durchschnittliche Nährstoffabgabe in g MW (± SD)	
	Schildkröte(ent.)	Schildkröte(inf.)	Schildkröte(ent.)	Schildkröte(inf.)
Stärke	0,0316 ± 0,0129	0,0453 ± 0,0137	0,0025 ± 0,0014	0,0023 ± 0,0009
Glc	0,0394 ± 0,0161	0,0565 ± 0,0171	0,0011 ± 0,0009	0,0009 ± 0,0004
ADF	0,55 ± 0,23	0,79 ± 0,24	0,59 ± 0,18	0,74 ± 0,13

4.3.4.3 Mengenelemente

Im Vergleich der Kotproben beider Gruppen ließ sich der größte absolute Unterschied beim Calcium feststellen. Hierbei war allerdings zu berücksichtigen, dass die Differenzen in den einzelnen Versuchsdurchläufen teilweise sehr groß ausfielen (vgl. Tabelle 62 im Anhang 10.7). Der Gehalt an Natrium im Kot der entwurmten Gruppe war deutlich größer als in dem der infizierten Gruppe. Die geringsten Unterschiede waren bei Magnesium und Phosphor feststellbar (Tabelle 35).

Tabelle 35: Mengenelementgehalt im Futter und Kot der entwurmten [(ent.)] und infizierten [(inf.)] Schildkrötengruppe

Mengenelemente in g/kg	Futter	Kot(ent.) MW ± SD	Kot(inf.) MW ± SD
Ca	4,19	2,45 ± 0,33	3,73 ± 2,07
Na	0,72	0,65 ± 0,16	0,37 ± 0,19
P	2,42	1,27 ± 0,14	1,34 ± 0,23
Mg	3,21	2,70 ± 0,15	2,97 ± 0,07
K	19,36	14,63 ± 1,66	15,26 ± 1,58

Die von den infizierten Schildkröten durchschnittlich aufgenommenen Mengenelementmengen waren größer als die der entwurmten Vergleichsgruppe, ebenso wie die ausgeschiedenen Mengen, mit Ausnahme des Natriums (Tabelle 36).

Tabelle 36: Durchschnittliche Mengenelementaufnahme bzw. -abgabe einer entwurmten [$_{(ent.)}$] und infizierten [$_{(inf.)}$] Schildkröte

Mengen-element	durchschnittliche Nährstoffaufnahme in mg MW ± SD		durchschnittliche Nährstoffabgabe in mg MW ± SD	
	Schildkröte$_{(ent.)}$	Schildkröte$_{(inf.)}$	Schildkröte$_{(ent.)}$	Schildkröte$_{(inf.)}$
Ca	6,9 ± 2,8	9,9 ± 3,0	3,0 ± 0,9	5,1 ± 1,5
Na	1,2 ± 0,5	1,7 ± 0,5	0,8 ± 0,3	0,5 ± 0,2
P	4,0 ± 1,6	5,7 ± 1,7	1,6 ± 0,6	2,0 ± 0,2
Mg	5,3 ± 2,2	7,6 ± 2,3	3,2 ± 1,1	4,4 ± 0,8
K	31,8 ± 13,0	45,6 ± 13,8	17,3 ± 5,5	22,6 ± 3,0

4.3.4.4 Spurenelemente

Der Kot der infizierten Schildkrötengruppe enthielt über doppelt so viel Mangan wie der Kot der Vergleichsgruppe. Allerdings waren die Manganmengen im Kot beider Gruppen großen Schwankungen unterworfen (vgl. Tabelle 71 im Anhang 10.7).
Kupfer, Zink, Kobalt und Eisen lagen im Kot der infizierten Gruppe in geringfügig geringeren Konzentrationen vor als bei der entwurmten Gruppe (Tabelle 37).

Tabelle 37: Spurenelementgehalt im Futter und Kot der entwurmten [$_{(ent.)}$] und infizierten [$_{(inf.)}$] Schildkrötengruppe

Spurenelemente in mg/kg	Futter	Kot$_{(ent.)}$ MW ± SD	Kot$_{(inf.)}$ MW ± SD
Cu	6,11	11,31 ± 1,05	10,76 ± 2,87
Zn	22,8	28,4 ± 5,1	27,5 ± 3,5
Co	6,61	7,50 ± 0,82	7,13 ± 0,49
Fe	294,5	449 ± 28	448 ± 34
Mn	61,6	138,8 ± 59,8	281,2 ± 274,0

Die infizierten Schildkröten haben im Vergleich zu den entwurmten Tieren größere Mengen an Spurenelementen aufgenommen und ausgeschieden. Auffallend war, dass beide Gruppen mehr Kupfer und Mangan ausschieden, als sie aufgenommen hatten. Die von den entwurmten Tieren ausgeschiedene Menge an Eisen war ebenfalls größer als die mit dem Futter aufgenommene (Tabelle 38).

Tabelle 38: Durchschnittliche Spurenelementaufnahme bzw. -abgabe einer entwurmten [$_{(ent.)}$] und infizierten [$_{(inf.)}$] Schildkröte

Spuren-element	durchschnittliche Nährstoffaufnahme in mg MW (± SD)		durchschnittliche Nährstoffabgabe in mg MW (± SD)	
	Schildkröte$_{(ent.)}$	Schildkröte$_{(inf.)}$	Schildkröte$_{(ent.)}$	Schildkröte$_{(inf.)}$
Cu	0,010 ± 0,004	0,014 ± 0,004	0,014 ± 0,005	0,016 ± 0,004
Zn	0,038 ± 0,015	0,054 ± 0,016	0,034 ± 0,013	0,041 ± 0,005
Co	0,011 ± 0,004	0,016 ± 0,005	0,009 ± 0,002	0,011 ± 0,002
Fe	0,484 ± 0,198	0,693 ± 0,210	0,537 ± 0,185	0,671 ± 0,136
Mn	0,101 ± 0,041	0,145 ± 0,044	0,173 ± 0,105	0,364 ± 0,258

4.3.5 Scheinbare Nährstoffverdaulichkeit

4.3.5.1 Rohnährstoffe

Die Verdaulichkeit aller Rohnährstoffe war innerhalb der infizierten Gruppe höher als in der entwurmten Vergleichsgruppe. Die größte Differenz ließ sich in der Rohfaserverdaulichkeit feststellen, wobei das Ergebnis der entwurmten Gruppe einen negativen Wert annahm (Tabelle 39).

Tabelle 39: Scheinbare Rohnährstoffverdaulichkeit der entwurmten ($sV_{ent.}$) und infizierten ($sV_{inf.}$) Schildkrötengruppe

Nährstoff	$sV_{ent.}$(%)	$sV_{inf.}$(%)
TS	20,69	30,78
Ra	21,96	31,47
oS	27,48	36,71
Rp	16,79	22,20
Rfe	19,46	33,29
Rfa	-4,40	12,15
NfE	44,89	50,88

4.3.5.2 Stärke, Glucose und ADF

Die Verdaulichkeitswerte für Stärke und Glucose waren annähernd gleich groß. Ein deutlicher Unterschied ließ sich bei der ADF-Verdaulichkeit feststellen, die innerhalb der entwurmten Schildkrötengruppe einen negativen Wert annahm (Tabelle 40).

Tabelle 40: Scheinbare Stärke-, Glucose- und ADF-Verdaulichkeit der entwurmten ($sV_{ent.}$) und infizierten ($sV_{inf.}$) Schildkrötengruppe

Nährstoff	$sV_{ent.}$(%)	$sV_{inf.}$(%)
Stärke	92,15	94,98
Glucose	97,09	98,37
ADF	-7,21	6,31

4.3.5.3 Mengenelemente

Vergleicht man die scheinbaren Verdaulichkeiten der Mengenelemente, so waren diese, mit Ausnahme des Calciums, innerhalb der infizierten höher als in der entwurmten Gruppe. Die Natrium-Verdaulichkeit lag sogar mehr als doppelt so hoch. Der Unterschied in der Verdaulichkeit der übrigen Mengenelemente fiel deutlich geringer aus (Tabelle 41).

Tabelle 41: Scheinbare Mengenelementverdaulichkeit der entwurmten ($sV_{ent.}$) und infizierten ($sV_{inf.}$) Schildkrötengruppe

Nährstoff	$sV_{ent.}$(%)	$sV_{inf.}$(%)
Ca	56,76	47,96
Na	34,36	70,05
P	61,05	65,44
Mg	38,57	41,20
K	45,71	50,49

4.3.5.4 Spurenelemente

Die Ergebnisse der Verdaulichkeitsberechnungen von Kupfer und Mangan nahmen in beiden Tiergruppen negative Werte an, die des Eisens nur innerhalb der entwurmten Gruppe. Die Verdaulichkeit der untersuchten Spurenelemente war, mit Ausnahme des Mangans, innerhalb der infizierten Gruppe höher als innerhalb der entwurmten (Tabelle 42).

Tabelle 42: Scheinbare Spurenelementverdaulichkeit der entwurmten ($sV_{ent.}$) und infizierten ($sV_{inf.}$) Schildkrötengruppe

Nährstoff	**$sV_{ent.}$(%)**	**$sV_{inf.}$(%)**
Cu	-36,77	-10,31
Zn	9,75	24,45
Co	19,53	31,58
Fe	-10,89	3,28
Mn	-71,10	-150,94

5 Diskussion

5.1 Parasitologische Kotuntersuchung und Fragebogenauswertung

5.1.1 Beurteilung der Fragebogenauswertung

Bei der Interpretation der Ergebnisse 276 untersuchter Kotproben und Zuordnung der Angaben auf den Fragebögen müssen viele Faktoren berücksichtigt werden. So ist z. B keine Schildkröte von der Verfasserin dieser Arbeit selbst untersucht worden. Da jedoch eine so große Menge an Landschildkrötenkotproben nur über die hier gewählte Art und Weise zur persönlichen Untersuchung gelangen konnte, mussten entsprechende Abstriche gemacht werden.

Oft wurden Kotproben direkt vom Tierbesitzer, ohne den Umweg über eine Tierarztpraxis, eingesandt. Wegen fehlender veterinärmedizinischer Kenntnisse sind möglicherweise relevante Informationen zurückgehalten oder bestimmte Sachverhalte falsch interpretiert worden. Auch die Beurteilung des Gesundheitszustandes einer Schildkröte durch einen Veterinärmediziner ist bis zu einem gewissen Grad subjektiv, so dass auch bei den voruntersuchten Schildkröten kein einheitliches Untersuchungs- und Beurteilungsprotokoll eingehalten wurde.

Aufgrund der Vielfältigkeit der Fragebogenangaben musste zur Auswertung zum Teil stark kategorisiert werden. Das bedeutete jedoch einen gewissen Informationsverlust. Bei einigen Fragestellungen wurden oftmals keine Angaben gemacht, so dass der auswertbare Stichprobenumfang mitunter entsprechend klein war.

Die beprobten Tiere dürfen nicht als repräsentativ im Hinblick auf alle in Deutschland gehaltenen Landschildkröten der Arten *T. hermanni*, *T. graeca*, *T. horsfieldii* und *T. marginata* betrachtet werden. Verantwortungslose Halter werden vermutlich seltener oder im Falle einer Erkrankung zu einem späteren Zeitpunkt ihr Tier in einer Praxis vorstellen bzw. Kotproben zur Untersuchung einsenden. Verantwortungsvolle Halter hingegen senden beispielsweise in Vorbereitung zur Hibernation auch jährlich Kotproben gesunder Tiere zur Begutachtung ein.

Der Fokus der vorliegenden Arbeit wurde auf Oxyuren und die Beeinflussung ihrer Wirte ausgerichtet, weshalb Infektionen mit anderen möglicherweise pathogenen Erregern nicht berücksichtigt wurden.

5.1.2 Koproskopische Prävalenz von Oxyuren und ihre Vergesellschaftung mit anderen Endoparasiten

Bei annähernd der Hälfte der beprobten Schildkröten konnte ein Oxyurenbefall nachgewiesen werden. In 124 Fällen gelang der Nachweis einer Infektion mittels Sichtung von Oxyureneiern. Da sich in der herangezogenen Literatur kein Hinweis darauf fand, dass die einzelnen Oxyurenarten anhand ihrer Eier voneinander unterscheidbar sind und die nachweislich infizierten Tiere in der überwiegenden Mehrzahl nicht zur Sektion zur Verfügung standen, musste auf eine Bestimmung der Oxyurengattung oder –art verzichtet werden.

14-mal waren Oxyureneier und larvale bzw. adulte Oxyurenstadien kombiniert in einer Kotprobe nachweisbar. In drei Fällen war die gleichzeitige Sichtung durch direkte Kotentnahme aus dem Darmkonvolut sezierter Schildkröten erklärbar. Einmal wurde eindeutig ein trächtiges Oxyurenweibchen identifiziert. 7-mal wurde in diesen 14 Fällen eine vorangegangene Rundwurmbehandlung erwähnt. Auch wenn nicht immer der Zeitpunkt der Entwurmung sowie ein vorangegangener Nachweis von Oxyuren angegeben wurde, kann davon ausgegangen werden, dass es sich um Kontrolluntersuchungen auf den Entwurmungserfolg handelte und die gesichteten Oxyurenstadien als Folge der Entwurmung ausgeschieden wurden. Das ist nach Verabreichung von Fenbedazol noch 31 Tage, zumindest für Oxyureneier, möglich (GIANNETTO et al. 2007). Zweimal galt eine Kotprobe als oxyurenpositiv, obwohl keine Oxyureneier, sondern nur larvale bzw. adulte Nematodenstadien vorlagen.

In den beschriebenen Fällen wurde aus den oben genannten Gründen von einer Oxyureninfektion ausgegangen, obwohl nicht immer mit Bestimmtheit ein Befall mit dem viviparen Parasiten *Atractis dactyluris*, aufgrund von dessen Ähnlichkeit mit den Oxyuren, ausgeschlossen werden konnte. Einige Autoren (YAMAGOUTI 1961; KÖLLE 2009) betrachten die Gattung *Atractis* als zu den Oxyuren gehörig.

Berücksichtigt werden muss das Alter der Tiere, von denen diese Kotproben stammten. PETTER (1966) wies *A. dactyluris* nur in geschlechtsreifen Schildkröten (> 10 Jahre) nach. Sie formulierte einen hypothetischen Antagonismus zwischen den, in jungen Schildkröten parasitierenden, Arten *Mehdiella uncinata* bzw. *Tachygonetria dentata* und *A. dactyluris*, welcher von CLAUSSEN (1981) bestätigt wurde. In den hier beschriebenen fraglichen Fällen, in denen das Alter bekannt war, handelte es sich zum größten Teil um Schildkröten < 10 Jahre.

Bei Sichtung larvaler Nematodenstadien ist neben einer Infektion mit *Atractis dactyluris* auch ein Befall des Wirtes mit viviparen Oxyurenarten [wenige Arten der Gattung *Tachygonetria* (PANTCHEV 2005)] in Betracht zu ziehen.

Die koproskopische Prävalenz von Oxyuren fiel mit knapp 46 % im Vergleich zu den herangezogenen Literaturangaben eher niedrig aus. So ist beispielsweise von KÖLLE (2009) bei 70 - 80 % aller erstmals in der tierärztlichen Praxis vorgestellten Europäischen Schildkröten eine Oxyureninfektion anhand von Nativuntersuchungen festgestellt worden. Die ermittelte Oxyurenprävalenz ist das Ergebniss eines Zusammenspiels einer Vielzahl von Faktoren. Sowohl die angewandte Untersuchungsmethode, wie auch die Herkunft und individuellen Daten der Landschildkröten nehmen Einfluss auf das Untersuchungsergebnis. Zu berücksichtigen ist unter anderem die Tatsache, dass nicht bei jedem Kotabsatz Oxyurenstadien ausgeschieden werden (CLAUSSEN 1981). Sektionen, wie von CLAUSSEN (1981) als Untersuchungsmethode gewählt, offenbaren natürlich einen höheren Prozentsatz infizierter Tiere, als Flotation, Nativuntersuchung oder McMaster-Verfahren. Auch die von OLBRICH (2003) nativ ermittelte Oxyurenprävalenz von über 75 % bei klinisch gesunden Landschildkröten wird erklärbar, berücksichtigt man die mindestens doppelte Beprobung der Schildkröten. Zusätzlich stammten alle von ihr untersuchten Tiere aus lediglich sieben Beständen. Es ist wahrscheinlich, dass die gemeinsam gehaltenen Tiere eines Bestandes durch gegenseitige Infektion auch die gleiche Parasitenfauna aufweisen. Die Anwendung mehrerer unterschiedlicher Untersuchungsmethoden an verschiedenen Anteilen derselben Kotprobe, wie beispielsweise von TRAVERSA et al. (2005) praktiziert, steigert ebenfalls die Wahrscheinlichkeit Oxyurenstadien aufzufinden. Sie untersuchten den Kot mediterraner Landschildkröten makroskopisch und mittels Flotation,

Baermann-Technik und McMaster-Methode und wiesen bei 100 % der Tiere > 1 Jahr (n = 40) einen Oxyurenbefall auf, während bei jüngeren Tieren (n = 12), keine Parasiten nachgewiesen werden konnten.

Auch die Herkunft der Schildkröten ist entscheidend. Der größte Anteil der heutzutage untersuchten Landschildkröten stammt aus deutschen Nachzuchten. Durch die gerade in den letzten Jahren immer weiter zunehmende Begeisterung der Tierbesitzer bzw. Tierärzteschaft für Reptilienhaltung bzw. Reptilienmedizin sind die Kenntnisse über die Parasitenfauna der Schildkröten sowie deren Therapie immer weiter angewachsen. Prävalenzen um 100 %, wie bei Wildfängen ermittelt (CLAUSSEN 1981; FORSTNER

1983), sind also nicht mehr zu erwarten. Die Übereinstimmung der von PANTCHEV (2005) durch Flotation ermittelten Oxyurenprävalenz von 50 % bei Landschildkröten mit der hier festgestellten Prävalenz bestätigt die von OLBRICH (2003) postulierte Gleichberechtigung von Flotation und Nativuntersuchung. Die mögliche Abhängigkeit der Oxyurenprävalenz von verschiedenen individuellen Faktoren, wie von TRAVERSA et al. (2005) beispielsweise fürs Alter beschrieben, wird weiter unten ausführlich diskutiert (vgl. Kapitel 5.1.4).

Nur in ca. 30 % der oxyurenpositiven Proben wurden Oxyurenstadien als alleinige Vertreter von Landschildkröten-spezifischen Parasiten nachgewiesen. Wesentlich häufiger traten sie jedoch vergesellschaftet mit anderen Parasiten auf. In jeder zweiten oxyurenpositiven Kotprobe waren zusätzlich Flagellaten nachweisbar, die gleichzeitig auch die am häufigsten nachweisbaren Parasiten überhaupt darstellten. Weitere Vertreter oft gesichteter Parasiten waren Ziliaten, in rund 41 % der oxyurenpositiven Proben. Ein Vergleich der Prävalenzen von Flagellaten oder Ziliaten in oxyurenpositiven Kotproben mit den Prävalenzen jener Parasiten in der Gesamtheit aller untersuchten Kotproben ergab keine großen Unterschiede. Ein Antagonismus zwischen Oxyuren und Flagellaten bzw. Ziliaten erscheint damit sehr unwahrscheinlich. Auch in der Literatur finden sich diesbezüglich keine Anhaltspunkte.

Entamoeba spp., *Blastozystis* spp. und Spulwürmer waren vergleichsweise selten nachweisbar mit Oxyuren vergesellschaftet. Ihre Prävalenzen in oxyurenpositiven Kotproben entsprechen in etwa den Prävalenzen in der Gesamtheit der untersuchten Kotproben.

In drei oxyurenpositiven Kotproben wurden Kokzidienstadien gesichtet. In zwei Fällen handelte es sich nachweislich um eine bei Bartagamen (*Pogona vitticeps*) vorkommende Isosporaart. Laut Besitzerangabe waren jene beiden Schildkröten mit Bartagamen vergesellschaftet, so dass von einer Darmpassage der Kokzidienstadien ausgegangen werden musste. Einmal fand sich eine bei Wildvögeln vorkommende Eimeriaart in einer oxyurennegativen Schildkrötenkotprobe. Die entsprechende Schildkröte wurde laut Besitzerangabe zeitweilig in einem Freigehege gehalten, so dass dort eine Aufnahme von Vogelkot und wiederum eine Darmpassage der Kokzidienstadien anzunehmen war. In zwei Fällen blieb die Kokzidienart unbestimmt.

Ein zweimaliger Nachweis von Bandwurmeiern in oxyurennegativen Kotproben ließ, da Bandwürmer nicht zur Parasitenfauna der hier untersuchten Schildkrötenarten

zählen, ebenfalls die Aufnahme von Bandwurmeiern aus dem Kot anderer Tierspezies vermuten. Leider wurden in beiden Fällen keine weiteren Angaben, die beispielsweise einen Anhaltspunkt für einen Aufenthalt der zugehörigen Schildkröten im Freien und damit zu einer Koprophagie-Möglichkeit hätten geben können, vom Einsender gemacht.

Hexamiten traten in keinem Fall nachweislich mit Oxyuren vergesellschaftet auf, lediglich einmal wurden sie überhaupt nachgewiesen.

In drei Proben fanden sich Nematodenstadien, die nicht näher bestimmt, aufgrund ihrer Morphologie aber nicht den Oxyuren oder Spulwürmern zugerechnet wurden. In einem dieser Fälle war aufgrund der fortgeschrittenen Autolyse des Nematoden keine Zugehörigkeit zu den Oxyuren erkennbar. Zwei der drei Kotproben wurden von Tieren abgesetzt, die Zugang zum Freiland hatten. In einem Fall erfolgte diesbezüglich keine Angabe. Möglicherweise handelte es sich bei diesen drei Fällen um aus dem Erdreich, nach Absatz der Kotprobe, eingewanderte Erdnematoden.

Vergesellschaftungen von Oxyuren mit Askariden (*A. holopterum*) wurden von verschiedenen Autoren erwähnt. FORSTNER (1983) beispielsweise beschrieb bei Wildfängen einen bis zu hundertprozentigen Befall mit Oxyuren und einen bis zu fünfzigprozentigen Befall mit Askariden. Dementsprechend war annähernd die Hälfte der oxyurenpositiven Wildfänge ebenfalls mit Askariden infiziert. CLAUSSEN (1981) beschrieb bei 23 von 55 oxyurenpositiven Tieren der Arten *T. hermanni* und *T. graeca* eine gleichzeitige Infektion mit *Angusticaecum holopterum*. TRAVERSA et al. (2005) wiesen in den Kotproben von 33 oxyurenpositiven *T. hermanni* siebenmal zusätzlich Askarideneier nach.

Obwohl in der entsprechenden Literatur Angaben zum Auftreten von Flagellaten, Ziliaten, *Entamoeba* spp. und *Blastozystis* spp. bei herbivoren Landschildkröten vereinzelt zu finden sind, fehlen doch oft konkrete Zahlen. Eine umfassende Untersuchung der Vergesellschaftung von Oxyuren und anderen Landschildkröten-spezifischen Darmparasiten scheint bis jetzt nur von OLBRICH (2003) durchgeführt worden zu sein. Annähernd fünf Prozent aller von ihr untersuchten oxyurenpositiven Kotproben enthielten keine weiteren Landschildkröten-spezifischen Parasiten, rund 94 % enthielten zusätzlich Flagellaten und 68 % Ziliaten. Ungefähr vergleichbar mit den eigenen Ergebnissen war die Häufigkeit der Vergesellschaftung von *A. holopterum* bzw. *Blastocystis* spp. mit Oxyuren. Eine Infektion mit Hexamiten konnte sie in keinem Fall nachweisen. Zum Nachweis von *Entamoeba* spp. wurden keine Angaben

gemacht. Es muss davon ausgegangen werden, dass die bereits erwähnte Mehrfachbeprobung der Tiere, ebenso wie die hypothetisch ähnliche Parasitenfauna der Tiere eines Bestandes, ursächlich für die höheren Prävalenzen der Flagellaten und Ziliaten war. Dementsprechend häufiger gelang der Nachweis einer Vergesellschaftung. Eine Übereinstimmung der Ergebnisse beider Arbeiten war lediglich bei der Vergesellschaftung von Oxyuren und Parasiten mit niedrigen Prävalenzen (*A. holopterum*, *Blastocystis* spp.) gegeben.

Auch wenn die Ergebnisse beider Arbeiten in ihren Zahlenwerten teilweise voneinander abwichen, so war doch bei einer Anordnung der in allen untersuchten Kotproben ermittelten Parasitenprävalenzen nach absteigender Häufigkeit eine Übereinstimmung zu erkennen. In beiden Fällen waren Flagellaten vor Oxyuren die am häufigsten nachweisbaren Landschildkröten-spezifischen Parasiten. Ziliaten-, *Blastocystis* spp.- und Spulwurmnachweise folgten mit abnehmender Häufigkeit. Dieses Verhältnis spiegelte sich auch bei der isolierten Betrachtung der oxyurenpositiven Kotproben wieder.

5.1.3 Zusammenhang zwischen der Anzahl an Oxyureneiern in der Nativuntersuchung und der McMaster-Untersuchung

Die Gegenüberstellung der Oxyureneizahlen zeigte eine signifikante positive Korrelation zwischen der nativ ermittelten und der mittels McMaster-Untersuchung errechneten Ausscheidungsintensität. Vor allem im höheren Eizahlbereich fiel jedoch eine relativ große Streuung auf.

In den Untersuchungen von OLBRICH (2003) zur Zuverlässigkeit des Auffindens von Oxyureneiern in Landschildkrötenkot wurden 67 EpG-Werte mit den entsprechenden nativ ermittelten Eizahlen verglichen. Auch dort war eine signifikante positive Korrelation feststellbar, wobei ebenfalls eine nicht unerhebliche Streuung auftrat. Da die Untersuchungen von OLBRICH (2003) eine Vergleichbarkeit des Auffindens von Oxyureneiern und nicht eine Vergleichbarkeit der Ausscheidungsintensität zum Ziel hatten, fanden dort immerhin 36 in der Nativuntersuchung oxyurennegative Proben, von denen 34 ebenfalls in der McMaster-Untersuchung negativ waren, Eingang in die Studie.

Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass die Nativuntersuchung zur Einschätzung der Ausscheidungsintensität genutzt werden kann. Der McMaster-Untersuchung ist

aber aufgrund der definierten Vorgehensweise der Vorzug einzuräumen. Zu berücksichtigen bleibt, dass die McMaster-Untersuchung für den Praxisalltag zu zeitaufwendig und umständlicher in der Durchführung ist als eine Nativuntersuchung.

5.1.4 Zusammenhang zwischen Oxyurennachweis bzw. -ausscheidungsintensität und ausgewählten Parametern

Bei dem Versuch eine Oxyureninfektion in Form eines positiven Oxyurennachweises bzw. eine bestimmte Ausscheidungsintensität von Oxyureneiern mit den hier gewählten Parametern in Zusammenhang zu bringen, müssen verschiedene Faktoren berücksichtigt werden. So zeigt nicht jedes oxyureninfizierte Tier mit jedem Kotabsatz auch eine Ausscheidung von Oxyurenstadien (CLAUSSEN 1981). Es muss also davon ausgegangen werden, dass einige der negativ beprobten Tiere mit Oxyuren infiziert waren und fälschlich zu den oxyurennegativen Schildkröten gezählt wurden. CLAUSSEN (1981) stellte fest, dass die Anzahl der Oxyureneier nicht mit der tatsächlichen Wurmbürde in Einklang zu bringen ist. Die hier ermittelte Ausscheidungsintensität kann also nur als ein Anhaltspunkt für die Schwere der Infektion dienen. Auch wurden die drei Kategorien der Ausscheidungsintensität relativ willkürlich gewählt und mit einer gering-, mittel- oder hochgradigen Ausscheidungsstärke gleichgesetzt.

Schildkrötenart: Bei keiner der beprobten Schildkrötenarten waren signifikant häufiger Oxyuren im Kot nachzuweisen. Zum gleichen Ergebnis kamen TRAVERSA et al. (2005), die die Oxyurenprävalenz bei *T. hermanni*, *T. graeca* und *T. marginata* untersuchten.

Da sich bei den hier untersuchten Schildkrötenarten Aufbau und Funktion der Darmanteile, die den Oxyuren als Habitat dienen, gleichen und die geografische Verbreitung der bei ihnen parasitierenden Oxyurengattungen alle Lebensräume der beprobten Schildkrötenarten umfasst, (ADAMSON und NASHER 1984), war dieses Ergebnis den Erwartungen entsprechend. PETTER (1966) führte den Mangel statistischer Signifikanzen auf das Fehlen einer strengen Artspezialisierung der bei der Gattung *Testudo* parasitierenden Oxyurengattungen zurück.

Schildkrötengeschlecht: Weder bei den männlichen noch bei den weiblichen Tieren wurden signifikant häufiger Oxyuren nachgewiesen. Das Fehlen einer Signifikanz deckt sich mit dem Untersuchungsergebnis von TRAVERSA et al. (2005). Als Begründung für eine fehlende Signifikanz kann ebenfalls die bei beiden Geschlechtern gleiche Morphologie und Physiologie des Magen-Darm-Trakts herangezogen werden.

Schildkrötenalter: Die Berechnung der Standardisierten Residuen ließ den Schluss zu, dass die hier festgestellte Signifikanz vermutlich auf den häufigeren Nachweis von Oxyureneiern bei juvenilen Schildkröten zurückzuführen war.
TRAVERSA et al. (2005) wiesen bei allen untersuchten *T. hermanni*, *T. graeca* und *T. marginata*, die älter als ein Jahr waren, eine Oxyureninfektion nach. Dagegen waren alle jüngeren Schildkröten parasitenfrei. Sie erklärten diese Tatsache mit der von den Adulten separaten Haltung und früher maternaler Immunität. Auch PETTER (1966) beschrieb, dass die meisten Oxyurenarten Schildkröten im zweiten Lebensjahr infizieren und dann lebenslang in ihrem Wirt parasitieren, mit Ausnahme einiger Arten, die vorwiegend in jungen Schildkröten vorkommen.
Eine Abwesenheit von Oxyuren bei Schildkröten < 1 Jahr konnte aufgrund der abweichenden Altersintervalle nicht nachgewiesen werden. Bei der Gruppe der juvenilen Tiere gelang sogar häufiger der Nachweis einer Oxyureninfektion als bei semiadulten oder adulten Landschildkröten. Dieses Ergebnis ähnelt dem von OLBRICH (2003). Rund 94 % der von ihr nativ untersuchten Kotproben juveniler Landschildkröten (0-2 Jahre) zeigten eine Infektion mit Oxyuren, aber nur ca. 22 % der Adulten. Abweichungen existieren in den von ihr definierten Altersgruppen der semiadulten bzw. jung adulten Tiere, bei denen in 87 % bzw. 100% der Fälle ein Oxyurennachweis gelang. Die hier berechneten Standardisierten Residuen zeigten in der semiadulten Altersgruppe nur eine relativ geringe Abweichung oxyurenpositiver und -negativer Ergebnisse von einer, vom Stichprobenumfang abhängigen, Normalverteilung.
Die größte Abweichung der Ausscheidungsintensität von einer Normalverteilung zeigte sich innerhalb der adulten Gruppe. In der Hälfte aller oxyurenpositiven Kotproben adulter Schildkröten waren 11-40 Eier nachweisbar. Semiadulte Tiere hingegen schieden vergleichsweise oft eine geringgradige und selten mittelgradige Anzahl von Oxyureneiern aus. Juvenile Tiere wiesen relativ oft eine hochgradige und selten geringgradige Ausscheidungsintensität auf. TRAVERSA et al. (2005) stellten in ihren

Untersuchungen die höchsten EpG-Werte bei Schildkröten in einem Alter zwischen einem und fünf Jahre fest. Sie äußerten die Hypothese, dass dies auf den Verlust der frühen maternalen Immunität und die Infektion mit bestimmten fruchtbareren Oxyurenarten zurückführbar sein könnte. Von PETTER (1966) ist bekannt, dass es sich z. B. bei *Alaeuris numidica* und *Mehdiella microstoma* um Oxyurenarten handelt, die vorwiegend in jungen Schildkröten parasitieren. Diese Arten könnten in der Lage sein, eine größere Menge an Eiern in die Umwelt zu entlassen als jene Oxyurenarten, die bei älteren Landschildkröten parasitieren. Gestützt wird diese Hypothese von der Tatsache, dass keine Korrelation zwischen der Anzahl adulter Parasiten und dem EpG-Wert besteht, eine hohe Wurmbürde als Erklärung also nicht herangezogen werden kann (CLAUSSEN 1981; TRAVERSA et al. 2005). Schlussfolgernd besteht die Möglichkeit, dass der häufigere Oxyurennachweis in der juvenilen Schildkrötengruppe nicht durch vermehrte Oxyureninfektionen, sondern durch eine höhere Eiausscheidungsintensität und damit besseren Nachweisbarkeit gelang.
Der Wechsel von in sehr jungen Schildkröten parasitierenden Oxyurenarten (PETTER 1966) auf möglicherweise weniger fruchtbare Arten, die eine geringere Anzahl von Eiern in die Umwelt entlassen, müsste den Ergebnissen von TRAVERSA et al. (2005) entsprechend nach dem 5. Lebenjahr der Schildkröten eintreten. Dieses Ereignis findet also genau in der Mitte des hier definierten semiadulten Lebensabschnitts statt. Das könnte als Erklärung für die hohe Ausscheidungsintensität von über einem Drittel der positiven semiadulten Tiere dienen, setzt man voraus, dass diese jünger als fünf Jahre waren. In der zweiten Hälfte der semiadulten Lebensphase müsste sich dann erst eine neue Parasitenfauna etablieren. Möglicherweise vermindert sich aus diesem Grund zunächst die ausgeschiedene Eizahl (knapp die Hälfte der semiadulten Tiere zeigten eine geringe Ausscheidungsintensität). Die durchschnittliche Ausscheidungsintensität adulter Tiere scheint sich bei einer mittelgradigen Stärke einzupendeln.

Haltungsform: TRAVERSA et al. (2005) wiesen bei Landschildkröten, die in offenen Einfriedungen gehaltenen wurden, eine signifikant höhere Oxyurenprävalenz sowie höhere Eiausscheidungsintensität nach. Die niedrigeren EPG-Werte der in Terrarien gehaltenen Tiere begründeten sie damit, dass grundlegende Hygienemaßnahmen dort einfacher als in offenen Einfriedungen umgesetzt werden können. Die Tiere haben also seltener Kontakt zu eigenen Ausscheidungen und denen der Partnertiere.

Die hier untersuchten Tiere ohne Zugang zum Freiland zeigten zwar keinen signifikant häufigeren positiven Oxyurennachweis waren jedoch prozentual etwas öfter oxyurenpositiv als -negativ. Genau entgegengesetzt war das Ergebnis der Tiere, die Zugang zum Freiland hatten. Dies könnte mit dem kleineren Aktionsraum der in Terrarien gehaltenen Schildkröten begründet werden. Auch bei Einhaltung einfacher Hygienemaßnahmen, wie der regelmäßigen Entfernung des Kots, sind häufigere Kontakte mit eigenen Ausscheidungen und denen anderer Tiere und dadurch bedingte Infektionen wahrscheinlicher als in den eher größeren Freigehegen. Frank (1985) beschrieb Wurmzahlen von bis zu 60.000 pro Tier, die durch die ständige Reinfektion von vielen Schildkröten, die auf engem Raum leben, erreicht werden können.
Bei der Interpretation der Untersuchungsergebnisse muss der unterschiedlich große Stichprobenumfang der in Terrarien bzw. in Freigehegen lebenden Tiere berücksichtigt werden. Die Auswertung wird zusätzlich dadurch erschwert, dass nicht bekannt ist, wie groß der Aktionsradius innerhalb der Freigehege tatsächlich war und ob die Freilandhaltung ganzjährig, saisonal oder gelegentlich erfolgte und somit ein Wechsel zwischen Terrarium und Freigehege praktiziert wurde.

Vergesellschaftung: Die Kotproben von Schildkröten in Einzelhaltung wurden zwar nicht signifikant, aber prozentual geringfügig häufiger oxyurenpositiv getestet. Bei mit gattungsgleichen Tieren vergesellschafteten Schildkröten waren die Kotproben geringfügig häufiger oxyurennegativ.
Mutmaßungen, welche Schildkrötenhaltern mit mehreren Tieren ein größeres Interesse an diesen und damit auch einen verantwortungsvolleren Umgang, inklusive artgerechter Haltung, Hygienemaßnahmen und Entwurmungen, unterstellen, sind zwar denkbar, an dieser Stelle jedoch rein spekulativ. Dagegen spricht die Tatsache, dass die nötigen Hygienemaßnahmen, einschließlich Quarantänemaßnahmen bei neuen oder kranken Tieren, mit größer werdendem Tierbestand umfangreicher und zeit- bzw. geldintensiver werden und somit schwerer umsetzbar sind.
Die sehr unterschiedlich großen Stichprobenumfänge der in Einzel- oder Gruppenhaltung lebenden Schildkröten müssen bei der Interpretation des Untersuchungsergebnisses berücksichtigt werden.

Einsendungsgrund: Die Einsendungsgründe waren teilweise sehr unterschiedlich und nur schwer miteinander in Relation zu bringen.
Da die oxyurennegativen Proben in ihrer Häufigkeit relativ gleichmäßig über die verschiedenen Einsendungsgründe verteilt waren und auch bei den oxyurenpositiven Proben eine sich deutlich hervorhebende Häufung bei einem der Gründe nicht nachweisbar war, wurde zusätzlich jeder Einsendungsgrund isoliert betrachtet.
Je knapp zwei Drittel der Proben, die in Vorbereitung zur Hibernation und zur Kontrolle nach einer vorangegangenen Entwurmung eingesandt wurden, waren oxyurennegativ. In vielen Fachbüchern wird empfohlen, jährlich in Vorbereitung zur Hibernation eine Kotprobe auf Parasitenstadien untersuchen zu lassen, um Tierverluste in der Winterstarre zu minimieren. Es kann davon ausgegangen werden, dass in den Fällen, in denen "Vorbereitung zur Hibernation" als Einsendungsgrund angegeben wurde, die Kotprobeneinsender über ein gewisses Maß an Fachwissen verfügten. Dementsprechend wurde vermutlich mindestens einmal im Jahr eine Kotprobe untersucht, um das zugehörige Tier bei Bedarf zu entwurmen und adäquate Hygienemaßnahmen durchzuführen. Folglich ist der deutlich größere Prozentsatz oxyurennegativer Kotproben in dieser Kategorie durchaus den Erwartungen entsprechend.
Es überraschte zunächst, dass lediglich knapp zwei Drittel der zur Kontrolle des Entwurmungserfolges eingesandten Proben oxyurennegativ waren. Ein möglicher Zusammenhang zwischen einer vorangegangenen Entwurmung und einem oxyurenpositiven oder -negativen Untersuchungsergebnis wird weiter unten diskutiert.
Bei knapp über der Hälfte der kranken Schildkröten waren Oxyureneier im Kot nachweisbar, bei über der Hälfte der gesunden Tiere fanden sich keine. Unter dem Stichpunkt "Symptome" wird weiter unten ein möglicher Zusammenhang zwischen dem aktuellen Gesundheitszustand der beprobten Schildkröten und einem positiven oder negativen Oxyurennachweis diskutiert.

Anamnese: Die Standardisierten Residuen zeigten Abweichungen von einer gleichmäßigen Verteilung oxyurennegativer und -positiver Kotproben auf. Allerdings ließen die Werte keinen Rückschluss über kausale Zusammenhänge zu.
Betrachtet man Oxyuren als fakultativ pathogen, so überrascht die Tatsache, dass knapp zwei Drittel der nachweislich oxyurenpositiven Tiere innerhalb des vergangenen halben Jahres gesund erschienen. Über die Hälfte der negativen Tiere war innerhalb des

betrachteten Zeitraums krank und musste teilweise sogar medikamentell behandelt werden. Unbekannt waren bzw. nicht berücksichtigt wurden der Zeitpunkt der Oxyureninfektion bzw. der aktuelle Gesundheitsstatus und vorangegangene Entwurmungen. Aufgrund der möglichen Variablen sind viele Varianten denkbar. Bei einem Teil der in der Vergangenheit erkrankten Tiere könnte im Rahmen einer tierärztlichen Untersuchung ursächlich oder zusätzlich eine Infektion mit Oxyuren diagnostiziert und erfolgreich therapiert worden sein, mit der Folge eines in der Gegenwart negativen Oxyurennachweises. Auch wurden Infektionen mit anderen Erregern als Krankheitsauslöser nicht berücksichtigt. Oxyurenpositive Tiere könnten sich erst kurze Zeit vor der Untersuchung der Kotprobe (unter Berücksichtigung der Präpatenz) infiziert haben. Eine hohe Wurmbürde, die die Wahrscheinlichkeit der Ausprägung von Symptomen steigert, hätte sich mutmaßlich noch gar nicht entwickeln können. Viele oxyurenpositive Tiere waren aber sicherlich auch in der Lage die Infektion symptomlos zu tolerieren.

Symptome: Am häufigsten wurde ein weicher Panzer als Symptom angegeben. Mit abnehmender Häufigkeit haben auch Symptome einer Magen-Darm-Erkrankung, Anorexie/Inappetenz, Gewichtsverlust, Apathie/Schwäche, Symptome einer Erkrankung des Respirationsapparats sowie der Augen, blasse Schleimhäute und Unruhe eine Rolle gespielt. Alle übrigen Symptome wurden lediglich ein- oder zweimal genannt und nicht weiter berücksichtigt. Die genannten Symptome traten mit Ausnahme der einer Magen-Darm- bzw. Augenerkrankung, blasser Schleimhäute und Unruhe häufiger bei oxyurenpositiven Schildkröten auf, die dann vermehrt (außer Tiere mit Respirationssymptomatik) hochgradig Oxyureneier ausschieden. Aber auch oxyurenpositive Tiere mit Magen-Darm-Trakt- bzw. Augensymptomatik, blassen Schleimhäuten oder Unruhe zeigten am häufigsten eine hochgradige Ausscheidungsintensität.

Die meisten Symptome waren relativ unspezifisch und können mit einer Vielzahl von Erkrankungen in Verbindung gebracht werden. Infektionen mit anderen Erregern wurden jedoch nicht weiter berücksichtigt.

Da nach Meinung von FRANK (1985) charakteristische oxyurenbedingte Symptome fehlen, kann diese Untersuchung lediglich als Anhaltspunkt für eine für den Wirt fakultativ pathogene Lebensweise der Oxyuren dienen. Allerdings wurden von vielen Autoren oben genannte Symptome im Zusammenhang mit einer Oxyureninfektion

beschrieben. So zählten beispielsweise PANTCHEV (2005) und MUTSCHMANN (2006) unter anderem Anorexie, Gewichtsverlust und Durchfall bei einem Massenbefall auf. Atemwegssymptomatiken führten sie auf Tympanien des Magen-Darm-Trakts, welche die Lunge komprimieren, zurück. KÖLLE (2009) beschrieb vor allem bei kümmernden Jungtieren nach der Entwurmung eine erhebliche Gewichtszunahme, ein gleichmäßigeres Panzerwachstum und ein deutlich lebhafteres Verhalten. FRANK (1985) zählte Unruhe und Verweigerung der Nahrungsaufnahme nach Beendigung der Hibernation als Symptome auf.

Betrachtet man den prozentualen Anteil oxyurennegativer Proben symptomloser Tiere, so ist dieser eindeutig größer als jener, der auf Schildkröten mit Symptomen zurückgeführt werden konnte. In etwa umgekehrt ist das prozentuale Verhältnis oxyurenpositiver Proben. Obwohl keine Signifikanz feststellbar war, lässt sich doch vermuten, dass die Wahrscheinlichkeit des Auftretens genannter Symptome bei oxyurenpositiven Tieren größer ist als bei oxyurennegativen.

Die Staffelung nach der Anzahl ausgeschiedener Oxyureneier zeigte bei einer geringgradigen Ausscheidung einen Anteil symptomloser Tiere von über 70 %. Bei jeweils über 60 % der Tiere, die eine mittelgradige oder hohe Ausscheidung von Oxyureneiern zeigten, traten gleichzeitig auch Symptome auf.

Schlussfolgernd kann davon ausgegangen werden, dass eine Oxyureninfektion Symptome verursachen kann, die jedoch zu unspezifisch sind, um charakteristisch für diese zu sein.

Wie in entsprechender Literatur (FRANK 1985; PANTCHEV 2005; MUTSCHMANN 2006; KÖLLE 2009) erwähnt, spielt eine hohe Wurmbürde eine entscheidende Rolle bei der Ausprägung von Symptomen. CLAUSSEN (1981) und TRAVERSA et al. (2005) konnten hohe EpG-Werte nicht mit hohen Wurmbürden in Zusammenhang bringen. Jedoch scheint eine hohe Ausscheidungsintensität zumindest ein Anhaltspunkt für eine hohe Wurmbürde zu sein, da bei oxyurenpositiven Schildkröten, welche Symptome zeigten, oftmals eine hochgradige Ausscheidungsintensität feststellbar war.

Entwurmungen: Die ursprüngliche Vermutung, dass eine Entwurmung einen negativen Oxyurennachweis zur Folge hat, konnte durch Fehlen einer Signifikanz nicht bestätigt werden. Betrachtet man den prozentualen Anteil oxyurenpositiver Kotproben noch nie entwurmter Tiere und im Vergleich dazu den prozentualen Anteil oxyurennegativer Kotproben von kürzlich entwurmten Tieren so scheint diese Vermutung jedoch gerechtfertigt zu sein. Zu erörtern bleibt, warum lediglich bei knapp zwei Dritteln kürzlich entwurmter Schildkröten keine Oxyuren nachweisbar waren. Eine mögliche Erklärung lieferten GIANNETTO et al. (2007), die feststellten, dass noch bis zu 31 Tagen nach der Verabreichung von Fenbendazol Oxyureneier ausgeschieden werden können. Leider war der genaue Zeitraum zwischen Entwurmung und Kontrolluntersuchung einer Kotprobe oft unbekannt. Es ist durchaus denkbar, dass der Abstand von 31 Tagen in vielen Fällen unterschritten und das Tier trotz erfolgreicher Entwurmung mit Fenbendazol oxyurenpositiv getestet wurde. Bei Fenbendazol handelt es sich um ein häufig in der Literatur empfohlenes Anthelminthikum für Reptilien mit Oxyurenbefall (PANTCHEV 2005; MUTSCHMANN 2006; KÖLLE 2009), dessen Wirksamkeit unter anderem von OLBRICH (2003) und GIANNETTO et al. (2007) bewiesen wurde. Es wurde vorausgesetzt, dass Fenbendazol bei der Entwurmung der meisten hier beprobten Tiere zur Anwendung gelangt ist. Berücksichtigt werden muss, dass das Anthelminthikum möglicherweise vom Tierbesitzer nicht den Anweisungen des Tierarztes entsprechend verabreicht wurde, die Entwurmung somit nicht erfolgreich war. Bei erfolgreicher Entwurmung könnte es auch zu einer Reinfektion der Tiere gekommen sein, da Umgebung oder eventuelle Partnertiere nicht in die Behandlung einbezogen wurden. Nach Ablauf der Präpatenz könnte eine Kotprobe dieses Tieres also erneut positiv getestet werden.

Zum Vergleich wies OLBRICH (2003) bei knapp 70 % der innerhalb des letzten Jahres entwurmten Landschildkröten und bei ca. 80 % der nicht mit Anthelminthika behandelten Tiere Oxyurenstadien im Kot nach. Diese deutlich höheren Werte könnten möglicherweise auf den unterschiedlich lang gewählten Zeitraum oder auf eine Mehrfachbeprobung, und damit auf ein zuverlässigeres Auffinden von Oxyurenstadien, zurückzuführen sein. In beiden Arbeiten ist erwartungsgemäß ein größerer Prozentsatz der nicht mit Anthelminthika vorbehandelten Tiere oxyurenpositiv getestet worden.

Schlussfolgernd verschob sich das Verhältnis von oxyurennegativen zu -positiven Proben bei kürzlich entwurmten Schildkröten von ca. 2:1 auf ungefähr 1:1 bei Tieren, deren Entwurmung länger als ein halbes Jahr her war, und schließlich auf ca. 1:2 bei Tieren, die noch nie entwurmt wurden. Eine Entwurmung hatte also einen, wenn auch nicht signifikanten, negativen Einfluss auf den Nachweis von Oxyuren.

Obwohl kein signifikanter Zusammenhang zwischen einer bestimmten Ausscheidungsintensität und dem Stattfinden oder Fehlen einer Entwurmung feststellbar war, schieden knapp 70 % der positiven, kürzlich entwurmten Schildkröten nur geringgradig Oxyureneier aus. War die Entwurmung länger her, war der prozentuale Anteil geringgradig ausscheidender Tiere noch immer der größte, jedoch mit deutlich kleinerem Abstand zu den anderen Kategorien. Die noch nie entwurmten Tiere schieden in der Mehrzahl hochgradig Oxyureneier aus.

OLBRICH (2003) unterteilte die von ihr untersuchten Schildkröten in sehr schwache (1-5 Eier), schwache (6-15 Eier), mittlere (16-55 Eier) und starke (>55 Eier) Ausscheider. Sie stellte bei den mit Anthelminthika vorbehandelten Tieren einen leicht höheren Prozentsatz sehr schwacher oder schwacher Ausscheider, bei den nicht vorbehandelten Tieren aber einen deutlich höheren Prozentsatz mittlerer oder starker Ausscheider fest. Obwohl die unterschiedlich gewählten Ausscheidungsstärken den unmittelbaren Vergleich beider Arbeiten erschweren, wird deutlich, dass nicht entwurmte Tiere eine höhere Ausscheidungsintensität zeigten als entwurmte. Eine vorangegangene Entwurmung führte oftmals zu einer Reduktion der Anzahl ausgeschiedener Oxyureneier. Dieser Effekt wurde mit größer werdendem zeitlichen Abstand zwischen Entwurmung und Untersuchung der Kotprobe wieder undeutlicher. Eine Entwurmung muss also schlussfolgernd einen Einfluss auf die Oxyurenpopulation im Darm ihrer Wirte haben. Neben der Reduktion der Wurmbürde ist eine Beeinträchtigung der Fruchtbarkeit adulter Oxyuren durch das Anthelminthikum denkbar.

5.2 Ernährungsstudie

5.2.1 Beurteilung des Versuchsaufbaus

Eine vollständige Erfassung des abgesetzten Kots sowie der Futterreste beider Schildkrötengruppen konnte vermutlich nur annähernd erreicht werden. Da jedoch verstreute Futterreste lediglich in kleinem Maße anfielen und der Kot beider Gruppen wegen seiner relativ trockenen Konsistenz gut portionsweise mit der Pinzette entnehmbar war, dürfte der Fehleranteil bezüglich der nicht berücksichtigten Futter- und Kotmengen vernachlässigbar klein gewesen sein.

Weil Koprophagie bei juvenilen herbivoren Schildkröten ein häufiges Phänomen darstellt (DENNERT 2005) und in beiden Tiergruppen beobachtet wurde, konnte die eingesammelte nicht mit der abgesetzten Kotmenge gleichgesetzt werden. Als mögliche Ursache für Koprophagie wird eine weitere und gründlichere Verdauung von Pflanzenbestandteilen angegeben (DENNERT 2005). Entsprechend dürften gerade die Ergebnisse bezüglich der Rohfaserkomponenten durch Koprophagie mehr oder weniger modifiziert worden sein.

Die aufgenommenen und ausgeschiedenen Futter- bzw. Kotmengen waren aufgrund der Wahl juveniler Schildkröten relativ klein, deshalb ließen sich nur gruppenspezifische und keine individuellen Werte ermitteln.

Berücksichtigt werden muss die Möglichkeit, dass durch eine potentere Darmflora adulter Tiere, die hier festgestellten Ergebnisse sowohl in der Größenordnung wie auch im Verhältnis beider Gruppen untereinander, abweichen könnten.

Die zeitlichen Abstände zwischen zwei Versuchsdurchläufen sind durch gruppenspezifische und individuelle parasitologische Kotuntersuchungen vorgegeben worden und waren unterschiedlich lang. Die Verweilzeit des Futters im Darm wurde, bedingt durch die Versuchsanordnung, nicht berücksichtigt. Dass die hier festgestellten Futteraufnahme- und Kotmengen jeweils im zweiten Durchlauf am größten und im fünften Durchlauf am kleinsten waren, scheint zunächst auf eine relativ kurze Darmpassagezeit hinzuweisen. Anders äußerten sich verschiedene Autoren (HOLT 1978; LAWRENCE und JACKSON 1982; DENNERT 2005), die bei Schildkröten eine vergleichsweise lange Darmpassagezeit, besonders bei rohfaserreicher Nahrung, feststellten. Dieser Widerspruch wird erklärbar, wenn die Möglichkeit berücksichtigt wird, dass bereits in der Pause vor dem zweiten Duchlauf die Futteraufnahme und als

Folge davon die Kotproduktion während des zweiten Duchlaufs anstieg bzw. die Futteraufnahme in den Pausen vor den folgenden Durchläufen bereits absank und nachfolgend die Kotmenge in den jeweiligen Durchläufen.

Da auf Sektionen aus Tierschutzgründen verzichtet wurde, war die tatsächliche Wurmbürde der mit Oxyuren infizierten Schildkröten unbekannt. Die EPG-Werte der McMaster-Untersuchungen lagen stets bei unter 1.000 Oxyureneiern pro Gramm Kot und waren damit eher im niedrigen EPG-Bereich einzuordnen. Die nativ ermittelten Eizahlen der Einzelkotproben lagen immer im Bereich geringgradiger Ausscheidunggsstärke. Aus diesen Gründen wurde von einer eher niedrigen Wurmbürde ausgegangen, obwohl CLAUSSEN (1981) und TRAVERSA et al. (2005) keinen Zusammenhang zwischen Wurmbürde und EPG-Wert feststellen konnte. Das Fehlen von Symptomen, welche besonders bei massenhaftem Oxyurenbefall beobachtet werden, sowie der ausbleibende Abgang von Oxyurenstadien nach zweimaliger Entwurmung, untermauerten diese Annahme. Die festgestellten Ergebnisse sind vor dem Hintergrund der vermuteten geringen Wurmbürde zu betrachten. Es ist vorstellbar, dass sie bei unterschiedlicher Infektionsschwere variieren können. Besonders bei einer sehr großen Wurmbürde ist es wahrscheinlich, dass eventuelle positive Effekte einer Oxyureninfektion durch begleitende Nebenwirkungen, wie beispielsweise Appetitlosigkeit oder Darmverlegung, nicht mehr in Erscheinung treten.

In den Kotproben der Tiere beider Gruppen wurden zusätzlich Flagellaten- und Blastocystisstadien in variierender Anzahl festgestellt. Alle hier gruppenweise festgestellten Ergebnisse wurden stets auf die An- oder Abwesenheit von Oxyuren bezogen, eine Beeinflussung durch Flagellaten oder *Blastocystis* spp. konnte jedoch nicht hundertprozentig ausgeschlossen werden.

5.2.2 Futter- bzw. Nährstoffaufnahme und Kot- bzw. Nährstoffausscheidung

Die durchschnittlich aufgenommenen Futter- bzw. Nährstoffmengen der mit Oxyuren infizierten Tiere waren größer als die der entwurmten Tiere. Da die infizierte Gruppe eine insgesamt bessere Gewichtszunahme zeigte (vgl. Kapitel 5.2.3), kann als Erklärung nicht ausschließlich die Kompensation eines möglichen, durch Oxyuren bedingten, Nährstoffentzugs herangezogen werden. PRYOR und BJORNDAL (2005) stellten bei mit Oxyuren (*Gyrinicola batrachiensis*) infizierten Kaulquappen (*Rana*

catesbeiana) eine deutlich größere Kolonweite und damit einhergehend eine gesteigerte Menge an Koloninhalt fest im Vergleich zu oxyurennegativen Vergleichstieren. Auf die infizierten Schildkröten übertragen, würde dies eine größere Futteraufnahmekapazität und eine längere Retention des Nahrungsbreis in der Fermentationsregion bedeuten.

Ein verminderter Appetit der entwurmten Tiere als Nebenwirkung des verabreichten Anthelminthikums konnte nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Die von den entwurmten Tieren aufgenommenen Futtermengen glichen sich jedoch auch mit zunehmendem zeitlichem Abstand zwischen der Entwurmung und den aufeinanderfolgenden Versuchsdurchläufen nie dem Niveau der infizierten Tiere an. Eine Beeinflussung als Folge der Medikamentengabe wurde deshalb als sehr unwahrscheinlich betrachtet.

Die Kotmengen und Mengen der meisten ausgeschiedenen Nährstoffe waren innerhalb der mit Oxyuren infizierten Schildkrötengruppe in jedem Versuchsdurchlauf größer als innerhalb der entwurmten Gruppe. Dies ist insbesondere in Zusammenhang mit der höheren Futteraufnahme und geringen Verdaulichkeit der betroffenen Nährstoffe zu sehen. Es fiel jedoch die kleinere Differenz der eingesammelten Kotmengen beider Gruppen im Vergleich zur Differenz der aufgenommenen Futtermengen auf.

Über mögliche Ursachen konnte nur spekuliert werden. Es war nicht auszuschließen, dass die infizierten Schildkröten eine zur Futteraufnahme adäquate Menge an Kot ausschieden, ein Teil davon jedoch erneut durch Koprophagie der Verdauung zuführten und zwar einen vergleichsweise größeren Anteil als die entwurmten Tiere. Setzt man als Ursache der Koprophagie eine mangelhafte Verdauungsleistung und in Folge dessen eine Unterversorgung mit essentiellen Nährstoffen voraus, so ist allerdings fraglich, ob die infizierten Schildkröten durch vermehrte Koprophagie eine signifikante Gewichtszunahme (vgl. Kapitel 5.2.3) hätten zeigen können. Ähnlich unwahrscheinlich ist, dass Oxyuren durch den Entzug von Nährstoffen (PANTCHEV 2005; MUTSCHMANN 2006) oder auch durch ihre mögliche Funktion als Reststoffverwerter (TELFORD 1971) in der Lage waren, die Kotmengen der infizierten Tiere entsprechend zu reduzieren. Realistischer scheint die Annahme, dass eine effizientere Verdauungsleistung infizierter Schildkröten eine Ausscheidung geringerer Kotmengen, als nach der vermehrten Futteraufnahme erwartet, nach sich zog (siehe Kapitel 5.2.4).

In beiden Gruppen fielen sowohl bei den Futteraufnahme- als auch bei den Kotmengen zunächst ein Anstieg im zweiten Versuchsdurchlauf und nachfolgend ein stetiger Abfall auf. Da die Versuchsbedingungen während der einzelnen Durchläufe nicht verändert wurden und beide Gruppen gleich reagierten, muss die Ursache für dieses Phänomen möglicherweise im Bereich der biologischen Rhythmen gesucht werden. Der Zeitraum der Versuchsdurchführung deckte sich mit der Jahreszeit, in der auf der Nordhalbkugel die höchsten durchschnittlichen Temperaturen herrschen. Die Vegetation des natürlichen Habitats der Schildkröten der Gattung *Testudo* verdorrt und verholzt mit Voranschreiten des Sommers zunehmend. Durch einen circaannualen Rhythmus wären die Schildkröten in der Lage, dem schwindenden Futterangebot mit stetig verminderter Fresslust zu begegnen. Allerdings können auch Effekte auf die Passagerate des Futters im Darm der Schildkröten als Ursache einer abfallenden Kotproduktion nicht ausgeschlossen werden.

5.2.3 Gewichtsentwicklung und Körperkondition

Es ließen sich signifikante Unterschiede in der Gewichtsentwicklung beider Gruppen feststellen. So zeigten die entwurmten Schildkröten am Ende der Messperiode häufiger einen Gewichtsverlust im Vergleich zum ersten Messtermin als die infizierten. Während fünf der entwurmten Tiere eine Gewichtsabnahme und nur zwei eine Zunahme zeigten, betrug das Verhältnis von Gewichtsabnahme zu Gewichtszunahme innerhalb der infizierten Gruppe 1:7. Zusätzlich war feststellbar, dass die Spannen zwischen geringstem und höchstem Gewicht der infizierten Tiere mit zwei Ausnahmen (Nr. 7 und Nr. 10) kleiner waren als die der Vergleichsgruppe. Das Gewicht schwankte dort also in kleinerem Rahmen. Als Ursachen für die Unterschiede in der Gewichtsentwicklung beider Gruppen können die in Kapitel 5.2.4 diskutierten Vermutungen herangezogen werden.

Eine Gegenüberstellung der gemittelten Quotienten beider Gruppen offenbarte ab dem dritten Messtermin stets einen höheren Quotient der infizierten Gruppe. Dabei wurde die Differenz zwischen beiden Gruppen zwar nicht kontinuierlich, aber doch in der Tendenz größer und erreichte am letzten Messtermin den höchsten Wert.

Untersuchungen von JACKSON (1980) zeigten, dass die Körpergewichte kranker Schildkröten und deren Quotienten niedriger waren als bei gesunden Tieren mit entsprechenden Carapax-Längen. Die als Vergleich herangezogenen gesunden

T. graeca (siehe Tabelle 45 im Anhang 10.4) unterschieden sich zwar im Alter von den hier untersuchten Schildkröten, zeigten aber entsprechende Carapax-Längen.
Nicht bekannt war, ob JACKSON (1980) für seine Untersuchungen Schildkröten der gleichen Unterart (*T. graeca ibera*) verwendete. Möglicherweise wird so der Altersunterschied erklärbar.
Die individuellen Quotienten wurden hinsichtlich einer Über- oder Unterschreitung des "Vergleichsquotienten nach Jackson" bzw. bezüglich ihrer Einordbarkeit in den Bereich zwischen der oberen und unteren Standardabweichung betrachtet. Zwei Drittel der über den Messzeitraum ermittelten Quotienten der entwurmten Tiere waren kleiner als der "Vergleichsquotient nach Jackson", mit einer Häufung in der zweiten Hälfte der Messperiode. Oft wurde sogar die untere Standardabweichung unterschritten. Ungefähr ein Drittel der Quotienten war genauso groß oder größer als der Vergleichsquotient. Umgekehrt sah das Verhältnis innerhalb der infizierten Gruppe aus. Jene Quotienten lagen lediglich zu ca. 35 % unterhalb des Vergleichsquotienten von 0,69. Die untere Standardabweichung wurde dabei seltener unterschritten als innerhalb der entwurmten Gruppe.
Der Quotient aus Körpergewicht und Carapax-Länge wurde als Maß für die Beurteilung der Körperkondition und der "Vergleichsquotient nach Jackson" in Höhe von 0,69 als Untergrenze eines Richtwerts für gesunde Schildkröten der Art *T. graeca* mit entsprechenden Carapax-Längen herangezogen. Es war festzustellen, dass die infizierten Schildkröten innerhalb des Messzeitraums eine insgesamt bessere Körperkondition zeigten als die entwurmten Tiere.
Während das Niveau der Quotienten der infizierten Tiere ähnlich blieb, zeigte die Vergleichsgruppe ab ungefähr der Mitte des Untersuchungszeitraums eher einen Abfall ihrer Quotienten. Jener Zeitpunkt fiel ungefähr auf das Ende des 3. Versuchsdurchlaufs. Obwohl die Futteraufnahme in beiden Gruppen im Vergleich zum zweiten Durchlauf bereits reduziert war, ist es den infizierten Tieren möglich gewesen, nicht an Gewicht zu verlieren. Das Nährstoffangebot muss also noch effizienter als zuvor verdaut und verstoffwechselt worden sein. Möglicherweise erhöhte sich im Laufe des Messzeitraums durch Superinfektion die Wurmbürde der infizierten Schildkröten auf ein Maß, welches zu einer Steigerung der in Kapitel 5.2.4 beschriebenen Effekte führte. Die entwurmten Tiere hingegen waren nicht in der Lage, das gegenüber der infizierten Gruppe noch reduziertere Angebot an Nährstoffen ohne Gewichtsverlust und Abfall ihrer Quotienten zu tolerieren.

Auch Erkrankungen können zu einer Erhöhung des Quotienten führen, wenn sie mit Symptomen (Ödeme, Leberverfettung) einhergehen, die eine Gewichtszunahme bedingen (JACKSON 1980). Allerdings zeigte kein Tier im Untersuchungszeitraum Anhaltspunkte für eine Erkrankung.

5.2.4 Scheinbare Verdaulichkeit

Die festgestellten Nährstoffverdaulichkeiten wurden mit den von GISLER (2002) ermittelten Werten von Galápagos-Riesenschildkröten verglichen. Nur für die Magnesiumverdaulichkeit waren ähnliche Werte feststellbar. Die Verdaulichkeit von Trockensubstanz, organischer Substanz, Rohprotein, Rohfaser, ADF sowie Phosphor lag bei den hier untersuchten Tieren in deutlich niedrigeren Bereichen, während die Calciumverdaulichkeit höher war.

Große Mengen pflanzlicher Faserstoffe in der Nahrung limitieren die Aufnahme anderer Nährstoffe (DONOGHUE und LANGENBERG 1994). Möglicherweise ist die höhere Nährstoffverdaulichkeit bei den Galápagos-Riesenschildkröten das Resultat des niedrigeren Rohfaser- und ADF-Gehalts des von GISLER (2002) verwendeten Futters.

Ausschlaggebend für Unterschiede war möglicherweise auch das differierende Alter der Tiere. Während die vier Galápagos-Riesenschildkröten vier bzw. fünf Jahre alt waren, sind die Maurischen Landschildkröten circa ein Jahr alt gewesen. Laut ZENTEK und DENNERT (1997) spielen Alterseffekte eine Rolle bei der scheinbaren Verdaulichkeit von Futtermitteln. Die Darmflora und -fauna sehr junger Schildkröten ist noch in der Entwicklung und wird mit zunehmendem Alter ausgereifter und leistungsfähiger. Die von GISLER (2002) untersuchten Tiere hatten demzufolge, aufgrund ihres fortgeschrittenen Alters, einen Vorteil bei der Verdauung der Nahrung.

Die niedrigere Calciumverdaulichkeit der Riesenschildkröten ist möglicherweise auf eine bedarfsüberschreitende Zufuhr und infolge dessen vermehrte Ausscheidung zurückzuführen. Der Bedarfswert für Calcium bei den hier untersuchten Tieren dürfte aufgrund ihres jungen Alters höher gelegen haben. Basierend auf der Tatsache, dass der noch relativ weiche Panzer von Schildkrötenschlüpflingen im Zuge der Kalzifizierung mit zunehmendem Alter immer härter wird (KÖLLE 2009), müsste die Panzermineralisation der Riesenschildkröten bereits fortgeschrittener gewesen sein. Als Konsequenz erfolgte bei den Maurischen Landschildkröten hormongesteuert eine

erhöhte Calciumaufnahme aus dem Darm, die sich durch höhere Verdaulichkeitswerte bemerkbar machte.

Der Vergleich von infizierten und entwurmten Schildkröten zeigte höhere Verdauungskoeffizienten bei den infizierten Tieren mit Ausnahme der von Calcium und Mangan. Die Höhe der Differenzen in der Nährstoffverdaulichkeit beider Gruppen zeigen die Abbildungen 21, 22, 23 und 24.

Die Auswertung der Ergebnisse ließ den Schluss zu, dass Oxyuren durch ihre Anwesenheit und Lebensweise dazu beitragen, die Verdauungssrate der schwer verdaulichen Pflanzenbestandteile zu erhöhen. Mehrere Mechanismen sind denkbar. Oxyuren könnten durch Abgabe bestimmter Enzyme dazu beitragen pflanzliche Nahrung in größerem Maße abzubauen und aufzuschließen. Als Folge stünden dem Wirt mehr energieliefernde Substrate in Form von flüchtigen Fettsäuren zur Resorption zur Verfügung (O`GRADY et al. 2005; PRYOR und BJORNDAL 2005). Auch eine Veränderung im Verhältnis der flüchtigen Fettsäuren untereinander könnte einen Vorteil bedingen (PRYOR und BJORNDAL 2005). Möglicherweise decken Oxyuren auf diese Art ihren eigenen Nährstoffbedarf und als Nebeneffekt profitieren die infizierten Schildkröten. Vielleicht tragen sie aber auch durch Abgabe bestimmter Stoffwechselendprodukte zur Vermehrung oder Stabilisierung der wirtseigenen Mikroflora und -fauna bei (O`GRADY et al. 2005). Eine passive Rolle ist ebenfalls denkbar. Oxyuren leben im Darminhalt und könnten durch Eigenbewegung den Nahrungsbrei auflockern (TELFORD 1971) bzw. mechanisch zerkleinern (O`GRADY et al. 2005). So würden sie die Oberfläche und damit Angriffsfläche für Verdauungsenzyme vergrößern. Vielleicht sorgen sie aber auch ab einer gewissen Infektionsstärke für die Zurückhaltung des Darminhalts und damit zu einer Steigerung der Verdaulichkeit (O`GRADY et al. 2005).

Ein durch Oxyuren verursachter Vorteil in der Nährstoffverdaulichkeit machte sich erwartungsgemäß vor allem in der Verdaulichkeit der Rohfaser sowie der ADF bemerkbar. Leicht verdauliche Nährstoffe (z. B. Stärke, Glucose) zeigten zwischen beiden Gruppen nur vernachlässigbare Unterschiede.

Sowohl die Rohfaser-, wie auch die ADF-Verdaulichkeit nahmen innerhalb der entwurmen Gruppe negative Werte an. Als mögliche Erklärung kann die Koprophagie (ZENTEK und DENNERT 1997; DENNERT 2005) herangezogen werden. Die hypothetisch aufgrund der Abwesenheit von Oxyuren in der Verdauungsleistung

benachteiligten entwurmten Tiere, mussten vermehrt Koprophagie betreiben. Unzureichend verdautes Pflanzenmaterial wurde so erneut der Verdauung zugeführt. Die erneute Aufnahme von Rohfaser bzw. ADF konnte jedoch rechnerisch nicht bei der Ermittlung der mit dem Futter aufgenommenen Mengen berücksichtigt werden und führte somit zu dem Ergebnis einer im Vergleich zur Aufnahme vermehrten Ausscheidung. Beschriebener Effekt machte sich verständlicherweise nicht bei den leichter verdaubaren, und damit bereits bei der ersten Darmpassage verdauten, Nährstoffen bemerkbar. Offensichtlich war jedoch auch mit der 2. Darmpassage keine Angleichung an das Niveau der infizierten Gruppe möglich.

Abbildung 21 und Abbildung 22 zeigen deutliche Differenzen in der Verdaulichkeit der Rohfaser und der ADF zugunsten der infizierten Gruppe. Auch bei der Rohfettverdaulichkeit war ein deutlicher Unterschied zwischen beiden Gruppen feststellbar. Zwischen 9 und 10 Prozentpunkten differierten die Verdaulichkeitswerte von Trockensubstanz, Rohasche und organischer Substanz. Die geringsten Unterschiede fanden sich bei der Verdaulichkeit der N-freien Extraktstoffe, des Rohproteins und besonders der Stärke und Glucose.

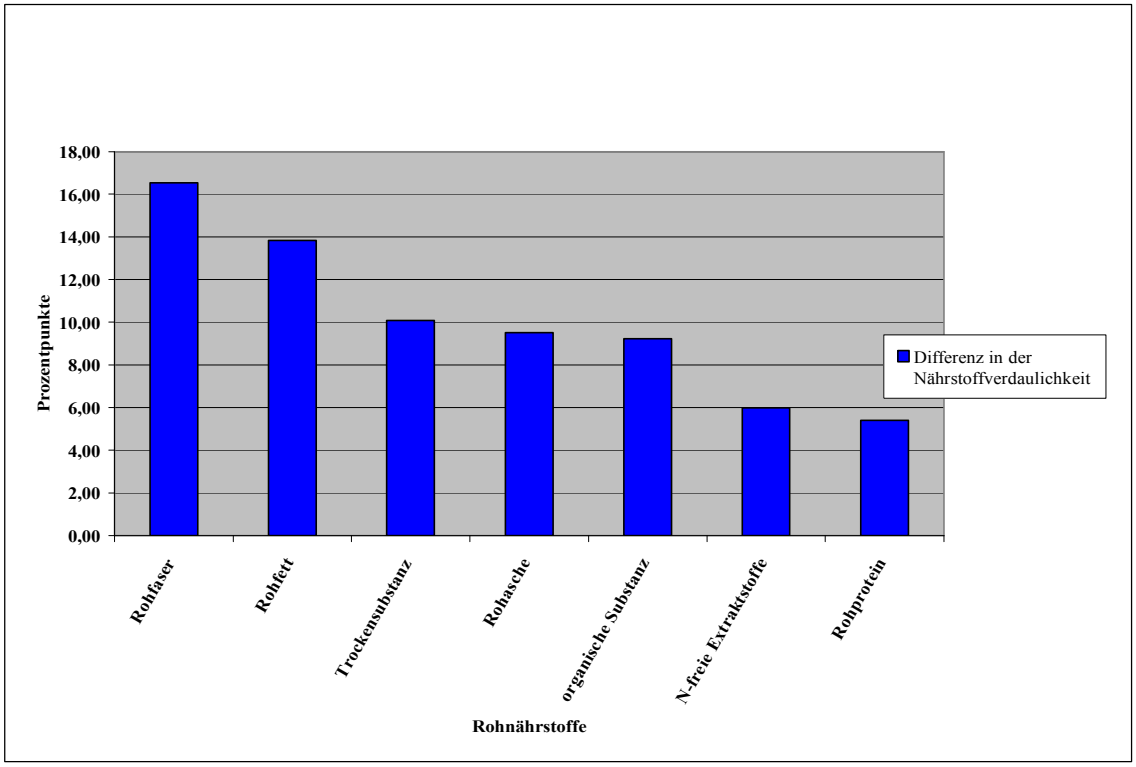

Abbildung 21: Differenzen in der Rohnährstoffverdaulichkeit beider Schildkrötengruppen, dargestellt durch Subtraktion der Verdaulichkeit der entwurmten Schildkröten von der der infizierten Tiere

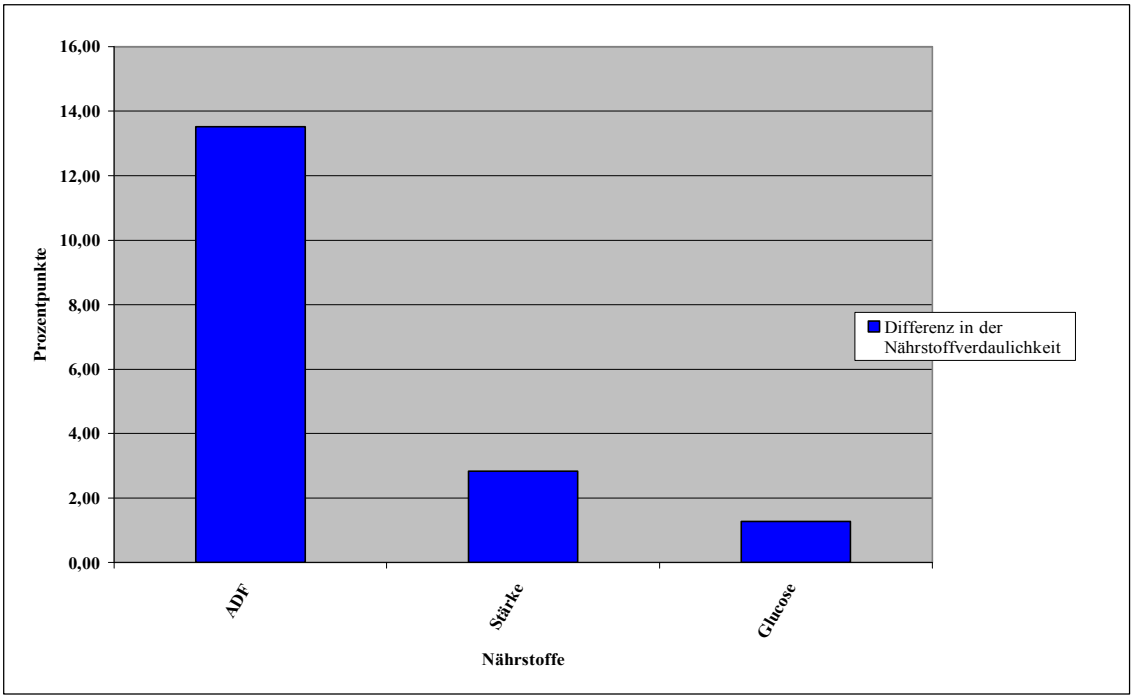

Abbildung 22: Differenzen in der ADF-, Glucose- und Stärke-Verdaulichkeit beider Schildkrötengruppen, dargestellt durch Subtraktion der Verdaulichkeit der entwurmten Schildkröten von der der infizierten Tiere

Der größte Unterschied in der Mengenelementverdaulichkeit war beim Natrium feststellbar, welcher mehr als 35 Prozentpunkte zugunsten der infizierten Tiere betrug. Die Calciumverdaulichkeit der infizierten Gruppe hingegen war um knapp 9 Prozentpunkte schlechter als die der entwurmten. Mit knapp 5 Prozentpunkten ungefähr gleichgroß waren die Differenzen in der Verdaulichkeit von Kalium und Phosphor. Der geringste Unterschied war in der Magnesiumverdaulichkeit feststellbar (Abbildung 23).

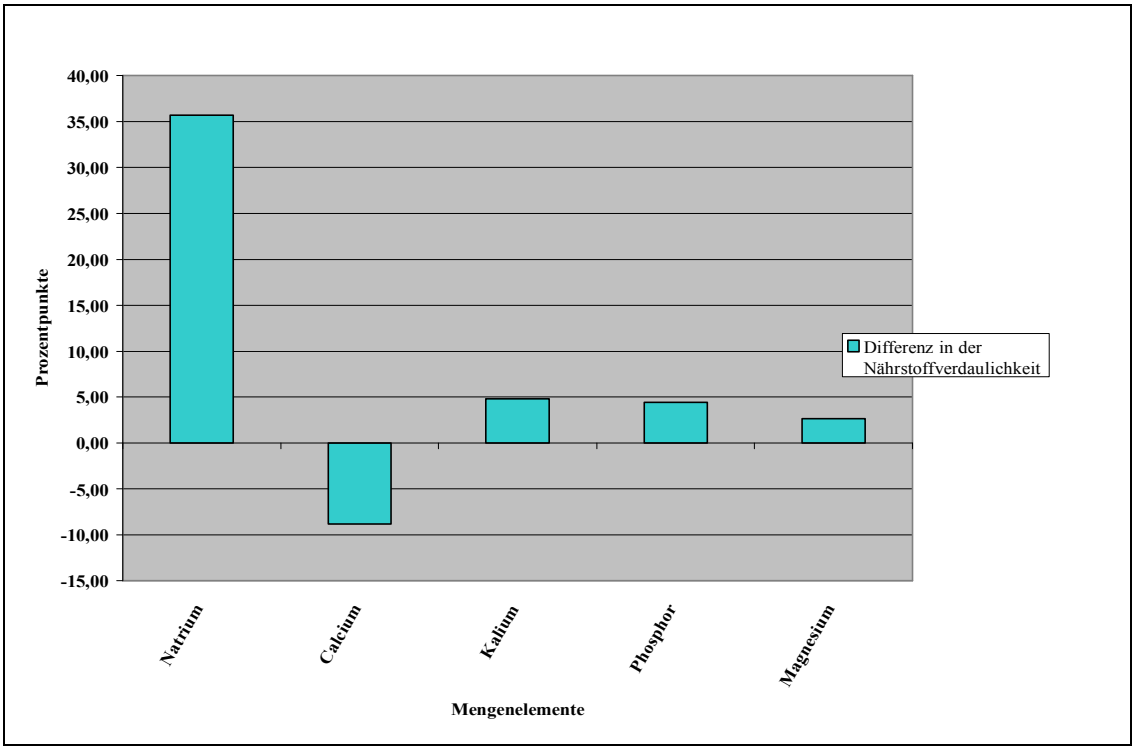

Abbildung 23: Differenzen in der Mengenelementverdaulichkeit beider Schildkrötengruppen, dargestellt durch Subtraktion der Verdaulichkeit der entwurmten Schildkröten von der der infizierten Tiere

Bei den Spurenelementen fielen die negativen Verdauungskoeffizienten von Kupfer und Mangan beider Gruppen und Eisen innerhalb der entwurmten Gruppe auf. Die in beiden Gruppen aufgetretenen negativen Verdaulichkeiten könnten der Tatsache geschuldet sein, dass nur die scheinbare Verdaulichkeit nicht aber die Absorbierbarkeit berücksichtigt wurde. Die Stoffwechselausscheidung im Kot kann, vor allem in Phasen niedrigen Bedarfs, durchaus hohe Werte erreichen und suggeriert eine negative Verdaulichkeit. Hinzukommend hat ein hoher Rohfasergehalt in der Nahrung einen negativen Einfluss auf die Spurenelementabsorption (DONOGHUE und LANGENBERG 1994).

Die größte Differenz in der Spurenelementverdaulichkeit war für Mangan feststellbar, welche innerhalb der entwurmten Gruppe deutlich höher lag. Mit weitem Abstand folgte Kupfer, dessen Verdaulichkeit bei den infizierten Tieren höher war, ebenso wie die des Zinks, Eisens und Cobalts. Die Differenzen in der Zink-, Eisen- und Cobaltverdaulichkeit waren mit ca. 12 bis 15 Prozentpunkten annähernd gleichgroß (Abbildung 24).

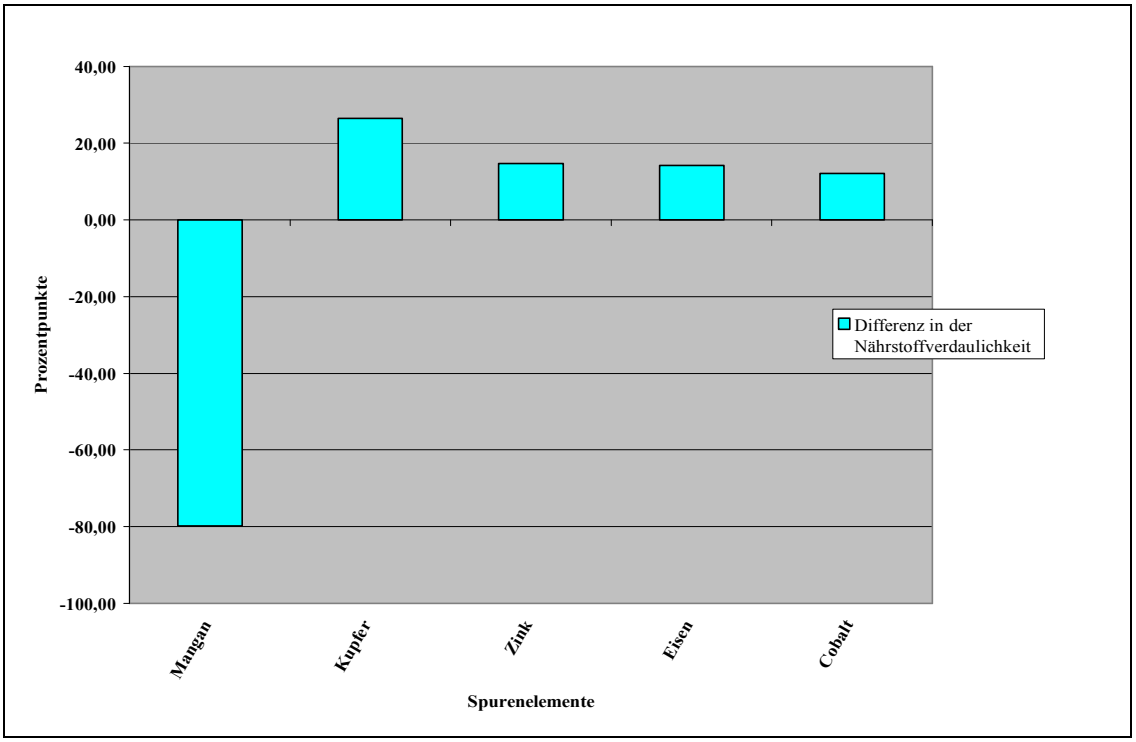

Abbildung 24: Differenzen in der Spurenelementverdaulichkeit beider Schildkrötengruppen, dargestellt durch Subtraktion der Verdaulichkeit der entwurmten Schildkröten von der der infizierten Tiere

Über die Ursache für die Unterschiede in der Mengen- und Spurenelementverdaulichkeit beider Schildkrötengruppen konnte nur spekuliert werden. Möglich wäre eine aktive oder passive Beeinflussung der sekretorischen Vorgänge im Darm durch die Oxyuren. Jedoch fand CLAUSSEN (1981) keinen Hinweis auf Veränderungen der Darmschleimhaut durch eine Oxyureninfektion und auch FRANK (1985) wertete makroskopisch oder histologisch nachweisbare Veränderungen als Ausnahme.

Da Informationen über den Bedarf sowie die Verdaulichkeit von Nährstoffen herbivorer Landschildkröten entweder nicht vorhanden oder unvollständig sind und alle hier herangezogenen Erklärungsversuche nur hypothetischen Charakter haben, besteht noch ein enormer Forschungsbedarf. Oxyuren gelten im Allgemeinen als "Nährstoffräuber". Die Frage nach der Substitution bestimmter Nährstoffe ist, besonders in Bezug auf Calcium, durchaus berechtigt. Der Komplex der metabolischen Knochenerkrankung (MBD) wird unter anderem auf einen Calciummangel oder ein inadäquates Ca:P-Verhältnis zurückgeführt (DENNERT 2005; KÖLLE 2009). HÄFELI und ZWART (2000) diagnostizierten als Ursache der Panzerweiche juveniler Schildkröten der Gattung *Testudo* vor allem parasitäre Infestationen und Nierenkrankheiten. Darmparasiten wie Kryptosporidien und Balantidien verursachten

Enteritiden und führten zu einer Störung der Calciumresorption und damit zu einem Weichbleiben des Panzers. Auf die oxyureninfizierten juvenilen Landschildkröten übertragen, welche eine schlechtere Calciumverdaulichkeit zeigten, würde dies bei einer Bedarfsunterschreitung möglicherweise Folgen im Sinne einer Panzerweiche nach sich ziehen und Calciumsubstitutionen nötig machen. Fehlende Bedarfswerte, im Speziellen juveniler Schildkröten, und mangelnde Kenntnis der Ursache der schlechteren Calciumverdaulichkeit machen eine Empfehlung an dieser Stelle schwierig. Innerhalb des relativ kurzen Versuchszeitraums zeigten die infizierten Tiere keine sichtbaren Nachteile gegenüber den Vergleichstieren. Eine Aussage über mögliche Spätfolgen konnte mit Hilfe dieser Ergebnisse nicht getroffen werden.

6 Schlussfolgerungen

Eine Oxyureninfektion war bei in Gefangenschaft gehaltenen Schildkröten der Arten *T. hermanni*, *T. graeca*, *T. horsfieldii* sowie *T. marginata* in beinahe jedem 2. Fall nachweisbar. Berücksichtigt man die Tatsache, dass Infektionen öfter auftreten, als sie nativ nachweisbar sind, so dürfte die Oxyurenprävalenz bei Schildkröten in menschlicher Obhut höher sein als festgestellt.

Oft ließen sich Oxyuren vergesellschaftet mit anderen intestinalen Landschildkröten-spezifischen Parasiten nachweisen, meist mit Flagellaten und Ziliaten. Die Prävalenz Landschildkröten-spezifischer Parasiten in oxyurenpositiven Kotproben spiegelte in etwa deren Prävalenz in allen untersuchten Kotproben wieder, weswegen von einer friedlichen Koexistenz ausgegangen werden kann.

Eine von OLBRICH (2003) festgestellte positive Korrelation zwischen der nativ ermittelten Oxyureneizahl und dem entsprechenden EpG-Wert konnte bestätigt werden. Die Nativuntersuchung kann somit zur Beurteilung der Ausscheidungsintensität herangezogen werden. Der lineare Zusammehang beider Parameter scheint bei niedrigeren Ausscheidungsintensitäten stärker zu sein als bei hohen.

Weder die untersuchte Schildkrötenart, noch das Geschlecht, die Haltungsform, die Vergesellschaftung der Tiere oder der Grund für die Einsendung der Kotprobe hatten einen signifikanten Einfluss auf die Häufigkeit eines Oxyurennachweises. Dieser war lediglich beim Alter und der Anamnese feststellbar. Ein Oxyurennachweis gelang häufiger in der Altersgruppe der juvenilen Schildkröten, die ebenfalls eine höhere Ausscheidungsintensität zeigten. Die vermehrte Ausscheidung von Oxyureneiern junger Schildkröten wurde bereits von TRAVERSA et al. (2005) nachgewiesen. Da die Ausscheidungsintensität nicht mit der Höhe der Wurmbürde in Zusammenhang zu bringen ist (CLAUSSEN 1981; TRAVERSA et al. 2005), scheint die Vermutung, dass junge Schildkröten teilweise andere und fruchtbarere Oxyurenarten beherbergen als Adulte (PETTER 1966; TRAVERSA et al. 2005), durchaus gerechtfertigt zu sein. Vermutlich ist die höhere Ausscheidungsintensität ursächlich für den häufigeren Oxyurennachweis in dieser Altersgruppe.

Der Grund für einen signifikant häufigeren negativen Oxyurennachweis bei den, innerhalb des vergangenen halben Jahres, kranken Tieren sowie positiven Nachweis

bei gesunden Tieren ließ sich mit der hier durchgeführten Vorgehensweise nicht befriedigend feststellen.
Eine vorangegangene Entwurmung war nicht mit einem signifikant selteneren Oxyurennachweis in Zusammenhang zu bringen. Es zeigte sich aber erwartungsgemäß, dass der prozentuale Anteil negativer Nachweise bei zeitlich nahe liegenden, vorangegangenen Entwurmungen größer war als bei weiter zurückliegenden oder fehlenden Entwurmungen. Ein Einfluss der Entwurmung auf die Ausscheidungsintensität wurde ebenfalls deutlich. Wenn auch eine Wurmfreiheit nicht immer erreicht werden konnte, so war doch zumindest die Eiausscheidung bei den meisten Tieren deutlich, allerdings nicht signifikant, reduziert.
Schildkröten, die Symptome zeigten, waren zwar nicht signifikant, aber doch zu einem höheren Prozentsatz nachweislich oxyurenpositiv. Im umgekehrten Fall waren gesunde Tiere häufiger oxyurennegativ. Schlussfolgernd kann also von einer potentiellen Schadwirkung der Oxyuren oder zumindest von einer Begünstigung anderer Noxen ausgegangen werden.
Die meisten der bei oxyurenpositiven Tieren aufgetretenen Symptome waren relativ unspezifisch. Am häufigsten wurde ein weicher Panzer diagnostiziert. Die Ursachen hierfür können vielfältig sein. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Verdaulichkeitsberechnung ist ein Eingriff von Oxyuren in die sekretorischen Vorgänge im Darm ihrer Wirte denkbar. Mögliche Folge könnte eine Mineralisationsstörung des Panzers sein.
Oxyurenpositive, symptomzeigende Tiere schieden wesentlich häufiger hochgradig Eier aus, symptomlose Tiere häufiger geringgradig. Da Oxyuren vor allem bei Massenbefall Symptome verursachen, stellt sich die Frage, ob eine hohe Ausscheidungsintensität nicht doch ein Hinweis auf eine hohe Wurmbürde ist.

Über die genauen Ursachen der besseren Verdaulichkeit der meisten Nährstoffe und allen damit einhergehenden Vorteilen für die oxyureninfizierte Schildkrötengruppe in der Ernährungsstudie konnte nur spekuliert werden. Möglich ist, dass mehrere Effekte synergistisch wirkten. Einige Erklärungen erschienen wahrscheinlicher als andere. So wurde, aufgrund der hier vorausgesetzten niedrigen Wurmbürde, die Zurückhaltung von Darminhalt durch eine große Anzahl von Oxyurenexemplaren am Fermentationsort ausgeschlossen. PRYOR und BJORNDAL (2005) stellten bei oxyureninfizierten herbivoren Kaulquappen eine größere Kolonweite und eine über

doppelt so hohe Rate an kurzkettigen Fettsäuren fest als bei oxyurennegativen Tieren. Zusätzlich trat eine Veränderung in dem Verhältnis der kurzkettigen Fettsäuren untereinander, zugunsten einer glucogenen Fettsäure, auf. Sie äußerten die These, dass diese Form einer Symbiose durchaus auf andere ektotherme Herbivoren übertragbar sei. Dies scheint eine logische Erklärung für die in dieser Arbeit beschriebenen Ergebnisse zu sein. Die Vorteile in der Gewichtsentwicklung könnten auf lange Sicht eine beschleunigte Entwicklung und damit ein schnelleres Erreichen der Geschlechtsreife bzw. des adulten Lebensabschnitts bedeuten. Eine größere reproduktive Lebensspanne und eine schnellere Überwindung des gefahrenreichen juvenilen Lebensabschnitts (in Form einer größeren Anzahl von Fressfeinden) würden resultieren. Aufbauend auf dieser These müssten die Oxyuren eher als Symbionten denn als Parasiten beschrieben werden. Allerdings waren mögliche Spätschäden infolge potentieller Inbalancen bei der Mengen- und Spurenelementverdaulichkeit, insbesondere der des Calciums, nicht einschätzbar. Auch scheint eine Symbiose eher das Wirt-"Parasiten"-Verhältnis von Schildkröten in freier Wildbahn darzustellen, deren Oxyurenbürde ein kritisches Maß nicht überschreitet und damit symptomlos toleriert werden kann. Anders sind die Verhältnisse bei in Gefangenschaft gehaltenen Schildkröten zu werten. Hier können Re- und Superinfektionen zu einem Massenbefall mit Oxyuren führen. Daraus resultierende mögliche Symptome kompensieren die positiven Effekte einer Infektion und wirken sich nachteilig auf die betroffenen Wirte aus. Die Bezeichnung der Oxyuren als fakultative Parasiten scheint die Realität am besten wiederzuspiegeln.

Da es bei Schildkröten in menschlicher Obhut schwer sein dürfte die Oxyurenbürde realistisch einzuschätzen und gegebenenfalls auf ein verträgliches Maß einzudämmen, haben ein verantwortungsvolles Entwurmungsregime sowie begleitende Hygienemaßnahmen nach wie vor ihre Berechtigung und können weiterhin empfohlen werden.

7 Zusammenfassung

Untersuchungen zur Infektion mit Oxyuren bei mediterranen Landschildkröten in menschlicher Obhut und ihr Einfluss auf die Entwicklung juveniler *Testudo graeca*

Kotproben von 276 Schildkröten (*T. hermanni*, *T. graeca*, *T. horsfieldii T. marginata)* wurden qualitativ (Nativuntersuchung) und in 60 Fällen auch quantitativ (McMaster-Verfahren) mikroskopisch untersucht. Bei fast der Hälfte der Schildkröten ließ sich eine Oxyureninfektion nachweisen. Oft waren die Oxyuren mit anderen Landschildkröten-spezifischen intestinalen Parasiten vergesellschaftet, am häufigsten mit Flagellaten und/oder Ziliaten.

Die in der Nativuntersuchung ermittelten Oxyureneizahlen waren signifikant positiv korreliert mit den errechneten Eizahlen pro Gramm Kot (EpG).

Zusätzlich wurde untersucht, ob es einen Zusammenhang gibt zwischen Art, Geschlecht, Alter, Haltungsform, Vergesellschaftung, Einsendungsgrund der Kotprobe, Anamnese, Symptomen oder Entwurmungen der Schildkröten und der Häufigkeit eines Oxyurennachweises und teilweise auch der Ausscheidungsintensität von Oxyureneiern. Ein signifikanter Zusammenhang ließ sich nur für das Alter und die Anamnese nachweisen. Bei juvenilen Tieren war eine Infektion häufiger nachweisbar und mit einer höheren Eiausscheidung verknüpft. Schildkröten, die im vergangenen halben Jahr erkrankten, waren häufiger oxyurennegativ, als Tiere, die in diesem Zeitraum gesund erschienen. Es gab deutliche Hinweise darauf, dass oxyureninfizierte Schildkröten häufiger Symptome zeigen als oxyurennegative und infizierte, symptomzeigende Schildkröten mehr Eier ausscheiden als infizierte, symptomlose Tiere. Eine Entwurmung hatte einen gewissen Einfluss auf einen negativen Oxyurennachweis und eine verminderte Ausscheidung von Eiern.

An 15 juvenilen, in eine oxyureninfizierte und oxyurenfreie Gruppe aufgeteilte, *Testudo graeca ibera* wurde ein Ernährungsversuch durchgeführt. Bei gleichen Versuchsbedingungen hatten die infizierten Tiere einen Vorteil in der Nährstoffaufnahme, Gewichtsentwicklung und scheinbaren Verdaulichkeit der meisten Futterbestandteile. Über die Ursache konnte nur spekuliert werden. Möglich wären unter anderem eine Auflockerung des Darminhalts durch Oxyuren oder ein aktiver Beitrag zur Verdauung pflanzlicher Gerüstsubstanzen.

8 Summary

Studies on oxyurid infections among mediterranean tortoises under human care and its influence on the development of juvenile *Testudo graeca*

Stool samples of 276 tortoises (*T. hermanni*, *T. graeca*, *T. horsfieldii T. marginata)* were microscopically examined. For this study a qualitative method (direct smear method) and, in 60 cases, a quantitative method (McMaster technique) was used. Almost half of the tortoises were provable infected with oxyurids. The oxyurids often co-existed with other tortoise-specific intestinal parasites. The most common of them were flagellates and/or ciliates.

There was a significant positive correlation between the number of oxyurid eggs found with the direct smear method and the EPG values.

In addition, the examination focused on the possible connection between tortoise species, sex, age, the way of keeping them, their socialization, the reasons why stool samples were sent in, anamnesis, symptoms or the treatment with anthelminthics and coprological prevalence of oxyurids and partly also the intensity of egg excretion. The study only found a significant statistical relation for age and anamnesis. Juvenile tortoises were more frequently infected with oxyurids and this was closely linked to a higher degree of egg excretion. Oxyurids were more often detected in animals that seemed to be healthy over the past six months than in animals that became sick during the same period. There are clear indications that tortoises infected with oxyurids show more often symptoms than non-infected animals and infected animals with symptoms show a higher egg excretion than infected tortoises without symptoms. The treatment with anthelminthics had a certain influence on the negative proof of oxyurids and on a reduced excretion of eggs.

A feeding trial was carried out with 15 juvenile *Testudo graeca ibera* that were split into an oxyurid-infected and non oxyurid-infected group. Even though the trial conditions were the same, the infected animals had an advantage regarding their nutrient intake, the development of their weight and apparent digestibility of most of the feed components. One can only speculate about the reasons why this is so. One possibility could be that oxyurids brake up faecal matter or another one that they play an active role in the digestion of fibre.

9 Literaturverzeichnis *

ADAMSON, M. L. (1988). "A possible instance of autoinfection in a Pharyngodonid (Oxyurida) parasite of *Amphisbaena alba* from Venezuela." J Parasitol 74(3): 506-508.

ADAMSON, M. L. (1989). "Evolutionary biology of the Oxyurida (Nematoda): biofacies of a haplodiploid taxon." Adv Parasitol 28: 175-228.

ADAMSON, M. L. (1994). "Evolutionary patterns in life histories of Oxyurida." Int J Parasitol 24: 1167-1177.

ADAMSON, M. L. und NASHER, A. K. (1984). "Pharyngodonidae (Oxyuroidea; Nematoda) of *Agama yemenensis* in Saudi Arabia: hypothesis on the origin of pharyngodonids of herbivorous reptiles." Syst Parasitol 6: 299-318.

ADAMSON, M. L. und NOBLE, S. (1993). "Interspecific and intraspecific competition among pinworms in the hindgut of *Periplaneta americana*." J Parasitol 79: 50-56.

ADAMSON, M. L. und PETTER, A. J. (1982). "Haplodiploidy in Pharyngodonid (Oxyuroidea: Nematoda) parasites of *Testudo graeca* - a preliminary note." Ann Parasitol Hum Comp 57(2): 197.

ADAMSON, M. L. und PETTER, A. J. (1983). "Haplodiploidy in Pharyngodonid (Oxyuroidea: Nematoda) parasites of *Testudo graeca*." Ann Parasitol Hum Comp 58(3): 267-273.

ANDREU, A. C., ARAKELYAN, M., BERTOLERO, A., BONNET, F., BOUR, R., CHEYLAN, M., DANILOV, I. G., DIAZ-PANIAGUA, C., MOUDEN, E. H. E., KELLER, C., LAGARDE, F., LEONTYEVA, O. A., MAZANAEVA, F., MILTO, K. D., PERHAM, J. F., PERÄLÄ, A., PIEH, A., SHACHAM, B., SLIMANI, T., TASKAVAK, E., TÜRKOZAN, O. und ZWARTEPOORTE, H. (2004). "Numéro spécial Testudo." Manouria 7(22): 3-53.

ARTNER, H. (1996). "Beobachtungen an der Zwerg-Breitrandschildkröte *Testudo weissingeri* in Messenien/Griechenland und Diskussion über die Validität ihres Artstatus." Emys 3(3): 5-12.

* Zeitschriftentitelabkürzungen gemäß:

List of journals indexed in Index Medicus. [Entrez Journals database]

Bethesda, MD: National Library of Medicine.

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=jounals

AUFFENBERG, W. und IVERSON, J. B. (1979). Demography of terrestrial turtles. In: Turtles. Perspectives and research. M. Harless und H. Morlock. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, John Wiley & Sons**:** 541-569.

BAUER, C. (2006). Untersuchungsmethoden. In: Veterinärmedizinische Parasitologie. T. Schnieder. Stuttgart, Paul Parey Verlag. 6**:** 84-104.

BAUR, M. (2002). Untersuchungen zur vergleichenden Morphologie des Gastrointestinaltraktes der Schildkröten. München, Ludwig-Maximilians-Universität, Diss.

BAUR, M. und HOFFMANN , R. W. (2000). "Die Verdauung der Landschildkröte unter Berücksichtigung der anatomischen Strukturen." Fachmagazin Schildkröte 2: 17-21.

BEAUPRE, S. J., DUNHAM, A. E. und OVERALL, K. L. (1993). "The effects of consumption rate and temperature on apparent digestibility coefficient, urate production, metabolizable energy coefficient and passage time in Canyon Lizards (*Sceloporus merriami*) from two populations." Funct Ecol 7: 273-280.

BERGER, P. J. und BURNSTOCK, G. (1979). Autonomic Nervous System. In: Biology of the Reptilia. C. N. Gans, R. G. & Ulinski, P. London, Academic Press. 10, Neurology**:** 21-26.

BJORNDAL, K. A., BOLTEN, A. B. und MOORE, J. E. (1990). "Digestive fermentation in herbivores: effect of food particle size." Physiol Zool 63: 710-721.

BOUAMER, S. und MORAND, S. (2000). "Oxyuroids of Palearctic Testudinidae: New definition of the genus Thaparia Ortlepp, 1933 (Nematoda: Pharyngodonidae), redescription of *Thaparia thapari thapari*, and descriptions of two new species." Comp Parasitol 67(2): 169-180.

BOUAMER, S. und MORAND, S. (2002). "Description of *Tachygonetria combesi n. sp.* and redescription of four species of *Tachygonetria* Wedl, 1862 (Nematoda: Pharyngodonidae), with a new diagnosis of the genus." Syst Parasitol 53: 121-139.

BOUAMER, S. und MORAND, S. (2003). "Description of two new species of the genus *Tachygonetria* Wedl, 1862 (Nematoda-Pharyngodonidae) and discussion of the relationships among the species of the genus." Parasitol Res 91: 68-73.

BOUAMER, S., MORAND, S. und BOURGAT, R. (2001a). "Oxyurids of Palearctic Testudinidae- new definition for Alaeuris Seurat, 1918 (Nematoda: Pharyngodonidae) and redescription of *Alaeuris numidica* (Seurat, 1918)." J Parasitol 87(1): 128-133.

BOUAMER, S., MORAND, S. und BOURGAT, R. (2001b). "Redescription of *Mehdiella microstoma* and description of *Mehdiella petterae sp. n.*, with a new definition of the genus *Mehdiella* Seurat, 1918 (Nematoda: Pharyngodonidae)." Folia Parasitol 48: 132-138.

BOUAMER, S., MORAND, S. und KARA, M. (2003). "Redescription of four species of *Mehdiella* from Testudinidae, with a key to the species and discussion on the relationships among the species of this genus." Parasite 10: 333-342.

BOUR, R. (1980). "Une nouvelle espece de tortue terrestre dans le Peloponnése (Gréce)." Dumerilia(2): 23-52.

BOYER, T. B. und BOYER, D. M. (2006). Turtles, Tortoises and Terrapines. In: Reptile Medicine and Surgery D. R. Mader. Philadelphia, Saunders Company. 2**:** 78-99.

BUCHERT, P. (2007). "Die naturnahe Freilandanlage zur artgerechten Haltung mediterraner Landschildkröten." DRACO 32(4): 35-41.

CAPELLI, G., BORSATO, E., STANCAMPIANO, L., BOZZOLAN, G. und PIETROBELLI, M. (1998). "Epidemiology of gastrointestinal parasites of tortoises (*Testudo hermanni boettgeri*) in captivity." Parassitologia 40: 29.

CHABAUD, A. G. (1978). No 6: Keys to genera of the Superfamilies Cosmocercoidea, Seuratoidea, Heterakoidea and Subuluroidea. In: CIH Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates (1974-1980). R. C. Anderson, A. G. Chabaud und S. Willmott, Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Bucks. zit. nach Olbrich, G. M. (2003): Darmparasiten und deren Therapiemöglichkeiten bei herbivoren Landschildkröten. München, Ludwig-Maximilians-Universität, Diss.

CLAUSSEN, J. (1981). Untersuchungen über den Wurmbefall von Landschildkröten und Therapieversuche mit neueren Anthelminthika. München, Ludwig-Maximilians-Universität, Diss.

CRINGOLI, G., RINALDI, L., VENEZIANO, V., CAPELLI, G. und SCALA, A. (2004). "The influence of flotation solution, sample dilution and the choice of McMaster slide area (volume) on the reliability of the McMaster technique in estimating the faecal egg counts of gastrointestinal strongyles and *Dicrocoelium dentriticum* in sheep." Vet Parasitol 123: 121-131.

CRUMLY, C. R. (1984). The evolution of the Land Tortoises (Family Testudinidae). Unpubl. Dissertation. Newmark, New Jersey, Rutgers Univ.**:** 424+421.

DENNERT, C. (2000). "Verwendung von Heucobs als Ergänzungsfuttermittel für Landschildkröten." DRACO 2: 52-55.

DENNERT, C. (2005). Ernährung von Landschildkröten. Münster, Natur und Tier-Verlag GmbH.

DEVAUX, B. (2008). "Die Aldabra-Riesenschildkröte, *Dipsochelys dussumieri*." REPTILIA 69: 56-63.

DIAZ-FIGUEROA, O. und MITCHELL, M. A. (2006). Gastrointestinal anatomy and physiologie. In: Reptile Medicine and Surgery. D. R. Mader. Philadelphia, Saunders Company**:** 145-162.

DITTMANN, I. (1965). "Untersuchungen über Magen-Darm-Nematoden aus der griechischen Landschildkröte (*Testudo hermanni* L.)." Helminthologia 6: 181-203.

DONOGHUE, S. (1996). "Veterinary nutritional management of amphibians and reptiles." J Am Vet Med Assoc 208(11): 1816-1820.

DONOGHUE, S. und LANGENBERG, J. (1994). "Clinical nutrition of exotic pets." Aust Vet J 71: 337-341.

DONOGHUE, S. und MCKEOWN, S. (1999). "Nutrition of captive reptiles." Vet Clin North Am Exotic Anim Pract 2: 69-91.

DUBININA, M. H. (1949). "Ecological investigation of the parasite of the tortoises *Testudo horsfieldii* Gray of Tadzhikistan." Parasitol Sbor Zool Muz Akad Nauk SSSR 11: 61-97.

ECKERT, J. (2000). Helminthologische Untersuchungsmethoden. In: Veterinärmedizinische Parasitologie. M. Rommel, J. Eckert, E. Kutzer, W. Körting und T. Schnieder. Berlin, Parey Buchverlag**:** 69-85.

ECKERT, J., FRIEDHOFF, K.-T., ZAHNER, H. und DEPLAZES, P., Eds. (2005). Lehrbuch der Parasitologie für die Tiermedizin. Stuttgart, Enke Verlag.

EGER, G. (2006). Unterschiede in der Haltung der verschiedenen Griechischen Landschildkröten, *Testudo hermanni hermanni*, *T.h. boettgeri* und *T.h. hercegovinensis* anhand von jahrelangen Beobachtungen. In: Schildkröten im Fokus- Sonderband. M. Daubner und T. Vinke. Bergheim, dauvi-Verlag**:** 27-38.

EKSAEVA, V. A. (1958). "The histological structure of the esophagus of certain cold-blooded vertebrates." Proc Acad Sci USSR 118: 42-46.

FEHRLE, S. (1999). Untersuchungen zur Verdaulichkeit von Mischfutter beim Pferd in Abhängigkeit von der Rauhfutteraufnahme. München, Ludwig-Maximilians-Universität, Diss.

FERNANDES-GREGO, K., GARDINER, C. H. und CATAO-DIAS, J. L. (2004). "Comparative pathology of parasitic infections in free-ranging and captive pit vipers (*Bothrops jararaca*)." Vet Rec 154: 559-562.

FORSTNER, M. J. (1960). "Ein Beitrag zur Kenntnis parasitischer Nematoden aus griechischen Landschildkröten." Z Parasitenkd 20: 1-22.

FORSTNER, M. J. (1983). "Untersuchungen zur medikamentellen Bekämpfung der Helminthen von Landschildkröten." Vet Med Nachr 1: 10-15.

FRANK, W. (1981). Endoparasites. In: Diseases of reptilia. J. E. Cooper und O. F. Jackson. London and New York, Academic Press. 1**:** 291-358.

FRANK, W. (1985). Amphibien und Reptilien. In: Heimtierkrankheiten. E. Isenbügel und W. Frank. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer**:** 162-320.

FRITZ, U. und BININDA-EMONDS, O. R. P. (2007). "When genes meet nomenclature: Tortoise phylogeny and the shifting generic concepts of *Testudo* and *Geochelone*." Zoology 110: 298-307.

FRITZ, U., BISCHOFF, W., MARTENS, H. und SCHMIDTLER, J. F. (1996). "Variabilität syrischer Landschildkröten (*Testudo graeca*) sowie zur Systematik und Zoogeographie im Nahen Osten und in Nordafrika." herpetofauna 18(104): 5-14.

FRITZ, U. und HAVAS, P. (2007). "Checklist of Chelonians of the world." Vertebrate Zoology 57(2): 149-368.

FRITZ, U., SIROKY, P., KAMI, H. und WINK, M. (2005). "Environmentally caused dwarfism or a valid species- Is *Testudo weissingeri* Bour, 1996 a distinct evolutionary lineage? New evidence from mitochondrial and nuclear genomic markers." Mol Phylogenet Evol 37: 389-401.

FRYE, F. (1991). Biomedical and Surgical Aspects of Captive Reptile Husbandry. Malabas, Krieger Publishing Company.

GABRIEL, S. (2006). Die Maurische Landschildkröte *Testudo graeca ibera*. In: Schildkröten im Fokus-Sonderband. M. Daubner und T. Vinke. Bergheim, dauvi-Verlag**:** 91-102.

GAGNO, S. (2006). Parasitologie des Cheloniens Helminthes.

GASPERETTI, J., STIMSON, A. F., MILLER, J. D., ROSS, J. P. und GASPERETTI, P. R. (1993). "Turtles of Arabia." Fauna Saudi Arabia, Riad(13): 170-367.

GIANNETTO, S., BRIANTI, E., POGLAYEN, G., SORGI, C., CAPELLI, G., PENNISI, M. G. und COCI, G. (2007). "Efficacy of oxfendazole and fenbendazole against tortoise (*Testudo hermanni*) oxyurids." Parasitol Res 100: 1069-1073.

GIBSON, T. E. (1965). "Examination of feces for helminth eggs and larvae." Vet Bull 35: 403-410.

GISLER, R. (2002). Verdauungsphysiologische Untersuchungen bei Galápagos-Riesenschildkröten (*Geochelone nigra*). Zürich, Universität Zürich, Diss.

GMIRA, S. (1993). "Nouvelles données sur les espèces actuelles de *Testudo* (Chelonii, Testudininae)." Bull Soc Herp Fr 65/66: 49-56.

GÖBEL, T. und SCHULZE, H. (2005). Teil III Reptilien. In: Heimtierkrankheiten. T. Göbel und A. Ewringmann. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer 408-412.

GOLDBERG, S. R. und BURSEY, C. R. (1992). "Prevalence of the nematode *Spauligodon giganticus* (Oxyurida; Pharyngodonidae) in neonatal Yarrow´s spiny lizards *Sceloporus jarrovii* (Sauria; Iguanidae)." J Parasitol 78: 539-541.

GREINER, E. C. und MADER, D. R. (2006). Parasitology. In: Reptile Medicine and Surgery. D. R. Mader. Philadelphia, Saunders Company**:** 343-364.

HÄFELI, W. und ZWART, P. (2000). "Panzerweiche bei jungen Landschildkröten und deren mögliche Ursachen." Prakt Tierarzt 81(2): 129-132.

HASSLINGER, M.-A. (1999). Parasitologische Diagnostik. In: Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin. D. Kraft. Stuttgart, Schattauer Verlagsgesellschaft**:** 288-317.

HATT, J.-M. und HONEGGER, R. E. (1997). "Erfahrungen und Beobachtungen bei der Aufzucht von Galápagos-Riesenschildkröten (Geochelone (elephantopus) nigra) im Zoo Zürich." Internationales Symposium über die Erkrankungen der Zootiere 38: 131-135.

HOLT, P. E. (1978). "Radiological studies of the alimentary tract in two Greek tortoises (*T. graeca*)." Vet Rec 103: 198-200.

HOMINICK, W. M. und DAVEY, K. G. (1973). "Food and spatial distribution of adult male and female pinworms parasitic in the hindgut of *Periplaneta americana*." Int J Parasitol 3: 759-771.

HUKUHARA, T., NAITOH, T. und KAMEYAMA, H. (1975). "Observations on the gastrointestinal movements of the tortoise (*Geoclemmys revesii*) by means of the abdominal window technique." Jpn J Smooth Muscle Res 11: 39-46.

IVERSON, J. B. (1992). A revised checklist with distribution maps of the turtles of the world. Richmond, Ind., Privatdruck.

JACKSON, O. F. (1980). "Weight and measurement data on tortoises (*Testudo graeca* and *Testudo hermanni*) and their relationship to health." J Small Anim Pract 21: 409-416.

KAMPHUES, J., COENEN, M., KIENZLE, E., PALLAUF, J., SIMON, O. und ZENTEK, J., Eds. (2004). Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung. Alfeld-Hannover, Verlag M. & H. Schaper

KANE, K. K., CORWIN, R. M. und BOEVER, W. J. (1976). "Impaction due to oxyurid infection in a Fiji Island Iguana." Vet Med Small Anim Clin 71: 183-184.

KARASOV, W. H., PETROSSIAN, E., ROSENBERG, L. und DIAMOND, J. M. (1986). "How do food passage rate and assimilation differ between herbivorous lizards and nonruminant mammals?" J Comp Physiol [B] 156: 599-609.

KAUFMAN, J., Ed. (1996). Parasitic infections of domestic animals. Basel, Birkhauser Verlag

KERN, P. (2007). "Artgerechte Haltung und Vermehrung der Griechischen Landschildkröte." DRACO 32: 61-73.

KIRCHGEßNER, M. (1997). Tierernährung. Frankfurt am Main, DLG-Verlags-GmbH.

KIRKWOOD, J. K. (1991). "Energy requirements for maintenance and growth of wild mammals, birds and reptiles in captivity." J Nutr 121: 29-34.

KÖLLE, P. (2000). "Landschildkröten- Die häufigsten Parasitosen." Kleintier konkret 1: 19-22.

KÖLLE, P., Ed. (2009). Die Schildkröte - Heimtier und Patient. Stuttgart.

KOTB, A. R. und LUCKEY, T. D. (1972). "Markers in nutrition." Nutrition Abstracts and Reviews 42(3): 813-839.

KRAEMER, A. (2005). Validierung ausgewählter koproskopischer Untersuchungsmethoden zum direkten Nachweis parasitärer Stadien verschiedener Parasitenspezies der Haussäugetiere. Hannover, Tierärztliche Hochschule, Diss.

KUTZER, E. (1985). Parasitäre Erkrankungen. In: Handbuch der Zootierkrankheiten. R. Ippen, H.-D. Schröder und K. Elze. Berlin, Akademie Verlag. 1**:** 367-423.

LAGARDE, F., BONNET, X. und BOUR, R. (2004). "*Agrionemys horsfieldii* (GRAY,1844) et espèces affines." Manouria (Numéro spécial Testudo) 7(22): 47-49.

LAPPARENT DE BROIN, F. D., BOUR, R., PARHAM, J. F. und PERÄLÄ, J. (2006). "Eurotestudo, a new genus for the species *Testudo hermanni* GMELIN, 1789." C R Palevol 5: 803-811.

LAWRENCE, K. und JACKSON, O. F. (1982). "Passage of ingesta in tortoises." Vet Rec Nov. 20: 492-493.

LIMBERGER, M. (2002). Übertragung von Oxyureninfektionen bei Reptilien und parasitologische Bestandsuntersuchungen bei Reptilien und Amphibien. Marburg, Tectum Verlag.

LOVERIDGE, A. und WILIAMS, E. E. (1957). "Revision of the African tortoises and turtles of the suborder Cryptodira." Bull Mus comp Zool Harv Coll 115: 163-557.

MAYER, R. (1996). Europäische Landschildkröten (Leben-Haltung-Zucht). Kempten, AVA-Agrar-Verlag-Allgäu.

MEHLHORN, H., DÜWEL, D. und RAETHER, W. (1993). Parasiten bei Reptilien und Amphibien. In: Diagnose und Therapie von Haus-, Nutz- und Heimtieren. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag**:** 435-462.

MEIENBERGER, C., WALLIS, I. R. und NAGY, K. A. (1993). "Food intake rate and body mass influence transit time and digestibility in the Desert Tortoise (*Xerobates agassizii*)." Physiol Zool 66(5): 847-862.

MES, T. H. M., PLOEGER, H. W., TERLOU, M., KOOYMAN, F. N. J., VAN DER PLOEG, M. P. J. und EYSKER, M. (2001). "A novel method for the isolation of gastrointestinal nematode eggs that allows automated analysis of digital images of egg preparations and high throughput screening." Parasitology 123: 309-314.

MEYER, J. (1998). "Gastrografin® as a gastrointestinal contrast agent in the greek tortoise (*Testudo hermanni*)." J Zoo Wildl Med 29(2): 183-189.

MOSER, H. (1973). Die Wurmparasiten des Verdauungstraktes der Schildkröten und Versuche zu ihrer Bekämpfung. München, Ludwig-Maximilians-Universität, Diss.

MUTSCHMANN, F. (2006). Parasitosen der Reptilien. In: Veterinärmedizinische Parasitologie. T. Schnieder. Stuttgart, Parey Verlag**:** 739-769.

O`GRADY, S. P., MORANDO, M., AVILA, L. und DEARING, M. D. (2005). "Correlating diet and digestive tract specialization: Examples from the lizard family Liolaemidae." Zoology 108: 201-210.

OBST, F. J. (1988). Die Welt der Schildkröten. Zürich, Müller Rüschlikon Verlag.

OLBRICH, G. (2003). Darmparasiten und deren Therapiemöglichkeiten bei herbivoren Landschildkröten. München, Ludwig-Maximilians-Universität, Diss.

PANTCHEV, N. (2005). Parasitosen bei Reptilien (Schlangen, Schildkröten und Echsen). In: Praktische Parasitologie bei Heimtieren. W. Beck. Hannover, schlütersche Verlagsgesellschaft**:** 229-293.

PANTCHEV, N., VRHOVEC, M. G. und NORDEN, C. (2004). Recent Investigation on Endoparasites in Reptiles. In: Proceedings of the 7th International Symposium on Pathology and Medicine in Reptiles and Amphibians. J. Seybold und F. Mutschmann. Berlin, Edition Chimaira**:** 104-108.

PERÄLÄ, J. (1999). Morphological variation among Palaearctic tortoises of the *Testudo graeca* complex with a focus on the Levantine-Libyan distribution, taxonomy and phylogenies within the genus *Testudo* (Chelonia: Testudinidae), University of Bristol: Faculty of Science, School of Biological Sciences.

PETERS, B. G. und LEIPER, J. W. G. (1940). "Variations in dilution-counts of helminth eggs." J Helminthol 18: 117-142.

PETTER, A. J. (1963a). "Équilibre des espèces dans les populations de nématodes parasites du côlon des Tortues terrestres." C R Acad Sci Paris 257: 2152-2154.

PETTER, A. J. (1963b). "Équilibre des espèces et des phénomènes de vicariance dans les populations de Nématodes parasites du côlon des Tortues terrestres " C R Acad Sci Paris 257: 4016-4018.

PETTER, A. J. (1966). "Équilibre des espèces dans les populations de Nématodes parasites du côlon des Tortues terrestres." Mémoires du Muséum National d´Histoire Naturelle Paris, Série A Zoologie 39: 1-252.

PETTER, A. J. und QUENTIN, J.-C. (1976). No. 4: Keys to the genera of the Oxyuroidea. In: CIH Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates (1974-1980). R. C. Anderson, A. C. Chabaud und S. Willmott, Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Bucks: 11.2-11.3. zit. nach Olbrich, G.

M. (2003): Darmparasiten und deren Therapiemöglichkeiten bei herbivoren Landschildkröten. München, Ludwig-Maximilians-Universität, Diss.

PHILIPPEN, H.-D. (2004). "Breitrandschildkröten- die imposantesten und größten Landschildkröten Europas." MARGINATA 1(1): 10-17.

PIEH, A. (2000). "Arten und Unterarten der Landschildkröten des Mittelmeergebietes." DRACO 2(2): 4-17.

PIEH, A. und PERÄLÄ, A. (2004). "Variabilität der Maurischen Landschildkröten (*Testudo graeca* LINNAEUS, 1758 - Komplex) im zentralen und nordwestlichen Marokko mit Beschreibung zweier neuer Taxa." Herpetozoa 17(1-2): 19-47.

PIEH, A. und PHILIPPEN, H.-D. (2007). "Mediterrane Landschildkröten." DRACO 32(4): 4-34.

PRYOR, G. S. und BJORNDAL, K. A. (2005). "Effects of the nematode *Gyrinicola batrachiensis* on development, gut morphology and fermentation in Bullfrog Tadpoles (*Rana catesbeiana*): A novel mutualism." J Exp Zool 303A: 704-712.

REICHENBACH-KLINKE, H.-H. (1977). Krankheiten der Reptilien. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag.

ROBERTS, F. H. S., O`SULLIVAN, P. J. und RIEK, R. F. (1951). "The significance of fecal egg counts in the diagnosis of parasitic gastro-enteritis of cattle." Aust Vet J 27: 16-18.

ROMMEL, M. (2000). Protozoologische Methoden. In: Veterinärmedizinische Parasitologie. M. Rommel, J. Eckert, E. Kutzer, W. Körting und T. Schnieder. Berlin, Parey Buchverlag**:** 61-68.

RÜSCHOFF, B. und CHRISTIAN, B., Eds. (2007). Reptilienpraxis- Falldarstellung wichtiger Reptilienerkrankungen. Offenbach, Herpeton Verlag.

SASSENBURG, L. (2000a). "Beiträge zu den Erkrankungen der Geschlechtsorgane von Reptilien aus klinischer Sicht." Prakt Tierarzt 81(2): 142-149.

SASSENBURG, L. (2000b). Schildkrötenkrankheiten. Ruhmannsfelden, bede-Verlag GmbH.

SASSENBURG, L. und ZWART, P. (2008). Schildkröten. In: Krankheiten der Heimtiere. M. Fehr, L. Sassenburg und P. Zwart. Hannover, Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG**:** 653-737.

SCHAD, G. A. (1963). "Niche diversification in a parasitic species flock." Nature 198: 404-406.

SCHEINERT, P., HOFFMANN, R. W., FISCHER-SCHERL, T. und REITMEIER, R. (1992). "Reptilien als Patienten in der tierärztlichen Praxis." Tierarztl Prax 20: 307-320.

SCHIECK, J. O. und MILLAR, J. S. (1985). "Alimentary tract measurements as indicators of diets of small mammals." Mammalia 49(1): 93-104.

SCHLEICH, H.-H., KÄSTLE, W. und KABISCH, K. (1996). Amphibians and Reptiles of North Africa. Königstein, Koeltz Sientific Books.

SCHNELLER, P. und PANTCHEV, N. (2008). Parasitologie bei Schlangen, Echsen und Schildkröten - Ein Handbuch für die Reptilienhaltung. Frankfurt am Main, Edition Chimaira.

SIMON, O. (2008). Ernährungsphysiologie. In: Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. H. Jeroch, W. Drochner und O. Simon. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer**:** 15-162.

SKOCZYLAS, R. (1978). Physiology of the digestive tract. In: Biology of the reptilia. C. Gans und K. A. Gans. New York, Academic Press London. 8**:** 589-669.

SKOCZYLAS, R. (1978). Physiology of the Digestive Tract. in: Biology of the Reptilia. C. Gans und K. A. Gans. London, Academic Press. 8**:** 589-657.

SKRJABIN, K. I., SHIKHOBALOVA, N. P. und LAGODOVSKAYA, E. A. (1974, 1976). Oxyuroidea of Animals and Man, Part 1 Oxyuroidea. In: Essentials of Nematology. K. I. Skrjabin. Jerusalem, Isralic Programm for Scientific Translations, Keter Publishing House. Vlll.

SWINGLAND, I. R. und FRAZIER, J. G. (1980). The conflict between feeding and overheating in the Aldabran Giant Tortoise. Cotswold Herpetological Symposium Proceedings 1979.

TELFORD, S. R. (1971). "Parasitic diseases of reptiles." J Am Vet Med Assoc 159(11): 1644-1652.

TEOW, W. L., CHAN, P. P., CHAN, Y. C., YAP, E. H., ZAMAN, V. und SINGH, M. (1992). "A survey of Blastocystis in reptiles." Parasitol Res 78: 453-455.

TRAVERSA, D., CAPELLI, G., IORIO, R., BOUAMER, S., CAMELI, A. und GIANGASPERO, A. (2005). "Epidemiology and biology of nematodofauna affecting *Testudo hermanni*, *Testudo graeca* and *Testudo marginata* in Italy." Parasitol Res 98: 14-20.

TROYER, K. E. (1987). "Small differences in daytime body temperature affect digestion of natural food in a herbivorous lizard (*Iguana iguana*)." Comp Biochem Physiol 87A(3): 623-626.

VAN MARKEN LICHTENBELT , W. D. (1992). "Digestion in an ectothermic herbivore, the Green Iguana (*Iguana iguana*): Effect of food composition and body temperature." Physiol Zool 65(3): 649-673.

VINKE, S. und VINKE, T. (2006a). Bemerkenswertes über die Lebensweise der Breitrandschildkröte *Testudo marginata*. In: Schildkröten im Fokus-Sonderband. M. Daubner und T. Vinke. Bergheim, dauvi-Verlag 145-157.

VINKE, T. und VINKE, S. (2006b). Konkurrierende Modelle der wissenschaftlichen Systematik- oder *Eurotestudo* und *Agrionemys* contra *Testudo*. In: Schildkröten im Fokus- Sonderband. M. Daubner und T. Vinke. Bergheim, dauvi-Verlag 9-12.

VOGEL, S. (2000). Pflanzen, die unsere Schildkröten fressen dürfen. In: Über die Ernährung der Landschildkröten und die in Deutschland wildwachsenden Futterpflanzen. Linden, Staackmann Verlag. Sonderdruck des Heftes ll/2000**:** 7-36.

WALLER, P. J. (1989). "Anthelmintic resistance." SCA Tech Rep Ser 28: 26.

WERMUTH, H. und MERTENS, R. (1961). Schildkröten, Krokodile, Brückenechsen. Jena, Gustav Fischer Verlag.

WERNING, H. und WILMS, T. (2000). "Editorial." DRACO 2: 2.

WILMS, T. (2006). Die Steppenschildkröte, *Testudo horsfieldii*. Münster, Natur und Tier-Verlag GmbH.

YAMAGOUTI, S., Ed. (1961). The nematodes of vertebrates. In: Systema Helminthum. New York, Interscience Publishers, Inc.

ZENTEK, J. und DENNERT, C. (1997). "Fütterung von Reptilien: Praxis und Probleme." Tierarztl Prax 25: 684-688.

ZERVOS, S. (1988a). "Population dynamics of a thelastomatid nematode of cockroaches." Parasitology 96: 353-368.

ZERVOS, S. (1988b). "Evidence for population self-regulation, reproductive competition and arrhenotoky in a thalastomatid nematode of cockroaches." Parasitology 96: 369-379.

10 Anhang

10.1 Fragebogen

Fragebogen zum Oxyurenbefall

Datum:
Besitzer:

Rasse:
Griechische Landschildkröte: ☐
Maurische Landschildkröte: ☐
Vierzehenschildkröte: ☐
Breitrandschildkröte: ☐
unbestimmt: ☐

Geschlecht: m ☐ w ☐
Alter:
Name (bei Haltung mehrerer Schildkröten):
Haltungsform (Terrarium/Freiland/sonstige):
Einzeltier/Gruppenhaltung (wie viele?):
Grund der Kotprobeneinsendung:

Krankheitsgeschichte/Vorbehandlungen:

frühere Entwurmungen (wann?,womit?,wie oft?,therapeutisch o. prophylaktisch?):

Symptome (bitte unterstreichen und/oder ergänzen):
-Symptome einer Atemwegserkrankung (Schnupfen, Atemnot, usw.)
-Durchfall
-Appetitlosigkeit
-Teilnahmslosigkeit
-Gewichtsverlust
-Zurückfluss von Nahrung in die Maulhöhle/Erbrechen
-Kloaken- o. Penisvorfall
-Verstopfung
-Kümmern von Jungtieren (trotz guter Futteraufnahme)
-Fruchtbarkeitsstörungen
-Panzeranomalie (weich, verformt, usw.)
-Unruhe
-fehlende Bereitschaft zum Winterschlaf
-Nahrungsverweigerung nach Winterschlaf
-sonstige:

Abbildung 25: Exemplar eines Fragebogens, der von den Einsendern vor der parasitologischen Untersuchung der Schildkrötenkotproben auszufüllen war

10.2 Parasitologische Kotuntersuchungen

Tabelle 43: Auflistung der Fragebogenangaben und der zugehörigen Ergebnisse von Nativ- und McMaster-Untersuchung von 276 Schildkröten

Nr	A	G	Al	H	V	Ein	An	E	Symptome	Nativ	Ox	Flg	Hex	Zil	and.Wür	Amö	Bla	Sonstige	McMaster
1	1	w	2	1	1	1	0	0	10,5	3	4	1	1	2	1	1	1	1	8.267
2	1	0	2	1	1	1	0	2	1	3	3	1	1	2	1	1	1	1	1
3	1	w	2	2	2	3	1	0	3,13	2	3	1	1	1	1	1	1	1	12.933
4	2	m	1	0	0	1	0	0	5	3	4	1	1	3	1	1	1	1	0
5	1	m	1	1	0	1	0	0	5,9	3	4	1	1	3	1	1	1	1	0
6	1	0	2	0	0	2	0	0	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	0
7	4	m	3	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
8	1	m	2	0	0	2	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
9	1	m	3	0	0	2	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	3	1	3	1	1	1	1	0
11	1	0	2	0	0	2	0	0	1	4	1	2	1	1	1	1	1	1	0
12	2	w	0	0	2	2	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
13	2	m	2	0	0	4	0	1	0	4	1	1	1	2	1	1	1	1	0
14	4	m	1	0	0	2	0	0	1	4	1	1	1	1	4	1	1	1	0
15	1	w	2	0	0	4	0	1	0	3	2	4	1	1	1	1	1	1	222
16	2	m	2	0	2	3	0	0	7	2	4	1	1	1	1	1	1	1	4.800
17	2	0	1	2	2	4	0	1	0	3	2	3	1	1	1	1	1	1	1
18	1	0	2	2	0	3	2	4	7,13	2	4	1	1	1	1	1	1	1	0
19	1	m	3	1	1	4	2	1	1	3	2	3	1	1	1	1	1	1	333
20	2	w	3	1	1	3	0	1	5,10,14	2	4	1	1	1	1	1	1	1	3.267
21	1	w	2	1	2	1	2	4	1	4	1	1	1	1	2	1	1	1	0
22	1	m	2	0	0	2	2	0	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	0
23	1	0	2	2	1	1	0	4	2	3	4	3	1	1	1	1	1	1	3.400
24	1	0	2	0	0	2	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
25	1	w	2	1	2	1	2	4	1	4	1	4	1	1	1	1	1	1	0
26	1	m	2	1	2	0	0	0	0	4	1	1	1	3	1	1	1	1	0
27	3	0	2	1	1	0	0	5	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
28	1	w	2	0	0	4	0	1	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0
29	4	m	2	1	1	1	0	2	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
30	1	0	2	1	2	4	0	1	0	4	1	2	1	1	1	1	1	1	0
31	1	w	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
32	4	w	3	0	0	2	0	0	1	4	1	1	1	1	2	1	1	1	0
33	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	3	1	1	1	1	1	1	1.200
34	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	2	1	1	1	1	1	1	0
35	2	0	2	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
36	1	m	0	1	0	0	0	0	0	4	1	1	1	1	1	1	3	5	0
37	1	m	2	0	0	3	0	2	9	3	4	1	1	2	1	1	1	1	0
38	1	w	2	1	2	1	0	0	0	4	1	4	1	1	5	1	1	1	0
39	1	w	2	1	2	1	0	0	0	4	1	4	1	1	5	1	1	1	0
40	1	m	2	1	2	1	0	0	0	4	1	4	1	2	1	1	1	1	0
41	1	0	2	0	2	4	0	1	0	4	1	4	1	1	1	1	1	1	0
42	1	0	2	0	2	4	0	1	0	4	1	4	1	1	1	1	1	1	0

Nr	A	G	Al	H	V	Ein	An	E	Symptome	Nativ	Ox	Flg	Hex	Zil	and.Wür	Amö	Bla	Sonstige	McMaster
43	1	0	2	0	2	4	0	1	0	4	1	3	1	2	1	1	1	1	0
44	1	0	2	0	2	4	0	1	0	4	1	3	1	1	1	1	1	1	0
45	1	0	2	0	2	4	0	1	0	4	1	2	1	3	1	1	1	1	0
46	1	0	2	2	2	3	2	4	2,9,10	4	1	4	1	1	1	1	1	1	0
47	1	0	2	0	2	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
48	1	0	2	0	2	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
49	1	0	2	2	2	2	2	2	1	4	1	4	1	1	1	1	1	1	0
50	1	3	2	0	0	2	0	0	1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	0
51	4	m	0	0	2	0	0	2	7,9	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0
52	1	0	1	1	0	2	0	0	1	3	4	2	1	1	1	1	1	1	5.467
53	4	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0
54	1	0	1	0	0	4	0	0	0	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1
55	1	0	2	1	2	3	1	0	2	3	2	3	1	3	1	1	1	1	0
56	1	w	2	0	0	0	0	0	0	3	2	1	1	3	1	1	1	1	133
57	3	0	1	2	2	2	0	0	7	3	3	2	1	1	1	1	1	1	10.267
58	1	w	2	0	0	2	0	0	1	4	1	1	1	2	1	1	1	1	0
59	1	w	3	0	0	0	0	0	0	2	3	1	1	1	1	1	1	1	3.067
60	1	m	0	1	0	1	0	0	7,9	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1
61	2	0	2	1	2	1	0	0	0	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1.867
62	2	m	3	0	0	2	0	0	1	4	1	2	1	1	1	1	1	1	0
63	1	w	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
64	1	0	2	1	1	1	2	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
65	1	m	3	1	2	1	0	0	0	4	1	3	1	1	1	1	1	1	0
66	1	m	2	1	2	2	0	4	1	4	1	1	1	2	1	1	1	1	0
67	2	w	3	1	2	4	1	1	0	4	1	3	1	2	1	1	1	1	0
68	2	w	3	1	2	0	0	0	0	4	1	2	1	2	1	1	3	1	0
69	1	m	0	1	0	0	0	0	0	4	1	3	1	3	1	1	1	1	0
70	3	m	2	0	0	0	0	0	0	4	1	3	1	1	1	1	1	1	0
71	1	m	0	0	0	1	0	0	0	3	2	1	1	3	1	1	1	1	1
72	2	m	2	2	2	4	0	1	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0
73	1	w	1	2	1	4	0	1	7	3	3	1	1	2	1	1	1	1	0
74	2	m	3	0	0	1	0	0	0	4	1	2	1	1	1	1	1	1	0
75	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
76	1	w	1	2	2	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
77	1	w	1	2	2	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
78	1	w	2	1	2	3	0	0	14	4	1	1	1	2	1	1	1	1	0
79	3	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
80	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
81	2	0	2	2	2	4	0	1	0	4	1	1	1	2	1	1	1	1	0
82	1	m	2	0	0	2	0	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
83	1	w	0	0	0	4	0	0	0	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1
84	1	0	2	1	2	0	0	0	0	2	4	1	1	1	1	1	1	1	3.667
85	1	0	2	1	2	0	0	0	0	2	3	1	1	1	1	1	1	1	0
86	1	w	2	1	2	5	0	0	8,10	3	4	2	1	1	1	1	1	1	0
87	1	m	2	0	0	2	0	0	1	3	3	2	1	1	1	1	1	1	0
88	1	w	3	0	0	2	0	0	1	3	4	1	1	2	1	1	1	1	3.022

Nr	A	G	Al	H	V	Ein	An	E	Symptome	Nativ	Ox	Flg	Hex	Zil	and.Wür	Amö	Bla	Sonstige	McMaster
89	1	m	1	1	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
90	1	m	1	0	1	2	2	4	1	3	3	2	1	1	1	1	1	1	0
91	1	w	2	2	1	3	0	0	2,3,7	3	4	1	1	3	1	1	1	1	4.800
92	1	w	1	2	0	3	0	0	3,7,9	4	1	2	1	2	1	1	3	1	0
93	1	w	2	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
94	1	0	0	0	0	1	0	0	0	4	1	1	1	2	1	1	1	1	0
95	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
96	1	0	1	0	0	4	0	1	0	4	1	1	1	2	1	1	1	1	0
97	2	m	0	0	1	1	0	0	1	4	1	2	1	1	1	1	1	1	0
98	1	0	1	1	2	1	2	4	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
99	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	333
100	1	0	1	2	0	1	0	0	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	0
101	1	0	1	1	2	1	2	4	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0
102	1	0	2	1	0	4	0	1	0	3	2	3	1	1	1	1	1	1	133
103	3	0	2	2	0	4	1	1	0	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0
104	1	0	2	0	0	1	0	0	0	3	2	1	1	2	1	1	1	1	267
105	2	w	3	0	2	3	1	1	6,10,15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
106	1	m	2	0	0	3	0	0	6	4	1	4	1	1	1	1	1	1	0
107	1	w	3	0	0	2	0	0	1	3	2	2	1	2	1	1	1	1	267
108	1	m	2	2	2	4	0	1	0	3	2	2	1	1	1	1	1	1	267
109	1	m	2	1	0	4	1	1	0	4	1	2	1	1	1	1	1	1	0
110	1	w	2	1	2	2	2	2	1	4	1	2	1	1	1	1	1	1	0
111	1	0	2	1	2	0	0	0	4,9	3	4	3	1	3	1	1	1	1	12.978
112	1	0	2	1	2	0	0	0	6,9	3	4	3	1	3	1	1	1	1	13.300
113	1	0	1	2	1	1	2	4	1	3	2	1	1	4	1	1	1	1	267
114	1	w	2	2	1	2	0	0	7	4	1	4	1	1	1	1	1	1	0
115	3	m	2	2	2	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
116	3	m	2	2	2	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
117	1	m	2	1	0	0	2	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
118	2	w	3	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
119	4	m	0	2	2	3	0	0	5,7,13,16,17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
120	1	0	2	0	0	0	0	0	0	4	1	1	1	2	1	1	1	1	0
121	1	0	2	0	0	2	0	0	1	4	1	1	1	2	1	1	1	1	0
122	1	w	1	2	1	3	0	0	2,7,10,11	3	4	1	1	2	1	1	1	2	0
123	1	w	1	2	2	4	0	1	0	4	1	3	1	2	1	1	1	1	0
124	1	w	1	2	2	4	0	1	0	3	2	4	1	1	1	1	1	1	1
125	4	m	0	2	2	3	0	0	3,5,7,13,16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
126	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	3	1	1	1	1	1	1	133
127	1	m	3	1	0	3	0	0	10	3	3	2	1	2	1	1	1	1	0
128	1	m	2	1	1	2	2	3	1	3	3	2	1	3	1	1	1	1	0
129	2	w	2	0	2	4	1	1	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
130	2	0	0	0	0	4	0	1	0	4	1	1	1	3	1	1	1	1	0
131	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1	1	3	1	1	1	1	0
132	1	0	2	1	2	1	2	2	1	3	2	3	1	1	1	1	1	1	0
133	1	w	0	0	0	4	0	1	0	4	1	1	1	1	1	1	1	2	0
134	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

Nr	A	G	Al	H	V	Ein	An	E	Symptome	Nativ	Ox	Flg	Hex	Zil	and.Wür	Amö	Bla	Sonstige	McMaster
135	3	0	2	0	2	1	0	0	1	4	1	4	1	4	1	1	1	1	0
136	1	0	0	0	0	4	0	1	0	3	3	1	1	1	2	1	1	1	2.089
137	1	w	2	0	0	4	0	1	0	2	4	1	1	1	1	1	1	1	0
138	1	w	2	1	2	3	1	2	13	4	1	2	1	1	1	1	1	1	0
139	1	m	0	2	0	1	0	0	1	4	1	3	1	1	1	1	1	1	0
140	1	0	0	2	0	0	0	0	0	3	4	4	1	3	1	1	1	1	6.800
141	1	0	0	2	0	0	0	0	0	3	2	3	1	2	1	1	1	1	0
142	1	w	2	0	0	4	0	1	0	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1
143	1	w	3	2	2	2	0	0	1	3	4	2	1	1	1	1	1	1	8.933
144	1	m	3	2	0	3	0	0	5,7	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1.956
145	4	w	3	2	2	2	0	0	1	3	3	2	1	1	1	1	1	1	0
146	1	m	2	1	0	1	0	0	0	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1.867
147	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	4	1	2	1	1	1	1	0
148	1	0	0	0	3	0	0	0	0	3	3	2	1	2	1	1	1	2	0
149	1	m	0	0	3	0	0	0	0	2	3	1	1	1	1	1	1	2	0
150	1	0	1	2	2	3	0	0	7	3	4	2	1	1	1	1	2	1	0
151	4	w	0	0	0	2	1	5	1	4	1	3	1	1	1	2	1	1	0
152	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	1	1	1	2	1	1	1	0
153	4	w	3	1	1	0	0	0	1	4	1	3	1	1	1	1	1	1	0
154	4	0	2	1	1	0	0	0	0	3	2	2	1	2	1	1	1	1	0
155	1	w	1	2	1	3	0	0	2,5,6,10	3	4	1	1	2	1	1	1	1	0
156	2	m	2	1	1	2	0	3	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
157	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	2	1	1	1	1	1	1	0
158	4	w	3	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
159	4	m	2	1	1	3	1	0	3,5,10	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0
160	2	w	2	0	0	3	1	0	2	4	1	4	1	1	1	1	1	1	0
161	1	w	2	0	0	0	0	0	0	3	2	4	1	4	1	1	3	1	0
162	1	w	3	1	2	5	1	2	5,9,10,13	3	4	3	1	2	3	1	1	1	33
163	1	w	2	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
164	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0
165	2	m	2	2	1	0	0	2	0	4	1	2	1	1	1	1	1	1	0
166	2	0	2	1	2	2	0	0	1	4	1	2	1	1	1	1	1	1	0
167	1	0	2	1	2	2	0	0	1	4	1	3	1	1	1	1	1	1	0
168	1	m	3	1	2	2	0	0	1	4	1	4	1	2	1	1	1	1	0
169	1	m	2	1	0	3	1	4	7,8,13,16,18,19	3	4	2	1	2	1	1	1	1	0
170	2	m	2	1	0	0	0	2	0	4	1	2	1	1	1	1	1	1	0
171	1	m	3	1	1	0	0	0	0	4	1	2	1	3	1	1	1	1	0
172	2	w	3	1	1	3	1	0	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
173	1	m	2	1	2	2	2	2	1	4	1	2	1	2	1	1	1	1	0
174	2	0	0	0	0	3	0	0	0	2	3	1	1	1	1	1	1	1	0
175	2	0	3	0	0	2	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
176	1	0	2	0	2	4	1	1	0	4	1	2	1	3	1	1	1	1	0
177	1	w	2	0	0	2	0	0	1	3	4	1	1	3	1	1	1	1	6.800
178	4	0	0	0	0	4	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
179	1	w	2	1	2	3	0	0	0	4	1	1	1	1	2	1	1	1	0
180	1	w	0	0	2	3	2	0	2	3	4	4	1	1	1	1	1	1	3.733

Nr	A	G	Al	H	V	Ein	An	E	Symptome	Nativ	Ox	Flg	Hex	Zil	and.Wür	Amö	Bla	Sonstige	McMaster
181	1	m	2	1	1	3	2	4	19	3	4	2	1	2	2	1	1	1	0
182	4	w	2	0	2	4	2	1	1	4	1	3	1	1	1	1	1	1	0
183	4	w	0	0	0	2	0	0	1	3	4	2	1	2	1	1	1	1	0
184	1	0	0	0	0	4	1	1	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
185	1	m	2	1	2	4	0	1	1	4	1	3	1	4	1	1	1	1	0
186	1	w	2	1	2	4	0	1	1	4	1	1	1	4	1	1	1	1	0
187	1	0	2	1	2	2	0	0	1	3	4	2	1	2	1	1	1	1	0
188	1	m	2	1	2	3	2	2	9	3	4	3	1	4	1	1	1	1	0
189	1	w	2	1	2	2	0	0	1	3	2	3	1	2	1	1	1	1	0
190	1	m	2	0	2	0	0	0	0	3	2	3	1	1	1	1	1	1	933
191	1	0	1	2	2	0	0	0	0	3	3	4	1	2	1	3	1	1	0
192	1	0	1	2	0	0	0	0	0	4	1	3	1	1	1	2	1	1	0
193	4	0	2	0	0	3	1	0	12,2	4	1	4	1	2	1	1	1	3	0
194	1	0	0	1	2	3	1	0	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
195	1	w	2	1	2	3	1	0	7,13	1	1	1	1	1	1	1	1	5	0
196	2	w	3	1	2	3	1	0	3,5,10	3	3	4	1	3	1	3	1	1	0
197	1	m	2	1	2	2	2	4	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	0
198	1	0	1	1	2	2	2	4	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	0
199	1	0	1	1	2	2	2	4	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	0
200	1	0	1	2	2	4	1	1	7	4	1	2	1	1	1	1	1	1	0
201	1	w	3	1	2	0	2	2	0	3	2	4	1	2	1	1	1	1	0
202	1	w	3	1	2	0	2	2	0	3	2	3	1	2	1	1	1	1	0
203	2	m	2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	5	0
204	2	0	2	0	0	2	0	0	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	0
205	1	0	1	2	1	0	0	0	0	2	4	1	1	1	1	1	1	1	0
206	2	w	3	0	0	0	0	0	0	4	1	3	1	1	1	1	1	1	0
207	1	w	2	1	2	3	0	0	2,7,10,16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
208	1	w	2	1	2	0	0	0	0	4	1	3	1	2	1	1	1	1	0
209	1	w	3	1	2	3	1	1	2,9	4	1	4	1	2	1	2	1	3	0
210	1	w	3	1	2	0	0	0	0	3	3	4	1	1	1	2	1	1	2.667
211	3	0	2	2	0	3	1	2	7	3	4	2	1	1	1	1	3	1	24.800
212	1	m	2	1	2	3	1	0	7	4	1	1	1	2	1	1	1	1	0
213	1	w	2	1	2	2	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
214	1	m	2	1	2	2	0	0	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0
215	3	0	1	1	0	3	1	0	3,7	3	4	2	1	3	1	1	1	1	0
216	1	w	3	1	2	0	0	0	0	4	1	1	1	2	1	1	1	1	0
217	1	w	2	1	2	0	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	267
218	1	0	2	0	0	0	0	0	0	4	1	1	1	3	1	1	1	4	0
219	2	w	0	1	2	3	0	0	7	2	3	1	1	1	1	1	1	1	0
220	1	w	2	0	2	0	0	0	0	4	1	1	1	2	5	1	1	1	0
221	1	0	2	0	2	0	0	0	0	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0
222	1	m	2	0	2	0	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0
223	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	1	1	1	1	4	1	0
224	1	w	2	0	0	0	0	0	2	4	1	2	1	1	1	1	1	1	0
225	4	m	0	1	1	3	0	0	10	3	3	2	1	3	1	1	1	1	0
226	2	w	2	0	0	3	0	0	2,3	3	3	1	1	3	1	1	1	1	0

Nr	A	G	Al	H	V	Ein	An	E	Symptome	Nativ	Ox	Flg	Hex	Zil	and.Wür	Amö	Bla	Sonstige	McMaster
227	4	w	3	2	2	2	2	0	1	4	1	2	1	3	1	1	1	1	0
228	1	m	3	2	2	2	1	0	1	4	1	4	1	4	1	1	1	1	0
229	1	m	3	1	0	2	2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
230	1	w	3	1	2	3	1	0	2	4	1	3	1	1	1	1	4	1	0
231	1	w	0	0	0	0	0	0	2	4	1	1	2	1	1	1	1	3	0
232	2	m	2	0	0	2	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
233	1	m	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
234	4	w	3	0	0	2	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
235	4	m	3	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
236	1	w	3	0	1	0	0	0	0	4	1	4	1	1	1	1	1	1	0
237	1	w	3	1	0	3	0	0	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
238	1	w	2	1	2	3	2	2	21	3	2	1	1	2	1	1	1	1	1
239	1	w	2	0	0	2	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	0
240	1	m	3	1	2	3	1	0	5,10,16	4	1	4	1	1	1	1	1	1	0
241	1	0	1	2	2	4	1	1	3,7	4	1	1	1	2	1	1	1	7	0
242	3	0	1	0	2	4	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	4	0
243	3	0	1	0	2	4	0	1	0	4	1	1	1	3	4	1	1	1	0
244	2	0	1	0	0	2	0	0	1	3	3	1	1	2	1	1	1	1	0
245	2	0	2	0	0	0	0	0	1	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1
246	1	0	2	2	1	3	2	3	10,9	3	3	2	1	3	1	1	1	1	800
247	1	w	2	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
248	2	w	3	1	2	0	0	0	1	3	3	2	1	4	1	1	1	1	2.667
249	1	w	0	0	0	4	1	1	0	4	1	4	1	1	1	1	1	1	0
250	1	0	1	0	2	1	0	0	0	3	4	4	1	1	1	1	1	1	0
251	1	m	2	1	1	3	1	4	3,5,7,13,16	4	1	2	1	1	1	1	1	1	0
252	1	m	3	1	2	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
253	1	0	1	1	2	3	2	4	2,9,10	3	3	2	1	4	1	1	1	1	1.067
254	1	w	3	1	2	0	1	0	2,20	3	3	3	1	1	1	2	1	1	400
255	1	w	3	1	2	0	0	0	0	3	3	2	1	1	1	1	1	1	4.667
256	1	0	2	0	0	3	1	2	2,3,7	4	1	4	1	1	1	1	1	8	0
257	1	w	2	1	2	0	0	0	0	3	3	1	1	3	1	1	1	1	0
258	1	m	3	1	2	4	1	1	0	4	1	1	1	2	1	1	1	3	0
259	1	w	2	1	2	0	0	0	0	4	1	3	1	2	1	1	3	1	0
260	4	w	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
261	1	w	1	0	0	5	1	1	0	2	4	1	1	1	1	1	1	1	0
262	3	0	2	2	2	0	2	2	0	4	1	1	1	2	1	1	1	1	0
263	3	0	2	2	2	0	2	2	0	4	1	2	1	1	1	1	1	1	0
264	3	0	2	1	2	0	2	2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
265	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
266	4	w	3	0	0	2	0	0	1	4	1	3	1	2	1	1	1	1	0
267	1	0	1	0	0	4	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
268	1	w	2	1	2	2	0	0	1	3	2	3	1	1	1	1	1	1	333
269	1	w	2	1	2	3	0	2	2	4	1	4	1	3	1	1	1	1	33
270	1	m	3	1	2	2	0	2	1	3	2	2	1	2	1	1	1	1	667
271	3	m	3	0	0	2	0	0	1	4	1	3	1	1	1	1	1	1	0
272	1	w	3	1	2	0	2	2	0	3	3	1	1	2	1	1	1	1	5.733

Nr	A	G	Al	H	V	Ein	An	E	Symptome	Nativ	Ox	Flg	Hex	Zil	and.Wür	Amö	Bla	Sonstige	McMaster
273	1	m	3	1	2	2	2	2	1	3	4	1	1	2	1	1	1	1	13.133
274	1	0	2	1	2	0	0	2	0	4	1	3	1	1	1	1	1	4	0
275	1	0	2	1	2	3	2	5	9	3	4	1	1	3	1	3	1	4	0
276	1	0	1	2	1	0	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0

Nr = laufende Nummer

A = Art: 1 = *T. hermanni*; 2 = *T. graeca*; 3 = *T. marginata*; 4 = *T. horsfieldii*

G = Geschlecht: m = männlich; w = weiblich; 3 = Zwitter

Al = Alter: 1 = juvenil (0-2 Jahre); 2 = semiadult (>2-10 Jahre); 3 = adult (> 10 Jahre)

H = Haltungsform: 1 = mit Zugang zum Freiland; 2 = ohne Zugang zum Freiland

V = Vergesellschaftung: 1 = Einzelhaltung; 2 = Gruppenhaltung; 3 = Gemeinschaftshaltung mit *Pogona vitticeps*, *Geochelone sulcata*, *Iguana iguana*

Ein = Einsendungsgrund: 1 = Vorbereitung zur Hibernation; 2 = Routine, Tier erscheint gesund; 3 = Tier erscheint krank; 4 = Kontrolle nach Entwurmung; 5 = Tier verendet

An = Anamnese: 1 = krank/vorbehandelt innerhalb des letzten halben Jahres; 2 = gesund innerhalb des letzten halben Jahres

E = Entwurmung: 1 = innerhalb des letzten halben Jahres; 2 = länger als ein halbes Jahr her; 3 = mindestens 1x/Jahr; 4 = Tier ist noch nie entwurmt worden; 5 = frühere Entwurmung ohne Zeitangabe

Sym = Symptome: 1 = keine; 2 = Magen-Darmtrakt-Symptomatik; 3 = Respirationssymptomatik; 4 = Hibernationssymptomatik; 5 = Apathie/Schwäche; 6 = Unruhe; 7 = Panzer weich, Skelettanomalie, 8 = Kachexie; 9 = Gewichtsverlust; 10 = Anorexie/Inappetenz; 11 = Kümmern; 12 = Kloakenprolaps; 13 = Augen-Symptomatik; 14 = Nachziehen der Hintergliedmaßen; 15 = Pressen; 16 = blasse Schleimhäute; 17 = verstärkte Häutung; 18 = Exsikkose; 19 = Würmer im Kot; 20 = Legenot; 21 = Verfärbung/Veränderung des Urins

Nativ = Nativ-Untersuchung: 1 = negativ; 2 = Oxyuren-Monoinfektion; 3 = Oxyuren-Mischinfektion; 4 = ausschließlich andere Parasiten (keine Oxyuren)

Ox = Oxyuren: 1 = negativ; 2 = 1-10 Oxyurenstadien; 3 = 11-40 Oxyurenstadien; > 40 Oxyurenstadien

Flg = Flagellaten: 1 = negativ; 2 = 1-10 Flagellatenstadien; 3 = 11-40 Flagellatenstadien; > 40 Flagellatenstadien

Hex = Hexamiten: 1 = negativ; 2 = 1-10 Hexamitenstadien; 3 = 11-40 Hexamitenstadien; > 40 Hexamitenstadien

Zil = Ziliaten: 1 = negativ; 2 = 1-10 Ziliatenstadien; 3 = 11-40 Ziliatenstadien; > 40 Ziliatenstadien

and. Wür = andere Würmer: 1 = negativ; 2 = 1-10 Spulwurmeier; 3 = 11-40 Spulwurmeier, 4 = 1-10 Bandwurmeier; 5 = andere bzw. unbekannt

Amö = Amöben: 1 = negativ; 2 = 1-10 Entamoebastadien; 11-40 Entamoebastadien

Bla = Blastocystis: 1 = negativ; 2 = 1-10 Blastocystisstadien; 3 = 11-40 Blastocystisstadien; 4 = > 40 Blastocystisstadien

Sonstige: 1 = negativ; 2 = 1-10 Kokzidienstadien; 3 = > 40 Hefe-/Pilz-Stadien; 4 = *Monocystis* spp.; 5 = Nematoden/Parasiten aus Wildvögeln; 6 = 1-10 Hefe-/Pilze-Stadien; 7 = Milben; 8 = Naegleria-Amöben

0 = unbekannt

McMaster = McMaster-Untersuchung: 0 = keine McMaster-Untersuchung stattgefunden; 1 = negativ; 33 - 24.800 = EpG

10.3 Vergleich der Oxyureneizahl in Nativ- und McMaster-Untersuchung

Tabelle 44: Gegenüberstellung von nativ ermittelten Eizahlen und entsprechenden EpG-Werten

Eizahl Nativuntersuchung	EpG	Eizahl Nativuntersuchung	EpG
44	8.267	6	2.089
37	12.933	198	6.800
1	222	2	0
49	4.800	49	8.933
28	3.267	22	1.956
30	3.400	4	1.867
1	1.200	29	6.800
38	5.467	27	3.733
2	133	1	0
21	10.267	1	933
3	3.067	10	2.667
10	1.867	33	24.800
1	0	1	0
42	3.667	1	0
18	3.022	7	800
77	4.800	2	0
3	333	21	2.667
1	267	19	1.067
4	267	3	400
2	267	14	4.667
56	12.977	3	667
159	13.300	31	5.733
3	267	123	13.133
1	133		

10.4 Körpergewicht und Carapax-Länge von *T. graeca*

Tabelle 45: Körpergewichte, Carapax-Längen und Quotienten (Mittelwert ± Standardabweichung) von 36 gesunden *T. graeca*, jünger als sechs Monate (Jackson, 1980)

Carapax-Länge (mm)	Körpergewicht (g)	Quotient (MW ± SD)
30 - 39,9	9,8 - 19	0,39 ± 0,05
40 - 49,9	16 - 27,7	0,53 ± 0,08
50 - 59,9	29,6 - 48,2	0,69 ± 0,07
60 - 69,9	50 - 78,5	0,93 ± 0,09
70 - 79,9	80 - 112	1,31 ± 0,13
80 - 89,9	110 - 153	1,53 ± 0,23

10.5 Futteraufnahme der entwurmten und der mit Oxyuren infizierten Schildkrötengruppe

Tabelle 46: Tägliche Futteraufnahmemenge der entwurmten und der infizierten Schildkrötengruppe während des ersten Versuchsdurchlaufs

1. Durchlauf	Futteraufnahme in g	
	entwurmte Gruppe	infizierte Gruppe
1. Tag	2,4	2,8
2. Tag	0,6	1,6
3. Tag	1,6	2,4
4. Tag	2,2	2,4
5. Tag	2,6	2,4
6. Tag	2,4	2,8
7. Tag	2,1	2,7
8. Tag	0,5	1,5

Tabelle 47: Tägliche Futteraufnahmemenge der entwurmten und der infizierten Schildkrötengruppe während des zweiten Versuchsdurchlaufs

2. Durchlauf	Futteraufnahme in g	
	entwurmte Gruppe	infizierte Gruppe
1. Tag	2,5	3,2
2. Tag	2,0	3,3
3. Tag	4,1	4,3
4. Tag	1,2	2,9
5. Tag	2,2	3,5
6. Tag	2,3	3,8
7. Tag	2,3	3,2
8. Tag	1,7	2,5

Tabelle 48: Tägliche Futteraufnahmemenge der entwurmten und der infizierten Schildkrötengruppe während des dritten Versuchsdurchlaufs

3. Durchlauf	Futteraufnahme in g entwurmte Gruppe	infizierte Gruppe
1. Tag	2,1	3,0
2. Tag	1,0	2,0
3. Tag	1,2	2,4
4. Tag	0,4	1,5
5. Tag	1,3	2,8
6. Tag	2,1	4,2
7. Tag	0,7	2,1
8. Tag	2,2	3,3

Tabelle 49: Tägliche Futteraufnahmemenge der entwurmten und der infizierten Schildkrötengruppe während des vierten Versuchsdurchlaufs

4. Durchlauf	Futteraufnahme in g entwurmte Gruppe	infizierte Gruppe
1. Tag	1,6	3,4
2. Tag	1,5	2,8
3. Tag	1,5	3,0
4. Tag	0,8	1,8
5. Tag	1,8	2,4
6. Tag	0,2	1,0
7. Tag	1,2	2,5
8. Tag	1,2	2,6

Tabelle 50: Tägliche Futteraufnahmemenge der entwurmten und der infizierten Schildkrötengruppe während des fünften Versuchsdurchlaufs

5. Durchlauf	Futteraufnahme in g entwurmte Gruppe	infizierte Gruppe
1. Tag	0,4	0,8
2. Tag	0,6	1,6
3. Tag	0,0	0,4
4. Tag	1,4	1,5
5. Tag	0,8	1,4
6. Tag	0,8	2,7
7. Tag	0,8	0,7
8. Tag	0,7	1,4

10.6 Kotmenge der entwurmten und der mit Oxyuren infizierten Schildkrötengruppe

Tabelle 51: Kotmengen der entwurmten und der infizierten Schildkrötengruppe während der fünf Versuchsdurchläufe

Versuchsdurchlauf	Kotmenge in g	
	entwurmte Gruppe	infizierte Gruppe
1. Durchlauf	30,4	38,1
2. Durchlauf	38,4	43,7
3. Durchlauf	29,6	41,7
4. Durchlauf	21,6	34,0
5. Durchlauf	16,8	24,2

10.7 Kotanalysen

Tabelle 52: Trockensubstanzgehalt des Kots beider Schildkrötenguppen während der fünf Versuchsdurchläufe

TS (g/kg)	Versuchsdurchlauf				
	1.	2.	3.	4.	5.
$Kot_{ent.}$	996,72	999,12	998,07	994,58	992,89
$Kot_{inf.}$	997,60	996,54	996,39	998,22	993,94

Tabelle 53: Rohaschegehalt des Kots beider Schildkrötenguppen während der fünf Versuchsdurchläufe

Ra (g/kg)	Versuchsdurchlauf				
	1.	2.	3.	4.	5.
$Kot_{ent.}$	70,00	74,53	73,18	70,44	74,11
$Kot_{inf.}$	71,11	71,76	74,54	71,49	76,68

Tabelle 54: Gehalt an organischer Substanz im Kot beider Schildkrötenguppen während der fünf Versuchsdurchläufe

oS (g/kg)	Versuchsdurchlauf				
	1.	2.	3.	4.	5.
$Kot_{ent.}$	930,00	925,47	926,82	929,56	925,89
$Kot_{inf.}$	928,89	928,24	925,46	928,51	923,32

Tabelle 55: Rohproteingehalt des Kots beider Schildkrötenguppen während der fünf Versuchsdurchläufe

Rp (g/kg)	Versuchsdurchlauf				
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
$Kot_{ent.}$	83,09	97,90	83,93	89,64	94,37
$Kot_{inf.}$	107,50	93,94	94,34	89,46	93,69

Tabelle 56: Rohfettgehalt des Kots beider Schildkrötenguppen während der fünf Versuchsdurchläufe

Rfe (g/kg)	Versuchsdurchlauf				
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
$Kot_{ent.}$	27,44	31,84	29,46	32,17	36,43
$Kot_{inf.}$	32,37	26,28	31,93	28,73	26,04

Tabelle 57: Rohfasergehalt des Kots beider Schildkrötenguppen während der fünf Versuchsdurchläufe

Rfa (g/kg)	Versuchsdurchlauf				
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
$Kot_{ent.}$	388,30	388,40	393,40	390,40	360,20
$Kot_{inf.}$	382,20	368,10	386,10	367,40	354,90

Tabelle 58: Gehalt an N-freien Extraktstoffen im Kot beider Schildkrötenguppen während der fünf Versuchsdurchläufe

NfE (g/kg)	Versuchsdurchlauf				
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
$Kot_{ent.}$	431,17	407,33	420,03	417,35	434,89
$Kot_{inf.}$	406,82	439,92	413,09	442,92	448,69

Tabelle 59: Stärkegehalt des Kots beider Schildkrötenguppen während der fünf Versuchsdurchläufe

Stärke (g/kg)	Versuchsdurchlauf				
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
$Kot_{ent.}$	2,15	2,31	2,36	2,16	0,45
$Kot_{inf.}$	2,15	1,40	1,61	1,36	0,84

Tabelle 60: Glucosegehalt des Kots beider Schildkrötenguppen während der fünf Versuchsdurchläufe

Glucose (g/kg)	Versuchsdurchlauf				
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
$Kot_{ent.}$	1,95	0,75	0,12	1,04	1,04
$Kot_{inf.}$	0,80	0,26	0,70	0,77	0,59

Tabelle 61: ADF-Gehalt des Kots beider Schildkrötenguppen während der fünf Versuchsdurchläufe

ADF (%)	Versuchsdurchlauf				
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
$Kot_{ent.}$	50,58	47,39	48,36	50,69	53,96
$Kot_{inf.}$	48,71	48,61	48,98	51,74	50,68

Tabelle 62: Calciumgehalt des Kots beider Schildkrötenguppen während der fünf Versuchsdurchläufe

Ca (g/kg)	Versuchsdurchlauf				
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
$Kot_{ent.}$	2,89	2,13	2,25	2,69	2,72
$Kot_{inf.}$	2,55	2,32	2,81	3,64	7,33

Tabelle 63: Natriumgehalt des Kots beider Schildkrötenguppen während der fünf Versuchsdurchläufe

Na (g/kg)	Versuchsdurchlauf				
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
$Kot_{ent.}$	0,87	0,47	0,68	0,55	0,70
$Kot_{inf.}$	0,38	0,18	0,22	0,39	0,66

Tabelle 64: Phosphorgehalt des Kots beider Schildkrötenguppen während der fünf Versuchsdurchläufe

P (g/kg)	Versuchsdurchlauf				
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
$Kot_{ent.}$	1,22	1,36	1,46	1,11	1,21
$Kot_{inf.}$	1,37	1,21	1,25	1,16	1,73

Tabelle 65: Magnesiumgehalt des Kots beider Schildkrötenguppen während der fünf Versuchsdurchläufe

Mg (g/kg)	Versuchsdurchlauf				
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
$Kot_{ent.}$	2,57	2,89	2,67	2,57	2,82
$Kot_{inf.}$	2,90	2,97	3,04	2,90	3,03

Tabelle 66: Kaliumgehalt des Kots beider Schildkrötenguppen während der fünf Versuchsdurchläufe

K (g/kg)	Versuchsdurchlauf				
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
$Kot_{ent.}$	11,91	14,61	15,58	14,79	16,28
$Kot_{inf.}$	13,81	14,49	15,29	14,80	17,92

Tabelle 67: Kupfergehalt des Kots beider Schildkrötenguppen während der fünf Versuchsdurchläufe

Cu (mg/kg)	Versuchsdurchlauf				
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
$Kot_{ent.}$	11,91	12,20	11,70	9,55	11,20
$Kot_{inf.}$	9,10	12,60	10,20	7,32	14,60

Tabelle 68: Zinkgehalt des Kots beider Schildkrötenguppen während der fünf Versuchsdurchläufe

Zn (mg/kg)	Versuchsdurchlauf				
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
$Kot_{ent.}$	19,6	29,6	32,8	30,6	29,5
$Kot_{inf.}$	25,4	26,1	27,3	25,2	33,5

Tabelle 69: Cobaltgehalt des Kots beider Schildkrötenguppen während der fünf Versuchsdurchläufe

Co (mg/kg)	Versuchsdurchlauf				
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
$Kot_{ent.}$	6,71	6,87	7,36	7,81	8,75
$Kot_{inf.}$	6,50	7,55	6,87	7,06	7,69

Tabelle 70: Eisengehalt des Kots beider Schildkrötenguppen während der fünf Versuchsdurchläufe

Fe (mg/kg)	Versuchsdurchlauf				
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
$Kot_{ent.}$	431	472	449	413	479
$Kot_{inf.}$	487	442	455	394	462

Tabelle 71: Mangangehalt des Kots beider Schildkrötenguppen während der fünf Versuchsdurchläufe

Mn (mg/kg)	Versuchsdurchlauf				
	1.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**
$Kot_{ent.}$	95,1	136,0	242,0	118,0	103,0
$Kot_{inf.}$	291,0	116,0	111,0	135,0	753,0

10.8 Abkürzungsverzeichnis

Symbol	Bedeutung
A.	*Alaeuris* sp., *Angusticaecum* sp. oder *Atractis* sp. (je nach Zusammenhang)
ADF	acid detergent fiber
ADL	acid detergent lignin
bzw.	beziehungsweise
°C	Grad Celsius
C	Kohlenstoff
Ca	Calcium
ca.	circa
cm	Zentimeter
cm^2	Quadratzentimeter
cm^3	Kubikzentimeter
Co	Cobalt
Cu	Kupfer
d. h.	das heißt
E.	*Eimeria* sp.
EpG	Eier pro Gramm Kot
ent.	entwurmt
et al.	und Mitarbeiter
FA	Futteraufnahme
Fe	Eisen
g	Gramm
Glc	Glucose
GUS	Gemeinschaft Unabhängiger Staaten
HCL-UA	Salzsäure-unlösliche Asche
I.	*Isospora* sp.
inf.	infiziert
K	Kalium
kg	Kilogramm
kJ	Kilojoule

KM	Kotmenge
$KM^{0,75}$	metabolische Körpermasse
M	Molar
M.	*Mehdiella* sp.
M. u.	*Mehdiella uncinata*
Mg	Magnesium
mg	Milligramm
ml	Milliliter
mm	Millimeter
Mn	Mangan
MW	Mittelwert
N	Eizahl aus drei Zählfeldern
n	Anzahl
Na	Natrium
NaCl	Natriumchlorid
NfE	Stickstofffreie Extraktstoffe
Nr.	Nummer
oS	organische Substanz
P	Phosphor
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
%	Prozent
Ra	Rohasche
Rfa	Rohfaser
Rfe	Rohfett
Rp	Rohprotein
SD	Standardabweichung
sp.	Spezies, Art (Einzahl)
spp.	mehrere Spezies, Arten (Mehrzahl)
sV	scheinbare Verdaulichkeit
T.	*Testudo sp.*, *Thaparia* sp. oder *Tachygonetria* sp. (je nach Zusammenhang)
T. g.	*Testudo graeca*, Maurische Landschildkröte
T. h.	*Testudo hermanni*, Griechische Landschildkröte
T. m.	*Testudo marginata*, Breitrandschildkröte

T. kleinmanni	*Testudo kleinmanni*, Ägyptische Landschildkröte
T. horsfieldii	*Testudo horsfieldii*, *Agrionemys horsfieldii*, Steppenschildkröte, Vierzehenschildkröte
TS	Trockensubstanz
usw.	und so weiter
µm	Mikrometer
vgl.	vergleiche
x	Mal
χ^2	Chi-Quadrat
z. B.	zum Beispiel
Zn	Zink
ZNS	Zentrales Nervensystem
>	größer als
<	kleiner als

11 Danksagung

Ich danke Herrn Prof. Dr. E. Schein für die Überlassung des Dissertationsthemas und die anregende Kritik und Herrn Prof. Dr. G. von Samson-Himmelstjerna für die Übernahme der Erstgutachterfunktion nach dem Tod von Prof. Dr. E. Schein.

Herrn Prof. Dr. K. Männer gilt mein Dank für die vorgenommenen Korrekturen sowie die Unterstützung bei der Planung der Versuche und Auswertung der Ergebnisse.

Herrn Dr. F. Mutschman danke ich für die hilfreichen Ratschläge zur Durchführung der Versuche, für viele anregende Gespräche und die Bereitstellung von Schildkröten und Terrarien. Seinem Praxis-Team gilt mein Dank für die Mithilfe bei der Schildkrötenbetreuung.

Bei Herrn Prof. Dr. M. Fehr und Dr. K. Mathes der Tierärztlichen Hochschule Hannover möchte ich mich für die Einsicht in die Patientenakten bedanken.

Ein großes Dankeschön auch an die Labormitarbeiter des Instituts für Tierernährung der FU-Berlin für die Analyse der Futter- und Kotproben sowie an Frau A. Kriesten für die Erklärung der Analyse-Methoden.

Frau A. Etzold möchte ich für die Unterstützung im Labor danken.

Den Mitarbeitern des Instituts für Biometrie und Informationsverarbeitung der FU-Berlin danke ich für die Hilfe zur statistischen Auswertung der Daten.

Ein besonderer Dank geht an Thomas, der mich trotz aller Widrigkeiten unermüdlich in vielerlei Hinsicht unterstützt hat und der stets als kompetenter Berater für "Computerprobleme" zur Verfügung stand.

Allen Involvierten möchte ich für ihre unverwüstliche Geduld, optimistische Grundhaltung, mannigfaltige Unterstützung, Hilfe in Form von Korrekturlesungen und Änderungsvorschlägen und offenen Ohren danken.

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, die vorliegende Arbeit selbstständig und nur auf Grundlage der angegebenen Hilfsmittel verfasst zu haben.

Berlin, den 21.01.2011

Anette Brosda